

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



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

*Ανάπτυξη κύκλων οδήγησης και η συμβολή τους στην μελέτη των βιοκαυσίμων από την χρήση τους στα επιβατικά αυτοκίνητα.*

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**  
**ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΣ**  
**A.M. 4991**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**  
**ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΤΖΙΡΑΚΗΣ**

Αφιερώνεται στους γονείς μου Νικόλαος και Βασιλική,  
και σε όλους όσους πίστεψαν σε εμένα!

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί ουσιαστικά τον επίλογο της φοίτησης μου στο Ανώτερο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης.

Κρίνω σκόπιμο λοιπόν να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου που με στήριξαν και με βοηθήσαν στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα να ευχαριστήσω τον κ. Ευάγγελο Τζιράκη, ο οποίος με τη απόλυτη στήριξη και καθοδήγηση που μου παρείχε με βοήθησε να ανταπεξέλθω στις αυξημένες απαιτήσεις της διπλωματικής μου εργασίας.

Να ευχαριστήσω θερμά από τα βάθη της καρδιάς μου τους γονείς μου Νικόλαο και Βασιλική, οι οποίοι τόσα χρόνια με έχουν στηρίξει ψυχικά και οικονομικά. Χωρίς αυτούς η πορεία μου έως εδώ θα ήτανε πολύ δυσκολότερη.

Τέλος να ευχαριστήσω όσους πίστεψαν σε εμένα και μου συμπαραστάθηκαν με το καλύτερο δυνατό τρόπο στην προσπάθειά μου αυτή.

Ηράκλειο, 2014  
Βασίλης Μανωλόπουλος.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελείται από δυο μέρη ,ένα θεωρητικό και ένα πειραματικό και παρουσιάζει αποτελέσματα μετρήσεων από διαδρομές μέσα στην πόλη του Ηρακλείου με σκοπό την ανάλυση των δεδομένων και την καταγραφή της κατάστασης της κίνησης σε κεντρικές οδικές αρτηρίες της πόλης. Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι ένα αντιπροσωπευτικό διάγραμμα ταχύτητας χρόνου για τις συγκεκριμένες διαδρομές που επιλέχθηκαν για την πόλη του Ηρακλείου στα πρότυπα των κύκλων οδήγησης οι οποίοι αποτελούν, μεταξύ άλλων και το εργαλείο για την αξιολόγηση καυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιοκαύσιμα) σε σύγκριση με συμβατικά καύσιμα του εμπορίου που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα βάσης για τη δημιουργία μιγμάτων βιοκαυσίμων.

Στο θεωρητικό μέρος παρουσιάζετε μια βιβλιογραφική επισκόπηση για τους κύκλους οδήγησης η οποία αναφέρεται στα είδη κ.ο, στους τρόπους εκπόνησης τους και σε κύκλους οδήγησης που έχουν εκπονηθεί από ερευνητές ανά τον κόσμο. Στην συνέχεια γίνεται μια αναφορά στην διερεύνηση και ανάλυση των θεσμοθετημένων κύκλων οδήγησης στις εξής χώρες: Ευρώπη, Ιαπωνία, Αμερική. Ακολουθεί μια ανάπτυξη για τους ρύπους που εκπέμπονται από τα οχήματα. Συγκεκριμένα ρύπους από βενζινοκινητήρες και πετρελαιοκινητήρες. Παρουσιάζεται μια ανασκόπηση περιορισμών εκπομπών των ρύπων σε επιβατικά αυτοκίνητα. Δηλαδή γίνεται μια αναφορά στα όρια εκπομπής και τις ισχύουσες προδιαγραφές. Στην συνέχεια γίνεται μια λεπτομερής περιγραφή για τα βιοκαύσιμα στην οποία αναλύεται η προέλευση τους ,η διαδικασία παραγωγή τους ,η χρήση τους στις ΜΕΚ. Παρουσιάζονται αποτελέσματα σε πίνακες και διαγράμματα όπως η ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου μίγματος βιοντίζελ σε σύγκριση με το πετρέλαιο και δίνονται αποτελέσματα δοκιμών επιταχύνσεων για διάφορα βιοκαύσιμα.

Στο πειραματικό μέρος παρουσιάζεται η διαδρομή της παρούσας μελέτης η οποία ξεκινάει από την περιοχή της Αμμουδάρας και καταλήγει στο κέντρο του Ηρακλείου μέσω της κεντρικής οδικής αρτηρίας της πόλης την λεωφόρο 62 Μαρτύρων. Το όχημα που συνείσφερε στην πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης ήταν ένα PEUGEOT 206 1400 κυβικών εκατοστών. Στην συνέχεια μέσω του GPS GARMIN τα στοιχεία κίνησης του αμαξιού επεξεργάστηκαν στο EXCEL με σκοπό να καταγράψουν την κίνηση της παραπάνω διαδρομής. Επίσης συγκρίνονται ιδανικές διαδρομές ανάμεσα σε δυο σημεία της πόλης και αναλύονται δεδομένα με σκοπό τη δημιουργία αντιπροσωπευτικού προφίλ ταχύτητας για την κίνηση στην πόλη του Ηρακλείου

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....</b>	<b>7</b>
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	7
1.1 ΕΙΔΗ Κ.Ο .....	7
1.2 ΤΡΟΠΟΙ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΚΥΚΛΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	8
1.2.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	8
1.2.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ) .....	9
1.3 Κ.Ο ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΕΚΠΟΝΗΘΕΙ ΑΠΟ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ.....	10
1.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΚΥΚΛΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΣΕ ΔΥΝΑΜΟ- ΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΕΔΡΑ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ – ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ.....	12
1.4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....</b>	<b>13</b>
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΘΕΣΜΟΘΕΤΗΜΕΝΩΝ ΚΥΚΛΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	13
2.1 ΕΥΡΩΠΗ.....	13
2.2 ΙΑΠΩΝΙΑ.....	14
2.3 ΑΜΕΡΙΚΗ.....	15
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....</b>	<b>16</b>
ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΟΧΗΜΑΤΑ-ΓΕΝΙΚΑ.....	16
3.1 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ .....	16
3.2 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....</b>	<b>19</b>
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΟΧΗΜΑΤΑ-ΓΕΝΙΚΑ	
4.1 ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ –EURO I ,II ,III, IV ,V, VI.....	19
4.1.1 ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ ΜΕ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ DIESEL.....	19
4.1.2 ΟΧΗΜΑΤΑ ΒΑΡΕΟΣ ΤΥΠΟΥ.....	21
4.1.3 ΜΕΤΡΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO <sub>2</sub> .....	22
4.2 ΙΣΧΥΟΥΣΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (EURO.....)	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....</b>	<b>25</b>
ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ.....	25
5.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ.....	25
5.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	26
5.3 ΧΡΗΣΗ ΣΤΙΣ ΜΕΚ(ΜΙΓΜΑΤΑ ΚΛΠ).....	27
5.4 ΜΕΛΕΤΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΣΩ ΚΥΚΛΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	29
5.4.1 ΣΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ .....	29
5.4.2 ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	32
5.4.3 ΣΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ.....	36

<b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>38</b>
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....</u></b>	<b>39</b>
6.1 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	41
6.1.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	42
6.1.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	43
6.1.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	47
6.1.4 ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	48
6.1.5 ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	54
6.1.6 ΤΕΛΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ.....	55
6.1.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	57
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62
ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ.....	63

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.

### 1.1 ΕΙΔΗ Κ.Ο <sup>1</sup>

Η ενεργειακή κατανάλωση αλλά και οι επακόλουθες εκπομπές ενός οχήματος εξαρτώνται από τον τρόπο οδήγησης του και κατ' επέκταση από τις συνθήκες κυκλοφορίας στη περιοχή κίνησης του οχήματος.

Προκειμένου λοιπόν να εξεταστεί η ενεργειακή κατανάλωση ενός οχήματος, απαιτείται η παραμετρική περιγραφή του τρόπου οδήγησης στην εξεταζόμενη περιοχή. Η έννοια του κύκλου οδήγησης αναπτύχθηκε έτσι ώστε να παρέχει ένα προφίλ ταχύτητας χρόνου το οποίο είναι αντιπροσωπευτικό της οδήγησης σε αστικό περιβάλλον.

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

Οι κύκλοι οδήγησης χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες (α) τους νομοθετημένους και (β) τους μη νομοθετημένους. Οι νομοθετημένοι κύκλοι χρησιμοποιούνται από τις αρμόδιες υπηρεσίες για την επιβολή συγκεκριμένων ορίων για τις εκπομπές αυτοκινήτων, και την έκδοση του πιστοποιητικού εκπομπών του κάθε οχήματος. Τέτοιοι κύκλοι οδήγησης είναι ο F TP75 που χρησιμοποιείται στις Η.Π.Α, ο New European Driving Cycle (NEDC) που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη και ο 1015 που χρησιμοποιείται στην Ιαπωνία.

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

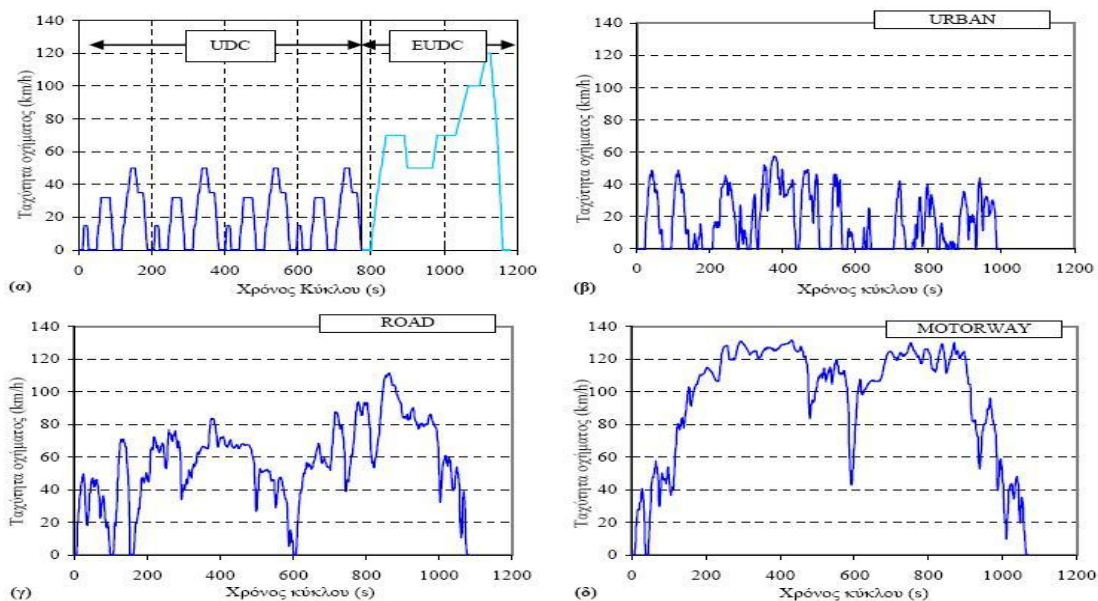
---

<sup>1</sup> Χρήστος Ξιούρας, Ιούνιος 2011. Περιβαλλοντική και Ενεργειακή αξιολόγηση Νέων τεχνολογιών οχημάτων στο Λεκανοπέδιο της Αττικής .pp.17

## 1.2 ΤΡΟΠΟΙ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΟΥΣ

### 1.2.1 Μεθοδολογία <sup>2</sup>

Για την αξιολόγηση οχημάτων αναφορικά με τις εκπομπές ρύπων και την κατανάλωση καυσίμου χρησιμοποιείται η μέθοδος ολικής δειγματοληψίας και ανάλυσης καυσαερίων. Κατά τη μέθοδο αυτή το εξεταζόμενο όχημα οδηγείται εντός εργαστηρίου σε ειδική εξέδρα προσομοίωσης της κίνησης στον δρόμο (πέδη οχημάτων). Η πέδη οχημάτων προσομοιώνει τόσο τις αεροδυναμικές αντιστάσεις και τις αντιστάσεις τριβής όσο και την αδράνεια του οχήματος με ηλεκτρικά και μηχανικά μέσα. Η ταχύτητα του οχήματος κατά τη δοκιμή ακολουθεί προκαθορισμένη χρονική εξέλιξη που ονομάζεται κύκλος οδήγησης. Για τη χορήγηση έγκρισης τύπου σε οχήματα εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης ο κύκλος οδήγησης που χρησιμοποιείται είναι ο Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης (NEDC) και παρουσιάζεται στην Εικόνα 1α. Ο NEDC διακρίνεται στο αστικό (UDC) και το υπεραστικό (EUDC) τμήμα. Κατά τη διάρκεια της μέτρησης συλλέγετε σε σάκους δείγμα αραιωμένου καυσαερίου με σταθερό ρυθμό δειγματοληψίας. Στο τέλος της μέτρησης το δείγμα αναλύεται και προκύπτουν οι συνολικές τιμές των εκπομπών σε g/km.



Πίνακας 1.2.1 Κύκλοι οδήγησης που χρησιμοποιήθηκαν στις μετρήσεις. (α) Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης (NEDC), (β) Αστικός κύκλος ARTEMIS, (γ) Περιαστικός κύκλος ARTEMIS, (δ) Υπεραστικός κύκλος ARTEMIS

<sup>2</sup> Γεώργιος Φονταράς, Σάββας Γκειβανίδης, Λεωνίδα Ντζιαχρήστος, Ζήσης Σαμαράς. Ιανουάριος 2006. Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Συντελεστών Εκπομπής Ρύπων και Κατανάλωσης Υβριδικού Οχήματος. pp.2-3



Κύριος στόχος των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν ήταν η ποσοτικοποίηση των εκπομπών αερίων ρύπων του οχήματος, όχι μόνο στις συνθήκες οδήγησης που εφαρμόζονται κατά τη δοκιμή έγκρισης τύπου αλλά και σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι κύκλοι οδήγησης Artemis που δημιουργήθηκαν στα πλαίσια του ομώνυμου ερευνητικού προγράμματος. Οι κύκλοι προσομοιώνουν διαφορετικές συνθήκες κίνησης του αυτοκινήτου σε αστική οδήγηση (URBAN), σε περαστική οδήγηση (ROAD) που αντιστοιχεί σε κίνηση σε περιφερειακό δρόμο μέσης ταχύτητας, και σε υπεραστική οδήγηση (MOTORWAY) που αντιστοιχεί σε κίνηση σε δρόμο ταχείας κυκλοφορίας. Η εξέλιξη της ταχύτητας των κύκλων Artemis παρουσιάζεται στις εικόνες 1β έως 1δ. Το συνολικό πρωτόκολλο μέτρησης περιελάμβανε έναν NEDC ψυχρής εκκίνησης, έναν UDC θερμής εκκίνησης και ακολούθως τους τρεις μη νομοθετημένους κύκλους της κατανάλωσης καυσίμου (1360kg). Στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε μόνο μια μάζα αναφοράς (1360kg), η οποία αντιστοιχεί στη μάζα αναφοράς που προβλέπεται από τη νομοθεσία βάσει του δηλωθέντος βάρους του οχήματος. Για το συγκεκριμένο όχημα, η μάζα αναφοράς που χρησιμοποιείται κατά τη δοκιμή έγκρισης τύπου διαφέρει στη δοκιμή μέτρησης των εκπομπών αερίων ρύπων (1470kg) από τη δοκιμή μέτρησης

### 1.2.2 Επεξεργασία

Ένας αριθμός παραμέτρων αξιολόγησης εκτιμήθηκε από τους ερευνητές Kuhler και Kruse όπως το ποσοστό του χρόνου που δαπανάται στην επιτάχυνση, το ποσοστό του χρόνου που δαπανάται σε επιβράδυνση, το ποσοστό του χρόνου που δαπανάται στο ρελαντί και το ποσοστό του χρόνου πλεύσης.

Αυτές οι παράμετροι αξιολόγησης στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν για καθένα από τα επιλεγμένους διαδρόμους κυκλοφορίας. Η λίστα που ακολουθεί δείχνει τις παραμέτρους αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται από τους ερευνητές.<sup>3 4</sup>

1. Μέση ταχύτητα του συνόλου του κύκλου οδήγησης.
2. Μέση επιτάχυνση .
3. Μέση επιβράδυνση .
4. Μέση διάρκεια ταξιδιού .
5. Ποσοστό του χρόνου που δαπανάται σε τρόπους οδήγησης του ρελαντί.
6. Ποσοστό του χρόνου που δαπανάται σε τρόπους οδήγησης για την επιτάχυνση.
7. Ποσοστό του χρόνου που δαπανάται σε τρόπους οδήγησης για την επιβράδυνση.

Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται ορίζονται ως εξής:

Μέσος όρος επιτάχυνσης: Η μέση επιτάχυνση όλων των φάσεων της επιτάχυνσης .

Μέση επιβράδυνση: Η μέση επιβράδυνση όλων των φάσεων της επιβράδυνσης .

Λειτουργία ταξιδιού: Τμήματα της οδήγησης με απόλυτες επιταχυνόμενες αλλαγές μικρότερες από ή ίσες με 0.1m/s-2.

Λειτουργία επιβράδυνσης: Τμήματα της οδήγησης με αρνητικές επιταχυνόμενες αλλαγές άνω 0.1m/s-2.

<sup>3</sup> Kuhler M. Karstens D. 1978 “Improve driving cycle for testing automotive exhaust emissions”

<sup>4</sup> Kruse, RE, Huls TA 1973 “Development for the federal urban driving cycle

Αρκετά αργότερα από το 1996, υπήρξαν αρκετοί που αναθεώρησαν, επανεξέτασαν και εισήγαγαν νέες παραμέτρους. Σύμφωνα με τον Andre οι πιο σημαντικές παράμετροι είναι <sup>5</sup>:

- η διάρκεια του κύκλου
- η μέση ταχύτητα
- η τυπική απόκλιση της επιτάχυνσης
- η θετική κινητική ενέργεια
- το ποσοστό του χρόνου σε στάση
- ο αριθμός των στάσεων ανά χιλιόμετρο
- η μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις
- η μέση επιτάχυνση
- η μέση επιβράδυνση
- η μέση διάρκεια των περιόδων κίνησης
- ο μέσος όρος των εναλλαγών επιτάχυνσης-επιβράδυνσης
- η κατανομή της ταχύτητας
- η κατανομή της επιτάχυνσης
- η κατανομή της επιβράδυνσης

Αργότερα χρησιμοποιήθηκαν κι άλλες παράμετροι όπως η ισχύς <sup>6</sup> και παράμετροι όπως είναι οι διακυμάνσεις της ταχύτητας, η σχετική θετική επιτάχυνση (RPA) το ολοκλήρωμα του τετραγώνου της επιτάχυνσης (IS: Internal Square) <sup>7 8 9</sup>, και το άθροισμα των τετραγώνων της επιτάχυνσης που σύμφωνα με την E. Ericsson, στις οποίες κατέληξε μεταξύ άλλων χρησιμοποιώντας πρόγραμμα παραγοντικής ανάλυσης SPSS.

---

<sup>5</sup> M Andre “Driving cycles development: characterization of methods” 1996

<sup>6</sup> I. Foununug, S. Washington, R. Guensler “A statistical model for estimating oxides of nitrogen emissions from light duty vehicles” 1999

<sup>7</sup> E. Ericsson “The relationship between vehicular fuel consumption and exhaust emission and the characteristics of driving patterns

<sup>8</sup> E. Ericsson “Independent driving pattern factors and their influence on fuel use and exhaust emission factors 2001

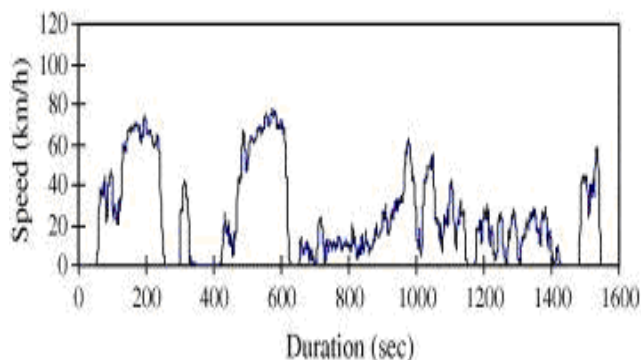
<sup>9</sup> E. Ericsson “Variability of urban driving patterns” 1999

### 1.3 ΚΥΚΛΟΙ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΕΚΠΟΝΗΘΕΙ ΑΠΟ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ.

Ανάπτυξη του κύκλου οδήγησης για το Χονγκ Κονγκ.<sup>10</sup>

Οι ερευνητές W.T.Hung και H.Y.Tong ανέπτυξαν τον κύκλο οδήγησης για την πόλη του Χονγκ Κονγκ στην Κίνα.

Μια πρακτική μεθοδολογία για την κατασκευή ενός αντιπροσωπευτικού κύκλου οδήγησης που απεικονίζει τις πραγματικές συνθήκες οδήγησης, αναπτύσσεται για τη δοκιμή και την εκτίμηση εκπομπών οχημάτων. Η μεθοδολογία αντιμετωπίζει τρεις σημαντικούς στόχους δηλ. τη συλλογή δεδομένων, την επιλογή διαδρομών και την κατασκευή κύκλων. Υιοθετήθηκαν τεχνικές μετρήσεις για να συλλέξουν στοιχεία ταχύτητας οχημάτων. Η επιλογή διαδρομών βασίστηκε σε αρχεία της μέσης ετήσιας καθημερινής κυκλοφορίας του οδικού δικτύου μεταξύ σημαντικών κατοικημένων περιοχών και των εμπορικών/βιομηχανικών περιοχών. Ποικίλες παράμετροι υιοθετήθηκαν ως στατιστικές στόχων χαρακτηρίζοντας το οδηγώντας σχέδιο στην κατασκευή της οδήγησης των κύκλων. Η διανομή πιθανότητας αξίας και ταχύτητα-επιτάχυνσης απόδοσης χρησιμοποιήθηκε για να καθορίσει τον καλύτερα συντεθειμένο οδηγώντας κύκλο. Η μέθοδος είναι εύκολο να ακολουθηθεί και οι οδηγώντας κύκλοι είναι συγκρίσιμοι με άλλους εγκαταλειμμένους κύκλους .



Πίνακας 1.3.1:Κύκλος οδήγησης Hong Kong

<sup>10</sup> WT Hung, HY Tong, CP Lee , K. Χα , LY Pao. (2007). Development of a practical driving cycle construction methodology: A case study in Hong Kong.

## Ανάπτυξη του κύκλου οδήγησης στην Ντάγκα <sup>11</sup>

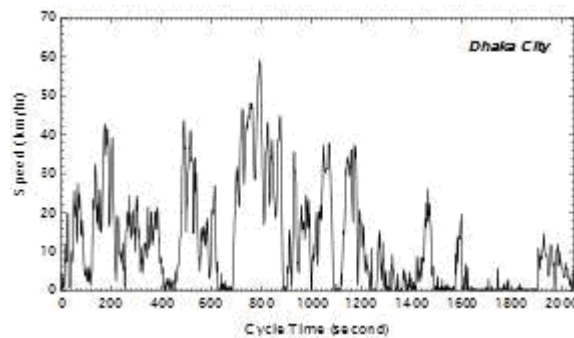
Οι ερευνητές Ali Adnan, Tasnim Shireen ανέπτυξαν τον κύκλο οδήγησης για την πρωτεύουσα του Μπαγκλαντές Ντάγκα.

