



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**Μελέτη και διαμόρφωση κύκλων οδήγησης πραγματικών δεδομένων
κίνησης οχημάτων καθημερινής χρήσης**

Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή

ΛΑΓΟΥΔΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής

Ζαννίκος Φ., Καθηγητής Ε.Μ.Π, Σχολή Χημικών Μηχανικών

Αθήνα, Οκτώβριος 2020

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο τομέας της οδικής μεταφοράς συμβάλλει σε μεγάλο ποσοστό στη εκπομπή αέριων ρύπων που εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επίσης είναι υπεύθυνος για την ατμοσφαιρική ρύπανση έχοντας βλαβερές συνέπειες στην υγεία και στο περιβάλλον. Έτσι καθίσταται απαραίτητο να περιορίσουμε τους εκπεμπόμενους ρύπους από τον κλάδο των οδικών μεταφορών. Επίσης η εξοικονόμηση ενέργειας στον κλάδο των οδικών μεταφορών αποτελεί βασικό στόχο. Ένα σημαντικό εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τους σκοπούς αυτούς είναι οι κύκλοι οδήγησης.

Ο κύκλος οδήγησης αποτελεί μια συσχέτιση δεδομένων ταχύτητας και χρόνου που αναπαριστούν την κίνηση ενός οχήματος. Έτσι για κάθε κύκλο οδήγησης δημιουργείται ένα διάγραμμα της ταχύτητας του οχήματος συναρτήσει του χρόνου. Διαμορφώνονται με σκοπό την μελέτη των κυκλοφοριακών συνθηκών (κίνηση), την συσχέτιση των συνθηκών κίνησης με τους άλλους παραμέτρους όπως για παράδειγμα τα χαρακτηριστικά του δρόμου (κλίση, οδόστρωμα), τις λειτουργικές παραμέτρους του κινητήρα, τις εκπομπές των ρύπων καθώς και την κατανάλωση του καυσίμου. Επίσης είναι δυνατό να εξαχθούν συμπεράσματα για την οδική συμπεριφορά. Χρησιμοποιούνται από συγκοινωνιολόγους για την εύρεση πιθανών προβλημάτων στις υποδομές και την αντιμετώπιση πιθανής κυκλοφοριακής συμφόρησης. Επίσης χρησιμοποιούνται για ερευνητικούς σκοπούς. Άλλα πιθανά πεδία μελέτης είναι η επίδραση του καυσίμου στους εκπεμπόμενους ρύπους που προκύπτουν από πραγματικές συνθήκες οδήγησης, η επίδραση του φορτίου του οχήματος στην κατανάλωση του καυσίμου, η επίδραση συσκευών (πχ air condition) στους ρύπους και στην παραπάνω κατανάλωση καυσίμου που συνεπάγονται. Επίσης μπορούν να μελετηθούν κύκλοι οδήγησης για διαφορετικούς τύπους οχημάτων με την ίδια μεθοδολογία έτσι ώστε να συγκριθούν τα αποτελέσματα.

Οι κύκλοι οδήγησης που χρησιμοποιούνται για την έγκριση τύπου των οχημάτων ονομάζονται θεσμοθετημένοι κύκλοι αφορούν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές. Διαμορφώνονται πάνω στην δυναμομετρική εξέδρα. Στην Ευρώπη ο θεσμοθετημένος κύκλος οδήγησης είναι ο WLTP. Όμως σε πολλές πόλεις οι αποκλίσεις των πραγματικών δεδομένων κίνησης από το προφίλ της κίνησης που ορίζει ο WLTP είναι μεγάλες. Αυτό οφείλεται στην διαφορά των υποδομών του οδικού δικτύου, του στόλου των οχημάτων αλλά και τις διαφορετικές συμπεριφορές των οδηγών. Συνεπώς πολλοί κύκλοι διαμορφώνονται με βάση πραγματικά δεδομένα οδήγησης έτσι ώστε να βγάζουν πιο αξιόπιστα συμπεράσματα για τις συνθήκες της οδήγησης, για την κυκλοφορία των οχημάτων αλλά και τους εκπεμπόμενους ρύπους.

Σκοπός της εργασίας είναι να γίνουν καταγραφές πραγματικών δεδομένων κίνησης οχημάτων στην περιοχή της Αθήνας, ώστε να διαμορφωθούν κύκλοι αντιπροσωπευτικοί της παρούσας οδικής κατάστασης.

Συγκεκριμένα έγιναν καταγραφές πραγματικών δεδομένων κίνησης σε όχημα τύπου Van κατηγορίας N1. Οι καταγραφές πραγματοποιήθηκαν με ειδικό καταγραφικό OBD που συνδεόταν σε ειδικό βύσμα του αυτοκινήτου. Έγιναν από τον Οκτώβρη του 2019 ως και τον Ιούλιο του 2020 σε δρόμους του νομού Αττικής. Πραγματοποιούνταν από Δευτέρα ως Παρασκευή κυρίως τις πρωινές αλλά και μεσημεριανές ώρες.

Για την προβολή των καταγραφών χρησιμοποιήθηκε ειδική εφαρμογή στο κινητό τηλέφωνο. Έτσι αρχεία με βασικά μεγέθη κίνησης(ταχύτητα, επιτάχυνση) αλλά και μεγέθη για τη λειτουργία του κινητήρα αλλά και τους εκπεμπόμενους ρύπους αποστάθηκαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Εκεί με την υπολογιστική εφαρμογή Matlab έγινε η κατάλληλη επεξεργασία των καταγραφών. Συγκεκριμένα οι καταγραφές χωρίστηκαν με βάση τον μήνα, την μέρα ,την ώρα αλλά και την τοποθεσία εκτέλεσης τους. Τα μεγέθη κίνησης παρουσιάστηκαν σε εποπτικά διαγράμματα. Ένα σημαντικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την προβολή των καταγραφών της οδήγησης πάνω σε χάρτες είναι το Google Earth. Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν κύκλοι οδήγησης τόσο για την ευρύτερη περιοχή της Αττικής όσο και για συγκεκριμένους βασικούς οδικούς άξονες και δήμους της με την μέθοδο των microtrips.

Abstract

The road transport sector contributes to a large percentage to the emission of gaseous pollutants that intensify the greenhouse effect. It is also responsible for air pollution having harmful effects on health and the environment. This makes it necessary to reduce the pollutants emitted by the road transport sector. Also saving energy in the road transport sector is a key goal. An important tool that can be used for these purposes is driving cycles.

The driving cycle is a correlation of speed and time data that represent the movement of a vehicle. Thus for each driving cycle a diagram of the vehicle speed is created as a function of time. They are designed to study traffic conditions (traffic), the correlation of traffic conditions with other parameters such as road characteristics (slope, road), engine performance, emissions and fuel consumption. It is also possible to draw conclusions about driving behavior. They are used by transport specialists to find possible problems in infrastructure and to deal with possible traffic congestion. They are also used for research purposes. Other possible fields of study are the effect of fuel on the emissions resulting from actual driving conditions, the effect of vehicle load on fuel consumption, the effect of appliances (e.g. air condition) on pollutants and the resulting fuel consumption. Driving cycles can also be studied for different types of vehicles with the same methodology so that the results can be compared.

The driving cycles used for vehicle type approval are called institutional cycles for large geographical areas. They are arranged on the dynamometer platform. In Europe the standard driving cycle is WLTP. But in many cities the deviations of the actual traffic data from the traffic profile set by WLTP are large. This is due to the difference in the infrastructure of the road network, the vehicle fleet but also the different behaviors of the drivers. Therefore, many cycles are formed based on real driving data in order to draw more reliable conclusions about driving conditions, vehicle traffic and emissions.

The purpose of this work is to record real traffic data in the area of Athens, in order to form circles representative of the current road situation.

Specifically, real traffic data were recorded in a Van type vehicle of category N1. The recordings were made with a special OBD recorder that was connected to a special plug of the car. They took place from October 2019 until July 2020 on the streets of the prefecture of Attica. It took place from Monday to Friday mainly in the morning and at noon.

A special application was used on the mobile phone to view the recordings. Thus, files with basic movement sizes (speed, acceleration) but also sizes for the operation of the engine and the emitted pollutants were sent to a computer. There, with the Matlab computer application, the

appropriate recordings were processed. Specifically, the recordings were divided based on the month, the day, the time and the location of their execution. Traffic figures were presented in supervisory charts. An important tool used to view driving recordings on maps is Google Earth. Subsequently, driving cycles were constructed both for the wider area of Attica and for specific main roads and municipalities with the method of microtrips.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	12
1.1.ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	12
1.2.ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	13
1.3. ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ	14
1.4.ΚΟΡΟΝΟΪΟΣ ΚΑΙ ΡΥΠΟΙ	21
1.5.ΜΕΚ ΚΑΙ ΡΥΠΟΙ.....	23
2:ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΡΥΠΩΝ	32
2.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΕ	32
2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	33
2.3 ΟΡΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΡΥΠΩΝ	33
3.ΚΥΚΛΟΙ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	38
3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΟΔΗΓΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ	38
3.2 Ορισμός και κατηγορίες	43
3.3 Γνωστοί κύκλοι οδήγησης	44
3.3.1.NEDC	44
3.3.2.WLTP	47
3.3.3.FTP-72	52
3.3.4.FTP-75	53
3.3.5Artemis cycle-CADC	55
3.3.6 J10	58
3.3.7 J1015	59
3.3.8 JC08	61
3.3.9ADC	63
4.ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ-ΟΡΓΑΝΑ	64
4.1 Καταγραφικά OBD	64
4.2 Καταγραφές από GPS και OBD-Διαφορές	65
4.3 Η εφαρμογή Torque	68
4.4 Η εφαρμογή Torque Lite.....	74
4.5 Βαθμονόμηση του επιταχυνσιόμετρου Lite	77
4.6 Διαδικασία της μέτρησης	80
5.ΟΧΗΜΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	82

5.1 Το όχημα και τα χαρακτηριστικά του	83
5.2. Χαρακτήρας της δειγματοληψίας	84
5.3 Είδη διαδρομών	85
6.ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΥΚΛΩΝ ΠΟΛΕΩΝ.....	101
6.1 Τρόποι κατασκευής κύκλων πόλεων	101
6.2 Εκτέλεση του κώδικα σε Matlab	103
6.2.1 Επιμέρους τμήματα του κώδικα	103
6.2.2. Διάγραμμα ροής δημιουργίας κύκλου πόλης με τη διαδικασία <i>microtrips</i>	111
7.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	112
7.1 Συνολική καταγραφή	112
7.2 Καταγραφές ανά μήνα	116
7.3 Καταγραφές ανά μέρα	125
7.4 Καταγραφές ανά ώρα	134
7.5 Καταγραφές ανά περιοχή/δρόμο	143
7.5.1 Καταγραφές ανά περιοχή	144
7.5.2 Καταγραφές ανά δρόμο	157
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	172
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	175

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Αριθμός οχημάτων στην Ελλάδα	13
Εικόνα 2: Αριθμός οχημάτων ανά χιλιάδα κατοίκων σε Ελλάδα ανά χρόνο	14
Εικόνα 3: Εκπομπές CO₂ και συνολικών θερμοκηπιακών αερίων σε Ευρωπαϊκή Ένωση από καύση καυσίμων για την οδική μεταφορά	15
Εικόνα 4: Εκπομπές CO₂ και συνολικών θερμοκηπιακών αερίων στην Ελλάδα από καύση καυσίμων για την οδική μεταφορά	15
Εικόνα 5: Ποσοστό μεταβολής των συγκεντρώσεων των εκπομπών των αέριων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανάλογα τον τομέα δραστηριότητας	16
Εικόνα 6: Εκπομπές άκαυστων υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου από καύση καυσίμων για την οδική μεταφορά στην ΕΕ	18
Εικόνα 7: Εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων από καύση καυσίμων για την οδική μεταφορά στην ΕΕ	18
Εικόνα 8: Συγκεντρώσεις NO₂ σε ug/m³ σε τρεις μήνες του 2020 επί των μέτρων κατά της πανδημίας(πηγή: https://www.statista.com/chart/21495/no2-in-the-air-selected-cities/)	19
Εικόνα 9: Οι 5 μεγαλύτερες μειώσεις των εκπομπών του CO₂ ιστορικά(πηγή: https://www.statista.com/chart/21495/no2-in-the-air-selected-cities/)	20
Εικόνα 10: Η δομή ενός κινητήρα	22
Εικόνα 11: Σημεία εξαγωγής ρύπων σε ένα όχημα	23
Εικόνα 12: Οι προδιαγραφές περιεκτικότητας σε θείο για ναυτικούς κινητήρες Diesel	24
Εικόνα 13: Τα αποτελούμενα μέρη των αιωρούμενων σωματιδίων	26
Εικόνα 14: Συσχέτιση λόγου καυσίμου-αέρα με τους εκπεμπόμενους ρύπους	28
Εικόνα 15: Οι προδιαγραφές των NO_x ανάλογα με το πρότυπο τόσο για τους βενζινοκινητήρες όσο και για τους κινητήρες πετρελαίου	32
Εικόνα 16: Αναπαράσταση του προφίλ ταχυτήτων και χρόνου για τον κύκλο NEDC	41
Εικόνα 17: Αναπαράσταση του προφίλ ταχυτήτων και χρόνου για τον κύκλο WLTP για τις 3 κλάσεις ταχύτητας. Πάνω η Class3b, στη μέση η Class2 και κάτω η Class1	44
Εικόνα 18: Σύγκριση NEDC και WLTP	45
Εικόνα 19: Ο κύκλος δοκιμής FTP-72	46
Εικόνα 20: Ο κύκλος FTP-75	47
Εικόνα 21: Ο κύκλος πόλης CADC	49
Εικόνα 22: Ο κύκλος του CADC που αφορά την κίνηση σε αυτοκινητόδρομο	50
Εικόνα 23: Ο κύκλος οδήγησης J10 που εφαρμόστηκε στην Ιαπωνία	51
Εικόνα 24: Ο θεσμοθετημένος κύκλος J1015	52
Εικόνα 25: Ο κύκλος δοκιμής JC08	53
Εικόνα 26: Ο κύκλος οδήγησης ADC	54
Εικόνα 27: Το καταγραφικό ELM 327	55
Εικόνα 28: Σύγκριση ταχύτητας μετρούμενη από το GPS και το OBD σε φάση επιτάχυνσης και επιβράδυνσης	57
Εικόνα 29: Οι 3 κάθετοι άξονες για την εύρεση της ολικής επιτάχυνσης	68
Εικόνα 30: Μονάδα UPS	73
Εικόνα 31: Εισαγωγή KML αρχείων στο google earth	76
Εικόνα 32: Καταγραφές τον Δεκέμβριο	77
Εικόνα 33: Καταγραφές τον Ιανουάριο	78
Εικόνα 34: Καταγραφές τον Φεβρουάριο	78

Εικόνα 35: Καταγραφές τον Μάρτιο	79
Εικόνα 36: Καταγραφές τον Απρίλιο	79
Εικόνα 37:Καταγραφές τον Μάιο	80
Εικόνα 38 Καταγραφές τον Ιούνιο	80
Εικόνα 39: Καταγραφές τον Ιούλιο	81

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1:Τομείς δραστηριότητας και οι αντίστοιχοι ρύποι τους	11
Πίνακας 2:Κατηγορίες οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση	29
Πίνακας 3:Κατηγορίες οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση	30
Πίνακας 4:Προδιαγραφές ρύπων ανάλογα με το πρότυπο	31
Πίνακας 5:Στοιχεία του αστικού κύκλου ECE-15,του υπεραστικού κύκλου και του NEDC συνολικά	40
Πίνακας 6:Κατηγορίες εκτέλεσης του WLTC	42
Πίνακας 7: Σύγκριση χαρακτηριστικών κίνησης κύκλων του FTP-72 και του FTP-75	46
Πίνακας 8:Ο κύκλος CADC και οι 3 φάσεις του	48
Πίνακας 9: Τα μεγέθη κίνησης τόσο για τον κύκλο J10 όσο και για τον J1015	51
Πίνακας 10: Χαρακτηριστικά μεγέθη του JC08	53
Πίνακας 11: Μεγέθη για τον Αθηναϊκό κύκλο ADC	54
Πίνακας 12:Χαρακτηριστικά οχήματος	73
Πίνακας 13: Χαρακτηριστικά μεγέθη κίνησης στην Αττική	103
Πίνακας 14:Καταγραφές ανά μήνα και μεγέθη	104
Πίνακας 15: Μεγέθη καταγραφών ανά μέρα	113
Πίνακας 16:Καταγραφές ανά ώρα εκκίνησης και χαρακτηριστικά μεγέθη	123
Πίνακας 17:Μεγέθη κίνησης σε Μαρούσι και Πολυτεχνειούπολη	132
Πίνακας 18:Μεγέθη κίνησης στο Πολυτεχνείο	140
Πίνακας 19:Χαρακτηριστικά μεγέθη σε Μαρούσι	142
Πίνακας 20:Καταγραφές ανά οδό και μεγέθη κίνησης	144
Πίνακας 21:Χαρακτηριστικά κίνησης στην Περιφερειακή Λεωφόρο Υμηττού	151
Πίνακας 22:Λεωφόρος Κηφισιάς και η οδήγηση σε νούμερα	154
Πίνακας 23:Η οδήγηση στην Λεωφόρο Κηφισού	156
Πίνακας 24: Αττική οδός και μεγέθη κίνησης	158

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Σύγκριση μέσης ταχύτητας με στάσεις, μέσης ταχύτητας χωρίς στάσεις και μέγιστης ταχύτητας	102
Διάγραμμα 2: Κάλυψη των συνολικών καταγραφών σε διαστήματα κίνησης και ακινησίας	103
Διάγραμμα 3: Το ποσοστό χρόνου στο οποίο το όχημα επιταχύνει και επιβραδύνει	103
Διάγραμμα 4: Ο σχηματιζόμενος κύκλος πόλης της περιοχής της Αττικής	105
Διάγραμμα 5: Ποσοστά χρόνων καταγραφών κάθε μήνα ως προς το συνολικό χρόνο όλων των καταγραφών	109
Διάγραμμα 6: Αριθμός καταγραφών κάθε μήνα	110
Διάγραμμα 7: Μέση διάρκεια καταγραφών κάθε μήνα	110
Διάγραμμα 8: Συνολική απόσταση καταγραφών κάθε μήνα	111
Διάγραμμα 9: Μέση απόσταση που διανύει το όχημα σε κάθε καταγραφή για κάθε μήνα	111
Διάγραμμα 10: Μέση διάρκεια ακινησίας για κάθε καταγραφή του μήνα	112
Διάγραμμα 11: Ποσοστά χρόνων επιτάχυνσης και επιβράδυνσης ως προς το συνολικό χρόνο καταγραφών του κάθε μήνα	112
Διάγραμμα 12: Ποσοστά χρόνων κίνησης και ακινησίας του οχήματος ως προς το συνολικό χρόνο καταγραφών του κάθε μήνα	113
Διάγραμμα 13: Μέσες ταχύτητες του οχήματος με και χωρίς στάσεις για κάθε μήνα	113
Διάγραμμα 14: Μέσος αριθμός στάσεων των καταγραφών του κάθε μήνα	114
Διάγραμμα 15: Μέσες Εκπομπές CO₂(g/km) που εκπέμπει το όχημα κάθε μήνα	114
Διάγραμμα 16: Ποσοστά χρόνων καταγραφών κάθε μέρας ως προς το συνολικό χρόνο όλων των καταγραφών	117
Διάγραμμα 17: Αριθμός καταγραφών για κάθε μέρα καταγραφών	117
Διάγραμμα 18: Μέση διάρκεια καταγραφών για κάθε μέρα	118
Διάγραμμα 19: Συνολική απόσταση που διανύεται συνολικά για κάθε μέρα	118
Διάγραμμα 20: Μέση απόσταση των καταγραφών για κάθε μέρα	119
Διάγραμμα 21: Ποσοστό επιτάχυνσης και επιβράδυνσης ως προς το συνολικό χρόνο καταγραφής κάθε μέρας	120
Διάγραμμα 22: Ποσοστά του συνολικού χρόνου καταγραφών της κάθε μέρας στα οποία το όχημα κινείται και είναι ακίνητο	120
Διάγραμμα 23: Μέση ταχύτητα οδήγησης και κίνησης του οχήματος για κάθε μέρα καταγραφών	121
Διάγραμμα 24: Μέση διάρκεια ακινησίας των καταγραφών κάθε μέρας	121
Διάγραμμα 25: Μέσος αριθμός στάσεων του οχήματος για κάθε μέρα καταγραφών	122
Διάγραμμα 26: Μέσος ρυθμός συγκεντρώσεων εκπομπών CO₂ (g/km) του οχήματος για κάθε μέρα καταγραφών	122
Διάγραμμα 27: Ποσοστό χρόνου καταγραφών με ώρα έναρξης τους την αναγραφόμενη σε σχέση με το συνολικό χρόνο	126
Διάγραμμα 28: Αριθμός καταγραφών ανάλογα με την ώρα έναρξης της καταγραφής	126
Διάγραμμα 29: Μέση διάρκεια των καταγραφών για κάθε ένα διάστημα ωρών	127
Διάγραμμα 30: Συνολική απόσταση που διένυσε το όχημα ανάλογα με την ώρα έναρξης των καταγραφών	128
Διάγραμμα 31: Μέση απόσταση καταγραφών ανάλογα με την ώρα έναρξης των καταγραφών	128
Διάγραμμα 32: Ποσοστά χρόνου επιτάχυνσης και επιβράδυνσης στο σύνολο των καταγραφών κάθε κατηγορίας	129

<u>Διάγραμμα 33: Ποσοστά χρόνου κίνησης και ακινησίας των συνολικών καταγραφών κάθε κατηγορίας</u>	129
<u>Διάγραμμα 34: Μέση ταχύτητα κίνησης του οχήματος με και χωρίς στάσεις</u>	130
<u>Διάγραμμα 35: Μέση διάρκεια που το όχημα είναι ακινητοποιημένο σε κάθε καταγραφή</u>	130
<u>Διάγραμμα 36: Μέσος αριθμός στάσεων των καταγραφών</u>	131
<u>Διάγραμμα 37: Μέσος ρυθμός συγκεντρώσεων εκπομπών CO₂ (g/km) του οχήματος για κάθε διάστημα ωρών</u>	132
<u>Διάγραμμα 38: Ποσοστό χρόνου που το όχημα βρίσκεται στις 2 περιοχές</u>	136
<u>Διάγραμμα 39: Αριθμός καταγραφών σε Μαρούσι, Πολυτεχνείο</u>	136
<u>Διάγραμμα 40: Μέση διάρκεια κάθε καταγραφής που το όχημα βρίσκεται στο Μαρούσι είτε στην Πολυτεχνειούπολη</u>	137
<u>Διάγραμμα 41: Συνολική απόσταση που διανύει το όχημα εντός των 2 περιοχών</u>	137
<u>Διάγραμμα 42: Η μέση απόσταση εντός της κάθε περιοχής που διανύει το όχημα σε κάθε καταγραφή</u>	138
<u>Διάγραμμα 43: Ποσοστά χρόνου επιτάχυνσης και επιβράδυνσης του οχήματος κατά την διάρκεια όλων των καταγραφών που πραγματοποιήθηκαν</u>	138
<u>Διάγραμμα 44: Ποσοστά χρόνου κίνησης και ακινησίας του οχήματος κατά την διάρκεια όλων των καταγραφών που πραγματοποιήθηκαν</u>	139
<u>Διάγραμμα 45: Μέση ταχύτητα με και χωρίς στάσεις σε Μαρούσι και Πολυτεχνειούπολη</u>	139
<u>Διάγραμμα 46: Μέση διάρκεια ακινησίας του οχήματος σε κάθε καταγραφή</u>	140
<u>Διάγραμμα 47: Μέσος αριθμός στάσεων σε κάθε καταγραφή σε κάθε μια από τις 2 περιοχές</u>	140
<u>Διάγραμμα 48: Μέσος ρυθμός συγκεντρώσεων εκπομπών CO₂ (g/km) του οχήματος για κάθε περιοχή</u>	141
<u>Διάγραμμα 49: Κύκλος πόλης Πολυτεχνειούπολης</u>	143
<u>Διάγραμμα 50: Κύκλος Οδήγησης για το Μαρούσι</u>	146
<u>Διάγραμμα 51: Αριθμός καταγραφών που το όχημα κινείται τουλάχιστο ένα δευτερόλεπτο σε κάθε δρόμο</u>	148
<u>Διάγραμμα 52: Μέση διάρκεια καταγραφών για κάθε μία από τις 4 οδούς</u>	149
<u>Διάγραμμα 53: Η απόσταση που διανύει συνολικά το όχημα σε όλες τις καταγραφές σε κάθε μια από τις παραπάνω οδούς</u>	149
<u>Διάγραμμα 54: Ποσοστό χρόνου στο οποίο το όχημα είναι ακίνητο είτε κινείται</u>	150
<u>Διάγραμμα 55: Μέσες ταχύτητες με και χωρίς στάσεις</u>	150
<u>Διάγραμμα 56: Η μέση διάρκεια ακινησίας σε κάθε καταγραφή για κάθε ένα από του 4 δρόμους</u>	151
<u>Διάγραμμα 57: Μέσος αριθμός στάσεων ανά καταγραφή στην κίνηση του van στους δρόμους αυτούς</u>	151
<u>Διάγραμμα 58: Μέσος ρυθμός εκπομπών CO₂(g/km) στους 4 δρόμους</u>	152
<u>Διάγραμμα 59: Ο κύκλος πόλης Περιφερειακής Λεωφόρου Υμηττού</u>	154
<u>Διάγραμμα 60: Κύκλος πόλης για την Λεωφόρο Κηφισιάς</u>	157
<u>Διάγραμμα 61: Κύκλος πόλης για την Λεωφόρο Κηφισού</u>	159
<u>Διάγραμμα 62: Κύκλος πόλης για την Αττική Οδό (Ελευσίνα-Σπάτα)</u>	160

1.ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

1.1.ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ¹

Σαν ατμοσφαιρική ρύπανση θεωρούμε την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας της γης με ουσίες οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές συνέπειες άμεσα ή έμμεσα στην υγεία και στην ευεξία του ανθρώπου, στα φυτά άλλα και στα υπόλοιπα είδη ζωής αλλά και να προκαλέσει φυσικές φθορές στο περιβάλλον . Οι ουσίες αυτές ονομάζονται ρύποι.

Χωρίζονται σε 2 βασικές κατηγορίες, στους πρωτογενείς και στους δευτερογενείς ρύπους. Οι μεν πρωτογενείς ρύποι εκπέμπονται άμεσα από τις πηγές τους, ενώ οι δευτερογενείς ρύποι είναι αποτέλεσμα χημικής αντίδρασης του πρωτογενούς ρύπου με άλλο χημικό στοιχείο. Γνωστοί πρωτογενείς ρύποι είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 και το μεθάνιο CH_4 ενώ γνωστό παράδειγμα δευτερογενούς ρύπου είναι το τροποσφαιρικό όζον O_3 .

Ταξινομούνται με βάση τη χημική τους κατάσταση σε αέριους ρύπους και σε αιωρούμενα σωματίδια τα οποία είναι λεπτόκοκκα στερεά σωματίδια.

Οι ρύποι αυτοί μπορούν να έχουν είτε φυσική είτε ανθρωπογενή προέλευση.

Βασικές φυσικές πηγές ρύπων αποτελούν τα ηφαίστεια που εκπέμπουν πολύ μεγάλες ποσότητες διοξείδιο το θείου SO_2 , διοξειδίου του άνθρακα CO_2 καθώς και σημαντικές πηγές αιωρούμενων σωματιδίων. Άλλη πηγή ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα CO_2 και αιωρούμενων σωματιδίων είναι οι πυρκαγιές. Επίσης οι μεγάλης έντασης άνεμοι μπορούν να αποκολλήσουν σκόνη και άλλα αιωρούμενα σωματίδια από την επιφάνεια της γης και να τα μεταφέρουν σε μεγάλες αποστάσεις. Επιπλέον οι κεραυνοί που εκπέμπουν μονοξείδιο του αζώτου NO , οι μικροβιακές διεργασίες εδαφών με εκπομπές αμμωνίας NH_3 και μεθανίου CH_4

¹ Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Σχολή Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, " ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ", http://lap.physics.auth.gr/atmdiasp/index_files/presentation.htm

αλλά και η εκπομπή αλατούχων σωματιδίων από την εξάτμιση του νερού της θάλασσας αποτελούν φυσικές πηγές αμελητέας εκπομπής ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Σημαντικές ανθρωπογενείς πηγές ρύπων αποτελεί η καύση καυσίμων για τις μεταφορές, τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, οι βιομηχανίες, οι εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης και η καύση των απορριμμάτων. Τα ποσοστά εκπομπών κάθε ρύπου από την αντίστοιχη πηγή ρύπανσης φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Τομείς δραστηριότητας και οι αντίστοιχοι ρύποι τους

Πηγή Ρύπανσης	Ρυπαντές					
	CO%	NO _x	HC	SO ₂ %	Σωματίδια	Σύνολο
Αυτοκίνητα	91,6	37,5	63	3,8	8,3	60,5
Βιομηχανίες	2,7	15,3	21	34,4	50	16,2
Εργοστάσια Παραγωγής Ενέργειας	1,4	23	5	46,5	25	14,0
Κεντρικές Θερμάνσεις	2,7	7,6	5	11,5	8,3	5,6
Καύση Απορριμμάτων	1,4	7,6	5	3,8	8,3	3,5

2

1.2. ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ο μηχανισμός της γης ο οποίος διατηρεί την θερμοκρασία της στους 15°C. Χωρίς τον μηχανισμό αυτό η μέση θερμοκρασίας της γης θα ήταν -10 °C. Συνεπώς είναι απαραίτητος μηχανισμός για την διατήρηση ζωής πάνω στον πλανήτη.

Αναλυτικότερα, η Γη δέχεται ηλιακή ακτινοβολία ροής 1996 W/m². Από αυτή ένα τμήμα της απορροφάται από την γη και άλλο διαφεύγει πίσω στο διάστημα. Κάποιο ποσοστό ανακλάται (30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας) είτε από τα νέφη, είτε από το έδαφος και τους ωκεανούς (στο μεγαλύτερο ποσοστό) είτε από την ατμόσφαιρα της γης και το υπόλοιπο ποσοστό (70%) της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται. Απορροφάται είτε από το έδαφος, είτε από την ατμόσφαιρα της γης, είτε από τα νέφη. Ταυτόχρονα η γη εκπέμπει θερμική ακτινοβολία σε υπέρυθρο φάσμα (μεγαλύτερα μήκη κύματος από αυτά της ηλιακής ακτινοβολίας) η οποία κατά 39% διαφεύγει και το υπόλοιπο 71% απορροφάται από την ατμόσφαιρα της Γης. Συνεπώς η ατμόσφαιρα της γης αυξάνει την θερμοκρασία της.

Τα βασικά θερμοκηπιακά αέρια είναι οι υδρατμοί(H₂O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) το μεθάνιο(CH₄), το υποξείδιο του αζώτου(N₂O), το όζον(O₃), οι χλωροφθοράνθρακες(CFCs) και οι υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs). Από αυτά τα αέρια τα πιο σημαντικά για το φαινόμενο του

² Eurostat, 24 Φεβρουαρίου 2020, https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_emis&lang=en

θερμοκηπίου είναι κατά σειρά το διοξείδιο του άνθρακα ,το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου.

Εξαιτίας της καύσης ορυκτών καυσίμων όμως οι συγκεντρώσεις αυτών των αερίων έχουν αυξηθεί και κάνουν πιο έντονο το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Συνεπώς η θερμοκρασία της γης αυξάνει ολοένα και περισσότερο. Συγκεκριμένα ενώ ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας ήταν 0,6 με 0,9 °C από το 1906 ως το 2005,ενώ ο ρυθμός διπλασιάστηκε τα τελευταία 50 χρόνια.

3

1.3. ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗΓ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

Ο τομέας των μεταφορών αποτελεί σημαντικό μερίδιο της οικονομίας μιας χώρας. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση αναφέρεται σαν τομέας μεταφορών και αποθήκευσης. Αυτός περιλαμβάνει τους επιμέρους τομείς:

- Χερσαίες μεταφορές
- Μεταφορά μέσω αγωγών (για παράδειγμα φυσικού αερίου)
- Θαλάσσιες μεταφορές
- Εναέριες μεταφορές
- Αποθήκευση
- Υποστηρικτικές δραστηριότητες της μεταφοράς
- Ταχυδρομικές υπηρεσίες και υπηρεσίες ταχυμεταφορών

4

Στην **Εικόνα1** βλέπουμε τον αριθμό των συνολικών οχημάτων (αυτοκινήτων, λεωφορείων, φορτηγών αλλά και μοτοσυκλετών) για τη χρονική περίοδο 2000-2019. Παρατηρούμε ότι στην Ελλάδα στην περίοδο 2000 με 2008 έχουμε συνεχή αύξηση του αριθμού των οχημάτων ανά χρόνο. Κάτι τέτοιο έπαψε να ισχύει το 2008 όταν ξέσπασε η οικονομική κρίση στην Ελλάδα, οπότε η απότομη αύξηση στον αριθμό των οχημάτων άρχισε να περιορίζεται. Μετά το 2014

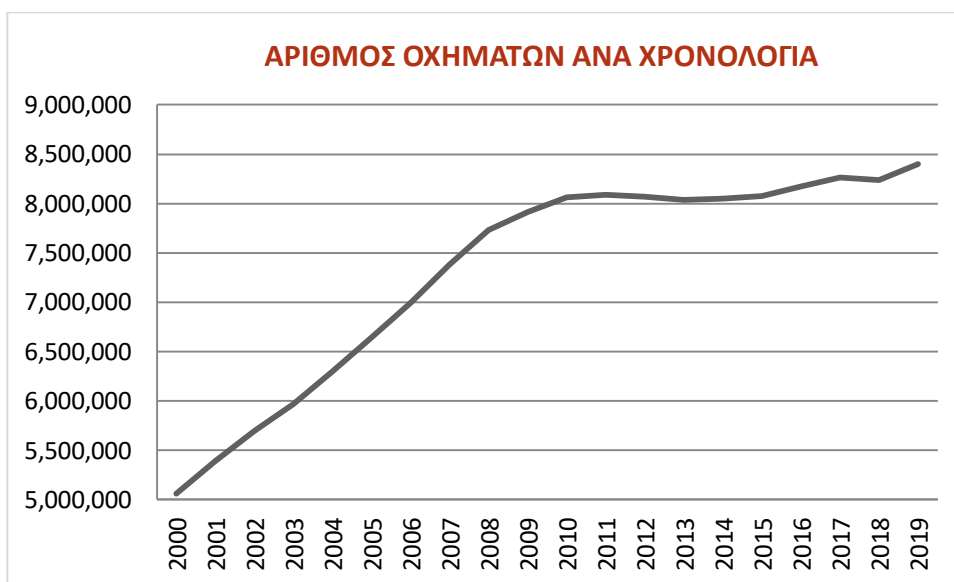
³ Wikipedia: Φαινόμενο του θερμοκηπίου,27 Ιουλίου 2020, https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%B7%CF%80%CE%AF%CE%BF%CF%85

⁴ GOVUK carbon capture, usage and storage ,1 Φεβρουαρίου 2019 ,<https://www.gov.uk/government/publications/transportation-and-storage-sector-skills-assessment>

όμως ο αριθμός των οχημάτων άρχισε να αυξάνεται ξανά. Επίσης από το 2003 ως το 2019 το ποσοστό των επιβατικών αυτοκινήτων αποτελεί σταθερά το 64% των συνολικών οχημάτων.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός επίσης ότι παρά τη οικονομική κρίση η αναλογία οχημάτων ανά κάτοικο στην Ελλάδα παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητη στα χρόνια της κρίσης ενώ αντίθετα στην ΕΕ μειώθηκε αισθητά η αναλογία το αντίστοιχο χρονικό διάστημα. Τα παραπάνω στοιχεία φαίνονται στην **Εικόνα 2**.

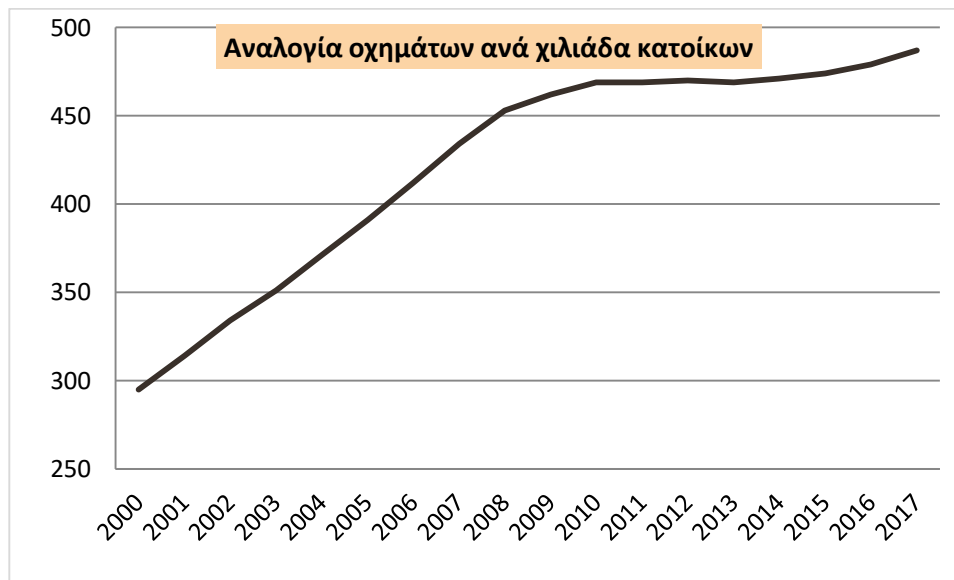
Εικόνα 1: Αριθμός οχημάτων στην Ελλάδα



5

⁵ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ (Στόλος Οχημάτων / Ιανουαρίου 2019)
<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SME18/->

Εικόνα 2: Αριθμός οχημάτων ανά χιλιάδα κατοίκων σε Ελλάδα ανά χρόνο



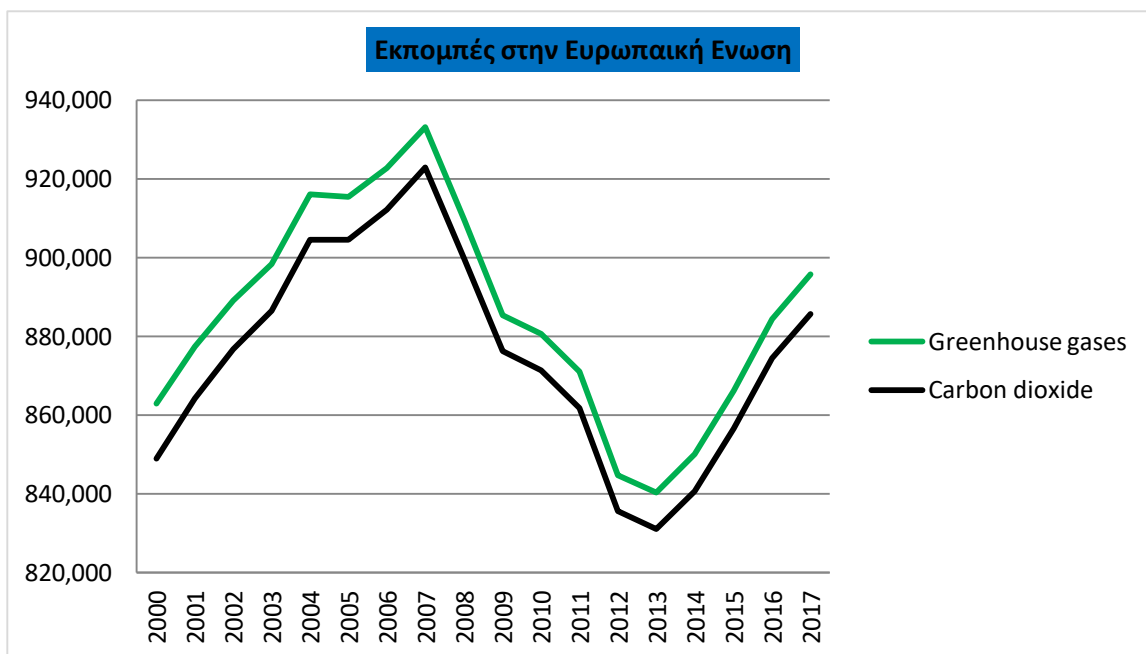
6

Από την καύση των υδρογονανθράκων και μετά από την ένωση τους με το νερό παράγεται το CO₂. Συνεπώς και η καύση των καυσίμων στις μηχανές εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν τα οχήματα για να κινηθούν συνεισφέρουν στην εκπομπή του CO₂ που αποτελεί το βασικό αέριο του θερμοκηπίου. Γενικά παρατηρούμε μια απότομη αύξηση των εκπομπών μέχρι το 2008 στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στην Ελλάδα αυτή η τάση εξακολουθεί μέχρι το 2010. Μετά από αυτές τις χρονολογίες και στα χρόνια της οικονομικής κρίσης οι εκπομπές πέφτουν. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat, το 2013 η Ευρωπαϊκή Ένωση είχε 7,62% μικρότερη εκπεμπόμενη ποσότητα του CO₂ από τις οδικές μεταφορές από την αντίστοιχη του 2008. Αντιθέτως το 2017 η Ευρωπαϊκή Ένωση επέστρεψε στα επίπεδα του 2003 δηλαδή περίπου στους 886.000 χιλιάδες τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Η Ελλάδα όμως συνεχίζει να εκπέμπει αέρια του θερμοκηπίου και διοξειδίου του άνθρακα σε μικρότερες ποσότητες συγκριτικά με το 2003.

Για τις επόμενες εικόνες **Εικόνα 3**, **Εικόνα 4** οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι εκφρασμένες σε χιλιάδες τόνους. Τα θερμοκηπιακά αέρια εκφράζονται σε χιλιάδες τόνους εκπομπών ισοδύναμου CO₂.

⁶ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ (Στόλος Οχημάτων / Ιανουαρίου 2019)
<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SME18/>

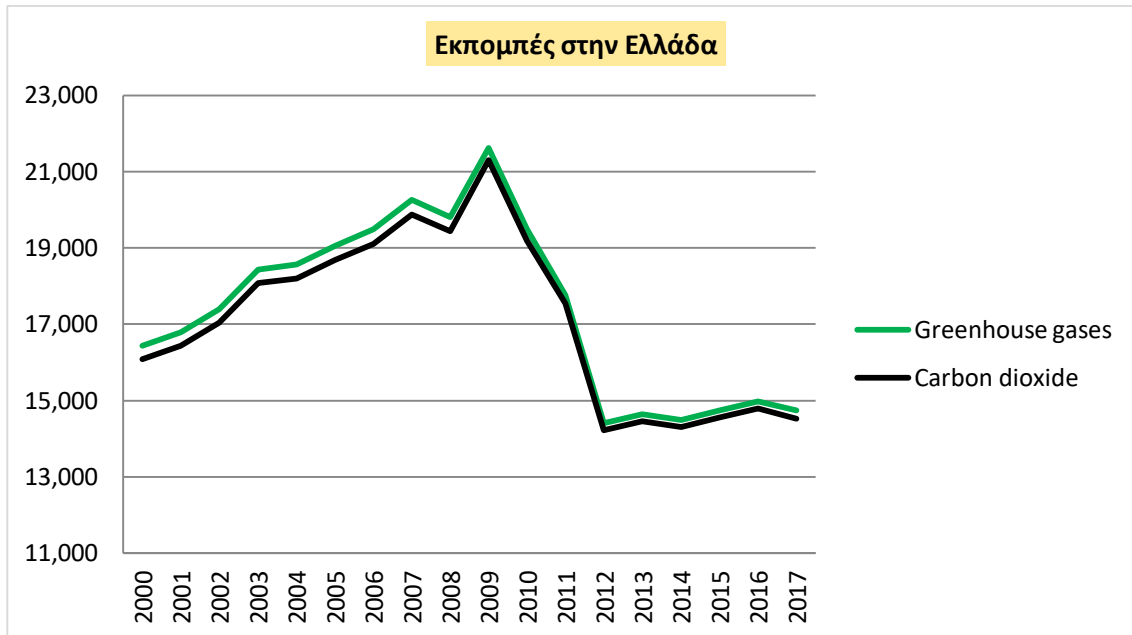
Εικόνα 3: Εκπομπές CO₂ και συνολικών θερμοκηπιακών αερίων σε Ευρωπαϊκή Ένωση από καύση καυσίμων για την οδική μεταφορά



7

⁷United States Environmental Protection Agency ,8 Σεπτέμβρη 2020, “Overview of Greenhouse Gases”, https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_ainah_r2&lang=en<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>

Εικόνα 4: Εκπομπές CO2 και συνολικών θερμοκηπιακών αερίων στην Ελλάδα από καύση καυσίμων για την οδική μεταφορά



8

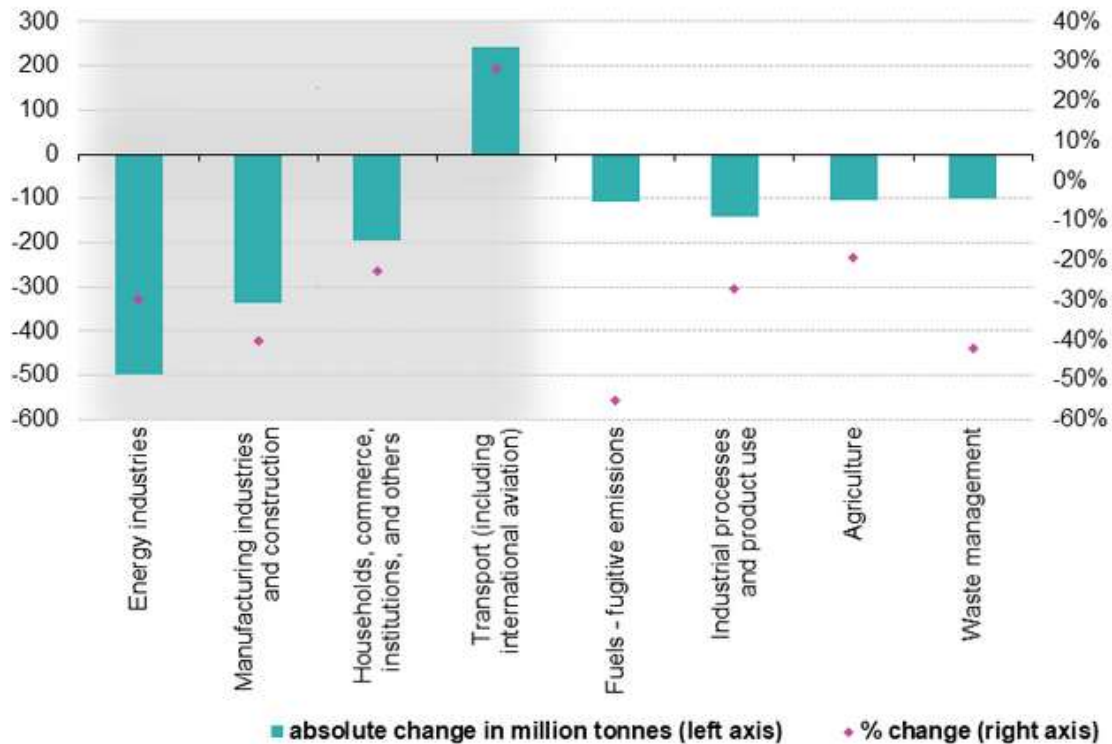
Ο τομέας των μεταφορών και αποθήκευσης ευθύνεται για ένα σημαντικό μερίδιο εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα το 2008 ο τομέας των μεταφορών και αποθήκευσης ευθυνόταν για το 13% των συνολικών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για την ΕΕ. Αυτό το ποσοστό αυξήθηκε και το 2018 οι τόνοι των αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα των μεταφορών αποτελούσε το 15,3% των συνολικών εκπομπών. Είναι φανερό ότι υπήρξε μια αύξηση πάνω από 30% των ρύπων αυτών από το 1990 ως το 2017.

⁸ United States Environmental Protection Agency, 8 Σεπτέμβρη 2020, "Overview of Greenhouse Gases", https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_ainah_r2&lang=en<https://www.epa.gov/ghgmissions/overview-greenhouse-gases>

Εικόνα 5: Ποσοστό μεταβολής των συγκεντρώσεων των εκπομπών των αέριων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανάλογα τον τομέα δραστηριότητας

Greenhouse gas emissions by IPCC source sector, EU-28, change from 1990 to 2017

(million tonnes of CO₂ equivalent and % change)

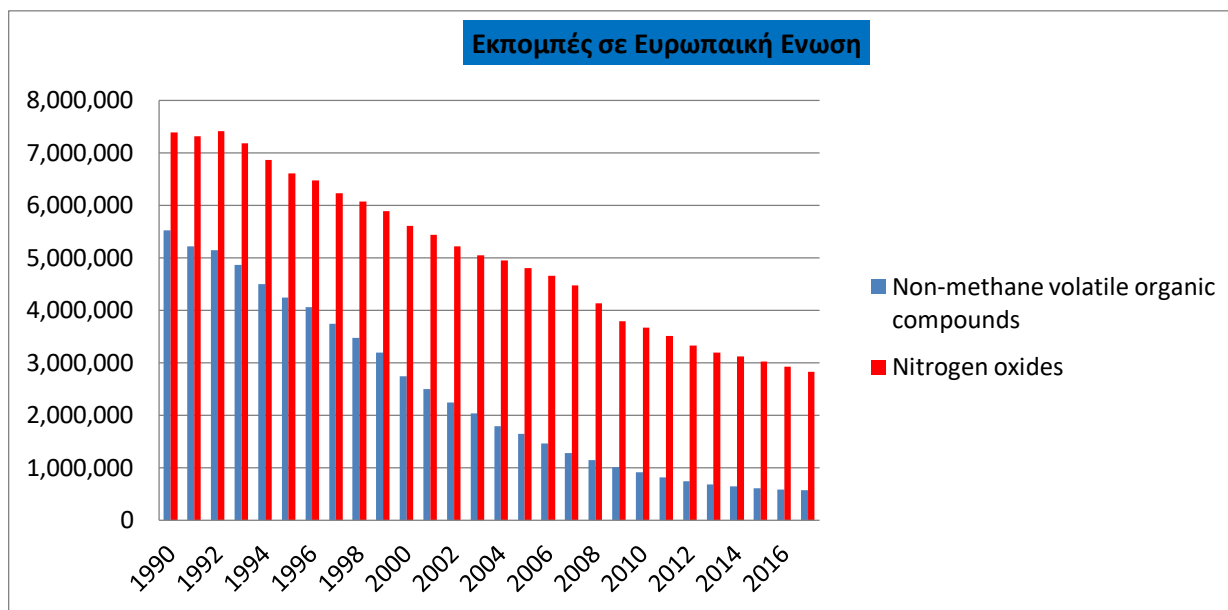


9

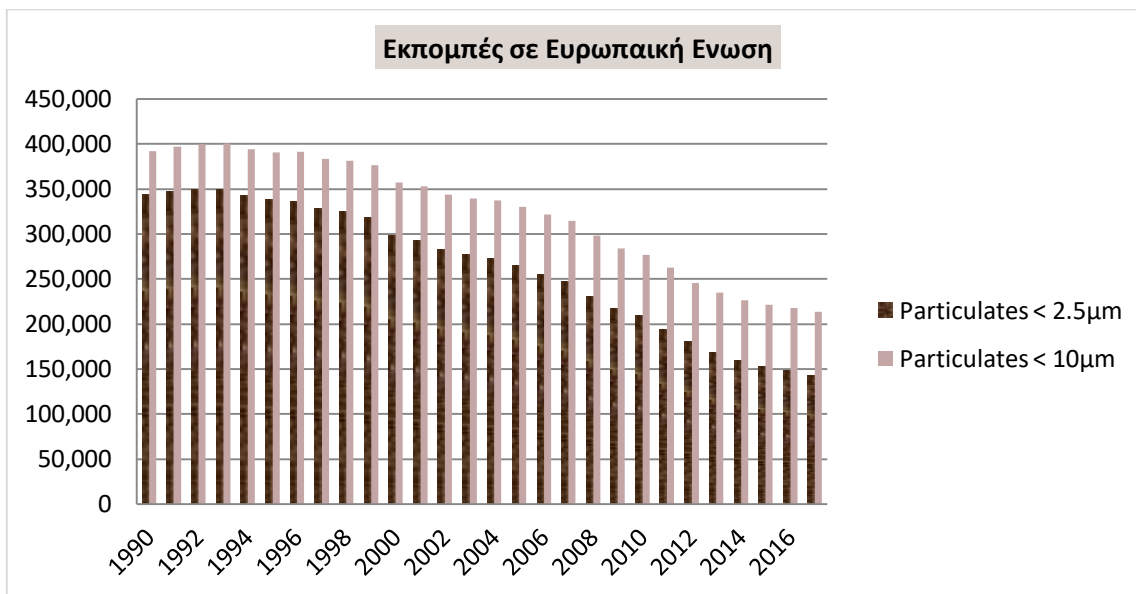
Τα αιωρούμενα σωματίδια, οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες, τα οξείδια του αζώτου και τα οξείδια του θείου που εκπέμπονται από τις μηχανές εσωτερική καύσης των χερσαίων μεταφορών έχουν υποστεί μεγάλη συνεχόμενη πτώση στην ΕΕ από το 1990 και έπειτα. Αυτό συμβαίνει διότι η τεχνολογική ανάπτυξη έχει βρει αποτελεσματικές μεθόδους αντιμετώπισης αυτών των ρύπων. Συνεπώς παρά την αύξηση των στόλων των οχημάτων οι ρύποι αυτοί μειωνόντουσαν.

⁹ United States Environmental Protection Agency, 8 Σεπτέμβρη 2020, "Overview of Greenhouse Gases", https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_ainah_r2&lang=en<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>

Εικόνα 6: Εκπομπές άκαυστων υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου από καύση καυσίμων για την οδική μεταφορά στην ΕΕ.



Εικόνα 7: Εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων από καύση καυσίμων για την οδική μεταφορά στην ΕΕ



¹⁰ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ, «Λογαριασμοί Αερίων Ρύπων / 2015», <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SOP08/>

1.4 ΚΟΡΟΝΟΪΟΣ ΚΑΙ ΡΥΠΟΙ

Εικόνα 8: Συγκεντρώσεις NO₂ σε ug/m³ σε τρεις μήνες του 2020 επί των μέτρων κατά της πανδημίας (πηγή: <https://www.statista.com/chart/21495/no2-in-the-air-selected-cities/>)



11

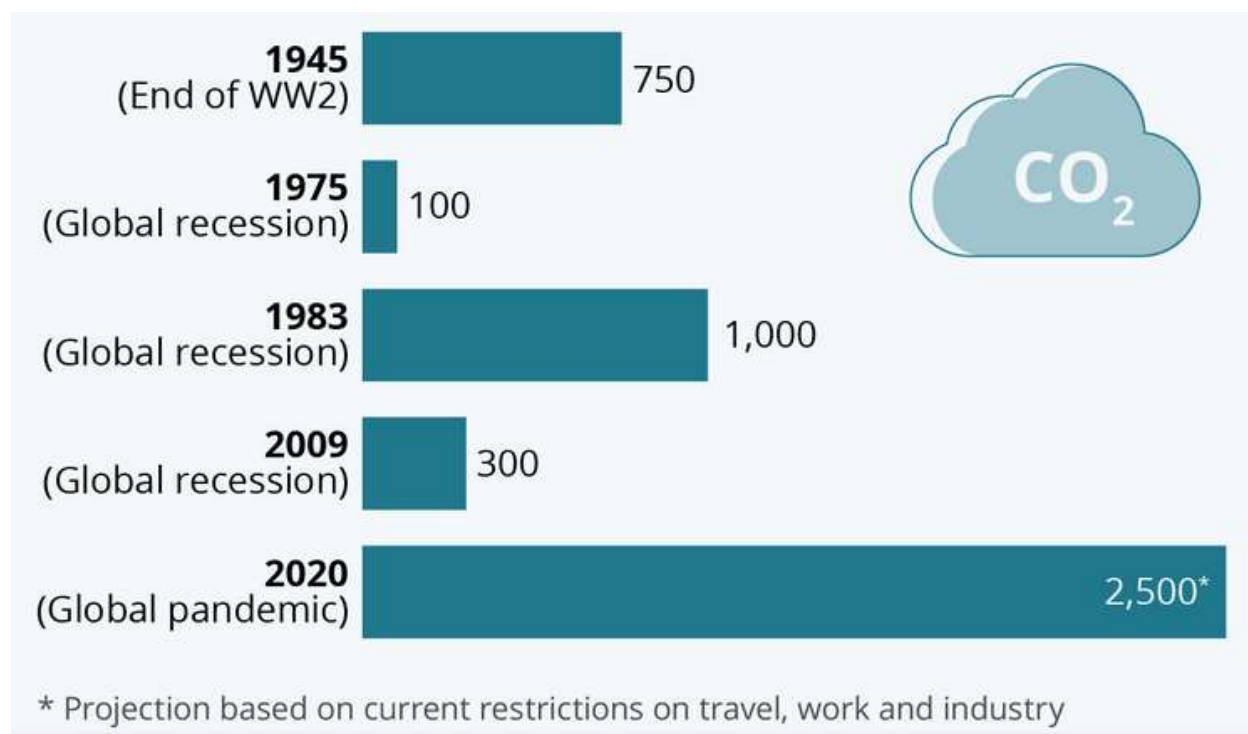
Το τέλος του 2019 εμφανίστηκε ο νέος κορονοϊός γνωστός και ως SARS-CoV-2 στην Ουχάν της Κίνας ο οποίος προκάλεσε πανδημία. Συνεπώς με τα μέτρα της καραντίνας, της κοινωνικής απομόνωσης και το κλείσιμο σχολείων και άλλων χώρων συγκεντρώσεων οι μεταφορές με οχήματα περιορίστηκαν κατά πολύ σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες παλαιότερων χρόνων. Ενδιαφέρον στοιχείο επίσης αποτελεί η επίδραση που είχε ο κορονοϊός στην αέρια ρύπανση. Στην **Εικόνα 8** απεικονίζονται οι θεαματικές πτώσεις του NO₂ στην ατμόσφαιρα σε Ρώμη, Μαδρίτη, Νέα Υόρκη και Δελχί κατά την περίοδο που οι περισσότερες κυβερνήσεις είχαν θεσπίσει τα μέτρα περιορισμού και απαγόρευσης των μετακινήσεων. Πρέπει να σημειωθεί ότι το NO₂ παράγεται κατά 95% από τη καύση ορυκτών καυσίμων είτε σε εργοστάσια είτε σε οχήματα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η επίδραση των περιοριστικών μέτρων να έχουν πολύ σημαντική επίδραση στην συγκέντρωση τους στην ατμόσφαιρα. Για παράδειγμα στην Αθήνα τον Μάρτη του 2020 υπήρξε μείωση 15% στις συγκεντρώσεις του NO₂ από την αντίστοιχη συγκέντρωση τον Μάρτη του 2019 και 20% μείωση τον Απρίλιο του 2020 από τον αντίστοιχο μήνα του προηγούμενου χρόνου.

¹¹ Statista, , 24 Απριλίου 2020, "COVID-19 Improves Air Quality in Just Three Months", <https://www.statista.com/chart/21495/no2-in-the-air-selected-cities/>

Τα αιωρούμενα σωματίδια δεν επηρεάστηκαν τόσο από τα μέτρα κατά της πανδημίας καθώς αποτελούν εκπομπές εκτός ανθρωπογενών πηγών και πολλών φυσικών πηγών(πυρκαγιές, ηφαίστεια, τυφώνες).

Η μείωση των εκπομπών του CO₂ το 2020 έφτανε τα 2.500 εκατομμύρια τόνους αποτελώντας ένα ιστορικό ρεκόρ μείωσης εκπομπών CO₂ μέσα σε ένα έτος.

Εικόνα 9:Οι 5 μεγαλύτερες μειώσεις των εκπομπών του CO₂ ιστορικά



12

Κορονοϊός και μέτρα

Στις 26/2 εμφανίστηκε το πρώτο κρούσμα εντός Ελλάδας. Στην 10 Μαρτίου αποφασίστηκε από την κυβέρνηση το κλείσιμο των σχολείων. Στις 13 του ίδιου μήνα αποφασίστηκε το κλείσιμο των καφέ, μπαρ, μουσείων, εμπορικών κέντρων, των αθλητικών εγκαταστάσεων και των εστιατορίων. Επίσης στις 16 του ίδιου μήνα έκλεισαν και τα υπόλοιπα εμπορικά καταστήματα και έγινε αναστολή όλων των θρησκευτικών λειτουργιών.

¹² Statista, 18 Απριλίου 2020, "COVID-19 Could Cause Historic Drop in Carbon Emissions", <https://www.statista.com/chart/21414/record-drop-in-carbon-emissions/>

Από τις 23/3 απαγορεύτηκε η κυκλοφορία των πολιτών. Η οποιαδήποτε έξοδος από την οικία γινόταν μόνο μετά την αποστολή μηνύματος στο 13033.

