

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Καταγραφή και Μελέτη των Χαρακτηριστικών Κίνησης Επιβατικού Οχήματος σε μικτή διαδρομή της πόλης του Ηρακλείου.

ΚΑΠΕΤΑΝΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α.Μ:5498

<u>Επιβλέπων καθηγητής</u>: Τζιράκης Ευάγγελος,

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2020

Study of Passenger Vehicle driving characteristics along mixed routes within the greater area of a Greek mid size city.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής, λόγω της ανάγκης για μεταφορά έμψυχου και άψυχου υλικού, απαιτεί τον εκμηδενισμό τον αποστάσεων. Αυτό επιτυγχάνεται με οχήματα τα οποία κινούνται με κινητήρες εσωτερικής καύσης. Τα μέσα αυτά έχουν μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις, τις οποίες καλύπτουν τα ορυκτά καύσιμα, με αντίκτυπο ένα δυσβάσταχτο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Για τον έλεγχο του χρειάζονται ενέργειες οι οποίες θα μειώσουν την κατανάλωση των καυσίμων και θα βελτιώσουν την ποιότητα των καυσαερίων, ώστε να επιτύχουμε όσο το δυνατόν λιγότερους ρύπους. Μια από τις πιο αποδοτικές μεθόδους για να υλοποιηθεί αυτό είναι οι κύκλοι οδήγησης.

Στην παρακάτω πτυχιακή αναφέρονται κύκλοι οδήγησης και τα είδη τους, παραδείγματα τους και το πώς αυτοί εξελίσσονται σύμφωνα με την πραγματική πορεία ενός οχήματος σε ένα οδικό δίκτυο και την εκάστοτε νομοθεσία. Ακόμα, θα δούμε και τις επιπτώσεις της ρύπανσης από τα καυσαέρια στον άνθρωπο και στο περιβάλλον. Επιπλέον, εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο τα περισσότερα Κράτη έχουν κάνει προσπάθεια να μειώσουν τους ρύπους και συνάμα την ανεξέλεγκτη κατανάλωση ορυκτών πόρων.

Στο πειραματικό μέρος αναλύεται ο τρόπος συλλογής των δεδομένων της οδήγησης με την βοήθεια λογισμικού, το οποίο τα αντλεί δεδομένα από την κεντρική ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του αυτοκινήτου. Καταγράφουμε την διαδικασία για την επεξεργασία τους και γίνεται η διαγραμματική τους απεικόνιση .Θα εξεταστεί κατά πόσο το πείραμα προσεγγίζει έναν κύκλο οδήγησης κατά τα διεθνή πρότυπα, και τελικά το πόσο μπορούμε να μειώσουμε την κατανάλωση για μια συγκεκριμένη διαδρομή στο ηράκλειο.

ABSTRACT

Due to the need for the transportation of people and goods, modern lifestyle requires annihilation of distances. This can be achieved with internal combustion engine vehicles. These vehicles have great energy requirements which are covered by the use of fossil fuels, causing an unbearable environmental footprint. To control this, people need to find ways to decrease the consumption of fuels and improve the exhaust gas quality in order to achieve the least possible pollutants. One of the most efficient methods is driving cycles.

This senior thesis includes the types of driving cycles and how they develop according to the real route of a car on a road network, complying with the current legislation. In addition, it mentions the effects of air pollution, due to exhaust fumes, to the human as well as to the environment as a whole. Furthermore, we examine the way in which most nations try to reduce pollutants and the galloping consumption of fossil fuels.

In the experimental part of this project, we analyze the way of collecting driving data using appropriate software which receives data from the central electronic control unit of the car. We record the procedure of processing them and create the respective diagrams. Finally, we examine whether the experiment approaches a real driving cycle complying with the international standards and how we can reduce the fuel consumption for a certain route in Heraklion.

Keywords: Driving Cycles, Real World, Microtrip, Data processing

1. Περιβάλλον και ρύποι.

Στις μέρες μας, λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας καλούμαστε να καλύψουμε τις καθημερινές μας ανάγκες, κάτι το οποίο απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για να καλύψουμε αυτές τις ανάγκες, αλλά η πιο διαδεδομένη είναι η χρήση ορυκτών καυσίμων. Λόγω της εκτεταμένης χρήσης ορυκτών καυσίμων, η περιβαλλοντική ρύπανση αποτελεί πλέον ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που καλούμαστε να λύσουμε.

Το 1876 σηματοδοτεί την χρονιά όπου κατασκευάστηκε ο πρώτος κινητήρας εμπορίου. Από τότε, οι κινητήρες εσωτερικής καύσης βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορους βιομηχανικούς κλάδους και επιτελούν ένα μεγάλο εύρος λειτουργιών, οι οποίες θα ήταν αδύνατον να επιτευχθούν με την ίδια αποτελεσματικότητα χωρίς αυτοί να υπάρχουν. Επιπλέον, η ανακάλυψη και η υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας στις ζωές μας έχει αναπτύξει επιστημονικά τον σύγχρονο κόσμο, την οικονομία και κατά συνέπεια και την κοινωνία και είναι υπεύθυνη σε ένα μεγάλο βαθμό για την μορφή των σύγχρονων πόλεων και του τρόπου ζωής, όπως αυτός είναι σήμερα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, καταλαβαίνουμε πόσο χρειαζόμαστε τους κινητήρες στις δραστηριότητές μας, αλλά ταυτόχρονα, έχουμε την ανάγκη να περιορίσουμε την καταστροφή που προκαλείται στο περιβάλλον από τα κατάλοιπα τους. Για να ελέγξουμε το φαινόμενο της ρύπανσης και η χρήση των ενεργειακών πόρων να γίνεται με φειδώ, έχουν αναπτυχθεί διάφορα εργαλεία και μηχανισμοί οι οποίοι συμβάλλουν σε αυτό το σκοπό. Τα περισσότερα κράτη θεσπίζουν νόμους οι οποίοι περιορίζουν την ανεξέλεγκτη σπατάλη ενεργειακών πόρων και ως φυσικό επακόλουθο την εκπομπή ρύπων.

Ένα μέσο που χρησιμοποιείται για τον ποσοτικό και ποιοτικό έλεγχο των καυσαερίων και την κατανάλωση καυσίμου είναι οι κύκλοι οδήγησης.

1.1 Απαιτήσεις σε ενέργεια.

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής έχει μεγάλες απαιτήσεις και ειδικά στις σύγχρονες πόλεις, οι άνθρωποι για να ανταπεξέλθουν χρησιμοποιούν κατά κόρον οχήματα με κινητήρες εσωτερικής καύσης. Ως φυσικό επακόλουθο, έχουμε εκπομπή καυσαερίων τα οποία αφήνουν ένα σημαντικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Καταλαμβάνουν ένα μεγάλο μέρος για την επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και την υποβάθμιση της ποιότητας ζωής.

Τους τελευταίους δύο αιώνες έχουμε καταναλώσει το μεγαλύτερο μέρος των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων του πλανήτη, με αποτέλεσμα σταδιακά αυτά να εξαντλούνται. Το 75% περίπου της ενέργειας που καταναλώνεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση οφείλεται στις οδικές μεταφορές. Αύξηση 1,2% σημείωσαν οι πωλήσεις καινούργιων αυτοκινήτων σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του ACEA το 2019 στην Ευρώπη. Σε αριθμούς, την περσινή χρονιά κυκλοφόρησαν στους ευρωπαϊκούς δρόμους για πρώτη φορά 15.340.188 αυτοκίνητα, όταν το 2018 είχαν πουληθεί 15.159.336 αυτοκίνητα.[1]

1.2 Εισαγωγικά στοιχεία ρύπανσης.

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας από τη βιομηχανία, τα αυτοκίνητα και άλλες δραστηριότητες έχει φτάσει στις μέρες μας σε επίπεδα ανησυχητικά. Παρόλα αυτά, είναι γεγονός ότι έχουμε κάνει μεγάλα βήματα στον τομέα της μείωσης των ρύπων που εκλύουν οι κινητήρες των αυτοκινήτων, στον τομέα της αεροδυναμικής σχεδίασης, η οποία σημαίνει χαμηλότερη κατανάλωση και συνάμα λιγότερους ρύπους, στον επανασχεδιασμό των θαλάμων καύσεως και στην έρευνα για τη χρήση καυσίμων εναλλακτικών, όπως είναι το υδρογόνο, το υγραέριο κι οι αλκοόλες, στις οποίες συγκαταλέγονται η αιθανόλη και η μεθανόλη. Τα ηλεκτρικά, τα υβριδικά, τα ηλιακά αυτοκίνητα, ο εκσυγχρονισμός των diesel κινητήρων και η νέα γενιά δίτροχων κινητήρων

είναι η άμεση συνέπεια των οικολογικών ανησυχιών και της δίψας για αναζήτηση εναλλακτικών καυσίμων και κινητήρων.

Στο Λος Άντζελες, το οποίο βρίσκεται στην Πολιτεία της Καλιφόρνιας, είχαμε τον πρώτο συναγερμό για τις διαστάσεις που μπορεί να πάρει η ρύπανση. Λόγω των περισσότερων αυτοκινήτων ανά χιλιάδα κατοίκων, σε σχέση με άλλες πόλεις, η αιθαλομίχλη είχε κάνει την ατμόσφαιρα αφόρητη για πολλά χρόνια. Για το λόγο αυτό, το1961 θεσπίστηκαν νόμοι οι οποίοι καθόρισαν τη μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα έκκλησης υδρογονανθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα από τους εμβολοφόρους κινητήρες. Στη συνέχεια η ισχύς των νόμων αυτών επεκτάθηκε στις 20/10/1995 σε όλη την αμερικανική επικράτεια. Σιγά-σιγά αυτοί οι νόμοι περιόρισαν την επιτρεπόμενη ποσότητα άκαυστων υδρογονανθράκων και άρχισαν να εφαρμόζονται σχεδόν σε όλες τις χώρες του κόσμου.

Σήμερα, οι κινητήρες εσωτερικής καύσης, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την κίνηση των μέσων μεταφοράς, αποτελούν μία από τις βασικότερες πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας των αστικών κυρίως κέντρων, με την εκπομπή βλαβερών καυσαερίων.

Κάθε βλαβερή ουσία των αερίων που διοχετεύεται στο περιβάλλον από τον άνθρωπο και έχει άμεσες ή έμμεσες επιδράσεις για τη ζωή και την υγεία του, καθώς και για τη χλωρίδα και την πανίδα, λέγεται ρύπος ή ρυπαντής.

1.3 Φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (greenhouse effect),το οποίο ανακάλυψε ο J.Fourier το 1824 και το ερεύνησε προσωπικά το 1896 ο S.Arrhenius, επηρεάζεται στο μεγαλύτερο του βαθμό από την εκπομπή καυσαερίων.

Με τον παραπάνω όρο χαρακτηρίζεται το φαινόμενο που παρατηρείται όταν ένα μεγάλο μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της γης απορροφάται από τα αέρια της ατμόσφαιρας, όπως το διοξείδιο του άνθρακα κ.α και τα σύννεφα και στη συνέχεια εκπέμπεται προς την επιφάνεια της γης. Με αυτό τον τρόπο παρατηρούμε την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Φυσικά η παρουσία στην ατμόσφαιρα των αερίων του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα του διοξειδίου του άνθρακα δεν οφείλεται αποκλειστικά σε ανθρωπογενείς λόγους, αλλά προϋπήρχε πριν εμφανιστεί ο άνθρωπος.

Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ζωή στην γη δεν θα μπορούσε να υπάρξει και αυτό γιατί, υπό κανονικές συνθήκες, είναι ευνοϊκό για τη βιόσφαιρα όπου κατοικούν όλα τα έμβια όντα. Σύμφωνα με υπολογισμούς, χωρίς αυτό το φαινόμενο, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη θα ήταν -18˚C, ενώ με την ύπαρξη του είναι 15 βαθμοί κελσίου. Λόγω των καύσεων άνθρακα και υδρογονανθράκων για τους οποίους είναι υπεύθυνος ο άνθρωπος, έχουμε ως συνέπεια την αυξανόμενη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα σε επίπεδα παραπάνω του φυσιολογικού. Αυτή η αύξηση φέρει αλλαγές στο κλίμα.[2]

1.4 Ρύπανση του περιβάλλοντος.

1.4.1 Ορισμός

Ως ατμοσφαιρική ρύπανση ορίζουμε την ύπαρξη τοξικών χημικών ενώσεων ανόργανης και οργανικής προέλευσης στον αέρα, σε επίπεδα επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία. Γενικότερα, χρησιμοποιούμε τον όρο ατμοσφαιρική ρύπανση για την ύπαρξη ξένων χημικών στοιχείων και ενώσεων στον ατμοσφαιρικό αέρα οι οποίες, υπό φυσιολογικές συνθήκες, δεν θα έπρεπε να υπάρχουν. Η ύπαρξή τους έχει σαν αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η ποιότητα του αέρα και τελικά να προκαλούνται επιβλαβείς αλλαγές στην ποιότητα ζωής όλων των έμβιων όντων.

1.4.2 Κατηγορίες ρύπων.

Τους ρύπους που απελευθερώνονται στο περιβάλλον τους χωρίζουμε σε δύο κατηγορίες, στους πρωτογενείς και δευτερογενείς. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσουμε όλες τις ουσίες οι οποίες απελευθερώνονται στον αέρα ως ρύποι. Οι δευτερογενείς δημιουργούνται από την αντίδραση των πρωτογενών και άλλων ουσιών με το περιβάλλον δηλαδή τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Τα χημικά συστατικά που υποβαθμίζουν την ποιότητα του αέρα αναφέρονται ως αέριοι ρύποι και συναντώνται με τη μορφή:

- Αερίων.

- Αιωρούμενων σωματιδίων (PM, λεπτόκοκκο στερεά που αιωρούνται στον ατμοσφαιρικό αέρα)[3].

Οι αέριοι ρύποι δεν φαίνονται με γυμνό μάτι ούτε έχουν κάποια χαρακτηριστική οσμή. Παρόλα αυτά, συνιστούν μεγάλο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία, και η πλειοψηφία τους προκαλεί εκτεταμένες ζημιές στο περιβάλλον. Μερικές από αυτές είναι η καταστροφή της στιβάδας του όζοντος, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η όξινη βροχή.

1.4.3 Προέλευση ρύπων.

Οι αέριοι ρύποι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τους φυσικούς και τους ανθρωπογενείς. Για τους φυσικούς, οι αιτίες παραγωγής τους είναι:

- Η ηφαιστειακή δραστηριότητα κατά την οποία οι εκρήξεις ηφαιστείων εκπέμπουν ένα πλήθος τοξικών αερίων, μερικά από τα οποία είναι το θείο του χλωρίου και τα αιωρούμενα σωματίδια και η επίδραση τους περιορίζεται τοπικά.

- Οι πυρκαγιές, καθώς παράγουν μεγάλες ποσότητες οξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα, όπως και ορισμένα σωματίδια στην ατμόσφαιρα. Η ρύπανση η οποία δημιουργείται από τις πυρκαγιές μπορεί να έχει επιπτώσεις σε ευρύτερες περιοχές λόγω των ανέμων.

- Η κίνηση των αερίων ρευμάτων. Τα αέρια ρεύματα μπορούν να παρασύρουν χώμα, σκόνη και ρύπους οι οποίοι βρίσκονται στην επιφάνεια της γης και να τους μεταφέρουν σε μεγάλες αποστάσεις.

2. Κινητήρες εσωτερικής καύσης και αέριοι ρύποι.

2.1 Κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Οι κινητήρες εσωτερικής καύσης λειτουργούν κάνοντας καύση κλασμάτων του αργού πετρελαίου όπως είναι το μαζούτ, η βενζίνη, το πετρέλαιο κίνησης, θέρμανσης και ναυτιλίας. Στα βαρύτερα κλάσματα, η καύση γίνεται με αυτανάφλεξη λόγω των υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών. Στα ελαφρύτερα αναφλέγεται με τη βοήθεια ενός σπινθήρα (μπουζί). Οι μηχανές απαρτίζονται από κυλίνδρους καύσης οι οποίοι έχουν μεταβλητό όγκο και στη μία τους πλευρά εφαρμόζεται ένα κινητό έμβολο, το πιστόνι. Το καύσιμο ψεκάζεται μέσω ακροφυσίων (μπεκ) μέσα στους κυλίνδρους όπου αναμιγνύεται με τον ατμοσφαιρικό αέρα, ο οποίος έχει το απαραίτητο οξυγόνο που χρειάζεται για την καύση. Στη συνέχεια το μείγμα συμπιέζεται από το έμβολο και αναφλέγεται. Από αυτήν την ανάφλεξη προκαλείται μία έκρηξη η οποία εκτονώνει το μείγμα και μετακινεί το έμβολο προς τα κάτω. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, μέσω μιας διάταξης που απαρτίζεται από γρανάζια και άξονες (διαφορικό- κιβώτιο ταχυτήτων), η κίνηση να φτάνει στους τροχούς.

Σε ιδανικές συνθήκες, τα προϊόντα της καύσης υδρογονανθράκων είναι νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Σε πραγματικές συνθήκες όμως, η καύση που γίνεται στους κινητήρες μας δίνει και άλλα παραπροϊόντα, τα οποία μολύνουν το περιβάλλον

2.2 Καυσαέρια.

2.2.1 Διοξείδιο του άνθρακα.

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ο κύριος ρύπος από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, καθώς είναι ένα από τα κύρια προϊόντα της αντίδρασης της καύσης υδρογονανθράκων μαζί με νερό. Έχει άμεσο αντίκτυπο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στην αλλαγή του κλίματος και αποτελεί κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Τα μέτρα τα οποία έχουν θεσπιστεί για τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα γίνονται ολοένα και πιο αυστηρά για τα επιβατικά αυτοκίνητα. Μέχρι το 2015, υπήρχε στόχος οι εκπομπές να φτάσουν στα 130 gr/km, ο οποίος επετεύχθη δύο χρόνια νωρίτερα. Ο επόμενος στόχος είναι το όριο τον 95g CO2/kmo οποίος πρέπει να πραγματοποιηθεί το 2021.[13]

2.2.2 Μονοξείδιο του άνθρακα.

Το μονοξείδιο του άνθρακα το συναντάμε σε μεγάλες περιεκτικότητες στην ατμόσφαιρα σε όλες τις σύγχρονες πόλεις ανά τον κόσμο. Η παραγωγή του προέρχεται από την καύση υδρογονανθράκων όπως το πετρέλαιο, η βενζίνη, τα λάδια, το ξύλο και το κάρβουνο.

Το σύνολο των μεταφορικών οχημάτων και κάθε είδους μηχάνημα που λειτουργεί με κινητήρα εσωτερικής καύσης είναι υπεύθυνο για την κύρια πηγή παραγωγής μονοξειδίου του άνθρακα. Το μονοξείδιο του άνθρακα σχηματίζεται από ένα άτομο άνθρακα και ένα άτομο οξυγόνου. Είναι αέριο, άχρωμο, άγευστο, άοσμο, δηλητηριώδες και πιο ελαφρύ από τον αέρα, οξειδώνεται με το διοξείδιο του άνθρακα όταν έρθει σε επαφή με την υγρασία της ατμόσφαιρας και έχει χρόνο ζωής 2 έως 4 μήνες. Κατά την περίοδο του χειμώνα παρατηρούνται αυξημένα επίπεδα CO λόγω του ότι οι κινητήρες θέλουν ατελέσφορη καύση επειδή επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες. Η εκτεταμένη έκθεση σε μονοξείδιο του άνθρακα μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην όραση, πονοκέφαλο, κόπωση, ναυτία, απώλεια ισορροπίας και αισθήσεων και προβλήματα στο νευρικό σύστημα.

2.2.3 Διοξείδια του θείου,SO2.

Τα οξείδια του θείου παράγονται κυρίως από το μαζούτ και το πετρέλαιο, επειδή αυτά τα ορυκτά καύσιμα περιέχουν θείο. Τα οξείδια του θείου τα συναντάμε κυρίως στα διυλιστήρια πετρελαίου, στις κεντρικές θερμάνσεις και τα πλοία. Παλαιότερα, τα

πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα ήταν υπεύθυνα σε μεγάλο βαθμό για την ποσότητα των ρύπων αυτών, κάτι το οποίο έχει περιοριστεί σε πολύ μεγάλο βαθμό λόγω του ότι τα όρια για το πετρέλαιο κίνησης είναι πολύ αυστηρά.

Το διοξείδιο του θείου είναι αέριο άχρωμο και άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις, αλλά αντίθετα σε μεγαλύτερες παρατηρείται έντονη ερεθιστική μυρωδιά. Στην ατμόσφαιρα, το διοξείδιο του θείου αντιδρά για να σχηματίσει τριοξείδιο του θείου το οποίο, παρουσία υδρατμών, σχηματίζει ομίχλη θειικού οξέος, φαινόμενο το οποίο είναι υπεύθυνο για τη ρύπανση από όξινη βροχή. Η μακροχρόνια έκθεση στα οξείδια του θείου μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά και καρδιαγγειακά προβλήματα.[11][14]

2.2.4 Οξείδια του αζώτου, NOx.

Τα οξείδια του αζώτου είναι ένα παραπροϊόν της βιομηχανικής λειτουργίας και υπάρχουν σε υψηλή περιεκτικότητα στην ατμόσφαιρα γύρω μας. Αποτελούνται από άτομα αζώτου και οξυγόνου. Ο κύριος υπεύθυνος για την παραγωγή τους είναι ο άνθρωπος, με άμεσες επιπτώσεις στον ίδιο. Οι κυριότερες μορφές είναι το οξείδιο του αζώτου(NO), το διοξείδιο του αζώτου (NO2), και το υποξείδιο του αζώτου (N2O). Οι κυριότερες ενώσεις του αζώτου με το οξυγόνο έχουν άσπρη ή καφέ απόχρωση και έχουν χαρακτηριστική μυρωδιά.

Το μονοξείδιο και το διοξείδιο του αζώτου παράγονται από την οξείδωση του αέρα στους κινητήρες εσωτερικής καύσης, καθώς επίσης από την χρήση ορυκτών καυσίμων σε ηλεκτροπαραγωγικού σταθμούς. Οι κινητήρες πετρελαίου είναι κυρίως υπεύθυνοι για ένα μεγάλο ποσοστό του συγκεκριμένου ρύπου και για αυτόν τον λόγο, παρατηρείται η τάση για περιορισμό τους τα τελευταία χρόνια.[11][15]

2.2.5 Πτητικοί υδρογονάνθρακες, VOCs.

Ο ι συγκεκριμένες οργανικές ενώσεις ονομάζονται πτητικές επειδή μπορούν να περάσουν πολύ γρήγορα από την υγρή στην αέρια φάση και απελευθερώνονται στο περιβάλλον.

Οι πτητικές οργανικές ενώσεις εκπέμπονται από έναν μεγάλο αριθμό προϊόντων και αγαθών τα οποία είναι μέρος του σημερινού τρόπου ζωής, μεταξύ των οποίων και η χρήση κινητήρων εσωτερικής καύσης, Η αυξημένη κίνηση στους δρόμους των μεγαλουπόλεων αποτελεί την κύρια πηγή παραγωγής τους.[11][16]

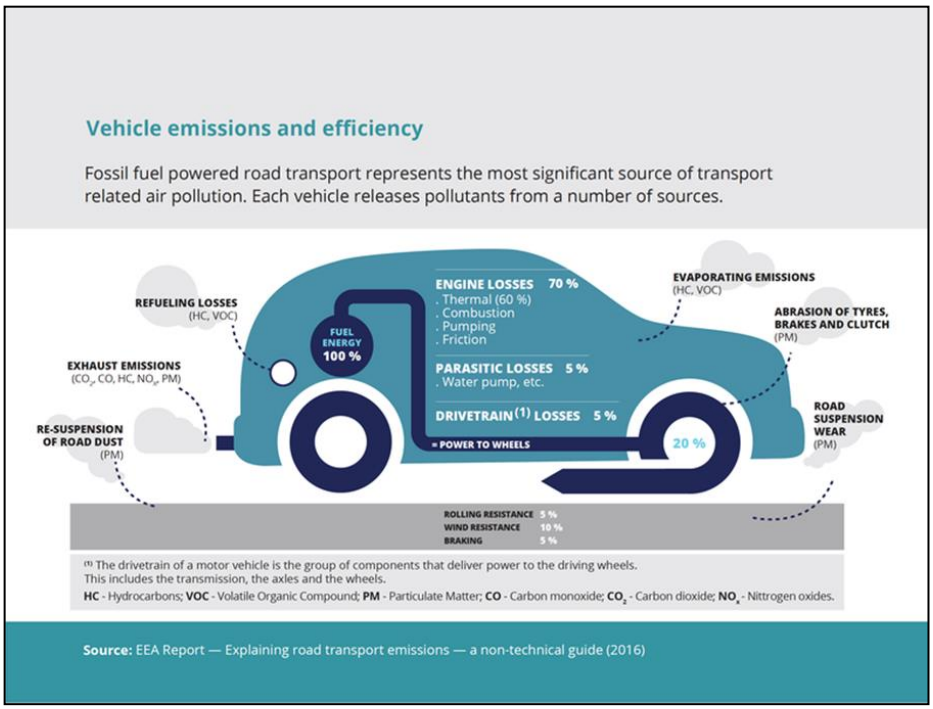
Η περιεκτικότητα των VOCs, στον ατμοσφαιρικό αέρα αυξάνεται ανάλογα με την θερμοκρασία, γι' αυτό και την περίοδο που επικρατούν θερμότερες συνθήκες, οι συγκεκριμένοι ρύποι αποτελούν τον μεγαλύτερο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Όμως δεν είναι όλοι οι VOCsτοξικοί και τα συμπτώματά τους διαφέρουν ανάλογα με την ένωση και το διάστημα έκθεσης. Οι επικίνδυνοι πτητικοί υδρογονάνθρακες είναι η φορμαλδεΰδη, τα καυσαέρια των κινητήρων πετρελαίου, το στυρένιο, η βενζίνη και το χλωρό αιθυλένιο, που είναι γνωστό ότι προκαλούν καρκινικές παθήσεις. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν προβλήματα της αναπνευστικής οδού, ναυτία, πονοκεφάλους, κόπωση, κιρρώσεις του ήπατος και των νεφρών και προβλήματα στο νευρικό σύστημα.

2.2.6 Αιωρούμενα σωματίδια, PM.

Προϊόν της ατελούς καύσης, τα αιωρούμενα σωματίδια είναι ένα μείγμα από στερεά σωματίδια και υγρά σταγονίδια. Μερικά από αυτά είναι ορατά με γυμνό μάτι, ενώ άλλα για να εντοπιστούν χρειάζεται η χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου. Τα σωματίδια χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες:

- PM_{10}, σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 10μm
- $PM_{2,5}$ σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 2,5μm

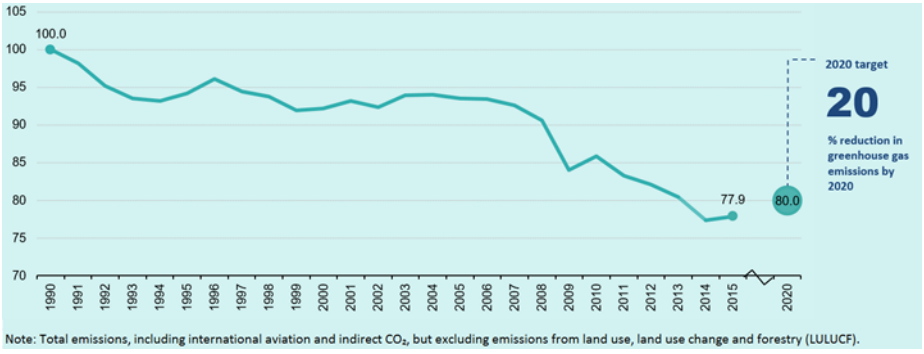
Και τα δύο είδη μπορούν να εισέλθουν στο ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα.[11]



Εικόνα 1: Ρύποι και από ποιά τμήματα του οχήματος εκπέμπονται.

Στο προηγούμενο σχήμα φαίνεται η προέλευση των ρύπων από τα εκάστοτε τμήματα του οχήματος κατά τη λειτουργία του κινητήρα. Ακόμα, φαίνεται ότι μόνο το 20% της συνολικής ενέργειας που παράγεται από το καύσιμο φτάνει στους τροχούς. Το υπόλοιπο μετατρέπεται σε θερμότητα και μηχανικές απώλειες.

Η αυστηρή νομοθεσία, η οποία έχει υιοθετηθεί από παλιά, συνεχίζει να εντείνετε και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση των παραγομένων αερίων ρύπων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλοι οργανισμοί παγκόσμιου εμβέλειας στενεύουν ολοένα και περισσότερο τα όρια για την εκπομπή καυσαερίων, σε μία προσπάθεια να περιοριστεί το περιβαλλοντικό αντίκτυπο που έχει ο άνθρωπος στον πλανήτη και να στραφεί σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι προσπάθειες έχουν αποτέλεσμα, καθώς η παραγωγή αερίων ρύπων παρουσιάζει πτωτική Τάση, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.[4]



Εικόνα 2: Εκπομπή καυσαερίων στηνΕ.Ε (1990-2015)

3. 3. Στάδια και νομικό πλαίσιο για ρύπους και τοξικές εκπομπές.

Από το 1981, την χρόνια ένταξής της στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η Ελλάδα, όπως και όλες οι υπόλοιπες χώρες, οφείλει να συμμορφώνεται σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές νομοθεσίες και πρότυπα. Όλες οι χώρες της Ε.Ε ,υπακούν κοινούς κανονισμούς για τις εκπομπές ρύπων των μηχανών εσωτερικής καύσης.

Οι κανονισμοί αυτοί συντίθενται και θεσπίζονται από τα εκτελεστικά και νομοθετικά όργανα της Ε.Ε:[20]

- Την ευρωβουλή
- Το συμβούλιο των κρατών μελών
- Την Ευρωπαϊκή επιτροπή

3.1 Κατηγορίες οχημάτων.

Στις μηχανές εσωτερικής καύσης που διέπονται από τους κανονισμούς αυτούς ανήκουν, μεταξύ άλλων, και οι μηχανές των μεταφορικών οχημάτων. Τα μεταφορικά οχήματα εντάσσονται σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες, ανάλογα με τη χρήση τους.

Κατηγορίες:

- M: Μηχανοκίνητα οχήματα, με τουλάχιστον τέσσερις τροχούς, σχεδιασμένα και κατασκευασμένα για τη μεταφορά επιβατών.
- N: Μηχανοκίνητα οχήματα, με τουλάχιστον τέσσερις τροχούς, σχεδιασμένα και κατασκευασμένα για τη μεταφορά αγαθών.
- O: Ρυμουλκούμενα οχήματα.

3.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων.

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων είναι ένα σύνολο απαιτήσεων, οι οποίες καθορίζουν τα αποδεκτά όρια των εκπεμπόμενων ρύπων που πρέπει να έχουν τα νέα οχήματα που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα πρότυπα αυτά επιβάλλουν σταδιακά ολοένα και πιο αυστηρές προδιαγραφές μέσω οδηγιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Εκπομπές NOx, HC,CO και μικρό-σωματιδίων ρυθμίζονται εκ νέου σε διαφορετικά πρότυπα, ανάλογα τον τύπο του οχήματος, ενώ για να ελεγχθεί το κατά πόσο έχουν συμμορφωθεί με αυτές τις προδιαγραφές, υπάρχουν οι <<κύκλοι πόλης>> οι οποίοι είναι τυποποιημένοι και έχουν υιοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

ΒΑΡΟΣ σε (Kg) Ελάχιστο	Μέγιστο	CO g/test	$HC+NO_X$ g/test
1020		58	19.0
1020	1250	67	20.5
1250	1470	76	22.0
1470	1700	84	23.5
1700	1930	93	25.0
1930	2150	101	26.5
2150		110	28.0

Πίνακας 1: Όρια για οχήματα ECE R15-04

Κυβισμός σε κυβ.εκ Ελάχ. Μέγ.	Ημερομηνία Εφαρμογής Νέα Μοντέλα και	Υποχρεωτική εφαρμογή	ΟΔΗΓΙΑ	CO g/test	$HC+NO_X$ g/test	NO_X g/test
2000	1/10/88	1/10/89	88/76/ΕΟΚ	25	6.5	3.5
1400 2000	1/10/91	1/10/93	88/76/ΕΟΚ	30	8	-
1400	1/10/90 1/07/92	1/10/91 1/01/93	88/76ΕΟΚ 89/458ΕΟΚ	45 19	15 5	6 -
Για όλες τις κατηγορίες	1/07/92	31/12/92	91/441/ΕΟΚ	2.72 g/km	0.97 g/km	-

Πίνακας 2: Όρια εκπομπής ρύπων οχημάτων μέχρι 1/01/93

Τα οχήματα που δεν πληρούν τις προδιαγραφές δεν μπορούν να ταξινομηθούν σε κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ τα νέα πρότυπα δεν έχουν ισχύ για οχήματα που βρίσκονται ήδη σε κυκλοφορία.