Η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι μια σοβαρή ανησυχία για τους κατοίκους της πόλης Dhaka η οποία είναι πρωτεύουσα του Μπαγκλαντές. Οδηγεί σε απώλεια παραγωγικότητας, σε υψηλό ποσοστό ατυχήματος, σε υψηλές καταναλώσεις καυσίμων με αποτέλεσμα επιδείνωσης στην ατμοσφαιρική ποιότητα.

Το χρονικό σχεδιάγραμμα ταχύτητας των κύκλων οδήγησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εκτίμηση εκπομπής καυσαερίων στα οχήματα, στον υπολογισμό κατανάλωσης των καυσίμων με αποτέλεσμα να αξιολογείται η κυκλοφορία. Αν και τέτοιοι κύκλοι οδήγησης νομοθετικοί και μη - νομοθετικοί χρησιμοποιούνται στις αναπτυγμένες χώρες σε επίπεδο fication και έρευνας για την εκπομπή καυσαερίων δεν υπάρχει κανένας γνωστός κύκλος οδήγησης που να αναπτύσσεται για την πόλη Dhaka.

Τρεις σημαντικοί αυτοκινητόδρομοι της Dhaka έχουν επιλέξει ED και ένα σύστημα GPS για να συλλέξουν την ταχύτητα και με την χρησιμοποίηση δύο διαφορετικών τύπων οχημάτων χρονικά στοιχεία σε τρία διαφορετικά στάδια ημερών.

Για την μελέτη επιλέχθηκαν οι περίοδοι μέγιστης κυκλοφορίας κατά την περίοδο των εργάσιμων ημερών. Έχει παρατηρηθεί ότι περίπου 57% του χρόνου οδήγησης των οχημάτων δαπανήθηκαν στο ρελαντί και κινούταν με χαμηλή ταχύτητα.



Πίνακας 1.3.2:Χρονικό σχεδιάγραμμα ταχύτητας της Ντάγκα.

<sup>11</sup> A Adnan. 2011. a driving cycle for vehicular emission estimation in DHAKA city.pp.1

## 1.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΚΥΚΛΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΣΕ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΕΔΡΑ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

### 1.4.1 Γενικά

Το όχημα τοποθετείται πάνω σε μια εξέδρα που προσομοιώνει την αντίσταση στην κίνηση προς τα εμπρός. Κατά τη δοκιμή τα αέρια της εξάτμισης συλλέγονται και στη συνέχεια αναλύονται για τον προσδιορισμό: της μέτρησης της ρύπανσης, της μάζα του μονοξειδίου του άνθρακα (CO), των υδρογονανθράκων (HC), του οξειδίου του αζώτου (NOX) και για τους κινητήρες ντίζελ τα αιωρούμενα σωματίδια.

Τα αποτελέσματα δίδονται σε g / km για μετρήσεις κατανάλωσης καυσίμου. Για την μάζα του μονοξειδίου του άνθρακα (CO), το σύνολο των υδρογονανθράκων (THC) και του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) σε g / km. Η κατανάλωση καυσίμου υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη "μέθοδο του ισοζυγίου άνθρακα".

Η μέθοδος ισοζυγίου του άνθρακα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της κατανάλωσης καυσίμου από την ποσότητα του άνθρακα που βρέθηκε στα συλλεγμένα καυσαέρια.

Ακόμη και με τους πολύπλοκους χημικούς μετασχηματισμούς που λαμβάνουν χώρα και σε ένα κινητήρα εσωτερικής καύσης, η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης καυσίμων και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να είναι απλή.

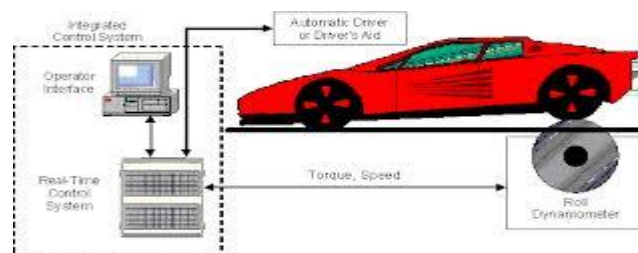
Τα τέσσερα βασικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα γίνεται σχεδόν αποκλειστικά από κορεσμένους υδρογονάνθρακες (αλκάνια). Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες αποτελούνται από άνθρακα (C) και υδρογόνου (H) μόνο, σε γνωστές αναλογίες.

Όταν λαμβάνει χώρα η καύση, όλος ο άνθρακας από το καύσιμο εκπέμπεται στα καυσαέρια, σε συνδυασμό με το οξυγόνο από τον αέρα με τη μορφή διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μονοξειδίου του άνθρακα (CO) ή ως άκαυστων υδρογονανθράκων (HC, που αναφέρεται επίσης ως VOC - Πτητικές Οργανικές Ενώσεις).

Ακόμα και αν το ακριβές ποσό του CO<sub>2</sub> που παράγεται από ένα λίτρο καυσίμου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία, πίεση περιβάλλοντος και της ποιότητας καυσίμου, τα ακόλουθα μπορούν να θεωρηθούν τυπικές τιμές:

1 λίτρο βενζίνης που χρησιμοποιείται παράγει 2,35 κιλά CO<sub>2</sub>, δηλαδή 0,64 χιλιογράμμο άνθρακος.

1 λίτρο του ντίζελ που χρησιμοποιείται παράγει 2,66 κιλά διοξειδίου του άνθρακα 2, δηλαδή 0,72 χιλιογράμμο του άνθρακα.



Πίνακας 1.4.1: Δυναμομετρική εξέδρα κύκλων οδήγησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΘΕΣΜΟΘΕΤΗΜΕΝΩΝ ΚΥΚΛΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ .

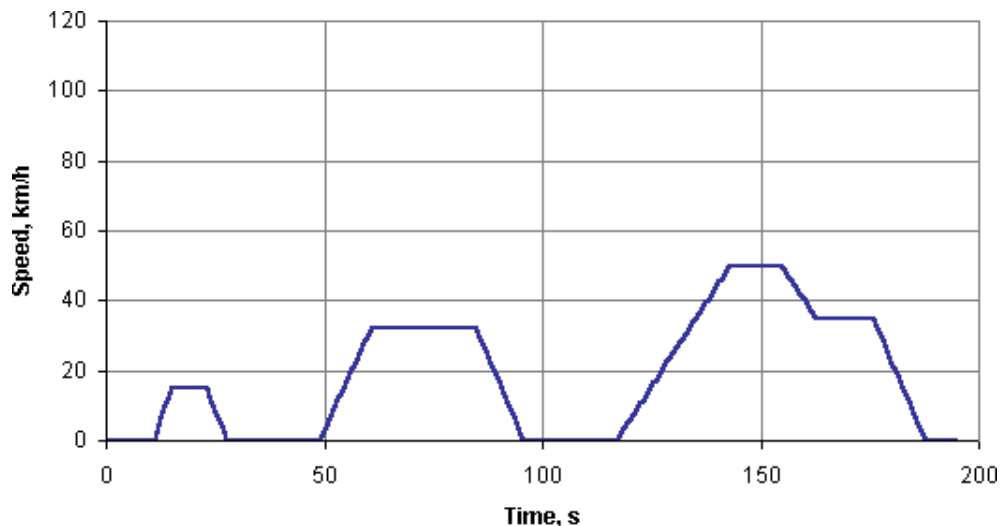
#### 2.1 ΕΥΡΩΠΗ <sup>12</sup>

##### ΟΕΕ-ΚΟΕΠ

Ο κύκλος οδήγησης ΟΕΕ + ΚΟΕΠ εκτελείται σε μια εξέδρα. Ο κύκλος οδήγησης είναι επίσης γνωστός ως MVEG-A-κύκλος και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των εκπομπών και της κατανάλωσης καυσίμου από ελαφρά οχήματα στην ΕΕ.

Ολόκληρος ο κύκλος περιλαμβάνει τέσσερα τμήματα ECE..Στο σχήμα 2.1.1 πριν από τη δοκιμή, το όχημα αφήνεται τουλάχιστον 6 ώρες σε θερμοκρασία δοκιμής των 20-30 ° C. Στη συνέχεια ξεκινάει και αφήνεται να λειτουργήσει στο ρελαντί για 40.

Οι εκπομπές δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια του κύκλου οδήγησης σύμφωνα με την "δειγματοληψία σταθερού όγκου" τεχνικής ανάλυσης, εκφράζονται σε g / km για καθέναν από τους ρύπους.



Σχήμα 2.1.1. Κύκλος ECE 15

<sup>12</sup> [http://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece\\_eu](http://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece_eu)

Ο κύκλος ECE είναι ένας αστικός κύκλος οδήγησης, επίσης είναι γνωστός ως UDC. Έχει σχεδιαστεί για να αντιπροσωπεύει τις συνθήκες οδήγησης στην πόλη, π.χ. στο Παρίσι ή στη Ρώμη. Χαρακτηρίζεται από χαμηλή ταχύτητα του οχήματος, χαμηλό φορτίο του κινητήρα, και χαμηλή θερμοκρασία των καυσαερίων.

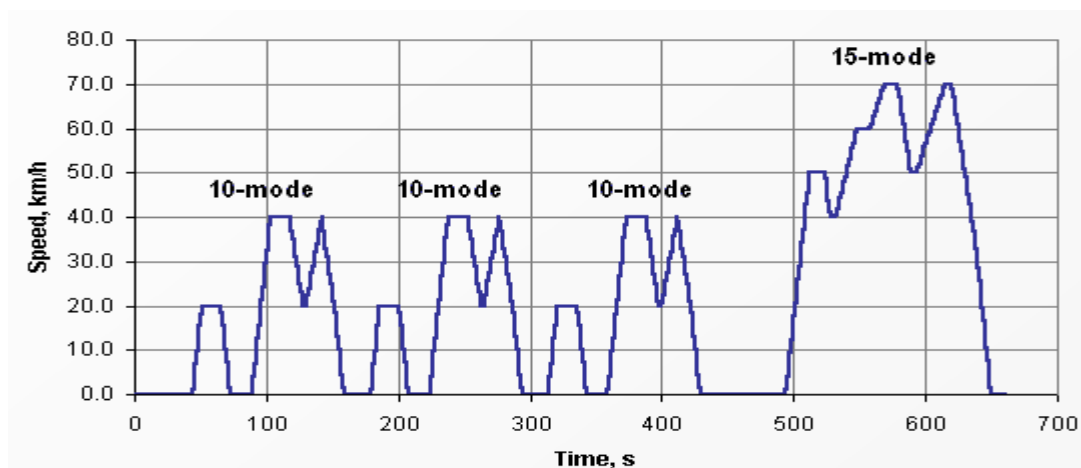
Ο αστικού κύκλου οδήγησης ECE, αντιπροσωπεύει μια δοκιμή τύπου I, η οποία είναι μια διαδικασία για εκπομπές. Στην δοκιμή τύπου II γίνεται έλεγχος των καυσαερίων CO στο ρελαντί και πραγματοποιείται αμέσως μετά τον τέταρτο κύκλο της δοκιμής τύπου I. Στη δοκιμή τύπου III γίνεται έλεγχος για τον προσδιορισμό των εκπομπών του στροφαλοθαλάμου πάνω σε δυναμομετρική εξέδρα.

## 2.2 ΙΑΠΩΝΙΑ <sup>13</sup>

.Το 10-15 του κύκλου λειτουργίας είχε χρησιμοποιηθεί στην Ιαπωνία για τις εκπομπές και δοκιμές οικονομίας καυσίμου για ελαφρά οχήματα. Κατά την περίοδο 2008-2011, η δοκιμή αντικαθίσταται σταδιακά από τη νεότερη JC08 κύκλο.

Το 10-15 δοκιμή στην κατάσταση αυτή προέρχεται από το 10 λειτουργία του κύκλου, προσθέτοντας άλλο ένα 15-mode τμήμα μέγιστη ταχύτητα 70 km / h. Οι εκπομπές εκφράζονται σε g / km [Ιαπωνίας Βιομηχανική Ασφάλεια και Υγεία, JISHA 899, 1983].

Το σύνολο του κύκλου περιλαμβάνει μια ακολουθία από 15 λεπτά προθέρμανση σε 60 km / h, σε αδράνεια δοκιμή, 5 λεπτά προθέρμανσης στα 60 km / h, και ένα 15-mode τμήμα, που ακολουθείται από τρεις επαναλήψεις των 10-mode τμήματα και ένα 15-mode τμήμα. Οι εκπομπές μετρούνται κατά τα τελευταία τέσσερα τμήματα (3 × 10-mode + 1 × 15-mode, Σχήμα 2.2.1).



Σχήμα 2.2.1 .Κύκλος 10-15 Ιαπωνίας.

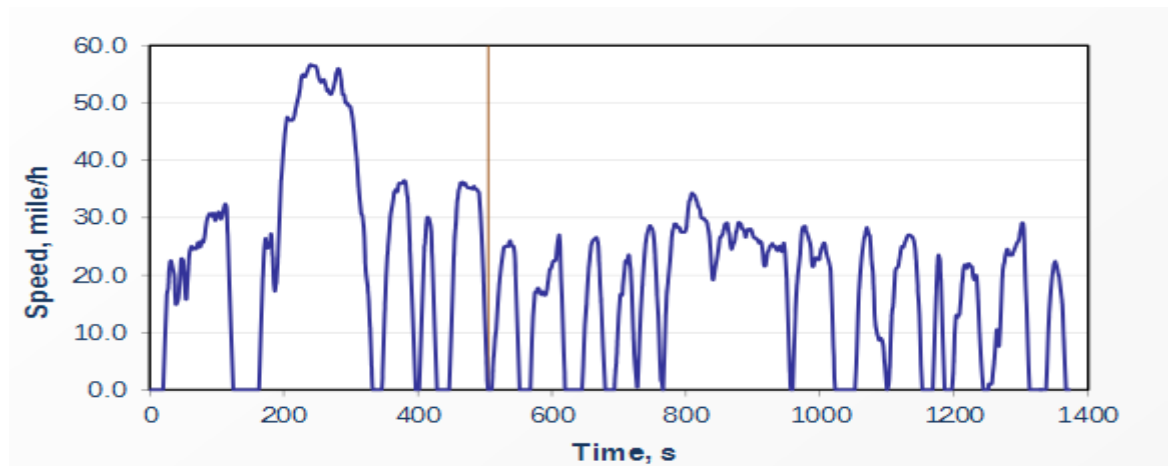
<sup>13</sup> [http://dieselnet.com/standards/cycles/jp\\_10-15mode.php](http://dieselnet.com/standards/cycles/jp_10-15mode.php)

## 2.3 ΑΜΕΡΙΚΗ <sup>14</sup>

### FTP-72

Ο κύκλος οδήγησης FTP-72 χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ για την έγκριση τύπου των ελαφρών φορτηγών και αυτοκινήτων. Επίσης ονομάζεται και Urban για πρόγραμμα οδήγησης σε δυναμομετρική εξέδρα. Αυτός ο κύκλος δεν θα πρέπει να συγχέεται με την UDDS πρόγραμμα οδήγησης για τα βαρέα οχήματα.

Ο κύκλος FTP-72 προσομοιώνει μια αστική διαδρομή των 7,5 mi (12,07 km) με συχνές στάσεις. Η μέγιστη ταχύτητα είναι 56,7 μίλι/ώρα (91,25 χλμ/ώρα) και η μέση ταχύτητα είναι 19,6 μίλι/ώρα (31,5 km/h).



Σχήμα 2.3.1 USA κύκλος οδήγησης (FTP-72)

Ο κύκλος αποτελείται από δύο φάσεις: (1) 505 s (5,78 km με 41,2 χλμ/ώρα ταχύτητα κατά μέσο όρο) και (2) 867 s. Η πρώτη φάση ξεκινά με ψυχρή εκκίνηση. Οι δύο φάσεις διαχωρίζονται με τη διακοπή του κινητήρα για 10 λεπτά. Οι παράγοντες στάθμισης A της 0,43 και 0,57 εφαρμόζονται στην πρώτη και δεύτερη φάση, αντίστοιχα. Οι εκπομπές ρύπων εκφράζονται σε g / μίλι ή g / km. Ο ίδιος κύκλος οδήγησης είναι γνωστός στην Αυστραλία ως ADR 27 και στη Σουηδία ως A10 ή CVS.

<sup>14</sup> <http://www.dieselnet.com/standards/cycles/ftp72>

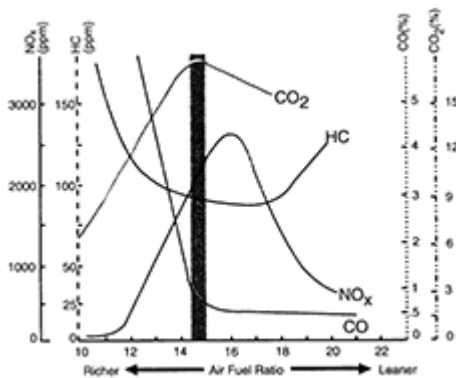


# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΟΧΗΜΑΤΑ

### 3.1 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.<sup>15</sup>

Η βενζίνη αποτελείται κατά κύριο λόγο από υδρογονάνθρακες (HC), δηλαδή χημικές ενώσεις του άνθρακα (C) με υδρογόνο (H). Για να καούν οι υδρογονάνθρακες απαιτείται η παρουσία αέρα, και συγκεκριμένα οξυγόνου (O<sub>2</sub>). Από την αντίδραση των υδρογονανθράκων με το οξυγόνο (καύση) παράγεται διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και νερό (ουσιαστικά υδρατμοί, H<sub>2</sub>O). Ωστόσο, εκτός από οξυγόνο ο αέρας περιέχει σε μεγάλο ποσοστό (78%) άζωτο (N<sub>2</sub>). Στις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας που επικρατούν στο θάλαμο καύσης το άζωτο αντιδρά κι αυτό με το οξυγόνο, δημιουργώντας οξειδία του αζώτου (NO<sub>x</sub>), τα οποία είναι ιδιαίτερα επιβλαβή για την ατμόσφαιρα.



Διάγραμμα 3.1.1 Μεταβολές ρύπων ενός βενζινοκινητήρα, σε συνάρτηση με την αναλογία αέρα/βενζίνης του μείγματος τροφοδοσίας

Για να είναι όσο το δυνατόν τελειότερη (δηλαδή πληρέστερη) η καύση της βενζίνης, θα πρέπει το μείγμα αέρα/βενζίνης το οποίο εισάγεται σε κάθε κύλινδρο του κινητήρα να έχει αναλογία 14,7 προς 1. Αν το μείγμα είναι πλουσιότερο έχουμε αυξημένη κατανάλωση και ανεβασμένες εκπομπές ρύπων. Αν το μείγμα είναι πιο φτωχό παρατηρούνται απώλεια ισχύος, κακή απόκριση του κινητήρα και επίσης αυξημένοι ρύποι. Στόχος κάθε συστήματος τροφοδοσίας λοιπόν, είτε πρόκειται για καρμπρατέρ είτε για ψεκασμό (injection), είναι να διατηρεί την αναλογία αέρα/βενζίνης κοντά στο ιδανικό 14,7:1, ανεξάρτητα από το φορτίο ή το ρυθμό περιστροφής του κινητήρα.

<sup>15</sup> Motolab gr.(2012) Καύση και εκπομπές ρύπων

Στο διάγραμμα φαίνεται πώς μεταβάλλονται οι κυριότεροι ρύποι ενός βενζινοκινητήρα, σε συνάρτηση με την αναλογία αέρα/βενζίνης του μείγματος τροφοδοσίας. **HC:** Οι υδρογονάνθρακες είναι ουσιαστικά βενζίνη που δεν έχει καεί. Ένα ποσοστό άκαυτων υδρογονανθράκων είναι αναπόφευκτο. Ωστόσο, η συγκέντρωση των υδρογονανθράκων αυξάνεται όταν έχουμε ατελή καύση. Ατελής καύση μπορεί να συμβεί λόγω πολύ φτωχού ή πολύ πλούσιου μείγματος. Υπερβολικά αυξημένοι υδρογονάνθρακες δείχνουν πλήρη αδυναμία καύσης, ενδεχομένως λόγω προβλήματος στο σύστημα ανάφλεξης ή τροφοδοσίας.

**CO:** Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι παραπροϊόν της ατελούς καύσης της βενζίνης. Παράγεται όταν λείπει το οξυγόνο που απαιτείται για να σχηματιστεί διοξείδιο του άνθρακα. Έλλειψη οξυγόνου παρατηρείται όταν το μείγμα αέρα/βενζίνης είναι πλούσιο. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, σε αυτή την περίπτωση η συγκέντρωση του CO αυξάνεται πολύ απότομα. Επομένως, μετρώντας τη συγκέντρωση CO στα καυσαέρια μπορούμε να έχουμε μια καλή ένδειξη για το εάν το μείγμα αέρα/βενζίνης είναι πλούσιο, φτωχό ή «ιδανικό».

**NOx:** Οι συνθήκες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας που επικρατούν στο θάλαμο καύσης προκαλούν την αντίδραση του αζώτου με το οξυγόνο, με αποτέλεσμα τη δημιουργία οξειδίων του αζώτου (κυρίως μονοξειδίου, NO). Σε αντίθεση με το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και τους υδρογονάνθρακες (HC), τα οξείδια του αζώτου είναι αυξημένα σε συνθήκες «τέλειας» καύσης, ενώ αυξάνονται ακόμη περισσότερο όταν το μείγμα είναι ελαφρώς φτωχό.

**CO<sub>2</sub>:** Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το αναμενόμενο προϊόν της καύσης της βενζίνης και προέρχεται από την πλήρη οξείδωση των υδρογονανθράκων. Μεγάλη συγκέντρωση CO<sub>2</sub> φανερώνει αποδοτική καύση. Για το λόγο αυτό, η συγκέντρωσή του στα καυσαέρια είναι κατά κάποιο τρόπο αντίστροφη από εκείνη των άκαυτων υδρογονανθράκων. Παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή της στην περιοχή της «ιδανικής» αναλογίας μείγματος, 14,7:1.

### 3.2 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.

Τα καυσαέρια πετρελαίου περιέχουν έναν αριθμό ρύπων που μπορεί να είναι επιβλαβής για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον, είτε μόνοι είτε σε συνδυασμό με άλλες ουσίες. Αυτοί περιλαμβάνουν αιρούμενα σωματίδια, υδρογονάνθρακες, οξείδια του αζώτου, μονοξείδιο του άνθρακα και τοξικών ρυπαντών του αέρα και είναι γνωστοί ως επικίνδυνοι ατμοσφαιρικοί ρύποι.

Παρακάτω παρατίθενται μερικοί από τους βασικούς ρύπους:

**Λεπτά σωματίδια** Είναι ένα μίγμα των στερεών σωματιδίων και υγρών σταγονιδίων στον αέρα. Περισσότερο από το 90 τοις εκατό των σωματιδίων που βρέθηκαν σε καυσαέρια πετρελαίου είναι λεπτά σωματίδια. Τα οξείδια του αζώτου και το διοξείδιο του θείου αποτελούν τις σημαντικότερες πηγές των λεπτών σωματιδίων. Λόγω του μικρού μεγέθους τους, τα λεπτά σωματίδια μπορούν να εναποτίθενται βαθιά στους πνεύμονες, όπου μπορούν να προκαλέσουν αναπνευστικά και καρδιαγγειακά προβλήματα, ιδιαίτερα μεταξύ των παιδιών και των ηλικιωμένων. Τα σωματίδια είναι επίσης μια σημαντική αιτία της κακής ορατότητας και ομίχλη σε πολλά μέρη των Ηνωμένων Πολιτειών.

