



**ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πραγματικές Συνθήκες Οδήγησης και εξέλιξη του κυκλοφοριακού φόρτου σε συγκεκριμένη λεωφόρο της πόλης του Ηρακλείου

ΒΑΣΙΛΙΔΙ ΤΑΟΥΛΑΝΤ Α.Μ.:5825

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΕΥΑΓΕΛΛΟΣ ΤΖΙΡΑΚΗΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2020

Πίνακας περιεχομένων

1. Εισαγωγή.....	4
1.1. Ατμοσφαιρική ρύπανση	7
1.2. Πηγές ρύπανσης ατμοσφαιρικού αέρα.....	7
1.3. Ατμοσφαιρικός αέρας στην Ευρώπη.....	9
1.3.1. Στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης	10
1.3.2. Πρωτοβουλίες Ευρωπαϊκής Ένωσης	10
1.4. Ρυπογόνες χημικές ουσίες και επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία	11
1.5. Φαινόμενο του θερμοκήπιου.....	16
1.6. Όξινη βροχή	17
1.7. Φωτοχημικό Νέφος	18
1.8. Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων από μεγάλες μονάδες καύσης στην Ευρώπη.....	19
2. Κεφαλαίο 2	20
2.1. Τι είναι κύκλος οδήγησης	20
2.2. Ο πρώτος κύκλος οδήγησης σε Παγκόσμιο επίπεδο.....	21
2.3. Πρώτος κύκλος οδήγησης στην Ευρώπη	21
2.4. Τι είναι οι προδιαγραφές EU.....	22
2.5. Οδηγία 97/68/EK του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.....	23
2.5.1. EURO 1.....	24
2.5.2. EURO 2.....	25
2.5.3. EURO 3.....	25
2.5.4. EURO 4.....	26
2.5.5. EURO 5.....	26
2.5.6. EURO 6.....	27
2.6. Θα υπάρξει euro 7 ?	28
2.7. Κύκλοι οδήγησης ECE+EUDC	29
2.8. NEDC ΚΥΚΛΟΣ	31
2.9. Κύκλος Artemis Driving	32
2.10. Κύκλος ADAC (BAB 130).....	34
2.11. Κύκλος RTS 95	35
3. Κεφάλαιο 3 Διεθνείς κύκλοι οδήγησης	37
3.1. Κύκλος WLTC 3	37
3.2. Κύκλος WLTC 2	38
3.3. Κύκλος WLTC 1	39
3.3.1. Τροποποιήσεις κύκλων οδήγησης	40

3.3.2.	Δοκιμές για υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα.....	41
3.4.	Κύκλος (WHSC)	42
3.5.	Κύκλος WHTC.....	43
3.6.	Κύκλος (WHVC).....	43
3.7.	Κύκλος (NRTC).....	45
3.8.	ISO 8178	46
3.9.	Ισχύουσα κατάσταση προδιαγραφών και διαδικασία μέτρησης ρύπων ελαφριών οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση	48
4.	Κεφάλαιο πειραματικού μέρους.....	51
4.1.	Μεθοδολογία για την λήψη δεδομένων	52
4.2.	Ρύθμιση εφαρμογής torque pro	54
4.3.	Το αυτοκίνητο για την λήψη δεδομένων.....	57
4.4.	Τρόπος επεξεργασίας δεδομένων.....	57
4.5.	Επεξεργασία δεδομένων.....	60
4.6.	Ανάλυση δεδομένων	61
4.7.	Δημιουργία και επεξεργασία μέσης τιμής.....	70
5.	Σύγκριση δεδομένων με παλιότερες διπλωματικές εργασίες.....	73
6.	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΡΥΠΟΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	89
7.	Συμπεράσματα - Προτάσεις	94
8.	Βιβλιογραφία	95
	Βιβλιογραφία	95
9.	Παραρτήματα	96

1. Εισαγωγή

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία γίνεται η δημιουργία ενός προφίλ οδήγησης για μια κεντρική αρτηρία της πόλης του ηράκλειου. Η λήψη δεδομένων γίνεται από ένα αυτοκίνητο Mitsubishi 1200 με 3000 κυβικά και με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων τον μήνα Φεβρουάριου του 2020.

Η πτυχιακή εργασία χωρίζεται σε δυο μέρη. Το πρώτο είναι το θεωρητικό κομμάτι όπου βλέπουμε τις εκπομπές ρύπων από ανθρώπινες δραστηριότητες και πως συμβάλουν στις εκπομπές ρύπων τα αυτοκίνητα. Επιπλέον, τότε ξεκίνησαν να επιβάλλονται όρια στις εκπομπές ρύπων των αυτοκινήτων για πρώτη φορά σε παγκόσμιο επίπεδο και τότε η Ευρωπαϊκή Ένωση ξεκίνησε να εφαρμόζει με την σειρά της αυτά τα όρια για πρώτη φορά με τα λεγόμενα euro και που έχουν φτάσει σήμερα αυτά τα όρια εκπομπών ρύπων για τα αυτοκίνητα μετά από χρονιά.

Επιπρόσθετα, θα δούμε την εξέλιξη των κύκλων οδήγησης με την πάροδο των χρόνων και για ποιους κύκλους οδήγησης χρησιμοποιούνται στην ευρωπαϊκή ένωση. Τα προβλήματα υγείας που δημιουργούνται στους πολίτες μέσω των εκπομπών ρύπων σε μεγάλα αστικά κέντρα, όπως επίσης τις επιπτώσεις που έχουν στο περιβάλλον οι εκπομπές ρύπων. Και τέλος ποια η διαφορά στους κύκλους οδήγησης NEDC και WLTP.

Το δεύτερο μέρος της πτυχιακής αναφέρετε στο πειραματικό κομμάτι στο οποίο υπάρχει η λήψη δεδομένων για μια εβδομάδα σε κεντρικό δρόμο του Ηράκλειου με σκοπό να φτιαχτεί ένα κοινό προφίλ οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες.

Γίνεται αναλυτική επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχτηκαν ώστε να φτιαχτούν αναλυτικά διαγράμματα: κατανάλωσης, διάρκεια διαδρομής, εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κ.τ.λ. Επιπρόσθετα, θα γίνει σύγκριση με δυο παλιότερες πτυχιακές εργασίες που είχαν κάνει την ίδια διαδρομή στην πόλη του ηράκλειου. Η πρώτη έκανε λήψη δεδομένων τον Οκτώβριο του 2012 με αυτοκίνητο Peugeot 206 του 1998 και η δεύτερη έκανε λήψη τον Φεβρουάριο 2018 με αυτοκίνητο Fiat panda 2017.

Introduction

In this thesis is created a driving profile for a central artery of the city of Heraklion. The data are recorded from a Mitsubishi l200 car with 3000 cubic meters and an automatic transmission, in February 2020.

This thesis is divided into two parts. The first is the theoretical part where we see the emissions from human activities and how cars contribute to emissions. Moreover, when did emissions begin to be imposed on cars for the very first time and when did the European Union started to implement these limits for the first time with the so-called “euro” term, and which are the limits today after all this years.

Furthermore, we will see the evolution of driving cycles over the years and which of them are used in the European Union. The citizen’s health problems caused by the emissions in large urban centers, also the effects that the emissions have on the environment. And finally, what is the difference between NEDC and WLTP driving cycles.

The second part of thesis contains the experimental part, in which the purpose is to create common driving profile in real conditions with the help of data taken in a week on a main street of Heraklion.

A detailed processing of the collected data is made in order to create detailed diagrams such as: consumption, route duration, carbon dioxide emissions, etc. And finally, a comparison will be made with two previous theses that had made the same analyses in the city of Heraklion. The first thesis was downloaded in October 2012 with a Peugeot 206 car 1998 and the second one in February 2018 with a Fiat panda 2017 car.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή, κ. Ευάγγελο Τζιράκη για την επίβλεψη, καθοδήγηση και συνολικότερα την βοήθεια που μου έδωσε, στην εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας . Επιπρόσθετα, ευχαριστώ την οικογένεια μου από καρδιάς για την στήριξη που μου παρείχαν κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Τέλος, να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που ήταν δίπλα μου αυτά τα χρόνια.

1.1.Ατμοσφαιρική ρύπανση

Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα οπου υπό φυσιολογικές συνθήκες δε θα υπήρχε. Στην σημερινή κοινωνία η ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα είναι κατά βάση από ανθρώπινες δραστηριότητες.

Ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας (ΠΟΥ) χαρακτηρίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση ως τον σοβαρότερο περιβαλλοντικό κίνδυνο για την υγεία των ευρωπαϊών πολιτών. Περίπου κάθε χρόνο 400.000 ευρωπαίοι πολίτες πεθαίνουν πρόωρα από υπέρμετρων συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως σωματίδια σκόνης, διοξείδιο του αζώτου και όζον.

Για περίπου 3 δεκαετίες υπάρχει σε ισχύ νομοθεσία για τη ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα η οποία θεσπίζει όρια στις συγκεντρώσεις των ρύπων στο περιβαλλοντικό αέρα. Παρόλα αυτά πολλά από τα κράτη μέλη της ευρωπαϊκής ένωσης και πόλεις της ευρωπαϊκής ένωσης έχουν κακή ποιότητα περιβαλλοντικού αέρα με συνέπια αρκετοί ευρωπαίοι πολίτες να πεθαίνουν πρόωρα ή να έχουν χρόνια νοσήματα (1).

1.2. Πηγές ρύπανσης ατμοσφαιρικού αέρα

Υπάρχουν δυο παράγοντες για την ατμοσφαιρική ρύπανση. Ο πρώτος είναι από τις ανθρώπινες δραστηριότητες οπου είναι υπεύθυνος για το μεγαλύτερο κομμάτι της ρύπανσης του αέρα και ο δεύτερος είναι από φυσικά αίτια.

Ανθρώπινες δραστηριότητες:

- Καύση ορυκτού καυσίμου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Οι βιομηχανία και τα νοικοκυριά.
- Οι ανθρώπινες ανάγκες για τα μέσα μαζικής μεταφοράς.
- Διαχείριση απόβλητων.
- Γεωργικές δραστηριότητες.

Φυσικές δραστηριότητες:

1. Ηφαιστειακές εκρήξεις.



1 / Περίπου το 90 % των εκπομπών αμμωνίας και το 80 % των εκπομπών μεθανίου προέρχεται από γεωργικές δραστηριότητες.

2 / Περίπου το 60 % των οξειδίων του θείου προέρχεται από την παραγωγή και διανομή ενέργειας.

3 / Πολλά φυσικά φαινόμενα, όπως ηφαιστειακές εκρήξεις και αμμοθύελλες, εκλύουν ατμοσφαιρικούς ρύπους.

4 / Οι χώροι υγειονομικής ταφής αποβλήτων (ΧΥΤΑ), η εξόρυξη άνθρακα και η μεταφορά φυσικού αερίου σε μεγάλες αποστάσεις αποτελούν πηγές μεθανίου.

5 / Ποσοστά άνω του 40 % των εκπομπών οξειδίων του αζώτου προέρχεται από τις οδικές μεταφορές.

6 / Η χρήση καυσίμων αποτελεί βασικό παράγοντα που συμβάλλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση, από τις οδικές μεταφορές και τα νοικοκυριά έως τη χρήση και την παραγωγή ενέργειας.

Επιχειρήσεις, δημόσια κτίρια και νοικοκυριά συμβάλλουν στο ήμισυ περίπου των εκπομπών $PM_{2.5}$ και μονοξειδίου του άνθρακα.

Εικόνα 1.2: τρόποι μόλυνσης ατμοσφαιρικού αέρα ¹

1. Περίπου το 90% εκπομπών αμμωνίας και 80% των εκπομπών μεθανίου προέρχεται από γεωργικές δραστηριότητες.
2. Περίπου το 60% των οξειδίων του θείου προέρχεται από την παραγωγή και διανομή ενέργειας.
3. Πολλά φυσικά φαινόμενα όπως ηφαιστειακές εκρήξεις και αμμοθύελλες εκλύουν ατμοσφαιρικούς ρύπους.

¹ <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/air-pollution-sources>

4. Οι χώροι υγειονομικής ταφής απόβλητων (ΧΥΤΑ), η εξόρυξη άνθρακα και η μεταφορά φυσικού αερίου σε μεγάλες αποστάσεις αποτελούν πηγές μεθανίου.
 5. Ποσοστό άνω του 40% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου προέρχεται από τις οδικές μεταφορές.
 6. Η χρήση καυσίμου αποτελεί βασικό παράγοντα που συμβάλλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση, από τις οδικές μεταφορές και τα νοικοκυριά έως τη χρήση και την παραγωγή ενέργειας.
- Επιχειρήσεις, δημοσιά κτίρια και νοικοκυριά συμβάλλουν στο ήμιοι περίπου των εκπομπών PM_{2,5} και μονοξειδίου του άνθρακα.

1.3. Ατμοσφαιρικός αέρας στην Ευρώπη

Η ατμοσφαιρική ρύπανση βλάπτει την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Στην Ευρώπη, οι εκπομπές πολλών ατμοσφαιρικών ρύπων μειώθηκαν σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα σε ολόκληρη την περιοχή. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων εξακολουθούν να είναι πολύ υψηλές και τα προβλήματα ποιότητας του αέρα εξακολουθούν να υφίστανται.

Σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού της Ευρώπης ζει σε περιοχές, ιδίως στις πόλεις όπου σημειώνονται υπερβάσεις των προτύπων ποιότητας του αέρα: η ρύπανση του όζοντος, του διοξειδίου του αζώτου και των σωματιδίων (PM) θέτει σοβαρούς κινδύνους για την υγεία. Τα σωματίδια, το διοξείδιο του αζώτου και το όζον σε επίπεδο εδάφους αναγνωρίζονται πλέον γενικά ως οι τρεις ρύποι που επηρεάζουν σημαντικά την ανθρώπινη υγεία. Περίπου το 90% των κατοίκων των πόλεων στην Ευρώπη εκτίθενται σε ρύπους και σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από τα επίπεδα ποιότητας του αέρα που θεωρούνται επιβλαβή για την υγεία. Για παράδειγμα, τα λεπτά σωματίδια (PM_{2,5}) στον αέρα εκτιμάται ότι μειώνουν το προσδόκιμο ζωής στην ΕΕ κατά περισσότερο από οκτώ μήνες. Συνεπώς, η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης παραμένει σημαντική.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση βλάπτει επίσης το περιβάλλον μας. Η οξίνιση μειώθηκε σημαντικά μεταξύ 1990 και 2010 στις ευαίσθητες περιοχές του ευρωπαϊκού οικοσυστήματος που υποβλήθηκαν σε όξινη εναπόθεση περίσσιου θείου και αζωτούχων ενώσεων. Ο ευτροφισμός, ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα που προκλήθηκε από την εισροή υπερβολικών θρεπτικών ουσιών στα οικοσυστήματα, σημείωσε λιγότερη πρόοδο.

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

Η ποιότητα του αέρα στην Ευρώπη δεν βελτιώθηκε πάντοτε σύμφωνα με τη γενική μείωση των ανθρωπογενών εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων. Οι λόγοι για αυτό είναι πολύπλοκοι: δεν υπάρχει πάντα σαφής γραμμική σχέση μεταξύ της μείωσης των εκπομπών και των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων που παρατηρούνται στον αέρα. Υπάρχει μια αυξανόμενη συμβολή της μεταφοράς μεγάλων αποστάσεων ατμοσφαιρικών ρύπων στην Ευρώπη από άλλες χώρες στο βόρειο ημισφαίριο. Συνεπώς, απαιτούνται στοχευμένες προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών για την περαιτέρω προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος στην Ευρώπη (2).

1.3.1. Στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης

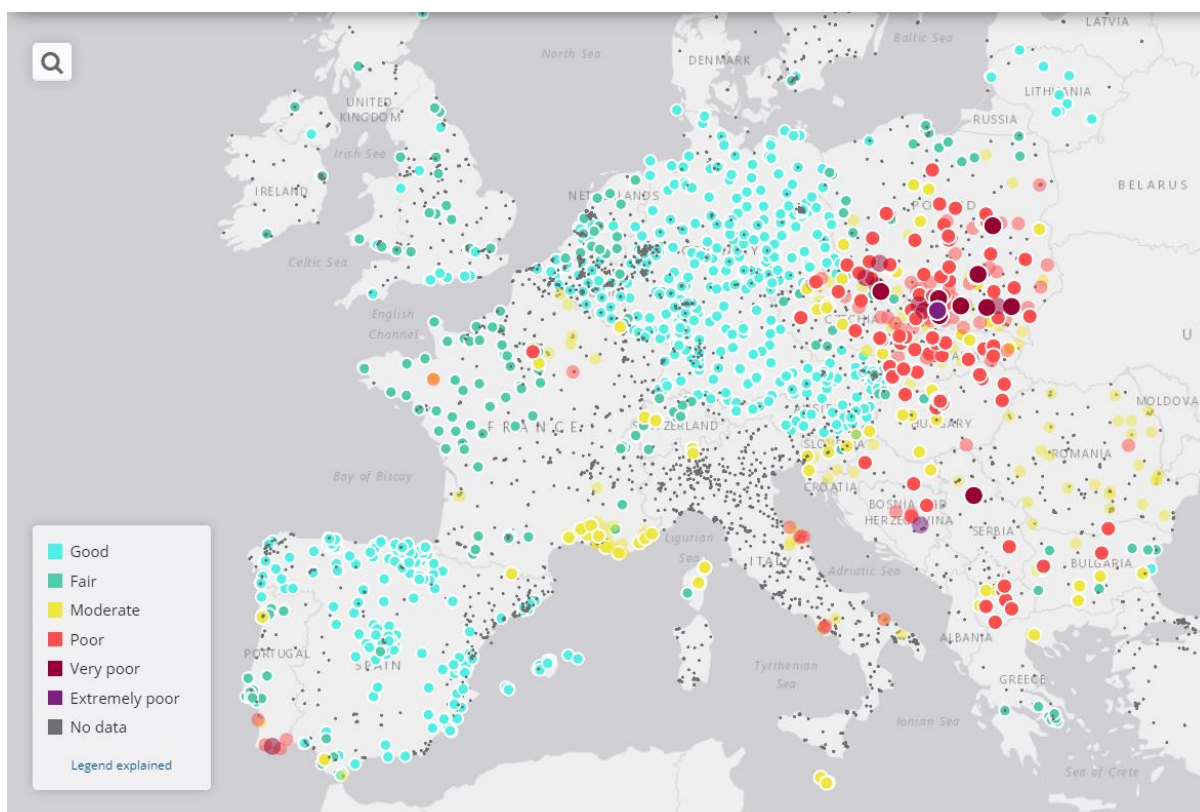
Ο μακροπρόθεσμος στόχος της ΕΕ είναι η επίτευξη επιπέδων ποιότητας αέρα που δεν οδηγούν σε απαράδεκτες επιπτώσεις ή κινδύνους για την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον. Η ΕΕ δρα σε πολλά επίπεδα για τη μείωση της έκθεσης σε ατμοσφαιρική ρύπανση μέσω της νομοθεσίας, της συνεργασίας σε τομείς που ευθύνονται για την ατμοσφαιρική ρύπανση όπως επίσης και με διεθνείς, εθνικές, περιφερειακές αρχές και μη κυβερνητικούς οργανισμούς, καθώς και μέσω της έρευνας. Οι πολιτικές της ΕΕ αποσκοπούν στη μείωση της έκθεσης σε ατμοσφαιρική ρύπανση με μείωση των εκπομπών και καθορισμό ορίων και στοχοθετημένων τιμών για την ποιότητα του αέρα. Στο τέλος του 2013, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε την προτεινόμενη δέσμη μέτρων για την ποιότητα του καθαρού αέρα η οποία περιλαμβάνει νέα μέτρα για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (3).

1.3.2. Πρωτοβουλίες Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η ΕΕ έκανε ένα ακόμα βήμα για τους πολίτες της δίνοντας την δυνατότητα να ενημερώνονται για την ποιότητα του αέρα που αναπνέουν μέσω μιας νέας ηλεκτρονικής πλατφόρμας. Η νέα ηλεκτρονική υπηρεσία του ΕΟΠ και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, ο ευρωπαϊκός δείκτης ποιότητας αέρα, παρέχει πληροφορίες για την τρέχουσα κατάσταση της ποιότητας του αέρα βάσει μετρήσεων που πραγματοποιούνται σε περισσότερους από 2000 σταθμούς παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα ανά την Ευρώπη.

Ο δείκτης αποτελείται από ένα διαδραστικό χάρτη στον οποίο εμφανίζεται η κατά τόπους κατάσταση της ποιότητας του αέρα σε επίπεδο σταθμού, με βάση τις μετρήσεις πέντε βασικών ρύπων που βλάπτουν την υγεία των ανθρώπων και το περιβάλλον: των αιωρούμενων σωματιδίων (ΑΣ_{2,5} και ΑΣ₁₀), του τροποσφαιρικού όζοντος (O₃), του διοξειδίου του αζώτου (NO₂) και του διοξειδίου του θείου (SO₂).

Οι χρήστες μπορούν να μεγεθύνουν ή να αναζητήσουν οποιαδήποτε πόλη ή περιφέρεια της Ευρώπης και να ελέγξουν τη συνολική ποιότητα του αέρα και τις μετρήσεις ανά βασικό ρύπο. Ο δείκτης εμφανίζει τη συνολική βαθμολογία για κάθε σταθμό παρακολούθησης, ο οποίος επισημαίνεται στο χάρτη με μια χρωματιστή κουκκίδα που αντιπροσωπεύει τη χειρότερη βαθμολογία για οποιονδήποτε από τους πέντε ρύπους (4).



Εικόνα 1.3.2 : χάρτης παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα ανά την Ευρώπη ²

1.4. Ρυπογόνες χημικές ουσίες και επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία

- Αιωρούμενα Σωματίδια (Α.Σ.)

Ο ρύπος που ονομάζουμε Αιωρούμενα Σωματίδια (Α.Σ.) είναι ουσιαστικά ένα μείγμα στερεών και υγρών σωματιδίων με διαφορετικές διαστάσεις. Παρά το γεγονός ότι δεν πρόκειται για σφαιρικά σωματίδια αλλά για συσσωματώματα ακανόνιστου σχήματος, η μέση διάμετρος τους (που επιστημονικά ονομάζεται αεροδυναμική διάμετρος) τα κατατάσσει ως ακολούθως: Αυτά που έχουν μέση διάμετρο μικρότερη ή ίση των 10 μm (μία ανθρώπινη τρίχα έχει μέση διάμετρο 50-60 μm, δηλαδή 50-60 εκατομμυριοστά του μέτρου). Περιλαμβάνουν όλα τα σωματίδια μικρότερης διαμέτρου, και περιληπτικά αναφέρονται ως ΑΣ10. Πρόκειται για σωματίδια που κατακάθονται στη γη σχετικά γρήγορα λόγω του βάρους τους. Χωρίζονται σε υποκατηγορίες

1. Αυτά που έχουν διάμετρο μεταξύ 2.5 μm και 10μm (ονομάζονται συνήθως αδρά ή χονδρόκοκκα εισπνεύσιμα αιωρούμενα σωματίδια).

² <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index>

2. Αυτά που έχουν διάμετρο κάτω των 2.5 μm (ονομάζονται συνήθως λεπτά ή λεπτόκοκκα αναπνεύσιμα αιωρούμενα σωματίδια). Περιλαμβάνουν όλα τα σωματίδια μικρότερης διαμέτρου, και περιληπτικά αναφέρονται ως ΑΣ2.5 και παραμένουν στην ατμόσφαιρα περισσότερο από τα ΑΣ10.
3. Αυτά που έχουν διάμετρο μικρότερη από 1 μm (ονομάζονται υπέρλεπτα).

Τα Α.Σ. παράγονται από ανθρωπογενείς και φυσικές δραστηριότητες, και δύνανται να περιέχουν διάφορες οργανικές και ανόργανες ενώσεις, ενώ μπορεί να περιλαμβάνουν και βιολογικούς παράγοντες όπως αερομεταφερόμενη γύρη. Τα Α.Σ. ανθρωπογενούς προέλευσης παράγονται κυρίως από διαδικασίες καύσης και από μηχανικές διεργασίες, και συνδέονται άμεσα με εκπομπές από την κυκλοφορία και βιομηχανικές δραστηριότητες.

Τα Α.Σ. εναποτίθενται κυρίως στους πνεύμονες και με την πάροδο του χρόνου επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία. Η υπερβολική και μακροχρόνια έκθεση στα Α.Σ. συμβάλλει στη δημιουργία χρόνιων αναπνευστικών προβλημάτων σε ενήλικες και παιδιά. Δύναται να επιδεινώσει καταστάσεις άσθματος, και μπορεί επίσης να αυξήσει τον κίνδυνο για αρρυθμίες, καρδιακή ανακοπή και πρόωρο θάνατο. Διάφορες μελέτες συνδέουν τα επίπεδα των Α.Σ. με τις αυξημένες εισαγωγές στα νοσοκομεία και ειδικά στο τμήμα πρώτων βοηθειών. Τα παιδιά, τα άτομα που πάσχουν από άσθμα ή έχουν καρδιολογικά προβλήματα και οι ηλικιωμένοι είναι οι ομάδες του πληθυσμού που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στην έκθεση σε ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις Α.Σ. στην ατμόσφαιρα. Όσο πιο μικρά είναι τα σωματίδια τόσο μεγαλύτερη η επικινδυνότητά τους (λόγω του βάθους διείσδυσης στο αναπνευστικό μας σύστημα), η οποία πάντως εξαρτάται και από τη σύστασή τους.

Σημειώνεται χαρακτηριστικά ότι τα Α.Σ. που προέρχονται από την κυκλοφορία έχουν ενοχοποιηθεί για την αύξηση προβλημάτων αναπνοής σε παιδιά, ενώ σχετίζονται με τη συχνότητα εμφάνισης άσθματος.

Μακροπρόθεσμη Έκθεση: Οι άνθρωποι που ζουν για μακρύ χρονικό διάστημα (έτη) σε περιοχές που παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης Α.Σ., χαρακτηρίζονται από αυξημένη συχνότητα εμφάνισης προβλημάτων υγείας, όπως η μειωμένη λειτουργία των πνευμόνων και η ανάπτυξη χρόνιας βρογχίτιδας. Συγκεντρώσεις Α.Σ. (ιδιαίτερα των λεγόμενων λεπτών, δηλαδή των ΑΣ2.5), όπως αυτές που συναντούμε σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες έχουν συνδεθεί με αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης καρκίνου των πνευμόνων και ακόμη και πρόωρο θάνατο (5).

- Οξείδια του αζώτου (NOx)

Ως οξείδια του αζώτου (NOx) χαρακτηρίζουμε συνήθως μία ομάδα αερίων που αποτελείται από μονοξείδιο (NO) και διοξείδιο (NO₂) του αζώτου, η οποία προκύπτει από διαδικασίες καύσης (κυρίως σε βιομηχανικές διεργασίες και μεταφορές).

Η πλειοψηφία των εκπομπών NOx αποτελείται από μονοξείδιο του αζώτου. Τα NOx συνεισφέρουν στη δημιουργία όζοντος και αιωρούμενων σωματιδίων. Πηγές των οξειδίων του αζώτου αποτελούν οι διεργασίες καύσης με υψηλές θερμοκρασίες, όπως αυτές που λαμβάνουν χώρα σε μηχανές εσωτερικής καύσης. Το διοξείδιο του αζώτου αποτελεί συνήθως το 5-10% των συνολικών εκπομπών, με εξαίρεση τα πετρελαιοκίνητα οχήματα, στα οποία μπορεί να φτάσει το 70%. Η υπερβολική έκθεση στα οξείδια του αζώτου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο αίμα, το ήπαρ, τους πνεύμονες και τον σπλήνα. Σε συνδυασμό δε με το διοξείδιο του θείου μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της βλαπτικότητας για τον άνθρωπο, σε σχέση με τις επιπτώσεις των δύο ρύπων ξεχωριστά.

Τα οξείδια του αζώτου αντιδρούν με την αμμωνία, την υγρασία, και άλλες ενώσεις για να δημιουργήσουν το νιτρικό οξύ που πολλές φορές λαμβάνει τη μορφή σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Στις επιπτώσεις για την ανθρώπινη υγεία περιλαμβάνονται οι δυσκολίες στην αναπνοή και οι παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, οι βλάβες στον ιστό των πνευμόνων, και η μείωση του προσδόκιμου ζωής. Τα μικρά σωματίδια διαπερνούν τα ευαίσθητα μέρη των πνευμόνων και μπορούν να προκαλέσουν ή να επιδεινώσουν καρδιοαναπνευστικές ασθένειες, όπως το εμφύσημα και η βρογχίτιδα. Τα οξείδια του αζώτου αντιδρούν εύκολα με τις κοινές οργανικές χημικές ουσίες και το όζον, για να διαμορφώσουν ένα ευρύ σύνολο ουσιών που είναι τοξικές και μπορούν να προκαλέσουν βιολογικές μεταλλαγές. Το διοξείδιο του αζώτου (NO₂) σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα, ιδιαίτερα σε άτομα που υποφέρουν από άσθμα και σε παιδιά (5).

- Διοξείδιο του θείου (SO₂)

Το διοξείδιο του θείου προέρχεται κυρίως από καύσεις ορυκτών καυσίμων με περιεκτικότητα σε θείο, αλλά και από κάποιες βιομηχανικές διεργασίες, ενώ οι εκρήξεις ηφαιστειών αποτελούν μία από τις σημαντικότερες φυσικές πηγές. Πρόκειται για αέριο ρύπο που συνδέθηκε με τα πρώτα επεισόδια ατμοσφαιρικής ρύπανσης και που οι συγκεντρώσεις του βαίνουν σταθερά μειούμενες στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια. Πηγές του διοξειδίου του θείου είναι οι διεργασίες που συνδέονται με τη χρήση καυσίμων πλούσιων σε θείο, όπως η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και κάποιες κατηγορίες μεταφορών. Το 60% περίπου των οξειδίων του θείου στην Ευρώπη προέρχεται από την παραγωγή και διανομή ενέργειας. Το SO₂ δύναται να συνεισφέρει στην σωματιδιακή ρύπανση, δημιουργώντας δευτερογενή θειούχα σωματίδια στην ατμόσφαιρα.

Μακροχρόνια έκθεση στο διοξείδιο του θείου μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα, να τροποποιήσει τον αμυντικό μηχανισμό των πνευμόνων και να επιδεινώσει τυχόν υπάρχουσες καρδιαγγειακές παθήσεις. Άτομα ιδιαίτερα ευπαθή σε τέτοιες συνθήκες είναι αυτά που πάσχουν από καρδιαγγειακές και χρόνιες πνευμονολογικές παθήσεις (όπως η βρογχίτιδα ή το εμφύσημα), τα άτομα που πάσχουν από άσθμα, καθώς και τα μικρά παιδιά και οι ηλικιωμένοι. Το SO₂ συνεισφέρει στην όξινη απόθεση (acid deposition), φαινόμενο που μπορεί να έχει σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις σε οικοσυστήματα (δάση, ποταμοί, λίμνες κλπ) (5)

- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα αέριο με «κύπουλα» χαρακτηριστικά ως προς τις επιπτώσεις που δύναται να έχει στην υγεία. Προέρχεται από την ατελή καύση ορυκτών καυσίμων και βιοκαυσίμων και βρίσκεται ιδιαίτερα σε αστικές περιοχές. Το μονοξείδιο του άνθρακα εκπέμπεται κυρίως από την κυκλοφορία οχημάτων, τη βιομηχανία και τις οικίες.

Η υπερβολική έκθεση στο μονοξείδιο του άνθρακα (CO) μπορεί να έχει επιπτώσεις στο αίμα, τον εγκέφαλο, την καρδιά. Το μονοξείδιο του άνθρακα αντιδρά με άλλους ρύπους με αποτέλεσμα τη δημιουργία όζοντος στο επίπεδο του εδάφους, το οποίο μπορεί να βλάψει την ανθρώπινη υγεία. Το μονοξείδιο του άνθρακα μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο σε βασικούς ιστούς του οργανισμού, επιδρώντας κυρίως στο καρδιαγγειακό και νευρικό σύστημα. Υψηλές συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα προκαλούν ζαλάδες, πονοκεφάλους και κόπωση. Υγιή άτομα εκτεθειμένα σε ψηλά επίπεδα, μπορεί να υποστούν προσωρινή μείωση της πνευματικής τους διαύγειας καθώς και της όρασης τους (5).

- Όζον (O₃)

Το όζον είναι ένα αέριο που αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου και προκύπτει ως αποτέλεσμα χημικών μετασχηματισμών στην ατμόσφαιρα. Έτσι, δεν εκπέμπεται άμεσα, και γι' αυτό ονομάζεται δευτερογενής ρύπος. Όταν το όζον βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (στρατόσφαιρα), μας προστατεύει από την επικίνδυνη υπέρυθη ακτινοβολία του Ήλιου. Όταν όμως βρίσκεται στο στρώμα της ατμόσφαιρας όπου ζούμε και δραστηριοποιούμαστε (δηλ. στην τροπόσφαιρα), το όζον είναι ένας σημαντικός ρύπος που επηρεάζει τη δημόσια υγεία και τα οικοσυστήματα. Το όζον σε επίπεδο εδάφους δημιουργείται ως αποτέλεσμα πολύπλοκων χημικών αντιδράσεων μεταξύ πρόδρομων αερίων, όπως τα οξειδία του αζώτου και μη μεθανικών πτητικών οργανικών ενώσεων. Το μεθάνιο και το μονοξείδιο του άνθρακα επίσης παίζουν ρόλο στη δημιουργία του. Το όζον σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να ερεθίσει το αναπνευστικό σύστημα, προκαλώντας βήχα, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό και πόνο στο στήθος, φλεγμονή στους πνεύμονες και πιθανή επιδεκτικότητα σε μολύνσεις του αναπνευστικού. Τα μέτρια επίπεδα όζοντος μπορεί να ενοχλήσουν τα μάτια, τη μύτη, το λαιμό, και

τους πνεύμονες. Τα παιδιά, ιδιαίτερα αυτά που υποφέρουν από άσθμα, τίθενται περισσότερο σε κίνδυνο από την έκθεση στο όζον. Η έκθεση σε χαμηλές συγκεντρώσεις όζοντος έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί σημαντική προσωρινή μείωση στην ικανότητα των πνευμόνων να λειτουργήσουν κανονικά, ακόμη και σε υγιείς ενήλικες. Υψηλά επίπεδα όζοντος μπορούν να προκαλέσουν δυσφορία, ιδιαίτερα σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες (φαινόμενο που συναντάται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού).

Μακροπρόθεσμη Έκθεση: Οι πληθυσμιακές μελέτες που αφορούν την μακροπρόθεσμη έκθεση σε χαμηλού επιπέδου συγκεντρώσεις όζοντος δείχνουν ότι ο ρυθμός αυτός μπορεί να οδηγήσει στη μόνιμη μείωση της ικανοποιητικής λειτουργίας των πνευμόνων. Μελέτες σε ζώα έχουν δείξει ότι η χρόνια υψηλού επιπέδου έκθεση μπορεί να προκαλέσει μόνιμη δομική βλάβη στους πνεύμονες.
Βραχυπρόθεσμη Έκθεση: Η βραχυπρόθεσμη έκθεση στο όζον μπορεί να προκαλέσει αυξανόμενη ευαισθησία στα αερομεταφερόμενα αλλεργιογόνα και άλλους ερεθιστικούς παράγοντες, επιτείνοντας την επίδρασή τους στον οργανισμό, και μπορεί επίσης να εξασθενήσει το ανοσοποιητικό σύστημα. Η έκθεση σε υψηλά επίπεδα όζοντος συνεπάγεται μείωση της ποσότητας του οξυγόνου που αναπνέουμε, γεγονός που επιβαρύνει όσους πάσχουν από καρδιαγγειακά ή αναπνευστικά νοσήματα και μπορεί να οδηγήσει σε εξασθένηση και κίνδυνο θανάτου (5).

- Βενζόλιο

Το βενζόλιο είναι μια πτητική οργανική ένωση (Volatile Organic Compound-VOC), η οποία αποτελεί ένα από τα δευτερεύοντα συστατικά της βενζίνης. Έχει χαρακτηριστικό “γλυκό” άρωμα, μιας και ανήκει ως χημική ένωση στην ομάδα των λεγόμενων αρωματικών υδρογονανθράκων. Πηγές βενζολίου είναι τα πρατήρια βενζίνης και τα αυτοκίνητα διανομής της, καθώς επίσης και όλες οι μηχανές που χρησιμοποιούν βενζίνη σαν καύσιμο. Το βενζόλιο απελευθερώνεται κατά τη διαδικασία ανεφοδιασμού του πρατηρίου αλλά και των εξυπηρετούμενων από αυτό οχημάτων με καύσιμα, συνήθως με μορφή ατμών.

Το βενζόλιο σαν αυτούσια ένωση μπορεί να προκαλέσει χρόνιες παθήσεις όπως καρκίνο, προβλήματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα, βλάβες στη λειτουργία του ήπατος και των νεφρών, ανωμαλίες στην αναπαραγωγή και να οδηγήσει σε προβληματικές γεννήσεις.



Εικόνα 1.4 πως η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει την υγεία του ανθρώπου³

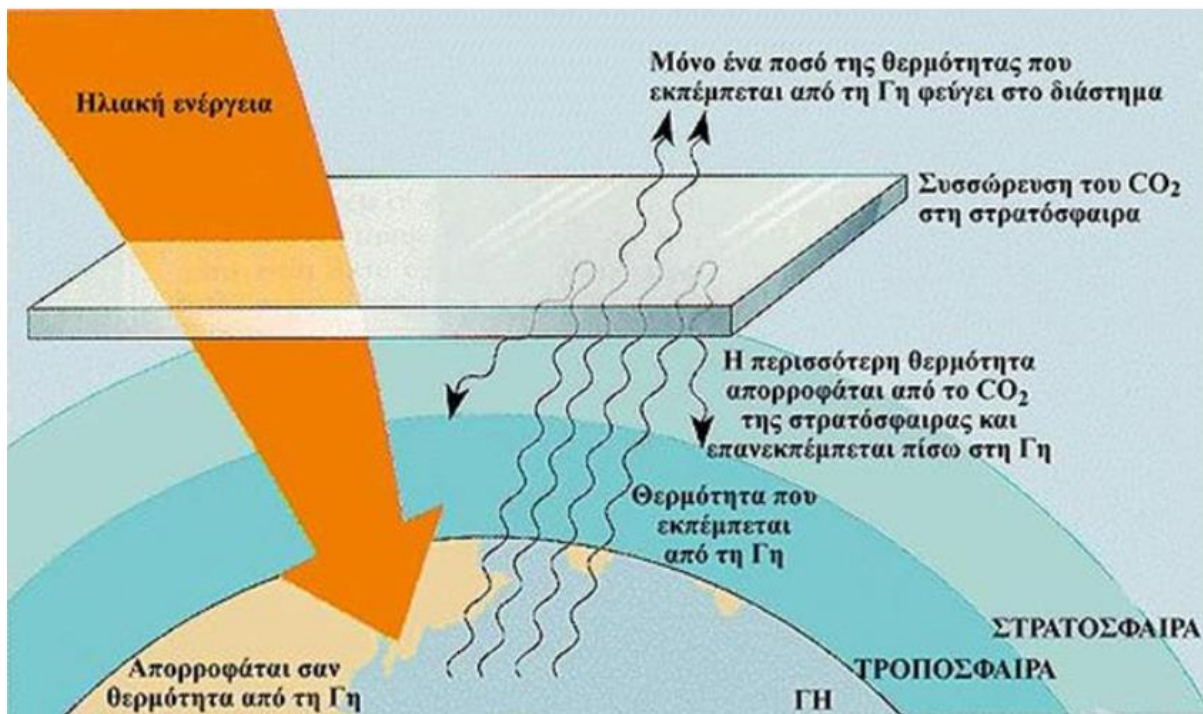
1.5. Φαινόμενο του θερμοκήπιου

Το φαινόμενο του θερμοκήπιου είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο με τις αυξημένες εκπομπές των αέριων του θερμοκήπιου θεωρούνται υπεύθυνες για το φαινόμενο του θερμοκήπιου. Την αυξήσει της μέσης θερμοκρασίας της γης η οποία ονομάζεται ως κλιματική αλλαγή. Τα κυριότερα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκήπιου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το όζον (O₃), και το διοξείδιο του αζώτου (NO_x). Η καύση ορυκτών καυσίμων είναι υπεύθυνη για το μεγαλύτερο μέρος εκπομπών διοξείδιο του άνθρακα (CO₂).

Επιπτώσεις:

Καύσωνας: Λόγω της αλλαγής της μέσης θερμοκρασίας της γης θα υπάρχουν πολλές περιοχές που θα έχουν καύσωνα. Ο καύσωνας είναι πολύ ζεστός Κέρος για μεγάλο χρονικό διάστημα
Αύξηση της στάθμης της θάλασσας: Το λιώσιμο των πάγων λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Σύμφωνα με την NASA τα τελευταία χρόνια έχουμε μια αύξηση της θάλασσας 3,4 χιλιοστά ετησίως.
Καταιγίδες: Οι έντονες βροχοπτώσεις γίνονται όλο ένα και πιο συχνά, σε πολλές περιοχές του κόσμου. Όταν έχουμε μεγάλες ποσότητες βροχής το έδαφος γίνεται πιο μαλακό οπότε οι πλάγιες μπορούν να χάσουν την σταθερότητα τους, που μπορεί να καταλήξει και σε κατολίσθηση.
Ξηρασία: Η υπερθέρμανση του πλανήτη λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου αυξάνει τον κίνδυνο ξηρασίας σε πολλές περιοχές. Υψηλότερες θερμοκρασίες σημαίνουν και μεγαλύτερη εξάτμιση του νερού, μειώνοντας το συνολικό απόθεμά τους (6).

³ <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/air-quality-23-2018/el/#box2>



Εικόνα 1.5 Επεξήγηση του φαινομένου του θερμοκήπιού ⁴

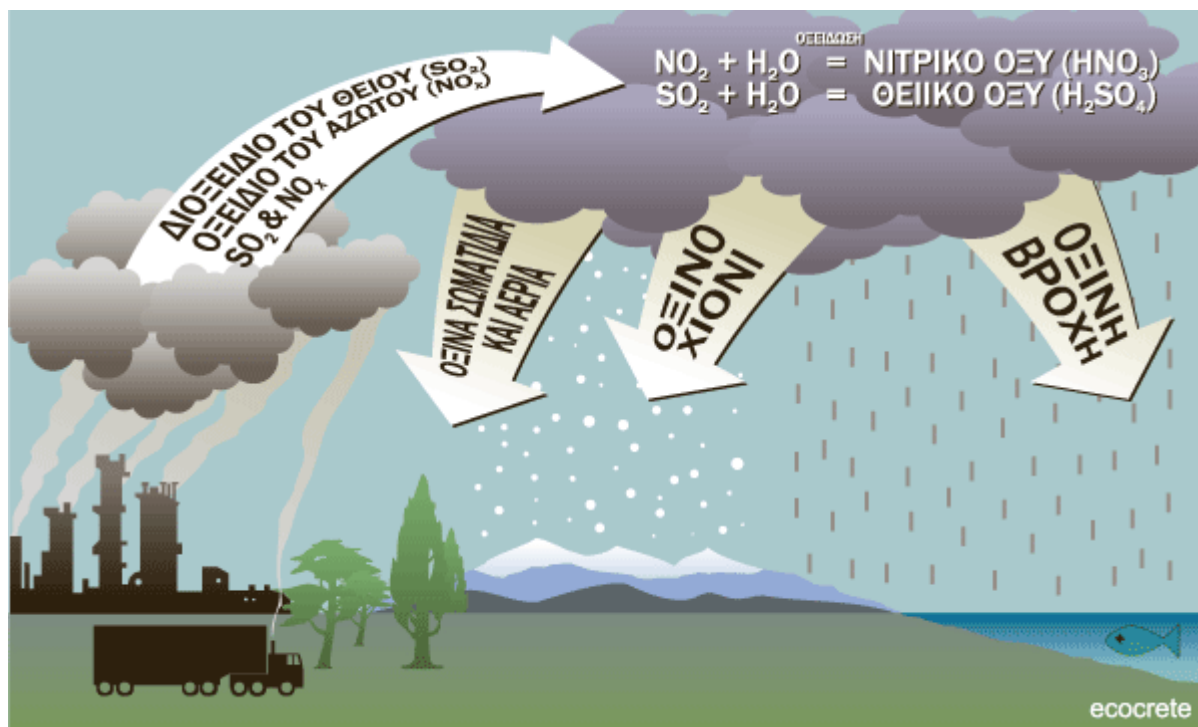
1.6.Όξινη βροχή

Με τον ορό όξινη βροχή ονομάζουμε όλα τα φυσικά φαινόμενα όπως (βροχή, χιόνι, και χαλάζι) οι οποίες έχουν χαμηλότερο pH από τις φυσιολογικές τιμές που θα έπρεπε να έχουν. Η βροχή στην κανονική κατάσταση της είναι ελαφρός όξινη με pH που κυμαίνεται από 5,0 έως 5,6 και αυτό οφείλετε κύριος στο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) της ατμόσφαιρας, το οποίο διαλύεται στο νερό της βροχής και σχηματίζει το ανθρακικό οξύ και, σε μικρότερη έκταση, στην ύπαρξη χλωρίου στην ατμόσφαιρα, το οποίο προέρχεται από τη θάλασσα. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως, η βροχή γίνεται όλο και περισσότερο όξινη και το pH της κυμαίνεται από 3,5 έως 4,5. Η βροχή με pH 4,6 είναι 10 φορές πιο όξινη από βροχή με pH 5,6. Η αυξημένη οξύτητα οφείλεται συνήθως σε νιτρικά και θειικά οξέα τα οποία συνήθως προέρχονται από ανθρωπογενείς πηγές.