Στην 4 Μαΐου έγινε η άρση της απαγόρευσης της κυκλοφορίας. Η απαγόρευση των μετακινήσεων εκτός της οικίας περιφερειακής ενότητας καθώς σε νησιά της ίδιας περιφερειακής ενότητας ίσχυε μέχρι και την 8 Μαΐου. Στην 11/5 έγινε η επανέναρξη των εμπορικών, των φροντιστηρίων καθώς και των μαθημάτων των μαθητών της Γ Λυκείου. Μετά από μια βδομάδα στην 17 και 18 του Μάη ξεκίνησαν όλες οι σχολικές τάξεις, η θεία λειτουργία, τα αρχαιολογικά και τα εμπορικά κέντρα.

Τέλος στις 25 Μαΐου άνοιξαν τα κέντρα εστίασεως και την 1^η Ιουνίου τα εμπορικά.

13

1.5 ΜΕΚ ΚΑΙ ΡΥΠΟΙ

Ως θερμικές μηχανές ορίζουμε τις μηχανολογικές διατάξεις αυτές οι οποίες μετατρέπουν την θερμική ενέργεια σε μηχανικό έργο. Για να επιτευχθεί το εργαζόμενο μέσο κάνει δεξιόστροφες κυκλικές επαναλήψεις. Όμως σύμφωνα με τον δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο και τη διατύπωση του Kelvin Plank μια διάταξη δεν μπορεί να αντλεί θερμική ενέργεια από μια δεξαμενή και να το παράγει εξ ολοκλήρου σε ωφέλιμο έργο. Συνεπώς πάντα μια θερμική μηχανή έχει κάποιες απώλειες θερμικής ενέργειας.

14

Οι μηχανές εσωτερικής καύσης, συνεπώς, είναι θερμικές μηχανές. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι η καύση του καυσίμου γίνεται στο εσωτερικό της μηχανής και επίσης το εργαζόμενο μέσο είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας. Παραδείγματα ΜΕΚ(Μηχανές Εσωτερικής Καύσης), όπως αναφέρονται εν συντομία, είναι οι μηχανές Otto, οι μηχανές Diesel αλλά και οι αεριοστρόβιλοι.

Οι μηχανές που χρησιμοποιούν τα οχήματα για να κινηθούν είναι οι μηχανές Otto και Diesel, οι οποίες πρόκειται για εμβολοφόρες μηχανές. Ο κάθε κινητήρας έχει συγκεκριμένο αριθμό κυλίνδρων. Ο ατμοσφαιρικός αέρας εισέρχεται σε κάθε κύλινδρο είτε από τη βαλβίδα εισαγωγής είτε από θυρίδα εισαγωγής. Στη συνέχεια το έμβολο συμπιέζει τον ατμοσφαιρικό αέρα. Πριν βρεθεί το έμβολο στο Άνω Νεκρό Σημείο (το έμβολο μετακινείται μεταξύ Άνω Νεκρού και Κάτω Νεκρού Σημείου) ξεκινάει η καύση του καυσίμου. Το καύσιμο είχε οδηγηθεί μέσα στο εσωτερικό της μηχανής από την αντλία καυσίμου και ψεκάζεται στο εσωτερικό κάθε κυλίνδρου

¹³ Wikipedia, 15 Οκτωβρίου 2020, "Πανδημία του κορονοϊού στην Ελλάδα το 2020" https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B1%CE%BD%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%AF%CE%B1_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%BA%CE%BF%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CF%8A%CE%BF%CF%8D_%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD_%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1_%CF%84%CE%BF_2020

¹⁴ Wikipedia, 19 Δεκέμβρη 2019, Kelvin–Planck statement, https://en.wikipedia.org/wiki/Kelvin%E2%80%93Planck_statement

στην έναρξη της διαδικασίας της καύσης. Η καύση του μίγματος ατμοσφαιρικού αέρα και καυσίμου γίνεται από σπινθηριστή(μπουζί) είτε μέσω αυτανάφλεξης. Έτσι με την καύση το έμβολο εκτονώνεται και μέσω της εκτόνωσης παράγει το ωφέλιμο έργο. Αυτό το ωφέλιμο έργο μεταφέρεται μέσω του διαφορικού στους τροχούς του οχήματος και είναι αυτό που κινεί το αμάξι.

Το ωφέλιμο έργο δεν μεταφέρεται όλο στους τροχούς καθώς μέρος αυτού χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση αναγκών ιδιοκατανάλωσης. Τέτοιες ιδιοκαταναλώσεις είναι τα φώτα του οχήματος , η λειτουργία του air condition και οι αντλίες νερού.

Οι μηχανές Otto λαμβάνουν ως καύσιμο βενζίνη, χρησιμοποιούν τον σπινθηριστή για την καύση του μίγματος. Επίσης έχουν μεγάλη συγκέντρωση ισχύος και μικρότερες εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων(PM) και οξειδίων του αζώτου (NOx) από ότι οι κινητήρες πετρελαίων. Η συντήρηση ενός κινητήρα βενζίνης είναι λιγότερη δαπανηρή, αν και το καύσιμο τους είναι ακριβότερο. Επίσης στα ντιζελοκίνητα οχήματα οι ρύποι είναι πιο ευαίσθητη στην ελλιπή συντήρηση. Στην **Εικόνα 10** βλέπουμε έναν κινητήρα Otto.

15

Εικόνα 10:Η δομή ενός κινητήρα



Αποβολή θερμότητας προς το περιβάλλον έχουμε από την εξάτμιση του αυτοκινήτου, από το ψυγείο του και άλλο τμήμα φεύγει με μορφή ακτινοβολίας.

Οι βασικοί ρύποι, όπως τα οξείδια του αζώτου (NOx), τα αιωρούμενα σωματίδια(PM), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), εξέρχονται κυρίως από την εξάτμιση στα οχήματα. Όμως τα αιωρούμενα σωματίδια διαφεύγουν επίσης από πιθανές

¹⁵ ΠΜΣ: Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας Επιμέλεια: Δρ. Ρούσσος Παπαγιαννάκης ,Επιστημονικός Συνεργάτης Εργαστηρίου ΜΕΚ/ΕΜΠ, Αθήνα, Μάρτιος 2016Μάθημα#1:«Γενικές Αρχές Λειτουργίας και Διαμόρφωση Εμβολοφόρων ΜΕΚ»

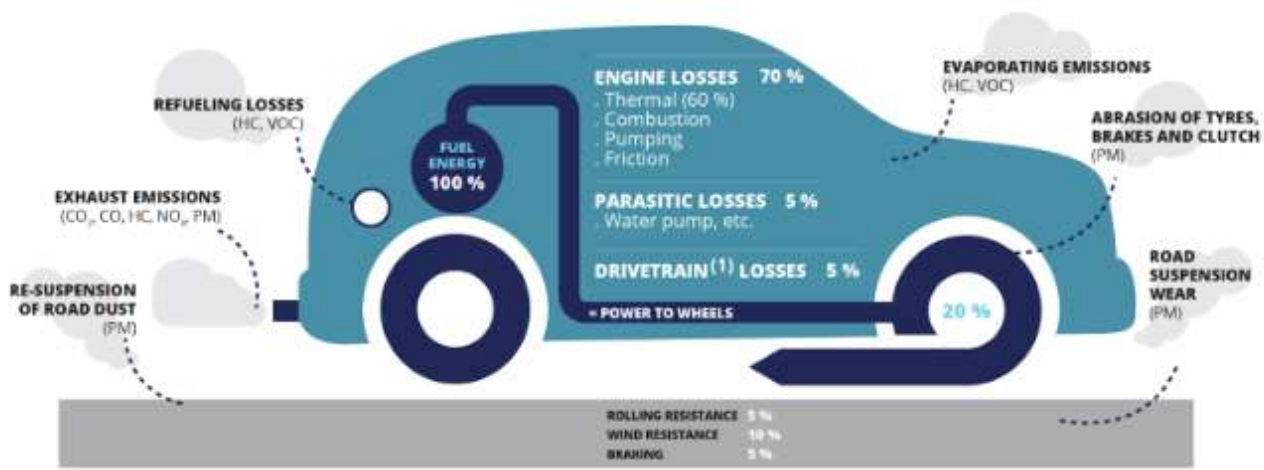
μηχανικές φθορές είτε στα λάστιχα, είτε στο σασί αλλά και στα φρένα. Επίσης τμήματα της ρόδας κατά την επαφή με το οδόστρωμα μπορούν να διαφύγουν και να επιβαρύνουν το περιβάλλον. Επίσης μεγάλες ποσότητες πτητικών υδρογονανθράκων μπορούν να διαφύγουν στην ατμόσφαιρα κατά την διαδικασία γέμισης καυσίμου στο όχημα είτε μέσω εξάτμισης της βενζίνης είτε από το ρεζερβουάρ του οχήματος.

Στην **Εικόνα 11** φαίνονται τα σημεία ενός οχήματος από τα οποία εξάγονται οι ρύποι. Επίσης δείχνει το ποσό της ενέργειας που δίνει το καύσιμο που μεταφέρεται στο όχημα. Μόνο το 20% μεταφέρεται στους τροχούς καθώς άλλο χάνεται από τις θερμικές απώλειες του κινητήρα, ένα άλλο ποσό ενέργειας χάνεται στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης στους τροχούς του οχήματος και ένα άλλο ποσό ενέργειας χρησιμοποιείται για ιδιοκαταναλώσεις.

16

¹⁶ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας.

Εικόνα 11: Σημεία εξαγωγής ρύπων σε ένα όχημα



17

Οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι οι εξής:

Διοξείδιο του Θείου(SO₂)

Το αέριο αυτό είναι άχρωμο και άοσμο και αποτελεί ερεθιστικό αέριο. Η εκπομπή του οφείλεται στη καύση στερεών ή υγρών καυσίμων που περιέχουν θείο, όπως είναι το πετρέλαιο και το μαζούτ. Όμως λόγω της αυστηρότητας των ορίων της περιεκτικότητας των καυσίμων σε θείο ο συγκεκριμένος ρύπος έχει περιοριστεί αρκετά. Συγκεκριμένα το όριο είναι τα 10ppm στις βενζίνες αλλά και στο πετρέλαιο κίνησης.

Καθώς ενώνεται με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα μετατρέπεται σε τριοξείδιο του θείου(SO₃). Ενώνεται και με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας σχηματίζοντας θειικό οξύ(H₂SO₄). Αυτό το οξύ είναι υπεύθυνο για το σχηματισμό της όξινης βροχής η οποία είναι υπεύθυνη για καταστροφή δασών, διάβρωση μαρμάρων και προκαλεί ζημιές και στην σύσταση του εδάφους. Το διοξείδιο του θείου προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα και είναι ιδιαίτερο επικίνδυνο για τους ασθματικούς, μπορεί να προκαλέσει καρδιαγγειακά προβλήματα.

Επίσης μειώνει την ορατότητα της ατμόσφαιρας.

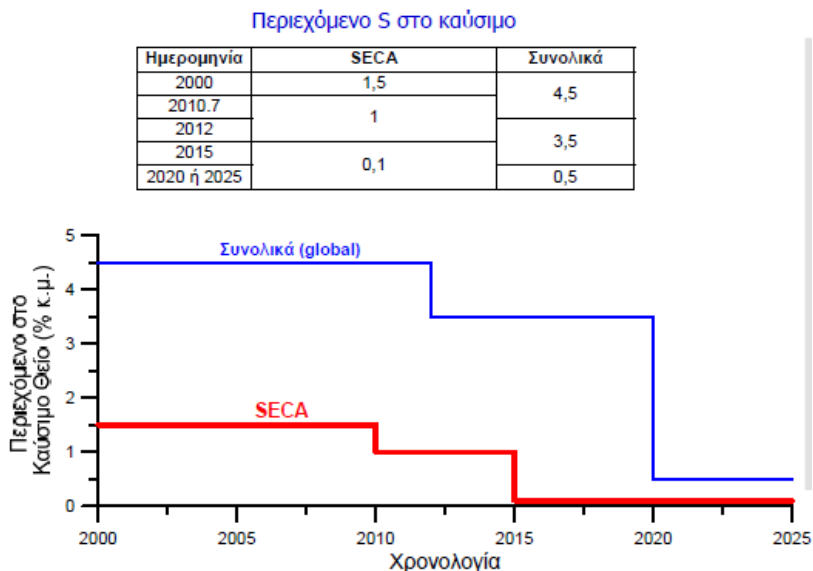
Παρακάτω στην **Εικόνα 12** φαίνονται οι προδιαγραφές περιεκτικότητας σε θείο για ναυτικούς κινητήρες Diesel.

18

¹⁷ European Environment Agency, 2016 "Explaining road transport emissions, A non-technical guide"

¹⁸ Wikipedia, 21 Οκτώβρη 2017, "ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ", https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%BF%CE%BE%CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%BF_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%B8%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85

Εικόνα 12: Οι προδιαγραφές περιεκτικότητας σε θείο για ναυτικούς κινητήρες Diesel



19

Οξείδια του αζώτου(NO_x)

Στην Ευρώπη περίπου το 40% των εκπομπών των οξειδίων του αζώτου(NO_x) οφείλονται στον τομέα των μεταφορών.

Όταν αναφερόμαστε σε οξείδια του αζώτου αναφερόμαστε στο μονοξείδιο του αζώτου(NO) και στο υποξείδιο του αζώτου(N_2O), στο διοξείδιο του αζώτου(NO_2)

Το υποξείδιο του αζώτου, γνωστό και ως αέριο του γέλιου, αντιδρώντας με τα άτομα του οξυγόνου σχηματίζει το μονοξείδιο του αζώτου.

Το μονοξείδιο του αζώτου είναι άχρωμο αέριο και αποτελεί ελεύθερη χημική ρίζα. Αντιδρά με το οξυγόνο και σχηματίζει το διοξείδιο του αζώτου.

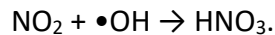
Οι εκπομπές των οξειδίων του αζώτου προκαλούνται κυρίως από τους ντιζελοκινητήρες και ευνοούνται όταν επιτυγχάνονται υψηλές θερμοκρασίες. Συνεπώς με την αύξηση του φορτίου σε μια μηχανή Diesel, είτε με την αύξηση της προπορείας (η γωνία περιστροφής του στροφάλου πριν το πιστόνι φτάσει στο Άνω Νεκρό Σημείο όταν ξεκινάει ο σπινθηρισμός), είτε με την αύξηση του χρόνου καύσης αυξάνονται οι εκπομπές των οξειδίων του αζώτου.²⁰

¹⁹ Ευάγγ.Γ.Γιακουμής, Αναπλ Καθηγητής Ε.Μ.Π, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών 2015 “ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ”, σ36

²⁰ Ευάγγ.Γ.Γιακουμής, Αναπλ Καθηγητής Ε.Μ.Π, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών 2015 “ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ

Επίσης παρατηρούμε ότι κατά τη διάρκεια των επιταχύνσεων του οχήματος αυξάνονται οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου.

Ευθύνονται για το φωτοχημικό νέφος αλλά αποτελούν και θερμοκηπιακά αέρια. Επίσης το μονοξείδιο του αζώτου (NO) αντιδρώντας με ελεύθερη ρίζα υδροξυλίου δημιουργεί το νιτρικό οξύ όπως δείχνει η παρακάτω χημική αντίδραση.



Είναι υπεύθυνο για την δημιουργία της όξινης βροχής και ευθύνεται για το σχηματισμό του τροποσφαιρικού όζοντος επίσης. Το τροποσφαιρικό όζον αποτελεί ρύπο και μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρο θάνατο. Επίσης η υπερβολική έκθεση στα οξείδια του αζώτου μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο ήπαρ, στην αναπνοή, στους πνεύμονες και στο αίμα.

21

Αιωρούμενα Σωματίδια(PM)

Τα αιωρούμενα σωματίδια αποτελούνται από τέφρα, από άκαυστο καύσιμο, από άνθρακα, από άκαυστο λάδι και από θειούχες ενώσεις όπως φαίνεται και στην παρακάτω **Εικόνα 13**. Αποτελούνται από το διαλυτό οργανικό μέρος και από το διαλυτό που χαρακτηρίζεται ως αιθάλη. Ως προς το μέγεθος τους ποικίλλουν και για την διάκριση τους χωρίζονται σε 2 κατηγορίες.

Η πρώτη κατηγορία είναι τα αιωρούμενα σωματίδια PM_{2,5} στα οποία η διάμετρος τους είναι μικρότερη από 2,5μm και η δεύτερη PM₁₀ τα οποία έχουν διάμετρο μικρότερη από 10μm. Είναι ρύπος που εμφανίζεται στους κινητήρες Diesel .

Σε θερμοκρασίες πάνω από 1300K η αιθάλη που έχει σχηματιστεί οξειδώνεται προς τον σχηματισμό μονοξειδίου του άνθρακα(CO),διοξειδίου του άνθρακα(CO₂) ή και υδρατμών (H₂O). Συνεπώς γίνεται αντιληπτό ότι ο σχηματισμός των οξειδίων των αζώτου έρχεται σε ανακολουθία με το σχηματισμό των αιωρούμενων σωματιδίων στους κινητήρες Diesel. Για παράδειγμα αυξάνοντας την προπορεία έγχυσης του καυσίμου ενώ μειώνονται τα εκπεμπόμενα αιωρούμενα σωματίδια, αυξάνεται η ισχύς του κινητήρα και οι εκπομπές των οξειδίων του αζώτου. Σε αυξημένο φορτίο του κινητήρα ή σε επιταχύνσεις έχουμε την αύξηση των εκπομπών και των δύο κατηγοριών των ρύπων.

22

ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ", σ8,9

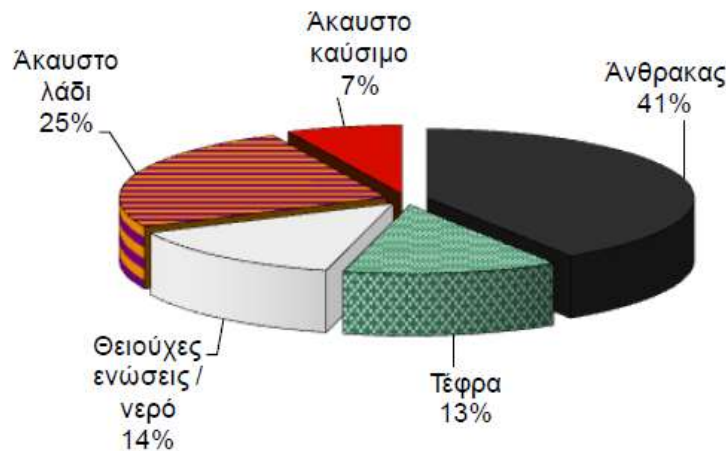
²¹ Wikipedia, 14 Οκτώβρη 2019, "Οξείδια του αζώτου (NOx)",

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CE%BE%CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%B1_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%B1%CE%B6%CF%8E%CF%84%CE%BF%CF%85_\(NOx\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CE%BE%CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%B1_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%B1%CE%B6%CF%8E%CF%84%CE%BF%CF%85_(NOx))

²² Ευάγγ.Γ.Γιακουμής, Αναπλ Καθηγητής Ε.Μ.Π, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών 2015 "ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ", σ22

Όσο μικρότερο μέγεθος έχουν τα αιωρούμενα σωματίδια τόσο πιο εύκολα μπορούν να διεισδύσουν στους πνεύμονες και στο αναπνευστικό σύστημα. Αντίθετα τα σωματίδια μεγαλύτερης διαμέτρου μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στη ρινοφαρυγγική κοιλότητα.

Εικόνα 13:Τα αποτελούμενα μέρη των αιωρούμενων σωματιδίων



23

Μονοξείδιο του Άνθρακα(CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα παράγεται από την ατελή καύση άνθρακα ή από οποιαδήποτε οργανική ουσία σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Συνεπώς εκπέμπεται από τζάκια, από μηχανές εσωτερικής καύσης, από καύση εύφλεκτων υλικών και από την διαρροή φωταερίου.

Σε αντίθεση με τα οξείδια του αζώτου που εκπέμπονται κυρίως από τους ντιζελοκινητήρες, το μονοξείδιο του άνθρακα παράγεται κυρίως από την καύση στις μηχανές Otto καθώς δεν υπάρχει περίσσεια αέρα. Συγκεκριμένα τα αέρια στην εξάτμιση ενός βενζινοκίνητου οχήματος περιέχει 6-10% μονοξείδιο του άνθρακα.

Αποτελεί άοσμο, άχρωμο και άγευστο και μη ερεθιστικό αέριο. Επίσης η πυκνότητα του είναι μικρότερη από την πυκνότητα του αέρα. Λόγω της τοξικότητας του αναφέρεται συχνά και ως σιωπηλός δολοφόνος. Επίσης εμποδίζει τη ροή του οξυγόνου στο αίμα προκαλώντας καρδιακά προβλήματα. Σε μικρές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει ίλιγγο, στομαχικές διαταραχές,

²³ Ευάγγ.Γ.Γιακουμής, Αναπλ Καθηγητής Ε.Μ.Π, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών 2015 "ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ",σ19

εμετό. Σε λίγο μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα στην αναπνοή. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά και καρδιολογικά προβλήματα και να οδηγήσει ακόμα και στο θάνατο.

24

Είναι ένα από τα τρία κύρια αέρια που συνεισφέρουν στο φωτοχημικό νέφος μαζί με τα οξειδία του αζώτου και το τροποσφαιρικό όζον. Επίσης στη ατμόσφαιρα οξειδώνεται περισσότερο σχηματίζοντας το διοξείδιο του άνθρακα(CO₂) το οποίο, όπως θα αναλυθεί και παρακάτω, αποτελεί το βασικό θερμοκηπιακό αέριο.

25

Άκαυστοι υδρογονάνθρακες(UHC)

Υπάρχουν 3 κατηγορίες άκαυστων υδρογονανθράκων: οι ολεφίνες, οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες και το ακετυλένιο. Μεγάλη μερίδιο στις εκπομπές των υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα έχει το μεθάνιο. Για αυτό το λόγο εκτός από τον όρο THC που αναφέρεται σε όλους τους υδρογονάνθρακες υπάρχει και ο όρος NMHC που αναφέρονται σε όλους τους υδρογονάνθρακες εκτός του μεθανίου.

Προκύπτουν από την ατελή καύση του καυσίμου οπότε και εξέρχονται απευθείας από τον κινητήρα στην ατμόσφαιρα. Διαφορετικά, όταν μέρος του καυσίμου συσσωρεύεται σε στενώσεις (κοντά στον εγχυτήρα για κινητήρα ντίζελ ή ανάμεσα στο έμβολο και το τοίχωμα) για παράδειγμα) δεν καίγεται και κατά τη διαδικασία της απαγωγής των καυσαερίων οι υδρογονάνθρακες εξέρχονται μαζί με τα υπόλοιπα καυσαέρια. Τρίτος τρόπος σχηματισμού τους όταν είναι όταν κατά την διάρκεια της ψύξης της φλόγας αυτή εναποθέτει άκαυστο καύσιμο κοντά στα τοιχώματα.

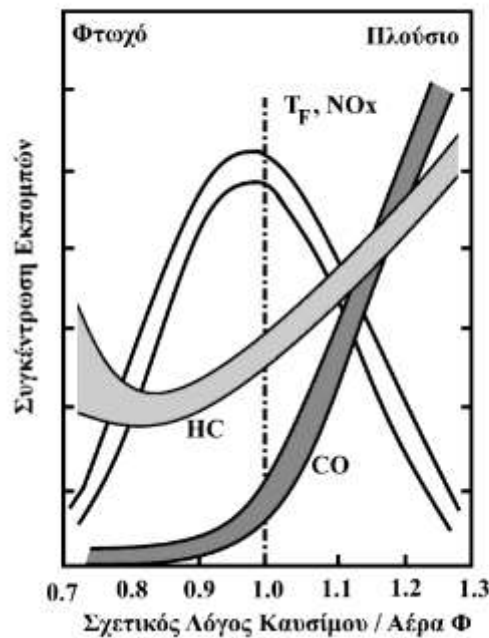
Κάποιοι από τους υδρογονάνθρακες είναι πολύ τοξικές όπως είναι το βενζόλιο. Πτητικές οργανικές ενώσεις συνεισφέρουν στο φωτοχημικό νέφος και στην τρύπα του όζοντος. Επίσης προκαλούν ερεθισμό στα μάτια, προβλήματα στους πνεύμονες, γενικότερα αναπνευστικά προβλήματα, πονοκέφαλο, ναυτία και κόπωση. Αρωματικοί υδρογονάνθρακες όπως το βενζόλιο και το τολουόλιο είναι καρκινογενείς ουσίες.

Στην παρακάτω **Εικόνα 14** φαίνεται η συσχέτιση του λόγου καυσίμου αέρα με τις εκπομπές των οξειδίων του αζώτου, του μονοξειδίου του άνθρακα και των άκαυστων υδρογονανθράκων.

²⁴ Τζούλια Αττά-Πολίτου, " ΤΟΞΙΚΑ ΑΕΡΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΕΣ», σσ. 3,5,7

²⁵ Δημήτριος Μ.Σιμισής, Πύραρχος- Χημικός Α.Π.Θ,2013 "ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ«Ο ΣΙΩΠΗΛΟΣ ΔΟΛΟΦΟΝΟΣ»,σ5

Εικόνα 14: Συσχέτιση λόγου καυσίμου-αέρα με τους εκπεμπόμενους ρύπους



26

Διοξείδιο του Άνθρακα(CO₂)

Πρόκειται για άχρωμο αέριο και σε μικρές συγκεντρώσεις είναι και άοσμο. Φυσικές πηγές προέλευσης του αερίου αυτού είναι τα ηφαιστεια. Είναι το βασικό αέριο που παράγεται από την καύση των υδρογονανθράκων όταν αντιδρά με το νερό. Επίσης η παραγωγή τσιμέντου και ασβέστη επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με σημαντικές ποσότητες CO₂.

Το CO₂ που παράγεται φυσικά από την ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι κατά πολύ μικρότερη (~150 φορές) από αυτήν που προσθέτουν κάθε χρόνο η καύση των ορυκτών καυσίμων.

Είναι το βασικό αέριο που προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο ευθύνεται για τη αύξηση της θερμοκρασίας της γης.

Επίσης μπορεί να προκαλέσει υπνηλία, αναπνευστικά προβλήματα, προβλήματα στην ακοή, ζάλη, κεφαλαλγία και εφίδρωση.

²⁶ Συγγραφείς: Κούτμος Παναγιώτης, Δόγκας Ελευθέριος, Πατεράκης Γεώργιος, Σούφλας Κωνσταντίνος, Κριτικός Αναγνώστης: Ρακόπουλος Κωνσταντίνος, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ & ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ, "Επίπτωση των Διεργασιών Καύσης στο Περιβάλλον-Εκπομπή Ρύπων", σ6

Λόγω της κρισιμότητας του αερίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο επέβαλε μέτρα μείωσης του διοξειδίου του άνθρακα κατά 37,5% για τα νέα αυτοκίνητα και 31% για τα ελαφρά εμπορικά οχήματα έως το 2030.

27

2:ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΡΥΠΩΝ

2.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΕ

Τα αρμόδια όργανα για την περιβαλλοντική νομοθεσία στην Ε.Ε είναι τα ακόλουθα:

- 1 Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- 2 Ευρωπαϊκή Επιτροπή
- 3 Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο
- 4 Ευρωπαϊκό Συμβούλιο

Μέσω αυτών των οργάνων η Ευρωπαϊκή Ένωση ορίζει κανονισμούς, αποφάσεις και οδηγίες με τις οποίες οφείλουν να συμμορφώνονται τα κράτη μέλη της.

28

²⁷ Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας(ΤΕΕ) του Υπουργείου Εργασίας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων 2020

²⁸Ευάγγ.Γ.Γιακουμής,Αναπλ. Καθηγητής Ε.ΜΠ, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών 2015,“ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΙ ΔΟΚΙΜΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ.”,σ13

2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Ο Πίνακας 2 δείχνει τις κατηγορίες των οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Πίνακας 2:Κατηγορίες οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
L	Μοτοποδήλατα, Μοτοσυκλέτες, Τρίκυκλα Τετράτροχα ειδικού τύπου
M	Οχήματα με κινητήρα με τουλάχιστον 4 τροχούς σχεδιασμένα και κατασκευασμένα για την μεταφορά επιβατών
N	Οχήματα με κινητήρα με τουλάχιστον 4 τροχούς σχεδιασμένα και κατασκευασμένα για την μεταφορά αγαθών
O	Ρυμουλκούμενα Οχήματα (και ημι-ρυμουλκούμενα)
G	Οχήματα εκτός δρόμου

29

Τα μοτοποδήλατα χωρίζονται σε 2 επιμέρους κατηγορίες ανάλογα τη μέγιστη αναπτυσσόμενη ταχύτητα τους και τον όγκο εμβολισμού ή τη μέγιστη ισχύ τους.

Οι μοτοσυκλέτες χωρίζονται σε 2 επιμέρους κατηγορίες ανάλογα τη μέγιστη αναπτυσσόμενη ταχύτητα τους και τον όγκο εμβολισμού.

Τα τετράτροχα ειδικού τύπου χωρίζονται σε επιμέρους ανάλογα το μέγιστο καθαρό βάρος τους, την μέγιστη ταχύτητα τους, τον όγκο εμβολισμού ή την μέγιστη ισχύ των κινητήρων τους.

Η κατηγορία M χωρίζονται σε M1,M2,M3, η N σε N1,N2,N3 και η O σε O1,O2,O3 και O4 ανάλογα το μικτό βάρος τους.

2.3 ΟΡΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΡΥΠΩΝ

Οι προδιαγραφές των ρύπων είναι διαφορετικές ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει το όχημα. Επίσης διαφέρουν οι προδιαγραφές στα οχήματα με κινητήρες σπινθηρισμού(Οtto) και στα οχήματα με κινητήρες πετρελαίου. Επιπλέον οι προδιαγραφές

²⁹ Ευάγγ.Γ.Γιακουμής,Αναπλ. Καθηγητής Ε.ΜΠ, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών 2015,“ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΙ ΔΟΚΙΜΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ.”,σ144

είναι διαφορετικές για τους ρύπους που εξάγονται από την εξάτμιση, αυτούς που προέρχονται από το στροφαλοθάλαμο και αυτούς που παράγονται από τις αναθυμιάσεις βενζίνης. Οι ρύποι επίσης που εκπέμπονται σε χαμηλές θερμοκρασίες έχουν διαφορετικές προδιαγραφές.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα πρότυπα που είχε θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς και οι αντίστοιχες ημερομηνίες τους. Πλέον είναι δυνατή η πώληση οχημάτων που να πληροί τις προδιαγραφές που θέτει το εν ισχύ πρότυπο EURO 6.

Πίνακας 3:Κατηγορίες οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Πρότυπο	Έτος	Οδηγία
EURO 1	1992	91/441/EEC για τα επιβατικά 93/59/EEC για τα φορτηγά μικρής κατηγορίας
EURO 2	1996	96/69/EC για τα επιβατικά 2006/120/EC για μηχανές
EURO 3	2000	98/69/EC για όλες τις κατηγορίες
EURO 4	2005	98/96/EC & 2002/80/EC για όλες τις κατηγορίες
EURO 5	2009	98/96/EC & 2002/80/EC για όλες τις κατηγορίες
EURO 6	2014	459/2012/EC για μεταφορικά και εμπορικά οχήματα, ελαφράς κατηγορίας

30

Στον επόμενο πίνακα 4 φαίνονται τα όρια για διάφορους ρύπους για επιβατικά αυτοκίνητα τύπου M1 και M2 με κινητήρες σπινθηρισμού και πετρελαίου. Σημειώνεται ότι όλες οι προδιαγραφές στον πίνακα μετριοούνται σε g/km εκτός από το PN που είναι ο αριθμός των αιωρούμενων σωματιδίων, οπότε μετριέται σε αριθμό/km. Αντιθέτως στα οχήματα βαρέως τύπου M3 και N3 οι προδιαγραφές ρύπων δίνονται σε g/KWh.

³⁰ Ευάγγ.Γ.Γιακουμής,Αναπλ. Καθηγητής Ε.ΜΠ, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών 2015, "ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΙ ΔΟΚΙΜΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ.",σ30

Πίνακας 4: Προδιαγραφές ρύπων ανάλογα με το πρότυπο

<u>Πρότυπο</u>	<u>CO</u>	<u>HC</u>	<u>HC+NOx</u>	<u>NOx</u>	<u>PM</u>	<u>PN</u>
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΣΠΙΝΘΗΡΙΣΜΟΥ						
EURO 1	2,72	-	0,97	-	-	
EURO 2	2,2	-	0,5	-	-	
EURO 3	2,3	0,2	-	0,15	-	
EURO 4	1	0,1	-	0,08	-	
EURO 5	1	0,1	-	0,06	0,005	
EURO 6	1	0,1	-	0,06	0,005	6*10 ¹¹
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ						
EURO 1	2,72	-	0,97	-	0,14	
EURO 2	1	-	0,9	-	0,08	
EURO 3	0,64	-	0,56	0,5	0,05	
EURO 4	0,5	-	0,3	0,2	0,025	
EURO 5	0,5	-	0,23	0,18	0,005	6*10 ¹¹
EURO 6	0,5	-	0,17	0,08	0,005	6*10 ¹¹

31

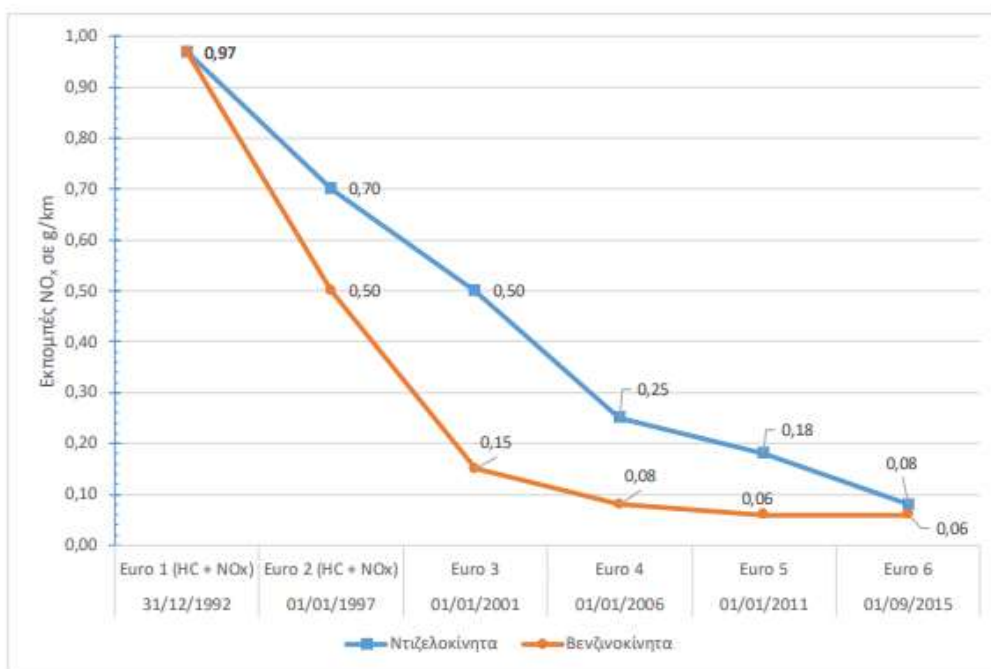
Το 1992 το EURO 1 έθετε τα ίδια όρια προδιαγραφών των ρύπων για τα επιβατικά είτε με κινητήρα σπινθηρισμού είτε με κινητήρα πετρελαίου. Αυτό άλλαξε το 1996 με το EURO 2 και από τότε διαφέρουν οι προδιαγραφές μεταξύ των οχημάτων με κινητήρα Otto και με κινητήρα πετρελαίου. Όπως είναι φυσιολογικό κάθε πρότυπο κάνει τις προδιαγραφές των προτύπων αυστηρότερες από τα προηγούμενα.

Παρατηρούμε ότι το CO έχει αυστηρότερα όρια προδιαγραφών στα ντιζελοκίνητα οχήματα από ότι στα βενζινοκίνητα. Αυτό συμβαίνει διότι είναι ρύπος που δημιουργείται με την απουσία αέρα.

Τα οξειδία του αζώτου έχουν αυστηρότερα όρια στα βενζινοκίνητα οχήματα. Το EURO6 έθετε σημαντική μείωση στα οξειδία του αζώτου στα ντιζελοκίνητα, που προέρχεται από την εισαγωγή επαγωγικού καταλύτη τύπου SCR το οποίο περιορίζει τα οξειδία του αζώτου. Στα EURO1,EURO2 τα οξειδία του αζώτου συμπεριλάμβαναν τις προδιαγραφές των NOx με τους άκαυστους υδρογονάνθρακες HC. Οι προδιαγραφές των οξειδίων του αζώτου φαίνονται στην **Εικόνα 15**.

³¹ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ., Καθηγητής Ε.Μ.Π., ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας», σ 31

Εικόνα 15: Οι προδιαγραφές των NOx ανάλογα με το πρότυπο τόσο για τους βενζινοκίνητους όσο και για τους κινητήρες πετρελαίου



32

Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες ως ξεχωριστή κατηγορία έχουν προδιαγραφές τιμών μόνο από το EURO 3 και μετά και μόνο στα βενζινοκίνητα οχήματα.

Τα πρότυπα EURO έχουν όρια PM(αιωρούμενων σωματιδίων) μόνο στους κινητήρες πετρελαίου μέχρι και το EURO 4. Στο EURO 5 μπήκαν ακριβώς τα ίδια όρια εκπομπής αιωρούμενων σωματιδίων και στα βενζινοκίνητα οχήματα(αφορούν τα οχήματα με κινητήρες βενζίνης άμεσης έγχυσης GDI). Τόσο στο EURO 5 όσο και στο EURO 6 τα όρια των αιωρούμενων σωματιδίων ήταν ίδια και για τις δύο κατηγορίες κινητήρα. Αυτά τα όρια μπορούσαν να επιτευχθούν με την χρήση παγίδων αιθάλης. Εκτός από το όριο της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μπήκε όριο και στον αριθμό τους στο EURO 5 στα πετρελαιοκίνητα οχήματα και στο EURO 6 στα ντιζελοκίνητα. Αυτό συνέβη για τον περιορισμό των μεγάλων συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων που έχουν μικρή διάμετρο(αυτών που ανήκουν στην πυρηνική φάση)

Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές για τις επιτρεπόμενες εκπομπές του διοξειδίου του θείου (SO₂). Παρόλα αυτά μπήκε προδιαγραφή της περιεκτικότητας του θείου στην βενζίνη και στο πετρέλαιο για να μειωθεί η εκπομπή του SO₂. Συγκεκριμένα το όριο ήταν 350ppm για το

³² Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, Ενημερωτικό έγγραφο, Φεβρουάριος 2019, “Η αντίδραση της ΕΕ στο σκάνδαλο «ντιζελγκέϊτ», σ10

πετρέλαιο και 150ppm για τη βενζίνη το 2000 και 50 ppm και για τα δύο καύσιμα το 2005. Από το 2009 η προδιαγραφή και για τα δύο καύσιμα σε θείο είναι τα 10ppm.

Τα πιο ελαφρά οχήματα της κατηγορίας N έχουν ακριβώς τα ίδια όρια με αυτά των οχημάτων κατηγορίας M. Όσο το βάρος οχήματος μεγαλώνει τα όρια προδιαγραφών για τα CO, NOx, PM που θέτει το κάθε πρότυπο αυξάνονται. Όμως στο EURO 5,6 οι προδιαγραφές της συγκέντρωσης και του αριθμού των αιωρούμενων σωματιδίων είναι ακριβώς ίδιες όπως στα οχήματα κατηγορίας M.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έθεσε προδιαγραφή CO₂ 130 g/km για τα νέα επιβατικά αυτοκίνητα το 2015. Αυτός ο στόχος ικανοποιήθηκε το 2013, 2 χρόνια πριν από την προθεσμία. Το 2021 όλα τα νέα επιβατικά οχήματα υποχρεούνται να εκπέμπουν λιγότερο από 95 g/km. Η διαφορά στις προδιαγραφές για το CO₂ σε σχέση με τους προηγούμενους ρύπους είναι ότι είναι λαμβάνουν υπόψη το σύνολο των οχημάτων ενός κατασκευαστή. Συγκεκριμένα από το 2020 για τα επιβατικά και τα επαγγελματικά οχήματα ισχύουν τα εξής:

Ειδικές Εκπομπές CO₂ Επιβατικών Οχημάτων(g/km)=95+0,0333(M-M₀) (1)*

Ειδικές Εκπομπές CO₂ Επαγγελματικών Οχημάτων(g/km)=147+0,096(M-M₀) (2)*

33

Οπού M η μάζα του οχήματος και M₀ η μάζα αναφοράς.

Από το 2019 αν κάποιο νέο όχημα έχει παραπάνω εκπεμπόμενα g/km CO₂ από το επιτρεπόμενο όριο θα επιβάλλεται στην κατασκευαστική του εταιρεία πρόστιμο 95€ για κάθε παραπάνω g/km. Για την επίτευξη αυτών των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρέπει τα επίπεδα του CO₂ να έχουν μειωθεί κατά 15% μέχρι το 2025 και 30% μέχρι το 2030.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων η ΕΕ στρέφεται προς την αύξηση των πωλήσεων των ηλεκτροκίνητων αλλά και των υδριβικών οχημάτων. Επίσης για να ενθαρρύνει τους κατασκευαστές να κινηθούν προς την κατασκευή αυτών των οχημάτων προτείνει οχήματα χαμηλής ή ακόμα και μηδενικών εκπομπής με εκπομπές λιγότερες από 50g/km CO₂ που ορίζονται ως ZLEV οχήματα. Υπάρχουν τα εξής 2 κριτήρια:

³³ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ, Βρυξέλλες, 8.11.2017, COM(2017) 676 final, 2017/0293(COD), Πρόταση: ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ σχετικά με τα πρότυπα επιδόσεων για τις εκπομπές από τα καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα και από τα καινούργια ελαφρά επαγγελματικά οχήματα όσον αφορά τις εκπομπές, στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης προσέγγισης της Ένωσης για τη μείωση των εκπομπών CO₂: Subscript2/FMT από ελαφρά οχήματα FMT: Highlight=16 και σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 715/2007 /FMT (αναδιατύπωση) [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017PC0676R\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017PC0676R(01)&from=EN)

- Ποσοστό Επιβατικών οχημάτων ZLEV πάνω από 15% μέχρι το 2025 και πάνω από 35% μέχρι το 2030
- Ποσοστό φορτηγών ZLEV πάνω από 15% μέχρι το 2025 και πάνω από 30% μέχρι το 2030

Αν ένας κατασκευαστής τα πληροί τότε για κάθε ποσοστιαία μονάδα πάνω από αυτά τα όρια αυξάνει την προδιαγραφή των g/km CO₂ κατά μια ποσοστιαία μονάδα. Το ανώτερο όριο αύξησης των προδιαγραφών είναι 5%.

34

3.ΚΥΚΛΟΙ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΟΔΗΓΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Η διαδικασία μελέτης της οδικής συμπεριφοράς καθώς και οι συνέπειες της στην κατανάλωση καυσίμου και στις εκπομπές των ρύπων μπορεί να ερευνηθεί με τους παρακάτω τρόπους.

1 **PEMS (Portable Emissions Measurement System)**

Είναι μια σειρά από ειδικά όργανα που είναι τοποθετημένα πάνω στο όχημα και τα οποία μετράνε τις εκπομπές ρύπων του οχήματος. Συνολικό βάρος αυτής της φορητής μονάδας είναι 30 με 150 κιλά περίπου.

Συγκεκριμένα μετριοούνται οι συγκεντρώσεις των οξειδίων του αζώτου(NO_x), του μονοξειδίου του άνθρακα(CO) των άκαυστων υδρογονανθράκων(HC) αλλά και των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα(CO₂). Οι συγκεντρώσεις των ρύπων αυτών είναι μεγαλύτεροι συνήθως συγκριτικά από αυτές που προκύπτουν από άλλες μεθόδους.

Τα πλεονεκτήματα αυτών των φορητών μονάδων είναι ότι μικρές σε μέγεθος και οικονομικές στη αγορά. Μπορούν εύκολα να εγκατασταθούν στο όχημα. Επίσης μετράνε τους ρύπους σε συνθήκες πραγματικής οδήγησης στους δρόμους και συνεπώς οι μετρήσεις τους είναι πιο αντιπροσωπευτικές από αυτές της δυναμομετρικής εξέδρας.

35

³⁴ European Commission “CO₂ emission performance standards for cars and vans (2020 onwards)”, https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en

³⁵ European Commission “Real Driving Emissions: 2018-2019 assessment of Portable Emissions Measurement Systems (PEMS) measurement uncertainty”, <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/real-driving-emissions-2018-2019-assessment-portable-emissions-measurement-systems-pems-measurement>

Στα αρνητικά είναι ότι επιβαρύνουν το όχημα με επιπλέον μάζα και αυτό μπορεί να φέρει μικρές αποκλίσεις στις μετρήσεις συγκεντρώσεων των ρύπων. Επίσης οι μετρήσεις γίνονται σε μικρότερη γκάμα θερμοκρασιών και δεν διαθέτει επίσημα πρωτόκολλα για την χρήση τους και συνεπώς απαιτούν την προσεκτική χρήση τους.

36



37

³⁶ European Environment Agency, 2016 “Explaining road transport emissions, A non-technical guide”, σ25

³⁷ Wikipedia: “Portable emissions measurement system”, 9 Μαΐου 2020
https://en.wikipedia.org/wiki/Portable_emissions_measurement_system

2 Δυναμομετρική Εξέδρα

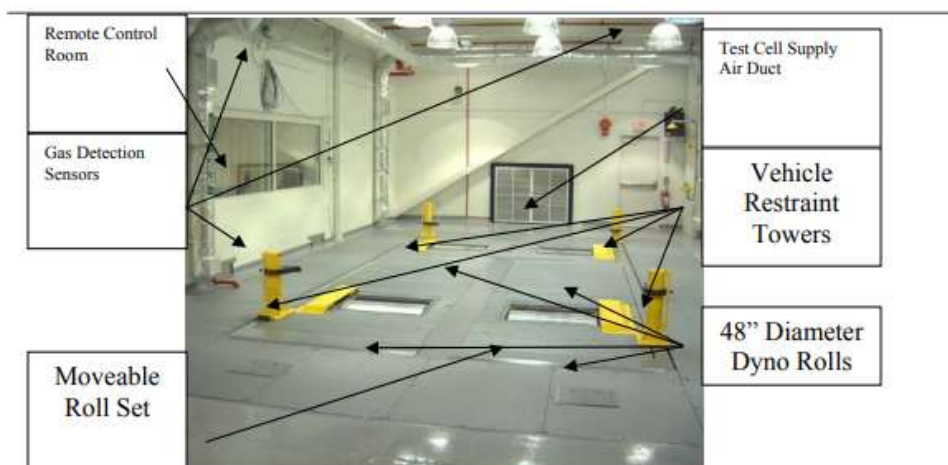
Η δυναμομετρική εξέδρα χρησιμοποιείται για να υπολογιστούν οι εκπεμπόμενοι ρύποι, η κατανάλωση καυσίμου ενός οχήματος. Χρησιμοποιώντας διαφορετικό καύσιμο στο ίδιο όχημα και επαναλαμβάνοντας το ίδιο προφίλ ταχύτητας χρόνου εξαγονται συμπεράσματα για την ποιότητα του καυσίμου. Ανάλογα πειράματα μπορούν να γίνονται κάτω από τις ίδιες συνθήκες στα ίδια οχήματα για την βελτιστοποίηση ενός κινητήρα.

38

Υπάρχουν δύο είδη δυναμομετρικής εξέδρας:

- Δυναμομετρική εξέδρα πλαισίων. Σε αυτήν την εξέδρα τοποθετούνται τα ελαφρύτερα οχήματα. Ένας επαγγελματίας οδηγός οφείλει να ακολουθεί πιστά το προφίλ ταχυτήτων του κύκλου οδήγησης που ακολουθεί. Για τη διευκόλυνση του μπορεί να βλέπει τις απαιτούμενες μεταβολές ταχυτήτων στην οθόνη ενός υπολογιστή.

Το όχημα είναι ακινητοποιημένο και κατά την οδήγηση του περιστρέφονται μόνο οι τροχοί του. Οι τροχοί του οχήματος τοποθετούνται πάνω σε κυλίνδρους έλξης οι οποίοι εφαρμόζουν τριβή και αεροδυναμική αντίσταση έτσι ώστε να προσομοιώνονται οι πραγματικές συνθήκες οδήγησης. Υπάρχει το Control System των πίσω τροχών που καθορίζει την κίνηση όλης της εξέδρας. Οι ρύποι μετριοούνται σε g/km στα οχήματα που



³⁹τοποθετούνται πάνω σε αυτήν την εξέδρα.

³⁸ Λουπάσης Μιχάλης, Επιβλέπων Καθηγητής: Τζιράκης Ευάγγελος, Ηράκλειο 2013 ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «Κύκλοι οδήγησης και ανάλυση διαδρομών για την πόλη των Χανίων»,σ72

³⁹ Ευάγγ.Γ.Γιακουμής Α. Κ.,« ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΙ ΔΟΚΙΜΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ.», 2015, σσ. 80-81



- Δυναμόμετρο κινητήρων

Σε αυτήν την εξέδρα δεν τοποθετείται όλο το όχημα αλλά μόνο ο κινητήρας του οχήματος. Σε αυτήν την εξέδρα τοποθετούνται οι κινητήρες βαρύτερων οχημάτων καθώς η δυναμομετρική εξέδρα

πλαίσια δε θα τα άντεχε. Οι ρύποι μετριοούνται σε g/KWh. Σε αυτήν την μέθοδο το δυναμόμετρο οφείλει να προσομοιώνει τις μεταβολές της ροπής του κινητήρα.

Η συλλογή των καυσαερίων γίνεται με τη δειγματοληψία σταθερού όγκου CVS (Constant Volume Sampling). Συγκεκριμένα το καυσαέριο μεταφέρεται σε μια σήραγγα αραιώσης στην οποία αναμειγνύεται και με εξωτερικό αέρα. Ο αέρας πριν εισέλθει σε αυτήν την σήραγγα έχει φιλτραρισθεί. Η δειγματοληψία των καυσαερίων γίνεται από το μέρος της σήραγγας αυτό στο οποίο το καυσαέριο και ο αέρας είναι καλά αναμειγμένα. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες οδηγούνται σε αναλυτή καυσαερίων. Αντίθετα τα αιωρούμενα σωματίδια (PM) οδηγούνται σε διαφορετικό σάκο, συσσωρεύονται και στο τέλος της εκτέλεσης μετριοούνται οι συγκεντρώσεις του. Το μονοξείδιο (CO) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) μετριοούνται συνεχώς και στο τέλος του κύκλου υπολογίζονται οι μέσες τιμές τους.

40

Σε αντίθεση με τα PEMS μετριέται και η μάζα των αιωρούμενων σωματιδίων και επίσης είναι πιο εύκολο να ερευνηθούν πιθανόν αλλαγές είτε στην σύσταση του καυσίμου είτε στο προφίλ των ταχυτήτων πώς θα επηρεάσουν τα τελικά αποτελέσματα.

3. Μελέτες πραγματικής οδήγησης

Σε αυτήν την περίπτωση αναθέτονται σε επιλεγμένους οδηγούς να κάνουν κάποια καθορισμένα καθημερινά δρομολόγια. Όμως ο κάθε οδηγός εκτελεί τα δρομολόγια αυτά με δικό του όχημα. Συνεπώς υπάρχουν πολλοί παράμετροι που μπορούν να διαφοροποιήσουν την οδήγηση. Πρώτον το διαφορετικό όχημα, ο διαφορετικός τρόπος οδήγησης από κάθε οδηγό, οι διαφορετικές καιρικές συνθήκες, οι διαφορετικές κυκλοφορικές συνθήκες και οι διαφορετικές ώρες οδήγησης είναι κάποιες από αυτές τις παραμέτρους. Σε κάθε διαδρομή γίνεται καταγραφή χαρακτηριστικών οδήγησης για να εξαχθούν τελικά συμπεράσματα. Συνεπώς οι έρευνες αυτές

⁴⁰ Ευάγγ.Γ.Γιακουμής Α. Κ., « ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΙ ΔΟΚΙΜΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ.», 2015, σ. 81,83,84

είναι πιο γενικού ενδιαφέροντος και δεν μπορούν να εκτιμήσουν σωστά την κατανάλωση καυσίμου.

4.Δοικμές οδήγησης

Ένας περιορισμένος αριθμός οδηγών εκτελεί διαδρομές στις οποίες κάποια χαρακτηριστικά είναι προκαθορισμένα, όπως για παράδειγμα η ώρα οδήγησης. Αδυνατούν να μελετήσουν την πληθώρα των δεδομένων που μπορούν οι μελέτες πραγματικής οδήγησης. Αντιθέτως όμως μπορούν να μελετήσουν την επίδραση συγκεκριμένων παραγόντων στην κατανάλωση καυσίμων. Για παράδειγμα από τον ίδιο οδηγό εκτελείται η ίδια διαδρομή με το ίδιο όχημα πρώτα χωρίς τη σχάρα οροφής και μετά με την σχάρα οροφής για να συγκριθούν τα αποτελέσματα.

5.Υπολογιστικά μοντέλα

Αριθμητικά και υπολογιστικά μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό εκπεμπόμενων ρύπων.

Ένα από αυτά είναι το COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) που υπολογίζει τις εκπομπές ρύπων από συνθήκες πραγματικής οδήγησης. Υπάρχουν και προγράμματα που προσομοιώνουν την οδήγηση και χρησιμοποιούνται από ειδικούς.

3.2 Ορισμός και κατηγορίες

Κύκλος οδήγησης είναι μια χρονολογική σειρά δεδομένων ταχύτητας των οχημάτων. Δηλαδή για κάθε κύκλο οδήγησης προκύπτει διάγραμμα ταχύτητας χρόνου που αναπαριστά την κίνηση του οχημάτων. Βασικός σκοπός δημιουργίας των κύκλων οδήγησης είναι η αναπαράσταση της οδήγησης, ο υπολογισμός των εκπεμπόμενων ρύπων, ο υπολογισμός της κατανάλωσης καυσίμου, ο υπολογισμός συντελεστών εκπομπής καθώς και η συσχέτιση μεταξύ εκπεμπόμενων ρύπων και τις ιδιότητες καυσίμου.

Πρωτοεμφανίστηκαν το 1970 και χρησιμοποιούνται από Υπηρεσίες Προστασίας Περιβάλλοντος, από συγκοινωνιολόγους και από ερευνητικά και πανεπιστημιακά ιδρύματα.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες κύκλων οδήγησης:

- 1 Οι κύκλοι μόνιμης λειτουργίας (modal driving cycles). Αυτοί οι κύκλοι οδήγησης αποτελούνται από χρονικά διαστήματα σταθερών ταχυτήτων και σταθερών επιταχύνσεων. Δεν αναπαριστούν τις πραγματικές συνθήκες οδήγησης.
- 2 Οι κύκλοι μεταβατικής λειτουργίας (transient driving cycles) που δεν περιλαμβάνουν χρονικά διαστήματα σταθερών ταχυτήτων και σταθερών επιταχύνσεων. Αντιπροσωπεύουν την πραγματική οδήγηση λαμβάνοντας υπόψη όλη την λειτουργία του κινητήρα.

Υπάρχουν οι θεσμοθετημένοι κύκλοι οδήγησης (legislative driving cycles) που είναι απαραίτητοι για την έγκριση τύπου κάθε οχήματος. Συγκεκριμένα τα οχήματα οδηγούνται στην δυναμομετρική εξέδρα και η οδήγηση τους ακολουθεί το προφίλ του θεσμοθετημένου κύκλου. Υπολογίζεται η εκπομπή των ρύπων που πρέπει να πληροί τα όρια συγκεντρώσεων. Στην ΕΕ

⁴¹ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. Κ. Ε., ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας, σ. 35,36

τέτοιος κύκλος είναι ο WLTP και τα όρια συγκεντρώσεων των ρύπων είναι ορισμένα από το Euro 6. Αντίστοιχα στην Αμερική ο θεσμοθετημένος κύκλος οδήγησης είναι ο FTP-75 και στην Ιαπωνία ο JC08. Οι κύκλοι αυτοί που χρησιμοποιούνται για την έγκριση αντλούν δεδομένα οδήγησης από οδήγηση πάνω σε δυναμομετρική εξέδρα. Τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να λαμβάνουν υπόψη και συνθήκες πραγματικών μετρήσεων.

42

Όμως οι θεσμοθετημένοι κύκλοι οδήγησης αφορούν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές, πολλές πόλεις και συνεπώς μεγάλη ποικιλία οδικών συμπεριφορών. Ως εκ τούτου άρχισε η ανάπτυξη κύκλων οδήγησης πιο μικρών γεωγραφικών περιοχών για την καλύτερη αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα σε μία πιο στενή γεωγραφικά περιοχή.

Οι κύκλοι που αντλούν δεδομένα πραγματικής κίνησης των οχημάτων ορίζονται ως κύκλοι οδήγησης πραγματικών συνθηκών (Real Driving Cycles). Αυτά τα δεδομένα συλλέγονται από το καταγραφικό και δέχονται στατιστική επεξεργασία. Έτσι αυτοί οι κύκλοι οδήγησης περιλαμβάνουν πολλές στάσεις, απότομες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις και μεγάλες μεταβολές φορτίου. Η μορφή τους επηρεάζεται από παράγοντες όπως η κλίση του δρόμου, τη λειτουργία ηλεκτρονικών εγκαταστάσεων (π.χ. Air condition), την συμπεριφορά του οδηγού αλλά και το είδος του δρόμου (αστική περιοχή, αυτοκινητόδρομος, αγροτικός δρόμος, εθνική οδός).

3.3 Γνωστοί κύκλοι οδήγησης

3.3.1. NEDC

Ο NEDC ήταν ο θεσμοθετημένος κύκλος οδήγησης για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Χρησιμοποιείται για την έγκριση τύπου των επιβατικών οχημάτων αλλά και των ελαφρών φορτηγών για τις Ευρώπης. Η εισαγωγή του έγινε το 1970. Είναι κύκλος μόνιμης λειτουργίας. Αποτελεί χαρακτηριστικό κύκλο οδήγησης μεγάλης Ευρωπαϊκής πόλης όπως είναι το Παρίσι ή η Ρώμη.

Αποτελείται από δύο τμήματα, τον Αστικό Κύκλο Οδήγησης (ECE-15) και τον EUDC.

Το πρώτο τμήμα αφορά την οδήγηση μέσα σε αστική περιοχή. Αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 60. Αποτελείται από 4 ίδια τμήματα χρονικής διάρκειας 195s. Μέγιστη ταχύτητα ορίζει τα 50Km/h. Χαρακτηρίζεται από χαμηλές ταχύτητες, μεγάλα διαστήματα σταθερών ταχυτήτων και επίσης από 4 επαναλήψεις ίδιων χρονικών μεταβολών των ταχυτήτων, γεγονός που δε τον καθιστά ρεαλιστικό.

⁴² ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. Κ. Ε., ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας, σ. 35,36

Το δεύτερο τμήμα, ο EUDC , αναπαριστά μια πιο επιθετική οδήγηση και αφορά και με μέγιστη ταχύτητα τα 120km/h. Αυτό το τμήμα του κύκλου δεν υπήρχε εξ αρχής αλλά προστέθηκε το 1990 μετά την εφαρμογή του κανονισμού Euro 1.

Το 1997 χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση κατανάλωσης καυσίμου αλλά και των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα CO₂.

Πριν την έναρξη της δοκιμής του κύκλου πάνω στη δυναμομετρική εξέδρα το όχημα παραμένει σε θερμοκρασία 20-30°C για χρονική περίοδο 6 ωρών. Στη συνέχεια αρχίζει η λειτουργία του κινητήρα και παραμένει σε άφορτη λειτουργία για 40s. Αυτό όμως έπαψε να ισχύει από την εφαρμογή του EURO 3. Από τότε η δειγματοληψία αρχίζει αμέσως μετά την ψυχρή εκκίνηση του κινητήρα.

Στη συνέχεια εκτελείται ο αστικός κύκλος οδήγησης από οδηγό πάνω στη δυναμομετρική εξέδρα. Συγκεκριμένα μετά την έναρξη δειγματοληψίας των εκπομπών των ρύπων το όχημα παραμένει για 11sec ακίνητο. Επιταχύνεται στα 15km/h στα 4 δευτερόλεπτα λειτουργίας του κινητήρα. Παραμένει σε αυτήν τη ταχύτητα για 8s όταν επιβραδύνει και μεταβαίνει σε πλήρη ακινησία.

Στη συνέχεια στα 49s το όχημα επιταχύνεται στα 32km/h, παραμένει σε αυτήν την ταχύτητα όταν αρχίζει να επιβραδύνει σιγά και φτάνει σε μηδενική ταχύτητα. Παραμένει σε ακινησία για 21s. Στα 117s επιταχύνει και φτάνει την μέγιστη ταχύτητα του των 50km/h. Σταθεροποιείται σε αυτή τη ταχύτητα για λίγα δευτερόλεπτα, επιβραδύνει και φτάνει σε μηδενική ταχύτητα. Επαναλαμβάνεται αυτό 4 φορές και έτσι καλύπτει χρονικό διάστημα 780s και απόσταση 3976,1m. Στον κύκλο αυτό εντοπίζονται κυρίως συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα CO και άκαυστων υδρογονανθράκων HC.

