



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Μηχανολογίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάλυση διαδρομών για την Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης
Πραγματικών Συνθηκών για την πόλη του Ηρακλείου**

«Specific City Routes Analyses for the development of Real World Driving Cycles»

ΜΠΕΝΓΚΑΪ ΑΛΑΝΤΟ

ΑΜ: 5460

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΕΥΑΓΓΕΛΛΟΣ ΤΖΙΡΑΚΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	8
1.1 Ορισμός Κύκλου Οδήγησης	8
1.2 Δυναμομετρική Εξέδρα	8
1.2.1 Χρήση Εξέδρας	9
1.2.2 Διάταξη Εξέδρας	10
1.2.3 Εξοπλισμός δειγματοληψίας και μέτρησης του όγκου των αερίων	11
1.2.4 Επεξήγηση Δειγματοληψίας	11
1.3 Αρχική Εφαρμογή Κύκλου Οδήγησης	13
Κεφάλαιο 2 : Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης	14
2.1 Στάδια Εξέλιξης Κύκλου Οδήγησης στην Ευρώπη	14
2.1.2 Ευρωπαϊκά Πρότυπα για Επιβάτικα Οχήματα (Κατηγορίας M1*)	15
2.1.3 Επεξήγηση Ρύπων	15
2.2 Νομοθεσία Euro I	16
2.2.1 Νομοθεσία Euro II	17
2.2.2 Νομοθεσία Euro III	18
2.2.3 Νομοθεσία Euro IV	18
2.2.4 Νομοθεσία Euro V	19
2.2.5 Νομοθεσία Euro VI	19
2.3 Είδη Κύκλων Οδήγησης	20
2.3.1 ΚΥΚΛΟΣ ECE + EUDC	20
2.3.2 Κύκλος NEDC	23
2.3.3 Κύκλος Artemis	24
2.3.4 Εναρμονισμένη παγκοσμίως διαδικασία δοκιμής ελαφρών επαγγελματικών οχημάτων (WLTP)	26
2.3.4.1 Κύκλος WLTP Κλάσης III	28
2.3.4.2 Κύκλος WLTP Κλάσης II	28
2.3.4.3 Κύκλος WLTP Κλάσης I	29
.....	31
Κεφάλαιο 3: Εκπομπές Ρύπων των Μ.Ε.Κ	32
3.1 Ατμοσφαιρική Μόλυνση στην Ευρώπη	32
3.2 Πηγές Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης	34
3.2.1 Επεξήγηση της Μόλυνσης του Αέρα	34

3.3	Είδη Ρυπογόνων Οργανισμών από Οχήματα	35
3.4	Επιπτώσεις στην Υγεία	37
3.5	Επιπτώσεις στο Περιβάλλον	39
Κεφάλαιο 4: Εισαγωγή στο Πειραματικό Μέρος		40
4.1	Τρόπος Λήψης των Μετρήσεων.....	43
4.2	Διαδικασία Λήψης Δεδομένων	44
4.3	Όχημα Καταγραφής Μετρήσεων.....	48
4.4	Επεξεργασία ΤΩΝ μετρήσεων.....	50
4.5	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	51
4.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		60
5.1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΥΚΛΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	64
6.1	ΡΥΠΟΙ ΚΑΤΑΝΛΑΩΣΗ ΣΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟ	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		84
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ ΣΧΗΜΑΤΩΝ		85

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η καταγραφή του τρόπου κίνησης ενός οχήματος στην πόλη του Ηρακλείου σε συγκεκριμένη διαδρομή και ο υπολογισμός μιας αντιπροσωπευτικής καταγραφής για την διαδρομή αυτή με τη μορφή Ενός Κύκλου Οδήγησης. Στους σκοπούς της εργασίας αυτής περιλαμβάνεται και η σύγκριση με παλαιότερες μετρήσεις στην ίδια ακριβώς διαδρομή.

Η μετάβαση από τον παρωχημένο πλέον Νέο Ευρωπαϊκό Κύκλο Οδήγησης (NEDC) στον Εναρμονισμένο WLTP ολοκληρώθηκε τον μήνα που διανύουμε (Σεπτέμβριος 2018) και έγινε σταδιακά και μετά από πολλές μελέτες που είχαν να κάνουν με καταγραφή πραγματικών δεδομένων οδήγησης και μετρήσεις εκπομπών μέσα σε αστικά και όχι μόνο περιβάλλοντα ανά την υφήλιο. Αυτές οι μελέτες έδειξαν σημαντικές διαφορές στα χαρακτηριστικά οδήγησης και στις εκπομπές καυσαερίων ανάμεσα στον NEDC και σε Κύκλους Οδήγησης δημιουργημένους από πραγματικά δεδομένα. Η περίπτωση του Ηρακλείου όσον αφορά στα πραγματικά δεδομένα οδήγησης παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον και μελετάται κατά ένα μέρος της στην παρούσα εργασία.

Αρχικά, επιλέχθηκε μια διαδρομή μέσα στην πόλη του Ηρακλείου, η οποία είναι η ίδια με την παλαιότερη διπλωματική. Η διαδρομή είναι μια κεντρική αρτηρία που καταλήγει στο κέντρο της πόλης έχοντας ως αποτέλεσμα υψηλή κίνηση οχημάτων. Έχει μεγάλη χρήση καθημερινά άρα παρέχει καλή λήψη δεδομένων.

Η διαδρομή έχει εκκίνηση την Λεωφόρο Κνωσού όπου συναντάται με την οδό Ευάγγελου Χατζάκη και άφιξη την Πλατεία Ελευθερίας στη στάση των Λεωφορείων δίπλα στην πιάτσα ταξί και επιστροφή στο σημείο εκκίνησης ώστε να ολοκληρωθεί η μέτρηση.

Το όχημα που χρησιμοποιήθηκε είναι ένα Fiat Panda μοντέλο του 2017 των 1200 cc πεντάθυρο λευκού χρώματος με κινητήρα βενζίνης. Για να γίνει η σύγκριση με το προηγούμενο όχημα το οποίο είναι ένα Peugeot 206 του 1998 των ίδιων κυβικών.

Ακολουθεί στο πρώτο κεφάλαιο ορισμός για τους κύκλους οδήγησης. Έπειτα επεξηγείται η μέτρηση των ρύπων. Στη συνέχεια αναφέρεται σε κύκλους οδήγησης της Ευρώπης και τα Ευρωπαϊκά πρότυπα από την γκακαετία όπου ξεκίνησε. Αργότερα στο κεφάλαιο τρέια αναφέρεται στους λόγους που υπάρχουν τα Ευρωπαϊκά πρότυπα δηλαδή στους επικίνδυνους ρύπους που παράγουν όλα τα μηχανοκίνητα οχήματα. Ενώ στο επόμενο κεφάλαιο ασχολείται με την αναφορά στο πειραματικό μέρος και την επεξήγηση κάθε βήματος του. Και στο τέλος η σύγκριση με τη παλαιότερη πτυχιακή εργασία.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to record the way a vehicle is driven in the city of Heraklion of a specific route and the calculation of a representative record for this route in the form of a Driving Cycle. Also included in the purpose of this work comparing with previous measurements on the same path.

The transition from the outdated New European Driving Cycle (NEDC) to the Harmonized WLTP was completed in the month we are running (September 2018), and was gradually followed by many studies dealing with real-world driving data and emission measurements in urban and not only environments around the globe. These studies showed significant differences in driving characteristics and exhaust emissions between NEDC and Driving Circles created by real data. The case of Heraklion with regard to actual driving data is of great interest and is being studied in part in this work.

Initially, a route was chosen within the city of Heraklion, which is the same as the thesis which is being compared with. The route is a central artery that ends in the city center resulting in high traffic. It has a great use every day, so it provides good data reception.

The route starts at Knossos Avenue, where it meets Evangelos Hatzakis Street and arrives at Eleftherias Square at the bus stop next to the taxi rank and returns to the starting point to complete the measurement.

The vehicle chosen is a 2017 Fiat Panda of 1200 cc petrol engine. To make a comparison with the previous vehicle which is a Peugeot 206 of 1998 of the same cubic.

The following chapter defines the definition of driving cycles. Then the measurement of the pollutants is explained. It then refers to European driving cycles and European standards since the beginning of the year. Later in chapter three refers to the reasons for the European standards, namely the dangerous pollutants produced by all motor vehicles. While in the next chapter we deal with the reference to the experimental part and the explanation of each step. And in the end the comparison with the oldest thesis.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η καταγραφή δεδομένων κίνησης ενός οχήματος τύπου αυτοκινήτου ώστε να ολοκληρωθεί ένας κύκλος οδήγησης. Για την εκπόνηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκε ένα αυτοκίνητο μικρών κυβισμών (1200 cc) στην πόλη του Ηρακλείου σε συγκεκριμένη διαδρομή.

Για την καταγραφή των δεδομένων κίνησης και των ρύπων το εργαλείο επιλέχθηκε μια συσκευή OBD (On Board Diagnostics) η οποία συνδέεται με τον εγκέφαλο του αυτοκινήτου. Για την λήψη των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα 'έξυπνο' κινητό τηλέφωνο όπου είχε την δυνατότητα να συνδεθεί με την συσκευή OBD μέσω Bluetooth. Ακόμη η 'έξυπνη' συσκευή τηλεφώνου έδινε την ακριβή τοποθεσία του οχήματος μέσω της εφαρμογής του GPS. Ύστερα τα δεδομένα που καταγράφηκαν στάλθηκαν μέσω e-mail σε μορφή excel ώστε να γίνει επεξεργασία και να δημιουργηθούν διαγράμματα και πίνακες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΥΚΛΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Κύκλος οδήγησης ονομάζεται η λήψη μιας σειράς δεδομένων που αντιπροσωπεύουν την ταχύτητα ενός οχήματος σε σχέση με τον χρόνο.

Ο κύκλος οδήγησης είναι ένα καθορισμένο πρόγραμμα οδήγησης του οχήματος ή λειτουργία του κινητήρα που αντιπροσωπεύει την πραγματική χρήση/οδήγηση ενός οχήματος μέσα στη πόλη. Γίνεται μια σειρά από μετρήσεις της ταχύτητας και του χρόνου ενός οχήματος. Έχει ως αποτέλεσμα ένα πρότυπο διαγραμμάτων τα οποία υποδεικνύουν τα όρια εκπομπής των βλαβερών ρύπων. Σύμφωνα με τα πρότυπα αυτά φορολογούνται τα οχήματα.

Έχει σχεδιαστεί για να μειώσει την εκπομπή των καυσαερίων. Τα οχήματα και οι κινητήρες παραγωγής ελέγχονται σύμφωνα με τα πρότυπα εκπομπών σε εγκεκριμένο εργαστήριο σε δυναμομετρική εξέδρα. Όμως σύμφωνα με την νεότερη ευρωπαϊκή οδηγία ο τρόπος μετρήσεων των ρύπων άλλαξε. Πλέον οι μετρήσεις γίνονται εκτός δυναμομετρικής εξέδρας, οδηγώντας το όχημα στην πόλη, πέρνοντας μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο.

1.2 ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΕΔΡΑ

Είναι μια μηχανολογική συσκευή που μετράει τη δύναμη και τη ροπή ενός αυτοκινήτου, μηχανακίου, φορτηγού ή ακόμη και αγροτικής μηχανής. Η ροπή που παράγεται από τη μηχανή μετατρέπεται σε δύναμη έλξης από τη μετάδοση (κιβώτιο ταχυτήτων, διαφορικό) στους τροχούς. Η δύναμη αποτελεί την ροπή μιας μηχανής πολλαπλασιαζόμενη με τη ταχύτητα περιστροφής στους τροχούς, οπότε αρκεί να μετρήσουμε την δύναμη στους τροχούς ενός αυτοκινήτου, μηχανακίου, φορτηγού. Για τη σωστή μέτρηση πρέπει να μετρηθούν οι απώλειες δύναμης ακόμη το δυναμόμετρο

πρέπει να γνωρίζει τον λόγο μετάδοσης (ταχύτητα τροχού προς τη ταχύτητα του κινητήρα) ή κατευθείαν την ταχύτητα της μηχανής.



Εικόνα 1.2 Αυτοκίνητο επάνω σε Δυναμεμετρική εξέδρα

1.2.1 ΧΡΗΣΗ ΕΞΕΔΡΑΣ

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μέτρηση ροπής και δύναμης. Πιο συχνή σχέση είναι μέτρηση κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπής ρύπων σύμφωνα με την οδηγία της κυβέρνησης για τους κύκλους δοκιμών ή για το προσδιορισμό της πραγματικής κατανάλωσης καυσίμου υπό φορτίο. Ακόμη γίνονται έρευνες στη φυσική καύση,χημικές συγκρίσεις καυσίμων ή απλώς προσομοιώνουν τον δρόμο κατά τη δοκιμή του οχήματος για διάφορους σκοπούς.



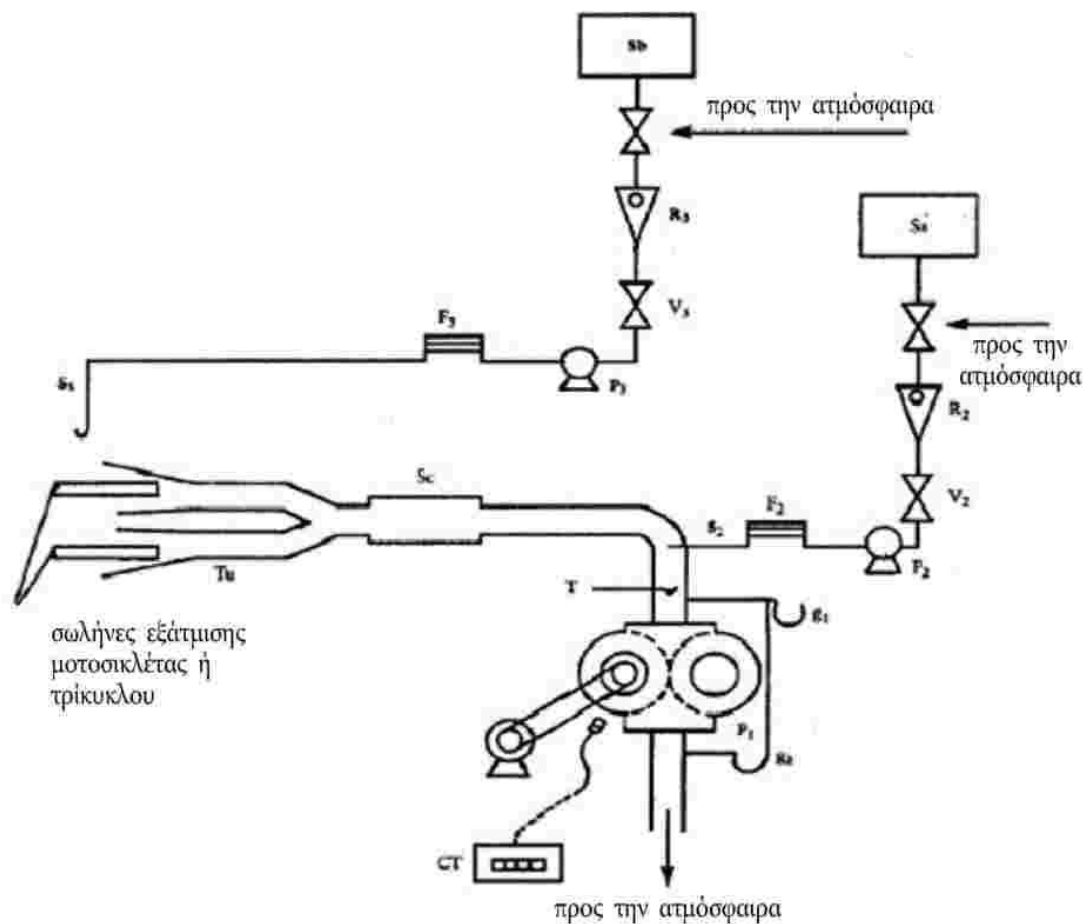
Εικόνα 1.2.1 Κινητό Κέντρο Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων

Το κινητό κέντρο τεχνικού ελέγχου οχημάτων έχει τη δυνατότητα πραγματοποίησης Τεχνικού Ελέγχου σε όλες τις κατηγορίες οχημάτων επιβατικών, φορτηγών, λεωφορείων και συρμών με μικτό βάρος μέχρι 18 τόνους ανά άξονα οχήματος. Κάθε μονάδα διαθέτει επίσης υδραυλικό σύστημα φόρτωσης/εκφόρτωσης της από/σε πλατφόρμα μεταφοράς με τα ίδια μέσα, δηλαδή χωρίς χρήση γερανού, υδραυλικό σύστημα για τη λειτουργία όλων των μηχανισμών φόρτωσης/εκφόρτωσης και ανοίγματος/κλεισίματος της μονάδας, ηλεκτρογεννήτρια για την παραγωγή του απαιτούμενου ηλεκτρικού ρεύματος για τη λειτουργία των μηχανημάτων/συσκευών ελέγχων, κεντρική μονάδα αυτόματης λειτουργίας όλων των μηχανημάτων και κλιματιζόμενο γραφείο ελεγκτών.

1.2.2 ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΞΕΛΡΑΣ

Η διάταξη συλλογής αερίων είναι κλειστού τύπου και έχει την ικανότητα να συλλέγει όλα τα καυσαέρια στις απολήξεις της εξάτμισης του οχήματος υπό την προϋπόθεση ότι ικανοποιείται η απαίτηση η αντίθλιψη να είναι ± 125 mm υδατοστήλης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ανοικτό σύστημα εάν επιβεβαιωθεί ότι συλλέγονται όλα τα καυσαέρια. Η συλλογή των καυσαερίων γίνεται με τρόπο ώστε να μην υπάρχει συμπύκνωση που θα μπορούσε να τροποποιήσει αισθητά τη φύση των καυσαερίων στη θερμοκρασία της δοκιμής. Στο Σχήμα 1.2.2 δίδεται ένα παράδειγμα διάταξης συλλογής αερίων:

1.2.3 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΓΚΟΥ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ



Σχήμα 1.2.2¹ Διάγραμμα Επεξήγησης Δυναμομετρικής Εξέδρας

1.2.4 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Ένας σωλήνας σύνδεσης τοποθετείται ανάμεσα στη διάταξη και το σύστημα δειγματοληψίας καυσαερίων. Ο σωλήνας αυτός, καθώς και η διάταξη,

¹ Οδηγία Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, Κατ' Εξουσιοδότηση Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 134/2014 Της Επιτροπής της 16ης Δεκεμβρίου 2013 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=celex%3A32014R0134>

κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα ή άλλο υλικό που δεν αλλοιώνει τη σύνθεση των συλλεγόμενων αερίων και αντέχει στη θερμοκρασία τους.

Σ.1 Καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής, λειτουργεί ένας εναλλάκτης θερμότητας που έχει την ικανότητα να περιορίσει τη διακύμανση της θερμοκρασίας των αραιωμένων αερίων στην είσοδο της αντλίας σε ± 5 K (kelvin). Αυτός ο εναλλάκτης διαθέτει σύστημα προθέρμανσης που έχει την ικανότητα να φέρει τον εναλλάκτη σε θερμοκρασία λειτουργίας (με ανοχή ± 5 K) πριν αρχίσει η δοκιμή.

Σ.2 Χρησιμοποιείται μια αντλία θετικού εκτοπίσματος για την άντληση του αραιωμένου μείγματος των καυσαερίων. Αυτή η αντλία διαθέτει κινητήρα με αρκετές αυστηρά ελεγχόμενες ομοιόμορφες ταχύτητες. Η αντλία έχει επαρκείς ικανότητες για να διασφαλίζεται η εισαγωγή των καυσαερίων. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και μια διάταξη με αγωγό Venturi κρίσιμης ροής.

Σ.3 Χρησιμοποιείται μια διάταξη (T) για τη συνεχή καταγραφή της θερμοκρασίας του αραιωμένου μείγματος καυσαερίων που εισέρχεται στην αντλία.

Σ.4 Χρησιμοποιούνται δύο δείκτες πίεσης: ο πρώτος για να διασφαλιστεί η υποπίεση του αραιωμένου μείγματος καυσαερίων που εισέρχεται στην αντλία σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση, και ο δεύτερος για τη μέτρηση της δυναμικής διακύμανσης της πίεσης της αντλίας θετικού εκτοπίσματος.

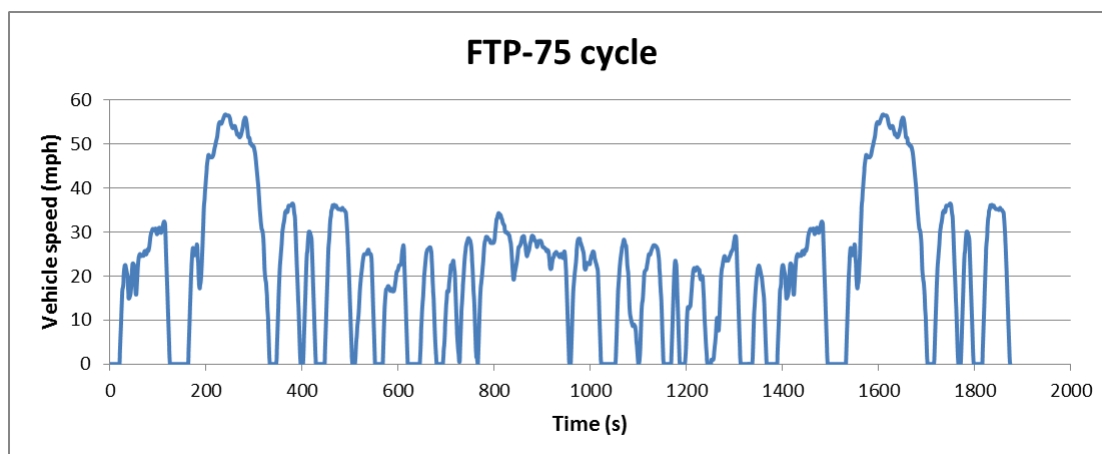
Σ.5 Ένας δειγματολήπτης βρίσκεται κοντά στη διάταξη περισυλλογής των αερίων, στο εξωτερικό της, για τη συλλογή δειγμάτων της ροής του αέρα αραιώσεως μέσω μιας αντλίας, ενός φίλτρου και ενός ροόμετρου με σταθερό ρυθμό ροής, καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής.

Σ.6 Ένας δειγματολήπτης στραμμένος στη ροή του αραιωμένου μείγματος καυσαερίων, πριν από την αντλία θετικού εκτοπίσματος, χρησιμοποιείται για τη συλλογή δειγμάτων της ροής του αραιωμένου μείγματος καυσαερίων μέσω μιας αντλίας, ενός φίλτρου και ενός ροόμετρου με σταθερό ρυθμό ροής, καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής. Ο ελάχιστος ρυθμός ροής του δείγματος στις διατάξεις δειγματοληψίας που παρουσιάζονται στο γράφημα 1-2 και στο σημείο Σ.5 είναι κατ' ελάχιστον 150 λίτρα/ώρα.

Σ.7 Στο σύστημα δειγματοληψίας που περιγράφεται στα σημεία Σ.5 και Σ.6 χρησιμοποιούνται βαλβίδες τριών διαδρόμων για να κατευθύνουν τα δείγματα είτε στους αντίστοιχους σάκους ή στο εξωτερικό καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής.

1.3 ΑΡΧΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΥΚΛΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Το έτος 1978 στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής το Κογκρέσο υπερψήφισε τον νόμο FTP 72/75 (1978) για την μείωση του καυσαερίου που εκπέμποταν από τα μηχανοκίνητα οχήματα ². Ο λόγος της ψήφισης του νόμου αυτού ήταν περιβαλλοντικός αλλά και να προσδιοριστεί ο συντελεστής του φόρου στις πωλήσεις καινούριων αυτοκινήτων. Ο νόμος προτάθηκε από τον Οργανισμό Προστασίας του Περιβάλλοντος Environmental Protection Agency (EPA) των Η.Π.Α.³



Διάγραμμα.1 Διάγραμμα αρχικού κύκλου Οδήγησης Ταχύτητας (mph) έναντι του χρόνου (s)

²Environmental Protection Agency <https://www.epa.gov/>

³ Οδηγία Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου Οδηγία 97/68/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 1997 για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα ληπτέα μέτρα κατά της εκπομπής αερίων και σωματιδίων ρύπων προερχόμενων από κινητήρες εσωτερικής καύσης που τοποθετούνται σε μη οδικά κινητά μηχανήματα http://www.sate.gr/data_source/1997%CE%95%CE%95-68.pdf

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η οδηγία (Stage I/II – Οδηγία 97/68/EC) για τον κύκλο οδήγησης ψηφίστηκε στις 16 Δεκέμβρη του 1997 από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. Η οδηγία αυτή προς τα Κράτη μέλη είχε σκοπό την μείωση των βλαβερών καυσαερίων από τα μηχανοκίνητα οχήματα. Αναφέρεται σε όλα τα οχήματα που εκπέμπουν βλαβερά καυσαέρια προς το περιβάλλον.

Από το 1997 έως το 2017 έχουν ψηφιστεί άλλες πέντε ευρωπαϊκές οδηγίες. Τα κριτήρια της εκπομπής των ρύπων των νέων οχημάτων που παράγονται γίνονται αυστηρότερα κάθε φορά.

2.1 ΣΤΑΔΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Παρακάτω φαίνεται στην εικόνα 2.1 όλες οι ευρωπαϊκές οδηγίες για την εκπομπή ρύπων από επιβατικά οχήματα μέχρι το 2017.

Χωρίζεται σε κινητήρες πετρελαίου και βενζίνης.⁴

⁴ Euro 1 to Euro 6 – find out your vehicle's emissions standard, 9th March 2018, RAC <https://www.rac.co.uk/drive/advice/emissions/euro-emissions-standards/#what>

2.1.2 ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΓΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ (ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ M1*)

Στάδιο	Ημ/νια	Co	THC	NMHC	NOx	HC+Nox	PM	ρ***	
		g/Km							
Ντίζελ									
EURO 1 +	1992.07	2,72(3,16)	-	-	-	0,97(1,13)	0,14(0,18)	-	
EURO 2	1996.01	1,00	-	-	-	0,70	0,08	-	
EURO 3	2000.01	0,64	0,20	-	0,50	0,56	0,05	-	
EURO 4	2005.01	0,50	0,10	-	0,25	0,30	0,025	-	
EURO 5	2009.09	0,50	0,10	-	0,18	0,23	0,005	6.0×10 ¹¹	
EURO 6	2014.09	0,50	-	-	0,18	0,17	0,005	6.0×10 ¹¹	
Βενζίνη									
EURO 1 +	1992.07	2,72(3,16)	-	-	-	0,97(1,13)	-	-	
EURO 2	1996.01	2,2	-	-	-	0,5	-	-	
EURO 3	2000.01	2,3	0,2	-	0,15	-	-	-	
EURO 4	2005.01	1,0	0,1	-	0,08	-	-	-	
EURO 5	2009.09	1,0	0,1	0,068	0,06	-	0,05**	-	
EURO 6	2014.09	1,0	0,1	0,068	0,06	-	0,05**	6.0×10 ¹¹	

Πίνακας 2.1 Στάδια Εξέλιξης της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για τους Κύκλους Οδήγησης

*Πρίν το Euro 5, οχήματα επιβατών >2500 Kg με τύπο έγκρισης ως ελαφρύ επαγγελματικό όχημα N1-I

**Εφαρμόζεται μόνο σε οχήματα άμεσης έγχυσης καυσίμου

+Οι τιμές σε παρένθεση είναι όρια συμμόρφωσης της παραγωγής (COP)

2.1.3 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΡΥΠΩΝ

- Σωματίδια πετρελαίου ντίζελ (PM), μετρούμενα με βαρυμετρικές μεθόδους. Μερικές φορές ρυθμίζεται η αδιαφάνεια του καπνού πετρελαίου που μετράται με οπτικές μεθόδους.
- Οξείδια του αζώτου (NOx), που αποτελούνται από οξείδιο του αζώτου (NO) και διοξείδιο του αζώτου (NO2). Άλλα οξείδια αζώτου που ενδέχεται να υπάρχουν στα καυσαέρια, όπως το N2O, δεν ρυθμίζονται.
- Υδρογονάνθρακες (HC), ρυθμισμένοι είτε ως ολικές εκπομπές υδρογονανθράκων (THC) είτε ως υδρογονάνθρακες εκτός του μεθανίου (NMHC). Ένα συνδυασμένο όριο για HC + NOx χρησιμοποιείται μερικές φορές αντί για δύο ξεχωριστά όρια.
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO).

2.2 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ EURO I

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχοντας υπόψη τη συνθήκη για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και ιδίως το άρθρο 100 Α. Την πρόταση της Επιτροπής (1) την γνώμη της Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής (2). Αποφασίζοντας με τη διαδικασία του άρθρου 189 Β της συνθήκης (3) η Επιτροπή Συνδιαλλαγής στις 11 Νοεμβρίου 1997.

Εκτιμώντας ότι στο πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Κοινότητας σχετικά με την πολιτική και τη δράση για το περιβάλλον και την αειφότο ανάπτυξη (4) αναγνωρίζεται ως βασική αρχή ότι οι πάντες θα πρέπει να προστατεύονται αποτελεσματικά από τους γνωτούς κινδύνους για την υγεία που ενέχει η ατμοσφαιρική ρύπανση και ότι, για τον σκοπό, αυτό, απαιτείται ιδιαίτερα να ελέγχονται οι εκπομπές διοξειδίου του αζώτου (NO₂), σωματιδίων (PT), καπνού και άλλων ρύπων, όπως μονοξειδίου του άνθρακα (CO) ότι για την πρόληψη του σχηματισμού του όζοντος στην τροπόσφαιρα (O₃) και τις συναφείς επιπτώσεις του για την υγεία και το περιβάλλον, είναι ανάγκη να περισταλούν οι εκπομπές των προδρόμων παραγόντων: οξειδίων του αζώτου (NO₃) και υδρογονανθράκων ότι λόγω των περιβαλλοντικών ζημιών που προκαλεί όξινη, απαιτείται επίσης μείωση μεταξύ άλλων των εκπομπών NO_x και HC.

EE C 328 της 7.12.1995, σ 1.

EE C 153 της 28.3.1996, σ 2.

Γνώμη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, της 25^{ης} Οκτωβρίου 1995 (EE C 308 της 20,11,1995 σ 29), κοινή θέση του Συμβουλίου της 20^{ης} Ιανουαρίου 1997 (EE C 123 της 21,4,1997, σ 1) και απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 13^{ης} Μάη 1997 (EE C 167 της 2.7.1997, σ 22). Απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 1997. Απόφαση της 4^{ης} Δεκεμβρίου του 1997.

Ψήφισμα του Συμβουλίου και των Αντιπροσώπων των κυβερνήσεων των κρατών μελών, συνελθόντων στα πλαίσια του Συμβουλίου της 1^{ης} Φεβρουαρίου 1993 (EE C 138 της 17,5,1993, σ 1).