			Μάζα αναφοράς RW (kg)	Οριακές Τιμές								
				Μάζα Μονοξειδίου του άνθρακα (CO)		Μάζα Υδρογονανθράκων (HC)		Μάζα Οξειδίων του Αζώτου (NOx)		Συνδυασμένη μάζα υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου (HC+NOx)		Μάζα σωματιδίων (PM)[1]
				L1 (g/km)		L2 (g/km)		L3 (g/km)		L2+L3 (g/km)		L4 (g/km)
Κατηγορία		Κλάση		Βενζίνη	Ντήζελ	Βενζίνη	Ντήζελ	Βενζίνη	Ντήζελ	Βενζίνη	Ντήζελ	Ντίζελ
A 2000	M[2]	-	Όλα	2,3	0,64	0,20	-	0,15	0,50	-	0,56	0,05
	N1[3]	I	RW≤1305	2,3	0,64	0,20	-	0,15	0,50	-	0,56	0,05
		II	1305<RW≤1760	4,17	0,80	0,25	-	0,18	0,65	-	0,72	0,07
		III	1760<RW	5,22	0,95	0,29	-	0,21	0,78	-	0,86	0,10
B 2005	M[2]	-	Όλα	1,0	0,50	0,10	-	0,08	0,25	-	0,30	0,025
	N1[3]	I	RW≤1305	1,0	0,50	0,10	-	0,08	0,25	-	0,30	0,025
		II	1305<RW≤1760	1,81	0,63	0,13	-	0,10	0,33	-	0,39	0,04
		III	1760<RW	2,27	0,74	0,16	-	0,11	0,39	-	0,46	0,06

[1] Για κινητήρες με ανάφλεξη συμπίεσης
[2] Εκτός από οχήματα μάζας άνω των 2500 kg
[3] Καθώς και τα οχήματα κατηγορίας M που αναφέρονται στην υποσημείωση 2.

Πίνακας 3: Όρια εκπομπής ρύπων σύμφωνα με την οδηγία 98/69 ΕΚ3

Στην κατηγορία Μ κατατάσσονται οχήματα με κινητήρα τα οποία προορίζονται για την μεταφορά προσώπων και έχουν είτε τέσσερις τροχούς τουλάχιστον είτε τρεις τροχούς και μέγιστο βάρος που υπερβαίνει τα 1000kg, ενώ στην κατηγορία Ν1 κατατάσσονται τα οχήματα τα οποία προορίζονται για την μεταφορά εμπορευμάτων και έχουν μέγιστο βάρος που δεν υπερβαίνει τα 3500kg.

3.3 Πίνακες πρότυπων εκπομπών ρύπων.

Πρότυπα Ευρωπαϊκής Ένωσης για εκπομπές ρύπων επιβατικών αυτοκινήτων								
Πρότυπο	Ημερομηνία ισχύος για εγκρίσεις τύπου	Ημερομηνία ισχύος για ταξινομήσεις	Ανώτατα όρια ρύπων (γρ./χλμ.)					
			CO	THC	NMHC	NOx	HC + NOx	PM
Κινητήρες Πετρελαίου								
Euro 1	Ιούλιος 1992	Ιούλιος 1992	2,72	-	-	-	0,97	0,14
Euro 2	Ιανουάριος 1996	Ιανουάριος 1996	0,64	-	-	-	0,70	0,08
Euro 3	Ιανουάριος 2000	Ιανουάριος 2000	0,50	-	-	0,50	0,56	0,05
Euro 4	Ιανουάριος 2005	Ιανουάριος 2005	0,50	-	-	0,25	0,30	0,025
Euro 5	Σεπτέμβριος 2009	Ιανουάριος 2011	0,50	-	-	0,18	0,23	0,005
Euro 5b	Σεπτέμβριος 2011	Ιανουάριος 2013	0,50	-	-	0,18	0,23	0,0045
Euro 6b	Σεπτέμβριος 2014	Σεπτέμβριος 2015	0,50	-	-	0,08	0,17	0,0045
Euro 6c	-	Σεπτέμβριος 2018	0,50	-	-	0,08	0,17	0,0045
Euro 6d-TEMP	Σεπτέμβριος 2017	Σεπτέμβριος 2019	0,50	-	-	0,08	0,17	0,0045
Euro 6d	Ιανουάριος 2020	Ιανουάριος 2021	0,50	-	-	0,08	0,17	0,0045
Κινητήρες Βενζίνης								
Euro 1	Ιούλιος 1992	Ιούλιος 1992	2,72	-	-	-	0,97	-
Euro 2	Ιανουάριος 1996	Ιανουάριος 1996	2,20	-	-	-	0,50	-
Euro 3	Ιανουάριος 2000	Ιανουάριος 2000	2,30	0,20	-	0,15	-	-
Euro 4	Ιανουάριος 2005	Ιανουάριος 2005	1,00	0,10	-	0,08	-	-
Euro 5	Σεπτέμβριος 2009	Ιανουάριος 2011	1,00	0,10	0,068	0,06	-	0,005*
Euro 5b	Σεπτέμβριος 2011	Ιανουάριος 2013	1,00	0,10	0,068	0,06	-	0,0045*
Euro 6b	Σεπτέμβριος 2014	Σεπτέμβριος 2015	1,00	0,10	0,068	0,06	-	0,0045*
Euro 6c	-	Σεπτέμβριος 2018	1,00	0,10	0,068	0,06	-	0,0045*
Euro 6d-TEMP	Σεπτέμβριος 2017	Σεπτέμβριος 2019	1,00	0,10	0,068	0,06	-	0,0045*
Euro 6d	Ιανουάριος 2020	Ιανουάριος 2021	1,00	0,10	0,068	0,06	-	0,0045*
*Μόνο για κινητήρες βενζίνης άμεσου ψεκασμού								

Πίνακας 4: Μεταβολή ανώτατων ορίων των εκπεμπόμενων ρύπων για τα επιβατικά αυτοκίνητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση[5]

European emission standards for light commercial vehicles 1305 kg – 1760 kg (Category N_1-II), g/km

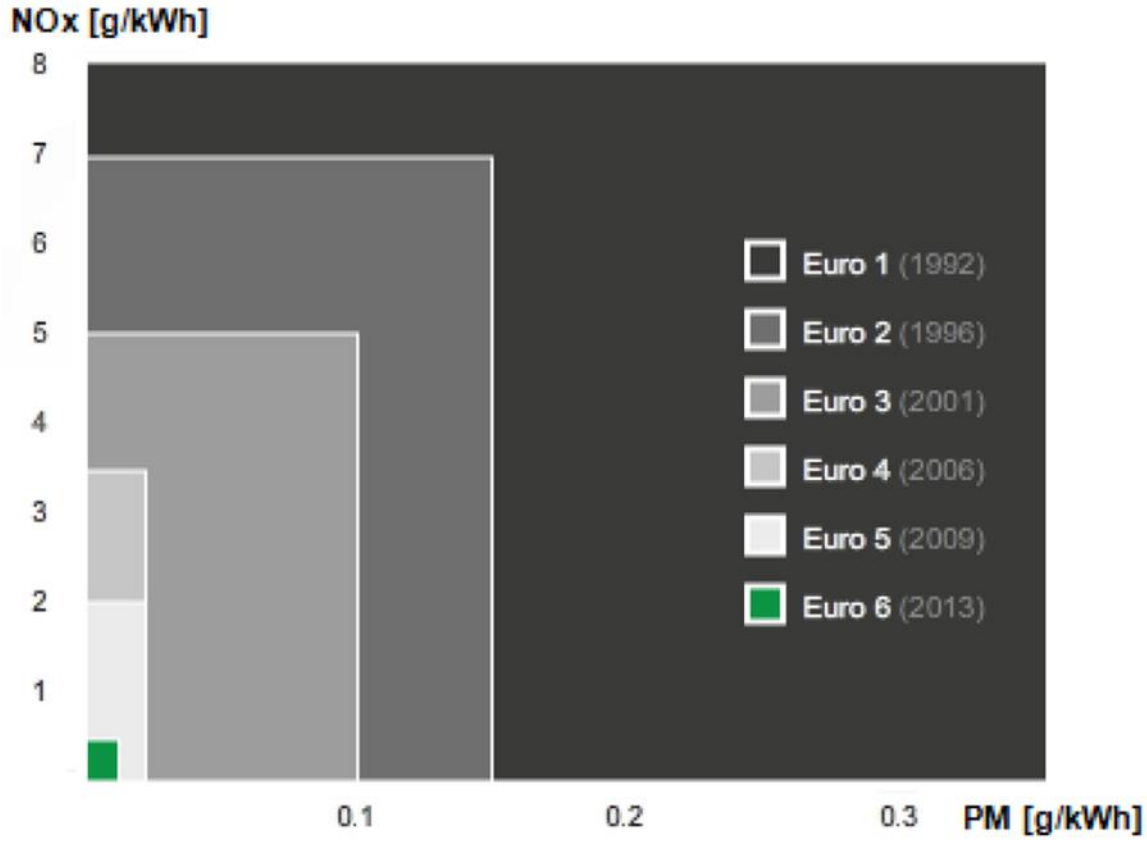
Tier	Date	CO	THC	NMHC	NO_x	HC+NO_x	PM	P
Diesel								
Euro 1	October 1994	5.17	-	-	-	1.4	0.19	-
Euro 2	January 1998	1.25	-	-	-	1.0	0.12	-
Euro 3	January 2001	0.80	-	-	0.65	0.72	0.07	-
Euro 4	January 2006	0.63	-	-	0.33	0.39	0.04	-
Euro 5	September 2010	0.630	-	-	0.235	0.295	0.005	-
Euro 6 (future)	September 2015	0.630	-	-	0.105	0.195	0.005	-
Petrol (Gasoline)								
Euro 1	October 1994	5.17	-	-	-	1.4	-	-
Euro 2	January 1998	4.0	-	-	-	0.6	-	-
Euro 3	January 2001	4.17	0.25	-	0.18	-	-	-
Euro 4	January 2006	1.81	0.13	-	0.10	-	-	-
Euro 5	September 2010	1.810	0.130	0.090	0.075	-	0.005*	-
Euro 6 (future)	September 2015	1.810	0.130	0.090	0.075	-	0.005*	-
* Applies only to vehicles with direct injection engines								

Πίνακας 5: Πρότυπα εκπομπών για φορτηγά 1305 kg – 1760 kg

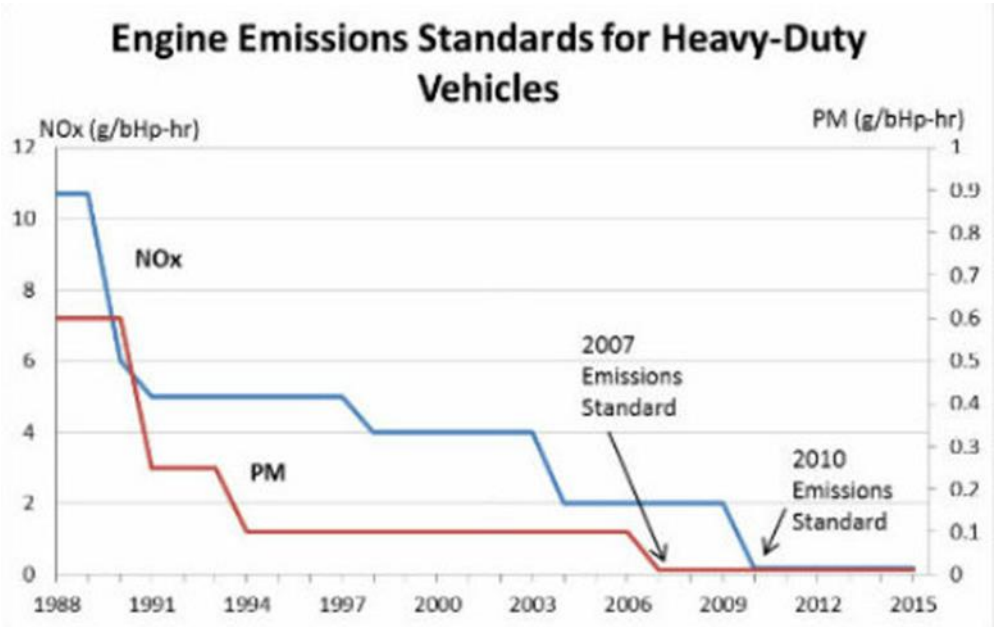
European emission standards for light commercial vehicles >1760 kg max 3500 kg. (Category N_1-III & N_2), g/km

Tier	Date	CO	THC	NMHC	NO_x	HC+NO_x	PM	P
Diesel								
Euro 1	October 1994	6.9	-	-	-	1.7	0.25	-
Euro 2	January 1998	1.5	-	-	-	1.2	0.17	-
Euro 3	January 2001	0.95	-	-	0.78	0.86	0.10	-
Euro 4	January 2006	0.74	-	-	0.39	0.46	0.06	-
Euro 5	September 2010	0.740	-	-	0.280	0.350	0.005	-
Euro 6 (future)	September 2015	0.740	-	-	0.125	0.215	0.005	-
Petrol (Gasoline)								
Euro 1	October 1994	6.9	-	-	-	1.7	-	-
Euro 2	January 1998	5.0	-	-	-	0.7	-	-
Euro 3	January 2001	5.22	0.29	-	0.21	-	-	-
Euro 4	January 2006	2.27	0.16	-	0.11	-	-	-
Euro 5	September 2010	2.270	0.160	0.108	0.082	-	0.005*	-
Euro 6 (future)	September 2015	2.270	0.160	0.108	0.082	-	0.005*	-
* Applies only to vehicles with direct injection engines								

Πίνακας 6:Πρότυπα εκπομπών για φορτηγά >1760kg και μέχρι 3500kg (Βενζίνη – Diesel)



Σχήμα 1: Σχήμα Ευρωπαϊκών προτύπων εκπομπών για πετρελαιοκίνητα οχήματα από το Euro 1 μέχρι το Euro 6 [6]



Για τα επαγγελματικά οχήματα, που περιλαμβάνουν τα πάντα, από μεγάλα pickup μέχρι τους τράκτορες κατηγορίας 8, τα τελευταία αυστηρά πρότυπα εκπομπών που καθορίστηκαν το μοντέλο του 2007 και το αυστηρότερο μοντέλο του 2010 έχουν σχεδόν μηδενικές εκπομπές σωματιδίων και οξειδίων του αζώτου.[7]

3.4 Ισχύουσα νομοθεσία.

Οι εκπομπές ρύπων των οχημάτων ελαφριάς κατηγορίας ελέγχονταν αρχικά από την τροπολογία η οποία είχε επανεξεταστεί αρκετές φορές κατά τη διάρκεια του έτους 2004. Το 2007 αντικαταστάθηκε από τον κανονισμό Euro 5/6.

Παρακάτω βλέπουμε τα στάδια της υιοθέτησης ορίων εκπομπών καυσαερίων από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τα οχήματα κάθε κατηγορίας από το Euro 1 μέχρι το Euro 6. Μαζί τους αναφέρονται το έτος εφαρμογής και οι κατηγορίες που επηρεάζουν:

Νομοθεσία	Έτος	Columm Head
Euro 1	1992	Επιβατικά αυτοκίνητα 91/441/EEC (1) και φορτηγά μικρής κατηγορίας 93/59/EEC (2)
Euro 2	1996	Επιβατικά αυτοκίνητα 96/69/EC και μηχανές 2006/120/EC
Euro 3	2000	Οχήματα όλων των κατηγοριών 98/69//EC
Euro 4	2005	Οχήματα όλων των κατηγοριών 98/96/EC & 2002/80/EC
Euro 5	2009	Οχήματα όλων των κατηγοριών 98/96/EC & 2002/80/EC
Euro 6	2014	Μεταφορικά και εμπορικά οχήματα, ελαφράς κατηγορίας- 459/2012/EC

Πίνακας 7:Η νομοθεσία από το Euro 1 μέχρι το Euro 6

Οι παραπάνω τροπολογίες, επηρεάζουν όλα τα επιβατικά οχήματα κατηγορίας μεταφοράς, το καθαρό βάρος των οποίων δεν υπερβαίνει τα 2610 kg, σύμφωνα με τον κανονισμό Euro 5 /6.Οι κανονισμοί προβλέπουν διαφορετικά όρια εκπομπών για τα οχήματα που χρησιμοποιούν κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης (βενζίνη) και ανάφλεξης με συμπίεση (πετρέλαιο).

Παρακάτω δίνονται οι προδιαγραφές εκπεμπόμενων ρύπων, για τα οχήματα κατηγορίας Μ, εξαναγκασμένης ανάφλεξης(βενζινοκίνητα) (Πίνακας 7) και υπό συμπίεση (πετρελαιοκίνητα),(Πίνακας 8).

7.Οριa Οχημάτων Εξαναγκαζόμενης Ανάφλεξης(βενζινοκίνητα)							
Τροπολογία	Έτος εισαγωγής	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	PN
		g/km					1/km
Euro 1	1992	2,72	-	0.97	-	-	-
Euro 2	1996	2,2	-	0,5	-	-	-
Euro 3	2000	2,3	0,2	-	0,15	-	-
Euro 4	2005	1	0,1	-	0,08	-	-
Euro 5	2009	1	0,1	-	0,06	0,005	-
Euro 6	2014	1	0,1	-	0,06	0,005	$6.0*10^{11}$

Πίνακας 8: Όρια Οχημάτων Εξαναγκαζόμενης Ανάφλεξης(βενζινοκίνητα)

8.Οριa Οχημάτων με Κινητήρες Ανάφλεξης Υπό Συμπίεση(Πετρελαιοκίνητα)							
Τροπολογία	Έτος εισαγωγής	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	PN
		g/km					1/km
Euro 1	1992	2,72	-	0.97	-	0,14	-
Euro 2	1996	1	-	0,9	-	0,08	-
Euro 3	2000	0,64	-	0,56	0,5	0,05	-
Euro 4	2005	0,5	-	0,3	0,2	0,025	-
Euro 5	2009	0,5	-	0,23	0,18	0,0005	$6.0*10^{11}$

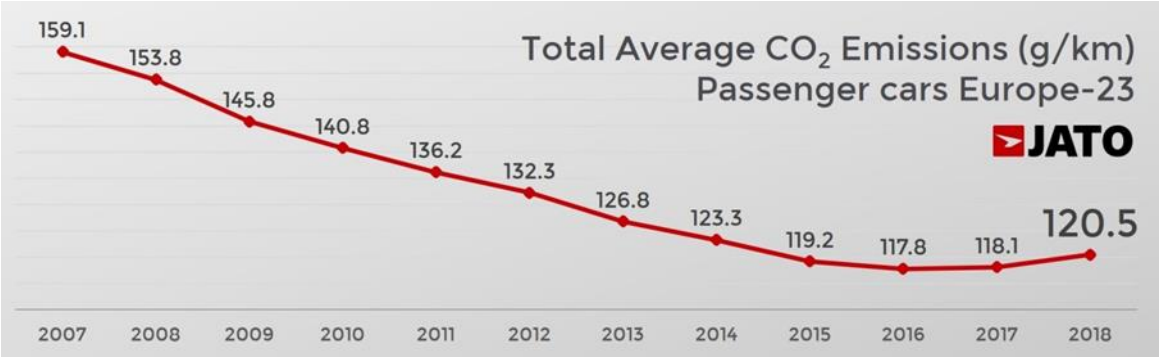
Euro 6	2014	0,5	-	0,17	0,08	0,0005	$6.0*10^{11}$

Πίνακας 9: Οριa Οχημάτων με Κινητήρες Ανάφλεξης Υπό Συμπίεση(Πετρελαιοκίνητα)

Τα πετρελαιοκίνητα έχουν αυστηρότερα όρια για τις εκπομπές CO,αλλά τους επιτρέπονται υψηλότερες τιμές εκπομπών NOx.Τα βενζινοκίνητα οχήματα εξαιρούνταν από τους περιορισμούς PM, για τις εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων, μέχρι τον κανονισμό Euro 4. Με τους κανονισμούς Euro 5/6, που εφαρμόζονται τώρα, θέτουν όρια αιωρούμενων σωματιδίων και για τα βενζινοκίνητα, ίσα με αυτά των οχημάτων πετρελαίου. Με την πλήρη ισχύ του Euro 6, οι εκπομπές NOx και CO, θα μετριόνται υποχρεωτικά στα δύο είδη αυτοκινήτων.

Το ανώτατο όριο για την περιεκτικότητα του θείου στο ντίζελ κίνησης, (το οποίο ευθύνεται για την παραγωγή SO2), μειώθηκε από τα 2000ppm το 2000, σε 50ppm το 2005 για να καταλήξει το 2009 στα 10 ppm, οπότε και το ντίζελ μειωμένου θείου, έγινε υποχρεωτικό. Η άμεση συμμόρφωση με τους νέους κανονισμούς μειωμένων ρύπων, είναι καίριας σημασία, οπότε η Ε.Ε. προσπαθεί να σπρώξει, κατασκευαστές και αγοραστικό κοινό, προς την επιλογή οχημάτων, που συμμορφώνονται με τα πρότυπα, πριν ακόμη αυτά γίνουν υποχρεωτικά. Έτσι θα δίνονται κίνητρα, υπό την μορφή φορολογικών ελαφρύνσεων, για όσα οχήματα συμμορφώνονται με τα τελευταία πρότυπων εκπομπών.

Οι παραπάνω τροπολογίες επηρεάζουν όλα τα επιβατικά οχήματα κατηγορίας μεταφοράς, των οποίων το καθαρό βάρος δεν υπερβαίνει τα 2610 κιλά, σύμφωνα με τον κανονισμό Euro 5/6. Οι κανονισμοί έχουν διαφορετικά όρια εκπομπών λοιπόν για τα οχήματα που χρησιμοποιούν για την κίνησή τους βενζινοκινητήρες και διαφορετικά για τα πετρελαιοκίνητα.



Εικόνα 2: Διάγραμμα μέσου όρου εκπομπής CO2(g/km) για τα επιβατικά οχήματα στην Ευρώπη.[8]

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η πορεία μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ανά έτος, για το πετρέλαιο, τη βενζίνη και τα υπόλοιπα καύσιμα.Σύμφωνα με τις περισσότερες μελέτες, η ενεργειακή απόδοση των οχημάτων αυξάνεται ενώ η παραγωγή ρύπων μειώνεται. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ανησυχίες για τη μέθοδο που γίνεται η εκτίμηση των παραγόμενων ρύπων. Η διαδικασία που εφαρμόζεται είναι τυπική και δεν αποδίδει στοιχεία που να αντικατοπτρίζουν την πραγματική κατάσταση. Ο κύκλος που χρησιμοποιείται ακόμη και στις μέρες μας για τη λήψη έγκρισης τύπου είναι ο ίδιος και 20 προσήχθη το 1970 και η αναθεώρηση του έγινε τελευταία φορά το 1997.

Υπάρχουν μεγάλες αλλαγές στις συνθήκες κίνησης σε Ευρωπαϊκές χώρες από τότε. Σύμφωνα με μελέτες, οι πραγματικές εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα είναι κατά 40% αυξημένες σε σχέση με τις τιμές που παίρνουμε στο εργαστήριο.

Στον αγώνα για τη μείωση των εκπομπών και την αποφυγή της εξάντλησης των ενεργειακών πόρων, κατασκευαστές και κοινό κάνουν στροφή σταδιακά προς πιο οικολογικά και λιγότερο ρυπογόνα είδη αυτοκινήτων. Οι πωλήσεις ηλεκτροκίνητων οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν σταθερά αυξανόμενη πορεία από το 2008. Από το 2014 μέχρι το 2015, οι πωλήσεις αυξήθηκαν κατά 49%.Αυτή η ανοδική πορεία προβλέπεται να συνεχιστεί τα επόμενα χρόνια. Ακόμα όμως, τα ηλεκτροκίνητα οχήματα καταλαμβάνουν μικρό ποσοστό σε σχέση με τα βενζινοκίνητα και τα πετρελαιοκίνητα, τα οποία κατέχουν ακόμα το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς, με τα πετρελαιοκίνητα να αποτελούν το 49,4% των οχημάτων που πουλήθηκαν το 2016. Μέχρι το 2025 τα ηλεκτροκίνητα οχήματα αναμένεται να κατέχουν το 8%.

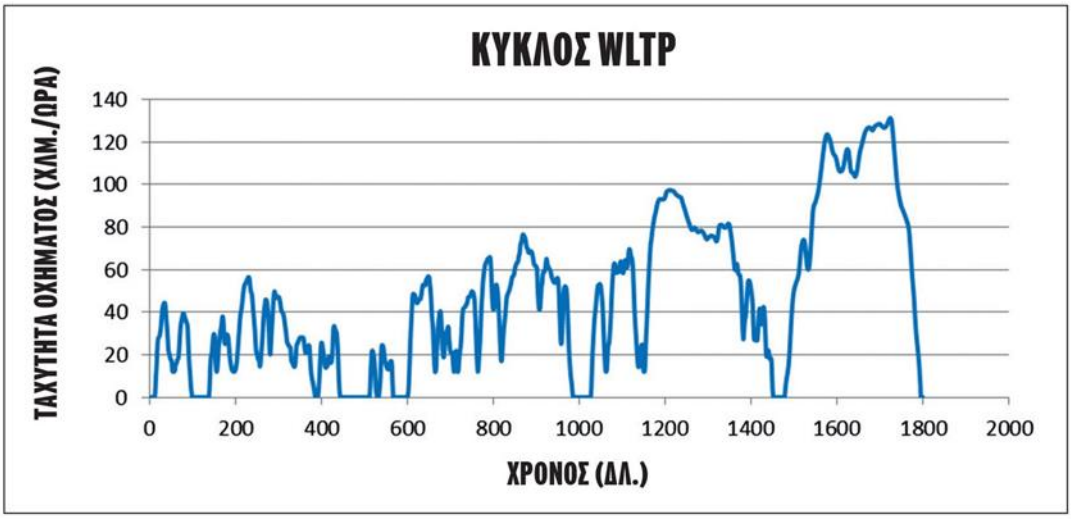
Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα είναι πιο αποδοτικά από τα αντίστοιχα οχήματα που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα. Αν λάβουμε υπόψη τις διαδικασίες που παράγεται ηλεκτρισμός, τα οχήματα που κινούνται με μπαταρίες παράγουν πολύ λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου και σωματίδια, τα οποία είναι από τους κυριότερους ρύπους που υποβαθμίζουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας.

4. Κύκλοι οδήγησης.

Για την ποσοτική και ποιοτική περιγραφή της λειτουργίας των οχημάτων χρησιμοποιούνται διάφορα μοντέλα τα οποία προσομοιώνουν την κίνηση του αυτοκινήτου στους δρόμους και αποκαλούνται κύκλοι οδήγησης. Με την χρήση των κύκλων οδήγησης μπορούμε να εξετάσουμε την οδική συμπεριφορά τους και να γίνει εκτίμηση για το μέγεθος της μόλυνσης που προκαλούν.

4.1 Τι είναι ένας κύκλος οδήγησης.

Ένας κύκλος οδήγησης ή αλλιώς ένα σχέδιο οδήγησης ή προφίλ ταχύτητας αποτελείται από τη γραφική αναπαράσταση της ταχύτητας του αυτοκινήτου με το χρόνο. Η παράσταση προκύπτει μετά από στατιστική επεξεργασία. Ένα παράδειγμα κύκλου οδήγησης φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 1: Στοιχεία ανάπτυξης Ανατολής, Βορρά και Δύσης

Διάγραμμα κύκλου μέτρησης WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure).[9]

Οι κύκλοι οδήγησης χρησιμοποιούνται από την αυτοκινητοβιομηχανία για διάφορες εκτιμήσεις, με την πιο γνωστή να είναι η μέτρηση της εκπομπής ρύπων. Ακόμα χρησιμοποιούνται ως ένα εργαλείο σύγκρισης και σχεδιασμού οχημάτων και ανάπτυξης καυσίμων. Τα οχήματα γίνονται ολοένα και πιο περίπλοκα και γι αυτό το λόγο, υπάρχει ανάγκη για αντιπροσωπευτικότερους κύκλους οδήγησης, οι οποίοι θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαδικασία σχεδιασμού.

4.2 Ταξινόμηση κύκλων οδήγησης.

Πίσω στη δεκαετία του 70 στο Λος Άντζελες, η έντονη αιθαλομίχλη από την αυξημένη κίνηση στους δρόμους της πόλης κάλυπτε την ατμόσφαιρα της περιοχής και, λόγω αυτού του φαινομένου, υπήρξε η άμεση ανάγκη για την ανάπτυξη ενός εργαλείου για την αντιμετώπιση του. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε ο πρώτος κύκλος οδήγησης. Σήμερα έχουμε πάνω από 200 επίσημους κύκλους[26], με την ανάγκη για περιορισμό των εκπεμπόμενων ρύπων να είναι το ίδιο σημαντική.

Οι κύκλοι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με τη χρήση τους και τα δεδομένα από τα οποία προήλθαν:

- Θεσμοθετημένος κύκλος οδήγησης (legislativedrivingcycles)

- Κύκλος οδήγησης πραγματικών συνθηκών (Real world driving cycles)

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τους κύκλους που χρησιμοποιούνται για την έγκριση τύπου οχημάτων (legislative). Τέτοιους κύκλους συναντάμε στην Ευρώπη (ευρωπαϊκός κύκλος οδήγησης, NEDC), στην Αμερική (FTP-75) και στην Ιαπωνία(JE05).

Στη δεύτερη κατηγορία συμπεριλαμβάνονται οι κύκλοι οδήγησης που παλιότερα εκπονούνταν μόνο για ερευνητικούς σκοπούς, αλλά πλέον αναπτύσσονται για την χρήση διαδικασίας έγκρισης τύπου. Χρησιμοποιούνται δεδομένα από πραγματικές συνθήκες κίνησης και, μετά από στατιστική επεξεργασία, προκύπτουν οι κύκλοι. Γι αυτό το λόγο ονομάζονται realworld.

Η χρήση τους είναι σημαντική για τον υπολογισμό εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης καυσίμου. Κάποιοι κύκλοι αναπτύσσονται κυρίως από ιδρύματα όπως είναι το ινστιτούτο μεταφορών INRETS της Γαλλίας, ή πανεπιστημιακά ιδρύματα.[27]

Ανάλογα τη μορφή και τον τρόπο που κατασκευάζονται τους χωρίζουμε σε δύο κατηγορίες:

- Αυτούς που κατασκευάζονται βάσει σταθερών επιταχύνσεων και ταχυτήτων κίνησης και επιβαρύνσεων και ονομάζονται <<modal>>. Συνήθως τέτοιοι κύκλοι είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται για την έκδοση καυσαερίων.

- Κύκλοι οι οποίοι φτιάχνονται πιστά στα πρότυπα των πραγματικών καταγραφών κίνησης και χαρακτηρίζονται από διαστήματα με μη σταθερή ταχύτητα, επιτάχυνση και επιβράδυνση και ονομάζονται <<realworld>>.

4.3 Δημιουργία ενός κύκλου οδήγησης .

Για να δημιουργήσουμε ένα κύκλο οδήγησης χρειαζόμαστε δεδομένα κίνησης από οχήματα τα οποία είναι κατάλληλα για το σκοπό αυτό. Ο ενδεδειγμένος τρόπος είναι το να είναι εξοπλισμένο με συσκευή καταγραφής των παραμέτρων κίνησης του. Στη συνέχεια 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.

4.3.1 Μέθοδοι δειγματοληψίας δεδομένων κίνησης.

Για τον λόγο αυτό, ερευνητές και ειδικοί έχουν επινοήσει μία σειρά από τεχνικές για τον τρόπο κίνησης των οχημάτων δοκίμων. [10]

1. Η τεχνική της οδήγησης «chasecar», η οποία αναπτύχθηκε από την υπηρεσία προστασίας του περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και την generalmotors, χρησιμοποιείται ευρύτατα από τους ερευνητές του είδους. Η τεχνική απαρτίζεται από δύο αρχές:

- Στην πρώτη, το όχημα δοκιμών ακολουθεί κάποιο όχημα παρόμοιων χαρακτηριστικών, προσπαθώντας να αντιγράψει την κίνηση του, όπως τις εναλλαγές ταχύτητας, επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις, από την αρχή μέχρι το τέλος.

• Στην δεύτερη αρχή, η οποία έρχεται συμπληρωματικά της πρώτης, στην οποία δεν υπάρχει συγκεκριμένο όχημα που να αποτελεί στόχο για την αντιγραφή της κίνησης, η τακτική που ακολουθείται είναι η οδήγηση ακολουθώντας την γενική ροή των οχημάτων, αποφεύγοντας τα πολύ αργά οχήματα και τα πολύ γρήγορα.