Στη συνέχεια εκτελείται και ο υπεραστικός κύκλος(EUDC). Σε αυτόν τον κύκλο δεν παρατηρείται μηδενική ταχύτητα(εκτός στην έναρξη και στη λήξη του)καθώς αφορά οδήγηση σε υπεραστικούς δρόμους. Η μέγιστη ταχύτητα φτάνει τα 120km/h και καλύπτει μια απόσταση 6956m και χρονική διάρκεια 400s. Σε αυτήν την διάρκεια εντοπίζονται κυρίως οι συγκεντρώσεις οξειδίων του αζώτου NO_x.

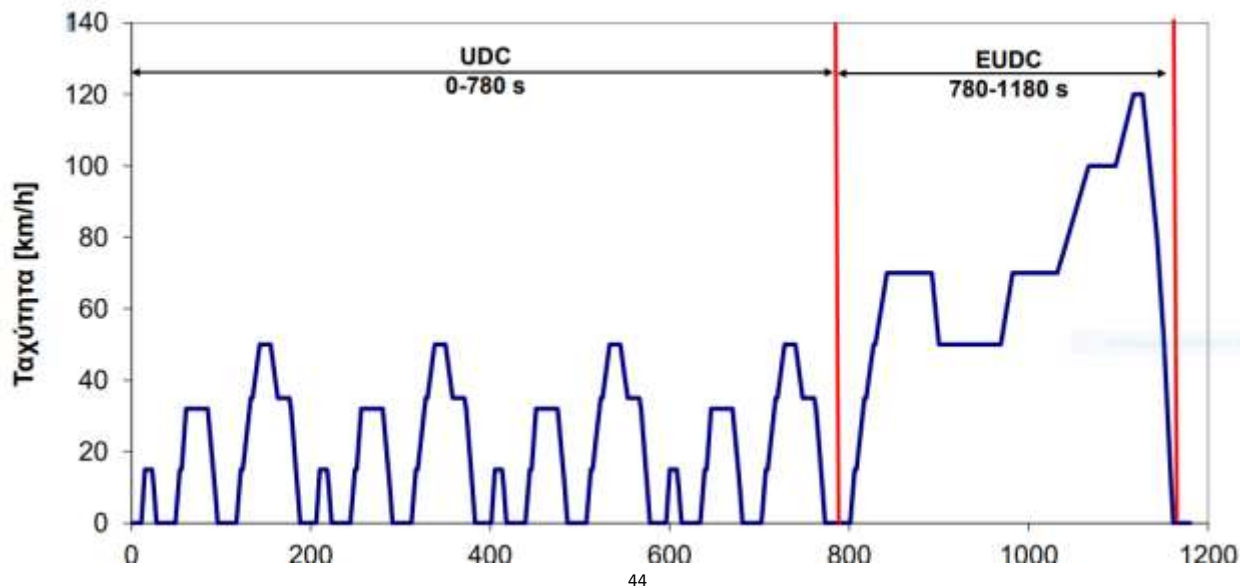
⁴³ Λουπάσης Μιχάλης, Επιβλέπων Καθηγητής: Τζιράκης Ευάγγελος, Ηράκλειο 2013 ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «Κύκλοι οδήγησης και ανάλυση διαδρομών για την πόλη των Χανίων»

Πίνακας 5: Στοιχεία του αστικού κύκλου ECE-15, του υπεραστικού κύκλου και του NEDC συνολικά

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	ECE-15	EUDC	NEDC
Απόσταση	km	4*0,9941=3,9764	6,9549	10,9314
Χρονική διάρκεια	s	4*195=780	400	1180
Χρόνος σε στάση	s	4*57=228	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	m/s ²	0,599	0,354	0,506
Μέγιστη επιτάχυνση	m/s ²	1,042	0,833	1,042
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	0,393	0.420	0.719
Αριθμός στάσεων		13	2	14
Μέση διάρκεια στάσεων	s	11,25	17,5	17,21

Ο κύκλος αυτός έχει επικριθεί αρκετά καθώς αποτελείται από μεγάλα διαστήματα σταθερών ταχυτήτων, σχετικά σταθερές επιταχύνσεις και γενικά χαμηλές ταχύτητες ειδικά στο κομμάτι του υπεραστικού κύκλου. Επίσης ο ECE-15 αποτελείται από 4 επαναλαμβανόμενα τμήματα οδήγησης το οποίο δεν είναι ρεαλιστικό. Επίσης δεν λαμβάνει υπόψη την κατανάλωση του air condition. Έτσι δεν ανταποκρίνεται στις πραγματικές συνθήκες οδήγησης που περιλαμβάνουν πολλές αυξομειώσεις ταχύτητας, μεγαλύτερες μέγιστες αναπτυσσόμενες ταχύτητες, πιο απότομες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις. Συνεπώς υποεκτιμά και τις εκπομπές των ρύπων από τα οχήματα.

Εικόνα 16: Αναπαράσταση του προφίλ ταχυτήτων και χρόνου για τον κύκλο NEDC



3.3.2. WLTP

Με την εφαρμογή του κύκλου NEDC για την έγκριση τύπου των οχημάτων διαπιστώθηκαν μεγάλες αποκλίσεις στην εκπομπή ρύπων και στην κατανάλωση του καυσίμου. Αυτό οδήγησε στην ανάγκη ενός πιο αντιπροσωπευτικού κύκλου οδήγησης.

Η εφαρμογή του κύκλου αυτού άρχισε τον Σεπτέμβριο του 2017. Εφαρμόζεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και στην Ινδία και την Αυστραλία. Η εφαρμογή του κύκλου αυτού για την έγκριση τύπου του οχήματος έγινε σε 2 φάσεις. Από το Σεπτέμβριο του 2017 η έγκριση μόνο καινούργιων τύπων οχημάτων γινόταν με την διαδικασία που ορίζει η WLTP. Από τον Σεπτέμβριο του 2018 και μετά εφαρμόζεται σε όλες τις νέες εγγραφές των οχημάτων.

45

Ο WLTP (World Light Vehicles Test Procedures) είναι κύκλος που εκτελείται πάνω σε δυναμόμετρο και αναφέρεται σε οχήματα ελαφρού τύπου. Συχνά αναφέρεται και ως WLTC (World Light Vehicles Test Cycles). Όμως στην πραγματικότητα ο WLTC κύκλος είναι μια από τις πολλές διαδικασίες που χρησιμοποιεί ο WLTP για την έγκριση τύπου των οχημάτων.

⁴⁴ Ε.Λόης, Ομότιμος Καθηγητής, Δ.Καρώνης, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εργαστήριο Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2019, «Καύσιμα Μεταφορών και Εκπομπές Οχημάτων», σ23

⁴⁵ ACEA, 2020, "GETTING READY FOR WLTP", https://wltpfacts.eu/WLTP_web.pdf

Η εκτέλεση του κύκλου αυτού τροποποιείται ανάλογα τον λόγο ισχύος προς τη μάζα του οχήματος (Power-to mass (PMR) ratio) συμπεριλαμβανόμενης της μάζας του ντεπόζιτου του καυσίμου, του ψυκτικού και γενικά όλου του εξοπλισμού του οχήματος. Στην μέτρηση της μάζας αυτής δεν συμπεριλαμβάνεται το βάρος του επιβάτη ή πρόσθετων φορτίων.

46

Χωρίζεται σε 3 κατηγορίες. Η τρίτη κατηγορία αφορά τα οχήματα με τη μεγαλύτερη αναλογία ισχύος μάζας και επίσης χωρίζεται σε 2 υποκατηγορίες ανάλογα την μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης του οχήματος. Η δεύτερη κατηγορία είναι μικρότερης αναλογίας ισχύος-μάζας. Η 3^η και η 2^η κατηγορία αποτελούνται από 4 κλάσεις ταχύτητας η κάθε μία. Την φάση των χαμηλών ταχυτήτων, την φάση των μεσαίων ταχυτήτων, την φάση των υψηλών ταχυτήτων και την φάση των πολύ υψηλών ταχυτήτων. Κάθε φάση έχει διαφορετικά όρια ταχυτήτων σε κάθε κατηγορία. Η κατηγορία 1 δεν περιλαμβάνει την φάση των υψηλών και των πολύ υψηλών ταχυτήτων.

⁴⁶ Wikipedia, 18 Σεπτέμβρη 2020, "Curb weight",

https://en.wikipedia.org/wiki/Curb_weight#:~:text=Curb%20weight%20%28%20American%20English%29%20or%20kerb%20weight,not%20loaded%20with%20either%20passengers%20or%20cargo%20.

Πίνακας 6: Κατηγορίες εκτέλεσης του WLTC

Κατηγορία	PMR(W/kg)	Vmax(km/h)
Class 3b	PMR>34	Vmax ≥ 120
Class 3a		Vmax<120
Class 2	34≥PMR>22	-
Class 1	PMR ≤ 22	-

47

Ο κύκλος αυτός είναι πιο αξιόπιστος από τον NEDC καθώς λαμβάνει δεδομένα πραγματικής κίνησης.

Συγκεκριμένα είναι μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας ο κύκλος και καλύπτει και μεγαλύτερη απόσταση. Συγκεκριμένα ο WLTP είναι περίπου 10 λεπτά μεγαλύτερης διάρκειας. Η μέγιστη και η μέση ταχύτητα είναι αρκετά μεγαλύτερες. Η χρονική διάρκεια της κίνησης του οχήματος με σταθερή ταχύτητα είναι 37% περίπου μικρότερη από την αντίστοιχη του NEDC. Επίσης και η χρονική διάρκεια της στάσης είναι περίπου 11% μικρότερη. Αντίθετα τα διαστήματα των επιταχύνσεων και των επιβραδύνσεων είναι αρκετά μεγαλύτερα με την μέγιστη επιτάχυνση και την μέγιστη επιβράδυνση μεγαλύτερες σε τιμές.

48

Στον κύκλο αυτό η σχέση μετάδοσης από το κιβώτιο ταχυτήτων λαμβάνεται διαφορετική για κάθε όχημα. Επίσης λαμβάνεται υπόψη ο συγκεκριμένος τύπος και μέγεθος του ελαστικού που χρησιμοποιεί κάθε όχημα. Άλλοι παράμετροι όπως την πίεση του αέρα ελαστικών, η ευθυγράμμιση των τροχών, η λειτουργία των φρένων, η προθέρμανση και η στάθμη φόρτισης της μπαταρίας που δεν λαμβανόταν υπόψη στη διαμόρφωση του κύκλου NEDC, καθορίζονται κατά τη διαδικασία εκτέλεσης του WLTP κύκλου.

Πλεονεκτήματα

- Ο κύκλος αυτός έχει αναπροσαρμόσει τις τιμές των χρονικών διαρκειών, των επιταχύνσεων και των ταχυτήτων με αποτέλεσμα να προσαρμόζεται καλύτερα στην πραγματική οδήγηση
- Βγάζει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα στις μετρήσεις των εκπομπών των ρύπων αλλά και στην κατανάλωση καυσίμου. Συγκεκριμένα οι μέσες εκπομπές CO₂ υπολογίστηκαν κατά 14g/km περισσότερες από τις αντίστοιχες του κύκλου NEDC.
- Εκτελείται με διαφορετικό τρόπο για διαφορετικούς τύπους οχημάτων και έτσι προσφέρει μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα στα πραγματικά δεδομένα

⁴⁷ ACEA. (2020). GETTING READY FOR WLTP. Ανάκτηση από https://wltpfacts.eu/WLTP_web.pdf

Car Engineer. (2020, Ιανουάριος 5). The different driving cycles. Ανάκτηση από <https://www.car-engineer.com/the-different-driving-cycles/>

⁴⁸ ACEA,2020, "GETTING READY FOR WLTP", https://wltpfacts.eu/WLTP_web.pdf

Για την μεγαλύτερη αντιπροσωπευτικότητα των μετρήσεων των εκπομπών των ρύπων η Ευρωπαϊκή Ένωση στοχεύει στην εφαρμογή μετρήσεων εκπομπών στον δρόμο. Γνωστές και ως RDE(Road Traffic Emissions) που θα μετριοούνται με ειδικά όργανα μετρήσεων που τοποθετούνται πάνω στο όχημα και μετράνε τις πραγματικές μετρήσεις εκπομπών. Αυτός ο εξοπλισμός είναι γνωστός και ως PEMS(Portable Emissions Measurement System).

50

Παρόλα αυτά και ο WLTP επιδέχεται βελτιώσεις καθώς δεν καλύπτει καλά τα πεδία ταχυτήτων από 70-110km/h για όλα τα οχήματα και δεν λαμβάνει υπόψη του τις διαδικασίες έναρξης του κινητήρα.

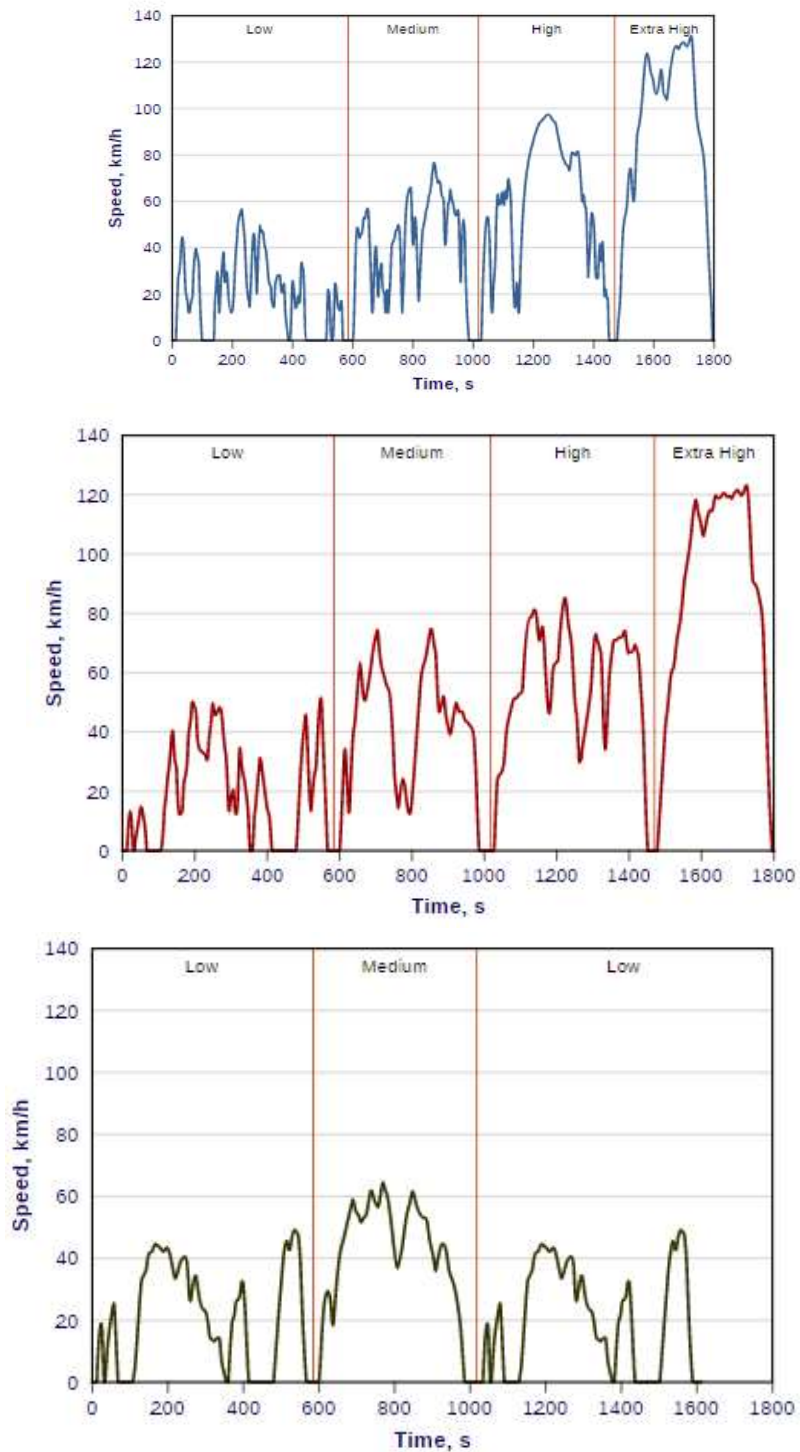
51

⁴⁹ DAIMLER. (2020). "WLTP and NEDC. Part II: Comparing the measurements". Ανάκτηση από <https://www.daimler.com/sustainability/climate/wltp/wltp-part-2.html>

⁵⁰ DAIMLER, RDE test. Part III: Measurement of emissions in real road traffic, 2020)

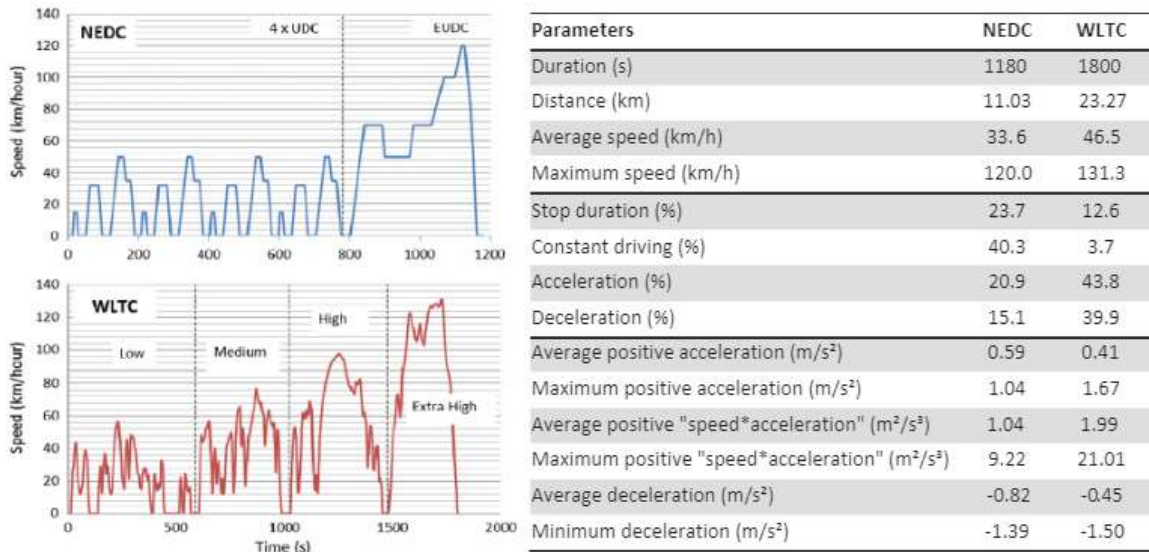
⁵¹ Wikipedia, 29 Σεπτεμβρίου 2020, "Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure", https://en.wikipedia.org/wiki/Worldwide_Harmonised_Light_Vehicles_Test_Procedure

Εικόνα 17: Αναπαράσταση του προφίλ ταχυτήτων και χρόνου για τον κύκλο WLTP για τις 3 κλάσεις ταχύτητας. Πάνω η Class3b, στη μέση η Class2 και κάτω η Class1⁵²



⁵² Dieselnet. (2019, Ιανουαρίου 1). Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle (WLTC). <https://dieselnet.com/standards/cycles/wltp.php>

Εικόνα 18: Σύγκριση NEDC και WLTP



53

3.3.3.FTP-72

Ο FTP-72 είναι αστικός κύκλος και αποτελείται από 2 φάσεις. Στην πρώτη φάση διάρκειας 505s , απόστασης 5,78km και μέσης ταχύτητας 31,5km/h ο κινητήρας υφίσταται ψυχρή εκκίνηση. Αντίθετα η 2^η φάση έχει διάρκεια 864s, μέση ταχύτητα και είναι μεταβατικής φάσης. Μεταξύ των 2 φάσεων μεσολαβεί διάστημα 10 λεπτών στα οποία ο κινητήρας δεν λειτουργεί.

Συνολικά ο κύκλος καλύπτει απόσταση 12,07km με μέγιστη ταχύτητα 91,2km/h και μέση ταχύτητα 31,5 km/h. Αποτελούσε τον θεσμοθετημένο κύκλο έγκρισης τύπου των οχημάτων στην ΗΠΑ από 1978 μέχρι και το 2000 όταν αντικαταστάθηκε από τον FTP-75.

Είναι γνωστός επίσης στη Σουηδία ως A10 ή CVS και στην Αυστραλία ως ADR 27.

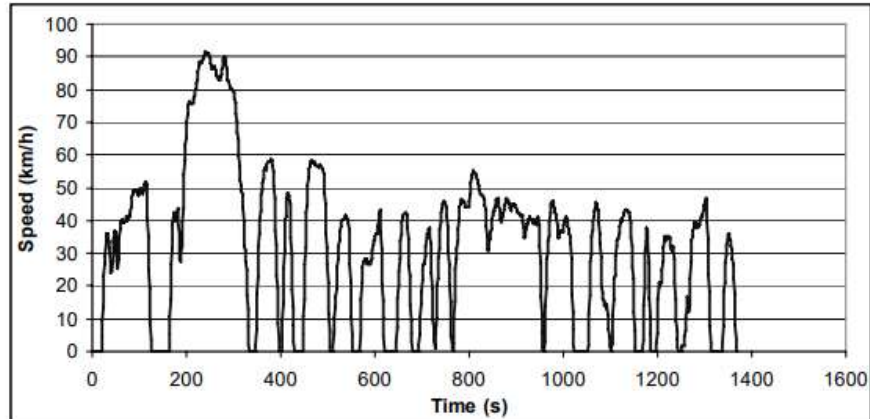
Στην ΗΠΑ η πρώτη φάση εφαρμόζεται φορτίο τιμής 0,43 και στην δεύτερη φορτίο τιμής 0,57. Αντιθέτως ο A10 στο όχημα εφαρμόζεται ίδιο φορτίο και στις 2 φάσεις.

54

⁵³ Dieselnet. (2019, Ιανουάριος 1). Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle (WLTC). Ανάκτηση από <https://dieselnet.com/standards/cycles/wltp.php>

⁵⁴ Dieselnet,2020,"FTP-72 (UDDS)", <https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp72.php>

Εικόνα 19: Ο κύκλος δοκιμής FTP-72



55

3.3.4.FTP-75

Αυτός ο κύκλος οδήγησης χρησιμοποιείται στην Αμερική για την έγκριση τύπου των οχημάτων. Αποτελεί εξέλιξη του FTP-72, καθώς στον FTP-72 προστέθηκε η 3^η φάση διάρκειας 505s που αφορά την εκκίνηση με ζεστό κινητήρα. Μεταξύ της δεύτερης και της τρίτης φάσης του κύκλου μεσολαβεί παύση λειτουργίας του κινητήρα για διάστημα 10 λεπτών. Η τρίτη φάση είναι πανομοιότυπη με την πρώτη φάση στο προφίλ ταχύτητας και χρόνου. Συνεπώς αποτελείται από τη πρώτη φάση κρύας εκκίνησης διάρκειας 505 δευτερολέπτων, τη δεύτερη μεταβατική φάση διάρκειας 864 δευτερολέπτων, μια παύση στη λειτουργία του κινητήρα για 10 λεπτά και η 3^η φάση θερμής εκκίνησης και διάρκειας 505 δευτερολέπτων.

Χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ για την έγκριση τύπου ελαφρών οχημάτων. Από το 2000 τα οχήματα πρέπει να εκτελούν 2 επιπλέον κύκλους για να λάβουν την έγκριση τύπου του. Αυτό συμβαίνει έτσι ώστε να διορθωθούν κάποιες ατέλειες που είχε ο FTP-75. Συγκεκριμένα ο US06 που αναπαριστά καλύτερα μεγαλύτερες ταχύτητες, πιο απότομες επιταχύνσεις και γενικά μια πιο ακραία επιθετική οδήγηση. Επιπλέον ο SC03 είναι κύκλος που εκτελείται πάνω στη δυναμομετρική εξέδρα με ανοιχτό το A/C έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη η επιπλέον κατανάλωση του καυσίμου αλλά και οι πιο αυξημένοι εκπεμπόμενοι ρύποι.

Συγκριτικά με τον FTP72 έχει μεγαλύτερη διάρκεια, μεγαλύτερη μέση και μέγιστη ταχύτητα, περισσότερες στάσεις και καλύπτει μεγαλύτερη απόσταση.

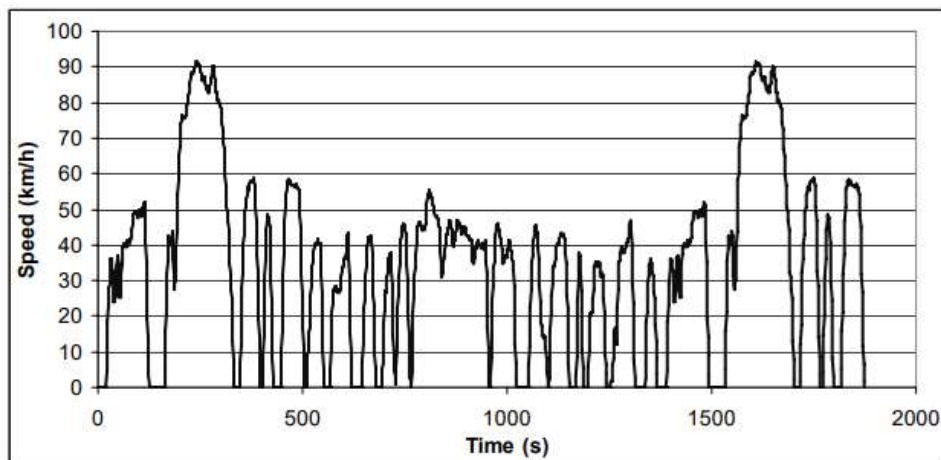
⁵⁵ T J Barlow, S Latham, I S McCrae and P G Boulter, 2009, "A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions", σ37

Πίνακας 7: Σύγκριση χαρακτηριστικών κίνησης κύκλων του FTP-72 και του FTP-75

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	FTP-72	FTP-75
Απόσταση	km	11,996	17,786
Χρονική διάρκεια	s	1369	1874
Χρόνος οδήγησης	s	1180	1633
Χρόνος σε στάση	s	189	376
Χρόνος επιτάχυνσης	s	506	683
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	31,6	34,2
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	Km/h	36,6	39,21
Μέγιστη ταχύτητα	Km/h	91.15	91,09
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	0,429	0,420
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	0,464	0,457
Αριθμός στάσεων		14	16
Μέση διάρκεια στάσεων	s	13,5	15,06

Στην Αυστραλία είναι γνωστός ως ADR 37.

Εικόνα 20: Ο κύκλος FTP-75



⁵⁶ Dieselnet,2020, "FTP-75",<https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp75.php>

⁵⁷ Wikipedia,8 Αυγούστου 2020, "FTP-75 ",<https://en.wikipedia.org/wiki/FTP-75>

⁵⁸ Transport Policy,2020," US: LIGHT-DUTY: SC03 TEST ", https://www.transportpolicy.net/standard/us-light-duty-sc03-test/?title=us:_light-duty:_sc03

⁵⁹ Transport Policy,2020," US: LIGHT-DUTY: US06 TEST", https://www.transportpolicy.net/standard/us-light-duty-us06-test/?title=us:_light-duty:_us06

3.3.5 Artemis cycle-CADC

Το Ευρωπαϊκό ερευνητικό έργο Artemis σχεδιάστηκε ώστε να διαμορφώσει ένα σύνολο κύκλων οδήγησης, Οι στόχοι του έργου αυτού ήταν οι εξής:

- ✓ Να διαμορφωθεί ένα σύνολο κύκλων οδήγησης πραγματικών δεδομένων κίνησης που να χρησιμοποιείται και από το ερευνητικό πρόγραμμα . Οι εκπομπές ρύπων που προκύπτουν να ενταχθούν σε όλα τα προγράμματα ελέγχου των εκπομπών των ρύπων και της κατανάλωσης καυσίμου στη Ευρώπη.
- ✓ Να επικυρώσει την αντιπροσωπευτικότητα των εκπομπών που εξάγονται από το σύνολο των κύκλων οδήγησης και των πραγματικών μετρήσεων.
- ✓ Να λάβει υπόψη του τις κυκλοφοριακές συνθήκες αλλά και το είδος του οχήματος χωρίζοντας τα σε κλάσεις.
- ✓ Η δημιουργία προφίλ ταχυτήτων διαφορετικούς ανάλογα με τον τρόπο εκκίνησης του κινητήρα

Συλλέγονται τα δεδομένα από μεγάλο αριθμό οχημάτων, μελετώνται οι κυκλοφοριακές συνθήκες αλλά και τα χαρακτηριστικά του οχήματος και στη συνέχεια προκύπτουν οι κύκλοι οδήγησης Artemis.

Για αυτούς τους λόγους ο κύκλος (CADC-Common Artemis Driving Cycles) αποτελείται από 3 κύκλους:

- 1 Τον αστικό κύκλο που χαρακτηριστικά του είναι η μικρή μέση και μέγιστη ταχύτητα, η μεγάλη περίοδος που το όχημα επιταχύνει ή επιβραδύνει, μεγάλη τιμή επιταχύνσεων και από πολλές στάσεις.
- 2 Τον κύκλο σε Αγροτικό δρόμο. Αυτός ο κύκλος καλύπτει μεγαλύτερη απόσταση, έχει μικρότερο αριθμό στάσεων και λιγότερες επιβραδύνσεις. Έχει όμως μεγαλύτερη μέση και μέγιστη ταχύτητα.
- 3 Τον κύκλο σε αυτοκινητόδρομο. Ανάλογα τη μέγιστη ταχύτητα κατηγοριοποιείται σε 2 κύκλους. Αυτόν με μέγιστη ταχύτητα τα 130km/h και αυτόν με μέγιστη ταχύτητα τα 150km/h. Έχει μικρότερες τιμές επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων από τους προηγούμενους κύκλους και στη διάρκεια 52 λεπτών υπάρχουν μόνο 3 στάσεις.

⁶⁰ T J Barlow, S Latham, I S McCrae and P G Boulter,2009, " A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions",σ38

Δεν χρησιμοποιείται για την έγκριση τύπου οχήματος αλλά είναι αρκετά ακριβής στον υπολογισμό της κατανάλωσης του καυσίμου και στον υπολογισμό των εκπομπών των ρύπων.

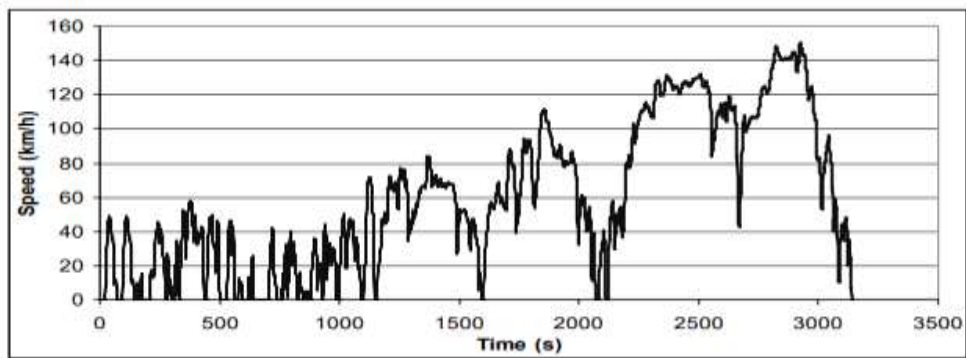
61

Πίνακας 8:Ο κύκλος CADC και οι 3 φάσεις του

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Artemis.urban	Artemis.road	Artemis. motorway	CADC
Απόσταση	km	4,873	17,275	29,546	51,695
Χρονική διάρκεια	s	993	1082	1068	3143
Χρόνος οδήγησης	s	787	1066	1060	2913
Χρόνος σε στάση	s	206	16	8	230
Χρόνος επιτάχυνσης	s	357	430	424	1211
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	17,7	57,5	99,6	59.2
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	Km/h	22,29	58,34	100,35	63,89
Μέγιστη ταχύτητα	Km/h	57,32	111,09	150,37	150,37
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	0,531	0,359	0,271	0,371
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	0,571	0,371	0,344	0,417
Αριθμός στάσεων		14	5	3	20
Μέση διάρκεια στάσεων	s	14.71	3,2	2,67	11,5

⁶¹ Transport Policy,2020,“ EU: LIGHT-DUTY: ARTEMIS”, <https://www.transportpolicy.net/standard/eu-light-duty-artermis/>

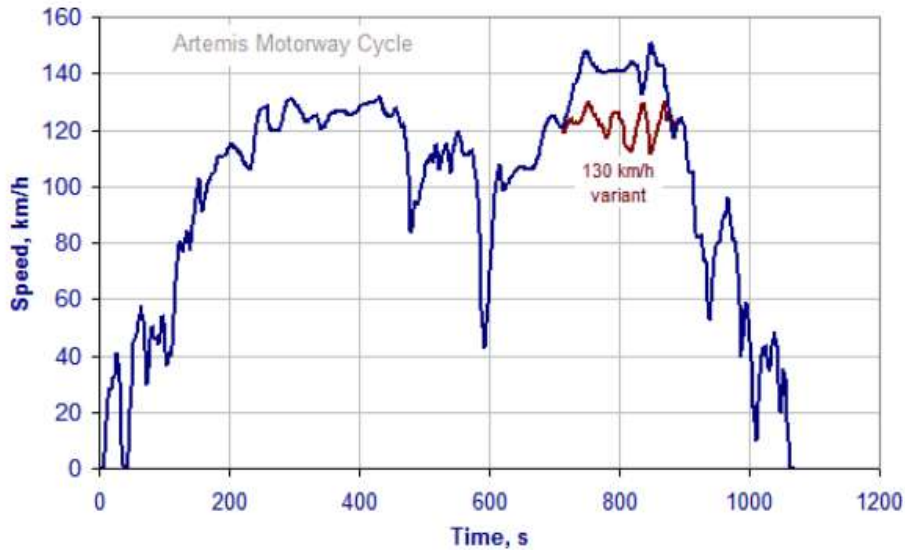
Εικόνα 21: Ο κύκλος πόλης CADC



62

⁶² T J Barlow, S Latham, I S McCrae and P G Boulter, 2009, "A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions", σ133

Εικόνα 22:Ο κύκλος του CADC Που αφορά την κίνηση σε αυτοκινητόδρομο



63

3.3.6 J10

Η εφαρμογή αυτού του κύκλου οδήγησης άρχισε το 1973 και χρησιμοποιούταν για την έγκριση τύπου των επιβατικών και των ελαφρών φορτηγών στην Ιαπωνία. Περιγράφει κίνηση σε αστική περιοχή.

Πριν την έναρξη των μετρήσεων το όχημα προθερμαίνεται για 15 λεπτά με ταχύτητα στα 40km/h, στη συνέχεια ακολουθεί μια περίοδος 6 επαναλήψεων των ίδιων προφίλ ταχύτητας χρόνου. (Η περίοδος της μιας επανάληψης φαίνεται στο κάτω σχήμα). Οι μετρήσεις των εκπομπών των ρύπων γίνονται κατά τη διάρκεια των τελευταίων 5 επαναλήψεων.

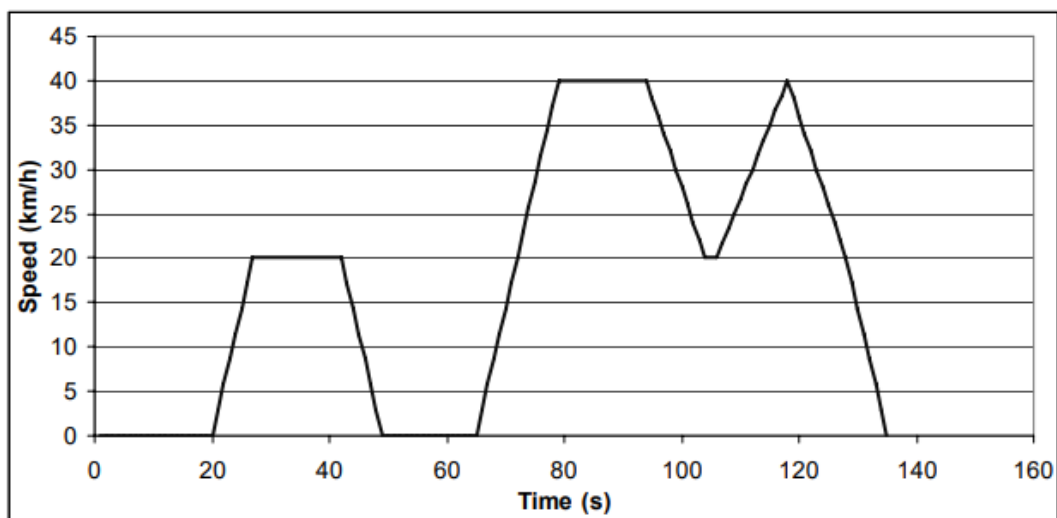
Είναι φανερό και από το παρακάτω διάγραμμα ότι χαρακτηρίζεται από μεγάλα χρονικά διαστήματα σταθερής ταχύτητας, στάσεις μεγάλης διάρκειας, απότομες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις. Συνεπώς δεν αντιπροσωπεύει καλά τις πολλές αυξομειώσεις ταχύτητας κατά τη διάρκεια οδήγησης στους δρόμους. Επίσης η μέγιστη ταχύτητα είναι μόνο 40km/h.

64

⁶³ Dieselnet, Δεκέμβριος 2018, "Common Artemis Driving Cycles (CADC)", <https://dieselnet.com/standards/cycles/artemis.php>

⁶⁴ Dieselnet, Ιούνιος 2013, "Japanese 10-15 Mode", https://dieselnet.com/standards/cycles/jp_10-15mode.php

Εικόνα 23: Ο κύκλος οδήγησης J10 που εφαρμόστηκε στην Ιαπωνία



65

3.3.7 J1015

Το 1991 η Ιαπωνία έθεσε άλλον κύκλο οδήγησης για την έγκριση τύπου οχημάτων. Ο νέος κύκλος ονομάστηκε J1015 και αποτελείται από 3 επαναλήψεις των κύκλων διάρκειας 135s του J10 και σε αυτό προστίθεται και νέο δεκαπεντάλεπτο διάστημα οδήγησης με μέγιστη ταχύτητα τα 70km/h. Συνεπώς η μέση ταχύτητα και η μέγιστη είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του J10. Επίσης οι στάσεις είναι περισσότερες και η μέση επιτάχυνση και μέση επιβράδυνση μικρότερη.

Πριν την έναρξη των μετρήσεων υπάρχουν τα εξής χρονικά διαστήματα:

15 λεπτά προθέρμανση σε 60km/h, ακινητοποίηση , 5 λεπτά προθέρμανση στα 60km/h.

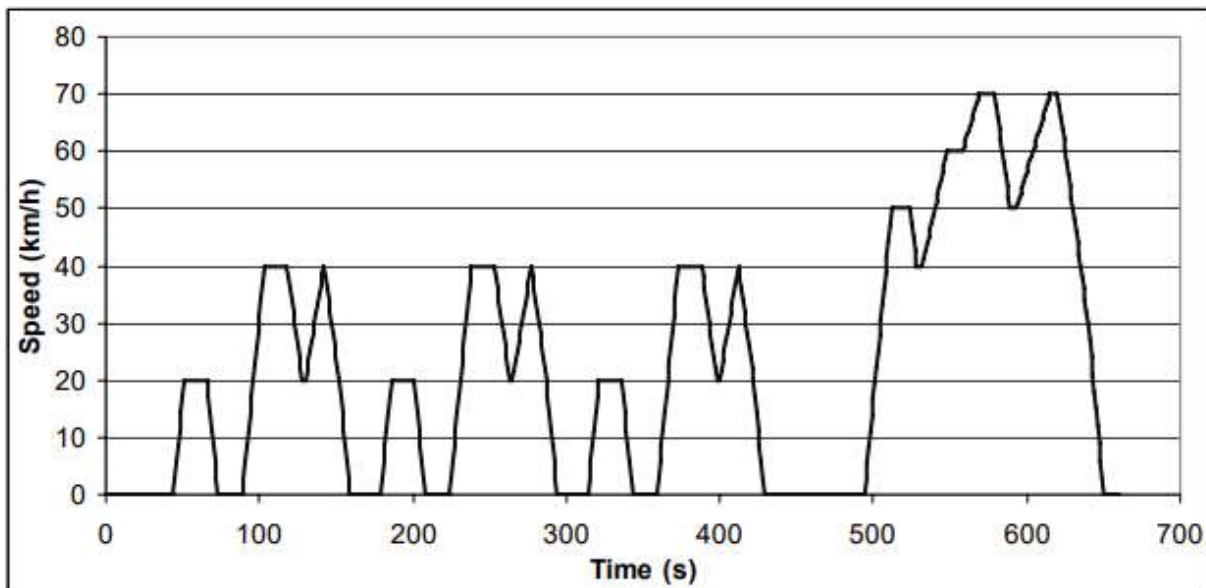
Οι μετρήσεις των εκπομπών γίνονται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του κύκλου.

⁶⁵ T J Barlow, S Latham, I S McCrae and P G Boulter, 2009, "A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions", σ50

Πίνακας 9: Τα μεγέθη κίνησης τόσο για τον κύκλο J10 όσο και για τον J1015

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	J10	J1015
Απόσταση	km	6,664	4,127
Χρονική διάρκεια	s	135	660
Χρόνος οδήγησης	s	107	448
Χρόνος σε στάση	s	28	172
Χρόνος επιτάχυνσης	s	39	195
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	17,7	22,7
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	Km/h	22,32	30,73
Μέγιστη ταχύτητα	Km/h	40,09	70,09
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	0,407	0,370
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	0,406	0,389
Αριθμός στάσεων		2	8
Μέση διάρκεια στάσεων	s	14	21.5

Εικόνα 24:Ο θεσμοθετημένος κύκλος J1015



3.3.8 JC08

Από το 2011 και μετά η έγκριση τύπου των οχημάτων στην Ιαπωνία γίνονται με νέους κύκλους πόλεων. Τα βαριά οχήματα μάζας πάνω από 3500kg ακολουθούν τον κύκλο JE05 ενώ τα ελαφρά μάζας μικρότερης από 3500kg τον κύκλο JC08.

Είναι πιο σύνθετος κύκλος από τους προηγούμενους(J10,J1015) καθώς τα διαστήματα σταθερών ταχυτήτων είναι πολύ μικρότερα, οι στάσεις περισσότερες, η μέγιστη ταχύτητα και η μέση ταχύτητα μεγαλύτερες και η διάρκεια του και η απόσταση του αρκετά μεγαλύτερες. Επίσης οι χρόνοι επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων είναι μεγαλύτεροι. Επιπλέον αφορά οδήγηση σε δρόμους με μεγάλη κίνηση(σχεδιάστηκε για την αναπαράσταση της οδήγησης των οχημάτων στο Τόκιο). Οι μετρήσεις των εκπομπών των ρύπων γίνονται 2 φορές, με ψυχρή και με θερμή εκκίνηση

Από το 2005, όταν άρχισε η εισαγωγή του JC08 , υπήρξαν 3 φάσεις εκτέλεσης του κύκλου μέχρι το 2011:

- 2005.10: 12% του 11mode κύκλου με ψυχρή εκκίνηση του κινητήρα και 88% του J1015 με θερμή εκκίνηση
- 2008.10:25% με ψυχρή εκκίνηση και 75% με θερμή εκκίνηση του J1015
- 2011.10:25% ψυχρή εκκίνηση του JC08 και 75% θερμή εκκίνησης του JC08

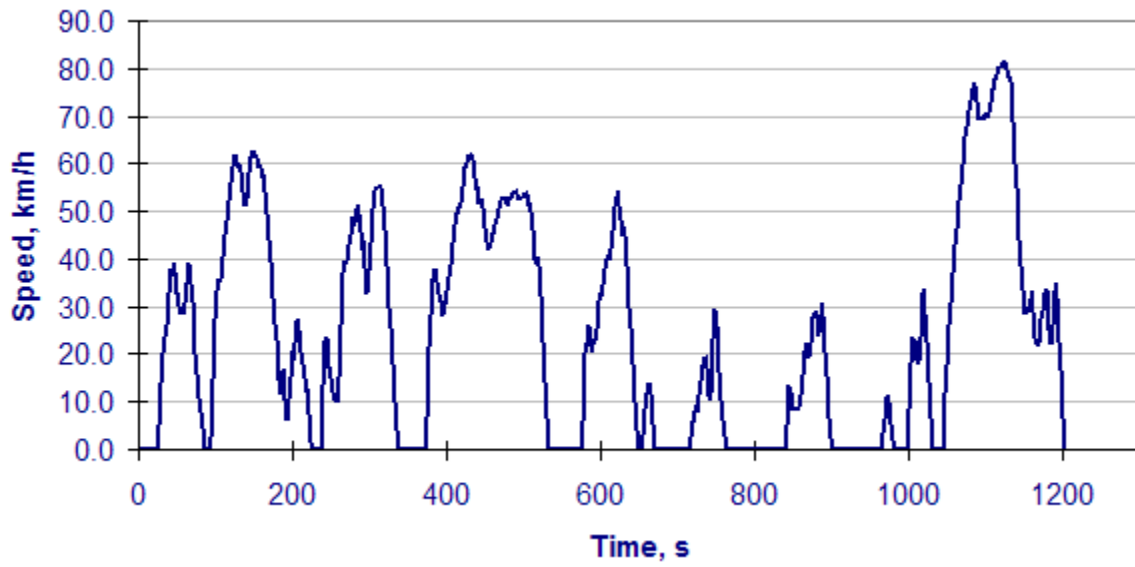
66

Πίνακας 10: Χαρακτηριστικά μεγέθη του JC08

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	JC08
Απόσταση	Km	8,171
Χρονική διάρκεια	S	1204
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	24,4
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	Km/h	34,8
Μέγιστη ταχύτητα	Km/h	81,6

⁶⁶Dieselnet,, Σεπτέμβριος 2009, “Japanese JC08 Cycle “, https://dieselnet.com/standards/cycles/jp_jc08.php

Εικόνα 25: Ο κύκλος δοκιμής JC08



67

⁶⁷ GFEI, 2015, "International Test Cycles for Emissions and Fuel Economy"
https://www.globalfueleconomy.org/transport/gfei/autotool/approaches/information/test_cycles.asp#Japanese

3.3.9ADC

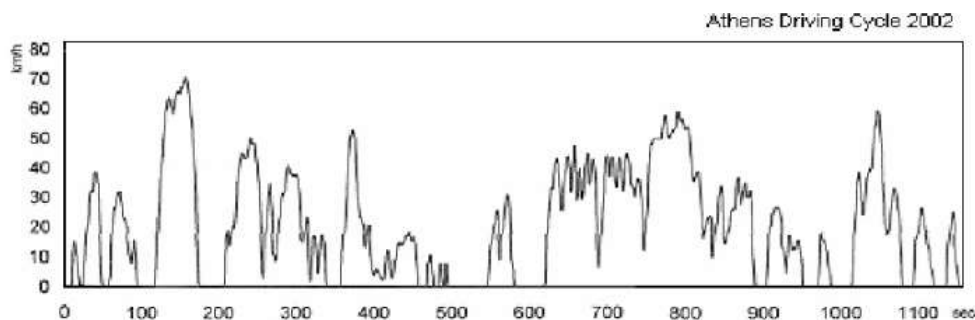
Οι κύκλοι οδήγησης που χρησιμοποιούνται για την έγκριση τύπου στην Ευρωπαϊκή Ένωση εξάγουν αποτελέσματα που στην Ελλάδα μπορούν να αποκλίνουν από την πραγματικότητα. Αυτό οφείλεται στην διαφορά των υποδομών του οδικού δικτύου, του στόλου των οχημάτων, τις διαφορές συμπεριφορές των οδηγών. Γενικά η οδική συμπεριφορά των Ελλήνων είναι πιο επιθετική αλλά και επίσης η κυκλοφοριακή συμφόρηση στην Αθήνα είναι πολύ έντονη.

Συνεπώς ένας μη θεσμοθετημένος κύκλος για την πόλη της Αθήνας είναι ο ADC 2002 που χαρακτηρίζεται από πολλές επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις και έχει μέγιστη ταχύτητα 20,21km/h, τιμή πολύ μικρότερη από τον NEDC. Ο κύκλος αυτός λαμβάνει στοιχεία πραγματικής οδήγησης και αφορά την αστική περιοχή της Αθήνας. Επίσης εξάγει γενικά μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οξειδίων του αζώτου NO_x και διοξειδίου του άνθρακα αλλά και μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου από τον NEDC.

Πίνακας 11: Μεγέθη για τον Αθηναϊκό κύκλο ADC

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	ADC
Απόσταση	km	6,512
Χρονική διάρκεια	s	1160
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	20.21
Μέγιστη ταχύτητα	Km/h	70,86

Εικόνα 26 Ο κύκλος οδήγησης ADC



68

⁶⁸ Fanourios E.Zannikos, Evangelos. G.Tzirakis,K Pitsas, S.Stournas "Vehicle emissions and driving cycles: Comparison of the Athens Driving Cycle (ADC) with ECE-15 and European Driving Cycle (EDC)",σ285,286

4.ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ-ΟΡΓΑΝΑ

4.1 ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΑ OBD

Τα καταγραφικά αρχικά χρησιμοποιούνταν σε ένα όχημα για την διάγνωση βλαβών και την προειδοποίηση των οδηγών για τους κινδύνους. Στη συνέχεια όμως προσέφεραν επιπλέον την δυνατότητα αναπαράστασης των πραγματικών δεδομένων κίνησης. Αρχίζοντας από το πρωτόκολλο ALDL και περνώντας από το καταγραφικό OBD-I και το OBD-1.5, πλέον το πιο γνωστό είναι το πρωτόκολλο OBD-II.

69

Το καταγραφικό που χρησιμοποιείται κατά την διάρκεια κίνησης των οχημάτων είναι το ELM 327. Εισήρθε στην αγορά από την Elm Electronics από το 2005. Συνδέεται στα περισσότερα οχήματα σε σημείο κάτω από το ταμπλό. Υποστηρίζει τα εξής πρωτόκολλα:SAE J1850 PWM, SAE J1850 VPW, ISO 9141-2, ISO 14230-4 KWP, ISO 15765-4 CAN και το SAE J1939. Έχει τη δυνατότητα σύνδεσης με σταθερό υπολογιστή (PC), με laptop με tablets αλλά και με κινητά λογισμικού android αλλά και των windows. Συνδέεται ασύρματα με Bluetooth με εφαρμογές σε κινητά.

Το συγκεκριμένο καταγραφικό είναι διαθέσιμο σε 3 εκδόσεις:

- ELM327 v2.2 το οποίο υποστηρίζει τάση τροφοδοσίας μεταξύ των 4,2 ως 5,5V. Τον Μάιο του 2020 βγήκε στην αγορά και το ELM327 v2.3 που είναι παρόμοιο με τον προκάτοχο του με επιπλέον δυνατότητες.
- ELM327L v2.2 το οποίο έχει τις ίδιες ακριβώς λειτουργίες με το ELM327 v2.2 με την διαφορά ότι προϋποθέτει μεγαλύτερο φάσμα στις τάσεις μεταξύ 2 και 5,5V.
- ELM327 v1.3a που οι τάσεις τροφοδοσίας του είναι από 4,5 στα 5,5V.

70

Εντοπίζει και διαβάζει τους κωδικούς βλάβης διαγνωστικού ελέγχου(DTC). Επίσης καταγράφει την ταχύτητα του οχήματος κάθε στιγμή, την ταχύτητα της ροής του αέρα και την θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα στον κινητήρα. Επίσης καταγράφει την θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου, την πίεση του καυσίμου , τις στροφές του κινητήρα σε

⁶⁹ TORQUE WIKI, 23 Απριλίου 2012, "What is Torque?", https://torque-bhp.com/wiki/Main_Page

⁷⁰ ELM Electronics, "OBD", <https://www.elmelectronics.com/products/ics/obd/>

RPM και το φορτίο (Load Value). Επίσης καταγράφει τις θέσεις των βαλβίδων και το σύστημα χρονισμού των. Μέσω αισθητήρων υπολογίζει και την συγκέντρωση του οξυγόνου. ⁷¹

Εικόνα 27: Το καταγραφικό ELM 327



72

4.2 Καταγραφές από GPS και OBD-Διαφορές

Το OBD και το GPS χρησιμοποιούν ειδικούς αισθητήρες για τη μέτρηση των μεγεθών. Το GPS επικοινωνεί με ένα πλέγμα 24 δορυφόρων πάνω στη Γη. Αυτοί οι πομποδέκτες παρέχουν πληροφορίες για το γεωγραφικό πλάτος, το γεωγραφικό μήκος, το υψόμετρο, την ταχύτητα και την κατεύθυνση κίνησης του οχήματος. Επίσης μετράει τη βαρομετρική πίεση, την επιτάχυνση του οχήματος και το φορτίο του οχήματος. Επίσης με την προσθήκη ειδικού λογισμικού μπορούν να καταγράψουν και τη κίνηση του οχήματος πάνω στον χάρτη.

73

Και οι δύο συσκευές μετράνε την ημερομηνία και την ώρα καθώς και την ταχύτητα του οχήματος. Όμως οι μετρήσεις τους αποκλίνουν ελαφρώς καθώς τρόπος λειτουργίας των δύο συσκευών είναι διαφορετικός.

Συγκεκριμένα το GPS καταγράφει την αντίστοιχη ταχύτητα μεταξύ δύο διαδοχικών θέσεων, ενώ στο OBD η ταχύτητα προκύπτει από τις στροφές του κινητήρα. Από τις στροφές του κινητήρα υπολογίζονται οι στροφές των τροχών και μέσω της απόστασης που διανύει το αμάξι σε δεδομένο αριθμό στροφών υπολογίζεται η ταχύτητα. Συνεπώς η ταχύτητα που υπολογίζεται

⁷¹ Wikipedia " OBD-II PIDs", https://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs

⁷² Public, "Wifi Obd-ii Scanner - Ασύρματο Διαγνωστικό Βλαβών Αυτοκινήτου Elm 327", https://www.public.gr/product/wifi-obd-ii-scanner-asyrmato-diagnostiko-blakon-aytokinitoy-elm-327/prod10632715pp/?gclid=CjwKCAjwgdX4BRB_EiwAg8O8HX5FcZ3dFp84ogC4WXZGNJhrAG7DE88GzMODxz0yVX-1Kv-sTqoZihoCvjUQAvD_BwE

⁷³ REWIRE SECURITY,7 Φεβρουαρίου 2020, " GPS (Global Positioning System) : Accuracy and Precision",<https://www.rewiresecurity.co.uk/blog/gps-tracking-tracker-satellite-accuracy-precision>

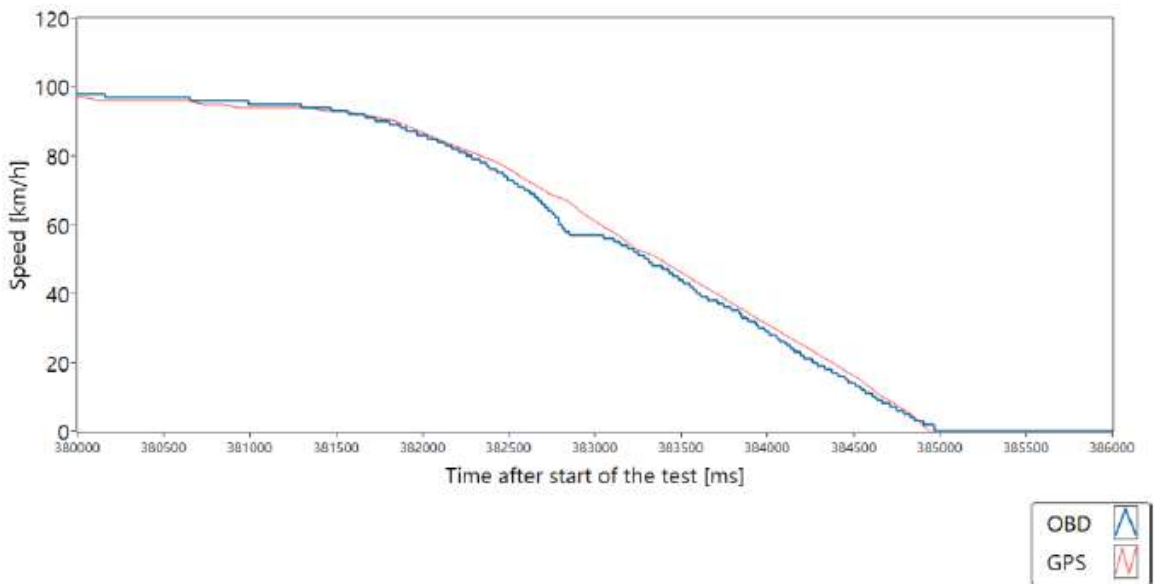
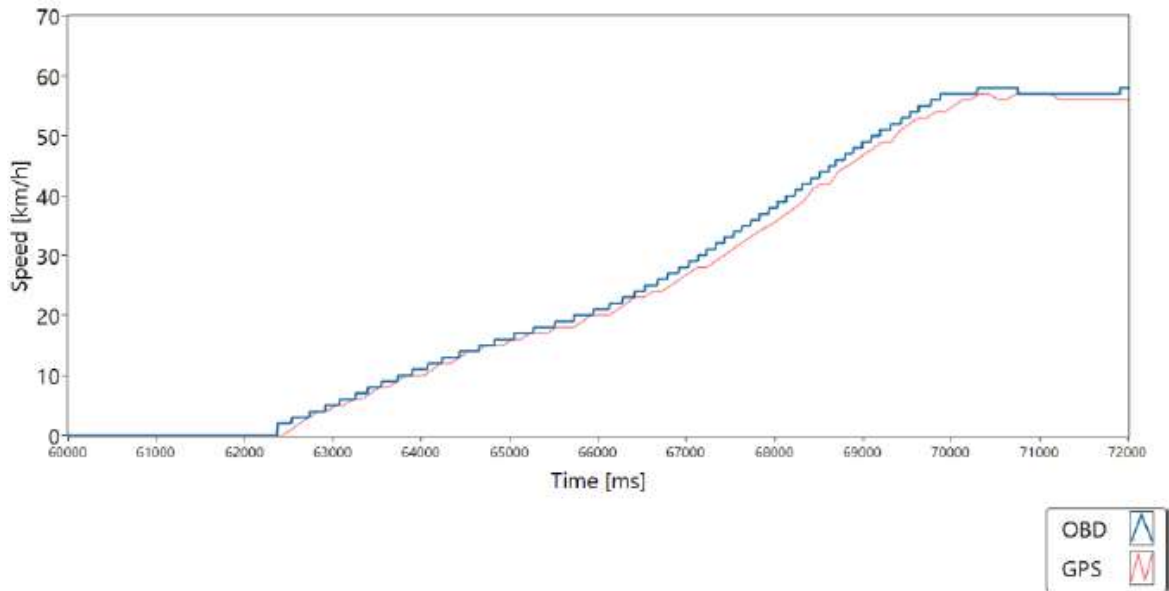
από το OBD δεν είναι τόσο αντιπροσωπευτική της πραγματικότητας και για αυτό προτιμάται η καταγραφή της ταχύτητας μέσω GPS. Επίσης στη φάση της επιτάχυνσης και της επιβράδυνσης του οχήματος το GPS δείχνει μια πιο ομαλή μετάβαση ταχυτήτων χωρίς να περιέχει απότομες αυξήσεις ή μειώσεις της ταχύτητας όπως απεικονίζει το OBD. Κατά τη φάση επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης η απόκριση της ταχύτητας του GPS καθυστερεί σε σχέση με αυτήν του OBD κατά 0,1 ως 0,3 δευτερόλεπτα. Επιπρόσθετα, το OBD δε λαμβάνει υπόψη του καθόλου τη φύση του οδοστρώματος και ως εκ τούτου σε περίπτωση φθοράς δεν λαμβάνεται υπόψη η κακή πρόσφυση της ρόδας στο δρόμο

74

Παρακάτω οι 2 εικόνες εμφανίζουν τις αποκλίσεις των μετρούμενων ταχυτήτων μεταξύ των δύο οργάνων σε φάση επιτάχυνσης και σε φάση επιβράδυνσης.

⁷⁴ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. , Καθηγητής Ε.Μ.Π, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας», σ82

Εικόνα 28: Σύγκριση ταχύτητας μετρούμενη από το GPS και το OBD σε φάση επιτάχυνσης και επιβράδυνσης



Όμως η ταχύτητα από το GPS μπορεί να εμφανίζει 2 σφάλματα:

- 1 Το σφάλμα οργάνου που μεταβάλλει την τιμή της καταγραφής της ταχύτητας μόνιμως κατά κάποιες μονάδες προς τα πάνω ή προς τα κάτω από την κανονική μέτρηση.

- 2 Μπορεί να προκύψει σφάλμα στη μέτρηση λόγω κακής επικοινωνίας μεταξύ GPS και των δορυφόρων.⁷⁵

Αποτέλεσμα αυτών των σφαλμάτων είναι να το GPS να καταγράφει μη μηδενικές ταχύτητες στη φάση ακινησίας αλλά και μηδενικές ταχύτητας στην φάση κίνησης.