Στο παραπάνω άρθρο ορίζονται οι λόγοι ψήφισης της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για την μείωση των εκπομπών ρύπων. Έτσι ξεκίνησαν τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Η οδηγία Euro 1 είναι η λιγότερο αυστηρή όσο αφορά την εκπομπή ρύπων. Παρακάτω φαίνονται τα όρια εκπομπών των ρύπων από βενζινοκινητήρες και κινητήρες πετρελαίου. Όπου παρατηρούμε πως είναι τα ίδια όρια και για τα δύο είδη κινητήρων. Με το πέρασμα των χρόνων τα όρια έχουν μειωθεί και οι οδηγίες διαφορετικές για βενζινοκινητήρες και κινητήρες ντίζελ.⁵

Στάδιο	Ημ/νια	Co	THC	NMHC	NOx	HC+Nox	PM	p***
		g/Km						
Ντίζελ								
EURO 1+	1992.07	2,72(3,16)	-	-	-	0,97(1,13)	0,14(0,18)	-
Βενζίνη								
EURO 1+	1992.07	2,72(3,16)	-	-	-	0,97(1,13)	-	-

Πίνακας 2.2.1 Όρια Εκπομπών Euro 1

2.2.1 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ EURO II

Το Euro II εισηγήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο τον Ιανουάριο του 1996. Μείωσε τα όρια εκπομπών των ρύπων του μονοξειδίου του άνθρακα και το συνδυασμένο όριο για τους άκαυστους υδρογονάνθρακες και το οξείδιο του αζώτου. Επίσης διαχώρισε τα όρια μεταξύ των κινητήρων πετρελαίου και ντίζελ.⁶

⁵ Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/627e7161-857d-4af7-9403-865acdbc95a5/language-el/format-PDF>

⁶ NPTEL, 2012, http://nptel.ac.in/courses/112104033/pdf_lecture/lecture16.pdf

Στάδιο	Ημ/νια	Co	THC	NMHC	NOx	HC+Nox	PM	ρ***	
		g/Km							
Ντίζελ									
EURO 2	1996.01	1,00	-	-	-	0,70	0,08	-	
Βενζίνη									
EURO 2	1996.01	2,2	-	-	-	0,5	-	-	

Πίνακας 2.2.2 Όρια Εκπομπών Euro II

2.2.2 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ EURO III

Το Euro III εισηγήθει τον Ιανουάριο του 2000, ξεχωρίζει τα όρια των υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου για τους πετρελαιοκινητήρες και τους κινητήρες ντίζελ. Επίσης πρόσθεσε ξεχωριστά όρια για τα οχήματα ντίζελ. Ακόμη η περίοδος προθέσμανσης του κινητήρα αφαιρέθηκε από τη διαδικασία δοκιμής.⁷

Στάδιο	Ημ/νια	Co	THC	NMHC	NOx	HC+Nox	PM	ρ***	
		g/Km							
Ντίζελ									
EURO 3	2000.01	0,64	0,20	-	0,50	0,56	0,05	-	
Βενζίνη									
EURO 3	2000.01	2,30	0,20	-	0,15	-	-	-	

Πίνακας 2.2.3 Όρια Εκπομπών Euro III

2.2.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ EURO IV

Το Euro IV εγκρίθηκε τον Ιανουάριο του 2005 και εφαρμόστηκε ένα χρόνο αργότερα. Έχει μεγάλη διαγορά με τον προηγούμενο κανονισμό επειδή έχει πολύ αυστηρότερα όρια.⁸

Στάδιο	Ημ/νια	Co	THC	NMHC	NOx	HC+Nox	PM	ρ***	
		g/Km							
Ντίζελ									
EURO 4	2005.01	0,50	0,10	-	0,25	0,30	0,025	-	
Βενζίνη									
EURO 4	2005.01	1,00	0,10	-	0,08	-	-	-	

Πίνακας 2.2.4 Όρια Εκπομπών Euro IV

⁷ THEAA 11 Δεκέμβρη 2017 <https://www.theaa.com/driving-advice/fuels-environment/euro-emissions-standards>

⁸ WIKIPEDIA 17 Αυγούστου 2018 https://en.wikipedia.org/wiki/European_emission_standards

2.2.4 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ EURO V

Το Euro IV εισηγήθηκε τον Ιανουάριο του 2009 και η εφαρμογή του ξεκίνησε τον Σεπτέμβριο του 2015. Η μεγάλη αλλαγή ήταν η εισαγωγή φίλτρων για σωματίδια (DPF) για τα πετρελαιοκίνητα οχήματα μαζί με χαμηλότερα όρια σε όλους τους τομείς. Για τις εγκρίσεις τύπου οχημάτων από τον Σεπτέμβριο του 2011 και τα νέα αυτοκίνητα από τον Ιανουάριο του 2013, τα οχήματα ντίζελ υπόκεινται σε νέο όριο για τους αριθμούς σωματιδίων.

Τα DPF καταλαμβάνουν το 99% όλων των σωματιδίων και προσαρμόζονται σε κάθε νέο αυτοκίνητο ντίζελ. Τα αυτοκίνητα που πληρούν τα πρότυπα Euro 5 εκπέμπουν το ισοδύναμο ενός κόκκου άμμου ανά χιλιόμετρο.⁹

Στάδιο	Ημ/νια	Co	THC	NMHC	NOx	HC+Nox	PM	P***
		g/Km						
Ντίζελ								
EURO 5	2009.09	0,50	0.10	-	0,18	0,23	0,005	6.0×10 ¹¹
Βενζίνη								
EURO 5	2009.09	1,00	0,10	0,068	0,06	-	0,05**	-

Πίνακας 2.2.5 Όρια Εκπομπών Euro V

2.2.5 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ EURO VI

Το Euro VI εισηγήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2014. Η τρέχουσα ενσάρκωση του προτύπου για τις εκπομπές Euro είναι το Σεπτέμβριο του 2015. Για το πετρέλαιο-ντίζελ, η επιτρεπόμενη στάθμη NOx έχει μειωθεί από 0,18g / km σε Euro 5 σε 0,08g / km.

Μελέτες έχουν δείξει πως οι ρύποι τύπου NOx από τους ντίζελ κινητήρες είναι υπεύθυνοι για αναπνευστικά προβλήματα.

Για να επιτευχθούν οι νέοι στόχοι, ορισμένοι κατασκευαστές αυτοκινήτων εισηγάγαν την εκλεκτική καταλυτική μείωση (SCR), στην οποία εισάγεται ένας παράγοντας

⁹ DIESELNET <https://www.dieselnet.com/standards/eu/hd.php>

αναγωγής υγρών μέσω ενός καταλύτη στην εξαγωγή ενός πετρελαιοφόρου οχήματος. Μια χημική αντίδραση μετατρέπει το άζωτο σε αβλαβές νερό και άζωτο, τα οποία εκδιώκονται μέσω του σωλήνα εξάτμισης.

Η εναλλακτική μέθοδος για την εκπλήρωση των προτύπων Euro 6 είναι η ανακυκλοφορία καυσαερίων (EGR). Ένα μέρος του καυσαερίου αναμειγνύεται με τον εισαφόμενο αέρα για να μειώσει τη θερμοκρασία καύσης. Το ECU του οχήματος ελέγχει το EGR σύμφωνα με το φορτίο ή την ταχύτητα του κινητήρα.¹⁰

Στάδιο	Ημ/νια	Co	THC	NMHC	NOx	HC+Nox	PM	P***	
		g/Km							
Ντίζελ									
EURO 6	2014.09	0,50	-	-	0,18	0,17	0,005	6.0×10 ¹¹	
Βενζίνη									
EURO 6	2014.09	1,0	0,1	0,068	0,06	-	0,05**	6.0×10 ¹¹	

Πίνακας 2.2.6. Όρια Εκπομπών Euro VI

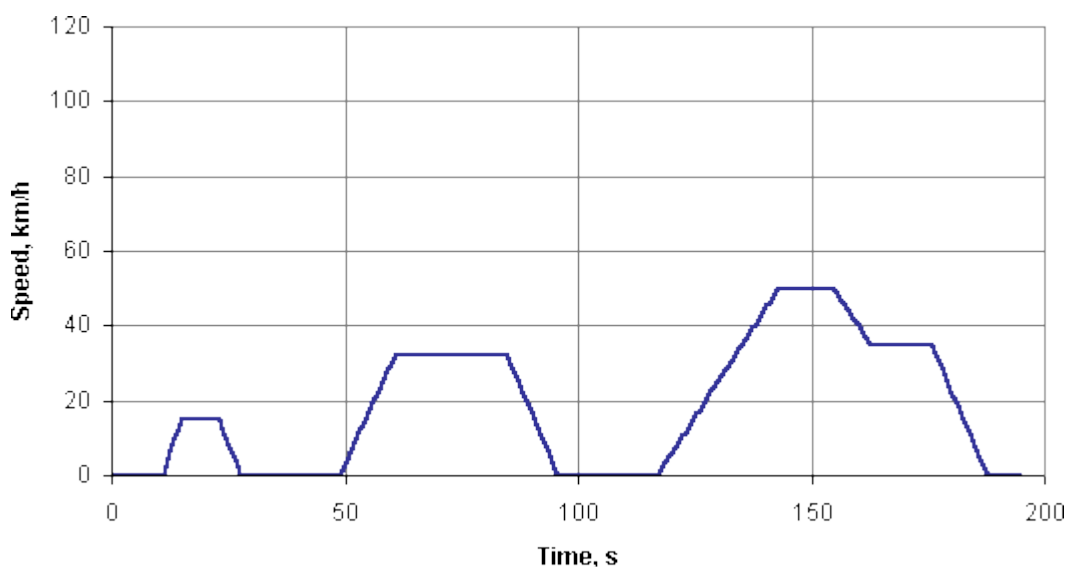
2.3 ΕΙΔΗ ΚΥΚΛΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Υπάρχουν δύο είδη κύκλων οδήγησης, οι κύκλοι μεταφορών όπως το Ευρωπαϊκό πρότυπο NEDC ή το Ιαπωνικό 10-15 Mode και οι μεταβατικοί κύκλοι όπως ο κύκλος FTP-75 ή Artemis. Η κύρια διαφορά είναι ότι οι κύκλοι των τρόπων μεταφοράς είναι μια σύντομη περίοδος ευθείας επιτάχυνσης και σταθερής ταχύτητας και δεν είναι αντιπροσωπευτικοί της πραγματικής συμπεριφοράς του οδηγού, ενώ οι μεταβατικοί κύκλοι περιλαμβάνουν πολλές μεταβολές ταχύτητας, που χαρακτηρίζει τις συνθήκες οδικής συμπεριφοράς.

2.3.1 ΚΥΚΛΟΣ ECE + EUDC

¹⁰ Chris Ebbs, Martin Saarinen, 15 Φεβρουαρίου 2018 AUTOEXPRESS
<http://www.autoexpress.co.uk/car-news/consumer-news/90816/euro-6-emissions-standards-what-do-they-mean-for-you>

Ο κύκλος δοκιμών ECE + EUDC χρησιμοποιήθηκε για δοκιμές έγκρισης τύπου ΕΕ για εκπομπές και κατανάλωση καυσίμου από ελαφρά οχήματα [Οδηγία 90 / C81 / 01 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής]. Η δοκιμή εκτελείται σε δυναμομετρική εξέδρα. Ολόκληρος ο κύκλος περιλαμβάνει τέσσερα τμήματα ECE (Εικόνα 2.3.1) επαναλαμβανόμενα χωρίς διακοπή, ακολουθούμενα από ένα τμήμα της EUDC (Εικόνα 2.3.2). Πριν από τη δοκιμή, το όχημα αφήνεται να εμποτιστεί για τουλάχιστον 6 ώρες σε θερμοκρασία δοκιμής 20-30 ° C. Στη συνέχεια ξεκινάει και αφήνεται σε αδράνεια για 40 δευτερόλεπτα.¹¹

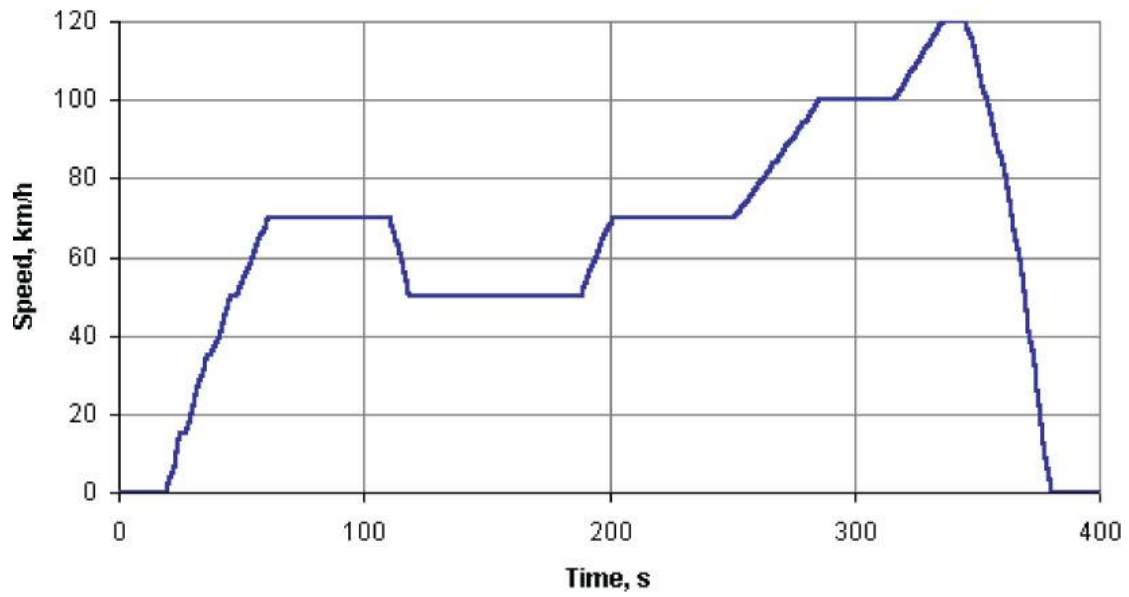


Διάγραμμα 2.3.1 Κύκλος ECE 15

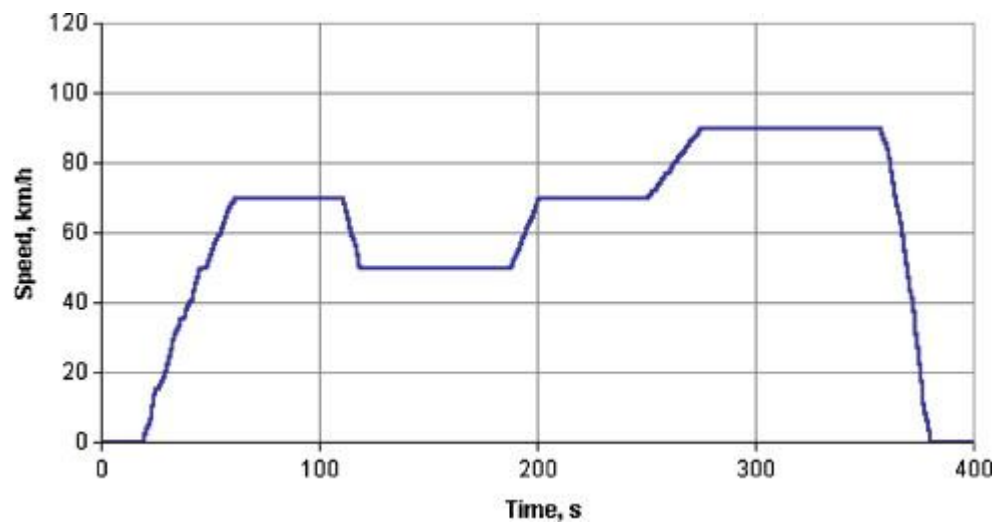
Η πλήρης δοκιμή αρχίζει με τέσσερις επαναλήψεις του κύκλου ECE (Εικόνα 2.3.1). Το ECE είναι ένας κύκλος αστικής οδήγησης, γνωστός και ως UDC. Σχεδιάστηκε να αντιπροσωπεύει συνθήκες οδήγησης στην πόλη. Χαρακτηρίζεται από χαμηλή ταχύτητα οχήματος, χαμηλό φορτίο κινητήρα και χαμηλή θερμοκρασία καυσαερίων.

Ο κύκλος EUDC (κύκλος οδήγησης σε αστικό περιβάλλον) προστέθηκε μετά τον τέταρτο κύκλο ECE για να συμπεριλάβει πιο “επιθετικούς” τρόπους οδήγησης δηλαδή με υψηλή ταχύτητα. Η μέγιστη ταχύτητα του κύκλου EUDC είναι 120 km / h. Έχει επίσης οριστεί ένας εναλλακτικός κύκλος EUDC για οχήματα χαμηλής ισχύος με μέγιστη ταχύτητα που περιορίζεται στα 90 (km / h), Εικόνα 2.3.3.

¹¹ Romain Nicolas, 01 Μάη 2013, CAR ENGINEER, <http://www.car-engineer.com/the-different-driving-cycles/>



Διάγραμμα 2.3.2 Κύκλος EUDC



Διάγραμμα 2.3.3 Κύκλος EUDC για Ελαφρά Οχήματα

Τα δείγματα λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του κύκλου σύμφωνα με την τεχνική δειγματοληψίας σταθερού όγκου (CVS), που αναλύεται και εκφράζεται σε g / km για κάθε ρύπο.

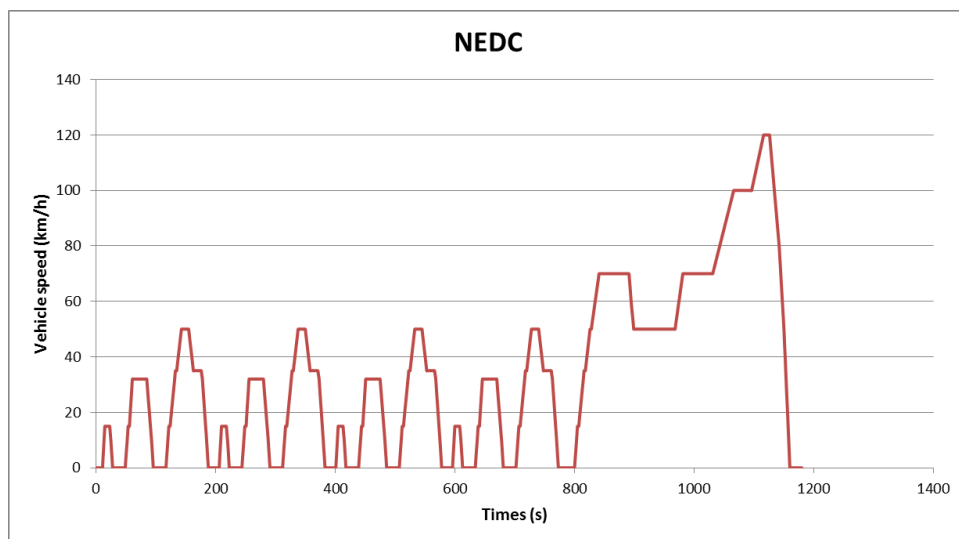
Χαρακτηριστικά	Unit	ECE 15	EUDC	NEDC†
Απόσταση	km	0.9941	69.549	109.314
Συνολικός Χρόνος	s	195	400	1180
Περίοδος Αδράνειας	s	57	39	267
Μέση ταχύτητα με Στάσεις	km/h	18.35	62.59	33.35
Μέση ταχύτητα Χωρίς Στάσεις	km/h	25.93	69.36	43.10
Μέγιστη Ταχύτητα	km/h	50	120	120
Μέση Επιτάχυνση ¹	m/s ²	0.599	0.354	0.506
Μέγιστη Επιτάχυνση ¹	m/s ²	1.042	0.833	1.042
† Τέσσερις επαναλήψεις του ECE 15, ακολουθούμενες από ένα EUDC				
¹ Υπολογίζεται με τη μέθοδο κεντρικής διαφοράς				

Πίνακας 2.3.4 Παράμετροι Κύκλων ECE15, EUDC και NEDC

2.3.2 ΚΥΚΛΟΣ NEDC

Το έτος 2000, η περίοδος ρελαντί έχει εξαλειφθεί, δηλαδή ο κινητήρας αρχίζει σε 0 δευτερόλεπτα και η δειγματοληψία εκπομπών αρχίζει ταυτόχρονα. Αυτή η τροποποιημένη διαδικασία ψυχρής εκκίνησης αναφέρεται ως Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης (NEDC) ή ως κύκλος δοκιμών MVEG-B.

Το NEDC χρησιμοποιείται ως κύκλος αναφοράς για την έγκριση οχημάτων μέχρι το πρότυπο Euro6 στην Ευρώπη και σε ορισμένες άλλες χώρες. Αποτελείται από ένα αστικό μέρος που ονομάζεται ECE και ένα αστικό τμήμα, το EUDC.



Διάγραμμα 2.3.5 Κύκλος NEDC (New European Driving Cycle)

Ο Κύκλος αυτός μεταφράζεται ως Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης. Επικρίνεται από τους ειδικούς, καθώς δεν αντιπροσωπεύει πραγματικές συνθήκες οδήγησης. Πράγματι, οι επιταχύνσεις είναι πολύ μαλακές. Υπάρχει μεγάλη διάρκεια χρόνου με σταθερή ταχύτητα και πολλά αδρανή γεγονότα. Αυτό καθιστά αδύνατη τη λήψη πιστοποιημένων τιμών όταν οδηγείτε το όχημα σε πραγματικές συνθήκες. Για τους λόγους αυτούς, οι ευρωπαϊκές αρχές διερευνούν μια λύση για την αντικατάσταση του NEDC . Ο νέος κύκλος που ονομάζεται Παγκόσμια διαδικασία δοκιμής ελαφρών οχημάτων (WLTC) θα εμφανιστεί πιθανότατα για τον επόμενο κανονισμό Euro7.¹²

Απόσταση	11023 m
Διάρκεια	1180 s
Μέση Ταχύτητα	33.6 km/h

Πίνακας 2.3.6 Κυριότερα Χαρακτηριστικά Κύκλου Artemis

2.3.3 ΚΥΚΛΟΣ ARTEMIS

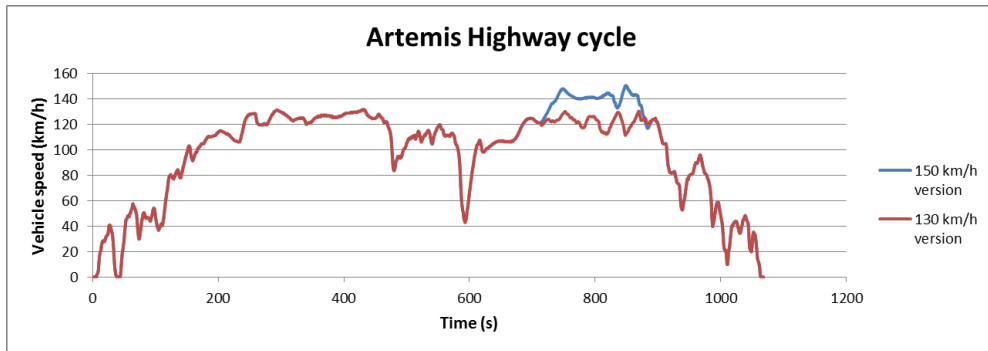
Ο κύκλος αυτός βασίζεται σε μια στατιστική μελέτη που έγινε στην Ευρώπη στο πλαίσιο του λεγόμενου έργου Artemis. Αποτελείται από 3 διαφορετικές διαμορφώσεις, καθώς και μια επιπλέον παραλλαγή: ο αστικός κύκλος, ο αγροτικός, ο αυτοκινητόδρομος 130 km / h και ο αυτοκινητόδρομος 150 km / h.

Οι κύκλοι Artemis δεν χρησιμοποιούνται για πιστοποίηση ρύπων ή κατανάλωση καυσίμου. Ωστόσο, οι κατασκευαστές αυτοκινήτων χρησιμοποιούν αυτόν τον κύκλο για να κατανοήσουν καλύτερα τις πραγματικές συνθήκες οδήγησης και να αξιολογήσουν τις πραγματικές επιδόσεις των οχημάτων τους.

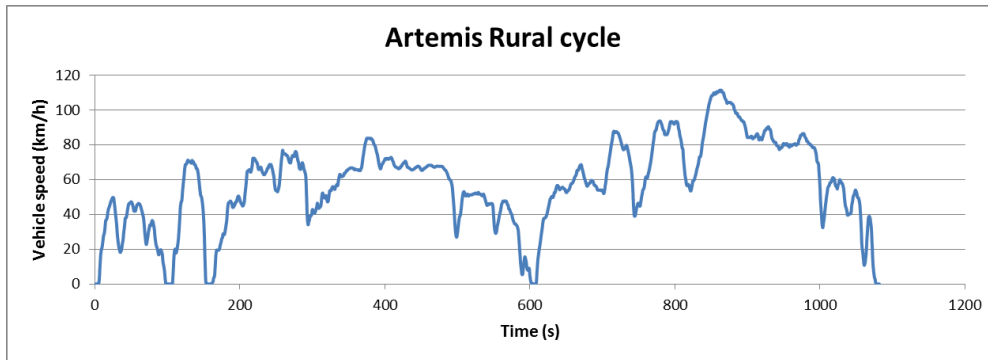
	Αστικός	Αγροτικός	Αυτοκινητόδρομος 150	Αυτοκινητόδρομος 130
Απόσταση	4870 m	17272 m	29545 m	28735 m
Διάρκεια	993 s	1082 s	1068 s	1068 s
Μέση Ταχύτητα	17.6 km/h	57.5 km/h	99.6 km/h	96.9 km/h

¹² DIASELNET, Ιούλιος 2013, https://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php

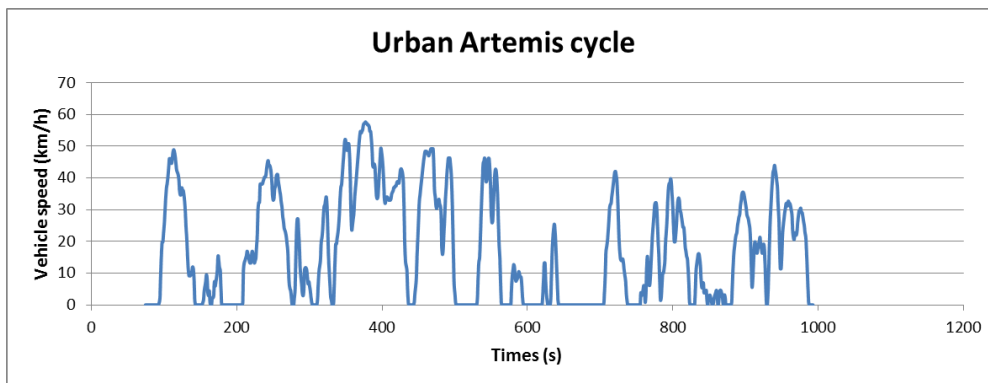
Πίνακας 2.3.7 Χαρακτηριστικά Κύκλου Artemis



Διάγραμμα 2.3.8 Κύκλος Αυτοκινητόδρομου Άρτεμις



Διάγραμμα 2.3.9 Κύκλος Αγροτικός Άρτεμις



Διάγραμμα 2.3.10 Κύκλος Αστικός Άρτεμις

2.3.4 ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΜΕΝΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΕΛΑΦΡΩΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ (WLTP)¹³

Τον Σεπτέμβριο τέθηκε σε ισχύ ο αυστηρότερος εργαστηριακός έλεγχος για τη μέτρηση των ρύπων και των εκπομπών CO₂ από τα αυτοκίνητα με την συντομογραφία WLTP. Αυτή η νέα δοκιμή βάζει τέλος στον προηγούμενο κύκλο NEDC (New European Driving Cycle) και κάνει τις απαραίτητες βελτιώσεις στον τρόπο δοκιμής των αυτοκινήτων ώστε να ανταποκρίνεται ο νέος κύκλος WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure) περισσότερο σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης.

Από τον Σεπτέμβριο του 2017, η δοκιμή WLTP θα εφαρμόστηκε επίσημα στους νέους τύπους αυτοκινήτων (δηλαδή μοντέλα οχημάτων που εισάγονται στην αγορά για πρώτη φορά). Ένα χρόνο αργότερα, από τον Σεπτέμβριο του 2018, η δοκιμή WLTP ισχύει για όλες τις εγγραφές νέων αυτοκινήτων στην ΕΕ.

Ο κύκλος δοκιμής WLTP θα εισαγάγει πολύ πιο ρεαλιστικές συνθήκες δοκιμών, όπως υψηλότερες ταχύτητες, πιο αντιπροσωπευτική οδηγική συμπεριφορά και αυστηρότερες συνθήκες μέτρησης, σε σύγκριση με την τρέχουσα εργαστηριακή δοκιμή (NEDC). Η νέα δοκιμή θα διασφαλίσει ότι οι εργαστηριακές μετρήσεις θα αντικατοπτρίζουν καλύτερα τις επιδόσεις του οχήματος επί της οδού.

Τα ζητήματα που εξακολουθούν να απαιτούν την προσοχή της ΕΕ και των εθνικών κυβερνήσεων περιλαμβάνουν την ενημέρωση των καταναλωτών, τη φορολογία και την εναρμονισμένη εισαγωγή του κύκλου δοκιμής WLTP σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Ο λόγος της αλλαγής σε νέο παγκόσμιο κύκλο οδήγησης είναι πως ο προηγούμενος (NEDC) έχει σχεδιαστεί τη δεκαετία του 1980, είναι βασισμένος σε θεωρητική οδήγηση, άρα δεν είναι αντιπροσωπευτικός για τα νέα οχήματα της αγοράς.

Ενώ η Παγκόσμια διαδικασία δοκιμής ελαφρών οχημάτων είναι βασισμένη σε πραγματικά στοιχεία οδήγησης και ταιριάζει περισσότερο με την απόδοση στον δρόμο. Αντιπροσωπεύει καλύτερα το καθημερινό προφίλ οδήγησης επειδή

¹³ Drive Magazine.29/06/2018. Νέο πρότυπο μέτρησης WLTP: Όλα όσα θα θέλατε να ξέρετε. <https://www.drive.gr/news/kosmos/neo-protypo-metreses-wltp-ola-osa-tha-thelate-na-xerete-video>

αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας στοιχεία σε συνθήκες πραγματικής οδήγησης που συγκεντρώθηκαν ανά τον κόσμο.

Κάθε τμήμα του κύκλου περιέχει μια ποικιλία από φάσεις οδήγησης, όπως στάση, εκκίνηση, επιτάχυνση και φρενάρισμα. Για έναν ορισμένο τύπο αυτοκινήτου, δοκιμάζεται κάθε κινητήρας που θα χρησιμοποιηθεί στο μοντέλο με το τεστ WLTP από τον ελαφρύτερο (πιο οικονομικό) μέχρι και τον βαρύτερο (τουλάχιστον οικονομικό).