2. Επίσης, συλλογή δεδομένων κίνησης μπορεί να παρθεί μέσω κατάλληλα εξοπλισμένων ιδιωτικών οχημάτων, τα οποία κινούνται από τους ιδιοκτήτες τους για τις καθημερινές τους διαδρομές. Στο παρελθόν αυτή η μέθοδος είχε εφαρμοστεί σε μεγάλο αριθμό οχημάτων.

2.4.1 Τα οχήματα δοκίμων μπορούν να οδηγούνται από επαγγελματίες οδηγούς, οι οποίοι γνωρίζουν το σκοπό της έρευνας και μπορούν να ανταπεξέλθουν στις ανάγκες των μετρήσεων.

3. Τέλος, μπορούν να γίνουν μετρήσεις με εξοπλισμένο αυτοκίνητο, το οποίο χρησιμοποιείται από πολλούς διαφορετικούς οδηγούς. Με αυτή τη μέθοδο μπορούμε να αξιολογήσουμε τη συμπεριφορά διαφορετικών οδηγών στο δρόμο.

4.4 Χαρακτηριστικά μεγέθη των δεδομένων.

Για να είναι ο κύκλος οδήγησης αντιπροσωπευτικός, οι ερευνητές θεωρούν σημαντικές κάποιες παραμέτρους που πρέπει να υπολογιστούν και να υποστούν στατιστική επεξεργασία.

Από τους Kruse και Hulls το 1973,οι οποίοι επέλεξαν μέσα από έξι διαδρομές την αντιπροσωπευτικότερη, με βάση το χρόνο σε στάση, την μέση ταχύτητα και τον μέσο αριθμό στάσεων, μέχρι τον Πίτσα το 2003, προστέθηκαν ή αφαιρέθηκαν διάφορες σημαντικές παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν από τους ερευνητές.

Οι βασικότεροι παράμετροι από τους Kuhler και Karstens ήταν:[16]

- 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 χρόνου σε στάση
- Το ποσοστό χρόνου σε επιτάχυνση
- Το ποσοστό του χρόνου σε επιβράδυνση
- Το ποσοστό του χρόνου σε σταθερή ταχύτητα

Αργότερα, από το 1996 και μετά, αρκετοί αναθεώρησαν, επανεξέτασαν και εισήγαγαν νέες παραμέτρους. Σύμφωνα με τον Andre οι πιο σημαντικές παράμετροι είναι:[17]

- Η διάρκεια του κύκλου

- Η μέση ταχύτητα
- Η τυπική απόκλιση της επιτάχυνσης
- Η θετική κινητική ενέργεια
- Το ποσοστό του χρόνου στη στάση
- Ο αριθμός στάσεων ανά χιλιόμετρο
- Η μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις
- Η μέση επιτάχυνση
- Η μέση επιβράδυνση
- Η μέση διάρκεια των περιόδων κίνησης
- Ο μέσος όρος των εναλλαγών επιτάχυνσης – επιβράδυνσης
- Η κατανομή της ταχύτητας
- Η κατανομή της επιτάχυνσης
- Η κατανομή της επιβράδυνσης

Αργότερα χρησιμοποιήθηκαν και άλλες παράμετροι, όπως είναι οι διακυμάνσεις της ταχύτητας, η σχετική θετική επιτάχυνση (RPA), το ολοκλήρωμα του τετραγώνου της επιτάχυνσης(IS: Internal Square) και το άθροισμα των τετραγώνων της επιτάχυνσης σύμφωνα με την E. Ericsson, στις οποίες κατέληξε μεταξύ άλλων χρησιμοποιώντας πρόγραμμα παραγοντικής ανάλυσης SPSS.

Τέλος, ο κύριος Πίττας το 2003, συνυπολογίζοντας την κλίση των οδών στην εκπόνηση του κύκλου οδήγησης, εισήγαγε την έννοια της επιτάχυνσης του οχήματος σε οδούς με κλίση και την RPA, που επίσης ενσωματώνει την κλίση των οδών και υπολογίζεται αντίστοιχα από την επιτάχυνση.

Η σχέση που δίνει την RPA είναι:

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

Όπου x: η διανυθείσα απόσταση

ai: η θετική μεταβολή στην ταχύτητα (επιτάχυνση)

vi: η ταχύτητα του οχήματος

Ένα ακόμη μέγεθος που είναι χαρακτηριστικό των κύκλων οδήγησης είναι το άθροισμα των τετραγώνων της επιτάχυνσης και υπολογίζεται ως εξής:

$(1/n) * \Sigma ai2$

Όπου n: είναι το πλήθος των σημείων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό

ai: είναι η στιγμιαία επιτάχυνση.

4.5 Δυναμομετρική εξέδρα.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι δοκιμές έγκρισης τύπου καυσαερίων είναι απαραίτητες βάσει νομοθεσίας που προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, για όλα τα καινούργια μοντέλα οχημάτων μικρής κατηγορίας, όπως και για τους κινητήρες που χρησιμοποιούνται σε οχήματα βαριάς κατηγορίας (>3.5 τόνων).

Οι εκπομπές καυσαερίων, διαφοροποιούνται σε μεγάλο βαθμό αναλόγως το όχημα και το καύσιμο που χρησιμοποιείται, και για αυτό ο καλύτερος τρόπος να εξασφαλιστεί η ακρίβεια και η αναπαραγωγιμότητα των αποτελεσμάτων αξιολόγησης, είναι να πραγματοποιείται υπό εργαστηριακές συνθήκες. Η διαδικασία συλλογής και ανάλυσης των ρύπων προβλέπεται αναλυτικά από τη νομοθεσία.

Τα οχήματα ελαφριάς κατηγορίας δοκιμάζονται συνήθως χρησιμοποιώντας δυναμομετρική εξέδρα, που απορροφά την κίνηση των τροχών και παρέχει την απαιτούμενη αντίσταση για την προσομοίωση οδήγησης. Αντιθέτως οι εκπομπές ρύπων των οχημάτων βαριάς κατηγορίας, δοκιμάζονται σε διάταξη κινητήρα. Παρόλα αυτά για ερευνητικούς σκοπούς και την περαιτέρω μελέτη της εκπομπής ρύπων των βαρύτερων οχημάτων, έχουν κατασκευαστεί διατάξεις δυναμομέτρησης. που αντέχουν το μεγάλο βάρος των οχημάτων αυτών. Και αυτό γιατί ο χρόνος και το κόστος που απαιτείται για να για το στήσιμο της διάταξης κινητήρα, είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό σε εξέδρα. Οι δοκιμές ενός οχήματος ως έχει είναι πολύ πιο πρακτικές.

Στις δύναμομετρικές εξέδρες οι τροχοί του οχήματος τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να βρίσκονται σε επαφή, με τους κυλίνδρους της εξέδρας. Η περιστροφή των κυλίνδρων είναι ελεγχόμενη και μπορεί να ρυθμιστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να προσομοιάζει τις απώλειες τριβής και την αεροδυναμική αντίσταση, ενός κινούμενου οχήματος. Στη συνέχεια, η δειγματοληψία των εκπεμπόμενων ρύπων πραγματοποιείται καθώς το αυτοκίνητο οδηγείτε με βάση έναν προκαθορισμένο κύκλο οδήγησης, ο όποιος έχει σχεδιαστεί είτε έχει προκύψει από πραγματικές καταγραφές, ώστε να αναπαριστά έναν συγκεκριμένο τρόπο οδήγησης.

Οι κύκλοι οδήγησης, που εκτελούνται στις εργαστηριακές δοκιμές, αποτελούνται από την καμπύλη ταχύτητας χρόνου και ένα χρονοδιάγραμμα επιλογής σχέσεων ταχυτήτων, που πρέπει να ακολουθήσει το υπό δοκιμή όχημα. Ένας εκπαιδευμένος οδηγός εκτελεί τον κύκλο οδήγησης στην δυναμομετρική εξέδρα, με τη βοήθεια μηχανημάτων που εξασφαλίζουν, την όσο το δυνατόν πιο πιστή απόδοση του κύκλου.

Τα παραγόμενα καυσαέρια συλλέγονται κατά τη διάρκεια του κύκλου σύμφωνα με τη μέθοδο «Σταθερών Όγκων» (Constant Volume Sampling), αναλύονται, και στη συνέχεια εκφράζονται σε g/km για κάθε έναν από τους μετρούμενους ρύπους.

Οι ποσότητες των εκπεμπόμενων ρύπων που μετρούνται, υπόκειται στην επιρροή πολλών παραμέτρων, μεταξύ των οποίων παράγοντες που σχετίζονται με το όχημα, όπως το μοντέλο, το μέγεθος, ο τύπος καυσίμου, η τεχνολογία που διαθέτει και τα χιλιόμετρα που έχει διανύσει. Όπως επίσης, επηρεάζονται από λειτουργικούς παράγοντες, μερικοί από τους οποίους είναι, η ταχύτητα, την επιτάχυνση, η επιλογή σχέσεων ταχυτήτων και η κλίση του οδοστρώματος. Οπότε δεν είναι περίεργο διαφορετικοί κύκλοι οδήγησης έχουν αναπτυχθεί για διαφορετικούς τύπους οχημάτων. (αυτοκίνητα, βάν, φορτηγά, λεωφορεία και μοτοσυκλέτες).

Επίσης πρέπει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο ότι η διαδικασία της εκτέλεσης κύκλων οδήγησης σε δυναμομετρική εξέδρα, μπορεί να εκτελεστεί και για διαφορετικούς σκοπούς εκτός της εκτίμησης εκπομπών, όπως κατά τον σχεδιασμό νέων κινητήρων ή νέων οχημάτων για τον έλεγχο της αντοχής του κιβωτίου ταχυτήτων και του διαφορικού (σύστημα μεταφοράς της κίνησης από το κιβώτιο ταχυτήτων στους τροχούς). ή την δοκιμή νέων συστάσεων καυσίμων.

Πέρα όμως από την συλλογή των καυσαερίων με την προαναφερθείσα μέθοδο, χρησιμοποιούνται μοντέλα υπολογισμού των εκπεμπόμενων ρύπων, όπως το COPERT (Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport). Το πρόγραμμα αναπτύχθηκε με την συνεργασία της Ε.Ε. και της European Environmental Agency συγκεντρώνοντας στοιχεία για τις εκπομπές ρύπων, από ένα μεγάλο πλήθος οχημάτων. Χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση τύπου από πολλές χώρες εντός και εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το COPERT υπολογίζει τις εκπομπές ρύπων, από δεδομένα πραγματικής οδήγησης λαμβάνοντας υπόψιν μία πληθώρα παραγόντων που υφίστανται κατά την πραγματική οδήγηση. Οι εκτιμήσεις που δίνονται χωρίζονται, σε αυτές για το διάστημα μετά την εκκίνηση της μηχανής (cold start) και σε αυτές που ο κινητήρας έχει φτάσει σε σταθερή θερμοκρασία. [40]

5. Κύκλοι οδήγησης στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Υπάρχουν πλήθος κύκλων οδήγησης, τόσο για επιβατικά και ελαφρά φορτηγά όσο και για φορτηγά άνω των 3,5 τόνων και για βαρέα φορτηγά και λεωφορεία που χρησιμοποιούνται σε Ευρώπη, ΗΠΑ και Ιαπωνία.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα.

5.1 Κύκλοι ECE+EUDC

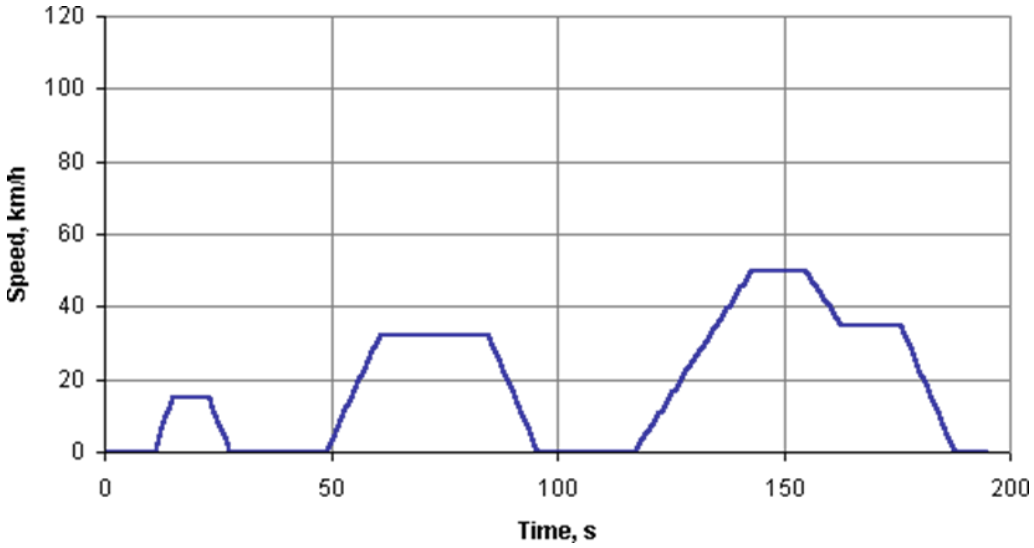
Ο κύκλος ECE+EUDC[29] εκτελείται σε μία περιοχή κυμάτων και χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση των εκπεμπόμενων ρύπων από ελαφρά οχήματα-επιβατικά στην Ευρώπη [Οδηγία 90/C81/01 της ΕΟΚ].

Ο κύκλος περιλαμβάνει 4 ECE τμήματα επαναλαμβανόμενα χωρίς διακοπή, που ακολουθούνται από ένα EUDC (Extra Urban Driving Cycle) τμήμα. Πριν από τη δοκιμή, το όχημα επιτρέπεται να παραμείνει για τουλάχιστον έξι ώρες σε μία θερμοκρασία δοκιμής μεταξύ 20 και 30 βαθμών Κελσίου. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η εκκίνηση του και επιτρέπεται να μείνει στο ρελαντί για 40 δευτερόλεπτα.

Από το 2000, καταργείται η περίοδος κατά την οποία το όχημα είναι στο ρελαντί, ο κινητήρας εκκινείτε κρύος κι η δειγματοληψία των εκπομπών αρχίζει αμέσως. Αυτή η τροποποιημένη διαδικασία ψυχρής εκκίνησης αναφέρεται επίσης ως NEDC (New European DrivingCycle).

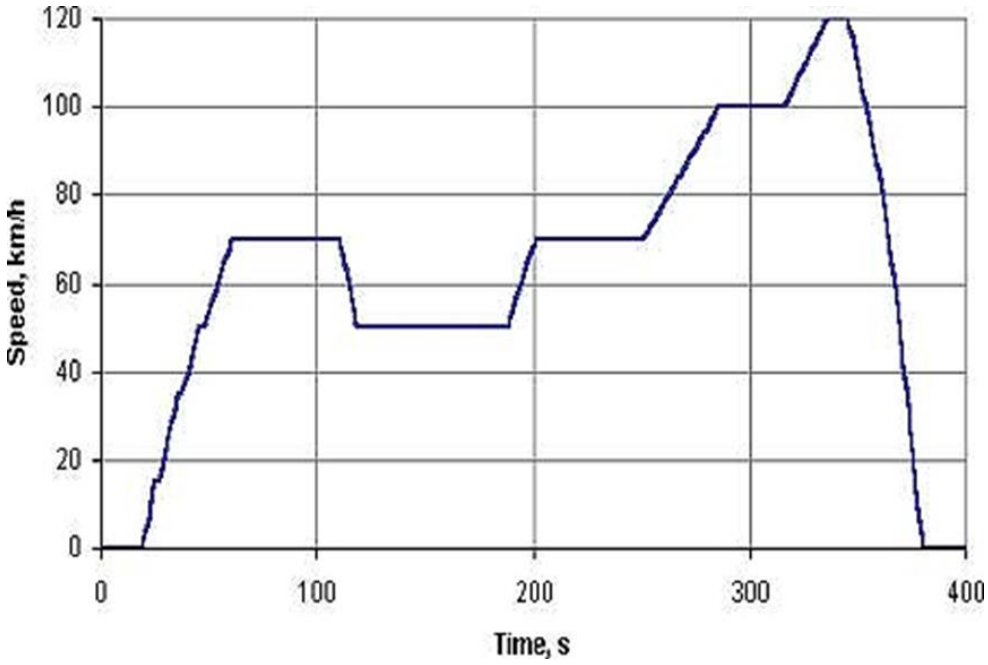
Οι εκπομπές ρύπων λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του κύκλου σύμφωνα με τη μέθοδο<< σταθερών όγκων>> (ConstantVolumeSampling), αναλύονται και στη συνέχεια εκφράζονται σε g/km για κάθε έναν από τους μετρημένους ρύπους.

Ο ECE είναι ένας αστικός κύκλος οδήγησης γνωστός και ως UDC (Urban Driving Cycle). Η επινόηση του έγινε για να αντιπροσωπεύσει τις συνθήκες οδήγησης σε πόλεις όπως το Παρίσι και η Ρώμη. Χαρακτηριστικά του είναι η χαμηλή ταχύτητα οχημάτων, το χαμηλό φορτίο του κινητήρα και η χαμηλή θερμοκρασία των καυσαερίων.

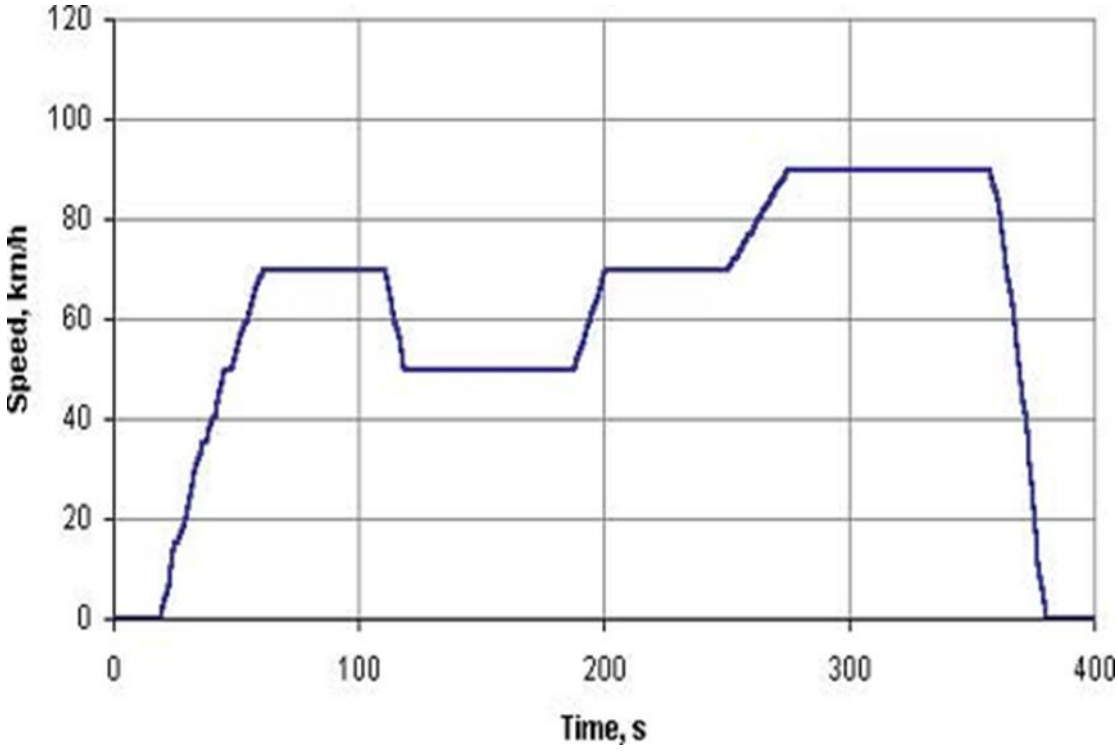


Διάγραμμα 2.3, Κύκλος Πόλης ECE, dieselnet.com

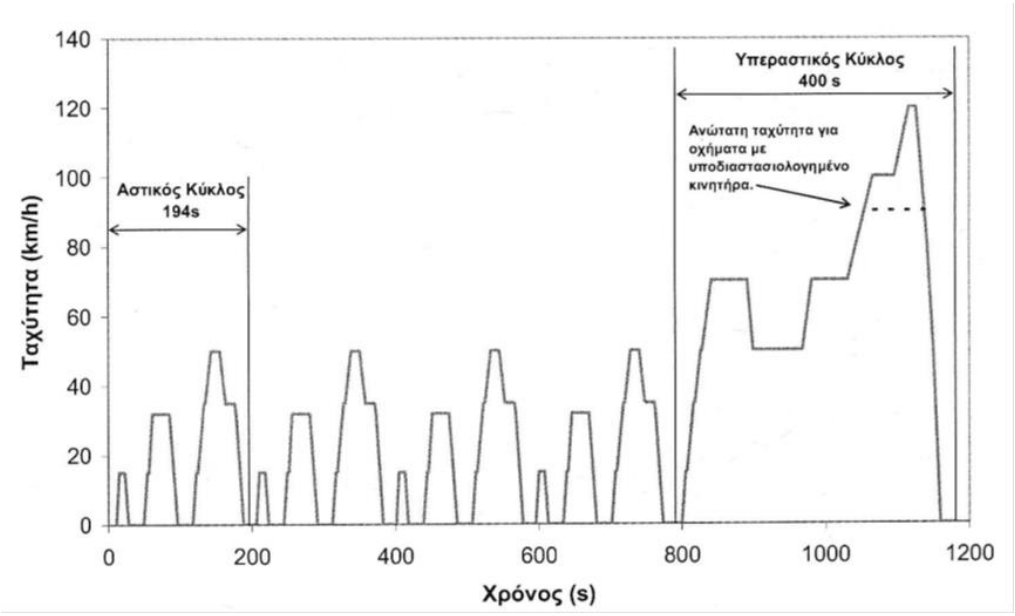
Το τμήμα EUDC(extra Urban driving cycle) έχει προστεθεί μετά από τον τέταρτο ECE κύκλο για να χαρακτηρίσει τον πιο νευρικό και με μεγάλη ταχύτητα τρόπο οδήγησης. Η μέγιστη ταχύτητα του κύκλου EUDC είναι τα 120 χιλιόμετρα την ώρα. Επίσης έχει θεσπιστεί ένας εναλλακτικός κύκλος EUDC για τα χαμηλής ισχύος οχήματα, με μέγιστη ταχύτητα που περιορίζεται σε 90 km/h.



Σχήμα 2.4 Κύκλος Πόλης EUDC, dieselnet.com



Σχήμα 2.5,Κύκλος Πόλης EUDC για χαμηλής ισχύος οχήματα, dieselnet.com



Σχήμα 3.6: , Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης (NEDC)

Ο Πίνακας που ακολουθεί, περιλαμβάνει μια περίληψη των παραμέτρων για τους κύκλους πόλης ECE και EUDC.

Χαρακτηριστικά	Μονάδα	ECE 15	EUDC	NEDC
Απόσταση	Km	4×1,013=4,052	6.955	11007
Χρονική Διάρκεια	s	4×195=780	400	1180
Μέση Ταχύτητα	km/h	18,7 (με στάσεις)	62.6	33,6
Μέγιστη Ταχύτητα (LPV)	km/h	50	120 (90)	120

Πίνακας 10: Περίληψη παραμέτρων για τους κύκλους πόλης ECE και EUDC

5.2 Κύκλος οδήγησης Artemis (CADC)

Ο παραπάνω κύκλος οδήγησης[31] βασίζεται στη στατιστική ανάλυση ενός μεγάλου όγκου δεδομένων σε ευρωπαϊκά πρότυπα του realworld.

Οι κύκλοι λαμβάνουν τρία διαφορετικά πεδία οδήγησης.

1. Σε αστικό δρόμο.
2. Σε αγροτικό δρόμο.
3. Σε αυτοκινητόδρομο.

Το τρίτο στάδιο του αυτοκινητοδρόμου χωρίζεται σε δύο επιμέρους στάδια. Στον αυτοκινητόδρομο με μέγιστη ταχύτητα τα 130km/h και σε αυτόν με μέγιστη ταχύτητα τα 150 km/h.

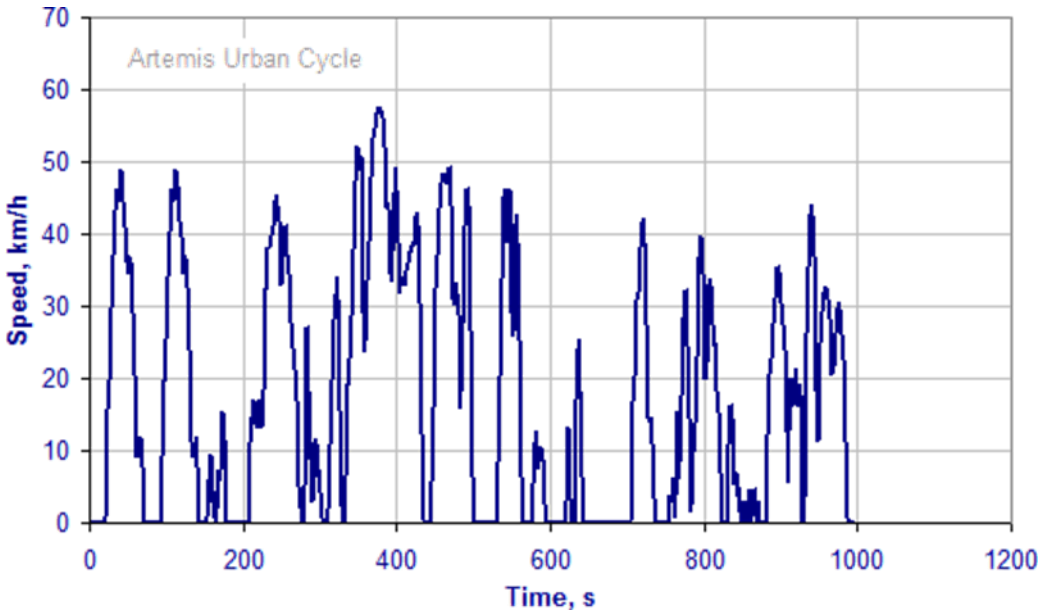
Χαρακτηριστικά του κύκλου οδήγησης Άρτεμις παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα

Characteristics of Artemis Driving Cycles

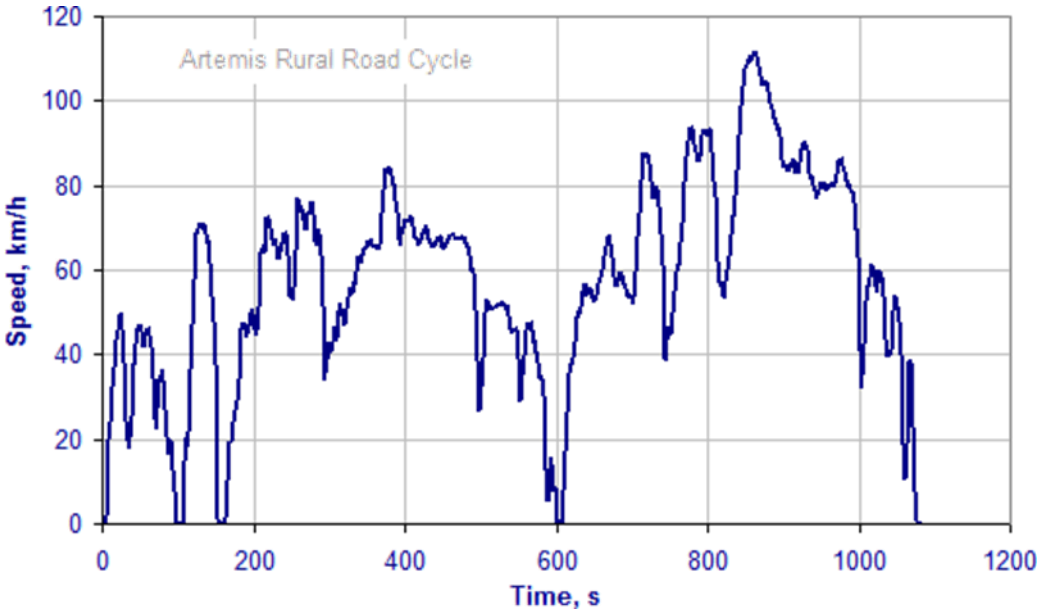
Characteristic	Urban	Rural Road	Motorway 130	Motorway 150
Duration, s	920	1081	1067	1067
Distance, km	4.47	17.27	28.74	29.55
Average speed, km/h	17.5	57.5	97.0	99.7
Maximum speed, km/h	58	112	132	150
Speed distribution, %				
– Idle (S = 0 km/h)	29	3	2	2
– Low speed (0 < S ≤ 50)	69	31	15	15
– Medium speed (50 < S ≤ 90)	2	59	13	13
– High speed (S > 90)	0	7	70	70

Πίνακας 11: Χαρακτηριστικά κύκλου οδήγησης ARTEMIS, dieselnet.com

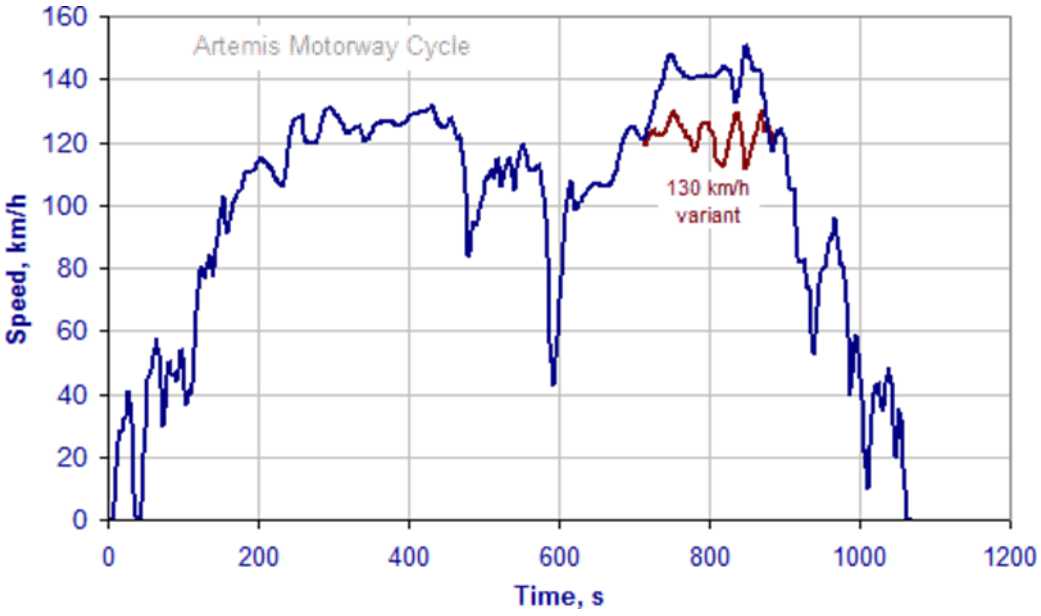
Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι ταχύτητες των οχημάτων κατά τους κύκλους Artemis



Σχήμα 4: Artemis urban cycle



Σχήμα 5: Artemis rural road cycle



Σχήμα 6: Artemis motorway cycle 150-130

5.3 Κύκλος ECE R49

Πρόκειται για έναν κύκλο οδήγησης βαρέων οχημάτων[12]. Η μηχανή του οχήματος υπόκειται σε μία ακολουθία από 13 δοκιμές. Χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση εκπομπών ρύπων μηχανών βαρέων οχημάτων μέσω του Σταδίου Euro 2.

ECE R49 and US 13-mode Cycles

Mode No.	Speed	Load, %	Weighting Factors	
			R49	US
1	idle	-	0.25/3	0.20/3
2	maximum torque speed	10	0.08	0.08
3		25	0.08	0.08
4		50	0.08	0.08
5		75	0.08	0.08
6		100	0.25	0.08
7	idle	-	0.25/3	0.20/3
8	rated power speed	100	0.10	0.08
9		75	0.02	0.08
10		50	0.02	0.08
11		25	0.02	0.08
12		10	0.02	0.08
13	idle	-	0.25/3	0.20/3

Πίνακας 11: Χαρακτηριστικά κύκλου οδήγησης ECER49, dieselnet.com

5.4 Κύκλος ESC (OICA).

Κύκλος οδήγησης που χρησιμοποιείται για βαρέα φορτηγά και λεωφορεία[18]. Η δοκιμή ESC χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση των εκπομπών ρύπων οχημάτων με μηχανές diesel μέσω του Σταδίου Euro 3.

Ο ESC είναι και αυτός ένας κύκλος με 13 στάδια δοκιμής και αντικαθιστά τον ECE R49.