**Υδρογονανθράκων (HC)** σχηματίζονται από ατελή καύση του καυσίμου. Όταν συνδυάζεται με NOx με την παρουσία του ηλιακού φωτός, την παραγωγή HC του όζοντος σε επίπεδο εδάφους ή «νέφος», το οποίο μπορεί να ερεθίσουν τα μάτια, τους πνεύμονες και να επιδεινώσει αναπνευστικά προβλήματα. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν βήχα, δύσπνοια και η μειωμένη λειτουργία των πνευμόνων. Πολλοί υδρογονάνθρακες θεωρούνται επίσης επικίνδυνοι ατμοσφαιρικοί ρύποι.

**Διοξείδιο του αζώτου και άλλα οξείδια του αζώτου (NO<sub>2</sub> και NOx)** είναι υποπροϊόντα της καύσης των καυσίμων και συμβάλλουν στο σχηματισμό του όζοντος στο επίπεδο του εδάφους ή "νέφος". Οι επιπτώσεις στην υγεία περιλαμβάνουν βήχα, δύσπνοια και μειωμένη λειτουργία των πνευμόνων. Τα οξείδια του αζώτου συμβάλλουν στην όξινη βρογχίτιδα και στην οξίνιση των λιμνών και των εδαφών. Μπορούν επίσης να επηρεάσουν τα υδάτινα οικοσυστήματα, παρέχοντας πάρα πολλά θρεπτικά συστατικά για την υδροβία ζωή των φυτών, η οποία μειώνει τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου και μπορεί να βλάψει τελικά το οικοσύστημα. Επιπλέον, τα οξείδια του αζώτου και οι υδρογονάνθρακες συμβάλλουν στο σχηματισμό του όζοντος στο επίπεδο του εδάφους ή «νέφος», το οποίο είναι εξαιρετικά διαβρωτικό και προκαλεί ζημιές σε καλλιέργειες και δάση.

**Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)**, σχηματίζεται από την ατελή καύση του καυσίμου. Το μονοξείδιο του άνθρακα μειώνει τη ροή του οξυγόνου στο αίμα και είναι ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για τα άτομα με καρδιακή νόσο.

Ένα ακόμη συστατικό που προέρχεται από εκπομπές πετρελαιοκινητήρων είναι ο μαύρος άνθρακας και είναι από τους μεγαλύτερους υπεύθυνους της κλιματικής αλλαγής. Πρόκειται για μια μορφή σωματιδίων που θερμαίνουν την ατμόσφαιρα απορροφώντας το φως του ήλιου και ακτινοβολούν θερμότητα στο αέρα (όπως έναν δρόμο σε ασφαλτόστρωση). Μπορεί επίσης να σκουραίνει το χιόνι και τον πάγο, και άμεσα να επιταχύνει την τήξη. Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν το υψηλότερο κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μαύρο στον κόσμο, με περισσότερα από τα μισά να προέρχονται από τους πετρελαιοκινητήρες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ.

#### 4.1 ΌΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ-ΕΥΡΟ Ι,ΙΙ,ΙΙΙ,ΙV, V, VI <sup>16</sup>

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών είναι ένα σύνολο από απαιτήσεις, οι οποίες καθορίζουν τα αποδεκτά όρια των εκπεμπόμενων ρύπων των νέων οχημάτων που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα πρότυπα καθορίζονται σε μια σειρά από οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι οποίες κατευθύνονται στην σταδιακή επιβολή όλο και πιο αυστηρών προδιαγραφών. Εκπομπές NO<sub>x</sub>, HC, CO και μικροσωματιδίων ρυθμίζονται σε διαφορετικά πρότυπα ανάλογα με τον τύπο του οχήματος ενώ ο έλεγχος της συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές γίνεται με τυποποιημένους «Κύκλους Πόλης» που έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Οχήματα που δεν τηρούν τις προδιαγραφές δεν μπορούν να ταξινομηθούν στα κράτη μέλη της Ε.Ε. ενώ τα νέα πρότυπα δεν ισχύουν για οχήματα που βρίσκονται ήδη στη κυκλοφορία.

#### 4.1.1 Επιβατικά και ελαφρά φορτηγά με κινητήρες Diesel.<sup>17</sup>

Παρακάτω παρουσιάζονται τα ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων για καινούργια επιβατικά οχήματα με κινητήρες Diesel.

Tier	Date	CO	HC	HC+NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PM
<b>Diesel</b>						
<b>Euro 1†</b>	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97(1.13)	-	0.14 (0.18)
<b>Euro 2, IDI</b>	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08
<b>Euro 2, DI</b>	1996.01 <sup>a</sup>	1.0	-	0.9	-	0.10
<b>Euro 3</b>	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05
<b>Euro 4</b>	2005.01	0.5	-	0.30	0.25	0.025
<b>Euro 5</b>	2009.09 <sup>b</sup>	0.5	-	0.23	0.18	0.005 <sup>e</sup>
<b>Euro 6</b>	2014.09	0.5	-	0.17	0.08	0.005 <sup>e</sup>
* At the Euro 1..4 stages, passenger vehicles > 2,500 kg were type approved as Category N <sub>1</sub> vehicles						
† Values in brackets are conformity of production (COP) limits						
a - until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)						
b - 2011.01 for vehicles > 2,500 kg						
e - proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure						

Πίνακας 4.1.1 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων

<sup>16</sup> Ευρωπαϊκή επιτροπή, Institut Francais du Petrole (IFP)

<sup>17</sup> <http://www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php>

Παρακάτω παρουσιάζονται τα ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων για επιβατικά βενζινοκίνητα οχήματα.

Tier	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
<b>Petrol (Gasoline)</b>						
<b>Euro 1†</b>	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97(1.13)	-	-
<b>Euro 2</b>	1996.01	2.2	-	0.5	-	-
<b>Euro 3</b>	2000.01	2.3	0.2	-	0.15	-
<b>Euro 4</b>	2005.01	1.0	0.1	-	0.08	-
<b>Euro 5</b>	2009.09 <sup>b</sup>	1.0	0.1 <sup>c</sup>	-	0.06	0.005 <sup>d,e</sup>
<b>Euro 6</b>	2014.09	1.0	0.1 <sup>c</sup>	-	0.06	0.005 <sup>d,e</sup>
† Values in brackets are conformity of production (COP) limits						
* At the Euro 1..4 stages, passenger vehicles > 2,500 kg were type approved as Category N <sub>1</sub> vehicles						
b - 2010.09 for vehicles > 2,500 kg						
c - and NMHC = 0.068 g/km						
d - applicable only to vehicles using DI engines						
e - proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure						

Πίνακας 4.1.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων.

Category †	Tier	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
<b>Diesel</b>							
<b>N1, Class I ≤1305 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	2.72	-	0.97	-	0.14
	<b>Euro 2, IDI</b>	1998.01	1.00	-	0.70	-	0.08
	<b>Euro 2, DI</b>	1998.01 <sup>a</sup>	1.00	-	0.90	-	0.10
	<b>Euro 3</b>	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05
	<b>Euro 4</b>	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025
	<b>Euro 5</b>	2009.09 <sup>b</sup>	0.50	-	0.23	0.18	0.005 <sup>d</sup>
	<b>Euro 6</b>	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 <sup>d</sup>
<b>N1, Class II ≤1305-1760 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	5.17	-	1.40	-	0.19
	<b>Euro 2, IDI</b>	1998.01	1.25	-	1.0	-	0.12
	<b>Euro 2, DI</b>	1998.01 <sup>a</sup>	1.25	-	1.3	-	0.14
	<b>Euro 3</b>	2001.01	0.80	-	0.72	0.65	0.07
	<b>Euro 4</b>	2006.01	0.63	-	0.39	0.33	0.04
	<b>Euro 5</b>	2010.09 <sup>c</sup>	0.63	-	0.295	0.235	0.005 <sup>d</sup>
	<b>Euro 6</b>	2015.09	0.63	-	0.195	0.105	0.005 <sup>d</sup>
<b>N1, Class III &gt;1760 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	6.90	-	1.70	-	0.25
	<b>Euro 2, IDI</b>	1998.01	1.5	-	1.20	-	0.17
	<b>Euro 2, DI</b>	1998.01 <sup>a</sup>	1.5	-	1.60	-	0.20
	<b>Euro 3</b>	2001.01	0.95	-	0.86	0.78	0.10
	<b>Euro 4</b>	2006.01	0.74	-	0.46	0.39	0.06
	<b>Euro 5</b>	2010.09 <sup>c</sup>	0.74	-	0.350	0.280	0.005 <sup>d</sup>
	<b>Euro 6</b>	2015.09	0.74	-	0.215	0.125	0.005 <sup>d</sup>
† For Euro 1/2 the Category N <sub>1</sub> , reference mass classes were Class I ≤ 1250 kg, Class II 1250-1700 kg, Class III > 1700 kg.							
‡ Proposed							
a - until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)							
b - applicable only to vehicles using DI engines							
c - 2012.01 for all models							
d - proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure							

Πίνακας 4.1.3 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων

Παρακάτω παρουσιάζονται τα ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων για ελαφρά βενζινοκίνητα φορτηγά.

Category †	Tier	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
<b>Petrol (Gasoline)</b>							
<b>N1, Class I ≤1305 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	2.72	-	0.97	-	-
	<b>Euro 2</b>	1998.01	2.2	-	0.50	-	-
	<b>Euro 3</b>	2000.01	2.3	0.2	-	0.15	-
	<b>Euro 4</b>	2005.01	1.0	0.1	-	0.08	-
	<b>Euro 5</b>	2009.09 <sup>b</sup>	1.0	0.1 <sup>f</sup>	-	0.06	0.005 <sup>d,e</sup>
	<b>Euro 6</b>	2014.09	1.0	0.1 <sup>f</sup>	-	0.06	0.005 <sup>d,e</sup>
<b>N1, Class II ≤1305-1760 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	5.17	-	1.40	-	-
	<b>Euro 2</b>	1998.01	4.00	-	0.65	-	-
	<b>Euro 3</b>	2001.01	4.17	0.25	-	0.18	-
	<b>Euro 4</b>	2006.01	1.81	0.13	-	0.1	-
	<b>Euro 5</b>	2010.09 <sup>c</sup>	1.81	0.13 <sup>g</sup>	-	0.075	0.005 <sup>d,e</sup>
	<b>Euro 6</b>	2015.09	1.81	0.13 <sup>g</sup>	-	0.075	0.005 <sup>d,e</sup>
<b>N1, Class III &gt;1760 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	6.90	-	1.70	-	-
	<b>Euro 2</b>	1998.01	5.00	-	0.8	-	-
	<b>Euro 3</b>	2001.01	5.22	0.29	-	0.21	-
	<b>Euro 4</b>	2006.01	2.27	0.16	-	0.11	-
	<b>Euro 5</b>	2010.09 <sup>c</sup>	2.27	0.16 <sup>h</sup>	-	0.082	0.005 <sup>d,e</sup>
	<b>Euro 6</b>	2015.09	2.27	0.16 <sup>h</sup>	-	0.082	0.005 <sup>d,e</sup>
† For Euro 1/2 the Category N, reference mass classes were Class I ≤ 1250 kg, Class II 1250-1700 kg, Class III > 1700 kg.							
b - applicable only to vehicles using DI engines							
c - 2012.01 for all models							
d - applicable only to vehicles using DI engines							
e - proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure							
f - and NMHC = 0.068 g/km							
g - and NMHC = 0.090 g/km							
h - and NMHC = 0.108 g/km							

Πίνακας 4.1.4 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων

#### 4.1.2 Οχήματα βαρέος τύπου

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα καινούργια βαρέος τύπου οχήματα με κινητήρες Diesel αρχικά υιοθετήθηκαν από την Οδηγία 88/77/EEC η οποία τροποποιήθηκε 3 φορές. Το 2005 οι προδιαγραφές αναθεωρήθηκαν και εδραιώθηκαν με την Οδηγία 05/55/EEC.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων για βαρέος τύπου οχήματα.

Tier*	Date	Test	CO	HC	NOx	PM	Smoke
Euro I	1992, <85kW	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612	
	1992, >85kW		4.5	1.1	8.0	0.36	
Euro II	1996.10		4.0	1.1	7.0	0.25	
	1998.10		4.0	1.1	7.0	0.15	
Euro III	1999.10, EEVs only	ESC & ELR	1.5	0.25	2.0	0.02	0.15
	2000.10	ESC & ELR	2.1	0.66	5.0	0.10 0.13*	0.8
Euro IV	2005.10		1.5	0.46	3.5	0.02	0.5
Euro V	2008.10		1.5	0.46	2.0	0.02	0.5

\* for engines of less than 0.75 dm<sup>3</sup> swept volume per cylinder and a rated power speed of more than 3000 min<sup>-1</sup>

Πίνακας 4.1.5 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων

Η Ευρωπαϊκή Ένωση πρόκειται να δημοσιεύσει σύντομα μία πρόταση για το πρότυπο εκπομπών Euro VI το οποίο θα επιφέρει ρυθμίσεις για διάφορους ρύπους που δεν έχουν ακόμη οροθετηθεί αλλά και θα επιβάλλει ακόμη πιο αυστηρά όρια εκπομπών.

#### 4.1.3 Μέτρα μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub>.

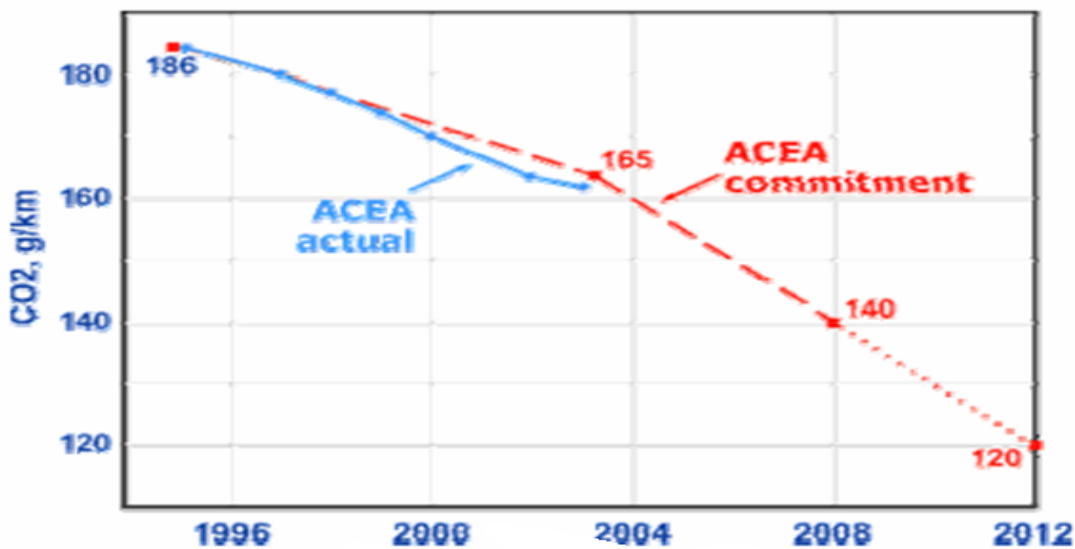
Εκτός από τους βασικούς ρύπους που είναι οι HC, τα NOx και το CO, βασικό συστατικό των καυσαερίων των αυτοκινήτων είναι και το CO<sub>2</sub>. Για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η Ευρωπαϊκή Ένωση υπέγραψε εθελοντικές συμφωνίες με την αυτοκινητοβιομηχανία για τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση σκοπεύει να επεκτείνει αυτές τις συμφωνίες για την υιοθέτηση ακόμα πιο φιλόδοξων στόχων στη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>. Οι μελλοντικές συμφωνίες θα περιλαμβάνουν μέτρα όπως φορολογικές ελαφρύνσεις και κίνητρα για μια πιο οικολογική οδήγηση. Σε περίπτωση όμως που αυτές οι συμφωνίες δεν υλοποιηθούν η Ε.Ε. θα προχωρήσει στη θέσπιση υποχρεωτικών ορίων εκπομπών.

Η συμφωνία με την ACEA που υπογράφηκε τον Μάρτιο του 1998 περιλάμβανε τις παρακάτω διατάξεις:

1. Στόχος των 140 g/km για το CO<sub>2</sub> μέχρι το 2008 ( στόχος που αντιπροσωπεύει 25% μείωση από το επίπεδο των 186 g/km το 1995).
2. Πιθανή μείωση του ορίου στα 120 g/km μέχρι το 2012.
3. Ενδιάμεσος στόχος των 165-170 g/km μέχρι το 2003.
4. Τα μέλη της ACEA να παρουσιάσουν μοντέλα μείωσης των εκπομπών του CO<sub>2</sub> στα 120 g/km ή ακόμα λιγότερο μέχρι το 2000. Οι στόχοι αυτοί θα επιτευχθούν μέσω της τεχνολογίας εξοικονόμησης καυσίμων. Η Ε.Ε. υπολογίζει ότι τα επιβατικά αυτοκίνητα μέχρι το 2008/09 θα καταναλώνουν κατά μέσο όρο περίπου 5.8 λίτρα βενζίνης/100 km ή 5.25 λίτρα diesel/100 km.

Η πρόοδος που έχει συμφωνηθεί ελέγχεται από την Ε.Ε. και την ACEA. Ετήσιες αναφορές προόδου δημοσιεύονται από την Ε.Ε.. Η πρόοδος της ACEA μέχρι το 2003 φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα και συγκρίνεται με τους στόχους που είχαν τεθεί.



Πίνακας 4.1.6 Μείωση CO<sub>2</sub> από την ACEA

Και οι τρεις οργανισμοί πάντως αντιμετωπίζουν προκλήσεις για την επίτευξη του στόχου των 140g/km μέχρι το 2008/09 αφού ο μέσος ετήσιος ρυθμός μείωσης τα επόμενα χρόνια πρέπει να είναι 2.8% για την ACEA, 3.1% για την JAMA και 3.6% για την KAMA.



## 4.2.ΙΣΧΥΟΥΣΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ <sup>18</sup>

Από την έναρξη ισχύος των προτύπων Euro 5 και Euro 6, τα κράτη μέλη πρέπει να αρνούνται την έγκριση τύπου, την ταξινόμηση, την πώληση ή τη θέση σε κυκλοφορία των οχημάτων που δεν τηρούν τις εν λόγω οριακές τιμές εκπομπών. Για τα οχήματα μεταφοράς εμπορευμάτων (κατηγορία N1, κλάσεις II και III, και κατηγορία N2) και τα οχήματα που έχουν σχεδιαστεί για την ικανοποίηση ειδικών κοινωνικών αναγκών προβλέπεται κάθε φορά συμπληρωματική προθεσμία διάρκειας ενός έτους. Το προβλεπόμενο χρονοδιάγραμμα έχει ως εξής:

Το πρότυπο Euro 5 εφαρμόζεται από την 1η Σεπτεμβρίου 2009 όσον αφορά την έγκριση τύπου και θα εφαρμοστεί από την 1η Ιανουαρίου 2011 όσον αφορά την ταξινόμηση και την πώληση των νέων τύπων οχημάτων.

Το πρότυπο Euro 6 θα εφαρμοστεί από την 1η Σεπτεμβρίου 2014 όσον αφορά την έγκριση τύπου και από την 1η Σεπτεμβρίου 2015 όσον αφορά την ταξινόμηση και την πώληση των νέων τύπων οχημάτων.

Η παροχή χρηματοδοτικών κινήτρων από τα κράτη μέλη με σκοπό την ενθάρρυνση της τήρησης των νέων οριακών τιμών επιτρέπεται εφόσον:

Ισχύουν για κάθε νέο όχημα που πωλείται στην αγορά ενός κράτους μέλους και πληροί, εκ των προτέρων, τις απαιτήσεις του παρόντος κανονισμού λήγουν κατά την ημερομηνία εφαρμογής των οριακών τιμών ανέρχονται για κάθε τύπο μηχανοκίνητου οχήματος, σε ποσό μικρότερο από το επιπλέον κόστος που συνεπάγονται αφενός οι τεχνικές διατάξεις που διασφαλίζουν την τήρηση των καθοριζόμενων οριακών τιμών και αφετέρου η τοποθέτησή τους στα οχήματα.

Εκτός από την τήρηση των προαναφερόμενων οριακών τιμών εκπομπών, οι κατασκευαστές οφείλουν να διασφαλίζουν την ανθεκτικότητα των διατάξεων ελέγχου της ρύπανσης για απόσταση 160.000 km. Επίσης συμμόρφωση κατά τη λειτουργία πρέπει να είναι δυνατόν να ελέγχεται επί χρονικό διάστημα έως πέντε έτη ή 100.000 km.

Η Επιτροπή θεσπίζει ειδικές διαδικασίες δοκιμές και απαιτήσεις που αφορούν:

Τις εκπομπές αγωγού εξαγωγής συμπεριλαμβανομένων κύκλων δοκιμής τις εκπομπές σε χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος τις εκπομπές σε λειτουργία κινητήρα εν κενό τη θολότητα καυσαερίου και την ορθή λειτουργία και αναγέννηση των συστημάτων μετεπεξεργασίας αναγέννησης, τις εξατμιστικές εκπομπές και τις εκπομπές στροφαλοθαλάμου, τα ενσωματωμένα στα οχήματα συστήματα διάγνωσης (OBD) και την απόδοση των συστημάτων ελέγχου της ρύπανσης κατά τη χρήση, την αντοχή των συστημάτων ελέγχου της ρύπανσης τις διατάξεις αντικατάστασης για τον έλεγχο των εκπομπών τη συμμόρφωση εν χρήσει τη συμμόρφωση της παραγωγής και τον τεχνικό έλεγχο.

---

<sup>18</sup> Europa.eu.(2013) Μείωση των εκπομπών ρύπων από ελαφρά οχήματα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

#### 5.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ<sup>19</sup>

Ιστορικά τα πρώτα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο ανήκαν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Έτσι το ξύλο, το λίπος, τα φυτικά λάδια αλλά και τα αποστάγματα οργανικής προέλευσης εμπίπτουν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Η μεγάλη ανάγκη σε φθηνά καύσιμα μεγάλου ενεργειακού περιεχομένου μετά την βιομηχανική επανάσταση, η οποία συνεχίζει αυξανόμενη έως σήμερα, ενίσχυσε σημαντικά τη χρήση ορυκτών καυσίμων, άνθρακα αρχικά και πετρελαϊκών παραγώγων αργότερα, σε βάρος των παραδοσιακών βιοκαυσίμων. Τα προβλήματα θέρμανσης του πλανήτη (βλ. φαινόμενο του θερμοκηπίου), τα οποία σχετίζονται άμεσα με το περιεχόμενο των καυσίμων σε άνθρακα και το εκπέμπομε κατά την καύση διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) έχουν δημιουργήσει κατά τα τελευταία χρόνια ένα κλίμα στροφής προς βιοκαύσιμα τα οποία καλούνται να υποκαταστήσουν σταδιακά τα συμβατικά καύσιμα.