4.3 Η εφαρμογή Torque



Τα αποτελέσματα του καταγραφικού παραλαμβάνονται από την εφαρμογή Torque OBD CHECK, εφαρμογή που είναι διαθέσιμη στα Android. Το βασικό μενού της εφαρμογής φαίνεται στην αριστερή εικόνα.

76

Τα μεγέθη τα οποία μπορούμε να μετρήσουμε από την εφαρμογή είναι πάρα πολλά και μερικά από αυτά αναγράφονται παρακάτω:

1. Χρόνος

- 0-100kph Time, δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται ώστε το όχημα να μεταβεί από τη φάση ακινησίας σε ταχύτητα των 100km/h. Σε κάθε στάση ο χρόνος αυτός μηδενίζεται και επίσης κρατάει τον καλύτερο χρόνο
- Αντίστοιχα ο χρόνος 0-200kph Time και 100-200kph Time
- 0-100mph Time, δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται στο όχημα να φτάσει από την ακινησία στην ταχύτητα των 100miles/h. Σε κάθε στάση ο χρόνος αυτός μηδενίζεται
- Αντίστοιχα ο χρόνος 0-30mph Time ,0-60mph Time.
- 100-0kph Time, ο χρόνος που χρειάζεται το όχημα για να φρενάρει και να βρεθεί από την ταχύτητα των 100km/h σε ακινησία. Αντίστοιχα ο χρόνος 60-0mph Time
- 1/4 mile time ,ο χρόνος που χρειάζεται το όχημα να διανύει το ¼ από ένα μίλι. Μηδενίζεται μετά από κάθε στάση και κρατάει τον καλύτερο χρόνο
- Ο συνολικός χρόνος της διαδρομής από τότε που αρχίζει
- Ο χρόνος διαδρομής όσο το όχημα είναι εν κινήσει
- Ο χρόνος διαδρομής όσο το όχημα είναι σε στάση

77

⁷⁵ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. , Καθηγητής Ε.Μ.Π, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας», σ84

⁷⁶TORQUE WIKI, "Main Page", https://torque-bhp.com/wiki/Main_Page

⁷⁷ View Full Version : Torque OBD2 Android List Of Working Sensors. (2012, Αύγουστος 16). <https://the75andtclub.co.uk/forum/archive/index.php/t-122177.html>

2.Επιτάχυνση

- Η συνολική επιτάχυνση σε μονάδες g
- Η επιτάχυνση της βαρύτητας σε τρεις κάθετους άξονες άξονα x, y, z

3 Ταχύτητα

- Η μέση ταχύτητα του οχήματος μόνο κατά την διάρκεια της κίνησης του
- Η μέση ταχύτητα του οχήματος μαζί με τις στάσεις
- Η στιγμιαία ταχύτητα από το GPS
- Η στιγμιαία ταχύτητα από το OBD
- Η διαφορά μεταξύ της στιγμιαίας ταχύτητας του GPS και του OBD

4.Αποστάσεις

- Απόσταση που μπορεί να διανύσει το όχημα μέχρι να αδειάζει το ντεπόζιτο από καύσιμο(υπολογίζεται)
- Ποσοστό της οδήγησης που το όχημα είναι εντός πόλης
- Ποσοστό οδήγησης σε αυτοκινητόδρομους
- Ποσοστό οδήγησης στο οποίο το όχημα δεν είναι σε κίνηση ενώ η μηχανή λειτουργεί.

5.Μεγέθη μετρημένα αποκλειστικά από το GPS

- Ακρίβεια GPS,δηλαδή η απόσταση μεταξύ του GPS και της πραγματικής θέσης του αντικειμένου
- Υψόμετρο
- Γεωγραφικό πλάτος
- Γεωγραφικό μήκος
- Ενεργοί δορυφόροι, δείχνει τον αριθμό των δορυφόρων που είναι συνδεδεμένοι

6.Κόστη

- Στιγμιαίο κόστος καυσίμου σε \$/km
- Κόστος καυσίμου σε \$/km συνολικά στη διαδρομή
- Το συνολικό κόστος καυσίμου σε όλη τη διαδρομή.

7. Μεγέθη καυσίμου

- Η ροή του καυσίμου σε λίτρα ανά ώρα ή σε ml ανά λεπτό
- Ο απαιτούμενος λόγος αέρα καυσίμου έτσι ώστε να έχουμε στοιχειομετρική καύση

- Το ποσό του καυσίμου που παραμένει στο ντεπόζιτο ⁷⁸
- SFT (short fuel term) δηλαδή οι μεταβολές του λ (λόγος αέρα-καυσίμου) μέσα σε δέκατα του δευτερολέπτου. Ελέγχεται μέσω ενός αισθητήρα οξυγόνου που βρίσκει την απόκλιση από την στοιχειομετρική καύση($\lambda=1$)
- LFT (long fuel term) δηλαδή οι μέσες τιμές των αθροισμάτων των short fuel trims για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.

79

8.Ρύποι

- Μέσο εκπεμπόμενο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) σε g/km
- Στιγμιαίο εκπεμπόμενο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) σε g/km

9.Κατανάλωση

- Διανυόμενα χιλιόμετρα ανά λίτρο καυσίμου υπολογιζόμενα στιγμιαία
- Μέση τιμή χιλιομέτρων ανά λίτρο καυσίμου
- Λίτρα που καταναλώνονται ανά 100 km διαδρομής υπολογιζόμενα στιγμιαία
- Μέσα τιμή ποσότητας λίτρων καυσίμου ανά 100km απόστασης
- Διανυόμενα μίλια ανά ένα gallon καυσίμου

10.Άλλα μεγέθη

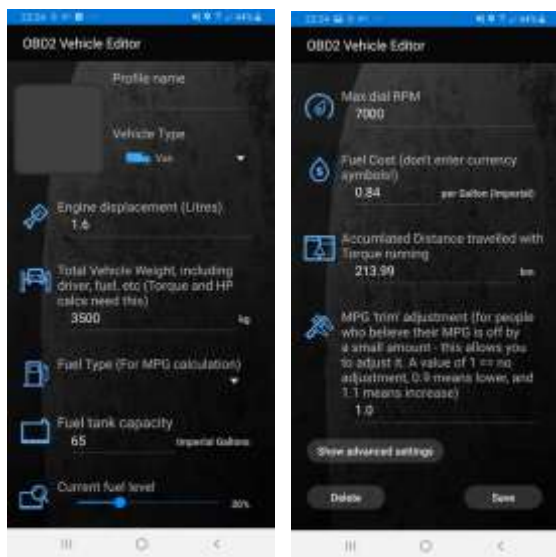
- Η θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου⁸⁰
- Η ισχύς της μηχανής όπως μεταδίδεται στους τροχούς του οχήματος
- Το πραγματικό φορτίο μηχανής (actual engine torque)
- Οι στροφές του κινητήρα σε RPM

Στην αρχή δημιουργούμε προφίλ του οχήματος με το οποίο θα γίνονται καταγραφές. Υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας πολλών προφίλ οχημάτων. Συνεπώς ανάλογα το όχημα με το οποίο θα ξεκινήσει η καταγραφή επιλέγεται και το αντίστοιχο προφίλ. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά που συμπληρώνονται από τον χρήστη είναι τα εξής:

⁷⁸ View Full Version : Torque OBD2 Android List Of Working Sensors. (2012, Αύγουστος 16).
<https://the75andztclub.co.uk/forum/archive/index.php/t-122177.html>

⁷⁹ OBD-CODES: <https://www.obd-codes.com/faq/fuel-trims.php>

⁸⁰ Prestone: "What is a Coolant Temperature Sensor?",
<https://www.holtsauto.com/prestone/news/coolant-temperature-sensor/>



Ο τύπος του οχήματος (αν πρόκειται για κάμπριο, SUV, Van, κάποιο είδος φορτηγού η μηχανής)

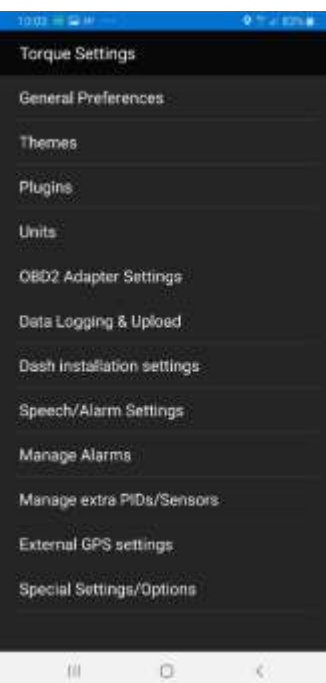
✓ Το Engine displacement σε λίτρα. Με άλλα ο συνολικός όγκος εμβολισμού ή κυβισμός του κινητήρα. Ορίζεται ως $V_H = \pi D^2 / 4 * z * S$, όπου D η διάμετρος κάθε κυλίνδρου, z ο αριθμός των κυλίνδρων και S(stroke) η συνολική μετατόπιση που διανύει το έμβολο από το Άνω Νεκρό Σημείο στο Κάτω Νεκρό Σημείο

81

✓ Το μεικτό βάρος του οχήματος σε kg
 ✓ Τον τύπο του καυσίμου(βενζίνη ,πετρέλαιο, LPG, CNG και άλλα

- ✓ Η χωρητικότητα της δεξαμενής του καυσίμου (fuel tank capacity) σε μονάδα imperial gallons
- ✓ Τις μέγιστες δυνατές στροφές του κινητήρα σε RPM
- ✓ Το ποσοστό κάλυψης του καυσίμου στο ντεπόζιτο του οχήματος
- ✓ Το κόστος του καυσίμου σε \$ ανά Imperial Gallon
- ✓ Η απόσταση που διανύεται με την εφαρμογή σε λειτουργία

(View Full Version : Torque OBD2 Android List Of Working Sensors, 2012)



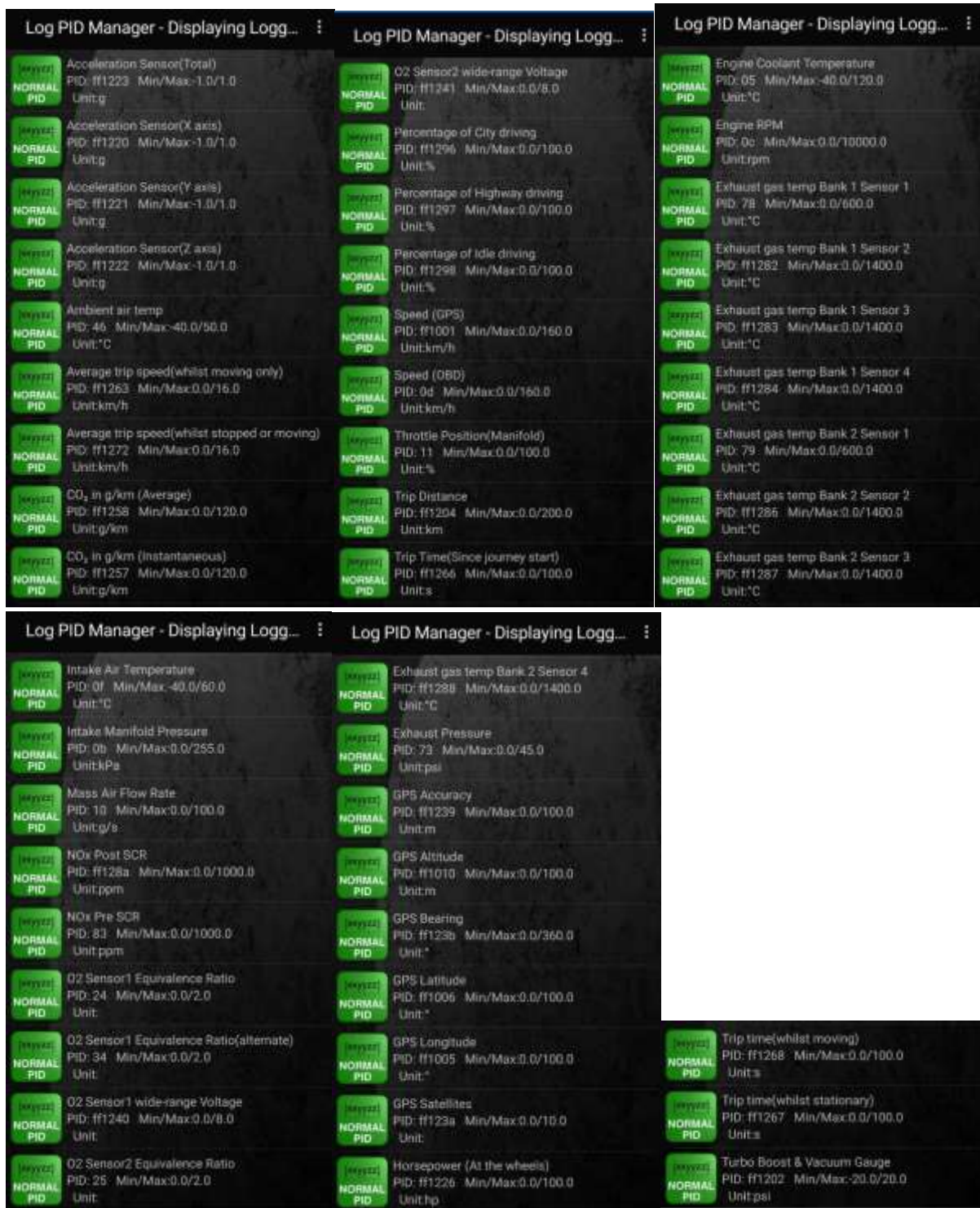
Η διπλανή εικόνα δείχνει τις γενικές ρυθμίσεις της εφαρμογής

Η εφαρμογή δίνει την δυνατότητα καταγραφής και άλλων μεγεθών εκτός των προαναφερθέντων, όπως την εκπομπή των οξειδίων του αζώτου, την θερμοκρασία του καταλύτη, τη συγκέντρωση αιθανόλης στο καύσιμο και άλλα . Όμως παρόλο που υπάρχουν ως επιλογές δεν εμφανίζουν αποτελέσματα. Συγκεκριμένα πατώντας την επιλογή Data Logging & Upload δίνεται η δυνατότητα επιλογής των μεγεθών που είναι επιθυμητή η καταγραφή τους. Τα μεγέθη αυτά φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.

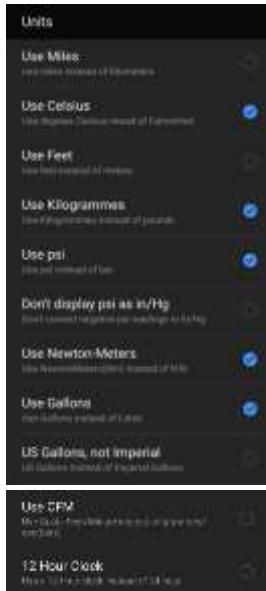
82

⁸¹ Μηχανολογία (Ε.Ε.) (Επαγγελματικό Λύκειο), «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΥΒΙΣΜΟΥ ΜΗΧΑΝΗΣ», <http://www.aesop.iep.edu.gr/node/5837/1451>

⁸² Εικόνες από την Εφαρμογή Torque



Επίσης δίνεται η δυνατότητα επιλογής των επιθυμητών μονάδων μέτρησης στα βασικά μεγέθη(από την επιλογή Units)



Τα μεγέθη που καταγράφονται έχουν επιλεγθεί από τη ρύθμιση Data Logging& Upload. Όμως ανεξάρτητα από αυτό η εφαρμογή δίνει την δυνατότητα της απεικόνισης των μεγεθών. Συγκεκριμένα κατά την διάρκεια της οδήγησης φαίνονται η διακύμανση των τιμών των μεγεθών. Η απεικόνιση γίνεται είτε με αναλογική ένδειξη, είτε ψηφιακά, είτε με συνδυασμό των δύο τρόπων, επίσης με χάρτη, με πυξίδα, με ιστόγραμμα, μπάρες και άλλα όπως φαίνονται και στις παρακάτω εικόνες.

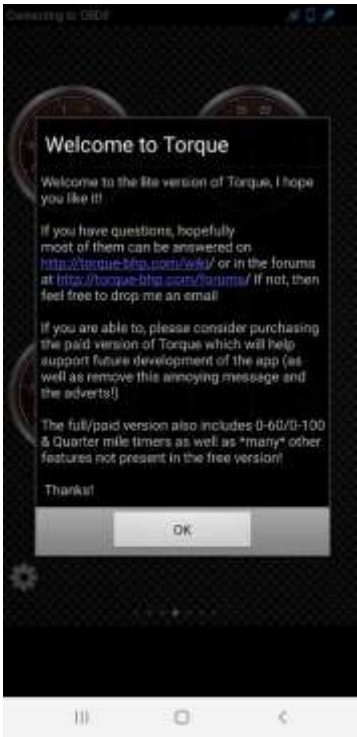


84

⁸⁴ Εικόνες από την Εφαρμογή Torque

Προσθέτουμε οποιαδήποτε μέτρηση θέλουμε να εμφανίζεται στην εφαρμογή και έναν από τους προηγούμενους τρόπους απεικόνισης. Επίσης μπορούμε να ρυθμίσουμε το μέγεθος της απεικόνισης και να το μετακινήσουμε όπου θέλουμε.

Τέλος η εφαρμογή δίνει την δυνατότητα απεικόνισης της διαδρομής πάνω σε χάρτη αναγράφοντας τη συνολική απόσταση που διανύθηκε, ο χρόνος διαδρομής αλλά και την ταχύτητα το οχήματος σε κάθε σημείο της διαδρομής.



4.4 Η εφαρμογή Torque Lite

Κάποιες καταγραφές μετρήσεων δεν έγιναν από την εφαρμογή Torque, αλλά από την εφαρμογή Torque Lite. Είναι εφαρμογή της ίδιας εταιρίας αλλά με λιγότερες δυνατότητες από το Torque.

Συγκεκριμένα είναι λιγότερα τα μεγέθη τα οποία μπορούν να καταγραφούν(ημερομηνία, ώρα, γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος, ταχύτητα, υψόμετρο, η επιτάχυνση της βαρύτητας στον άξονα x,y,z και η ολική επιτάχυνση της βαρύτητας, η αντίσταση μεταξύ των κινητών μερών και τέλος η απόκλιση στον προσδιορισμό της διάδοσης των σφαλμάτων που οφείλεται στην επίδραση της δορυφορικής γεωμετρίας (DOP)).

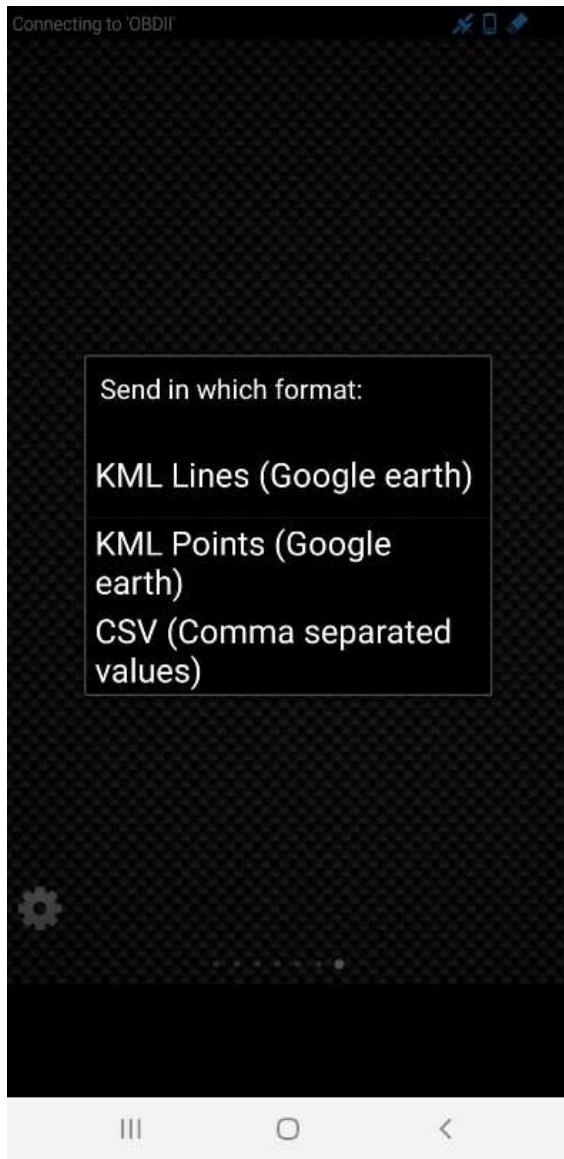
Επιπλέον οι επιλογές των μονάδων μέτρησης περιορίζονται μόνο στο μέγεθος της απόστασης με δυνατές επιλογές τα μίλα, τα χιλιόμετρα τα πόδια και τα μέτρα, στην θερμοκρασία με δυνατές επιλογές τη μονάδα Celsius ή τη μονάδα Fahrenheit και την πίεση σε μονάδα bar ή psi.

Κατά την διάρκεια της κίνησης του οχήματος είναι δυνατή η παρατήρηση των μετρούμενων μεγεθών μέσα στην εφαρμογή. Η ποικιλία των διαγραμμάτων απεικόνισης είναι πιο περιορισμένη και εισάγονται με την επιλογή Add display.

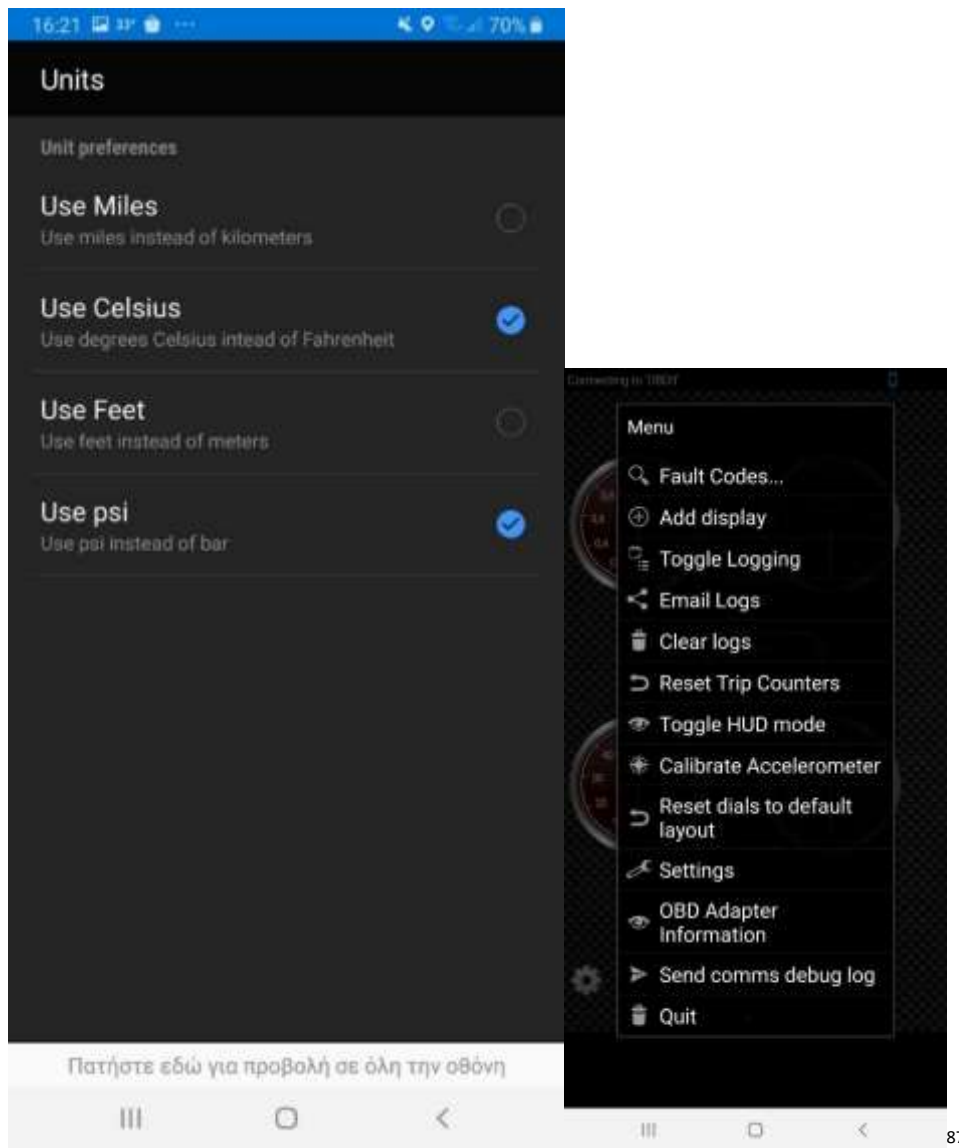
Επιλέχθηκε και σε αυτήν την εφαρμογή οι μετρήσεις να γίνονται ανά διάστημα 1 δευτερολέπτου έτσι ώστε να συμβαδίζουν με τις καταγραφές των μεγεθών που έγιναν από την εφαρμογή Torque.⁸⁵

⁸⁵Εικόνες από εφαρμογή Torque Lite

Η αποστολή των αρχείων .csv γίνεται επιλέγοντας το Email Logging και επιλέγοντας το gmail ως επιλογή.⁸⁶



⁸⁶ Εικόνες από εφαρμογή Torque Lite



⁸⁷ Εικόνες από εφαρμογή Torque Lite



88

4.5 Βαθμονόμηση του επιταχυνσιόμετρου

Επιταχυνσιόμετρο είναι ένας αισθητήρας υπολογίζει την μέτρηση της επιτάχυνσης με βάση την βαρυτική δύναμη που δέχεται. Τα επιταχυνσιόμετρα μετράνε τη σωστή επιτάχυνση (proper acceleration) δηλαδή την επιτάχυνση σε σχέση με έναν αδρανειακό παρατηρητή ή έναν παρατηρητή ελεύθερης πτώσης. Συνεπώς αυτή η επιτάχυνση είναι ανεξάρτητη του συστήματος συντεταγμένων που χρησιμοποιείται. Έτσι ένα επιταχυνσιόμετρο σε ακινησία στην επιφάνεια της γης θα μετρούσε επιτάχυνση $9,81\text{m/s}^2$.

^{89 90 91}
, ,

⁸⁸ Εικόνες από εφαρμογή Torque Lite

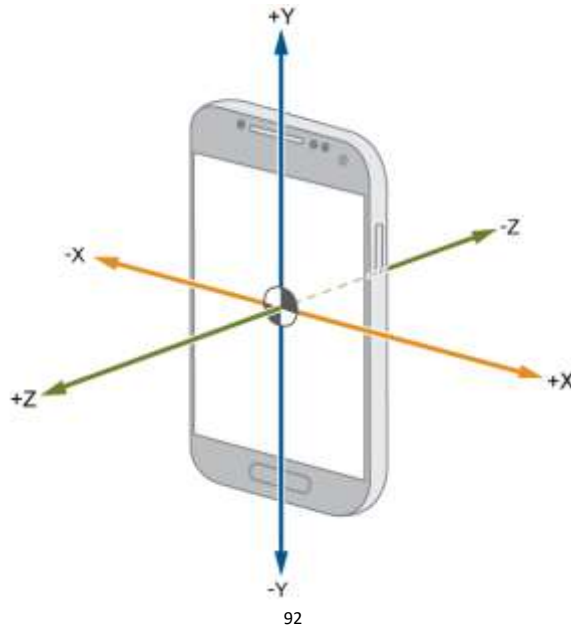
⁸⁹ Wikipedia ,6 Οκτωβρίου 2020, "Acceleration", <https://en.wikipedia.org/wiki/Acceleration>

⁹⁰ Wikipedia, 14 Μαΐου 2020, "Proper acceleration", https://en.wikipedia.org/wiki/Proper_acceleration

⁹¹ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. , Καθηγητής Ε.Μ.Π., ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας», σ62

Τα κινητά περιλαμβάνουν τρεις αισθητήρες επιτάχυνσης , ο καθένας από τους οποίους είναι κάθετος μεταξύ τους και μετράει την επιτάχυνση στους 3 κάθετες άξονες x,y,z όπως φαίνεται και στην **εικόνα 29**.

Εικόνα 29: Οι 3 κάθετοι άξονες για την εύρεση της ολικής επιτάχυνσης



Διαφορετικά επιταχυνσιόμετρα που είναι ευθυγραμμισμένα το ένα με το άλλο υπολογίζουν διαφορετική σωστή επιτάχυνση λόγω διαφορετικών αισθητήρων .

Υπάρχουν τριών ειδών επιταχυνσιόμετρα: τα επιταχυνσιόμετρα πίεσης, τα πιεζοηλεκτρικά επιταχυνσιόμετρα και τα χωρητικά επιταχυνσιόμετρα. Σήμερα. τα περισσότερα κινητά χρησιμοποιούν την τρίτη κατηγορία.

93

Πρέπει να γίνεται βαθμονόμηση του οργάνου πριν από κάθε μέτρηση. Με απλά λόγια αφαιρείται η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας των $9,81 \text{ m/s}^2$. Αυτό συμβαίνει έτσι ώστε όλες

⁹² Google, https://www.google.gr/search?q=accelerometer+of+mobile&sxsrf=ALeKk03hxMz010-gTGPgX84hFr4Ttr3ig:1602878505505&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjy5sDf87nsAhVCPBoKHcJ1CysQ_AUoAXoECBQQAw&biw=1707&bih=813&dpr=1.13#imgrc=XE_na5CFcxFZsM

⁹³ Physicsandroid, Αύγουστος 2014, « Αισθητήρας επιτάχυνσης», <https://physicsandroid.wordpress.com/%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%84%CE%AC%CF%87%CF%85%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82/>

οι καταγραφές που γίνονται να έχουν κοινό σύστημα αναφοράς και να μην επηρεάζονται από τη διαφορετική κλίση του δρόμου ή από το διαφορετικό είδος του οδοστρώματος.

Για να γίνει αυτό το κινητό πρέπει να είναι σταθερό κατά την διάρκεια όλης της μέτρησης. Η βαθμονόμηση γίνεται μέσω της επιλογής “Calibrate Accelerometer” που διαθέτει η εφαρμογή αφού πρώτα έχει τοποθετηθεί το κινητό σε σταθερή βάση.

94

⁹⁴Developer “ Accelerometer Sensor Guide”,
<https://dev.fitbit.com/build/guides/sensors/accelerometer/>

4.6 Διαδικασία της μέτρησης

Η διαδικασία της καταγραφής των μεγεθών ακολουθεί τα εξής βήματα:

- 1 Τοποθετείτε το καταγραφικό στην ειδική θύρα σύνδεσης η οποία συνήθως βρίσκεται σε ειδική θέση κάτω από το ταμπλό. Εφόσον γίνει σωστά η τοποθέτηση του καταγραφικού ανάβει η ενδεικτική λυχνία του.



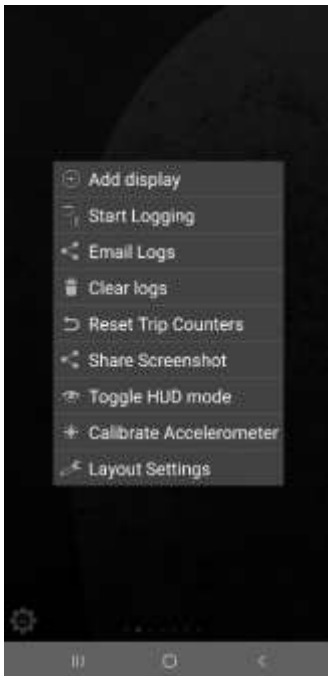
- 2 Στηρίζουμε το κινητό μας, το οποίο διαθέτει την εφαρμογή Torque, σε σταθερή θέση στο καντράν του αυτοκινήτου. Αυτό γίνεται έτσι ώστε να μην κινείται από πιθανούς κραδασμούς ή από στροφές στο δρόμο. Η κίνηση του κινητού θα αλλοίωνε τα αποτελέσματα των καταγραφών. Κατά την διάρκεια της καταγραφής το κινητό παραμένει σταθερό σε αυτήν την θέση.

⁹⁵ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. , Καθηγητής Ε.Μ.Π, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας», σ64



3 Ανοίγουμε το Bluetooth στο κινητό μας. Είναι απαραίτητο για τη σύνδεση μεταξύ του καταγραφικού και του κινητού. Αυτή η σύνδεση θα επιτευχθεί μετά την εκκίνηση του κινητήρα της μηχανής.

4 Γυρνάμε το κλειδί του αυτοκινήτου και με αυτόν το τρόπο δίνεται ρεύμα και στο τροφοδοτικό. Αμέσως μετά από αυτό αφού επιλέξουμε την επιλογή "Calibrate Accelerometer" είμαστε έτοιμη για την έναρξη της καταγραφής. Επιλέγουμε το "Start Logging" για την έναρξη της καταγραφής. Η έναρξη της καταγραφής γίνεται μετά την έναρξη του κινητήρα και πριν της έναρξης του οχήματος. Πριν την εκκίνηση του κινητήρα δεν καταναλώνεται καύσιμο, ούτε εκπέμπονται ρύποι οπότε και δεν έχει νόημα η έναρξη της καταγραφής. Αντιθέτως μετά την έναρξη του κινητήρα καύσιμο καταναλώνεται για την λειτουργία βασικών ηλεκτρονικών οργάνων, του ψυγείου αλλά και για το ανέβασμα των στροφών του κινητήρα

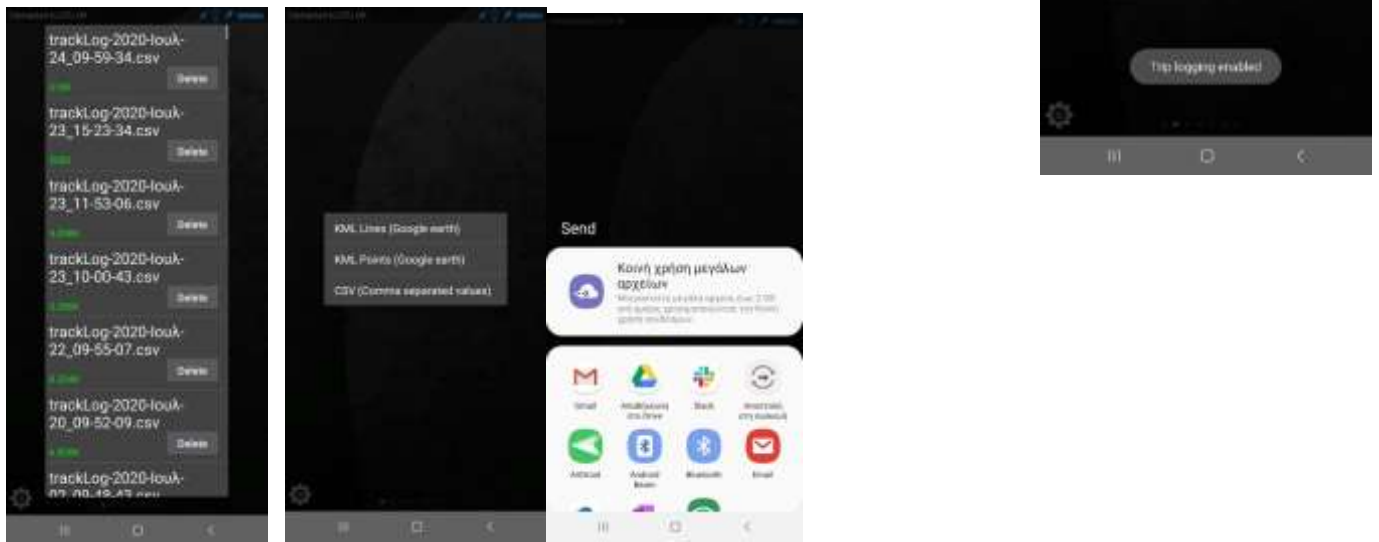


5 Κατά την διάρκεια ολιγόλεπτων στάσεων στις οποίες ο κινητήρας λειτουργεί η καταγραφή συνεχίζεται κανονικά. Αντιθέτως όταν το όχημα σταματάει για πολλή ώρα και σβήνει η

μηχανή τότε η καταγραφή σταματάει. Κατά την επόμενη έναρξη του κινητήρα μια νέα καταγραφή θα ξεκινήσει.^{96 97}

- 6 Όταν έχει ολοκληρωθεί η κίνηση του οχήματος αρχικά γίνεται η λήξη της καταγραφής πατώντας την επιλογή “Stop Logging”. Στη συνέχεια απενεργοποιείται ο κινητήρας. Αυτό γίνεται για να μην υπάρχουν κενές τιμές στις καταγραφές.

Ορίστηκε από την εφαρμογή διάστημα 1 δευτερολέπτου για την καταγραφή των μετρούμενων μεγεθών. Μετά το πέρας κάθε καταγραφής, δίνεται η δυνατότητα αποστολής των στοιχείων σε μορφή «Αρχείο τιμών διαχωρισμένων με κόμμα του Microsoft Excel (.csv)».Αυτά τα αρχεία αποστέλλονται στο email επιλέγοντας το Email Logging.



5.ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

⁹⁶ Εικόνα από εφαρμογή Torque

⁹⁷ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. , Καθηγητής Ε.Μ.Π, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλου Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας», σ64

5.1 Το όχημα και τα χαρακτηριστικά του

Οι μετακινήσεις που πραγματοποιήθηκαν εντός της Αττικής έγιναν με όχημα τύπου van. Συγκεκριμένα το όχημα το οποίο χρησιμοποιήθηκε είναι Mercedes Sprinter τύπου Van με μεικτό βάρος τα 3500kg και επιπλέον με υπερυψωμένη οροφή. Επίσης διαθέτει και ψυγείο στο εσωτερικό του και για αυτό και η οροφή του είναι υψηλότερη. Το μήκος του οχήματος είναι 5932m, το πλάτος του 2715m και το ύψος του οχήματος 2638m. Είναι επαγγελματικής κατηγορίας N1 για την μεταφορά αγαθών. Η νομοθεσία ρύπων για αυτό το είδος του οχήματος είναι το EURO 6.

Το σύστημα του εκκίνησης γίνεται από τους μπροστινούς τροχούς. Η μέγιστη αναπτυσσόμενη ταχύτητα του είναι τα 180km/h και ο μέγιστος αριθμός στροφών οι 7000 στροφές το δευτερόλεπτο.

Περιλαμβάνει βενζινοκινητήρα με 4 κυλίνδρους .Περιέχει μηχανικό κιβώτιο 7 ταχυτήτων (μαζί με την όπισθεν).

Άλλα σημαντικά τεχνικά χαρακτηριστικά του οχήματος φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 12 : Χαρακτηριστικά οχήματος

Ονομαστική Ισχύς (hp)	Κυβισμός (cc)	Χωρητικότητα Ρεζερβουάρ (lt)	Ονομαστική ροπή στρέψης(Nm)	Εκπομπές CO ₂ (g/km)	Κατανάλωση καυσίμου(l/100km)
114	2143	90	300	216	8,2

98

99

⁹⁸ Mercedes-Benz Sprinter «Οδηγίες Χρήσης» Ημερομηνίες σύνταξης:23.03.2010,σ334,335

⁹⁹ Mercedes-Benz: <https://www.mercedes-benz.gr/vans/el/sprinter/panel-van/technical-data>

Σύστημα UPS

Ειδικά όργανα στο πίσω μέρος του οχήματος απαιτούσαν την λειτουργία του κινητήρα του αυτοκινήτου. Για την διασφάλιση της προστασίας των οργάνων αυτών χρησιμοποιείται ειδικό σύστημα UPS. Το UPS (Uninterruptible Power Supply) είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που συνδέεται σε μια κεντρική πρίζα. Πάνω στις θύρες εξόδου που διαθέτει συνδέεται ο εξοπλισμός. Στην περίπτωση του οχήματος μας που εκτέλεσε τις διαδρομές στις οποίες έγιναν οι καταγραφές, τα διάφορα όργανα καθώς το router συνδέονται με τις εξωτερικές θύρες του συστήματος UPS. Τα UPS προστατεύουν τον εξοπλισμό από απότομες διακυμάνσεις της τάσης ή από ξαφνικές αιχμές του ρεύματος. Επίσης διαθέτουν μια συστοιχία μπαταριών που παρέχει ρεύμα στον εξοπλισμό του όταν υπάρξει διακοπή τροφοδότησης των οργάνων. Η διάρκεια της τροφοδοσίας αυτής εξαρτάται από την χωρητικότητα της μπαταρίας αλλά και από το εξυπηρετούμενο φορτίο του εξοπλισμού που είναι συνδεδεμένο πάνω στο UPS. Μπορεί να διαρκέσει από λίγα λεπτά ως και πάνω από 1 ώρα . Αυτή η δυνατότητα είναι πολύ σημαντική καθώς παρέχει επιπλέον χρόνο αποθήκευσης δεδομένων που με τη διακοπή ρεύματος ενδέχεται να χαθούν.

Εικόνα 30: Μονάδα UPS



100

5.2. Χαρακτήρας της δειγματοληψίας

Οι καταγραφές κίνησης οι οποίες πραγματοποιήθηκαν δεν είχαν αυστηρά ορισμένο ωράριο. Επίσης οι διαδρομές οι οποίες πραγματοποιήθηκαν με το όχημα δεν ήταν διαδρομές ρουτίνας. Αυτό σημαίνει ότι το όχημα δεν ακολουθούσε συγκεκριμένη επαναλαμβανόμενη διαδρομή

¹⁰⁰ Skroutz, "Bitmore U850LCD ", <https://www.you.gr/discover/aprilios-2017/pos-leitourgei-ena-systima-ups-kai-giati-apotelei>

καθημερινά. Οι διαδρομές οι οποίες έγιναν με το συγκεκριμένο όχημα θα γινόντουσαν ακόμα και στην περίπτωση που οι καταγραφές δεν πραγματοποιούνταν.

Αυτό σημαίνει ότι οι καταγραφές αφορούσαν πραγματική κίνηση του οχήματος σε ένα πραγματικό σενάριο οδήγησης. Ως εκ τούτου ο κύκλος οδήγησης που διαμορφώνεται στοχεύει περισσότερο στην μελέτη της οδικής συμπεριφοράς παρά στην μελέτη των χαρακτηριστικών οδήγησης συγκεκριμένων περιοχών και συγκεκριμένων διαδρομών.

Οι καταγραφές δεν πραγματοποιήθηκαν με βάση κάποια διεθνής νομοθεσία. Συνεπώς ο διαμορφωμένος κύκλος πόλης δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έγκριση τύπου οχημάτων αλλά μόνο για ερευνητικούς σκοπούς.

Επίσης το όχημα πραγματοποιούσε μετακινήσεις με σκοπό την εξυπηρέτηση αναγκών δουλειάς. Ακόμα και σε περιπτώσεις που το όχημα ήταν σταθμευμένο ήταν απαραίτητο να λειτουργεί κανονικά ο κινητήρας του. Αυτό συνέβαινε καθώς υπάρχουν ειδικά όργανα στο πίσω μέρος του τροφοδοτούνται από το ρεύμα που παρέχει το αυτοκίνητο. Έτσι καθώς ακόμα και σε περιπτώσεις που το όχημα ήταν σταθμευμένο υπήρχε κατανάλωση καυσίμου και εκπεμπόμενοι ρύποι. Θεωρήθηκε σκόπιμο να γίνονται καταγραφές της κίνησης και σε αυτό το διάστημα των στάσεων. Αυτές οι στάσεις είχαν μέση ώρα διάρκειας 45 με 50 λεπτά και ήταν συνήθως 2 με 3 την ημέρα.

Συνεπώς είναι αντιληπτό ότι η διάρκεια μηδενικών ταχυτήτων στο διαμορφωμένο κύκλο πόλης είναι αυξημένη και αυτό δεν αντικατοπτρίζει την κίνηση απλών οχημάτων ΙΧ.

101

5.3 Είδη διαδρομών

Οι καταγραφές έγιναν από τον Οκτώβρη του 2019 ως και τον Ιούλιο του 2020. Οι καταγραφές γινόντουσαν από Δευτέρα ως Παρασκευή κυρίως πρωινές αλλά και μεσημεριανές ώρες. Οι διαδρομές που εκτελούνταν κάθε μέρα ήταν διαφορετικές και επίσης κάποιες μέρες δεν υπάρχουν καταγραφές. Επίσης οι περισσότερες μέρες περιλαμβάνουν πάνω από μια καταγραφή όσες και οι στάσεις στις οποίες ο κινητήρας έπαψε να λειτουργεί. Ο μήνας με τις περισσότερες καταγραφές είναι ο Νοέμβριος του 2019 ενώ ο μήνας με τις λιγότερες καταγραφές είναι ο Μάης του 2020.

Επίσης την περίοδο από 20 Δεκέμβρη 2019 ως και την 6 Γενάρη του 2020 δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Στην περίοδο της ολικής απαγόρευσης των μετακινήσεων (από 23 Μαρτίου ως και την 4 Μαΐου) γινόταν καταγραφές διαδρομών από Δευτέρα ως Παρασκευή αλλά με διάστημα 2 βδομάδων. Δηλαδή γινόταν καταγραφές για 2 βδομάδες και για 2 βδομάδες

¹⁰¹ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. , Καθηγητής Ε.Μ.Π, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας», σ66

δεν γινόταν καταγραφές. Επίσης τον Μάρτιο οι καταγραφές αφορούν τις ημερομηνίες 3 με 13. Τον Απρίλιο όλες οι καταγραφές (7,9,14,22/4) που έγιναν ήταν στην φάση απαγόρευσης των μετακινήσεων. Τον Μάιο έγιναν 8 καταγραφές σε 3 μέρες, τον Ιούνιο 6 καταγραφές και τον Ιούλιο 7.

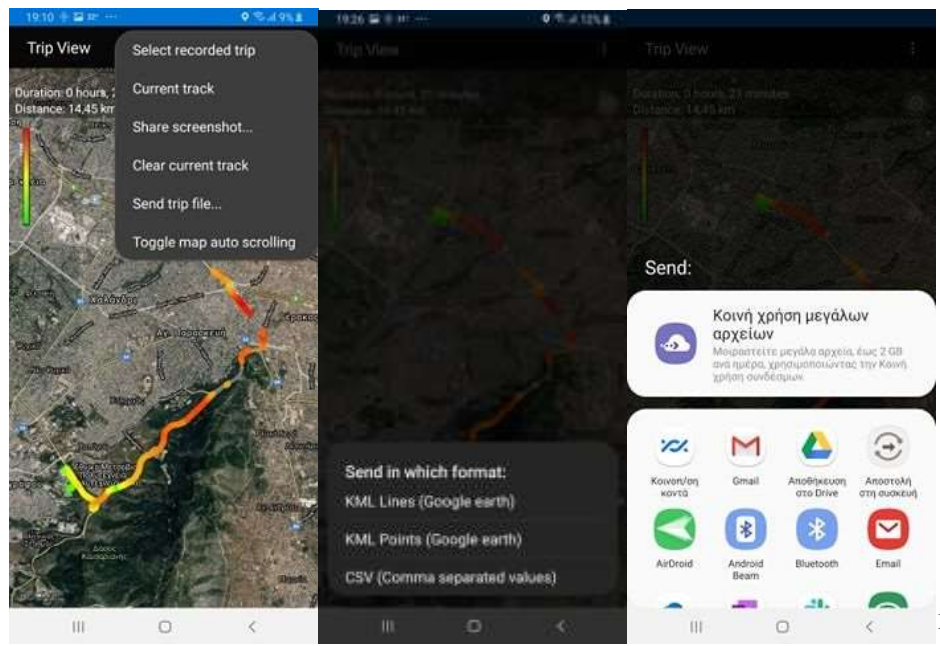
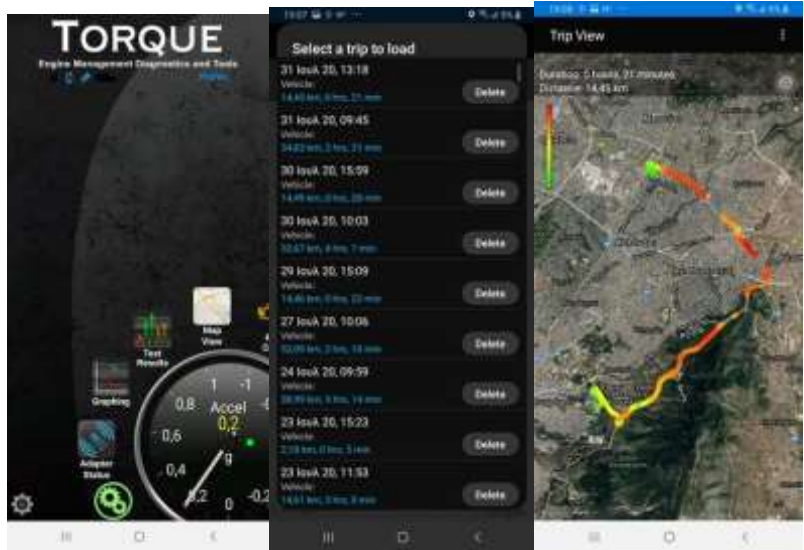
Η αφητηρία των διαδρομών καθημερινά γινόταν από το Μαρούσι και συγκεκριμένα από την οδό Γραβιάς. Στη συνέχεια το όχημα μετακινούνταν στη μεγάλη πλειονότητα των μετακινήσεων μέσω της Αττικής οδού. Κάθε μέρα η διαδρομή ήταν διαφορετική οπότε ανάλογα το μέρος στο οποίο κατευθυνόταν το όχημα επιλεγόταν και η αντίστοιχη είσοδος στην Αττική οδό. Το όχημα μετακινούταν από το Μαρούσι σε μία ή και πιο σπάνια σε 2 περιοχές της Αττικής. Από τον Δεκέμβριο του 2019 ως και τον Φεβρουάριο του 2020 το van μεταφερόταν στη συνέχεια στη σχολή Χημικών Μηχανικών στην περιοχή της Πολυτεχνειούπολης. Η τερματική στάση κάθε ημέρας ήταν η αφητηρία δηλαδή η οδός Γραβιάς στο Μαρούσι.

Αντίθετα τους μήνες του Μάρτη, Απρίλη και Μάη δε πραγματοποιούνταν ενδιάμεση στάση στην Πολυτεχνειούπολη, οπότε από την κάθε περιοχή που βρισκόταν το όχημα μετακινούνταν απευθείας πίσω στην οδό Γραβιάς στο Μαρούσι.

Μέσω της επιλογής Map View της εφαρμογής Torque είναι δυνατή η απεικόνιση της κάθε καταγραφής σε σημεία πάνω στο χάρτη. Επίσης υπάρχει χρωματική διαφοροποίηση των διάφορων σημείων από τα οποία πέρασε το όχημα ανάλογα την ταχύτητα διέλευσης στα σημεία αυτά.

Επιλέγουμε κάθε καταγραφή από το Map View και αποστέλλεται σε μορφή KML στο email. Επιλέγουμε την αποστολή μέσω Format KML Lines (Google Earth). Στη συνέχεια ανοίγουμε την εφαρμογή Google Earth και δημιουργούμε τόσα έργα όσες είναι οι καταγραφές. Για κάθε μήνα συμπεριλαμβάνουμε όλο το πλήθος των καταγραφών πάνω στον ίδιο το χάρτη. Συνεπώς πολλοί δρόμοι έχουν παραπάνω από 1 καταγραφή μέσα στο μήνα. Φτιάχνουμε τόσους χάρτες όσοι και οι μήνες στους οποίους θέλουμε να μελετήσουμε τις διαδρομές. Επιπλέον υπάρχουν δρόμοι που η διέλευση τους έχει γίνει πάνω από μια φορά στον ίδιο μήνα. Πολλές διελεύσεις από τον ίδιο δρόμο σημαίνει πολλές κόκκινες κολλητές γραμμές στους χάρτες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να φαίνεται μια παχιά κόκκινη γραμμή στους δρόμους στους οποίους ήταν συχνή η διέλευση τους.¹⁰²

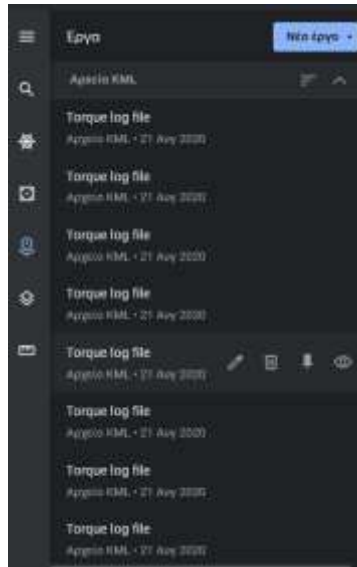
¹⁰² Google Earth: <https://www.google.com/earth/>



103

¹⁰³ Εικόνες από εφαρμογή Torque

Εικόνα 31 :Εισαγωγή KML αρχείων στο google earth



Οι χάρτες με τις καταγραφές του κάθε μήνα φαίνονται παρακάτω.

¹⁰⁴ Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

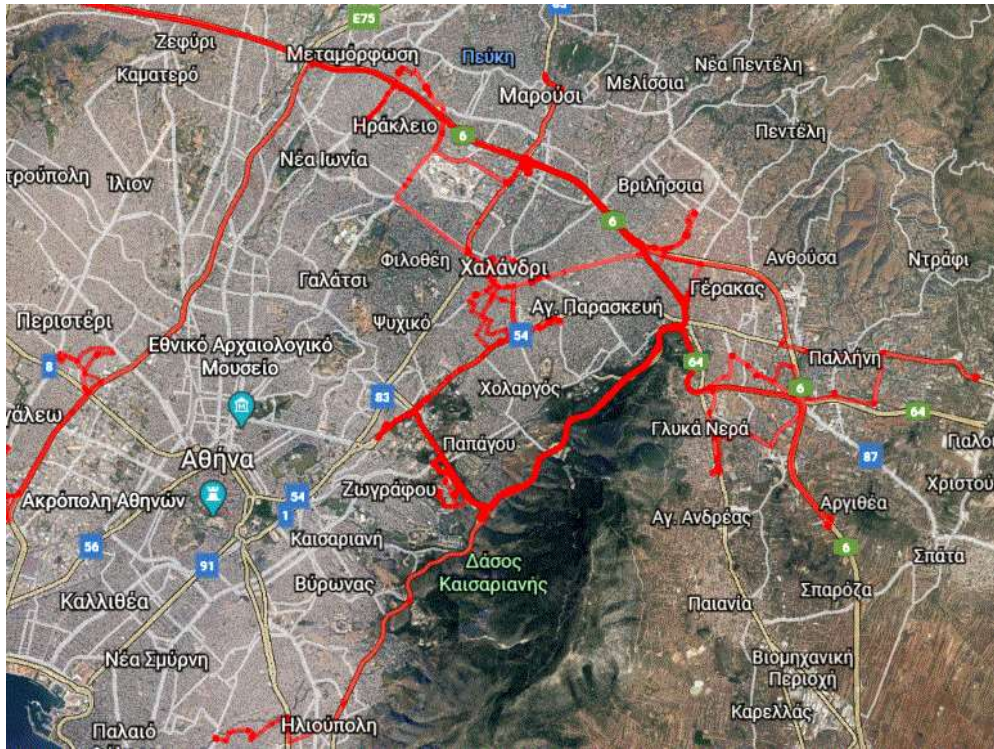
Εικόνα 32: Καταγραφές τον Δεκέμβριο



105

¹⁰⁵ Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

Εικόνα 33: Καταγραφές τον Ιανουάριο



106

Εικόνα 34: Καταγραφές τον Φεβρουάριο



107

¹⁰⁶ Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

¹⁰⁷ Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

Εικόνα 35: Καταγραφές τον Μάρτιο



108

Εικόνα 36: Καταγραφές τον Απρίλιο



109

¹⁰⁸ Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

¹⁰⁹ Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

Εικόνα 37: Καταγραφές τον Μάιο



110

¹¹⁰ Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

Εικόνα 38 Καταγραφές τον Ιούνιο



111

Εικόνα 39: Καταγραφές τον Ιούλιο



112

¹¹¹ Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

¹¹² Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

Επιλέχθηκαν να μελετηθούν ειδικότερα κάποιες συγκεκριμένες περιοχές αλλά και οδικοί άξονες στους οποίους η διέλευση του οχήματος ήταν συχνή.

Περιοχές μελέτης

Ο δήμος του **Αμαρουσίου** ανήκει στο βόρειο τομέα των Αθηνών. Σύμφωνα με την απογραφή του 2011 έχει πληθυσμό 72.333 κατοίκων. Επίσης καλύπτει μια περιοχή 13 τετραγωνικών χιλιομέτρων και έχει υψόμετρο 230 μέτρων.

Ο δήμος διχοτομείται σε 4 τμήματα. Συγκεκριμένα η Λεωφόρος Κηφισιάς διχοτομεί τον δήμο κάθετα, ενώ η Αττική οδός τον χωρίζει οριζόντια και συνδέει την περιοχή βόρεια με την Κηφισιά και νότια με το Χαλάνδρι. Αντίθετα η Αττική οδός εξυπηρετεί την κυκλοφορία προς νοτιοανατολικές και βορειοδυτικές περιοχές.

Περιλαμβάνει και τους περιφερειακούς δήμους της Πεντέλης, του Ψυχικού, τα Βριλήσσια, τη Νέα Ιωνία, το Ηράκλειο, το Χαλάνδρι και την Πεύκη. Η οδός Πεντέλης-Λεωφόρος Δημοκρατίας συνδέει το Μαρούσι με τα Μελίσσια στα ανατολικά. Επίσης άλλοι κύριοι οδοί είναι η οδός Αγίου Κωνσταντίνου προς την Πεύκη και η οδός Χαλανδρίου με το Χαλάνδρι.

Υπάρχουν 3 σταθμοί του ηλεκτρικού(ΗΣΑΠ) στην περιοχή(στάση Μαρούσι, Νερατζιώτισσα και Ειρήνη) αλλά και σταθμός Λεωφόρος Κηφισιάς στον Προαστιακό πάνω στο μητροπολιτικό δακτυλίδι. Στο δακτυλίδι τέμνονται η λεωφόρος Κηφισιάς με την Αττική οδό.

Απέναντι από το σταθμό Ειρήνης στεγάζονται οι αθλητικές εγκαταστάσεις του Ολυμπιακό Σταδίου. Επίσης κέντρο ψυχαγωγίας αποτελεί το εμπορικό κέντρο Mall.

Παράλληλα στην Λεωφόρο Κηφισιάς στεγάζονται πολλές πολυεθνικές εταιρίες κινητών τηλεφώνων, πολλές τεχνικές εταιρίες καθώς και μεγάλα νοσοκομεία και πολλά ιατρικά κέντρα. Συνεπώς ο δήμος αποτελεί μεγάλο κέντρο εργασίας. Συνεπώς συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης είναι συχνές και ιδίως τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες, δηλαδή κατά την ώρα προσέλευσης και επιστροφής από τους χώρους εργασίας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι έχει και έντονη νυχτερινή ζωή αλλά και πολλές περιοχές με πιο οικιστικό χαρακτήρα.

Κάθε μέρα οι πρώτες καταγραφές κίνησης πραγματοποιούνταν στο Μαρούσι. Περίπου 8:30 με 10:00 ξεκινούσε το όχημα από την οδό Γραβιάς που απέχει λίγα χιλιόμετρα από το δακτυλίδι. Επίσης το όχημα επέστρεφε στην διεύθυνση αυτή τις μεσημεριανές ώρες.

¹¹³ Wikipedia, 6 Σεπτεμβρίου 2020, “ Μαρούσι”,
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%8D%CF%83%CE%B9>



¹¹⁴ Η **Πολυτεχνειούπολη** είναι περιοχή κοντά στο κέντρο της Αθήνας. Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο αποτελείται από 8 σχολές μηχανικών και από τμήμα Φυσικής (ΣΕΜΦΕ). Εκτός από τα κτήρια στα οποία στεγάζονται οι αίθουσες διδασκαλίας περιλαμβάνει πλήθος εργαστηρίων. Επίσης στεγάζεται η Πρυτανεία, Κεντρική Βιβλιοθήκη, η Φοιτητική Λέσχη, Φοιτητικές εστίες αλλά και αθλητικές εγκαταστάσεις. Επίσης υπάρχουν χώροι πολιτιστικών δραστηριοτήτων.

Υπάρχουν 3 πύλες πρόσβασης στην Πολυτεχνειούπολη. Στα δυτικά υπάρχει η οδός Κοκκινοπούλου πάνω στην οποία υπάρχει και μια πύλη. Η πύλη Ζωγράφου είναι νότια και ανατολικά επί της Λεωφόρου Αλίμου Κατεχάκη υπάρχει και η τρίτη είσοδος.

Στο εσωτερικό του Πολυτεχνείου υπάρχουν διπλής κατεύθυνσης δρόμοι που συνδέουν τις διάφορες σχολές μεταξύ τους. Στους δρόμους αυτούς οι ταχύτητες είναι μικρές και υπάρχουν πολλές επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις λόγω του μεγάλου πλήθους φοιτητών που διασχίζουν τους δρόμους αυτούς.

Για αυτό το λόγο κατά μήκος των δρόμων αυτών υπάρχουν σαμαράκια που αναγκάζουν μεγάλη επιβράδυνση για να διασχιστούν με ασφάλεια.