ESC Test Modes

Mode	Engine Speed	% Load	Weight factor, %	Duration
1	Low idle	0	15	4 minutes
2	A	100	8	2 minutes
3	B	50	10	2 minutes
4	B	75	10	2 minutes
5	A	50	5	2 minutes
6	A	75	5	2 minutes
7	A	25	5	2 minutes
8	B	100	9	2 minutes
9	B	25	10	2 minutes
10	C	100	8	2 minutes
11	C	25	5	2 minutes
12	C	75	5	2 minutes
13	C	50	5	2 minutes

Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά κύκλου οδήγησης ESC (OICA), dieselnet.com

5.5 Κύκλος ELR.

Η δοκιμή αυτή[19] χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της αδιαφάνειας του καπνού κατά τη διάρκεια της πιστοποίησης της εκπομπής των ρύπων των βαρέων οχημάτων με μηχανές diesel μέσω του Σταδίου euro 3.

Η δοκιμή αποτελείται από τρεις φάσεις φόρτισης για κάθε μία από τις τρεις ταχύτητες του κινητήρα Α(κύκλος 1),Β(κύκλος 2) και Γ(κύκλος 3), ακολουθούμενη από τον κύκλο 4 με στροφές μεταξύ της ταχύτητας Α και της ταχύτητας C και φορτίο μεταξύ 10% και 100% που επιλέγονται από το προσωπικό πιστοποίησης.

Διάγραμμα 2.7, Κύκλος οδήγησης ELR, dieselnet.com

5.6 Κύκλος Πόλης ETC(European transient cycle).

Ο κύκλος πόλης ETC[21] έχει εισαχθεί μαζί με τον ESC(European stationarycycle) για την πιστοποίηση των εκπεμπόμενων ρύπων από βαρέως τύπου κινητήρες diesel στην Ευρώπη, ενώ η ισχύς του άρχισε το έτος 2000 (οδηγία 1999/96/EC της 13ης Δεκεμβρίου 1999). Οι κύκλοι ESC και ETC αντικατέστησαν την παλαιότερη δοκιμή R49.

Ο κύκλος ETC έχει αναπτυχθεί από το ίδρυμα FIGE, που εδρεύει στο Άαχεν της Γερμανίας, και βασίστηκε σε πραγματικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε βαρέως τύπου οχήματα κατά τη διάρκεια της κυκλοφορίας τους(FIGE έκθεση 104 05 316, Ιανουάριος 1994).

Ο τελικός κύκλος ETC που εφαρμόστηκε είναι μία μικρότερη και ελαφρώς τροποποιημένη έκδοση της αρχικής πρότασης FIGE.

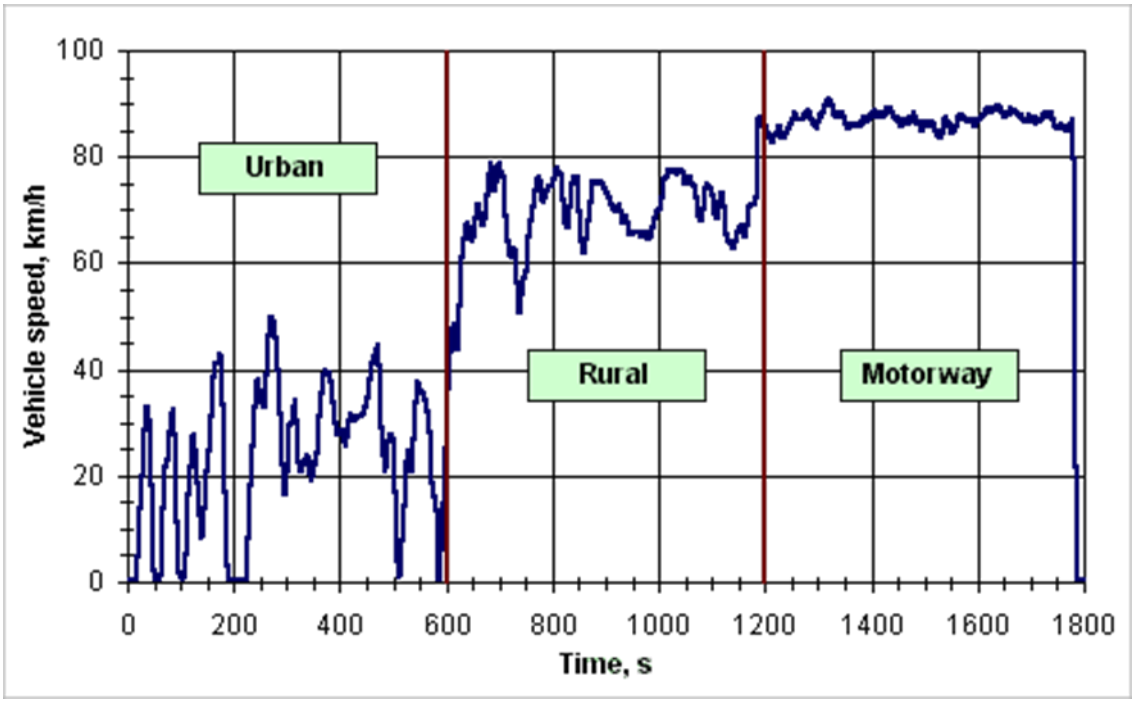
Οι διαφορετικές συνθήκες οδήγησης αντιπροσωπεύονται από τρία μέρη του κύκλου ETC, συμπεριλαμβανομένης της οδήγησης σε αστικό, επαρχιακό και εθνικό δίκτυο. Η διάρκεια όλου του κύκλου είναι 1.800 sec. Η διάρκεια κάθε τμήματος είναι 600 sec.

- Το πρώτο τμήμα αντιπροσωπεύει την οδήγηση μέσα στην πόλη που χαρακτηρίζεται από συχνές εκκινήσεις και στάσεις και από μία μέγιστη ταχύτητα 50 χιλιομέτρων την ώρα.

- Το δεύτερο τμήμα αντιπροσωπεύει την οδήγηση σε επαρχιακό δίκτυο (Rural), αρχίζοντας από ένα απότομο τμήμα επιτάχυνσης. Η μέση ταχύτητα είναι περίπου 72 χιλιόμετρα την ώρα.

- Το τρίτο τμήμα αντιπροσωπεύει την οδήγηση σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας(motorway), με μέγιστη ταχύτητα περίπου 88 χιλιόμετρα την ώρα.

Με σκοπό την πιστοποίηση των κινητήρων, ο κύκλος ETC εκτελείται σε μία πέδη κινητήρων. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η μεταβολή της ταχύτητας του οχήματος συναρτήσει του χρόνου.



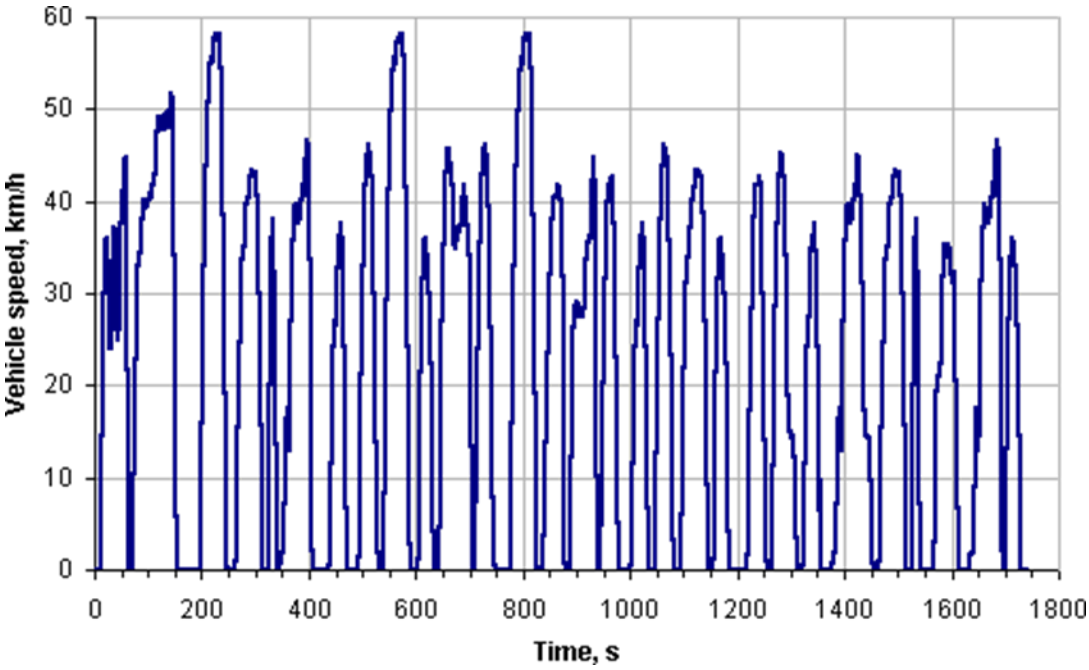
Διάγραμμα 2.8, Κύκλος Πόλης ETC – Ταχύτητα οχήματος, dieselnet.com

5.7 Κύκλος Braunschweig.

Το Πολυτεχνείο του Braunschweig ανέπτυξε ένα κύκλο οδήγησης[22] που προσομοιώνει τη μεταβατική κίνηση, λόγω συχνών στάσεων, των αστικών λεωφορείων. Τα χαρακτηριστικά του περιλαμβάνουν:

- Διάρκεια: 1740 sec.
- Απόσταση: περίπου 11 χιλιόμετρα
- Μέση ταχύτητα: 58,2 χιλιόμετρα την ώρα
- Ποσοστό χρόνου στο ρελαντί: 22%

Ο συγκεκριμένος κύκλος οδήγησης ήταν από τους ελάχιστους για τα βαρέα οχήματα στην Ευρώπη και έχει χρησιμοποιηθεί από διάφορα ερευνητικά προγράμματα, μέχρι την εμφάνισή του ETC που μείωσε το ρόλο του πρώτου στο ελάχιστο.



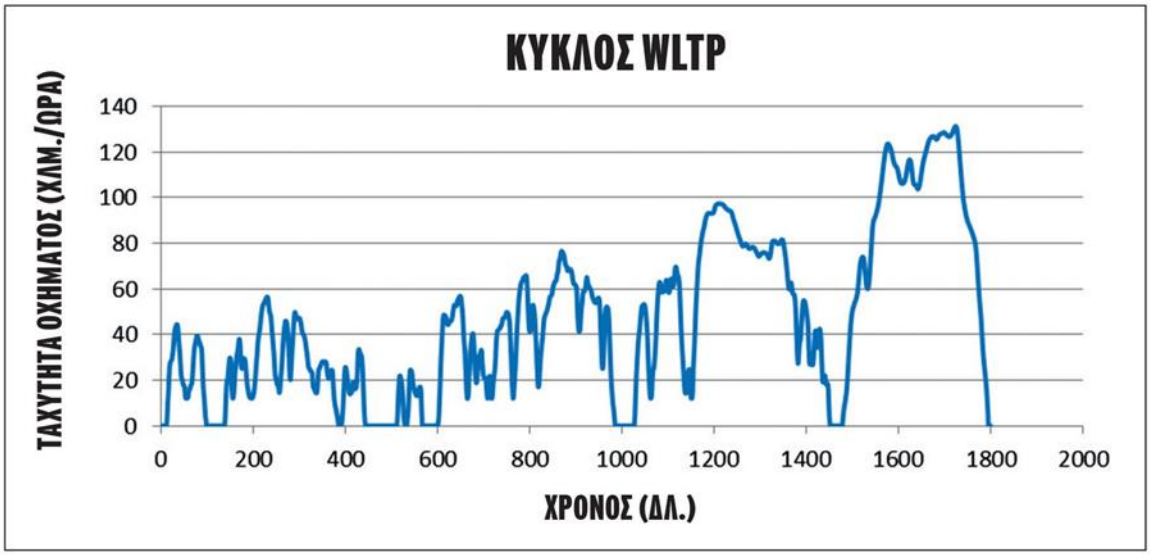
Διάγραμμα 2.9, Κύκλος Braunschweig, dieselnet.com

5.8 Κύκλος οδήγησης WLTP.

Μέχρι σήμερα είχαμε στην Ευρώπη τον NEDC (New European Driving Cycle), ο οποίος ήρθε το 2000 με τα Euro 3. Το βασικό κριτήριο αυτού του κύκλου ήταν η αντιμετώπιση των λεγόμενων «συμβατικών» ρύπων, δηλαδή του οξειδίου του αζώτου, των σωματιδίων κτλ. Η μέτρηση του αυτοκινήτου γινόταν στη δυναμομετρική πέδη εντός του εργαστηρίου, προκειμένου να προσδιοριστούν οι εκπομπές του με βάση ένα προδιαγεγραμμένο προφίλ οδήγησης.

Όταν άρχισε όλη αυτή η διεργασία με την κλιματική αλλαγή, τα CO2 και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, υπήρξε η ανάγκη να μετρηθεί και το διοξείδιο του άνθρακα κάθε μοντέλου. Έτσι υιοθετήθηκε το ίδιο πρωτόκολλο που χρησιμοποιούνταν για τους συμβατικούς ρύπους και για το CO2

Ο WLTP[9] δεν ήρθε μόνο για να φέρει ένα πιο αντιπροσωπευτικό οδηγικό προφίλ, αφού ουσιαστικά πρόκειται για μια ολόκληρη διαδικασία, η οποία προβλέπει με διεξοδικό τρόπο να κλείσει κάθε πιθανό παράθυρο που μέχρι σήμερα επέτρεπε στους κατασκευαστές νομότυπα να αλλοιώνουν το αποτέλεσμα όσον αφορά τις εκπομπές CO2

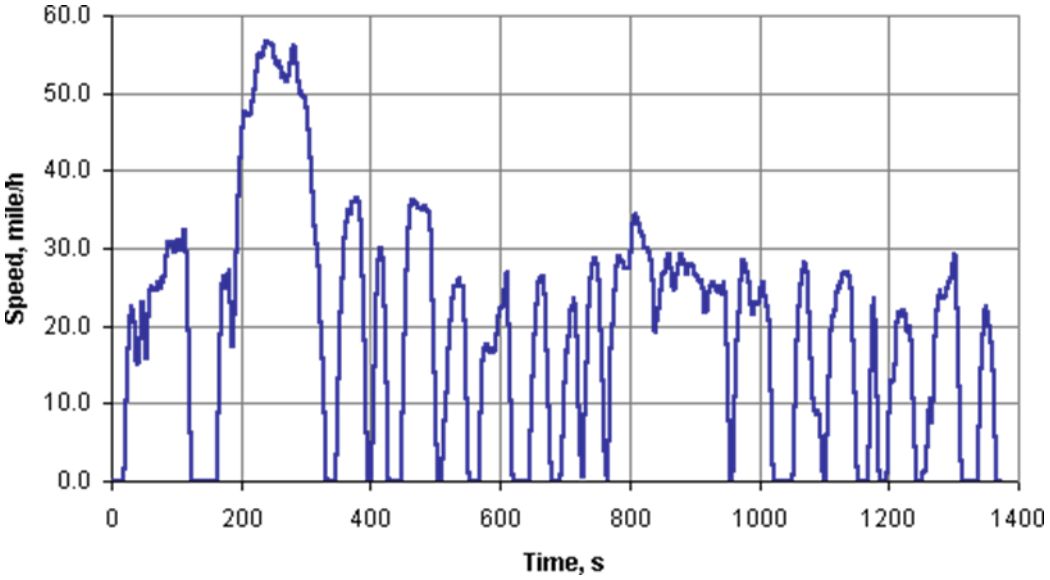

ΚΥΚΛΟΣ WLTP
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ (ΧΛΜ./ΩΡΑ)
140
120
100
80
60
40
20
0
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
ΧΡΟΝΟΣ (ΔΛ.)

6. Κύκλοι οδήγησης στις ΗΠΑ

6.1 Κύκλος U.S FTP-72

Ο κύκλος FTP 72 ονομάζεται και UDDS ή LA-4 Cycle. Στη Σουηδία είναι γνωστός και ως κύκλος α10 η CVS και στην Αυστραλία ως κύκλος ADR 27.

Ο κύκλος προσομοιώνει μία αστική διαδρομή 12.01 km με συχνές στάσεις. Η μέγιστη ταχύτητα είναι 91,2 χιλιόμετρα την ώρα και η μέση ταχύτητα είναι 31,5 km/h.



Διάγραμμα 2.10,ΚύκλοςπόληςFTP-72, dieselnet.com

Διάγραμμα 2.10,ΚύκλοςπόληςFTP-72, dieselnet.com

Ο κύκλος[23] αποτελείται από δύο φάσεις: (1) 505s (5,78 χιλιόμετρα με 41,2) χιλιόμετρα την ώρα μέση ταχύτητα και (2) 864 sec.

Η πρώτη φάση αρχίζει με την εκκίνηση εν ψυχρώ. Οι δύο φάσεις χωρίζονται από το σβήσιμο της μηχανής για 10 λεπτά. Στις ΗΠΑ εφαρμόζονται φορτία της τάξης των 0,43 και 0,57 για την πρώτη και δεύτερη φάση αντίστοιχα.

Στη Σουηδία και οι δύο φάσεις έχουν το ίδιο φορτίο.

6.2 Κύκλος FTP 75.

Ο κύκλος FTP 75[24] χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ για την έγκριση τύπου των ελαφρών φορτηγών και επιβατικών οχημάτων. Από το έτος 2000 τα οχήματα δοκιμάζονται σε δύο συμπληρωματικές διαδικασίες SFTP οι οποίες σχεδιάστηκαν να καλύπτουν τις ατέλειές του FTP-75 όσον αφορά α) την επιθετική οδήγηση υψηλών ταχυτήτων και β) τη χρήση κλιματισμού.

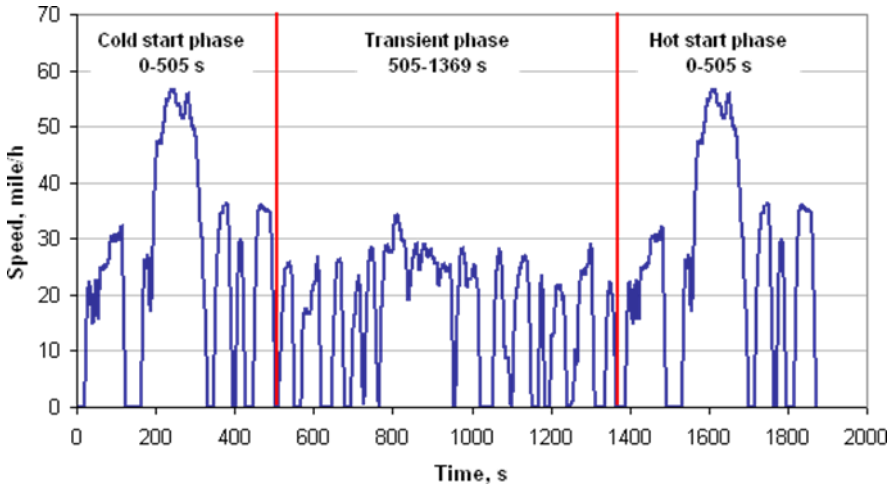
Ο κύκλος FTP 75 είναι η εξέλιξη του κύκλου FTP-72 προσθέτοντας μία τρίτη φάση των 505 sec, ίδια με την πρώτη φάση του FTP 72 με την διαφορά ότι η εκκίνηση είναι με ζεστό κινητήρα. Η τρίτη φάση ξεκινά αφού ο κινητήρας έχει απενεργοποιηθεί για 10 λεπτά. Επομένως, ο κύκλος FTP 75 αποτελείται από τα παρακάτω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

1. Κρύα φάση εκκίνησης.
2. Μεταβατική φάση.

3. Ζέστη φάση εκκίνησης .

Τα παρακάτω είναι βασικές παράμετροι του κύκλου:

1. Διανυθείσα απόσταση 17,77 χιλιομέτρων
2. Διάρκεια : 1874 sec.
3. Μέση ταχύτητα: 34,1 χιλιόμετρα την ώρα



Διάγραμμα 2.11 Κύκλος πόλης FTP-75, dieselnet.com

Οι εκπομπές από κάθε φάση συλλέγονται σε χωριστές τσάντες τεφλόν, αναλύονται και εκφράζονται σε γραμμάρια ανά μίλι ή γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Οι συντελεστές στάθμισης είναι 0,43 για την εκκίνηση εν ψυχρώ, 1 για τη μεταβατική φάση και 0,57 για τη ζέστη φάση εκκίνησης. Ο κύκλος FTP 75 είναι γνωστός στην Αυστραλία ως ADR 37 .

6.3 Κύκλος EPA.

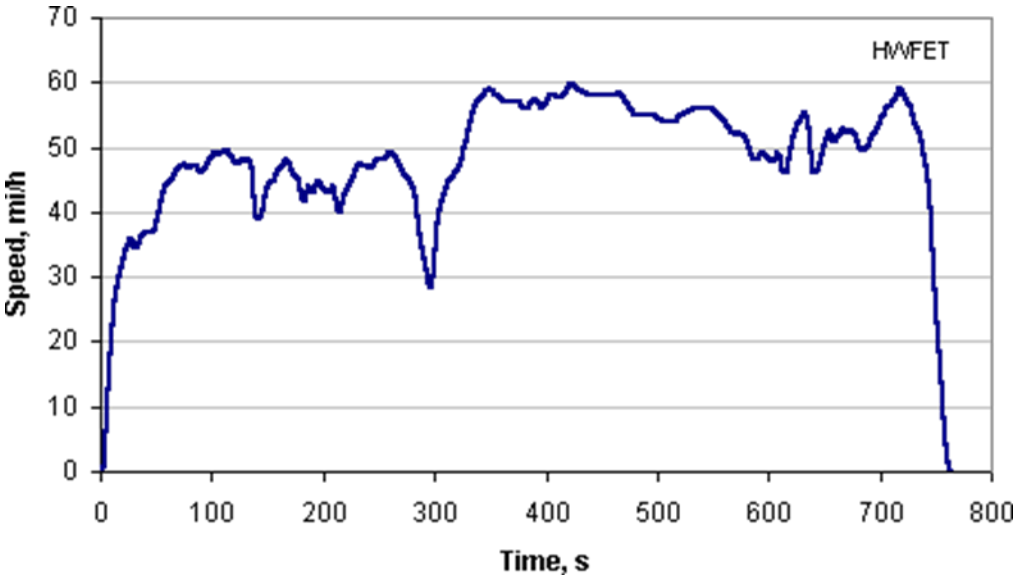
Ο κύκλος HWFET[25] εφαρμόζεται σε δυναμομετρική εξέδρα και εξελίχθηκε από το Αμερικανικό EPA για τον προσδιορισμό της οικονομίας στα ελαφρά οχήματα.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του κύκλου είναι:

Διάρκεια: 765s

Διανυθείσα απόσταση: 16,45km

Μέση ταχύτητα: 77,7km/h



Διάγραμμα 2.12, ΚύκλοςEPA highway fuel economy, dieselnet.com

6.4 Κύκλος IM240.

Ο κύκλος χρησιμοποιείται σε δυναμομετρική εξέδρα για έλεγχο καυσαερίων σε ελαφρά οχήματα κατά την συντήρηση τους. Τα προγράμματα αυτά εφαρμόζονται σε κάποιες από τις πολιτείες της Αμερικής.

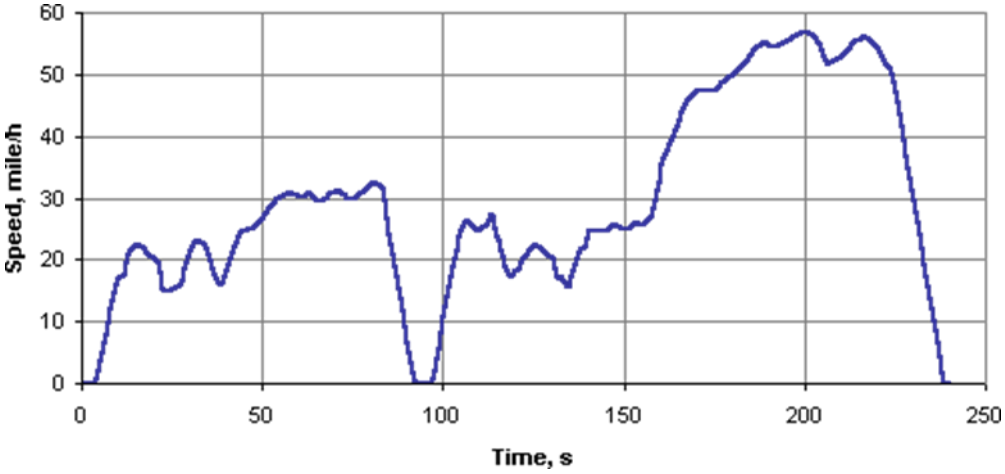
Πρόκειται για ένα σύντομο τεστ, τα χαρακτηριστικά του οποίου είναι τα εξής:

Διάρκεια: 240s

Διανυθείσα απόσταση: 3,1 km

Μέση ταχύτητα: 47,3 km/h

Μέγιστη ταχύτητα: 91,2 km/h



Διάγραμμα 2.13, Κύκλος οδήγησης IM240, dieselnet.com

6.5 6.5 Κύκλος LA92.

Ο κύκλος LA92[28] εφαρμόζεται σε δυναμομετρική εξέδρα για ελαφρά οχήματα και αναπτύχθηκε από το συμβούλιο ατμοσφαιρικών πόρων της Καλιφόρνια. Τα χαρακτηριστικά του είναι πιο επιθετικά από τον κύκλο FTP-75, με υψηλότερες ταχύτητες κίνησης, μεγαλύτερες επιταχύνσεις, λιγότερες στάσεις ανά απόσταση και λιγότερο χρόνο στο ρελαντί.

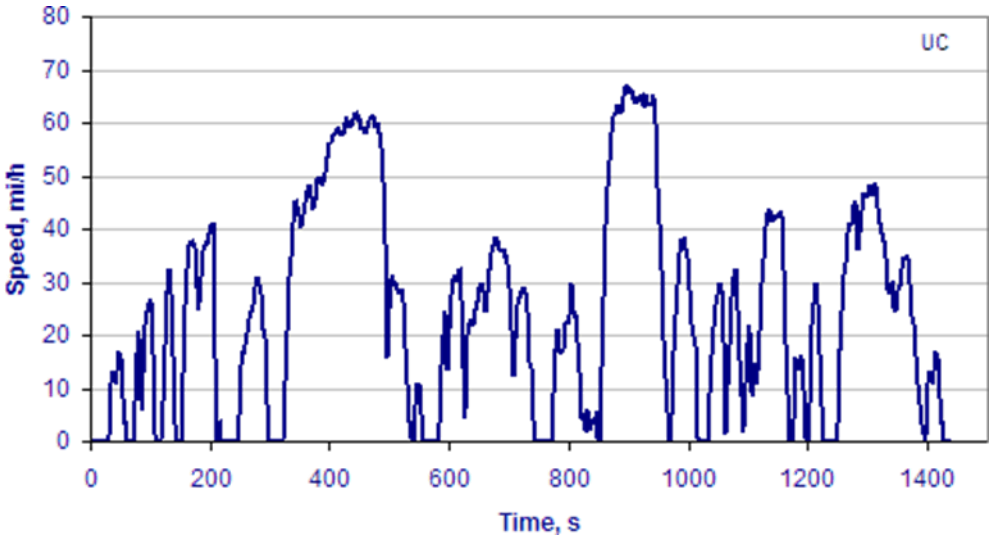
Τα χαρακτηριστικά του κύκλου είναι τα εξής:

Διάρκεια: 1435s

Διανυθείσα απόσταση: 15.74km

Μέση ταχύτητα: 39.61km/h

Ο κύκλος συνήθως αποκαλείται ως Unified LA92. Υπάρχει και ο «σύντομος LA92» ο οποίος περιλαμβάνει τα πρώτα 969s του Unified LA92 .



Διάγραμμα 2.14, Κύκλος οδήγησης LA92, dieselnet.com

6.6 Κύκλος SFTP SC03.

Ο κύκλος SFTP SC03[30] είναι συμπληρωματικός και αναπτύχθηκε με σκοπό να αντιπροσωπεύσει το φορτίο και τις εκπομπές οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση κλιματισμού σε οχήματα που έχουν ήδη εγκριθεί στον κύκλο FTP-75.

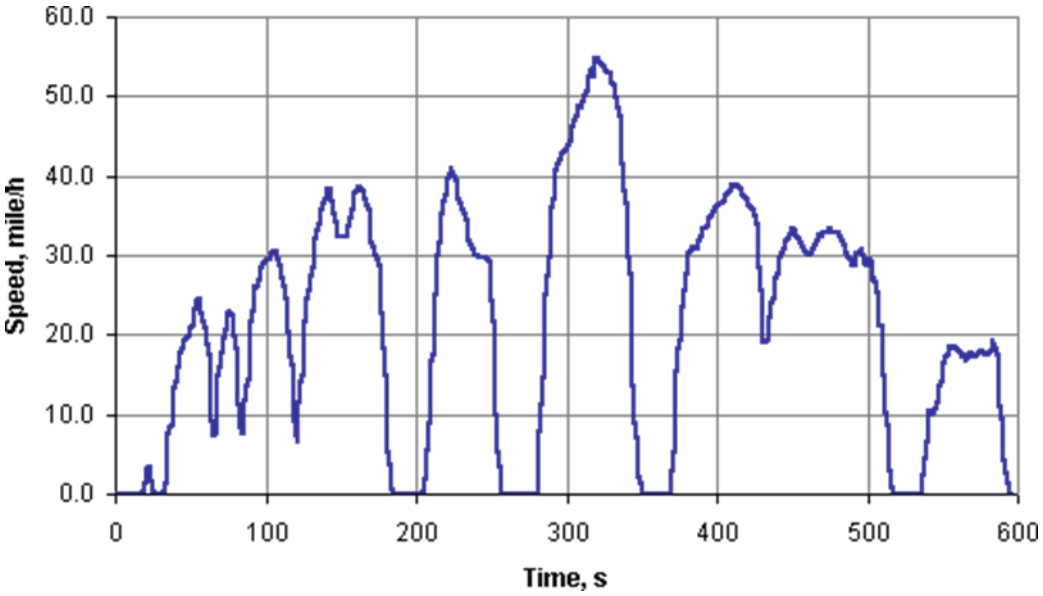
Τα χαρακτηριστικά του περιλαμβάνουν:

Διάρκεια: 596s

Διανυθείσα απόσταση: 5,8km

Μέση ταχύτητα: 34,8km/h

Μέγιστη ταχύτητα: 88,2km/h



Διάγραμμα 2.15, Κύκλος οδήγησης SFTPSC03, dieselnet.com

6.7 Κύκλος SFTP US06.

Ο κύκλος SFTP US06[32] αναπτύχθηκε για να συμπληρώσει τις αδυναμίες του FTP-75 όσον αφορά την επιθετική οδήγηση που περιλαμβάνει υψηλές ταχύτητες κίνησης, υψηλές τιμές επιτάχυνσης, γρήγορες διακυμάνσεις ταχυτήτων κίνησης.

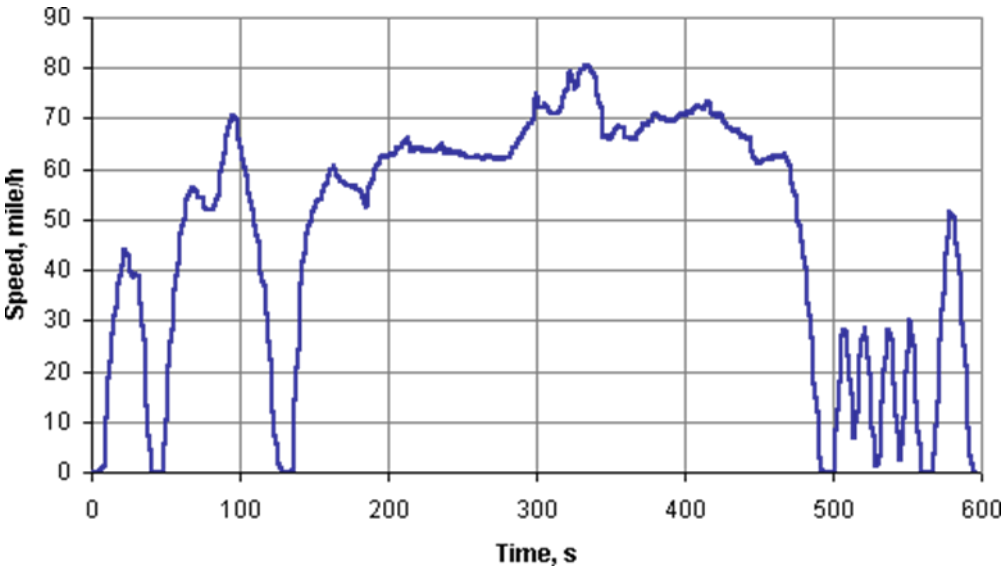
Τα χαρακτηριστικά του περιλαμβάνουν:

Διάρκεια: 596s

Διανυθείσα απόσταση: 12,8km

Μέση ταχύτητα: 77,9km/h

Μέγιστη ταχύτητα: 129,2km/h



Διάγραμμα 2.16, Κύκλος οδήγησης SFTP US06, dieselnet.com

6.8 Κύκλος οδήγησης EPA NYCC.