Ο κύκλος δοκιμής WLTP αναπτύχθηκε με σκοπό να χρησιμοποιηθεί ως παγκόσμιος κύκλος δοκιμών σε διάφορες περιοχές του κόσμου, των ρύπων και των εκπομπών CO₂, καθώς των τιμών κατανάλωσης καυσίμου, ώστε τα μεγέθη αυτά να είναι συγκρίσιμα σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, ενώ η δοκιμή WLTP θα έχει ένα κοινό παγκόσμια αποδεκτό «πυρήνα», η Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλες περιοχές θα εφαρμόσουν το τεστ με διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με τους νόμους και τις ανάγκες της οδικής κυκλοφορίας τους

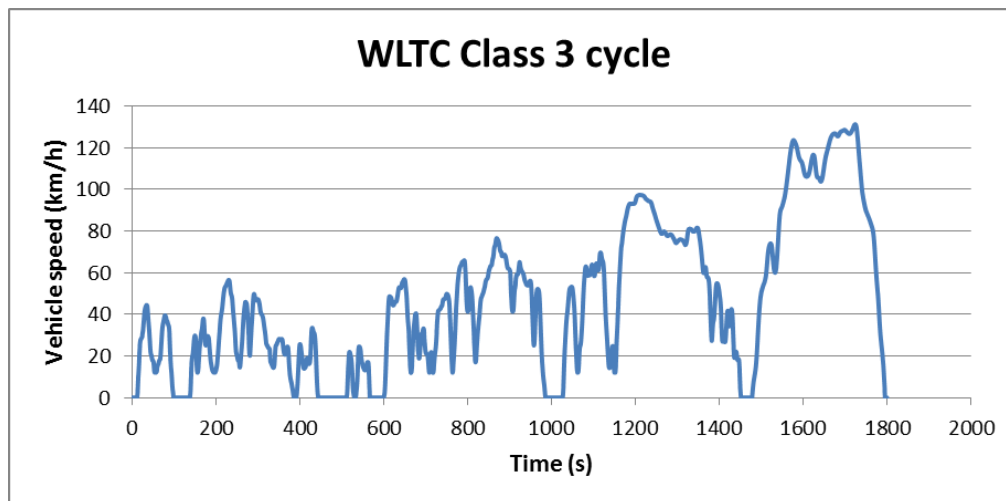
Ο WLTP θα εισαγάγει πιο ρεαλιστικές συνθήκες δοκιμών. Αυτές θα περιλαμβάνουν:

- Πιο ρεαλιστική οδική συμπεριφορά.
- Μια μεγαλύτερη ποικιλία των καταστάσεων οδήγησης (αστικές, υπεραστικές, κεντρικό δρόμο, αυτοκινητόδρομο).
- Μεγαλύτερες αποστάσεις δοκιμής.
- Πιο ρεαλιστικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, με τιμές πιο κοντά στον ευρωπαϊκό μέσο όρο.
- Υψηλότερες μέσες και μέγιστες ταχύτητες.
- Υψηλότερη μέση και μέγιστη ισχύ κινητήρα.
- Πιο δυναμική και αντιπροσωπευτική επιτάχυνση και επιβράδυνση του αυτοκινήτου.
- Μικρότερες στάσεις.
- Προαιρετικό εξοπλισμό: Τιμές του CO₂ και της κατανάλωσης καυσίμου που προβλέπονται για τα οχήματα και με τον εξοπλισμό.
- Αυστηρότερες προϋποθέσεις ρύθμισης και μέτρησης του αυτοκινήτου

- Επιτρέπει την καλύτερη και την χειρότερη περίπτωση αναφοράς τιμών για την ενημέρωση των καταναλωτών, αντικατοπτρίζοντας τις διαθέσιμες επιλογές για παρόμοια μοντέλα αυτοκινήτων.¹⁴

2.3.4.1 ΚΥΚΛΟΣ WLTP ΚΛΑΣΗΣ III

Ο κύκλος WLTP της κλάσης III αποτελείται από τέσσερις ζώνες ταχύτητας: έναν εκπρόσωπο της αστικής οδήγησης, μιας προαστιακής οδήγησης, μιας υπεραστικής οδήγησης και μιας ζώνης αυτοκινητοδρόμων.



Διάγραμμα 2.3.4 Κύκλος WLTP

Κύρια Χαρακτηριστικά του Κύκλου είναι :

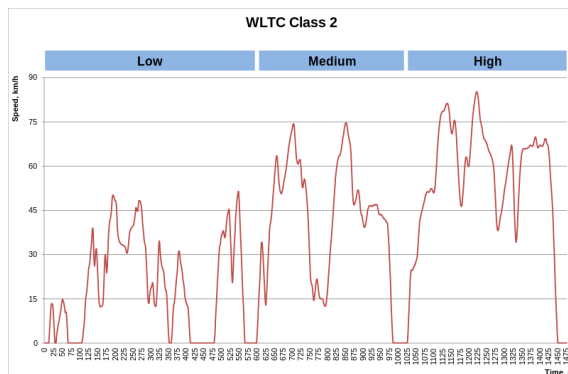
Απόσταση	23.262 m
Διάρκεια	1180 s
Μέση Ταχύτητα	46.5 km/h

Πίνακας 2.3.4 WLTP

2.3.4.2 ΚΥΚΛΟΣ WLTP ΚΛΑΣΗΣ II

¹⁴ TOSYNERGEIO, 02 Ιουνίου 2017, <http://www.tosynergeio.gr/texnika/perivallon-texnologies-antirypansis/neos-kiklos-dokimwn>

Ο κύκλος της κλάσης II αντιπροσωπεύει χαμηλές, μεσαίες και σχετικά υψηλές ταχύτητες του οχήματος, καλύπτοντας τα ινδικά οχήματα και τα ευρωπαϊκά και ιαπωνικά οχήματα χαμηλής ισχύος.



Διάγραμμα 2.3.4.2 Κύκλος WLTP Κλάσης II

II

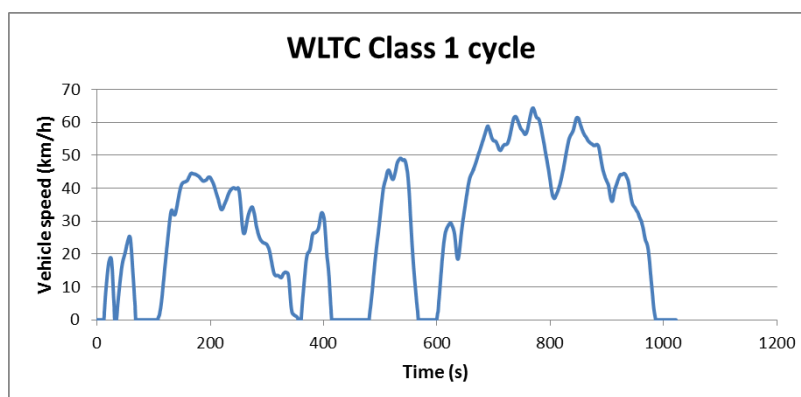
Κύρια Χαρακτηριστικά του Κύκλου είναι :

Απόσταση	14.664 km
Διάρκεια	1477 s
Μέση Ταχύτητα	35.7 km/h

Πίνακας 2.3.4.2 Κύκλος WLTP

2.3.4.3 ΚΥΚΛΟΣ WLTP ΚΛΑΣΗΣ I

Αυτός ο κύκλος αποτελείται από ζώνες χαμηλής και μέσης ταχύτητας. Είναι χαρακτηριστικό των οχημάτων χαμηλής κατανάλωσης που μπορούν να βρεθούν στην Ινδία.



Διάγραμμα 2.3.4.3 Κύκλος WLTP Κλάσης I

Κύρια Χαρακτηριστικά του Κύκλου είναι :

Απόσταση	8.091 km
Διάρκεια	1022 s
Μέση Ταχύτητα	28.5 km/h

Πίνακας 2.3.4.3 Κύκλος WLTP

Το Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure ή WLTP είναι ένα παγκόσμιο πρότυπο για τη δοκιμή επιβατικών και ελαφρών επαγγελματικών οχημάτων. Από την 1η Σεπτεμβρίου 2017, χρησιμοποιείται για την παροχή πιο ρεαλιστικών δεδομένων κατανάλωσης με πολύ πιο δυναμικές παραμέτρους δοκιμών.

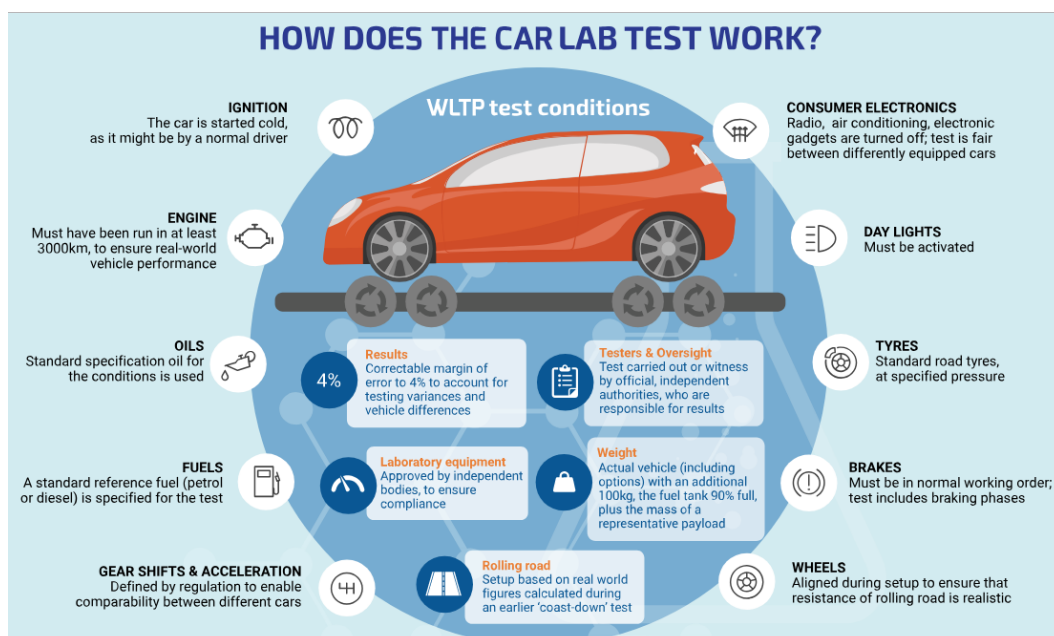
Εκτός από το WLTP, η διαδικασία δοκιμών RDE χρησιμοποιείται επίσης στην Ευρώπη από τον Σεπτέμβριο του 2017. Το RDE είναι τα αρχικά του Real Driving Emissions. Αντίθετα με το NEDC και το WLTP, οι μετρήσεις δοκιμών διεξάγονται σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας και όχι σε πίστα δοκιμών. Οι εκπομπές καυσαερίων (οξείδια του αζώτου και σωματιδίων/μικροσωματιδίων) που καταγράφονται κατά τη διάρκεια της οδήγησης στην κυκλοφορία ονομάζονται πραγματικοί ρύποι.

Κατά τη διάρκεια της μέτρησης RDE, το όχημα οδηγείται σε ένα μίγμα διαδρομών, που αποτελείται από ένα τρίτο οδήγησης στην πόλη, ένα τρίτο σε επαρχιακό δρόμο και ένα τρίτο στον αυτοκινητόδρομο, με τυχαίες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις, και τηρώντας ταυτόχρονα τον Γερμανικό Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (StVO). Η δοκιμή προβλέπει μέση ταχύτητα μεταξύ 15 και 40km/h στην πόλη και μεταξύ 60 και 90 km/h σε επαρχιακούς δρόμους. Το όχημα μπορεί να κινείται με 145 km/h στον αυτοκινητόδρομο και για σύντομο διάστημα μέχρι 160 km/h.

Το όχημα είναι εξοπλισμένο με φορητό σύστημα μέτρησης ρύπων - Portable Emissions Measurement System (PEMS). Η συσκευή αυτή μετρά τους τοξικούς ρύπους (οξείδια του αζώτου και μονοξείδιο του άνθρακα). Η δοκιμή έχει διάρκεια 90 - 120 λεπτών. Η εξωτερική θερμοκρασία πρέπει να είναι μεταξύ -7 και +35°C, και το σύστημα κλιματισμού ανοιχτό.

Πρότυπα. Το νέο πρότυπο WLTP εξασφαλίζει συγκρίσιμα αποτελέσματα δοκιμών σε όλο τον κόσμο. Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους της μεθόδου WLTP είναι να προσφέρει ένα τυποποιημένο μέσον προσδιορισμού εκπομπών καυσαερίων και κατανάλωσης ενέργειας για διαφορετικά συστήματα κινητήρων όπως βενζίνης, diesel, CNG και ηλεκτρισμού. Οχήματα του ίδιου τύπου πρέπει να πετυχαίνουν τα ίδια αποτελέσματα δοκιμών οπουδήποτε στον κόσμο, όταν η διαδικασία μέτρησης WLTP ακολουθείται πιστά. Αυτή η απαραίτητη συγκρισιμότητα δικαιολογεί επίσης πόσο σημαντική είναι η εργαστηριακή μέτρηση. Γι' αυτό, η κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές ρύπων αναλύονται αξιόπιστα σε δυναμόμετρο τυμπάνου με ένα δυναμικό προφίλ οδήγησης.

Το 2010, μόνον η Ε.Ε. παρήγαγε 4,72 δισεκατομμύρια τόνους CO₂. Το 19% προερχόταν από μηχανοκίνητα οχήματα. Λόγω αυτού, η Ε.Ε. σκοπεύει να μειώσει τους ρύπους κατά 20% μέχρι το 2020. Ο στόχος αυτός θα επιτευχθεί με τη βοήθεια του WLTP. Όπως η κατανάλωση καυσίμου, έτσι και οι εκπομπές CO₂ ενός οχήματος εξαρτώνται από το συγκεκριμένο μοντέλο. Το WLTP πετυχαίνει μεγαλύτερη διαφάνεια κατά τη σύγκριση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂ διαφορετικών οχημάτων.¹⁵



Εικόνα 2.3 Επεξήγηση λειτουργίας κύκλου WLTP στο ΚΤΕΟ

¹⁵ Επίσημη ιστοσελίδα της Volkswagen Στην Ελλάδα. 2018. Πιο κοντά στην πραγματική κατανάλωση: το WLTP αναθεωρεί τις τιμές κατανάλωσης.
https://www.volkswagen.gr/el/wltp.notification_91e393e7ae837c6eb2ad73a47513af70.html

Στην παραπάνω εικόνα φαίνετε αναλυτικά ποιες πρέπει να είναι οι συνθήκες ώστε να πραγματοποιηθεί ένα τεστ οδήγησης υπό τον νέο κύκλο ο WLTP (Παγκόσμια Διαδικασία εξέτασης οδικού εναρμονισμένου ελαφρού οχήματος). Το όχημα πρέπει να κάνει κρύα εκκίνηση του κινητήρα. Η μηχανή πρέπει να έχει ελάχιστο όριο οδήγησης τα 3000 (Km). Πρέπει να χησιμοποιούνται συγκεκριμένα λάδια. Το καύσιμο πρέπει να είναι πετρέλαιο ή βενζίνη. Η αλλαγή ταχυτήτων γίνεται σύμφωνα με οδηγίες. Όλα τα ηλεκτρονικά μέρη του αυτοκινήτου όπως ραδιόφωνο ή air condition είναι κλειστά. Τα φώτα ημέρας πρέπει να είναι ενεργοποιημένα. Τα λάστιχα έχουν συγκεκριμένη πίεση και συγκεκριμένο είδος για το οδόστρωμα. Τα φρένα πρέπει να λειτουργούν σωστά. Το τιμόνι εναρμόζεται ώστε να έχει την αίσθηση οδήγησης στο οδόστρωμα.

Διορθώσιμο περιθώριο σφάλματος 4% για να ληφθούν υπόψη οι διαφορές στις δοκιμές και οι διαφορές των οχημάτων. Πραγματικό όχημα (συμπεριλαμβανομένων των επιλογών) με επιπλέον 100 kg, δεξαμενή καυσίμου 90% πλήρης, συν τη μάζα αντιπροσωπευτικού ωφέλιμου φορτίου. Η πλατφόρμα οδήγησης ρυθμίζεται βασισμένη σε αριθμούς πραγματικού κόσμου που υπολογίστηκαν κατά τη διάρκεια ενός τεστ όπου πραγματοποιείται νωρίτερα. ¹⁶

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΤΩΝ Μ.Ε.Κ

3.1 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΜΟΛΥΝΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

“ Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλεί ζημιά στην ανθρώπινη υγεία και στα οικοσυστήματα. Μεγάλα τμήματα του πληθυσμού δεν ζουν σε υγιές περιβάλλον, σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα. Για να προχωρήσουμε σε μια βιώσιμη πορεία, η Ευρώπη θα πρέπει να είναι φιλόδοξη και να υπερβεί την ισχύουσα νομοθεσία.”

Hans Bruyninckx, Εκτελεστικός Διευθυντής του ΕΟΠ

¹⁶ http://www.caremissionstestingfacts.eu/nedc-how-do-lab-tests-work/?gclid=Cj0KCQjw_vfcBRDJARIsAJafEnHeXG9Z6CZNPx5ZEymwiymqvhA_1gUhXWYUmRRAtiMLcEPzG0Qbcm4aAqbWEALw_wcB

Η ατμοσφαιρική ρύπανση βλάπτει την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Στην Ευρώπη, οι εκπομπές πολλών ατμοσφαιρικών ρύπων μειώθηκαν σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα σε ολόκληρη την περιοχή. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων εξακολουθούν να είναι πολύ υψηλές και τα προβλήματα ποιότητας του αέρα εξακολουθούν να υφίστανται. Σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού της Ευρώπης ζει σε περιοχές, ιδίως στις πόλεις όπου σημειώνονται υπερβάσεις των προτύπων ποιότητας του αέρα: η ρύπανση του όζοντος, του διοξειδίου του αζώτου και των σωματιδίων (PM) θέτει σοβαρούς κινδύνους για την υγεία. Πολλές χώρες έχουν υπερβεί ένα ή περισσότερα από τα όρια εκπομπών τους για το 2010 για τέσσερις σημαντικούς ατμοσφαιρικούς ρύπους. Συνεπώς, η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης παραμένει σημαντική.

Τα σωματίδια, το διοξείδιο του αζώτου και το όζον σε επίπεδο εδάφους αναγνωρίζονται πλέον γενικά ως οι τρεις ρύποι που επηρεάζουν σημαντικά την ανθρώπινη υγεία. Περίπου το 90% των κατοίκων των πόλεων στην Ευρώπη εκτίθενται σε ρύπους σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από τα επίπεδα ποιότητας του αέρα που θεωρούνται επιβλαβή για την υγεία. Για παράδειγμα, τα λεπτά σωματίδια (PM_{2,5}) στον αέρα εκτιμάται ότι μειώνουν το προσδόκιμο ζωής στην ΕΕ κατά περισσότερο από οκτώ μήνες.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση βλάπτει επίσης το περιβάλλον μας. Η οξίνιση μειώθηκε σημαντικά μεταξύ 1990 και 2010 στις ευαίσθητες περιοχές του ευρωπαϊκού οικοσυστήματος που υποβλήθηκαν σε όξινη εναπόθεση περίσσειας θείου και αζωτούχων ενώσεων.

Ο ευτροφισμός, ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα που προκλήθηκε από την εισροή υπερβολικών θρεπτικών ουσιών στα οικοσυστήματα, σημείωσε λιγότερη πρόοδο. Η περιοχή των ευαίσθητων οικοσυστημάτων που επλήγησαν από το υπερβολικό ατμοσφαιρικό άζωτο μειώθηκε ελάχιστα μεταξύ 1990 και 2010.

Οι ζημιές λόγω καλλιέργειας προκαλούνται από την έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος. Οι περισσότερες γεωργικές καλλιέργειες εκτίθενται σε επίπεδα όζοντος που υπερβαίνουν τον μακροπρόθεσμο στόχο της ΕΕ για την προστασία της βλάστησης. Αυτό περιλαμβάνει κυρίως ένα σημαντικό ποσοστό γεωργικών εκτάσεων, ιδίως στη νότια, κεντρική και ανατολική Ευρώπη.

Η ποιότητα του αέρα στην Ευρώπη δεν βελτιώθηκε πάντοτε σύμφωνα με τη γενική μείωση των ανθρωπογενών (προκαλούμενων από τον άνθρωπο) εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων. Οι λόγοι για αυτό είναι πολύπλοκοι: δεν υπάρχει πάντα σαφής γραμμική σχέση μεταξύ της μείωσης των εκπομπών και των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων που παρατηρούνται στον αέρα. Υπάρχει μια αυξανόμενη συμβολή της μεταφοράς μεγάλων αποστάσεων ατμοσφαιρικών ρύπων στην Ευρώπη από άλλες χώρες στο βόρειο ημισφαίριο. Συνεπώς, απαιτούνται στοχοθετημένες προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών για την περαιτέρω προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος στην Ευρώπη.¹⁷

3.2 ΠΗΓΕΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Υπάρχουν διάφορες πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τόσο ανθρωπογενείς όσο και φυσικής προέλευσης:

- καύση ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στις μεταφορές, στη βιομηχανία και στα νοικοκυριά
- βιομηχανικές διεργασίες και χρήση διαλυτών, για παράδειγμα στις χημικές και ορυκτές βιομηχανίες
- γεωργία
- επεξεργασία αποβλήτων
- οι ηφαιστειακές εκρήξεις, η σκόνη που προέρχεται από τον αέρα, το ψεκασμό θαλάσσιου αλατιού και οι εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων

3.2.1 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

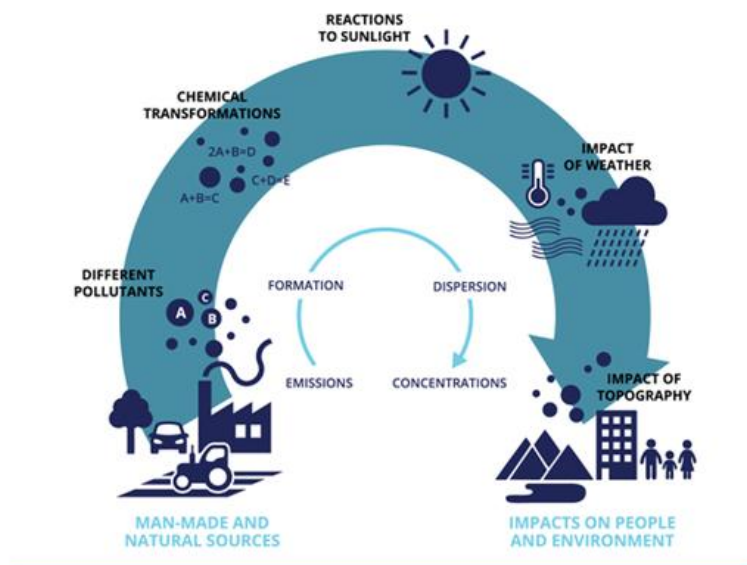
Όπως βλέπουμε στην εικόνα 3.2.1 οι πηγές μόλυνσης προκαλούνται είτε από τον ανθρώπινο παράγοντα είτε από την φύση (Man-made and Natural Sources). Οι διάφορες αυτές πηγές (Different Pollutants) απελευθερώνονται στον αέρα,

¹⁷ Hans Bruyninckx, EEA Executive Director. 2017. «Air pollution». European Environment Agency. EUROPA.EU <https://www.eea.europa.eu/themes/air/intro>

έρχονται σε επαφή μεταξύ τους και γίνονται χημικές αντιδράσεις (Chemical Transformations). Αντιδρούν με το φως του ηλίου έπειτα διασκορπώνται εξαιτίας του καιρού επηρεάζοντας την ποιότητα του (Impact of Weather). Στο τέλος επιστρέφουν στο έδαφος και επηρεάζουν σημαντικά την υγεία των ανθρώπων και επιδρούν στην τοπογραφία (Impacts on People and Environment).¹⁸

Γενικά ο κύκλος που κάνουν τα βλαβερά για την υγεία αυτά σωματίδια είναι:

Εκπομπή, Σχηματισμός, Διασπορά και Συγκέντρωση.



Εικόνα 3.2.1 Εκπομπή Ρύπων

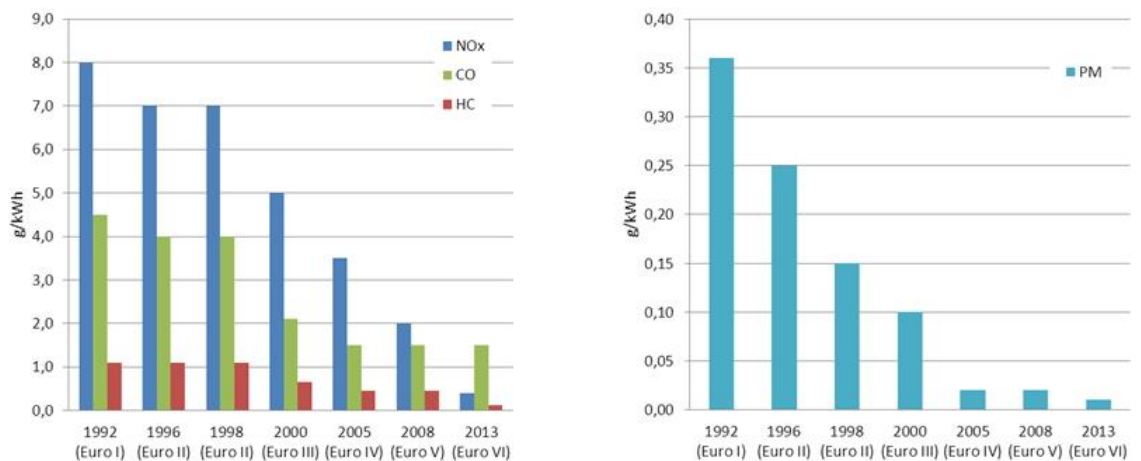
3.3 ΕΙΔΗ ΡΥΠΟΓΟΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΑΠΟ ΟΧΗΜΑΤΑ

Η ατμοσφαιρική ρύπανση από αυτοκίνητα και φορτηγά χωρίζεται σε πρωτογενή και δευτερογενή ρύπανση. Η πρωτογενής ρύπανση εκπέμπεται απευθείας στην ατμόσφαιρα. Η δευτερογενής ρύπανση οφείλεται σε χημικές αντιδράσεις μεταξύ ρύπων στην ατμόσφαιρα. Οι κύριοι ρύποι από μηχανοκίνητα οχήματα είναι οι εξής:

¹⁸ EUROPA.EU, Air pollution, 09 Οκτωβρίου 2017, <https://www.eea.europa.eu/themes/air/intro>

- Σωματίδια (PM). Μίγμα στερεών σωματιδίων και σταγονιδίων υγρών που βρίσκονται στον αέρα. Ονομάζεται και σωματιδιακή ρύπανση. Τα σωματίδια αιθάλης και μετάλλων δίνουν την αιθαλομίχλη χρώμα του. Τα λεπτά σωματίδια, μικρότερα από το ένα δέκατο της διαμέτρου μιας ανθρώπινης τρίχας, αποτελούν την σοβαρότερη απειλή για την ανθρώπινη υγεία, καθώς μπορούν να διεισδύσουν βαθιά στους πνεύμονες. Το PM είναι άμεση (πρωτογενής) ρύπανση και δευτερογενής ρύπανση γίνεται από υδρογονάνθρακες, οξείδια του αζώτου και διοξείδια του θείου. Η εξάτμιση των καυσίμων ντίζελ αποτελεί μείζονα παράγοντα ρύπανσης από PM. PM_{2.5} σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 2.5 μm. PM₁₀ σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 10 μm
- Υδρογονάνθρακες (HC). Αυτοί οι ρύποι αντιδρούν με οξείδια του αζώτου παρουσία ηλιακού φωτός για να σχηματίσουν όζον σε επίπεδο εδάφους, ένα πρωταρχικό συστατικό στο νέφος. Αν και επωφελής στην ανώτερη ατμόσφαιρα, στο επίπεδο του εδάφους αυτό το αέριο ερεθίζει το αναπνευστικό σύστημα, προκαλώντας βήχα, πνιγμό και μειωμένη πνευμονική ικανότητα.
- Οξείδια του αζώτου (NO_x). Αυτοί οι ρύποι προκαλούν ερεθισμό των πνευμόνων και αποδυναμώνουν την άμυνα του οργανισμού έναντι λοιμώξεων του αναπνευστικού, όπως η πνευμονία και η γρίπη. Επιπλέον, βοηθούν στο σχηματισμό όζοντος και σωματιδίων στο έδαφος.
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Αυτό το άοσμο, άχρωμο και δηλητηριώδες αέριο σχηματίζεται από την καύση ορυκτών καυσίμων όπως η βενζίνη και εκπέμπεται πρωτίστως από αυτοκίνητα και φορτηγά. Όταν εισπνέεται, το μονοξείδιο του άνθρακα μπλοκάρει το οξυγόνο από τον εγκέφαλο, την καρδιά και άλλα ζωτικά όργανα. Τα έμβρυα, τα νεογέννητα παιδιά και τα άτομα με χρόνιες ασθένειες είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις επιπτώσεις του CO.
- Διοξείδιο του θείου (SO₂). Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και τα μηχανοκίνητα οχήματα δημιουργούν αυτόν τον ρύπο με την καύση καυσίμων που περιέχουν θείο, ιδιαίτερα του ντίζελ. Το διοξείδιο του θείου μπορεί να αντιδράσει στην ατμόσφαιρα για να σχηματίσει λεπτά σωματίδια και θέτει τον μεγαλύτερο κίνδυνο για την υγεία για τα μικρά παιδιά και τους ασθματικούς.

- Επικίνδunami ατμοσφαιρικοί ρύποι (τοξικά). Αυτές οι χημικές ενώσεις έχουν συνδεθεί με γενετικές ανωμαλίες και άλλες σοβαρές ασθένειες. Ο Οργανισμός Προστασίας του Περιβάλλοντος εκτιμά ότι τα τοξικά του αέρα που εκπέμπονται από τα αυτοκίνητα και τα φορτηγά, τα οποία περιλαμβάνουν βενζόλιο, ακεταλδεΰδη και 1,3-βουταδιένιο, αντιπροσωπεύουν το ήμισυ όλων των καρκίνων που προκαλούνται από την ατμοσφαιρική ρύπανση.
- Αέρια θερμοκηπίου. Τα οχήματα με κινητήρα εκπέμπουν επίσης ρύπους, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, που συμβάλλουν στην παγκόσμια αλλαγή του κλίματος.¹⁹



Εικόνα 3.3 Ευρωπαϊκά Πρότυπα της ΕΕ για κινητήρες ντίζελ βαρέων φορτίων (καθαρή ισχύς > 85 kW, δοκιμές σταθερής κατάστασης) (NO), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), υδρογονάνθρακες (HC) και σωματίδια καυσαερίων ντίζελ (PM), τα πρότυπα εκπομπών²⁰

3.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

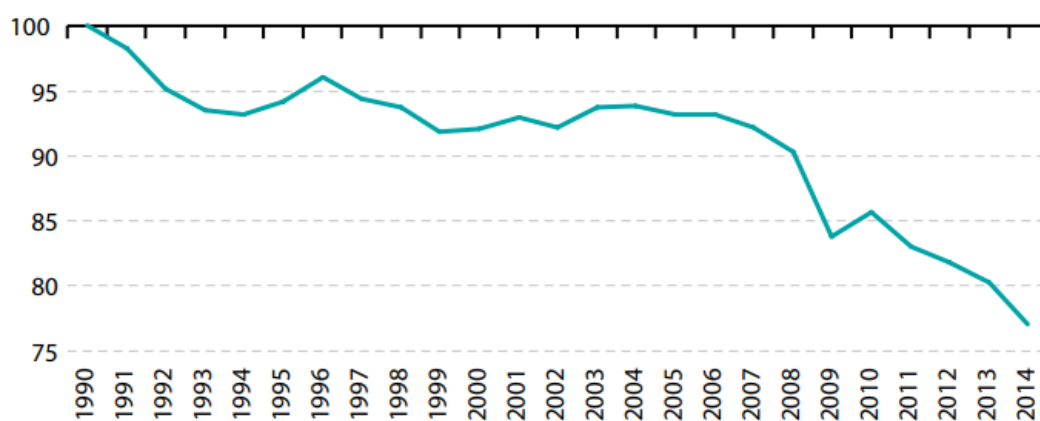
¹⁹UCSUSA, Cars, Trucks, Buses and Air Pollution, Ιούλιος 2018, <https://www.ucsusa.org/clean-vehicles/vehicles-air-pollution-and-human-health/cars-trucks-air-pollution#.Wt2QPcRCM8>

²⁰Piia Taxell, Finnish Institute of Occupational Health, 2017, Workplace exposure to dusts and aerosols - diesel exhaust https://oshwiki.eu/wiki/Workplace_exposure_to_dusts_and_aerosols_-_diesel_exhaust

Η ποιότητα του αέρα στην Ευρώπη τα δεκαπέντε τελευταία χρόνια έχει αναβαθμιστεί εξαιτίας των αυστηρότερων κανόνων που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την μείωση των καυσαερίων από τα οχήματα. Όμως ακόμη και με αυτές τις προδιαγραφές η μόλυνση είναι σε υψηλά επίπεδα, επηρεάζοντας έτσι τη ζωή εκατοντάδων χιλιάδων ανθρώπων στην Ευρώπη και στον Κόσμο.