Τα βιοκαύσιμα προέρχονται από οργανικά προϊόντα και θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα. Ως ανανεώσιμα καύσιμα έχουν το χαρακτηριστικό των χαμηλότερων εκπομπών CO<sub>2</sub> στο συνολικό κύκλο ζωής τους σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, στοιχείο που εξαρτάται άμεσα από την προέλευση τους, τη χρήση τους αλλά και τον τρόπο παραγωγής και διανομής τους. Κατά την καύση τους τα καύσιμα αυτά εκπέμπουν περίπου ίσες ποσότητες CO<sub>2</sub> με τα αντίστοιχα πετρελαϊκής προέλευσης. Επειδή όμως είναι οργανικής προέλευσης ο άνθρακας τον οποίο περιέχουν έχει δεσμευτεί κατά την ανάπτυξη της οργανικής ύλης από την ατμόσφαιρα στην οποία επανέρχεται μετά την καύση κι έτσι το ισοζύγιο εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου είναι θεωρητικά μηδενικό. Στην πράξη επειδή κατά την παραγωγή και διακίνηση της πρώτης ύλης αλλά και των ίδιων των βιοκαυσίμων υπεισέρχονται και άλλες δραστηριότητες κατά τις οποίες παράγονται εκπομπές CO<sub>2</sub> το τελικό όφελος από τα καύσιμα αυτά μπορεί να είναι από πολύ μεγάλο έως μηδαμινό. Για να αποφανθεί κανείς ασφαλώς για τα περιβαλλοντικά οφέλη κάποιου βιοκαυσίμου πρέπει να πραγματοποιήσει εξειδικευμένη ανάλυση κύκλου ζωής.

<sup>19</sup> [www.sbibe.gr/biokafsima.html](http://www.sbibe.gr/biokafsima.html)(201

## 5.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Τα βιοκαύσιμα αποτελούνται από δύο μεγάλες κατηγορίες των καυσίμων την βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ, ως εκ τούτου υπάρχουν δύο διαφορετικές διαδικασίες παραγωγής βιοκαυσίμων από βιομάζα. Οι μέθοδοι που ακολουθούνται έχουν μια ισχυρή επίδραση στα τελικά αποτελέσματα που επιτυγχάνονται. Υπάρχουν δύο βασικές αντιδράσεις που εμπλέκονται στην παραγωγή βιοαιθανόλης, το ένα είναι η υδρόλυση και η άλλη είναι η ζύμωση.



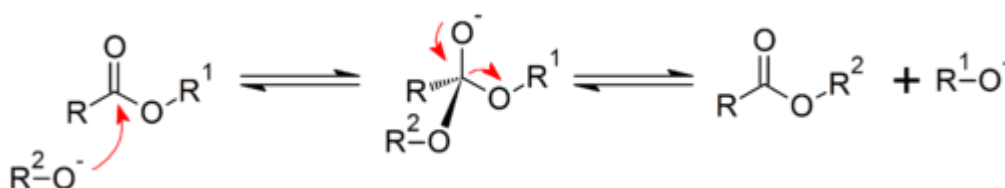
Ο παραδοσιακός τρόπος της παραγωγής βιοαιθανόλης είναι η ανάμιξη ζάχαρης, νερό και μαγιάς τα οποία στη συνέχεια αφήνονται να ζυμωθούν σε ζεστό περιβάλλον. Σταδιακά το μίγμα γίνεται υγρό που έχει μια κατά προσέγγιση δεκαπέντε τοις εκατό αλκοόλη. Στη συνέχεια, ο υγρός πολτός που δημιουργείται αποστάζεται και καθαρίζεται για να πάρει περίπου ενενήντα εννέα κόμμα πέντε τοις εκατό βιοαιθανόλη. Έτσι, αυτή η διαδικασία της ζύμωσης είναι μια σειρά από χημικές αντιδράσεις όπου τα απλά σάκχαρα μετατρέπονται σε αιθανόλη. Ζυμομύκητες ή βακτήρια, τα οποία τρέφονται με τα σάκχαρα, προκαλούν την αντίδραση και έτσι η ζύμωση λαμβάνει χώρα. Υπάρχει ένας απλός τύπος που αντιπροσωπεύει τη διαδικασία της απλουστευμένης αντίδρασης ζύμωσης, η οποία έχει ως εξής:



Σε αυτό το είδος της διαδικασίας παραγωγής, η βιοαιθανόλη προέρχεται από μια ποικιλία από ζάχαρη και άμυλο πλούσια σε καλλιέργειες, η οποία περιλαμβάνει κόκκους, καλαμπόκι, ζαχαροκάλαμο, και τα ζαχαρότευτλα. Η διαδικασία της παραδοσιακής παραγωγής αυτού του είδους υποκατάστατου καυσίμου είναι γνωστή και εύκολη που αποτελεί μόνο τη ζύμωση των σακχάρων, παρόμοια με τη διαδικασία που χρησιμοποιείται για την παρασκευή ποτών, όπως το ουίσκι ή βότκα.

Υπάρχει και μια άλλη διαδικασία της παραγωγής βιοαιθανόλης και είναι προς το παρόν να προέρχεται από υλικά που έχουν λιγνοκυτταρίνη η οποία είναι κατά κύριο λόγο η ενισχυτική ουσία που βρίσκεται στους ιστούς των ξυλωδών φυτών όπως το άχυρο, cornstalks, ροκανίδι, ή άλλες οργανικά υλικά που συχνά θεωρούνται απόβλητα.

Όταν η χρήση της μεθόδου αυτής ξεκινά, το κόστος παραγωγής της βιοαιθανόλης θα είναι μικρότερο από ό, τι στη διαδικασία της ζύμωσης, και οι πρώτες ύλες θα πρέπει να καλλιεργηθούν με επιτυχία σε πολλές άλλες περιοχές του κόσμου. Όσον αφορά το βιοντίζελ η διαδικασία για την παραγωγή του περιλαμβάνει μια χημική αντίδραση. Η χημική αντίδραση η οποία μετατρέπει το φυτικό λάδι ή λίπος ζώων για βιοντίζελ ονομάζεται «μετεστεροποίηση». Είναι μια απλή διαδικασία που συνδυάζει μία χημική ένωση που ονομάζεται "εστέρας" και μια αλκοόλη για να κάνει άλλο ένα εστέρα και άλλη αλκοόλη. Τα έλαια και λίπη που περιλαμβάνονται στην οικογένεια εστέρα όταν αντιδρούν με μεθανόλη ή αιθανόλη, κάνουν μεθυλεστέρες ή αιθυλεστέρες και μια νέα αλκοόλη που ονομάζεται γλυκερόλη ή συνηθέστερα γλυκερίνη.



Η χημική αντίδραση που χρησιμοποιείται για να κάνει το βιοντίζελ απαιτεί έναν καταλύτη. Ένας καταλύτης είναι συνήθως μια χημική ουσία που προστίθεται στο μίγμα της αντίδρασης για να επιταχυνθεί η αντίδραση. Δεδομένου ότι ο καταλύτης δεν καταναλώνεται στην αντίδραση, θα πρέπει να απομείνει στο τέλος σε κάποια μορφή. Στην παραγωγή βιοντίζελ, η πραγματική ένωση η οποία καταλύει την αντίδραση ονομάζεται μεθοξείδιο. Ένας κοινός τρόπος για να κάνει μεθοξείδιο είναι να διαλυθεί υδροξείδιο του νατρίου ή υδροξείδιο του καλίου σε μεθανόλη.

### 5.3 ΧΡΗΣΗ ΣΤΙΣ ΜΕΚ <sup>20</sup>

Μίγματα βιοντίζελ για τους κινητήρες

Το βιοντίζελ μπορεί να αντικαταστήσει τελείως το συμβατικό πετρέλαιο κίνησης ή να αναμιχθεί σε διαφορετικές αναλογίες για χρήση του σε πετρελαιοκινητήρες. Η πρακτική της ανάμιξης είναι συνηθισμένη σε πολλές χώρες, με ποσοστό του 5% (δηλαδή το 5% βιοντίζελ και το 95% πετρέλαιο κίνησης).

Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του βιοντίζελ μοιάζουν πολύ με του ορυκτού πετρελαίου και οι συμβατικοί κινητήρες δεν χρειάζονται μετατροπές για να χρησιμοποιήσουν μίγματα έως 5%. Οι περισσότεροι σύγχρονοι κινητήρες μπορούν να λειτουργήσουν με μίγματα έως 30%, αλλά πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς η χρήση μιγμάτων που περιέχουν πάνω από 5% βιοντίζελ μπορεί να ακυρώσει αρκετές από τις εγγυήσεις των κατασκευαστών.

<sup>20</sup> PUBLICATIONS(2010 )pp.72-74

Όσον αφορά στην περιβαλλοντική απόδοση της χρήσης του βιοντίζελ, η χρήση 100% βιοντίζελ (πράγμα σπάνιο) μπορεί να μειώσει τις καθαρές εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 40-50%, αντίστοιχα η χρήση μίγματος 5% μειώνει το CO<sub>2</sub> κατά 2-5%. Επίσης, το βιοντίζελ περιέχει αρκετό οξυγόνο (10% κ.β.) που καθιστά την καύση λιγότερο ατελή, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO), άκαυστους υδρογονάνθρακες (H/C) και σε αιθάλη να είναι πολύ μικρότερη απ' ό,τι στο συμβατικό ντίζελ. Οι εκπομπές σωματιδίων (pm) από την καύση καθαρού βιοντίζελ (B100) μειώνονται κατά 47%, ενώ από την καύση μίγματος 20% βιοντίζελ και 80% ντίζελ (B20), μειώνονται κατά 12%. Αντίθετα, οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) από τη χρήση βιοντίζελ είναι μεγαλύτερες απ' αυτές που προέρχονται από τη χρήση συμβατικού ντίζελ. Πιο συγκεκριμένα, από την καύση καθαρού βιοντίζελ (B100) εκπέμπονται 10% περισσότερα NO<sub>x</sub> σε σχέση με το συμβατικό ντίζελ, ενώ από την καύση μίγματος βιοντίζελ (B20) οι εκπομπές No<sub>x</sub> είναι μεγαλύτερες κατά 2%.

#### Μίγματα βιοαιθανόλης για τους κινητήρες

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο ποιότητας EN 228, η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μίγμα 5% με βενζίνη. Η χρήση τέτοιου μίγματος δεν απαιτεί μετατροπή του κινητήρα. Οι ιδιοκτήτες οχημάτων που λειτουργούν με μίγματα βιοαιθανόλης πρέπει να ακολουθούν τις οδηγίες του κάθε κατασκευαστή. Κάποιοι κατασκευαστές οχημάτων προδιαγράφουν ως μέγιστη περιεκτικότητα βιοαιθανόλης σε μίγμα με βενζίνη το 5% κατ' όγκο, ενώ άλλοι προδιαγράφουν σαν μέγιστο ποσοστό το 10%. Αν αυτό το όριο ξεπεραστεί, τότε δεν ισχύουν οι εγγυήσεις του οχήματος.

Επίσης, σε τροποποιημένους κινητήρες μπορεί να χρησιμοποιηθεί 100% μίγμα βιοαιθανόλης, παρόλο που για την αντιμετώπιση του προβλήματος της εκκίνησης σε χαμηλές θερμοκρασίες απαιτείται η χρήση ενός μικρού ποσοστού πτητικού καυσίμου, συνήθως βενζίνης. Μίγμα 5% βιοαιθανόλης με βενζίνη κατ' όγκο σημαίνει 3,4% κατά αναλογία ενέργειας, εφόσον το ενεργειακό περιεχόμενο της βιοαιθανόλης είναι περίπου τα δύο τρίτα αυτού της βενζίνης.

Σε οχήματα πολλαπλών καυσίμων και συγκεκριμένα σε οχήματα που λειτουργούν με χρήση βιοαιθανόλης, αυτή λειτουργεί ως “βελτιωτικό οκτανίων”. Προσθέτοντας δηλαδή 10% βιοαιθανόλη στη βενζίνη, ο αριθμός οκτανίων της βενζίνης αυξάνεται κατά δύο μονάδες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του φαινομένου της προανάφλεξης του καυσίμου και επιπλέον υπάρχει δυνατότητα αύξησης της σχέσης συμπίεσης, με αποτέλεσμα την καλύτερη καύση, άρα και την αύξηση της απόδοσης του κινητήρα. Ένα μίγμα καυσίμου με 10% βιοαιθανόλη φυσιολογικά θα έχει μια περιεκτικότητα σε οξυγόνο περίπου 3,5%, η οποία και επηρεάζει την αναλογία αέρα – καυσίμου. Για τον λόγο αυτό, είναι συνήθως απαραίτητο οι κινητήρες να έχουν μειωμένη αναλογία αέρα - καυσίμου, ώστε να αντισταθμίζεται και το οξυγόνο που περιέχεται στη βιοαιθανόλη του μίγματος.

## 5.4 ΜΕΛΕΤΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΣΩ ΚΥΚΛΩΝ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

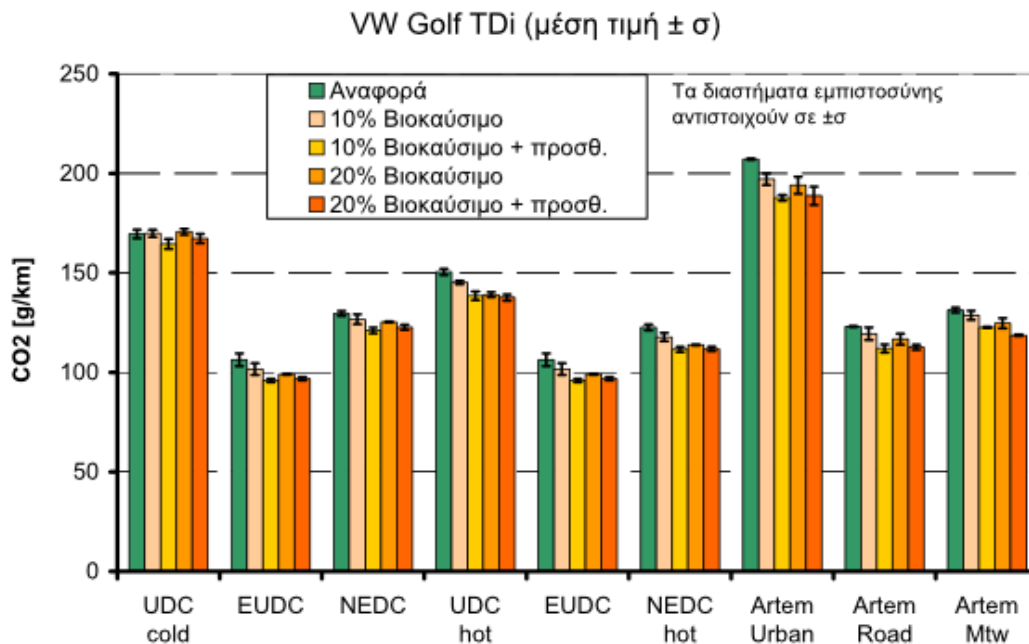
### 5.4.1 Στις εκπομπές καυσαερίων <sup>21</sup>

Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε ένα VW Golf κατασκευής 1996 που φέρει κινητήρα Diesel 1900cc, απευθείας έγχυσης, με υπερπληρωτή (Tdi). Ο κινητήρας αυτός είναι ένας αρκετά διαδεδομένος κινητήρας στην Ευρώπη και συναντάται σε οχήματα Diesel διαφόρων κατηγοριών (από επιβατηγά μέχρι μεσαία επαγγελματικά φορτηγά LDV Class II).

Το όχημα τροφοδοτήθηκε με τέσσερα διαφορετικά καύσιμα μίγματα Diesel – βαμβακελαίου:

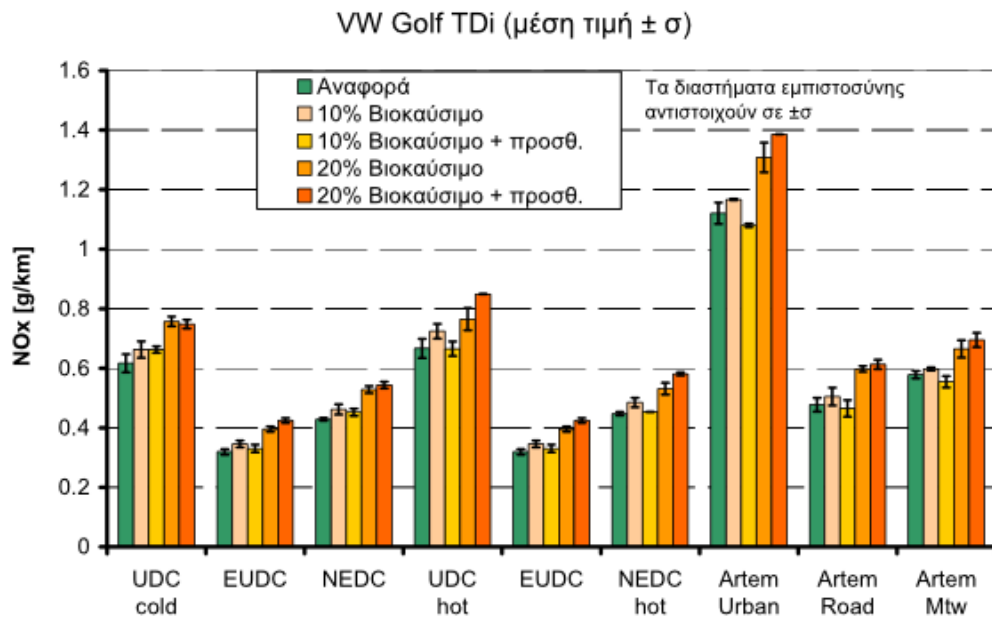
- Diesel - 10% v/v βαμβακέλαιο.
- Diesel - 10% v/v βαμβακέλαιο + πρόσθετο.
- Diesel - 20% v/v βαμβακέλαιο.
- Diesel - 20% v/v βαμβακέλαιο + πρόσθετο.

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και η διασπορά αποτελεσμάτων από εκπομπές καυσαερίων του VW Golf σε νομοθετημένο κύκλο οδήγησης.



Πίνακας 5.4.1 Αποτελέσματα μετρήσεων εκπομπών CO<sub>2</sub>

<sup>21</sup> Γεώργιος Φονταράς, Παναγιώτης Πιστικόπουλος, Ζήσης Σαμαράς, Γεώργιος Μήλτσος, Αναστάσιος Μωυσιάδης (Απρίλιος 2006) Μελέτη της επίδρασης ειδικών λιπαντικών και καυσίμων στις εκπομπές και τις επιδόσεις πετρελαιοκίνητων οχημάτων Τει Σερρών p.p 31-35

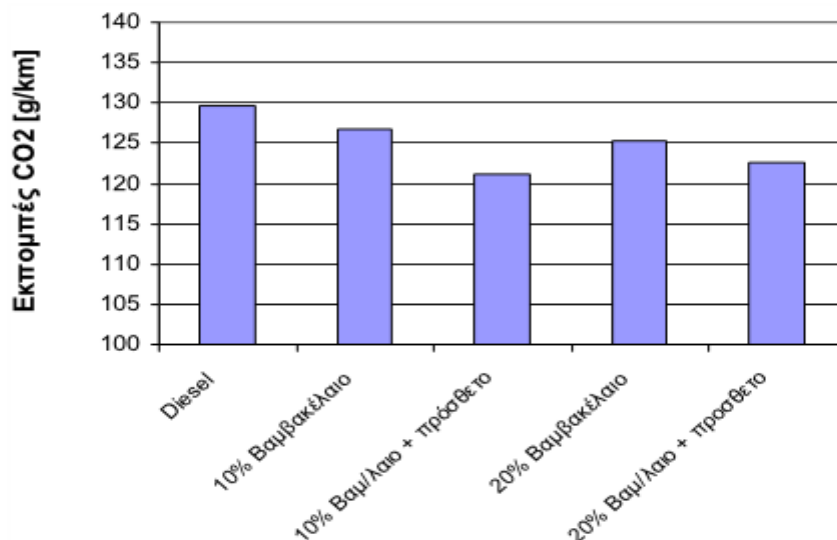


Πίνακας 5.4.2 Αποτελέσματα μετρήσεων εκπομπών NO<sub>x</sub>

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων που παρουσιάζονται στα παραπάνω διαγράμματα δεν έδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στο καύσιμο αναφοράς και στα μίγματα πετρελαίου και βαμβακελαίου σε ό,τι αφορά τις εκπομπές του οχήματος. Όλες οι μεταβολές ευρίσκονται τις περισσότερες φορές εντός των ορίων επαναληψιμότητας των μετρήσεων.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των εκπομπών αερίων ρύπων στον κύκλο NEDC. Ο NEDC επιλέχθηκε για τον σχολιασμό των μετρήσεων επειδή πρόκειται για τον κύκλο οδήγησης του Ευρωπαϊκού τεστ έγκρισης τύπου και αποτελεί κύκλο αναφοράς. Τα συμπεράσματα εντούτοις που αναφέρονται παρακάτω ισχύουν για όλους τους κύκλους οδήγησης που πραγματοποιήθηκαν.

Στο πίνακα 5.4.3 παρουσιάζονται οι εκπομπές CO<sub>2</sub> του οχήματος. Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> παρουσιάζουν τις συστηματικότερες διακυμάνσεις ανάμεσα στα διάφορα καύσιμα, διακυμάνσεις οι οποίες, σε αντίθεση με αυτές που παρατηρούνται για τους νομοθετημένους ρύπους, είναι αρκετά μεγάλες ώστε να μην επηρεάζονται από την ακρίβεια των μετρήσεων.