Ο κύκλος EPA NYCC[33] αναπτύχθηκε για μετρήσεις επιβατικών και ελαφρών φορτηγών στην δυναμομετρική εξέδρα. Η δοκιμή προσομοιώνει οδήγηση σε αστικό περιβάλλον, με χαμηλές ταχύτητες και πολλές στάσεις.

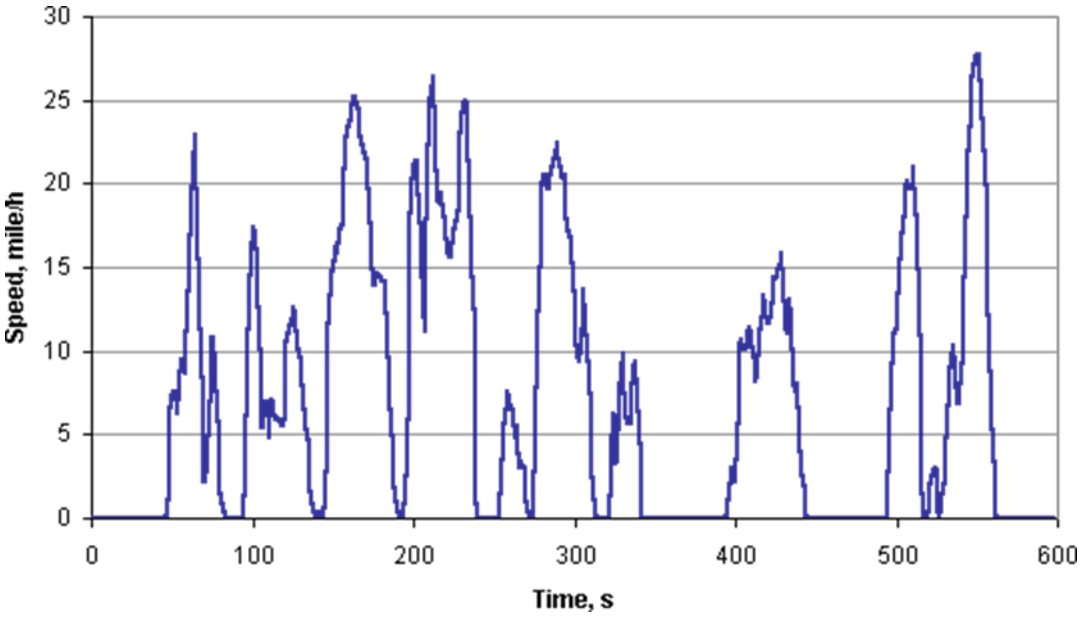
Τα χαρακτηριστικά του περιλαμβάνουν:

Διάρκεια: 598s

Διανυθείσα απόσταση: 1,89km

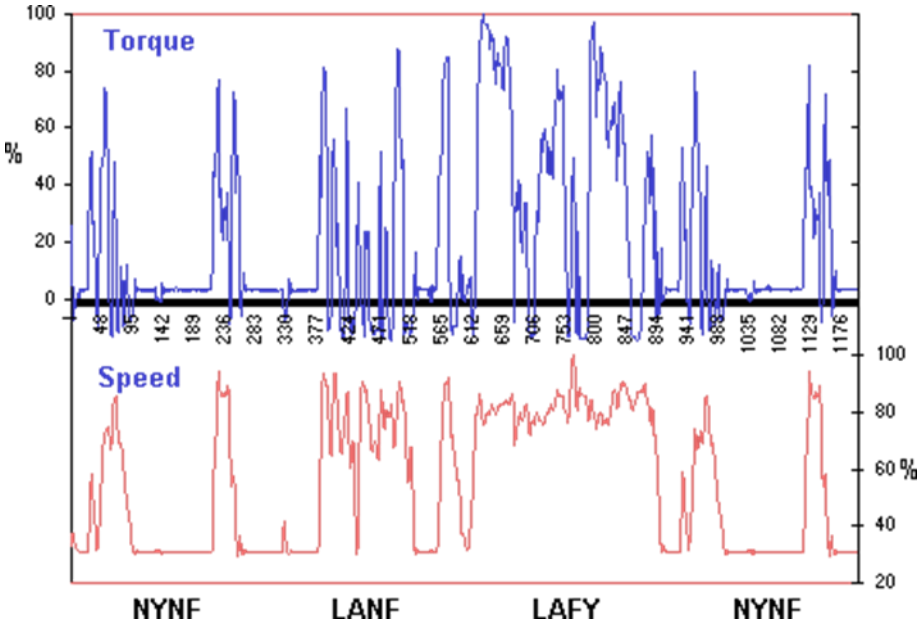
Μέση ταχύτητα: 11.4km/h

Μέγιστη ταχύτητα: 44.6km/h



Διάγραμμα 2.17, Κύκλος EPA NYCC, dieselnet.com

6.9 Αναφορά και γράφημα των υπόλοιπων κύκλων οδήγησης για οχήματα βαρέου τύπου.

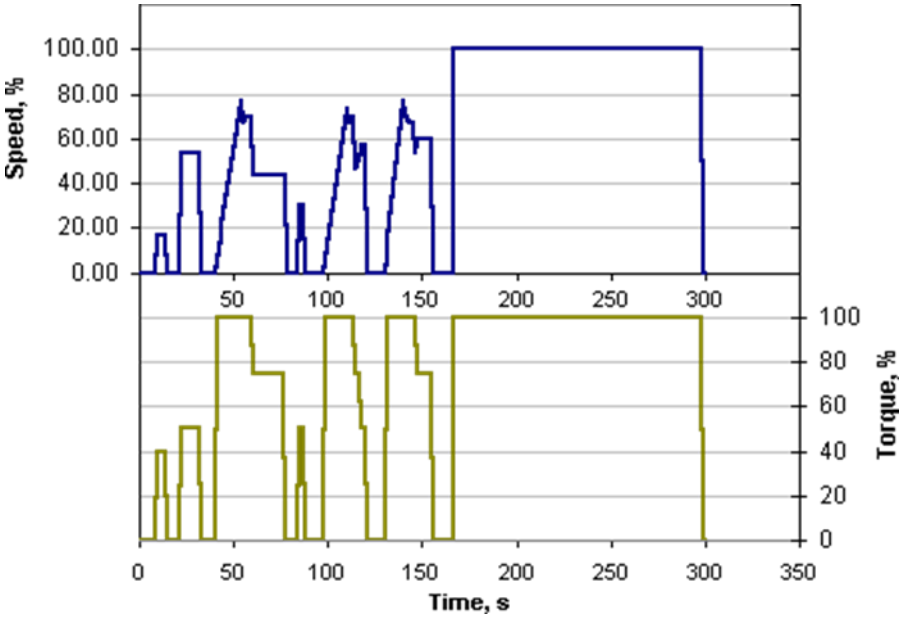


-Διάρκεια: 1200s

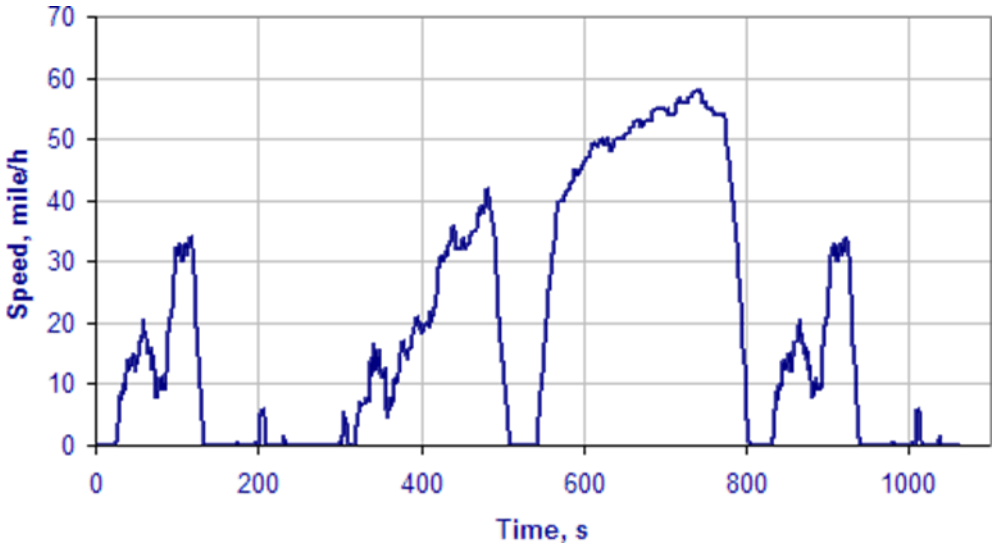
-Απόσταση: 10.3km

-Μέση ταχύτητα: 30km/h

Chicago Transit Authority (CTA)[35]



HD-UDDS Cycle[36]



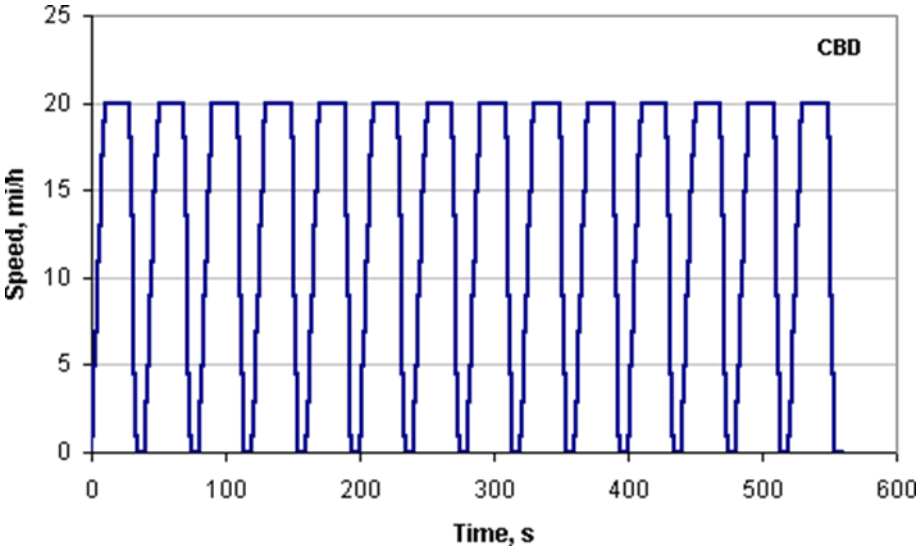
-Διάρκεια: 1060s

-Απόσταση: 8,9km

-Μέση ταχύτητα: 30,4km/h

-Μέγιστη ταχύτητα:93,3km/h

CBD Driving Cycle[37]



-Διάρκεια: 560s

-Μέση ταχύτητα: 20,23 km/h

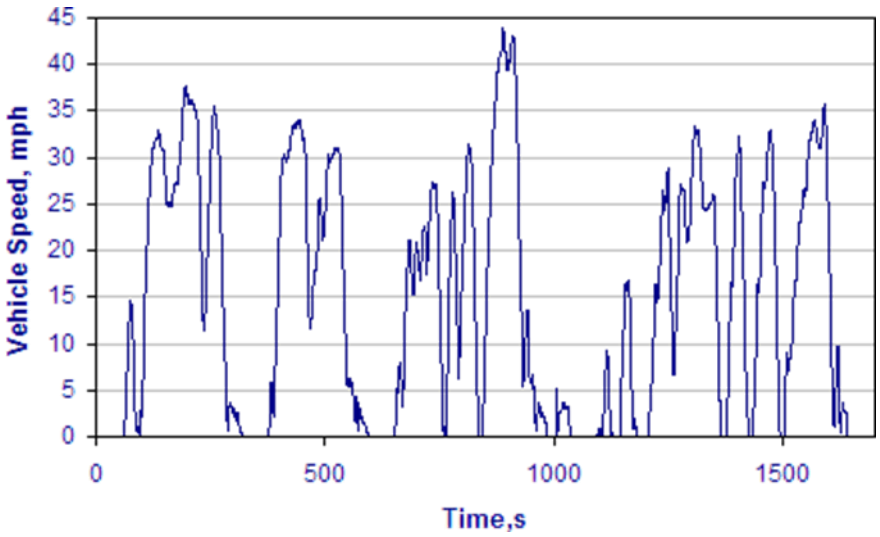
-Μέγιστη ταχύτητα: 32,18 km/h

-Απόσταση : 3,22 km

-Μέση επιτάχυνση: 0,89 m / s2

-Μέγιστη επιτάχυνση: 1,79 m / s2

City Suburban Heavy Vehicle Cycle[38]



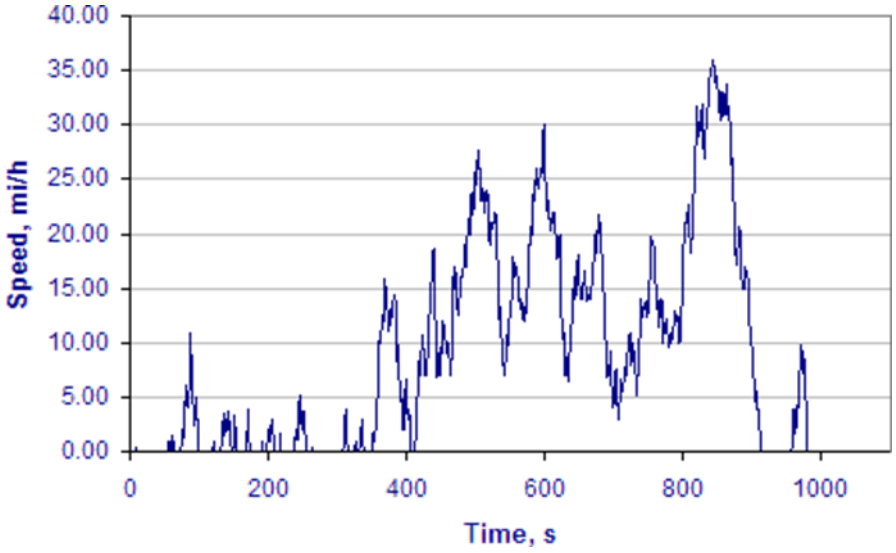
-Διάρκεια: 1700s

-Μέση ταχύτητα: 22.77 km/h

-Μέγιστη ταχύτητα: 70.55 km/h

-Απόσταση: 10.75 km

New York Composite Cycle[39]



-Διάρκεια: 1029 s

-Συνολική απόσταση: 4,06 km

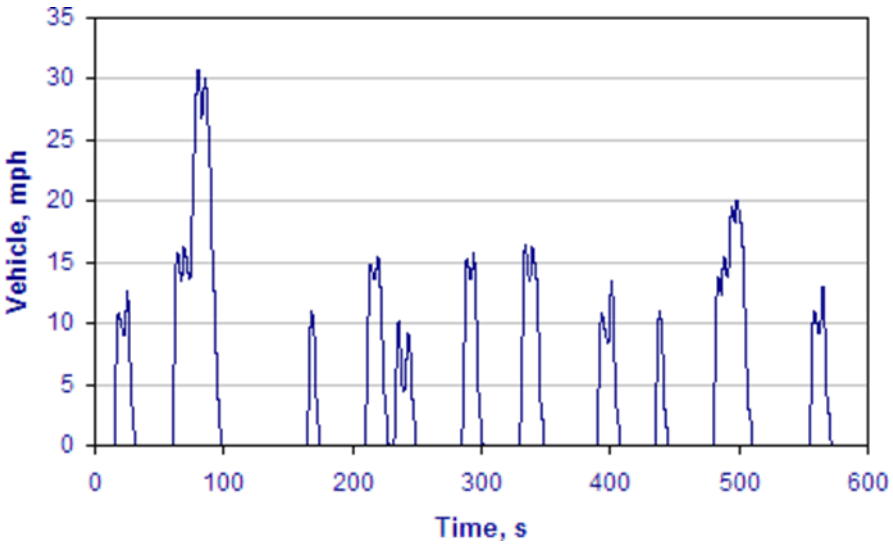
-Μέγιστη ταχύτητα: 57,92 km/h

-Μέση ταχύτητα: 14,25 km/h

-Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις: 20.0 km/h

-Μέγιστη επιτάχυνση: 5,41 m/s2

NY Bus Driving Cycle[41]



-Διάρκεια: 600s

-Συνολική απόσταση: 0,99 km

-Μέγιστη ταχύτητα: 49,56 km/h

-Μέση ταχύτητα: 5,94 km/h

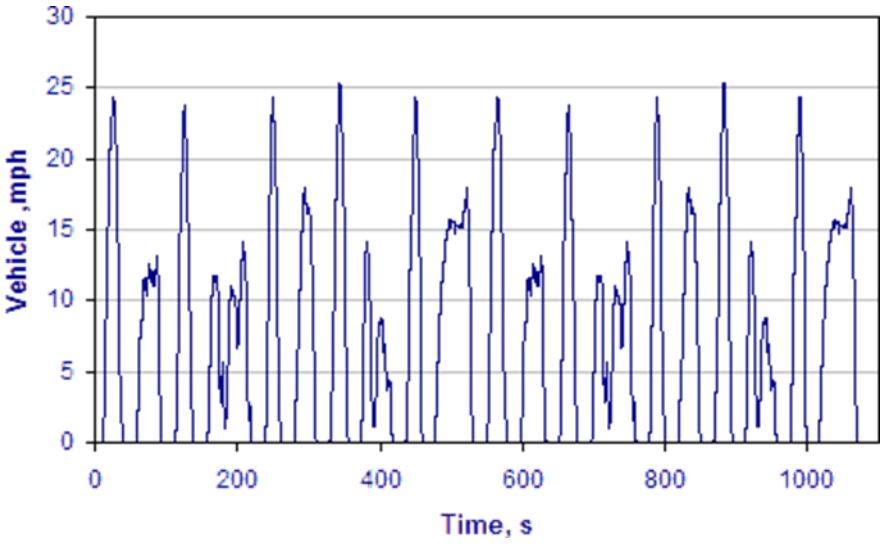
-Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις: 17,11 km/h

-Μέγιστη επιτάχυνση: 2,77 m/s2

-Μέση επιτάχυνση: 1,17 m/s2

-Αριθμός στάσεων ανά χιλιόμετρο: 11

Manhattan Driving Cycle[42]



-Διάρκεια: 1089s

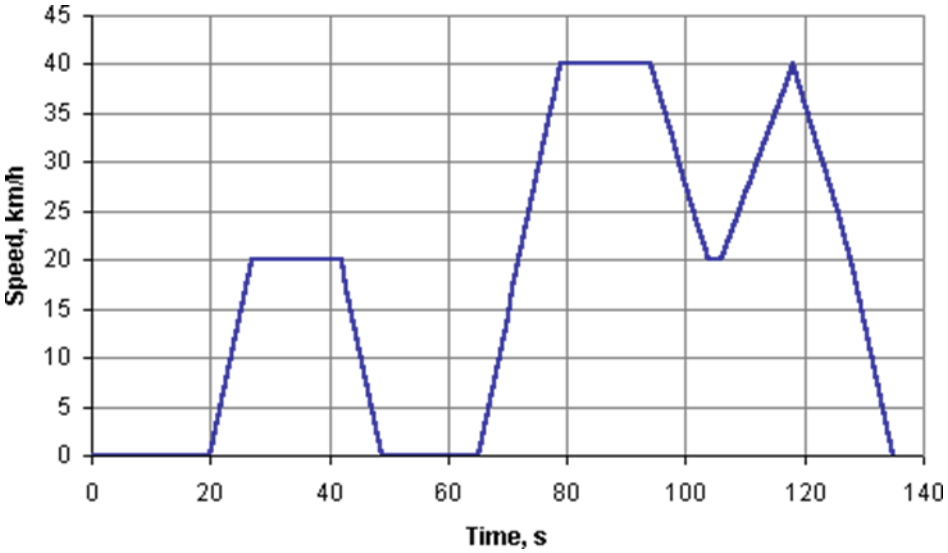
-Μέγιστη ταχύτητα: 40,88 km/h

-Μέση ταχύτητα: 11.0 km/h

7. Κύκλοι οδήγησης στην Ιαπωνία.

7.1 Κύκλος οδήγησης 10-mode

Ο κύκλος οδήγησης 10-mode[43] χρησιμοποιείτο στην Ιαπωνία πριν τον 10-15mode, για την έγκριση τύπου των επιβατικών και ελαφρών φορτηγών. Αντιπροσωπεύει αστικές συνθήκες οδήγησης, μόνο που οι εκπομπές μετρούνται για πέντε επαναλήψεις του ίδιου τμήματος το οποίο έχει τα εξής χαρακτηριστικά:



Σχήμα 7 Κύκλος 10 ModeCycle,dieselnet.com

-Απόσταση: 0,664km

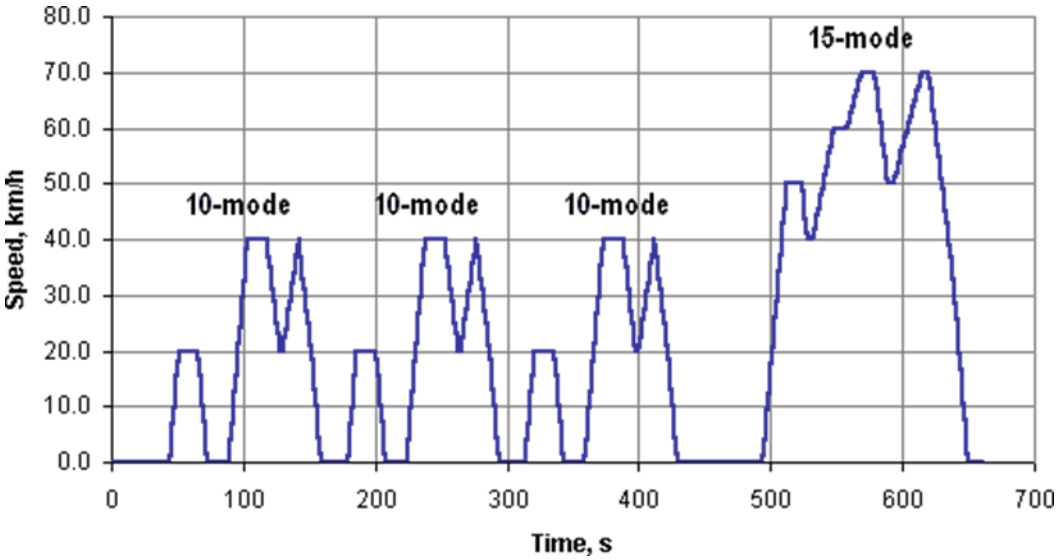
-Μέση ταχύτητα:17,7km/h

-Διάρκεια: 135s

-Μέγιστη ταχύτητα: 40km/h

7.2 Κύκλος οδήγησης 10-15 mode

Ο συγκεκριμένος κύκλος οδήγησης[44] 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 τα 70km/h.



Σχήμα 8: Κύκλος 10-15 Mode, dieselnet.com

Η διαδικασία που ακολουθείτε είναι η εξής: Προθέρμανση του κινητήρα για 15 λεπτά στα 60km/h, μέτρηση στο ρελαντί, 5 λεπτά προθέρμανση στα 60km/h, ακολουθούμενο από ένα τμήμα 15-mode. Αμέσως μετά, τρεις επαναλήψεις του κύκλου 10-mode και άλλη μια του 15-mode. Οι εκπομπές λαμβάνονται υπόψη στα τέσσερα τελευταία τμήματα (3X10-mode + 1X15-mode).

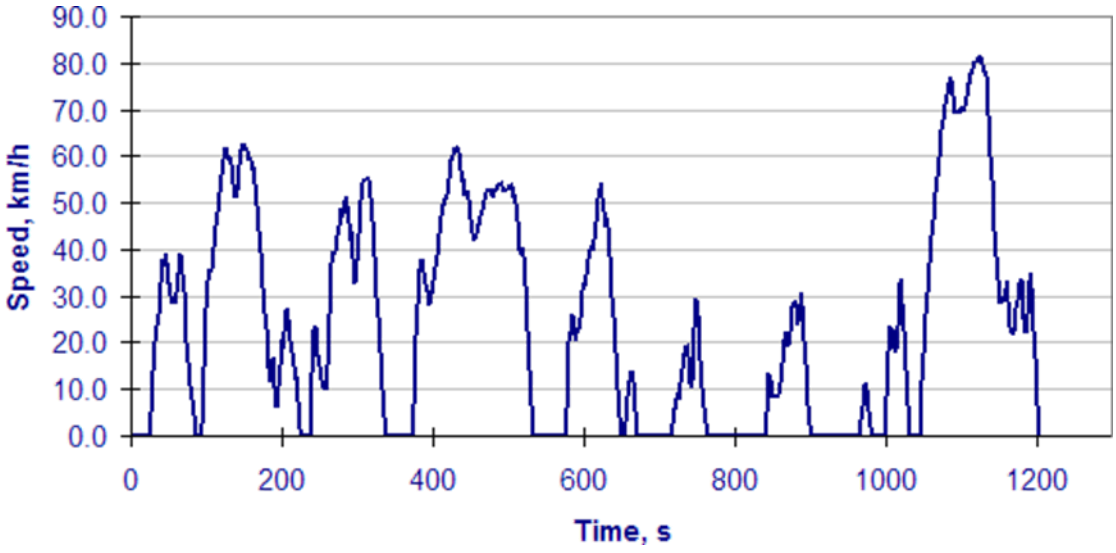
- Η απόσταση του κύκλου είναι 4,16km (6,34km)

- Η μέση ταχύτητα είναι 22,7 km/h (25.6km/h)

- Η διάρκεια 660s (892s)

7.3 Κύκλος JC 08

Πρόκειται για ένα νέο αστικό κύκλο οδήγησης[45] για τις μετρήσεις εκπομπής ρύπων και οικονομίας καυσίμων των επιβατικών και ελαφρών φορτηγών, ο οποίος θα αντικαταστήσει πλήρως τον κύκλο 10-15mode μέχρι το 2011.



Σχήμα 9: , Κύκλος JC08, dieselnet.com

Τα χαρακτηριστικά του κύκλου JC08 είναι:

-Διάρκεια: 1204s

-Συνολική απόσταση: 8,171 km

-Μέση ταχύτητα: 24,4 km/h

-Μέγιστη ταχύτητα: 81,6 km/h

-Λόγος φορτίου: 29,7%

7.4 Αναφορά και διαγράμματα των κύκλων για τα βαρέα οχήματα

6-mode cycle[46]

Έχει πλέον αντικατασταθεί με τον κύκλο 13-mode και τώρα έχει μόνο ιστορική σημασία.

Οι παράμετροι του κύκλου ντίζελ που παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Japanese Diesel 6 Mode Cycle

Mode	Speed (% of nominal)	Load (%)	Weighting factor
1	idle	-	0.355
2	40	100	0.071
3	40	25	0.059
4	60	100	0.107
5	60	25	0.122
6	80	75	0.286

Πίνακας 12:13-mode cycle

Ο κύκλος 13-mode[46] αντικατέστησε τον παλιότερο 6-mode για τη δοκιμή κινητήρων βαρέως τύπου στην Ιαπωνία.

Η δοκιμή τονίζει τις συνθήκες οδήγησης με μικρή ταχύτητα και χαρακτηρίζεται από τα χαμηλά φορτία του κινητήρα και τις χαμηλές θερμοκρασίες εξάτμισης.

Υπάρχουν διαφορές σε ορισμένες φάσεις της δοκιμής για τους πετρελαιοκινητήρες και τους βενζινοκινητήρες καθώς και οι συντελεστές στάθμισης είναι διαφορετικοί.

Οι παράμετροι των δοκιμών για τον κύκλο του ντίζελ παρατίθενται στον πίνακα 1, και για τον κύκλο της βενζίνης στον πίνακα 2.

Table 1
Diesel 13 Mode Cycle

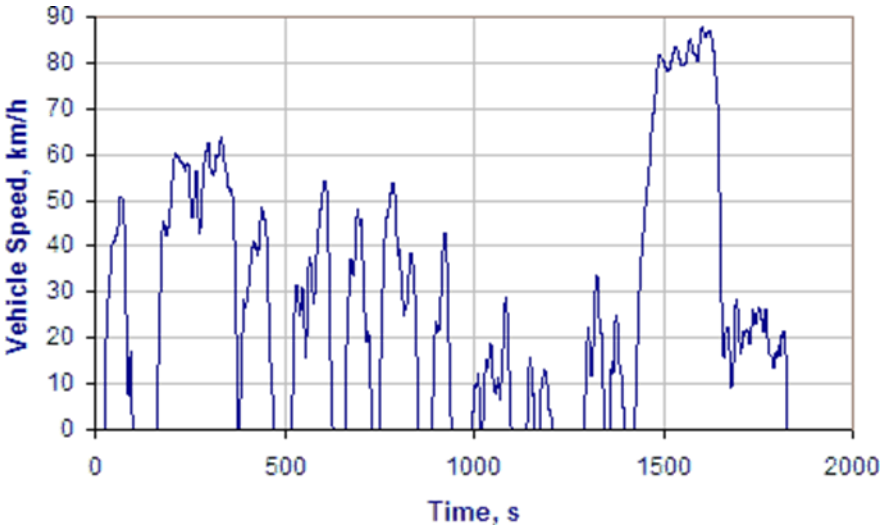
Mode	Speed	Load	Weighting factor
	% of nominal	*%*	
1	idle	–	0.410/2
2	40	20	0.037
3	40	40	0.027
4	idle	–	0.410/2
5	60	20	0.029
6	60	40	0.064
7	80	40	0.041
8	80	60	0.032
9	60	60	0.077
10	60	80	0.055
11	60	95	0.049
12	80	80	0.037
13	60	5	0.142

Table 2
Gasoline/LPG 13 Mode Cycle

Mode	Speed	Load	Weighting factor
	% of nominal	*%*	
1	idle	–	0.314/2
2	40	40	0.036
3	40	60	0.039
4	idle	–	0.314/2
5	60	20	0.088
6	60	40	0.117
7	80	40	0.058
8	80	60	0.028
9	60	60	0.066
10	60	80	0.034
11	60	95	0.028
12	40	20	0.096
13	40*	20*	0.096
* – deceleration to idle			

7.5 JE05 Cycle

Νέος κύκλος οδήγησης[48] για τη δοκιμή εκπομπής ρύπων από βαρέα οχήματα diesel και βενζίνης που αντικατέστησαν τον κύκλο 13-mode.



-Διάρκεια: 1800 s,

-Μέση ταχύτητα: 26,94 km/h

-Μέγιστη ταχύτητα: 88 km/h.

8. Εισαγωγή στο πείραμα.

Το πειραματικό μέρος της πτυχιακής, περιλαμβάνει την σύγκριση μετρήσεων μεταξύ μιας συγκεκριμένης διαδρομής εντός πόλης και Εθνικής οδού, με σκοπό την ανάλυση των δεδομένων και τη σύγκριση κατανάλωσης και εκπομπής ρύπων.

Επίσης περιλαμβάνει την ανάλυση δεδομένων, τα οποία θα συγκεντρωθούν για τη δημιουργία ενός αντιπροσωπευτικού προφίλ της ταχύτητας για μία κεντρική αρτηρία της πόλης, η οποία συνδέει δύο προάστια της πόλης. Ακόμα θα γίνει ένα αντιπροσωπευτικό προφίλ ταχύτητας για τη σύνδεση αυτών των προαστίων μέσω της εθνικής οδού.

8.1 Πληροφορίες του πειράματος

Οι μετρήσεις για το πειραματικό μέρος ξεκίνησαν το μεσημέρι της Τρίτης 4 Ιουνίου 2019 και τελείωσαν το μεσημέρι της Δευτέρας 17 Ιουνίου 2019. Την πρώτη εβδομάδα, η διαδρομή ήταν από το αεροδρόμιο του Ηρακλείου προς τον Γιόφυρο μέσα από την πόλη, από τη Λεωφόρο Ικάρου, στη συνέχεια Αβέρωφ, παρακάτω με την οδό Αγίου Μηνά, στη συνέχεια Καλοκαιρινού, για να καταλήξουμε στην 62 Μαρτύρων, όπου φτάναμε μέχρι τον Γιόφυρο και βγαίναμε Εθνική για να γυρίσουμε πίσω στο αεροδρόμιο. Την δεύτερη εβδομάδα ξεκινούσαμε από τον Γιόφυρο για να πάμε στο αεροδρόμιο μέσα από την πόλη και τελικά να γυρίσουμε από εθνική πίσω στο Γιόφυρο.

Το συνολικό ημερήσιο μήκος της διαδρομής έφτανε τα 16 χιλιόμετρα περίπου (8 για την πόλη και 8 για την εθνική), και συνολικά, τις ημέρες του πειράματος διανύθηκαν περίπου 184 χιλιόμετρα.

8.2 Μέσα του πειράματος.