¹¹⁴ Εικόνα από Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

Οι καταγραφές
Εθνικό Μετσόβιο
μικρή διάρκεια και



του οχήματος στο
Πολυτεχνείο είχαν

πραγματοποιούνταν κυρίως τις μεσημεριανές ώρες(13:00-16:00) τόσο κατά την έλευση του οχήματος στο πολυτεχνείο όσο και κατά την επιστροφή του στο Μαρούσι. Επίσης από τον Δεκέμβριο του 2019 ως και τον Φεβρουάριο του 2020 η μεταφορά του οχήματος ήταν σχεδόν καθημερινή στον χώρο του Πολυτεχνείου. Τον Μάρτη μέχρι με τον Ιούλιο η μεταφορά στον χώρο του Πολυτεχνείου ήταν αρκετά πιο σπάνια.

115 116

Κύριοι οδικοί άξονες μελέτης:

Η **Αττική οδός** είναι βασικός οδικός άξονας της Αττικής. Συνδέει πολλές περιοχές μεταξύ τους. Ο κεντρικός αυτοκινητόδρομος της είναι ο Αυτοκινητόδρομος 6 (Ελευσίνα-Σπάτα) που είναι και ο κεντρικός αυτοκινητόδρομος της Αττικής Οδού. Οι περιοχές στις οποίες υπάρχουν είσοδοι και έξοδοι από την Αττική οδό ξεκινώντας από τα δυτικά είναι οι εξής: η Ελευσίνα, η Μάνδρα, η Μαγούλα, ο Ασπρόπυργος, το Αιγάλεω, τα Άνω Λιόσια, οι Αχαρνές, η Μεταμόρφωση, το Ηράκλειο, η Λεωφόρος Κύμης, η Λεωφόρος Κηφισιάς, η Λεωφόρος Πεντέλης, η Λεωφόρος Δουκίσσης Πλακεντίας, η Ανθούσα, η Λεωφόρος Μαραθώνα(Λεωφόρος Μεσογείων), η Ραφήνα, η Κάντζα, η Παιανία και ο Αερολιμένας.¹¹⁷

Η είσοδος στην Αττική οδό γινόταν καθημερινά από την είσοδο του Λεωφόρου Κηφισιάς περίπου στην 10:00πμ. Η κατεύθυνση δεν ήταν συγκεκριμένη και άλλοτε ήταν προς την Ελευσίνα και άλλοτε προς τον αερολιμένα.

¹¹⁵ Wikipedia,30 Σεπτεμβρίου 2020, “Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο”, https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%B8%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%9C%CE%B5%CF%84%CF%83%CF%8C%CE%B2%CE%B9%CE%BF_%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CF%85%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B5%CE%AF%CE%BF

¹¹⁶ Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Χάρτης, <http://map.ntua.gr/google.htm>

¹¹⁷ Wikipedia,15 Μαρτίου 2020, “Αττική Οδός”, https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%9F%CE%B4%CF%8C%CF%82

Άλλοι αυτοκινητόδρομοι της Αττικής Οδού είναι ο αυτοκινητόδρομος Μαρκόπουλο-Λαύριο που συνδέει αυτές τις δύο περιοχές και καταλήγει στο βόρειο τμήμα του Σουνίου. Επίσης ο αυτοκινητόδρομος Περιφερειακή Λεωφόρος Υμηττού έχει αφετηρία στην οδό Αγίου Δημητρίου στα Σπάτα και καταλήγει στην Λεωφόρο Κατεχάκη στην Παπάγου. Ο αυτοκινητόδρομος Κορωπί-Αεροδρόμιο συνδέει αυτές τις 2 περιοχές που απέχουν απόσταση 6 χιλιομέτρων. Τέλος η Περιφερειακή Λεωφόρος Αιγάλεω συνδέει περιοχές της Δυτικής Αττικής και έχει αφετηρία στα Άνω Λιόσια και τερματισμό στον Σκαρामαγκά.

Κατά τις μεσημεριανές ώρες 13:00 με 14:30 το όχημα μεταφερόταν στην Πολυτεχνειούπολη κατά τη περίοδο Δεκεμβρίου 2019-Φεβρουαρίου 2020 αλλά και σε μερικές περιπτώσεις τους υπόλοιπους μήνες καταγραφών. Διέσχιζε την περιφερειακή Λεωφόρο Υμηττού και συνέχιζε προς την Λεωφόρο Κατεχάκη και από εκεί στην Πολυτεχνειούπολη.

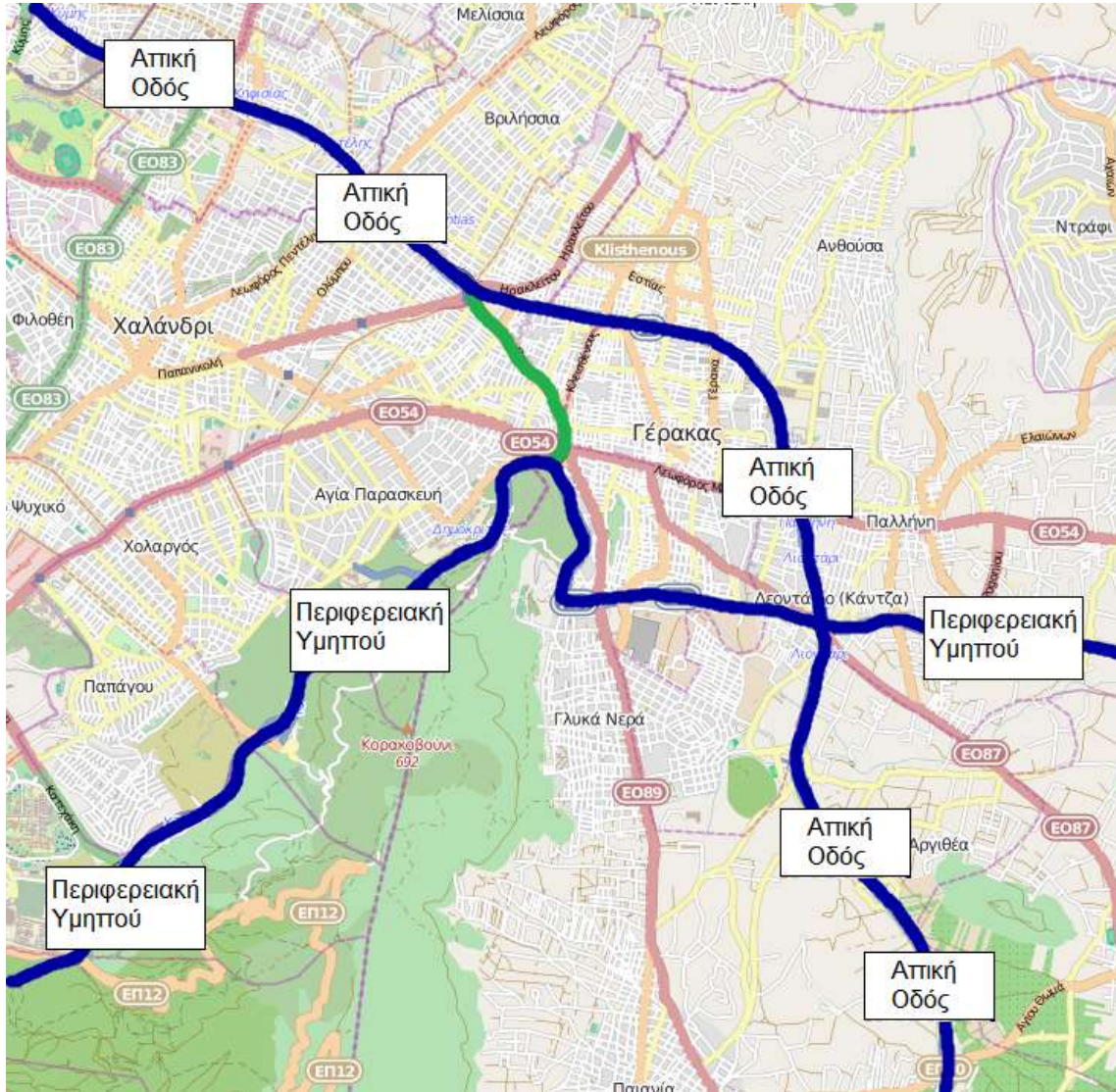
Αντίστοιχα η επιστροφή του οχήματος στην οδό Γραβιάς στο Μαρούσι από την Πολυτεχνειούπολη διαρκεί περίπου 14 λεπτά και απέχει απόσταση 9,2 km. Το όχημα εξέρχεται στην Λεωφόρο Κατεχάκη από την Πολυτεχνειούπολη και κατευθύνεται προς την Περιφερειακή Λεωφόρο του Υμηττού. Περίπου στο ύψος της Αγία Παρασκευής το όχημα συνεχίζει από την Περιφερειακή Λεωφόρο του Υμηττού στην Αττική Οδό και στη συνέχεια γίνεται έξοδος από την Αττική οδό στην έξοδο της Λεωφόρου Κηφισιάς. Από εκεί η οδός Γραβιά απέχει ένα με δύο λεπτά.

Οι άλλοι αυτοκινητόδρομοι της Αττικής οδού δεν είχαν καθημερινές καταγραφές και η χρησιμοποίησή τους δεν γινόταν σε τακτικό καθημερινό πλαίσιο αλλά ανάλογα με το απαιτούνταν η μετακίνηση σε κοντινές περιοχές. Για παράδειγμα για τη μετακίνηση από το Μαρούσι στον Ασπρόπυργο γινόταν η μεταφορά από τον κόμβο Κηφισιάς μέσω του αυτοκινητόδρομου Ελευσίνας-Σπάτα και στα άνω Λιόσια το όχημα συνέχιζε στην Περιφερειακή Λεωφόρο Αιγάλεω μέχρι και τον Ασπρόπυργο.

Γενικά οι ταχύτητες που αναπτύσσονται στην Αττική οδό είναι μεγάλες καθώς αποτελείται στο μεγαλύτερο τμήμα του από 3 λωρίδες ανόδου και 3 λωρίδες καθόδου. Έτσι τα μποτιλιάρια είναι σπάνια. Στάσεις κατά την κίνηση στην Αττική οδό πραγματοποιούνται στους σταθμούς διοδίων που βρίσκονται στην είσοδο των κόμβων που οδηγούν στην Αττική Οδό. Επίσης συχνό μποτιλιάρια κατά τις πρωινές ώρες υπάρχει στην έξοδο της Αττικής Οδού προς Λαμία με κατεύθυνση προς την Ελευσίνα. Η Περιφερειακή Λεωφόρος του Υμηττού περιέχει αρκετές στρόφες και στο μεγαλύτερο τμήμα 2 λωρίδες ανόδου και καθόδου άρα και συνεπώς μειωμένες ταχύτητες σε σχέση με τον αυτοκινητόδρομο Ελευσίνας-Σπάτα.

Πολλές φορές η απόσταση που χρειαζόταν να διανύσει το όχημα από μια περιοχή της Αττικής στην άλλη ήταν λίγο μεγαλύτερη με την επιλογή της χρήσης του οδικού άξονα της Αττικής Οδού. Παρόλα αυτά, επιλεγόταν καθώς ο χρόνος που χρειαζόταν ήταν μικρότερος σε σχέση με τον

απαιτούμενο χρόνο που θα χρειαζόταν μέσω κεντρικών λεωφόρων λόγω της μεγάλης κυκλοφοριακής τους συμφόρησης.



118

¹¹⁸ Wikipedia, 15 Μαρτίου 2020, "Αττική Οδός", https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%9F%CE%B4%CF%8C%CF%82

Λεωφόρος Κηφισού

Η Λεωφόρος Κηφισού είναι αυτοκινητόδρομος που συνδέει την περιοχή της Κηφισιάς με τον Πειραιά. Έχει μήκος 14 χιλιομέτρων και αποτελεί μέρος της Ευρωπαϊκής οδού 75 αλλά και του Αυτοκινητόδρομου 1. Ο Αυτοκινητόδρομος 1 είναι γνωστός ως και ΑΘΕ(Αθήνα- Θεσσαλονίκη- Εύζωνοι) ή παλιότερα ως Π.Α.Θ.Ε(Πάτρα- Αθήνα- Θεσσαλονίκη- Εύζωνοι).

Διασταυρώνεται από τα νότια προς τα βόρεια με τη Λεωφόρο Ποσειδώνος, την οδό Πειραιώς, την Πέτρου Ράλλη, την Ιερά οδό, την Λεωφόρο Αθηνών, την Λεωφόρο Κωνσταντινουπόλεως, την Λεωφόρο Δημοκρατίας αλλά και την Αττική οδό.

Έχει κόμβους στην Μεταμόρφωση, στον Κόκκινο Μύλο, στη Νέα Φιλαδέλφεια, στην Ανάκασα, στην οδό Αχαρνών, στους Άγιους Ανάργυρους, στην οδό Λιοσίων, στο Περιστέρι Βόρεια, στα Σεπόλια, στο Περιστέρι Νότια, στην Αθήνα, στο Αιγάλεω, στην Πέτρου Ράλλη, στον Άγιο Ιωάννη Ρέντη, στο Μοσχάτο και στο ΣΕΦ.

Σε όλο το μήκος της αποτελείται από τρεις λωρίδες ανόδου και τρεις λωρίδες καθόδου ενώ περιλαμβάνει και πολλές γέφυρες, παράδρομους αλλά και μεγάλο αριθμό εξόδων.

Μέγιστο όριο ταχύτητας έχει τα 80km/h.

Παρά τον μεγάλο αριθμό λωρίδων που διαθέτει η λεωφόρος Κηφισού έχει μεγάλα μποτιλιαρίσματα κατά τις αργές πρωινές ώρες ιδίως στο ύψος της Νέας Φιλαδέλφειας αλλά και κατά την περίοδο των μεσημεριανών ωρών. Έτσι πολλές φορές η αναπτυσσόμενη ταχύτητα του οχήματος είναι αρκετά μικρότερη από το μέγιστο επιτρεπτό όριο.

Έγινε χρήση αυτής της Λεωφόρου κυρίως τις πρωινές ώρες κατά την μετακίνηση του οχήματος από το Μαρούσι σε νότιες αλλά και δυτικές περιοχές της Αττικής(για παράδειγμα για το Ίλιον, για το Περιστέρι, τη Νέα Φιλαδέλφεια, τη Νέα Χαλκηδόνα, τους Άγιους Ανάργυρους, τα Άνω Πατήσια, το Αιγάλεω, το Μοσχάτο, την Νίκαια, τον Κορυδαλλό, Αγία Βαρβάρα, το Κερασίни, το Μοσχάτο και τον Πειραιά). Συγκεκριμένα το όχημα μεταφερόταν μέσω της Αττικής οδού από την έξοδο Κηφισιάς μέχρι τον κόμβο της Μεταμόρφωσης. Στη συνέχεια η οδήγηση συνεχιζόταν στον Κηφισό με κατεύθυνση τον Πειραιά. Η ίδια διαδρομή ακολουθούνταν με ανάποδη κατεύθυνση κατά τις μεσημεριανές ώρες όταν χρειαζόταν η επιστροφή του οχήματος από τις προαναφερθείσες περιοχές απευθείας στην οδό Γραβιάς στο Μαρούσι.

¹¹⁹ Wikipedia, 26 Δεκεμβρίου 2019, "Λεωφόρος Κηφισού", https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B5%CF%89%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82_%CE%9A%CE%B7%CF%86%CE%B9%CF%83%CE%BF%CF%8D

Λεωφόρος Κηφισιάς

Η λεωφόρος αυτή συνδέει το κέντρο της Αθήνας με το βόρειο τμήμα της. Συγκεκριμένα έχοντας ως αφετηρία το κέντρο της Αθήνας, συνεχίζει στους Αμπελόκηπους και συνδέεται με το Ψυχικό, το Νέο Ψυχικό, την Φιλόθην, το Χαλάνδρι, το Μαρούσι, την Κηφισιά αλλά και τη Νέα Ερυθραία.

Στα βόρεια η συνέχεια του δρόμου είναι η οδός Ελευθερίου Βενιζέλου στο ύψος της Νέας Ερυθραίας και στα νότια η συνέχεια της λεωφόρου είναι η Λεωφόρος Βασιλίσσης της Σοφίας. Η Λεωφόρος της Βασιλίσσης της Σοφίας αρχίζει από την διασταύρωση της Λεωφόρου Κηφισιάς με την Λεωφόρο Αλεξάνδρας.

Συναντάει πέρα από την Λεωφόρο Αλεξάνδρας και την Κατεχάκη, την Δημητρίου Βασιλείου & 25ης Μαρτίου, την Εθνικής Αντιστάσεως, την Λεωφόρο Καποδιστρίου & Κωνσταντίνου Παλαιολόγου & Παπανικολή, την Ριζαρείου & Λεωφόρος Ολυμπιονίκη Σπύρου Λούη, την Αττική οδό στο κόμβο της Κηφισιάς, την Αγίου Κωνσταντίνου, την Πεντέλης αλλά και την Θεοδώρου Δηλιγιάννη.

120

Αποτελεί βασικό εμπορικό άξονα της Αττικής καθώς κατά το μήκος της υπάρχουν πολλές εθνικές εταιρείες, ξενοδοχεία, μεγάλα ιατρικά κέντρα, πολλές πρεσβείες. Για αυτό το λόγο είναι και υπερφορτωμένος οδικός άξονας και οι ταχύτητες ανάπτυξης των οχημάτων σε αυτήν την οδό είναι ως εκ τούτου χαμηλές.

Η μετακίνηση από την λεωφόρο Κηφισιάς δεν ήταν τόσο συχνή και γινόταν για την μετακίνηση από το Μαρούσι μόνο σε αρκετά κοντινές περιοχές(Κηφισιά, Βριλήσσια , Μελίσσια). Γενικά όσο ήταν εφικτό αποφευγόταν η μετακίνηση μέσω αυτού του δρόμου λόγω της μεγάλης κυκλοφοριακής συμφόρησης.

¹²⁰ Wikipedia,27 Ιουνίου 2020, " Λεωφόρος Κηφισιάς" ,https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B5%CF%89%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82_%CE%9A%CE%B7%CF%86%CE%B9%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%82



121

6.ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΥΚΛΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

6.1 Τρόποι κατασκευής κύκλων πόλεων

Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι και τρόποι από τους οποίους μπορούν να προκύψουν κύκλοι πόλεων. Οι 2 πιο γνωστοί μέθοδοι δημιουργίας είναι οι εξής:

¹²¹ Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

-Μέθοδος Microtips

Ως microtrip ορίζουμε το τμήμα καταγραφής ταχύτητας χρόνου που αποτελείται από μια φάση ακινησίας(μηδενικής ταχύτητας) και μια φάση κίνησης(μη μηδενικής ταχύτητας) . Παρόλα αυτά η κάθε μία από αυτές τις φάσεις είναι μοναδική σε κάθε microtrip. Χωρίζονται όλες οι καταγραφές ταχυτήτων- χρόνου σε επιμέρους microtrips. Αυτά τα microtrips στη συνέχεια αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων. Επίσης ταξινομούνται σε κλάσεις ανάλογα την χρονική περίοδο του κάθε ενός από αυτού. Στη συνέχεια προστίθενται τυχαία microtrips μέχρι να προκύψουν ένας ικανοποιητικός αριθμός κύκλων οδήγησης με τον κατάλληλο αλγόριθμο. Από τους κατασκευασμένους κύκλους επιλέγουμε αυτόν που τα χαρακτηριστικά (μέσης ταχύτητας, μέσης επιτάχυνσης και άλλων) να προσεγγίζουν όσο καλύτερα τα γενικά αυτά χαρακτηριστικά των καταγραφών της οδήγησης.

122

-Μέθοδος Markov Chain

Αναλυτικότερη μέθοδος ανάπτυξης κύκλων οδήγησης είναι η μέθοδος Markov Chain. Αυτός ο κύκλος αποτελεί στοχαστική διαδικασία, δηλαδή η κάθε μελλοντική κατάσταση κίνησης στην οποία θα βρεθεί το όχημα δεν εξαρτάται από όλες τις προηγούμενες καταστάσεις της κίνησης, αλλά μόνο από την παρούσα κατάσταση.

Έτσι κάθε κατάσταση ορίζεται από 1 ζεύγος μεγεθών, την ταχύτητα και την επιτάχυνση, δηλαδή κάθε κατάσταση συμβολίζεται ως x_n (u_n , a_n), όπου x_n η παρούσα κατάσταση κίνησης, u η ταχύτητα και a η επιτάχυνση. Η μετάβαση από την κατάσταση αυτήν στην κατάσταση x_{n+1} (u_{n+1} , a_{n+1}) καθορίζεται από τον πίνακα πιθανών μεταβάσεων (Transition Probability Matrix). Αυτός ο πίνακας κατασκευάζεται μετά από στατική επεξεργασία των καταγραφών ταχύτητας και επιτάχυνσης όλων των καταστάσεων κίνησης και περιέχει τις πιθανότητες μετάβασης από κάθε κατάσταση κίνησης σε όλες τις υπόλοιπες. Συνεπώς γνωρίζοντας το πρώτο σημείο της κίνησης μπορούμε να βρούμε και τα υπόλοιπα ακολουθώντας την μεγαλύτερη πιθανότητα μετάβασης από τη μία κατάσταση στην άλλη.

123

¹²² ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. , Καθηγητής Ε.Μ.Π,ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας»,σ73

¹²³ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. , Καθηγητής Ε.Μ.Π,ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας»,σ74

Εναλλακτικά είναι δυνατό τα δεδομένα καταγραφών να χωριστούν σε κλάσεις ανάλογα την τιμή της ταχύτητας τους. Κάθε κλάση περιέχει 4 διαστήματα. Αυτά είναι τα διαστήματα επιτάχυνσης, επιβράδυνσης, σταθερής ταχύτητας και το διάστημα στο οποίο το όχημα είναι ακίνητο. Για κάθε καταγραφή υπολογίζεται η πιθανότητα μετάβασης από την τωρινή κατάσταση σε άλλο διάστημα της ίδιας κλάσης και σε όλα τα άλλα διάστημα των άλλων κλάσεων.

Συνεπώς είναι αντιληπτό ότι απαιτεί λιγότερο χρόνο η μέθοδος αυτή καθώς χρειάζεται η δημιουργία ενός μόνο κύκλου οδήγησης. Αντίθετα, η μέθοδος των *microtrips* απαιτεί την δημιουργία πολλών κύκλων οδήγησης από τους οποίους διαλέγεται ο πιο αντιπροσωπευτικός των πραγματικών καταγραφών. Παρόλα αυτά η δημιουργία του Πίνακα Μετάβασης (Transition Probability Matrix) αποτελεί μια αρκετά χρονοβόρα και απαιτητική διαδικασία. Η μέθοδος Markov Chain λόγω της στοχαστικότητας της παράγει πιο αντιπροσωπευτικούς κύκλους οδήγησης.

124

6.2 Εκτέλεση του κώδικα σε Matlab

6.2.1 Επιμέρους τμήματα του κώδικα

A Αποστολή αρχείων καταγραφής

Όπως έχει ήδη αναφερθεί μετά το τέλος των καταγραφών είναι δυνατή η αποστολή των αρχείων .csv (comma separated values) σε email. Τα συγκεκριμένα αρχεία ανοίγουν μέσω της εφαρμογής excel. Τα αρχεία αυτά περιλαμβάνουν στήλες με την ημερομηνία καταγραφής, την ώρα, την ταχύτητα του οχήματος καθώς και όλα τα υπόλοιπα μεγέθη τα οποία έχουν καταγραφεί. Το κάθε μέγεθος από το επόμενο χωρίζεται με κόμμα. Η μορφή αυτών των αρχείων αυτών φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Η δυσκολία με αυτά τα αρχεία είναι ότι όλα τα μεγέθη εμφανίζονται στην πρώτη στήλη καθώς επίσης καθώς επίσης και η εμφάνιση τους κάποιων περιέργων χαρακτήρων στο πλαίσιο της ημερομηνίας και ώρας τόσο καταγεγραμμένα από την συσκευή OBD όσο και από το GPS.

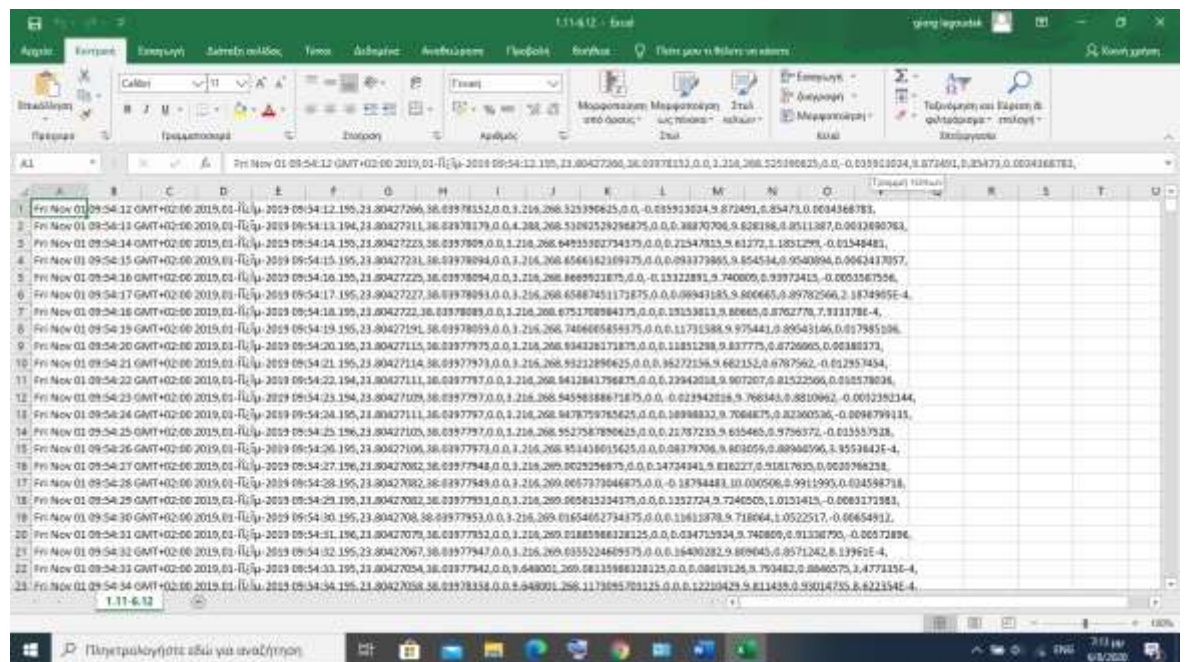
Επίσης ένα άλλο πρόβλημα το οποίο προέκυψε είναι ότι τα αρχεία καταγραφών που στάλθηκαν από την εφαρμογή Torque Lite και από την εφαρμογή Torque είχαν μία σημαντική διαφορά. Κάθε αρχείο csv που στάλθηκε μέσω της εφαρμογής Torque Lite περιείχε παραπάνω από μια καταγραφή. Συγκεκριμένα συμπεριλάμβανε διαφορετικές καταγραφές τόσο της ίδιας μέρας όσο και άλλων ημερών. Αντίθετα τα αρχεία .csv που στάλθηκαν από την εφαρμογή Torque περιλάμβανε το κάθε ένα μία καταγραφή.

¹²⁴ Lehe, B. V. Markov Chain, Explained Visually” <https://setosa.io/ev/markov-chains/>

Σημείωση: Όταν λέμε καταγραφή εννοούμε την κίνηση του οχήματος που ξεκινάει από την έναρξη του κινητήρα μέχρι την εσκεμμένη λήξη του κινητήρα.

Αν υπάρξει άμεση επανεκκίνηση του κινητήρα δεν έχει υπάρξει νέα καταγραφή

Τέλος είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι όλα τα αρχεία που στάλθηκαν από την εφαρμογή Torque δίδεθταν 12 καταγεγραμμένα μεγέθη. Αντίθετα κάποια από τα αρχεία που σταλθήκαν από την Torque αποτελούνταν από 12 και τα περισσότερα από 60 μεγέθη.



B. Αποθήκευση των αρχείων στον υπολογιστή

Τα αρχεία καταγραφής αποθηκεύτηκαν σε 2 ξεχωριστούς φακέλους στην επιφάνεια εργασίας. Ο ένας φάκελος περιλάμβανε τα αρχεία των 12 μετρούμενων μεγεθών και ο άλλος τα αρχεία με τα 60 μετρούμενα μεγέθη. Ο διαχωρισμός αυτός έγινε ώστε να διευκολυνθεί η επεξεργασία τους.

Γ. Διάβασμα αρχείων στο Matlab

Τα αρχεία αυτά που βρίσκονται στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή πρέπει να διαβαστούν από την εφαρμογή Matlab. Διαβάζουμε κάθε φάκελο με τα αρχεία τους ξεχωριστά. Το διάβασμα γίνεται σε όλο το φάκελο και όχι σε κάθε αρχείο ξεχωριστά με αποτέλεσμα να εξοικονομείται πολύτιμος χρόνος εκτέλεσης του κώδικα.

Δ. Κατασκευή πινάκων στο Matlab.

Για να άρουμε το πρόβλημα εμφάνισης όλων των μεγεθών της καταγραφής σε μια στήλη κατασκευάζουμε πίνακες cell στο Matlab. Συγκεκριμένα κάθε κελί του πίνακα αποτελείται από τον πίνακα μεγεθών ενός αρχείου csv. Έτσι φτιάχνουμε 2 cell πίνακες, έναν για τα αρχεία με τα 12 μεγέθη και ένα άλλο με τα αρχεία με τα 60 μεγέθη. Συνεπώς πλέον ο κάθε πίνακας αποτελείται από 12 ή αντίστοιχα 60 στήλες όσα είναι και τα μετρούμενα μεγέθη τους.

Ε. Μετατροπή των πινάκων σε νέα excel αρχεία

Εξαιτίας κάποιας δυσκολίας επεξεργασίας των μεγεθών των πινάκων, φτιάχνονται νέα αρχεία excel όπου κάθε ένα θα αντιστοιχεί σε ένα αρχείο csv. Η μόνη διαφορά είναι ότι τα καινούργια αρχεία έχουν τόσες στήλες όσα και τα μεγέθη καταγραφής. Όλα τα αρχεία.xls αποθηκεύονται μέσω εντολών του Matlab σε συγκριμένο φάκελο στον υπολογιστή. Η εμφάνιση των αρχείων αυτών φαίνεται παρακάτω.

GPS Time	Device Tr	Longitude	Latitude	GPS Speed	Horizontal Altitude	Bearing	G(x)	G(y)	G(z)	G(calibrat)	Accelerati	Accelerati	Accelerati	Accelerati	Ambient (Average ti	Average ti	CO2, in g	CO2
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4652	0	-0.38043	1.070549	9.309854	0.029477	0.012627	0.03429	-0.17084	0.046824	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4679	0	-0.38043	1.070549	9.309854	0.029477	0.012627	0.03429	-0.17084	0.046824	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4639	0	-0.39975	1.345133	9.809045	0.006689	0.009649	0.035632	-0.17523	0.046079	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4857	0	-0.61052	1.328782	9.867702	0.007919	0.011398	0.03429	-0.17694	0.050642	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4386	0	-0.61067	1.338359	9.827001	0.008547	0.011774	0.032562	-0.17706	0.050886	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	9.648001	264.4603	0	-6.4177	1.223994	9.831789	0.005393	0.011649	0.035266	-0.1767	0.050886	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	9.648001	264.4635	0	-6.6112	1.347936	9.803059	0.006286	0.01095	0.037097	-0.1767	0.050276	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4634	0	-0.63411	1.339506	9.797073	0.006994	0.009798	0.035632	-0.17682	0.049056	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4883	0	-0.61651	1.338309	9.812833	0.006285	0.011414	0.035876	-0.17548	0.05032	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4679	0	-0.65481	1.338309	9.834184	0.009428	0.010351	0.037951	-0.17206	0.0493	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4847	0	-0.62728	1.339905	9.810242	0.008801	0.010302	0.035023	-0.17682	0.049544	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4846	0	-0.61566	1.345541	9.807647	0.008282	0.012109	0.035876	-0.17658	0.051374	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4676	0	-6.4213	1.332373	9.804255	0.006043	0.010278	0.0349	-0.17719	0.049544	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	9.648001	264.4966	0	-5.1894	1.368286	9.846549	0.006853	-0.00267	0.026602	-0.20928	0.039781	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	9.648001	264.4713	0	-0.68354	1.323994	9.78989	0.004966	0.009788	0.030263	-0.17865	0.048933	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	9.648001	264.4705	0	-0.64045	1.334767	9.803059	0.00699	0.010409	0.034412	-0.17645	0.049544	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	9.648001	264.4802	0	-6.6177	1.340753	9.79827	0.005399	0.010421	0.036975	-0.17694	0.049788	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	9.648001	264.4785	0	-0.62489	1.335905	9.793482	0.00641	0.010481	0.03551	-0.17719	0.049788	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	9.648001	264.4796	0	-0.662	1.369628	9.803059	0.00949	0.010771	0.03246	-0.18011	0.050276	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	9.648001	264.4752	0	-0.80454	1.345147	9.822212	0.010113	0.003651	0.035266	-0.17658	0.044734	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4648	0	-0.63608	1.346738	9.799487	0.009356	0.010478	0.031612	-0.17633	0.04992	54.73981	43.37641	752.4908	0
Fri Mar 13 13:13:00-2	23.80434	38.03974	0	10.72	264.4380	0	-0.82968	1.343147	9.797073	0.00929	0.011836	0.031612	-0.1767	0.05111	54.73981	43.37641	752.4908	0

ΣΤ. Εισαγωγή των αρχείων.xls στο Matlab

Ακολουθεί η εισαγωγή των αρχείων αυτών στο Matlab μέσω μιας εντολής.

Z. Κατασκευή νέων πινάκων στο Matlab

Φτιάχνονται ένας αριθμητικός cell πίνακας και ένας αλφαριθμητικός cell πίνακας. Το κάθε κελί τους αντιστοιχεί με ένα σταλμένο αρχείο είτε από την εφαρμογή Torque είτε την Torque Lite. Άρα κάθε κελί του cell είναι ένας επιπλέον υποπίνακας που περιλαμβάνει τα μεγέθη που μετρήθηκαν.

H. Αφαίρεση περιεργων χαρακτήρων

Οι πρώτες 2 στήλες σε κάθε υποπίνακα είναι τα μεγέθη GPS Time και το Device Time. Όμως και τα 2 αυτά μετρούμενα μεγέθη πλην της πληροφορίας που δίνουν περιέχουν και κάποιους επιπλέον πληροφορίες οι οποίοι θα εξαλειφθούν για την καλύτερη εποπτεία των αποτελεσμάτων.

Για παράδειγμα από την στήλη GPS Time το Wed Dec 18 17:04:45 GMT+02:00 2019 θα γίνει Dec18 2019 και από τη στήλη Device Time το 18-Ξ"ΞμΞ1-2019 17:04:45,526 θα γίνει 17:04:45,526.

Θ. Χωρισμός αρχείων OBD Lite σε επιπλέον καταγραφές

Όπως προαναφέρθηκε κάθε αρχείο csv που στάλθηκε μέσω της εφαρμογής Torque Lite περιείχε παραπάνω από μια καταγραφή. Συνεπώς για 4 αυτά αρχεία έπρεπε να επεξεργαστούν ώστε να έχουν κοινή μορφή με τα αρχεία που εξάχθηκαν από την εφαρμογή Torque. Συγκεκριμένα στα αρχεία .xls μεταξύ 2 διαφορετικών καταγραφών υπήρχε γραμμή με τους τίτλους των μεγεθών σε κάθε στήλη. Έτσι με τον κατάλληλο κώδικα το κάθε αρχείο χωριζόταν σε επιμέρους καταγραφές. Επιπλέον φτιάχτηκε καινούργιος cell πίνακας με όλες τις καταγραφές. Κάθε κελί του περιείχε μοναδική καταγραφή.

I. Επεξεργασία καταγραφών

Όπως προαναφέρθηκε οι καταγραφές των μετρήσεων ξεκινάν μόλις ξεκινήσει η λειτουργία της μηχανής πριν το όχημα αρχίσει να κινείται. Επίσης σταματάν μόλις ακινητοποιηθεί το όχημα και αφού σταματήσει η λειτουργία του κινητήρα. Αυτό συμβαίνει διότι το όχημα εκπέμπει ρύπους ακόμα και στην άφορτη λειτουργία του.

Συνεπώς όλες οι καταγραφές ξεκινάν με μηδενική ταχύτητα. Διασφαλίζουμε με κώδικα μέσω του Matlab ότι όλες οι καταγραφές ξεκινάν και τελειώνουν με 3 δευτερόλεπτα ακινησία.

Επίσης λόγω των σφαλμάτων που αναφέρθηκαν στην ενότητα 5.2 υπάρχουν μηδενικές ταχύτητες σε φάσεις κίνησης και μη μηδενικές σε φάσεις ακινησίας. Μέσω ειδικού κώδικα στο Matlab αντικαθίστανται οι μη μηδενικές τιμές ταχύτητας με μηδενικές. Βασική προϋπόθεση για την αντικατάσταση αποτελεί οι μη μηδενικές ταχύτητες να έχουν διάρκεια ως και 3 δευτερόλεπτα. Αντίστοιχα αντικαθίστανται οι μηδενικές τιμές ταχύτητας διάρκειας ως και 2

δευτερόλεπτα με μη μηδενικές. Ως μη μηδενικές επιλέγεται ο μέσος όρος των μη μηδενικών τιμών που περικλείαν τις μηδενικές τιμές.

Η επιλογή της διάρκειας των μόνο 2 δευτερολέπτων για την περίπτωση των μηδενικών τιμών της ταχύτητας συνέβη διότι εύκολα το όχημα σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης μπορεί να εμφανίσει 3 συνεχόμενα δευτερόλεπτα μηδενική ταχύτητα χωρίς να πρόκειται για σφάλμα.

ΙΑ. Στατιστική ανάλυση καταγραφών

Σε αυτό το σημείο γίνονται στατιστική ανάλυση των καταγραφών. Συγκεκριμένα αναλύονται τα συγκεκριμένα μεγέθη:

- Απόσταση που διανύθηκε σε km
- Μέση απόσταση ανά καταγραφή σε km
- Συνολική χρονική διάρκεια καταγραφών σε s
- Μέση διάρκεια κάθε καταγραφής σε s
- Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης σε σχέση με το συνολικό χρόνο όλων των καταγραφών
- Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης σε σχέση με το συνολικό χρόνο όλων των καταγραφών
- Ποσοστό χρόνου κίνησης σε σχέση με το συνολικό χρόνο όλων των καταγραφών
- Ποσοστό χρόνου ακινησίας σε σχέση με το συνολικό χρόνο όλων των καταγραφών. Είναι φανερό ότι το άθροισμα του ποσοστού χρόνου κίνησης του οχήματος και του ποσοστού χρόνου της ακινησίας πρέπει να είναι 100%.
- Μέση ταχύτητα με στάσεις σε km/h . Οι μετρήσεις των ταχυτήτων αντλούνται από το GPS
- Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις σε km/h.
- Μέγιστη ταχύτητα σε km/h
- Μέση επιτάχυνση σε m/s^2
- Μέση επιβράδυνση σε m/s^2
- Μέσος αριθμός στάσεων
- Μέσος χρόνος στάσεων σε s
- Μέσος ρυθμός εκπομπών CO₂ σε g/km. Αυτό το μέγεθος υπολογίζεται από τις μέσες μετρήσεις συγκεντρώσεων του CO₂

Τα παραπάνω μεγέθη υπολογίζονται και για το σύνολο των καταγραφών του οχήματος αλλά και για άλλες υποκατηγορίες. Για παράδειγμα για κάθε μήνα υπολογίζονται ξεχωριστά τα παραπάνω μεγέθη. Επίσης άλλη κατηγοριοποίηση μπορεί να αφορά την περίοδο της ημέρας, την μέρα της βδομάδας. Επίσης μπορεί να γίνει κατηγοριοποίηση με βάση την περιοχή των καταγραφών. Τέλος

τα παραπάνω μεγέθη μπορούν να υπολογιστούν για ένα συνδυασμό από τις παραπάνω κατηγορίες.

125

Ο υπολογισμός για κάθε ένα από τα παραπάνω μεγέθη έγινε μέσω προγραμμάτων στο Matlab. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης καθώς και διαγράμματα παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

ΙΒ. Χωρισμός καταγραφών σε microtrips

Όπως ήδη αναφέρθηκε ένα microtrip αποτελείται από 2 μεταβατικές φάσεις: μια φάση ακινησίας και από μια φάση κίνησης του οχήματος. Η φάση ακινησίας διαρκεί τουλάχιστον τα πρώτα 3 δευτερόλεπτα για κάθε microtrip. Επόμενη φάση ακινησίας σημαίνει νέο microtrip.

Για κάθε καταγραφή κίνησης του οχήματος χωρίζεται σε επιμέρους microtrips. Κάθε καταγραφή περιέχει διαφορετικό αριθμό microtrip.

Για να γίνει αυτό αρχικά υπολογίζεται ο αριθμός των microtrips που περιλαμβάνει κάθε καταγραφή. Επίσης βρίσκονται οι θέσεις στον πίνακα κάθε καταγραφής στον οποίο ξεκινάει νέο microtrip. Έτσι κατασκευάζεται cell πίνακας μιας σειράς και με τόσες στήλες όσο ο αριθμός των microtrips όλων των καταγραφών. Κάθε κελί περιέχει ένα Microtrip (με όλα τα μετρούμενα μεγέθη της).

ΙΓ. Αφαίρεση microtrips

Για να εξασφαλιστεί η αντιπροσωπευτικότητα των μετρήσεων πρέπει να αφαιρεθούν τα microtrips που η χρονική τους διάρκεια απέχει πολύ από τη μέση τιμή τους. Έγινε αφαίρεση μόνο των microtrips που η χρονική τους διάρκεια ήταν πάνω από μια συγκεκριμένη τιμή η οποία υπολογίστηκε. Δεν αφαιρέθηκαν microtrips με μικρή χρονική διάρκεια καθώς ήταν πολλά στον αριθμό και έτσι η παράλειψη τους θα έβγαζε εσφαλμένα αποτελέσματα.

Ο αριθμός των microtrips που αφαιρέθηκαν αποτελεί το 5% του συνολικού τους αριθμό. Με αυτόν τον τρόπο διατηρήθηκε μεγάλος αριθμός καταγραφών (95%) αλλά αφαιρέθηκαν και microtrips που θα αλλοίωναν την αντιπροσωπευτικότητα των μετρήσεων εξαιτίας της σπανιότητάς τους αλλά και τη μεγάλης απόκλισης τους από τη μέση τιμή διάρκειας κάθε καταγραφής.

¹²⁵ Μεγέθη από εφαρμογή :Torque

ΙΔ. Χωρισμός των *Microtrips* σε κλάσεις χρονικής διάρκειας

Σε αυτό το στάδιο τα *microtrips* (μετά από την αφαίρεση ενός μικρού ποσοστού) χωρίζονται σε κλάσεις ανάλογα με την χρονική διάρκεια τους. Ο χωρισμός σε κλάσεις μπορεί να γίνει και με βάση την μέση ταχύτητα κάθε *microtrip* ή με βάση την μέση επιτάχυνση κάθε *microtrip*. Επιλέχθηκε στην περίπτωση μας η κατηγοριοποίηση των *microtrips* με βάση τη χρονική τους διάρκεια.

Ο αριθμός των κλάσεων έγινε με βάση τον κανόνα του Sturges:

$$k=1+3,322\log_{10}(n)$$

, όπου k ο αριθμός των κλάσεων και n ο συνολικός αριθμός των *microtrips* όλων των καταγραφών.

Το πλάτος της κάθε κλάσης υπολογίζεται ως εξής:

$$\delta=(M-m)/k$$

οπού δ το πλάτος της κάθε κλάσης, M η μέγιστη διάρκεια και m η ελάχιστη διάρκεια όλων των *microtrips*.

Με κατάλληλο πρόγραμμα στο Matlab προκύπτει ένας πίνακας που έχει τόσες στήλες όσες ο αριθμός των κλάσεων και αριθμό γραμμών όσα τα *microtrip* της κάθε κλάσης. Έτσι η κάθε στήλη του πίνακα αντιπροσωπεύει κάθε κλάση. Όλες οι γραμμές από κάτω από κάθε στήλη έχουν τα *microtrips* αυτής της κλάσης.

128

ΙΕ. Δημιουργία των κύκλων

Αποτελεί το βασικό στάδιο, καθώς αποτελεί το στάδιο στο οποίο δημιουργούνται οι κύκλοι. Συγκεκριμένα δημιουργείται ένας συγκεκριμένος αριθμός κύκλων από τους οποίους στη συνέχεια επιλέγεται ο πιο αντιπροσωπευτικός. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κύκλων που δημιουργείται, αυξάνεται η πιθανότητα εύρεσης ενός πιο αντιπροσωπευτικού κύκλου.

Με ειδική εντολή παράγονται 2 τυχαίοι αριθμοί. Ο πρώτος διαλέγεται μεταξύ του 1 και του συνολικού αριθμού των κλάσεων και ο δεύτερος μεταξύ του 1 και του

¹²⁶ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ., Καθηγητής Ε.Μ.Π., ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας», σ87

¹²⁷ Ε.Ξεκαλάκη ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ:“ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 ΕΚΤΙΜΗΤΙΚΗ:ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ”

¹²⁸ Μηχανολόγοι Μηχανικοί, “Κεφάλαιο 1:ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ”, <https://users.auth.gr/dkugiu/Teach/CivilEngineer/descriptive.pdf>,σ10,11

συνολικού αριθμού των microtrips που έχει η κλάση που αντιστοιχεί στον πρώτο τυχαία παραγόμενο αριθμό.

Ανάλογα με τους 2 παραγόμενους αριθμούς προστίθεται το αντίστοιχο microtrip στον δημιουργούμενο κύκλο. Αυτό επαναλαμβάνεται μέχρι η διάρκεια του κύκλου να γίνει προσεγγιστικά ίση με τη μέση διάρκεια όλων των καταγραφών που έχει προηγουμένως υπολογιστεί στο στάδιο ΙΑ.

Δημιουργούνται τόσο κύκλοι όσοι αυτοί που είχαν αποφασιστεί.

129

ΙΣΤ. Υπολογισμός μεγεθών κύκλου

Σε αυτό το στάδιο υπολογίζονται χαρακτηριστικά μεγέθη κίνησης για κάθε έναν από τους κατασκευασμένους κύκλους του προηγούμενου βήματος.

Συγκεκριμένα τα μεγέθη που θα συγκριθούν με τα αντίστοιχα των συνολικών καταγραφών ώστε να επιλεγθεί ο πιο αντιπροσωπευτικός είναι τα εξής:

- Μέσος χρόνος οδήγησης(s)
- Μέση ταχύτητα συμπεριλαμβανόμενων των στάσεων(km/h)
- Μέση ταχύτητα χωρίς τις στάσεις(km/h)
- Μέση επιτάχυνση (m/s^2)
- Μέση επιβράδυνση (m/s^2)
- Μέσος χρόνος σε κίνηση (s)
- Μέσος χρόνος σε στάση(s)
- Μέσος αριθμός στάσεων

130

ΙΖ. Επιλογή του πιο αντιπροσωπευτικού κύκλου

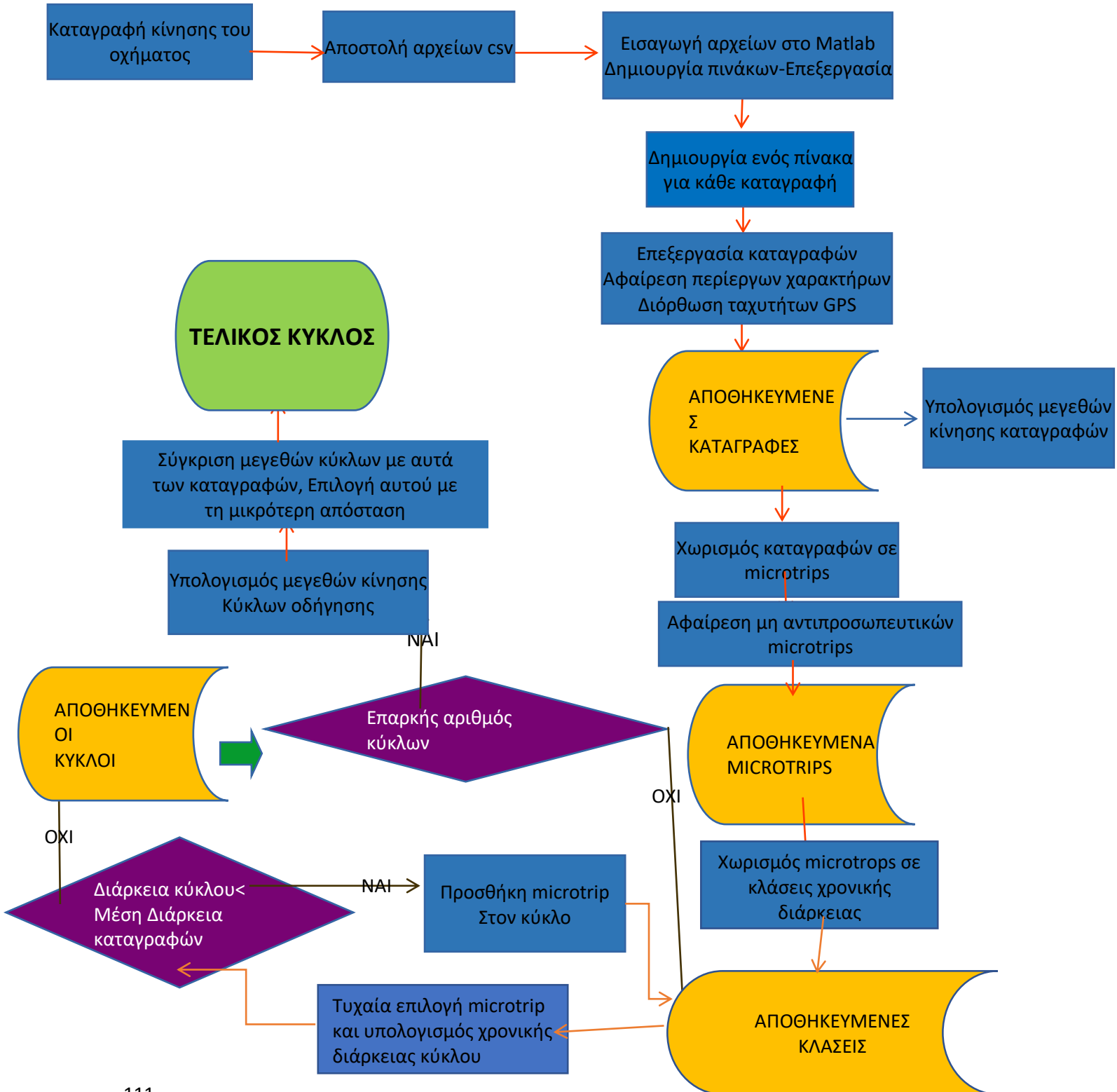
Τα παραπάνω υπολογιζόμενα μεγέθη για κάθε κύκλο συγκρίνονται με τα αντίστοιχα μεγέθη των συνθηκών της πραγματικής οδήγησης όπως υπολογίστηκαν στο βήμα ΙΑ. Η σύγκριση γίνεται με το τετράγωνο της διαφοράς των μεγεθών αυτών με αυτά της συνολικής καταγραφής και προκύπτουν πολλά αποτελέσματα. Στη συνέχεια αθροίζονται όλα τα αποτελέσματα για κάθε κύκλο

¹²⁹ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. , Καθηγητής Ε.Μ.Π,ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας»,σ90

¹³⁰ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. , Καθηγητής Ε.Μ.Π,ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: «Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας»,σ91

και βρίσκονται τα τετράγωνα τους. Αυτός ο κύκλος με την μικρότερη τελική τιμή επιλέγεται ως αντιπροσωπευτικός καθώς απέχει το λιγότερο από τα πραγματικά δεδομένα.

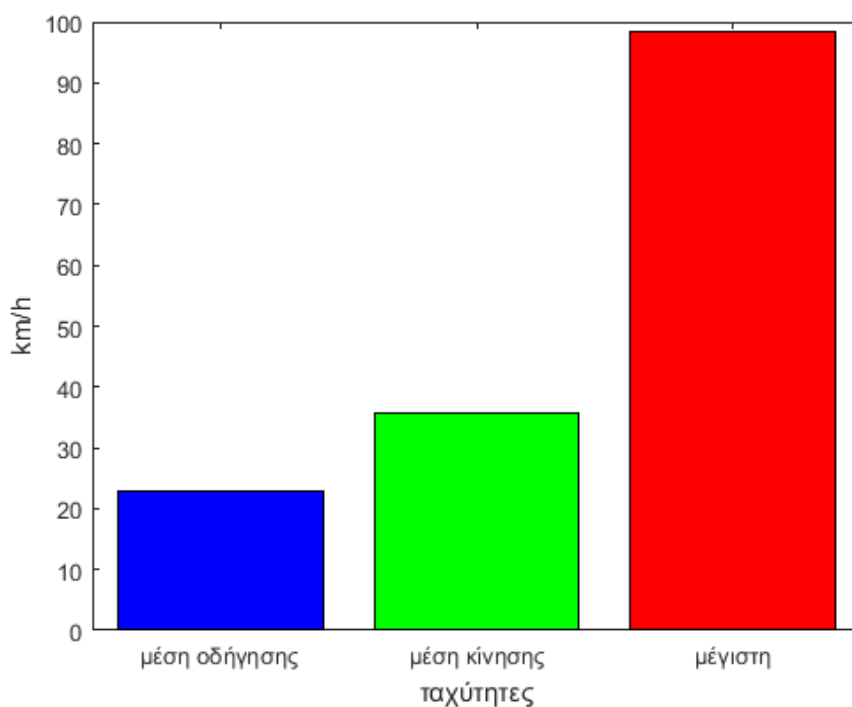
6.2.2. Διάγραμμα ροής δημιουργίας κύκλου πόλης με τη διαδικασία microtrips.



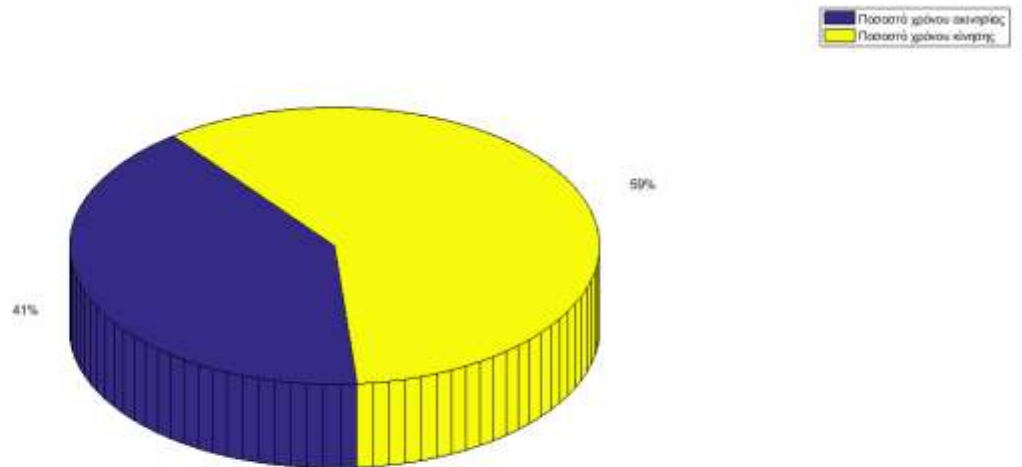
7.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1Συνολική καταγραφή

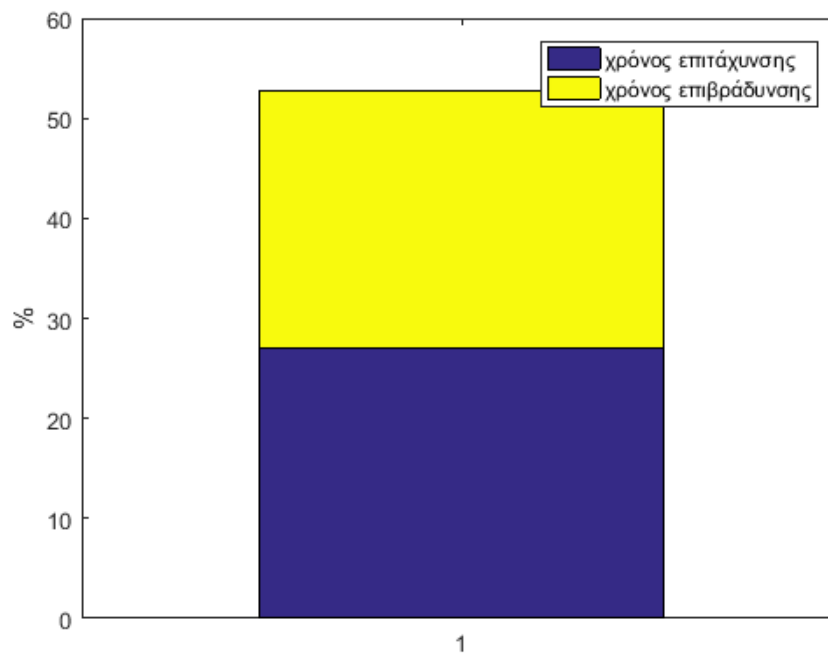
Έγιναν μετρήσεις πολλών μεγεθών χαρακτηριστικών της κίνησης του οχήματος αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της μηχανής. Από όλες τις καταγραφές υπολογίστηκαν τα παρακάτω μετρούμενα μεγέθη όπως εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα. Επίσης ακολουθούν διαγράμματα απεικόνισης αυτών των μεγεθών. Στον πίνακα επιπρόσθετα υπάρχουν και τα υπολογιζόμενα μεγέθη όπως αυτά προέκυψαν από την διαδικασία δημιουργίας του κύκλου πόλης.



Διάγραμμα 1: Σύγκριση μέσης ταχύτητας με στάσεις, μέσης ταχύτητας χωρίς στάσεις και μέγιστης ταχύτητας.



Διάγραμμα 2: Κάλυψη των συνολικών καταγραφών σε διαστήματα κίνησης και ακινησίας



Διάγραμμα 3: Το ποσοστό χρόνου στο οποίο το όχημα επιταχύνει και επιβραδύνει

Όπως παρατηρούμε κάθε καταγραφή έχει μέση διάρκεια περίπου 30 λεπτά και η μέση διάρκεια της ακινησίας κάθε καταγραφής είναι τα 12 λεπτά. Αυτό σημαίνει ότι ένα μεγάλο χρονικό διάστημα σε κάθε καταγραφή το όχημα ήταν ακίνητο.

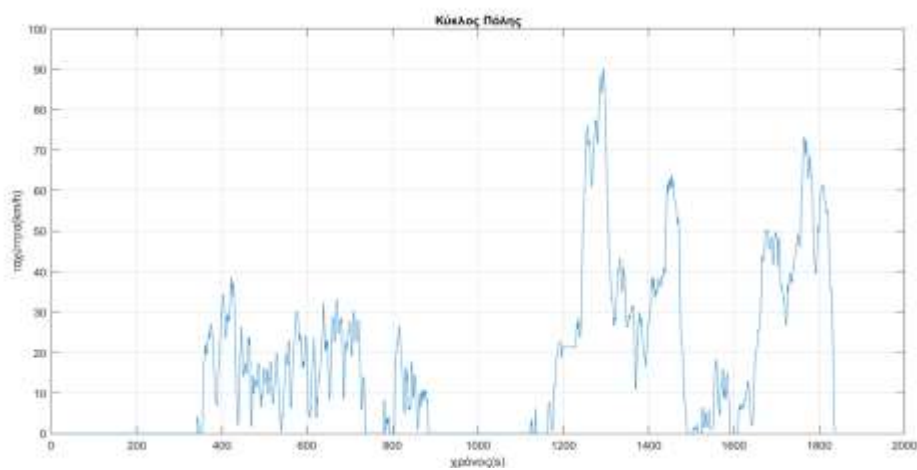
Λόγω της φύσης του οχήματος, το όχημα ήταν πολλή ώρα ακινητοποιημένο αλλά η μίζα του γυρισμένη. Η μίζα του αυτοκινήτου ήταν απαραίτητα γυρισμένη ακόμα και όταν ήταν σταθμευμένο έτσι ώστε να παίρνουν ρεύμα τα όργανα που λειτουργούσαν στο πίσω μέρος του van. Έτσι θεωρήθηκε απαραίτητο οι καταγραφές να περιλαμβάνουν και αυτήν την φάση λειτουργίας του οχήματος. Κίνηση του οχήματος μπορεί να μην υπήρχε, αλλά ο κινητήρας του οχήματος λειτουργούσε κανονικά με αποτέλεσμα να εκπέμπονται ρύποι και να καταναλώνεται καύσιμο. Για αυτό το λόγο υπάρχουν μεγάλα διαστήματα μηδενικών ταχυτήτων.

Επίσης η μέση ταχύτητα συμπεριλαμβανόμενη των στάσεων είναι 23,05km/h, λίγο μεγάλη για τα δεδομένα της πρωτεύουσας της Ελλάδας. Η τιμή αυτή δικαιολογείται καθώς ένα μεγάλο μέρος της κίνησης του οχήματος έγινε στην Αττική οδό όπου ο οδηγός μπορεί να αναπτύξει μεγάλες ταχύτητες και δεν χαρακτηρίζεται από το έντονο μποτιλιάρισμα των κεντρικών οδών της πόλης.