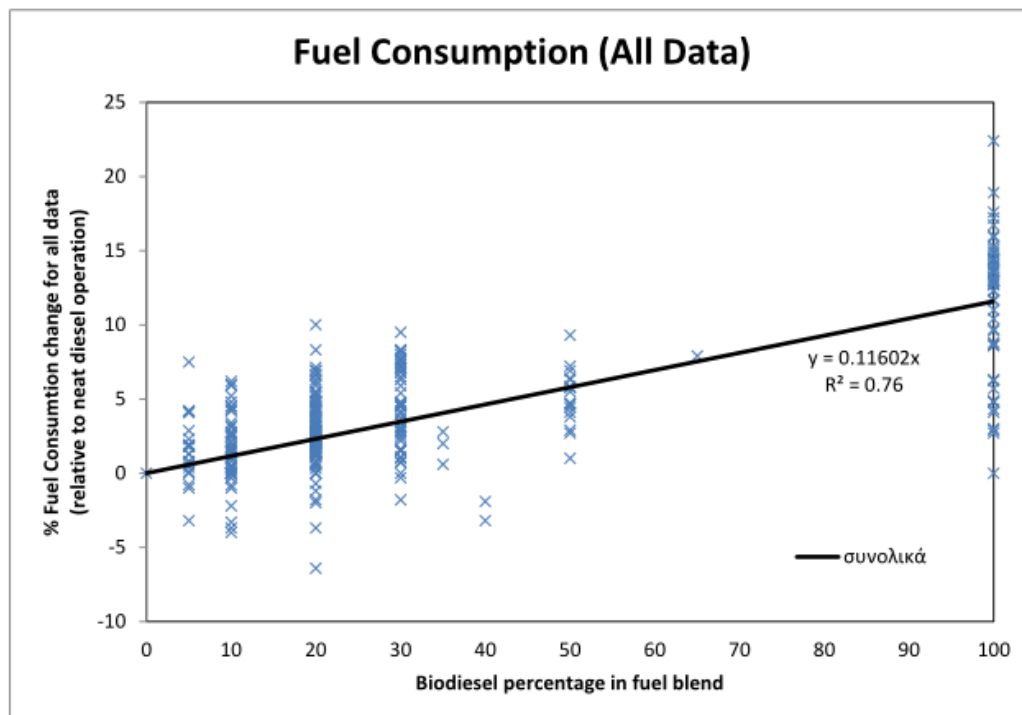
Πίνακας 5.4.3 Εκπομπές CO<sub>2</sub> για τα διάφορα καύσιμα σε κύκλο NEDC

Ο πίνακας 5.4.3 δείχνει καθαρά ότι η αύξηση της περιεκτικότητας σε βαμβακέλαιο στα καύσιμα οδηγεί σε μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 3 g/km για τα μίγματα με 10% βαμβακέλαιο και κατά 5 g/km για μίγματα με 20% βαμβακέλαιο. Οι μεταβολές αυτές αντιστοιχούν σε μειώσεις της τάξης του 2,5% και 3,8% αντίστοιχα, οι οποίες συνεπάγονται και ανάλογης έκτασης μειώσεις στην κατανάλωση καυσίμου. Το πρόσθετο φαίνεται να βελτιώνει ακόμα περισσότερο τις εκπομπές, ειδικά στην περίπτωση που οι μειώσεις στο εκπέμπομε CO<sub>2</sub> οφείλονται στην αποδοτικότερη λειτουργία του κινητήρα του οχήματος. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο ότι τα μίγματα βαμβακελαίου Diesel βρέθηκαν να έχουν μεγαλύτερο αριθμό κετανίου, με αποτέλεσμα βελτιωμένη ποιότητα της καύσης. Παράλληλα, η ελαφρά αύξηση της πυκνότητας του καυσίμου μπορεί να ευνοεί την καλύτερη λειτουργία της αντλίας υψηλής πίεσης που τροφοδοτεί τον κινητήρα εξοικονομώντας ενέργεια. Τέλος, η παρουσία προσθέτου φαίνεται πως βελτιώνει ακόμα περισσότερο την απόδοση, πιθανώς δημιουργώντας καλύτερες συνθήκες ροής του καυσίμου κατά την τροφοδοσία και ενισχύοντας τον διαμερισμό του κατά τον ψεκασμό του στον κύλινδρο.



#### 5.4.2 Στην κατανάλωση καυσίμου <sup>22</sup>

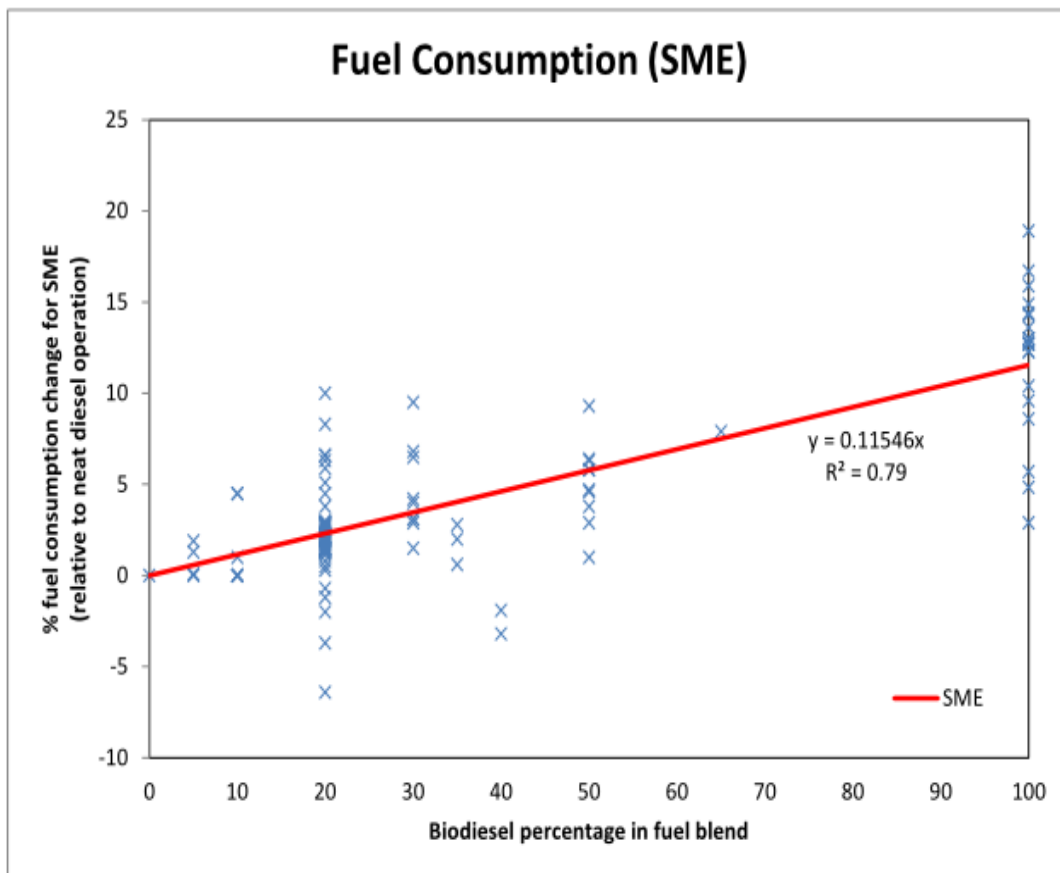
Ένα από τα πιο σημαντικά τεχνικά χαρακτηριστικά των αυτοκινήτων τα οποία έχουν ενδιαφέρον για κάθε οδηγό είναι η κατανάλωση καυσίμου. Πολλές μελέτες σχετικά με την χρήση μίγματος βιοντίζελ και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον διενεργούνται σε όλο τον κόσμο. Οι περισσότερες από αυτές σχετίζονται με την κατανάλωση καυσίμου είτε σε σταθερές στροφές του κινητήρα ή σε λειτουργίες οι οποίες δεν αντικατοπτρίζουν τη χρήση του αυτοκινήτου σε δρόμο με πραγματικές συνθήκες. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά διαγράμματα τα οποία δείχνουν την κατανάλωση καυσίμου μίγματος βιοντίζελ.



Πίνακας 5.4.4 Ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου μίγματος βιοντίζελ σε σύγκριση με το συμβατικό πετρέλαιο ,για όλες τις πηγές βιοντίζελ και όλους τους κινητήρες.

Ο πίνακας 5.4.4 παρουσιάζει την ποσοστιαία μεταβολή της κατανάλωσης καυσίμου μίγματος βιοντίζελ σε σύγκριση με το συμβατικό πετρέλαιο ,για όλους τους κινητήρες και όλα τα μίγματα βιοντίζελ. Είναι εμφανής η αύξηση στην κατανάλωση, καθώς μεγάλη πλειοψηφία των τιμών μεταβολής είναι θετικές. Ωστόσο υπάρχουν πολλά πειράματα που έδειξαν πολύ μικρή μεταβολή της κατανάλωσης καυσίμου ,κυρίως για μικρά ποσοστά ανάμιξης.

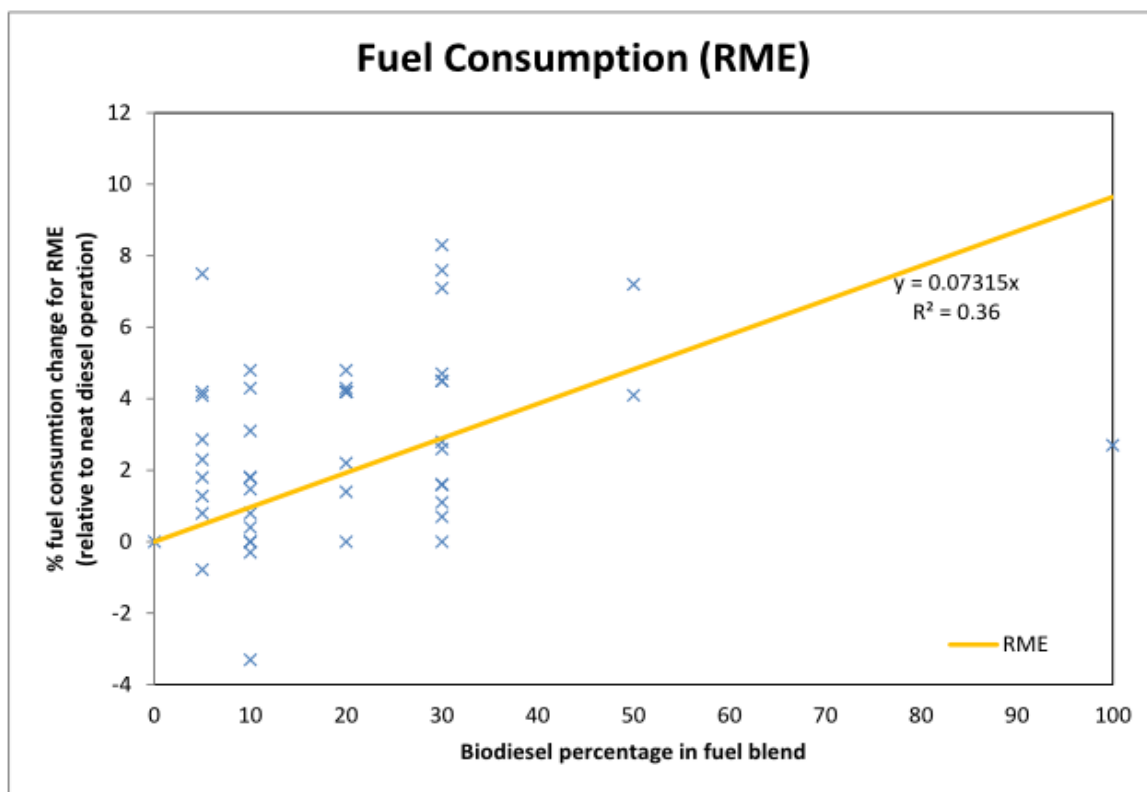
<sup>22</sup> Ζάχος Σιάγκος Ηρακλής .Στατιστική επεξεργασία πειραματικών δεδομένων CO2 και κατανάλωση καυσίμου κατά την διάρκεια Κύκλων Πόλης με χρήση μειγμάτων πετρελαίου βιοντίζελ.ΕΜΠ,(2012)ρ.ρ 87-90



Πίνακας 5.4.5 Ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου μίγματος SME σε σύγκριση με συμβατικό πετρέλαιο.

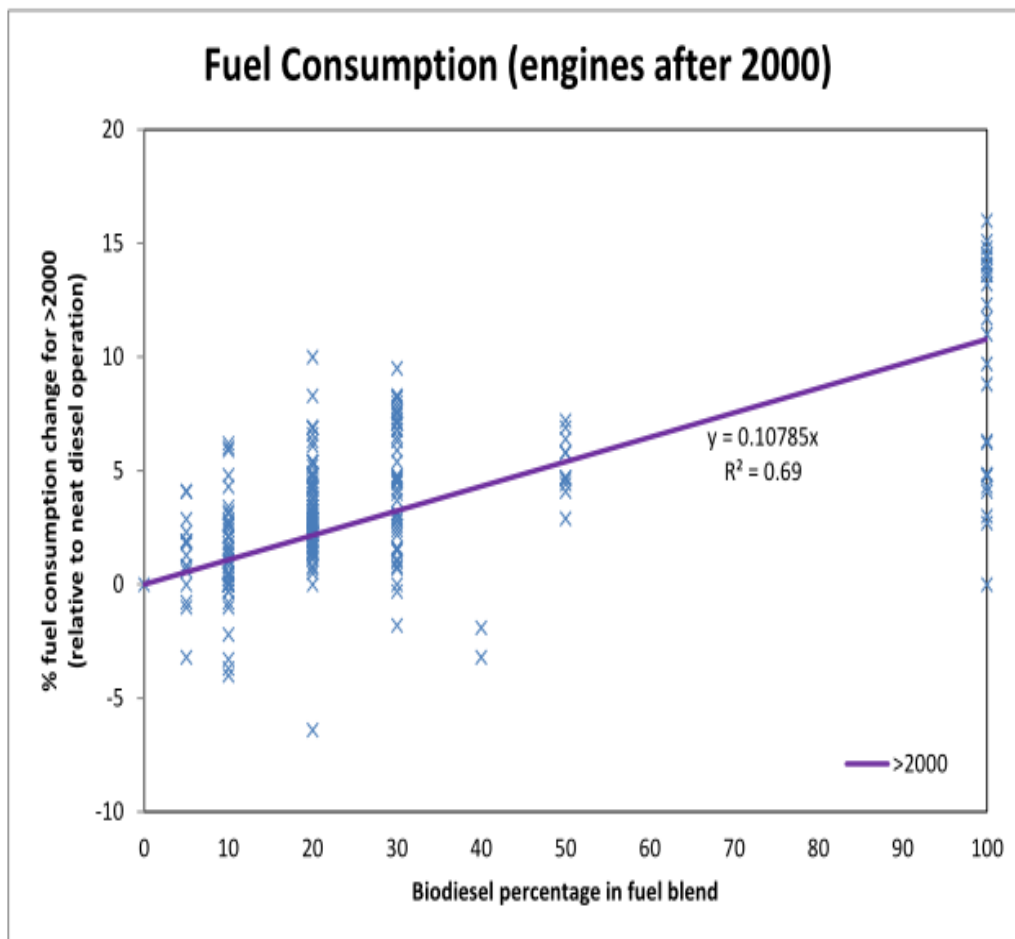
Ο πίνακας 5.4.5 παρουσιάζει την ποσοστιαία μεταβολή της κατανάλωσης καυσίμου μίγματος βιοντιζελ από σόγια και συμβατικού πετρελαίου, σε συνάρτηση με το ποσοστό ανάμιξης του βιοντιζελ στο μίγμα.

Η κατανάλωση φαίνεται να αυξάνει αρκετά καθώς το ποσοστό ανάμιξης του βιοντιζελ στο μίγμα μεγαλώνει, κάτι που εν μέρει είναι αναμενόμενο λόγω και του χαμηλότερου ενεργειακού περιεχομένου του βιοντιζελ σε σύγκριση με το συμβατικό πετρέλαιο. Η ποσοστιαία μεταβολή δείχνει να έχει αρκετά υψηλή συσχέτιση με το ποσοστό ανάμιξης.



Πίνακας 5.4.6 Ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου μίγματος RME σε σύγκριση με συμβατικό πετρέλαιο.

Ο πίνακας 5.4.6 παρουσιάζει την μεταβολή της κατανάλωσης καυσίμου μιγμάτων RME σε σύγκριση με το συμβατικό πετρέλαιο. Παρατηρούμε αρκετά σημαντική αύξηση, αλλά μεγάλη διασπορά των πειραματικών αποτελεσμάτων. Τα πειράματα με χρήση μιγμάτων βιοντίζελ ελαιοκράμβης (RME) ήταν περιορισμένα σε αριθμό και έτσι δε μπορούμε να έχουμε μια απολύτως συμπαγή εικόνα για την επίδραση του RME στην κατανάλωση καυσίμου, πέρα από την αναμενόμενη αύξηση.

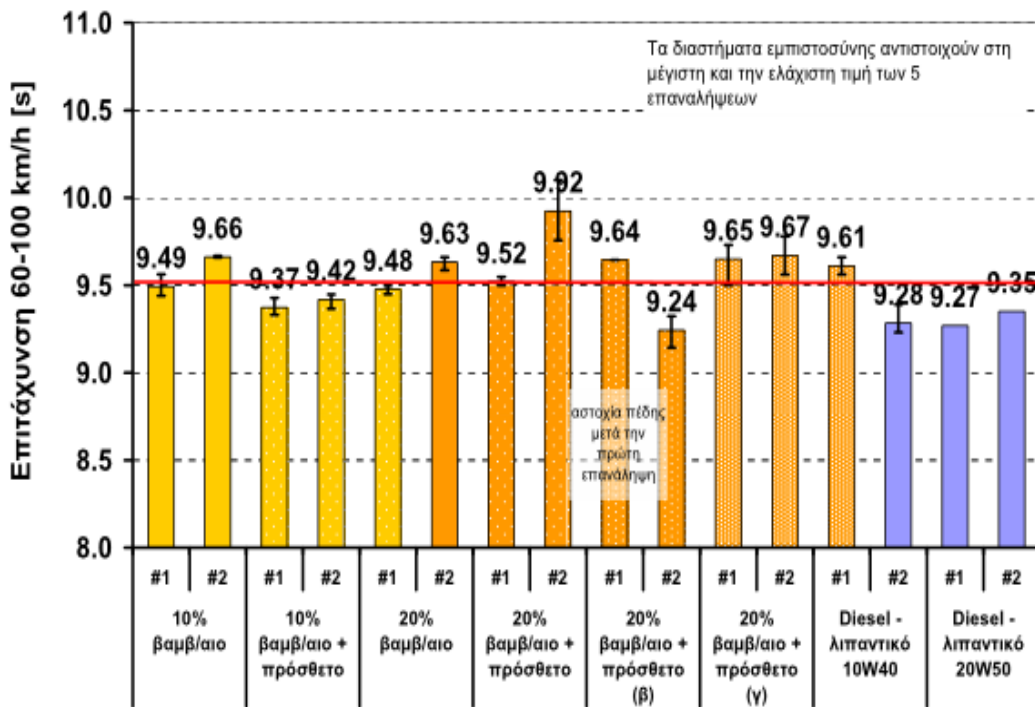


Πίνακας 5.4.7 Ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου μίγματος βιοντίζελ σε σύγκριση με συμβατικό πετρέλαιο, για κινητήρες του 2000 ή μεταγενέστερους.

Ο πίνακας 5.4.7 παρουσιάζει την ποσοστιαία μεταβολή της κατανάλωσης καυσίμου, για κινητήρες μεταγενέστερους του 2000. Κι εδώ βλέπουμε την αναμενομένη αύξηση στην κατανάλωση, με τις πειραματικές τιμές όμως να χαρακτηρίζονται από χαμηλότερη συσχέτιση, σε σχέση με τις τιμές που αφορούσαν μόνο σε χρήση μιγμάτων SME. Αρκετές τιμές εδώ υποδεικνύουν μείωση της κατανάλωσης κυρίως για μίγματα έως B10 και B100.

### 5.4.3 Στην λειτουργία κινητήρων<sup>23</sup>

Για την διερεύνηση της επίδρασης των βιοκαυσίμων και των λιπαντικών στην ισχύ των κινητήρων των οχημάτων πραγματοποιήθηκαν δοκιμές επιτάχυνσης, ως μέτρο της ελαστικότητας των κινητήρων. Κατά τη δοκιμή επιτάχυνσης το όχημα επιταχύνεται από τα 60km/h στα 100km/h με 4η ταχύτητα και με τη θέση του επιταχυντή στο μέγιστο (φούλ γκάζι). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 5.4.4 για το VW Golf και στον πίνακα 5.4.5 για το Renault Laguna.



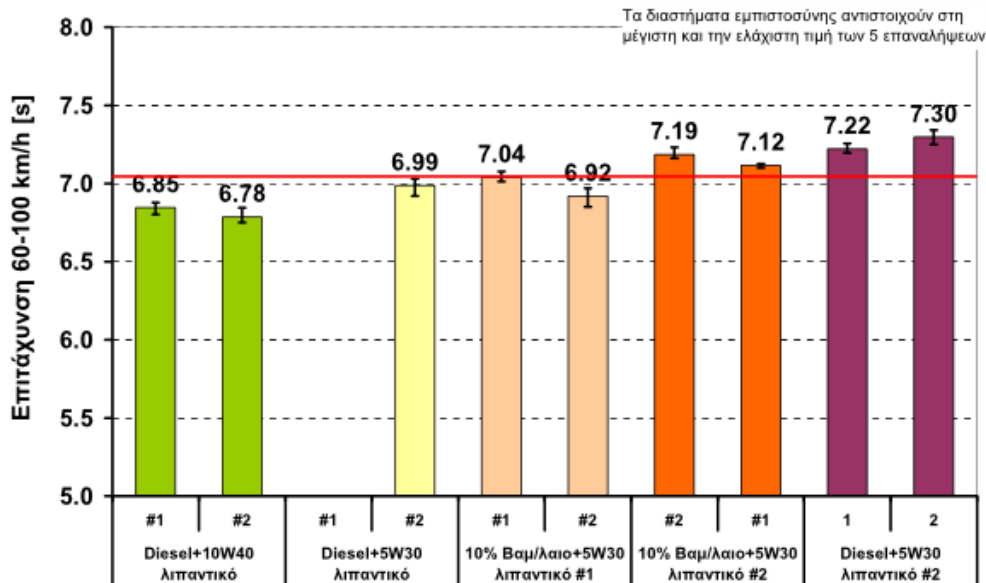
Πίνακας 5.4.4 Αποτελέσματα δοκιμών επιταχύνσεων για τα διάφορα βιοκαύσιμα/λιπαντικά στο VW Golf

Όπως φαίνεται στον πίνακα 5.4.4, στην περίπτωση του VW Golf η πλειοψηφία των μετρήσεων βρίσκεται εντός ενός εύρους  $\pm 2.5\%$  από το συνολικό μέσο όρο (κόκκινη γραμμή του διαγράμματος στα 9,51sec) και μόνο 2 μετρήσεις παρουσιάζουν μεγαλύτερες αποκλίσεις παραμένοντας πάντα εντός του  $\pm 3\%$ . Επίσης δεν παρατηρείται κάποια συστηματική τάση βελτίωσης ή επιδείνωσης με την πάροδο του χρόνου, δεδομένου ότι τα αποτελέσματα στο διάγραμμα παρουσιάζονται με τη χρονολογική σειρά κατά την οποία ελήφθησαν. Η διασπορά των μετρήσεων δεν μεταβάλλεται με την χρήση του φυτικού ελαίου σε σχέση με την αντίστοιχη με χρήση συμβατικού καυσίμου όπως και με την μεταβολή του λιπαντικού του κινητήρα. Συμπεραίνεται λοιπόν πως η παρουσία του βαμβακέλαιου σε περιεκτικότητες 10% και 20% κατ' όγκο, όπως και η παρουσία

<sup>23</sup> Γεώργιος Φονταράς, Παναγιώτης Πιστικόπουλος, Θεόδωρος Τζαμκιώζης, Μαρίνα Κουσουλίδου, Ζήσης Σαμαράς, Γεώργιος Μήλτσιος, Αναστάσιος Μωυσιάδης (Ιούλιος 2007) Μελέτη της επίδρασης ειδικών λιπαντικών και καυσίμων στις εκπομπές και τις επιδόσεις πετρελαιοκίνητων οχημάτων. ΤΕΙ Σερρών p.p 67-68.

πρόσθετου στα καύσιμα, δεν επιδρούν στην αποδιδόμενη ισχύ. Η χρήση συνθετικού λιπαντικού επίσης δεν είχε επίπτωση στην αποδιδόμενη από τον κινητήρα ισχύ.

Σημειώνεται ότι για τεχνικούς λόγους δεν ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της λήψης της αρχικής μέτρησης αναφοράς. Εντούτοις, δεδομένα παλαιότερων μετρήσεων του συγκεκριμένου οχήματος δείχνουν ότι όλα τα αποτελέσματα βρίσκονται στον συνήθη μέσο όρο για το όχημα αυτό.