Οι κυριότερες πηγές για την όξινη βροχή προέρχονται από το διοξείδιο του θείου (SO₂) και τα οξείδια του αζώτου (NO_x): Το διοξείδιο του θείου περιέχεται στα ορυκτά καύσιμα (ιδιαίτερα στο αργό πετρέλαιο). Πηγές του είναι όλα τα οχήματα που καίνε παράγωγα του αργού πετρελαίου, οι κεντρικές θερμάνσεις των κτηρίων, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και οι βιομηχανίες. Τα οξείδια του αζώτου παράγονται από την αντίδραση του αζώτου και του οξυγόνου της ατμόσφαιρας στις μηχανές εσωτερικής καύσης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, των αυτοκινήτων, της βιομηχανίας κ.λπ. Ανεβαίνοντας οι ρίποι στην ατμόσφαιρα αντιδρούν με τους υδρατμούς της και έτσι σχηματίζονται αντίστοιχα οξέα θειικό και νιτρικό. αυτά στην συνέχεια πέφτουν στην επιφάνεια της γης με την μορφή βροχής, χαλάζι, και χιόνι.

⁴ <http://www1.aegean.gr/gympeir/thermokipio.htm>

Η όξινη βροχή έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζει το οικοσύστημα, τα σπλίστηκα μνημεία της και τις καλλιέργειες. Οι κυβερνήσεις έχοντας γνώση του θέματος τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να παίρνουν δραστικά μετρά για την μείωση του φαινομένου αυτό (6).



Εικόνα 1.6 Τρόπος διάδοσης όξινης βροχής⁵

1.7.Φωτοχημικό Νέφος

Η φωτοχημική ρύπανση υπάρχει κυρίως στα αστικά κέντρα όπως η Αθήνα. Οφείλετε στην συγκέντρωση των ρύπων μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδία του αζώτου, και το όζον. Το διοξείδιο του αζώτου αλληλοεπιδράει με την ακτινοβολία σε μήκη κύματος <398nm και φωτοδιασπάται. Αποτέλεσμα της φωτοδιάσπασης είναι το μονοξείδιο του αζώτου και το ατομικό οξυγόνο. Το ατομικό οξυγόνο αντιδράει με το μοριακό οξυγόνο και σχηματίζει το όζον. Οι υδροθώρακες σε συνδυασμό με το όζον και αλλά σωματίδια συμβάλουν σε διάφορους φωτοχημικούς κύκλους προκαλώντας πολλά προβλήματα υγείας στους ανθρώπους που εκτίθενται στους ρύπους αυτούς. Κυρίως αυτοί οι ρύποι είναι σε αστικές περιοχές και σε βιομηχανικές περιοχές (8).

Οι ασθένειες που οφείλονται στο φωτοχημικό νέφος μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και το θάνατο. Μερικές απ' αυτές είναι το άσθμα, η βρογχίτιδα και το εμφύσημα. Επίσης, αποτελεί αιτία αναπνευστικών προβλημάτων (δυσκολία στην αναπνοή, βήχα) και ερεθισμών στα μάτια. Τέλος, μπορεί να επηρεάσει ακόμα και το ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου, περιορίζοντας έτσι τη δυνατότητά του να αντιστέκεται σε κάθε μορφής ασθένεια (9).

⁵ http://www.digenis.net/perivallon/oxini_vroxi.htm



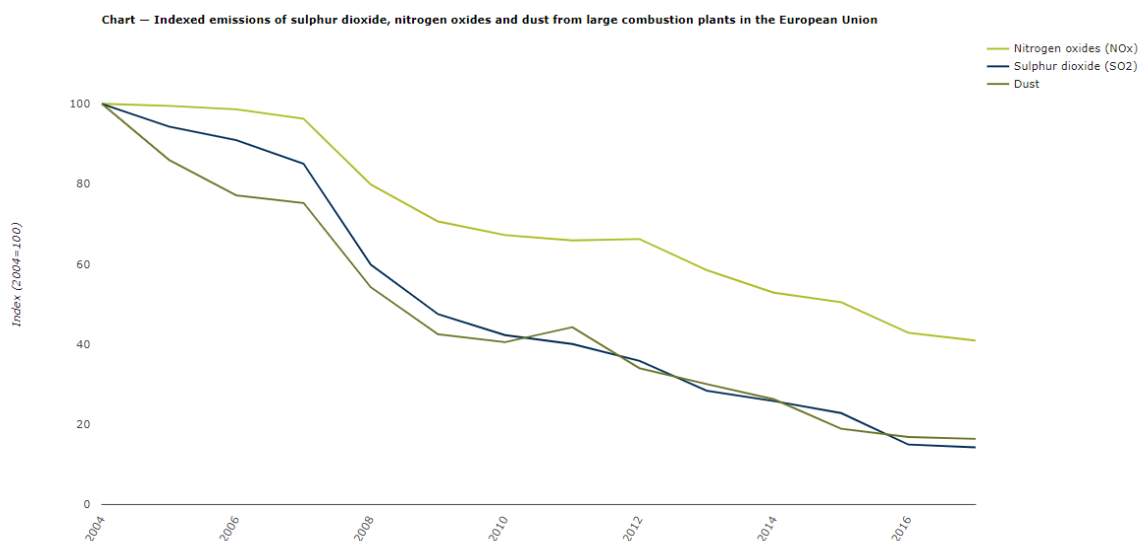
Εικόνα 1.7 Απεικόνιση φωτοχημικού νέφους στο Λονδίνο το 1952 ⁶

1.8. Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων από μεγάλες μονάδες καύσης στην Ευρώπη

Οι μεγάλες μονάδες καύσης ευθύνονται για σημαντικό ποσοστό ανθρωπογενών εκπομπών ρύπων. Από το 2004, οι εκπομπές από μεγάλες μονάδες καύσης στα 28 κράτη μέλη της ΕΕ έχουν μειωθεί, κατά 86% για το διοξείδιο του θείου, 59% για τα οξείδια του αζώτου και 84% για τη σκόνη. Το 2017, από το σύνολο των 3 664 μεγάλων μονάδων καύσης, το 50% όλων των εκπομπών προερχόταν από μόλις 68, 141 και 58 εγκαταστάσεις για διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου και σκόνη, αντίστοιχα. Ωστόσο, οι επιδόσεις αυτών των μεγαλύτερων φυτών έχουν βελτιωθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Ένας δείκτης των περιβαλλοντικών επιδόσεων των μεγάλων μονάδων καύσης είναι ο λόγος μεταξύ εκπομπών και κατανάλωσης καυσίμου (δηλαδή του υπονοούμενου συντελεστή εκπομπών). Οι σιωπηλοί συντελεστές

⁶ <https://www.iefimerida.gr/news/371390/1952-otan-fotohimiko-nefos-toy-londinoy-skotose-12000-atoma-eikones>

εκπομπών και για τους τρεις ρύπους μειώθηκαν σημαντικά μεταξύ 2004 και 2017 για όλα τα μεγέθη των μεγάλων μονάδων καύσης (10).



Διάγραμμα 1.8 εκπομπής ατμοσφαιρικών ρύπων από μεγάλες μονάδες καύσης στην Ευρώπη⁷

2. Κεφαλαίο 2

2.1. Τι είναι κύκλος οδήγησης

Ένας κύκλος οδήγησης αντιπροσωπεύει συνήθως ένα σύνολο σημείων ταχύτητας οχήματος σε συναρτήσε του χρόνου. Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών ρύπων ενός οχήματος, έτσι ώστε να μπορούν να συγκριθούν διαφορετικά οχήματα. Ο κύκλος οδήγησης εκτελείται σε δυναμομετρική εξέδρα, όπου συλλέγονται και αναλύονται οι εκπομπές ρύπων από το εσωτερικό του οχήματος για την εκτίμηση των ποσοστών εκπομπών ρύπων (10).

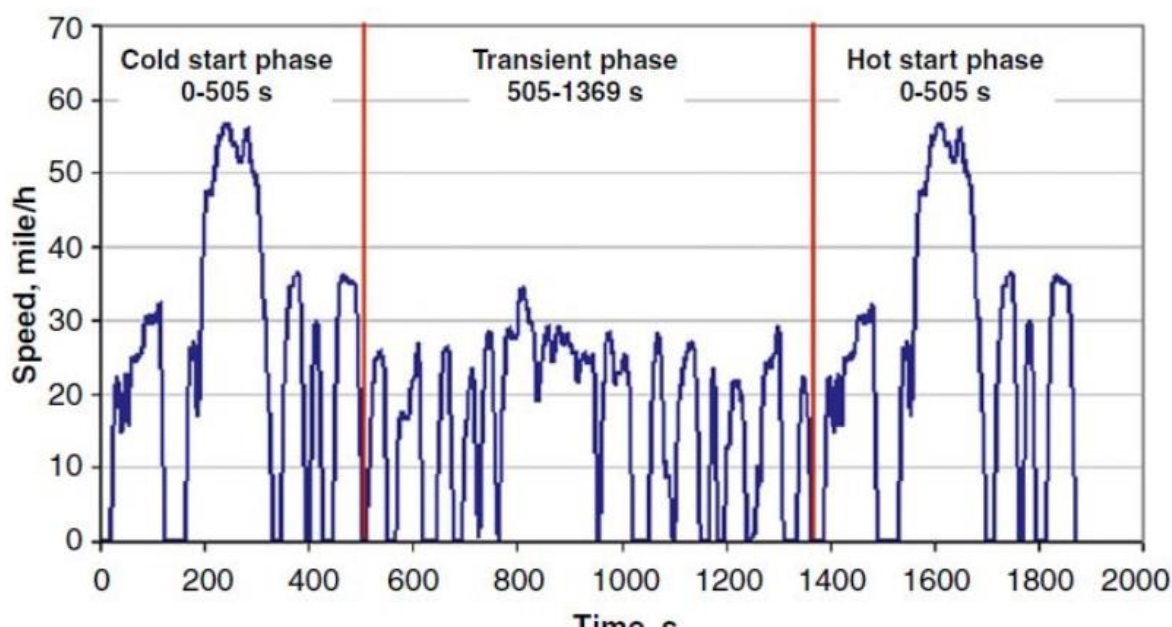
Οι κύκλοι οδήγησης έχουν εφαρμοστεί για να γίνετε έλεγχος εκπομπών ρύπου για όλα τα οχήματα. Κατά κύριο λόγο γίνονται με την βοήθεια της δυναμομετρικής εξέδρας. Πλέον με τους νομούς να έχουν γίνει πιο αυστηροί για τις μηχανές εσωτερικής καύσης και τις εκπομπές ρύπων, οι μέτρησις γίνονται σε πραγματικό χρόνο οδηγώντας στους δρόμους παίρνοντας τις μέτρησις για ένα κύκλο οδήγησης.

⁷ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/emissions-of-air-pollutants-from-16/assessment>

2.2.Ο πρώτος κύκλος οδήγησης σε Παγκόσμιο επίπεδο

Ο πρώτος κύκλος οδήγησης δημιουργήθηκε στην Αμερική με την νομοθεσία FTP 72/75 (1978), λόγω υγείας των ανθρώπων που ζούσαν στις αστικές περιοχές. Επιπρόσθετα, επιβλήθηκε με τον νόμο περί φορολογίας της ενέργειας του FTP 72/75 (1978) , προκειμένου να καθοριστεί ο συντελεστής του φόρου που ισχύει για τις πωλήσεις καινούργιων αυτοκινήτων (11).

Κατά τη διάρκεια δεκάλεπτης ψύξης μεταξύ της δεύτερης και της τρίτης φάσης, ο κινητήρας είναι απενεργοποιημένος. Οι ακολουθίες οδήγησης 505 δευτερολέπτων της πρώτης και της τρίτης φάσης είναι ταυτόσημες. Ο συνολικός χρόνος δοκιμής για το FTP-75 είναι 2457 δευτερόλεπτα (40,95 λεπτά), η τελική ταχύτητα είναι 56,7 mph, η μέση ταχύτητα είναι 21,4 mph και η συνολική απόσταση που καλύπτεται είναι 11 μίλια (12).



Εικόνα 2.2 Διάγραμμα ενός κύκλου οδήγησης FTP 75 ⁸

2.3.Πρώτος κύκλος οδήγησης στην Ευρώπη

Για πρώτη φορά η Ευρώπη ανακοίνωσε οδηγίες (97/68/EK) στις 16 Δεκέμβριου 1997 μέσω του κοινοβουλίου, για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα μέτρα κατά της εκπομπής αερίων και σωματιδιακών ρύπων που προερχόντουσαν από κινητήρες εσωτερικής καύσης. Από το 1997 έως σήμερα έχουν ψηφιστεί 5 νομοθεσίες από το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο με κάθε καινούρια νομοθεσία να είναι πιο αυστηρή για τις εκπομπές ρύπων στο περιβάλλον ώστε να εξασφαλίσουμε ένα πιο καθαρό και υγιεινό περιβάλλον για τους πολίτες της ευρωπαϊκής ένωσης (13).

⁸ <https://knowicengine.wordpress.com/2016/04/24/the-us-federal-light-duty-exhaust-emission-test-procedure-ftp-75/>

2.4.Τι είναι οι προδιαγραφές EU

Οι προσπάθειες μείωσης της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος από την κυκλοφορία των αυτοκινήτων έχουν γίνει αντιληπτές ήδη από την δεκαετία του 70. Μεγάλη μείωση των εκπομπών επιτεύχθηκε τα τελευταία 15 χρόνια. Αυτό επιτεύχθηκε με την εισαγωγή νέων τεχνολογιών, την πρόοδο της ηλεκτρονικής και της τεχνικής των υπολογιστών. Οι προδιαγραφές καυσαερίων EU καθορίζει τα όρια για όλους του συνηθισμένους ρύπους καυσαερίων των κινητήρων εσωτερικής καύσης σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο, ιδιαίτερα για κινητήρες αυτανάφλεξης των ΙΧ-επιβατικών αυτοκινήτων. Οι προδιαγραφές καθορίζουν τις οριακές τιμές των ρύπων και για τα φορτηγά οχήματα ανάλογα με την κατηγορία βάρους (14).

Πίνακας 2.4 Εκπομπές ρύπων πετρελαιοκίνητων και βενζινοκίνητων οχημάτων

Πρότυπο	Ημερομηνία ισχύος για εγκρίσεις τύπου	Ημερομηνία ισχύος για ταξινόμησης	Ανώτατα όρια ρύπων (γρ./χλμ.)				
			Μονοξείδιο του Άνθρακα CO	Υδρογονάνθρακες HC	Οξείδια του Αζώτου NOx	Υδρογονάνθρακες + Οξείδια Αζώτου HC+NOx	Αιθάλη (PM)
Πετρελαιοκίνητες							
Ευρο 1	Ιούλιος 1992	Ιούλιος 1992	2,72	-	-	0,97	0,14
Ευρο 2	Ιανουάριος 1996	Ιανουάριος 1996	0,64	-	-	0,7	0,08
Ευρο 3	Ιανουάριος 2000	Ιανουάριος 2000	0,5	-	0,5	0,56	0,05
Ευρο 4	Ιανουάριος 2005	Ιανουάριος 2005	0,5	-	0,25	0,3	0,025
Ευρο 5	Σεπτέμβριος 2009	Σεπτέμβριος 2011	0,5	-	0,18	0,23	0,005
Ευρο 6	Σεπτέμβριος 2014	Σεπτέμβριος 2015	0,5	-	0,08	0,17	0,005
Βενζινοκίνητες							
Ευρο 1	Ιούλιος 1992	Ιούλιος 1992	2,72	-	-	0,97	-
Ευρο 2	Ιανουάριος 1996	Ιανουάριος 1996	2,2	-	-	0,5	-
Ευρο 3	Ιανουάριος 2000	Ιανουάριος 2000	2,3	0,2	0,15	-	-
Ευρο 4	Ιανουάριος 2005	Ιανουάριος 2005	1,0	0,1	0,08	-	-
Ευρο 5	Σεπτέμβριος 2009	Σεπτέμβριος 2011	1,0	0,1	0,06	-	0,005*
Ευρο 6	Σεπτέμβριος 2014	Σεπτέμβριος 2015	1,0	0,1	0,06	-	0,005*

Ρύποι που αναγράφονται στον πίνακα 2.4:

Οι αέριοι ρύποι ειδικά με κρύο κινητήρα γίνονται άμεσα αντιληπτοί στα καυσαέρια και περιλαμβάνουν μη οξειδωμένους ή μερικώς οξειδωμένους υδρογονάνθρακες, στη μορφή σταγονιδίων λευκού ή μπλε καπνού και αλδεϋδες (-CHO) με έντονη οσμή. Οι σημαντικοί αέριοι ρύποι των πετρελαιοκίνητων είναι οι ακόλουθοι:

CO Μονοξείδιο του άνθρακα. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) δημιουργείται από έλλειψη οξυγόνου λόγω της ατελούς καύσης καυσίμων που περιέχουν άνθρακα. Είναι ένα άχρωμο, άγευστο άοσμο και εκρηκτικό αέριο.

HC - Υδρογονάνθρακες. Σαν υδρογονάνθρακες χαρακτηρίζονται μία πληθώρα διαφόρων ενώσεων (π.χ. C₆H₆, C₈H₁₈), που εμφανίζονται μετά από ατελή καύση. Στον οργανισμό επιδρούν με διαφορετικό τρόπο. Μερικοί ερεθίζουν, ενώ μερικοί (αρωματικοί υδρογονάνθρακες) είναι καρκινογόνοι.

SO₂ - Διοξείδιο του θείου. Το διοξείδιο του θείου (SO₂) δημιουργείται από την καύση καυσίμου που περιέχει θείο. Είναι ένα άχρωμο αέριο με έντονη οσμή. Το ποσοστό θείου στο καύσιμο έχει τάση μείωσης.

NO_x - Οξειδία του αζώτου. Οξειδία του αζώτου (NO_x) (π.χ. NO, NO₂...) δημιουργούνται λόγω υψηλής πίεσης, υψηλής θερμοκρασίας και πλεόνασμα οξυγόνου κατά την διάρκεια της καύσης στον κινητήρα. Μερικά οξειδία του αζώτου είναι επιβλαβή για την υγεία. Τα μέτρα για την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου οδηγούν δυστυχώς στην αύξηση του ποσοστού των οξειδίων του αζώτου στα καυσαέρια, επειδή μια πληρέστερη καύση προκαλεί υψηλότερη θερμοκρασία στο χώρο καύσης.

PM (Particulate Matter) - Σωματίδια αιθάλης. Σύμφωνα με την νομοθεσία των ΗΠΑ κάθε υλικό που υπό κανονικές συνθήκες περιλαμβάνεται στα καυσαέρια σαν στερεό σώμα (τέφρα, αιθάλη) ή σαν υγρό πρέπει να αξιολογείται σαν PM. Με έλλειψη οξυγόνου η καύση είναι ατελής και δημιουργούνται σωματίδια αιθάλης. Τα σωματίδια αιθάλης είναι μικροσκοπικά σφαιρίδια άνθρακα με διάμετρο περίπου 0,05 μm. Ο πυρήνας τους αποτελείται από καθαρό άνθρακα. Σε αυτό τον πυρήνα συσσωρεύονται διάφορες ενώσεις υδρογονανθράκων, οξειδία μετάλλων και θείου (14)

2.5. Οδηγία 97/68/EK του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του Συμβουλίου

ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ

Έχοντας υπόψη: τη συνθήκη για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, και ιδίως το άρθρο 100 Α, την πρόταση της Επιτροπής (1), τη γνώμη της Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής (2), Αποφασίζοντας με τη διαδικασία του άρθρου 189 Β της συνθήκης (3), υπό το πρίσμα του κοινού σχεδίου το οποίο ενέκρινε η Επιτροπή Συνδιαλλαγής στις 11 Νοεμβρίου 1997.

Εκτιμώντας:

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

(2) Ότι τον Απρίλιο του 1992 η Κοινότητα υπέγραψε το πρωτόκολλο της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (UN-ECE) περί περιστολής των εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) και προσχώρησε στο πρωτόκολλο για την περιστολή των εκπομπών NO_x τον Δεκέμβριο του 1993, αμφότερα εκ των οποίων σχετίζονται με τη σύμβαση του 1979 σχετικά με τη διασυνοριακή ατμοσφαιρική ρύπανση σε μεγάλες αποστάσεις, η οποία εγκρίθηκε τον Ιούλιο του 1982·

- (1) ΕΕ C 328 της 7.12.1995, σ. 1
 (2) ΕΕ C 153 της 28.3.1996, σ. 2.

(3) Γνώμη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, της 25ης Οκτωβρίου 1995 (ΕΕ C 308 της 20.11.1995, σ. 29), κοινή θέση του Συμβουλίου της 20ής Ιανουαρίου 1997 (ΕΕ C 123 της 21.4.1997, σ. 1) και απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 13ης Μαΐου 1997 (ΕΕ C 167 της 2.7.1997, σ. 22). Απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 1997. Απόφαση του Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 1997.

(4) Ψήφισμα του Συμβουλίου και των Αντιπροσώπων των κυβερνήσεων των κρατών μελών, συνελθόντων στα πλαίσια του Συμβουλίου της 1ης Φεβρουαρίου 1993 (ΕΕ C 138 της 17.5.1993, σ. 1). (15)

2.5.1. EURO 1

Ημερομηνία εφαρμογής (νέες εγκρίσεις): 1η Ιουλίου 1992

Ημερομηνία εφαρμογής (όλες οι νέες καταχωρίσεις): 31 Δεκεμβρίου 1992

Τα πρώτα ευρωπαϊκά πρότυπα για τις εκπομπές σε ευρώ θεσπίστηκαν τον Ιούλιο του 1992 και οι κανονισμοί δεν ήταν σχεδόν τόσο αυστηροί όσο είναι σήμερα. Τούτου λεχθέντος, η προσαρμογή των καταλυτικών μετατροπέων έγινε υποχρεωτική σε όλα τα καινούργια αυτοκίνητα και το Euro 1 απαιτούσε τη μετάβαση στην αμόλυβδη βενζίνη. Τότε, δοκιμάστηκαν μόνο υδρογονάνθρακες και οξείδιο του αζώτου, μαζί με τα σωματίδια στην περίπτωση των κινητήρων ντίζελ. Με τα χρόνια, οι κανονισμοί έχουν γίνει πιο αυστηροί και τα όρια έχουν μειωθεί (16).

Πίνακας 2.5.1 Τιμές euro 1

Προτυπο	Ημερομηνια ισχυος	Ανωτατα ορια ρυπων (γρ./χλμ.)				
		Μονοξειδιο το ανθρακα (CO)	Υδρογοναθρακες (HC)	Οξειδια του αζωτου (Nox)	Υδρογοναθρακες+Οξειδια του αζωτου (HC)+(Nox)	Αιθολη (PM)
Πετρελαιοκινητηρες						
Euro 1	Ιουλιος 1992	2,72	-	-	0,97	0,14
Βενζινοκινητηρες						
Euro 1	Ιουλιος 1992	2,72	-	-	0,97	-

2.5.2. EURO 2

Ημερομηνία εφαρμογής (νέες εγκρίσεις): 1η Ιανουαρίου 1996

Ημερομηνία εφαρμογής (όλες οι νέες καταχωρίσεις): 1η Ιανουαρίου 1997

Το Euro 2 μείωσε τα όρια για το μονοξείδιο του άνθρακα και το συνδυασμένο όριο για τους άκαυστους υδρογονάνθρακες και το οξείδιο του αζώτου, καθώς και την εισαγωγή διαφορετικών επιπέδων για τους βενζινοκινητήρες και τους πετρελαιοκινητήρες (16).

Πίνακας 2.5.2 Τιμές euro 2

Προτυπο	Ημερομηνια ισχυος	Ανωτατα ορια ρυπων (γρ./χλμ.)				
		Μονοξειδιο το ανθρακα (CO)	Υδρογοναθρακες (HC)	Οξειδια του αζωτου (Nox)	Υδρογοναθρακες+Οξειδια του αζωτου (HC)+(Nox)	Αιθολη (PM)
Πετρελαιοκινητηρες						
Euro 2	Ιανουαριος 1996	0,64	-	-	0,7	0,08
Βενζινοκινητηρες						
Euro 2	Ιανουαριος 1996	2,2	-	-	0,5	-

2.5.3. EURO 3

Ημερομηνία εφαρμογής (νέες εγκρίσεις): 1η Ιανουαρίου 2000

Ημερομηνία εφαρμογής (όλες οι νέες καταχωρίσεις): 1η Ιανουαρίου 2001

Το Euro 3 διαιρεί τα όρια υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου για τους πετρελαιοκινητήρες και τους πετρελαιοκινητήρες, καθώς και την προσθήκη ξεχωριστού ορίου οξειδίου του αζώτου για τα οχήματα ντίζελ. Η περίοδος προθέρμανσης αφαιρέθηκε από τη διαδικασία δοκιμής (16)

Πίνακας 2.5.3 Τιμές euro 3

Προτυπο	Ημερομηνια ισχυος	Ανωτατα ορια ρυπων (γρ./χλμ.)				
		Μονοξειδιο το ανθρακα (CO)	Υδρογοναθρακες (HC)	Οξειδια του αζωτου (Nox)	Υδρογοναθρακες+Οξειδια του αζωτου (HC)+(Nox)	Αιθολη (PM)
Πετρελαιοκινητηρες						
Euro 3	Ιανουαριος 2000	0,5	-	0,5	0,56	0,05
Βενζινοκινητηρες						
Euro 3	Ιανουαριος 2000	2,3	0,2	0,15	-	-

2.5.4. EURO 4

Ημερομηνία εφαρμογής (νέες εγκρίσεις): 1η Ιανουαρίου 2005

Ημερομηνία εφαρμογής (όλες οι νέες καταχωρίσεις): 1η Ιανουαρίου 2006

Το euro 4 για τους πετρελαιοκινητήρες κράτησέ στα ειδικά επίπεδα τις τιμές για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και για όλους τους υπολοίπους ρύπους υπήρχε σχεδόν το μισό των εκπομπών των ρύπων από το euro 3. Για τους βενζινοκινητήρες υπήρχαν και εκεί πολύ μεγάλες μείωσης στις τιμές των εκπομπών ρύπων αφού όλες οι τιμές κατεβήκαν τουλάχιστον στην μέση.

Πίνακας 2.5.4 Τιμές euro 4

Προτυπο	Ημερομηνια ισχυος	Ανωτατα ορια ρυπων (γρ./χλμ.)				
		Μονοξειδιο το ανθρακα (CO)	Υδρογοναθρακες (HC)	Οξειδια του αζωτου (Nox)	Υδρογοναθρακες+Οξειδια του αζωτου (HC)+(Nox)	Αιθολη (PM)
Πετρελαιοκινητηρες						
Euro 4	Ιανουαριος 2005	0,5	-	0,25	0,3	0,025
Βενζινοκινητηρες						
Euro 4	Ιανουαριος 2005	1	0,1	0,08	-	-

2.5.5. EURO 5

Ημερομηνία εφαρμογής (νέες εγκρίσεις): 1η Σεπτεμβρίου 2009

Ημερομηνία εφαρμογής (όλες οι νέες καταχωρίσεις): 1η Ιανουαρίου 2011

Τα μεγάλα νέα για το Euro 5 ήταν η εισαγωγή φίλτρων σωματιδίων (DPFs) για οχήματα με πετρέλαιο ντίζελ, καθώς και χαμηλότερα όρια σε όλους τους τομείς. Για τις εγκρίσεις τύπου από τον Σεπτέμβριο του 2011 και τα νέα αυτοκίνητα από τον Ιανουάριο του 2013, τα οχήματα με κινητήρα ντίζελ υπόκεινται σε νέο όριο αριθμών σωματιδίων. Τα DPF καταγράφουν το 99% όλων των σωματιδίων και προσαρμόζονται σε κάθε νέο αυτοκίνητο ντίζελ. Τα αυτοκίνητα που πληρούν τα πρότυπα Euro 5 εκπέμπουν το ισοδύναμο ενός κόκκου άμμου ανά χιλιόμετρο (16).

Πίνακας 2.5.5 Τιμές euro 5

Προτυπο	Ημερομηνια ισχυος	Ανωτατα ορια ρυπων (γρ./χλμ.)				
		Μονοξειδιο το ανθρακα (CO)	Υδρογοναθρακες (HC)	Οξειδια του αζωτου (Nox)	Υδρογοναθρακες+Οξειδια του αζωτου (HC)+(Nox)	Αιθολη (PM)
Πετρελαιοκινητηρες						
Euro 5	Σεπτεμβριος 2009	0,5	-	0,18	0,23	0,005
Βενζινοκινητηρες						
Euro 5	Σεπτεμβριος 2009	1	0,1	0,06	-	0,005

2.5.6. EURO 6

Ημερομηνία εφαρμογής (νέες εγκρίσεις): 1η Σεπτεμβρίου 2014

Ημερομηνία εφαρμογής 1η Σεπτεμβρίου 2015 Η έκτη και τρέχουσα ενσάρκωση του προτύπου εκπομπών Euro εισήχθη στις περισσότερες νέες καταχωρήσεις τον Σεπτέμβριο του 2015. Για τους πετρελαιοκινητήρες, το επιτρεπόμενο όριο NOx έχει μειωθεί από 0,18g / km σε Euro 5 σε 0,08g / km. Η εστίαση στο ντίζελ NOx ήταν το άμεσο αποτέλεσμα των μελετών που συνδέουν αυτές τις εκπομπές με τα αναπνευστικά προβλήματα. Για να επιτευχθούν οι νέοι στόχοι, ορισμένοι κατασκευαστές αυτοκινήτων εισήγαγαν την εκλεκτική καταλυτική αναγωγή (SCR), στην οποία εισάγεται ένας παράγοντας αναγωγής υγρών μέσω καταλύτη στην εξαγωγή ενός πετρελαιοφόρου οχήματος. Μια χημική αντίδραση μετατρέπει το οξείδιο του αζώτου σε αβλαβές νερό και άζωτο, τα οποία εκδιώκονται μέσω του σωλήνα εξάτμισης. Η εναλλακτική μέθοδος για την εκπλήρωση των προτύπων Euro 6 είναι η ανά κυκλοφορία καυσαερίων (EGR). Ένα μέρος του καυσαερίου αναμειγνύεται με τον αέρα εισαγωγής για να μειώσει τη θερμοκρασία καύσης. Το ECU του οχήματος ελέγχει το EGR σύμφωνα με το φορτίο ή την ταχύτητα του κινητήρα (16).

Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι που άλλαξε στο ευρο 6 είναι ότι στην τρέχουσα νομοθεσία οι μέτρησης των εκπομπών ριπών δεν γίνετε πλέον σε δυναμομετρική εξέδρα αλλά σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης ώστε οι τιμές να είναι αληθές.

Πίνακας 2.5.6 Τιμές euro 6

Προτυπο	Ημερομηνια ισχυος	Ανωτατα ορια ρυπων (γρ./χλμ.)				
		Μονοξειδιο το ανθρακα (CO)	Υδρογοναθρακες (HC)	Οξειδια του αζωτου (Nox)	Υδρογοναθρακες+Οξειδια του αζωτου (HC)+(Nox)	Αιθολη (PM)
Πετρελαιοκινητηρες						
Euro 6	Σεπτεμβριος 2014	0,5	-	0,08	0,17	0,005
Βενζινοκινητηρες						
Euro 6	Σεπτεμβριος 2014	1	0,1	0,06	-	0,005

Στην από κάτω απεικόνισή μπορούμε να δούμε στους πετρελαιοκινητήρες την μεγάλη μείωση των εκπομπών (NOx) που υπήρχε με τις αυστηρότερες προδιαγραφες euro3-6 από την ευρωπαϊκή ένωση.

Diesel cars: Nitrogen oxides (NO_x) emissions (in g/km)

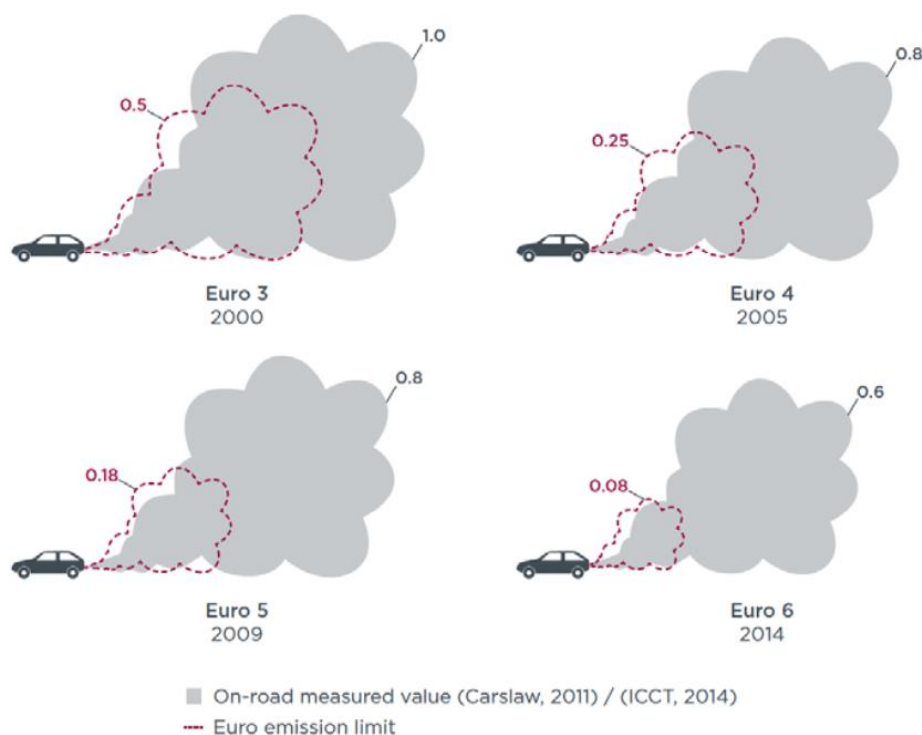


Illustration of the real-world diesel NO_x emissions problem Source: ICCT 2014

Εικόνα 2.5.6.1 Εκπομπές (NO_x)⁹

2.6. Θα υπάρξει euro 7 ?

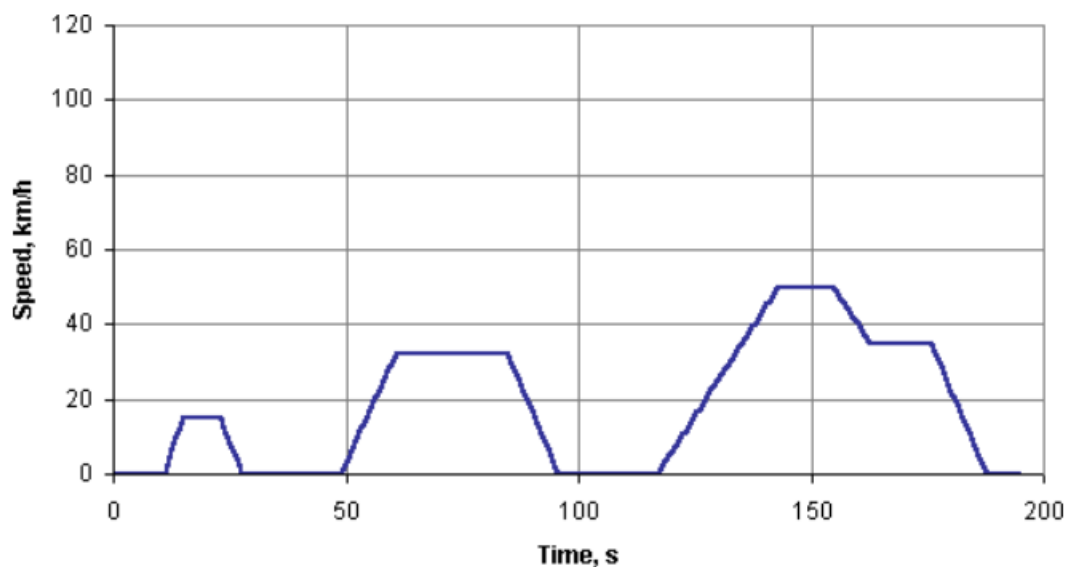
Εκτός από αυτές τις νέες δοκιμές, πιστεύουμε ευρέως στον κόσμο των αυτοκινήτων ότι η ΕΕ σχεδιάζει να εισαγάγει ένα νέο πρότυπο εκπομπών Euro 7 τα επόμενα χρόνια. Ωστόσο τον Απρίλιο του 2019, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο ενέκριναν νέους κανονισμούς που καθορίζουν τα πρότυπα επιδόσεων εκπομπών CO₂ για τα νέα επιβατικά αυτοκίνητα και τα μικρά φορτηγά που θα αρχίσουν να ισχύουν από την 1η Ιανουαρίου 2020. Σε αντίθεση με τα προηγούμενα πρότυπα εκπομπών του ευρώ, ο κανονισμός αυτός επικεντρώνεται αποκλειστικά στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα των καινούργιων αυτοκινήτων και φορτηγών και περιλαμβάνει ένα μηχανισμό για την παροχή κινήτρων για την πρόσληψη οχημάτων μηδενικών εκπομπών. Απομένει να δούμε αν και πότε η ΕΕ θα εφαρμόσει ένα πρότυπο εκπομπών Euro 7 με τις ίδιες απαιτήσεις με τα προηγούμενα πρότυπα παράλληλα με αυτόν τον νέο κανονισμό (17).

⁹ https://www.researchgate.net/figure/Illustration-of-the-real-world-diesel-NOx-emissions-problem-Source-ICCT-2014_fig1_324562177

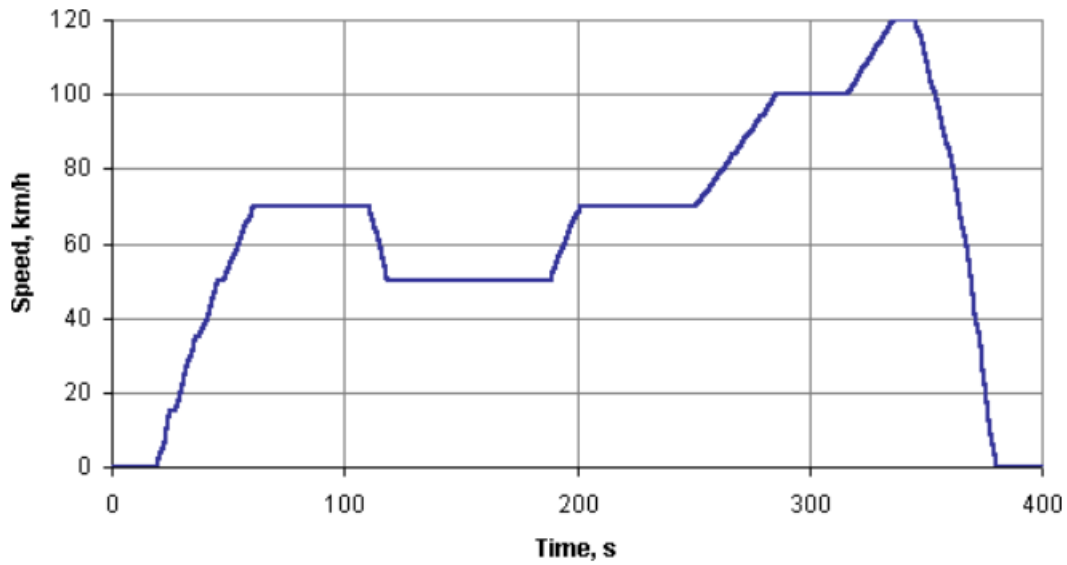
2.7.Κύκλοι οδήγησης ECE+EUDC

ECE + EUDC. Ο κύκλος δοκιμών ECE + EUDC - γνωστός και ως κύκλος MVEG-A - χρησιμοποιήθηκε για δοκιμές έγκρισης τύπου ΕΕ για εκπομπές και κατανάλωση καυσίμου από ελαφρά επαγγελματικά οχήματα [οδηγία 90 / C81 / 01 της Επιτροπής]. Η δοκιμή εκτελείται σε δυναμόμετρο πλαισίου. Ολόκληρος ο κύκλος περιλαμβάνει τέσσερα τμήματα ECE (Εικόνα 2.7.1) επαναλαμβανόμενα χωρίς διακοπή, ακολουθούμενα από ένα τμήμα EUDC (Σχήμα 2.7.2). Πριν από τη δοκιμή, το όχημα αφήνεται να εμποτιστεί για τουλάχιστον 6 ώρες σε θερμοκρασία δοκιμής 20-30 ° C. Κατόπιν ξεκινά και αφήνεται σε αδράνεια για 40 δευτερόλεπτα. NEDC.

Η πλήρης δοκιμή αρχίζει με τέσσερις επαναλήψεις του κύκλου ECE (Σχήμα 2.7.1). Το ECE είναι ένας κύκλος οδήγησης σε αστικές περιοχές, γνωστός και ως UDC. Σχεδιάστηκε να αντιπροσωπεύει τις συνθήκες οδήγησης της πόλης, π.χ. στο Παρίσι ή στη Ρώμη. Χαρακτηρίζεται από χαμηλή ταχύτητα οχήματος, χαμηλό φορτίο κινητήρα και χαμηλή θερμοκρασία καυσαερίων (18).