8.2.1 Όχημα του πειράματος

Το όχημα καταγραφής των δεδομένων είναι ένα πενταθέσιο αυτοκίνητο κατηγορίας α1 επαγγελματικής χρήσης. Το μοντέλο είναι το Hyundai i10, το οποίο κατασκευάστηκε το 2009. Λειτουργεί με κινητήρα πετρελαίου 1.100 κυβικών υπέρ-τροφοδοτούμενο, τετρακύλινδρο με 16 βαλβίδες και με απόδοση 75 ίππων. Φέρει 5-τάχυτο κιβώτιο ταχυτήτων και η κίνησή του μεταφέρεται στους μπροστινούς τροχούς, το βάρος του κυμαίνεται στα 1040 kg. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά το κατατάσσουν σε ένα τυπικό αυτοκίνητο του ελληνικού στόλου οχημάτων.

Χαρακτηριστικά Λειτουργίας Οχήματος

Μέγιστη Ιπποδύναμη (HP)	Μέγιστη Ροπή(Nm)	Νομοθεσία Ρύπων	Εκπομπές CO_2 (g/km)	Μέγιστη Ταχύτητα (km/h)	Κατανάλωση Καυσίμου (L/100km)
75 @ 4000 rpm	153	Euro 4	114	163	4,7

Πίνακας 2:

8.2.2 Συσκευή καταγραφής OBD2

Η συσκευή καταγραφής δεδομένων OBD on board diagnosis αρχικά εισήχθη από την general motors το 1981. Το OBD είχε σκοπό να κάνει διάγνωση μέσω του

συστήματος ελέγχου εκπομπής καυσαερίων των οχημάτων. Το OBDII το ήσυχα και ίδια εταιρία σε πρότυπα οχήματα το 1994. Το σύστημα αυτό μπορεί να συλλέξει πάνω από 100 διαφορετικά δεδομένα κάθε φορά που χρησιμοποιείται στο όχημα. Είναι ένα τερματικό 16 ακροδεκτών που συνδέονται κατευθείαν με την κεντρική μονάδα ελέγχου του αυτοκινήτου.

Το βύσμα συνδέσεων στοιχείων dlc το οποίο είναι συμβατό με την συσκευή OBDII βρίσκεται κοντά στη θέση οδήγησης του αυτοκινήτου. Για να λειτουργήσει είναι απαραίτητη η χρήση μιας καταγραφής της μονάδας (κινητό GPS υπολογιστής).

Η καταγραφή και η μονάδα μας εξυπηρετεί για δύο λόγους:

1. Αποθηκεύει τις πληροφορίες που συλλέγονται από τους αισθητήρες του αυτοκινήτου.

2. Μπορεί να διαθέτει επιπλέον αισθητήρες για την καταγραφή δεδομένων, τα οποία χαρακτηρίζουν τη λειτουργία του οχήματος. Παρακάτω αναφέρονται μερικά από τα κυριότερα μεγέθη που καταγράφονται.

Μέγεθος	Αισθητήρας
Ταχύτητα Κίνησης	OBD και GPS
Θέση Πεντάλ Γκαζιού	OBD
Ροή Καυσίμου και Αέρα προς τον κινητήρα	OBD
Θερμοκρασία μηχανής και Ψυκτικού	OBD
Στροφές Κινητήρα	OBD
Θερμοκρασία Περιβάλλοντος	OBD
Επιτάχυνση Οχήματος	GPS
Βαρομετρική Πίεση	GPS
Φορτίο Μηχανής	GPS
Ακρίβεια Σήματος GPS	GPS
Γεωγραφικό Μήκος, Πλάτος ΚαιΥψόμετρο	GPS

Συμπίεση Τουρμπίνας	OBD
Μέσα Μεγέθη Ταξιδίου (Μέση Ταχύτητα, Μέσοι Χρόνοι Κίνησης, κ.α)	OBD

Πίνακας 14:Χαρακτηριστικά λειτουργίας οχήματος.

Το καταγραφικό που χρησιμοποιήθηκε για τη δειγματοληψία ήταν ένα κινητό τύπου smartphone το οποίο, μέσω της εφαρμογής Torque, σύλλεξε τα απαραίτητα δεδομένα για την εκπόνηση του πειράματος. Οι πληροφορίες μεταδίδονταν από τη συσκευή obd2 μέσω τεχνολογίας bluetooth στο κινητό τηλέφωνο με λειτουργικό σύστημα android. Η συσκευή OBD και το κινητό τηλέφωνο κατέγραφαν την ακριβή ώρα και ημερομηνία που έγινε η κάθε μέτρηση. Ο ρυθμός καταγραφής των δεδομένων καθορίστηκε ανά 1 δευτερόλεπτο (1 HZ), ο ρυθμός αυτός είναι η συχνότερη επιλογή από πολλούς μελετητές και είναι επαρκής για τους σκοπούς της μελέτης.

8.3 Εφαρμογή καταγραφή δεδομένων κίνησης Torque

Η καταγραφή των δεδομένων από τη συγκεκριμένη εφαρμογή γίνεται σε μορφή τέτοια ώστε να μπορούν να εισαχθούν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για την περαιτέρω επεξεργασία τους. Αρχικά έπρεπε να δημιουργηθεί ένα προφίλ το οποίο θα περιλάμβανε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του οχήματος καταγραφής για να πραγματοποιούνται με μεγαλύτερη ακρίβεια οι υπολογισμοί των μεγεθών.

Αναλυτικότερα απαιτούνται :

- Τα κυβικά του κινητήρα
- Ο τύπος του κινητήρα βενζίνη/diesel
- Ο μέγιστος αριθμός στροφών του κινητήρα

Στη συνέχεια, πριν γίνει η εκκίνηση των μετρήσεων, καθορίστηκαν οι μεταβλητές που θα καταγράφονταν από την εφαρμογή, οι οποίες θα αποθηκεύονταν στο τελικό αρχείο που θα επεξεργαζόταν. Οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν ήταν αρκετές και αυτό δεν έγινε τυχαία, αλλά για να υπάρχει μία πληρέστερη εικόνα του είδους της καταγραφής και να εντοπίζονται ευκολότερα τα λάθη.

Η εφαρμογή έχει τη δυνατότητα να αναπαριστά οποιοδήποτε μετρητή σε ψηφιακή μορφή σαν όργανο με δείκτη, διάγραμμα μεταβλητής χρόνου και άλλα. Με αυτό τον τρόπο είναι εύκολο να εντοπιστούν ανακρίβειες και λάθη κατά τη μέτρηση, πριν τα αρχεία φτάσουν στο σημείο της τελικής επεξεργασίας. Δεν χρησιμοποιήθηκαν όλα τα δεδομένα για την ανάπτυξη του κύκλου οδήγησης, αλλά καταγράφηκαν για την επόπτευση της ομαλής καταγραφής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, καθώς και την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του οχήματος.

Τα δεδομένα που καταγράφηκαν είναι τα εξής:

- Θέση πεντάλ γκαζιού
- Ποσοστό ροπής κινητήρα
- Μέσος όρος ταχύτητας ταξιδιού (μόνο κατά την κίνηση)
- Κόστος καυσίμου ανά χιλιόμετρο

- Διοξείδιο του άνθρακα σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο (μέσος όρος)
- Φορτίο κινητήρα
- Στροφές κινητήρα
- Κατανάλωση καυσίμου την ώρα
- Κατανάλωση καυσίμου το λεπτό
- Ακρίβεια GPS
- Διάφορα ταχύτητας GPS και OBD
- Ακρίβεια GPS
- Ιπποδύναμη (στους τροχούς)
- Ποσοστό οδήγησης σε Εθνική οδό
- Ποσοστό οδήγησης σε πολύ
- Ποσοστό αδρανείς οδήγησης
- Ταχύτητα GPS
- Ταχύτητα OBD
- Διάρκεια ταξιδιού
- Επιτάχυνση στους άξονες x y z
- Συνολική επιτάχυνση
- Μέσω παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο
- Στιγμιαίο παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο

8.4 Διαδικασία συλλογής δεδομένων .

8.4.1 Προετοιμασία και την καταγραφή.

1. Αρχικά εφαρμόζουμε τη συσκευή OBDII στη θύρα σύνδεσης με την κεντρική ηλεκτρονική μονάδα. Όταν συνδεθεί η συσκευή ανάβει ενδεικτική λυχνία.

2. Στη συνέχεια ανοίγουμε το GPS στο κινητό, το bluetooth για τη σύνδεση του με την συσκευή OBD και γυρίζουμε το διακόπτη του αυτοκινήτου. Τα τέσσερα σχετικά εικονίδια στο πρόγραμμα πρέπει να είναι όλα αναμμένα για να είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε.

3. Στη συνέχεια, επιλέγουμε την έναρξη της καταγραφής από την εφαρμογή και κατόπιν βάζουμε μπροστά το αυτοκίνητο. Τα δύο προηγούμενα πρέπει να γίνουν όσο το δυνατόν πιο γρήγορα γιατί η καταγραφή δεδομένων δεν έχει νόημα αν ο κινητήρας δεν είναι αναμμένος. Στη συνέχεια τοποθετούμε σε ένα σταθερό σημείο το κινητό για να μην έχουμε λανθασμένες ενδείξεις επιτάχυνσης και επιβράδυνσης και το σώμα αμαξώματος-κινητού να είναι ένα.

8.4.2 Καταγραφή δεδομένων των παραμέτρων.

Εφόσον έχουν γίνει τα προηγούμενα βήματα, ξεκινάμε τον κύκλο οδήγησης και το αυτοκίνητο δεν σβήνει παρά μόνο όταν γυρίσει στο σημείο όπου ξεκίνησε, αφού ακολουθήσει την προκαθορισμένη διαδρομή.

8.4.3 Λήξη καταγραφής.

Κατά την λήξη της διαδρομής διακόπτουμε την καταγραφή των δεδομένων και στη συνέχεια απενεργοποιούμε τον κινητήρα του οχήματος, με την μικρότερη δυνατή χρονική διαφορά. Ο λόγος αυτός εξυπηρετεί στο να μην συμπεριληφθούν καταγραφές οι οποίες θα έχουν κενές τιμές και θα κάνουν δυσκολότερη την επεξεργασία των δεδομένων.

8.4.4 Χαρακτήρας της δειγματοληψίας.

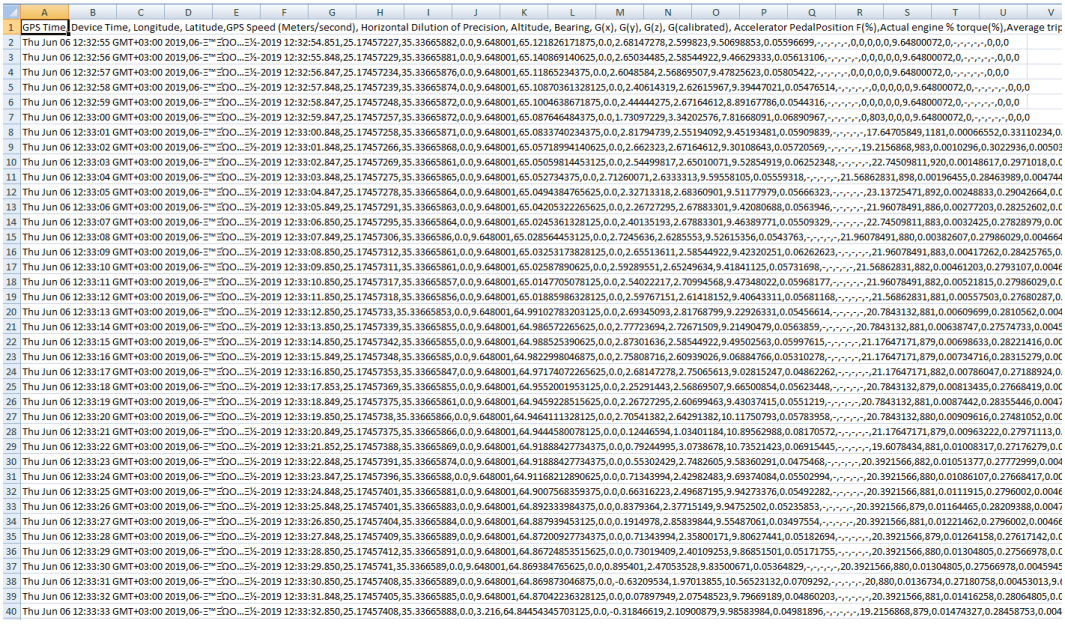
Όσο αφορά την φύση της δειγματοληψίας, η καταγραφή είχε όσο το δυνατόν ένα προκαθορισμένο ωράριο και συγκεκριμένη διαδρομή. Οι καταγραφές που πραγματοποιήθηκαν είχαν στόχο να αποτυπώσουν αναλυτικά στοιχεία για μία μόνο συγκεκριμένη διαδρομή ρουτίνας. Η διαδρομή οδηγήθηκε 7 ημέρες προς την ίδια κατεύθυνση και άλλες 7 ημέρες έγινε η ίδια διαδρομή αντίστροφα.

Με αυτόν τον τρόπο καταγράφηκαν δεδομένα και για τα δύο ρεύματα κίνησης στην πόλη και στην Εθνική. Με αυτήν την τακτική, προσπαθήσαμε να πλησιάσουμε όσο δυνατόν πιο κοντά σε έναν τυποποιημένο κύκλο οδήγησης, και να αξιολογήσουμε τις διαφορές που μπορούν να προκύψουν από τη κάλυψη μιας απόστασης με οδήγηση σε περιβάλλον πόλης και οδήγηση από την εθνική οδό.

9. Επεξεργασία αρχείων καταγραφής.

Τα αρχεία που καταγράφηκαν μέσω του κινητού τηλεφώνου χρησιμοποιώντας την εφαρμογή Torque,αποθηκεύονται σε μορφή κειμένου τύπου CSV(Comma Delimited Values).Οι τιμές των παραμέτρων που καταγράφονται μέσω των αισθητήρων αποθηκεύονται σε αυτού του τύπου τα αρχεία ως κείμενο, το οποίο διαχωρίζεται σε στήλες με την εμφάνιση κομμάτων.

Παρακάτω φαίνεται η μορφή του αρχείου (csv) στην αρχική της μορφή:



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	GPS Time	Device Time, Longitude, Latitude,GPS Speed (Meters/second), Horizontal Dilution of Precision, Altitude, Bearing, G(x), G(y), G(z), G(calibrated), Accelerator PedalPosition F(%),Actual engine % torque(%),Average trip																				
2	Thu Jun 06 12:32:55 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:32:54.851,25.17457227,35.33665882,0.0,9.648001,65.12182617187																					
3	Thu Jun 06 12:32:56 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:32:55.848,25.17457229,35.33665881,0.0,9.648001,65.14086914062																					
4	Thu Jun 06 12:32:57 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:32:56.847,25.1745723																					
5	Thu Jun 06 12:32:58 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:32:57.848,25.17457239,35.33665874,0.0,9.648001,65.10870361328																					
6	Thu Jun 06 12:32:59 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:32:58.847,25.17457248,35.33665872,0.0,9.648001,65.10046386718																					
7	Thu Jun 06 12:33:00 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:32:59.847,25.17457257,35.33665872,0.0,9.648001,65.08764648437																					
8	Thu Jun 06 12:33:01 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:00.848,25.17457258,35.33665871,0.0,9.648001,65.08337402343																					
9	Thu Jun 06 12:33:02 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:01.848,25.1745726																					
10	Thu Jun 06 12:33:03 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:02.847,25.17457269,35.33665861,0.0,9.648001,65.05059814453																					
11	Thu Jun 06 12:33:04 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:03.848,25.17457275,35.33665865,0.0,9.648001,65.052734375,0.0,2.71260071,2.6333313,9.59558105,0.05559318,-,-,-,-,-,21.56862831,898,0.00196455,0.28463989,0.004744																					
12	Thu Jun 06 12:33:05 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:04.847,25.17457278,35.33665864,0.0,9.648001,65.0494384765625,0.0,2.32713318,2.68360901,9.51177979,0.05666323,-,-,-,-,-,23.13725471,892,0.00248833,0.29042664,0.0																					
13	Thu Jun 06 12:33:06 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:05.849,25.1745729																					
14	Thu Jun 06 12:33:07 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:06.850,25.17457295,35.33665864,0.0,9.648001,65.0245361328																					
15	Thu Jun 06 12:33:08 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:07.849,25.1745730																					
16	Thu Jun 06 12:33:09 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:08.850,25.17457312,35.33665861,0.0,9.648001,65.03253173828																					
17	Thu Jun 06 12:33:10 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:09.850,25.1745731																					
18	Thu Jun 06 12:33:11 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:10.850,25.17457317,35.33665857,0.0,9.648001,65.0147705078																					
19	Thu Jun 06 12:33:12 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:11.850,25.1745731																					
20	Thu Jun 06 12:33:13 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:12.850,25.1745733,35.33665853,0.0,9.648001,64.9910278320																					
21	Thu Jun 06 12:33:14 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:13.850,25.17457339,35.33665855,0.0,9.648001,64.986572265625,0.0,2.77723694,2.72671509,9.21490479,0.0563859,-,-,-,-,-,20.7843132,881,0.00638747,0.27574733,0.0045																					
22	Thu Jun 06 12:33:15 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:14.850,25.1745734																					
23	Thu Jun 06 12:33:16 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:15.849,25.17457348,35.3366585,0.0,9.648001,64.982299804687																					
24	Thu Jun 06 12:33:17 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:16.850,25.1745735																					
25	Thu Jun 06 12:33:18 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:17.853,25.17457369,35.33665855,0.0,9.648001,64.9552001953125,0.0,2.25291443,2.56869507,9.66500854,0.05623448,-,-,-,-,-,20.7843132,879,0.00813435,0.27668419,0.00																					
26	Thu Jun 06 12:33:19 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:18.849,25.1745737																					
27	Thu Jun 06 12:33:20 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:19.850,25.1745738,35.33665866,0.0,9.648001,64.946411132812																					
28	Thu Jun 06 12:33:21 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:20.849,25.1745737																					
29	Thu Jun 06 12:33:22 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:21.852,25.17457388,35.33665869,0.0,9.648001,64.91888427734																					
30	Thu Jun 06 12:33:23 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:22.848,25.1745739																					
31	Thu Jun 06 12:33:24 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:23.847,25.17457396,35.3366588,0.0,9.648001,64.911682128906																					
32	Thu Jun 06 12:33:25 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:24.848,25.1745740																					
33	Thu Jun 06 12:33:26 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:25.848,25.1745740																					
34	Thu Jun 06 12:33:27 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:26.850,25.1745740																					
35	Thu Jun 06 12:33:28 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:27.848,25.1745740																					
36	Thu Jun 06 12:33:29 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:28.850,25.17457412,35.33665891,0.0,9.648001,64.867248535156																					
37	Thu Jun 06 12:33:30 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:29.850,25.1745741																					
38	Thu Jun 06 12:33:31 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:30.850,25.17457408,35.33665889,0.0,9.648001,64.869873046875																					
39	Thu Jun 06 12:33:32 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:31.848,25.1745740																					
40	Thu Jun 06 12:33:33 GMT+03:00 2019,06-Ξ™ΞΟ...Ξ½-2019 12:33:32.850,25.17457408,35.33665888,0.0,3.216,64.84454345703125,0.0,-0.31846619,2.10900879,9.98583984,0.04981896,-,-,-,-,-,19.2156868,879,0.01474327,0.28458753,0.004																					

Θεωρητικά υπό αυτήν την μορφή τα αρχεία μπορούν να εισαχθούν σε προγράμματα στατιστικής επεξεργασίας (excel,Matlab), χωρίς περαιτέρω μετατροπές.

Πρακτικά όμως η αποκωδικοποίηση και η εισαγωγή τους στα προγράμματα, δεν ήταν άμεσα δυνατή. Συνεπώς αποκωδικοποιήσεις του αρχείου που δεν ήταν αναγνώσιμες και σίγουρα δεν θα μπορούσαν να ελεγχθούν για τυχόν λάθη καταγραφής, πόσο μάλλον για να εξαγάγουμε το οποιοδήποτε αποτέλεσμα από αυτά.

Τα προβλήματα σε αυτό το στάδιο προέκυπταν από την αναγνώριση των αριθμητικών τιμών ως απλό κείμενο, ή την παράληψη ανάγνωσης κομμάτων και αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μην αναγνωρίζονται οι καταγεγραμμένες τιμές και το αρχείο να μην είναι χρήσιμο. Λόγω της πολυπλοκότητας των αρχείων η απευθείας επεξεργασία τους ήταν αδύνατη. Για να ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο επιλέχθηκαν εναλλακτικά λογισμικά μετατροπής. Τα αρχεία csv μετατράπηκαν σε xlsx τα οποία αναγνωρίζει το excel.

Στην καταληκτική τους μορφή τα αρχεία, ήταν προσπελάσιμα και μπορούσαν να εντοπιστούν τα σφάλματα καταγραφής και να διορθωθούν χειροκίνητα ή με την χρήση των εργαλείων του excel.Παρακάτω παρουσιάζεται η τελική εικόνα των αρχείων (.xlsx):

40	Tue Jun 04 12:47:12 GMT+03:00 2019	47:11,9	25,17455916	35,33661374	0		3,216	62,17474365	0	-0,36395264	8,94445801	4,32115173	0,03312773	-	-	-	?				
41	Tue Jun 04 12:47:13 GMT+03:00 2019	47:12,9	25,17456341	35,33661261	0		3,216	62,15380859	0	-0,26579285	8,7792511	4,27326965	0,01468158	-	-	-	?				
42	Tue Jun 04 12:47:14 GMT+03:00 2019	47:13,9	25,17456558	35,33661094	0		3,216	62,28198242	0	-0,1963501	9,03303528	4,4336853	0,03261086	-	-	-	?				
43	Tue Jun 04 12:47:15 GMT+03:00 2019	47:14,9	25,17456652	35,33661051	0		3,216	62,49389648	0	-0,47169495	8,865448	4,59648132	0,03328803	-	-	-	?				
44	Tue Jun 04 12:47:16 GMT+03:00 2019	47:15,9	25,17456652	35,33661072	0		3,216	62,49090576	0	-0,38310242	8,91093445	4,45043945	0,03267327	-	-	-	?				
45	Tue Jun 04 12:47:17 GMT+03:00 2019	47:16,9	25,17456649	35,33661073	0		3,216	62,49945068	0	-0,45252991	8,74812317	4,57493591	0,03025986	-	-	-	?				
46	Tue Jun 04 12:47:18 GMT+03:00 2019	47:17,9	25,17456642	35,33661076	0		3,216	62,49542236	0	0,13404846	9,02824402	4,41213989	0,03309932	-	-	-	?				
47	Tue Jun 04 12:47:19 GMT+03:00 2019	47:18,9	25,17456625	35,33661064	0		3,216	62,50982666	0	-0,23945618	8,89656067	4,10568237	0,03082115	-	-	-	2	?			
48	Tue Jun 04 12:47:20 GMT+03:00 2019	47:19,9	25,17456626	35,33661058	0		3,216	62,52770996	0	-0,55070496	9,35626221	3,73936462	0,032191	-	-	-	2	?			
49	Tue Jun 04 12:47:21 GMT+03:00 2019	47:20,9	25,17456621	35,33661049	0		3,216	62,53674316	0	-1,02954102	9,22457886	3,53346252	0,02997953	-	-	-	2,5	?			
50	Tue Jun 04 12:47:22 GMT+03:00 2019	47:21,9	25,17455941	35,33661312	0,64		3,216	62,15808105	256,2	-0,77575684	9,05218506	4,28523254	0,03144477	-	-	-	3,75		398,7279663		
51	Tue Jun 04 12:47:23 GMT+03:00 2019	47:22,9	25,17455339	35,33660404	1,79		3,216	60,13696289	297,3	-0,58181763	9,3969574	3,60289001	0,02932467	-	-	-	5,142857		61,17814636		
52	Tue Jun 04 12:47:24 GMT+03:00 2019	47:23,9	25,17452888	35,33661319	2,19		4,288	61,48339844	277,9	0,03109741	9,60525513	3,12405396	0,03801181	-	-	-	6,5		30,76638794		
53	Tue Jun 04 12:47:25 GMT+03:00 2019	47:24,9	25,17448854	35,33661785	3,23		4,288	62,10919189	278	-0,10777283	8,49194336	4,31396484	0,02338667	-	-	-	7,583333		30,76638794		
54	Tue Jun 04 12:47:26 GMT+03:00 2019	47:25,9	25,17444844	35,33661817	3,63		4,288	62,14080811	269,6	-0,12892261	9,34667969	3,74415588	0,03063716	-	-	-	8,5		15,77551746		
55	Tue Jun 04 12:47:27 GMT+03:00 2019	47:26,9	25,17440617	35,33661726	4,04		4,288	63,11529541	270,2	-0,19874573	9,13598633	3,7585144	0,02773518	-	-	-	9,705882		10,66866207		
56	Tue Jun 04 12:47:28 GMT+03:00 2019	47:27,9	25,17435674	35,33661643	4,58		4,288	62,81195068	268,4	-0,11256409	9,13470154	3,86146545	0,03193262	-	-	-	10,57895		7,82508802		
57	Tue Jun 04 12:47:29 GMT+03:00 2019	47:28,9	25,1742853	35,33661608	5,23		4,288	63,17071533	270,8	-0,25141907	9,00909424	4,22299194	0,03264236	-	-	-	11,86364		5,99407434		
58	Tue Jun 04 12:47:30 GMT+03:00 2019	47:29,9	25,17421757	35,33661529	5,99		4,288	64,02038574	274,7	-0,2538147	8,49433899	4,63719177	0,03001428	-	-	-	12,58333		5,04274702		
59	Tue Jun 04 12:47:31 GMT+03:00 2019	47:30,9	25,17414766	35,33661993	6,05		5,36	64,62231445	276,3	-0,49324036	8,91812134	4,63719177	0,02791515	-	-	-	13,19231		4,0520916		
60	Tue Jun 04 12:47:32 GMT+03:00 2019	47:31,9	25,17408191	35,33661704	5,7		4,288	66,16351318	275,3	-0,7230835	8,73616028	4,81196594	0,03764112	-	-	-	13,75862		4,0520916		
61	Tue Jun 04 12:47:33 GMT+03:00 2019	47:32,9	25,17403679	35,3366037	4,49		4,288	67,53283691	266,6	-0,85476685	8,98036194	4,80957031	0,04579304	-	-	-	13,96774		3,51288295		
62	Tue Jun 04 12:47:34 GMT+03:00 2019	47:33,9	25,17397529	35,33658423	4,65		5,36	71,34063721	259,4	0,44290161	8,86784363	4,04342651	0,01945041	-	-	-	14,11765		3,12584138		
63	Tue Jun 04 12:47:35 GMT+03:00 2019	47:34,9	25,17392467	35,3365759	4,24		5,36	69,37756348	250,8	-1,36233521	9,64834595	4,23017883	0,02924707	-	-	-	14,16667		2,85920906		
64	Tue Jun 04 12:47:36 GMT+03:00 2019	47:35,9	25,17387371	35,33656083	4,36		5,36	70,36914063	240,8	-1,99200439	9,11444092	3,85188293	0,03707765	-	-	-	14,35897		2,59836006		
65	Tue Jun 04 12:47:37 GMT+03:00 2019	47:36,9	25,17384028	35,33653209	4,58		5,36	69,63293457	216,8	-1,67835999	8,96839905	3,66514587	0,04938611	-	-	-	14,4878		2,40088081		
66	Tue Jun 04 12:47:38 GMT+03:00 2019	47:37,9	25,17381857	35,33649219	5,09		5,36	70,14471436	195,9	-1,72625732	8,99234009	3,72259521	0,04063202	-	-	-	14,77273		2,40088081		
67	Tue Jun 04 12:47:39 GMT+03:00 2019	47:38,9	25,17380331	35,33644501	5,12		4,288	69,67321777	176,9	-1,67597961	9,10964966	3,53346252	0,04338972	-	-	-	15,08511		2,22664881		
68	Tue Jun 04 12:47:40 GMT+03:00 2019	47:39,9	25,17381203	35,33638326	5,3		4,288	69,35107422	160,5	-1,37908936	8,99473572	3,39219666	0,01880923	-	-	-	15,30612		2,06864095		
69	Tue Jun 04 12:47:41 GMT+03:00 2019	47:40,9	25,17382525	35,33633528	5,52		4,288	68,46026611	148,1	-1,01277161	9,0138855	3,68908691	0,03282682	-	-	-	15,52941		1,9107399		
70	Tue Jun 04 12:47:42 GMT+03:00 2019	47:41,9	25,17383996	35,33629052	5,53		5,36	69,050354	156,4	-0,55548096	9,35386658	4,35227966	0,05351965	-	-	-	15,90741		1,78434956		
71	Tue Jun 04 12:47:43 GMT+03:00 2019	47:42,9	25,17388529	35,33624048	6,21		4,288	68,77502441	146,5	-0,18917847	8,79122925	4,11045837	0,02633641	-	-	-	16,125		1,66885388		
72	Tue Jun 04 12:47:44 GMT+03:00 2019	47:43,9	25,17392963	35,33620053	6,11		4,288	68,03625488	140,9	0,22502136	8,75531006	4,44325256	0,02041121	-	-	-	16,37288		1,66885388		
73	Tue Jun 04 12:47:45 GMT+03:00 2019	47:44,9	25,17396455	35,33616705	5,59		4,288	67,45404053	136,4	0,11010742	8,8989563	4,45762634	0,03698272	-	-	-	16,4918		1,57375085		
74	Tue Jun 04 12:47:46 GMT+03:00 2019	47:45,9	25,17400085	35,33613135	5,43		3,216	67,48864746	137,6	0,34472656	8,84867859	4,49113464	0,03114682	-	-	-	16,57813		1,47813106		
75	Tue Jun 04 12:47:47 GMT+03:00 2019	47:46,9	25,17404328	35,33608364	4,93		3,216	66,51208496	142,1	0,55781555	8,66911316	5,02026367	0,04255323	-	-	-	16,56061		1,41233993		
76	Tue Jun 04 12:47:48 GMT+03:00 2019	47:47,9	25,17407584	35,33604952	4,27		3,216	65,87438965	147,5	0,50514221	8,67869568	4,80477905	0,04318991	-	-	-	16,1913		1,36458242		
77	Tue Jun 04 12:47:49 GMT+03:00 2019	47:48,9	25,17409885	35,33602083	3,64		3,216	64,90100098	154,8	-0,0191803	8,70503235	5,03222656	0,03336489	-	-	-	16,16901		1,33556342		

Σε αυτό το σημείο κάθε καταγεγραμμένη μεταβλητή έχει χωριστεί σε μία στήλη, το αρχείο είναι προσπελάσιμο και μπορεί να προχωρήσει σε περαιτέρω στατιστική επεξεργασία.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την πορεία της διαδρομής που έγινε το πείραμα:



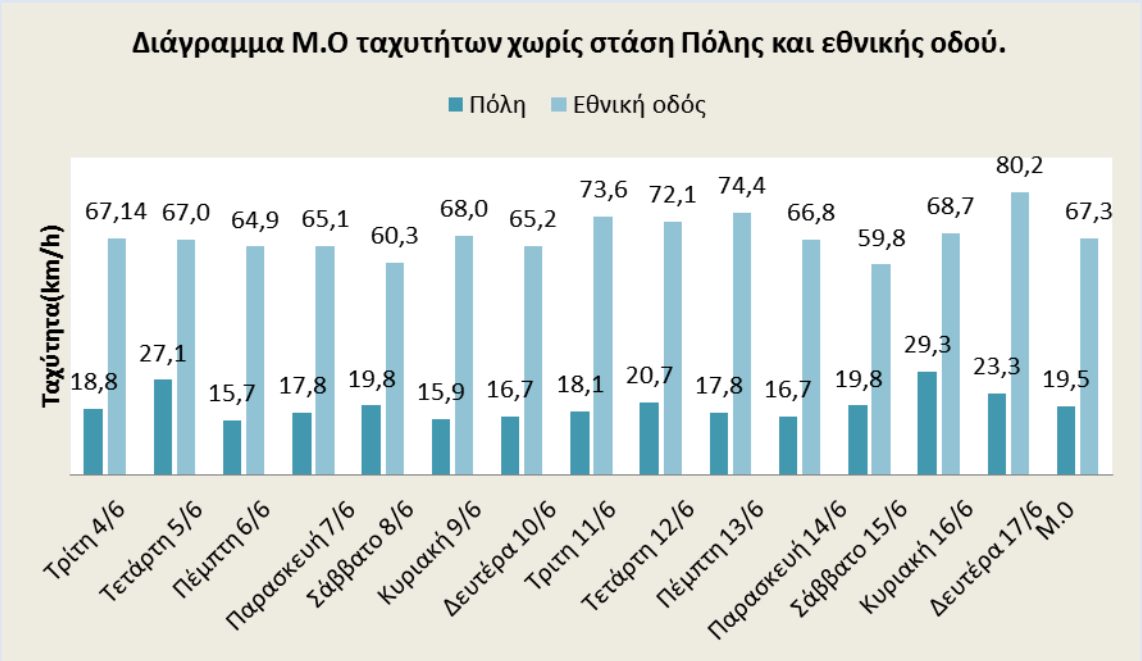
9.1 Επεξεργασία δεδομένων.