Πίνακας 5.4.5 Αποτελέσματα δοκιμών επιταχύνσεων για τα διάφορα βιοκαύσιμα/λιπαντικά στο Renault Laguna

Στον πίνακα 5.4.5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τεστ ελεύθερης επιτάχυνσης για το Renault Laguna. Όπως και για το προηγούμενο όχημα, οι διακυμάνσεις είναι περιορισμένες και με εξαίρεση τις τιμές 6.78 και 7.3 εντός του εύρους  $\pm 3\%$  από τη μέση τιμή των μετρήσεων (κόκκινη γραμμή 7.03sec). Τόσο τα πειραματικά καύσιμα όσο και το συνθετικό λιπαντικό δεν προκαλούν σημαντικές μεταβολές στην ισχύ του κινητήρα. Σε αντίθεση με το VW Golf, παρατηρείται εντούτοις μια τάση μείωσης της ισχύος με την πάροδο του χρόνου. Η αύξηση αυτή των χρόνων επιτάχυνσης παραμένει και μετά την αλλαγή του καυσίμου σε συμβατικό Diesel, γεγονός που υποδηλώνει είτε ότι προκλήθηκε φθορά του κινητήρα είτε ότι πρόκειται για συμπτωματικό γεγονός. Όπως θα φανεί σε επόμενο κεφάλαιο, οπτική και ηλεκτρονική εξέταση του κινητήρα δεν έδειξε κάποια βλάβη ή φθορά στο σύστημα έγχυσης. Επίσης, αναλυτικές μετρήσεις ισχύος που πραγματοποιήθηκαν σε κινητήρα πέδης έδειξαν πως η τελευταία δεν επηρεάζεται ούτε από την παρουσία του βιοκαυσίμου ούτε από τη χρήση του συνθετικού λιπαντικού. Δεδομένων των αποτελεσμάτων των μετρήσεων του πρώτου οχήματος, συμπεραίνεται πως η παρατηρούμενη τάση αύξησης είναι μάλλον συμπτωματική ή πρέπει να αποδοθεί σε άλλους, εξωγενείς, παράγοντες.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Το πειραματικό μέρος της παρούσας πτυχιακής, περιλαμβάνει μετρήσεις από διαδρομές μέσα στην πόλη του Ηρακλείου με σκοπό την ανάλυση των δεδομένων και την καταγραφή της κατάστασης της κίνησης σε κεντρική οδική αρτηρία της πόλης, την λεωφόρο 62 Μαρτύρων και την περιφερειακή της Αμμούδαρας.

Επίσης περιλαμβάνει ανάλυση των δεδομένων που θα συγκεντρωθούν για την δημιουργία ενός αντιπροσωπευτικού προφίλ της ταχύτητας για την κίνηση στην πόλη του Ηρακλείου.

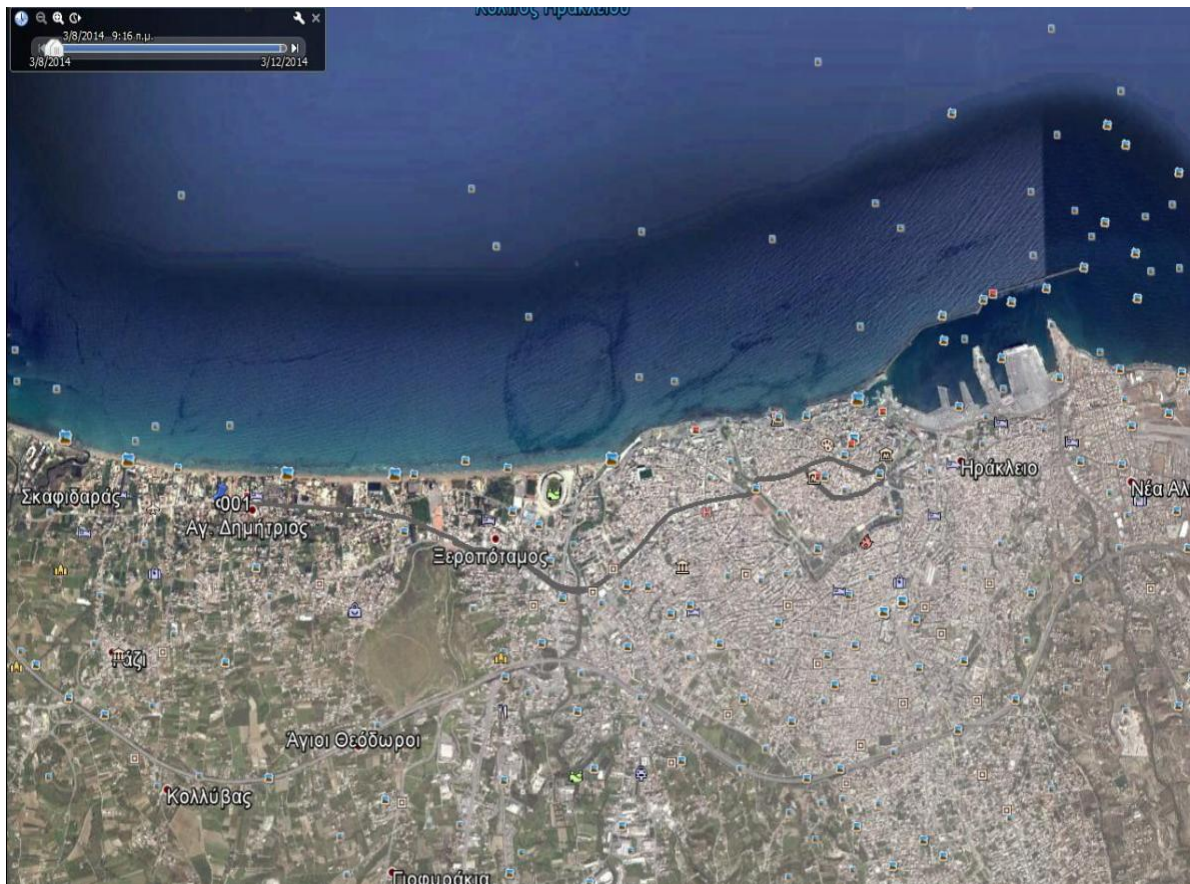


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### Εισαγωγή στο πείραμα

Οι πειραματική διαδικασία ξεκίνησε το πρωί του Σαββάτου 8 Μαρτίου 2014 και είχε διάρκεια 15 ημερών. Δύο πλήρες εβδομάδες μετρήσεων και συλλογής δεδομένων για την ανάλυση μιας κεντρικής και μεγάλης οδικής αρτηρίας της πόλης του Ηρακλείου και μιας περιφερειακής.

Η μεγάλη οδική αρτηρία είναι η λεωφόρος 62 Μαρτύρων στο κέντρο του Ηρακλείου και η περιφερειακή είναι ο παραλιακός δρόμος της Αμμουδάρας. Παρακάτω παρουσιάζεται η αποτύπωση της πειραματικής διαδρομής (001) μέσω Google Earth.



Εικόνα 1. Το δρομολόγιο του πειράματος μέσω Google Earth

Το πρόγραμμα της συλλογής των μετρήσεων περιλάμβανε ένα δρομολόγιο την ημέρα διάρκειας μιας ώρας το οποίο χωρίζονταν σε δύο σκέλη, κατά τις ώρες αιχμής. Ένα δρομολόγιο δηλαδή στις 8:00πμ με επιστροφή στο σημείο εκκίνησης στις 9.00πμ. Συγκεκριμένα η διαδρομή είχε ως αφετηρία το σπίτι μου στο κέντρο της Αμμουδάρας με



προορισμό την πλατεία Ελευθερίας στο κέντρο του Ηρακλείου μέσω της κεντρικής λεωφόρου 62 Μαρτύρων και επιστροφή από τον ίδιο δρόμο.

## 6.1 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ<sup>24</sup>

### Δέκτης GPS Garmin

Για την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε ένας προσωπικός δέκτης GPS GARMIN GPS V της εταιρείας GARMIN International Inc. Το σύστημα του δέκτη αποτελείται από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

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



*Εικόνα 2. Ο δέκτης GPS V της Garmin με την ενσωματωμένη κεραία*

<sup>24</sup> GARMIN Corporation, (2003). "Owner's Manual and Reference", Garmin International Inc., 2003

## Τεχνικά Χαρακτηριστικά του δέκτη GPS

Με την ενεργοποίησή του, ο δέκτης εντοπίζει του δορυφόρους που είναι ορατοί στον ορίζοντα. Ο δέκτης διαθέτει 12 παράλληλα κανάλια με συνεχή παρακολούθηση και έτσι είναι δυνατή η χρήση έως και 12 δορυφόρων για τον υπολογισμό της θέσης (όσο περισσότεροι δορυφόροι είναι ορατοί, τόσο μεγαλύτερη ακρίβεια).

Η ανανέωση των πληροφοριών που δέχεται ο δέκτης από τους δορυφόρους γίνεται αυτόματα κάθε 1 sec. Ο δέκτης παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής μιας διαδρομής αποθηκεύοντας τα στοιχεία των διαδοχικών θέσεων του αυτοκινήτου (με χρονική απόσταση 1 sec) στη μνήμη του.

Η μνήμη του δέκτη είναι αρκετή για να καταγράψει και να αποθηκεύσει 3000 σημεία, δηλαδή μια διαδρομή δηλαδή 50 λεπτών της ώρας. Αν η αποθήκευση δεν τερματιστεί πριν το πέρας της αποθηκευτικής ικανότητας του δέκτη, τότε αυτόματα οι 'παραπανίσιες' εγγραφές αποθηκεύονται με ταυτόχρονη διαγραφή σημείων από την αρχή της διαδρομής.

## Ένα αυτοκίνητο PEUGEOT 206 1400 κεκ.<sup>25</sup>

Το Peugeot 206 ήταν ένα μικρό αμάξι που παράχθηκε από την Γαλλική βιομηχανία Peugeot στις αρχές του 1998 έως τα τέλη του 2010. Είχε πολλές πωλήσεις στην Ελληνική αγορά και είχε κάνει μεγάλη αίσθηση στους δρόμους.



Εικόνα 3. Το Peugeot 206 που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα

Όσον αφορά την ασφάλεια στα EuroNCAP crash test, το 206 (με δύο εμπρόσθιους αερόσακους και χωρίς πλευρικούς αερόσακους) έλαβε μετωπική βαθμολογία 11/16 και πλευρική βαθμολογία 14/16. Συνολικά το 206 κατέκτησε 4/5 αστέρια.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> PSA Peugeot-Citroen.com

<sup>26</sup> EuroNCAP εκτιμήσεις των crash tests για το Peugeot 206

### 6.1.1 Συλλογή δεδομένων

Τα δεδομένα των αποτελεσμάτων τα μετέφερα από το GPS στον υπολογιστή μέσω της θύρας USB όπου αποθηκεύτηκαν στο πρόγραμμα Mapsource της GARMIN και τις πληροφορίες αυτές τις αντέγραψα στο πρόγραμμα EXCEL.Στον παρακάτω πίνακα 6.2.1 παρουσιάζεται η μορφή των πληροφοριών.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	8/3/2014 8:16	3 m			2 m	0:00:01	7 km/h	90° αληθές
2	8/3/2014 8:16	-7 m			0 m	0:00:01	0 km/h	0° αληθές
3	8/3/2014 8:16	-9 m			2 m	0:00:01	7 km/h	90° αληθές
4	8/3/2014 8:16	-9 m			2 m	0:00:01	9 km/h	0° αληθές
5	8/3/2014 8:16	-9 m			0 m	0:00:01	0 km/h	0° αληθές
6	8/3/2014 8:16	-8 m			2 m	0:00:01	9 km/h	180° αληθές
7	8/3/2014 8:16	-8 m			2 m	0:00:01	9 km/h	180° αληθές
8	8/3/2014 8:16	-8 m			2 m	0:00:01	7 km/h	90° αληθές
9	8/3/2014 8:16	-8 m			2 m	0:00:01	7 km/h	90° αληθές
10	8/3/2014 8:16	-8 m			6 m	0:00:01	21 km/h	90° αληθές
11	8/3/2014 8:16	-8 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
12	8/3/2014 8:16	-8 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
13	8/3/2014 8:16	-8 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
14	8/3/2014 8:16	-8 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
15	8/3/2014 8:16	-8 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
16	8/3/2014 8:16	-8 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
17	8/3/2014 8:16	-8 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
18	8/3/2014 8:16	-7 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
19	8/3/2014 8:16	-7 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
20	8/3/2014 8:16	-7 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
21	8/3/2014 8:16	-7 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
22	8/3/2014 8:16	-7 m			6 m	0:00:01	21 km/h	90° αληθές
23	8/3/2014 8:16	-7 m			4 m	0:00:01	14 km/h	90° αληθές
24	8/3/2014 8:16	-7 m			6 m	0:00:01	21 km/h	90° αληθές
25	8/3/2014 8:16	-7 m			6 m	0:00:01	21 km/h	90° αληθές

Πίνακας 6.1.1 Δείγμα από τα δεδομένα του δέκτη GPS σε φύλλο excel

### 6.1.2 Επεξεργασία δεδομένων

Συνέχεια ακολούθησε η εξής διαδικασία: Με τα παραπάνω δεδομένα και με διάφορους μαθηματικούς υπολογισμούς, υπολόγισα την τελική ταχύτητα η οποία προκύπτει από την ταχύτητα εξομάλυνσης, την ταχύτητα μεγαλύτερη του μηδενός ( $U > 0$ ) δηλαδή ταχύτητα χωρίς στάση, την επιτάχυνση και την επιβράδυνση. Τα αποτελέσματα των δεδομένων αναλύονται και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		U GPS		U clear	ΕΞΟΜΑΛ.	Υπελ	U>0	U (m/s)	A	A>0	max aceleration ανά φασ	A<0
2												
3	26/3/2014 8:05	0 km/h	0	0	3.50	0.00		0.972				
4	26/3/2014 8:05	0 km/h	0	0	7.50	7.50	7.50	2.083	1.111	1.111		
5	26/3/2014 8:06	0 km/h	0	0	11.00	11.00	11.00	3.056	0.972	0.972		
6	26/3/2014 8:06	14 km/h	14	14	14.50	14.50	14.50	4.028	0.972	0.972		
7	26/3/2014 8:06	16 km/h	16	16	15.00	15.00	15.00	4.167	0.139	0.139		
8	26/3/2014 8:06	14 km/h	14	14	15.00	15.00	15.00	4.167	0.000			
9	26/3/2014 8:06	14 km/h	14	14	16.75	16.75	16.75	4.653	0.486	0.486		
10	26/3/2014 8:06	16 km/h	16	16	16.75	16.75	16.75	4.653	0.000			
11	26/3/2014 8:06	16 km/h	16	16	18.00	18.00	18.00	5.000	0.347	0.347		
12	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	19.25	19.25	19.25	5.347	0.347	0.347		
13	26/3/2014 8:06	14 km/h	14	14	19.25	19.25	19.25	5.347	0.000			
14	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	21.00	21.00	21.00	5.833	0.486	0.486		
15	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	21.00	21.00	21.00	5.833	0.000			
16	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	19.25	19.25	19.25	5.347	-0.486			-0.48611
17	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	19.75	19.75	19.75	5.486	0.139	0.139		
18	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	18.00	18.00	18.00	5.000	-0.486			-0.48611
19	26/3/2014 8:06	14 km/h	14	14	18.00	18.00	18.00	5.000	0.000			
20	26/3/2014 8:06	23 km/h	23	23	19.75	19.75	19.75	5.486	0.486	0.486		
21	26/3/2014 8:06	14 km/h	14	14	19.25	19.25	19.25	5.347	-0.139			-0.13889
22	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	19.75	19.75	19.75	5.486	0.139	0.139		
23	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	19.75	19.75	19.75	5.486	0.000			
24	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	19.75	19.75	19.75	5.486	0.000			
25	26/3/2014 8:06	16 km/h	16	16	20.25	20.25	20.25	5.625	0.139	0.139		
26	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	21.50	21.50	21.50	5.972	0.347	0.347		
27	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	21.50	21.50	21.50	5.972	0.000			
28	26/3/2014 8:06	23 km/h	23	23	21.50	21.50	21.50	5.972	0.000			
29	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	21.00	21.00	21.00	5.833	-0.139			-0.13889
30	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	22.75	22.75	22.75	6.319	0.486	0.486		
31	26/3/2014 8:06	21 km/h	21	21	22.75	22.75	22.75	6.319	0.000			

Πίνακας 6.1.2 Αποτελέσματα δεδομένων GPS

Στην συνέχεια δημιουργήθηκε για κάθε μια μέρα ένα συγκεντρωτικό φύλλο εργασίας για όλες τις διεργασίες. Παρακάτω στον πίνακα 6.2.3 παρουσιάζεται αυτό της επιβράδυνσης ταχύτητας.

ΣΑΒΒΑΤΟ			ΚΥΡΙΑΚΗ					Δευτέρα			Τρίτη
ΓΥΡΙΣΑΙ	ΠΗΓΑΙΝΕ	ΓΥΡΙΣΑΙ	ΠΗΓΑΙΝΕ	ΓΥΡΙΣΑΙ	ΠΗΓΑΙΝΕ	ΓΥΡΙΣΑΙ					
							Ολικο	-0.33			-0.47
							Πήγαψε	-0.34			-0.49
-0.16667							Γύρισε	-0.32			-0.45
-0.11905											
-0.35714											
			-0.48611			-0.48611	<b>Συνολική α&lt;0</b>	-0.39323			-0.40367
						-0.76389					
-0.09722			-0.76389								
		-0.27778									
-0.09722			-0.625	-0.13889	-0.13889						
		-0.27778									
-0.09259				-0.13889		-0.41667					
-0.27778					-0.13889	-0.69444					
	-0.48611				-0.34722						
-0.09722				-0.20833							
			-0.13889								
-0.09722	-0.06944			-0.34722	-0.48611						
-0.06481											
-0.0463					-0.625						
-0.27778					-0.48611						
	-0.48611										
		-0.34722									
		-0.34722	-0.13889			-0.13889					
						-0.48611					
-0.43056											
		-0.76389		-0.34722							
-0.27778						-0.20833					
	-0.48611	-0.13889				-0.76389					
-0.07937	-0.13889	-0.55556			-0.625						
-0.43651	-0.34722	-0.27778	-0.48611			-0.34722					
-0.43651	-0.13889	-0.13889		-0.06944							
		-0.20833									
		-0.48611		-0.55556		-0.41667					

Πίνακας 6.1.3 Στοιχεία επιβράδυνσης ταχύτητας.

Ακολούθησε και δημιουργήθηκε ένα φύλλο στο EXCEL το οποίο παρουσιάζει τα αποτελέσματα των μετρήσεων των 15 ημερών στον πίνακα 6.2.4

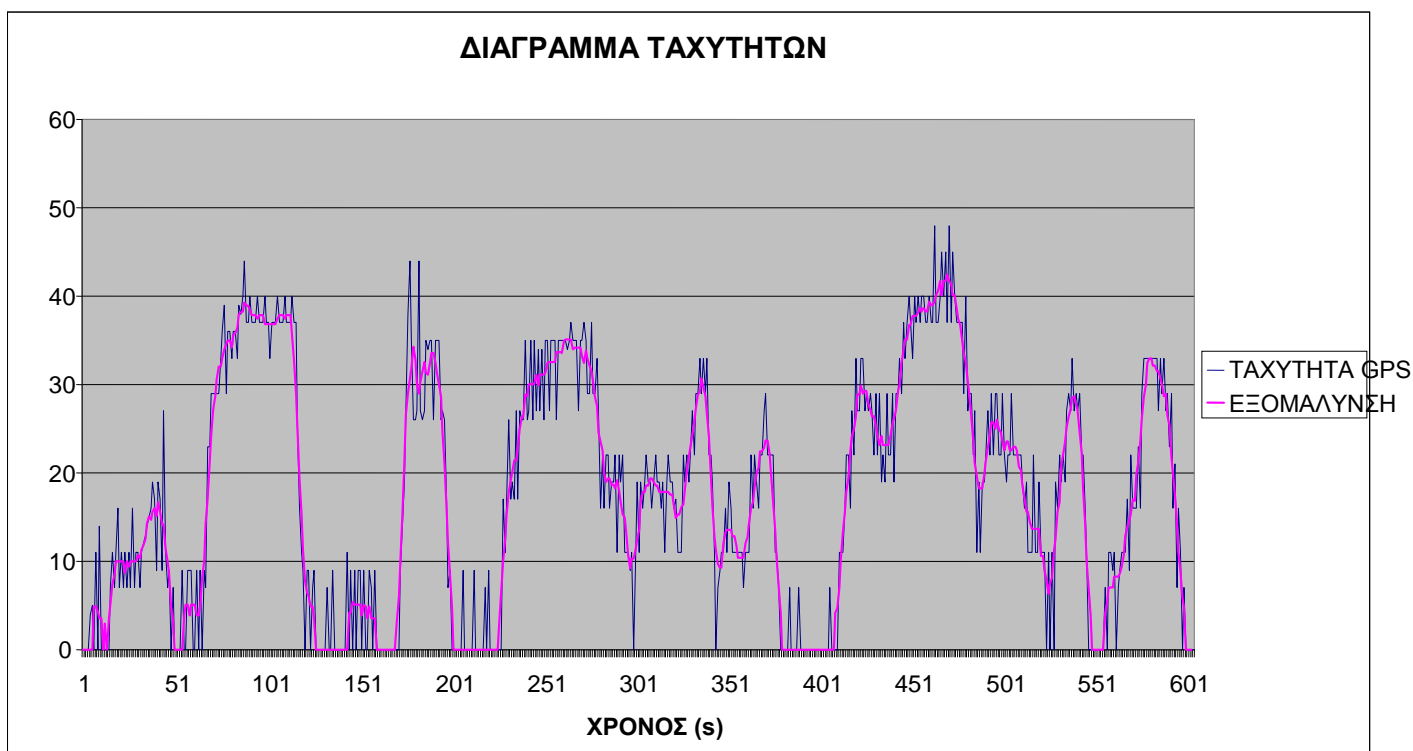
	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
<b>ΟΛΙΚΟ (km/h)</b>	15.72	14.62	16.44	15.54	16.04	15.76	16.55
Πρός κέντρο	17.16	16.13	18.71	18.13	17.68	18.87	18.39
Από κέντρο	14.46	13.36	14.61	13.56	14.65	13.49	15.07
<b>ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΤΑΣΗΣ (%)</b>							
Πρός κέντρο	14.99	14.82	9.92	13.92	12.48	16.57	14.16
Από κέντρο	15.70	49.86	49.85	49.84	49.68	49.78	49.73

Πίνακας 6.1.4 Αποτελέσματα μετρήσεων 15 ημερών

Αφού τελείωσε η επεξεργασία των δεδομένων για το κάθε δρομολόγιο ξεχωριστά, προέκυψε μια γραφική παράσταση. Ένα γράφημα στο οποίο απεικονίζονταν η ταχύτητα του GPS και η εξομάλυνση της ταχύτητας, σε συνάρτηση με τον χρόνο. Παρακάτω παρουσιάζεται μία γραφική παράσταση από δρομολόγιο στις 8-3-14, όπου φαίνονται ξεκάθαρα οι εναλλαγές της ταχύτητας καθώς και οι στάσεις σε σχέση με τον χρόνο.