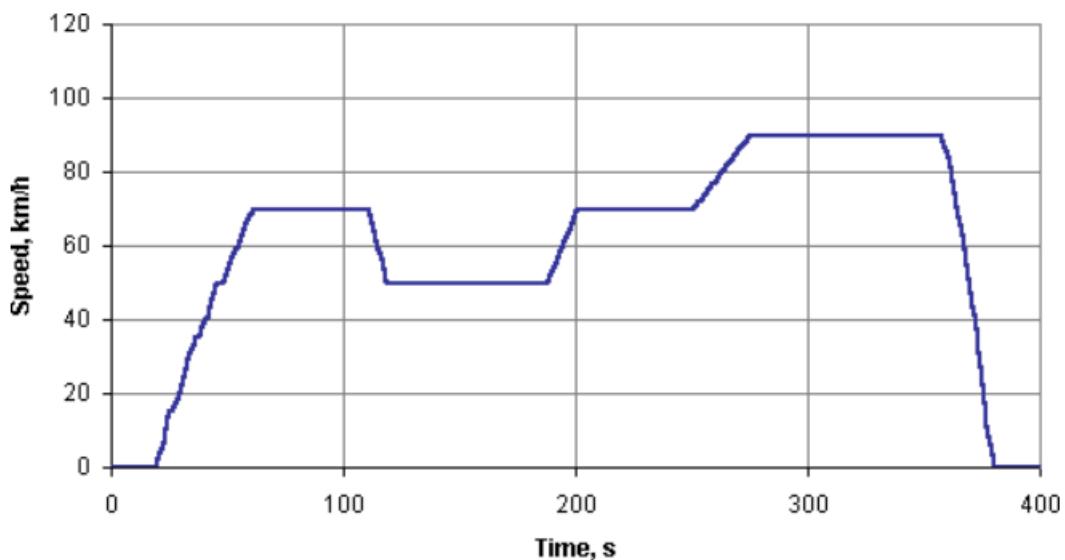


Εικόνα 2.7.1 Διάγραμμα κύκλου ECE



Εικόνα 2.7.2 Διάγραμμα κύκλου EUDC¹⁰

Ο κύκλος EUDC (κύκλος οδήγησης σε αστικό περιβάλλον) έχει προστεθεί μετά τον τέταρτο κύκλο ECE για να συμπεριλάβει πιο επιθετικούς τρόπους οδήγησης υψηλής ταχύτητας. Η μέγιστη ταχύτητα του κύκλου EUDC είναι 120 km / h. Έχει επίσης καθοριστεί εναλλακτικός κύκλος EUDC για οχήματα χαμηλής ισχύος με μέγιστη ταχύτητα που περιορίζεται στα 90 km / h. (18)



Εικόνα 2.7.3 Κύκλος EUDC για οχήματα χαμηλής ισχύος¹¹

¹⁰ https://dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php

¹¹ https://dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php

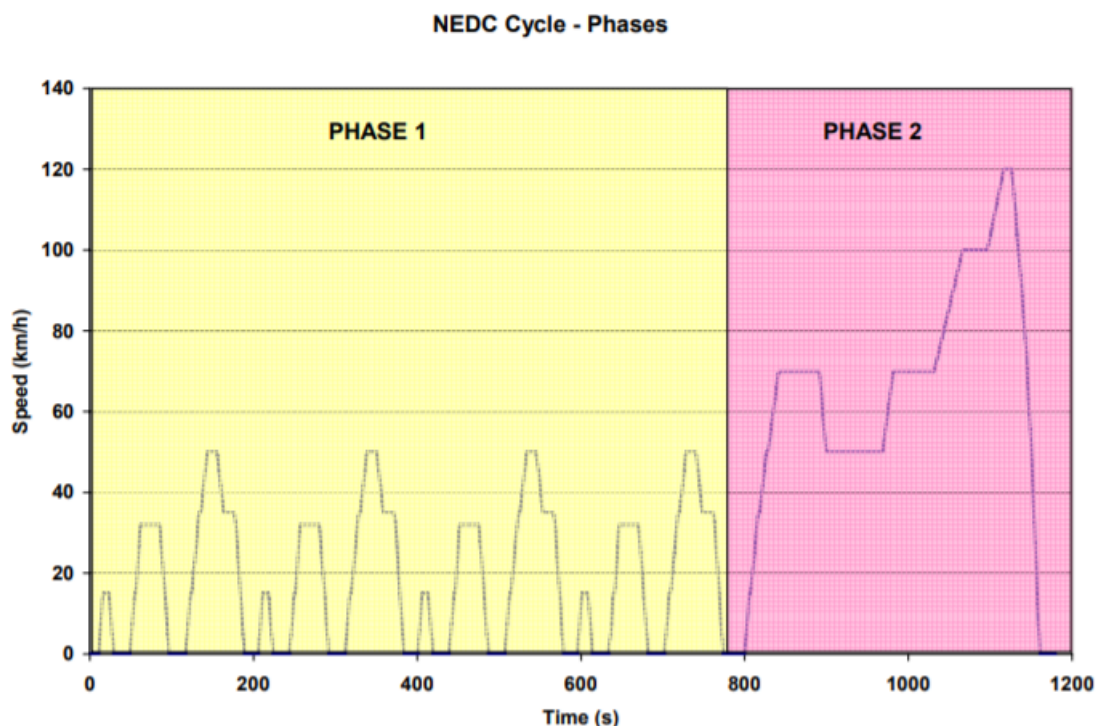
Οι εκπομπές λαμβάνονται δείγματα κατά τη διάρκεια του κύκλου σύμφωνα με την τεχνική δειγματοληψίας σταθερού όγκου (CVS), που αναλύεται και εκφράζεται σε g / km για καθέναν από τους ρύπους. Ο παρακάτω πίνακας περιλαμβάνει μια περίληψη επιλεγμένων παραμέτρων για τους κύκλους ECE 15, EUDC

Χαρακτηριστικά	Unit	ECE 15	EUDC
Απόσταση	Km	0,9941	6,9549
Συνολικός χρόνος	sec	195	400
Περίοδος αδρανείας	sec	57	39
Μεση ταχύτητα με στάσης	Km/h	18,35	62,59
Μεση ταχύτητα χωρίς στάση	Km/h	25,93	69,36
Μεγιστή ταχύτητα	Km/h	50	120
Μεση επιταχυνση	m/s ²	0,599	0,354
Μεγιστή επιταχυνση	m/s ²	1,042	0,833

Δοκιμές τύπου I, II και III. Ο κύκλος αστικής οδήγησης-ECE 15, αντιπροσωπεύει δοκιμή τύπου I, όπως ορίζεται από την αρχική διαδικασία εκπομπών ECE 15. Η δοκιμή τύπου II είναι μια δοκιμή θερμαινόμενης άεργου σωλήνα εξαγωγής που διεξάγεται αμέσως μετά τον τέταρτο κύκλο της δοκιμής τύπου I. Η δοκιμή τύπου III είναι μια διαδικασία δυναμομέτρου πλαισίου δύο τύπων (ρελαντί και 50 km / h) για τον προσδιορισμό εκπομπών στροφαλοθαλάμου.

2.8.NEDC ΚΥΚΛΟΣ

Η δοκιμή NEDC είναι η τυποποιημένη δοκιμή εκπομπών στην ΕΕ, η οποία χρησιμοποιείται για να καθοριστεί αν πρόκειται για νέα μοντέλο ελαφρού επαγγελματικού οχήματος πληροί τους ισχύοντες περιβαλλοντικούς κανονισμούς της ΕΚ. Ο κύκλος NEDC (2) είναι χωρισμένο σε δύο μέρη, το πρώτο μέρος (Μέρος 1 ή ECE15) προσομοιώνει τις συνθήκες οδήγησης σε ένα αστικό περιβάλλον περιοχή. Το δεύτερο μέρος (Φάση 2 ή EUDC) προσομοιώνει τις συνθήκες οδήγησης στις εξωαστικές περιοχές. Το δεύτερο μέρος της δοκιμής αρχίζει μετά από 780 δευτερόλεπτα (19).



Εικόνα 2.8 Διάγραμμα Κύκλος NEDC ¹²

Ο παρακάτω πίνακας περιλαμβάνει μια περίληψη επιλεγμένων παραμέτρων για τους κύκλους ECE 15, EUDC και NEDC

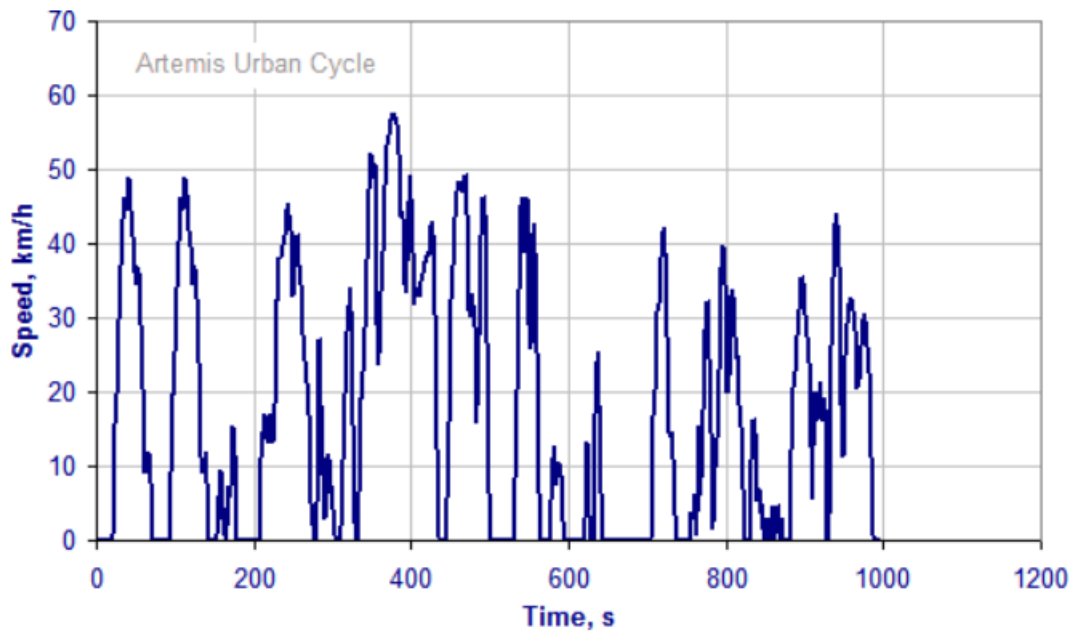
Χαρακτηριστικά	Unit	ECE 15	EUDC	NEDC
Απόσταση	Km	0,9941	6,9549	109,,314
Συνολικός χρόνος	sec	195	400	1180
Περίοδος αδρανείας	sec	57	39	267
Μεση ταχύτητα με στάσης	Km/h	18,35	62,59	33,35
Μεση ταχύτητα χωρίς στάση	Km/h	25,93	69,36	43,1
Μεγιστη ταχύτητα	Km/h	50	120	120
Μεση επιταχυνση	m/s ²	0,599	0,354	0,506
Μεγιστη επιταχυνση	m/s ²	1,042	0,833	1,042

2.9.Κύκλος Artemis Driving

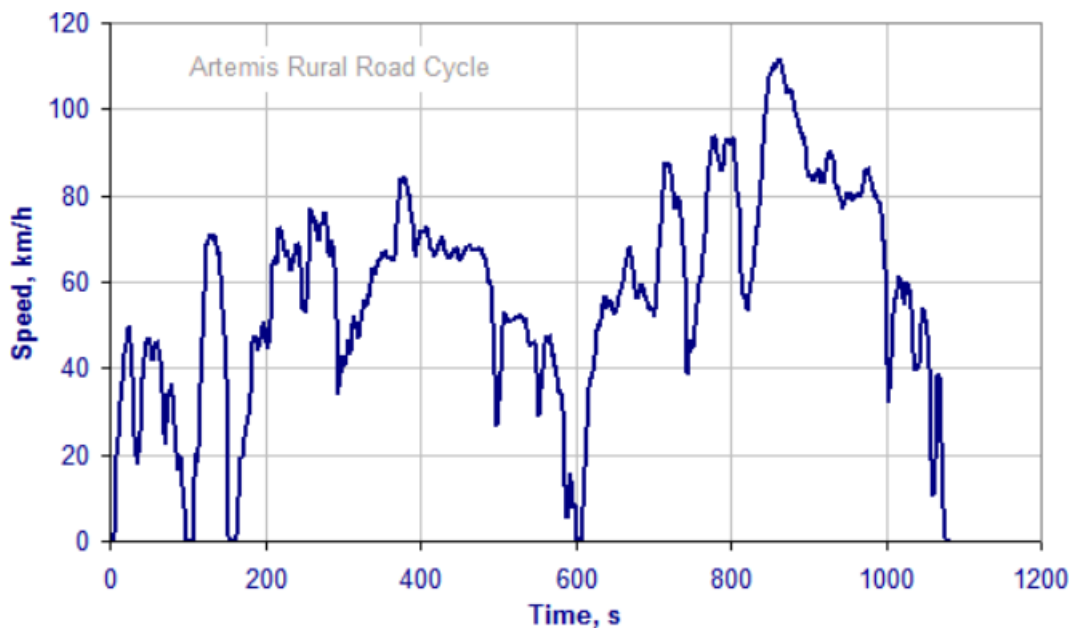
Οι κύκλοι οδήγησης Common Artemis (CADC) είναι διαδικασίες εξέδρας δυναμόμετρου που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού έργου Artemis (Αξιολόγηση και Αξιοπιστία των Μοντέλων Εκπομπών Μεταφορών και Απογραφή Συστημάτων) με βάση στατιστική

¹² <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2010/wp29grpe/WLTP-DHC-04-03e.pdf>

ανάλυση μιας μεγάλης βάσης δεδομένων ευρωπαϊκών μοντέλων οδήγησης σε πραγματικό κόσμο. Οι κύκλοι περιλαμβάνουν τρία δρομολόγια: (1) αστικό, (2) αγροτικό δρόμο και (3) αυτοκινητόδρομο. Ο κύκλος αυτοκινητοδρόμου έχει δύο παραλλαγές με μέγιστες ταχύτητες 130 και 150 km / h. Η ταχύτητα του οχήματος κατά τους κύκλους Artemis φαίνεται στα ακόλουθα σχήματα. Οι ορισμοί κύκλου Artemis περιλαμβάνουν επίσης στρατηγικές αλλαγής ταχύτητας.

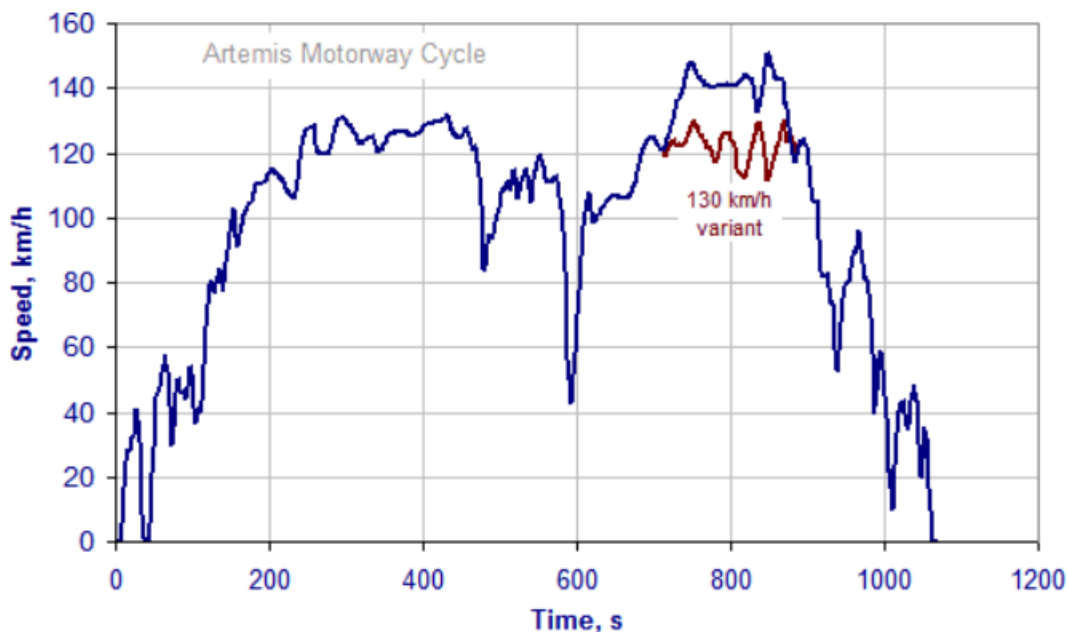


Εικόνα 2.9 Κύκλος οδήγησης Artemis για αστικούς δρόμους¹³



Εικόνα 2.9 Κύκλος οδήγησης Artemis για αγροτικούς δρόμους¹⁴

¹³ <https://dieselnet.com/standards/cycles/artemis.php>



Εικόνα 2.9 Κύκλος οδήγησης Artemis για αυτοκινητοδρόμους

Τα επιλεγμένα χαρακτηριστικά των κύκλων οδήγησης της Artemis παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας για τα χαρακτηριστικά του κύκλου Artemis ¹⁵

Χαρακτηριστικά	Unit	Αστικός	Αγροτική οδός	Αυτοκινητόδρομος 130	Αυτοκινητόδρομος 150
Διάρκεια	sec	993	1082	1068	1068
Αποσταση	Km/h	4,874	17,275	28,737	29,547
Μεση ταχύτητα με στασης	Km/h	17,7	57,5	96,6	99,6
Μεγιστη ταχύτητα	Km/h	57,3	111,1	131,4	150,4
Ανενεργο	S=0 (Km/h)	21	2	1	1
Χαμηλη ταχύτητα	0 < S ≤ 50 (Km/h)	77	32	15	14
Μεσαία ταχύτητα	50 < S ≤ 90 (Km/h)	2	59	14	14
Υψηλη ταχύτητα	S > 90 (Km/h)	0	7	70	71

2.10. Κύκλος ADAC (BAB 130)

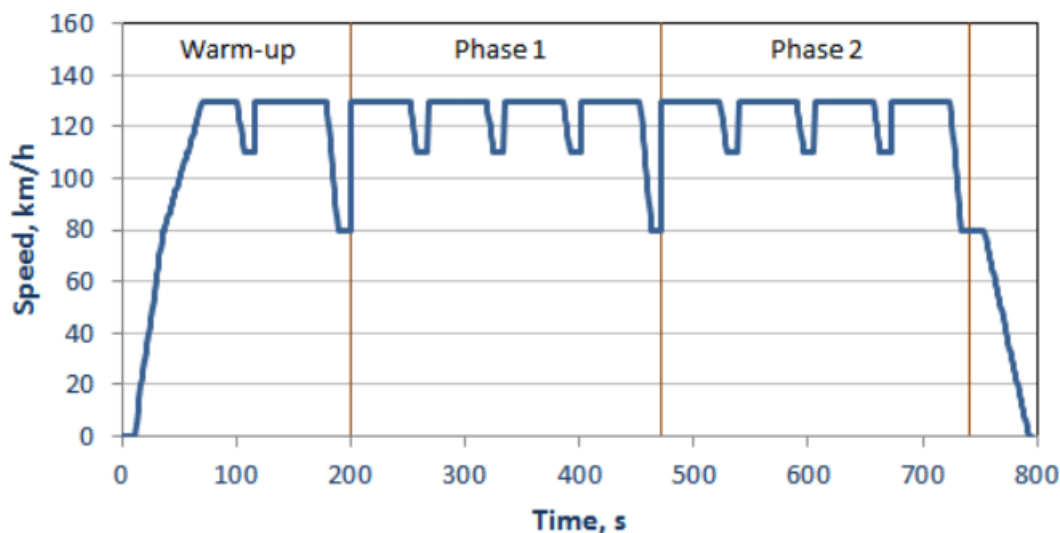
. Ο κύκλος αυτοκινητοδρόμου ADAC είναι μια δοκιμή δυναμόμετρου πλαισίου που έχει αναπτυχθεί από την ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.) ως μέρος του πρωτοκόλλου δοκιμών αυτοκινήτων EcoTest [2625]. Ο κύκλος δοκιμής αυτοκινητοδρόμων αναφέρεται ως BAB 130, όπου το BAB σημαίνει Bundesautobahn (Γερμανική ομοσπονδιακή εθνική οδό) και 130 είναι η μέγιστη ταχύτητα σε km / h. Το ADAC EcoTest, που εισήχθη στη Γερμανία για να παρέχει στους καταναλωτές πληροφορίες σχετικά με την οικολογική ευκολία των αυτοκινήτων, περιλαμβάνει δοκιμές που υπερβαίνουν τις ισχύουσες νομικές απαιτήσεις Το

¹⁵ <https://dieselnet.com/standards/cycles/artemis.php>

EcoTest αξιολογεί τόσο τις εκπομπές CO₂ όσο και ρύπων (HC, CO, NO_x, PM, PN). Από το 2012 (έκδοση 3.0), οι δοκιμές EcoTest εκτελούνται σε τρεις κύκλους δοκιμών: (1) το NEDC, (2) το WLTP και (3) το BAB 130. Με βάση τα αποτελέσματα, το όχημα διαθέτει ένα έως πέντε αστέρων EcoTest βαθμολογία που εμφανίζεται σε μια ετικέτα στα νέα οχήματα. Η δοκιμή διεξάγεται με κλιματισμό σε (ρυθμισμένο για 20 ° C), με ανοιχτές περσίδες και με τον ανεμιστήρα να λειτουργούν με ισχύ τέταρτου. (18)

Η δοκιμή BAB 130, Σχήμα 2.10, περιλαμβάνει τρία τμήματα:

- 1) Προθέρμανσης, 0-199 sec
- 2) Φάση 1, 200-470 sec
- 3) Φάση 2, 471-741 sec



Εικόνα 2.10 Κύκλος (BAB 130) ¹⁶

2.11. Κύκλος RTS 95

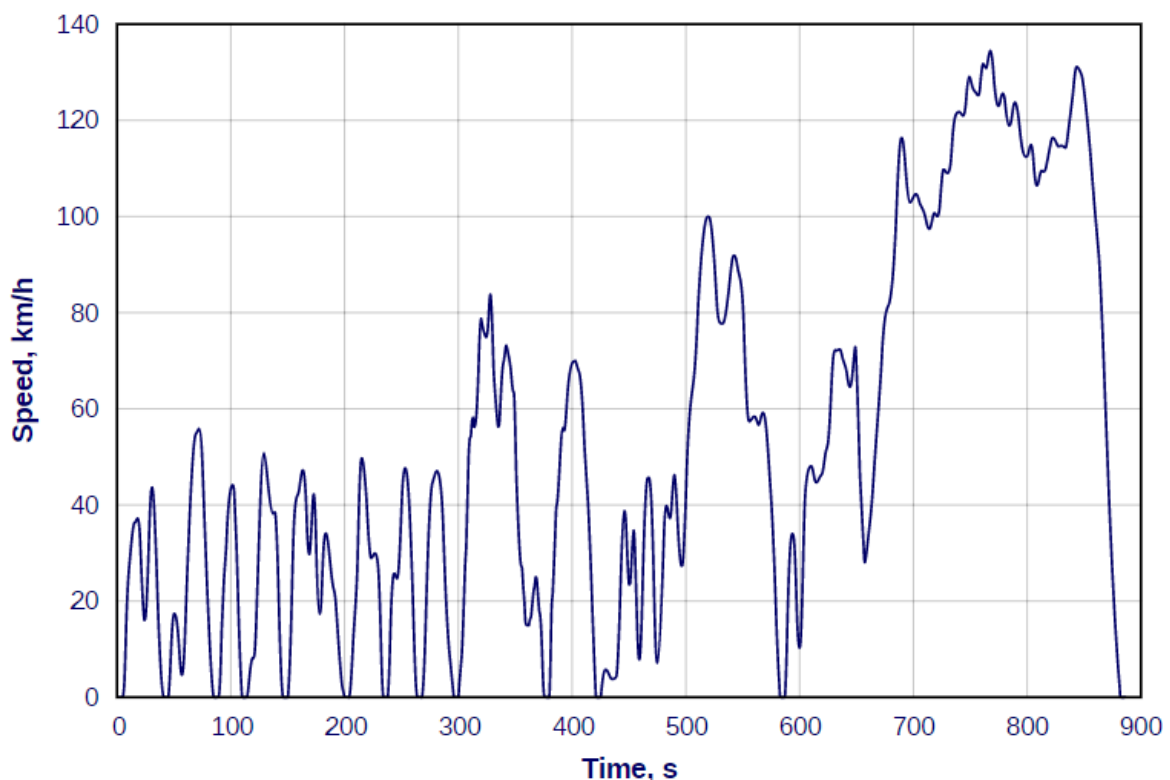
Το RTS 95 - επίσης αναφερόμενο ως RTS Aggressive ή RTS 95 Aggressive - είναι ένας κύκλος δοκιμών δυναμομετρικής εξέδρας που αντιπροσωπεύει επιθετική οδήγηση, συμπεριλαμβανομένων των αστικών, αγροτικών και αυτοκινητοδρόμων. Η ταχύτητα του οχήματος κατά τη διάρκεια της δοκιμής RTS 95 φαίνεται στο σχήμα 2.11. Ο κύκλος έχει αναπτυχθεί με βάση ένα υποσύνολο της βάσης δεδομένων WLTP, με υψηλή αναπαράσταση

¹⁶ https://dieselnet.com/standards/cycles/adac_bab.php

σημείων λειτουργίας υψηλών ταχυτήτων και κινητήρα φορτίου. Το ακρωνύμιο RTS προέρχεται από την τυποποιημένη τυχαία δοκιμή και το 95 αναφέρεται σε επιθετικό στυλ οδήγησης. Ενώ η φράση «τυποποιημένη τυχαία δοκιμή» χαρακτηρίζεται ως οξύμωρο, είναι προφανώς αναφορά στην γεννήτρια τυχαίων κύκλων TNO που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία του κύκλου RTS 95. Ο κύκλος RTS 95 χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη των ευρωπαϊκών έργων RDE (πραγματικές εκπομπές οχημάτων) από διάφορους κατασκευαστές οχημάτων και κατασκευαστικών στοιχείων. Η δοκιμή μπορεί να θεωρηθεί ως προσέγγιση του ανώτατου ορίου για εξαιρετικά δυναμική οδήγηση και τις χειρότερες εκπομπές κατά τη διάρκεια της δοκιμής RDE. (18)

Οι επιλεγμένες παράμετροι του κύκλου δοκιμών RTS 95 είναι:

Συνολικός χρόνος	886sec
Απόσταση	12,927km
Μέγιστη ταχύτητα	134,45 km/h
Μέση ταχύτητα	52,52 km/h
Μέση ταχύτητα εκτός των στάσεων	56,68km/m
Μέγιστη επιτάχυνση	2,26 m/s ²
Μέση επιτάχυνση	0,73 m/s ²



Εικόνα 2.11 Κύκλος RTS 95¹⁷

¹⁷ <https://dieselnet.com/standards/cycles/rts95.php>

3. Κεφάλαιο 3 Διεθνείς κύκλοι οδήγησης

Οι παγκοσμίως εναρμονισμένοι κύκλοι δοκιμών, ελαφρών οχημάτων (WLTC), είναι δοκιμές δυναμομετρικού πλαισίου για τον προσδιορισμό των εκπομπών και της κατανάλωσης καυσίμου από ελαφρά οχήματα. Οι δοκιμές έχουν αναπτυχθεί από την Ομάδα του ΟΗΕ GRPE (ομάδα εργασίας για τη ρύπανση και την ενέργεια). Οι κύκλοι WLTC αποτελούν μέρος των παγκοσμίως εναρμονισμένων διαδικασιών δοκιμών ελαφρών οχημάτων (WLTP), που δημοσιεύθηκαν στον παγκόσμιο τεχνικό κανονισμό αριθ. 15 (GTR 15) της UNECE [3553]. Ενώ τα ακρωνύμια WLTP και WLTC χρησιμοποιούνται μερικές φορές εναλλακτικά. Οι διαδικασίες WLTP καθορίζουν μια σειρά από άλλες διαδικασίες, εκτός από τους κύκλους δοκιμών WLTC, που απαιτούνται για τον τύπο της έγκρισης ενός οχήματος. Το WLTP αντικαθιστά την ευρωπαϊκή διαδικασία που βασίζεται σε NEDC για δοκιμές έγκρισης τύπου ελαφρών οχημάτων με τη μετάβαση από το NEDC σε WLTP το 2017-2019. Το WLTP εισάγεται επίσης για την πιστοποίηση οχημάτων στην Ιαπωνία. Οι διαδικασίες WLTP περιλαμβάνουν διάφορους κύκλους δοκιμών WLTC που εφαρμόζονται σε κατηγορίες οχημάτων με διαφορετική αναλογία ισχύος προς μάζα (PMR), εικόνα 3. Η παράμετρος PMR ορίζεται ως ο λόγος ονομαστικής ισχύος (W) προς μάζας συγκράτησης (kg). Η μάζα συγκράτησης σημαίνει τη «μάζα χωρίς φορτίο», χωρίς τον οδηγό, όπως ορίζεται στο πρότυπο ECE R83. Ωστόσο, οι κανονισμοί της ΕΕ [3635] εμφανίζονται ασυμβίβαστοι με το GTR 15 και αντικαθιστούν τη μάζα του σκάφους με "μάζα σε κατάσταση λειτουργίας", η οποία περιλαμβάνει τον οδηγό και είναι 75 kg υψηλότερη. Οι ορισμοί κύκλου μπορούν επίσης να εξαρτώνται από τη μέγιστη ταχύτητα (V_{max}), η οποία είναι η μέγιστη ταχύτητα του οχήματος όπως δηλώνεται από τον κατασκευαστή (ECE R68) και όχι ως περιορισμός χρήσης ή ως περιορισμός που βασίζεται στην ασφάλεια. Επιτρέπονται τροποποιήσεις κύκλου για την αντιμετώπιση προβλημάτων οδηγικότητας για οχήματα με αναλογίες ισχύος προς μάζα κοντά στις οριακές γραμμές ή με μέγιστες ταχύτητες που περιορίζονται σε τιμές κάτω από τη μέγιστη ταχύτητα που απαιτείται από τον κύκλο.

Category	PMR, W/kg	v_{max} , km/h	Speed Phase Sequence
Class 3b	PMR > 34	$v_{max} \geq 120$	Low 3 + Medium 3-2 + High 3-2 + Extra High 3
Class 3a		$v_{max} < 120$	Low 3 + Medium 3-1 + High 3-1 + Extra High 3
Class 2	$34 \geq PMR > 22$	-	Low 2 + Medium 2 + High 2 + Extra High 2
Class 1	PMR ≤ 22	-	Low 1 + Medium 1 + Low 1

Εικόνα 3 Κύκλους δοκιμών WLTC

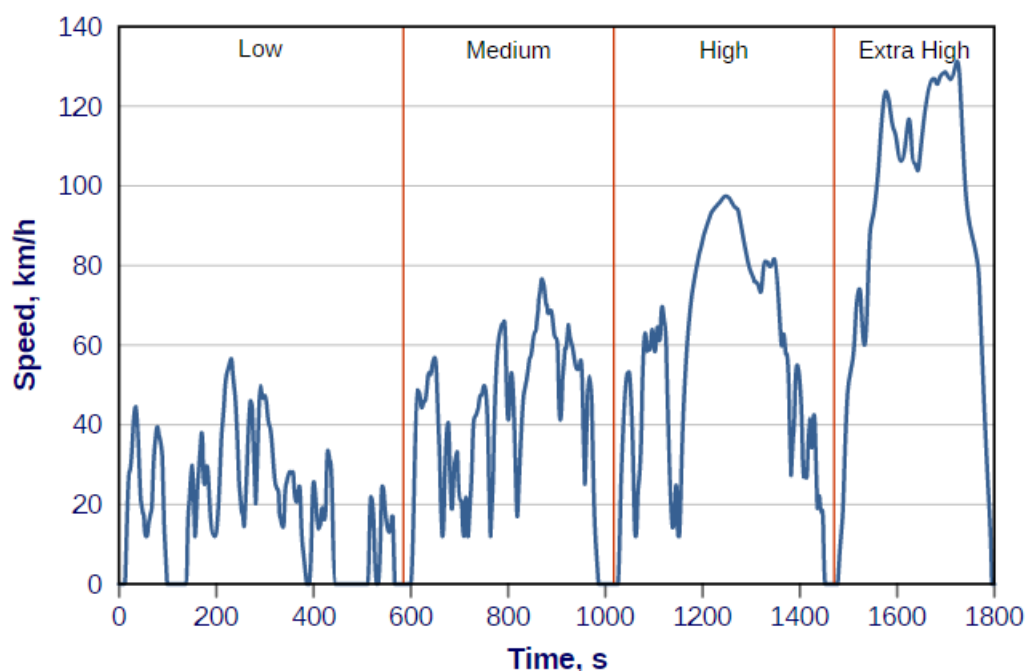
3.1.Κύκλος WLTC 3

Με τον υψηλότερο λόγο ισχύος προς μάζα, η κλάση 3 αντιπροσωπεύει τα οχήματα που κινούνται στην Ευρώπη και την Ιαπωνία. Τα οχήματα κατηγορίας 3 χωρίζονται σε 2 υποκατηγορίες σύμφωνα με τη μέγιστη ταχύτητά τους: Κατηγορία 3a με $v_{max} < 120$ km / h και Class 3b με $v_{max} \geq 120$ km / h. Οι επιλεγμένες παράμετροι των κύκλων της κλάσης 3

δίνονται στον πίνακα 3.1 και η ταχύτητα του οχήματος για την κλάση 3b παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.1 (σε αυτή την παράσταση, το ίχνος κλάσης 3a θα φαίνεται πολύ παρόμοιο). (18)

Πίνακας 3.1 Κύκλος WLTP Κλάσης 3: επιλεγμένες παράμετροι

Phase	Duration	Stop Duration	Distance	p_stop	v_max	v_ave w/o stops	v_ave w/ stops	a_min	a_max
	s	s	m		km/h	km/h	km/h	m/s ²	m/s ²
Class 3b (v_max ≥ 120 km/h)									
Low 3	589	156	3095	26.5%	56.5	25.7	18.9	-1.47	1.47
Medium 3-2	433	48	4756	11.1%	76.6	44.5	39.5	-1.49	1.57
High 3-2	455	31	7162	6.8%	97.4	60.8	56.7	-1.49	1.58
Extra-High 3	323	7	8254	2.2%	131.3	94.0	92.0	-1.21	1.03
Total	1800	242	23266						
Class 3a (v_max < 120 km/h)									
Low 3	589	156	3095	26.5%	56.5	25.7	18.9	-1.47	1.47
Medium 3-1	433	48	4721	11.1%	76.6	44.1	39.3	-1.47	1.28
High 3-1	455	31	7124	6.8%	97.4	60.5	56.4	-1.49	1.58
Extra-High 3	323	7	8254	2.2%	131.3	94.0	92.0	-1.21	1.03
Total	1800	242	23194						



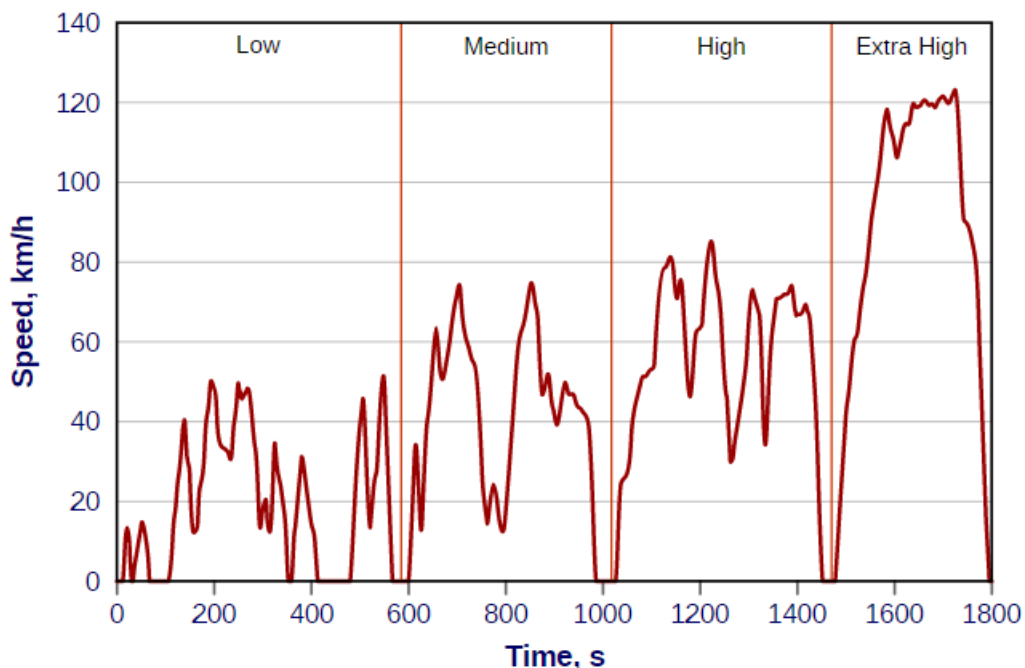
Εικόνα 3.1 Διάγραμμα Κύκλου WLTC για οχήματα κλάσης 3b

3.2.Κύκλος WLTC 2

Η κλάση 2 είναι αντιπροσωπευτική των οχημάτων που κινούνται στην Ινδία και των οχημάτων χαμηλής ισχύος που κυκλοφορούν στην Ιαπωνία και την Ευρώπη. Επιλεγμένες παράμετροι του κύκλου Κλάσης 2 δίνονται στον Πίνακα .3.2 και η ταχύτητα του οχήματος φαίνεται στο Σχήμα 2.

Πίνακας 3.2 Κύκλος WLTP Κλάσης 2 επιλεγμένες παράμετροι

Phase	Duration	Stop Duration	Distance	ρ_{stop}	v_{max}	v_{ave} w/o stops	v_{ave} w/ stops	a_{min}	a_{max}
	s	s	m		km/h	km/h	km/h	m/s ²	m/s ²
Low 2	589	155	3101	26.3%	51.4	25.7	19.0	-0.94	0.90
Medium 2	433	48	4737	11.1%	74.7	44.3	39.4	-0.93	0.96
High 2	455	30	6792	6.6%	85.2	57.5	53.7	-1.11	0.85
Extra-High 2	323	7	8019	2.2%	123.1	91.4	89.4	-1.06	0.65
Total	1800	240	22649						



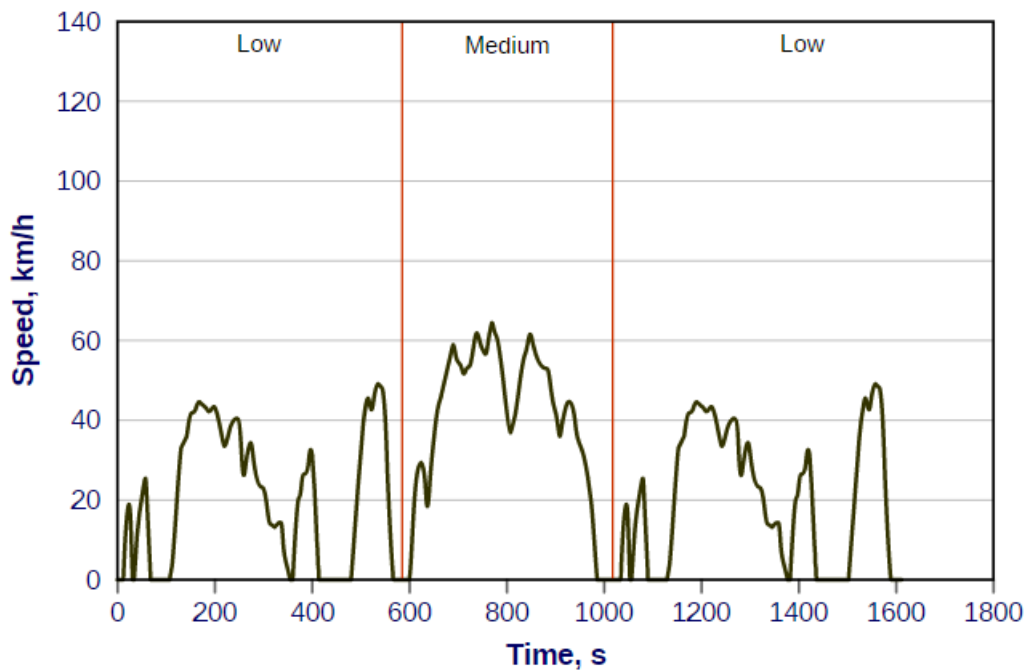
Εικόνα 3.2 Κύκλος WLTC για οχήματα κλάσης 2

3.3.Κύκλος WLTC 1

Με τη χαμηλότερη αναλογία ισχύος προς μάζα, η κλάση 1 είναι αντιπροσωπευτική των οχημάτων που οδηγούνται στην Ινδία. Επιλεγμένες παράμετροι του κύκλου Κλάσης 1 δίνονται στον Πίνακα 3.3 και η ταχύτητα του οχήματος φαίνεται στο Σχήμα 3.3.1.

Πίνακας 3.3 Κύκλος WLTP Κλάσης 1: επιλεγμένες παράμετροι

Phase	Duration	Stop Duration	Distance	ρ_{stop}	v_{max}	v_{ave} w/o stops	v_{ave} w/ stops	a_{min}	a_{max}
	s	s	m		km/h	km/h	km/h	m/s ²	m/s ²
Low 1	589	154	3330	26.1%	49.1	27.6	20.4	-1.00	0.76
Medium 1	433	48	4767	11.1%	64.4	44.6	39.6	-0.53	0.63
Low 1	589	154	3330	26.1%	49.1	27.6	20.4	-1.00	0.76
Total	1611	356	11428						



Εικόνα 3.3.1 Κύκλος WLTC για οχήματα κλάσης 1

3.3.1. Τροποποιήσεις κύκλων οδήγησης

Για ορισμένα οχήματα, ενδέχεται να μην είναι δυνατή η παρακολούθηση των απαιτήσεων ταχύτητας ή χρόνου του κύκλου. Οι λόγοι γι 'αυτό είναι:

Τα οχήματα με αναλογίες ισχύος προς μάζα κοντά στις οριακές γραμμές μεταξύ οχημάτων της κλάσης 2 και της κλάσης 3 ή οχημάτων πολύ χαμηλής ισχύος κατηγορίας 1 ενδέχεται να μην είναι σε θέση να επιτύχουν τις επιταχύνσεις που απαιτούνται για τη διατήρηση της ταχύτητας του κύκλου. Σε αυτές τις περιπτώσεις, μπορεί να εφαρμοστεί μια διαδικασία downscaling για να μειωθούν οι μέγιστοι ρυθμοί επιτάχυνσης για να βελτιωθεί η οδηγική ικανότητα. Η συνέπεια αυτής της διαδικασίας είναι η μείωση των μέγιστων στροφών του κύκλου.

Ορισμένα οχήματα ενδέχεται να έχουν μέγιστη ταχύτητα που περιορίζεται σε μια τιμή χαμηλότερη από τη μέγιστη ταχύτητα του κύκλου υποβάθμισης. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το όχημα οδηγείται με τη μέγιστη ταχύτητα σε εκείνες τις περιόδους κύκλου όπου η ταχύτητα του κύκλου είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη ταχύτητα του οχήματος. Ένα παράδειγμα οχημάτων για τα οποία ισχύει αυτό, είναι τα οχήματα της κλάσης 3α, κατά τη διάρκεια της εξαιρετικά υψηλής 3ης φάσης.

Ορισμένα οχήματα ενδέχεται να μην είναι σε θέση να ακολουθήσουν το ίχνος ταχύτητας του κύκλου με μειωμένη κλίση εντός της απαιτούμενης ανοχής για συγκεκριμένες περιόδους. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το όχημα οδηγείται με το πλήκτρο ενεργοποίησης πλήρως ενεργοποιημένο κατά τη διάρκεια αυτών των περιόδων. Σε αυτές τις περιπτώσεις επιτρέπονται οι παραβιάσεις ιχνών.

3.3.2. Δοκιμές για υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα

Το WLTP περιλαμβάνει ειδικές διατάξεις για τη δοκιμή διαφόρων κατηγοριών υβριδικών-ηλεκτρικών και ηλεκτρικών οχημάτων: OVC-HEV (υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα που εκπέμπονται εκτός οχήματος), NOVC-HEV (όχι υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα που φορτίζονται εκτός οχήματος) και PEV (καθαρά ηλεκτρικά οχήματα).