Υπολογίστηκε επίσης ο μέσος ρυθμός συγκέντρωσης του CO₂. Μέσες τιμές των συγκεντρώσεων αντλήθηκαν από το OBD. Το αποτέλεσμα δείχνει εκπομπές 413,83g/km. Αυτή η τιμή είναι αρκετά μεγάλη. Λόγω της άντλησης των δεδομένων από συνθήκες πραγματικής οδήγησης αναμενόταν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις CO₂. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές των συγκεντρώσεων που δείχνει το OBD είναι ενδεικτική και προκύπτει υπολογιστικά από τα υπόλοιπα μεγέθη που καταγράφονται. Με άλλα λόγια δεν αποτελεί πραγματική μέτρηση.

Πίνακας 13: Χαρακτηριστικά μεγέθη κίνησης στην Αττική

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Συνολικές καταγραφές	Συνολικός κύκλος
Συνολική Χρονική διάρκεια	s	530646	
Μέση διάρκεια	s	1811,11	1840
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	26,98	30,33
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	25,79	29,08
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	40,94	38,59
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	59,06	61,41
Μέση απόσταση	km	2,51	2,44
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	km/h	23,05	20,87
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	km/h	35,66	26,41
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,74	1,77
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	1,78	1,85
Μέσος Αριθμός στάσεων		13,72	10



Διάγραμμα 4: Ο σχηματιζόμενος κύκλος πόλης της περιοχής της Αττικής.

Για ένα μεγάλο διάστημα το όχημα είναι ακινητοποιημένο. Αυτό συμβαίνει είτε μπροστά από φανάρια, λόγω μποτιλιαρίσματος είτε όταν το όχημα ακινητοποιείται αλλά και όταν χρησιμοποιούνται τα όργανα στο πίσω μέρος του που απαιτούν για τη λειτουργία τους ρεύμα από τη μίζα του αυτοκινήτου.

Παρατηρούμε ότι ο κύκλος οδήγησης για την Αττική αποτελείται από δύο διακριτές φάσεις. Η πρώτη φάση αφορά την οδήγηση με μικρές ταχύτητες. Αυτή γίνεται σε δρόμους με συχνό μποτιλιάρισμα στην Αττική και περιλαμβάνει το διάστημα 0-900sec. Περιλαμβάνεται από πολλές ήπιες αυξομειώσεις ταχύτητας και από 3 στάσεις. Η δεύτερη φάση οδήγησης είναι από τα 900s ως και τα 1840s. Σε αυτή τη φάση η οδήγηση γίνεται σε αυτοκινητόδρομους (Αττική οδός, Περιφερειακή Λεωφόρος Υμηττού) για αυτό και η μέγιστη ταχύτητα φτάνει μέχρι και τα 90km/h. Τα διαστήματα σταθερής οδήγησης είναι λίγο μεγαλύτερα σε αυτήν την φάση του κύκλου. Επίσης υπάρχουν κάποιες πολύ απότομες αυξήσεις ή μειώσεις της ταχύτητας. Οι στάσεις σε αυτή τη φάση του κύκλου είναι μικρής διάρκειας.

7.2 Καταγραφές ανά μήνα

Οι καταγραφές έγιναν από τον Οκτώβρη του 2019 ως και τον Ιούλιο του 2020. Οι καταγραφές γίνονταν από Δευτέρα ως Παρασκευή κυρίως πρωινές αλλά και μεσημεριανές ώρες.

Οι διαδρομές που εκτελούνταν κάθε μέρα ήταν διαφορετικές και επίσης κάποιες μέρες δεν υπάρχουν καταγραφές. Για αυτό το λόγο δεν έχουν όλοι οι μήνες παρόμοια συνολική διάρκεια καταγραφών.

Πίνακας 14: Καταγραφές ανά μήνα και μεγέθη

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Οκτώβρης	Νοέμβρης	Δεκέμβρης	Ιανουάριος
Απόσταση	Km	217,56	607,78	414,37	754,50
Μέση απόσταση	Km	6,80	6,33	10,90	16,77
Συνολική Χρονική διάρκεια καταγραφών	S	65509	84245	63814	88448
Μέση διάρκεια καταγραφών	S	2047,2	877,55	1679,3	1965,5
Αριθμός καταγραφών		32	96	38	45
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	11,74	30,65	32,79	36,68

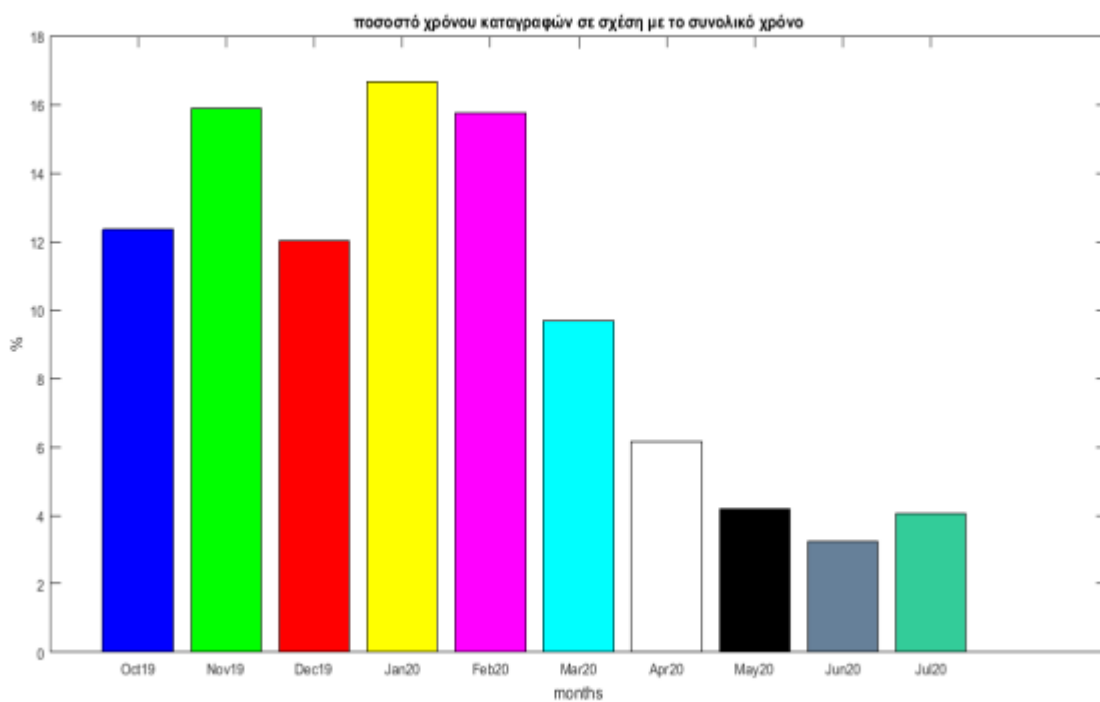
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	11,10	29,88	31,56	35,22
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	52,78	33,50	31,67	24,40
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	47,22	66,50	68,33	75,60
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	15,99	21,26	19,86	30,19
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	Km/h	32,57	35,14	28,09	39,15
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,7404	1,6771	1,6939	1,7191
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	1,6665	1,7384	1,6855	1,7755
Μέσος Αριθμός στάσεων		6,03	8,68	17,11	17,36
Μέση διάρκεια ακινησίας κάθε καταγραφής	S	1080,3	293,92	531,87	479,73
Μέσος Ρυθμός εκπομπών CO ₂	g/km	413,83	-	-	-

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Φεβρουάριος	Μάρτης	Απρίλης	Μάιος
Απόσταση	Km	585,32	301,94	145,87	106,10
Μέση απόσταση	Km	16,72	15,10	16,21	21,22
Συνολική Χρονική διάρκεια καταγραφών	S	83556	51398	32647	22288
Μέση διάρκεια καταγραφών	S	2387,3	2569,9	3627,4	4457,6
Αριθμός καταγραφών		35	20	9	5
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	31,25	21,73	19,09	18,14
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	29,86	20,95	17,41	16,92
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	35,30	54,12	62,40	48,87
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	64,70	45,88	37,60	51,13
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	27,65	24,63	21,03	14,94
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	Km/h	38,96	39,33	36,07	38,17
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,8449	1,8515	1,7703	1,7065
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	1,8984	1,9157	1,8961	1,7881

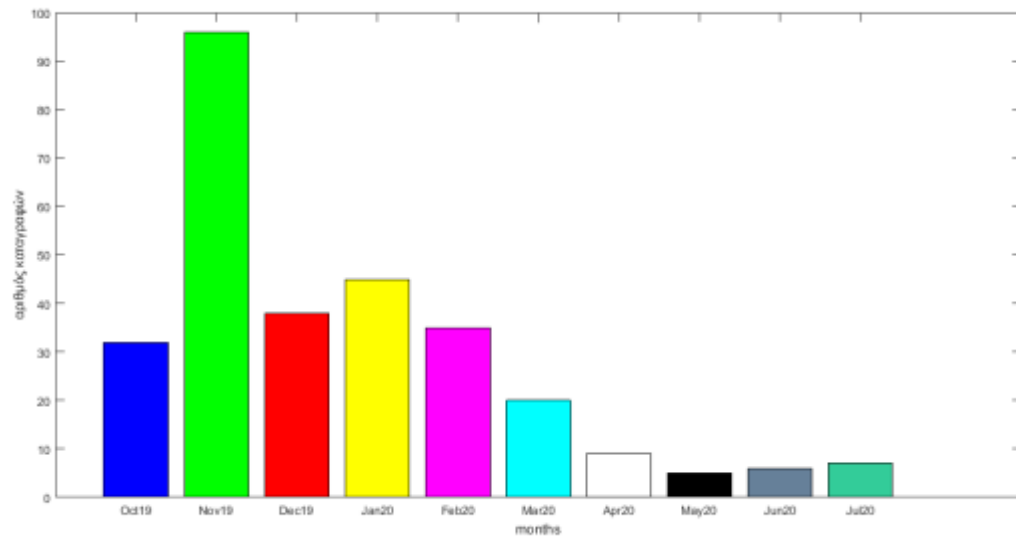
Μέσος Αριθμός στάσεων		21,42	15,5	16,56	21,6
Μέση διάρκεια ακινησίας κάθε καταγραφής	s	842,73	1391	2264	2789
Μέσος Ρυθμός εκπομπών CO ₂	g/km	-	597,6	352,4	319,1

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Ιούνιος	Ιούλιος
Απόσταση	km	97,30	104,72
Μέση απόσταση	km	16,22	14,96
Συνολική Χρονική διάρκεια καταγραφών	s	17181	21560
Μέση διάρκεια καταγραφών	s	2863,5	3080
Αριθμός καταγραφών		6	7
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	26,33	19,63
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	23,36	18,28
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	48,87	58,59
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	51,13	41,41
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	28,12	24,52
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	Km/h	40,87	43,55

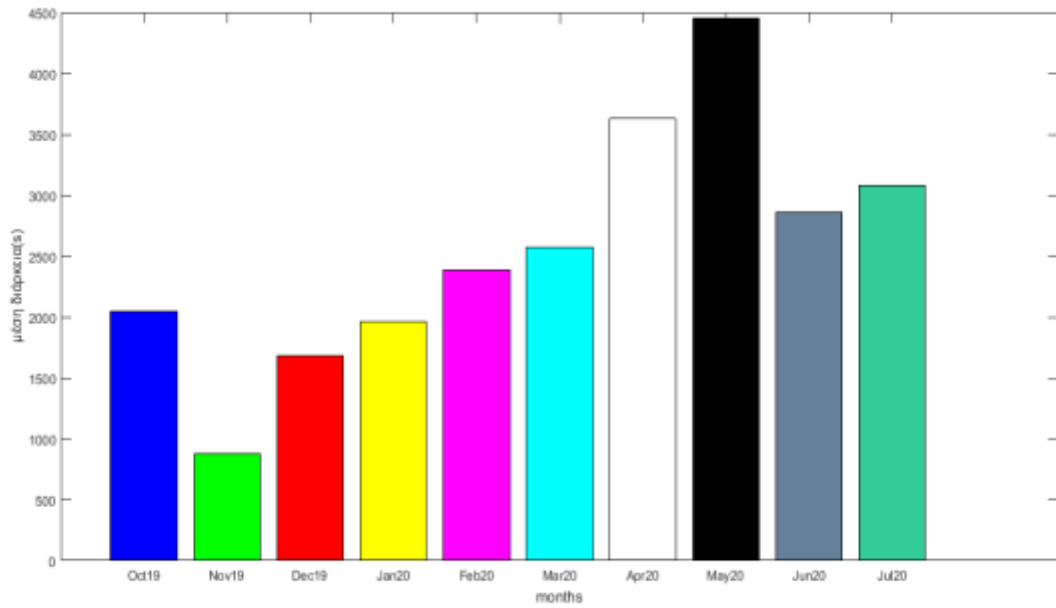
Μέση επιτάχυνση	m/s^2	1,8794	1,7591
Μέση επιβράδυνση	m/s^2	2,1179	1,8996
Μέσος Αριθμός στάσεων		21	17,29
Μέση διάρκεια ακινησίας κάθε καταγραφής	s	1399,5	1804,6
Μέσος Ρυθμός εκπομπών CO ₂	g/km	340,9	412,9



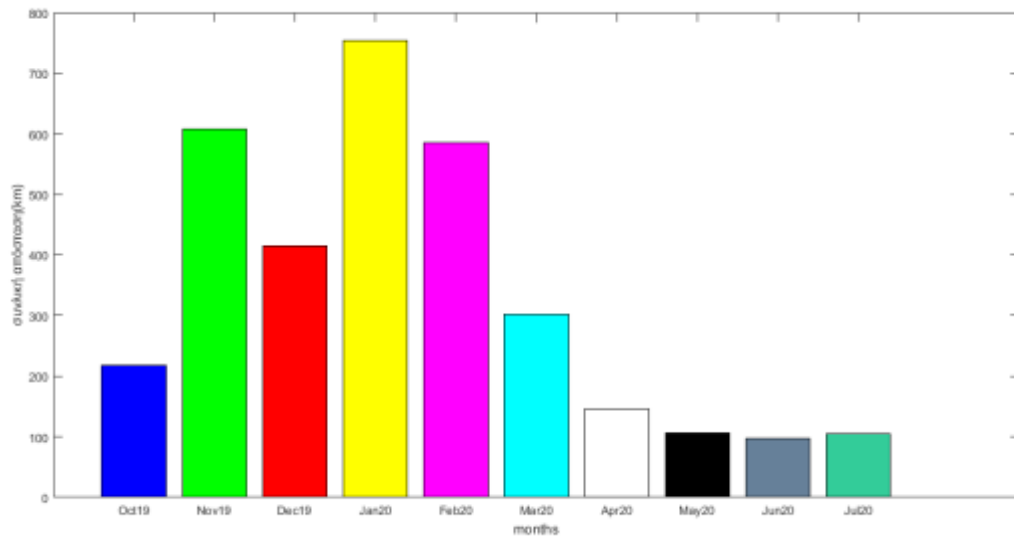
Διάγραμμα 5: Ποσοστά χρόνων καταγραφών κάθε μήνα ως προς το συνολικό χρόνο όλων των καταγραφών



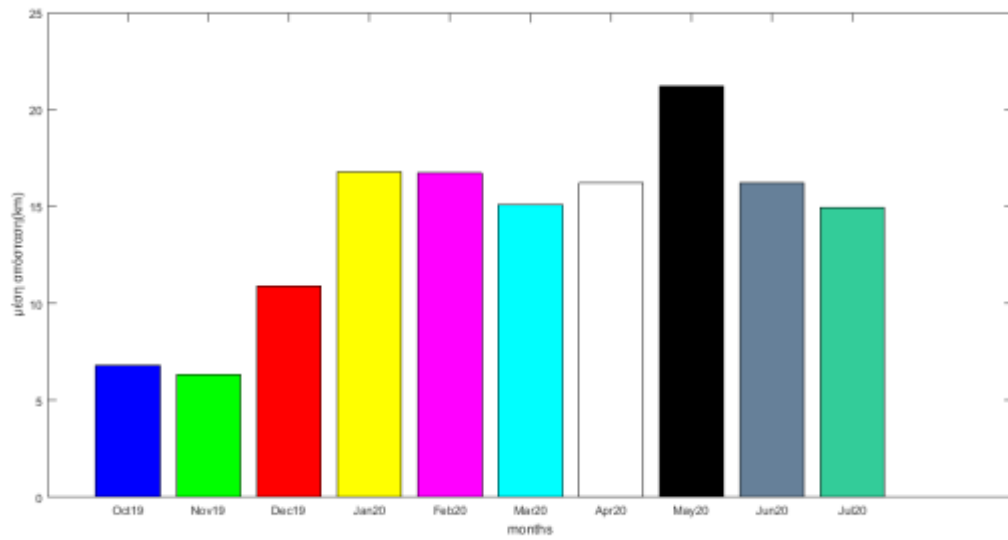
Διάγραμμα 6: Αριθμός καταγραφών κάθε μήνα



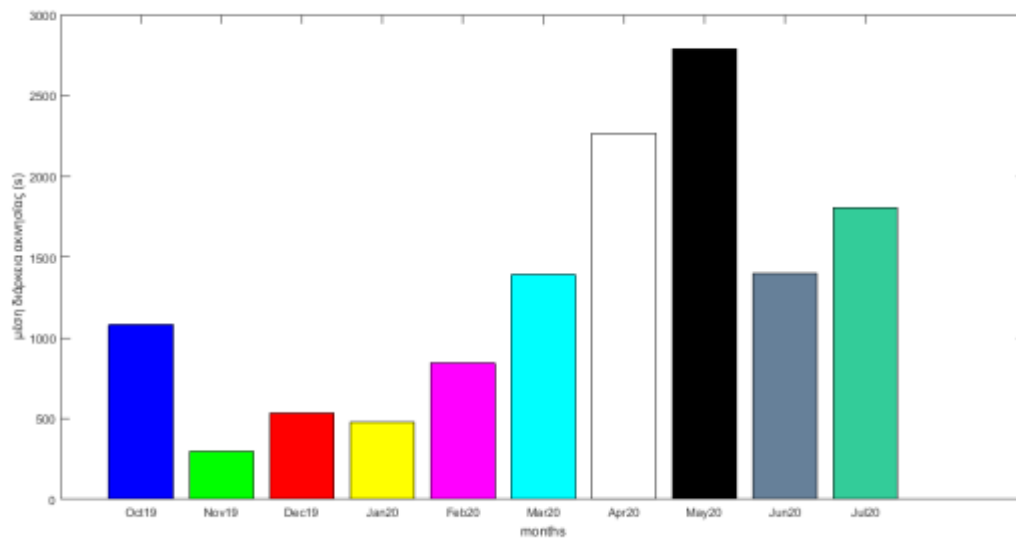
Διάγραμμα 7: Μέση διάρκεια καταγραφών κάθε μήνα



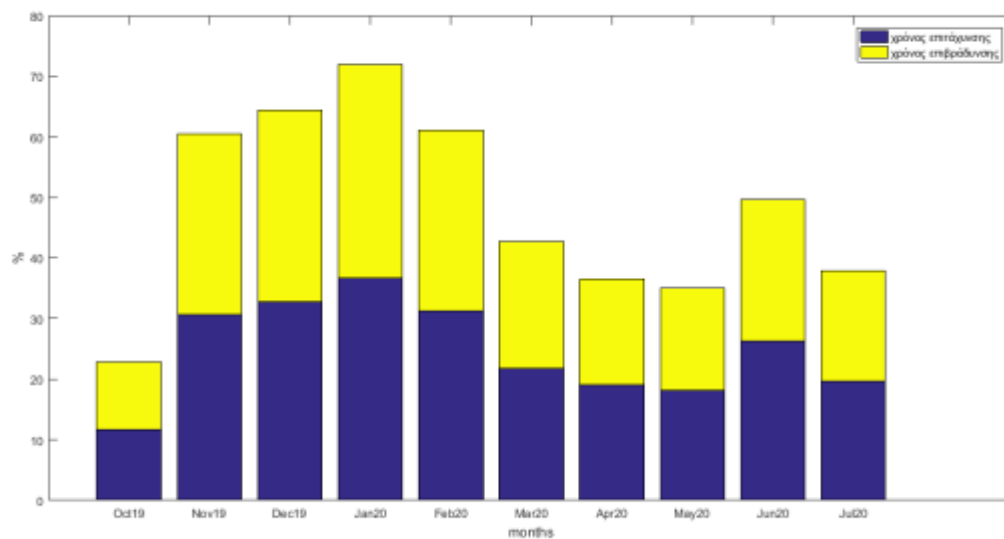
Διάγραμμα 8: Συνολική απόσταση καταγραφών κάθε μήνα



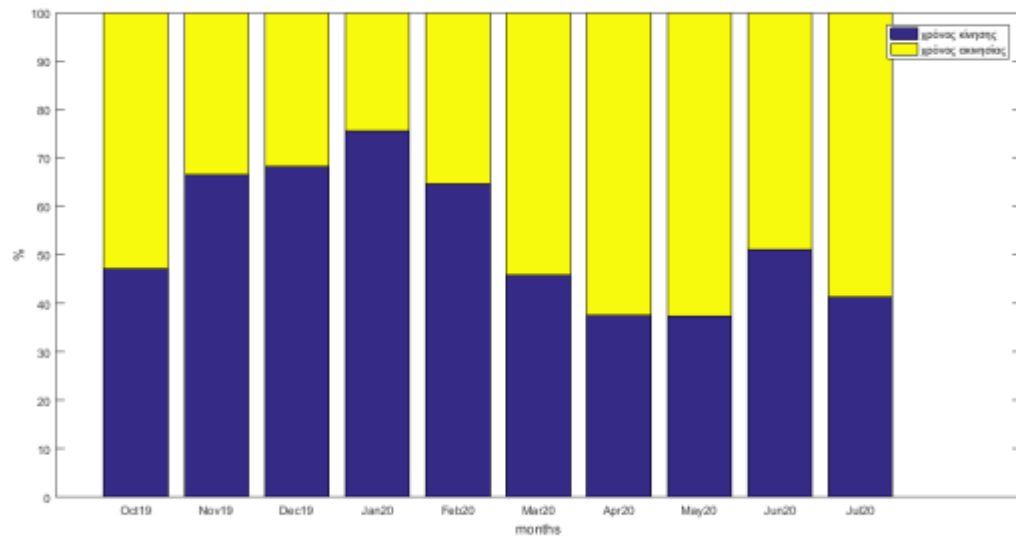
Διάγραμμα 9: Μέση απόσταση που διανύει το όχημα σε κάθε καταγραφή για κάθε μήνα



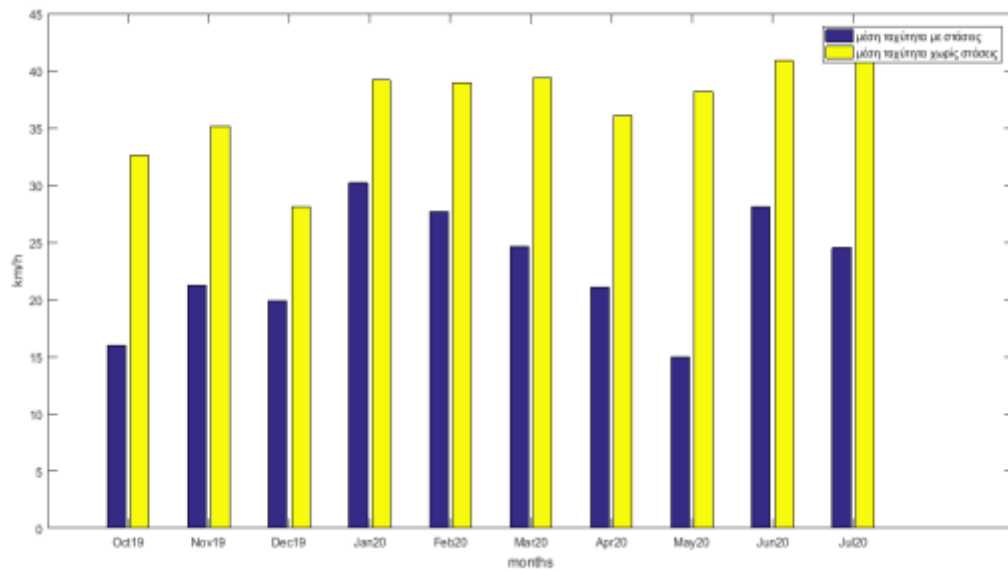
Διάγραμμα 10: Μέση διάρκεια αλληλεπίδρασης για κάθε καταγραφή του μήνα



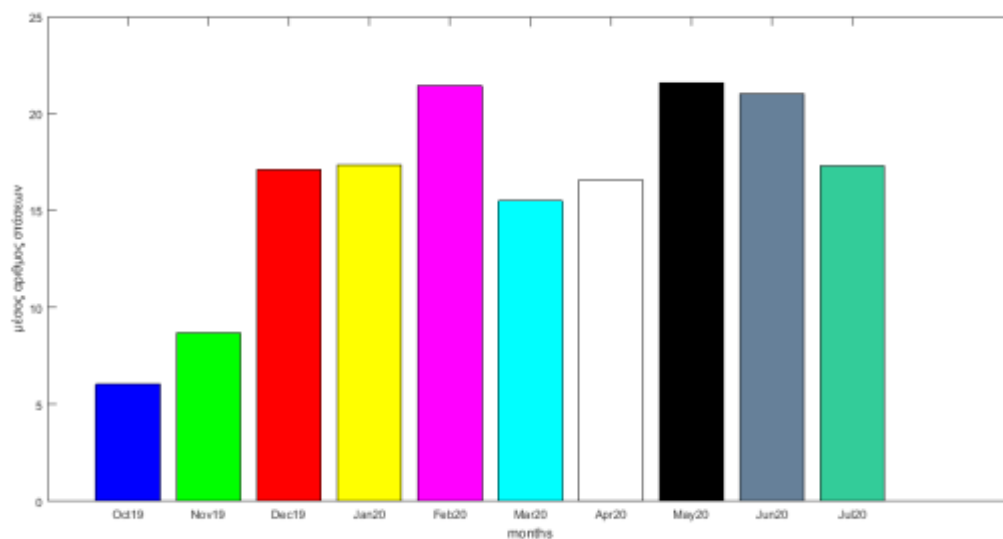
Διάγραμμα 11: Ποσοστά χρόνων επιτάχυνσης και επιβράδυνσης ως προς το συνολικό χρόνο καταγραφών του κάθε μήνα



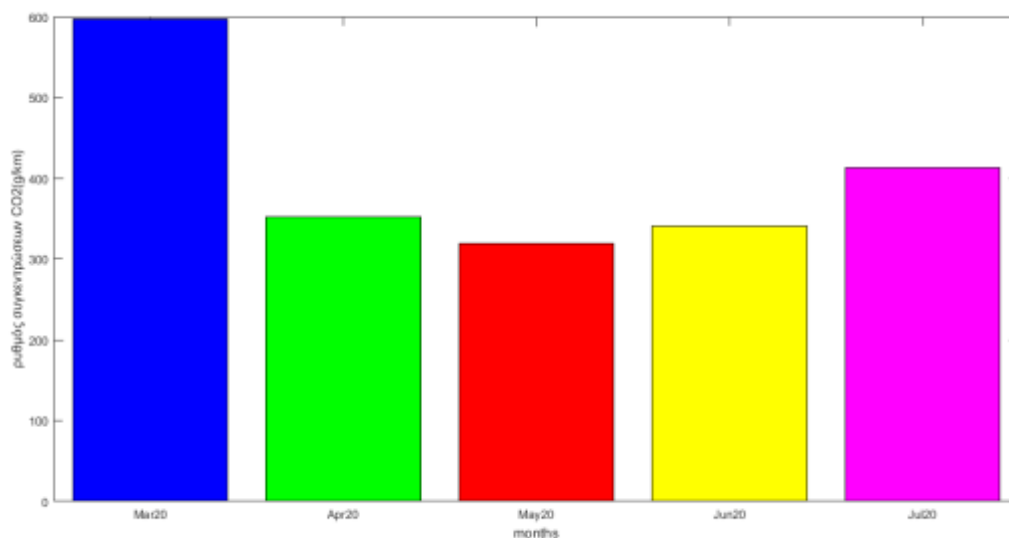
Διάγραμμα 12: Ποσοστά χρόνων κίνησης και ακινησίας του οχήματος ως προς το συνολικό χρόνο καταγραφών του κάθε μήνα



Διάγραμμα 13: Μέσες ταχύτητες του οχήματος με και χωρίς στάσεις για κάθε μήνα



Διάγραμμα 14: Μέσος αριθμός στάσεων των καταγραφών του κάθε μήνα



Διάγραμμα 15: Μέσες Εκπομπές CO₂(g/km) που εκπέμπει το όχημα κάθε μήνα

Παρατηρούμε από τα παραπάνω διαγράμματα ότι ο συνολικός χρόνος καταγραφών του Νοέμβρη, του Ιανουαρίου και του Φεβρουαρίου του 2020 είναι μεγαλύτερος από τους αντίστοιχους συνολικούς χρόνους του Οκτώβρη του 2019 , του Δεκέμβρη και του Μάρτιου του 2020. Επίσης οι πραγματοποιούμενες καταγραφές του Μάη, Ιουνίου και Ιουλίου του 2020 είναι αρκετά λιγότερες και για αυτό το λόγο και ο συνολικός χρόνος

τους αλλά και η συνολική διανυόμενη απόσταση των μηνών αυτών είναι αρκετά μικρότερα σε τιμή από τους υπόλοιπους μήνες.

Παρόλα αυτά η μέση διάρκεια των καταγραφών για τους μήνες του Απρίλη, του Μάη, του Ιουνίου αλλά και του Ιουλίου είναι μεγαλύτερες των υπόλοιπων μηνών. Μπορούν να έγιναν λίγες καταγραφές αλλά η μέση διάρκεια τους ήταν μεγαλύτερη. Οι μέσες αποστάσεις που διανύεται ανά καταγραφή ανά μήνα εμφανίζουν ένα προφίλ αντίστοιχο των μέσων διαρκειών.

Τον Απρίλη και τον Μάιο τα ποσοστά ακινησίας είναι μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα του Οκτώβρη, του Μάρτη του Ιουνίου ,του Ιουλίου και αυτά μεγαλύτερα από του Νοέμβρη, του Δεκέμβρη, του Γενάρη και του Φεβρουαρίου.

Εξαιτίας της μεγάλης περιόδου ακινησίας κατά τον Απρίλιο και τον Μάη είναι φυσιολογικό η μέση ταχύτητα κίνησης του οχήματος (χωρίς στάσεις) να έχει αρκετά μεγαλύτερη τιμή από την αντίστοιχη ταχύτητα οδήγησης(με στάσεις).Επίσης η μέγιστη μέση ταχύτητα εμφανίζεται τον Ιούλη.

Ο μέσος αριθμός στάσεων του Απριλίου είναι μικρότερος από τον αντίστοιχο του Δεκέμβρη, του Ιανουαρίου, του Φεβρουαρίου, του Μαρτίου, του Ιουνίου και του Ιουλίου. Οι καταγραφές του Ιουλίου έγιναν σε φάση ολικής καραντίνας στην Ελλάδα και αυτό ενδέχεται να οδήγησε σε μικρότερο αριθμό στάσεων.

Οι εκπομπές του CO₂ φαίνονται αρκετά μεγάλες τον Μάρτη(κοντά στα 600g/km). Οι υπόλοιπες μήνες εμφανίζουν παρόμοιους ρυθμούς εκπομπών CO₂ γύρω στα 350g/km.

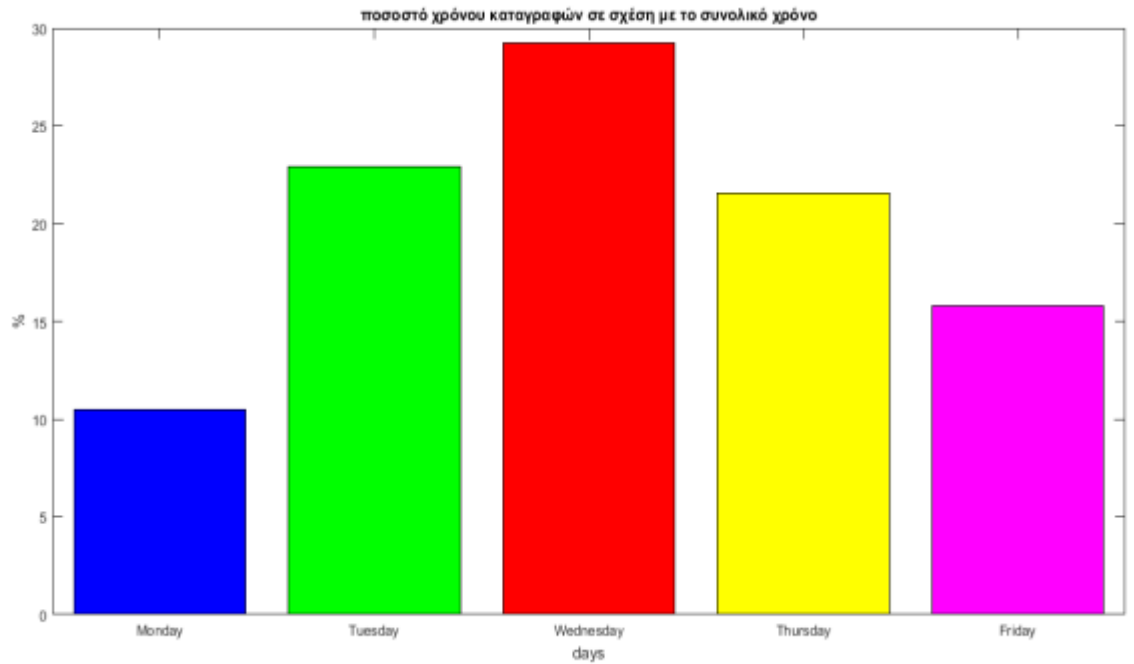
Τα χαρακτηριστικά μεγέθη της κίνησης, όπως είναι οι ταχύτητες, ο αριθμός στάσεων και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό και από τον τόπο στο οποίο μετακινείται το όχημα. Εξαιτίας του γεγονότος ότι το όχημα καθημερινά ακολουθούσε διαφορετικές διαδρομές, η σύγκριση μεγεθών αποκλειστικά με βάση το χρόνο δεν μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα.

7.3 Καταγραφές ανά μέρα

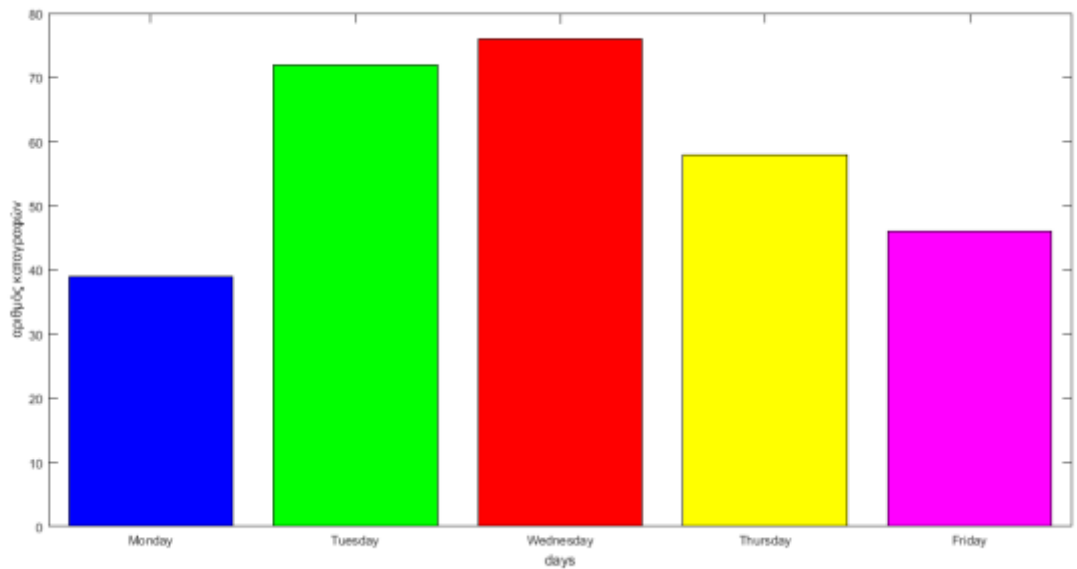
Πίνακας 15: Μεγέθη καταγραφών ανά μέρα

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή
Απόσταση	Km	412,90	846,61	778,16	752,91	543,03

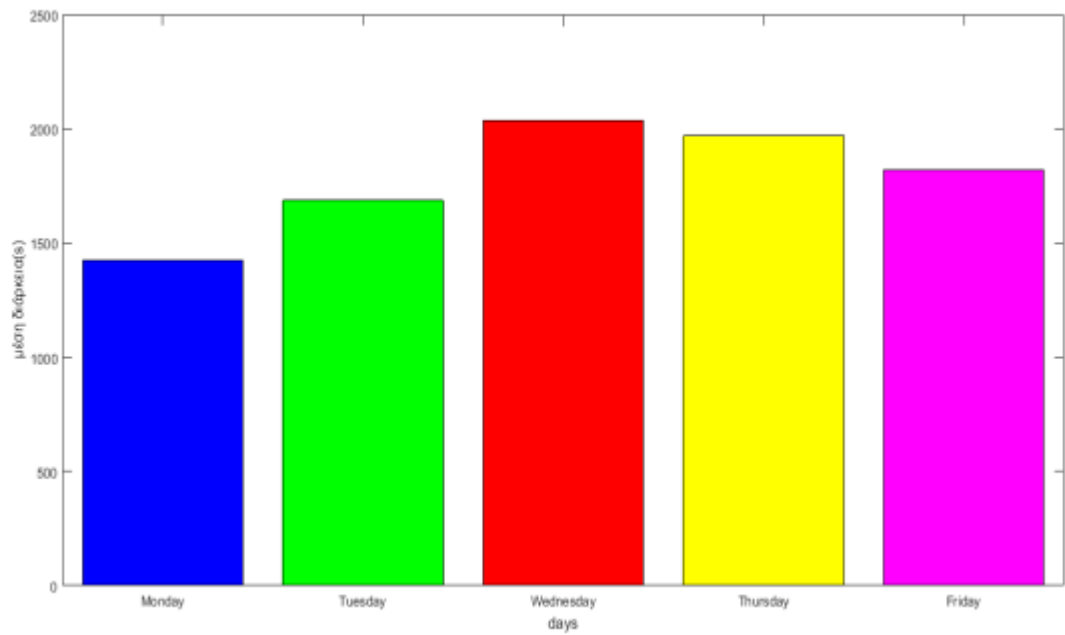
Μέση απόσταση	<i>Km</i>	10,59	11,76	10,24	12,98	11,80
Συνολική Χρονική διάρκεια καταγραφών	<i>s</i>	55579	121395	154842	114218	83806
Μέση διάρκεια καταγραφών	<i>s</i>	1425,1	1686	2037,4	1969,3	1821,9
Αριθμός καταγραφών		39	72	76	58	46
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	<i>%</i>	32,04	28,51	21,22	28,33	30,22
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	<i>%</i>	30,51	27,30	20,38	26,75	29,15
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	<i>%</i>	34,29	41,01	45,56	40,83	36,79
Ποσοστό χρόνου κίνησης	<i>%</i>	65,70	58,99	54,43	59,17	63,20
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	<i>Km/h</i>	20,95	24,31	22,50	23,56	23,69
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	<i>Km/h</i>	33,46	37,65	35,80	35,60	34,99
Μέση επιτάχυνση	<i>m/s²</i>	1,7289	1,7608	1,7125	1,7386	1,7493
Μέση επιβράδυνση	<i>m/s²</i>	1,7517	1,7665	1,7850	1,8050	1,8126
Μέσος Αριθμός στάσεων		12,95	12,75	13,11	15,13	15,46
Μέση διάρκεια ακινησίας κάθε καταγραφής	<i>s</i>	488,69	691,33	928,28	804,09	670,28
Μέσος Ρυθμός εκπομπών CO ₂	<i>g/km</i>	376,37	314,56	431,99	439,73	485,70



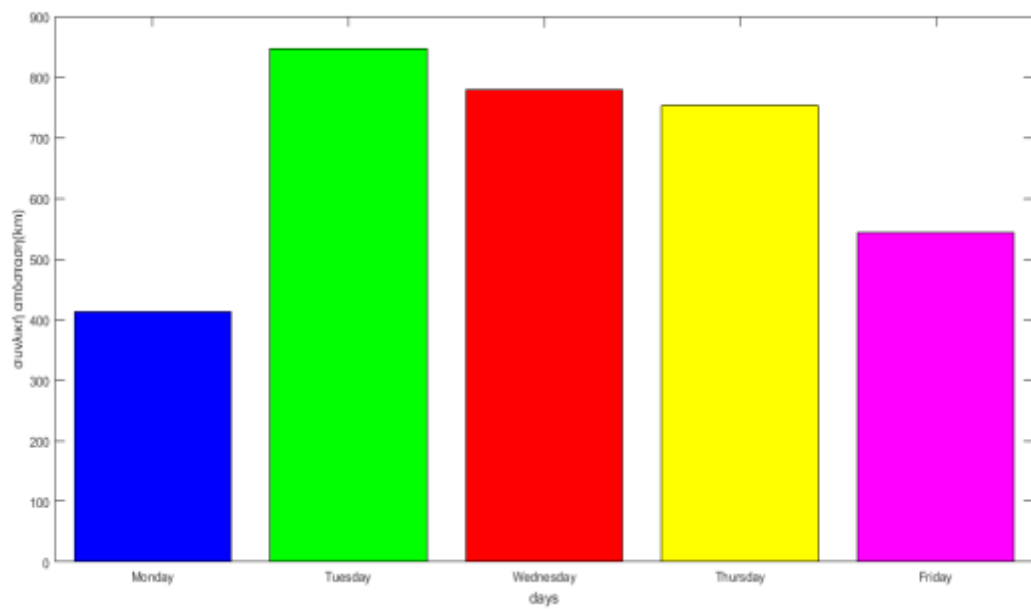
Διάγραμμα 16: Ποσοστά χρόνων καταγραφών κάθε μέρας ως προς το συνολικό χρόνο όλων των καταγραφών



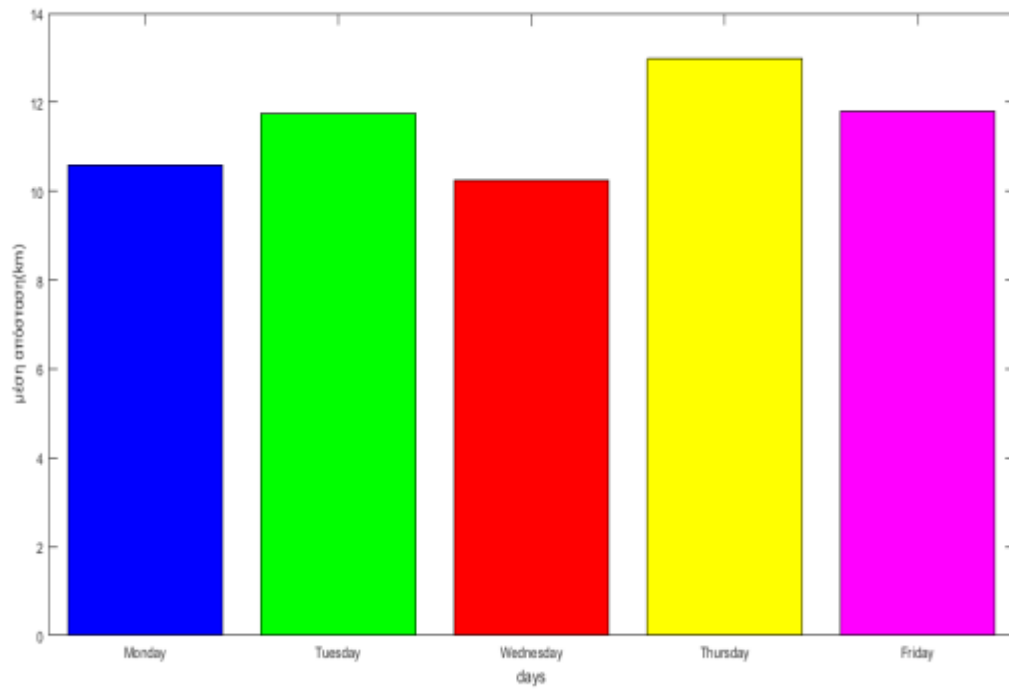
Διάγραμμα 17: Αριθμός καταγραφών για κάθε μέρα καταγραφών



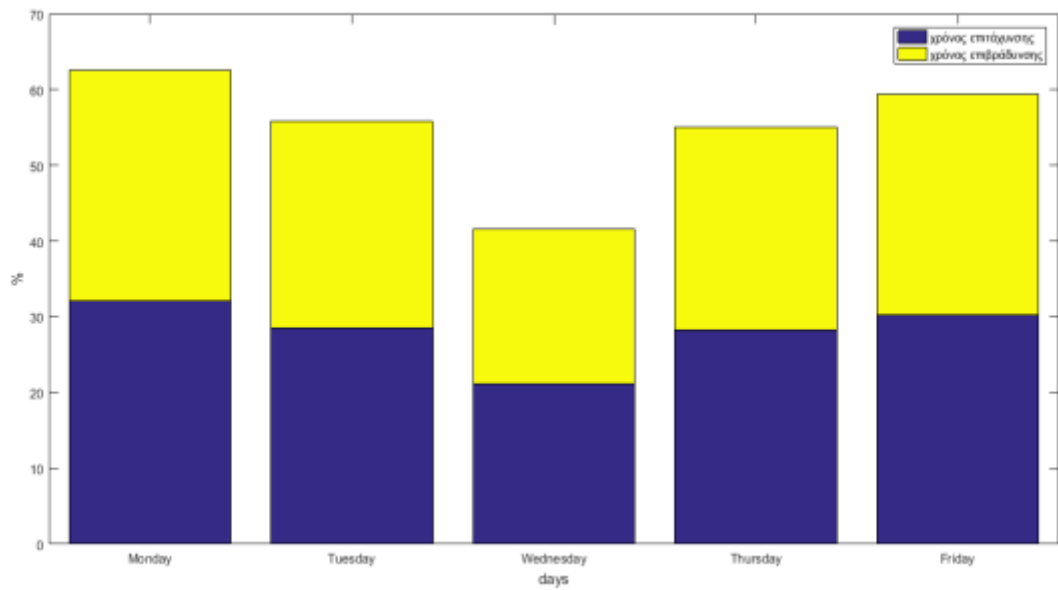
Διάγραμμα 18: Μέση διάρκεια καταγραφών για κάθε μέρα



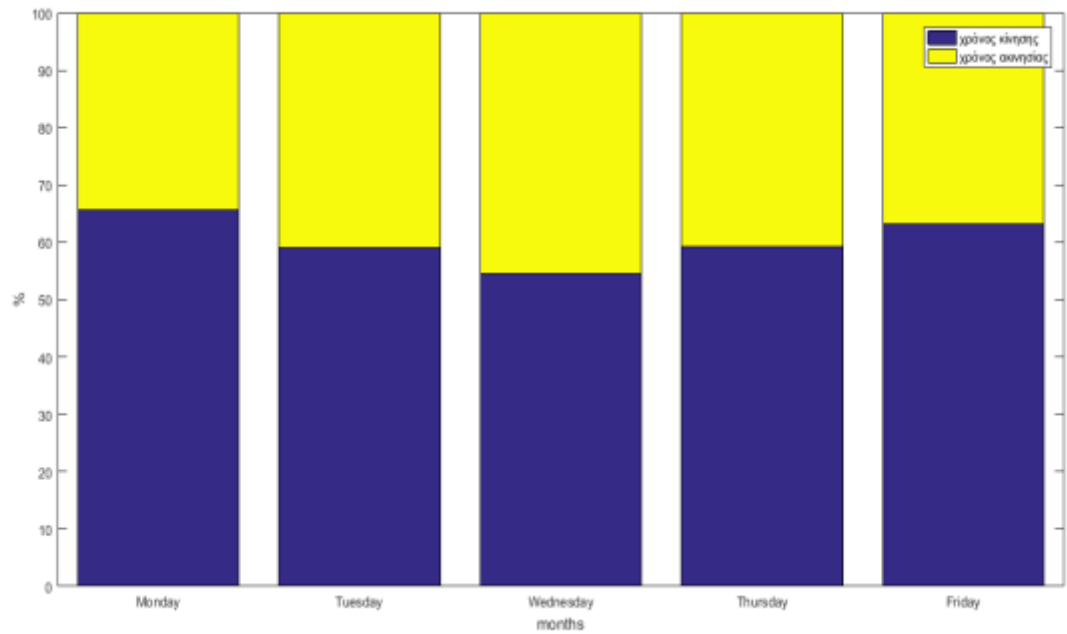
Διάγραμμα 19: Συνολική απόσταση που διανύεται συνολικά για κάθε μέρα



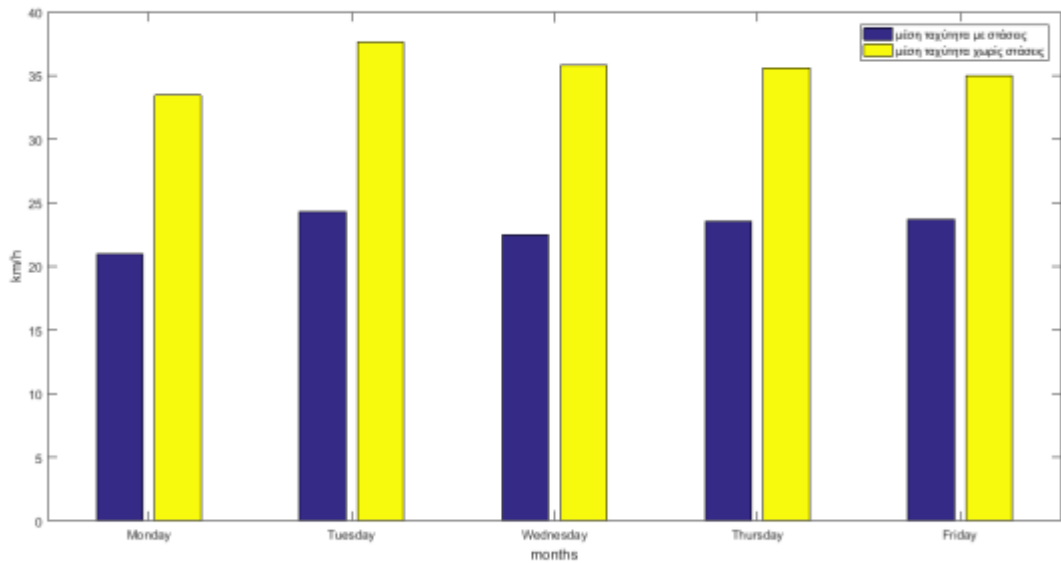
Διάγραμμα 20: Μέση απόσταση των καταγραφών για κάθε μέρα



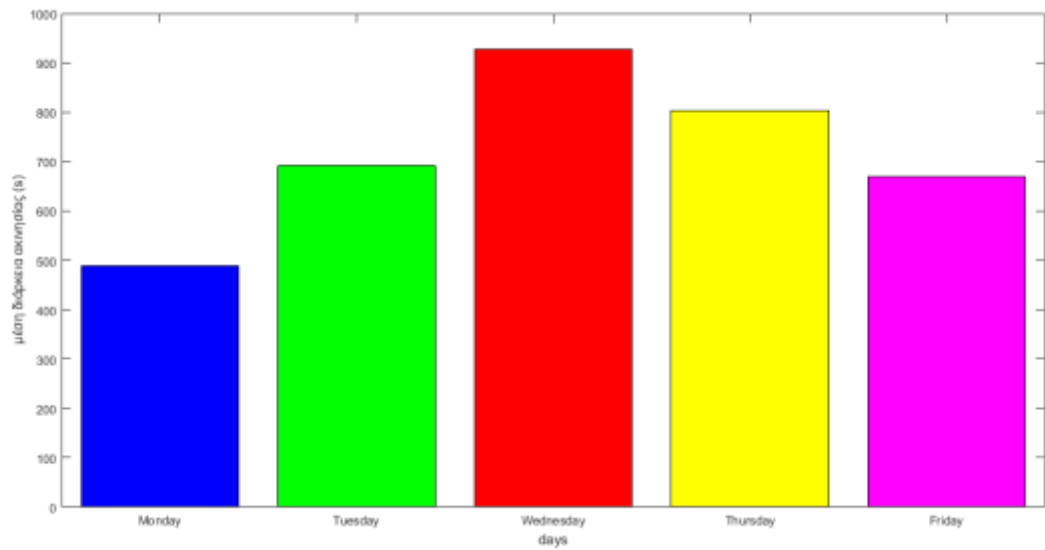
Διάγραμμα 21: Ποσοστό επιτάχυνσης και επιβράδυνσης ως προς το συνολικό χρόνο καταγραφής κάθε μέρας



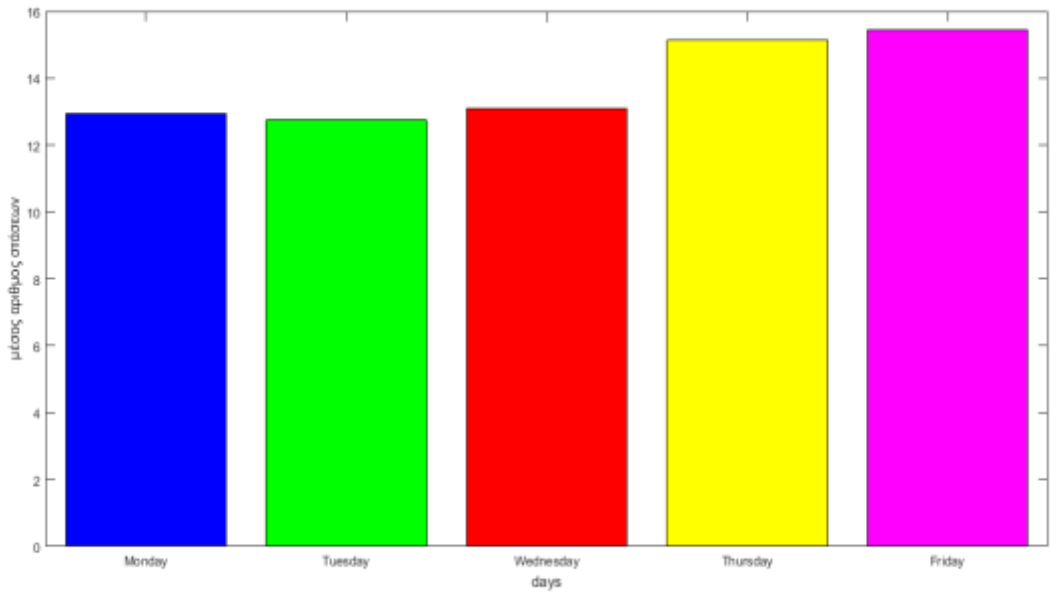
Διάγραμμα 22: Ποσοστά του συνολικού χρόνου καταγραφών της κάθε μέρας στα οποία το όχημα κινείται και είναι ακίνητο



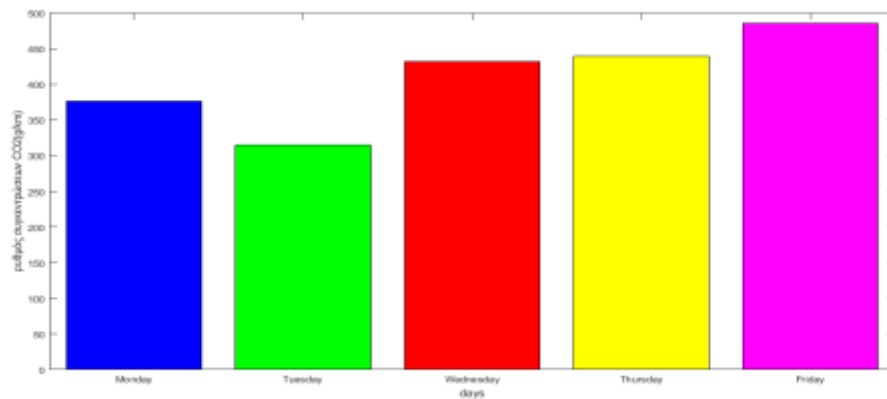
Διάγραμμα 23: Μέση ταχύτητα οδήγησης και κίνησης του οχήματος για κάθε μέρα καταγραφών



Διάγραμμα 24: Μέση διάρκεια ακινησίας των καταγραφών κάθε μέρας



Διάγραμμα 25: Μέσος αριθμός στάσεων του οχήματος για κάθε μέρα καταγραφών



Διάγραμμα 26: Μέσος ρυθμός συγκεντρώσεων εκπομπών CO₂ (g/km) του οχήματος για κάθε μέρα καταγραφών

:

Οι καταγραφές κίνησης όπου έγιναν τις Τετάρτες είναι πολύ περισσότερες από αυτές που έγιναν την Τρίτη. Ακολουθούν αυτές της Πέμπτης, της Παρασκευής και τέλος τις Δευτέρες έγιναν οι λιγότερες καταγραφές κίνησης. Ίδια σειρά κατάταξης έχουμε όσον αφορά και το συνολικό χρόνο των καταγραφών.

Η μέση διάρκεια καταγραφών είναι μεγαλύτερη τις Τετάρτες, ακολουθούν αυτή της Πέμπτης, Παρασκευής, Τρίτης και μικρότερη μέση διάρκεια καταγραφών έχουμε τις Δευτέρες.

Η μεγαλύτερη συνολική απόσταση σε χιλιόμετρα που κάλυψε το αμάξι έγινε τις Τρίτες ενώ αντίθετα το όχημα κάλυψε την λιγότερη απόσταση την Δευτέρα. Παρόλα αυτά η ελάχιστη μέση απόσταση του οχήματος ανά καταγραφή εμφανίστηκε τις Τρίτες.

Σε κάθε από μια των ημερών καταγραφής το ποσοστό κίνησης του οχήματος είναι μεγαλύτερο του ποσοστού ακινησίας του κατά την διάρκεια των καταγραφών. Το μικρότερο ποσοστό ακινησίας ως προς το συνολικό χρόνο καταγραφών εμφανίζεται τις Δευτέρες ενώ το μέγιστο τις Τετάρτες με ποσοστό περίπου στο 45%. Έτσι εξηγείται γιατί η μέση απόσταση των καταγραφών τις Δευτέρες είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των καταγραφών που έγιναν τις Τετάρτες.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα και από το **Διάγραμμα 21** το ποσοστό του χρόνου στο οποίο το όχημα επιταχύνεται ή επιβραδύνει καταλαμβάνει πάνω από το μισό συνολικό χρόνο καταγραφών για κάθε μέρα εκτός από τις Τετάρτες. Αυτή τη μέρα ένα μεγάλο ποσοστό του χρόνου των καταγραφών το όχημα είναι ακίνητο.

Όλες οι μέρες εμφανίζουν μια ομοιομορφία ως προς την μέση ταχύτητα κίνησης του οχήματος με στάσεις και ως προς την μέση ταχύτητα κίνησης του οχήματος χωρίς στάσεις. Το πρώτο μέγεθος παίρνει τιμές περίπου στα 20-25km/h και το δεύτερο περίπου στα 33-37km/h με μεγαλύτερες τιμές των 2 μεγεθών να εμφανίζονται την Τρίτη και οι μικρότερες την Δευτέρα.

Ο μικρότερος χρόνος ακινησίας του οχήματος εμφανίζεται τις Δευτέρες, ο αμέσως επόμενος μεγαλύτερος τις Παρασκευές και ο μεγαλύτερος τις Τετάρτες.

Σημαντικό επίσης μέγεθος για την μελέτη των χαρακτηριστικών οδήγησης αποτελεί ο μέσος αριθμός στάσεων που έχει το όχημα ανά καταγραφή. Με τον όρο στάση ορίζουμε την ένδειξη παραπάνω από 3 δευτερόλεπτα μηδενικής ταχύτητας. Άρα στάση μπορεί να πραγματοποιείται σε ένα φανάρι, σε δρόμο με πολλή κίνηση, σε διαβάσεις και στην περίπτωση μας έχουμε και μεγάλης διάρκειας στάσης όταν χρησιμοποιούνται όργανα μέτρησης στο πίσω μέρος του βαν που παίρνουν ρεύμα από τη μίζα του αυτοκινήτου. Ο μεγαλύτερος μέσος αριθμός στάσεων

εμφανίζεται την Παρασκευή, ενώ Δευτέρα, Τρίτη και Τετάρτη έχουν σχεδόν ίδιο μέσο αριθμό στάσεων.

Όσον αφορά τις εκπομπές του CO₂ παρατηρούμε μεγάλες συγκεντρώσεις κάθε μέρα με το μέγιστο ρυθμό εκπομπής συγκεντρώσεων την Παρασκευή με 486g/km και ελάχιστο την Τρίτη με 315g/km.

Γενικά παρατηρούμε ότι η διαδικασία των μετρήσεων έγινε πολύ πιο ομοιογενοποιημένα ανά μέρα από ότι ανά μήνα. Αυτό φαίνεται από τους παρόμοιους συνολικούς χρόνους καταγραφής, από το παρόμοιο συνολικό αριθμό καταγραφών και αποτυπώνεται και στις ταχύτητες κίνησης αλλά και στους ρυθμούς εκπομπής του CO₂.