Αρχικά στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η διαφορά στην γραφική παράσταση ταχύτητας συναρτήσει του χρόνου από το (OBD) και από την εξομάλυνση που έγινε σε αυτήν. Η εξομάλυνση στην ταχύτητα έγινε για την πιο ομαλή απεικόνιση των διαγραμμάτων όπου είναι και η ταχύτητα μέσα.

Στην συνέχεια από την ανάλυση των δεδομένων δημιουργήθηκαν γραφικές παραστάσεις που απεικονίζουν την κυκλοφοριακή κατάσταση από το αεροδρόμιο στον γιόφυρο μέσα από την πόλη και μέσω της εθνικής οδού για τα δύο ρεύματα κυκλοφορίας, αφού όπως είπαμε παραπάνω η διαδρομή αντιστράφηκε την δεύτερη εβδομάδα του πειράματος.

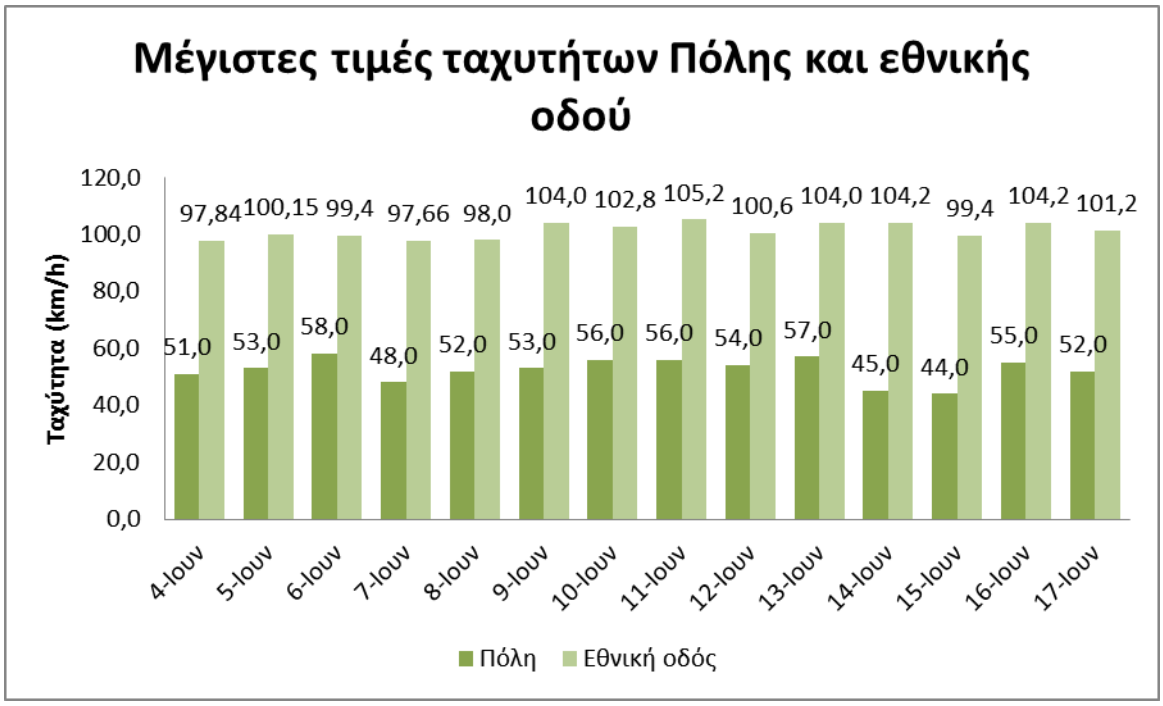
Οι υπολογισμοί που έγιναν αφορούσαν τον μέσο όρο για την ταχύτητα χωρίς στάσεις, τις μέγιστες τιμές ταχύτητας, τον μέσο όρο κίνησης και στάσης, το ποσοστό κίνησης και στάσης εντός πόλης, τις στάσεις του οχήματος ανά ημέρα, τον μέσο όρο επιτάχυνσης και επιβράδυνσης.

9.1.1 Διάγραμμα μέσου όρου ταχύτητας χωρίς στάσεις



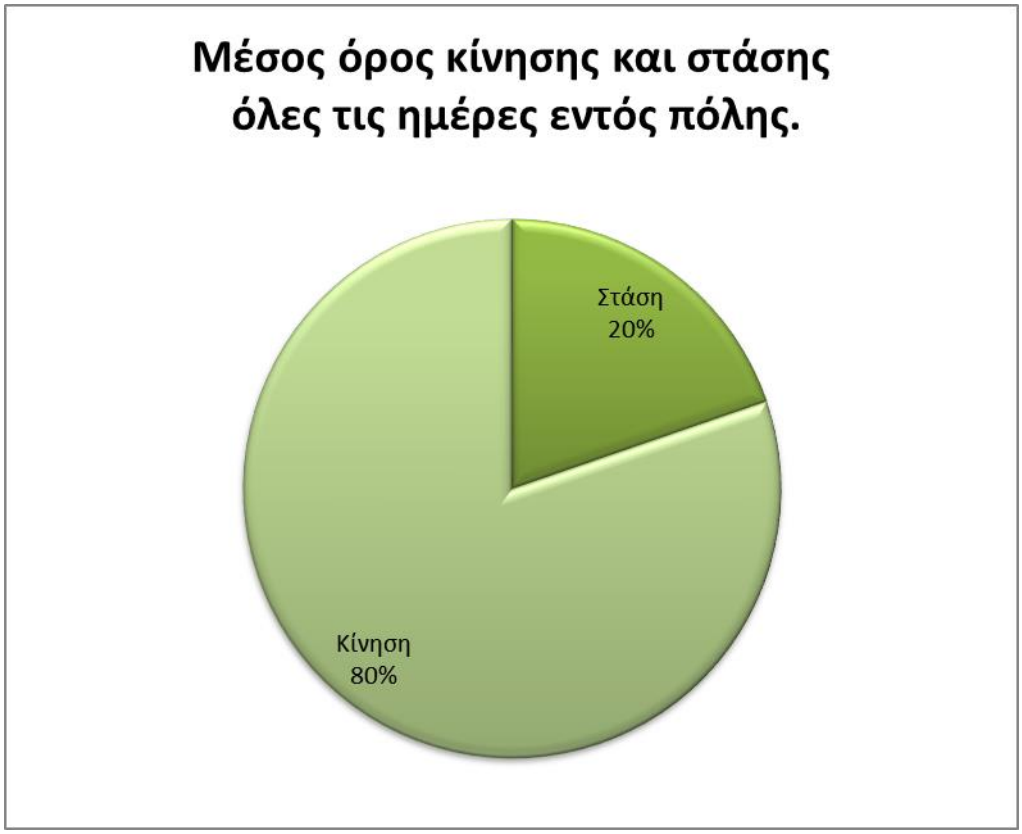
Οι ταχύτητες εντός αλλά και εκτός πόλης κινήθηκαν σε χαμηλά επίπεδα, στην πόλη λόγω ότι η διαδρομή έγινε από κεντρική αρτηρία με κυκλοφοριακή συμφόρηση και πεζούς που διέσχιζαν τον δρόμο και στην εθνική λόγω ότι το κομμάτι της εθνικής που πραγματοποιήθηκε η διαδρομή είχε εισόδους και εξόδους με συχνή διέλευση οχημάτων.

9.1.2 Διάγραμμα μέγιστων ταχυτήτων πόλης και εθνικής.



Αν και όπως αναφέραμε παραπάνω οι διαδρομές πραγματοποιήθηκαν με αυξημένη παρουσία οχημάτων, σε κάποια κομμάτια τους υπήρχε το περιθώριο για περαιτέρω αύξηση της ταχύτητας μέσα στην πόλη ή για κάποια προσπέραση στην εθνική.

9.1.3 Διάγραμμα μέσου όρου στάσης και κίνησης εντός πόλης.



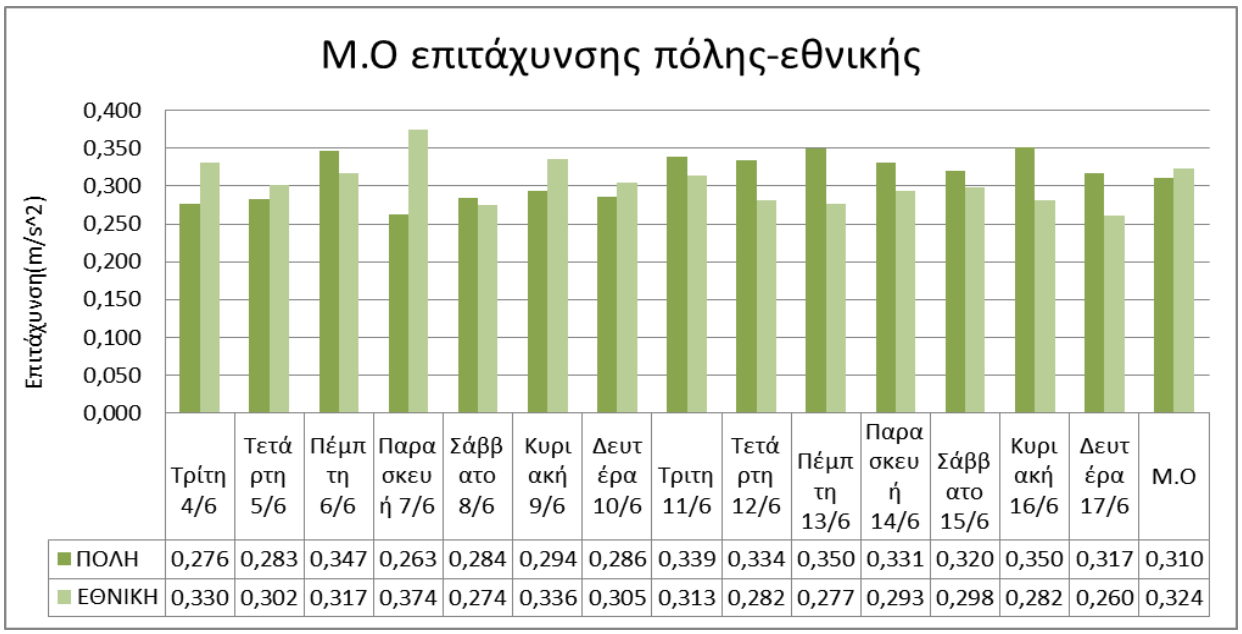
Στην πόλη τον περισσότερο χρόνο η κίνηση επέτρεπε την κίνηση του οχήματος με μικρή ταχύτητα, ενώ υπήρχε και ένα κομμάτι όπου το αυτοκίνητο σταματούσε εντελώς λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης, φαναριών ή πεζών που διέσχιζαν τον δρόμο.

9.1.4 Διάγραμμα στάσεων οχήματος ανά ημέρα.



Οι στάσεις του οχήματος έγιναν όλες φυσικά στις διαδρομές εντός πόλης αφού δεν υφίσταται στάση πάνω στην εθνική οδό. Παρατηρήθηκαν πολύ λίγες στάσεις σε 3 μέρες λόγω απουσίας οχημάτων στις κεντρικές αρτηρίες της πόλης.

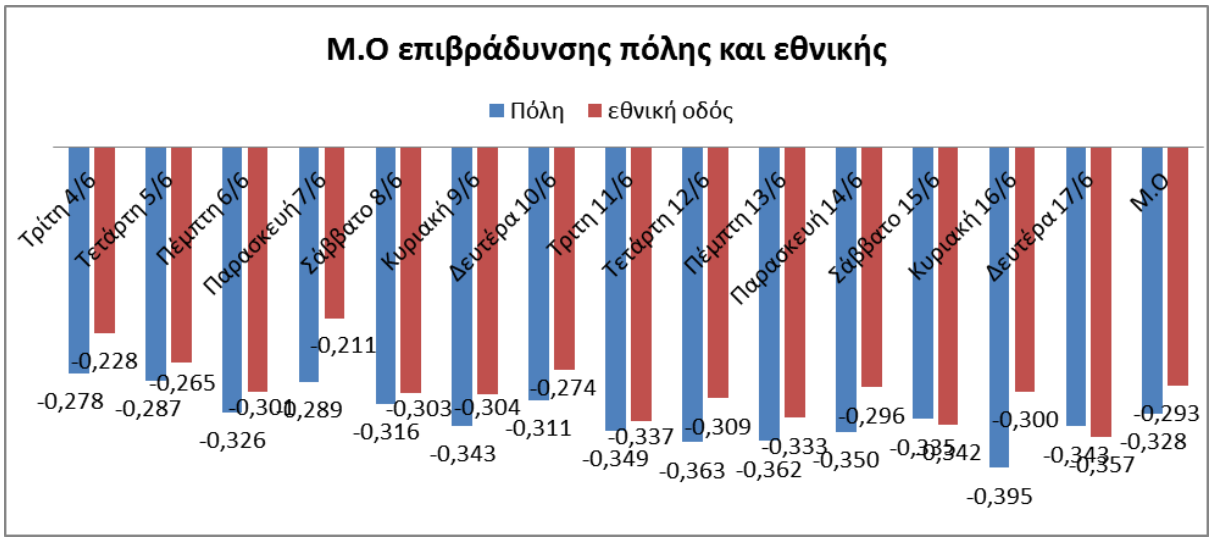
9.1.5 Διάγραμμα μέσου όρου επιτάχυνσης πόλης και εθνικής.



	Τρίτη 4/6	Τετάρτη 5/6	Πέμπτη 6/6	Παρασκευή 7/6	Σάββατο 8/6	Κυριακή 9/6	Δευτέρα 10/6	Τριτη 11/6	Τετάρτη 12/6	Πέμπτη 13/6	Παρασκευή 14/6	Σάββατο 15/6	Κυριακή 16/6	Δευτέρα 17/6	Μ.Ο
ΠΟΛΗ	0,276	0,283	0,347	0,263	0,284	0,294	0,286	0,339	0,334	0,350	0,331	0,320	0,350	0,317	0,310
ΕΘΝΙΚΗ	0,330	0,302	0,317	0,374	0,274	0,336	0,305	0,313	0,282	0,277	0,293	0,298	0,282	0,260	0,324

Σε γενικές γραμμές οι επιταχύνσεις πόλης και εθνικής είναι κοντά λόγω της ομαλής μεταβολής της ταχύτητας στην προσπάθεια για μια οικολογική οδήγηση.

9.1.6 Διάγραμμα μέσου όρου επιβράδυνσης πόλης και εθνικής.



Επίσης στην επιβράδυνση υπήρχε η αντίστοιχη ομαλότητα, με την εκτίμηση των συνθηκών οδήγησης δεν χρειάστηκε απότομη πέδη του αυτοκινήτου.

9.1.7 Πίνακας 15: Χρονική στιγμή εκκίνησης διαδρομών.

	διαρκεια σε sec	διαρκεια σε min
Tue Jun 04 12:47:12 GMT+03:00 2019	2045	34,1
Wed Jun 05 12:32:17 GMT+03:00 2019	1995	33,3
Thu Jun 06 12:36:17 GMT+03:00 2019	1767	29,5
Fri Jun 07 12:15:37 GMT+03:00 2019	2117	35,3
Sat Jun 08 12:32:51 GMT+03:00 2019	1554	25,9
Sun Jun 09 12:26:24 GMT+03:00 2019	1024	17,1
Mon Jun 10 12:03:00 GMT+03:00 2019	2559	42,7
Tue Jun 11 12:06:45 GMT+03:00 2019	2186	36,4
Wed Jun 12 11:39:28 GMT+03:00 2019	1673	27,9
Thu Jun 13 13:12:10 GMT+03:00 2019	2032	33,9
Fri Jun 14 12:12:09 GMT+03:00 2019	2079	34,7
Sat Jun 15 12:26:26 GMT+03:00 2019	1484	24,7
Sun Jun 16 13:17:05 GMT+03:00 2019	1063	17,7
Mon Jun 17 12:23:00 GMT+03:00 2019	1385	23,1

Πίνακας 16:Πίνακας αντιπροσωπευτικής διαδρομής πόλης.

Ονομασία	Μέσες τιμές μετρήσεων	Αντιπροσωπευτική διαδρομή	Ομοιότητα(%)
Διάρκεια (sec)	**1783**	**1767**	**99,1**
Μέση ωριαία ταχύτητα χωρίς στάση (Km/h)	**18,5**	**16,8**	**90,8**

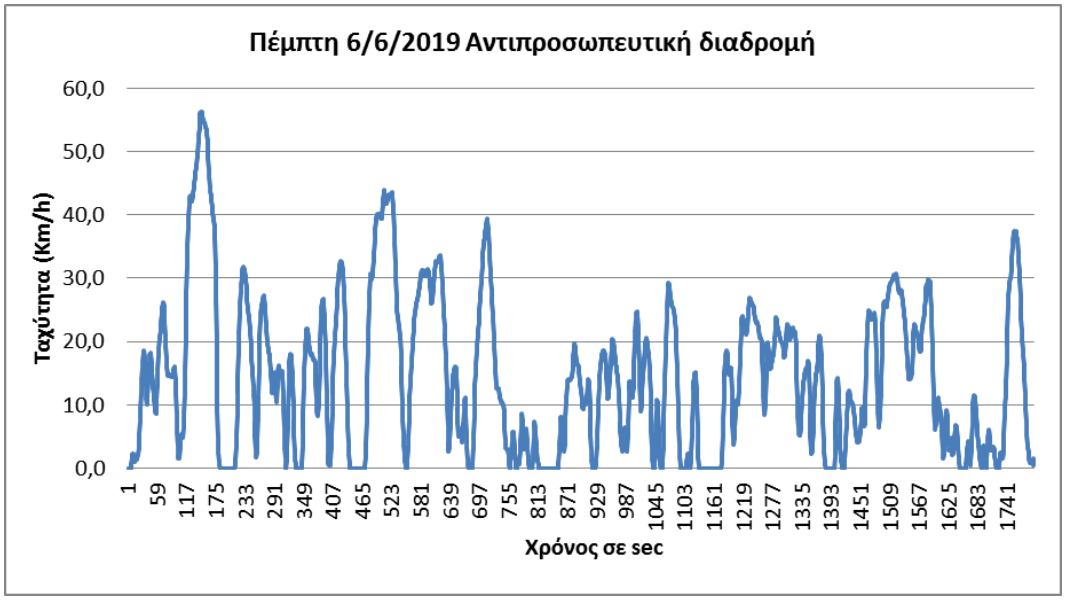
Μέση επιτάχυνση (m/s^2)	**0,310**	**0,347**	**89,3**
Μέση επιβράδυνση (m/s^2)	**-0,328**	**-0,326**	**99,4**
Ποσοστό στάσης (%)	**31,53**	**16,81**	**53,31**
Αριθμός στάσεων	**22**	**22**	**100**
Μέση ωριαία ταχύτητα (Km/h)	**15**	**14,4**	**99,96**

Η αντιπροσωπευτική διαδρομή πόλης πραγματοποιήθηκε την Πέμπτη 6/6/19 με κριτήριο την σύγκριση της με όλα τα δεδομένα των 14 ημερών του πειράματος για τους μεταβλητές:

- Διάρκεια
- Μέση ωριαία ταχύτητα χωρίς στάση (km/h)
- Μέση ωριαία ταχύτητα (km/h)
- Μέση επιτάχυνση (m/s2)
- Μέση επιβράδυνση(m/s^2)
- Ποσοστό στάσης (%)
- Αριθμός στάσεων.

Η διαδρομή της πέμπτης 6/6/19 είχε την λιγότερη απόκλιση σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες, μόνο στο ποσοστό στάσης είχε αρκετή απόκλιση αλλά συγκεντρωτικά είχε την λιγότερη.

9.1.8 Διάγραμμα εξομάλυνσης ταχύτητας και χρόνου αντιπροσωπευτικής διαδρομής πόλης.



9.1.9 Πίνακας 17: Αντιπροσωπευτική διαδρομή εθνικής οδού.

Ονομασία	Μέσες τιμές μετρήσεων	Αντιπροσωπευτική διαδρομή	Ομοιότητα(%)
Διάρκεια (s)	**506**	**511**	**99,0**
Μέση ωριαία ταχύτητα χωρίς στάση (Km/h)	**67,3**	**68,0**	**99,0**
Μέση επιτάχυνση (m/s^2)	**0,277**	**0,270**	**97,5**

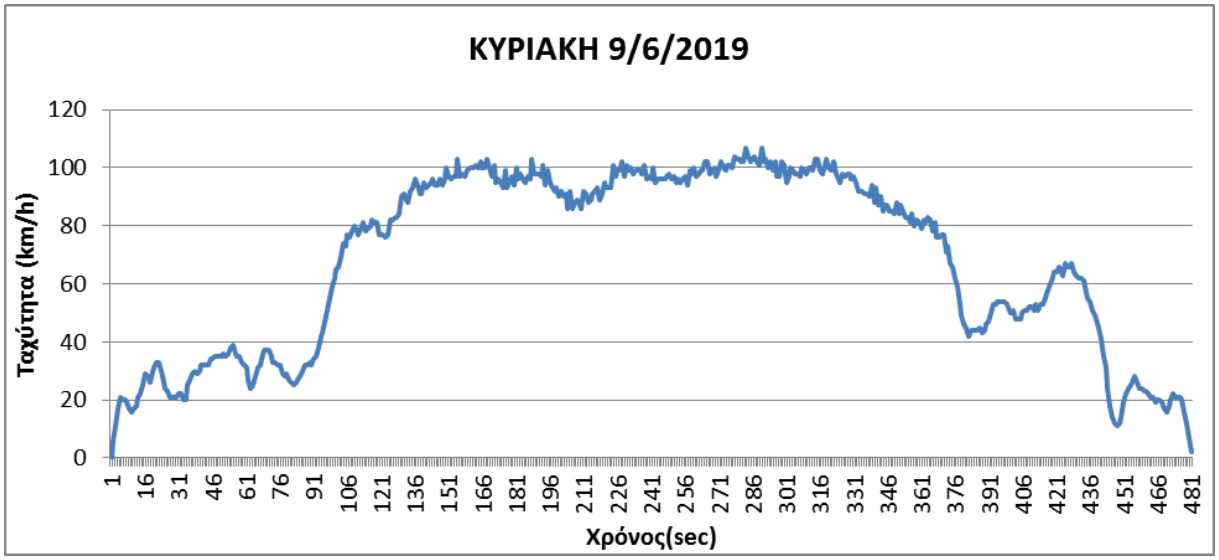
Μέση επιβράδυνση (m/s^2)	**-0,293**	**-0,304**	**96,4**
Μέση ωριαία ταχύτητα (Km/h)	**64,53**	**64,280**	**99,6**

Η αντιπροσωπευτική διαδρομή για την εθνική οδό πραγματοποιήθηκε την Κυριακή 9/6/19 με κριτήρια:

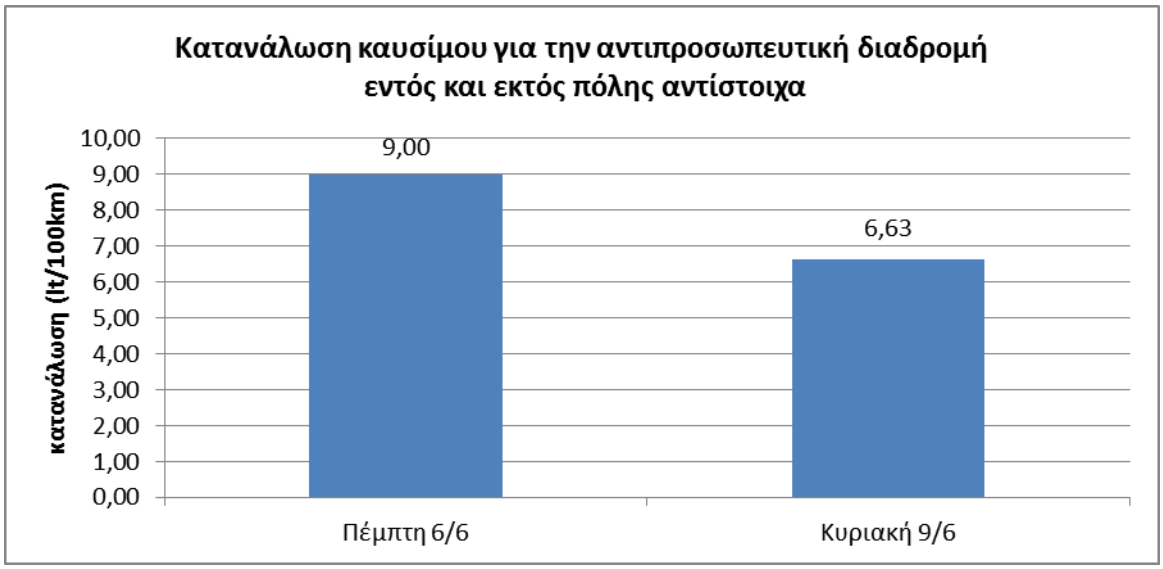
- Την διάρκεια (s)
- Την μέση ωριαία ταχύτητα χωρίς στάση (km/h)
- Την μέση ωριαία ταχύτητα (km/h)
- Την μέση επιτάχυνση (m/s2)
- Την μέση επιβράδυνση (m/s2)

Κριτήρια όπως η στάση και το ποσοστό στάσης δεν υφίσταται για οδήγηση σε εθνική οδό .Η Κυριακή είχε πολλή μεγάλη ομοιότητα με το σύνολο των δεδομένων των κριτηρίων που αναφέραμε.

9.1.10 Διάγραμμα εξομάλυνσης ταχύτητας και χρόνου αντιπροσωπευτικής διαδρομής εθνικής.

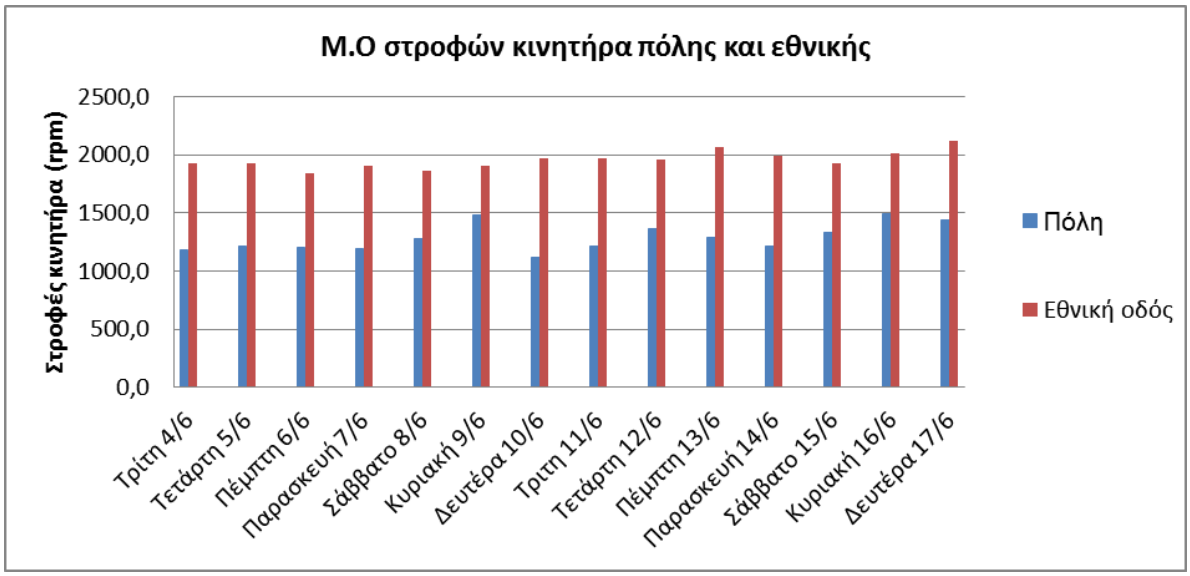


9.1.11 Διάγραμμα κατανάλωσης καυσίμου για τις αντιπροσωπευτικές διαδρομές.



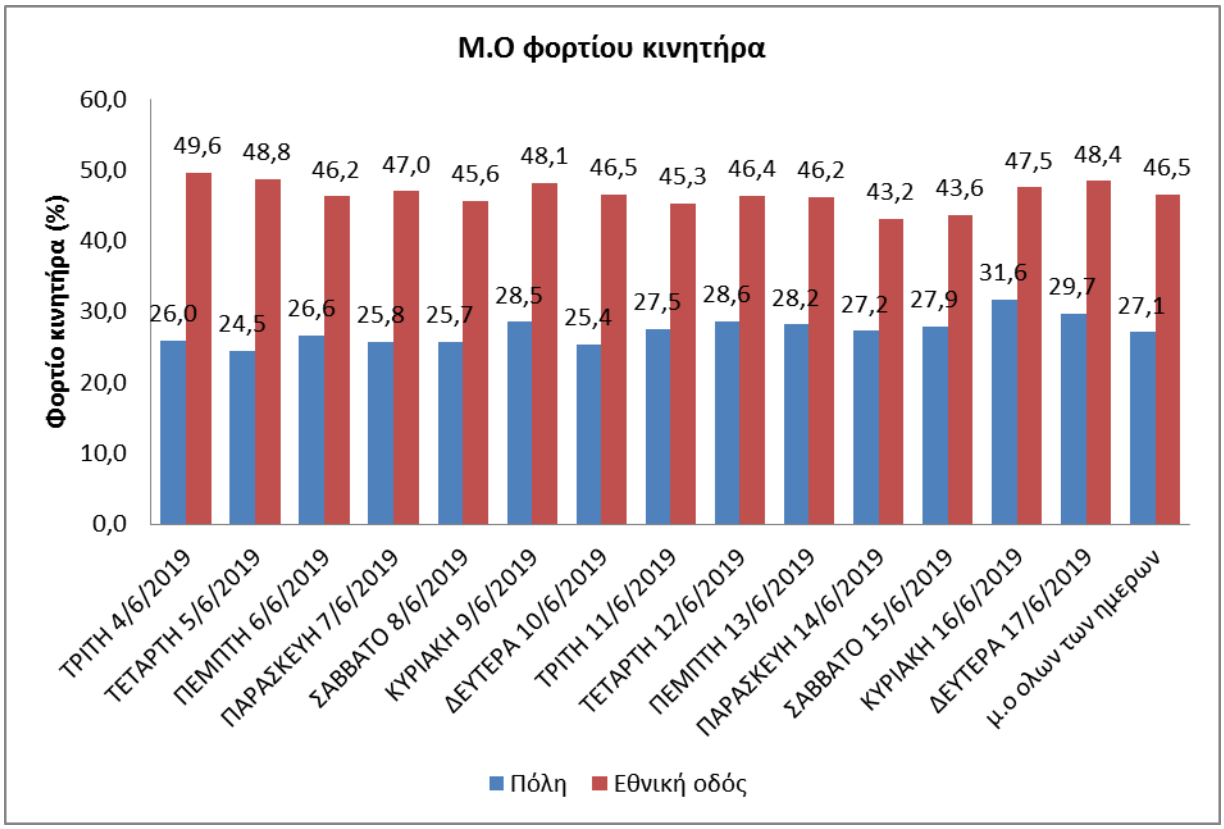
Η κατανάλωση είναι εμφανώς αυξημένη στην διαδρομή εντός πόλης λόγω του πλούσιου μίγματος καυσίμου που απαιτείται στο σταμάτα-ξεκίνα, στις συνθήκες οδήγησης εντός πόλης και στον χρόνο που το αυτοκίνητο ήταν αναμμένος ο κινητήρας.

9.1.12 Διάγραμμα μέσου όρου στροφών του κινητήρα.