Όλα τα OVC-HEVs, τα NOVC-HEVs και τα υαλοπίνακα χαρακτηρίζονται ως οχήματα κλάσης 3. Οι εκπομπές και ορισμένες άλλες παράμετροι δοκιμάζονται στον αντίστοιχο κύκλο της κλάσης 3 (κλάση 3α ή κλάση 3β), τόσο σε τρόπους μείωσης φορτίου όσο και διατήρησης φορτίου. Επιπλέον, ορισμένες παράμετροι δοκιμάζονται σε κύκλους πόλης WLTC, αποτελούμενοι μόνο από φάσεις χαμηλής και μέσης ταχύτητας. Η μήτρα δοκιμής συνοψίζεται στον Πίνακα 3.3.3

Πίνακας 3.3.3 WLTC δοκιμής για υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα

		WLTP		WLTP city
		Charge-depleting	Charge-sustaining	Charge-depleting
		Criteria Emissions, FC, CO ₂ , AER, EAER, R _{CDC} , R _{CDA} , E _{AC}	Criteria Emissions, FC, CO ₂	AER _{city} , E _{AC} _{city}
OVC-HEV	Class 3a	Low 3 + Medium 3-1 + High 3-1 + Extra High 3	Low 3 + Medium 3-1 + High 3-1 + Extra High 3	Low 3 + Medium 3-1
	Class 3b	Low 3 + Medium 3-2 + High 3-2 + Extra High 3	Low 3 + Medium 3-2 + High 3-2 + ExtraHigh 3	Low 3 + Medium 3-2
NOVC-HEV	Class 3a	--	Low 3 + Medium 3-1 + High 3-1 + ExtraHigh 3	--
	Class 3b	--	Low 3 + Medium 3-2 + High 3-2 + Extra High 3	--
PEV	Class 3a	Low 3 + Medium 3-1 + High 3-1 + Extra High 3	--	Low 3 + Medium 3-1
	Class 3b	Low 3 + Medium 3-2 + High 3-2 + Extra High 3	--	Low 3 + Medium 3-2

Πίνακας συντομογραφίας:

Συντομογραφίες:	
AER - All-electric range	AER - Ηλεκτρική σειρά
EAER - Equivalent all-electric range	EAER - Ισοδύναμο ηλεκτρικό εύρος
EAC - Recharged energy	EAC - Επαναφορτιζόμενη ενέργεια
FC - Fuel consumption	FC - Κατανάλωση καυσίμου
NOVC-HEV - not off-vehicle charging hybrid electric vehicle	NOVC-HEV - όχι υβριδικό ηλεκτρικό όχημα φόρτισης εκτός οχήματος
OVC-HEV - off-vehicle charging hybrid electric vehicle	OVC-HEV - υβριδικό ηλεκτρικό όχημα φόρτισης εκτός οχήματος
PEV - pure electric vehicle	PEV - καθαρό ηλεκτρικό όχημα
RCDA - Charge-depleting actual range	RCDA - Πραγματική εμβέλεια που καταστρέφει τη φόρτιση
RCDC - Charge-depleting cycle range	RCDC - Περιοχή κυκλώματος φθοράς φορτίου

3.4.Κύκλος (WHSC)

Η δοκιμή WHSC είναι ένα πρόγραμμα δυναμομετρικού κινητήρα σταθερής κατάστασης που ορίζεται από τον παγκόσμιο τεχνικό κανονισμό (GTR) αριθ. 4 [2622] που αναπτύχθηκε από την ομάδα UN ECPE GRPE [2623]. Το GTR καλύπτει μια παγκοσμίως εναρμονισμένη διαδικασία πιστοποίησης βαρέων φορτίων (WHDC) για τις εκπομπές καυσαερίων κινητήρα. Έχουν δημιουργηθεί δύο κύκλοι δοκιμών, ένας κύκλος δοκιμών σταθερής κατάστασης θερμής εκκίνησης (WHSC) και ένας κύκλος δοκιμών μεταβατικών δοκιμών (WHTC) με απαιτήσεις τόσο για το κρύο όσο και για τις θερμές εκκινήσεις, καλύπτοντας τις συνήθεις συνθήκες οδήγησης στην ΕΕ, τις ΗΠΑ, την Ιαπωνία και την Αυστραλία.

Ο WHSC είναι ένας κύκλος δοκιμών σταθερής κατάστασης, με μια ακολουθία λειτουργιών δοκιμής σε σταθερή κατάσταση με καθορισμένα κριτήρια ταχύτητας και ροπής σε κάθε τρόπο λειτουργίας και καθορισμένες ράμπες μεταξύ αυτών των τρόπων λειτουργίας. Οι παράμετροι του WHSC παρατίθενται στον πίνακα 3.4.

Πίνακας 3.4 Παγκόσμιος εναρμονισμένος σταθερός κύκλος (WHSC) ¹⁸

Mode	Speed	Load	Weighting Factor	Mode Length†
-	%	%	-	s
0	Motoring	-	0.24	-
1	0	0	0.17/2	210
2	55	100	0.02	50
3	55	25	0.10	250
4	55	70	0.03	75
5	35	100	0.02	50
6	25	25	0.08	200
7	45	70	0.03	75
8	45	25	0.06	150
9	55	50	0.05	125
10	75	100	0.02	50
11	35	50	0.08	200
12	35	25	0.10	250
13	0	0	0.17/2	210
Total			1	1895

† Including 20 s ramp

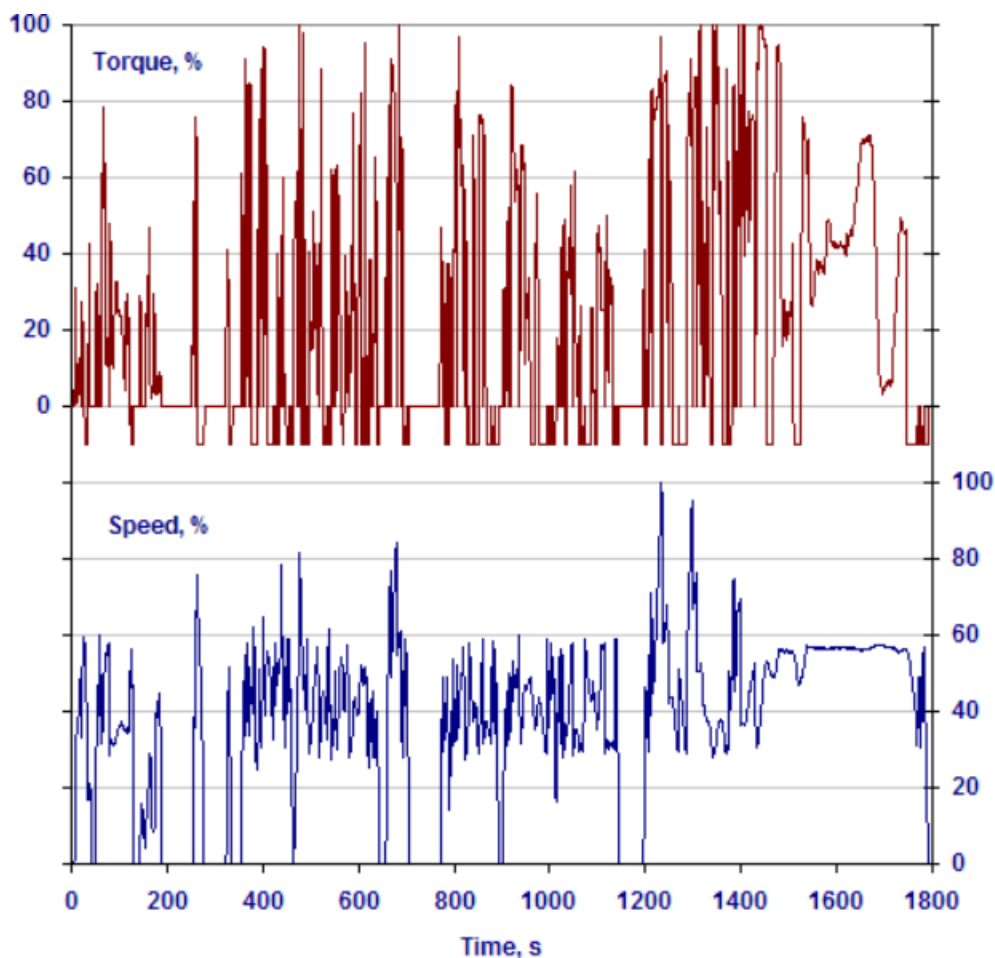
Το WHSC εκτελείται από μια θερμή εκκίνηση, ακολουθώντας την προετοιμασία του κινητήρα στη λειτουργία 9. Η κατάσταση αναμονής χωρίζεται σε δύο τρόπους, στη λειτουργία 1 στην αρχή και στη λειτουργία 13 στο τέλος του κύκλου δοκιμής. Η λειτουργία 0 δεν εκτελείται, αλλά υπολογίζεται μόνο μαθηματικά με συντελεστή στάθμισης 0.24 και μηδενικές εκπομπές και ισχύ. Για τον υπολογισμό των ειδικών εκπομπών πέδησης, η πραγματική εργασία κύκλου

¹⁸ <https://dieselnet.com/standards/cycles/whsc.php>

υπολογίζεται με την ενσωμάτωση της πραγματικής ισχύος του κινητήρα στον κύκλο. Οι συντελεστές στάθμισης (WF) δίνονται μόνο για αναφορά. (18)

3.5. Κύκλος WHTC

Οι απαιτήσεις δοκιμών WHTC εγκρίθηκαν για πρώτη φορά με τον κανονισμό για τις εκπομπές Euro VI για κινητήρες βαρέως τύπου. Το WHTC είναι μια παροδική δοκιμασία διάρκειας 1800 s, με αρκετά τμήματα κινητήρα. Οι κανονικοποιημένες τιμές στροφών κινητήρα και ροπής στροφών κατά τον κύκλο WHTC παρουσιάζονται σχηματικά στο σχήμα 3.5.



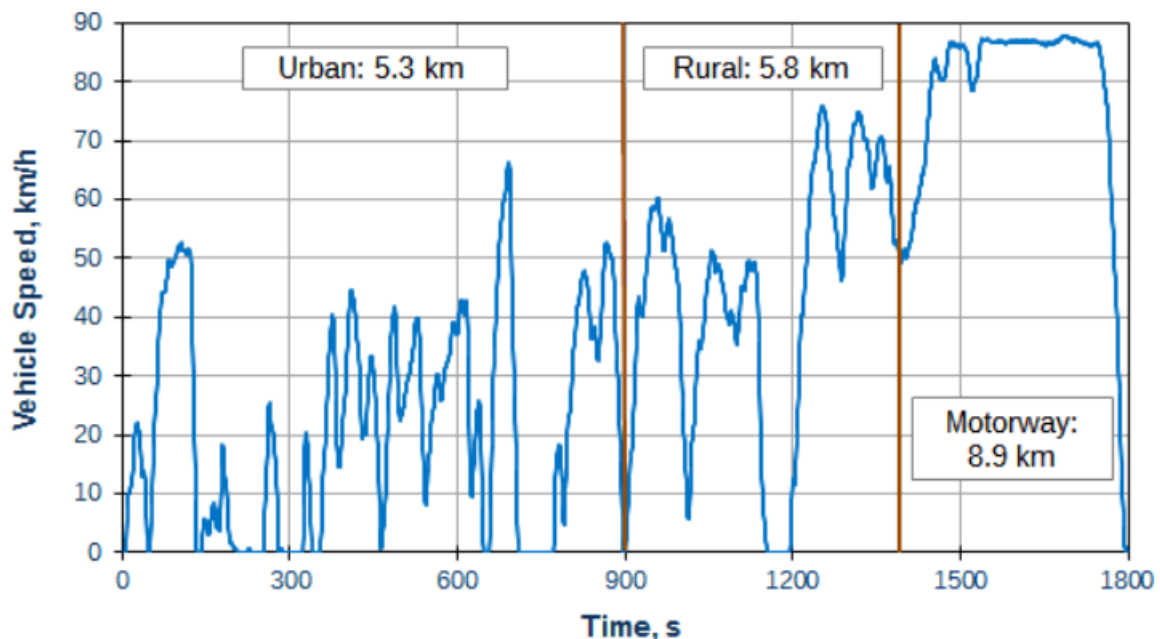
Εικόνα 3.5 . Παγκόσμιος εναρμονισμένος μεταβατικός κύκλος (WHTC) ¹⁹

3.6. Κύκλος (WHVC)

Ο παγκόσμιος εναρμονισμένος κύκλος οχήματος (WHVC) είναι δοκιμή δυναμομετρικού πλαισίου που αναπτύχθηκε με βάση το ίδιο σύνολο δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για την

¹⁹ <https://dieselnet.com/standards/cycles/whtc.php>

ανάπτυξη του Παγκόσμιου Εναρμονισμένου Μεταβατικού Κύκλου (WHTC). Ενώ η δοκιμή δυναμομετρικού πλαισίου WHVC δεν είναι ίδια με τη δοκιμή κινητήρα WHTC, τα αποτελέσματα της WHVC χρησιμοποιήθηκαν περιστασιακά για να συγκριθούν τα αντίστοιχα επίπεδα εκπομπών οχημάτων και κινητήρων για ερευνητικούς σκοπούς. Η ταχύτητα του οχήματος σε σχέση με τον κύκλο δοκιμών WHVC φαίνεται στο σχήμα 3.6.



Εικόνα 3.6 Παγκόσμιος εναρμονισμένος κύκλος οχήματος (WHVC) ²⁰

Η διάρκεια της δοκιμής WHVC είναι 1800 δευτερόλεπτα . Η δοκιμή περιλαμβάνει τρία τμήματα, τα οποία αντιπροσωπεύουν την αστική, αγροτική και αυτοκινητοδρόμια.

1) Τα πρώτα 900 δευτερόλεπτα αντιπροσωπεύουν αστική οδήγηση με μέση ταχύτητα 21,3 (km / h) και μέγιστη ταχύτητα (66,2 km / h). Αυτό το τμήμα περιλαμβάνει συχνές εκκινήσεις, στάσεις και ρελαντί.

2) Τα επόμενα 481 δευτερόλεπτα αντιπροσωπεύουν την οδήγηση στην ύπαιθρο με μέση ταχύτητα (43,6 km / h) και μέγιστη ταχύτητα 75,9 (km / h).

3) Τα επόμενα 419 δευτερόλεπτα αντιπροσωπεύουν την οδήγηση στην ύπαιθρο με μέση ταχύτητα 43,6 (km / h) και μέγιστη ταχύτητα 75,9 (km / h).

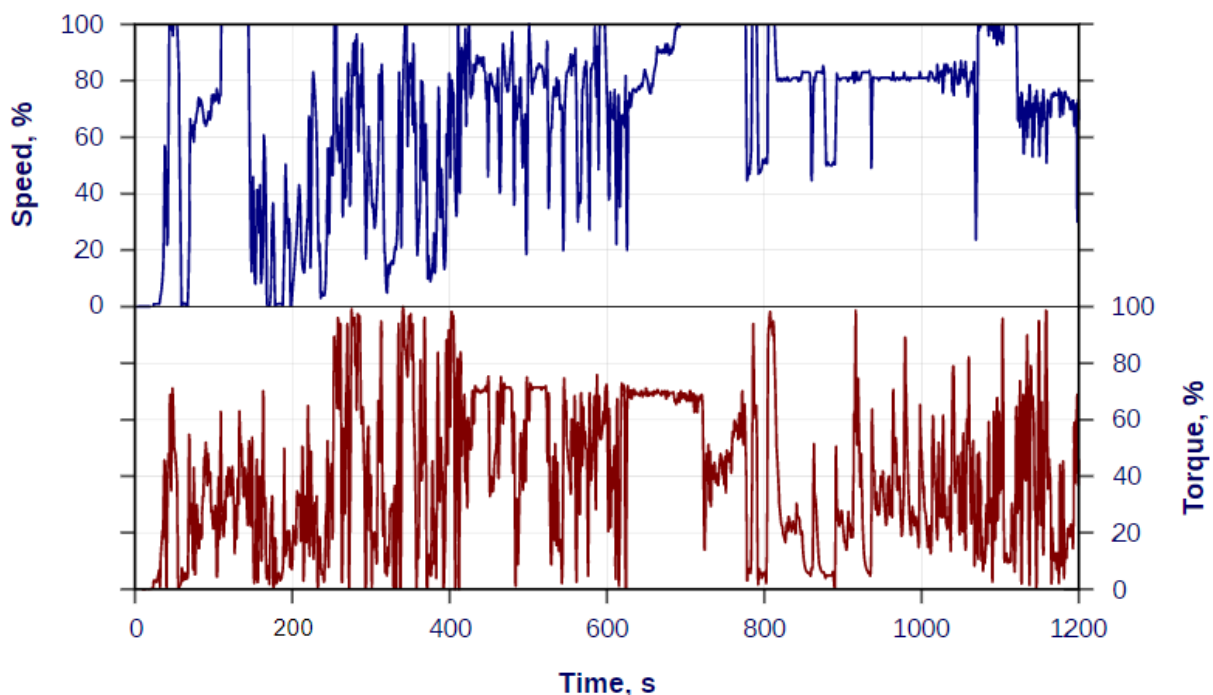
Η στάθμιση που εφαρμόζεται σε κάθε ένα από τα τρία τμήματα μπορεί να μεταβάλλεται μεταξύ 0 και 1 για να αντιπροσωπεύει διαφορετικές κατηγορίες λειτουργίας του οχήματος. Το άθροισμα των τριών συντελεστών στάθμισης πρέπει να είναι 1,0. Μια ελαφρώς τροποποιημένη

²⁰ <https://dieselnet.com/standards/cycles/whvc.php>

έκδοση του παγκόσμιου εναρμονισμένου κύκλου οχήματος (WHVC), του C-WTVC, χρησιμοποιείται για σκοπούς πιστοποίησης στην Κίνα. Ορισμένες από τις αρχικές τιμές επιτάχυνσης και επιβράδυνσης του WHVC μειώνονται στο C-WTVC προκειμένου να αντανακλούν τα κινεζικά βαρέα οχήματα. Αυτές τείνουν να έχουν χαμηλότερες αναλογίες βάρους ισχύος από το όχημα σε σχέση με τα βαρέα επαγγελματικά οχήματα για τις μεγάλες αγορές (δηλ. Ευρώπη, Βόρεια Αμερική και Ιαπωνία) που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του WHVC.

3.7.Κύκλος (NRTC)

Η δοκιμή NRTC είναι ένας μεταβατικός κύκλος οδήγησης κινητών κινητήρων ντίζελ που αναπτύχθηκαν από την αμερικανική EPA σε συνεργασία με τις αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ). Η δοκιμή χρησιμοποιείται διεθνώς για πιστοποίηση εκπομπών και έγκριση τύπου μη κινητικών μηχανών. Ο έλεγχος NRTC απαιτείται από μια σειρά πρότυπων εκπομπών για κινητήρες εκτός των οχημάτων, συμπεριλαμβανομένου του κοινοτικού κανονισμού Στάδιο III / IV, του κανόνα των ΗΠΑ EPA Tier 4 και των ιαπωνικών κανονισμών 2011/13. Ο κύκλος είναι ένα μεταβατικό πρόγραμμα οδήγησης δυναμόμετρου κινητήρα συνολικής διάρκειας 1238 δευτερολέπτων. Οι κανονικοποιημένες στροφές και ροπή του κινητήρα κατά τη διάρκεια της δοκιμής NRTC παρουσιάζονται στον ακόλουθο διάγραμμα 3.7.



Εικόνα 3.7 Κανονικοποιημένη ταχύτητα και ροπή κατά τον κύκλο NRTC ²¹

Το NRTC διεξάγεται δύο φορές, με ψυχρό και θερμό ξεκίνημα, με περίοδο 20 λεπτών εμβάπτισης μεταξύ των δοκιμών. Οι συντελεστές στάθμισης κρύας εκκίνησης είναι 10% στην ΕΕ και 5% στις Ηνωμένες Πολιτείες. Το NRTC έχει υψηλότερες ταχύτητες και φορτία από τη

²¹ <https://dieselnet.com/standards/cycles/nrtc.php>

δοκιμή WHTC που χρησιμοποιείται για κινητήρες αυτοκινητοδρόμων, με αποτέλεσμα την ταχύτερη επίτευξη θερμοκρασιών λειτουργίας για τη μετεπεξεργασία καυσαερίων.

3.8.ISO 8178

Το πρότυπο ISO 8178 αποτελεί διεθνές πρότυπο για τη μέτρηση εκπομπών καυσαερίων από διάφορες εφαρμογές μη οδικών κινητήρων. Χρησιμοποιείται για πιστοποίηση εκπομπών ή και δοκιμές έγκρισης τύπου σε πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένων των Ηνωμένων Πολιτειών, της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ιαπωνίας. Ανάλογα με τη νομοθεσία, ο κύκλος μπορεί να οριστεί με αναφορά στο πρότυπο ISO 8178 ή αλλιώς με τον καθορισμό ενός κύκλου δοκιμών ισοδύναμου με το πρότυπο ISO 8178 στην εθνική νομοθεσία (όπως συμβαίνει με τους κανονισμούς των ΗΠΑ EPA).

Περιλαμβάνει μια συλλογή κύκλων δοκιμών δυναμομετρικού κινητήρα σε σταθερή κατάσταση (που χαρακτηρίζονται ως τύποι C1, C2, D1 κ.λπ.) που έχουν σχεδιαστεί για διαφορετικές κατηγορίες κινητήρων και εξοπλισμού. Κάθε ένας από αυτούς τους κύκλους αντιπροσωπεύει μια ακολουθία πολλών τρόπων σταθερής κατάστασης με διαφορετικούς συντελεστές στάθμισης. Ο κύκλος δοκιμής ISO 8178 ή το πρόγραμμα λειτουργίας των 8 τρόπων λειτουργίας C1, ειδικότερα αναφέρεται επίσης ως μη σταθερός κύκλος σταθερής οδού, NRSC. Οι συγκεκριμένοι τρόποι λειτουργίας του κινητήρα και οι συντελεστές στάθμισης για τους κύκλους δοκιμών τύπου B (11 τρόποι λειτουργίας) παρατίθενται στον Πίνακα 3.8.1.

Παρατηρήσεις για τον πίνακα:

- 1) Η ροπή του κινητήρα εκφράζεται ως ποσοστό τοις εκατό (%) της μέγιστης διαθέσιμης ροπής σε μια δεδομένη ταχύτητα κινητήρα
- 2) Ονομαστική ταχύτητα είναι η ταχύτητα με την οποία ο κατασκευαστής καθορίζει την ονομαστική ισχύ του κινητήρα.
- 3) Η ενδιάμεση ταχύτητα είναι η ταχύτητα που αντιστοιχεί στη μέγιστη ροπή του κινητήρα.

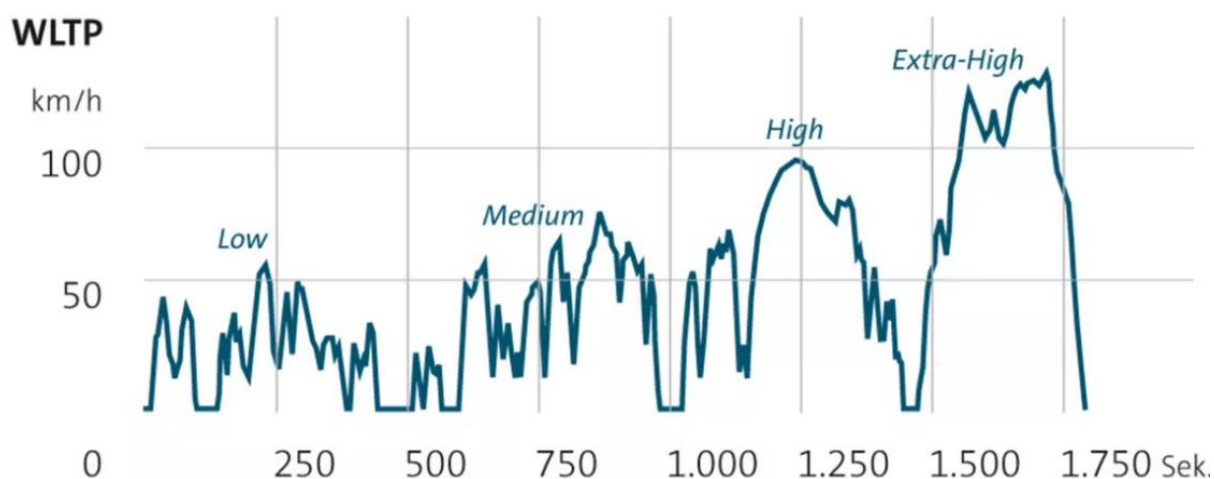
Πίνακας 3.8.1 Παράγοντες σταθμίσεως των κύκλων δοκιμής ISO 8178 τύπου B ²²

Mode number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Torque, %	100	75	50	25	10	100	75	50	25	10	0
Speed	Rated speed					Intermediate speed					Low idle
Off-road vehicles											
Type C1	0.15	0.15	0.15	-	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-	0.15
Type C2	-	-	-	0.06	-	0.02	0.05	0.32	0.30	0.10	0.15
Constant speed											
Type D1	0.30	0.50	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
Type D2	0.05	0.25	0.30	0.30	0.10	-	-	-	-	-	-
Locomotives											
Type F	0.25	-	-	-	-	-	-	0.15	-	-	0.60
Utility, lawn and garden											
Type G1	-	-	-	-	-	0.09	0.20	0.29	0.30	0.07	0.05
Type G2	0.09	0.20	0.29	0.30	0.07	-	-	-	-	-	0.05
Type G3	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10
Marine application											
Type E1	0.08	0.11	-	-	-	-	0.19	0.32	-	-	0.30
Type E2	0.20	0.50	0.15	0.15	-	-	-	-	-	-	-
Marine application propeller law											
Type E3, Mode #	1	2	3	4							
Power, %	100	75	50	25							
Speed, %	100	91	80	63							
Weighting factor	0.2	0.5	0.15	0.15							
Type E4, Mode #	1	2	3	4	5						
Power, %	100	80	60	40	0						
Speed, %	100	71.6	46.5	25.3	Idle						
Weighting factor	0.06	0.14	0.15	0.25	0.4						
Type E5, Mode #	1	2	3	4	5						
Power, %	100	75	50	25	0						
Speed, %	100	91	80	63	Idle						
Weighting factor	0.08	0.13	0.17	0.32	0.3						

²² <https://dieselnet.com/standards/cycles/iso8178.php>

3.9. Ισχύουσα κατάσταση προδιαγραφών και διαδικασία μέτρησης ρύπων ελαφριών οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Από της 1η Σεπτεμβρίου του 2017 σταμάτησε να ισχύει ο κύκλος οδήγησης NEDC (New European Driving Cycle) και μπήκε σε λειτουργία ένας νέος κύκλος οδήγησης για την συλλογή ρυπογόνων αερίων όπου χωρίζετε σε δυο τμήματα των WLTP (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) όπου η μετρήσεις για τις εκπομπές ρύπων γίνεται σε εργαστηριακό επίπεδο προσπαθώντας να είναι όσο πιο κοντά γίνεται στο μέσο προφίλ οδήγησης.



Εικόνα 3.9 κύκλος οδήγησης (WLTP) ²³

Χαρακτηριστικά (WLTP):

- Η θερμοκρασία στο θάλαμο δοκιμών είναι 23°C.
- Η απόσταση είναι 23 km.
- Ο κύκλος διαρκεί 30 λεπτά.
- Αποτελείται από τέσσερις φάσεις (χαμηλή, μεσαία, υψηλή, εξαιρετικά υψηλή).
- Η μέση ταχύτητα είναι περίπου 47 km/h.
- Η αναλογία ρελαντί είναι 13%.
- Η τελική ταχύτητα είναι πάνω από 130 km/h.
- Τα σημεία αλλαγών σχέσεων υπολογίζονται ατομικά, εκ των προτέρων για κάθε όχημα.
- Το βάρος του οχήματος και ο προαιρετικός εξοπλισμός λαμβάνονται υπόψη ως παράμετροι στις δοκιμές.
- Όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί κινητήρων και κιβωτίων μετριοούνται.

²³ <https://www.volkswagen.gr/el/wltp1.html>

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

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

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

Ενώ το WLTP γίνεται για 30 λεπτά σε ένα κυλιόμενο διάδρομο δοκιμών κάτω από τυποποιημένες συνθήκες, η δοκιμή RDE πραγματοποιείται σε δημόσιους δρόμους. Η δοκιμή RDE εμπεριέχει οδήγηση σε ένα μίγμα διαδρομών με τυχαία επιτάχυνση και επιβράδυνση για περίπου 90 - 120 λεπτά. Μία ακόμα διαφορά είναι πως το WLTP μετρά τις εκπομπές CO₂, τα καυσαέρια και την κατανάλωση ενώ το RDE μετρά μόνο τα καυσαέρια και τις εκπομπές σωματιδίων (20).

Τα τρέχον όρια στις εκπομπές ρύπων καθορίζονται από το euro 6 οπύ απεικονίζετε στον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 3.9.1 Euro 6

Προτυπο	Ημερομηνια ισχυος	Ανωτατα ορια ρυπων (γρ./χλμ.)				
		Μονοξειδιο το ανθρακα (CO)	Υδρογοναθρακες (HC)	Οξειδια του αζωτου (Nox)	Υδρογοναθρακες+Οξειδια του αζωτου (HC)+(Nox)	Αιθολη (PM)
Πετρελαιοκινητηρες						
Euro 6	Σεπτεμβριος 2014	0,5	-	0,08	0,17	0,005
Βενζινοκινητηρες						
Euro 6	Σεπτεμβριος 2014	1	0,1	0,06	-	0,005

Χωρίς να έχουν αλλάξει τα όρια των εκπομπών των ρύπων euro 6 έχουν υπάρξει κατά διαστήματα κάποιες αλλαγές στο τρόπο που πρέπει να μην ξεπερνιούνται τα όρια που έχουν οριστεί στο euro 6.

Ένα χρόνο αφού μπήκε σε εφαρμογή ο καινούριος κύκλος οδήγησης WLTP τέθηκαν σε εφαρμογή τα νέα όρια Euro 6c και Euro 6d-TEMP για όλα τα νέα μοντέλα στην ευρωπαϊκή ένωση. Η κατηγορία Euro 6c για τα αυτοκίνητα είναι με τον καινούριο κύκλο οδήγησης WLTP που αντικατέστησε τον NEDC με πιο αυστηρό εργαστηριακό κύκλο μετρήσεων. Μαζί όμως με το WLTP ήρθε και ο κύκλος οδήγησης RDE που θα γίνεται σε πραγματικές συνθήκες και θα επιβεβαιώνει και εκεί τα χαμηλά επίπεδα ρύπων των αυτοκινήτων.

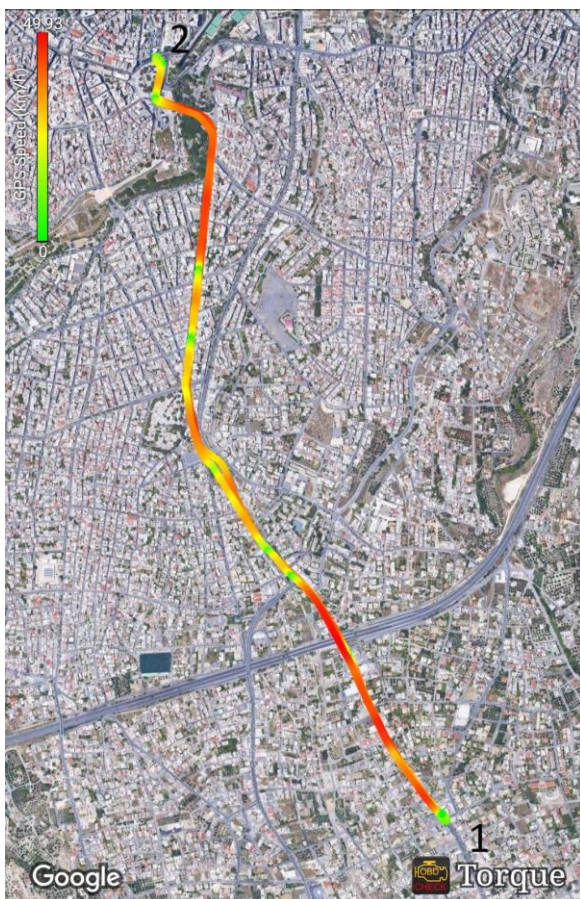
Το τεστ αυτό βρίσκεται προς το παρόν σε φάση προσαρμογής, δίνοντας τη δυνατότητα στο αυτοκίνητο να εκπέμπει σε κανονικές συνθήκες έως και 110% περισσότερο από το όριο που ισχύει στις μετρήσεις εργοστασίου (Euro 6d-TEMP). Αυτό θα ισχύσει μέχρι το 2020 όταν και θα μπει σε ισχύ το πρότυπο Euro 6d για αυτοκίνητα που πιάνουν στο εργαστήριο τις WLTP μετρήσεις ρύπων και παράλληλα σε κανονικές συνθήκες έως και κατά 50% περισσότερο.²⁴

²⁴ <https://www.newsauto.gr/specials/euro-6c-ke-euro-6d-temp-ti-prepi-na-gnorizete-gia-ta-nea-protypa/>

4. Κεφάλαιο πειραματικού μέρους

Η εκκίνηση για την λήψη δεδομένων έγινε των Φεβρουάριο του 2020 ξεκινώντας στις 12 του μηνός και ημέρα Τετάρτη 8:16 το πρωί, για την λήψη των δεδομένων χρειαστήκαμε ένα OBD2 ένα αυτοκίνητο Mitsubishi 1200 και ένα smartphone. Η διαδικασία κράτησε μια εβδομάδα ώστε να έχουμε μια πλήρης εικόνα για όλες τις ημέρες της εβδομάδας.

Η πόλη του ηράκλειου ανήκει στις μεγάλες πόλεις της Ελλάδας με πολλούς από τους δρόμους να έχουν μεγάλη διέλευση οχημάτων. Για την λήψη των δεδομένων η οριστική διαδρομή με αφετηρία την λεωφόρο Κνωσού 191 έξω από το κατάστημα της COCO-MAT και καταλήγοντας στην πλατεία ελευθερίας έξω από το ξενοδοχείο ASTORIA. Ο λόγος επιλογής αυτής της διαδρομής είναι για να γίνει σύγκριση με δυο παλαιότερες πτυχιακές εργασίες που είχαν κάνει αυτή την διαδρομή.



Εικόνα 4. δορυφορική εικόνα της διαδρομής μέσω του Torque

Στην εικόνα 4.1 φαίνεται η διαδρομή που ακολουθήσαμε για την λήψη των δεδομένων μέσω τις εφαρμογής torque, ώστε να φτιάξουμε ένα προφίλ οδήγησης. Αυτό που διακρίνετε άμεσα από την εικόνα είναι ότι έχει διαφορετικό χρώμα κατά μήκος της διαδρομή που ακολουθήσαμε. Αυτό που απεικονίζει το χρώμα είναι η ταχύτητα που έχει το αυτοκίνητο μέσω το GPS όπου το χρησιμοποιούσε η εφαρμογή torque, στο πράσινο χρώμα είναι η χαμηλές ταχύτητες ενώ στο κόκκινο οι υψηλές ταχύτητες που ανέπτυξε το αυτοκίνητο για αυτήν την διαδρομή . Στην αριστερή πάνω γωνία της εικόνας υπάρχει μια κλίμακα που αφορά την ταχύτητα και πως αυτή καθορίζετε σύμφωνα με τα χρώματα που απεικονίζονται. Στην κλίμακα βλέπουμε ότι στην αρχή με το πράσινο χρώμα έχει την τιμή 0 (km/h) και στην κορυφή που είναι το κόκκινο χρώμα έχει την ταχύτητα 49,93 (km/h), αυτή είναι η μέγιστη ταχύτητα στην συγκεκριμένη διαδρομή. Η εικόνα 4.1 έχει ληφθεί στις 15 Φεβρουαρίου ημέρα Σάββατο και είναι για την πρωινή λήψη δεδομένων.

Για να γίνει λήψη δεδομένων γινόταν η διαδρομή δυο φορές την ημέρα. Οπού η κάθε μια από αυτές έχει δυο σκέλη. Για την κάθε διαδρομή η εκκίνηση γινόταν από το σημείο (1) προς το σημείο (2) λεωφόρο Κνωσού 191 έξω από το κατάστημα της COCO-MAT και τερμάτιζε στην πλατεία Ελευθερίας έξω από το ξενοδοχείο ASTORIA οπού έκανε στάση το αυτοκίνητο για γίνει αποθήκευση των δεδομένων. Η επιστροφή γινόταν από την ASTORIA προς την COCO-MAT οπού ολοκληρώνετε η λήψη δεδομένων. Η εκκίνηση γίνεται πάντα από την λεωφόρο Κνωσού 191 προς την πλατεία Ελευθερίας στις 8:00 το πρωί και το μεσημέρι στις 14:00. Οι αποστάσεις για την κάθε μια από τις διαδρομές είναι 3,4 χιλιόμετρα περίπου, για κάθε μέρα είναι 13,6 χιλιόμετρα και για συνολικά για όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν είναι 95,2 χιλιόμετρα.

4.1.Μεθοδολογία για την λήψη δεδομένων

Σύμφωνα με την οδηγία που εξέδωσε η Ευρωπαϊκή Ένωση 89/69EU , με ημερομηνία 13/10/1998 επέβαλε την εγκατάσταση συστημάτων διάγνωσης εντός των οχημάτων από όλους τους κατασκευαστές. (20)

Για την λήψη των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα OBD2 (On Board Diagnostics) το οποίο συνδέεται σε μια θύρα που βρίσκεται στην πλευρά του οδηγού. Σε περίπτωση βλάβης ανάβει στο ταμπλό του αυτοκινήτου μας η ενδεικτική λυχνία MIL (Multifunction Indicator Lamp). Εάν κατά την διάρκεια μιας διαδρομής η λυχνία παραμένει αναμμένη τότε υπάρχει κάποιο πρόβλημα στον κινητήρα . Για την ακρίβεια το άναμμα της λυχνίας σημαίνει ότι τα ηλεκτρονικά μέρη του κινητήρα διέγνωσαν κάποια δυσλειτουργία στην ανάφλεξη ή στον ψεκασμό , τότε αυτόματα τα ηλεκτρονικά του κινητήρα μεταβαίνουν σε κατάσταση ασφαλούς λειτουργίας (Safe Mode) για να αποφευχθούν ζημιές στον κινητήρα και ακινητοποίηση του οχήματος. Κατά την στιγμή της ανίχνευσης της βλάβης το σύστημα αποθηκεύει όλα τα δεδομένα από τους κρίσιμους αισθητήρες σε μια περιοχή μνήμης η οποία καλείται Freeze Frame.



Εικόνα 4.1 Συσκευή OBD2

Η συσκευή OBD2 για να λειτουργήσει εκτός από τη σύνδεση στο αυτοκίνητο χρειάζεται να συνδεθεί επίσης ταυτόχρονα με μια ηλεκτρονική συσκευή smartphone, tablet ή και laptop για να μπορούν να αποθηκευτούν τα δεδομένα ώστε να γίνετε έλεγχος δεδομένων και η αποστολή τους. Για την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκε ένα κινητό τηλέφωνο smartphone samsung s7. Στο τηλέφωνο μέσω της εφαρμογής play store έγινε η λήψη του προγράμματος torque pro για να υπάρχει έλεγχος OBD2, η σύνδεση του OBD2 και του κινητού τηλεφώνου γίνετε με Bluetooth μέσω της εφαρμογής torque.



Εικόνα 4.1.1 Εικονίδιο εφαρμογής torque pro

Για να είναι επιτυχής η σύνδεση πρέπει τα τέσσερα εικονίδια στο πανό αριστερό μέρος που είναι μέσα στην εφαρμογή του torque να γίνουν μπλε. Το πρώτο εικονίδιο δείχνει ότι το GPS λειτουργεί, το δεύτερο δείχνει ότι το κινητό τηλέφωνο και η συσκευή OBD2 έχουν συνδεθεί με επιτυχία μέσω Bluetooth, το τρίτο εικονίδιο είναι αυτό που δηλώνει ότι το OBD2 έχει συνδεθεί με το αυτοκίνητο και υπάρχει παροχή ρεύματος ώστε να μπορεί να λειτουργεί, το τελευταίο εικονίδιο δηλώνει ότι το OBD2 μπορεί να συνδεθεί με τον “εγκέφαλο” του αυτοκινήτου και να γίνετε λήψη δεδομένων.

4.2. Ρύθμιση εφαρμογής torque pro

Για να υπάρχει όσο γίνεται μικρότερο ποσοστό σφάλματος από τις προηγούμενες πτυχιακές εργασίες συλλέγοντας τα δεδομένα από της διαδρομές χρησιμοποιήσαμε το ίδιο πρόγραμμα και κάναμε της ειδικές ρυθμίσεις στο πρόγραμμα torque pro με τον Μπενγκκάϊ Άλντο.

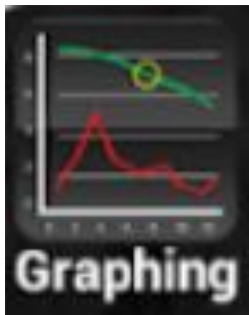
Ανοίγοντας την εφαρμογή torque για πρώτη φορά χρειάζεται να γίνουν κάποιες ρυθμίσεις ώστε να επιτευχθεί η αποθήκευση των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν. Στην γωνία κάτω αριστερά υπάρχει η επιλογή ρύθμισης μπαίνοντας μέσα στις ρυθμίσεις επιλέγουμε data logging & upload και στην συνέχεια την ρύθμιση logging preferences ώστε να εμφανιστούν όλοι οι τύποι δεδομένων.



Εικόνα 4.2 Μενού εφαρμογής torque pro

Στην συνέχεια το βήμα είναι να γίνει η επιλογή των ρυθμίσεων (settings). Επιλέγουμε Προφίλ Οχήματος (Vehicle Profile) και Δημιουργία Νέου Προφίλ (Create New Profile). Εφόσον η παραπάνω διαδικασία γίνει σωστά εμφανίζεται μια νέα πλατφόρμα στην οθόνη μας. Ξεκινάει ζητώντας το όνομα του προφίλ, συνήθως είναι η μάρκα του οχήματος. Έπειτα έχει την επιλογή του τύπου του οχήματος (Vehicle Type) όπως για παράδειγμα Καμπριολέ (Cabriolet) ή Αγροτικό (Pickup). Μετά βάζουμε την χωρητικότητα των λίτρων της μηχανής του οχήματος (Engine Displacement in Litre), το συνολικό βάρος συμπεριλαμβανομένου του οδηγού των καυσίμων κ.α (Total Vehicle Weight, including driver, fuel etc). Επιλέγουμε τον τύπο του καυσίμου για τον υπολογισμό της απόδοσης του (Fuel Type for MPG calculation) και βάζουμε την χωρητικότητα των λίτρων (Fuel Tank Capacity), τις μέγιστες στροφές ανά λεπτό του οχήματος (Max dial RPM), την τιμή του καυσίμου (Fuel Cost). Επιπρόσθετα υπάρχει μια ακόμα επιλογή, είναι η στάθμη του καυσίμου που έχει το αυτοκίνητο εκείνη την στιγμή (Current Fuel Level). Αφού τελειώσουμε πατάμε αποθήκευση (save) για να δημιουργήσουμε το προφίλ του αυτοκινήτου μας.

Πηγαίνοντας στο αρχικό μενού της εφαρμογής torque υπάρχει ένα εικονίδιο με την ονομασία graphing πατώντας πάνω σε αυτήν ανοίγει ένα παράθυρο με 4 επιλογές. Chart settings όπου υπάρχει ως επιλογή ο τύπος γραφήματος Graph Type, ο μέγιστος αριθμός καταγραφής των δεδομένων Maximum number of datapoints to record, το διάστημα καταγραφής Logging interval σε milliseconds και τελευταία την επιλογή Select X axis sensors που όταν την επιλεγείς μπαίνεις μέσα σε μια μεγάλη λίστα από δεδομένα που σε ενδιαφέρουν για να καταγράψεις, όπως κατανάλωση οχήματος, ταχύτητα και πολλά άλλα.



Εικόνα 4.2.1 Εικονίδιο Graphing της εφαρμογής torque



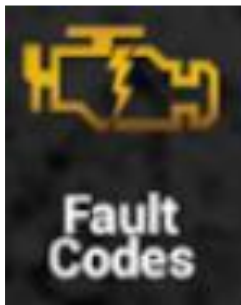
Εικόνα 4.2.2 Ρυθμίσεις Graphing

Το γράφημα ξεκινάει και μας δείχνει τις τιμές που έχουμε επιλέξει, καταγράφει μια μέτρηση το δευτερόλεπτο ανεξάρτητα αν το αυτοκίνητο είναι σε κίνησή η σταματημένο. Τα δεδομένα αποθηκεύονται αυτόματα στο κινητό τηλέφωνο σε ένα φάκελο για να τα εξάγεις όταν χρειάζονται. Ακόμη μπορείς από το Realtime Information, τη στιγμή που φτάνει το όχημα στο τέλος της διαδρομής και πατήσεις σταμάτημα (stop) , τα δεδομένα που έχεις συλλέξει να τα στείλεις μέσω email σε μορφή (zip). Επιπλέον σου προσφέρει το Realtime Information να δεις σε πραγματικό χρόνο την ταχύτητα του αυτοκινήτου, τις στροφές ή κάποια άλλη πληροφορία που.