Τα καυσαέρια που αποβάλλονται στο περιβάλλον από τα οχήματα περνούν στην ατμόσφαιρα, αναμυγνύονται με τον αέρα μέσω χημικών ενώσεων που προκαλούνται, και εισέρχονται στον οργανισμό μας χωρίς να τα καταλαβαίνουμε αφού ο όγκος τους υπολογίζεται σε μικρόμετρα.

Οι επιπτώσεις στην υγεία είναι σοβαρές. Κύριος προσβάλεται το αναπνευστικό και καρδιαγγειακό σύστημα. Ο υπερήλικος πληθυσμός είναι πιο ευάλωτος. Στις παιδικές ηλικίες παρουσιάζεται αυξημένη μεταβολική δραστηριότητα και το νευρικό, το αναπνευστικό και αναπαραγωγικό σύστημα των παιδιών δεν είναι πλήρως αναπτυγμένα. Σύμφωνα με τα στοιχεία την Ευρωπαϊκής Έπιτροπής για το περιβάλλον και την υγεία ένα στα επτά παιδιά προσβάλλεται από άσθμα. Το άσθμα προσβάλλει περισσότερο τα παιδιά της δυτικής Ευρώπης συγκριτικά με εκείνα της Ανατολικής Ευρώπης (δεκαπλάσια επίπτωση). Ακόμη οι διάφοροι ρύποι του περιβάλλοντος έχουν μερίδιο ευθύνης στις αποβολές εμβρύων, σωματικές και διανοητικές αναπηρίες και διαταραχές της αναπαραγωγικής ικανότητας.



Εικόνα 3.4 Τάση εκπομπής καυσαερίων στην Ε.Ε 1990-2014 (με βάση το 1990=100)

Στην παραπάνω εικόνα διακρίνεται η τάση εκπομπής των καυσαερίων από μηχανοκίνητα οχήματα στην Ελλάδα από το έτος 1990. Αν και η τάση παρέμενε

σταθερή και με χαμηλή πτώση με το 2005. Από το 2006 έως και το 2014 η πτώση των καυσαερίων είναι σημαντική.

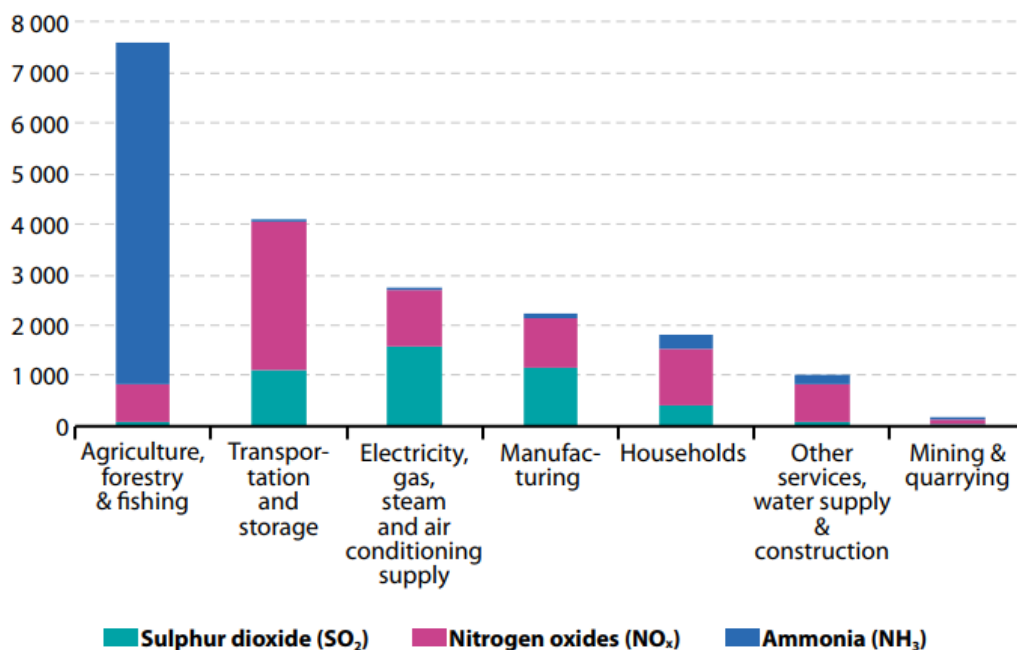
3.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλεί ζημιά στο οικοσύστημα. Αυτό οδηγεί σε πολλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που επηρεάζουν την βλάστηση και την πανίδα άμεσα, καθώς και την ποιότητα του πόσιμου νερού και του εδάφους και το μέρος του οικοσυστήματος που υποστηρίζουν. Βλάπτει την γωργική καλλιέργεια, τα δάση και τα φυτά μειώνοντας τον ρυθμό ανάπτυξης τους.

Άλλο ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα είναι ο ευτροφισμός. Προκαλείται όταν το θρεπτικό άζωτο βλάπτει το οικοσύστημα απειλώντας την βιοποικιλότητα. Είναι ένα ευρέως διαδεδομένο πρόβλημα που πλήττει τα περισσότερα ευρωπαϊκά οικοσυστήματα. Οι εκπομπές ορισμένων ρύπων που περιέχουν άζωτο έχουν μειωθεί, για παράδειγμα οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου και αμμωνίας μειώθηκαν κατά 27% και 7% αντίστοιχα από το 2002. Ωστόσο, οι εκπομπές δεν μειώθηκαν όσο αναμενόταν, ενώ οκτώ κράτη μέλη της ΕΕ παραβίαζαν νομικά ανώτατα. Για την αντιμετώπιση του ευτροφισμού²¹ απαιτούνται περαιτέρω μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αζώτου.

Ακόμη η ρύπανση του αέρα προκαλεί διάβρωση των υλικών μέσω της όξινης βροχής. Επίσης περιορίζει την ανάπτυξη των φυτών και τα ξεραίνει. Και επηρεάζει την ορατότητα εξαιτίας της αιθαλομίχλης κυρίως σε αστικά περιβάλλοντα.

²¹ Κυριάκος Περικλής, Αθήνα 2018, Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας.

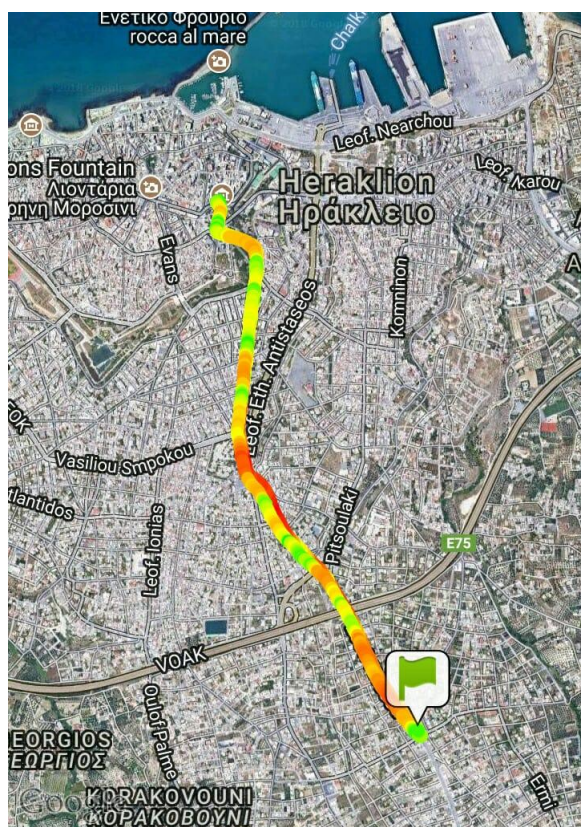


Εικόνα 3.5 Παραγωγή Τοξικών Ρύπων ανά Οικονομική Δραστηριότητα (ισοδυναμοί 103^{τη} SO₂)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Στις 25 Φεβρουαρίου του 2018 ημέρα Κυριακή και ώρα εκκίνησης 08:13 πρωινή ξεκίνησε η λήψη των δεδομένων, μέσω της συσκευής OBD (On Board Diagnostics), ώστε να ολοκληρωθεί ένας πλήρης κύκλος οδήγησης. Η διάρκεια των μετρήσεων κράτησε μια εβδομάδα σε κεντρική οδική αρτηρία της πόλης του Ηρακλείου.

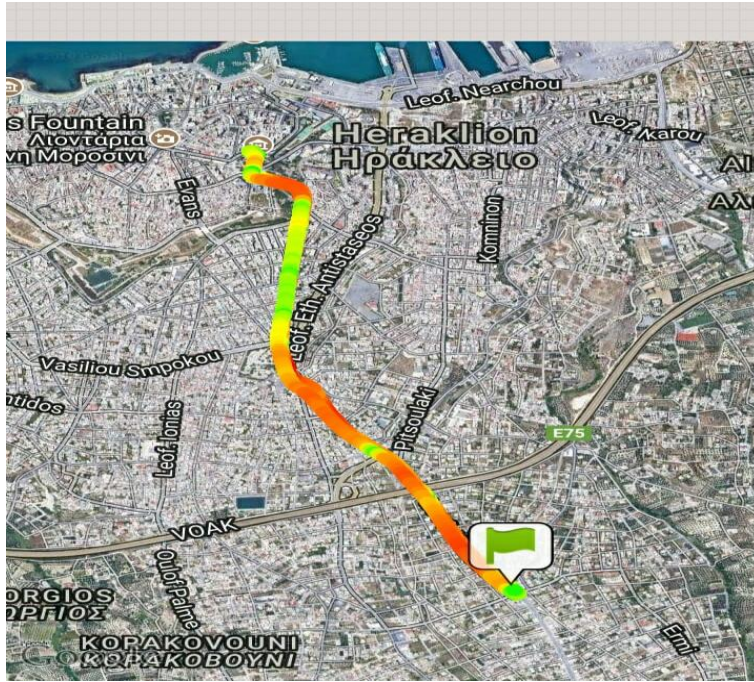
Το Ηράκλειο ως μια μεγάλη πόλη σε μέγεθος έχει αρκετές οδικές αρτηρίες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως διαδρομές για την λήψη δεδομένων κίνησης. Η συγκεκριμένη διαδρομή επιλέχθηκε ώστε να γίνει σύγκριση με παλαιότερη διπλωματική εργασία. Είναι ένα κομμάτι της Λεωφόρου Κνωσού που καταλήγει μέσω της Λεωφόρου Δημοκρατίας στην πλατεία Ελευθερίας δίπλα στο Αρχαιολογικό Μουσείο της πόλης.



Εικόνα 4.1 Διαδρομή που ακολουθήθηκε μέσω της εφαρμογής Torque

Στην παραπάνω εικόνα διακρίνεται η διαδρομή όπου ακολουθήθηκε για την λήψη των μετρήσεων για την ολοκλήρωση ενός κύκλου οδήγησης. Αυτό που επεξηγή από μόνη της η εικόνα είναι η ταχύτητα την οποία είχε το όχημα κατά τη διάρκεια των διαδρομών. Δηλαδή όσο πλησιάζει το χρώμα στο πράσινο τόσο πιο αργά κινείται το όχημα. Ενώ όταν αναπτύσει μεγάλη ταχύτητα το χρώμα της διαδρομής πλησιάζει στο κόκκινο. Η συγκεκριμένη διαδρομή πραγματοποιήθηκε το Σάββατο 03 Μαρτίου του 2018 στις 13:53 ώρα εκκίνησης.

²² Κυριάκος Περικλής, Αθήνα 2018, Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας



Εικόνα 4.2 Διαδρομή που ακολουθήθηκε μέσω της εφαρμογής Torque

Στην εικόνα 4.2 διακρίνεται η ταχύτητα του οχήματος στην διαδρομή που ακολουθήθηκε το Σάββατο 03 Μαρτίου στις 08:17 πρωινή ώρα. Σε σχέση με την εικόνα 4.1 έχει μεγαλύτερη διάρκεια σε υψηλές ταχύτητες κατά το μεγαλύτερο μέρος της. Ενώ μόνο το ένα κομμάτι στην Λεωφόρο Παπανδρέου έχει γίνει με σταθερή ταχύτητα και στις δύο πρωινές διαδρομές.

Το σημείο εκκίνησης της διαδρομή ήταν πάντα στην Λεωφόρο Κνωσού στο ύψος της οδού Χατζάκη δίπλα από την επιχείρηση Coco-Mat (πράσινη σημαία). Η μία διαδρομή είναι από το σημείο εκκίνησης μέχρι την πλατεία ελευθερίας στο αρχαιολογικό μουσείο σημείο άφιξης. Την στιγμή εκκίνησης και άφιξης σημειώνεται η ακριβής ώρα και καταγράφονται οι συγκεκριμένες μετρήσεις. Μόλις γινόταν η πρώτη μέτρηση ξεκινούσε η δεύτερη από το σημείο άφιξης πίσω στο σημείο εκκίνησης. Άρα το πρωί οι διδρομές ήταν δύο όπως επίσης και το μεσημέρι.

Η απόσταση της μίας διαδρομής είναι περίπου 3,4 χιλιόμετρα άρα των μετρήσεων το πρωί είναι 6,8 χιλιόμετρα. Η συνολική ημερήσια απόσταση είναι 13,6 χιλιόμετρα ενώ η εβδομαδιαία είναι περίπου 95,2 χιλιόμετρα.

4.1 ΤΡΟΠΟΣ ΛΗΨΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για την λήψη των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η διαγνωστική συσκευή που ονομάζεται OBD(On Board Diagnostics) στην ουσία σημαίνει διάγνωση επί του αυτοκινήτου. Η συσκευή αυτή μόνη της έχει την δυνατότητα να συνδεθεί με τον εγκέφαλο του αυτοκινήτου και να εντοπίσει το όποιο πρόβλημα έχει ο κινητήρας. Δίνοντας την δυνατότητα στον μηχανικό της γρήγορης διόρθωσης και συντήρης προλαμβάνοντας σοβαρότερα και δαπανηρότερα προβλήματα. Οι σύγχρονες ενσωματώσεις OBD χρησιμοποιούν μια τυποποιημένη θύρα ψηφιακών επικοινωνιών για την παροχή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σε συνδυασμό με μια τυποποιημένη σειρά διαγνωστικών κωδικών βλάβης ή κωδικούς DTC, οι οποίοι επιτρέπουν την ταχεία αναγνώριση και αποκατάσταση δυσλειτουργιών στο όχημα.



Εικόνα 4.1.1 Συσκευή OBD II

Από μόνη της η συσκευή αυτή δεν μπορεί να μας δώσει δεδομένα για αυτό το λόγο μπορεί να συνδεθεί με ένα Laptop ή ακόμη και με εφαρμογή σε κινητό τηλέφωνο ή ταμπλέτα. Στη προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε ένα κινητό τηλέφωνο Huawei P8 Lite. Για την λήψη όλων των δεδομένων, όχι μόνο ταχύτητας και ρύπων αλλά και επιτάχυνσης και ροής του καυσίμου κ.α, χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Torque. Συνδέεται με τη συσκευή OBD II μέσω των θύρων Bluetooth και στη συγκεκριμένη περίπτωση μέσω του κινητού τηλεφώνου λήφθηκαν όλες οι μετρήσεις.



Εικόνα 4.1.2 Εφαρμογή Torque

Στο Play Store της Google υπάρχει η συγκεκριμένη εφαρμογή με το παραπάνω εικονίδιο.



Εικόνα 4.1.3 Πλατφόρμα της εφαρμογής Torque

4.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΛΗΨΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

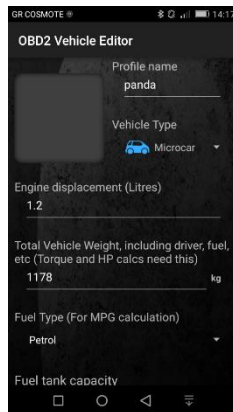
Για την λήψη των δεδομένων κίνησης πρέπει να συνδεθεί το διαγνωστικό OBD II στη θύρα του εγκεφάλου του αυτοκινήτου. Τη στιγμή της σύνδεσης το διαγνωστικό στέλνει σήμα μέσω Bluetooth για να συνδεθεί με την εφαρμογή που είναι εγκατεστημένη στο 'έξυπνο' κινητό τηλέφωνο στη προκειμένη περίπτωση. Μόλις γίνει η σύνδεση τα τέσσερα εικονίδια πάνω αριστερά όπως στην εικόνα 4.2.1 γίνονται μπλε,σημαίνει πως η σύνδεση έχει ολοκληρωθεί. Αν δεν είναι μπλε σημαίνει πως υπάρχει κάποιο λάθος.

Για να αποθηκεύσει όποιο δεδομένο πρέπει πρώτα να επιλέξουμε τις γενικές ρυθμίσεις στην πλατφόρμα της εφαρμογής το οποίο βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία έπειτα επιλέγουμε καταγραφή και αποστολή δεδομένων (Data Logging & Upload). Στη συνέχεια διαλέγουμε τις προτιμήσεις καταγραφής (Logging preferences) όπου βρίσκονται όλοι οι τύποι δεδομένων.

Το επόμενο βήμα είναι η επιλογή των ρυθμίσεων(settings) έπειτα επιλέγουμε Προφίλ Οχήματος (Vehicle Profile) και Δημιουργία Νέου Προφίλ (Create New Profile).

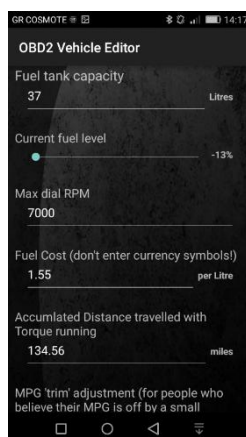
Εφόσον ακολουθήσουμε αυτά τα βήματα εμφανίζεται μια νέα πλατφόρμα στην οθόνη μας. Ξεκινάει ζητώντας το όνομα του προφίλ,συνήθως είναι η μάρκα του οχήματος. Στη συνέχεια έχει την επιλογή του τύπου του οχήματος (Vehicle Type) όπως για παράδειγμα Καμπριολέ (Cabriolet) ή Αγροτικό (Pickup). Έπειτα βάζουμε την χωρητικότητα των λίτρων της μηχανής του οχήματος (Engine Displacement in Litre),το συνολικό βάρος συμπεριλαμβανομένου του οδηγού των καυσίμων κ.α (Total

Vehicle Weight, including driver, fuel etc). Επιλέγουμε τον τύπο του καυσίμου για τον υπολογισμό της απόδοσης του (Fuel Type for MPG calculation) έπειτα βάζουμε την χωρητικότητα των λίτρων (Fuel Tank Capacity), τις μέγιστες στροφές ανά λεπτό του οχήματος (Max dial RPM) και την τιμή του καυσίμου (Fuel Cost).



Εικόνα 4.2.1 Πλατφόρμα του Προφίλ του Οχήματος

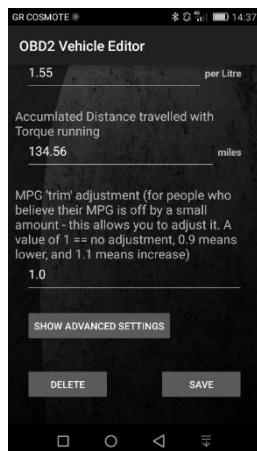
Έχοντας ολοκληρώσει την διαδικασία υπάρχουν δύο ακόμη επιλογές οι οποίες είναι η τρέχουσα στάθμη του καυσίμου (Current Fuel Level) και την συσσωρευμένη απόσταση που διανύθηκε όσο ήταν συνδεδεμένη η εφαρμογή Torque(ροπή). Οι συγκεκριμένες επιλογές υπολογίζονται από την εφαρμογή και συμπληρώνονται αυτόματα από την στιγμή που επιλέξουμε το κουτάκι αποθήκευσης (Save).



Εικόνα 4.2.2 Συνέχεια της Πλατφόρμας του Προφίλ του Οχήματος

Υπάρχει και μια τελευταία επιλογή για την προσαρμογή του υπολογισμού του καυσίμου. Εφόσον πιστεύει ο μηχανικός ή ο ιδιοκτήτης πως ο υπολογισμός του δεν γίνεται σωστά μπορεί να ρυθμίσει τον υπολογισμό του. Δηλαδή αν επιλέξει τον άσο

(1) σημαίνει χωρίς προσαρμογή (No Adjustment), 0.9 σημαίνει χαμηλότερα (Means Lower) και 1.1 σημαίνει καμία αύξηση (No Increase).



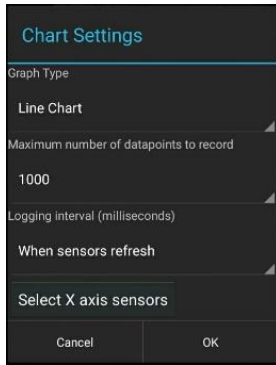
Εικόνα 4.2.3 Συνέχεια της Πλατφόρμας του Προφίλ του Οχήματος

Εφόσον έχουν αποθηκευτεί οι ρυθμίσεις για το προφίλ του οχήματος, επιλέγουμε στην πλατφόρμα το εικονίδιο με τίτλο γραφήματα (Graphing) εικόνα 4.2.3.



Εικόνα 4.2.3 Επιλογή Γραφήματος

Ανοίγει ένα μικρό 'παράθυρο' με τις ρυθμίσεις γραφημάτων (Chart settings) όπου υπάρχει ως επιλογή ο τύπος γραφήματος (Graph Type), ο μέγιστος αριθμός καταγραφής των δεδομένων (Maximum number of datapoints to record), το διάστημα καταγραφής (Logging interval) σε milliseconds και η πιο σημαντική επιλογή των δεδομένων των αξόνων (Select X axis sensors) παράδειγμα την ταχύτητα, την επιτάχυνση ή ακόμη και το κόστος καυσίμου.



Εικόνα 4.2.4 Ρυθμίσεις Γραφήματος

Να σημειωθεί πως το γράφημα δείχνει κάποια από τα δεδομένα που έχουμε επιλέξει για καταγραφή τη στιγμή κίνησης ή αδράνειας. Αποθηκεύει αυτόματα τα δεδομένα στη μνήμη της συσκευής που χρησιμοποιούμε. Για την συλλογή των δεδομένων από την συσκευή που χρησιμοποιήθηκε επιλέγουμε τους φακέλους στο κινητό τηλέφωνο έπειτα πάμε στην κατηγορία τοπικό επιλέγουμε εσωτερικός χώρος αποθήκευσης και ανοίγουν διάφοροι φάκελοι. Ανάμεσα τους έχει δημιουργηθεί ένας με το όνομα TorqueLogs όπου υπάρχουν όλα τα δεδομένα καταγραφής σε μορφή Excel.

1	GPS Time	Device Time	Longitude	Latitude	GPS Speed (Meters/second)	Horizontal Dilution of Precision	Altitude	Bearing	G(x)	G(y)	G(z)	G(calibrate 0-100kph)	Accelerati	Accelerati
2	Tue Feb 27 14:03:58 EET 2018	27-Feb-2018 14:03:59	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,724	6,359	7,460	0,032	-	0,015
3	Tue Feb 27 14:03:59 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:00	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,657	6,292	7,527	0,033	-	0,015
4	Tue Feb 27 14:04:00 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:01	25,148	35,315	0,000	6,272	140,294	0,000	-1,772	6,273	7,614	0,038	-	0,022
5	Tue Feb 27 14:04:01 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:02	25,148	35,315	0,000	6,397	140,294	0,000	-1,867	6,263	7,527	0,035	-	0,015
6	Tue Feb 27 14:04:01 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:03	25,148	35,315	0,000	6,397	140,294	0,000	-1,638	6,139	7,690	0,034	-	0,019
7	Tue Feb 27 14:04:03 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:04	25,148	35,315	0,000	6,026	140,294	0,000	-1,753	6,292	7,709	0,049	-	0,030
8	Tue Feb 27 14:04:04 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:05	25,148	35,315	0,000	7,543	140,294	0,000	-1,551	6,072	7,719	0,037	-	0,017
9	Tue Feb 27 14:04:05 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:06	25,148	35,315	0,000	6,793	140,294	0,000	-1,427	5,880	7,853	0,030	-	0,028
10	Tue Feb 27 14:04:06 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:07	25,148	35,315	0,000	5,731	140,294	0,000	-1,350	5,737	7,958	0,028	-	0,002
11	Tue Feb 27 14:04:07 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:08	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,120	5,842	8,188	0,046	-	0,032
12	Tue Feb 27 14:04:08 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:09	25,148	35,315	0,000	6,576	140,294	0,000	-1,216	5,957	8,083	0,050	-	0,031
13	Tue Feb 27 14:04:09 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:10	25,148	35,315	0,000	6,390	140,294	0,000	-1,159	5,909	8,150	0,044	-	0,025
14	Tue Feb 27 14:04:10 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:11	25,148	35,315	0,000	6,161	140,294	0,000	-1,130	5,880	8,025	0,040	-	0,015
15	Tue Feb 27 14:04:11 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:12	25,148	35,315	0,000	6,133	140,294	0,000	-1,264	5,813	8,092	0,045	-	0,034
16	Tue Feb 27 14:04:12 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:13	25,148	35,315	0,000	5,811	140,294	0,000	-1,331	5,871	8,092	0,047	-	0,028
17	Tue Feb 27 14:04:13 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:14	25,148	35,315	0,000	5,547	140,294	0,000	-1,302	5,813	8,207	0,053	-	0,034
18	Tue Feb 27 14:04:14 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:15	25,148	35,315	0,000	6,700	140,294	0,000	-1,389	5,823	7,939	0,043	-	0,021
19	Tue Feb 27 14:04:15 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:16	25,148	35,315	0,000	6,434	140,294	0,000	-1,293	5,737	8,102	0,039	-	0,037
20	Tue Feb 27 14:04:16 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:17	25,148	35,315	0,000	6,488	140,294	0,000	-1,341	5,813	8,112	0,045	-	0,027
21	Tue Feb 27 14:04:17 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:18	25,148	35,315	0,000	5,821	140,294	0,000	-1,341	5,756	8,159	0,046	-	0,027
22	Tue Feb 27 14:04:18 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:19	25,148	35,315	0,000	5,315	140,294	0,000	-1,465	5,851	8,054	0,043	-	0,026
23	Tue Feb 27 14:04:19 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:20	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,369	5,765	8,121	0,044	-	0,025
24	Tue Feb 27 14:04:20 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:21	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,264	5,689	8,179	0,043	-	0,036
25	Tue Feb 27 14:04:21 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:22	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,369	5,708	8,092	0,040	-	0,027
26	Tue Feb 27 14:04:22 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:23	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,312	5,698	8,131	0,040	-	0,021
27	Tue Feb 27 14:04:23 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:24	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,302	5,689	8,179	0,042	-	0,025
28	Tue Feb 27 14:04:24 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:25	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,330	5,708	8,092	0,038	-	0,027
29	Tue Feb 27 14:04:25 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:26	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,542	5,813	7,891	0,039	-	0,022
30	Tue Feb 27 14:04:26 EET 2018	27-Feb-2018 14:04:27	25,148	35,315	0,000	5,000	140,294	0,000	-1,408	5,688	8,103	0,038	-	0,033

Εικόνα 4.2.5 Παράδειγμα συλλογής δεδομένων

Η εφαρμογή εκτός από την συλλογή δεδομένων προσφέρει και μια διάγνωση για την κατάσταση του οχήματος. Μέσω του εικονιδίου με όνομα κωδικό βλάβης (Fault Codes). Μόλις επιλεγεί το συγκεκριμένο εικονίδιο και εφόσον έχουν γίνει σωστά όλα τα προηγούμενα βήματα και η συσκευή έχει συνδεθεί με την διαγνωστική συσκευή, θα δώσει ένδειξη πως η μηχανή του οχήματος είναι σε καλή λειτουργία

αλλιώς θα δείξει έναν κωδικό ο οποίος παραπέμπει σε συγκεκριμένο κωδικό βλάβης. Αν επιλέξουμε τον κωδικό θα ανοίξει το πρόγραμμα περιήγησης σε συγκεκριμένη ιστοσελίδα όπου υποδικνύει και επεξηγή ακριβώς την βλάβη.



Εικόνα 4.2.6 Κωδικός Βλάβης

Άλλη μια χρήση της πλατφόρμας είναι η καταγραφή της διαδρομής που κάνουμε στο χάρτη. Όπως στην εικόνα 4.1 όπου φαίνεται η διαδρομή της καταγραφής των μετρήσεων. Επίσης παρέχει πληροφορία για την λειτουργία του οχήματος σε πραγματικό χρόνο (Real Time Information).



Εικόνα 4.2.7 Πληροφορία σε Πραγματικό Χρόνο

Ακόμη μας δίνει πληροφορίες για την κατάσταση της σύνδεσης της εφαρμογής με το διαγνωστικό (Adapter Status).



Εικόνα 4.2.8 Κατάσταση Σύνδεσης

4.3 ΟΧΗΜΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Το μέσον που χρησιμοποιήθηκε για το πειραματικό μέρος της πτυχιακής εργασίας ήταν ένα αυτοκίνητο Fiat Panda (2017) χρώματος λευκού. Χρησιμοποιεί βενζινοκινητήρα 1.2 λίτρων 69 ίππων (Hp) και σχέση μετάδοσης 5 ταχυτήτων. Είναι ένα αυτοκίνητο πόλης από την ιταλική κατασκευαστή αυτοκινήτων Fiat, τώρα στην τρίτη γενιά του. Η πρώτη γενιά Fiat Panda εισήχθη το 1980 και παρήχθη μέχρι το 1986, όταν υπέστη αρκετές αλλαγές. Από το 1986 έως το 2003, παράχθηκε με μερικές μόνο αλλαγές.