Τα χαρακτηριστικά για το συγκεκριμένο δρομολόγιο είναι:

Διάρκεια: 605 sec  
Ποσοστό στάσης: 15,69 %  
Ποσοστό κίνησης: 75,31 %  
Μέση Ταχύτητα: 16,79 km/h  
Μέση Ταχύτητα Χωρίς Στάση: 21,61 km/h  
Μέση Επιτάχυνση: 0,38 m/s<sup>2</sup>



Διάγραμμα 6.1.1 Γραφική παράσταση από δρομολόγιο 8/3/14



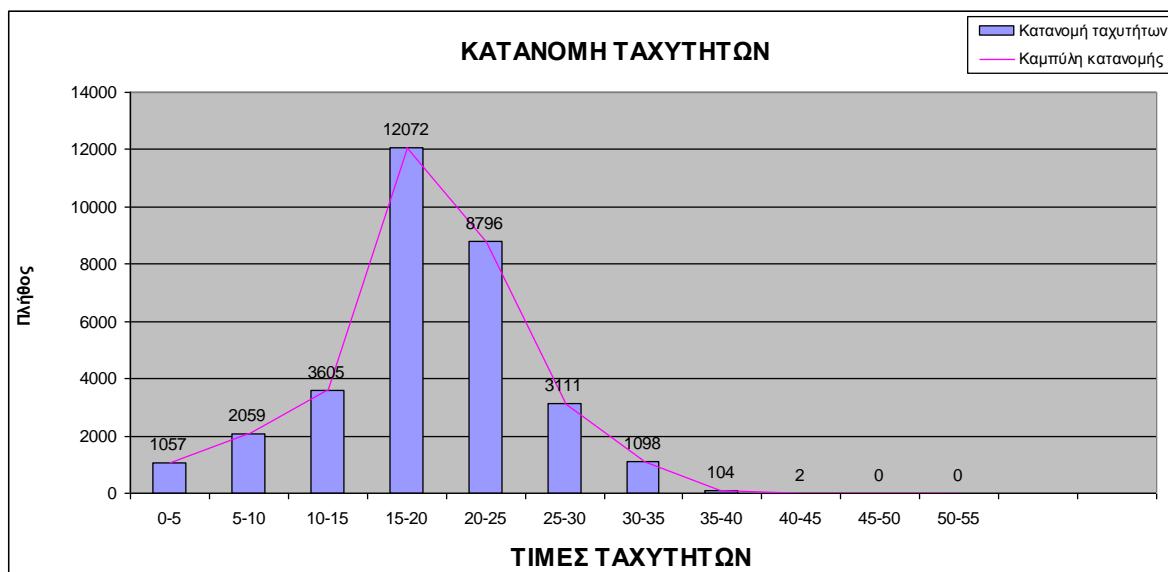
### 6.1.3 Ανάλυση δεδομένων

Μετά την ανάλυση των δεδομένων προέκυψαν γραφικές παραστάσεις που απεικονίζουν την κυκλοφοριακή κατάσταση ανά ημέρα, από το κέντρο της Αμμουδάρας έως την πλατεία Ελευθερίας στο κέντρο του Ηρακλείου μέσω της λεωφόρου 62 Μαρτύρων και πάλι πίσω στην Αμμουδάρα.

Σημαντικά δεδομένα όπως η μέση ταχύτητα, η μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις, η επιτάχυνση, η επιβράδυνση και η στάση απεικονίζονται και περιγράφονται αναλυτικά στα παρακάτω διαγράμματα.

### 6.1.4 Γραφικές παραστάσεις και αποτελέσματα.

Στο παρακάτω διάγραμμα 6.2.6 παρουσιάζεται η γραφική παράσταση της κατανομής των ταχυτήτων.

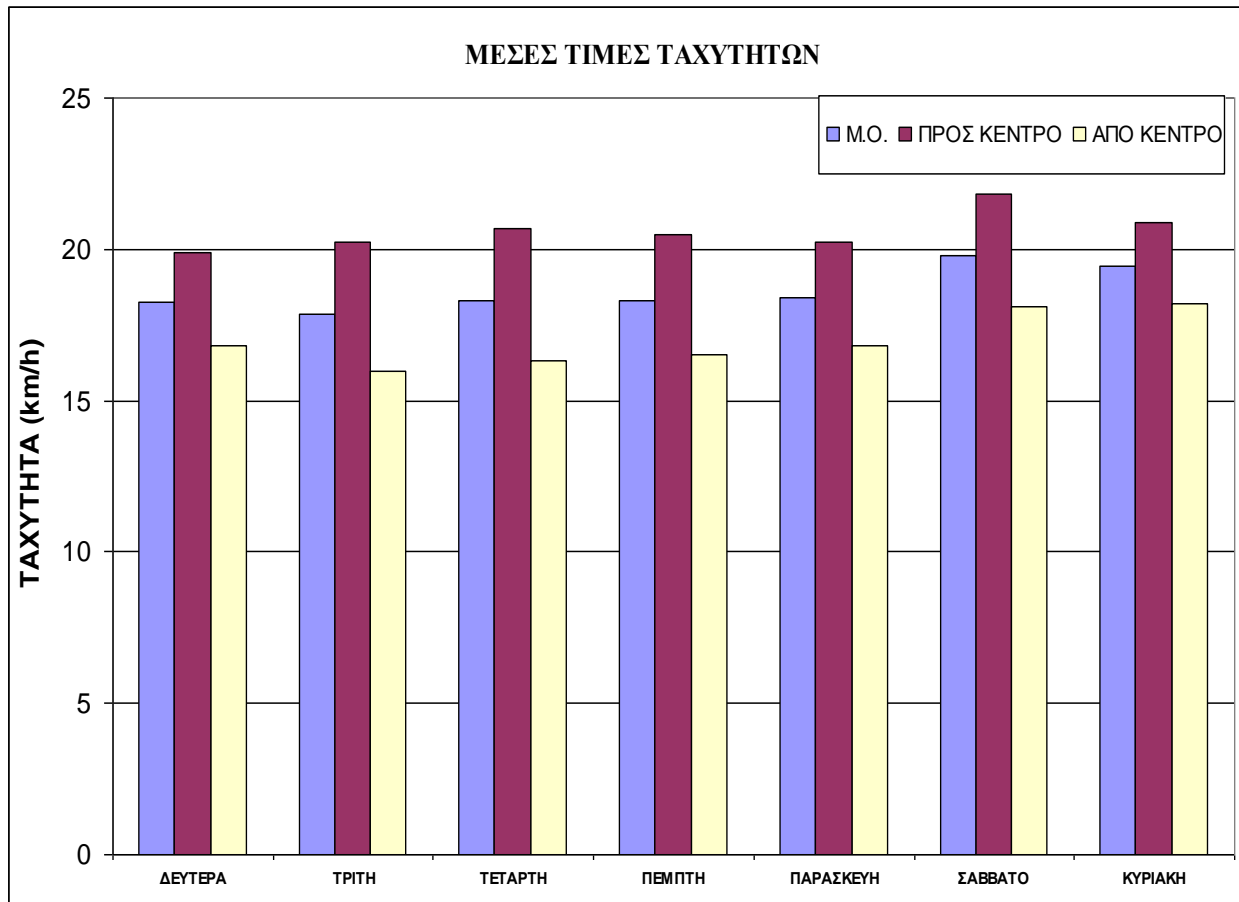


Διάγραμμα 6.1.2 Γραφική παράσταση κατανομής ταχυτήτων.

Η γραφική παράσταση της κατανομής των ταχυτήτων απεικονίζει με τον καλύτερο τρόπο την κυκλοφοριακή κατάσταση του κεντρικού οδικού άξονα.

Παρατηρούμε ότι η Λεωφόρος 62 Μαρτύρων εμφανίζει την μεγαλύτερη συχνότητα σε ταχύτητες εύρους από 15 έως 20χιλιομέτρων ανά ώρα .

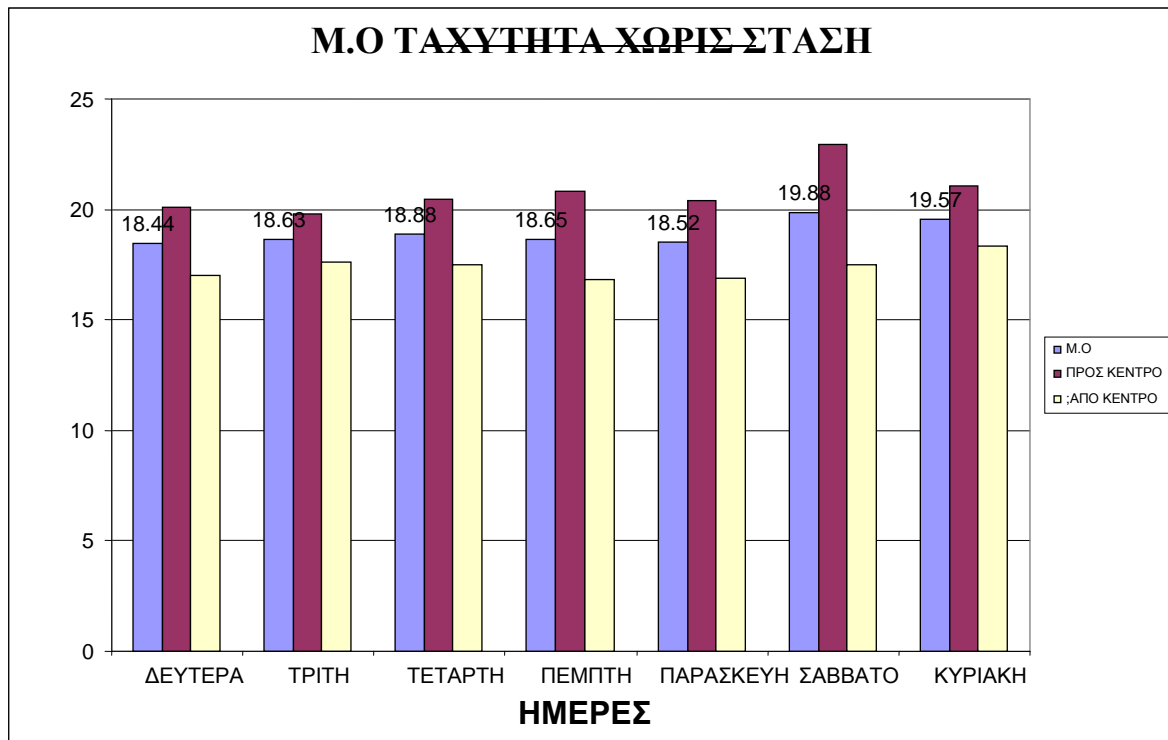
Στο παρακάτω διάγραμμα 6.2.7 παρουσιάζεται η γραφική παράσταση των μέσων τιμών ταχυτήτων.



Διάγραμμα 6.1.3 Γραφική παράσταση μέσων τιμών ταχυτήτων

Παρατηρούμε από την γραφική παράσταση των μέσων τιμών των ταχυτήτων για όλες τις μέρες των μετρήσεων, ότι το Σάββατο και η Κυριακή έχουν τις μεγαλύτερες μέσες τιμές διότι τα καταστήματα είναι κλειστά και η κίνηση στους δρόμους είναι περιορισμένη.

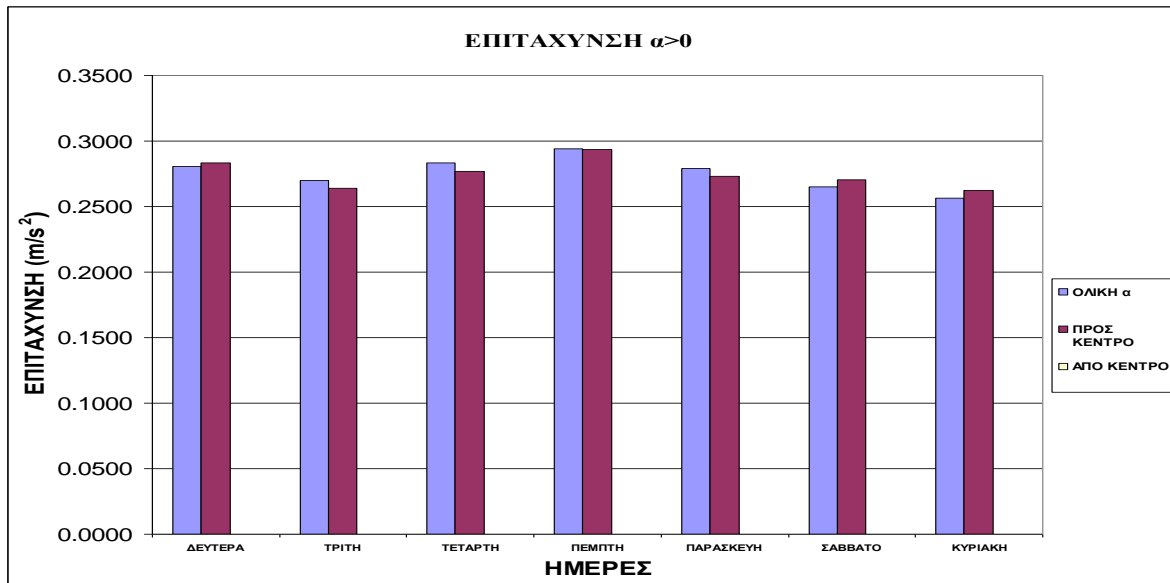
Στο παρακάτω διάγραμμα 6.2.8.παρουσιάζεται η γραφική παράσταση της μέσης ωριαίας ταχύτητας χωρίς στάσεις



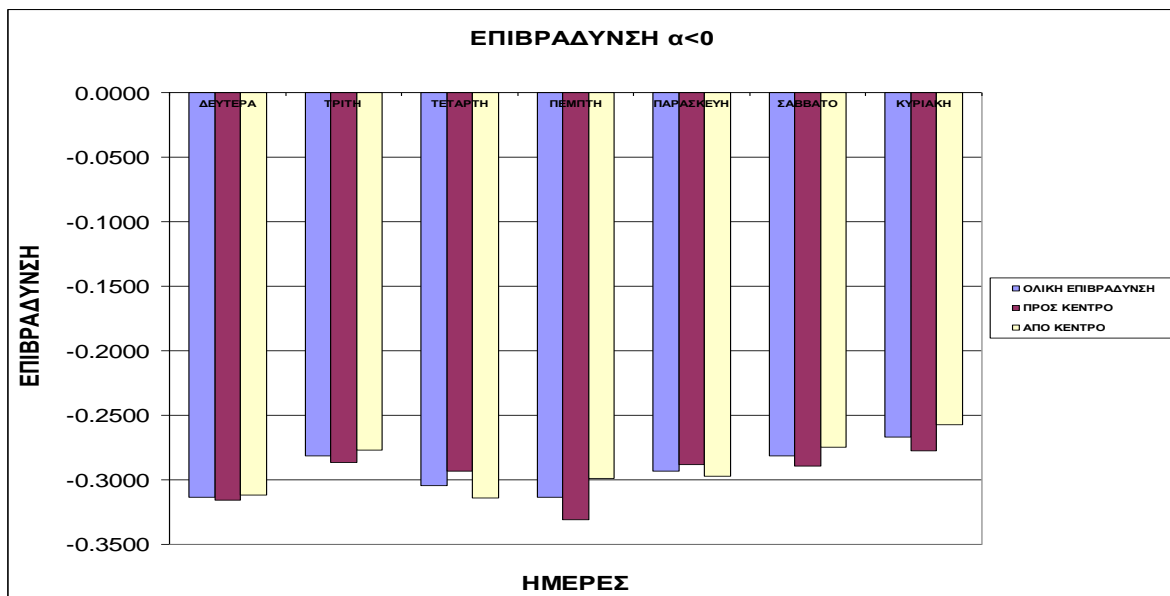
Διάγραμμα 6.1.4 Μέσης ωριαίας ταχύτητας χωρίς στάσεις.

Το διάγραμμα αυτό περιγράφει την συνεχόμενη κίνηση και παρατηρούμε ότι οι τιμές των ταχυτήτων το Σαββατοκύριακο σε σχέση με της καθημερινές μέρες είναι πιο αυξημένες διότι οι κίνηση στου δρόμους είναι περιορισμένη. Αντιθέτως τις καθημερινές βλέπουμε χαμηλές τιμές διότι η κίνηση είναι πιο έντονη

Στα παρακάτω διαγράμματα 6.2.9 και 6.2.10 παρουσιάζονται οι γραφικές παραστάσεις τις επιτάχυνσης και της επιβράδυνσης.



Διάγραμμα 6.1.5 Επιτάχυνσης

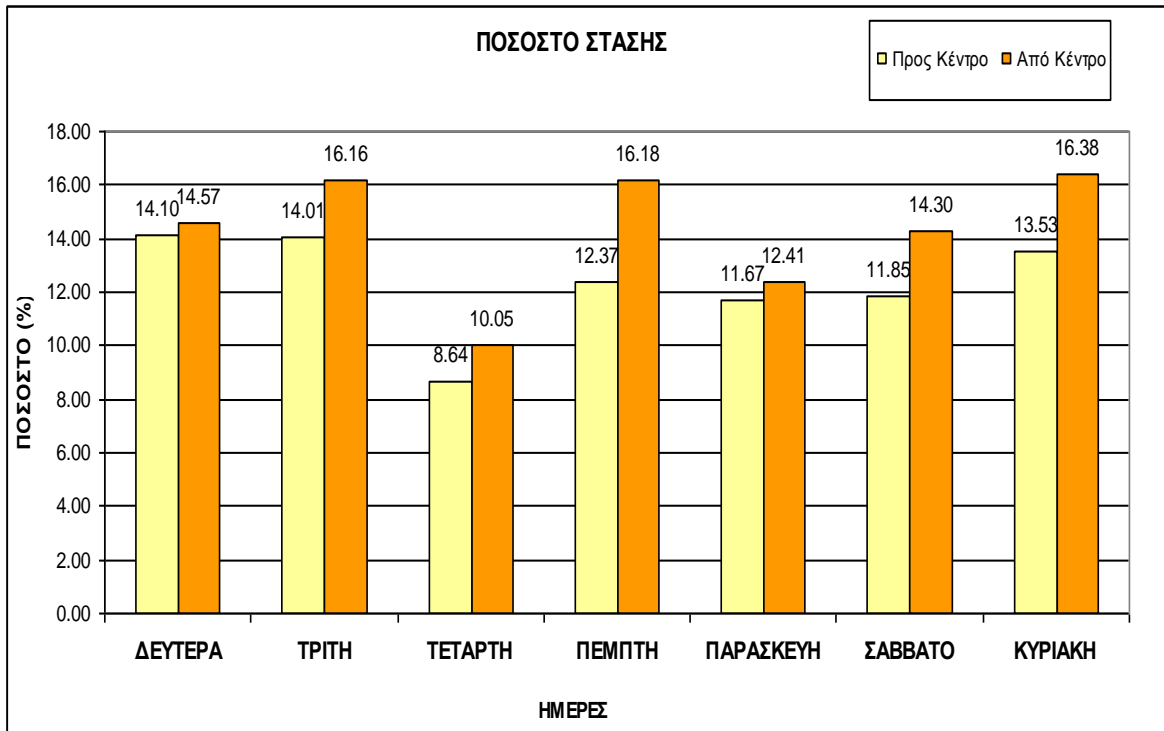


Διάγραμμα 6.1.6 Επιβράδυνσης

Οι τιμές της επιτάχυνσης προκύπτουν από την αφαίρεση δύο συνεχόμενων σημείων ταχύτητας σε μονάδες m/sec. Αφαιρούμε δηλαδή την δεύτερη τιμή από την πρώτη. Αν ο

αριθμός που θα προκύψει είναι θετικός, τότε μιλάμε για επιταχυνόμενη κίνηση. Αν όμως ο αριθμός είναι αρνητικός τότε πρόκειται για επιβράδυνση.

Στο παρακάτω διάγραμμα 6.2.11.παρουσιάζεται η γραφική παράσταση του ποσοστού στάσης..

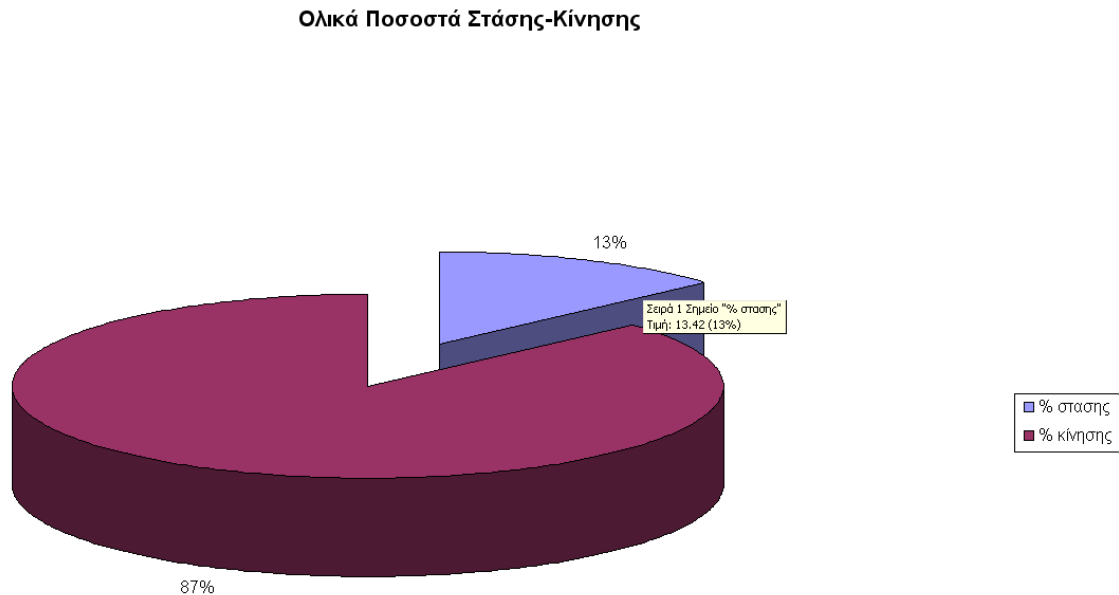


Διάγραμμα 6.1.7 Ποσοστού στάσης

Το ποσοστό στάσης προκύπτει από το πλήθος των μηδενικών ταχυτήτων κατά την διάρκεια της κάθε διαδρομής. Τις χρονικές στιγμές δηλαδή που το αυτοκίνητο είναι εντελώς ακίνητο, είτε λόγω κάποιου φωτεινού σηματοδότη είτε επειδή υπάρχει έντονο κυκλοφοριακό.

Παρατηρούμε ότι τις καθημερινές μέρες όπως την Δευτέρα και την Τρίτη έχουμε μεγαλύτερες τιμές προς το κέντρο σε σχέση με την Κυριακή διότι τα μαγαζιά είναι ανοιχτά και υπάρχει έντονο κυκλοφοριακό πρόβλημα.