Εικόνα 4.2.3 Εικονίδιο Realtime Information

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της εφαρμογή torque είναι ότι μπορεί να συλλέξει δεδομένα μέσω του εγκέφαλου του αυτοκινήτου αν υπάρχει κάποιο σφάλμα στην λειτουργία του αυτοκινήτου, αν υπάρχει σφάλμα θα το δείξει μέσω κωδικού και μπορείς στο διαδίκτυο να δεις σε πια βλάβη αντιστοιχεί αυτός ο κώδικας (21).



Εικόνα 4.2.4 Διαγνωστικό βλάβης (Fault Codes)

4.3. Το αυτοκίνητο για την λήψη δεδομένων

Το αυτοκίνητο που οδηγήσαμε για την λήψη των δεδομένων είναι ένα (pick up) αγροτικό Mitsubishi L200 χρονολογίας 2008 τετράπορτο, χρώματος γκρι με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων και 3000 κυβικών εκατοστών(cm^3), έχει τις προδιαγραφές εκπομπών ρύπων ευρο 4. Αγροτικά αυτοκίνητα υπάρχουν πολλά στην περιοχή της Κρήτης όσο και του Ηράκλειου επειδή είναι ένα νησί που το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού ζει και ασχολείται με την γεωργία και την κτηνοτροφία οπότε έχουμε και μεγάλο ποσοστό των αγροτικών αυτοκινήτων που κινούνται στους δρόμους.



Εικόνα 4.3 Mitsubishi L200

4.4. Τρόπος επεξεργασίας δεδομένων

Για να γίνει η επεξεργασία δεδομένων θα πρέπει αρχικά να γίνουν κάποια βήματα. Ξεκινώντας από το email και να κατεβάσουμε τα αρχεία και τα δεδομένα από όλες τις διαδρομές που κάναμε για όλη την εβδομάδα. Τα αρχεία είναι σε συμπυκνωμένη μορφή (zip). Ανοίγοντας θα

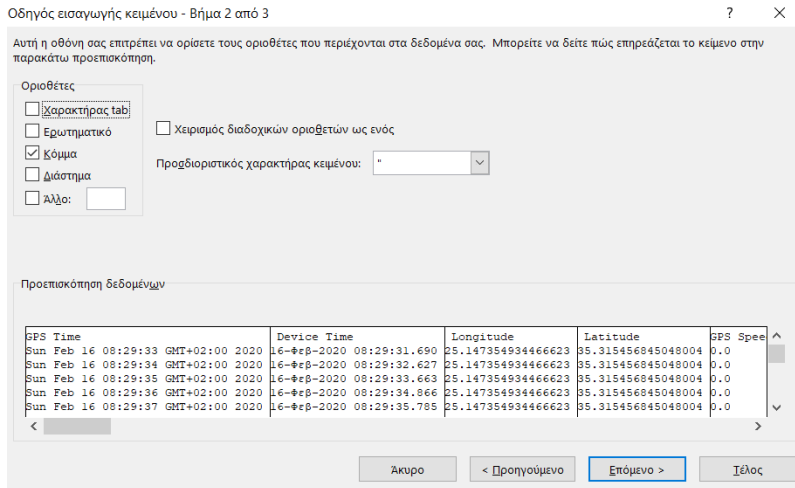
μας ανοίξει ένα φύλλο Excel που όλα τα δεδομένα μας είναι μπερδεμένα και έχουν αποθηκευτεί στο Excel σε μια μορφή cvs. Οπότε για να μπορέσουμε να αρχίσουμε να διαβάσουμε τα αρχεία που έχουμε συλλέξει. Ανοίγουμε το αρχείο και επιλέγουμε στο

Εικόνα 4.4 Αρχείο Excel αποθηκευμένο σε μορφή cvs

κεντρικό μενού που είναι στην κορυφή του Excel την επιλογή (Δεδομένα) θα ανοίξει μια υπο κατηγορία ακριβώς από κάτω και επιλέγουμε το κουτάκι (από κείμενο). Θα ζητηθεί να ανοίξουμε κάποιο αρχείο, επιλέγουμε το αρχείο Excel που ήδη έχουμε ανοίξει και πατάμε εισαγωγή. Θα ανοίξει μια καινούρια καρτέλα με κάποιες επιλογές. Στη νέα καρτέλα επιλέγουμε το κυκλάκι (οριοθετημένη) και πατάμε επόμενο.

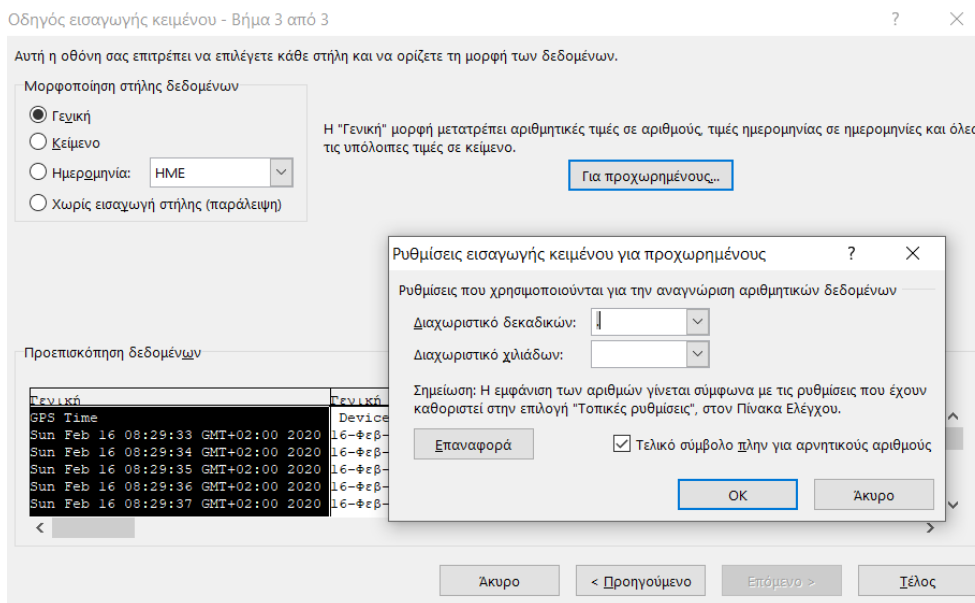
Εικόνα 4.4.1 Οδηγίες επεξεργασίας

Στην επόμενη καρτέλα βγάζουμε το ήδη επιλεγμένο επιλογή (Tab) και επιλέγουμε το κουτάκι (κόμμα), στην συνέχεια πατάμε επόμενο.



Εικόνα 4.4.2 Οδηγίες επεξεργασίας

Σε αυτήν την καρτέλα διαλέγουμε την επιλογή για προχωρημένους όπου θα ανοίξει μια πιο μικρή καρτέλα. Στο κελί με το όνομα (Διαχωριστικό δεκαδικών) ορίζουμε την (τελεία) στο κελί με το όνομα (Διαχωριστικό χιλιάδων) ορίζουμε το (κενό) ύστερα το (OK) για να κλείσει η μικρή καρτέλα και τέλος.



Εικόνα 4.4.3 οδηγίες επεξεργασίας

Το αρχείο excel θα είναι εύκολο να διαβαστεί και τα νούμερα των μετρήσεων είναι ξεκάθαρα τώρα.

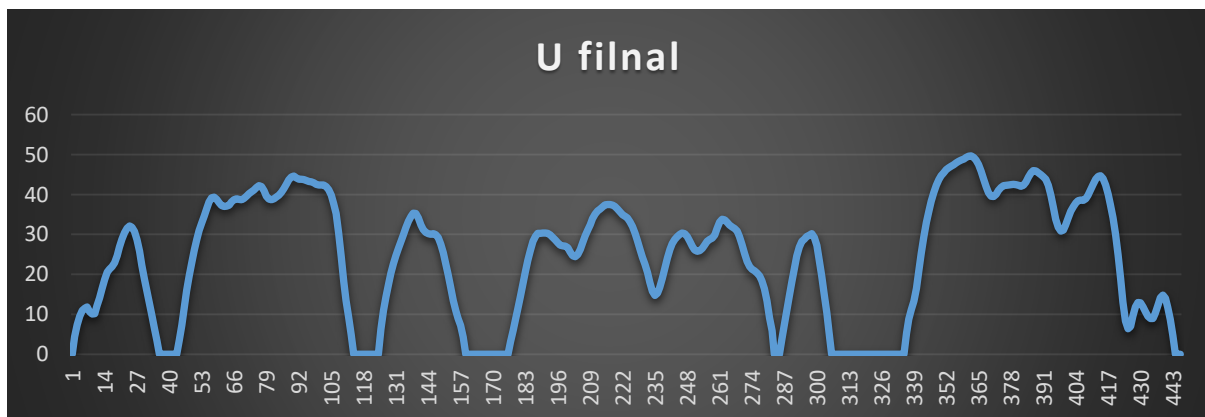
GPS Time	Device Time	Longitude	Latitude	GPS Speed (Meters/second)	Horizontal Dilution of Precision	Altitude	Bearing	G(x)	G(y)	G(z)	G(calibrated)	0-100kph Time(s)
Sun Feb 16 08:29:33 GMT+02:00 2020	29:31,7	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0874874	0	-1,15643477	4,90586901	8,22912216	0,01519824	-
Sun Feb 16 08:29:34 GMT+02:00 2020	29:32,6	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0878487	0	1,33839965	5,523592	6,66566086	-0,08806384	-
Sun Feb 16 08:29:35 GMT+02:00 2020	29:33,7	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0884282	0	3,67760611	10,92268181	6,37116528	0,36140162	-
Sun Feb 16 08:29:36 GMT+02:00 2020	29:34,9	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0892223	0	-1,69514656	8,20278549	3,53873825	0,05935861	-
Sun Feb 16 08:29:37 GMT+02:00 2020	29:35,8	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0898245	0	-1,06545234	4,4629283	4,4629283	0,02673273	-
Sun Feb 16 08:29:38 GMT+02:00 2020	29:36,8	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0906044	0	-1,11812639	6,9967086	5,95216703	0,01132796	-
Sun Feb 16 08:29:39 GMT+02:00 2020	29:37,9	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0917631	0	-1,13967478	7,67125654	5,91625309	0,01595829	-
Sun Feb 16 08:29:40 GMT+02:00 2020	29:38,9	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0932372	0	-1,26417708	7,66407347	5,95456123	0,01595469	-
Sun Feb 16 08:29:41 GMT+02:00 2020	29:39,9	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0951172	0	-1,09418356	7,71674776	6,1892004	0,00477498	-
Sun Feb 16 08:29:42 GMT+02:00 2020	29:41,0	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0971428	0	-1,23544586	7,33845234	5,75344229	0,00817364	-
Sun Feb 16 08:29:43 GMT+02:00 2020	29:41,9	25,14735493	35,31545685	0	4	116,0991601	0	-1,28572559	7,89152956	6,0216012	0,01610798	-
Sun Feb 16 08:29:44 GMT+02:00 2020	29:43,0	25,14735493	35,31545685	0	4	116,1011418	0	-1,32882249	7,78618145	6,11018944	0,01800421	-
Sun Feb 16 08:29:45 GMT+02:00 2020	29:44,1	25,14735493	35,31545685	0	4	116,1029285	0	-1,20671451	7,46774292	5,92583036	0,01087204	-
Sun Feb 16 08:29:46 GMT+02:00 2020	29:45,1	25,14735493	35,31545685	0	4	116,1046274	0	-1,00320113	7,5850625	5,6911912	0,00901985	-
Sun Feb 16 08:29:47 GMT+02:00 2020	29:46,1	25,14735493	35,31545685	0	4	116,106311	0	-1,08939505	7,19479561	5,8037219	0,0017283	-
Sun Feb 16 08:29:48 GMT+02:00 2020	29:47,1	25,14735493	35,31545685	0	4	116,107907	0	-1,08460653	7,21873856	6,46454191	0,00452915	-
Sun Feb 16 08:29:49 GMT+02:00 2020	29:48,2	25,14735493	35,31545685	0	4	116,1249767	0	-1,25460005	7,12057304	5,86836767	-0,0317592	-
Sun Feb 16 08:29:51 GMT+02:00 2020	29:49,3	25,14735493	35,31545685	0	4	116,1599418	0	-0,58659732	8,04476357	5,01121712	0,01390401	-
Sun Feb 16 08:29:52 GMT+02:00 2020	29:50,2	25,14730874	35,31548985	0,47932088	4	116,1806562	0	1,23065722	7,92026091	3,28973365	0,02425263	-
Sun Feb 16 08:29:52 GMT+02:00 2020	29:51,2	25,14730874	35,31548985	0,47932088	4	116,1806562	0	1,6017698	8,87557697	5,11656523	0,02996925	-
Sun Feb 16 08:29:54 GMT+02:00 2020	29:52,4	25,14724092	35,31553715	4,3744144	4	116,5040987	0	-1,29290843	8,95937634	5,88033915	0,02907052	-

Εικόνα 4.4.4 Τελική μορφή Excel

Υπάρχει ακόμα ένα βήμα για να τελειώσει αυτή η διαδικασία. Πρέπει από αρχείο cvs να αποθηκευτεί σε αρχείο Excel της χρονιάς που εσείς θα επιλέξετε. Οπότε πάνω αριστερά επιλέγουμε την αποθήκευση ως και βγάζουμε την ήδη προεπιλογή επιλογή cvs και επιλέγουμε να αποθηκευτεί σε μορφής Excel, τώρα μπορεί να ξεκινήσει η επεξεργασία των δεδομένων.

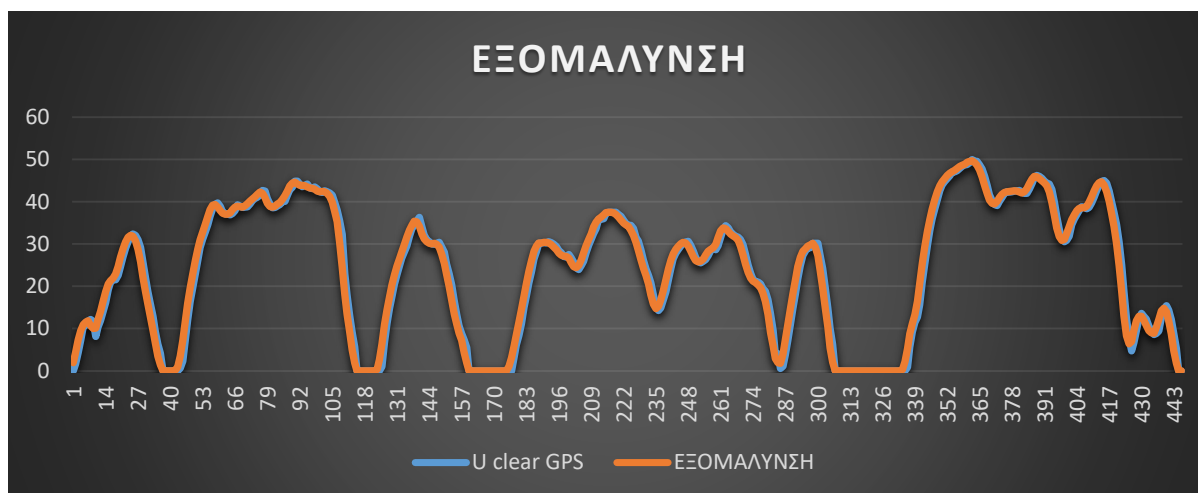
4.5.Επεξεργασία δεδομένων

Η επεξεργασία ξεκινάει διαλέγοντας την ταχύτητα αναμεσα στο GPS και το OBD2. Έγινε η επιλογή της ταχύτητας του GPS επειδή είναι πιο έμπιστη, στην συνέχεια γίνεται μια εξομάλυνση της ταχύτητας του GPS ώστε οι τιμές της ταχύτητας να είναι πιο ακριβής. Έπειτα ορίζουμε στο πρόγραμμα του excel όλες τις ταχύτητες κάτω από 3 km/h να τις μετατρέψει σε 0 km/h για τον λόγο ότι είναι πολύ μικρές ταχύτητες, άρα είναι σαν να έχει σταματήσει το αμάξι. Ακόμη οι τιμές στα διαγράμματα θα είναι πιο ξεκάθαρες. Συνεχίζουμε μετατρέποντας την ταχύτητα της εξομάλυνσης από (km/h) σε (m/s). Το επόμενο βήμα είναι όλες τιμές που βγαίνουν από την εξισωση και είναι μεγαλύτερες 0 m/s να εμφανίζονται ξεχωριστά από όλες τις τιμές που είναι μικρότερες από 0 m/s. Σε δυο ξεχωριστές στήλες βάζουμε την μέγιστη επιτάχυνση και την μέγιστη επιβράδυνση ανά φάση. Φάση εννοούμε όταν το αυτοκίνητο ξεκινάει και έχει μια ταχύτητα μεγαλύτερη του 0 m/s μέχρι να σταματήσει ξανά και η ταχύτητα του να γίνει 0 m/s. Σε μια διαδρομή λήψης δεδομένων μπορεί να υπάρχουν πολλές φάσεις.



Διάγραμμα 4.5.1 ταχύτητας 15-2-2020 δεύτερη διαδρομή το πρωί

Το από πάνω διάγραμμα μας δείχνει την ταχύτητα της διαδρομής σε συνάρτηση με τον χρόνο και από πόσες φάσεις αποτελείται η συγκριμένη διαδρομή. Το διάγραμμα αυτό είναι για την ημέρα Σάββατο 15 Φεβρουάριου 2020 την δεύτερη διαδρομή το πρωί.



Διάγραμμα 4.5.2 Εξομάλυνση ταχύτητας

Το διάγραμμα της εξομάλυνσης είναι για την ημέρα Σάββατο 15 Φεβρουάριου 2020 την δεύτερη διαδρομή το πρωί.

Κάτι τελευταίο είναι να υπολογίσουμε κάποια αλλά δεδομένα που θα χρειαστούμε και αναγράφονται στον από κάτω πίνακα. Αυτή η διαδικασία θα πρέπει να επαναληφθεί για όλες της διαδρομές που έγιναν όλοι την εβδομάδα δηλαδή 28 φορές.

Πίνακας 4.5.3 Ποσοστά διαδρομής

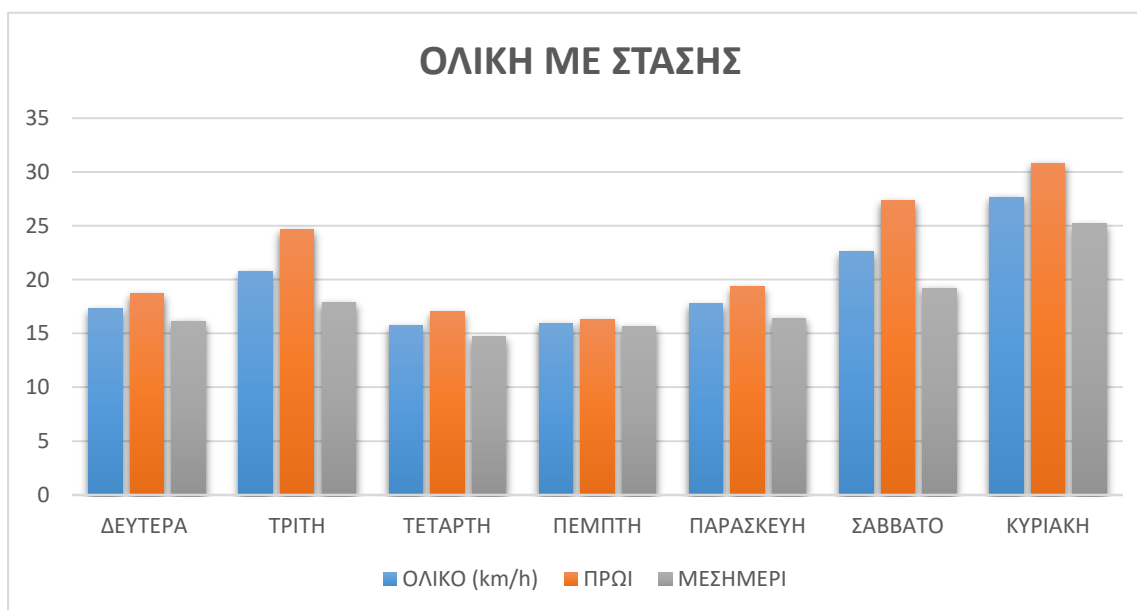
		SEC
Ποσοστό στάσης (%)	16,55	74
Ποσοστό κίνησης (%)	83,45	373
Μέση Ταχύτητα (Km/h)	24,08	
Μέση Ταχύτητα χωρίς στάσεις(Km/h)	28,87	
Μέση Επιτάχυνση	0,419	
Μέση Επιβράδυνση	-0,466	

4.6. Ανάλυση δεδομένων

Αφού έχει τελειώσει η επεξεργασία δεδομένων για όλη την εβδομάδα φτιάχνουμε ένα πίνακα με όλα τα στοιχεία που έχουμε συλλέξει ώστε να είναι μαζεμένες όλες οι τιμές. Αυτό διακρίνεται στον παρακάτω πίνακα, τέσσερις μετρήσεις ισοδυναμούν σε μια ημέρα, το πλήθος των μετρήσεων είναι για μια εβδομάδα για αυτό το λόγο υπάρχουν 28 μέτρησεις. Στον πίνακα υπάρχουν όλες οι μέσες τιμές για όλη την εβδομάδα.

Πίνακας 4.6 Αποτελέσματα για την εβδομάδα μετρήσεων

	Διάρκεια (sec)	ΜΩΤ	ΜΩΤ ΧΣ	Μ. Επιπ.	Μ. Επιβρ.	%στασης	Αριθμός στάσεων
1	523	19,00	24,54	0,41	-0,39	22,56	7
2	672	15,47	20,96	0,40	-0,43	26,19	13
3	567	18,02	24,21	0,39	-0,41	25,57	9
4	833	12,40	17,84	0,28	-0,37	30,49	14
5	539	18,51	23,76	0,35	-0,41	22,12	7
6	705	14,59	19,16	0,32	-0,37	23,86	8
7	546	18,49	22,49	0,36	-0,36	17,80	8
8	754	13,63	18,56	0,44	-0,46	26,56	18
9	521	19,08	23,07	0,46	-0,44	17,31	8
10	532	19,62	22,70	0,43	-0,51	13,56	9
11	505	20,24	24,34	0,39	-0,43	16,87	7
12	745	13,80	17,49	0,29	-0,32	21,10	10
13	319	32,38	34,09	0,34	-0,34	5,03	1
14	447	23,81	28,87	0,41	-0,47	17,52	6
15	519	19,28	27,21	0,47	-0,46	29,15	6
16	567	19,13	22,75	0,40	-0,39	15,90	8
17	273	37,26	40,54	0,50	-0,48	8,09	2
18	388	26,29	32,10	0,35	-0,44	18,09	3
19	435	23,69	31,06	0,44	-0,37	23,73	4
20	408	26,81	29,89	0,36	-0,40	10,32	3
21	594	16,79	21,46	0,39	-0,37	21,75	8
22	499	20,90	24,60	0,37	-0,41	15,06	6
23	536	18,88	23,99	0,42	-0,36	21,31	6
24	745	14,15	19,79	0,33	-0,37	28,49	13
25	424	24,17	27,49	0,38	-0,39	12,06	3
26	438	25,05	29,75	0,46	-0,50	15,79	5
27	502	19,82	25,39	0,39	-0,33	21,96	4
28	658	16,38	21,35	0,30	-0,35	23,29	8



Διάγραμμα 4.6.1 Διάγραμμα εβδομαδιαίας ταχύτητας

Πίνακας 4.6.2 Τιμές μέση ταχύτητας εβδομάδας

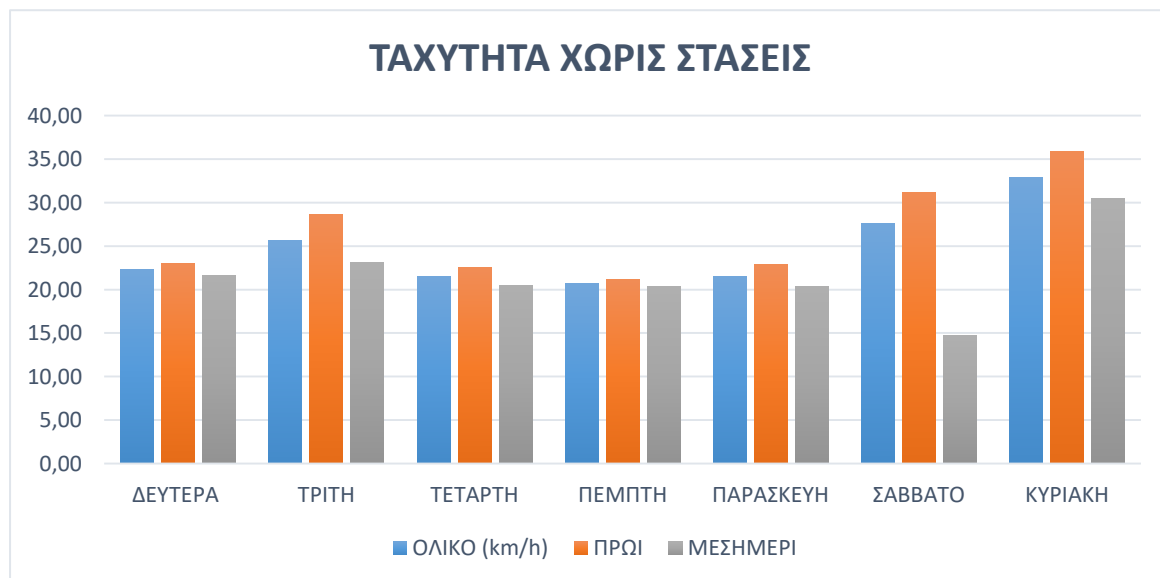
	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
ΟΛΙΚΟ (km/h)	17,3	20,74	15,75	15,97	17,75	22,58	27,67
ΠΡΩΙ	18,67	24,62	17,02	16,29	19,35	27,35	30,82
ΜΕΣΗΜΕΡΙ	16,13	17,87	14,68	15,67	16,4	19,2	25,2

Το πρώτο σημείο που παρατηρείτε είναι ότι οι μεγαλύτερες ταχύτητες αναπτυχθήκαν το Σάββατο και την Κυριακή λόγω χαμηλότερης κίνησης αντίθετα τέταρτη και πέμπτη είναι οι πιο χαμηλές ταχύτητες λόγω αυξημένης κίνησης. Οι μεγαλύτερη ταχύτητα είναι την Κυριακή πρωί με 27,67 km/h ενώ την Τετάρτη μεσημέρι έχουμε την χαμηλότερη ταχύτητά 14,68 km/h. Μια άλλη παρατήρηση είναι ότι από την Τετάρτη υπάρχει μια άνοδος της ταχύτητας μέχρι που φτάνουμε την Κυριακή που είναι και μεγαλύτερη ταχύτητα της εβδομάδας. Αυτό δηλώνει ότι από την Τετάρτη η κίνηση αρχίζει να μειώνετε σταδιακά. Σε όλη την εβδομάδα παρατηρούμε ότι οι πρωινές διαδρομές έχουν μεγαλύτερο μέσο όρο ταχύτητας σε σχέση με της μεσημεριανές μέτρησεις, αυτό λόγω ότι τα πρωινά υπήρχε μικρότερη κίνηση σε σχέση με το μεσημέρι που η κίνηση ήταν υψηλότερη.

Από κάτω βλέπουμε το μέσο ορό ταχύτητάς της εβδομάδας χωρίς στάσεις. Στα δεδομένα δεν έχουν υπολογιστεί οι τιμές μικρότερες των 3 km/h

Πίνακας 4.6.3 Μέσος ορός χωρίς στάσεις για όλη την εβδομάδα

	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
ΟΛΙΚΟ (km/h)	22,28	25,60	21,49	20,74	21,53	27,59	32,86
ΠΡΩΙ	22,96	28,61	22,57	21,18	22,88	31,21	35,82
ΜΕΣΗΜΕΡΙ	21,64	23,12	20,52	20,32	20,34	14,69	30,45



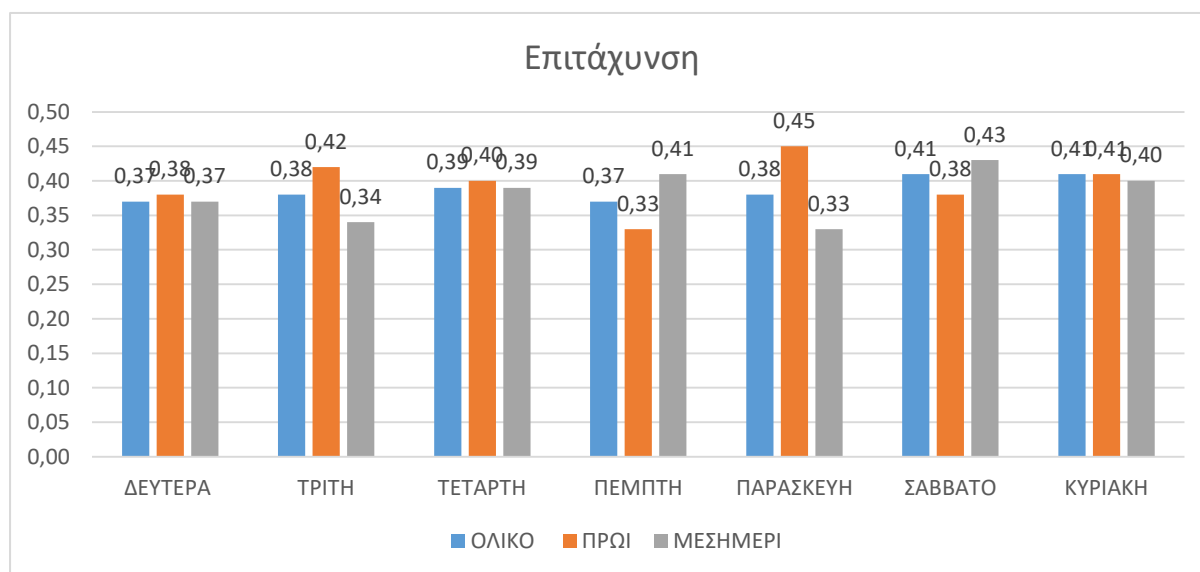
Διάγραμμα 4.6.4 Ταχύτητα εβδομάδας χωρίς στάσεις

Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι όλες οι τιμές των μέσων όρων ταχυτήτων ανέβηκαν από 5 km/h και πάνω εκτός από το Σάββατο το μεσημέρι που κατέβηκε σχεδόν 5 km/h, η διαφορά ταχύτητας πρωί και μεσημέρι για την ημέρα του Σάββατου είναι λίγο παραπάνω από διπλάσια

ταχύτητα. Όπως και στο προηγούμενο διάγραμμα φαίνεται ότι σε όλη την εβδομάδα η πρωινή διαδρομή έχει μεγαλύτερο μέσο όρο ταχύτητας.

Πίνακας 4.6.5 Μέσος όρος επιτάχυνσης

Επιτάχυνση (m/s ²)	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
ΟΛΙΚΟ	0,37	0,38	0,39	0,37	0,38	0,41	0,41
ΠΡΩΙ	0,38	0,42	0,40	0,33	0,45	0,38	0,41
ΜΕΣΗΜΕΡΙ	0,37	0,34	0,39	0,41	0,33	0,43	0,40



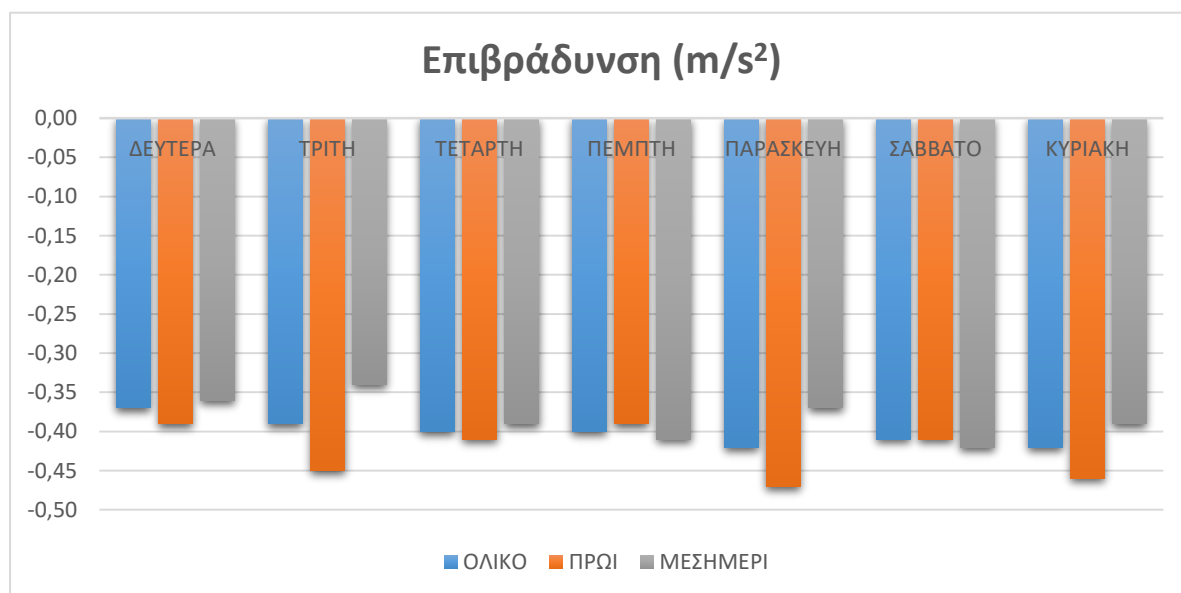
Διάγραμμα 4.6.6 Μέσος όρος επιτάχυνσης

Με μια πρώτη ματιά παρατηρείτε ότι της Δευτέρας, Τετάρτης και Κυριακής είναι πολύ ομαλές οι επιταχύνσεις δεν έχουν μεγάλες διαφορές οι πρωινές μετρήσεις με τις μεσημεριανές μετρήσεις της ίδιας μέρας. Ενώ της Παρασκευής είναι πολύ έντονη διαφορά το πρωί και το μεσημέρι όπου είναι και η ημέρα με την μεγαλύτερη διαφορά, όμως υπάρχει διαφορά την Τρίτη και Πέμπτη αλλά είναι λίγο πιο μικρή.

Οι τιμές της επιτάχυνσης βγαίνουν μετατρέποντας την ταχύτητα από (km/h) σε (m/s). Όταν συλλέγουμε δεδομένα καταγράφεται ανά 1 δευτερόλεπτο νέα τιμή. Αν αφαιρέσουμε κάθε φορά από την προηγούμενη την τωρινή ταχύτητα που έχουμε και βγαίνει θετικό νούμερο έχουμε επιτάχυνση αν βγαίνει αρνητικό νούμερο έχουμε επιβράδυνση. Οι τιμές που βλέπουμε είναι ο μέσος όρος ανά ημέρα της επιτάχυνσης.

Πίνακας 4.6.7 Μέσος όρος επιβράδυνσης για όλη την εβδομάδα

Επιβράδυνση (m/s ²)	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
ΟΛΙΚΟ	-0,37	-0,39	-0,40	-0,40	-0,42	-0,41	-0,42
ΠΡΩΙ	-0,39	-0,45	-0,41	-0,39	-0,47	-0,41	-0,46
ΜΕΣΗΜΕΡΙ	-0,36	-0,34	-0,39	-0,41	-0,37	-0,42	-0,39

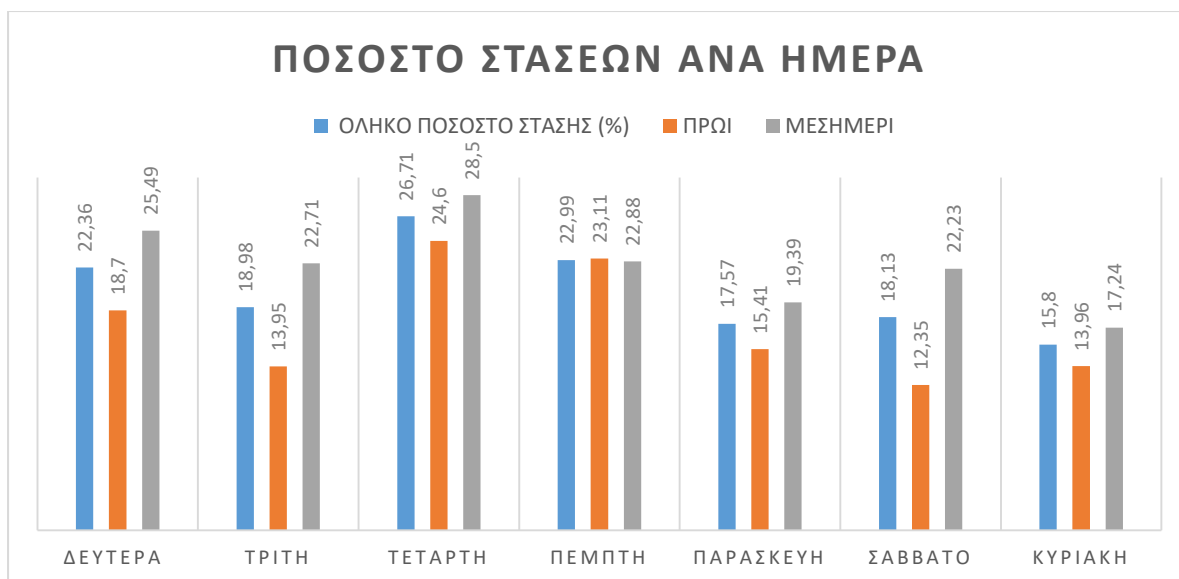


Διάγραμμα 4.6.8 Μέσος όρος επιβράδυνσης για όλη την εβδομάδα

Αυτό που παρατηρείτε είναι ότι εκτός το Σάββατο και Πέμπτη τις υπόλοιπες ημέρες οι μεγαλύτερες επιβράδυνσης είναι στις πρωινές διαδρομές. Με μεγαλύτερη αυτή της Τρίτης, Παρασκευής και της Κυριακής, είναι λογικό να υπάρχουν οι μεγαλύτερες επιβραδύνσεις αυτές τις μέρες γιατί είναι οι μέρες με την υψηλότερη επιτάχυνση. Στα προηγούμενα διαγράμματα 4.7.5. στις υπόλοιπες μέρες είναι πιο κοντά τα νούμερα των μεσημεριανών διαδρομών με των πρωινών διαδρομών.

Πίνακας 4.6.9 Ποσοστό στάσεων

	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
ΟΛΗΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΤΑΣΗΣ (%)	22,36	18,98	26,71	22,99	17,57	18,13	15,8
ΠΡΩΙ	18,7	13,95	24,6	23,11	15,41	12,35	13,96
ΜΕΣΗΜΕΡΙ	25,49	22,71	28,5	22,88	19,39	22,23	17,24



Διάγραμμα 4.6.10 Ποσοστό στάσεων

Στο πάνω διάγραμμα αναγράφεται το ποσοστό στάσεων ανά ημέρα για τις πρωινές και μεσημεριανές διαδρομές για ολόκληρη την εβδομάδα επιπρόσθετα και το σύνολο για κάθε ημέρα, όπου την ημέρα Τετάρτη στο σύνολο της είναι 26,71%. Αυτό που βλέπουμε είναι ότι την ημέρα Τετάρτη είναι το μεγαλύτερο ποσοστό στάσης σε όλη την εβδομάδα σαν σύνολο και σαν ξεχωριστές διαδρομές. Αυτό οφείλετε στα αρκετά κόκκινα φανάρια που είχε εκείνη την ημέρα όσο και στην αυξημένη κίνηση που είχε στον δρόμο. Επίσης φαίνεται από την Τετάρτη και μετά να υπάρχει μια μείωση του ποσοστού στάσης και αυτό οφείλετε στην σταδιακή μείωση της κίνησης.

Το μικρότερο ποσοστό στάσης σε όλη την εβδομάδα εμφανίζεται την Κυριακή, αυτό οφείλετε στην μειωμένη κίνηση του δρόμου και των λίγων κόκκινων φαναριών που έτυχαν στην διαδρομή της. Παρόλο που στην πρωινή διαδρομή μπροστά ήταν λεωφορείο σε ένα πολύ μεγάλο κομμάτι της διαδρομής δεν υπήρξαν πολλές στάσεις. Το συνολικό ποσοστό στάσης για την ημέρα Κυριακή είναι 15,8%.

Για την ημέρα Δευτέρα το πρωί υπήρξε μια μέτρια κίνηση αυτοκινήτων στο δρόμο όπως και μια μέτρια εμφάνιση ερυθρού σηματοδότη για την πρωινή διαδρομή. Το μεσημέρι υπήρξε μέτρια κίνηση στον δρόμο αλλά μπροστά υπήρξε απορριματοφόρο οπότε υπήρχαν κάποιες στάσεις για να γίνει η συλλογή των κάδων που υπήρχαν στον δρόμο, τα κόκκινα φανάρια ήταν τέσσερα (4) για την κάθε διαδρομή για το μεσημέρι.

Την ημέρα τρίτη η κίνηση ήταν χαμηλή στις πρωινές διαδρομές και τα φανάρια με κόκκινο σηματοδότη εμφανιστήκαν δύο(2) για την κάθε διαδρομή, το σύνολο του ποσοστού στάσης για το πρωί της Τρίτης είναι ίδιο με το σύνολο ποσοστό στάσης το πρωί της Κυριακής δηλαδή 13,96% που είναι η μέρα με το μικρότερο ποσοστό σε όλη την εβδομάδα. Το μεσημέρι της Τρίτης υπήρξε μια μέτρια κίνησή από αυτοκίνητα και μέτρια κατάσταση από κόκκινα φανάρια.

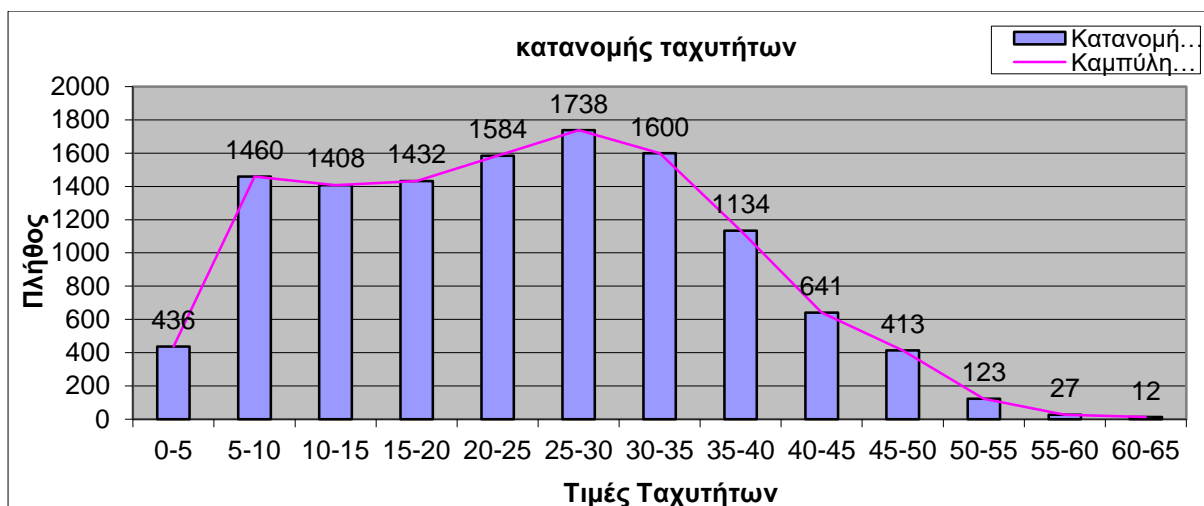
Η Πέμπτη είναι ημέρα που το ποσοστό στάσεων το πρωί και το μεσημέρι είναι σχεδόν ίδιο. Το πρωί της Πέμπτης στην πρώτη διαδρομή δεν υπήρξε καθόλου κίνηση και κανένα κόκκινο φανάρι στην διαδρομή της επιστροφής από την γέφυρα μέχρι την έξοδο για Ρέθυμνο υπήρξε μεγάλη κίνησή και με περισσότερους από τους μισούς σηματοδότες να είναι κόκκινοι. Το μεσημέρι η διαδρομή είχε μια μέτρια κίνηση με πολλά κόκκινα φανάρια και στην δεύτερη διαδρομή ήταν μπροστά αστικό λεωφορείο που έκανε πολλές στάσεις. Παρόλο αυτά υπάρχει μια μείωσή 3% στο σύνολο των ποσοστών στάσης με την προηγούμενη μέρα που είναι ημέρα με το μεγαλύτερο συνολικό ποσοστό στάσης της εβδομάδας.