Εικόνα 4.3 Fiat Panda

Η δεύτερη γενιά, που ξεκίνησε το 2003, ήταν το Ευρωπαϊκό αυτοκίνητο της χρονιάς το 2004. Η τρίτη γενιά έκανε το ντεμπούτο της στο Σαλόνι Αυτοκινήτου της Φρανκφούρτης το Σεπτέμβριο του 2011 και συναρμολογήθηκε στην Ιταλία στο Pomigliano d'Arco.

Χαρακτηριστικά	Μονάδα	Τιμή
Μέγιστη Ισχύς Ec	Kw (Hp) Σε Rpm	51
	51(69) @5500	
Μέγιστη Ροπή Ec	Nm Σε Rpm	102
	102 (10.4)@ 3000	
Μέγιστη Ταχύτητα	(km/h)	164
Επιτάχυνση (Sec.)	0/100 Km/H	14,2
Κατανάλωση Καυσίμου	(L/100 Km) Οδηγια 2004/3/Ec	5,1
	6,6 Κύκλος Πόλης	
	4,3 Υπεραστικός Κύκλος	
	5,1Μεικτός Κυκλος	
Εκπομπές Ρύπων CO2	(g/km)	119

Εικόνα 4.4 Χαρακτηριστικά Οχήματος

4.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για να ξεκινήσει η επεξεργασία των δεδομένων μέσω του υπολογιστικού φύλλου Excel πρέπει να γίνουν κάποια βήματα. Πρώτον πρέπει να ανοιχτεί το υπολογιστικό φύλλο Excel κατευθείαν από το email όπου έχει σταλεί. Δεύτερον αντιγράφονται τα δεδομένα της διαδρομής που έχει γίνει, αφού υπάρχουν παραπάνω δεδομένα, και γίνεται επικόλληση σε οποιοδήποτε φύλλο Word. Έπειτα επιλέγονται όλα τα δεδομένα ώστε να γίνει μια αλλαγή από το κόμμα σε τελεία, μέσω της εντολής βρίσκω και της εντολής αντικαθιστώ, βρίσκονται στα δεξιά στο τέρμα της γραμμής εντολών. Τέλος γίνεται αντιγραφή και επικόλληση στο υπολογιστικό φύλλο. Αυτό πρέπει να γίνει για όλες τις διαδρομές που έχουν γίνει.

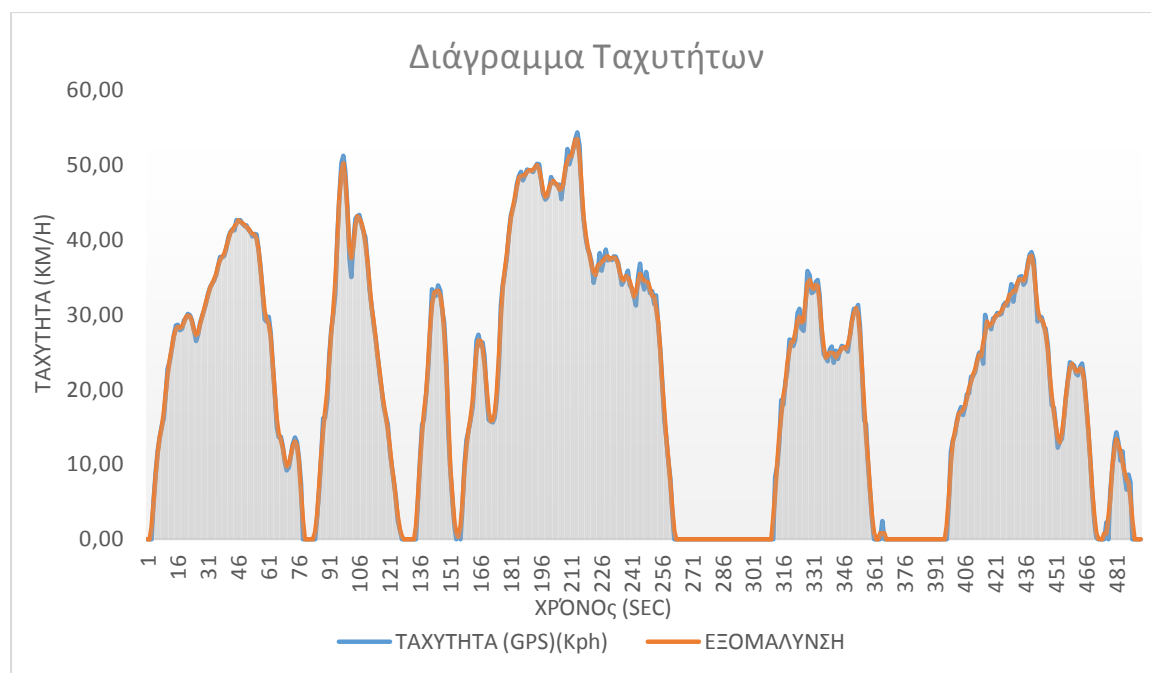
Αυτή η διαδικασία γίνεται επειδή το Excel δεν αναγνωρίζει το κόμμα, παράδειγμα αν υπάρχει μια τιμή ταχύτητας δεκαπέντε και επτά (15.7 Km/h) το Excel θα το αναγνωρίζει εκατόν πενήντα επτά (157 Km/h) ή ένα και πενήντα επτά 1.57(Km/h).

Οι μετρήσεις οι οποίες έχουν επιλεγεί για να εισαχθούν για επεξεργασία είναι η ταχύτητα μέσω του διαγνωστικού OBD II και του GPS της κινητής συσκευής τηλεφώνου, ενώ οι υπόλοιπες είναι μόνο μέσω του διαγνωστικού. Οι μετρήσεις αποτελούνται επίσης από το Φορτίο (%), τις Στροφές ανά λεπτό (RPM) και την Ροή του καυσίμου ανά λεπτό (cc/min) και ανά ώρα (l/hr).

Εφόσον έχει μετατραπεί η ταχύτητα από Μίλια την Ώρα (Mph) σε Χιλιόμετρα την Ώρα (Km/h) ξεκινάει η επεξεργασία τους. Αρχικά επιλέχθηκε η ταχύτητα του GPS λόγο ότι είναι πιο ακριβής σε σχέση με του OBD. Στη συνέχεια γίνεται μια εξομάλυνση της ταχύτητας ώστε να είναι πιο ομαλή η ροή της αν και ήδη ήταν αρκετά ομαλή. Αμέσως μετά μηδενίζεται όποια ταχύτητα είναι ίση ή μικρότερη των 3 Χιλιομέτρων την Ώρα λόγο ότι είναι πολύ μικρή ταχύτητα και στην ουσία το όχημα δεν κινείται αυτό το ονομάζουμε Τελική Ταχύτητα. Επόμενο βήμα είναι η εξάλειψη των μηδενικών στοιχείων που υπάρχουν και η μετατροπή της σε μετρά το δευτερόλεπτο (m/s).

Τέλος υπολογίζεται η επιτάχυνση και η επιβράδυνση οι οποίες προκύπτουν από το προηγούμενο βήμα ενώ στη συνέχεια οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές τους ανά φάση. Παρακάτω το διάγραμμα 4.4 ταχυτήτων του GPS και της Εξομάλυνσης είναι ένα

παράδειγμα από το οποίο προκύπτουν οι φάσεις που υπάρχουν σε κάθε διαδρομή. Φάση υπάρχει από την εκκίνηση μέχρι τον μηδενισμό της ταχύτητας του οχήματος κατά την διάρκεια της διαδρομής του.



Διάγραμμα 4.4 Ταχύτητα GPS και Εξομάλυνσης

Για να κλείσει ο πρώτος κύκλος επεξεργασίας φτιάχνεται ένας πίνακας με τις τιμές που υπολογίζονται. Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται για όλες τις διαδρομές της εβδομάδας.

Αντιπροσωπευτική Διαδρομή	sec	
Ποσοστό στάσης (%)	24,95	123
Ποσοστό κίνησης (%)	75,05	370,00
Μέση Ταχύτητα (Km/h)	20,99	
Μέση Ταχύτητα χωρίς στάσεις(Km/h)	28,03	
Μέση Επιτάχυνση	0,421	
Μέση Επιβράδυνση	-0,480	

Πίνακας 4.5 Τελικές τιμές επεξεργασίας δεδομένων

4.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για την ανάλυση των δεδομένων χρειάζεται ένας πίνακας ο οποίος περιέχει τους μέσους όρους των μετρήσεων όλων των διαδρομών. Οι μετρήσεις οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν είναι η διάρκεια της εκάστοτε διαδρομής σε δευτερόλεπτα (Second), ο μέσος όρος ταχύτητας (Km/h), ο μέσος όρος ταχύτητας χωρίς στάση (Km/h), η μέση επιτάχυνση (m/s^2), η μέση επιβράδυνση (m/s^2), το ποσοστό στάσης (%) και ο αριθμός στάσεων. Η χρήση του πίνακα 4.6 είναι για την δημιουργία διαγραμμάτων.

A/A	Διάρκεια (Second)	ΜΩΤ (Km/h)	ΜΩΤ ΧΣ (Km/h)	Μ. Επιτ.(m/s2)	Μ. Επιβρ.(m/s2)	Στάση (%)	Αριθμός στάσεων
1	535	19,98	24,24	0,37	-0,41	17,38	4
2	497	22,02	25,81	0,31	-0,40	14,49	5
3	499	19,49	24,68	0,38	-0,42	21,29	9
4	790	13,91	18,93	0,39	-0,38	27,56	10
5	548	18,34	26,56	0,41	-0,51	35,58	10
6	645	17,01	21,95	0,34	-0,39	22,36	9
7	705	14,51	20,92	0,36	-0,35	30,50	9
8	705	15,47	20,73	0,38	-0,41	25,25	10
9	1001	10,08	17,27	0,37	-0,41	41,70	16
10	581	19,11	25,42	0,38	-0,43	24,83	7
11	493	21,04	27,63	0,42	-0,48	24,95	7
12	644	16,60	21,04	0,47	-0,49	21,12	8
13	777	13,27	29,44	0,38	-0,45	35,39	11
14	631	17,41	22,24	0,34	-0,38	21,71	9
15	600	17,35	22,10	0,38	-0,42	21,50	6
16	610	17,83	22,84	0,38	-0,38	27,73	9
17	727	14,24	23,27	0,38	-0,47	38,79	10
18	503	21,77	27,33	0,39	-0,45	20,32	8
19	543	19,05	23,19	0,35	-0,47	18,01	9
20	764	14,25	19,33	0,41	-0,42	26,31	15
21	371	28,24	33,69	0,35	-0,41	16,17	4
22	529	20,67	25,91	0,29	-0,38	20,23	6
23	575	21,63	25,49	0,31	-0,45	15,13	9
24	470	16,73	22,03	0,39	-0,41	24,04	9
25	359	30,53	34,36	0,46	-0,47	11,11	3
26	463	24,15	32,51	0,55	-0,61	25,70	5
27	360	29,30	33,38	0,34	-0,41	12,22	2
28	498	21,75	27,48	0,36	-0,37	11,00	4

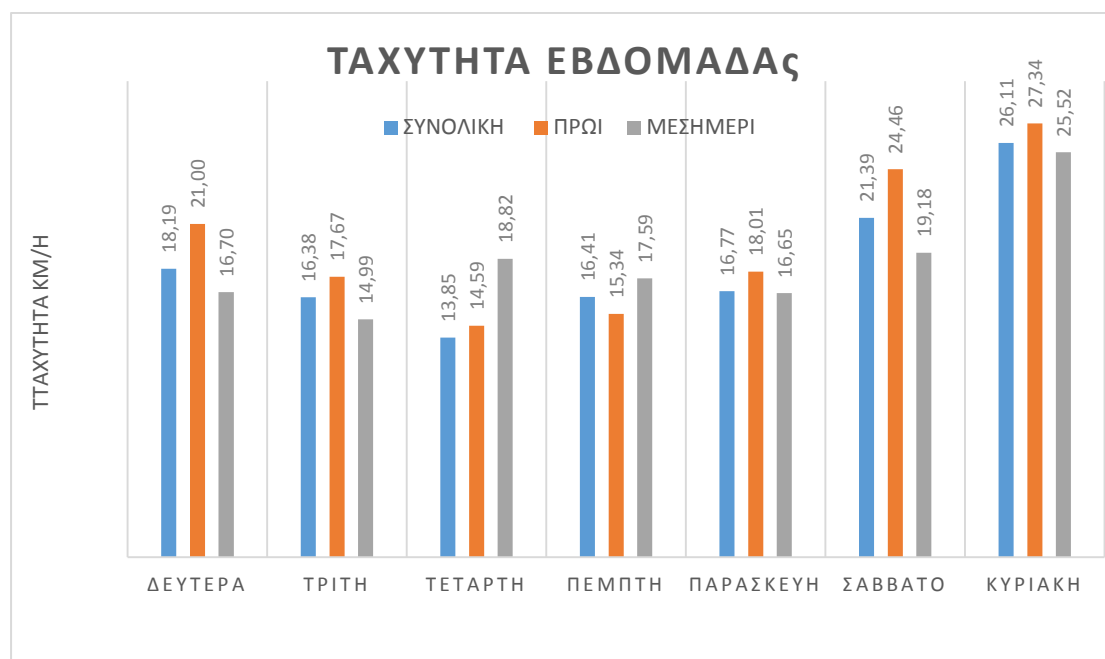
Πίνακας 4.6: Μέσοι όροι των μετρήσεων των διαδρομών

Στον παραπάνω πίνακα υπάρχουν αναλυτικά οι μέσοι όροι της κάθε διαδρομής της εβδομάδας. Ανά τέσσερις σειρές μετρήσεων προκύπτει μια ημέρα μετρήσεων, το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία πινάκων ξεχωριστά για κάθε μέτρηση. Οι ημερήσιοι πίνακες αναλύονται σε δύο διαδρομές, πρωινή και μεσημεριανή.

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
ΥΠΟΛΟΓΗ (km/h)	18,19	16,38	13,85	16,41	16,77	21,39	26,11
ΠΡΩΙ	21,00	17,67	14,59	15,34	18,01	24,46	27,34
ΜΕΣΗΜΕΡΙ	16,70	14,99	18,82	17,59	16,65	19,18	25,52

Πίνακας 4.7 Μέσοι όροι ταχύτητας (Km/h)

Από τον παραπάνω πίνακα μπορούν να εισαχθούν τα δεδομένα για την δημιουργία διαγραμμάτων ώστε να φανούν καλύτερα τα αποτελέσματα.



Γράφημα 4.8 Μέσοι Όροι Ταχυτήτων Διαδρομών

Στο γράφημα αυτό φαίνονται αναλυτικά όλες οι μέσοι όροι των ταχυτήτων που αναπτύχθηκαν κατά την διάρκεια των δοκιμών. Παρατηρούμε πως οι πέντε από τις συνολικά πρωινές διαδρομές είναι πιο γρήγορες σε σχέση με τις μεσημεριανές. Αυτό συμβαίνει επειδή γενικά όλη την εβδομάδα το πρωί η κίνηση ήταν αρκετά μικρότερη σε σχέση με το μεσημέρι.

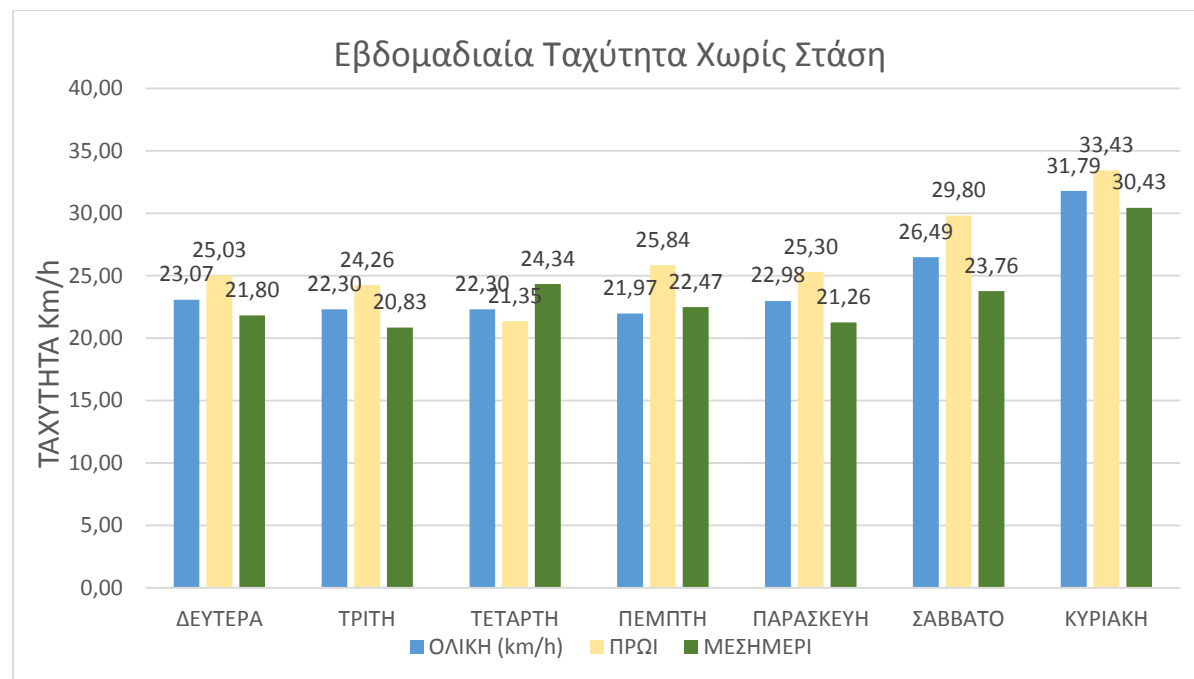
Ακόμη οι πιο υψηλές ταχύτητες είναι το Σάββατο και Κυριακή το πρωί. Είναι λογικό να είναι αυτές οι ημέρες αφού η κίνηση των οχημάτων στους δρόμους μειώθηκε παραπάνω από το μισό σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες. Οι ελάχιστες ταχύτητες ήταν την Τετάρτη και την Πέμπτη επειδή τις δύο αυτές μέρες υπήρχε μέγιστη κίνηση οχημάτων δυσκολεύοντας την ανάπτυξη ταχύτητας.

Η μέγιστη ταχύτητα που ανέπτυξε το όχημα είναι τα 27,34 (Km/h) την Κυριακή το πρωί. Ενώ η ελάχιστη ταχύτητα ήταν 14,59 (Km/h) την Τετάρτη το πρωί. Είναι λογικό να είναι τις συγκεκριμένες ημέρες αφού την Τετάρτη είχε αρκετά κόκκινα φανάρια και μεγάλη κίνηση οχημάτων και πεζών που περνούσαν στις διαβάσεις.

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
ΟΛΙΚΗ (km/h)	23,07	22,30	22,30	21,97	22,98	26,49	31,79
ΠΡΩΙ	25,03	24,26	21,35	25,84	25,30	29,80	33,43
ΜΕΣΗΜΕΡΙ	21,80	20,83	24,34	22,47	21,26	23,76	30,43

Πίνακας 4.9 Μέσοι όροι ταχύτητας (Km/h) χωρίς στάση

Στον πίνακα 4.9 φαίνονται οι μέσοι όροι των ταχυτήτων της εβδομάδας με την διαφορά πως δεν υπολογίζονται οι ταχύτητες από 0 (Km/h) έως και 3 (Km/h). Με αυτό τον τρόπο δημιουργείτε η μέση εβδομαδιαία ταχύτητα χωρίς στάσεις.

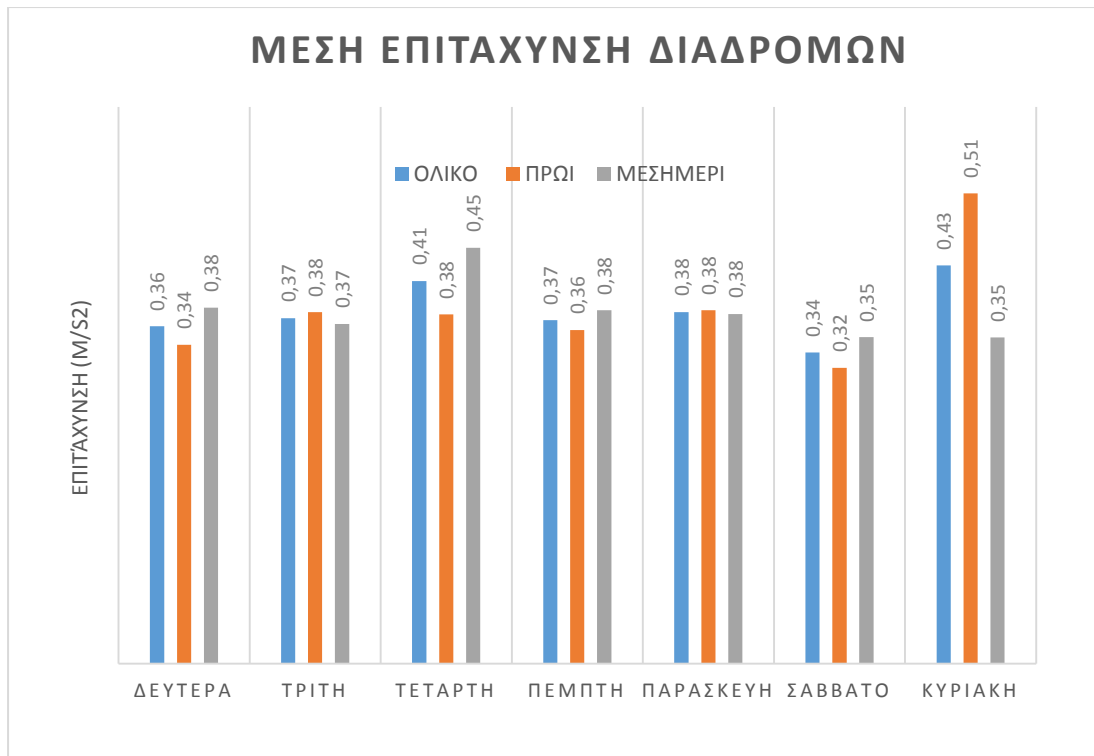


Γράφημα 4.10 Μέσοι Όροι Ταχυτήτων Διαδρομών Χωρίς Στάση

Το γράφημα δείχνει την συνεχή κίνηση του οχήματος κατά την διάρκεια των διαδρομών. Οι ταχύτητες σε σχέση με το προηγούμενο γράφημα είναι βεβαίως υψηλότερες, η μέγιστη είναι 33,43 (Km/h) και η ελάχιστη είναι 20,83 (Km/h).

Επιτάχυνση (m/s ²)	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
ΟΛΙΚΟ	0,36	0,37	0,41	0,37	0,38	0,34	0,43
ΠΡΩΙ	0,34	0,38	0,38	0,36	0,38	0,32	0,51
ΜΕΣΗΜΕΡΙ	0,38	0,37	0,45	0,38	0,38	0,35	0,35

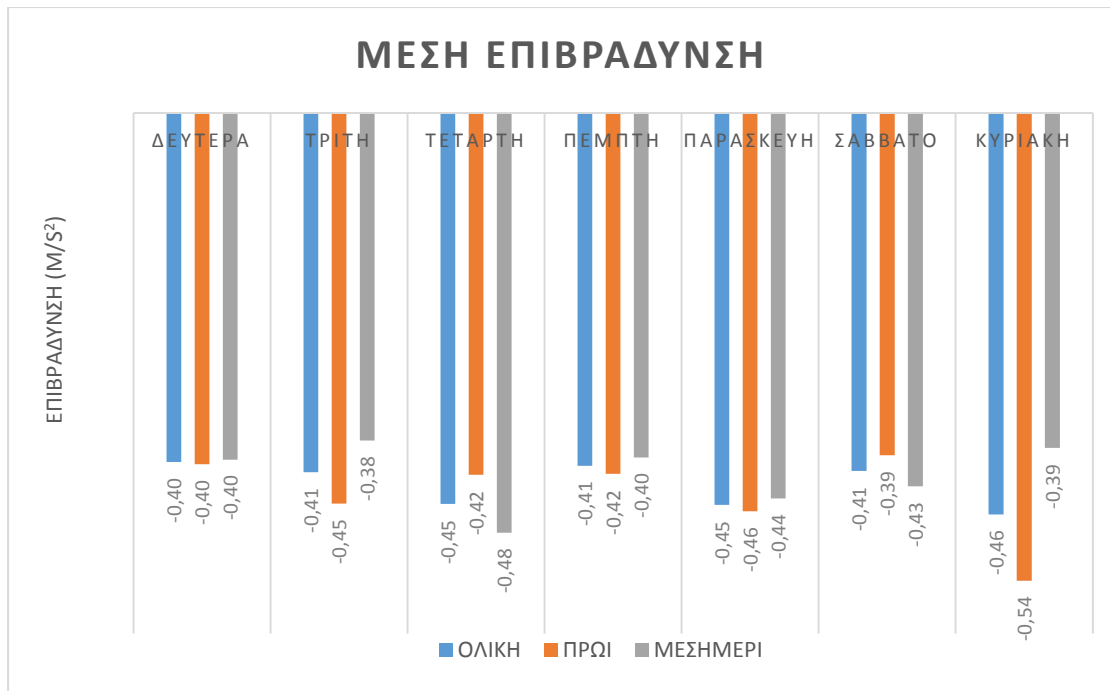
Πίνακας 4.11 Μέση Επιτάχυνση ανά Διαδρομή



Γράφημα 4.12 Μέση Επιτάχυνση των Διαδρομών

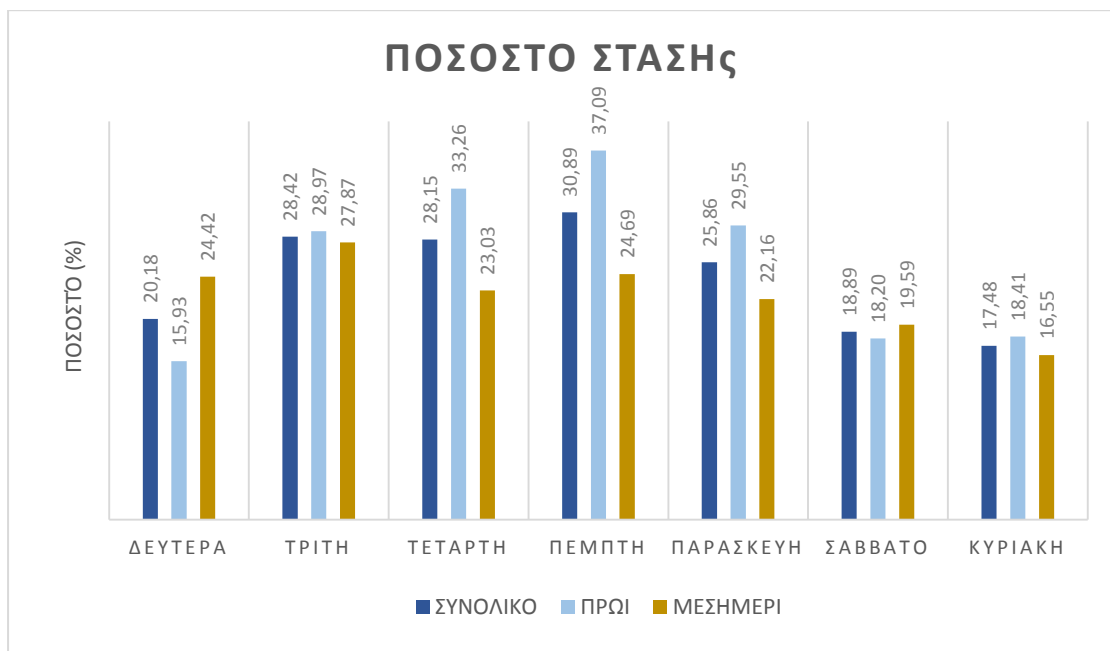
Στο παραπάνω γράφημα παρατηρείτε ομαλή επιτάχυνση κατά τη διάρκεια όλης της εβδομάδος εκτός από δύο σημεία, την Τετάρτη το μεσημέρι και την Κυριακή το πρωί. Την Κυριακή το πρωί ο δρόμος ήταν άδειος με μηδενική κίνηση σχεδόν και φανάρια αναμένα πράσινα επί το πλείστον, οπότε υπάρχει μια παραπάνω επιτάχυνση. Ενώ την Τετάρτη ήταν μέρα με την πιο αργή διαδρομή οπότε υπήρξε μια ανυπομονησία.

Η επιτάχυνση το πρωί ή το μεσημέρι της κάθε μέρας προκύπτει από τον μέσο όρο δύο διαδρομών. Για να υπολογιστεί την επιτάχυνση μετατρέπετε η ταχύτητα από χιλιόμετρα ανά ώρα (Km/h) σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s), έπειτα από την σειρά των μετρήσεων αφαιρείτε από την προηγούμενη τιμή η επόμενη. Αν η τιμή που προκύπτει είναι θετική τότε σημαίνει πως το όχημα έχει επιταχύνει αλλιώς έχει επιβραδύνει.



Γράφημα 4.13 Μέση Επιβράδυνση Διαδρομών

Οι επιβραδύνσεις στο παραπάνω γράφημα φαίνεται να είναι ομαλές τι περισσότερες μέρες. Η Πέμπτη και η Κυριακή έχουν μια μεγαλύτερη διαφορά από τις άλλες μέρες αυτό συμβαίνει επειδή υπήρχε και μεγάλη επιτάχυνση τις συγκεκριμένες διαδρομές.



Γράφημα 4.13 Ποσοστό Στάσης Διαδρομών

Το γράφημα με τις ποσοστιαίες μονάδες κίνησης και στάσης δείχνει μια για κάθε μέρα της εβδομάδας την ομαλότητα της διαδρομής. Η πιο ομαλή διαδρομή για τις καθημερινές ημέρες παρατηρείται να είναι της Δευτέρας. Ο λόγος είναι πως αν και είχε κίνηση οχημάτων δεν υπήρχε κατά τη διάρκεια κάποια καθυστέρηση και ακόμη τα φανάρια ήταν τα περισσότερα ανοιχτά.

Από την Τρίτη μέχρι την Πέμπτη υπήρχε συνεχής και αυξανόμενη κίνηση οχημάτων και το πρωί και το μεσημέρι. Έπειτα η κίνηση μειώθηκε αισθητά την Παρασκευή ενώ το Σαββατοκύριακο ήταν ελάχιστη. Την Τρίτη υπήρχε και αρκετή κίνηση πεζών και μηχανακίων και κακοί οδηγοί στο δρόμο. Το φαινόμενο παρατηρήθηκε και το πρωί και το μεσημέρι για αυτό και το ποσοστό στάσης είναι όλη την ημέρα υψηλό.

Την Τετάρτη υπήρχε μια αυξανόμενη κίνηση σε σχέση με την προηγούμενη ημέρα. Το ποσοστό στάσης της πρωινής διαδρομής σε σχέση με τη μεσημεριανή έχει μεγάλη διαφορά. Αυτό συμβαίνει επειδή είχε πολύ μεγάλη κίνηση το πρωί στην πρώτη διαδρομή επίσης πολλά φανάρια ήταν κόκκινα.