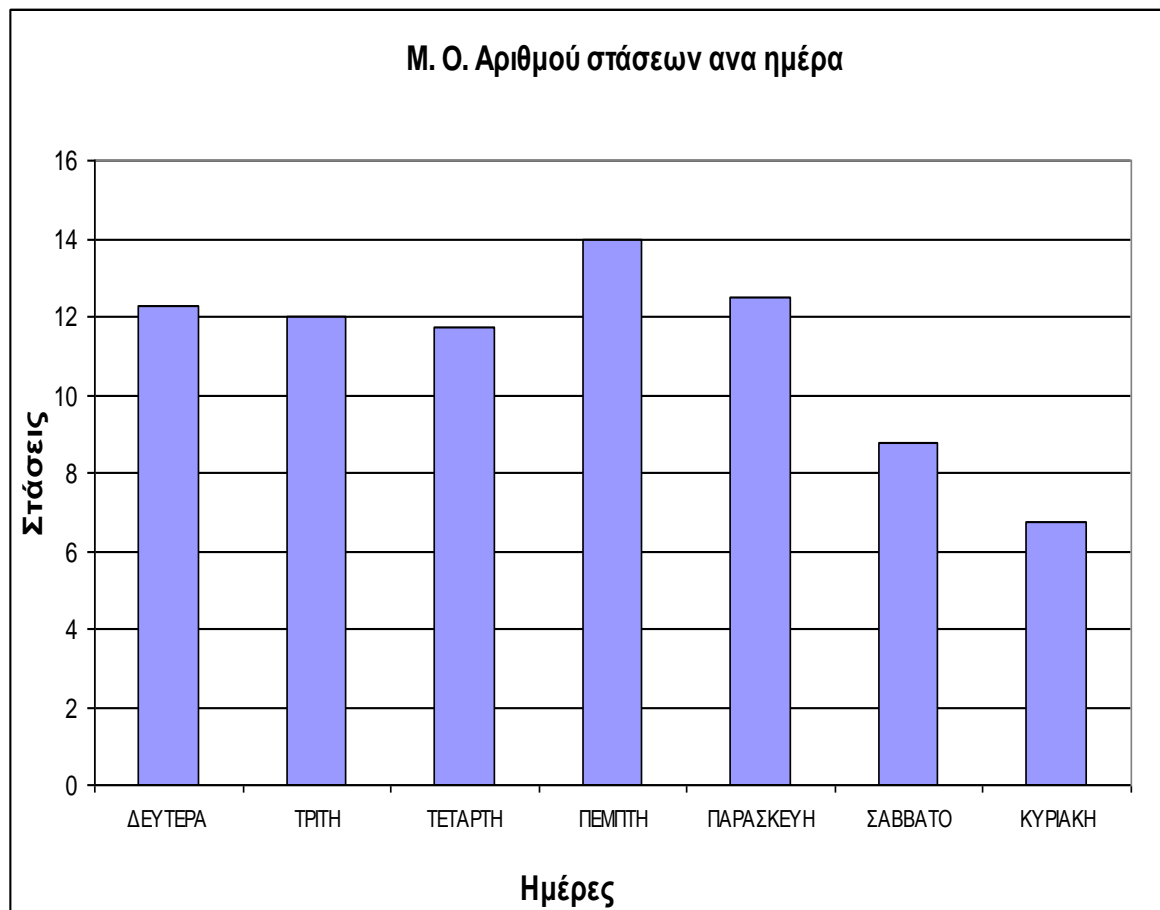
Στο παρακάτω διάγραμμα 6.2.12.παρουσιάζεται η γραφική παράσταση του ολικού ποσοστού στάσης.-κίνησης.



Διάγραμμα 6.1.8 Ολικού ποσοστού στάσης.-κίνησης.

Το ποσοστό στάσης προκύπτει από το πλήθος των μηδενικών ταχυτήτων, τις χρονικές στιγμές δηλαδή που το αυτοκίνητο είναι εντελώς ακίνητο, είτε λόγω κάποιου φωτεινού σηματοδότη είτε επειδή υπάρχει έντονο κυκλοφοριακό, ενώ το ποσοστό κίνησης προκύπτει από το πλήθος όλων των υπόλοιπων τιμών ταχύτητας οι οποίες είναι μεγαλύτερες του μηδενός καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος

Ακόμα έχουμε το διάγραμμα με τον Μ.Ο Αριθμών στάσεων ανά ημέρα. Παρατηρούμε ότι η Κυριακή όπως ήταν φυσικό έχει τον λιγότερο αριθμό στάσεων σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μέρες τις εβδομάδας. Ενώ βλέπουμε ότι η Πέμπτη έχει τον μεγαλύτερο αριθμό προφανώς από έντονη κίνηση των οχημάτων την ημέρα αυτή.



Διάγραμμα 6.1.9 Μ.Ο Αριθμών στάσεων ανά ημέρα

### 6.1.5 Μέσες τιμές όλων των μετρήσεων

- Διάρκεια: 1415,73sec
- Μέση ωριαία ταχύτητα: 15,98 km/h
- Μέση ωριαία ταχύτητα χωρίς στάσεις: 18,24 km/h
- Αριθμός στάσεων: 11
- % στάσης: 14,53
- Μέση επιτάχυνση: 0.2854m/s
- Μέση επιβράδυνση: -0,3092 m/s

Με βάση τις παραπάνω μέσες τιμές επιλέχθηκε η πιο αντιπροσωπευτική καταγραφή. Αυτή είναι η καταγραφή της από το σπίτι μου στην λεωφόρο Κνωσσού προς την πλατεία Ελευθερίας η οποία έχει το μεγαλύτερο άθροισμα ποσοστών ομοιότητας με τις μέσες τιμές όλων των μετρήσεων. Η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει το άθροισμα ποσοστών ομοιότητας είναι 7 (= αριθμός κριτηρίων)

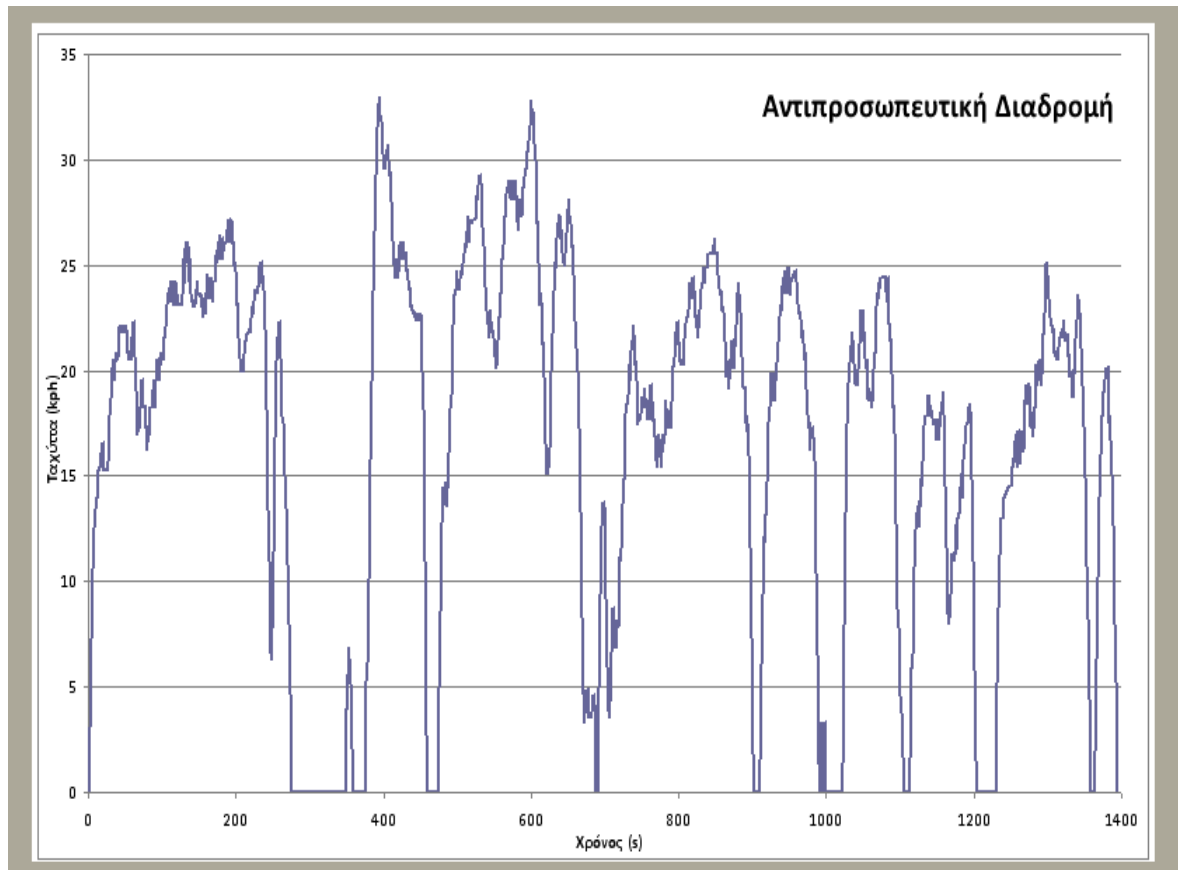
Χαρακτηριστικά	Μέσες Τιμές Μετρήσεων	Μέσες Τιμές Αντιπροσωπευτικής Διαδρομής	Ποσοστό Ομοιότητας
Διάρκεια (sec)	1415,73	1394	98,46%
Μέση ωριαία ταχύτητα (km/h)	15,98	16,70	95,68%
Μέση ωριαία ταχύτητα χωρίς στάσεις (km/h)	18,24	19,41	93,97%
Αριθμός στάσεων	11	12	91,66%
% στάσης	14,53	13,99	96,28%
Μέση επιτάχυνση (m/s <sup>2</sup> )	0,2854	0,2894	98,61%
Μέση επιβράδυνση (m/s <sup>2</sup> )	-0,3092	-0,3023	97,76

Πίνακας 6.1.5 Συγκριτικός πίνακας των ολικών μέσων τιμών των μετρήσεων με τους αντίστοιχους της αντιπροσωπευτικής διαδρομής



### 6.1.6 Τελικό αποτέλεσμα

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

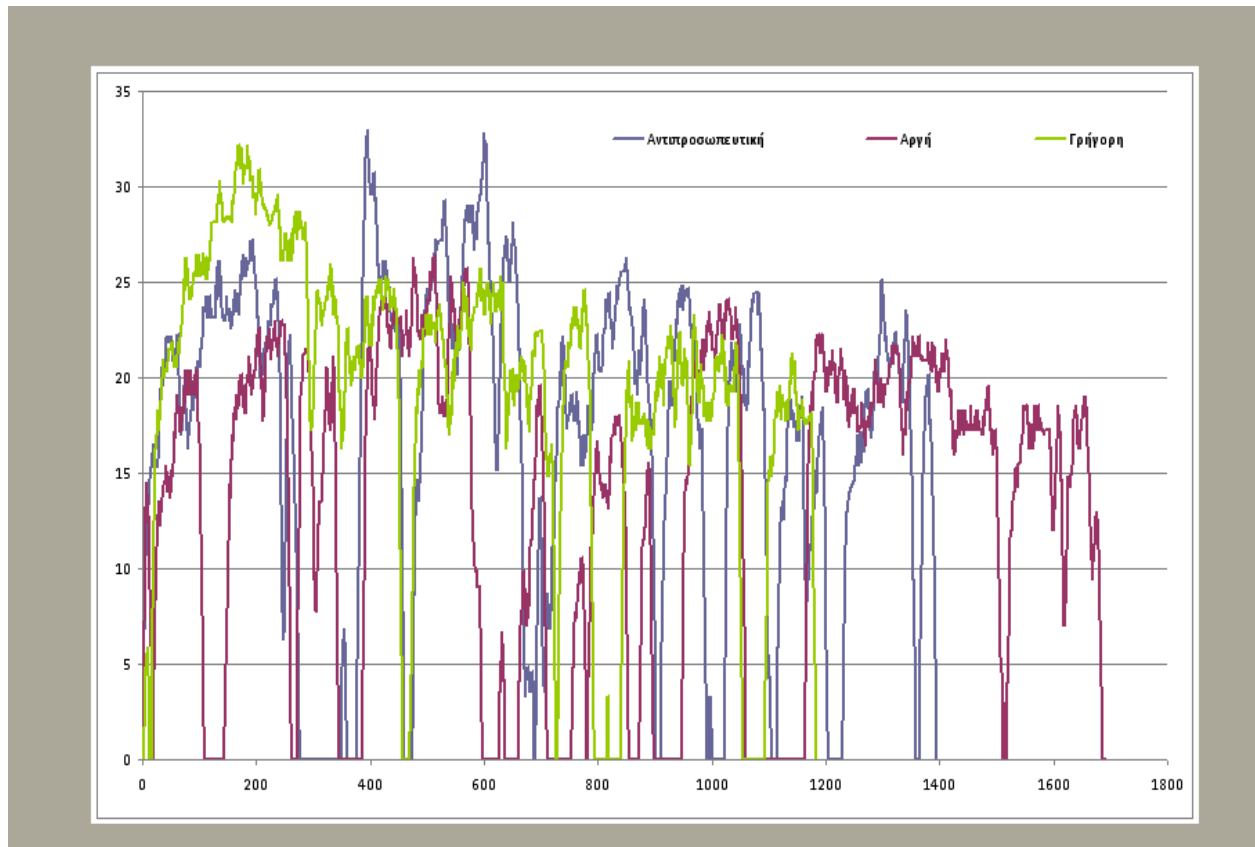


Διάγραμμα 6.1.10 Αντιπροσωπευτικό προφίλ ταχύτητας της διαδρομής που εξετάσαμε

<b>Ποσοστό στάσης (%)</b>	<b>13,99</b>
<b>Αριθμός στάσεων</b>	<b>12</b>
<b>Διάρκεια (s)</b>	<b>1394</b>
<b>Μέση Ταχ. (km/h)</b>	<b>16,70</b>
<b>Μέση Ταχ. Χωρίς Στ. (km/h)</b>	<b>19,41</b>
<b>Μέση Επιτ</b>	<b>0,2894</b>
<b>Μέση Επιβρ.</b>	<b>-0,3023</b>

Πίνακας 6.1.6 Χαρακτηριστικές τιμές του αντιπροσωπευτικού προφίλ της διαδρομής

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



Διάγραμμα 6.1.11 Διαγράμματα αργής, αντιπροσωπευτικής και γρήγορης διαδρομής

### 6.1.7 Συμπεράσματα – Προτάσεις

Τα συμπεράσματα από την παρούσα πτυχιακή είναι ότι οι κύκλοι οδήγησης αποτελούν το εργαλείο αξιολόγησης καυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιοκαύσιμα) σε σύγκριση με συμβατικά καύσιμα του εμπορίου που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα βάσης για τη δημιουργία μιγμάτων βιοκαυσίμων.

Το αντιπροσωπευτικό προφίλ ταχύτητας-χρόνου (κύκλος οδήγησης) που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης καυσίμου. Τα αποτελέσματα μπορούν να μας δώσουν μία εικόνα για την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας που οφείλεται στα αυτοκίνητα που κινούνται στην συγκεκριμένες οδικές αρτηρίες της πόλης του Ηρακλείου.

Τα ποσοστά ομοιότητας του προφίλ ταχύτητας (κύκλος οδήγησης) της αντιπροσωπευτικής διαδρομής της συγκεκριμένης πτυχιακής, σε σχέση με τις μετρήσεις πεδίου βρίσκονται σε πολύ καλό επίπεδο (91,66% έως 96,03%) γεγονός το οποίο οφείλεται στο ότι η διαδρομή ήταν συγκεκριμένη και σε ένα βαθμό τυποποιημένη. Εφόσον όμως τα ποσοστά είναι τόσο υψηλά δεν φαίνεται να χρειάζονται περαιτέρω καταγραφές για την συγκεκριμένη διαδρομή.

Παρατηρούμε ότι και τα ποσοστά της παρούσας μελέτης είναι σε αρκετά ικανοποιητικά επίπεδα. Παράλληλα γίνονται πολλές μελέτες με το ίδιο θέμα για διαφορετικές κεντρικές οδικές αρτηρίες της πόλης, οι οποίες αν τα αποτελέσματά τους ενωθούν μπορούν σίγουρα να δώσουν μία σαφώς πιο αντιπροσωπευτική διαδρομή για την πόλη του Ηρακλείου.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

Πίνακας 1.2.1 Κύκλοι οδήγησης που χρησιμοποιήθηκαν στις μετρήσεις. (α) Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης (NEDC), (β) Αστικός κύκλος ARTEMIS, (γ) Περιαστικός κύκλος ARTEMIS, (δ) Υπεραστικός κύκλος ARTEMIS.....	8
Πίνακας 1.3.1:Κύκλος οδήγησης Hong Kong.....	10
Πίνακας 1.3.2:Χρονικό σχεδιάγραμμα ταχύτητας της Ντάγκα.....	11
Πίνακας 1.4.1 Δυναμομετρική εξέδρα κύκλων οδήγησης.....	12

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

Σχήμα 2.1.1. Κύκλος ECE 15.....	13
Σχήμα 2.2.1 .Κύκλος 10-15 Ιαπωνίας.....	14
Σχήμα 2.3.1 USA κύκλος οδήγησης (FTP-72).....	15

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

Διάγραμμα 3.1.1 Μεταβολές ρύπων ενός βενζινοκινητήρα, σε συνάρτηση με την αναλογία αέρα/βενζίνης του μείγματος τροφοδοσίας.....	16
---	----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

Πίνακας 4.1.1 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων .....	19
Πίνακας 4.1.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων.....	20
Πίνακας 4.1.3 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων.....	20
Πίνακας 4.1.4 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων.....	21

Πίνακας 4.1.5 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπεμπόμενων ρύπων.....	22
Πίνακας 4.1.6 Μείωση CO <sub>2</sub> από την ACEA.....	23

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

Πίνακας 5.4.1 Αποτελέσματα μετρήσεων εκπομπών CO <sub>2</sub> .....	29
Πίνακας 5.4.2 Αποτελέσματα μετρήσεων εκπομπών NOX.....	30
Πίνακας 5.4.3 Εκπομπές CO <sub>2</sub> για τα διάφορα καύσιμα σε κύκλο NEDC.....	31
Πίνακας 5.4.4 Ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου μίγματος βιοντίζελ σε σύγκριση με το συμβατικό πετρέλαιο ,για όλες τις πηγές βιοντίζελ και όλους τους κινητήρες.....	32
Πίνακας 5.4.5 Ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου μίγματος SME σε σύγκριση με συμβατικό πετρέλαιο.....	33
Πίνακας 5.4.6 Ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου μίγματος RME σε σύγκριση με συμβατικό πετρέλαιο.....	34
Πίνακας 5.4.7 Ποσοστιαία μεταβολή κατανάλωσης καυσίμου μίγματος βιοντίζελ σε σύγκριση με συμβατικό πετρέλαιο, για κινητήρες του 2000 ή μεταγενέστερους.....	35
Πίνακας 5.4.4Αποτελέσματα δοκιμών επιταχύνσεων για τα διάφορα βιοκαύσιμα/λιπαντικά στο VW Golf.....	36
Πίνακας 5.4.5 Αποτελέσματα δοκιμών επιταχύνσεων για τα διάφορα βιοκαύσιμα/λιπαντικά στο Renault Laguna.....	37

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

Πίνακας 6.1.1 Δείγμα από τα δεδομένα του δέκτη GPS σε φύλλο excel.....	42
Πίνακας 6.1.2 Αποτελέσματα δεδομένων GPS.....	43
Πίνακας 6.1.3 Στοιχεία επιβράδυνσης ταχύτητας.....	44
Πίνακας 6.1.4 Αποτελέσματα μετρήσεων 15 ημερών.....	45
Διάγραμμα 6.1.1 Γραφική παράσταση από δρομολόγιο 8/3/14.....	46
Διάγραμμα 6.1.2 Γραφική παράσταση κατανομής ταχυτήτων.....	47
Διάγραμμα 6.1.3 Γραφική παράσταση μέσων τιμών ταχυτήτων.....	48
Διάγραμμα 6.1.4 Μέσης ωριαίας ταχύτητας χωρίς στάσεις.....	49
Διάγραμμα 6.1.5 Επιτάχυνσης.....	50
Διάγραμμα 6.1.6 Επιβράδυνσης.....	50
Διάγραμμα 6.1.7 Ποσοστού στάσης.....	51
Διάγραμμα 6.1.8 Ολικού ποσοστού στάσης.-κίνησης.....	52
Διάγραμμα 6.1.9 Μ.Ο Αριθμών στάσεων ανά ημέρα.....	53
Πίνακας 6.1.5 Συγκριτικός πίνακας των ολικών μέσων τιμών των μετρήσεων με τους αντίστοιχους της αντιπροσωπευτικής διαδρομής.....	54
Διάγραμμα 6.1.10 Αντιπροσωπευτικό προφίλ ταχύτητας της διαδρομής που εξετάσαμε.....	55
Πίνακας 6.1.6 Χαρακτηριστικές τιμές του αντιπροσωπευτικού προφίλ της διαδρομής.....	55
Διάγραμμα 6.1.11 Διαγράμματα αργής, αντιπροσωπευτικής και γρήγορης διαδρομής.....	56

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γεώργιος Φονταράς, Σάββας Γκεϊβανίδης, Λεωνίδα Ντζιαχρήστος, Ζήσης Σαμαράς. Ιανουάριος 2006. Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Συντελεστών Εκπομπής Ρύπων και Κατανάλωσης Υβριδικού Οχήματος.pp.2-3

WT Hung, HY Tong, CP Lee , K. Χα , LY Pao. 2007. Development of a practical driving cycle construction methodology: A case study in Hong Kong.

A Adnan. 2011. A driving cycle for vehicular emission estimation in DHAKA city.pp.1

Kuhler M. Karstens D. 1978 “Improve driving cycle for testing automotive exhaust emissions”

Kruse, RE, Huls TA 1973 “Development for the federal urban driving cycle

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

Γεώργιος Φονταράς, Παναγιώτης Πιστικόπουλος, Ζήσης Σαμαράς, Γεώργιος Μήλτσιος, Αναστάσιος Μωϋσιάδης (Απρίλιος 2006) Μελέτη της επίδρασης ειδικών λιπαντικών και καυσίμων στις εκπομπές και τις επιδόσεις πετρελαιοκίνητων οχημάτων Τει Σερρών p.p 31-35

Ζάχος Σιάγκος Ηρακλής .Στατιστική επεξεργασία πειραματικών δεδομένων CO<sub>2</sub> και κατανάλωση καυσίμου κατά την διάρκεια Κύκλων Πόλης με χρήση μειγμάτων πετρελαίου βιοντιζελ.ΕΜΠ,(2012)p,p 87-90

Foumunug, S. Washington, R. Guensler “A statistical model for estimating oxides of nitrogen emissions from light duty vehicles” 1999

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

E. Ericsson “Independent driving pattern factors and their influence on fuel use and exhaust emission factors 2001

E. Ericsson “Variability of urban driving patterns” 1999

GARMIN Corporation, (2003). “Owner’s Manual and Reference”, Garmin International Inc., 2003

# ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

- ACEA (2011) European Automobile Manufacturers Association: [www.acea.be](http://www.acea.be)
- European emission standards: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- Πρότυπα Euro 5 και Euro 6: Μείωση των εκπομπών ρύπων από ελαφρά οχήματα: <http://europa.eu>
- Ρύποι: Euro 5, Euro 4, Euro 3, Euro 2, Euro 1: [www.carsmart.gr](http://www.carsmart.gr)
- Online information service on clean diesel engines and diesel emissions: [www.dieselnet.com](http://www.dieselnet.com)