7.4 Καταγραφές ανά ώρα

Εδώ έγινε η κατηγοριοποίηση των καταγραφών ανάλογα με την ώρα έναρξης της λειτουργίας του κινητήρα, συνεπώς και την ώρα της έναρξης των καταγραφών.

Οι καταγραφές προτιμήθηκαν να χωριστούν σε 3 κατηγορίες ανάλογα με την ώρα έναρξης των καταγραφών. Η πρώτη αφορά τις καταγραφές που η έναρξη τους έγινε μεταξύ του διαστήματος 8:00-10:59, η δεύτερη μεταξύ του διαστήματος ωρών 11:00-13:59 και η τρίτη μεταξύ του διαστήματος 14:00-18:59.

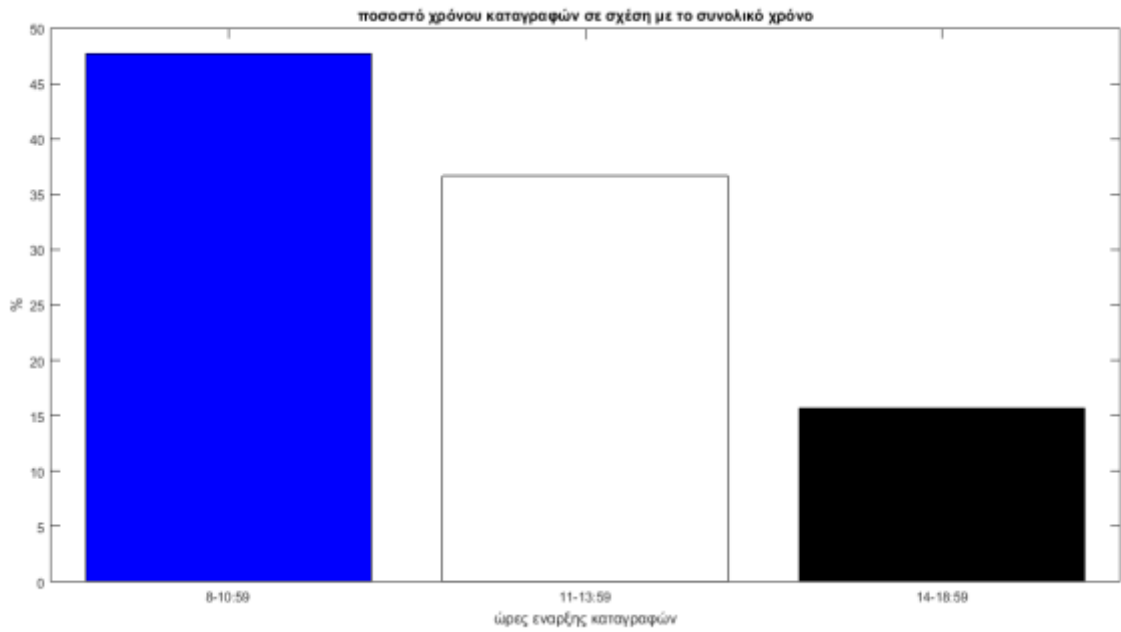
Ο ορισμός των διαστημάτων των ωρών έγινε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε η κάθε κατηγορία να περιέχει συγκρίσιμο αριθμό καταγραφών έτσι ώστε τα μεγέθη κίνησης που μελετώνται να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους. Για αυτό το λόγο η τελευταία κατηγορία περιλαμβάνει διάστημα 5 ωρών καθώς οι καταγραφές μετά τις 17:00 ήταν ελάχιστες και δε θα μπορούσαν να αποτελούν ανεξάρτητη κατηγορία.

Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι δεν είναι απαραίτητο μια καταγραφή που ξεκίνησε σε ένα συγκεκριμένο διάστημα ωρών να ολοκληρώθηκε στο ίδιο διάστημα ωρών. Παρόλα αυτά δεν λήφθηκε υπόψη καθόλου η ώρα λήξης των καταγραφών. Κάθε καταγραφή κατατάσσεται σε κάποια από τις τρεις προαναφερθείσες κατηγορίες αποκλειστικά και μόνο από την ώρα έναρξης των καταγραφών.

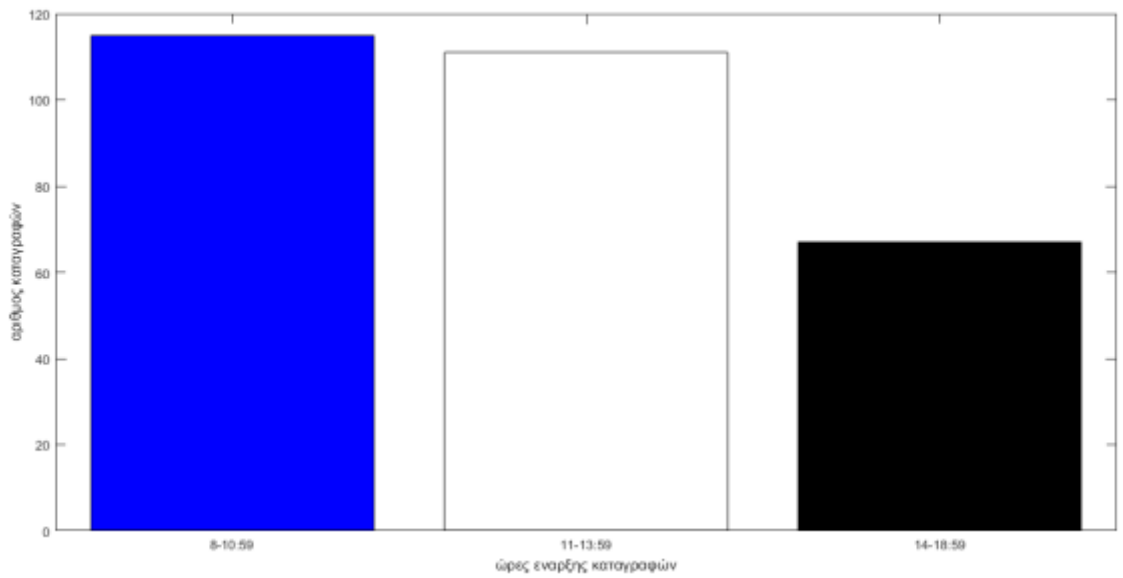
Η διάρκεια των καταγραφών μπορεί να είναι λιγότερη της 1 ώρας (η πιο συνηθισμένη περίπτωση) και η μέγιστη διάρκεια καταγραφής ήταν οι 2 ώρες.

Πίνακας 16: Καταγραφές ανά ώρα εκκίνησης και χαρακτηριστικά μεγέθη

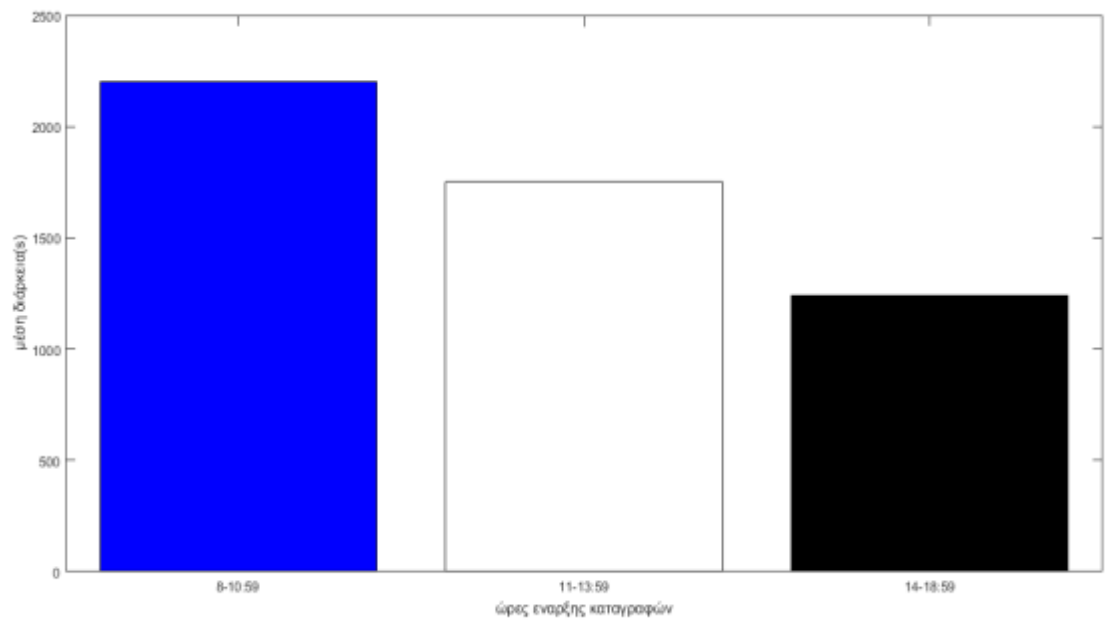
Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	8:00-10:59	11:00-13:59	14:00-18:59
Απόσταση	km	1420,7	1155,9	758,9
Μέση απόσταση	km	12,35	10,41	11,33
Συνολική Χρονική διάρκεια καταγραφών	s	252.972	194.420	83.254
Μέση διάρκεια καταγραφών	s	2199,8	1751,5	1242,6
Αριθμός καταγραφών		115	111	67
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	25,44	27,35	30,81
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	24,25	25,88	30,27
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	41,65	44,64	30,16
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	58,35	55,36	69,84
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	19,89	23,79	26,91
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	Km/h	33,95	29,52	44,17
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,7215	1,7359	1,7625
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	1,7693	1,8063	1,7687
Μέσος Αριθμός στάσεων		15,27	13	12,25
Μέση διάρκεια ακινησίας κάθε καταγραφής	s	916,11	781,80	374,76
Μέσος Ρυθμός εκπομπών CO ₂	g/km	360,95	401,69	531,21



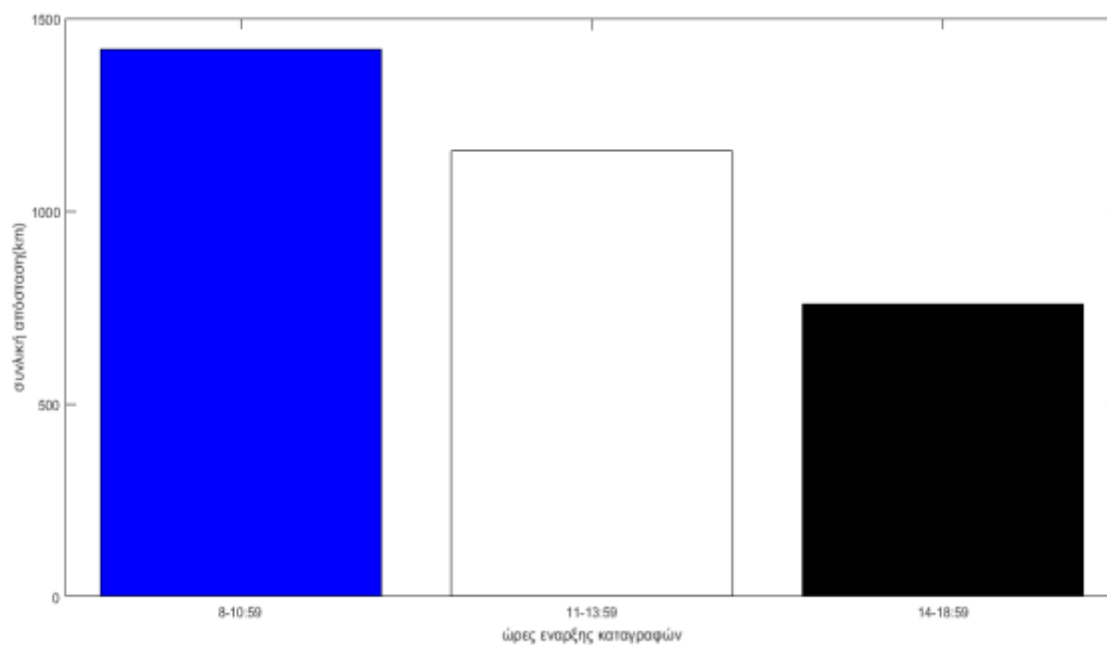
Διάγραμμα 27: Ποσοστό χρόνου καταγραφών με ώρα έναρξης τους την αναγραφόμενη σε σχέση με το συνολικό χρόνο



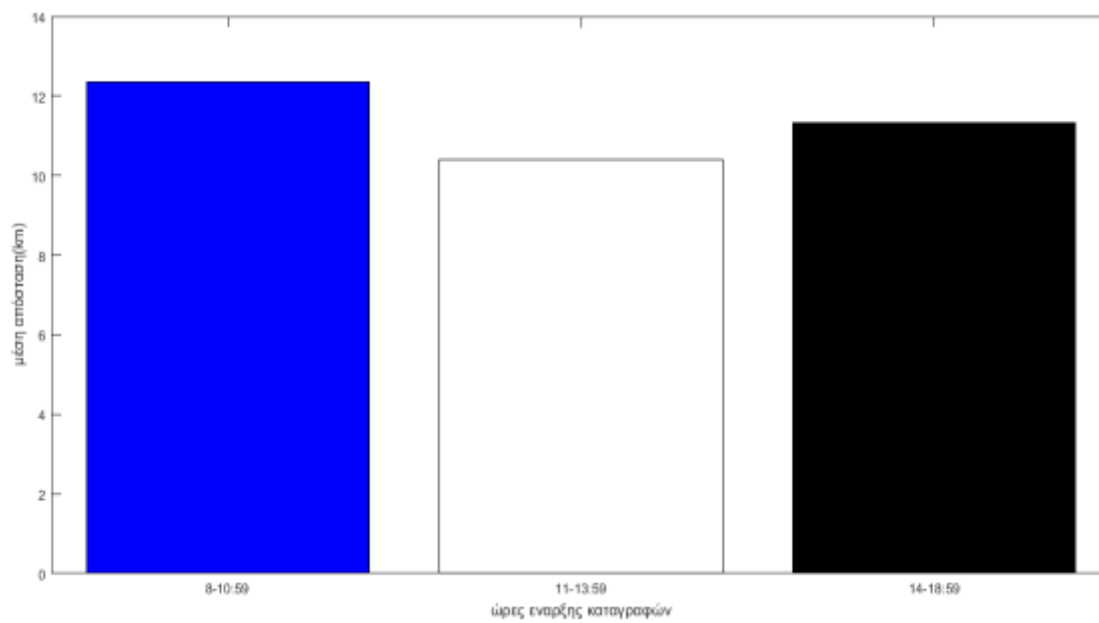
Διάγραμμα 28: Αριθμός καταγραφών ανάλογα με την ώρα έναρξης της καταγραφής



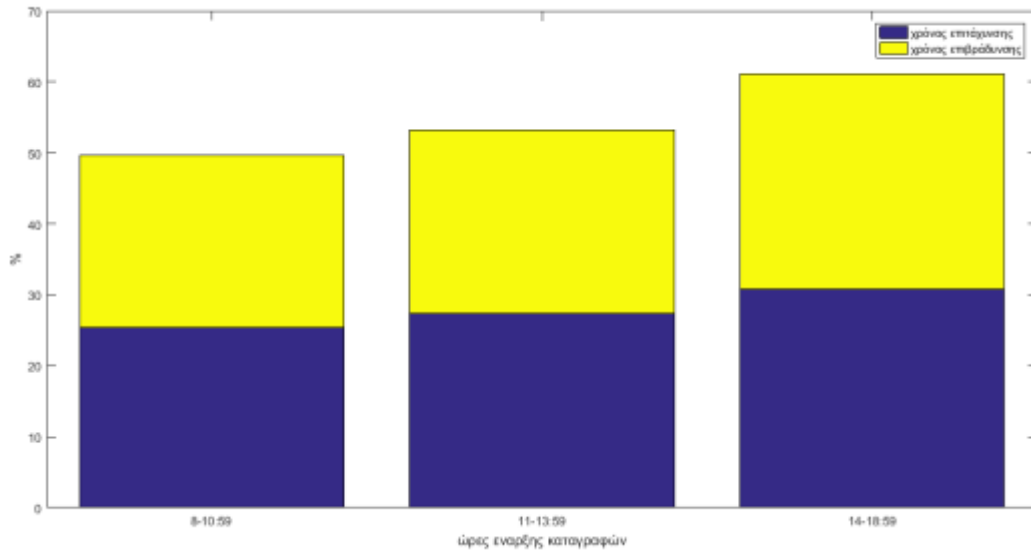
Διάγραμμα 29: Μέση διάρκεια των καταγραφών για κάθε ένα διάστημα ωρών



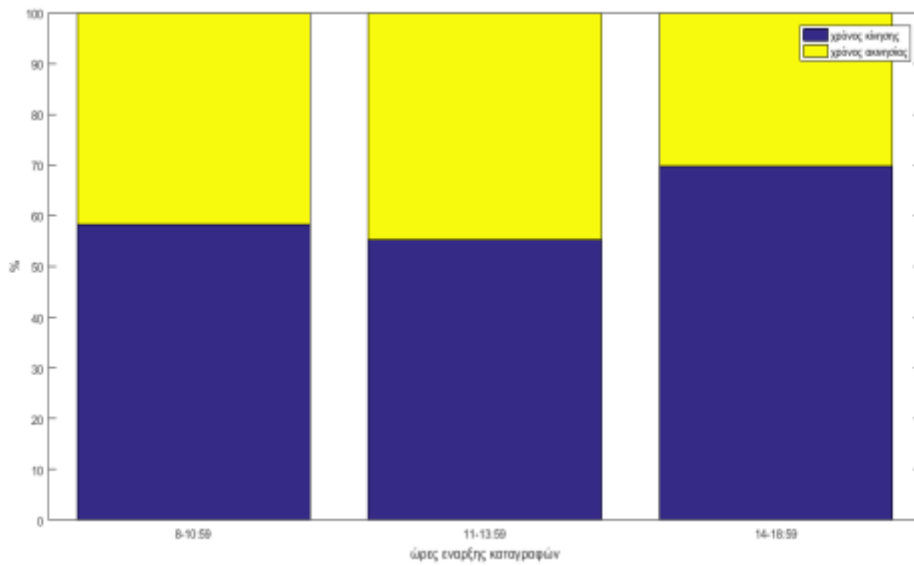
Διάγραμμα 30: Συνολική απόσταση που διένυσε το όχημα ανάλογα με την ώρα έναρξης των καταγραφών



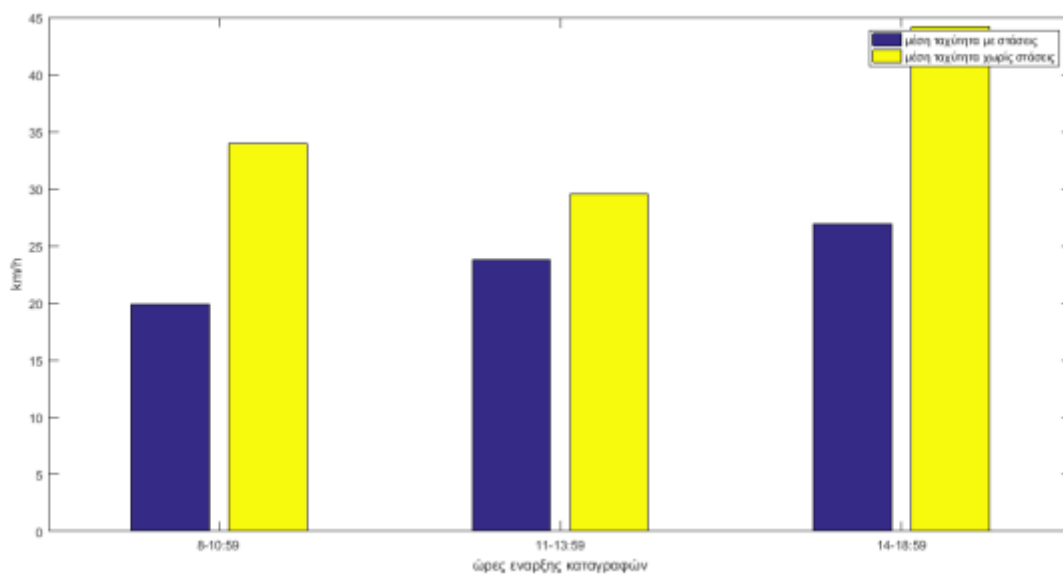
Διάγραμμα 31: Μέση απόσταση καταγραφών ανάλογα με την ώρα έναρξης των καταγραφών



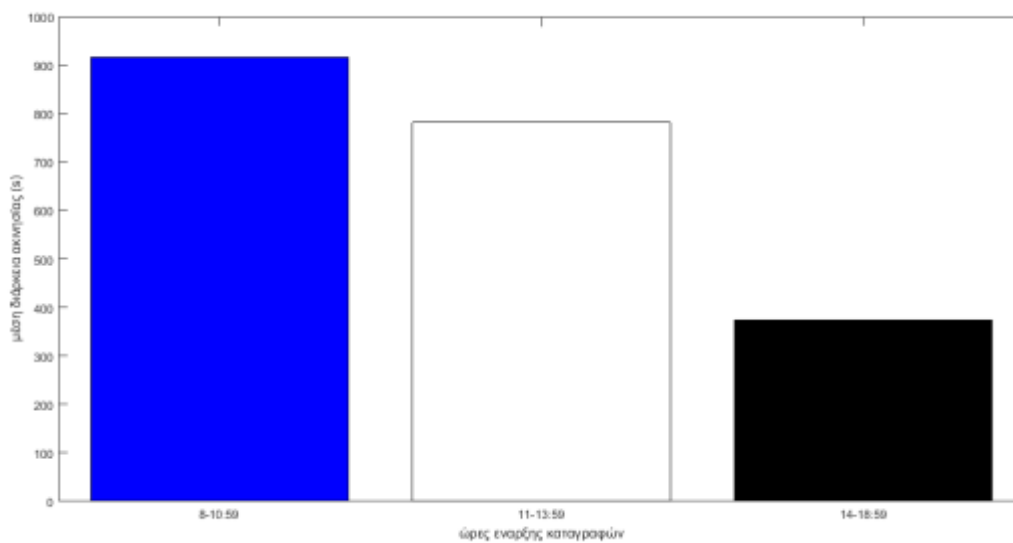
Διάγραμμα 32: Ποσοστά χρόνου επιτάχυνσης και επιβράδυνσης στο σύνολο των καταγραφών κάθε κατηγορίας



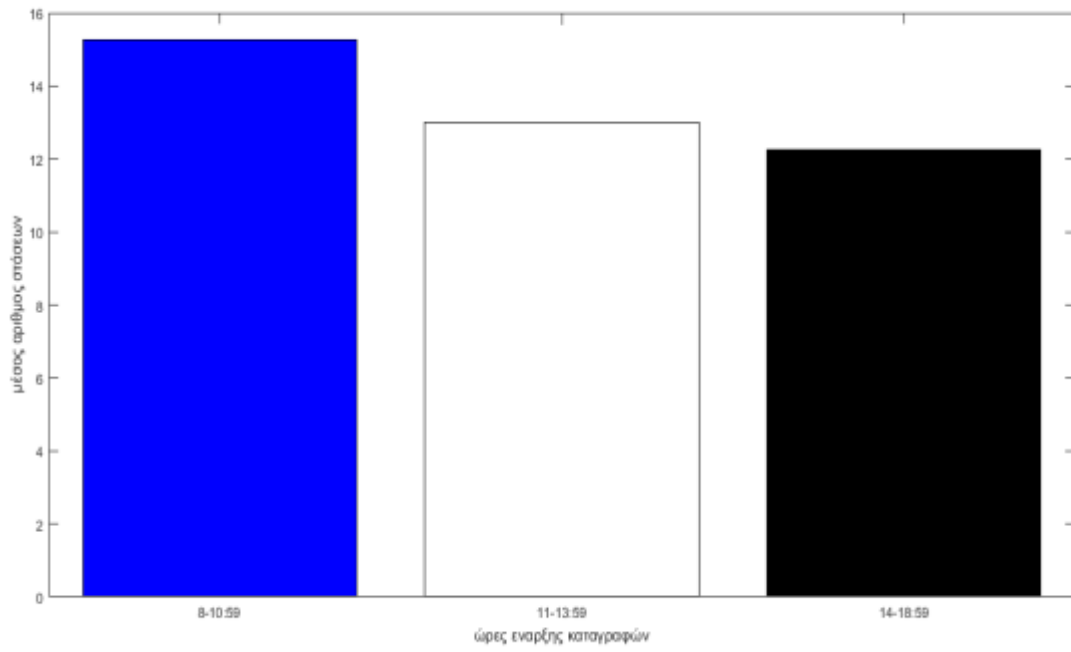
Διάγραμμα 33: Ποσοστά χρόνου κίνησης και ακινησίας των συνολικών καταγραφών κάθε κατηγορίας



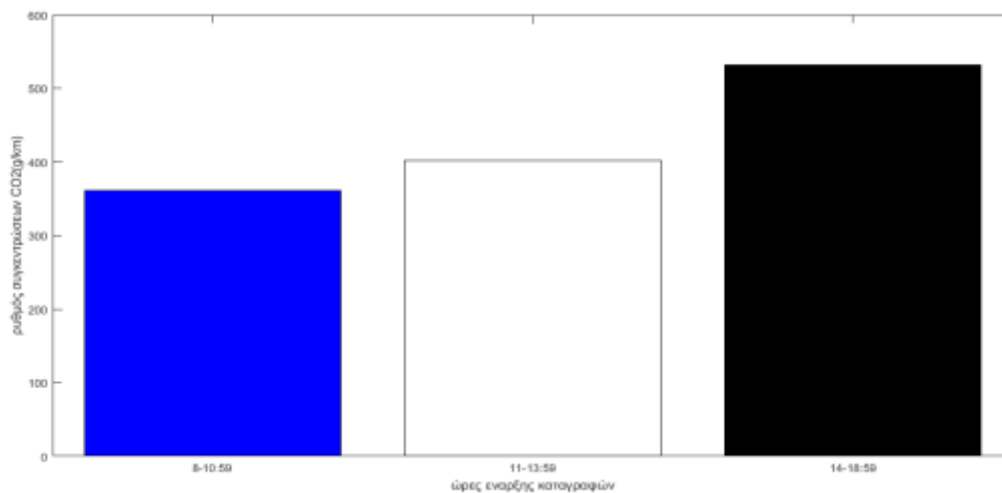
Διάγραμμα 34: Μέση ταχύτητα κίνησης του οχήματος με και χωρίς στάσεις



Διάγραμμα 35: Μέση διάρκεια που το όχημα είναι ακινητοποιημένο σε κάθε καταγραφή



Διάγραμμα 36: Μέσος αριθμός στάσεων των καταγραφών



Διάγραμμα 37: Μέσος ρυθμός συγκεντρώσεων εκπομπών CO₂ (g/km) του οχήματος για κάθε διάστημα ωρών

Από τον παραπάνω πίνακα αλλά και από τα διαγράμματα παρατηρούμε τα εξής:

- Καταρχάς ο συνολικός χρόνος των καταγραφών είναι αρκετά μεγαλύτερος στο διάστημα ωρών 8:00-10:59 από ότι στο διάστημα ωρών 11:00-13:59. Στο απογευματινό διάστημα 13:59-18:59 τόσο ο συνολικός χρόνος καταγραφής αλλά και ο αριθμός των καταγραφών είναι αρκετά μικρότερος.
- Επίσης ο αριθμός των καταγραφών των πιο πρωινών ωρών είναι κατά λίγο μεγαλύτερος από τον αριθμό των καταγραφών που ξεκίνησαν μεταξύ 11 το πρωί και πριν την 13:59. Αυτό σημαίνει ότι ενώ έχουμε παρόμοιο αριθμό καταγραφών μεταξύ των πρώτων 2 διαστημάτων της ώρας ο συνολικός χρόνος των καταγραφών που ξεκίνησαν τις πρωινές ώρες μεταξύ 8 και 11 είναι αρκετά μεγαλύτερος. Με άλλα λόγια η μέση διάρκεια των καταγραφών του 1^{ου} διαστήματος είναι αρκετά μεγαλύτερος από αυτό του 2^{ου} και του 3^{ου} αντίστοιχα από του 3^{ου}.
- Η συνολική απόσταση ακολουθεί ίδια αύξουσα πορεία, με μεγαλύτερη συνολική απόσταση στο 1^ο διάστημα ωρών και μικρότερη στο 3^ο
- Παρόλα αυτά, η μέση απόσταση των καταγραφών που ξεκίνησαν μεταξύ 14:00 και 18:59 είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη μεταξύ 11:00 και 13:59. Ίσως συμβαίνει αυτό διότι

ενώ στο 3^ο διάστημα έχουμε μικρότερη συνολική διανυόμενη απόσταση ,έχουμε επίσης και μικρότερο αριθμό καταγραφών.

- Τα ποσοστά χρόνου επιτάχυνσης και επιβράδυνσης είναι σχεδόν ίδια για όλες τις ώρες. Αθροιστικά το μεγαλύτερο ποσοστό χρόνου μη σταθερής ταχύτητας καταλαμβάνουν οι καταγραφές που άρχισαν μεταξύ 14:00 και 18:59. Συνεπώς και το μικρότερο ποσοστό ακινησίας(περίπου 30%) κατέχουν οι καταγραφές των απογευματινών ωρών.
- Σε όλες τις κατηγορίες το ποσοστό κίνησης του οχήματος είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό ακινησίας.
- Οι μέσες ταχύτητες με στάσεις κατά αύξουσα σειρά είναι η μέση ταχύτητα της 1^{ης} κατηγορίας, ακολουθεί της 2^{ης} και μεγαλύτερη από όλες η 3^η. Αντίθετα οι ταχύτητες χωρίς στάσεις κατά αύξουσα σειρά είναι πρώτη της 2^{ης}, στη συνέχεια της 1^{ης} και πάλι μεγαλύτερη από όλες της 3^{ης}. Λόγω του μικρού ποσοστού ακινησίας της 3^{ης} κατηγορίας η διαφορά μεταξύ ταχύτητας με και χωρίς στάσεις είναι μικρή.
- Η μέση διάρκεια ακινησίας είναι η μεγαλύτερη στις καταγραφές που άρχισαν από την 8:00 ως την 10:59 και η μικρότερη στις καταγραφές του διαστήματος 14:00 και 18:59.
- Οι συγκεντρώσεις του CO₂ εμφανίζουν αντίθετη κατάταξη. Συγκεκριμένα ο ρυθμός εκπομπών g/km του CO₂ είναι μεγαλύτερος στις ώρες 14:00-18:59 και μικρότερος στις 8:00-10:59.

7.5 Καταγραφές ανά περιοχή/δρόμο

Σε αυτήν την ενότητα μελετήθηκαν βασικά στοιχεία της κίνησης ανά περιοχές της Αττικής. Επιλέχθηκαν οι περιοχές αυτές της Αττικής με τις συχνότερες καταγραφές δηλαδή το Μαρούσι και η Πολυτεχνειούπολη. Επίσης επιλέχθηκε να αναλυθούν ξεχωριστά η Περιφερειακή Λεωφόρος του Υμηττού, η Αττική Οδός, η Λεωφόρος Κηφισιάς και η Λεωφόρος Κηφισού.

Όπως παρατηρούμε και από τους χάρτες του κεφαλαίου 6 με τις καταγραφές ανά μήνα οι διαδρομές περιλαμβάνουν ένα μεγάλο μέρος της Αττικής και έτσι πολλές περιοχές έχουν λίγες καταγραφές και έτσι δεν θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθούν ξεχωριστά. Αντίθετα η ανάλυση

αυτών των περιοχών γίνεται από την συνολική μελέτη όλων των καταγραφών στην περιοχή της Αττικής.

Ήταν γνωστές όλες οι συντεταγμένες των σημείων από τα οποία περνούσε το όχημα. Μέσω του Google Earth βρέθηκαν και οι γεωγραφικές συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος) σημείων στο χάρτη στα όρια της κάθε υπό μελέτης περιοχής ή οδούς.

Συγκεκριμένα το Google Earth δίνει την δυνατότητα μέσω της αναζήτησης να παρουσιάζει ακριβώς τα όρια της κάθε περιοχής. Σχεδιάστηκε κλειστό σχήμα πολλών σημείων που ακολουθούσαν όσο πιο πιστά τα όρια της κάθε περιοχής, Στην περίπτωση των λεωφόρων τα όρια δεν εμφανίζονται από το Google Earth και έτσι το κλειστό σχήμα σχεδιάστηκε κατά μήκος της λεωφόρου και περιλάμβανε και τις δύο κατευθύνσεις του δρόμου. Με αυτό έγιναν γνωστές οι γεωγραφικές συντεταγμένες πολλών σημείων στο όρια της κάθε περιοχής.

Στη συνέχεια τα αποτελέσματα αποθηκεύονταν και εξάγονταν ως αρχεία KML για κάθε υπό μελέτη αντικείμενο. Έπειτα γινόταν εισαγωγή κάθε αρχείου αυτού σε Excel. Με κατάλληλη επεξεργασία κάθε αρχείο Excel περιείχε 2 στήλες, μια για τα γεωγραφικά μήκη και μια για τα γεωγραφικά πλάτη.

Τέλος γινόταν εισαγωγή των αρχείων με τις συντεταγμένες σημείων στα όρια κάθε περιοχής στο Matlab. Με μια συγκεκριμένη εντολή βρισκόταν ποια σημεία με συγκεκριμένες γνωστές γεωγραφικές συντεταγμένες βρισκόταν εντός των ορίων. Αρκετές καταγραφές μπορούσαν να μην διαθέτουν ούτε ένα σημείο από μια από τις αναλυόμενες περιοχές και επίσης πολλές καταγραφές διέθεταν κίνηση σε παραπάνω από μια περιοχή.

Παρακάτω φαίνονται τα χαρακτηριστικά μεγέθη κίνησης του οχήματος σε κάθε μία από τις προαναφερθείσες περιοχές.

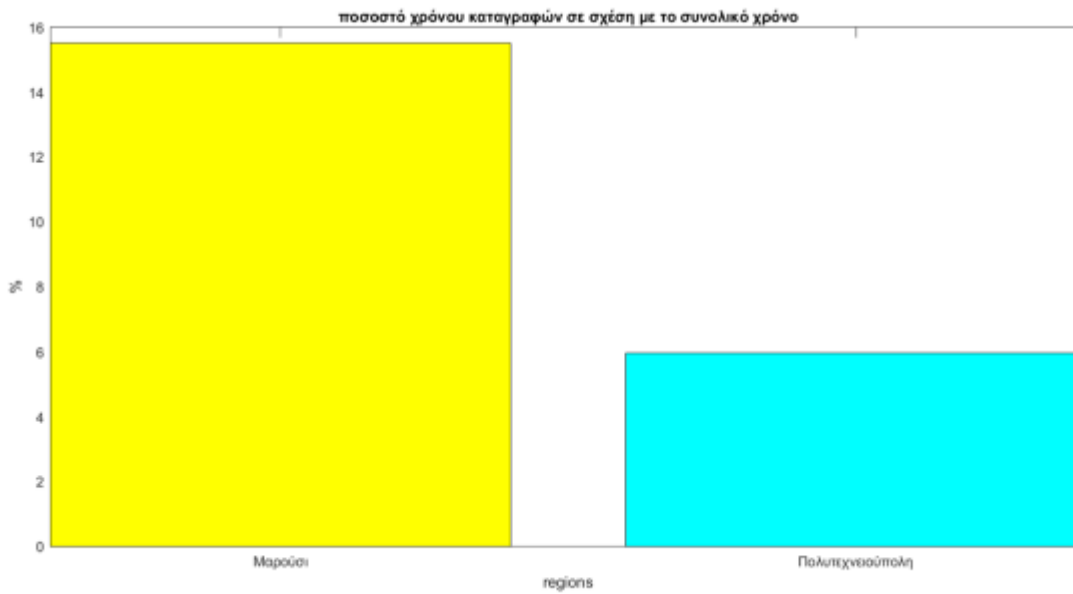
7.5.1 Καταγραφές ανά περιοχή

Ο πίνακας των στοιχείων της κίνησης του οχήματος στο Μαρούσι και στην Πολυτεχνειούπολη φαίνεται παρακάτω:

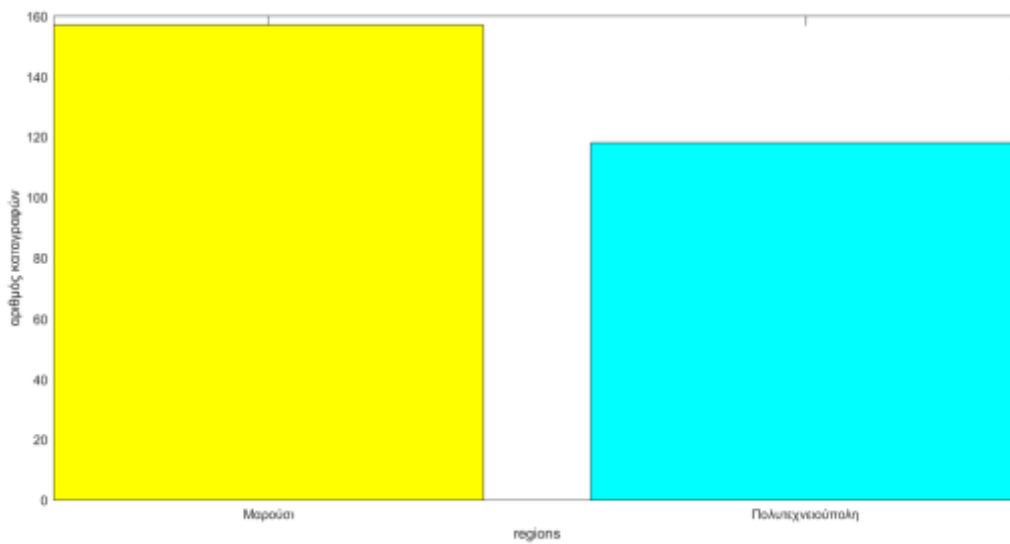
Πίνακας 17: Μεγέθη κίνησης σε Μαρούσι και Πολυτεχνειούπολη

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Μαρούσι	Πολυτεχνειούπολη
Απόσταση	km	364,57	111,97

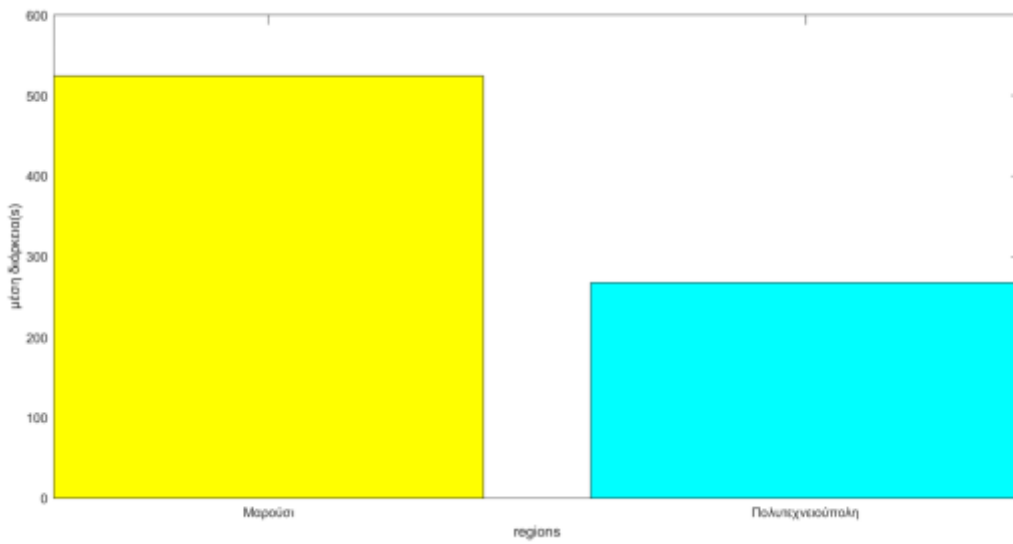
Μέση απόσταση	km	2,32	0,9488
Συνολική Χρονική διάρκεια καταγραφών	s	82341	31678
Ποσοστό χρόνου σε σχέση με όλο των καταγραφών	%	15,52	5,97
Μέση διάρκεια καταγραφών	s	524,47	268,46
Αριθμός καταγραφών		157	118
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	27,28	29,61
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	27,08	27,62
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	45,31	43,45
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	54,69	58,09
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	21,25	14,18
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	Km/h	32,17	21,37
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,6419	1,9087
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	1,7590	2,13
Μέσος Αριθμός στάσεων		6,62	2,53
Μέση διάρκεια ακινησίας κάθε καταγραφής	s	237,66	116,64
Μέσος Ρυθμός εκπομπών CO ₂	g/km	301,54	171,70



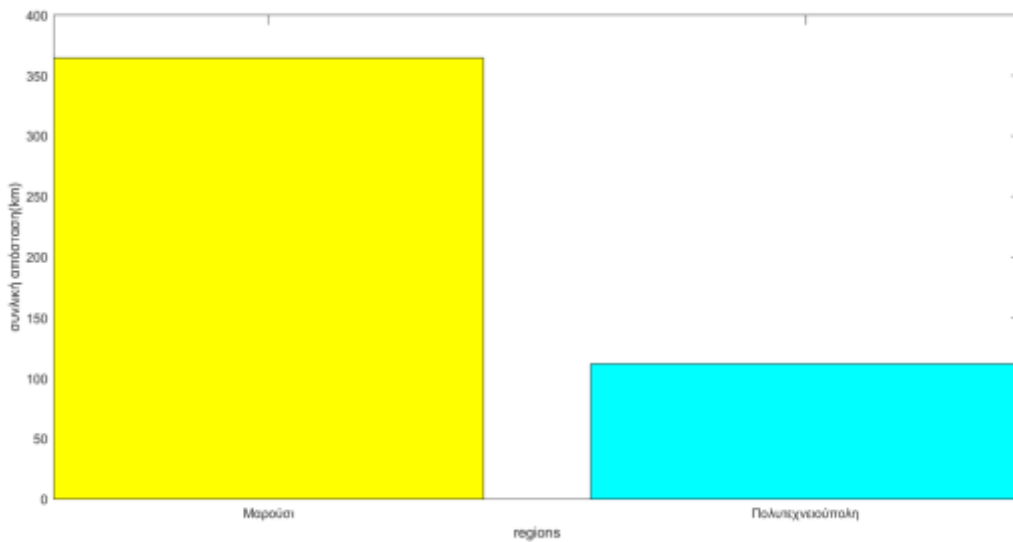
Διάγραμμα 38: Ποσοστό χρόνου που το όχημα βρίσκεται στις 2 περιοχές



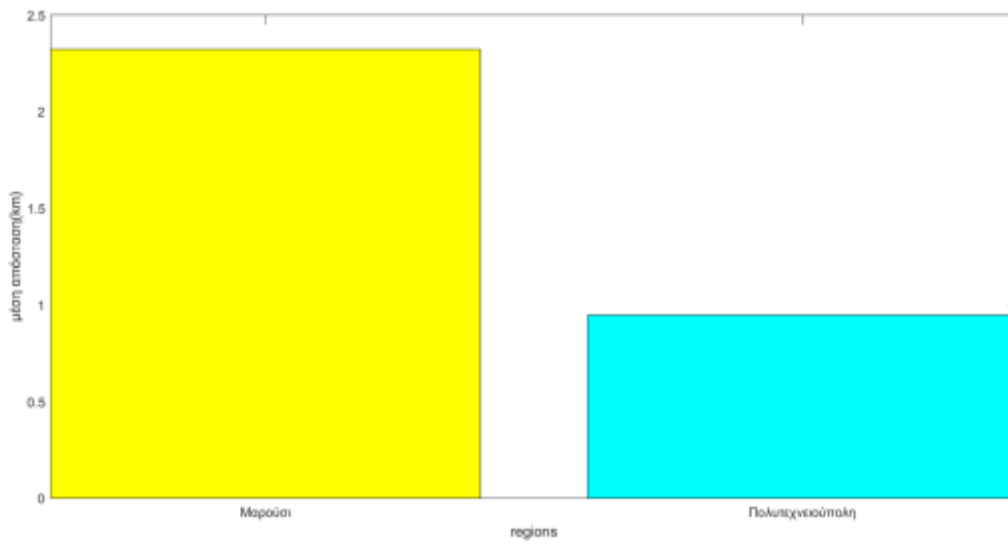
Διάγραμμα 39: Αριθμός καταγραφών σε Μαρούσι, Πολυτεχνείο



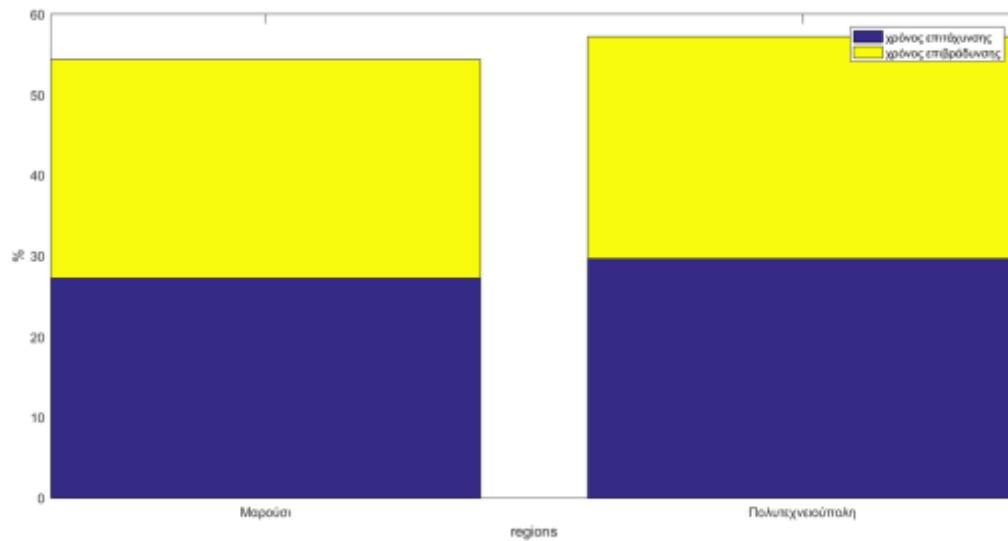
Διάγραμμα 40: Μέση διάρκεια κάθε καταγραφής που το όχημα βρίσκεται στο Μαρούσι είτε στην Πολυτεχνειούπολη



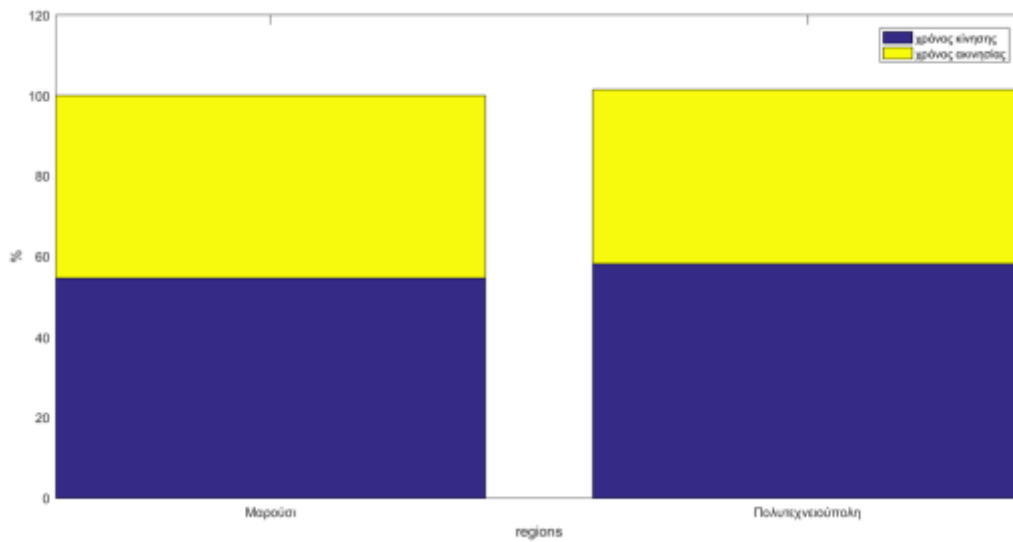
Διάγραμμα 41: Συνολική απόσταση που διανύει το όχημα εντός των 2 περιοχών



Διάγραμμα 42: Η μέση απόσταση εντός της κάθε περιοχής που διανύει το όχημα σε κάθε καταγραφή

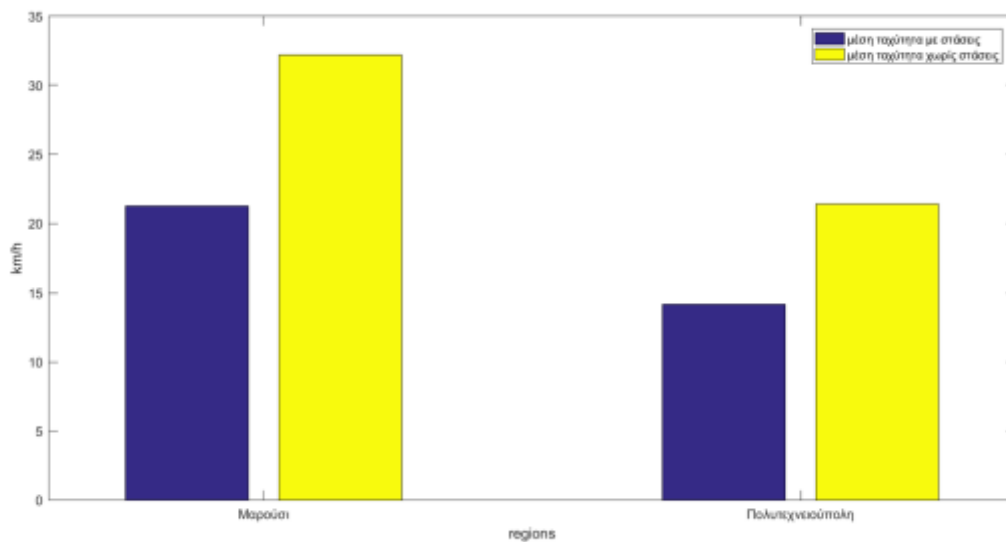


Διάγραμμα 43: Ποσοστά χρόνου επιτάχυνσης και επιβράδυνσης του οχήματος κατά την διάρκεια όλων των καταγραφών που πραγματοποιήθηκαν

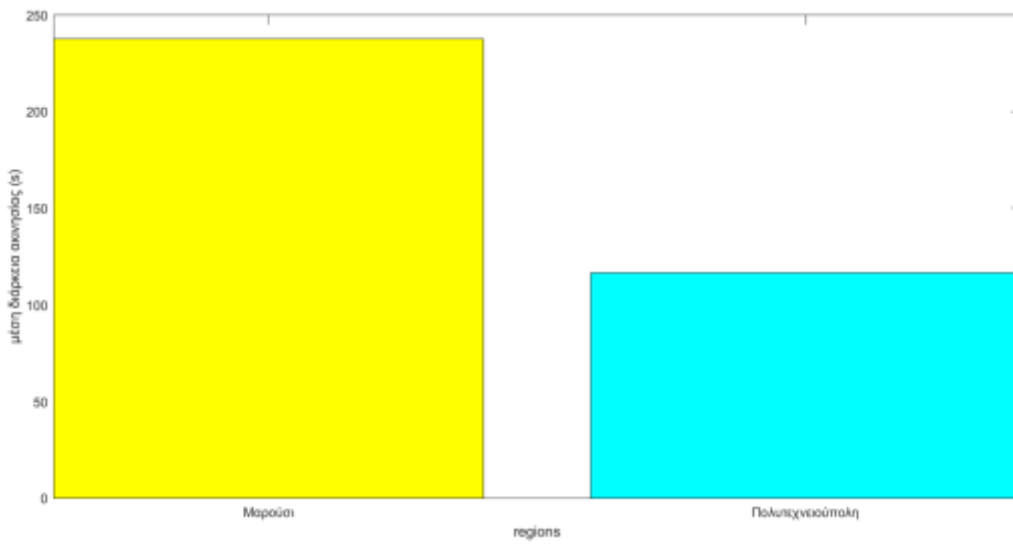


Διάγραμμα 44: Ποσοστά χρόνου κίνησης και ακινησίας του οχήματος κατά την διάρκεια όλων των καταγραφών που πραγματοποιήθηκαν

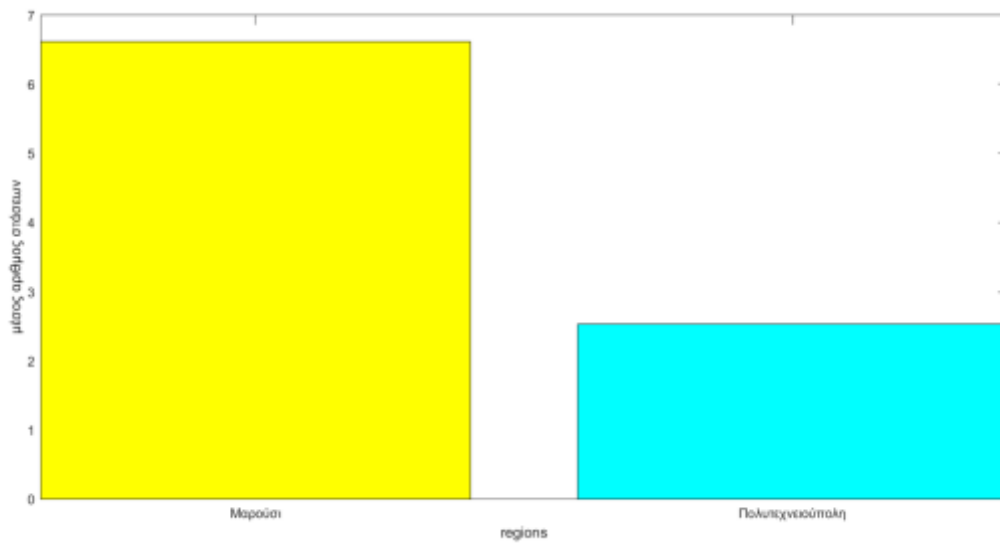
Διάγραμμα 7.5.1.7



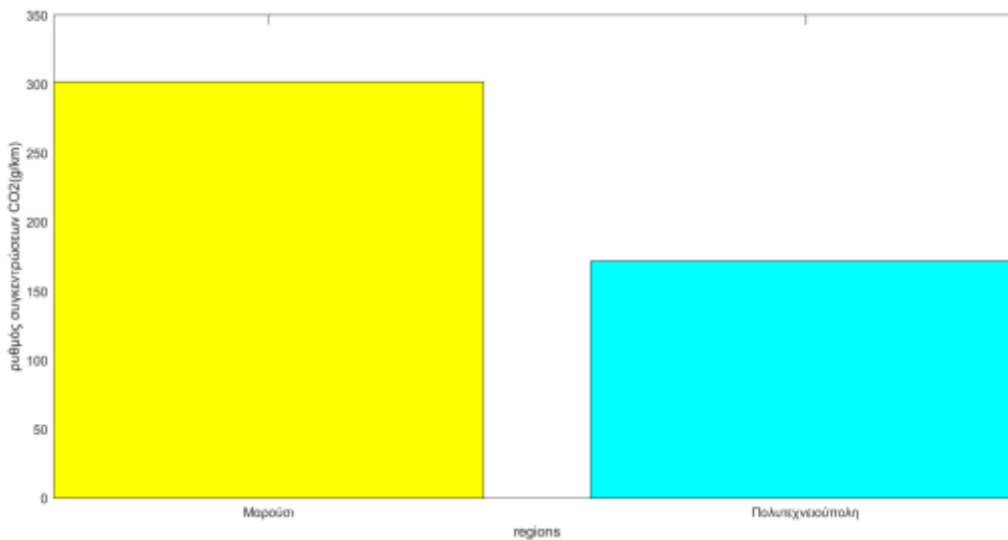
Διάγραμμα 45 Μέση ταχύτητα με και χωρίς στάσεις σε Μαρούσι και Πολυτεχνειούπολη



Διάγραμμα 46: Μέση διάρκεια ακινησίας του οχήματος σε κάθε καταγραφή



Διάγραμμα 47: Μέσος αριθμός στάσεων σε κάθε καταγραφή σε κάθε μια από τις 2 περιοχές



Διάγραμμα 48: Μέσος ρυθμός συγκεντρώσεων εκπομπών CO₂ (g/km) του οχήματος για κάθε περιοχή

Στο Μαρούσι αντιστοιχεί ένα 15% του συνολικού χρόνου όλων των μετρήσεων και στην Πολυτεχνειούπολη ένα 6%. Λόγω των σχετικά αυτών μεγάλων ποσοστών χρόνου επιλέχθηκε η ξεχωριστή μελέτη βασικών μεγεθών της κίνησης του van σε αυτές τις περιοχές. Έτσι εξασφαλίζεται η εγκυρότητα των εξαγόμενων αποτελεσμάτων λόγω της επαναληπτικότητας της διαδικασίας των μετρήσεων. Αυτά είναι από τα 2 μεγαλύτερα ποσοστά. Υπάρχουν μετά πολλοί δήμοι που μοιράζονται μικρότερα ποσοστά χρόνου.

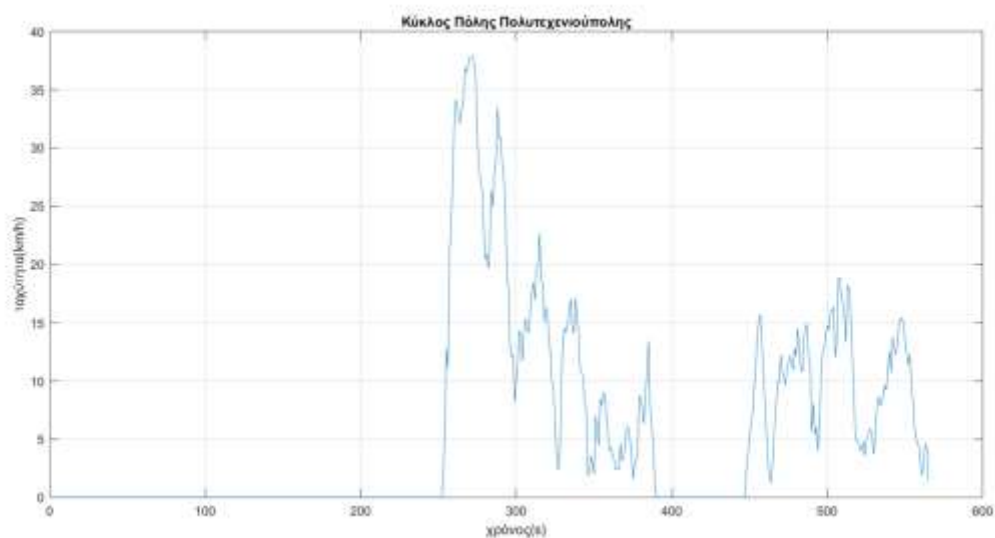
Συνεπώς και οι συνολικές αποστάσεις που διανύθηκαν είναι μεγάλες σε αυτές τις περιοχές. Η Πολυτεχνειούπολη καλύπτει μια μικρή γεωγραφική περιοχή. Παρόλα αυτά, εξαιτίας του γεγονότος ότι για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (8 μήνες περίπου) υπήρχε καθημερινή οδήγηση σε αυτήν την περιοχή η συνολική απόσταση που διανύθηκε εντός του Πολυτεχνείου είναι μεγάλη.

Η μέση ταχύτητα στο Μαρούσι είναι 21,25km/h, ενώ στην Πολυτεχνειούπολη 14km/h. Από τη μια στο Μαρούσι η μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση πάνω στο δακτυλίδι δεν επέτρεπε ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων και από την άλλη στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο αποφεύγεται η ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων λόγω της παρουσίας πολλών φοιτητών που κινούνται στους δρόμους. Επίσης οι δρόμοι του Πολυτεχνείου έχουν μεγάλες στροφές και πολλά σαμαράκια που εμποδίζουν την μεγάλη ανάπτυξη ταχυτήτων. Τα ποσοστά χρόνου ακινησίας είναι λίγο μικρότερα από τα ποσοστά χρόνου κίνησης του οχήματος

Λόγω των πολλών ακινητοποιήσεων το όχημα επιτάχυνε ή επιβράδυνε για μεγάλο χρονικό διάστημα σε αυτές τις περιοχές και για αυτό το λόγο και η ταχύτητα χωρίς στάσεις ήταν 7-10 μονάδες παραπάνω.