Η Πέμπτη ήταν η μέρα με την μεγαλύτερη κίνηση οχημάτων και πεζών σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες ημέρες. Αν και η πρωινή διαδρομή δεν έχει τόσο μεγάλο ποσοστό στάσης, η μεσημεριανή διαδρομή είχε μεγάλο φόρτο. Στη Λεωφόρο Κνωσού είχε συνεχή κίνηση οχημάτων πεζών και μοτοσυκλετών. Στην πλατεία Ελευθερίας στο κέντρο της πόλης δύο μηχανάκια παραλίγο να τρακάρουν. Με μέγιστο ποσοστό στάσης 30,89 (%).

Την Παρασκευή η κίνηση των οχημάτων και πεζών μειώθηκε αισθητά σε σχέση με την Πέμπτη. Είχε ομαλή κίνηση το πρωί όμως ήταν περισσότερη από το μεσημέρι για αυτό το λόγο έχει μεγαλύτερο ποσοστό στάσης. Ενώ το μεσημέρι αν και υπήρχε μια μεγάλη κίνηση η διαδρομή κύλησε ομαλά χωρίς πολλές στάσεις και αρκετά φανάρια ήταν πράσινα.

Το Σάββατο και η Κυριακή είναι μέρες με ελάχιστη κίνηση στο δρόμο. Έχουν ελάχιστες στάσεις και τις δύο μέρες τα φανάρια ήταν πράσινα. Και το πρωί και το μεσημέρι η εικόνα στους δρόμους ήταν παρόμοια. Έτσι η Κυριακή είναι η διαδρομή με το λιγότερο ποσοστό στάσης 17,48(%).



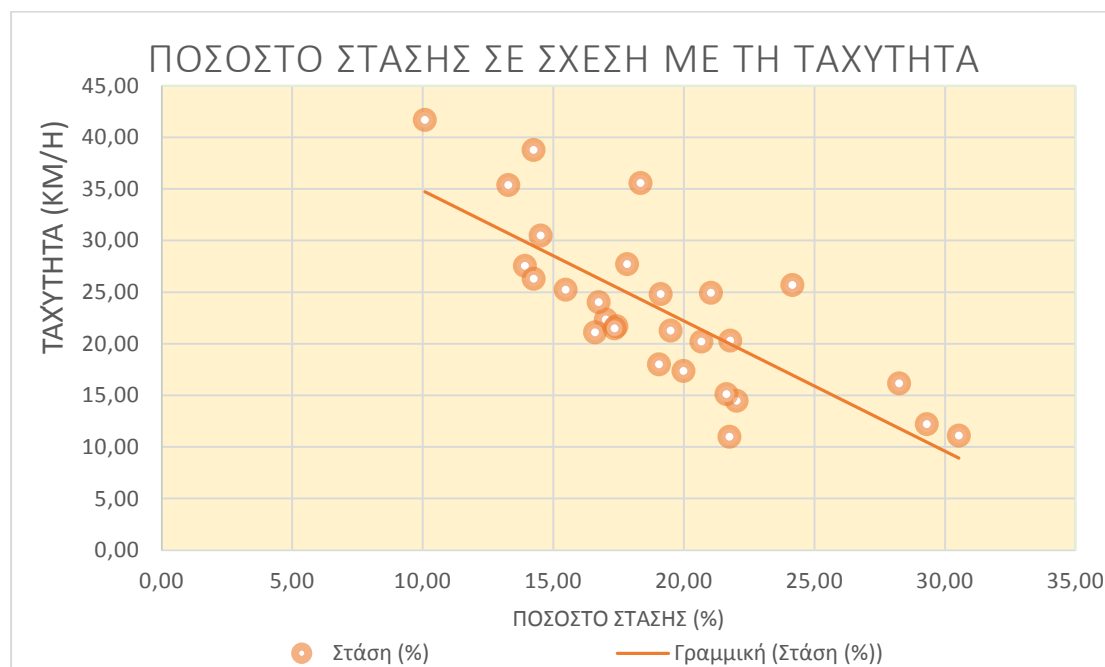
Γράφημα 4.14 Αριθμός Στάσεων του Οχήματος

Στο γράφημα 4.14 φαίνεται η ποσότητα των στάσεων που έγιναν κατά την διάρκεια των διαδρομών. Σε σχέση με το ποσοστό στάσης είναι σε λογικά επίπεδα. Δηλαδή παρατηρείτε πως την Πέμπτη έγιναν οι περισσότερες στάσεις όπως και το ποσοστό στάσεων ήταν το μέγιστο την ίδια ημέρα. Ακόμη και την Κυριακή όπου το ποσοστό στάσης ήταν το χαμηλότερο της εβδομάδας συμβαδίζει με τον αριθμό στάσεων που ήταν επίσης ο χαμηλότερος.



Γράφημα 4.15 Ποσοστιαία Κίνηση και Στάση Οχημάτων

Στο παραπάνω γράφημα φαίνεται η γενική κίνηση και στάση του οχήματος όλης της εβδομάδας λήψης των μετρήσεων. Είναι μια λογική εικόνα αφού η κίνηση είναι περισσότερη από τη στάση του οχήματος.



Διάγραμμα 4.17 Σύγκριση Ποσοστού Στάσης με Ταχύτητα

Στο διάγραμμα 4.17 φαίνεται η σχέση της ταχύτητας και του ποσοστού στάσης. Οπώς φαίνεται όταν υπάρχει υψηλή ταχύτητα υπάρχει χαμηλό ποσοστό στάσης. Είναι λογικές τιμές αφού όταν η ταχύτητα είναι υψηλή σημαίνει πως το όχημα κινείται άρα είναι δύσκολο να υπάρχουν πολλές στάσεις. Ενώ όταν έχει χαμηλή ταχύτητα σταματάει πιο εύκολα κάνοντας περισσότερες στάσεις. Σε επίπεδο διπλωματικής εργασίας και για λόγους κόστους οι διαδρομές κάλυψαν μια συνεχόμενη εδρομάδα και ήταν στο σύνολο τους 28. Αν ήταν περισσότερες το R^2 της γραμμής τάσης θα ήταν σε καλύτερο επίπεδο σε σχέση με τη μονάδα.

	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
Εκκίνηση Πρωί Α	8:32	8:19	8:32	8:26	8:22	8:20	8:14
Άφιξη Πρωί Α	8:41	8:28	8:48	8:38	8:34	8:26	8:20
Εκκίνηση Πρωί Β	8:51	8:33	8:53	8:40	8:36	8:28	8:36
Άφιξη Πρωί Β	8:59	8:44	9:02	8:51	8:44	8:36	8:43
Εκκίνηση Μεσημέρι Α	14:05	14:06	13:57	13:56	14:23	13:56	13:58
Άφιξη Μεσημέρι Α	14:14	14:19	14:05	14:06	14:32	14:06	14:04
Εκκίνηση Μεσημέρι Β	14:22	14:22	14:10	14:09	14:34	14:07	14:09
Άφιξη Μεσημέρι Β	14:35	14:34	14:20	14:19	14:46	14:15	14:16

4.17 Χρόνος Εκκίνησης των Μετρήσεων Εκάστοτες Διαδρομής

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνονται οι χρόνοι εκκίνησης της κάθε διαδρομής ξεχωριστά για όλη την εβδομάδα του πειραμάτικου μέρους της πτυχιακής εργασίας.

4.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για τον υπολογισμό των μέσων τιμών όλες οι τιμές της κάθε μέτρησης συγκεντρώθηκαν σε ξεχωριστά υπολογιστικά φύλλα και υπολογίστηκε η μέση τιμή. Έτσι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Ονομασία	Μέσες Τιμές Μετρήσεων	Αντιπροσωπευτική Διαδρομή	Ομοιότητα (%)
Διάρκεια (Sec)	586	581	99
Μέση Ωριαία Ταχύτητα (Km/h)	17,68	19,11	93
Μέση Ωριαία Ταχύτητα Χωρίς Στάση (Km/h)	23,99	25,42	94
Μέση Επιτάχυνση (m/s ²)	0,38	0,38	100

Μέση Επιβράδυνση (m/s²)	-0,40	-0,43	93
Ποσοστό στάσης (%)	23,35	24,83	94
Αριθμός στάσεων	8	7	88

4.5 Πίνακας Μέσων Τιμών

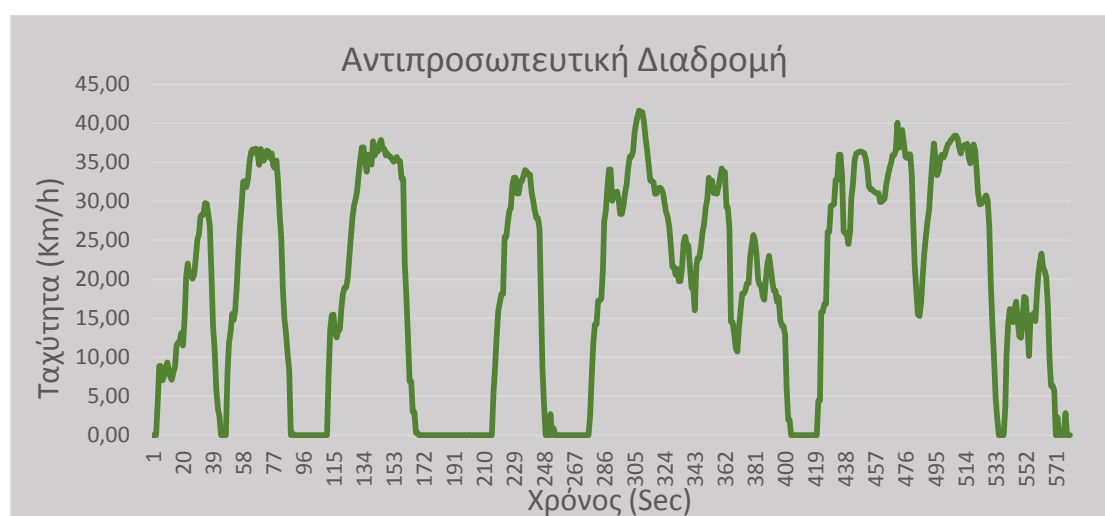
Για να υπολογιστεί η αντιπροσωπευτική διαδρομή υπολογίζεται η ομοιότητα της κάθε διαδρομής με τις μέσες τιμές. Οι τιμές που προκύπτουν αθροίζονται και προκύπτουν αντιπροσωπευτικοί αριθμοί για τη κάθε διαδρομή. Οι οποίοι είναι μπορεί να είναι μικρότεροι της μονάδας ή και μεγαλύτεροι. Η ελάχιστη τιμή που θα προκύψει είναι η αντιπροσωπευτική διαδρομή του οχήματος.

Όσον αφορά την ομοιότητα με τις μέσες τιμές παρατηρείτε πως ο αριθμός στάσεων έχει τη μεγαλύτερη ποσοστιαία διαφορά. Η εξήγηση για τη μεγάλη διαφορά είναι πως ήταν πολύ μικρή χρονικά διαδρομή σε σχέση με τις υπόλοιπες. Επιπροσθέτος η κίνηση του οχήματος ήταν συνεχής αζαιτίας των ανοιχτών σηματοδότην. Η επιβράδυνση είναι αυτή που επίσης έχει τη μεγάλη διαφορά. Η επιβράδυνση εξαρτάται από την κίνηση των άλλων οχημάτων οπότε δεν επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις μετρήσεις. Επίσης η μέση ωριαία ταχύτητα και το ποσοστό στάσης έχουν αρκετά μεγάλη απόκλιση σε σχέση με τις μέσες τιμές των μετρήσεων. Ενώ οι υπόλοιπες μετρήσεις της αντιπροσωπευτικής διαδρομής είναι πιο κοντά στις μέσες τιμές των μετρήσεων. Γενικά η αντιπροσωπευτική διαδρομή δεν έχει μεγάλη απόκλιση από τις μέσες τιμές των μετρήσεων αν ληφθεί υπόψη πως οι μετρήσεις για την ολοκλήρωση του κύκλου οδήγησης είχαν μικρή σχετικά διάρκεια.

Ονομασία	NEDC	WLTP	Αντιπροσωπευτική Διαδρομή
Διάρκεια (Sec)	1180	240	581
Μέση Ωριαία Ταχύτητα (Km/h)	33,35	46,5	19,11
Μέγιστη Ταχύτητα (Km/h)	120	131	25,2
Μέση Επιτάχυνση (m/s ²)	0,506		0,38

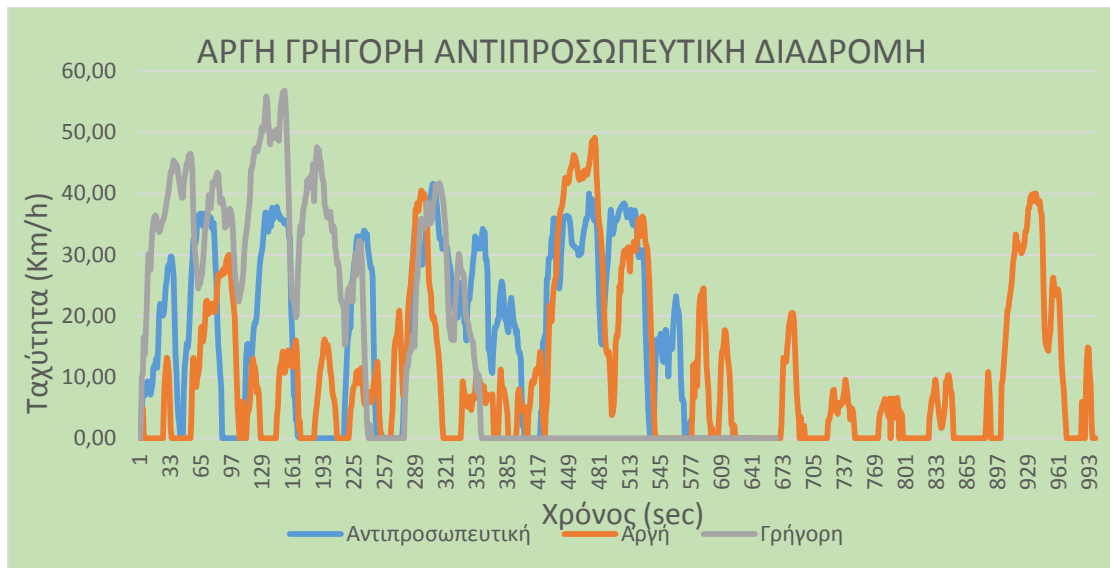
4.5.1 Συγκριτικός πίνακας της αντιπροσωπευτικής διαδρομής με τους κύκλους NEDC και WLTP

Στον παραπάνω πίνακα φαίνονται βασικές μετρήσεις για την αντιπροσώπιση ενός κύκλου οδήγησης. Για να είναι πιο σωστή η σύγκριση έπρεπε να βγει κύκλος οδήγησης για την πόλη του Ηρακλείου. Αδύνατο λόγω κόστους και χρόνου. Οι μετρήσεις πρέπει να καλύπτουν μεγάλο χρονικό εύρος.



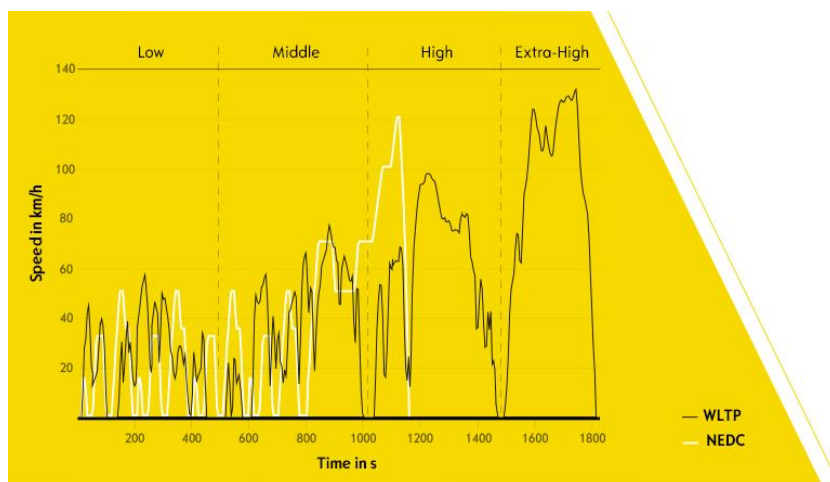
Διάγραμμα 4.6 Αντιπροσωπευτικό Προφίλ Ταχύτητας των Μετρήσεων

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται το αντιπροσωπευτικό προφίλ της ταχύτητας της βέλτιστης διαδρομής που προέκυψε μετά το πέρας των μετρήσεων και των υπολογισμών. Στο μεγαλύτερο μέρος της διαδρομής η ταχύτητα είναι σε σταθερά επίπεδα ενώ ξεπερνάει κατά ελάχιστα τα σαράντα χιλιόμετρα την ώρα.



Διάγραμμα 4.7 Βασικές Διαδρομές Ταχυτήτων των Μετρήσεων

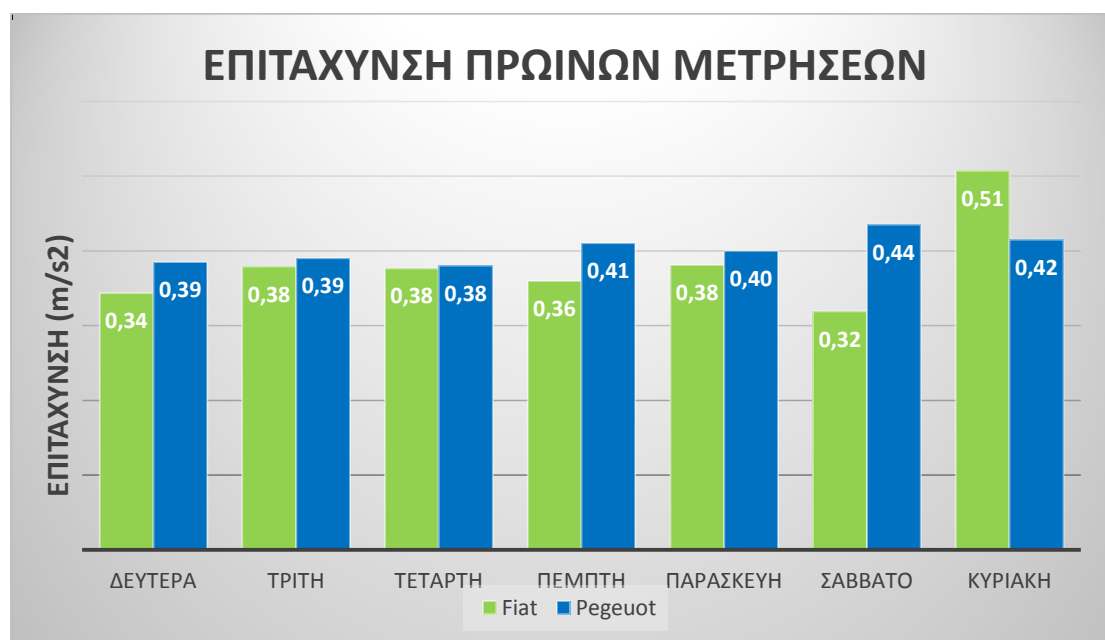
Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνονται οι τρεις χαρακτηριστικές διαδρομές των συνολικών μετρήσεων της ταχύτητας. Διακρίνεται η ταχύτητα και ο χρόνος της κάθε διαδρομής. Η αντιπροσωπευτική διαδρομή είναι και η πιο ομαλή, η αργή διαδρομή έχει διάφορες εναλλαγές ταχύτητας ενώ η γρήγορη έχει και τη μέγιστη ταχύτητα. Η πιο γρήγορη διαδρομή είναι το Σάββατο το μεσημέρι στην πρώτη μέτρηση του μεσημεριού. Η πιο αργή είναι τη Τετάρτη το πρωί στην πρώτη μέτρηση ενώ η αντιπροσωπευτική είναι η αμέσως επόμενη δηλαδή η επιστροφή της πρωινής μέτρησης.



Εικόνα 4.8 Διαφορά ταχύτητας NEDC και WLTP

5.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΥΚΛΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύγκριση των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας με παλαιότερη διπλωματική. Ο λόγος της σύγκρισης είναι για να διερευνηθεί η ποιότητα των κύκλων οδήγησης. Γίνεται με ευκολία επειδή και οι δύο διπλωματικές έχουν καλύψει την ίδια διαδρομή στη πόλη του Ηρακλείου με διαφορά πέντε ετών.



Διάγραμμα 5.1 Σύγκριση Πρωινών Μετρήσεων με Peugeot 206

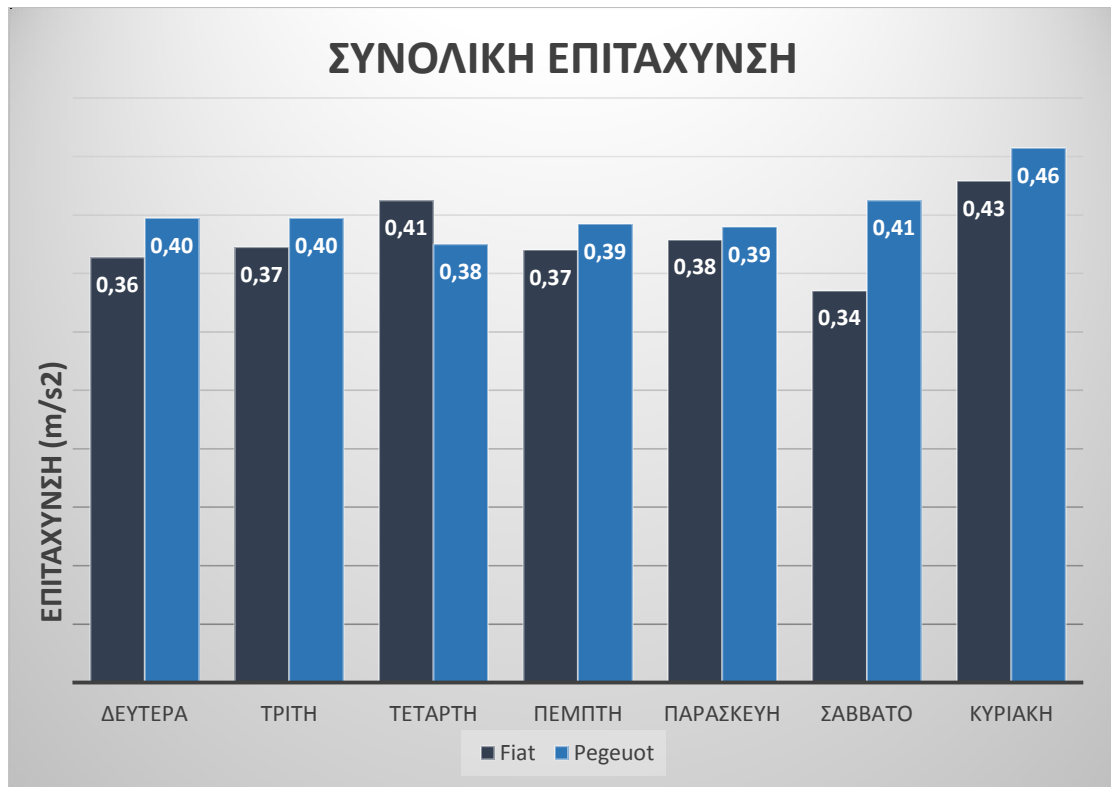
Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείτε μια εμφανής διαφορά στις επιταχύνσεις. Το Peugeot 2016 έχει κάνει πιο μεγάλες επιταχύνσεις σε σχέση με το Fiat Panda καθ'όλη την εβδομάδα των μετρήσεων. Εκτός της Κυριακής όπου το Fiat έχει πολύ μεγαλύτερη επιτάχυνση, αυτό συνέβη εξαιτίας της απειρίας λήψης των μετρήσεων από τον οδηγό του Fiat. Η Κυριακή το πρωί ήταν η πρώτη μέτρηση σε συνδιασμό με το ότι ο δρόμος όλης της διαδρομής ήταν σχεδόν άδειος η επιτάχυνση είναι αρκετά μεγάλη.



Διάγραμμα 5.2 Σύγκριση Μεσημεριανών Μετρήσεων με Peugeot 206

Το διάγραμμα των μεσημεριανών επιταχύνσεων διαφέρει αρκετά με αυτών των πρωινών. Παρατηρείτε μια ίση κατανομή των επιταχύνσεων. Δηλαδή τη Δευτέρα και τη Τρίτη το Peugeot 2016 έχει μεγάλη διαφορά σε σχέση με το Fiat. Όμως τη Τετάρτη το Fiat έχει αρκετά μεγαλύτερη επιτάχυνση, αυτό προκαλήθηκε από την έντονη κίνηση των οχημάτων. Στη συνέχεια η Πέμπτη και η Παρασκευή βρίσκονται στα ίδια επίπεδα και των δύο διαδρομών. Ενώ το Σάββατο το Peugeot έχει μεγαλύτερη επιτάχυνση αντίθετα το Fiat έχει τη μικρότερη όλης της εβδομάδας.

Τη Κυριακή Peugeot έχει πάρα πολύ μεγάλη επιτάχυνση σε σχέση με όλη την εβδομάδα μετρήσεων και με το Fiat. Η επιτάχυνση φτάνει στις 0,5 μονάδες ενώ περίπου κατά μέσο όρο βρίσκεται στη 0.41 μονάδες.



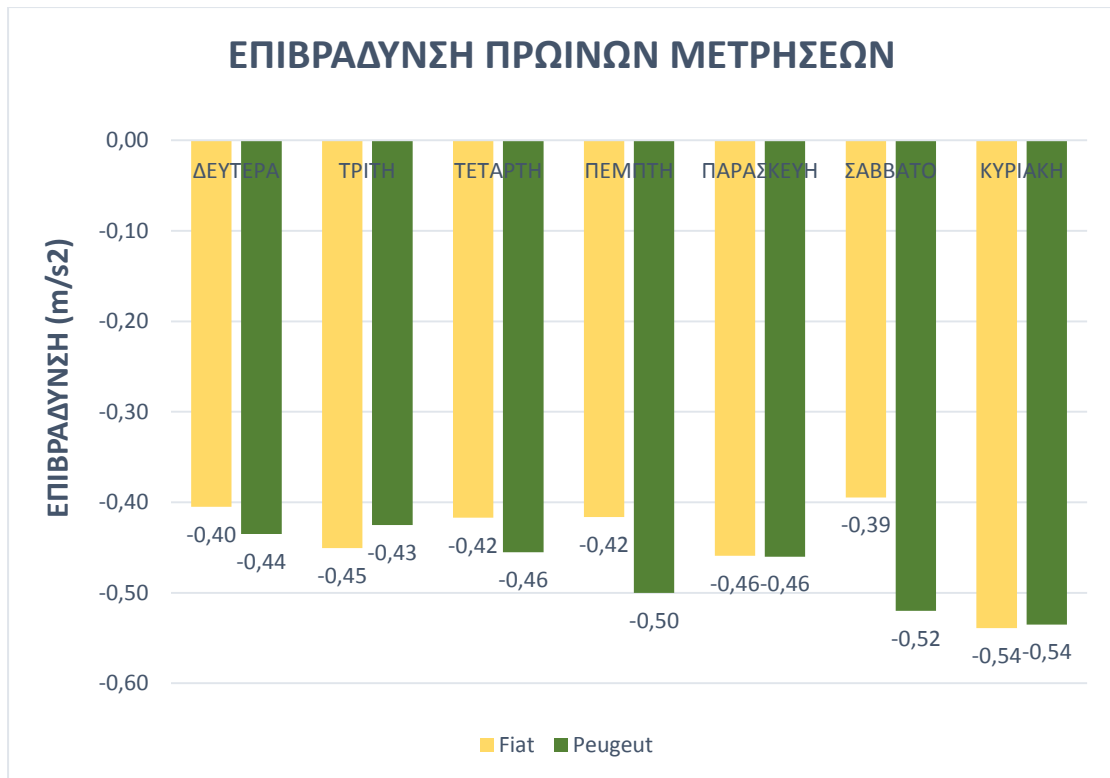
Διάγραμμα 5.3 Σύγκριση Συνολικών Μετρήσεων με Peugeot 206

Στο διάγραμμα 5.3 έχουν συγκεντρωθεί οι μέσοι όροι των επιταχύνσεων των πρωινών και των μεσημεριανών μετρήσεων. Οπότε δίνεται η δυνατότητα για μια γενική εικόνα των επιταχύνσεων όλης της εβδομάδας.

Παρατηρείτε πως οι μετρήσεις που έγιναν με το Peugeot είναι επί το πλείστον μεγαλύτερες από αυτές με το Fiat. Εκτός της Τετάρτης όπου το Fiat υπερβαίνει το Peugeot.

Η μεγάλη διαφορά των επιταχύνσεων δεν είναι κάτι καλό. Αν οι επιταχύνσεις είναι υψηλές σημαίνει πως οι μετρήσεις δεν είναι έμπιστες. Επιπλέον η σταθερότητα των επιταχύνσεων δίνει καλύτερα αποτελέσματα.

Επομένως οι επιταχύνσεις του Fiat είναι πιο έμπιστες από του Peugeot επειδή είναι πιο σταθερές και πιο ομαλές.

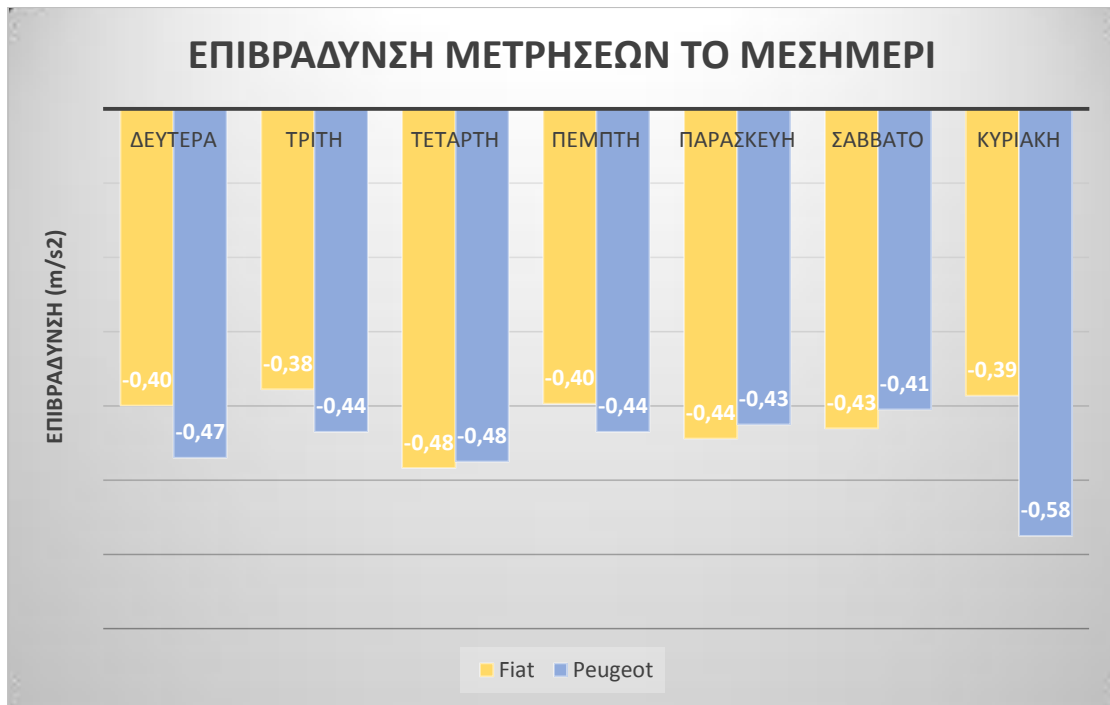


Διάγραμμα 5.4 Σύγκριση Πρωινών Μετρήσεων Επιβράδυνσης με Peugeot 206

Συνολικά στο παραπάνω διάγραμμα οι επιβραδύνσεις του Peugeot 206 είναι πιο απότομες και πιο σκληρές σε σχέση με το Fiat Panda.