Την Παρασκευή το πρωί δεν είχε πολύ κίνηση και τα περισσότερα φανάρια ήταν πράσινα οπότε οι διαδρομές ήταν αρκετά γρήγορες. Το μεσημέρι ελάχιστη κίνησή με τα μισά φανάρια να είναι κόκκινα, αρκετά κακούς οδηγούς στον δρόμο να οδηγούνε αρκετά επικίνδυνα. Το πρωί του Σάββατου και για τις δυο διαδρομές υπήρξε μόνο ένα κόκκινο φανάρι με καθόλου κίνηση στον δρόμο, για αυτό είναι η διαδρομή με το μικρότερο ποσοστό στάσης για το πρωί και για όλες της διαδρομές της εβδομάδας με ποσοστό στάσης 12,35%. Το μεσημέρι υπήρξε μια ελάχιστη κίνηση στον δρόμο με κάτω τα μισά φανάρια να είναι κόκκινα.



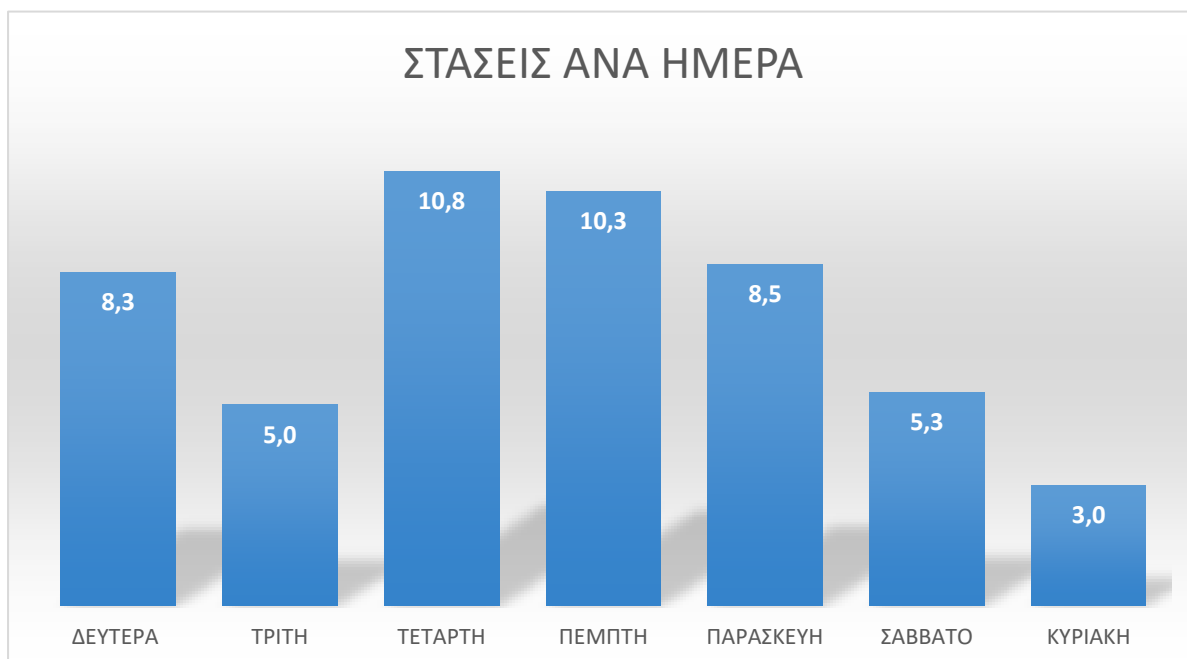
Εικόνα 4.6.11 Ποσοστό κίνησης-στάσης

Το από πάνω διάγραμμα είναι για το ποσοστό στάσης και κίνησής για όλη την εβδομάδα αυτό που βλέπουμε είναι το ποσοστό κίνησης είναι πάνω από το $\frac{3}{4}$ του συνόλου όπου είναι μια πολύ λογική τιμή γιατί στο μεγαλύτερο διάστημα συλλογής δεδομένο ήμασταν σε κίνηση.



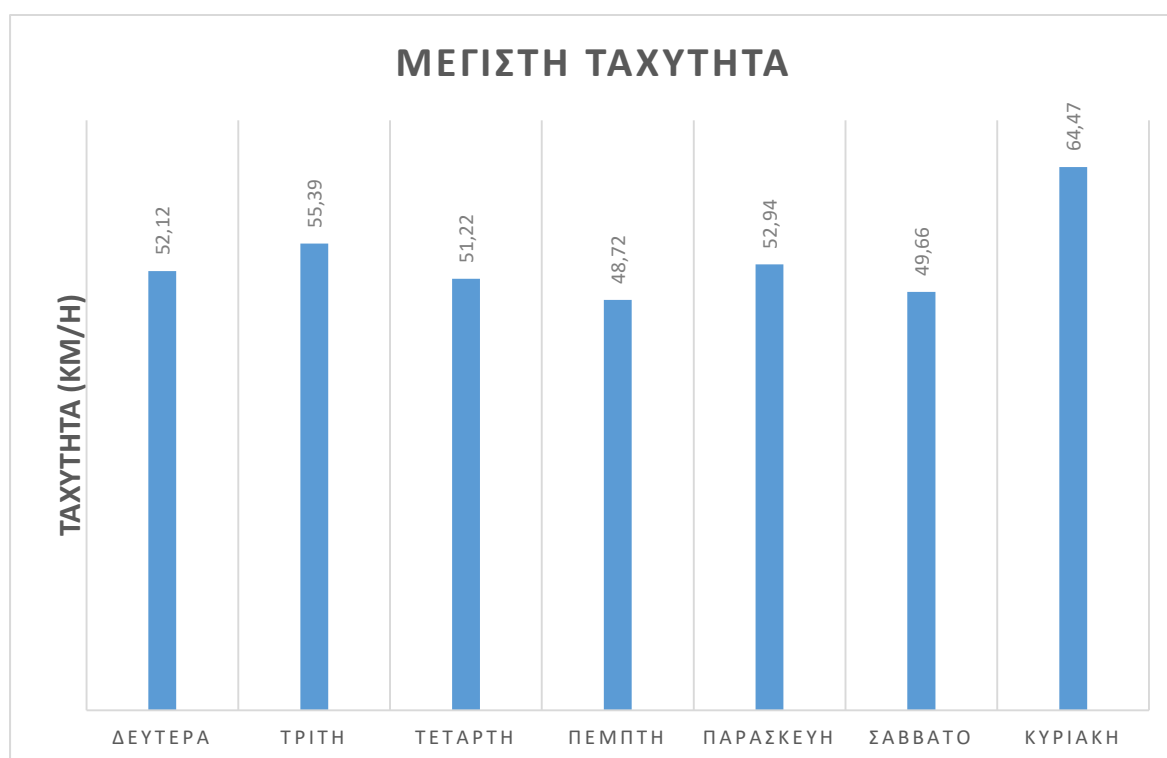
Διάγραμμα 4.6.12 Πλήθος τιμές ταχυτήτων

Το από πάνω διάγραμμα δείχνει σε όλες τις μετρήσεις ταχύτητας που πήραμε όλη την εβδομάδα που το πλήθος είναι 12008, πόσες φορές εμφανίζεται η κάθε ταχύτητα σε όλο το πλήθος με την ταχύτητα 25-30 km/h να είναι αυτή που εμφανίζεται τις πιο πολλές φορές και τις λιγότερες αυτή 60-65 km/h επιπρόσθετα οι τιμές ταχύτητας που είναι από 5 km/h έως 35km/h να είναι οι πιο συχνές. Αντίθετα οι τιμές που εμφανίζονται λιγότερο είναι 0-5 km/h, και από 40-65 km/h. Η ροζ γραμμή που είναι από πάνω τις τιμές ταχύτητας αναγράφει την καμπύλη ταχύτητας σύμφωνα με τις τιμές που καταγραφτήκαν όλη την εβδομάδα.



Διάγραμμα 4.6.13 Στάσεις ανά ημέρα για όλη την εβδομάδα

Το πάνω διάγραμμα δείχνει το μέσο όρο των στάσεων που έγινε για κάθε μέρα, αυτό που παρατηρείτε ότι η ημέρα με την περισσότερη κίνηση που ήταν η Τετάρτη είναι και η ημέρα με τις περισσότερες στάσεις 10,8 μέσο όρο στάσεων. Μετά την ημέρα Τετάρτη η κίνηση έπεφτε σταδιακά και αυτό φαίνεται είχε σαν αποτέλεσμα και την σταδιακή μείωση των στάσεων με τον ίδιο τρόπο, φτάνοντας μέχρι την Κυριακή που έχει τις λιγότερες στάσεις 3 για όλη τη εβδομάδα. Η Τρίτη και το Σάββατο έχουν σχεδόν της παρόμοιες στάσεις, αυτό οφείλετε στην μικρή κίνηση που υπήρξε εκείνες τις δυο μέρες στον δρόμο. Όπως πολύ κοντά είναι στις στάσεις, η Τετάρτη και η Πέμπτη, αυτό ίσως να οφείλετε ότι στα Μέσα της εβδομάδας η κίνηση ήταν αρκετά υψηλή. Την Τετάρτη και την Πέμπτη είχε πολλά κόκκινα φανάρια και αστικό λεωφορείο στην μια διαδρομή. Την Δευτέρα και την Παρασκευή πάλι βλέπουμε ίδιο αριθμό στάσεων όπου έχουμε την αρχή και το τέλος των καθημερινών ημερών και η κίνησή είναι σε μέτρια κατάσταση.



Διάγραμμα 4.6.14 Μέγιστη ταχύτητα ανά ημέρα

Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι η υψηλότερη ταχύτητα που αναπτύχθηκε είναι την Κυριακή με 64,47(km/h) και η μικρότερη την Πέμπτη με ταχύτητα 48,72(km/h). Στις πέντε (5) ημέρες από το σύνολο (7) έχει ξεπεραστεί η ταχύτητα των 50(km/h).

4.7. Δημιουργία και επεξεργασία μέσης τιμής

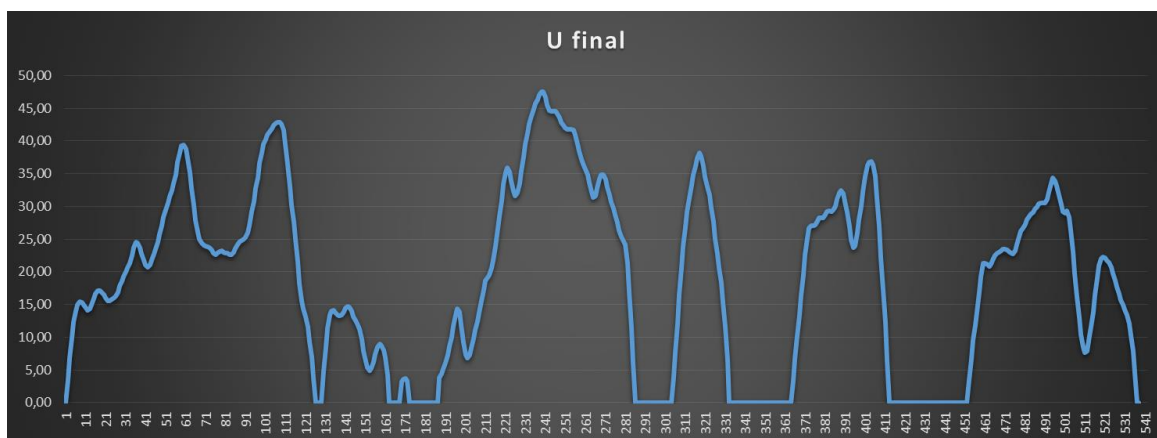
Έχοντας συλλέξει όλα τα δεδομένα για όλη την εβδομάδα και έχοντας υπολογίσει την επιτάχυνση, επιβράδυνση, ποσοστό στάσης κλπ, για κάθε διαδρομή ξεχωριστά για όλη τη εβδομάδα, βγάζουμε ένα μέσο ορό όλων των τιμών. Θέλουμε να τις συγκρίνουμε όλες τις τιμές των διαδρομών με την μέση τιμή της εβδομάδας. Η διαδρομή που θα είναι πιο κοντά στον μέσο ορό θα είναι η αντιπροσωπευτική διαδρομή. Για να υπολογίσουμε την ομοιότητα για κάθε τιμή χρησιμοποιούμε τον τύπο $[(\text{μέσος ορός τιμών} - \text{διαδρομή σύγκρισης}) / \text{μέσος ορός τιμών}]$ αυτό γίνεται για κάθε αποτέλεσμα της διαδρομής, δηλαδή επιτάχυνση, ποσοστό στάσης και όλα τα υπόλοιπα. Τα νούμερα που θα βγαίνουν θα είναι ή μεγαλύτερα της μονάδα ή μικρότερα της μονάδας και όλα αυτά προστίθενται για την κάθε διαδρομή. Η διαδρομή που θα έχει το μικρότερο νούμερο στο άθροισμα είναι η αντιπροσωπευτική διαδρομή. Μετά τους υπολογισμούς η αντιπροσωπευτική διαδρομή θα είναι αυτή της Πέμπτης, συγκεκριμένα η πρώτη πρωινή διαδρομή. Φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα και έχει μαρκαριστεί με πράσινο χρώμα.

Μια μικρή διευκρίνιση οι μετρήσεις έχουν ξεκινήσει να λαμβάνονται ημέρα Τετάρτη, ο παρακάτω πίνακας έχει τις τιμές από Τετάρτη και τελειώνουν Τρίτη. Όλα τα διαγράμματα έχουν προσαρμοστεί ξεκινώντας από την Δευτέρα και τελειώνουν Κυριακή.

Πίνακας 4.7 Σύγκριση και εύρεση αντιπροσωπευτικής διαδρομής

	Διάρκεια	ΜΩΤ	ΜΩΤ ΧΣ	Μ. Επιτ.	Μ. Επιβρ.	%στασης	Αριθμός στάσεων		
Μεσες Τιμές	542,64	19,01	24,02	0,386	-0,4	20,87	7,3		
1	523	19,00	24,54	0,41	-0,39	22,56	7,0		
	0,036	0,001	0,022	0,062	0,025	0,081	0,039	0,266	
2	672	15,47	20,96	0,4	-0,43	26,19	13,0		
	0,238	0,186	0,127	0,036	0,075	0,255	0,784	1,7025	
3	567	18,02	24,21	0,39	-0,41	25,57	9,0		
	0,045	0,052	0,008	0,010	0,025	0,225	0,235	0,6007	
4	833,00	12,400	17,84	0,280	-0,370	30,49	14,0		
	0,535	0,348	0,257	0,275	0,075	0,461	0,922	2,8722	
5	539,00	18,51	23,76	0,350	-0,410	22,12	7,0		
	0,007	0,026	0,011	0,093	0,025	0,060	0,039	0,2612	
6	705,00	14,59	19,16	0,320	-0,370	23,86	8,0		
	0,299	0,233	0,202	0,171	0,075	0,143	0,098	1,2213	
7	546,00	18,49	22,49	0,360	-0,360	17,80	8,0		
	0,006	0,027	0,064	0,067	0,100	0,147	0,098	0,5097	
8	754,00	13,63	18,56	0,440	-0,460	26,56	18,0		
	0,389	0,283	0,227	0,140	0,150	0,273	0,680	2,1424	
9	521,00	19,08	23,07	0,460	-0,440	17,31	8,0		
	0,040	0,004	0,040	0,192	0,100	0,171	0,098	0,6434	
10	532,00	19,62	22,70	0,430	-0,510	13,56	9,0		
	0,020	0,032	0,055	0,114	0,275	0,350	0,235	1,0812	
11	505,00	20,24	24,34	0,390	-0,430	16,87	7,0		
	0,069	0,065	0,013	0,010	0,075	0,192	0,039	0,4636	
12	745,00	13,80	17,49	0,290	-0,320	21,10	10,0		
	0,373	0,274	0,272	0,249	0,200	0,011	0,373	1,7511	
13	319,00	32,38	34,09	0,340	-0,340	5,03	1,0		
	0,412	0,703	0,419	0,119	0,150	0,759	0,863	3,4256	
14	447,00	23,81	28,87	0,410	-0,470	17,52	6,0		
	0,176	0,252	0,202	0,062	0,175	0,161	0,176	1,2048	
15	519,00	19,28	27,21	0,470	-0,460	29,15	6,0		
	0,044	0,014	0,133	0,218	0,150	0,397	0,176	1,1314	
16	567,00	19,13	22,75	0,400	-0,390	15,90	8,0		
	0,045	0,006	0,053	0,036	0,025	0,238	0,098	0,5015	
17	273,00	37,26	40,54	0,500	-0,480	8,09	2,0		
	0,497	0,960	0,688	0,295	0,200	0,612	0,725	3,9779	
18	388,00	26,29	32,10	0,350	-0,440	18,09	3,0		
	0,285	0,383	0,336	0,093	0,100	0,133	0,588	1,9190	
19	435,00	23,69	31,06	0,440	-0,370	23,73	4,0		
	0,198	0,246	0,293	0,140	0,075	0,137	0,451	1,5406	
20	408,00	26,81	29,89	0,360	-0,400	10,32	3,0		
	0,248	0,410	0,244	0,067	0,000	0,506	0,588	2,0639	
21	594	16,79	21,46	0,39	-0,37	21,75	8		
	0,095	0,117	0,107	0,010	0,075	0,042	0,098	0,5436	
22	499,00	20,90	24,60	0,370	-0,410	15,06	6,0		
	0,080	0,099	0,024	0,041	0,025	0,278	0,176	0,7253	
23	536	18,88	23,99	0,42	-0,36	21,31	6		
	0,012	0,007	0,001	0,088	0,100	0,021	0,176	0,4060	
24	745	14,15	19,79	0,33	-0,37	28,49	13		
	0,373	0,256	0,176	0,145	0,075	0,365	0,784	2,1742	
25	424	24,17	27,49	0,38	-0,39	12,06	3		
	0,219	0,271	0,144	0,016	0,025	0,422	0,588	1,6855	
26	438	25,05	29,75	0,46	-0,5	15,79	5		
	0,193	0,318	0,239	0,192	0,250	0,243	0,314	1,7480	
27	502	19,82	25,39	0,39	-0,33	21,96	4		
	0,075	0,043	0,057	0,010	0,175	0,052	0,451	0,8631	
28	658	16,38	21,35	0,3	-0,35	23,29	8		
	0,213	0,138	0,111	0,223	0,125	0,116	0,098	1,0239	
								0,2612	min
								3,9779	max

Στον πάνω πίνακα είναι όλες οι τιμές αναλυτικά για όλη την εβδομάδα και ο τρόπος σύγκρισης και εύρεσης της αντιπροσωπευτικής διαδρομής.



Διάγραμμα 4.7.1 Ταχύτητας αντιπροσωπευτικής διαδρομής

Το πάνω διάγραμμα είναι η ταχύτητα της αντιπροσωπευτικής διαδρομής σε συνάρτηση με τον χρόνο και πώς αυτή φαίνεται.

Πίνακας 4.7.2 Συγκριτικά νούμερα

	Διάρκεια	Μεσος ορος ταχυτητας	Μεση ταχυτητας χωρις στασης	Μεγιστη επιταχυνση	Μεγιστη επιβραδυνση	%στασης	Αριθμός στάσεων
Μεση Τιμη	543	19,0	24,0	0,39	-0,40	20,87	7,3
Αντιπροσωπευτική διαδρομή	539	18,5	23,8	0,35	-0,41	22,12	7
Γρηγορη διαδρομη	273	37,3	40,5	0,50	-0,48	8,09	2
Αργη διαδρομη	833	12,4	17,8	0,28	-0,37	30,49	14

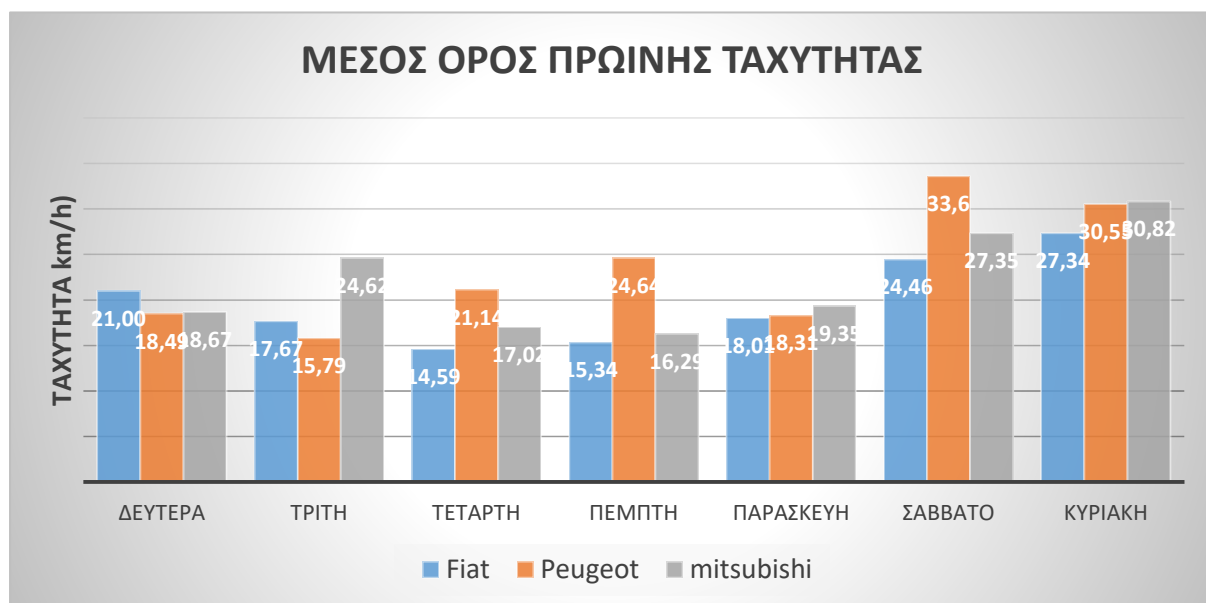


Διάγραμμα 4.7.3 Ταχύτητες σε συνάρτηση με τον χρόνο αντιπροσωπευτικής, αργής και γρήγορης διαδρομής

Στο πάνω διάγραμμα φαίνονται οι τρεις χαρακτηριστικές διαδρομές η αντιπροσωπευτική, η γρήγορη και η αργή διαδρομή. Αυτό που παρατηρείται είναι ότι όσο μεγαλύτερη ταχύτητα έχει αναπτυχθεί τόσο μικρότερη είναι σε διάρκεια η διαδρομή. Πιο συγκεκριμένα η γρήγορη διαδρομή που φαίνεται από το διάγραμμα έχει πιο υψηλή ταχύτητα σε όλη την διάρκεια σε σχέση με τις υπόλοιπες δυο διαδρομές. Σε κάποια σημεία ξεπερνώντας και την ταχύτητα των 60 (km/h) γίνεται μόνο μια στάση. Αυτή η διαδρομή πραγματοποιήθηκε την Κυριακή το πρωί. Η αντιπροσωπευτική διαδρομή βρίσκεται στην μέση τιμή σε σχέση με τις άλλες δυο διαδρομές και σε χρονική διάρκεια αλλά και σε ταχύτητα. Η αντιπροσωπευτική διαδρομή είναι αυτή της Πέμπτης το πρωί η οποία σε μεγάλα κομμάτια της είναι ομαλή σε ταχύτητα. Τελευταία έχουμε την πιο αργή διαδρομή αυτό που φαίνεται είναι ότι δεν αναπτυχθήκαν μεγάλες ταχύτητες εκτός από ένα μικρό κομμάτι στο τέλος της διαδρομής και υπάρχουν πολλές στάσεις όπου πολλές από αυτές είναι κοντά η μια με την άλλη. Η μεγαλύτερη σε διάρκεια διαδρομή σε όλη την εβδομάδα πραγματοποιήθηκε την Τετάρτη το μεσημέρι.

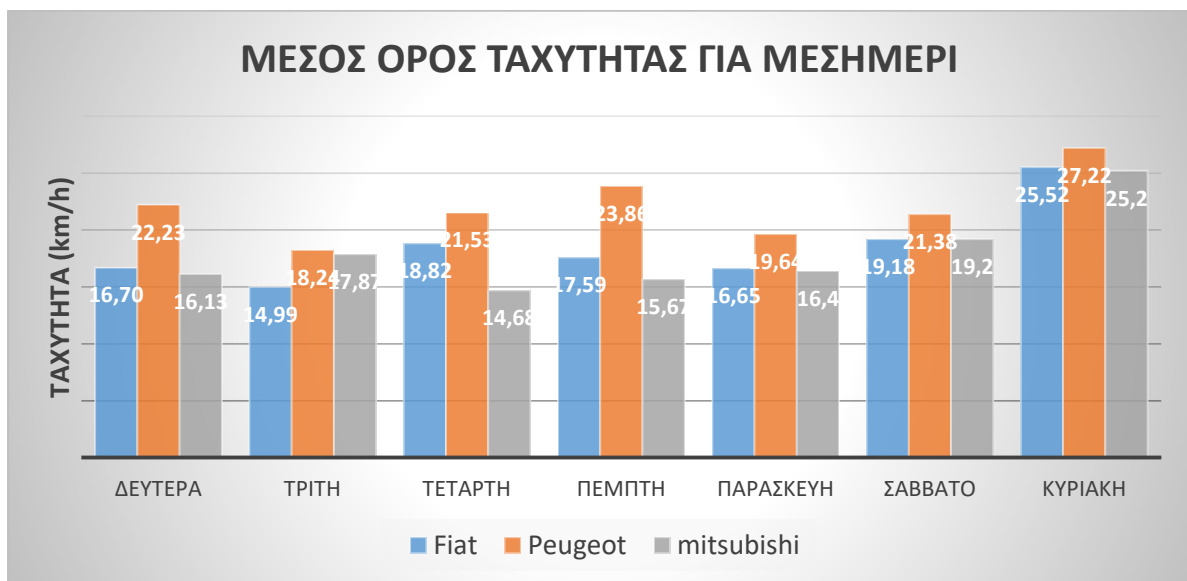
5. Σύγκριση δεδομένων με παλιότερες διπλωματικές εργασίες

Θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των δεδομένων που συλλέξαμε και έγιναν επεξεργασία με δυο παλιότερες πτυχιακές εργασίες που είχαν την ίδια ακριβώς διαδρομή και έχουν κάνει την ίδια επεξεργασία δεδομένων. Η πρώτη είναι του Κωνσταντίνου Μαρκάκη που πραγματοποίησε την λήψη δεδομένων των Οκτώβριο 2012 με αυτοκίνητο Peugeot 206 . Η δεύτερη είναι του Μπεγκαϊ Αλντο που έκανε λήψη δεδομένων τον Φεβρουάριο 2018 με αυτοκίνητο fiat panda του 2017.



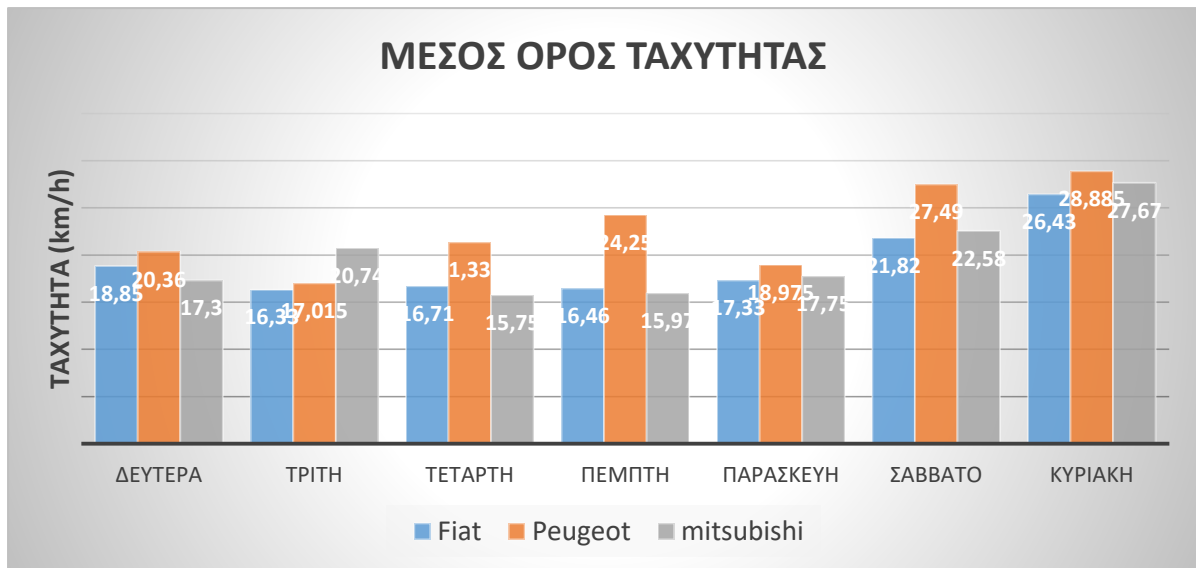
Διάγραμμα 5.1 Σύγκριση πρωινής ταχύτητας

Αυτό που βλέπουμε είναι ότι το peugeot έχει την πιο υψηλό μέσο ορό ταχύτητας που έχει αναπτυχθεί όλη την εβδομάδα, αυτό έγινε την ημέρα του Σαββάτου, ωστόσο έχει και την υψηλότερη ταχύτητα σε διάρκεια τριών (3) ημερών. Ενώ το fiat έχει την μεγαλύτερη ταχύτητα μόνο την Δευτέρα. το Mitsubishi έχει αναπτύξει τον υψηλότερο μέσο ορό ταχύτητας την Κυριακή 30.82 (km/h) αλλά και την μεγαλύτερη διαφορά σε σχέση με τα άλλα δυο αυτοκίνητα την έχει την Τρίτη με 7 μονάδες διαφορά. Την Κυριακή και την Παρασκευή τα τρία οχήματα έχουν πολύ κοντινές τιμές, υποθέτουμε πως ο λόγος είναι πως δεν υπήρξε κίνηση εκείνη την ημέρα στον δρόμο. Οι τιμές του Fiat και Mitsubishi είναι λίγο πιο κοντά σε σχέση με το Peugeot.



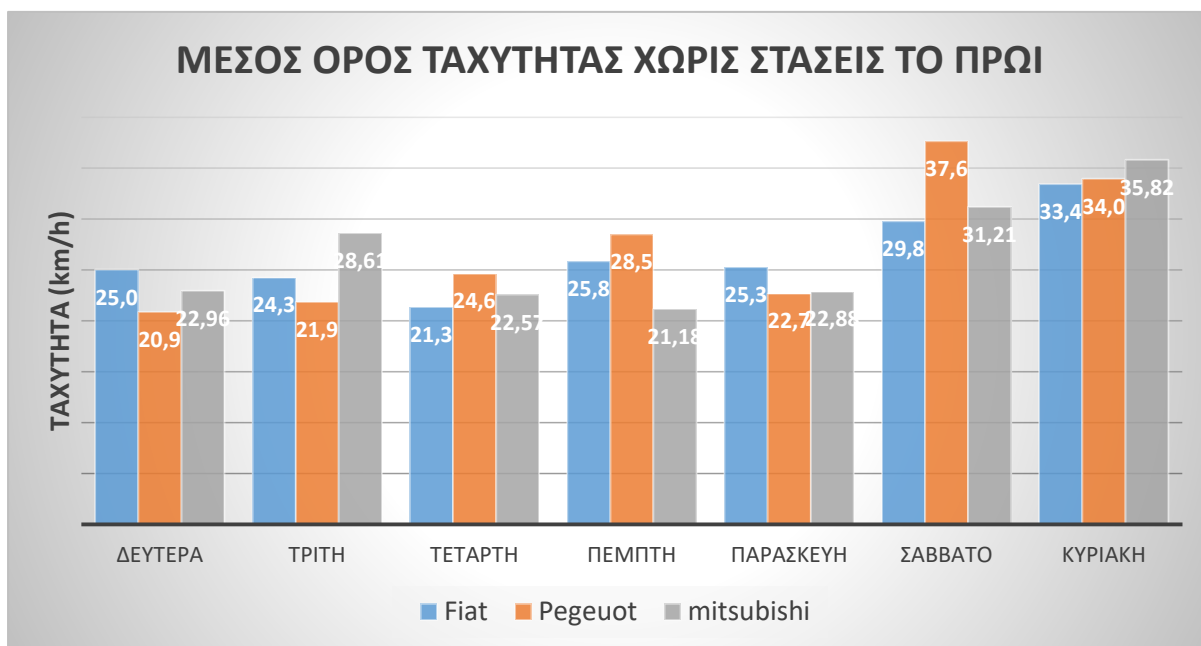
Διάγραμμα 5.2 Σύγκριση μεσημεριανής ταχύτητας

Θα εξετάσουμε την μέση ταχύτητα για το μεσημέρι για όλη την εβδομάδα. Με μια πρώτη ματιά βλέπουμε ότι η υψηλότερη ταχύτητα για της εβδομάδας μετρήσεων είναι την Κυριακή από το peugeot. Το Fiat σε σχέση με το Mitsubishi είναι πιο γρήγορο τις 5 ημέρες της εβδομάδας. Συγκεκριμένα είναι πιο γρήγορο την Τρίτη και το Σάββατο για ελάχιστες μονάδες. Το peugeot είναι πιο γρήγορο από το Mitsubishi κατά τη διάρκεια της εβδομάδας. Με την ημέρα που πλησιάζει πιο κοντά σε ταχύτητα το Mitsubishi να είναι η Τρίτη. Ακόμη βλέπουμε πως το fiat και το mitsubishi είναι πιο κοντά στις πιο πολλές τιμές οι οποίες είναι πιο ομαλές, σε σχέση με το peugeot. Το οποίο ήταν πιο γρήγορο σε ταχύτητα στο πειραματικό στάδιο με την μεγαλύτερη διαφορά στις τιμές να είναι την Πέμπτη.



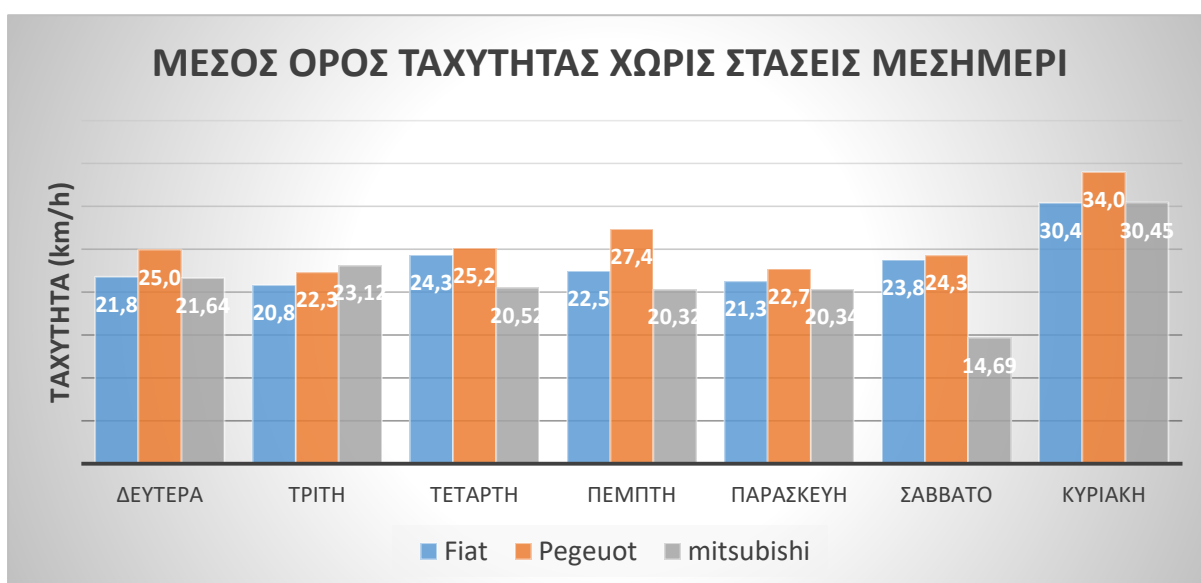
Διάγραμμα 5.3 Συνολική ταχύτητα ανά ημέρας

Κοιτώντας το παραπάνω διάγραμμα που έχει τις συγκεντρωτικές ταχύτητες ανά ημέρα, αυτό που παρατηρούμε είναι ότι Peugeot σε σχέση με το Mitsubishi έχει υψηλότερη ταχύτητα σε 6 από τις 7 ημέρες. Με την Πέμπτη να έχει σχεδόν 10 μονάδες διαφορά η οποία είναι αρκετά σημαντική. Το Mitsubishi μόνο την Τρίτη έχει υψηλότερη ταχύτητα με μια διαφορά με λίγο παραπάνω από 3 μονάδες. Αν συγκρίνουμε της ημερήσιες ταχύτητες του Fiat με το Mitsubishi φαίνεται ότι το Fiat έχει σε τρεις ημέρες υψηλότερη ταχύτητα αλλά με πολύ μικρή διαφορά. Το Mitsubishi από τις επτά ημέρες έχει την μεγαλύτερη διαφορά στις τέσσερις ημέρες, η οποία κυμαίνεται στα 4 (km/h) την ημέρα Τρίτη. Αυτό που είναι πολύ εμφανές είναι ότι το Fiat και το Mitsubishi είναι πάρα πολύ κοντά όλοι στην ταχύτητα κατά όλη τη διάρκεια λήψεων των μετρήσεων.



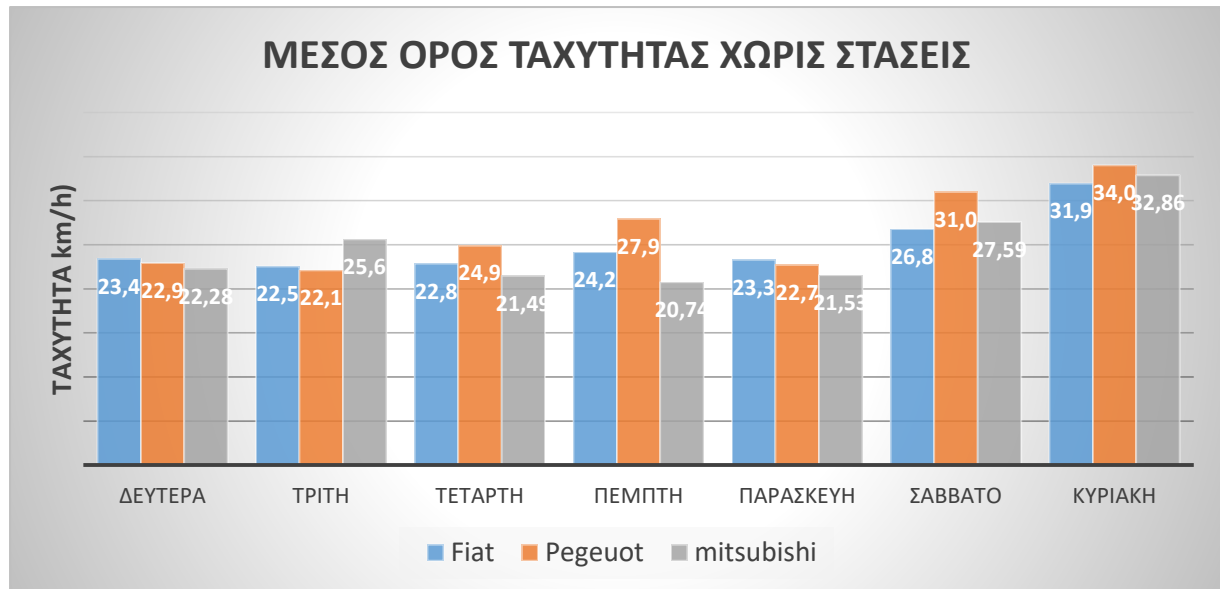
Διάγραμμα 5.4 Σύγκριση ταχύτητας χωρίς στάσεις για τις πρωινές διαδρομές

Στο παραπάνω διάγραμμα υπάρχουν οι ταχύτητες των τριών οχημάτων χωρίς στάσεις για τις πρωινές διαδρομές. Με μια πρώτη ματιά είναι ορατό οι ταχύτητες χωρίς στάσεις έχουν μεγαλύτερες τιμές από τις ταχύτητες με στάση. Κοιτώντας τις ταχύτητες του Fiat και το Mitsubishi φαίνεται ότι το δεύτερο αμάξι έχει στις τέσσερις ημέρες από τις συνολικά επτά την υψηλότερη ταχύτητα, με μεγαλύτερη την Κυριακή με 35,82 (km/h). Συγκρίνοντας τις τιμές του Peugeot με του Mitsubishi βλέπουμε ότι το Mitsubishi έχει σε τέσσερις ημέρες υψηλότερη ταχύτητα. Συγκρίνοντας και τα τρία αυτοκίνητα το Mitsubishi είναι σε δύο ημέρες ταχύτερο, παρομοίως και το fiat. Ενώ το Peugeot σε τρεις ημέρες έχει την υψηλότερη εβδομαδιαία ταχύτητα, το Σάββατο για τις πρωινές διαδρομές και την Δευτέρα την χαμηλότερη.



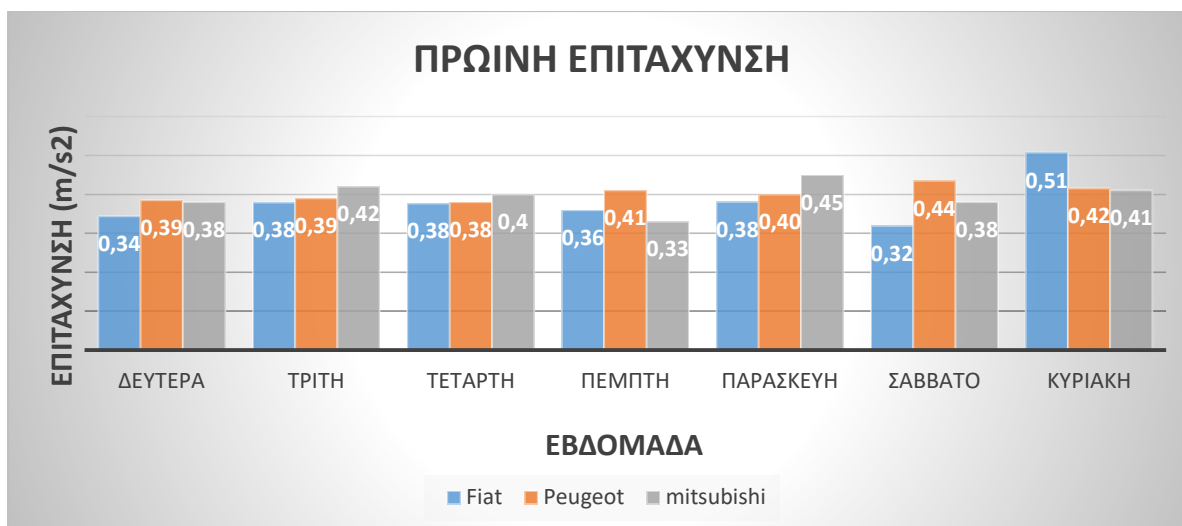
Διάγραμμα 5.5 Σύγκριση ταχύτητας χωρίς στάσεις για το μεσημέρι

Ρίχνοντας μια ματιά στις ταχύτητες του Peugeot και του Mitsubishi είναι ορατό ότι το Peugeot έχει πιο μεγάλες ταχύτητες τις έξι από τις επτά ημέρες, το Mitsubishi έχει μόνο την τρίτη μεγαλύτερη ταχύτητα. Οι ταχύτητες του Fiat είναι στις πέντε από τις επτά μέρες μεγαλύτερες από το πειραματικό όχημα όμως η διαφορά τους είναι μικρή. Ενώ στις υπόλοιπες δύο ημέρες η ταχύτητα του οχήματος μας ξεπερνάει αυτή του Fiat, με τη Τρίτη να υπάρχει μια αισθητή διαφορά και την Κυριακή να είναι αμελητέα η διαφορά. Συγκρίνοντας τις τιμές χωρίς στάση φαίνεται ότι είναι κοντά τις περισσότερες ημέρες.