Πίνακας 18:Μεγέθη κίνησης στο Πολυτεχνείο

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Πολυτεχνειούπολη-καταγραφές	Πολυτεχνειούπολη-κύκλος
Συνολική Χρονική διάρκεια	s	31678	
Μέση διάρκεια	s	268,46	582
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	29,61	31,16
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	27,62	30,07
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	43,45	39,49
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	58,09	60,51
Μέση απόσταση	km	0,95	0,89
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	km/h	14,18	7,72
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	km/h	21,37	17,89
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,91	1,77
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	2,13	1,77
Μέσος Αριθμός στάσεων		2,53	3



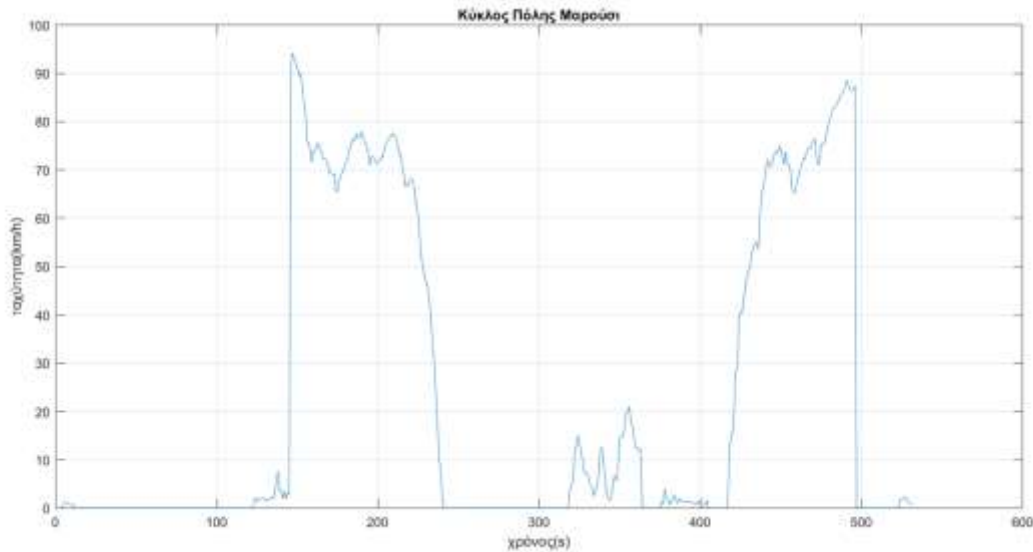
Διάγραμμα 49: Κύκλος πόλης Πολυτεχνειούπολης

Ο κύκλος οδήγησης για την Πολυτεχνειούπολη διαρκεί περισσότερο από τη μέση διάρκεια των καταγραφών στην Πολυτεχνειούπολη. Ένα αρκετά μεγάλο διάστημα αποτελείται από μηδενική ταχύτητα. Οι ταχύτητες που αναπτύσσονται είναι μικρές και δεν ξεπερνάν τα 40km/h. Η μέση απόσταση που διανύεται είναι μικρή καθώς το όχημα έμπαινε για λίγα λεπτά στο Πολυτεχνείο μέχρι να σταθμεύσει.

Επίσης υπάρχουν έντονες αυξομειώσεις ταχύτητας. Δικαιολογούνται καθώς το όχημα έπρεπε να μειώνει κατά πολύ την ταχύτητα του πριν την διέλευση από τα σαμαράκια αλλά και άλλων εμποδίων που υπάρχουν στο οδόστρωμα.

Πίνακας 19:Χαρακτηριστικά μεγέθη σε Μαρούσι

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Μαρούσι-καταγραφές	Μαρούσι-κύκλος
Συνολική Χρονική διάρκεια	s	82341	
Μέση διάρκεια	s	524,47	531
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	27,28	28,44
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	27,08	25,24
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	45,31	46,14
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	54,69	53,86
Μέση απόσταση	km	2,32	0,49
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	km/h	21,25	18,75
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	km/h	32,17	42,97
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,64	1,46
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	1,76	1,56
Μέσος Αριθμός στάσεων		6,62	6



Διάγραμμα 50:Κύκλος Οδήγησης για το Μαρούσι

Ο κύκλος οδήγησης για το Μαρούσι παρουσιάζει ένα εμφανές ιδιαίτερο χαρακτηριστικό. Συγκεκριμένα έχει 2 μεγάλα διαστήματα οδήγησης στα οποία οι ταχύτητες είναι αρκετά αυξημένες. Αυτό συμβαίνει διότι το Μαρούσι περιλαμβάνει ένα σημαντικό τμήμα της Αττικής Οδού(Σπάτα-Ελευσίνα). Η ταχύτητα οδήγησης σε αυτόν τον αυτοκινητόδρομο είναι αρκετά μεγάλη.

Επίσης χαρακτηριστικό είναι η απότομη αύξηση και μείωση της ταχύτητας. Η απότομη αύξηση της ταχύτητας συμβαίνει κατά την είσοδο του οχήματος στην Αττική Οδό αφού περάσει τα διόδια της Κηφισιάς. Αντίθετα η απότομη επιβράδυνση συμβαίνει κατά την έξοδο του οχήματος από την Αττική οδό και κατά την μετακίνηση του στο δακτυλίδι του Αμαρουσίου που είναι κόμβος έντονης κυκλοφοριακής συμφόρησης.

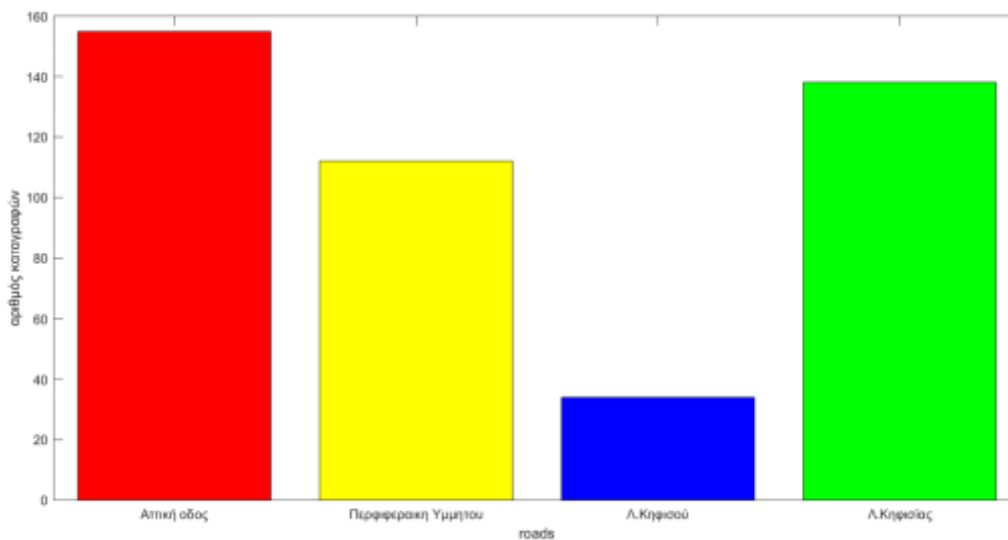
Επίσης αποτελείται από άλλο ένα τμήμα πολύ χαμηλών ταχυτήτων και από μεγάλα διαστήματα μηδενικών ταχυτήτων.

7.5.2 Καταγραφές ανά δρόμο

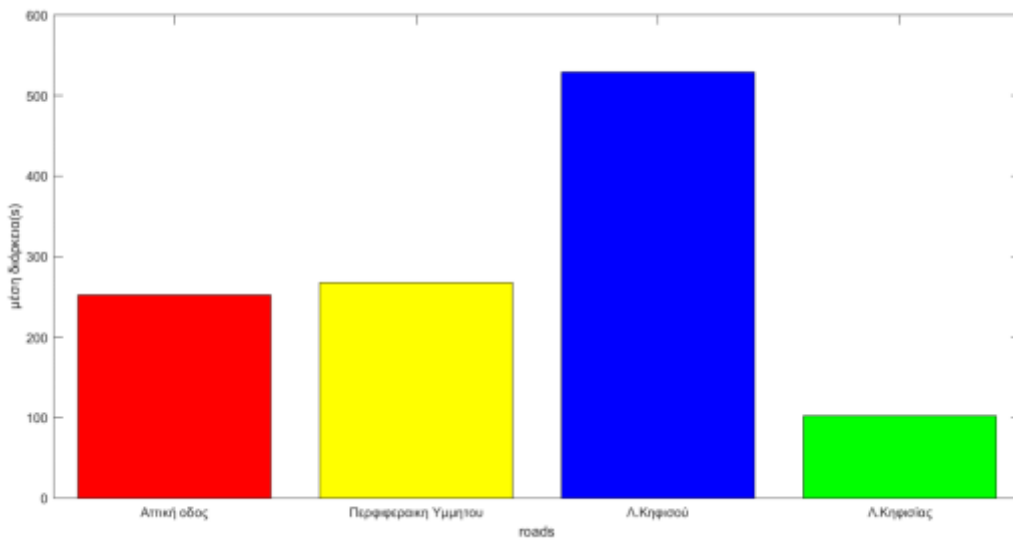
Πίνακας 20: Καταγραφές ανά οδό και μεγέθη κίνησης

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Αττική οδός (Σπάτα-Ελευσίνα)	Περιφερειακή Υμηττού	Λεωφόρος Κηφισού	Λεωφόρος Κηφισιάς
Απόσταση	Km	730,81	559,05	229,85	58,37
Μέση απόσταση	Km	4,7149	4,9915	6,7601	0,4229
Συνολική Χρονική διάρκεια καταγραφών	S	39180	30039	17983	14126
Ποσοστό χρόνου σε σχέση με συνολικό καταγραφών	%	7,85	5,66	3,339	2,66
Μέση διάρκεια καταγραφών	S	252,77	268,20	528,91	102,36
Αριθμός καταγραφών		155	112	34	138
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	41,60	38,48	44,41	32,39
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	39,86	36,68	41,83	34,95
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	5,99	7,11	12,94	32,71
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	94,01	92,89	87,06	67,29
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	Km/h	62,45	68,35	50,11	17,93
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	Km/h	65,25	71,96	52,99	21,90
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,556	1,6780	1,4824	2,2602
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	1,7581	1,7810	1,7358	2,2461
Μέσος Αριθμός στάσεων		0,8387	1,3571	2,26	1,8043

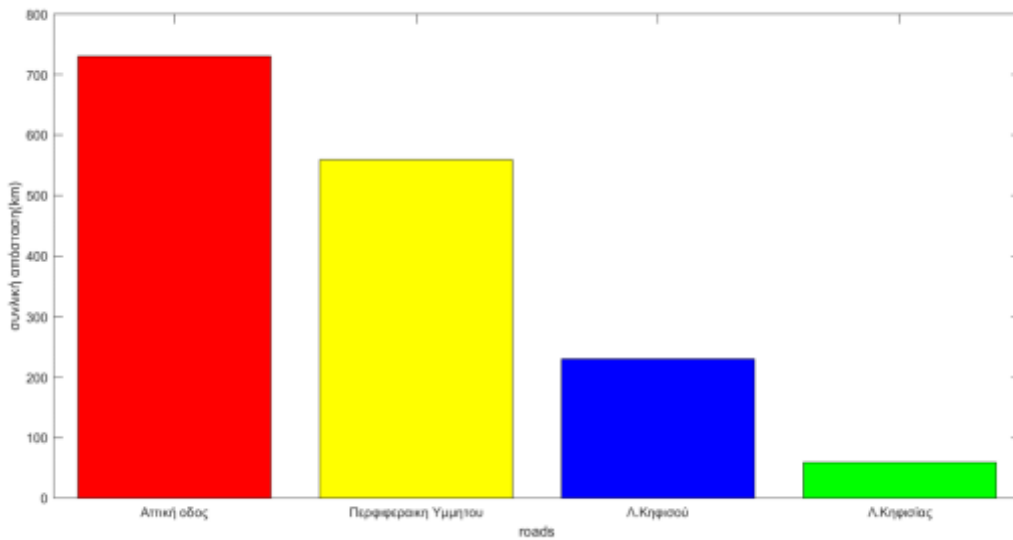
Μέση διάρκεια ακινησίας κάθε καταγραφής	s	15,14	19,06	68,44	33,49
Μέσος Ρυθμός εκπομπών CO ₂	g/km	289,25	244,88	62,90	300,98



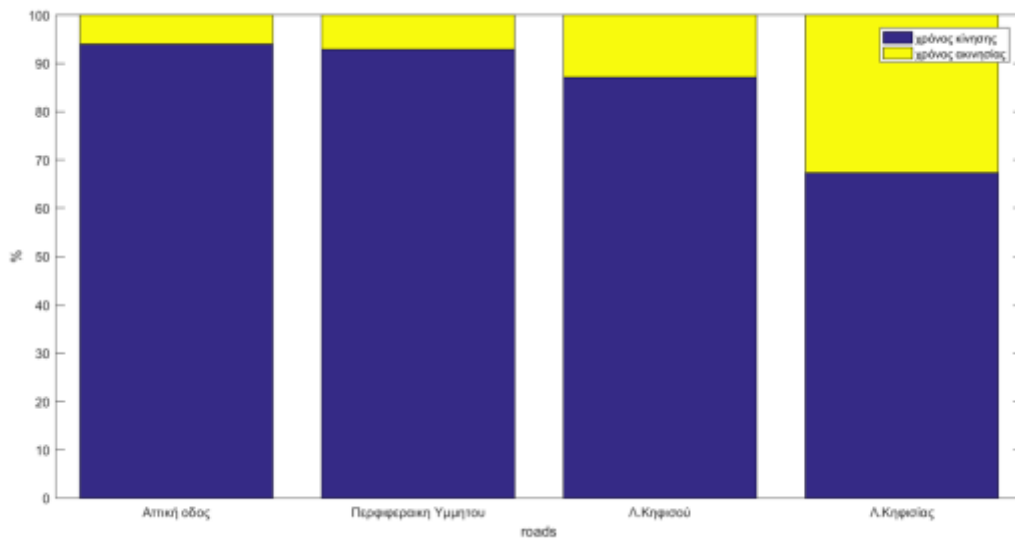
Διάγραμμα 51: Αριθμός καταγραφών που το όχημα κινείται τουλάχιστο ένα δευτερόλεπτο σε κάθε δρόμο



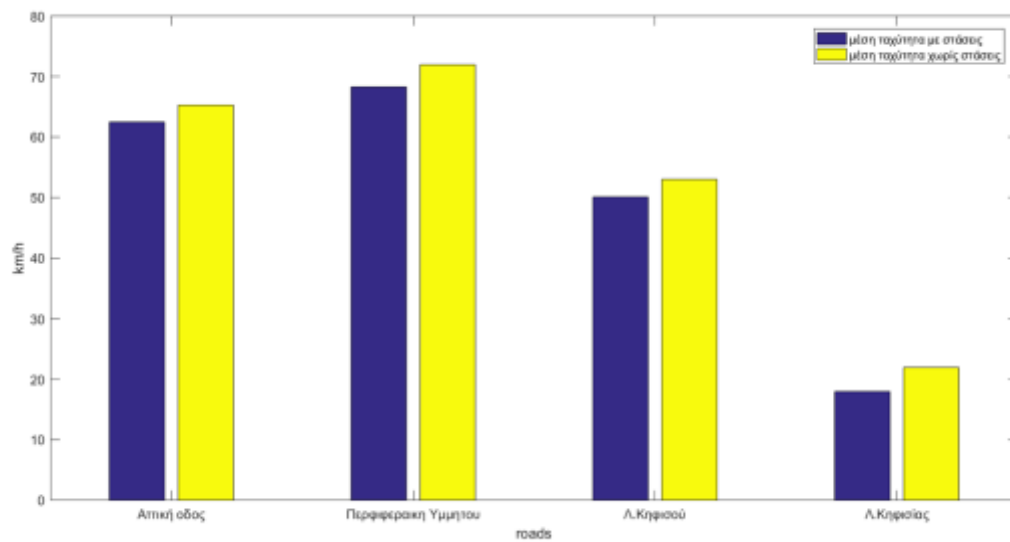
Διάγραμμα 52: Μέση διάρκεια καταγραφών για κάθε μία από τις 4 οδούς



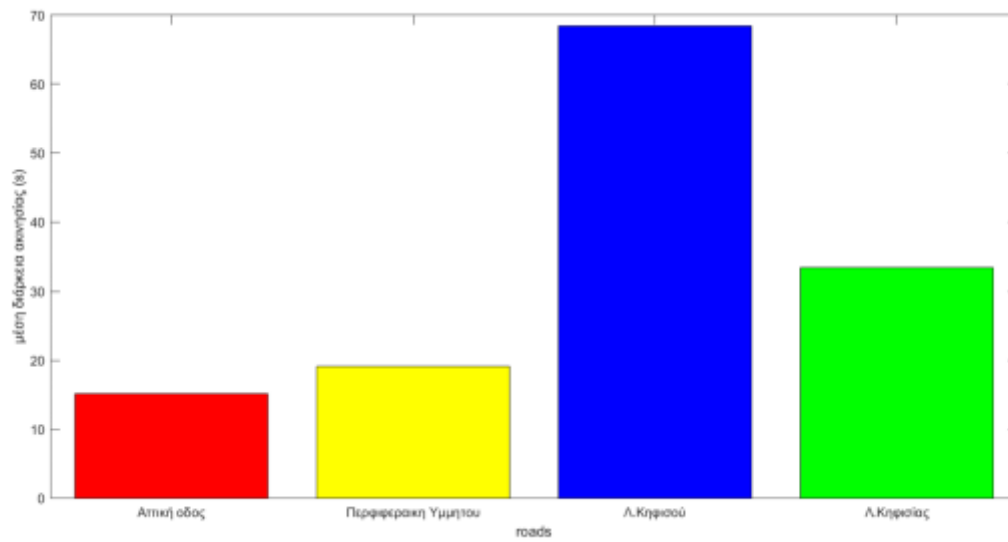
Διάγραμμα 53: Η απόσταση που διανύει συνολικά το όχημα σε όλες τις καταγραφές σε κάθε μια από τις παραπάνω οδούς



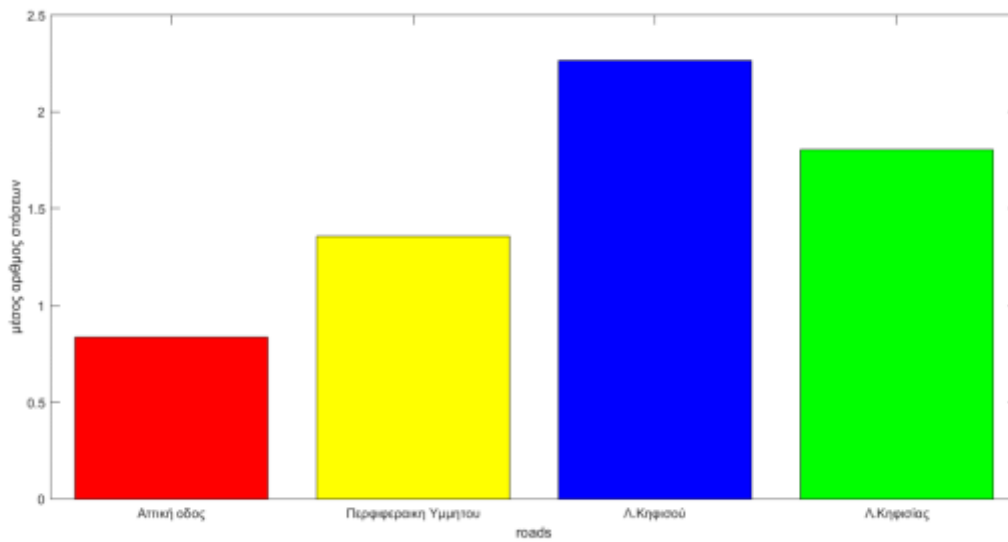
Διάγραμμα 54: Ποσοστό χρόνου στο οποίο το όχημα είναι ακίνητο είτε κινείται



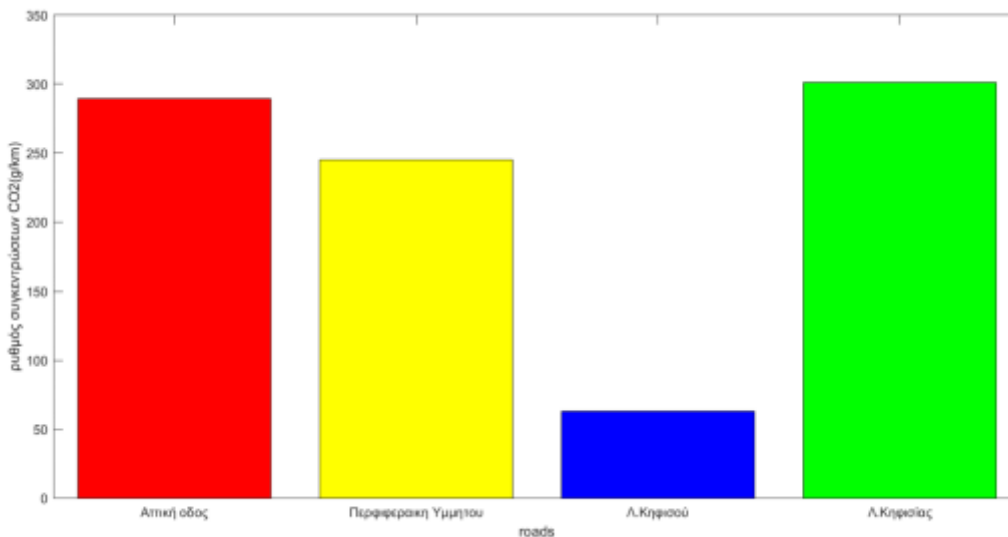
Διάγραμμα 55: Μέσες ταχύτητες με και χωρίς στάσεις



Διάγραμμα 56: Η μέση διάρκεια ακινησίας σε κάθε καταγραφή για κάθε ένα από του 4 δρόμους



Διάγραμμα 57: Μέσος αριθμός στάσεων ανά καταγραφή στην κίνηση του van στους δρόμους αυτούς



Διάγραμμα 58: Μέσος ρυθμός εκπομπών CO₂(g/km) στους 4 δρόμους

Μελετήθηκαν μεγάλοι αυτοκινητόδρομοι της Αττικής λόγω της συχνής χρήσης τους. Συγκεκριμένα η οδήγηση στην Αττική οδό κάλυπτε περίπου 8% του συνολικού χρόνου καταγραφής, η οδήγηση στην Περιφερειακή Υμηττού περίπου 5%, στην Λεωφόρο Κηφισού 3% και στην Λεωφόρο Κηφισιάς περίπου 3%. Λόγω της επαγγελματικής χρήσης του οχήματος απαιτούνταν η οδήγηση σε διαφορετικές περιοχές της Αθήνας. Η βέλτιστη σύνδεση πολλών απομακρυσμένων περιοχών επιτυγχάνεται από μεγάλους αυτοκινητόδρομους ή λεωφόρους.

Η απόσταση που διανύθηκε στην Αττική οδό είναι αρκετά μεγάλη και ακολουθεί αυτή της Περιφερειακής Υμηττού, της Λεωφόρου Κηφισού και τέλος της Λεωφόρου Κηφισιάς που είναι αρκετά μικρότερη.

Τη μικρότερη μέση απόσταση και μέση διάρκεια των καταγραφών είχε με διαφορά η Λεωφόρος Κηφισιάς καθώς δεν ήταν τόσο συχνή η οδήγηση εκεί όσο στους υπόλοιπους δρόμους που αναφέρθηκαν. Αντίθετα ενώ οι καταγραφές στη Λεωφόρο Κηφισού ήταν λίγες η μέση απόσταση και η μέση διάρκεια των καταγραφών εντός της Λεωφόρου ήταν οι μεγαλύτερες.

Οι στάσεις που πραγματοποιούνταν ήταν αρκετά λίγες εκτός από την Λεωφόρο Κηφισιάς και την Λεωφόρο Κηφισού που λόγω κίνησης οι στάσεις ήταν πολλές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις να μην είναι αξιόλογα μεγαλύτερη από τη μέση ταχύτητα με στάσεις τόσο για την Αττική οδό, όσο και για την Περιφερειακή Υμηττού όσο και για τη Λεωφόρο

Κηφισού. Επίσης αθροιστικά ο χρόνος στον οποίο το όχημα επιτάχυνε ή επιβράδυνε ήταν της τάξης του 70-80% αρκετά μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο σε Μαρούσι και Πολυτεχνειούπολη που ήταν της τάξης 55-60%. Οι στάσεις σε Αττική οδό ήταν πολύ σπάνιες και μόνο στα διόδια και έντονο μποτιλιάρισμα είχε κατά τις πρωινές ώρες η έξοδος προς την Λαμία στην κατεύθυνση Σπάτα-Ελευσίνα. Ανάλογα λίγες ήταν και οι στάσεις στην Περιφερειακή Υμηττού. Στην Λεωφόρο Κηφισού και Κηφισιάς δεν υπάρχουν διόδια και η Λεωφόρος Κηφισιάς είναι ο μόνος από τους 4 δρόμους που είναι εμπορικός άξονας με πολυκατοικίες και εμπορικά μαγαζιά εκατέρωθεν του.

Συνεπώς η μεγαλύτερη μέση ταχύτητα εντοπίζεται στην Περιφερειακή Υμηττού περίπου 70km/h και ακολουθεί της Αττικής οδού με 63km/h, της Λεωφόρου Κηφισού με 50km/h και της Λεωφόρου Κηφισιάς με 18km/h.

Όπως είναι φανερό στην περίοδο της καραντίνας όσο και στην περίοδο των γιορτών των Χριστουγέννων και Πάσχα οι ταχύτητες ξεπερνούσαν κατά πολύ τις μέσες τιμές τους τόσο για την Λεωφόρο Κηφισού όσο και για την Λεωφόρο Κηφισιάς.

Πίνακας 21:Χαρακτηριστικά κίνησης στην Περιφερειακή Λεωφόρο Υμηττού

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Περιφερειακή ή Υμηττού-καταγραφές	Περιφερειακή Υμηττού-κύκλος
Συνολική Χρονική διάρκεια	S	30039	
Μέση διάρκεια	S	268,2	357
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	38,48	38,66
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	36,68	27,14
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	7,11	2,97
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	92,89	97,03
Μέση απόσταση	Km	4,99	5,52
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	km/h	68,35	73,86

Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	km/h	71,96	76,12
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,68	1,88
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	1,78	1,53
Μέσος Αριθμός στάσεων		1,36	1

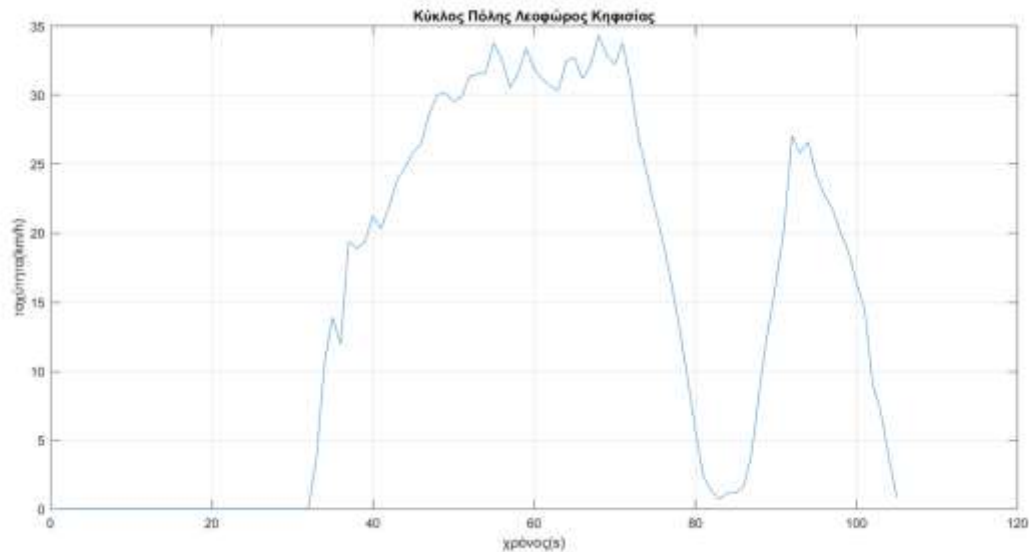


Διάγραμμα 59: Ο κύκλος πόλης Περιφερειακής Λεωφόρου Υμηττού

Η διάρκεια του κύκλου δοκιμής για την Περιφερειακή Λεωφόρο Υμηττού χαρακτηρίζεται από μεγάλες ταχύτητες. Επίσης Περιέχει μόνο 1 στάση στην έναρξη του κύκλου. Είναι αναμενόμενο η οδήγηση σε ένα αυτοκινητόδρομο να είναι σχετικά σταθερής και μεγάλης ταχύτητας. Επίσης η διάρκεια της ακινησίας είναι πολύ μικρή και διαρκεί 15-20s στην αρχή του κύκλου. Ύστερα από αυτό το διάστημα το όχημα επιταχύνει σημαντικά και φτάνει περίπου τα 80 km/h ταχύτητα την οποία διατηρεί σχεδόν σταθερή σε όλη τη διάρκεια του κύκλου.

Πίνακας 22: Λεωφόρος Κηφισιάς και η οδήγηση σε νούμερα

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Λεωφόρος Κηφισιάς-καταγραφές	Λεωφόρος Κηφισιάς-κύκλος
Συνολική Χρονική διάρκεια	s	14126	
Μέση διάρκεια	s	102,36	105
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	32,39	33,33
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	34,95	36,19
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	32,71	30,48
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	67,29	69,52
Μέση απόσταση	km	0,42	0,42
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	km/h	17,93	14,57
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	km/h	21,9	20,95
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	2,26	2,14
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	2,22	2
Μέσος Αριθμός στάσεων		1,8	1



Διάγραμμα 60:Κύκλος πόλης για την Λεωφόρο Κηφισιάς

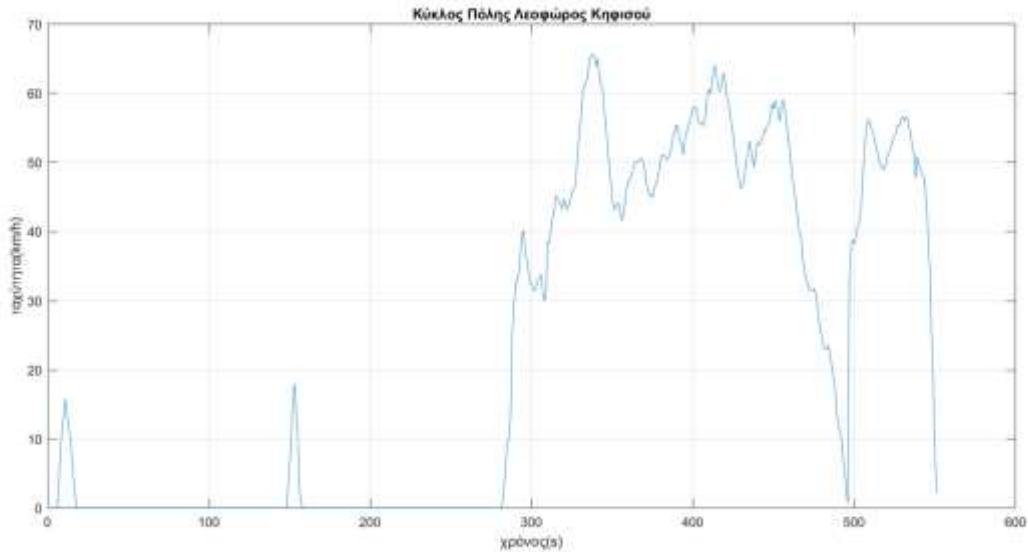
Ο κύκλος οδήγησης του Λεωφόρου Κηφισιάς έχει μικρή διάρκεια καθώς δεν ήταν συχνή η διέλευση του. Παρατηρούμε ότι αρχικά αποτελείται από ένα διάστημα ακινησίας που αποτελεί και το 30,5% του κύκλου. Στη συνέχεια αρχίζει να αυξάνεται και στο επόμενο διάστημα 25-75s η ταχύτητα παίρνει τιμές περίπου στα 30km/h.

Μετά από μια απότομη επιβράδυνση βλέπουμε δεύτερο μικρότερο διάστημα κίνησης και ταυτόχρονα μικρότερης ταχύτητας.

Η Λεωφόρος Κηφισιάς χαρακτηρίζεται από έντονο μποτιλιάρισμα τις πρωινές ώρες όταν γινόταν η διέλευση της για τη μεταφορά του οχήματος από το Μαρούσι προς τις περιοχές του κέντρου. Για αυτό το λόγο οι ταχύτητες ανάπτυξης είναι μικρές και τα εμπόδια που συναντούσε το όχημα προκαλούσε απότομη μειώσεις της ταχύτητας.

Πίνακας 23: Η οδήγηση στην Λεωφόρο Κηφισού

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Λεωφόρος Κηφισού-καταγραφές	Λεωφόρος Κηφισού-κύκλος
Συνολική Χρονική διάρκεια	s	17983	
Μέση διάρκεια	s	528,91	551
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	44,41	25,59
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	41,83	27,41
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	12,94	47,37
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	87,06	52,63
Μέση απόσταση	km	6,76	4,91
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	km/h	50,11	33,28
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	km/h	52,99	42,78
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,48	1,54
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	1,74	1,64
Μέσος Αριθμός στάσεων		2,26	3



Διάγραμμα 61:Κύκλος πόλης για την Λεωφόρο Κηφισού

Ο κύκλος οδήγησης για την Λεωφόρο Κηφισού αποτελείται από 2 τμήματα. Στο πρώτο τμήμα το όχημα είναι ακίνητο. Το διάστημα αυτό αποτελεί μεγάλο ποσοστό του χρόνου(περίπου 48%). Σε αυτό το διάστημα υπάρχουν και 2 απότομες κορυφές ταχυτήτων που διαρκούν μόνο λίγα δευτερόλεπτα.

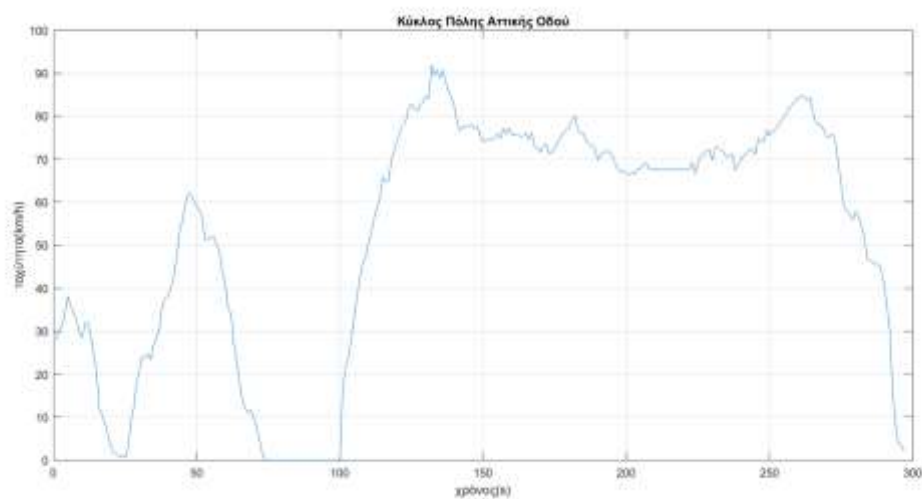
Στο χρονικό διάστημα 280-550s το όχημα έχει αυξημένες ταχύτητες και πολλές μικρές αυξομειώσεις της ταχύτητας. Υπάρχει μια απότομη μείωση της ταχύτητας επίσης.

Επίσης η μέση απόσταση που διανύεται στην Λεωφόρο Κηφισού είναι αρκετά μεγάλη αλλά μικρότερη από τη μέση απόσταση που καταγράφηκε.

Η κίνηση στην Λεωφόρο έγινε κυρίως πρωινές ώρες(μετά την 11:00) και σε μερικές περιπτώσεις νωρίς το μεσημέρι(13:00 με 14:00). Αυτές τις ώρες η κίνηση είναι αισθητή και αρκετά έντονη στο ύψος της Νέας Φιλαδέλφειας, και πριν την έξοδο για το Περιστέρι.

Πίνακας 24: Αττική οδός και μεγέθη κίνησης

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	Αττική οδός- καταγραφές	Αττική οδός κύκλος
Συνολική Χρονική διάρκεια	s	39180	
Μέση διάρκεια	s	252,77	297
Ποσοστό χρόνου επιτάχυνσης	%	41,6	42,42
Ποσοστό χρόνου επιβράδυνσης	%	39,86	43,77
Ποσοστό χρόνου ακινησίας	%	5,99	9,09
Ποσοστό χρόνου κίνησης	%	94,01	90,91
Μέση απόσταση	km	4,71	4,32
Μέση ταχύτητα(με στάσεις)	km/h	62,45	52,41
Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις	km/h	65,25	57,64
Μέση επιτάχυνση	m/s ²	1,556	1,89
Μέση επιβράδυνση	m/s ²	1,76	2,04
Μέσος Αριθμός στάσεων		0,84	1



Διάγραμμα 62:Κύκλος πόλης για την Αττική Οδό (Ελευσίνα-Σπάτα)

Βασικός οδικός άξονας που χρησιμοποιήθηκε για τη μεταφορά του οχήματος από μια περιοχή στην άλλη ήταν η Αττική οδός. Για αυτό το λόγο και η μέση διανυόμενη απόσταση είναι μεγάλη. Επίσης υπάρχει μόνο μια στάση και αυτή αφορά την ακινητοποίηση του οχήματος σε σταθμών διοδίων . Αποτελείται από δύο διαστήματα ταχυτήτων .Στο πρώτο η ταχύτητα πλησιάζει τα 40km/h και αφού επιβραδύνει σημαντικά αγγίζει τα 60km/h. Το δεύτερο διάστημα καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό της χρονικής διάρκειας του κύκλου. Χαρακτηρίζεται από μια σημαντική αύξηση της ταχύτητας και οδήγησης σε ένα σταθερό εύρος ταχυτήτων 70-90Km/h. Στο τέλος του η ταχύτητα του οχήματος μειώνεται σημαντικά. Στο δεύτερο διάστημα οι διακυμάνσεις της ταχύτητας είναι μικρές.

Ο αυτοκινητόδρομος είναι αρκετά πλατύς και πολύ σπάνια εμφανίζεται μποτιλιάρισμα. Αυτό μπορεί να συμβαίνει μόνο λίγα μέτρα μπροστά από τα διόδια, λίγα χιλιόμετρα πριν κάποιες εξόδους και σε περίπτωση που εκτελούνται έργα συντήρησης και επαναφοράς βλαβών του οδοστρώματος.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πλαίσιο της μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων αλλά και την ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας πολλά νέες τεχνολογίες υιοθετούνται. Στα συμβατικά καύσιμα προστίθενται πρόσθετα έτσι ώστε να βελτιώνεται η ποιότητα τους. Επίσης έχουν υιοθετηθεί τεχνολογίες έτσι ώστε τα καύσιμα να καταπολεμούν τα κατάλοιπα που είναι εναποθετημένα πάνω στον κινητήρα. Επίσης πλέον στα περισσότερα πρατήρια της χώρας διανέμεται και υγραέριο κίνησης(LPG). Πολλά είναι τα λεωφορεία που κινούνται με συμπιεσμένο φυσικό αέριο(CNG).Υπάρχουν επίσης και οχήματα που συνδυάζουν κίνηση με φυσικό αέριο και βενζίνη.

131

Παράλληλα εκτός από τις τεχνολογίες βελτίωσης της ποιότητας των συμβατικών καυσίμων η εισαγωγή ηλεκτροκίνητων και υδριβικών αυτοκινήτων στην αγορά ολοένα και αυξάνεται. Από τη μια τα ηλεκτροκίνητα οχήματα χρησιμοποιούν ηλεκτροκινητήρες για την προώθηση τους και περιέχουν ενσωματωμένο συσσωρευτή που είναι απαραίτητος να φορτίζει. Αυτή η φόρτιση μπορεί να γίνεται είτε από φορτιστή που είναι εγκατεστημένος στο σπίτι του ιδιοκτήτη είτε από ταχυφορτιστές που είναι διαθέσιμοι σε δημόσιους χώρους και σε εταιρίες. Αντίθετα τα υδριβικά οχήματα διαθέτουν και ηλεκτροκινητήρα αλλά και μηχανή εσωτερικής καύσης, που αυξάνει την αυτονομία σε περίπτωση που το όχημα απέχει αρκετά από φορτιστή του συσσωρευτή του.

132 133

Η μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων μπορεί να γίνει με τις ακόλουθες δύο λογικές:

1. Κατάλληλος σχεδιασμός των κινητήρων, πρωτοποριακές τεχνολογίες καυσίμων έτσι ώστε οι εκπεμπόμενοι ρύποι να είναι όσο το δυνατό μικρότεροι
2. Τεχνολογίες οι οποίες επεμβαίνουν μετά την εκπομπή των ρύπων στα οχήματα και έχουν στόχο τον περιορισμό τους.

¹³¹ “Βενζίνες BP με τεχνολογία ACTIVE”,

https://www.bp.com/el_gr/greece/retail/products-and-services/fuels/bp-unleaded-fuels-with-active-technologie.html#accordion_1

¹³²Wikipedia: “Υδριβικό αυτοκίνητο»,

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B2%CF%81%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%BF

¹³³Wikipedia: «Ηλεκτοκίνητο όχημα».

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%BF

Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι καταλύτες. Συνηθισμένοι καταλύτες είναι ο SCR για την αντιμετώπιση των οξειδίων του αζώτου, ο DOC για την αντιμετώπιση των μονοξειδίων του άνθρακα και ο DPF για την αντιμετώπιση των αιωρούμενων σωματιδίων.

134

Σημαντικά εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη των συγκεντρώσεων των ρύπων είναι το σύστημα PEMS με φορητά όργανα μέτρησης ρύπων που τοποθετούνται πάνω στο όχημα. Επίσης η δυναμομετρική εξέδρα διαθέτει όργανα μέτρησης των ρύπων που μετριοούνται κατά την διαδικασία στην οποία το όχημα ακολουθεί συγκεκριμένο προφίλ κίνησης. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπολογιστικά μοντέλα για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Οι κύκλοι δοκιμής επίσης διαμορφώνονται με στόχο την συσχέτιση των κυκλοφοριακών συνθηκών(κίνηση) με τα χαρακτηριστικά του δρόμου, τους εκπεμπόμενους ρύπους αλλά και την κατανάλωση του καυσίμου. Οι συγκοινωνιολόγοι τους χρησιμοποιούν για την μελέτη της κατάστασης της κίνησης στους δρόμους.

Οι κύκλοι δοκιμής που διαμορφώθηκαν δεν ακολούθησαν κάποιο επίσημο κανονισμό και διαμορφώθηκαν για ερευνητικούς σκοπούς. Επιπλέον ήταν κύκλοι οδήγησης πραγματικών συνθηκών οδήγησης. Στην περίπτωση μας έγιναν καταγραφές κίνησης οχήματος τύπου van. Οι καταγραφές γινόταν από τον οδηγό. Οι μετακινήσεις από Δευτέρα ως Παρασκευή δεν ήταν προαποφασισμένες. Επίσης κάλυπταν ένα μεγάλο μέρος δήμων του νομού της Αττικής και καθημερινά οι προορισμοί ήταν διαφορετικοί. Μόνο η αφετηρία και ο τερματισμός της οδήγησης καθημερινά γινόταν στον ίδιο χώρο. Συνεπώς η εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων οδικής κατάστασης είναι δύσκολη. Οι καταγραφές χωρίστηκαν με βάση τον μήνα, τις μέρες αλλά και τις ώρες. Η τελευταία κατηγοριοποίηση των καταγραφών ήταν ένας μικρός αριθμό δήμων αλλά και βασικών οδικών αξόνων του νομού της Αττικής που εκτιμήθηκε ότι η οδήγηση σε αυτές τις περιοχές ήταν συχνή. Οι διακυμάνσεις των μεγεθών κίνησης ήταν μικρότερες από μέρα σε μέρα από ότι από μήνα σε μήνα.

Βασικό αποτέλεσμα της ανάλυσης ήταν ότι κατά την περίοδο της καραντίνας οι ταχύτητες ανάπτυξης ήταν αρκετά μεγαλύτερες σε δρόμους με συνηθισμένη κίνηση.

Για την διαμόρφωση των κύκλων πόλης χρησιμοποιήθηκε η προγραμματιστική γλώσσα Matlab για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων κίνησης. Στην κατεύθυνση διαμόρφωσης κύκλων οδήγησης σε συγκεκριμένες περιοχές βοήθησε το πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της Γης Google Earth.

¹³⁴Hartridge Ltd Blog

“3 Differences between DOC, DPF, and SCR filters” August 09, 2017,
<http://www.hartridge.com/blog/3-differences-between-doc-dpf-and-scr-filters>

Οι κύκλοι που διαμορφώθηκαν για το Μαρούσι, καθώς και για την Αττική οδό, για την Λεωφόρο Κηφισού αλλά και την Περιφερειακή Λεωφόρο Υμηττού ήταν υψηλών ταχυτήτων. Αντίθετα αυτός της Λεωφόρου Κηφισιάς αλλά και της Πολυτεχνειούπολης ήταν μικρότερων ταχυτήτων.

Ο συνολικός κύκλος πόλης για την περιοχή της Αττικής αποτελείται από δύο διακριτές φάσης. Η πρώτη φάση χαρακτηρίζεται από υψηλές ταχύτητες και πολλές αυξομειώσεις ταχυτήτων. Αντίθετα η δεύτερη φάση περιλαμβάνει υψηλότερες ταχύτητες και απότομες μειώσεις ταχύτητας.

Για την καλύτερη αναπαράσταση των πραγματικών συνθηκών από τους κύκλους οδήγησης, απαιτούνται προκαθορισμένες και επαναλαμβανόμενες διαδρομές. Επίσης οι καταγραφές πρέπει να εκτελούνται από ένα μεγάλο αριθμό αυτοκινήτων και από διαφορετικούς οδηγούς και υπό διαφορετικές συνθήκες. Επίσης απαιτείται επαναληπτική διαδικασία εκτέλεσης του κώδικα.

Η τάση είναι η δημιουργία ειδικών κύκλων πόλης . Πολλοί κύκλοι πόλης έχουν κατασκευαστεί και αφορούν την κίνηση συγκεκριμένων κατηγορίας οχημάτων. Για παράδειγμα έχουν αναπτυχθεί κύκλοι οδήγησης αποκλειστικά για μοτοσυκλέτες, για ηλεκτροκίνητα οχήματα και για φορτηγά. Επίσης έχουν σχεδιαστεί κύκλοι πόλης που αφορούν την διαδικασία του παρκκαρίσματος. Επιπλέον ολοένα και περισσότεροι διαφορετικοί μέθοδοι σχηματισμού κύκλων οδήγησης προστίθενται.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Σχολή Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, " ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ", http://lap.physics.auth.gr/atmdiasp/index_files/presentation.htm

Eurostat, 24 Φεβρουαρίου 2020, https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_emis&lang=en

Wikipedia: Φαινόμενο του θερμοκηπίου, 27 Ιουλίου 2020, https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%B7%CF%80%CE%AF%CE%BF%CF%85

GOV.UK carbon capture, usage and storage ,1 Φεβρουαρίου 2019, <https://www.gov.uk/government/publications/transportation-and-storage-sector-skills-assessment>

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ «Στόλος Οχημάτων / Ιανουαρίου 2019 » <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SME18/->

United States Environmental Protection Agency ,8 Σεπτέμβρη 2020, "Overview of Greenhouse Gases", https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_ainah_r2&lang=enhttps://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ, « Λογαριασμοί Αερίων Ρύπων / 2015» ,<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SOP08/->

Statista, 24 Απριλίου 2020, "COVID-19 Improves Air Quality in Just Three Months", <https://www.statista.com/chart/21495/no2-in-the-air-selected-cities/>

Statista, 18 Απριλίου 2020, "COVID-19 Could Cause Historic Drop in Carbon Emissions", <https://www.statista.com/chart/21414/record-drop-in-carbon-emissions/>

Wikipedia, 15 Οκτωβρίου 2020, "Πανδημία του κορονοϊού στην Ελλάδα το 2020" https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B1%CE%BD%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%AF%CE%B1_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%BA%CE%BF%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CF%8A%CE%BF%CF%8D_%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD_%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1_%CF%84%CE%BF_2020

Wikipedia, 19 Δεκέμβρη 2019, Kelvin–Planck statement, https://en.wikipedia.org/wiki/Kelvin%E2%80%93Planck_statement

ΠΜΣ: Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας Επιμέλεια: Δρ Ρούσσο Παπαγιαννάκης ,Επιστημονικός Συνεργάτης Εργαστηρίου ΜΕΚ/ΕΜΠ, Αθήνα, Μάρτιος 2016 Μάθημα#1:«Γενικές Αρχές Λειτουργίας και Διαμόρφωση Εμβολοφόρων ΜΕΚ»

ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαννίκος Φ. Μεθοδολογία – Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης από Δεδομένα Κίνησης, στην πόλη της Αθήνας.

European Environment Agency, 2016 "Explaining road transport emissions, A non-technical guide" Wikipedia, 21 Οκτώβρη 2017, "ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ",

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%BF%CE%BE%CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%BF%CE%84%CE%BF%CF%85%CE%B8%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85>

Ευάγγ.Γ.Γιακουμής, Αναπλ Καθηγητής Ε.Μ.Π, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών 2015 “ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΡΥΠΑΝΣΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ”,

Wikipedia,14 Οκτώβρη 2019,” Οξείδια του αζώτου (NOx)”,

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CE%BE%CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%84%CE%BF%CF%85%CE%B1%CE%B6%CF%8E%CF%84%CE%BF%CF%85_\(NOx\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CE%BE%CE%B5%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%84%CE%BF%CF%85%CE%B1%CE%B6%CF%8E%CF%84%CE%BF%CF%85_(NOx))

Τζούλια Αττά-Πολίτου,” ΤΟΞΙΚΑ ΑΕΡΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΕΣ», σ. 3,5,7

Δημήτριος Μ.Σμιτσής, Πύραρχος- Χημικός Α.Π.Θ,2013 ”ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ«Ο ΣΙΩΠΗΛΟΣ ΔΟΛΟΦΟΝΟΣ»

Συγγραφείς: Κούτμος Παναγιώτης, Δόγκας Ελευθέριος, Πατεράκης Γεώργιος, Σούφλας Κωνσταντίνος, Κριτικός Αναγνώστης: Ρακόπουλος Κωνσταντίνος,ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ & ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ,” Επίπτωση των Διεργασιών Καύσης στο Περιβάλλον-Εκπομπή Ρύπων”

Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας(ΤΕΕ) του Υπουργείου Εργασίας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων 2020

Ευάγγ.Γ.Γιακουμής,Αναπλ. Καθηγητής Ε.ΜΠ, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών 2015,”ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΙ ΔΟΚΙΜΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ.”

Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, Ενημερωτικό έγγραφο, Φεβρουάριος 2019, “Η αντίδραση της ΕΕ στο σκάνδαλο «ντιζελγκεϊτ»

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ, Βρυξέλλες,8.11.2017, COM(2017) 676 final, 2017/0293(COD), Πρόταση: ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ σχετικά με τα πρότυπα επιδόσεων για τις εκπομπές από τα καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα και από τα καινούργια ελαφρά επαγγελματικά οχήματα όσον αφορά τις εκπομπές, στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης προσέγγισης της Ένωσης για τη μείωση των εκπομπών CO₂:Subscript2/FMT από ελαφρά οχήματα FMT:Highlight=16και σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 715/2007 /FMT (αναδιατύπωση)
[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017PC0676R\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017PC0676R(01)&from=EN)

European Commission “CO₂ emission performance standards for cars and vans (2020 onwards)”,
https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en

European Commission “Real Driving Emissions: 2018-2019 assessment of Portable Emissions Measurement Systems (PEMS) measurement uncertainty”, <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/real-driving-emissions-2018-2019-assessment-portable-emissions-measurement-systems-pems-measurement>

European Environment Agency,2016 “Explaining road transport emissions, A non-technical guide”

Wikipedia:” Portable emissions measurement system”, 9 Μαΐου 2020
https://en.wikipedia.org/wiki/Portable_emissions_measurement_system

Λουπάσης Μιχάλης, Επιβλέπων Καθηγητής: Τζιράκης Ευάγγελος, Ηράκλειο 2013 ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «Κύκλοι οδήγησης και ανάλυση διαδρομών για την πόλη των Χανίων»

Ε.Λόης, Ομότιμος Καθηγητής , Δ.Καρώνης, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εργαστήριο Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών, 2019,«Καύσιμα Μεταφορών και Εκπομπές Οχημάτων»

ACEA,2020,”GETTING READY FOR WLTP”, https://wltpfacts.eu/WLTP_web.pdf

Wikipedia, 18 Σεπτεμβρίου 2020, "Curb weight",
https://en.wikipedia.org/wiki/Curb_weight#:~:text=Curb%20weight%20%28%20American%20English%29%20or%20kerb%20weight,not%20loaded%20with%20either%20passengers%20or%20cargo%20.

ACEA. (2020). GETTING READY FOR WLTP. Ανάκτηση από https://wltpfacts.eu/WLTP_web.pdf

Car Engineer. (2020, Ιανουάριος 5). The different driving cycles. Ανάκτηση από <https://www.car-engineer.com/the-different-driving-cycles/>

ACEA, 2020, "GETTING READY FOR WLTP", https://wltpfacts.eu/WLTP_web.pdf

DAIMLER. (2020). "WLTP and NEDC. Part II: Comparing the measurements". Ανάκτηση από <https://www.daimler.com/sustainability/climate/wltp/wltp-part-2.html>

DAIMLER, RDE test. Part III: Measurement of emissions in real road traffic, 2020

Wikipedia, 29 Σεπτεμβρίου 2020, "Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure", https://en.wikipedia.org/wiki/Worldwide_Harmonised_Light_Vehicles_Test_Procedure

Dieselnet. (2019, Ιανουαρίου 1). Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle (WLTC).
<https://dieselnet.com/standards/cycles/wltp.php>

Dieselnet. (2019, Ιανουάριος 1). Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle (WLTC). Ανάκτηση από <https://dieselnet.com/standards/cycles/wltp.php>

Dieselnet, 2020, "FTP-72 (UDDS)", <https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp72.php>

T J Barlow, S Latham, I S McCrae and P G Boulter, 2009, "A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions"

Dieselnet, 2020, "FTP-75", <https://dieselnet.com/standards/cycles/ftp75.php>

Wikipedia, 8 Αυγούστου 2020, "FTP-75", <https://en.wikipedia.org/wiki/FTP-75>

Transport Policy, 2020, "US: LIGHT-DUTY: SC03 TEST", <https://www.transportpolicy.net/standard/us-light-duty-sc03-test/?title=us:light-duty:sc03>

Transport Policy, 2020, "US: LIGHT-DUTY: US06 TEST", <https://www.transportpolicy.net/standard/us-light-duty-us06-test/?title=us:light-duty:us06>

Transport Policy, 2020, "EU: LIGHT-DUTY: ARTEMIS", <https://www.transportpolicy.net/standard/eu-light-duty-artemis/>

Dieselnet, Δεκέμβριος 2018, "Common Artemis Driving Cycles (CADC)",
<https://dieselnet.com/standards/cycles/artemis.php>

Dieselnet, Ιούνιος 2013, "Japanese 10-15 Mode", https://dieselnet.com/standards/cycles/jp_10-15mode.php

Dieselnet, Σεπτέμβριος 2009, "Japanese JC08 Cycle", https://dieselnet.com/standards/cycles/jp_jc08.php

GFEI, 2015, "International Test Cycles for Emissions and Fuel Economy"
https://www.globalfueleconomy.org/transport/gfei/autotool/approaches/information/test_cycles.asp#Japanese

Fanourios E.Zannikos, Evangelos. G.Tzirakis,K Pitsas, S.Stournas “Vehicle emissions and driving cycles: Comparison of the Athens Driving Cycle (ADC) with ECE-15 and European Driving Cycle (EDC)”

TORQUE WIKI, 23 Απριλίου 2012,“ What is Torque?”, https://torque-bhp.com/wiki/Main_Page

ELM Electronics, “OBD”, <https://www.elmelectronics.com/products/ics/obd/>

Wikipedia “ OBD-II PIDs”, https://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs

Public, “Wifi Obd-ii Scanner - Ασύρματο Διαγνωστικό Βλαβών Αυτοκινήτου Elm 327”, https://www.public.gr/product/wifi-obd-ii-scanner-asyrmato-diagnostiko-blabon-aytokinitoy-elm-327/prod10632715pp/?gclid=CjwKCAjwgdX4BRB_EiwAg8O8HX5FcZ3dFp84ogC4WXZGNJhrAG7DE88GzMODxz0yVX-IKv-sTqoZihoCvjUQAvD_BwE

REWIRE SECURITY,7 Φεβρουαρίου 2020, “GPS (Global Positioning System) : Accuracy and Precision”, <https://www.rewiresecurity.co.uk/blog/gps-tracking-tracker-satellite-accuracy-precision>

TORQUE WIKI, “Main Page”, https://torque-bhp.com/wiki/Main_Page

View Full Version : Torque OBD2 Android List Of Working Sensors. (2012, Αύγουστος 16).
<https://the75andtclub.co.uk/forum/archive/index.php/t-122177.html>

OBD-CODES: <https://www.obd-codes.com/faq/fuel-trims.php>

Prestone:“What is a Coolant Temperature Sensor?”, <https://www.holtsauto.com/prestone/news/coolant-temperature-sensor/>

Μηχανολογία (Ε.Ε.) (Επαγγελματικό Λύκειο), «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΥΒΙΣΜΟΥ ΜΗΧΑΝΗΣ»,
<http://www.aesop.iep.edu.gr/node/5837/1451>

Εικόνες από την Εφαρμογή Torque

Wikipedia ,6 Οκτωβρίου 2020,“Acceleration”, <https://en.wikipedia.org/wiki/Acceleration>

Wikipedia,14 Μαΐου 2020,“ Proper acceleration”, https://en.wikipedia.org/wiki/Proper_acceleration

Google, https://www.google.gr/search?q=accelerometer+of+mobile&sxsrf=ALeKk03hxMZo01O-gTGPgX84hFr4Ttr3ig:1602878505505&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjy5sDf87nsAhVCPBoKHcJ1CysQ_AUoAXoECBQQAaw&biw=1707&bih=813&dpr=1.13#imgrc=XE_na5CFcxFZsM

Physicsandroid,Αύγουστος 2014,« Αισθητήρας επιτάχυνσης»,
<https://physicsandroid.wordpress.com/%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%84%CE%AC%CF%87%CF%85%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82/>

Developer “ Accelerometer Sensor Guide”, <https://dev.fitbit.com/build/guides/sensors/accelerometer>

Mercedes-Benz Sprinter «Οδηγίες Χρήσης» Ημερομηνίες σύνταξης:23.03.2010

Mercedes-Benz: <https://www.mercedes-benz.gr/vans/el/sprinter/panel-van/technical-data>

Skroutz, “Bitmore U850LCD “, <https://www.you.gr/discover/aprilios-2017/pos-leitourgei-ena-systima-ups-kai-giati-apotelei>

Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

Wikipedia, 6 Σεπτεμβρίου 2020, “Μαρούσι”,
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%8D%CF%83%CE%B9>

Εικόνα από Google Earth: <https://www.google.com/earth/>

Wikipedia, 30 Σεπτεμβρίου 2020, “Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο”,
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%B8%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%9C%CE%B5%CF%84%CF%83%CF%8C%CE%B2%CE%B9%CE%BF_%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CF%85%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B5%CE%AF%CE%BF

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Χάρτης, <http://map.ntua.gr/google.htm>

Wikipedia, 15 Μαρτίου 2020, “Αττική Οδός”,
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%9F%CE%B4%CF%8C%CF%82

Wikipedia, 26 Δεκεμβρίου 2019, “Λεωφόρος Κηφισού”,
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B5%CF%89%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82_%CE%9A%CE%B7%CF%86%CE%B9%CF%83%CE%BF%CF%8D

Wikipedia, 27 Ιουνίου 2020, “Λεωφόρος Κηφισιάς”,
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B5%CF%89%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82_%CE%9A%CE%B7%CF%86%CE%B9%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%82

Lehe, B. V. Markov Chain, Explained Visually” <https://setosa.io/ev/markov-chains/>

Ε.Ξεκαλάκη ΔΙΑΦΑΝΕΙΕΣ: “ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 ΕΚΤΙΜΗΤΙΚΗ: ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ”

Μηχανολόγοι Μηχανικοί, “Κεφάλαιο 1: ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ”,
<https://users.auth.gr/dkugiu/Teach/CivilEngineer/descriptive.pdf>

Τζιράκης, Ευάγγελος, 2007, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), “Συσχετισμός εκπομπών οχημάτων με φυσικοχημικές ιδιότητες των καυσίμων και με δεδομένα από την κίνηση των οχημάτων στο λεκανοπέδιο”

THE INTERNATIONAL COUNCIL OF CLEAN TRANSPORTATION, 2018, “The European Commission regulatory proposal for post-2020 CO2 targets for cars and vans: A summary and evaluation”

Jelica Pavlovic, Alessandro Marotta, Biagio Ciuffo, Σεπτέμβριος 2016, “CO2 emissions and energy demands of vehicles tested under the NEDC and the new WLTP type approval test procedures”

“Βενζίνες BP με τεχνολογία ACTIVE”,
https://www.bp.com/el_gr/greece/retail/products-and-services/fuels/bp-unleaded-fuels-with-active-technologie.html#accordion_1

Wikipedia: “Υδριβικό αυτοκίνητο»,
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B2%CF%81%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%BF

Wikipedia: « Ηλεκτροκίνητο όχημα».
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%BF

Hartridge Ltd Blog
“3 Differences between DOC, DPF, and SCR filters” August 09, 2017,
<http://www.hartridge.com/blog/3-differences-between-doc-dpf-and-scr-filters>