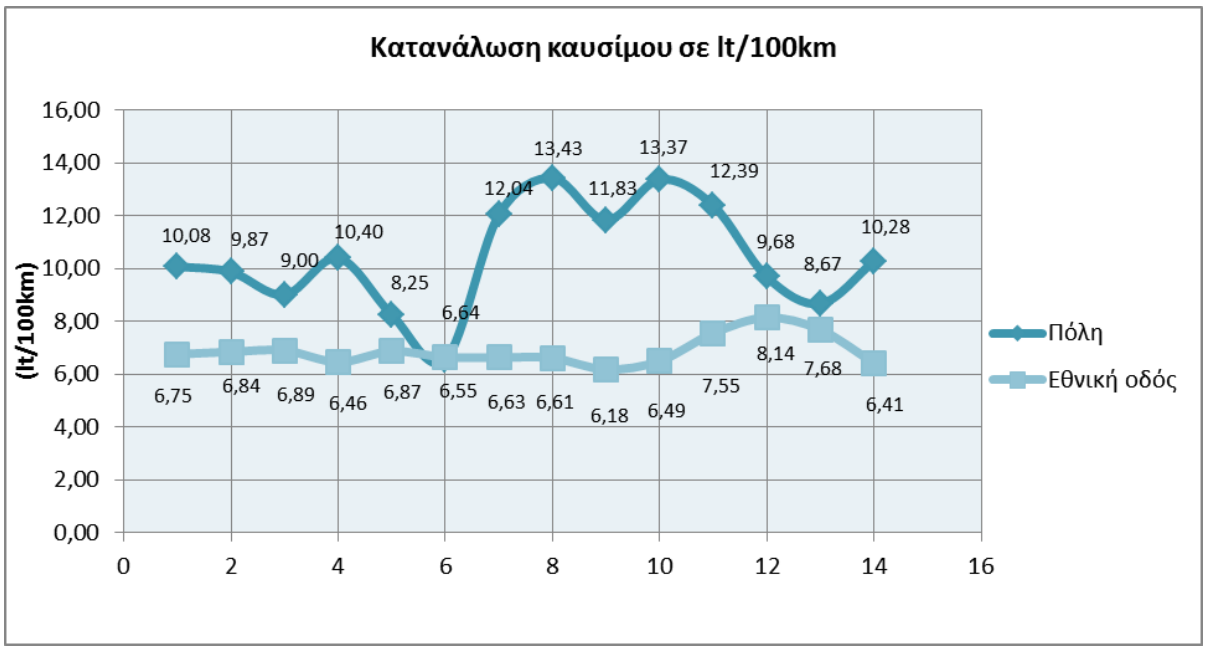
Εντός πόλης λόγω των πολλών στάσεων έχουμε χαμηλό μέσο όρο στροφών του κινητήρα, αντίθετα στην εθνική οδό κινούμασταν μέσα στο εύρος στροφών με την μεγαλύτερη ροπή (1900-2750 rpm), άρα και την καλύτερη απόδοση του κινητήρα.

9.1.13 Διάγραμμα μέσου όρου φορτίου του κινητήρα.



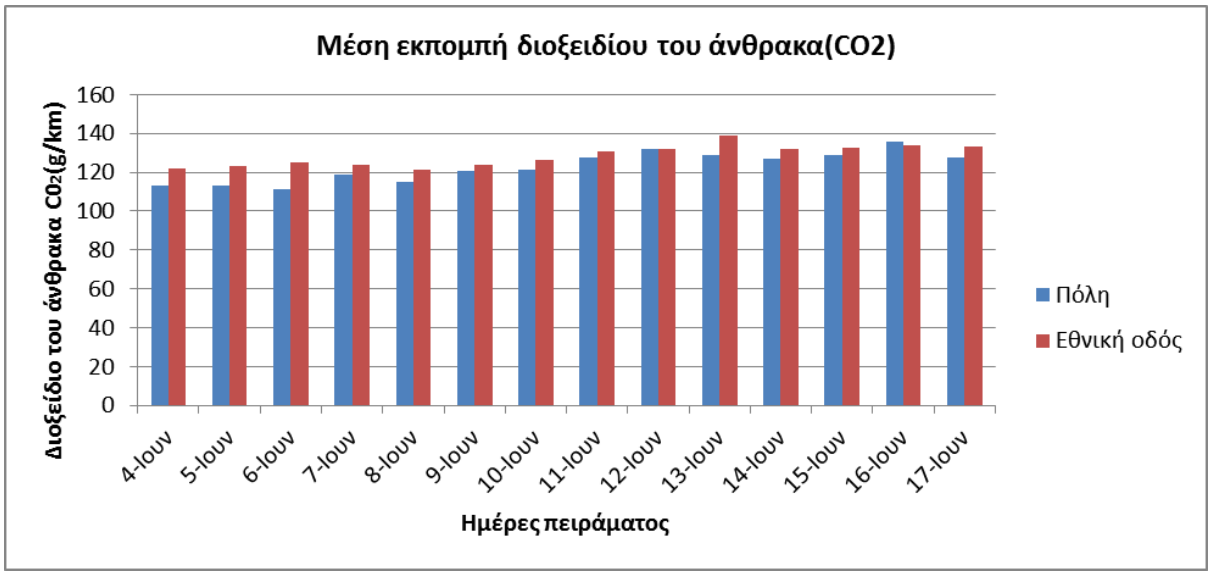
Το φορτίο του κινητήρα είναι με διαφορά περισσότερο στην κίνηση στην εθνική οδό, αυτό συμβαίνει λόγω αυξημένων τριβών εφόσον ο κινητήρας καλείται να μεταφέρει την μάζα του αυτοκινήτου πιο γρήγορα ενώ ταυτόχρονα πρέπει να υπερνικήσει την αντίσταση του αέρα.

9.1.14 Διάγραμμα κατανάλωσης καυσίμου όλες τις ημέρες.



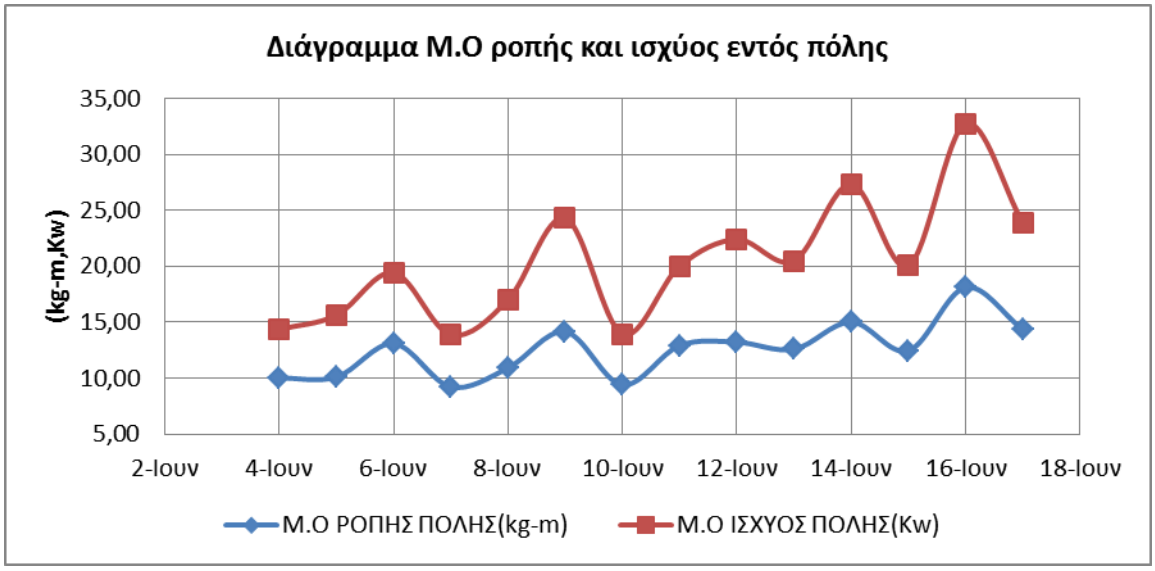
Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η διαφορά στην κατανάλωση καυσίμου, εντός και εκτός πόλης, για τους λόγους που αναφέραμε και παρατηρούμε ότι η κατανάλωση συγκλίνει τα σαββατοκύριακα όπου η κίνηση μέσα στην πόλη είναι ελάχιστη.

9.1.15 Διάγραμμα μέσης εκπομπής CO_2 πόλης και εθνικής οδού.



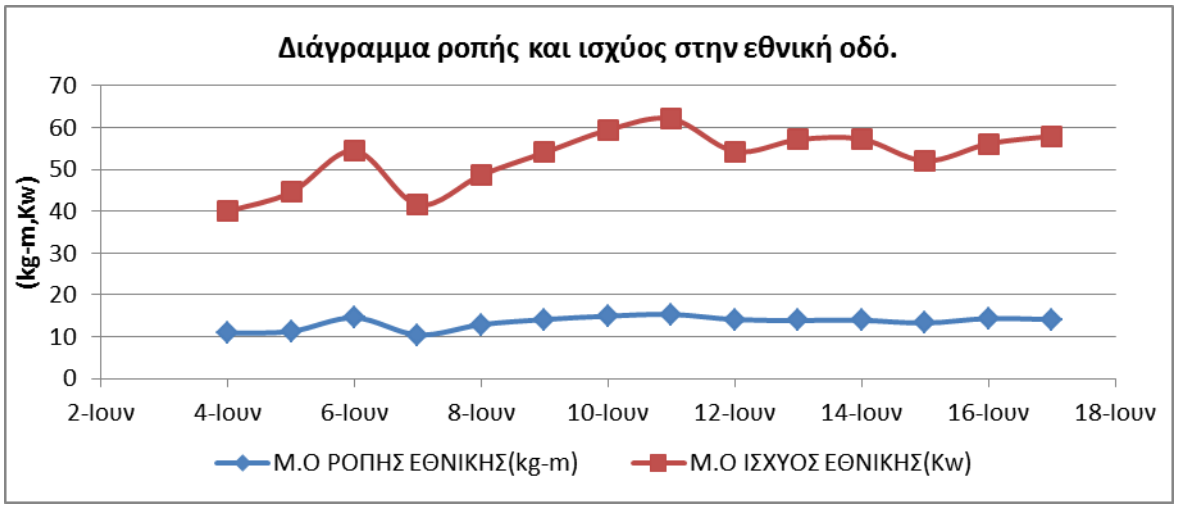
Η μέση εκπομπή CO2 κινήθηκε σε ελαφρώς αυξημένα επίπεδα από αυτά που δίνει ο κατασκευαστής τις περισσότερες μέρες, αυτό ίσως να οφείλεται στην φθορά του αυτοκινήτου αν ληφθεί υπόψη ότι είχε παραπάνω από 200 χιλιάδες χιλιόμετρα όταν έγιναν οι μετρήσεις. Επίσης οι ώρες λειτουργίας του για τα χιλιόμετρα που έχει είναι πολλές λόγω ότι είναι εκπαιδευτικό όχημα σχολής οδηγών.

9.1.16 Διάγραμμα ροπής και ισχύος εντός πόλης.



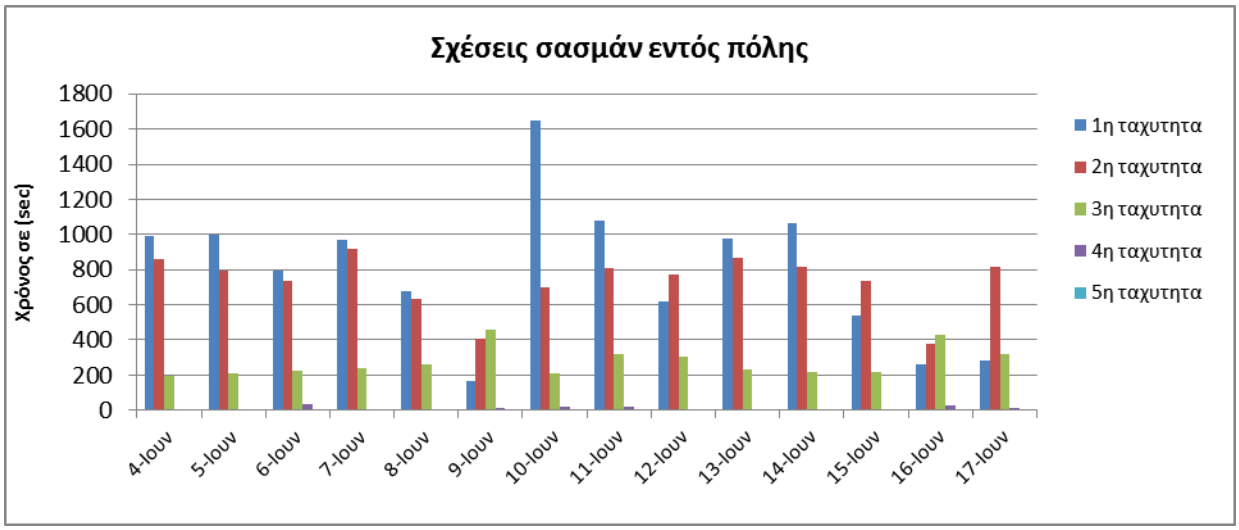
Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι ροπή και ισχύς ακολουθούν παρόμοιο κυματοειδές μοτίβο για το λόγο ότι στο εύρος στροφών που κινήθηκε το αυτοκίνητο μέσα στην πόλη η ισχύς και η ροπή αυξομειώνονται ταυτόχρονα, όπως φαίνεται στο διάγραμμα ανάλογα με τις ανάγκες της διαδρομής.

9.1.17 Διάγραμμα ροπής και ισχύος στην εθνική οδό.



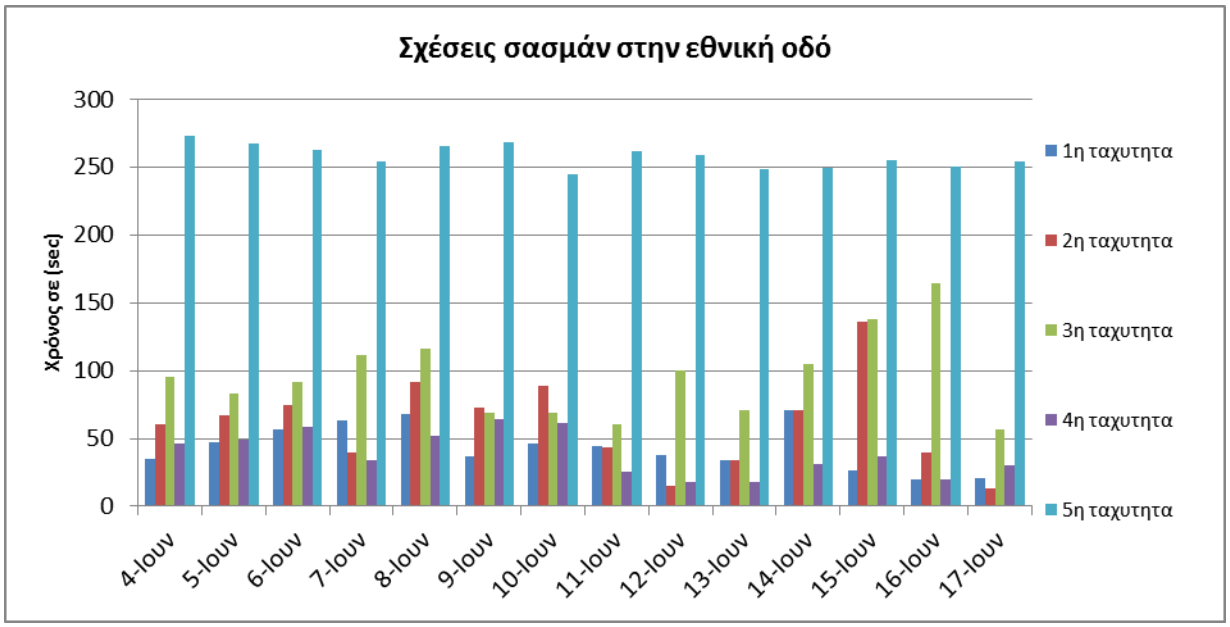
Στην εθνική οδό λόγω της ομαλότητας που υπήρχε οι ανάγκες για ροπή ήταν παρόμοιες και στην ισχύ είχαμε μικρή διακύμανση αναλόγως την κλίση του οδοστρώματος.

9.1.18 Ποσοτικό διάγραμμα σχέσεως μετάδοσης για την πόλη.



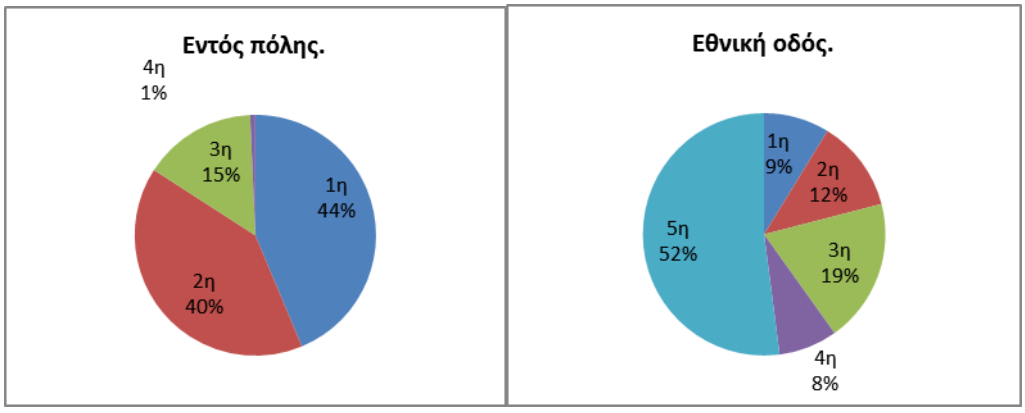
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, οι σχέσεις μετάδοσης που κυριάρχησαν στην πόλη ήταν κυρίως η 1η και η 2η και ακολουθεί η 3η , φυσικό επακόλουθο του χαρακτήρα που έχει μία πορεία σε περιβάλλον έντονης κίνησης.

9.1.19 Ποσοτικό διάγραμμα σχέσεως μετάδοσης για την εθνική.

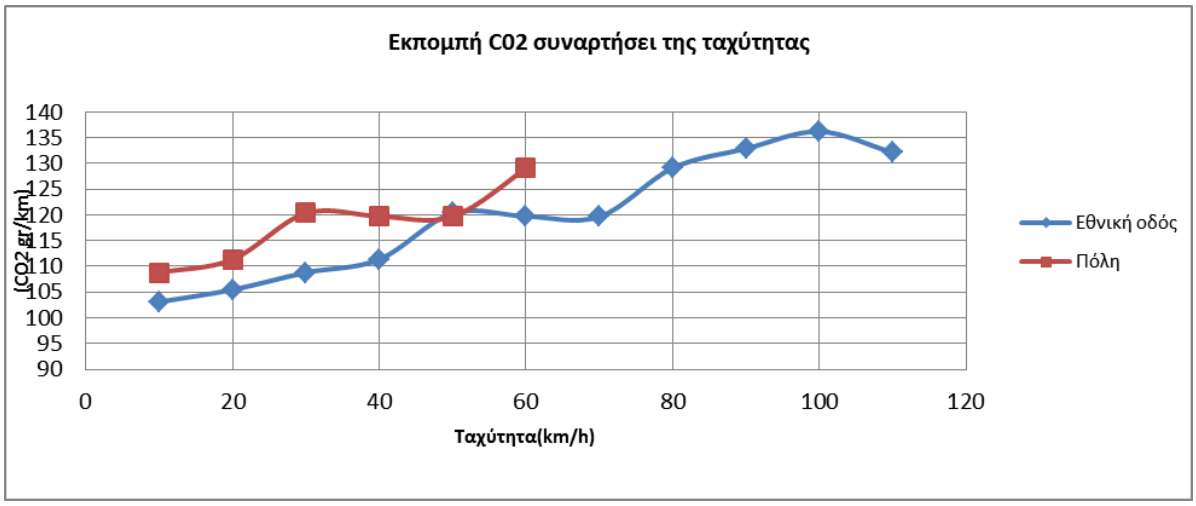


Αντίθετα στην εθνική οδό οι πρώτες σχέσεις μετάδοσης χρησιμοποιήθηκαν στην είσοδο της εθνικής, στην επιτάχυνση μέχρι την επιλογή της 5ης ταχύτητας στο σασμάν και τέλος στην έξοδο από την εθνική οδό. Η 5η ταχύτητα ήταν αυτή η οποία κυριάρχησε στην πορεία του οχήματος στην εθνική.

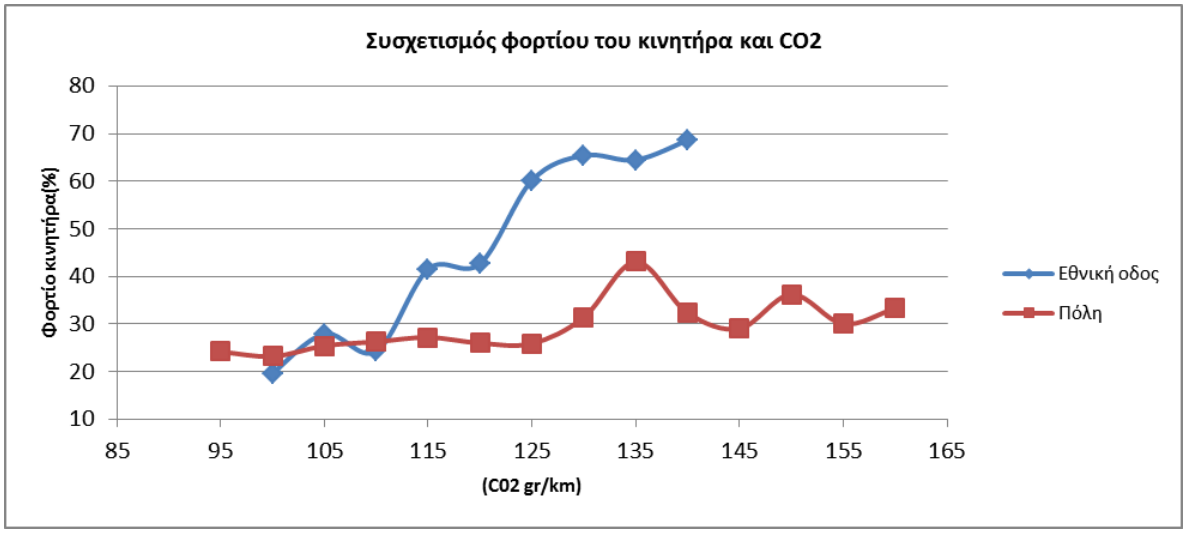
9.1.20 Πίτα χρήσης σχέσεων μετάδοσης όλων των ημερών για την πόλη και την εθνική οδό.



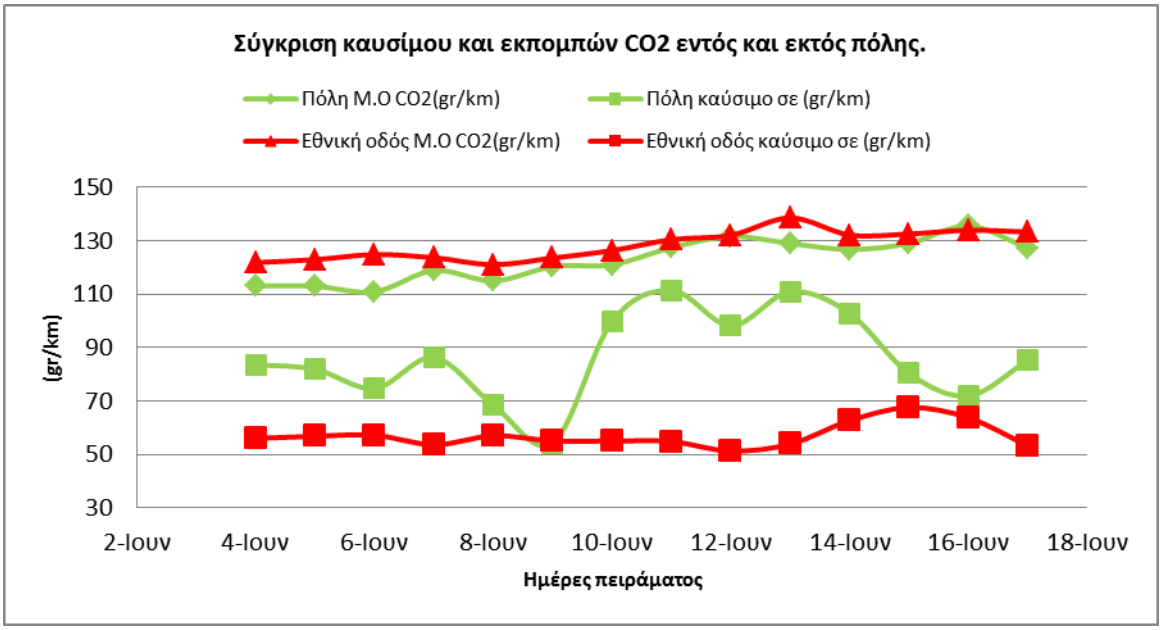
9.1.21 Διάγραμμα CO_2 και ταχύτητας για τις 2 διαδρομές.



9.1.22 Διάγραμμα φορτίου κινητήρα και CO_2.



9.1.23 Διάγραμμα κατανάλωσης και διοξειδίου του άνθρακα για την πόλη και την εθνική οδό.



Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρούμε την ελαφριά αύξουσα τάση που έχει η εκπομπή CO2 στα διαγράμματα με την ταχύτητας στην εθνική οδό πράγμα λογικό αφού είναι μεγέθη ανάλογα, το φορτίο του κινητήρα ενώ είναι αυξημένο στην εθνική έχουμε λιγότερες τιμές ρύπανσης με την πόλη όπου οι απαιτήσεις στο φορτίο του κινητήρα είναι μικρότερες. Και τέλος αν λάβουμε υπόψη ότι στην εθνική οδό χρειαστήκαμε το ¼ του χρόνου για να καλύψουμε την ίδια σχεδόν απόσταση και καταναλώσαμε και λιγότερο καύσιμο, είναι πιο οικολογική η μετακίνηση από την εθνική οδό. Σαν μέσο όρο CO2 οι διαδρομές είναι κοντά αλλά λόγω αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου στην πόλη η συνολική έκκληση CO2 και των υπόλοιπων ρύπων είναι ξεκάθαρα μεγαλύτερη.

10. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΟΜΟΙΌΤΗΤΑΣ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΜΕ ΚΥΚΛΟ WLTP

10.1 Σύγκριση αστικής διαδρομής .

Ονομασία	Τιμές αντιπροσωπευτικής διαδρομής πολης	Τιμές κύκλου(low+medium)	Ομοιότητα(%)
Διάρκεια(sec)	1767	1022	57,8
Μέση ωριαία ταχύτητα χωρίς στάση(km/h)	16,8	34,4	48,7
Μέγιστη επιτάχυνση(m/s^2)	0,347	1,222	28,4
Μέγιστη επιβράδυνση(m/s^2)	-1,888	-1,069	56,6
Ποσοστό στάσης(%)	16,81	19,86	84,6
Αριθμός στάσεων	22	6	27,2
Μέση ωριαία ταχύτητα(km/h)	14,4	27,6	52,1

Ο κύκλος οδήγησης της πόλης του Ηρακλείου έχει συνολική ομοιότητα 50,8% με το (low και medium) μέρος του κύκλου WLTP για οχήματα κατηγορίας 2.

10.2 Σύγκριση διαδρομής στην εθνική οδό.

Ονομασία	Αντιπροσωπευτική διαδρομή κύκλου εθνικής	Διαδρομή εθνικής κύκλου WLTP	Ομοιότητα(%)
Διάρκεια(s)	511	455	89
Μέση ωριαία ταχύτητα χωρίς στάση(km/h)	68	57,8	85
Μέγιστη επιτάχυνση(m/s^2)	1,166	0,85	72,8
Μέγιστη επιβράδυνση(m/s^2)	-1,5	-1,11	74
Μέση ωριαία ταχύτητα(km/h)	68	54	79,4

Το πειραματικό μέρος του κύκλου του Ηρακλείου για την εθνική οδό είναι όμοιο κατα 80% με το αντίστοιχο μέρος του κύκλου WLTP.

11. Συμπεράσματα - προτάσεις.

Από το αντιπροσωπευτικό προφίλ ταχύτητας-χρόνου (κύκλος οδήγησης) της πτυχιακής και τις αναλύσεις των μετρήσεων έχουμε μία εικόνα για την διαφορά της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος ανάμεσα στην μετακίνησή μας μέσω πόλης και εθνικής οδού.

Τα ποσοστά ομοιότητας των αντιπροσωπευτικών διαδρομών με το σύνολο των μετρήσεων βρίσκονται στο 90,26% για την πόλη και στο 98,3% για την εθνική γεγονός που σημαίνει ότι σε μεγάλο βαθμό η διαδρομή ήταν τυποποιημένη. Άρα για την συγκεκριμένη διαδρομή δεν χρειάζονται παραπάνω μετρήσεις.

Ο παραπάνω κύκλος είναι όμοιως κατά 50,8% για την διαδρομή πόλης και κατά 80% όμοιως για την διαδρομή της εθνικής με τον κύκλο WTPL. Συνολικά είναι όμοιος κατά 65,4% γεγονός το οποίο μας δείχνει ότι η μελέτη έδειξε σε μεγάλο βαθμό αξιόπιστα στοιχεία.

Στο μέλλον παρόμοια ανάλυση δεδομένων, με πιο εξειδικευμένα μέσα, για άλλες διαδρομές θα μπορούσε να μας δώσει ένα δίκτυο, το οποίο θα ήταν χρήσιμο για να έχουμε μια εικόνα για την πόλη του Ηρακλείου.

12. Βιβλιογραφία

1. European Environmental Agency (E.E.A.) , 2016, “Transport in Europe: key facts and trends”, https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2016/articles/transport-in-europe-keyfacts-trends

2. Wikipedia, 2017, “Greenhouse Effect”,https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_effect

3. Environmental Pollution Centers, 2017, “What is Air Pollution?”, https://www.environmentalpollutioncenters.org/air

4. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/1/1e/Greenhouse_gas_emissions%2C_EU-28%2C_1990-2015.png

5. https://skglife.gr/kykloforo-me-paranomo-diesel-ti-euro-einai-to-aytokinito-moy/

6. https://www.researchgate.net/figure/1-European-emission-standards-for-diesel-vehicles-from-Euro-1-to-Euro-6-6_fig1_268522765

7. https://www.dieselforum.org/policy/meeting-clean-air-goals

8. https://www.jato.com/co2-emissions-rise-to-highest-average-since-2014-as-the-shift-from-diesel-to-gasoline-continues/

9. https://www.4troxoi.gr/periballon/eidiseis/wltp-ti-fernei-o-neos-kyklos-metrisis-katanalosis-kai-kaysaerion

10. http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/16768#page/12/mode/2up

11. Ερευνητική Ομάδα Ε.Μ.Π.,”Ατμοσφαιρική Ρύπανση”, http://users.itia.ntua.gr/nikos/oikologia/AirPolution_31_5.pdf

12. https://dieselnet.com/standards/cycles/ece_r49.php

13. E.E.A., 2016, “CO2 emissions from new vehicles in Europe continued to decrease in 2014”, https://www.eea.europa.eu/highlights/co2-emissions-from-new-vehicles

14. E.E.A., 2016, “CO2 emissions from new vehicles in Europe continued to decrease in 2014”, https://www.eea.europa.eu/highlights/co2-emissions-from-new-vehicles

15. Environmental Pollution Centers, 2017, “Nitrogen Oxides Poisoning”, https://www.environmentalpollutioncenters.org/nitrogen-oxides/

16. Michel Andre “ The ARTEMIS European driving cycles for measuring car pollutant emissions 2004

17. M Andre “Driving cycles development: characterization of methods” 1996

18. https://dieselnet.com/standards/cycles/esc.php

19. https://dieselnet.com/standards/cycles/elr.php

20. Dieselnet, 2017, “Emission Standards- European Union”, https://www.dieselnet.com/standards/eu/index.php#vcat

21. https://dieselnet.com/standards/cycles/etc.php

22. https://dieselnet.com/standards/cycles/braunschweig.php

23. https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp72.php

24. https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp75.php

25. https://dieselnet.com/standards/cycles/hwfet.php

26.T.J.Barlow| S. Latham | S.McRae and P.G.Boulter, June 2009, “A reference book of driving cycles for use in measurement of road vehicle emissions”

27. Τζιράκης Ευάγγελος, 2007, “Correlation of vehicles exhaust emissions with fuels physicochemical properties using the real time driving data collected in Attica basin”, σελ.92

28. https://dieselnet.com/standards/cycles/im240.php

29. Dieselnet, 2013, “ECE + EUDC/NEDC”, https://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php

30. https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp_sc03.php

31. T.J.Barlow| S. Latham | S.McRae and P.G.Boulter, June 2009, “A reference book of driving cycles for use in measurement of road vehicle emissions”, σελ.27-31

32. https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp_us06.php

33. https://dieselnet.com/standards/cycles/nycc.php

34. https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp_trans.php

35. https://dieselnet.com/standards/cycles/cta.php

36. https://dieselnet.com/standards/cycles/udds.php

37. https://dieselnet.com/standards/cycles/cbd.php

38. https://dieselnet.com/standards/cycles/csc.php

39. https://dieselnet.com/standards/cycles/nycomp.php

40. Explaining road transport emissions: A non-technical guide, European Environment Agency, 2017

41. https://dieselnet.com/standards/cycles/nybus.php

42. https://dieselnet.com/standards/cycles/manhattan.php

43. https://dieselnet.com/standards/cycles/jp_10mode.php

44. https://dieselnet.com/standards/cycles/jp_10-15mode.php

45. https://dieselnet.com/standards/cycles/jp_jc08.php

46. https://dieselnet.com/standards/cycles/jp_6mode.php

47. https://dieselnet.com/standards/cycles/jp_13mode.php

48. https://dieselnet.com/standards/cycles/jp_je05.php

.