Εκτός από τη Τρίτη όπου το Fiat έχει μεγαλύτερη επιβράδυνση κατά δύο μονάδες τις υπόλοιπες μέρες της εβδομάδας το Peugeot ξεπερνάει το Fiat σε μονάδες. Υπάρχει επίσης η Παρασκευή και η Κυριακή όπου και τα δύο οχήματα έχουν ίσες μονάδες επιβράδυνσης.

Παρατηρείτε ακόμη πως όταν το Peugeot ξεπερνάει το Fiat σε μονάδες επιβράδυνσης είναι πολύ μεγάλη η διαφορά. Όπως τη Παρασκευή και τη Πέμπτη. Το Fiat έχει γενικά πιο ομαλές επιβραδύνσεις κατά τη διάρκεια όλης της εβδομάδας σε αντίθεση με το Peugeot.

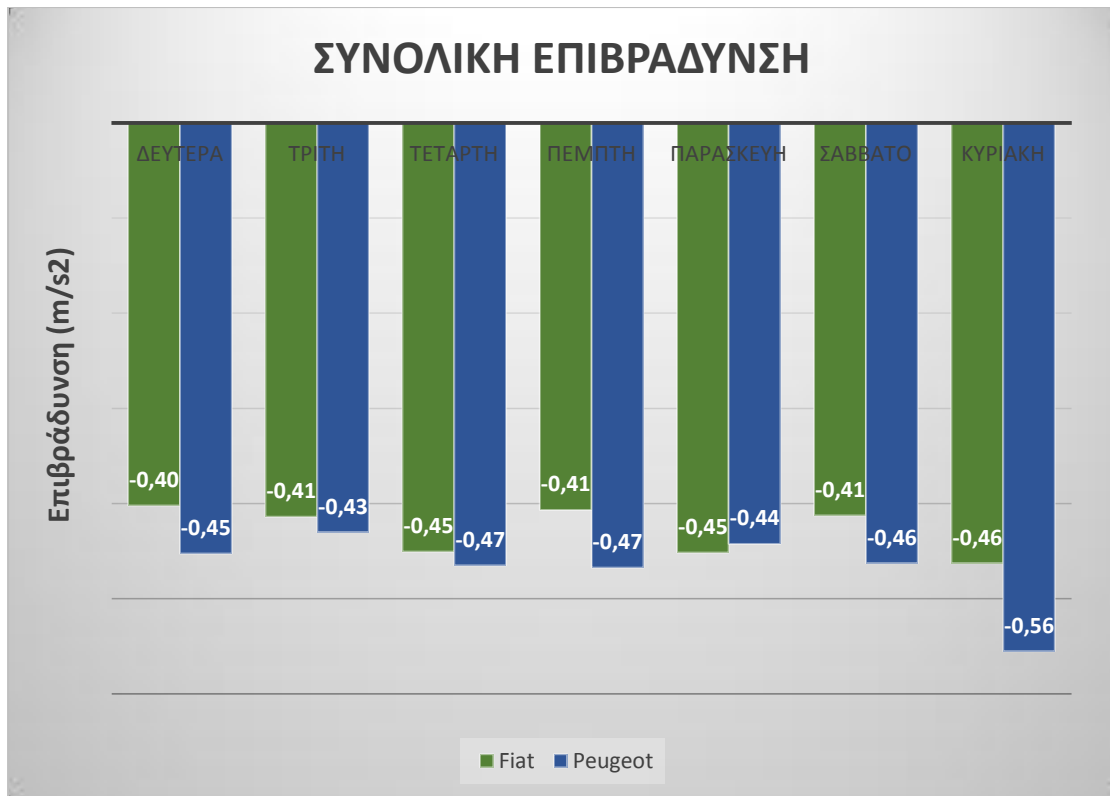


Διάγραμμα 5.5 Σύγκριση Μεσημεριανών Μετρήσεων Επιβράδυνσης με Peugeot 206

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται περίπου ίση κατανομή των μετρήσεων τις τέσσερις από τις επτά ημέρες της εβδομάδας. Τη Κυριακή το Peugeot έχει πάρα πολύ μεγάλη διαφορά σε σχέση με το Fiat όπως επίσης και με όλες τις υπόλοιπες μετρήσεις.

Ακόμη όταν το Peugeot ξεπερνάει το Fiat η διαφορά των μονάδων είναι πολύ μεγάλη. Ενώ αντιθέτως το Fiat έχει μικρή διαφορά όταν ξεπερνάει σε μονάδες το Peugeot.

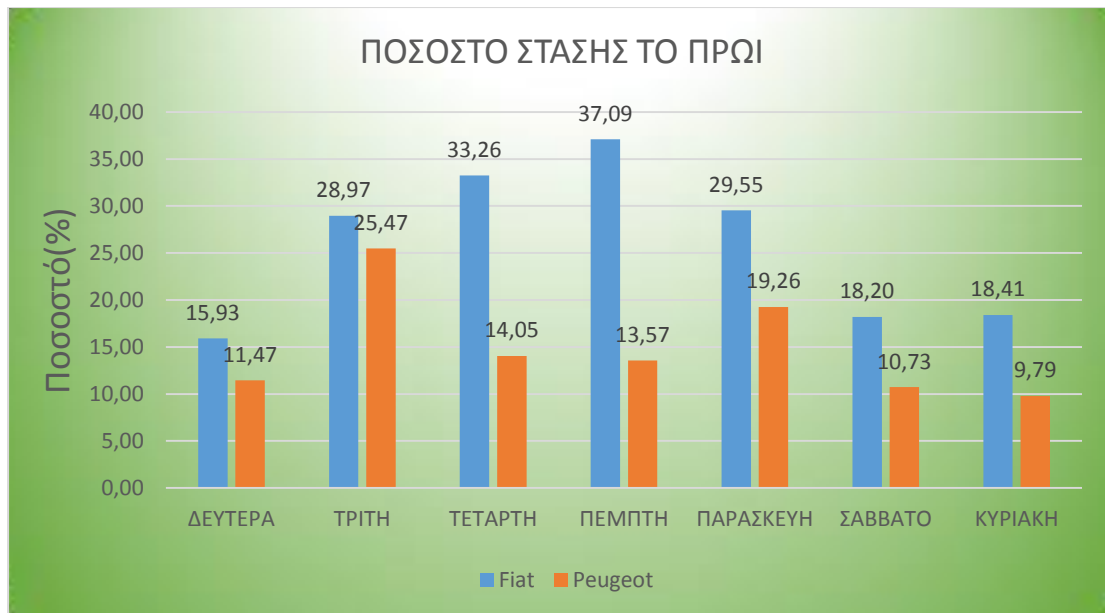
Γενικά το Fiat έχει τις τιμές των επιβραδύνσεων αρκετά κοντά ενώ το Peugeot έχει ανώμαλες τιμές. Προτιμότερες φαίνονται οι μετρήσεις του Fiat επειδή έχουν μια ομαλότητα στις τιμές τους.



Διάγραμμα 5.6 Σύγκριση Συνολικών Μετρήσεων Επιβράδυνσης με Peugeot 206

Στις συνολικές μετρήσεις φαίνεται καθαρά πως το Peugeot έχει μεγαλύτερες τιμές. Ιδιαίτερα τη Κυριακή έχει πολύ μεγάλη διαφορά με το Fiat. Η μόνη περίπτωση που το Fiat έχει μεγαλύτερη τιμή είναι τη Παρασκευή πάλι όμως χωρίς να είναι μεγάλη η διαφορά των τιμών.

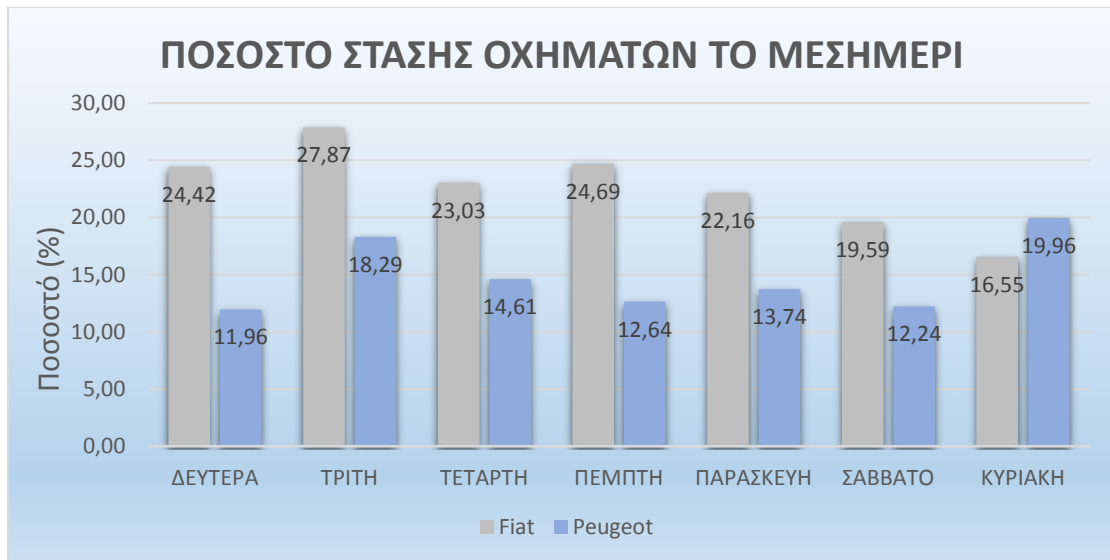
Γενικά για την καλύτερη ποιότητα των μετρήσεων είναι καλύτερο οι τιμές να βρίσκονται σε κοντινή απόσταση η μια από την άλλη. Επίσης καλό είναι οι τιμές να είναι σχετικά χαμηλές ώστε να έχει μια ομαλότητα η διαδρομή που γίνεται. Οπότε πιο προσιτές τιμές θα ήταν του Fiat για τους παραπάνω λόγους.



Διάγραμμα 5.7 Σύγκριση Ποσοστού Στάσης το Πρωί με Peugeot 206

Στο διάγραμμα 5.8 υπάρχει μια μεγάλη διαφορά ανάμεσα στα δύο οχήματα. Κατ' αρχάς στο διάγραμμα του Fiat παρατηρείτε μια άνοδο των τιμών από τη Δευτέρα μέχρι και τη Πέμπτη ενώ έπειτα αρχίζει μια ομαλή μείωση μέχρι τη Κυριακή. Αυτό δείχνει πως οι μετρήσεις είναι έμπιστες αφού και οι κίνηση των οχημάτων εξελίχθηκε με τον ίδιο τρόπο κατά τη διάρκεια των εβδομαδιαίων μετρήσεων.

Ενώ το Peugeot έχει σχετικά με το Fiat πολύ χαμηλότερες τιμές. Ακόμη και τη Τρίτη όπου έχει μέγιστο ποσοστό στάσης το Fiat έχει ακόμη μεγαλύτερη τιμή.



Διάγραμμα 5.8 Σύγκριση Ποσοστού Στάσης το Μεσημέρι με Peugeot 206

Στο διάγραμμα του ποσοστού στάσης το μεσημέρι των δύο οχημάτων παρατηρείτε με μια πρώτη ματιά πως υπάρχει μεγάλη διαφορά. Το Peugeot έχει μέγιστο ποσοστό στάσης τη Κυριακή 19,96 % ενώ το Fiat έχει τις πέντε μέρες παραπάνω από το μέγιστο του.

Επίσης ενώ η Κυριακή είναι η ημέρα με τη λιγότερη κίνηση οχημάτων το Peugeot έχει τη μεγαλύτερη τιμή ποσοστού,πραγμά μη λογικό. Ενώ το Fiat έχει τη Κυριακή το μικρότερο ποσοστό στάσης αντίθετα με το Peugeot.

Γενικά και τα δύο οχήματα έχουν μια ομαλή κατανομή στάσεων και δεν υπάρχει κάποια μεγάλη διαφορά στις τιμές.



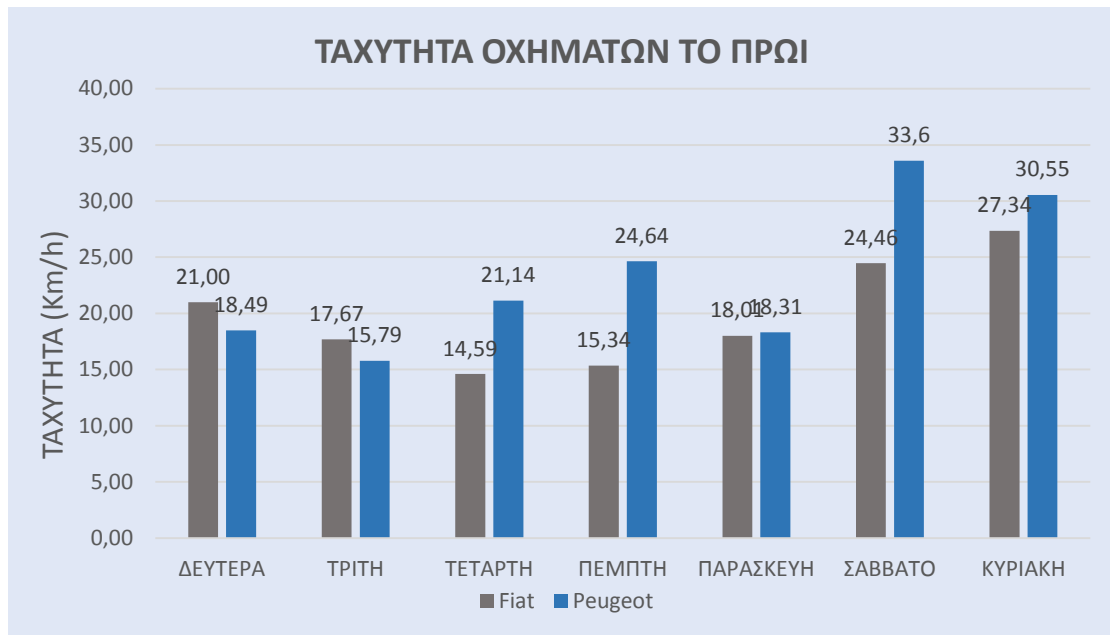
Διάγραμμα 5.9 Σύγκριση Συνολικού Ποσοστού Στάσης με Peugeot 206

Στο συνολικό ποσοστό στάσης έχει εμφανή μεγάλη διαφορά το Fiat από το Peugeot. Η μεγαλύτερη διαφορά παρατηρείται τη Τετάρτη όπου για το Peugeot η τιμή είναι στις δεκατρείς μονάδες περίπου ενώ για το Fiat είναι περίπου στις τριανταμία μονάδες.

Όπως και στις πρωινές μετρήσεις έτσι και στις συνολικές παρατηρείται μια ομαλή αύξηση στις τιμές του Fiat μέχρι και τη Πέμπτη ενώ μειώνονται σταδιακά έως τη Κυριακή.

Ενώ οι τιμές του Peugeot είναι καθ'όλη τη διάρκεια των μετρήσεων πολύ κοντά εκτός της Τρίτης όπου έχει μια μέγιστη τιμή της τάξεως των εικοσιμία μονάδων.

Γενικά το παραπάνω διάγραμμα δείχνει πως το Peugeot είχε λιγότερη κίνηση οχημάτων κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Ενώ το Fiat είχε πολύ μεγαλύτερη κίνηση οχημάτων.



Διάγραμμα 5.10 Σύγκριση Ταχύτητας Πρωινών Διαδρομών με Peugeot 206

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα το Fiat έχει μεγαλύτερη ταχύτητα τη Δευτέρα και τη Τρίτη. Ενώ το Peugeot έχει μεγαλύτερη ταχύτητα όλες τις υπόλοιπες ημέρες. Παρατηρείτε επίσης πως το Peugeot έχει πολύ μεγάλη ταχύτητα όταν ξεπερνάει το Fiat. Επίσης δεν έχει σταθερή ταχύτητα κατά τη διάρκεια της εβδομάδας.

Αντιθέτως το Fiat όταν ξεπερνάει σε τιμές το Peugeot έχει μικρή διαφορά στις μονάδες. Παράλληλα έχει σταθερές τιμές ταχύτητας κατά τη διάρκεια των μετρήσεων ενώ αυξάνονται το Σαββατοκύριακο μόνο όπου έχει ελάχιστη κίνηση στους δρόμους.



Διάγραμμα 5.11 Σύγκριση Ταχύτητας Μεσημεριανών Διαδρομών με Peugeot 206

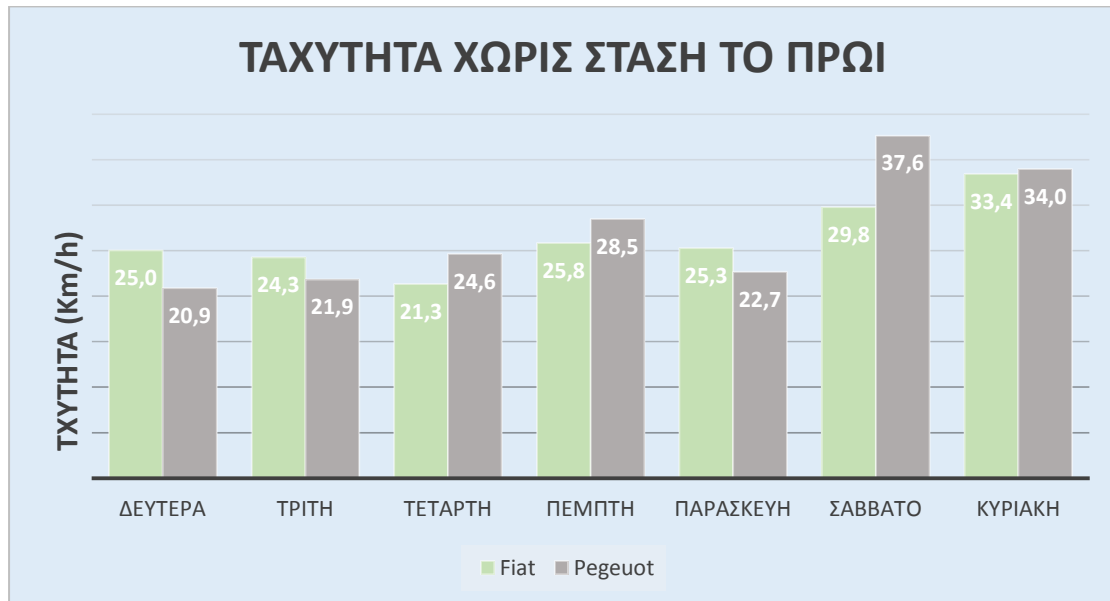
Με μία πρώτη ματιά παρατηρείτε στο διάγραμμα 5.11 πώς η ταχύτητα του Peugeot είναι μεγαλύτερη από τη ταχύτητα του Fiat όλη τη διάρκεια της εβδομάδας. Γενικά η μεγαλύτερη διαφορά είναι τη Δευτέρα κατά πέντε περίπου μονάδες και τη Πέμπτη κατά πέντε περίπου και πάλι. Όπως και στις πρωινές μετρήσεις έτσι και σε αυτές η ταχύτητα του Fiat είναι πολύ κοντά ενώ αυξάνεται τη Κυριακή αρκετά. Αντιθέτως του Peugeot όχι.



Διάγραμμα 5.12 Σύγκριση Ταχύτητας Συνολικών Μετρήσεων με Peugeot 206

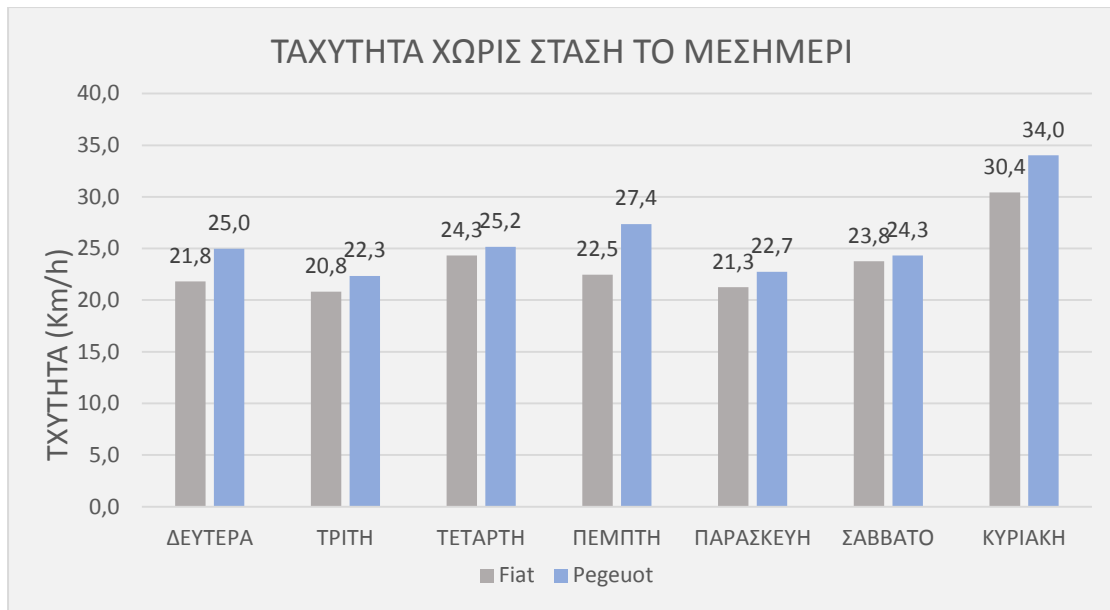
Στο διάγραμμα 5.12 των συνολικών ταχυτήτων οι μονάδες του Peugeot είναι πιο μεγάλες από του Fiat. Η μεγαλύτερη διαφορά είναι τη Πέμπτη περίπου οκτώ μονάδες.

Η ταχύτητα του Fiat είναι πολύ σταθερή κατά τις πρώτες πέντε μέρες ενώ έχει μια λογική αύξηση το Σάββατο και τη Κυριακή. Ενώ στο Peugeot δεν παρατηρείται κάποια σταθερότητα στις μετρήσεις.



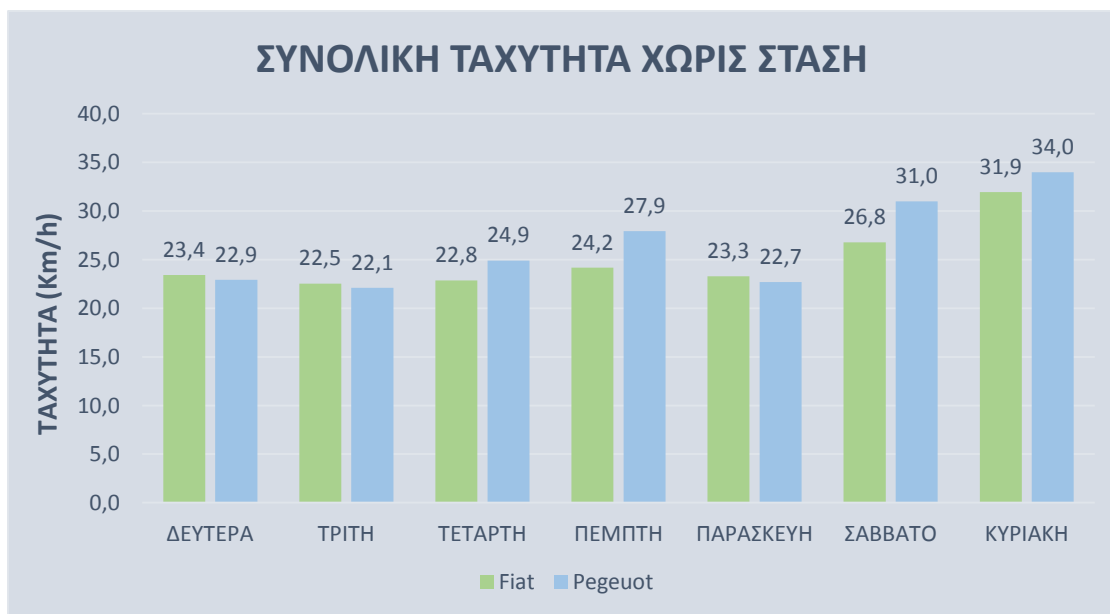
Διάγραμμα 5.10 Σύγκριση Ταχύτητας Χωρίς Στάση των Πρωινών Διαδρομών με Peugeot 206

Πρέπει να σημειωθεί πως οι ταχύτητες χωρίς στάση είναι υψηλότερες από τις ταχύτητες με στάση. Φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα πως οι μέγιστες ημερήσιες ταχύτητες είναι ισομοιρασμένες. Δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά στις μονάδες όταν το Peugeot ή το Fiat έχει υψηλότερη ταχύτητα. Γενικά οι ταχύτητες δείχνουν μια σταθερότητα και ομαλότητα.



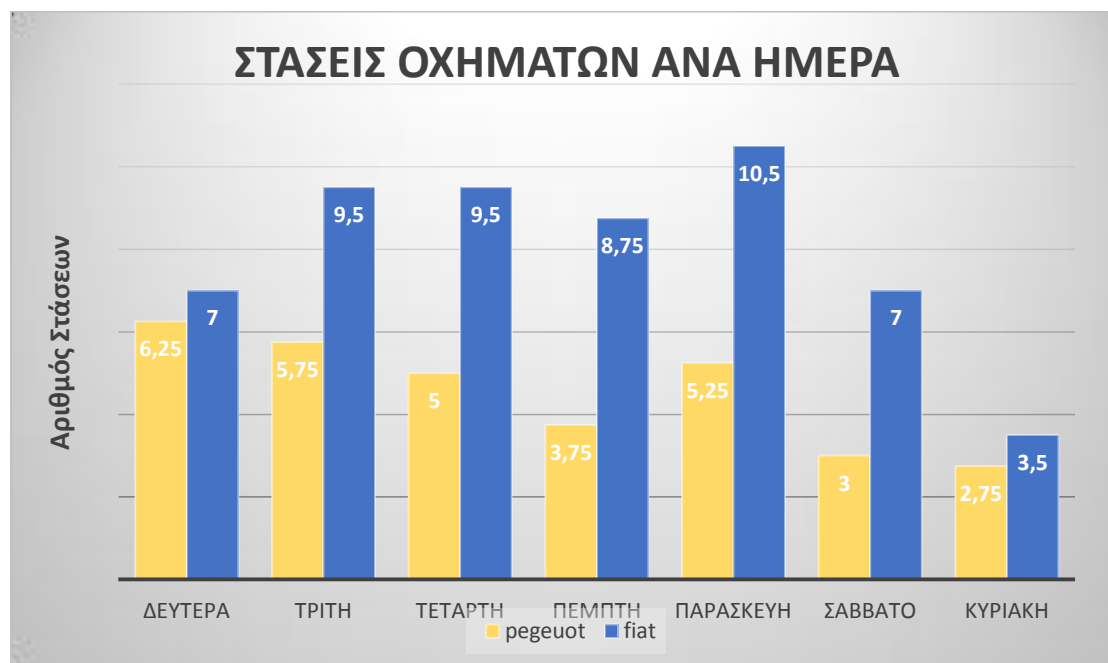
Διάγραμμα 5.10 Σύγκριση Ταχύτητας Χωρίς Στάση των Μεσημεριανών Διαδρομών με Peugeot 206

Στις μεσημερινές διαδρομές παρατηρείτε αύξηση της ταχύτητας σε σχέση με τις πρωινές. Επίσης το Peugeot έχει υψηλότερες ταχύτητες από το Fiat καθ'όλη τη διάρκεια της εβδομάδας. Δεν υπάρχει κάποια μέρα με πολύ μεγάλη διαφορά στις τιμές. Η υψηλότερη διαφορά είναι τη Πέμπτη κατά πέντε μονάδες.



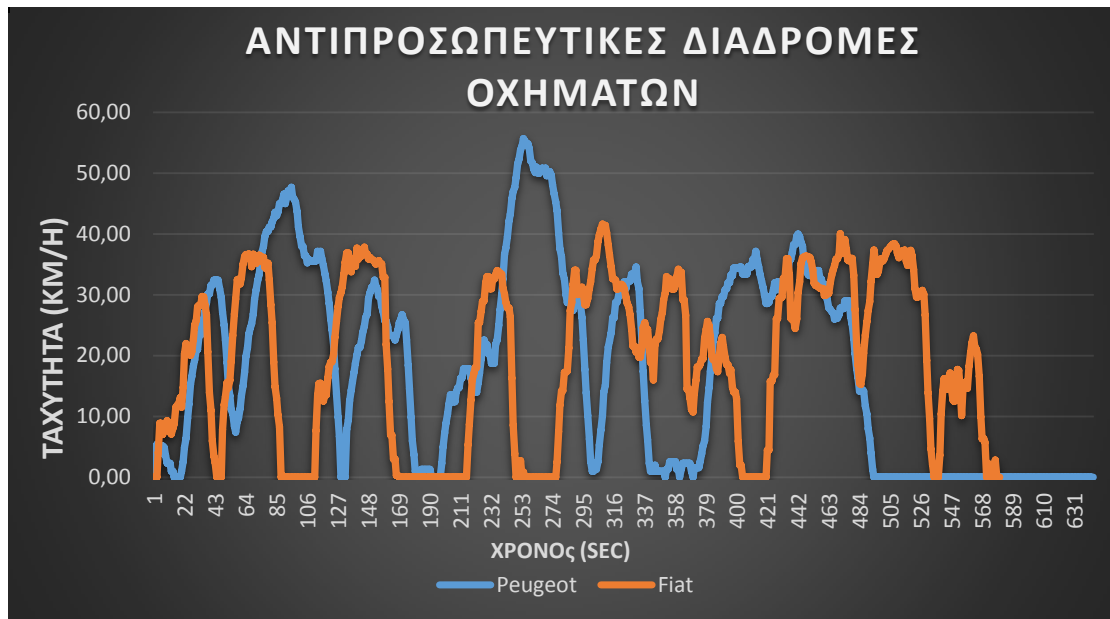
Διάγραμμα 5.10 Σύγκριση Ταχύτητας Χωρίς Στάση των Συνολικών Διαδρομών με Peugeot 206

Στις συνολικές μετρήσεις δεν υπάρχει τόσο μεγάλη διαφορά όσο στις πρωινές και τις μεσημεριανές. Οι τιμές εδώ είναι πολύ κοντά και η διαφορά επίσης είναι μικρή. Υπάρχει και στα δύο οχήματα ομαλότητα και σταθερότητα στις τιμές και αυξάνεται σε λογικά πλαίσια το Σάββατο και τη Κυριακή. Μια άλλη παρατήρηση είναι πως το Peugeot έχει μια αύξηση τη Πέμπτη.