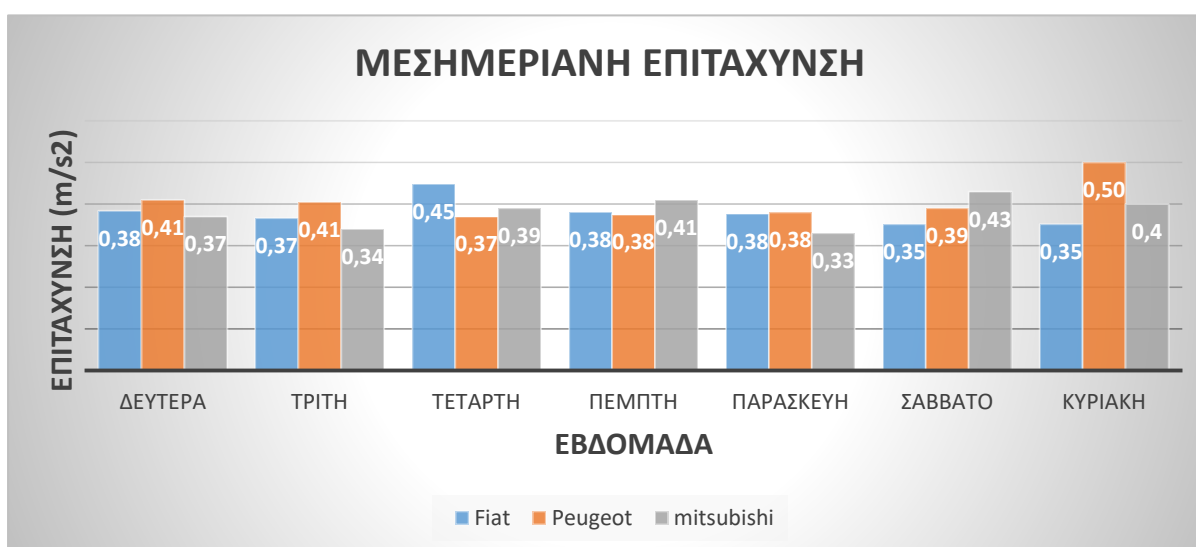
Διάγραμμα 5.6 Σύγκριση ταχύτητας χωρίς στάσεις ολικό

Οι τιμές που αναγράφονται στον πάνω διάγραμμα είναι το άθροισμα των πρωινών και μεσημεριανών ταχυτήτων χωρίς στάσεις. Οι τρεις πρώτες μέρες είναι κοντά σε ταχύτητα και επίσης έχουμε ομαλές ταχύτητες. Από την Παρασκευή μέχρι το τέλος των μετρήσεων έχουμε μια σταδιακή άνοδο της ταχύτητας και για τα τρία αυτοκίνητα. Το Mitsubishi έχει σε τρεις ημέρες μεγαλύτερη ταχύτητά από το Fiat, με την υψηλότερη την Κυριακή 32,86 (km/h). Αν συγκρίνουμε της ταχύτητες του Peugeot με το Mitsubishi βλέπουμε ότι το Peugeot έχει μεγαλύτερη ταχύτητα τις έξι ημέρες, η μονή ημέρα να έχει μεγαλύτερη ταχύτητα το Mitsubishi την τρίτη.



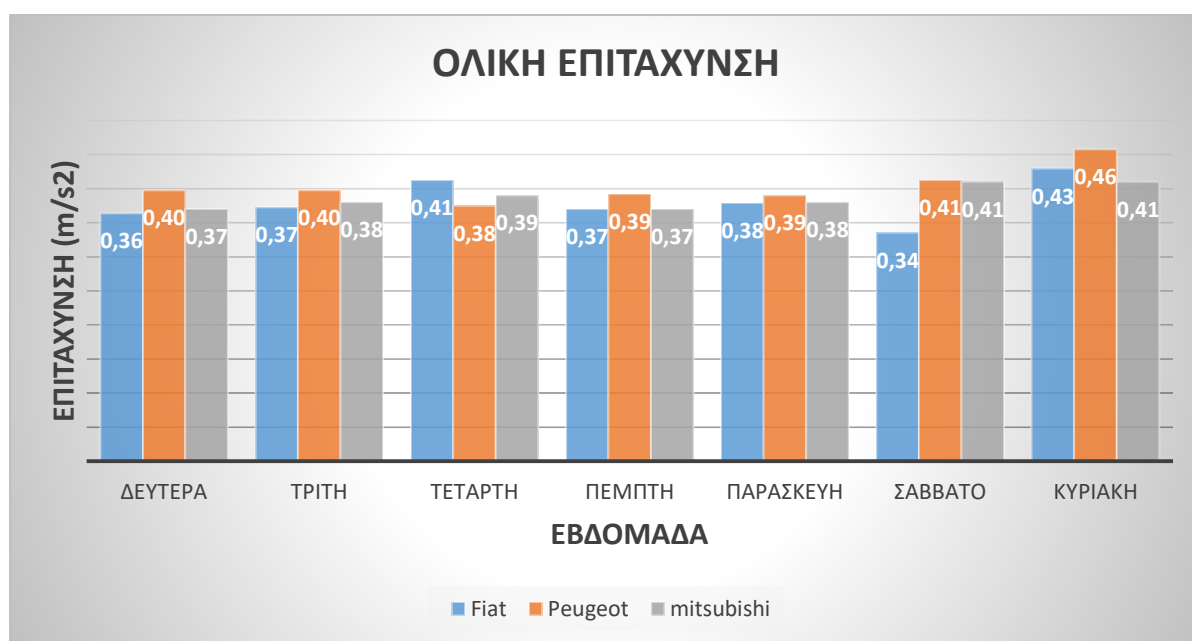
Διάγραμμα 5.7 Σύγκριση πρωινής επιτάχυνσης

Το fiat έχει την πιο μεγάλη επιτάχυνση σε όλη την εβδομάδα και από τα τρία οχήματα την ημέρα Κυριακή. Ένας από του λόγους είναι ότι την Κυριακή το πρωί το fiat έκανε την πρώτη του διαδρομή και λόγω απειρίας στον τρόπο λήψης δεδομένων έκανε μεγάλες επιτάχυνσης με συνδιασμό του άδειου δρόμου. Το fiat σε σχέση με το Mitsubishi έχει σε δύο ημέρες μεγαλύτερη επιτάχυνση, την Κυριακή και την Πέμπτη, με της Κυριακής να έχει 10 μονάδες διαφορά. Αντίστοιχα και η σύγκριση του Peugeot με το Mitsubishi μας δείχνει ότι το Peugeot έχει μεγαλύτερη επιτάχυνση στις τέσσερις από επτά ημέρες, σε δύο από τις ημέρες της εβδομάδας είναι πολύ κοντά στην επιτάχυνση, την Δευτέρα και την Κυριακή. Και τα 3 αυτοκίνητα από την Δευτέρα μέχρι την Τετάρτη έχουν ομαλές επιταχύνσεις και κοντινές τιμές, από την Πέμπτη μέχρι την Κυριακή υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις μεταξύ τους τιμές. Οι πρωινές τιμές της επιτάχυνσης για το Mitsubishi είναι οι πιο μεταβαλλόμενες κοιτώντας το διάγραμμα για όλη την εβδομάδα.



Διάγραμμα 5.8 Σύγκριση μεσημεριανών επιταχύνσεων

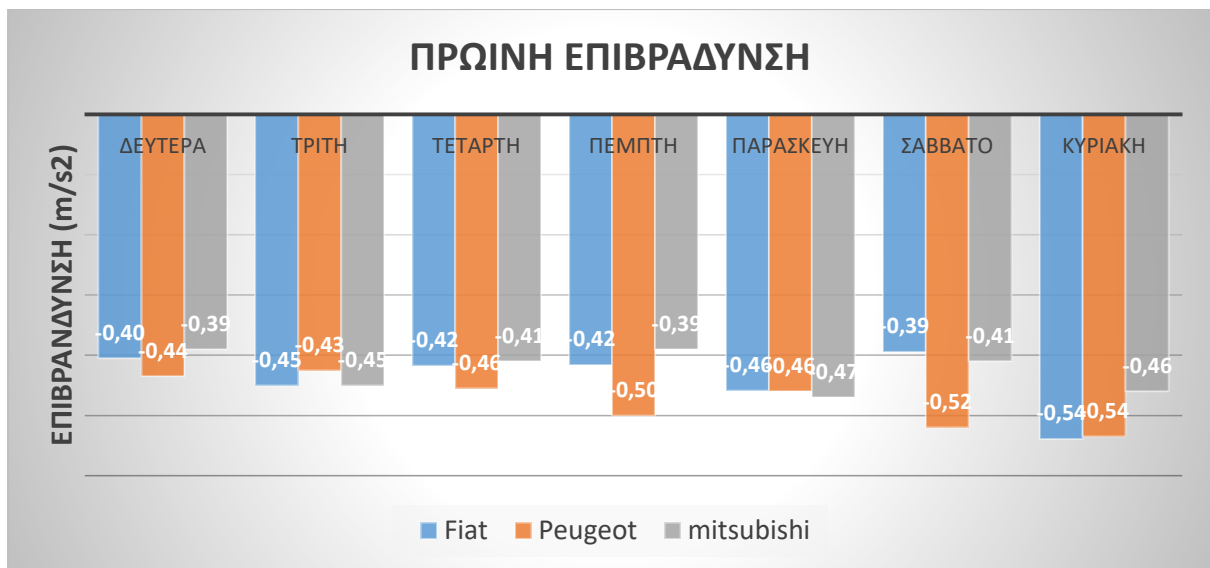
Το Peugeot έχει την μεγαλύτερη επιτάχυνση με την τιμή να είναι 0,5 (m/s) την ημέρα Κυριακή. Συγκρίνοντας τις επιτάχυνσης του Peugeot με τα πιο πρόσφατα δεδομένα φαίνεται σε τέσσερις ημέρες μεγαλύτερη επιτάχυνση από το Mitsubishi, όπου η μεγαλύτερη επιτάχυνση που πέτυχε το Mitsubishi είναι το Σάββατο με 0,43 (m/s). Το Mitsubishi έχει σε τρεις μέρες μεγαλύτερη επιτάχυνση από το Fiat, και σε δύο ημέρες την Πέμπτη και το Σάββατο μεγαλύτερη επιτάχυνση και από τα δυο αυτοκίνητα. Το Mitsubishi δεν έχει πολύ σταθερές επιταχύνσεις κατά την διάρκεια της εβδομάδας. Την Τετάρτη το Fiat έχει την μεγαλύτερη επιτάχυνση που πέτυχε στην εβδομάδα και αυτό είναι λόγω της αυξημένης κίνησης που είχε συναντήσει, κάνει εκκίνηση την ημέρα φτάνοντας την τιμή 0,45 (m/s).



Διάγραμμα 5.9 Σύγκριση για την ολική επιτάχυνση

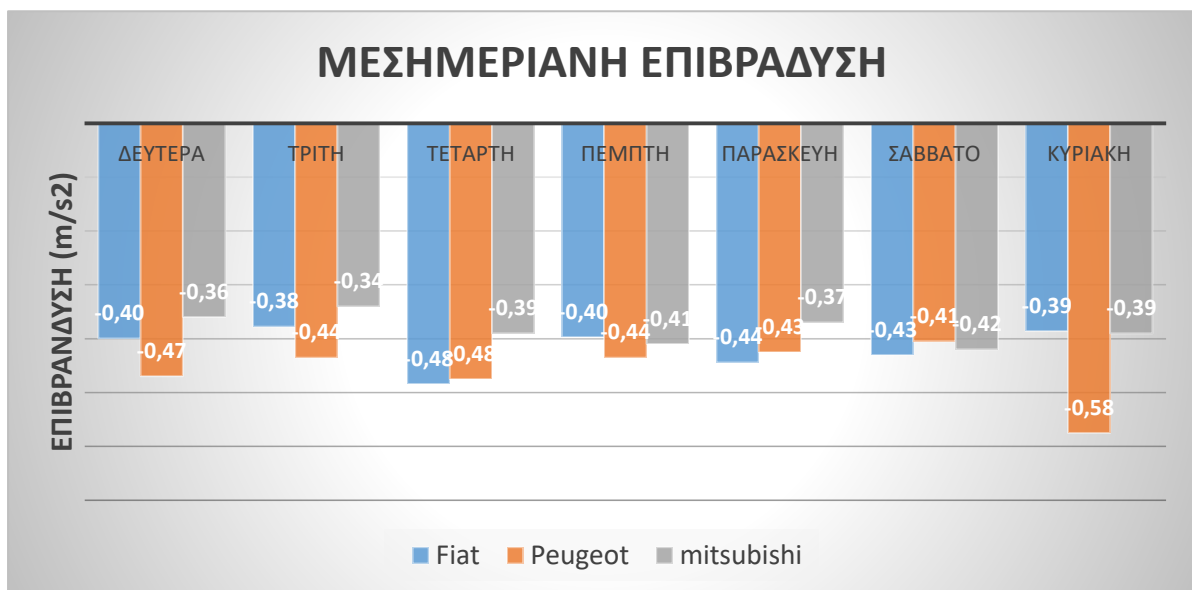
Στο πάνω διάγραμμα είναι το σύνολο των επιταχύνσεων πρωί και μεσημέρι για όλες τις μετρήσεις, σε αυτό το διάγραμμα θα γίνει μια ανάλυση της επιτάχυνσης για το σύνολο της κάθε ημέρας.

Σε σχέση με τις πρωινές και μεσημεριανές μετρήσεις εδώ οι τιμές και για τα τρία αυτοκίνητα είναι πιο κοντά και είναι πιο ομαλές όλη την εβδομάδα εκτός από το Σάββατο όπου το Fiat έχει την μικρότερη επιτάχυνση της εβδομάδας και υπάρχει διαφορά με τα άλλα δύο αυτοκίνητα. Το Mitsubishi έχει σε τρεις ημέρες μεγαλύτερη επιτάχυνση από το Fiat, την Παρασκευή και την Πέμπτη έχουν την ίδια επιτάχυνση και όλες τις ημέρες εκτός από το Σάββατο οι τιμές είναι πάρα πολύ κοντά. Το Mitsubishi σε σχέση με το Peugeot έχει μόνο την Τετάρτη μεγαλύτερη επιτάχυνση, το Σάββατο έχουν την ίδια επιτάχυνση και τις υπόλοιπες ημέρες το Peugeot έχει λίγο υψηλότερες τιμές.



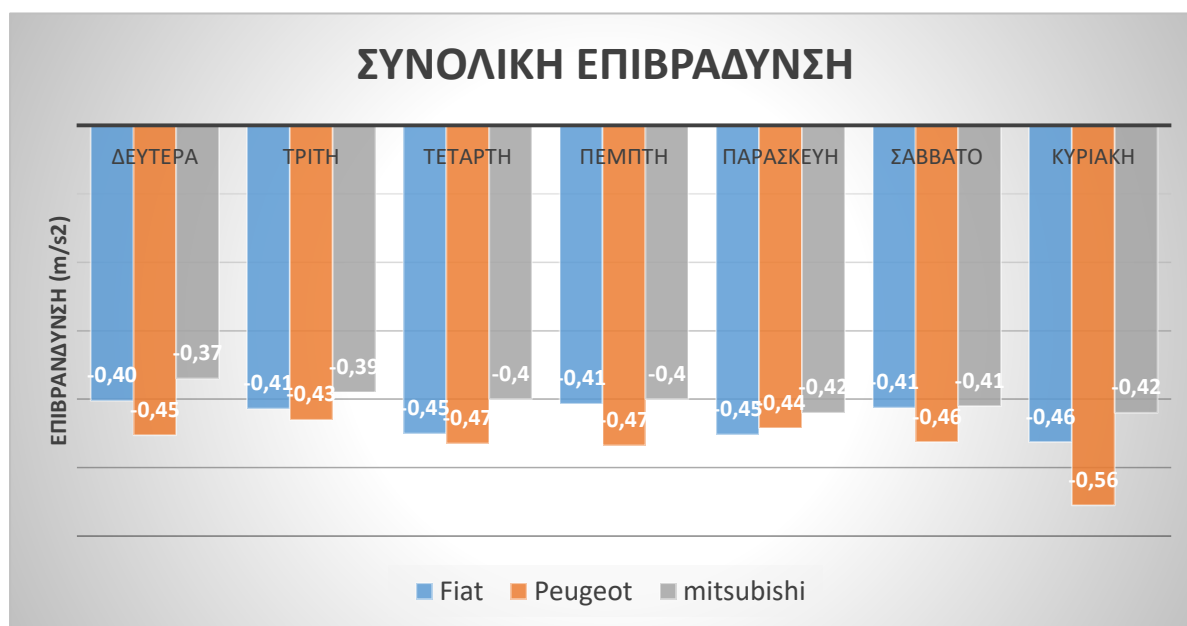
Διάγραμμα 5.10 Σύγκριση για τις πρωινές επιβράδυνσης

Στο πάνω διάγραμμα φαίνονται οι επιβραδύνσεις για τις πρωινές μετρήσεις των τριών αυτοκινήτων. Το Mitsubishi έχει την Παρασκευή και το Σάββατο λίγο μεγαλύτερη επιβράδυνση από το fiat, την Τρίτη έχουν ίδια επιβράδυνση και τις υπόλοιπες μέρες το Fiat έχει μεγαλύτερη επιβράδυνση, με την μόνη μεγάλη διαφορά τιμής τα αυτοκίνητα να έχουν την Κυριακή. Το Mitsubishi έχει την Τρίτη και την Παρασκευή για ελάχιστες μονάδες μεγαλύτερη επιβράδυνση από το Peugeot και την μεγαλύτερή διαφορά την συναντάμε την Πέμπτη. Το Peugeot και το Fiat την Κυριακή και την Παρασκευή έχουν την ίδια επιβράδυνση. Τα τρία αυτοκίνητα δεν έχουν σταθερές μεταβολές κατά την διάρκεια της εβδομάδας ενώ το αυτοκίνητο με τις μικρότερες επιβραδύνσεις για τις πρωινές διαδρομές είναι το Mitsubishi.



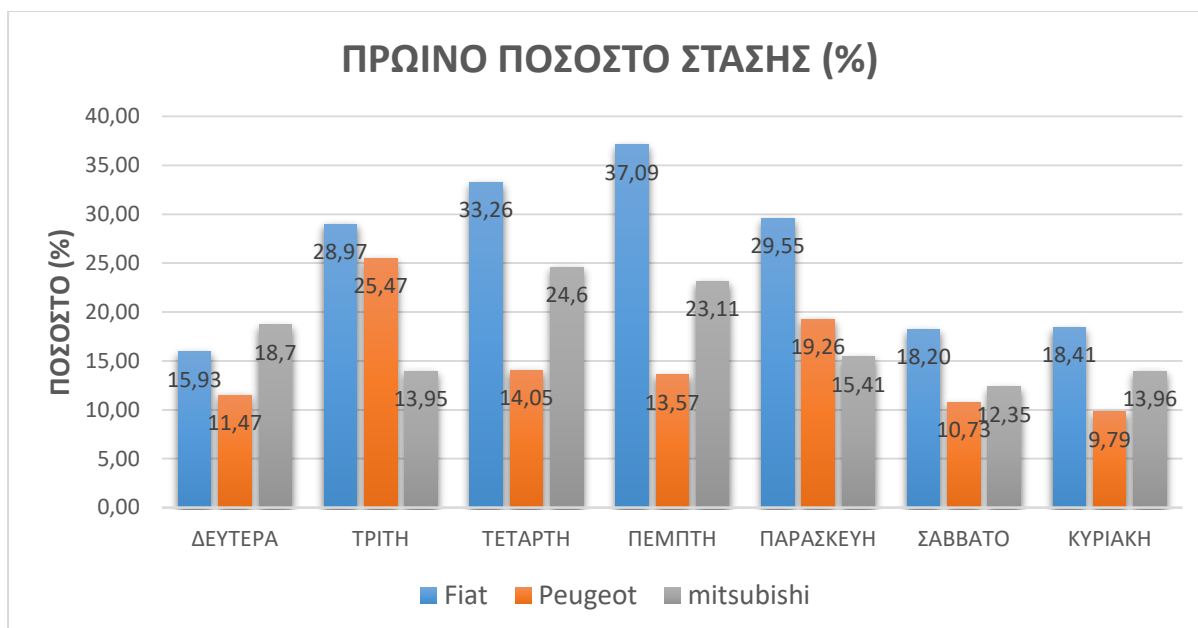
Διάγραμμα 5.11 Σύγκριση επιβράδυνσης μεσημεριανών μετρήσεων

Στο διάγραμμα 5.11 μπορούμε να δούμε τις επιβραδύνσεις για το μεσημέρι για την κάθε μέρα λήψης μετρήσεων. Αυτό που βλέπουμε είναι ότι το Mitsubishi σε σύγκριση με το Fiat έχει μόνο την Πέμπτη μεγαλύτερη επιβράδυνση. Την Κυριακή έχουν την ίδια επιβράδυνση ενώ τις άλλες μέρες το Fiat έχει μεγαλύτερες τιμές επιβράδυνσης από το Mitsubishi. Το Peugeot έχει σε έξι ημέρες μεγαλύτερη επιβράδυνση από το Mitsubishi με την Κυριακή να είναι η ημέρα με την μεγαλύτερη διαφορά επιβράδυνσης, ταυτόχρονα να είναι και η μεγαλύτερη τιμή της εβδομάδας. Το Mitsubishi μόνο την Πέμπτη είχε ελάχιστα μεγαλύτερη επιβράδυνση και έχει τις χαμηλότερες τιμές επιβράδυνσης τις περισσότερες μέρες της εβδομάδας. Οι τιμές δεν είναι σταθερές και για τα τρία αυτοκίνητα. Το Mitsubishi έχει πιο σταθερές τιμές από το σύνολο των οχημάτων..



Διάγραμμα 5.12 Συνολική επιβράδυνση των οχημάτων

Στο διάγραμμα 5.12 φαίνεται η συνολική επιβράδυνση για τα τρία αυτοκίνητα, σε αυτό το διάγραμμα υπάρχει μια καθαρή εικόνα για την επιβράδυνση της κάθε ημέρας. Το Mitsubishi δεν έχει σε καμία μέρα μεγαλύτερη επιβράδυνση από το Fiat. Το Σάββατο έχουν την ίδια τιμή επιβράδυνσης. Το Peugeot στην συνολική επιβράδυνση έχει μεγαλύτερες τιμές από το Mitsubishi, κατά όλη την διάρκεια της εβδομάδας, με την μεγαλύτερη διαφορά να είναι την Κυριακή. Αυτό που καταλαβαίνουμε από αυτό διάγραμμα είναι ότι το Mitsubishi στην συνολική επιβράδυνση έχει τις πιο χαμηλές τιμές και από τα τρία αυτοκίνητα και οι μεταβολές των τιμών είναι πολύ ομαλές με μικρές αλλαγές. Το Peugeot έχει τις μεγαλύτερες επιβραδύνσεις και από τα τρία αυτοκίνητα με κάποιες μέρες να έχει μεγάλες διαφορές στην επιβράδυνση με λίγο ασταθείς μεταβολές. Το Fiat είναι στην μέση των άλλων δύο αυτοκινήτων στις συνολικές τιμές επιβράδυνσης. Το Mitsubishi φαίνεται να έχει τις πιο ομαλές συνολικές επιβραδύνσεις κατά τη διάρκεια όλων των ημερών.

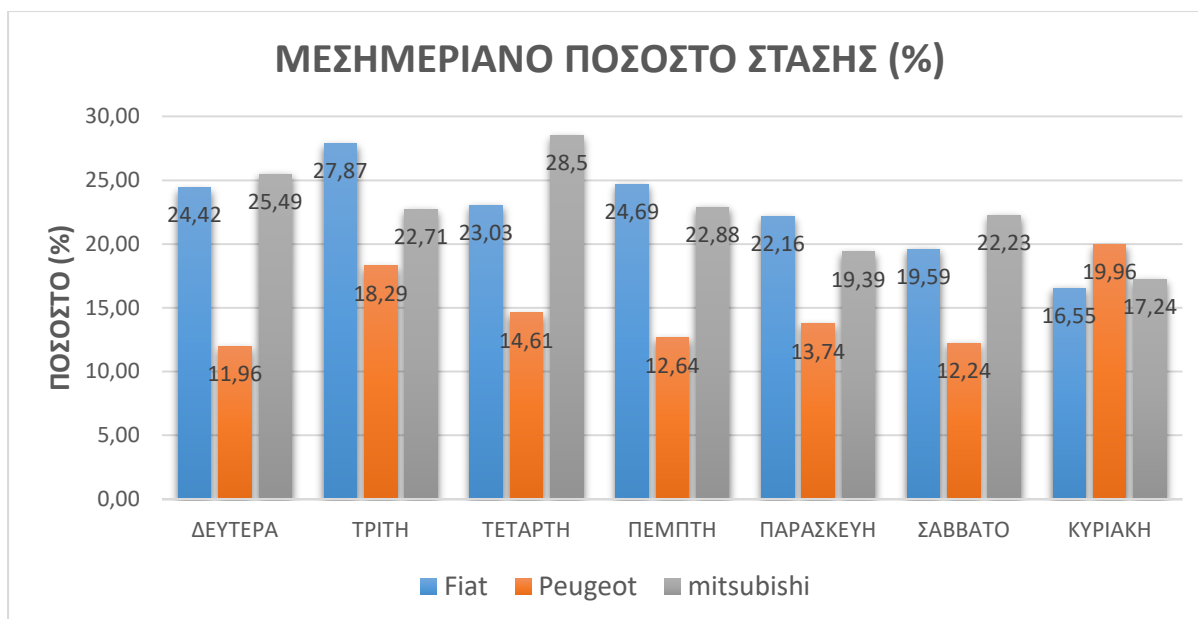


Διάγραμμα 5.13 Ποσοστό στάσεων για τις πρωινές διαδρομές

Σε αυτό το διάγραμμα φαίνεται το ποσοστό στάσεων που έκαναν τα αυτοκίνητα για τις πρωινές διαδρομές. Το διάγραμμα μας δείχνει ότι το Fiat έχει σε έξι ημέρες μεγαλύτερο ποσοστό στάσης από το Mitsubishi με μόνη ημέρα με χαμηλότερο ποσοστό στάσης την Δευτέρα, με μικρή διαφορά στο ποσοστό. Το Fiat έχει το μεγαλύτερο ποσοστό στάσης για τις πρωινές διαδρομές και από τα τρία αυτοκίνητα φτάνοντας το μεγαλύτερο ποσοστό την Τετάρτη με 37,09 (%).

Το Mitsubishi σε σχέση με το Peugeot έχει σε πέντε ημέρες μεγαλύτερο ποσοστό στάσης, με μόνες ημέρες που το Peugeot έχει μεγαλύτερο ποσοστό στάσης να είναι την Τρίτη και Παρασκευή. Επιπρόσθετα το ποσοστό στάσης το Σάββατο και την Κυριακή είναι το πιο κοντινό από όλη την εβδομάδα για τα δυο αυτοκίνητα. Το μεγαλύτερο ποσοστό στάσης για το Mitsubishi είναι την τέταρτη με 24,6 (%) και το μικρότερο την Τρίτη με 13,95 (%).

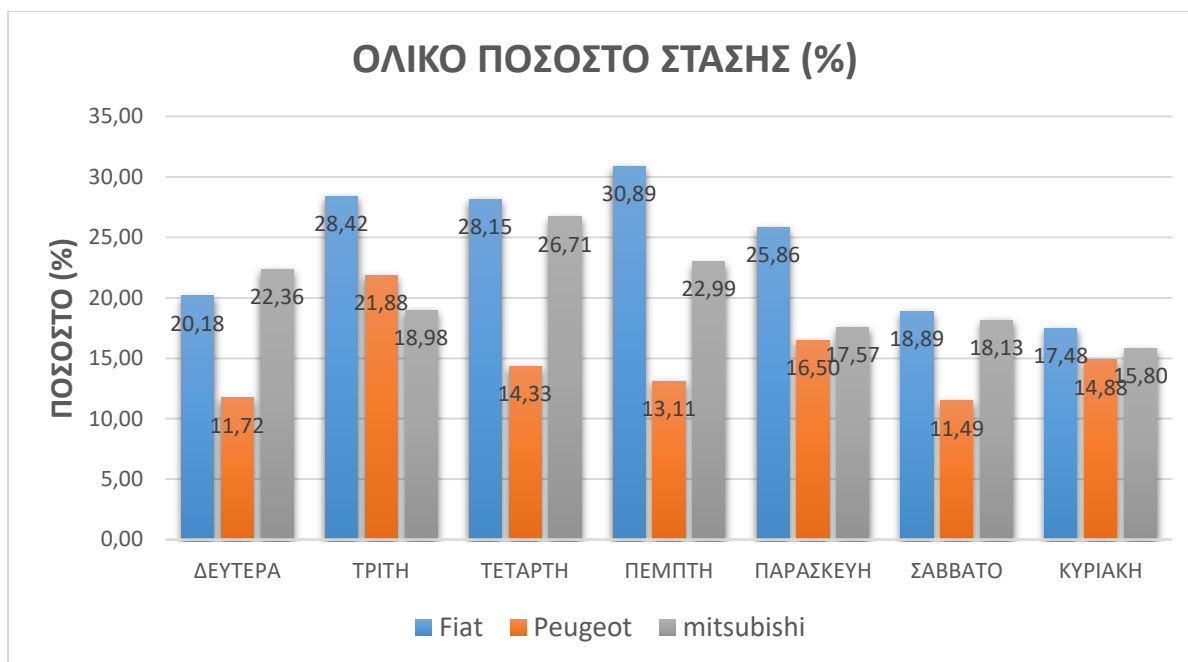
Είναι ξεκάθαρο ότι το Peugeot έχει το χαμηλότερο ποσοστό στάσης και μάλιστα σε μερικές ημέρες με αρκετά μεγάλη διαφορά με τα άλλα δυο αυτοκίνητα. Το Mitsubishi βρίσκεται κάπου στην μέση με το ποσοστό στάσης που έχει πραγματοποιήσει.



Διάγραμμα 5.14 Ποσοστό στάσης για τις μεσημεριανές διαδρομές

Στο διάγραμμα 5.14 υπάρχουν τα ποσοστά στάσεων για το μεσημέρι για τα τρία αυτοκίνητα. Αυτό που είναι πολύ εμφανές είναι ότι το Mitsubishi σε όλες τις ημέρες της εβδομάδας έχει κάνει άνοδο στα ποσοστά στάσεων για τις μεσημεριανές διαδρομές αλλά σε κάποιες μέρες έχει κάνει άνοδο σχεδόν 10(%). Με τις δυο ημέρες με την μεγαλύτερη άνοδο να είναι την τρίτη και το Σάββατο που είχαμε το μικρότερο ποσοστό στάσης για τις πρωινές μετρήσεις.

Το Fiat έχει μικρότερα ποσοστά στάσης στις μεσημεριανές διαδρομές σε σχέση με τις πρωινές. Μάλιστα τις δυο ημέρες με το μεγαλύτερο ποσοστό στάσης την Τετάρτη και την Πέμπτη να έχουν μειωθεί κατά 10(%) και 13(%) αντίστοιχα. Έχοντας μειωμένο ποσοστό στάσης για όλες τις ημέρες εκτός από την Δευτέρα που έχει αυξημένο ποσοστό στάσης κοντά 9%. Το Peugeot δεν έχει πολύ μεγάλες αλλαγές στο ποσοστό στάσης του, οι δυο ημέρες που υπάρχουν έντονες διαφορές στα ποσοστά στάσης είναι την Κυριακή που υπάρχει μια άνοδος 10% και τη ημέρα Τρίτη υπάρχει μια μείωση στο ποσοστό στάσης κατά 7%. Αυτό που παρατηρείται είναι ότι το Mitsubishi μεγάλωσε το ποσοστό στάσης σε σχέση με το πρωί έχοντας το μεγαλύτερο ποσοστό στάσης για τις μεσημεριανές διαδρομές με 28,5(%) την ημέρα Τρίτη. Το fiat έκανε σημαντικές μειώσεις στο ποσοστό στάσης στις μεσημεριανές διαδρομές. Το Peugeot δεν είχε μεγάλες αλλαγές στο ποσοστό στάσης με εξαίρεση δυο ημέρες την Κυριακή και την Τρίτη.



Διάγραμμα 5.15 Ολικό ποσοστό στάσης των οχημάτων

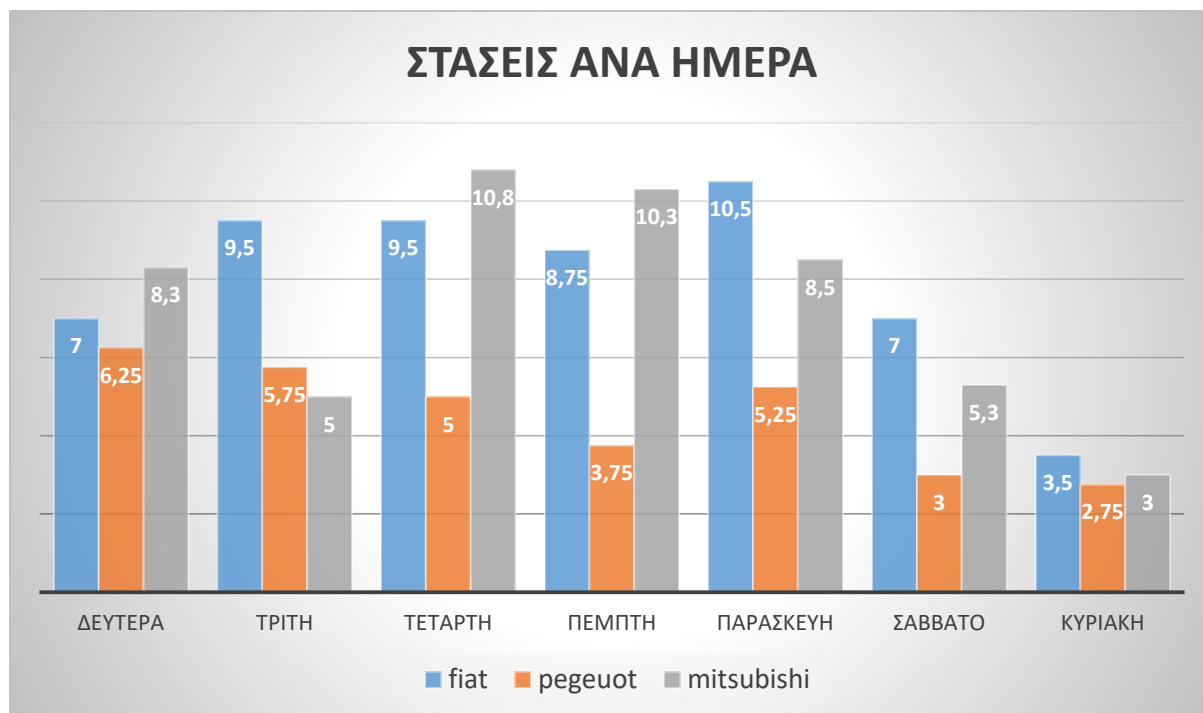
Στο παραπάνω διάγραμμα είναι το ολικό ποσοστό στάσης για όλη την εβδομάδα. Τα ποσοστά στάσης για το Fiat και το Mitsubishi έχουν συμπυκνωθεί γιατί είχαν μεγάλες διαφορές οι πρωινές μετρήσεις με τις μεσημεριανές. Το Peugeot έχει το χαμηλότερο ποσοστό στάσης από τα τρία αυτοκίνητα με την μόνη ημέρα που ξεπερνάει το 20 (%) να είναι την Τρίτη όπου είναι το δεύτερο αμάξι με το μεγαλύτερο ποσοστό εκείνη την ημέρα. Όλες τις άλλες μέρες έχει το χαμηλότερο ποσοστό στάσης συγκριτικά με τα άλλα τρία οχήματα, εξαιρώντας την Τρίτη που έχει την μεγαλύτερη τιμή τις άλλες ημέρες έχει μικρές αλλαγές στο ποσοστό στάσης ανά ημέρα.

Το Mitsubishi σε σύγκριση με το Fiat έχει μόνο την Δευτέρα μεγαλύτερο ποσοστό στάσης όπου και η διαφορά είναι κοντά 2 (%), όλες τις άλλες μέρες έχει μεγαλύτερο ποσοστό το Fiat, με την Τρίτη να είναι η μεγαλύτερη διαφορά σχεδόν 10 (%). Κάποιες άλλες διαφορές σχετικά μεγάλες υπάρχουν την Τετάρτη κοντά 8 (%) και την Παρασκευή κοντά στο 7 (%) ενώ τις άλλες ημέρες ποσοστά στάσης είναι πιο κοντά μεταξύ τους.

Βλέποντας το ολικό ποσοστό στάσης και για τα τρία αυτοκίνητα είναι εμφανές ότι το Fiat έχει το μεγαλύτερο ποσοστό στάσης φτάνοντας μέχρι το 30,89 (%) την ημέρα Πέμπτη. Το Fiat έχει μια ομαλή άνοδο στο ποσοστό στάσης από τη Δευτέρα μέχρι την Πέμπτη όπου είναι και το μεγαλύτερο ποσοστό. Από την πέμπτη μέχρι Κυριακή έχει ομαλή πτώση του ποσοστού στάσης φτάνοντας στο πιο χαμηλό της που είναι 17,48 (%).

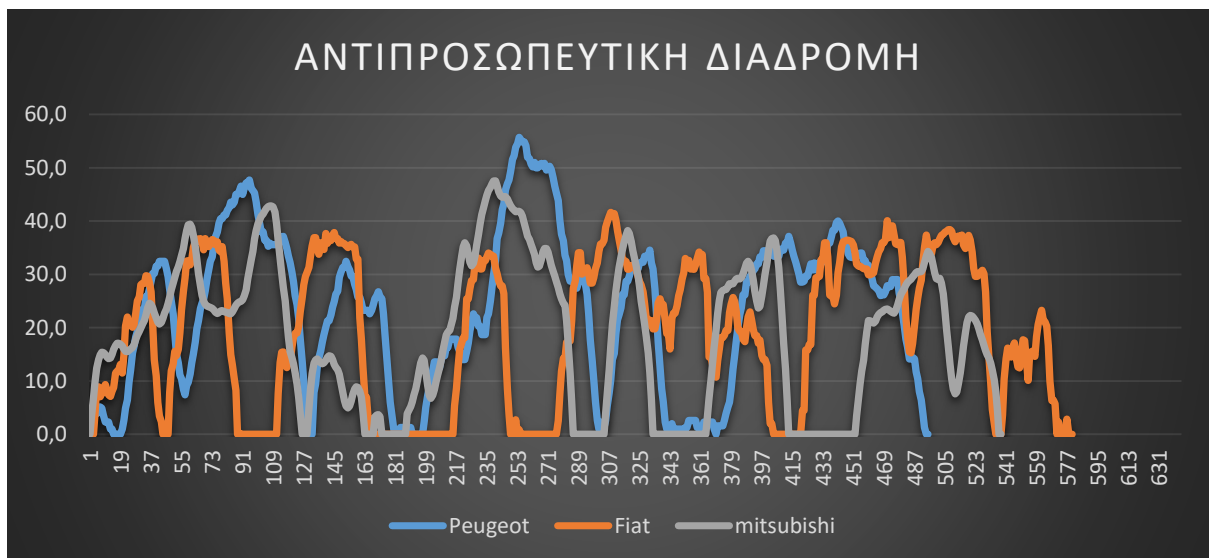
Το Peugeot έχει τα χαμηλότερα ποσοστά στάσης έχοντας σε έξι από τις επτά ημέρες μικρότερο ποσοστό από 17,48 %, όπου το ποσοστό αυτό είναι το χαμηλότερο της εβδομάδας για το Fiat. Οι τιμές δεν έχουν κάποια σταθερότητα ως προς μια άνοδο ή κάθοδο, είναι ασταθής χωρίς να έχουν μεγάλες διαφορές από μέρα σε μέρα. Οι τιμές του Mitsubishi βρίσκονται ενδιάμεσα στο από τις τιμές των άλλων δύο οχημάτων, παρατηρείται είναι ότι υπάρχει μια ομαλή πτώση στο

ποσοστό στάσης από την Τετάρτη μέχρι την Κυριακή όπου είναι και το χαμηλότερο ποσοστό της εβδομάδας με 15,8 (%).



Διάγραμμα 5.16 Στάσεις ανά ημέρα

Στο διάγραμμα αυτό είναι ο μέσος όρος των τεσσάρων διαδρομών που πάρθηκε για κάθε ημέρα βγάζοντας με αποτέλεσμα να έχουμε τις στάσεις ανά ημέρα. Αυτό που είναι ξεκάθαρο ότι το Peugeot έχει τις λιγότερες στάσεις ανά ημέρα σε σύγκριση με το Mitsubishi. Μόνο την ημέρα Τρίτη έχει πιο πολλές στάσεις ανά ημέρα το Mitsubishi έχει σχεδόν τριπλάσιες στάσεις από το Peugeot την ημέρα πέμπτη. Το Fiat έχει σε τέσσερις ημέρες περισσότερες στάσεις από το Mitsubishi. Τα δύο αυτοκίνητα δεν έχουν μεγάλες διαφορές στις στάσεις που κάνουν εκτός από την τρίτη όπου το Fiat κάνει σχεδόν της διπλάσιες στάσεις. Το Peugeot κινείται κατά όλη την διάρκεια της εβδομάδας σε λίγες στάσεις ανά ημέρα. Το Mitsubishi αρχίζει και έχει μια σταδιακή μείωση των στάσεων από την Τετάρτη μέχρι την Κυριακή που είναι και η ημέρα με τις λιγότερες στάσεις. Τις περισσότερες στάσεις τις έχει το Fiat, σαν ημέρες που έχουν τις περισσότερες στάσεις και σαν γενικό σύνολο στάσεων. Το Fiat και το Mitsubishi έχουν κοντινές τιμές στάσεων ανά ημέρα, σε αυτό ίσως να ευθύνεται ότι και τα δυο αυτοκίνητα έχουν πάρε μετρήσεις των ίδιο μήνα με δύο έτη διαφορά.



Διάγραμμα 5.17 Αντιπροσωπευτικές διαδρομές των αυτοκινήτων

Στο παραπάνω διάγραμμα είναι οι αντιπροσωπευτικές διαδρομές των δυο παλαιότερων πτυχιακών εργασιών και του Mitsubishi όπου είναι η τωρινή πτυχιακή εργασία. Αυτό που διακρίνεται είναι ότι το Peugeot έχει την μικρότερη σε διάρκεια διαδρομή 496 δευτερόλεπτα ταυτόχρονα έχει αναπτύξει και την μεγαλύτερη ταχύτητα από τα άλλα δυο αυτοκίνητα ξεπερνώντας τα 50 (km/h), επίσης έχει μεγαλύτερη διάρκεια της διαδρομής.

Το Mitsubishi έχει την δεύτερη μικρότερη σε χρόνο αντιπροσωπευτική διαδρομή, με διάρκεια 539. Παρατηρείται ότι ξεκινάει με μεγάλη ταχύτητα στην αρχή σε σχέση με τα άλλα δύο αυτοκίνητα, φτάνει σχεδόν τα 50 (km/h) στο ίδιο σημείο που και το Peugeot τα ξεπέρασε 50 (km/h). Υπάρχει μια μέτρια μεταβολή της ταχύτητας στην αντιπροσωπευτική διαδρομή του Mitsubishi.

Το αυτοκίνητο με την μεγαλύτερη σε διάρκεια αντιπροσωπευτική διαδρομή είναι το Fiat όπου διανύει 581 δευτερόλεπτα με την ταχύτητα του αυτοκινήτου στο μέγιστο να έχει μόλις ξεπεράσει για ελάχιστα τα 40 (km/h). Τα διαγράμματα αντιπροσωπευτικών διαδρομών δείχνουν ότι η αντιπροσωπευτική διαδρομή του Mitsubishi είναι ενδιάμεσα από τα άλλα δυο αυτοκίνητα.