Διάγραμμα 5.13 Σύγκριση Στάσεων ανά ημέρα με το Peugeot 206

Κατά αρχήν στο παραπάνω διάγραμμα οι στάσεις που έχει κάνει το Peugeot είναι πολύ λιγότερες από του Fiat. Όλη την εβδομάδα το Fiat έχει πολύ μεγάλη διαφορά με το Peugeot. Κάποιες μέρες η διαφορά έχει και διπλάσια τιμή. Αυτό δείχνει πως οι μετρήσεις του Peugeot δεν είναι έμπιστες ή η κίνηση κατά τη διάρκεια των μετρήσεων του ήταν μικρή. Οι μετρήσεις του Fiat έχουν γίνει με σταθερή ταχύτητα και είναι πιο ομαλές από του Peugeot άρα και πιο έμπιστες.



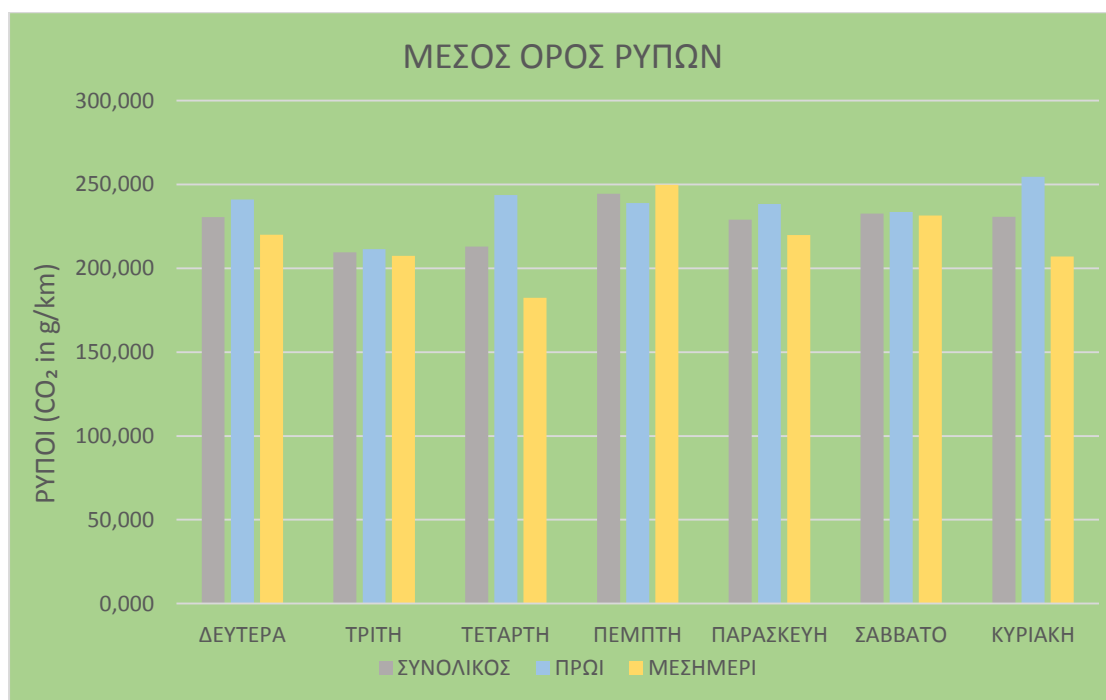
Διάγραμμα 5.14 Αντιπροσωπευτικές διαδρομές

Στο παραπάνω διάγραμμα διακρίνονται οι αντιπροσωπευτικές διαδρομές των δύο οχημάτων. Του Fiat όπου είναι της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας και του Peugeot όπου είναι παλαιότερης διπλωματικής.

Κατ' αρχήν παρατηρείτε πως στη διαδρομή με το Peugeot υπάρχει αύξηση της ταχύτητας λίγο μετά την αρχή της διαδρομής και έπειτα περίπου στη μέση της διαδρομής το ίδιο φαινόμενο. Οπότε η διαδρομή είναι σε μικρό βαθμό σταθερή.

Ενώ αντιθέτως στην διαδρομή του Fiat υπάρχει σταθερότητα. Δηλαδή ξεπερνάει κατά ελάχιστα τη σαράντα χιλιόμετρα την ώρα και οι φάσεις είναι πολύ κοντά μεταξύ τους. Ακόμη η μέγιστη ταχύτητα που φτάνει είναι στα σαράντα και ένα χιλιόμετρο ενώ το Peugeot ξεπερνάει τα πενήντα χιλιόμετρα την ώρα και φτάνει περίπου στα πενήντα πέντε. Αυτό δείχνει πως υπάρχει μια μεγάλη επιτάχυνση.

6.1 ΡΥΠΟΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΟ

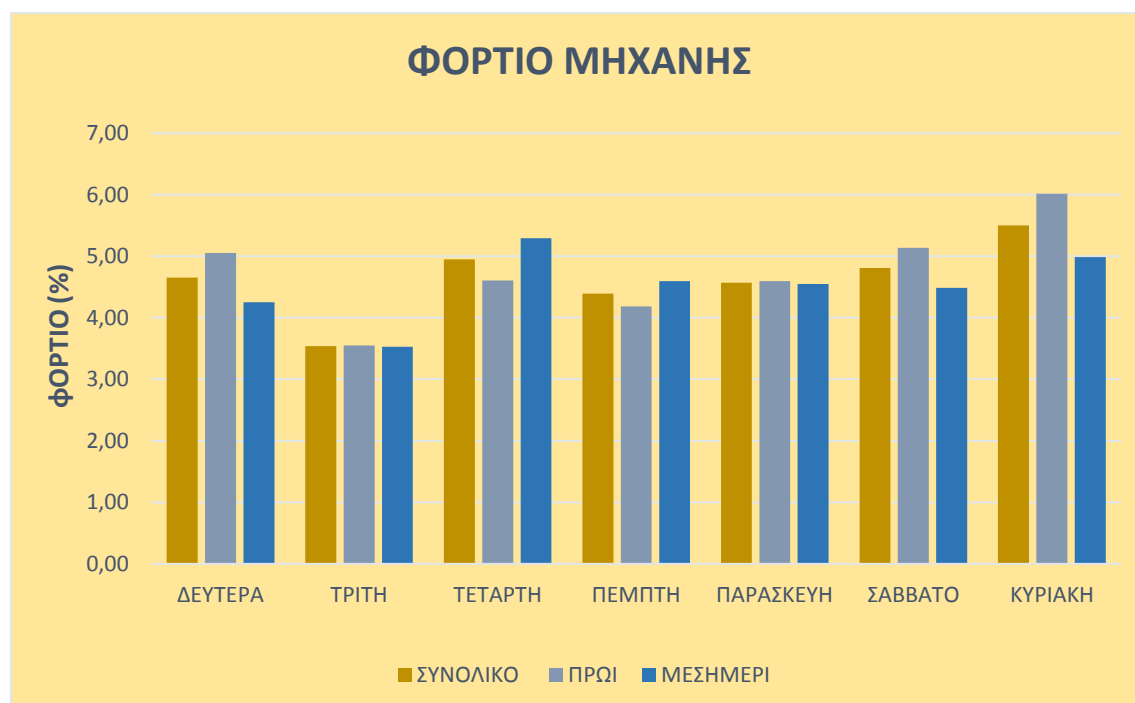


Διάγραμμα 6.1 Εκπομπή Ρύπων CO₂

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα οι ρύποι είναι σταθεροί κατά τη διάρκεια της εβδομάδας. Υπάρχει μια αύξηση τη Πέμπτη λόγω μεγάλης κίνησης οχημάτων, ακόμη και τη Κυριακή παρατηρείται μια αύξηση το πρωί λόγω υψηλής ταχύτητας του οχήματος. Ενώ αντιθέτως τη Τρίτη οι ρύποι γενικά είναι αρκετά χαμηλότερη σε σχέση με την υπόλοιπη εβδομάδα. Αυτό συμβαίνει επειδή τη Τρίτη η

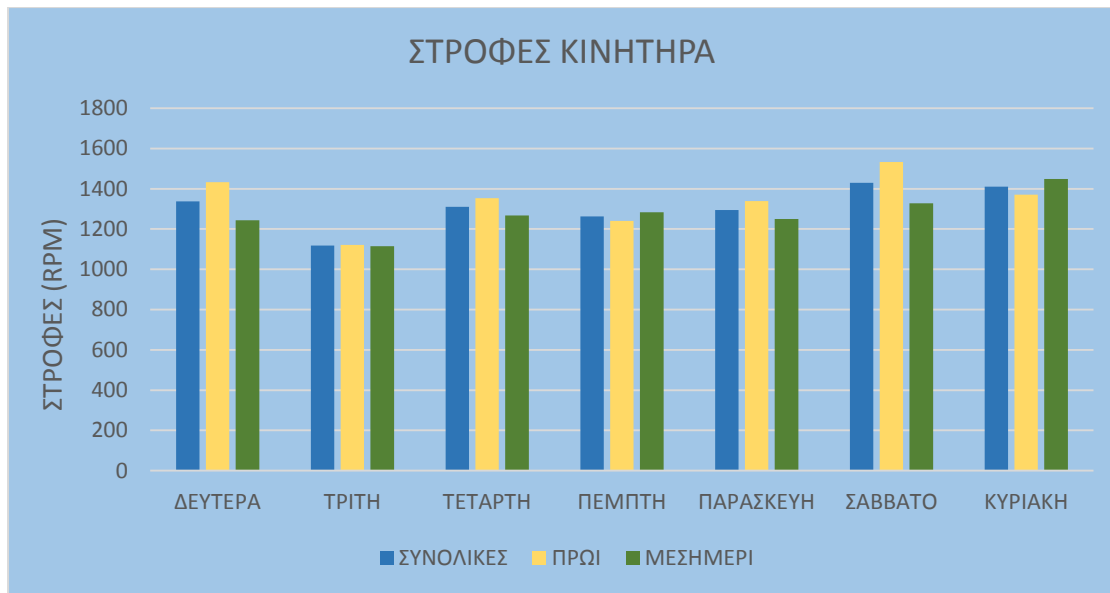
κίνηση του Fiat ήταν ομαλή και δεν υπήρξε κάποια καθυστέρηση στη διαδρομή αντιθέτως ήταν πολύ ομαλή.

Αξίζει να παρατηρηθεί πως οι ρύποι είναι πολύ υψηλότερη σε σχέση με τις προδιαγραφές που δίνει η αυτοκινητοβιομηχανία της Fiat. Δηλαδή οι τιμές των μετρήσεων όπως φαίνονται στο διάγραμμα 6.1 είναι πολύ υψηλότερες από ότι της αυτοκινητοβιομηχανίας. Ενώ ο μέσος όρος της του CO_2 για την αντιπροσωπευτική διαδρομή της παρούσας πτυχιακής είναι 249,62 g/Km, ενώ η αντίστοιχη τιμή βάσει του NEDC είναι 119 g/Km. Αυτή είναι μια σημαντική διαφορά. Οι τιμές της εργασίας έχουν παρθεί από διαγνωστικό το OBD II όπου παίρνει τις τιμές των ρύπων σύμφωνα με αυτά που μετράει ο εγκέφαλος της μηχανής.



Διάγραμμα 6.2 Φορτίο του Κινητήρα

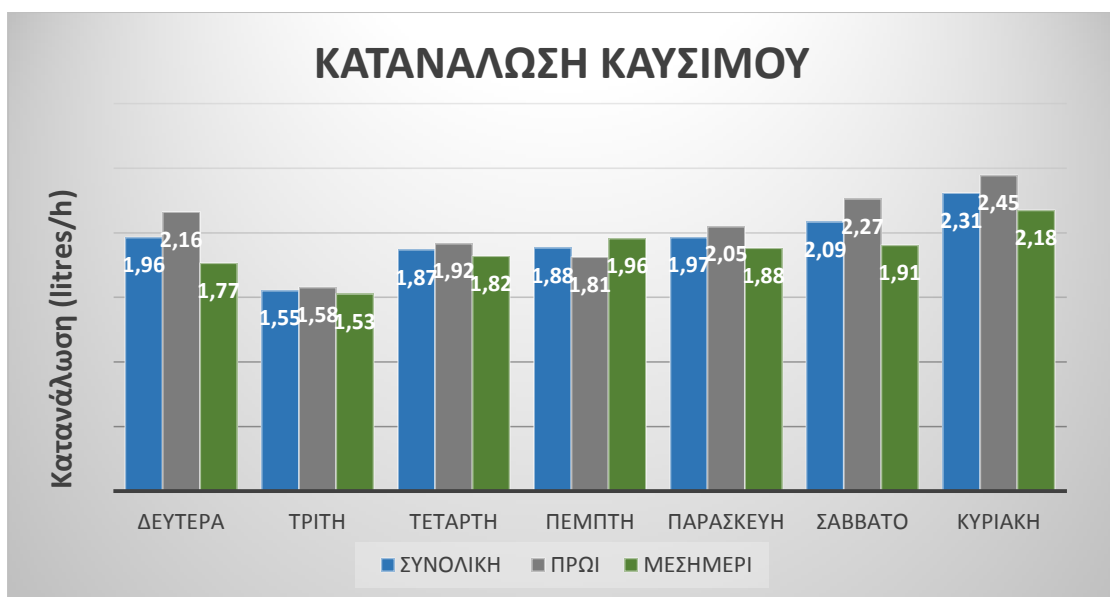
Το φορτίο στο παραπάνω διάγραμμα κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα. Σημαίνει πως δεν έχει πατηθεί σε μεγάλο βαθμό το πεντάλ του γκαζιού. Το μικρότερο φορτίο παρατηρείται τη Τρίτη όπου ήταν και η πιο ομαλή διαδρομή χωρίς εμπόδια στο δρόμο. Ενώ τη Τετάρτη είχε περισσότερη κίνηση οπότε και το υψηλότερο φορτίο, Ενώ τη Κυριακή η ταχύτητα ήταν πολύ μεγάλη άρα και το φορτίο είναι και το πιο υψηλό όλης της εβδομάδας των μετρήσεων.



Διάγραμμα 6.3 Στροφές κινητήρα ανά Λεπτό

Στο παραπάνω διάγραμμα είναι οι τιμές των στροφών που είχε ο κινητήρας του Fiat Panda κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Φαίνονται οι μέσοι όροι των δύο πρωινών διαδρομών και των δύο μεσημεριανών διαδρομών. Επίσης φαίνεται και ο συνολικός μέσος όρος των μετρήσεων.

Αυτό που παρατηρείται είναι πως τη Τρίτη οι στροφές ήταν σε χαμηλό επίπεδο και το πρωί και το μεσημέρι άρα και οι συνολικές τιμές θα είναι χαμηλές. Τις υπόλοιπες μέρες της εβδομάδας οι τιμές είναι σε κοντινά επίπεδα ενώ αυξάνονται το Σάββατο και τη Κυριακή.



Διάγραμμα 6.4 Κατανάλωση Καυσίμου Fiat

Η κατανάλωση καυσίμου κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια της εβδομάδας που έγιναν οι μετρήσεις. Αυτό συμβαίνει επειδή τα κυβικά του κινητήρα του αυτοκινήτου είναι της τάξεως των 1200 cc, ακόμη το γκάζι δεν έχει πατηθεί με μεγάλο βαθμό.

Παρατηρείται πως τη Δευτέρα το μεσημέρι υπήρξε μια μεγαλύτερη κατανάλωση σε σχέση με τις υπόλοιπες καθημερινές ημέρες. Αυτό συνάβει επειδή σε ένα κομμάτι της διαδρομής είχε πολύ κίνηση και το αμάξι ξεκινούσε και σταματούσε πολύ συχνά.

Επίσης τη Τρίτη φαίνεται να υπάρχει η πιο μικρή κατανάλωση όλη την ημέρα. Τη Τρίτη αν και υπήρξε περισσότερη κίνηση σε σχέση με τη Δευτέρα ήταν πιο ομαλή με αρκετούς φωτινούς σηματοδότες να είναι ανοιχτοί.

Το Σάββατο και τη Κυριακή είναι λογικό να είναι αρκετά μεγαλύτερη η κατανάλωση επειδή η κίνηση των υπόλοιπων οχημάτων ήταν ελάχιστη και η ταχύτητα του Fiat μεγαλύτερη άρα και το πεντάλ του γκαζιού πατήθηκε περισσότερο.



Διάγραμμα 6.5 Κατανάλωση Fiat ανά 100 Χιλιόμετρα

Στο παραπάνω διάγραμμα έχει υπολογιστεί η κατανάλωση του καυσίμου του Fiat Panda ανά 100 χιλιόμετρα. Είναι υπολογισμένο σε δύο κομμάτια, τις πρωινές διαδρομές και τις μεσημεριανές διαδρομές. Όπως διακρίνεται και στις τιμές η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη στις πρωινές διαδρομές σχεδόν όλες τις ημέρες εκτός της Παρασκευής.

Επίσης η τιμή που δίνει η αυτοκινητοβιομηχανία Fiat για τον κύκλο πόλης είναι 6.6 για τον υπεραστικό είναι 4,3 και για τον μικτό είναι 5,1 λίτρα ανά εκατό χιλιόμετρα. Ο μέσος όρος των καταναλώσεων όλων των διαδρομών είναι 5,91 l/100 km. Η τιμή αυτή 15,88 % κοντά στον μικτό κύκλο πόλης της Fiat. Όλες οι τιμές της κατανάλωσης των διαδρομών είναι πολύ κοντά στον θεωρητικό κύκλο πόλης. Ενώ οι περισσότερες είναι κάτω από τα όρια που δίνονται από τη Fiat. Μόνο τη Κυριακή το πρωί υπάρχει μια μεγαλύτερη διαφορά η οποία είναι και η μέγιστη.



Διάγραμμα 6.6 Φορτίο Κινητήρα σε σχέση με τους Ρύπους

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι μετρήσεις κατεγράφησαν σε πραγματικά δεδομένα κίνησης με σκοπό την αναζήτηση ενός αντιπροσωπευτικού προφίλ κίνησης για την συγκεκριμένη διαδρομή στην πόλη του Ηρακλείου.

Η διαδικασία του κύκλου οδήγησης εκληρώθηκε σύμφωνα με τη διεξαγωγή διεθνούς εναρμονισμένης διαδικασίας ελέγχου ελαφρών οχημάτων (WLTP). Οι μετρήσεις οι οποίες λήφθηκαν ήταν ομαλές, κάλυπταν μία εβδομάδα. Ο μέσος όρος των καταναλώσεων όλων των διαδρομών είναι 5,91 l/100 km. Η τιμή αυτή 15,88 % κοντά στον μικτό κύκλο πόλης της Fiat. Αξίζει να παρατηρηθεί πως οι ρύποι είναι πολύ υψηλότερη σε σχέση με τις προδιαγραφές που δίνει η αυτοκινητοβιομηχανία της Fiat. Δηλαδή οι τιμές των μετρήσεων όπως φαίνονται στο διάγραμμα 6.1 είναι πολύ

υψηλότερες από ότι της αυτοκινητοβιομηχανίας. Ενώ ο μέσος όρος της του CO_2 για την αντιπροσωπευτική διαδρομή της παρούσας πτυχιακής είναι 249,62 g/Km, ενώ η αντίστοιχη τιμή βάσει του *NEDC* είναι 119 g/Km. Η καταγραφή των δεδομένων της διπλωματικής προχώρησε σωστά και έγινε η σύγκριση με την παλαιότερη εργασία.

Όσον αφορά τον Νέο Ευρωπαϊκό κύκλο (*NEDC*) είχε σταθερές ταχύτητες, πολύ ήπιος σε επιταχύνσεις και απιβραδύνσεις και αποτελούνταν από πολλά μέρη με εντελώς σταθερή ταχύτητα κίνησης και δεν αντιπροσώπευε τις πραγματικές συνθήκες κίνησης στο δρόμο. Για το λόγο αυτό μετά από μελέτες και έρευνες και καταγραφές πραγματικών δεδομένων κίνησης εφαρμόστηκε τελικά από εννέα Σεπτέμβρη 2018 η εναρμονισμένη διαδικασία ελέγχου ελαφρών οχημάτων (*WLTP*). Ο οποίος είναι φταγμένος από πραγματικά δεδομένα κίνησης από διάφορες πόλεις ανά την υφήλιο.

Η σύγκριση έδειξε πως το στη παλαιότερη εργασία η ταχύτητα, η επιτάχυνση και η επιβραδύνση είναι αρκετά υψηλότερες. Ακόμη το ημερήσιο ποσοστό στάσεων και οι στάσεις ανά ημέρα είναι πολύ χαμηλότερες από τη παρούσα εργασία. Ένας λόγος που υπάρχει αυτή η μεγάλη διαφορά στις μετρήσεις της ταχύτητας ανάμεσα στις δύο πτυχιακές είναι πως το έτος 2013 όποτε και εκπονήθηκε η πτυχιακή με το Peugeot είχε λιγότερη κίνηση οχημάτων. Η κίνηση ήταν λιγότερη επειδή το έτος αυτό είναι μέσα στην οικονομική κρίση που έπληξε και πλήτει την Ελλάδα. Εφόσον οι πολίτες δεν είχε οικονομική άνεση σε μεγάλο ποσοστό χρησιμοποιούσαν λιγότερο τα οχήματα τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

PG Bouter, US Latham, M. Aigne. “Driving cycles for measuring car emissions on roads with traffic calming measures”. *The science of the total environment* 235, 1999.

E. Ericsson “The relationship between vehicular fuel consumption and exhaust emission and the characteristics of driving patterns”

H S Eggleston, N Gorissen, R. Joumard, RC Rijkeboer, Z Samaras, K H Zierock. (1989). “Emissions from road traffic – volume 1: methodology and emission factors”. CEC report, EUR 12260 EN, Luxemburg 1989, p. 79

Το συμβούλιο των Ευρωπαϊκών κοινοτήτων. “Οδηγία 91/441/ΕΟΚ 26η Ιουνίου 1991, για την τροποποίηση της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ”. Επίσημη Εφημερίδα αρ. L 242 39 Ιουλίου 1991

E. Ericsson. (1999). “Variability of urban driving patterns”. 8th International Symposium “Transport & Air Pollution”, Graz, Austria, 31 May-2 June 1999

M. Andre. (1996). “Driving cycles development: characterization of methods”. SAE Paper 961112

Michel Andre. (2004). “The ARTEMIS European driving cycles for measuring car pollutant emissions”. Science of the Total Environment 334– 335 pp. 73–84

European Environmental Agency (E.E.A.) , 2016, “Transport in Europe: key facts and trends

Peter Mock, Uwe Tietge, Vicente Frando, John German, Anup Bandivadekar (ICCT), 2014, From Laboratory to Road a 2014 Update of Official and “Real-World” Fuel Consumption and co

Michel Andre, 2004, “The ARTEMIS European driving cycles for measuring car pollutant emissions”, σελ. 2-5

Wltpfacts.eu, 2018, ACEA. <http://wltpfacts.eu/>

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1.2 Αυτοκίνητο επάνω σε Δυναμεμετρική εξέδρα

Εικόνα 1.2.1 Κινητό Κέντρο Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων

Σχήμα 1.2.2ⁱⁱ²³ Διάγραμμα Επεξήγησης Δυναμομετρικής Εξέδρας

Εικόνα 2.3 Επεξήγηση λειτουργίας κύκλου WLTP στο ΚΤΕΟ

²³ Οδηγία Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, Κατ’ Εξουσιοδότηση Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 134/2014 Της Επιτροπής της 16ης Δεκεμβρίου 2013 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=celex%3A32014R0134>

Εικόνα 3.2.1 Εκπομπή Ρύπων

Εικόνα 3.3 Ευρωπαϊκά Πρότυπα της ΕΕ για κινητήρες ντίζελ βαρέων φορτίων (καθαρή ισχύς > 85 kW, δοκιμές σταθερής κατάστασης) (NO), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), υδρογονάνθρακες (HC) και σωματίδια καυσαερίων ντίζελ (PM), τα πρότυπα εκπομπών

Εικόνα 3.4 Τάση εκπομπής καυσαερίων στην Ε.Ε 1990-2014 (με βάση το 1990=100)

Εικόνα 3.5 Παραγωγή Τοξικών Ρύπων ανά Οικονομική Δραστηριότητα (ισοδυναμοί 103tn SO₂)

Εικόνα 4.1 Διαδρομή που ακολουθήθηκε μέσω της εφαρμογής Torque

Εικόνα 4.2 Διαδρομή που ακολουθήθηκε μέσω της εφαρμογής Torque

Εικόνα 4.1.1 Συσκευή OBD II

Εικόνα 4.1.2 Εφαρμογή Torque

Εικόνα 4.1.3 Πλατφόρμα της εφαρμογής Torque

Εικόνα 4.2.1 Πλατφόρμα του Προφίλ του Οχήματος

Εικόνα 4.2.2 Συνέχεια της Πλατφόρμας του Προφίλ του Οχήματος

Εικόνα 4.2.3 Συνέχεια της Πλατφόρμας του Προφίλ του Οχήματος

Εικόνα 4.2.3 Επιλογή Γραφήματος

Εικόνα 4.2.4 Ρυθμίσεις Γραφήματος

Εικόνα 4.2.5 Παράδειγμα συλλογής δεδομένων

Εικόνα 4.2.6 Κωδικός Βλάβης

Εικόνα 4.2.7 Πληροφορία σε Πραγματικό Χρόνο

Εικόνα 4.2.8 Κατάσταση Σύνδεσης

Εικόνα 4.3 Fiat Panda

Εικόνα 4.4 Χαρακτηριστικά Οχήματος

Εικόνα 4,8 Διαφορά ταχύτητας NEDC και WLTP

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ii Πίνακας 2.1 Στάδια Εξέλιξης της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για τους Κύκλους Οδήγησης

Πίνακας 2.2.1 Όρια Εκπομπών Euro I

Πίνακας 2.2.2 Όρια Εκπομπών Euro II

Πίνακας 2.2.3 Όρια Εκπομπών Euro III

Πίνακας 2.2.4 Όρια Εκπομπών Euro IV

Πίνακας 2.2.5 Όρια Εκπομπών Euro V

Πίνακας 2.2.6. Όρια Εκπομπών Euro VI

Πίνακας 2.3.4 Παράμετροι Κύκλων ECE15, EUDC και NEDC

Πίνακας 2.3.6 Κυριότερα Χαρακτηριστικά Κύκλου Artemis

Πίνακας 2.3.7 Χαρακτηριστικά Κύκλου Artemis

Πίνακας 2.3.4 WLTP

Πίνακας 2.3.4.2 Κύκλος WLTP

Πίνακας 2.3.4.3 Κύκλος WLTP

Πίνακας 4.5 Τελικές τιμές επεξεργασίας δεδομένων

Πίνακας 4.6: Μέσοι όροι των μετρήσεων των διαδρομών

Πίνακας 4.7 Μέσοι όροι ταχύτητας (Km/h)

Πίνακας 4.9 Μέσοι όροι ταχύτητας (Km/h) χωρίς στάση

Πίνακας 4.11 Μέση Επιτάχυνση ανά Διαδρομή

4.5 Πίνακας Μέσων Τιμών

4.5.1 Συγκριτικός πίνακας της αντιπροσωπευτικής διαδρομής με τους κύκλους NEDC και WLTP

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα.1 Διάγραμμα αρχικού κύκλου Οδήγησης Ταχύτητας (mph) έναντι του χρόνου (s)

Διάγραμμα 2.3.1 Κύκλος ECE 15

Διάγραμμα 2.3.2 Κύκλος EUDC

Διάγραμμα 2.3.3 Κύκλος EUDC για Ελαφρά Οχήματα

Διάγραμμα 2.3.5 Κύκλος NEDC (New European Driving Cycle)

Διάγραμμα 2.3.8 Κύκλος Αυτοκινητόδρομου Άρτεμις

Διάγραμμα 2.3.9 Κύκλος Αγροτικός Άρτεμις

Διάγραμμα 2.3.10 Κύκλος Αστικός Άρτεμις

Διάγραμμα 2.3.4 Κύκλος WLTP

Διάγραμμα 2.3.4.2 Κύκλος WLTP Κλάσης II

Διάγραμμα 2.3.4.3 Κύκλος WLTP Κλάσης I

Διάγραμμα 4.4 Ταχύτητα GPS και Εξομάλυνσης

Γράφημα 4.8 Μέσοι Όροι Ταχυτήτων Διαδρομών

Γράφημα 4.10 Μέσοι Όροι Ταχυτήτων Διαδρομών Χωρίς Στάση

Γράφημα 4.12 Μέση Επιτάχυνση των Διαδρομών

Γράφημα 4.13 Μέση Επιβράδυνση Διαδρομών

Γράφημα 4.13 Ποσοστό Στάσης Διαδρομών

Γράφημα 4.14 Αριθμός Στάσεων του Οχήματος

Γράφημα 4.15 Ποσοστιαία Κίνηση και Στάση Οχημάτων

Διάγραμμα 4.17 Σύγκριση Ποσοστού Στάσης με Ταχύτητα

4.17 Χρόνος Εκκίνησης των Μετρήσεων Εκάστοτες Διαδρομής

Διάγραμμα 4.6 Αντιπροσωπευτικό Προφίλ Ταχύτητας των Μετρήσεων

Διάγραμμα 4.7 Βασικές Διαδρομές Ταχυτήτων των Μετρήσεων

Διάγραμμα 5.1 Σύγκριση Πρωινών Μετρήσεων με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.2 Σύγκριση Μεσημεριανών Μετρήσεων με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.3 Σύγκριση Συνολικών Μετρήσεων με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.4 Σύγκριση Πρωινών Μετρήσεων Επιβράδυνσης με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.5 Σύγκριση Μεσημεριανών Μετρήσεων Επιβράδυνσης με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.6 Σύγκριση Συνολικών Μετρήσεων Επιβράδυνσης με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.7 Σύγκριση Ποσοστού Στάσης το Πρωί με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.8 Σύγκριση Ποσοστού Στάσης το Μεσημέρι με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.9 Σύγκριση Συνολικού Ποσοστού Στάσης με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.10 Σύγκριση Ταχύτητας Πρωινών Διαδρομών με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.11 Σύγκριση Ταχύτητας Μεσημεριανών Διαδρομών με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.12 Σύγκριση Ταχύτητας Συνολικών Μετρήσεων με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.10 Σύγκριση Ταχύτητας Χωρίς Στάση των Πρωινών Διαδρομών με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.10 Σύγκριση Ταχύτητας Χωρίς Στάση των Μεσημεριανών Διαδρομών με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.10 Σύγκριση Ταχύτητας Χωρίς Στάση των Συνολικών Διαδρομών με Peugeot 206

Διάγραμμα 5.13 Σύγκριση Στάσεων ανά ημέρα με το Peugeot 206

Διάγραμμα 5.14 Αντιπροσωπευτικές διαδρομές

Διάγραμμα 6.1 Εκπομπή Ρύπων CO2

Διάγραμμα 6.2 Φορτίο του Κινητήρα

Διάγραμμα 6.3 Στροφές κινητήρα ανά Λεπτό

Διάγραμμα 6.4 Κατανάλωση Καυσίμου Fiat

Διάγραμμα 6.5 Κατανάλωση Fiat ανά 100 Χιλιόμετρα

Διάγραμμα 6.6 Φορτίο Κινητήρα σε σχέση με τους Ρύπους