Διάγραμμα 5.18 Γρήγορη διαδρομή των οχημάτων

Στο πάνω διάγραμμα βλέπουμε τις γρήγορες διαδρομές των τριών αυτοκινήτων. Το Mitsubishi έχει την γρηγορότερη διαδρομή με διάρκεια 273 δευτερόλεπτα, έχοντας μόνο μια στάση, ξεπερνώντας την ταχύτητά των 60 (km/h) έχοντας μεγάλο μέσο ορό ταχύτητας.

Το Peugeot έχει την δεύτερη ταχύτερη διαδρομή με την διάρκεια να είναι 343 δευτερόλεπτα, φτάνει την μέγιστη ταχύτητα στα 60 (km/h), έχει δυο στάσεις που δεν ήταν μεγάλες σε διάρκεια.

Την μεγαλύτερη διάρκεια στην γρήγορη διαδρομή την είχε το Fiat με 361 δευτερόλεπτα, αυτό που παρατηρείται από το διάγραμμα είναι ότι έχει μια μεγάλη σε χρόνο στάση κοντά στο τέλος της διαδρομής, στο μέγιστο που φτάνει η ταχύτητα είναι κάτω από 60 (km/h).

Οι τρεις γρήγορες διαδρομές έχουν γίνει όλες το Σαββατοκύριακο στις πρωινές διαδρομές, αυτό οφείλετε στο λόγο ότι το Σαββατοκύριακο στις πρωινές ώρες δεν υπάρχει μεγάλη κίνηση στους δρόμους οπότε μπορούν να αναπτυχθούν μεγάλες ταχύτητες και δεν υπάρχει μεγάλος χρόνος αναμονής.



Διάγραμμα 5.19 Οι αργές διαδρομές των οχημάτων

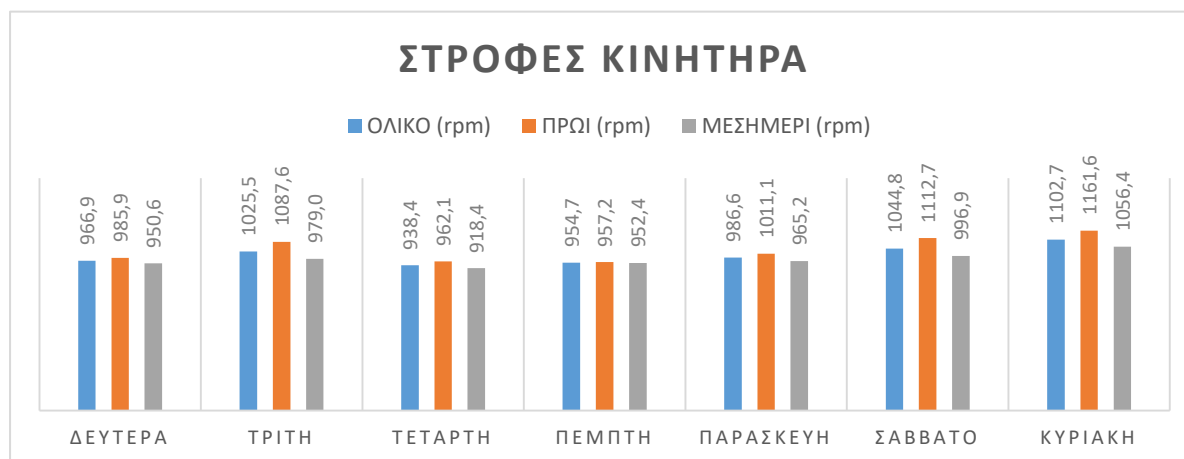
Στο διάγραμμα 5.19 απεικονίζονται τα γραφήματα των τριών αυτοκινήτων για την πιο μεγάλη σε χρόνο διαδρομή που έκαναν κατά την διάρκεια της εβδομάδας. Την διαδρομή με το μικρότερο χρόνο την έκανε το Mitsubishi σε 834 δευτερόλεπτα, αυτό που παρατηρείτε είναι ότι υπάρχουν αρκετές στάσεις κατά την διάρκεια της διαδρομής, η μέγιστη ταχύτητα δεν έφτασε τα 40 (km/h), το Mitsubishi έχει μια ομαλή ταχύτητα στο μεγαλύτερο μέρος της διαδρομής εκτός από το τέλος που υπάρχει μια αύξηση της ταχύτητας.

Πολύ κοντά στο χρόνο του Mitsubishi βρίσκεται το Peugeot όπου η μεγαλύτερη σε χρόνο διαδρομή σε όλη την εβδομάδα κράτησε 854 δευτερόλεπτα. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η μέγιστη ταχύτητα που ανέπτυξε το Peugeot είναι 50 (km/h), δεν κινείται ομαλά οπότε η ταχύτητα του δεν είχε ομαλές αλλαγές αλλά ανώμαλες. Δεν υπάρχουν πολλές στάσεις αλλά στην αρχή της διαδρομής υπάρχουν στάσεις πολύ μεγάλες σε διάρκεια.

Το Fiat έχει την μεγαλύτερη σε χρόνο διαδρομή και από τα τρία αυτοκίνητα με διάρκεια 1001 δευτερόλεπτα, παρόλο που η μέγιστη ταχύτητα που ανέπτυξε ήταν 50 (km/h) έχει πάρα πολλές στάσεις, με την περισσότερη ώρα όπως φαίνεται στο γράφημα να είναι κάτω από τα 20 (km/h) και να υπάρχει μια μέτρια ομαλότητα στην ταχύτητα.

Αυτό που παρατηρείται σε αυτό το διάγραμμα είναι ότι παρόλο που το Mitsubishi δεν ανέπτυξε μεγάλη ταχύτητα είχε πολύ σταθερές ταχύτητες κατά όλη την διάρκεια της διαδρομής. Το Peugeot ανέπτυξε μεγάλες ταχύτητες αλλά είχε κάποιες στάσεις με μεγάλη χρονική διάρκεια. Το Fiat είχε πάρα πολλές στάσεις παρόλο που ανέπτυξε σε κάποια σκέλη μεγάλη ταχύτητα οι πολλές στάσεις απέφεραν την πιο αργή διαδρομή από όλες. Και οι τρεις διαδρομές των αυτοκινήτων που είναι στο διάγραμμα 5.19 έχουν πραγματοποιήσει την πιο αργή διαδρομή στη μέση της εβδομάδας στις μεσημεριανές μετρήσεις. Αυτό δηλώνει ότι το μεσημέρι υπήρξε περισσότερη κίνηση.

6. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΡΥΠΟΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

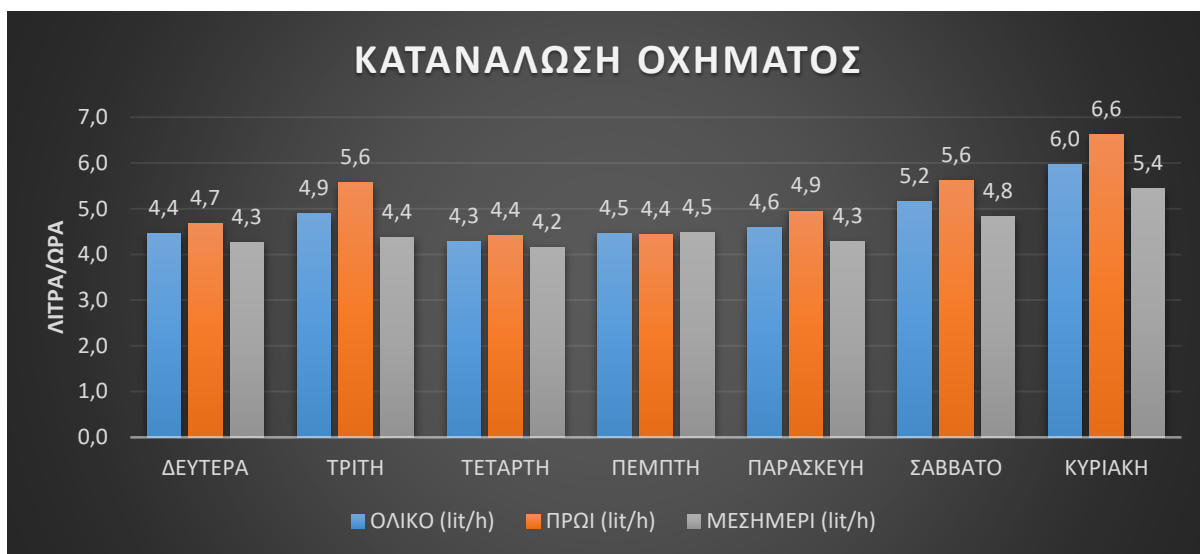


Διάγραμμα 6.1 Στροφές κινητήρα (rpm) για όλη την εβδομάδα

Στο πάνω διάγραμμα είναι οι στροφές του κινητήρα για όλη την εβδομάδα κατά τη διάρκεια λήψεων των δεδομένων. Αυτό που παρατηρείται είναι ότι το πειραματικό όχημα φαίνεται ότι έχει πολύ χαμηλές στροφές σε σχέση με αλλά αυτοκίνητα, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το αμάξι είναι αυτόματο και όταν βρίσκετε σε κατάσταση ρελαντί, είναι 690 (rpm) στροφές το λεπτό, κάνει αυτόματη αλλαγή ταχύτητας λίγο πριν 2000 (rpm) στροφές το λεπτό. Κοιτώντας το διάγραμμα καταλαβαίνουμε ότι στις πρωινές διαδρομές έχουμε λίγο μεγαλύτερες στροφές και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το πρωί η κίνηση ήταν λιγότερη από το μεσημέρι το οποίο βοήθησε να αναπτυχθούν μεγαλύτερες ταχύτητες και ο κινητήρας να είναι σε υψηλότερες στροφές στις διαδρομές αυτές.

Την Τετάρτη βλέπουμε ότι είναι η ημέρα με τις πιο λίγες στροφές στην μηχανή, αυτό οφείλεται στην μεγάλη κίνηση που υπήρξε εκείνη την ημέρα και κυρίως στην μεσημεριανή διαδρομή. Τις ημέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Παρασκευή που υπήρξε μεγαλύτερη κίνηση φαίνεται ότι ο κινητήρας δεν ξεπέρασε της 1000 (rpm) στροφές εκτός από την Παρασκευή το πρωί. Από την Τετάρτη μέχρι την Παρασκευή υπάρχει μια σταδιακή άνοδος των στροφών του κινητήρα αυτό οφείλεται στην ομαλή μείωση της κίνησης.

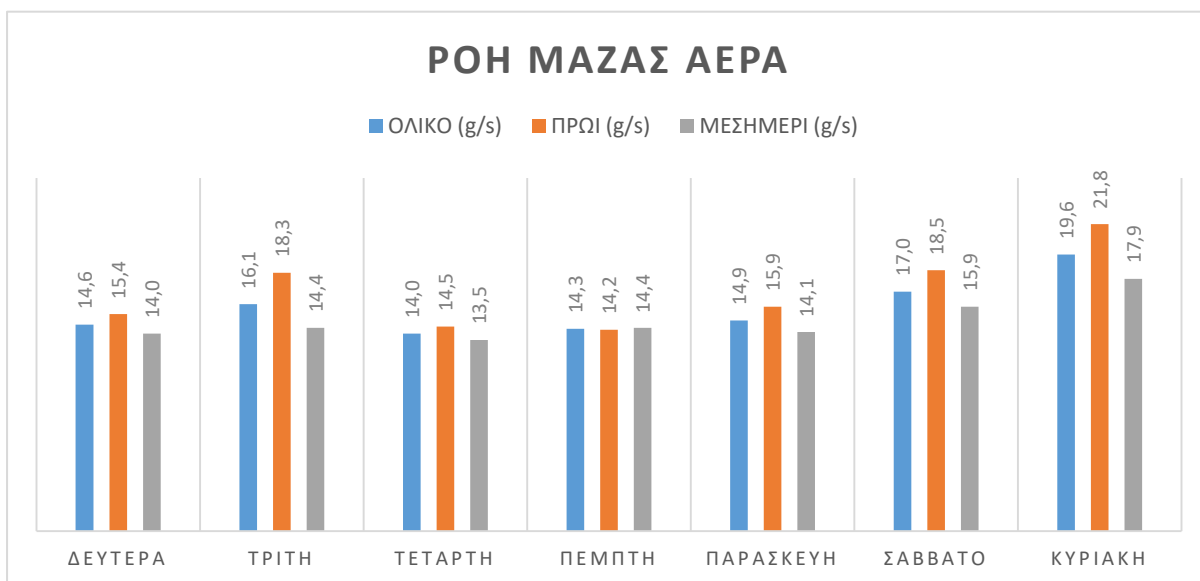
Τις ημέρες Τρίτη, Σάββατο και Κυριακή που η κίνηση είναι μειωμένη οι στροφές του κινητήρα είναι πάνω από 1000 (rpm). Την Κυριακή το πρωί που ήταν και η πιο γρήγορη διαδρομή της εβδομάδας φαίνεται ότι είναι και η πιο μεγάλη σε στροφές του κινητήρα όπου είναι απόλυτα λογικό εφόσον και το αυτοκίνητο πηγαίνει με μεγάλη ταχύτητα.



Διάγραμμα 6.2 Κατανάλωση καυσίμου (lit/h) κατά την διάρκεια της εβδομάδας

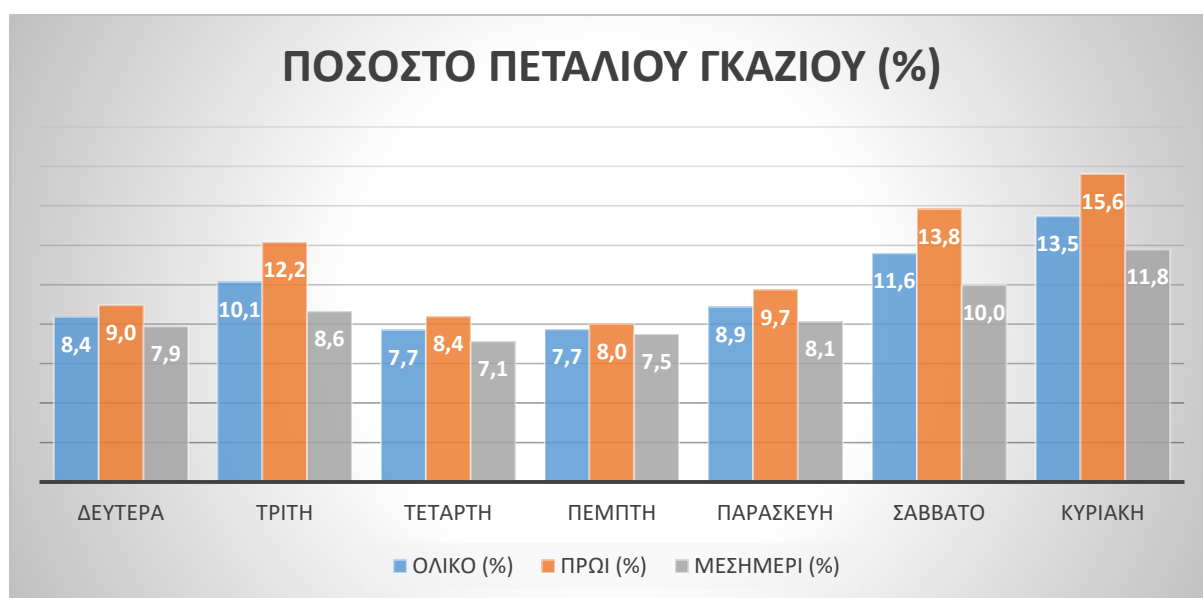
Αυτό που φαίνεται από το πάνω διάγραμμα είναι ότι η κατανάλωση του καυσίμου του αυτοκίνητου παρόλο που είναι πετρέλαιο είναι υψηλή. Αυτό οφείλεται ότι το αυτοκίνητο είναι 3000 κυβικά εκατοστά και άλλος ένας παράγοντας είναι ότι έχει αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.

Η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη τις ημέρες που η κίνηση ήταν μικρότερη, αυτό μπορεί φανεί από το διάγραμμα όπου τη Κυριακή είχε την μικρότερη κίνηση και έχει την μεγαλύτερη κατανάλωση. Αντίθετα την Τετάρτη να είναι η ημέρα με την μεγαλύτερη κίνηση υπάρχει η μικρότερη κατανάλωση. Εκτός από την Τρίτη στα μέσα της εβδομάδας δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην κατανάλωση καυσίμου και από την τέταρτη υπαρχή σταδιακή άνοδος.



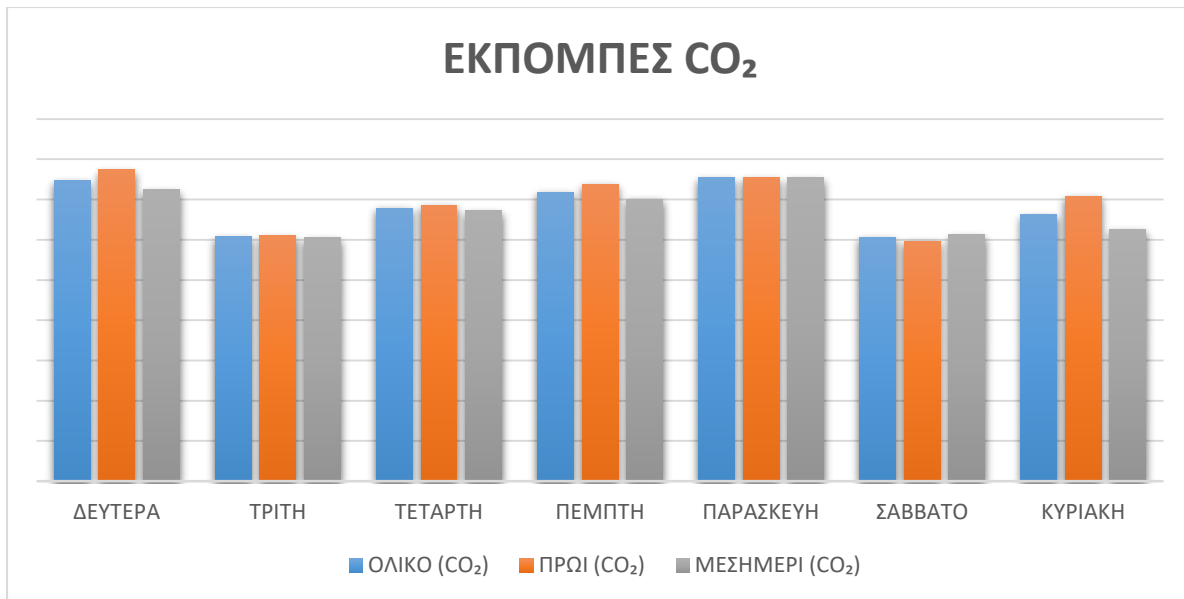
Διάγραμμα 6.3 Ροή μάζας αέρα (g/s)

Στη εικόνα 6.3 απεικονίζεται η ροή της μάζας του αέρα για όλες τις ημέρες της εβδομάδας. Όταν πατάμε το γκάζι τραβάει περισσότερο πετρέλαιο ο κινητήρας αλλά για να γίνει πιο καλή καύση χρειάζεται περισσότερο αέρα. Η μάζα αέρα είναι ανάλογη με το πετρέλαιο που αναφλέγεται στον κινητήρα, όσο περισσότερο πετρέλαιο τόσο περισσότερος αέρας χρειάζεται για να γίνει σωστή καύση. Οπότε το πάνω διάγραμμα απεικονίζει το ποσοστό μάζας αέρα για να γίνει σωστή καύση. Διακρίνεται ότι την Τρίτη, Σάββατο και την Κυριακή έχει μεγαλύτερη ροή μάζας αέρα το οποίο δηλώνει ότι έχουν υπάρξει μεγαλύτερες ταχύτητες εκείνες τις ημέρες. Τις υπόλοιπες ημέρες που η ροή μάζας αέρα είναι χαμηλότερη οι ταχύτητες που αναπτύχθηκαν ήταν πιο χαμηλές.



Διάγραμμα 6.4 Ποσοστό (%) πεταλιού γκαζιού

Αυτό που μας δείχνει το πάνω διάγραμμα είναι το ποσοστό που είναι πατημένο το πετάλι γκαζιού στο αυτοκίνητο που οδηγήθηκε για την λήψη δεδομένων. Το μεγαλύτερο ποσοστό βρίσκεται στο τέλος της εβδομάδας το Σάββατο και την Κυριακή. Την Κυριακή φαίνεται να υπάρχει το μεγαλύτερο ποσοστό αντίθετα την Τετάρτη έχουμε το μικρότερο ποσοστό στο πετάλι του γκαζιού. Καταλαβαίνουμε ότι τα φορτία στο κινητήρα δεν ήταν πολύ μεγάλα και το ποσοστό στο πετάλι επίσης δεν είναι μεγάλο. Αυτό που είναι ορατό είναι ότι τις μέρες όπως Τετάρτη και Πέμπτη που είχε κίνηση το ποσοστό είναι χαμηλό, αντίθετα την ημέρα Κυριακή που δεν υπήρχε κίνηση το ποσοστό φτάνει σχεδόν το διπλάσιο αυτών των ημερών.

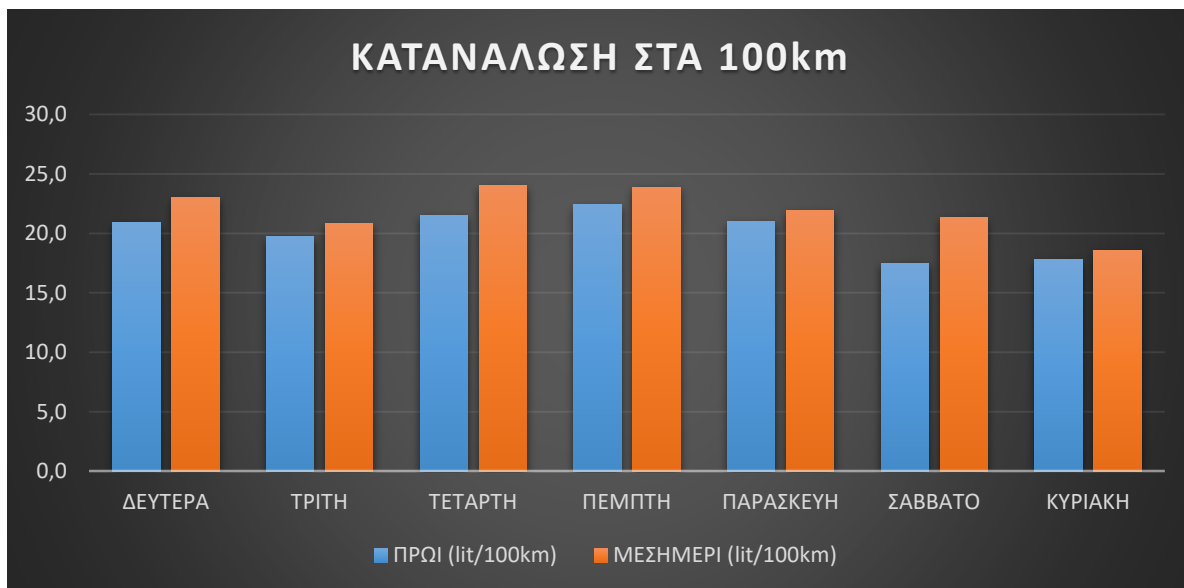


Διάγραμμα 5.5 Οι εκπομπές CO₂ για την εβδομάδα μετρήσεων

Οι εκπομπές (CO₂) διοξειδίου του άνθρακα παρατηρείται ότι είναι μεγαλύτερες τις ημέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Παρασκευή όπου η κίνηση στον δρόμο ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τις άλλες ημέρες. Με την συνεχή κίνηση το αυτοκίνητο θα ήταν αρκετές φορές σταματημένο, την στιγμή που θα έπρεπε να ξεκινήσει πάλι να κινείται υπάρχουν στιγμιαία μεγάλες καταναλώσεις. Όταν χρειάζεται να κινείται με τη πρώτη ταχύτητα η κατανάλωση είναι επίσης μεγάλη και έτσι υπάρχουν αυτές οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα τις συγκεκριμένες μέρες.

Την Τρίτη και το Σάββατο βλέπουμε ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι οι πιο χαμηλές της εβδομάδας, σε αυτό επηρέασε η κίνηση που υπήρχε εκείνες τις ημέρες, η οποία ήταν πολύ χαμηλή. Την Κυριακή παρόλο που ήταν η ημέρα με την μικρότερη κίνηση και με τις λιγότερες στάσεις από όλη την εβδομάδα βλέπουμε ότι υπάρχουν μεγαλύτερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την Τρίτη και το Σάββατο. Αυτό οφείλετε στο γεγονός ότι δεν υπήρχε καθόλου κίνησή στο δρόμο, πατήθηκε το γκάζι πιο έντονα. Το πρωί της Κυριακής σε μια από τις διαδρομές υπήρξε μόνο μια στάση, επιπρόσθετα σε αυτήν διαδρομή το αυτοκίνητο έπιασε την μεγαλύτερη ταχύτητα της εβδομάδας. Στις μεσημεριανές διαδρομές δεν υπήρξε καθόλου κίνηση έγιναν κάποιες ελάχιστες στάσεις λόγω ερυθρού σηματοδότη.

Άρα καταλαβαίνουμε ότι αυτό που έχει το μεγαλύτερο ρόλο στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι πόσο έντονα πατάς το γκάζι. Είτε είσαι μέσα στην πόλη με χαμηλή ταχύτητα και έχεις πατημένο το γκάζι σε μεγάλο ποσοστό είτε όταν δεν υπήρχε καθόλου κίνηση στο δρόμο και πατάς το πετάλι γκαζιού πάλι σε μεγάλο ποσοστό με μεγάλη ταχύτητα στο κιβώτιο ταχυτήτων. Σίγουρα στην δεύτερη περίπτωση θα είναι λίγο μικρότερες οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό που παρατηρείται είναι ότι τις ημέρες Σάββατο και Τρίτη που δεν υπήρχε μεγάλη κίνηση και ούτε πολλές στάσεις με το πετάλι του γκαζιού να είναι σταθερό χωρίς να είναι έντονα πατημένο, υπάρχουν λιγότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.



Διάγραμμα 6.6 Υπολογισμός κατανάλωσης στα 100 km

Στο πάνω διάγραμμα υπολογίστηκε η κατανάλωση του οχήματος ανά 100 χιλιόμετρα για τις πρωινές και μεσημεριανές διαδρομές για ολόκληρη την εβδομάδα. Το πρώτο που παρατηρείται είναι ότι οι τιμές είναι υψηλές το οποίο οφείλεται στο γεγονός ότι το αυτοκίνητο είναι 3000 κυβικά εκατοστά οπότε έχουμε μεγάλη κατανάλωση.

Κοιτάζοντας το διάγραμμα βλέπουμε ότι οι μεσημεριανές διαδρομές είχαν μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου σε σύγκριση με τις πρωινές. Αυτό οφείλεται ότι το πρωί όλες οι διαδρομές είχαν λιγότερη κίνηση. Επιπρόσθετα αναμενόμενο είναι τις ημέρες με μεγαλύτερη κίνηση η κατανάλωση να είναι μεγαλύτερη. Προς το τέλος της εβδομάδας η κατανάλωση μειώνετε λόγω μικρότερης κίνησης

7. Συμπεράσματα - Προτάσεις

Ολοκληρώθηκε η λήψη δεδομένων για μια εβδομάδα σε πραγματικές συνθήκες για να δημιουργηθεί ένα προφίλ οδήγησης σε μια συγκεκριμένη διαδρομή στην πόλη του Ηρακλείου. Ο κύκλος οδήγησης που ακολουθήσαμε είναι WLTP ο οποίος είναι φτιαγμένος για πραγματικές συνθήκες οδήγησης.

Συγκρίνουμε το προφίλ οδήγησης που είχαμε με δυο παλαιότερες πτυχιακές εργασίες. Η πρώτη που καταπονήθηκε των Οκτώβριο του 2012 με αυτοκίνητο Peugeot 206 είχε χρόνους διάρκειας των διαδρομών μικρότερους σε σχέση με το Mitsubishi. Επίσης το ποσοστό των στάσεων ήταν μικρότερο συνεπώς υπήρχαν μεγαλύτερες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις κατά όλη την διάρκεια της εβδομάδας. Ένας σημαντικός λόγος της μειωμένης τότε κίνησης ήταν η οικονομική κρίση που είχε χτυπήσει την χώρα εκείνη την περίοδο.

Η δεύτερη πτυχιακή εργασία καταπονήθηκε στις αρχές Φεβρουαρίου του 2018 με αυτοκίνητο Fiat panda. Το οποίο είχε στο σύνολο μεγαλύτερο ποσοστό στάσης στις περισσότερες μέρες της εβδομάδας, μεγαλύτερη διάρκεια στον χρόνο που ολοκλήρωνε της διαδρομές του ενώ στις τιμές επιτάχυνσης και επιβράδυνσης τα δυο αυτοκίνητα ήταν κοντά.

Κοιτάζοντας τα τρία προφίλ οδήγησης, καταλαβαίνουμε ότι η πτυχιακή εργασία του Οκτώβρη 2012 με αυτοκίνητο Peugeot λόγω της περιόδου που έγιναν οι λήψεις των δεδομένων, έχει μια απόσταση από τα αποτελέσματα με τα αλλά δυο προφίλ οδήγησης. Τα αποτελέσματα του fiat είναι πολύ κοντά με του Mitsubishi σε αυτό μπορεί να επηρέασε το γεγονός ότι και τα δυο αυτοκίνητα έκαναν λήψη δεδομένων τον ίδιο μηνά και με δύο χρόνια διαφορά. Αντίθετα με την πτυχιακή που έγινε με το Peugeot έχει οχτώ χρόνια διαφορά.

Αυτό που βλέπουμε στο Mitsubishi είναι ότι υπάρχει μια ομαλή ροή στις τιμές που έχει συλλέξει κατά την διάρκεια της εβδομάδας χωρίς να υπάρχουν μεγάλες διάφορες από ημέρα σε ημέρα. Αυτό δηλώνει ότι η λήψη των δεδομένων έχει γίνει σωστά. Σαν αποτέλεσμα έχουμε την υψηλή κατανάλωση καυσίμου που έχει το αυτοκίνητο λόγω μεγάλου κυβισμού και τις υψηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Προτάσεις :

Η διαδρομή που ακολουθήσαμε για την λήψη των δεδομένων ξεκινούσε από την λεωφόρο Κνωσού 191 και τελειώνει στην πλατεία Ελευθερίας. Η διαδρομή θα μπορούσε μελλοντικά σε κάποια άλλη πτυχιακή εργασία να ξεκινούσε στην λεωφόρο Κνωσού από το σημείο που είναι το Βενιζέλειο νοσοκομείο και να τελειώνει στην πλατεία Ελευθερίας . Δύο άλλες διαδρομές που έχουν αυξημένη κίνηση στην πόλη του Ηρακλείου που προτείνω για να γίνει λήψη δεδομένων σε μελλοντική πτυχιακή εργασία είναι με αφετηρία το Γιόφυρο διασχίζοντας όλη την οδό Εξήντα Δύο μαρτύρων με τερματισμό τη Χανιόπορτα. Η άλλη διαδρομή είναι να ξεκινάει από τη πλατεία Ελευθερίας διασχίζοντας όλη την λεωφόρο Ικάρου έχοντας ως τερματικό σημείο το αεροδρόμιο Νίκος Καζαντάκης. Η συγκεκριμένη διαδρομή έχει όλη τη

διάρκεια της χρονιάς κίνηση και αυξάνεται τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω της τουριστικής σεζόν.

8. Βιβλιογραφία

Βιβλιογραφία

1. [www.eca.europa.eu. https://www.eca.europa.eu/el/Pages/DocItem.aspx?did=46723](https://www.eca.europa.eu/el/Pages/DocItem.aspx?did=46723). [Ηλεκτρονικό] 10 2 2020. www.eca.europa.eu.
2. [eea.europa.eu. https://www.eea.europa.eu/themes/air/intro](https://www.eea.europa.eu/themes/air/intro). [Ηλεκτρονικό]
3. <https://www.eea.europa.eu/el/themes/air/intro>. [Ηλεκτρονικό]
4. <https://www.eea.europa.eu/el/highlights/eyropaikos-deiktis-poiotitas-aera-amesa>. [Ηλεκτρονικό]
5. <https://www.airquality.dli.mlsi.gov.cy/el/health-effects>. [Ηλεκτρονικό]
6. <https://volton.gr/fainomeno-tou-thermokipiou/>. [Ηλεκτρονικό]
7. <https://geonews.gr/%CF%8C%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CE%B7-%CE%B2%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%AE/>. [Ηλεκτρονικό]
8. *μελετη της ποιτητας του ατμοσφαιρικου περιβαλοντος στην πολη της Λαρισας την περιοδο 2001-2016*.
9. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CF%87%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%BD%CE%AD%CF%86%CE%BF%CF%82. [Ηλεκτρονικό]
10. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/emissions-of-air-pollutants-from-16/assessment>. [Ηλεκτρονικό]
11. <https://www.car-engineer.com/the-different-driving-cycles/>. [Ηλεκτρονικό]
12. <https://en.wikipedia.org/wiki/FTP-75>. [Ηλεκτρονικό]
13. <https://knowicengine.wordpress.com/2016/04/24/the-us-federal-light-duty-exhaust-emission-test-procedure-ftp-75/>. [Ηλεκτρονικό]
14. <https://www.linguee.com/greek-english/translation/%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82+%CE%B5%CF%83%CF%89%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82+%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B7%CF%82.html>. [Ηλεκτρονικό]
15. https://www.tosynergeio.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=592:2012-02-15-12-03-57. [Ηλεκτρονικό]

16. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/24a12ce0-0190-46e2-8ecd-26814ce9c068/language-el/format-PDF/source-search>. [Ηλεκτρονικό]
17. <https://www.rac.co.uk>. <https://www.rac.co.uk/drive/advice/emissions/euro-emissions-standards/>. [Ηλεκτρονικό]
18. <https://dieselnet.com>. https://dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php. [Ηλεκτρονικό]
19. www.unece.org.
<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2010/wp29grpe/WLTP-DHC-04-03e.pdf>. [Ηλεκτρονικό]
20. www.volkswagen.gr. <https://www.volkswagen.gr/el/wltp1.html>. [Ηλεκτρονικό]
21. http://www.obd2.gr/what_is_obd.htm. [Ηλεκτρονικό]
22. Ανάλυση διαδρομών για την Ανάπτυξη Κύκλων Οδήγησης Πραγματικών Συνθηκών για την πόλη του Ηρακλείου. [συγγρ. βιβλίου] ΜΠΕΓΚΑΪ ΑΛΑΝΤΟ. 2018.
23. <https://www.newsauto.gr>. <https://www.newsauto.gr/specials/euro-6c-ke-euro-6d-temp-ti-prepi-na-ignorizete-gia-ta-nea-protypa/>. [Ηλεκτρονικό]

9. Παραρτήματα

Περιεχόμενα εικόνων:

Εικόνα 6.2: τρόποι μόλυνσης ατμοσφαιρικού αέρα

Εικόνα 1.3.2 : χάρτης παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα ανά την Ευρώπη

Εικόνα 1.4 πως η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει την υγεία του ανθρώπου

Εικόνα 1.5 Επεξήγηση του φαινομένου του θερμοκηπιού

Εικόνα 1.6 Τρόπος διάδοσης όξινης βροχής

Εικόνα 1.7 Απεικόνιση φωτοχημικού νέφους στο Λονδίνο το 1952

Εικόνα 7.2 Διάγραμμα ενός κύκλου οδήγησης FTP 75

Εικόνα 2.5.6.1 Εκπομπές (NOx)

Εικόνα 2.7.1 Διάγραμμα κύκλου ECE

Εικόνα 2.7.2 Διάγραμμα κύκλου EUDC

Εικόνα 2.7.3 Κύκλος EUDC για οχήματα χαμηλής ισχύος

Εικόνα 2.8 Διάγραμμα Κύκλος NEDC

Εικόνα 2.9 Κύκλος οδήγησης Artemis για αστικούς δρόμους

Εικόνα 2.9 Κύκλος οδήγησης Artemis για αγροτικούς δρόμους

Εικόνα 2.9 Κύκλος οδήγησης Artemis για αυτοκινητοδρόμους

Εικόνα 2.10 Κύκλος (BAB 130)

Εικόνα 2.11 Κύκλος RTS 95

Εικόνα 8 Κύκλος δοκιμών WLTC

Εικόνα 3.1 Διάγραμμα Κύκλου WLTC για οχήματα κλάσης 3b

Εικόνα 3.2 Κύκλος WLTC για οχήματα κλάσης 2

Εικόνα 3.3.1 Κύκλος WLTC για οχήματα κλάσης 1

Εικόνα 3.5 . Παγκόσμιος εναρμονισμένος μεταβατικός κύκλος (WHTC)

Εικόνα 3.6 Παγκόσμιος εναρμονισμένος κύκλος οχήματος (WHVC)

Εικόνα 3.7 Κανονικοποιημένη ταχύτητα και ροπή κατά τον κύκλο NRTC

Εικόνα 3.9 κύκλος οδήγησης (WLTP)

Εικόνα 9. δορυφορική εικόνα της διαδρομής μέσω του Torque

Εικόνα 4.1 Συσκευή OBD2

Εικόνα 4.1.1 Εικονίδιο εφαρμογής torque pro

Εικόνα 4.2 Μενού εφαρμογής torque pro

Εικόνα 4.2.1 Εικονίδιο Graphing της εφαρμογής torque

Εικόνα 4.2.2 Ρυθμίσεις Graphing

Εικόνα 4.2.3 Εικονίδιο Realtime Information

Εικόνα 4.2.4 Διαγνωστικό βλάβης (Fault Codes)

Εικόνα 4.3 Mitsubishi L200

Εικόνα 4.4 Αρχείο Excel αποθηκευμένο σε μορφή cvs

Εικόνα 4.4.1 Οδηγίες επεξεργασίας

Εικόνα 4.4.2 Οδηγίες επεξεργασίας

Εικόνα 4.4.3 οδηγίες επεξεργασίας

Εικόνα 4.4.4 Τελική μορφή Excel

Εικόνα 4.6.11 Ποσοστό κίνησης-στάσης

Περιεχόμενα πίνακες:

Πίνακας 2.4 Εκπομπές ρύπων πετρελαιοκίνητων και βενζινοκίνητων οχημάτων

Πίνακας 2.5.1 Τιμές euro 1

Πίνακας 2.5.2 Τιμές euro 2

Πίνακας 2.5.3 Τιμές euro 3

Πίνακας 2.5.4 Τιμές euro 4

Πίνακας 2.5.5 Τιμές euro 5

Πίνακας 2.5.6 Τιμές euro 6

Πίνακας για τα χαρακτηριστικά του κύκλου Artemis

Πίνακας 3.1 Κύκλος WLTP Κλάσης 3: επιλεγμένες παράμετροι

Πίνακας 3.2 Κύκλος WLTP Κλάσης 2 επιλεγμένες παράμετροι

Πίνακας 3.3 Κύκλος WLTP Κλάσης 1: επιλεγμένες παράμετροι

Πίνακας 3.3.3 WLTC δοκιμής για υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα

Πίνακας 3.4 Παγκόσμιος εναρμονισμένος σταθερός κύκλος (WHSC)

Πίνακας 3.8.1 Παράγοντες σταθμίσεως των κύκλων δοκιμής ISO 8178 τύπου B

Πίνακας 3.9.1 Euro 6

Πίνακας 4.5.3 Ποσοστά διαδρομής

Πίνακας 4.6 Αποτελέσματα για την εβδομάδα μετρήσεων

Πίνακας 4.6.2 Τιμές μέση ταχύτητας εβδομάδας

Πίνακας 4.6.3 Μέσος όρος χωρίς στάσεις για όλη την εβδομάδα

Πίνακας 4.6.5 Μέσος όρος επιτάχυνσης

Πίνακας 4.6.7 Μέσος όρος επιβράδυνσης για όλη την εβδομάδα

Πίνακας 4.6.9 Ποσοστό στάσεων

Πίνακας 4.7 Σύγκριση και εύρεση αντιπροσωπευτικής διαδρομής

Πίνακας 4.7.2 Συγκριτικά νούμερα

Περιεχόμενα διαγραμμάτων:

Διάγραμμα 1.8 εκπομπής ατμοσφαιρικών ρύπων από μεγάλες μονάδες καύσης στην Ευρώπη

Διάγραμμα 4.5.1 ταχύτητας 15-2-2020 δεύτερη διαδρομή το πρωί

Διάγραμμα 4.5.2 Εξομάλυνση ταχύτητας

Διάγραμμα 4.6.1 Διάγραμμα εβδομαδιαίας ταχύτητας

Διάγραμμα 4.6.4 Ταχύτητα εβδομάδας χωρίς στάσεις

Διάγραμμα 4.6.6 Μέσος όρος επιτάχυνσης

Διάγραμμα 4.6.8 Μέσος όρος επιβράδυνσης για όλη την εβδομάδα

Διάγραμμα 4.6.10 Ποσοστό στάσεων

Διάγραμμα 4.6.12 Πλήθος τιμές ταχυτήτων

Διάγραμμα 4.6.13 Στάσεις ανά ημέρα για όλη την εβδομάδα

Διάγραμμα 4.6.14 Μέγιστη ταχύτητα ανά ημέρα

Διάγραμμα 4.7.1 Ταχύτητας αντιπροσωπευτικής διαδρομής

Διάγραμμα 4.7.3 Ταχύτητες σε συνάρτηση με τον χρόνο αντιπροσωπευτικής, αργής και γρήγορης διαδρομής

Διάγραμμα 5.1 Σύγκριση πρωινής ταχύτητας

Διάγραμμα 5.2 Σύγκριση μεσημεριανής ταχύτητας

Διάγραμμα 5.3 Συνολική ταχύτητας ανά ημέρας

Διάγραμμα 5.4 Σύγκριση ταχύτητας χωρίς στάσεις για τις πρωινές διαδρομές

Διάγραμμα 5.5 Σύγκριση ταχύτητας χωρίς στάσεις για το μεσημέρι

Διάγραμμα 5.6 Σύγκριση ταχύτητας χωρίς στάσεις ολικό

Διάγραμμα 5.7 Σύγκριση πρωινής επιτάχυνσης

Διάγραμμα 5.8 Σύγκριση μεσημεριανών επιταχύνσεων

Διάγραμμα 5.9 Σύγκριση για την ολική επιτάχυνση

Διάγραμμα 5.10 Σύγκριση για τις πρωινές επιβράδυνσης

Διάγραμμα 5.11 Σύγκριση επιβράδυνσης μεσημεριανών μετρήσεων

Διάγραμμα 5.12 Συνολική επιβράδυνση των οχημάτων

Διάγραμμα 5.13 Ποσοστό στάσεων για τις πρωινές διαδρομές

Διάγραμμα 5.14 Ποσοστό στάσης για τις μεσημεριανές διαδρομές

Διάγραμμα 5.15 Ολικό ποσοστό στάσης των οχημάτων

Διάγραμμα 5.16 Στάσεις ανά ημέρα

Διάγραμμα 5.17 Αντιπροσωπευτικές διαδρομές των αυτοκινήτων

Διάγραμμα 5.18 Γρήγορη διαδρομή των οχημάτων

Διάγραμμα 5.19 Οι αργές διαδρομές των οχημάτων

Διάγραμμα 6.1 Στροφές κινητήρα (rpm) για όλη την εβδομάδα

Διάγραμμα 6.2 Κατανάλωση καυσίμου (lit/h) κατά την διάρκεια της εβδομάδας

Διάγραμμα 6.3 Ροή μάζας αέρα (g/s)

Διάγραμμα 6.4 Ποσοστό (%) πεταλιού γκαζιού

Διάγραμμα 6.5 Οι εκπομπές CO₂ για την εβδομάδα μετρήσεων

Διάγραμμα 6.6 Υπολογισμός κατανάλωσης στα 100 km