



ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Κύκλοι οδήγησης και ανάλυση διαδρομών για την πόλη των Χανίων»



Λουπάσης Μιχάλης

Επιβλέπων καθηγητής: Τζιράκης Ευάγγελος

Ηράκλειο
Απρίλης 2013

Περιεχόμενα

1.Ρύπανση του περιβάλλοντος	6
1.1 Ορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης	6
1.1.1 Σύντομη εισαγωγή στους πρωτογενείς ατμοσφαιρικούς ρυπαντές	6
1.1.2 Η σημασία των οδικών μεταφορών στην ατμοσφαιρική ρυπανση	9
1.1.3 Εκπομπές ρύπων οχημάτων.....	11
1.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων	14
1.2.1 Τοξικές εκπομπές:Στάδια και νομικό πλαίσιο	17
1.2.2 Πρότυπα εκπομπών για επιβατικά-ελαφρά φορτηγά.....	18
1.2.3 Πίνακες προτύπων εκπομπών ρύπων για επιβατικά.....	19
1.2.4 Πίνακες προτύπων εκπομπών ρύπων για ελαφρά επαγγελματικά	20
1.2.5 Πίνακες και διαγράμματα εξέλιξης προτύπων εκπομπής ρύπων	22
1.2.6 Τι ισχύει τώρα.....	24
1.2.7 Εφαρμογές των προτύπων	25
1.3.8 Πλαίσιο	26
2. Κύκλοι οδήγησης.....	28
2.1 Τι είναι ο κύκλος οδήγησης	28
2.1.1 Ταξινόμηση των κύκλων οδήγησης.....	28
2.2 Δημιουργία κύκλων οδήγησης.....	29
2.2.1 Μέθοδοι δειγματοληψίας δεδομένων κίνησης	30
2.2.2 Επεξεργασία δεδομένων	31
2.2.3 Χαρακτηριστικά μεγέθη για την επεξεργασία	31
2.3 Ευρωπαϊκή ένωση.....	33
2.3.1 Κύκλοι ECE+EUDC.....	33
2.3.2 Κύκλος οδήγησης Artemis (CADC).....	36
2.3.3 Κύκλος ECE R49.....	40
2.3.4 Κύκλος ESC	41
2.3.5 Κύκλος ELR.....	42
2.3.6 Κύκλος Πόλης ETC (European Transient Cycle).....	43
2.3.7 Κύκλος Braunschweig	44
2.4 Ηνωμένες πολιτείες Αμερικής	46
2.4.1 Κύκλος U.S FTP-72.....	46
2.4.2 Κύκλος FTP-75	46
2.4.3 Κύκλος EPA.....	47
2.4.4 Κύκλος IM240	48
2.4.5 Κύκλος U.C.....	49
2.4.6 Κύκλος SFTP SC03	50
2.4.7 Κύκλος SFTP US06.....	50
2.4.8 Κύκλος οδήγησης EPA NYCC.....	51
2.4.9 Αναφορά και γράφημα των υπόλοιπων κύκλων οδήγησης για οχήματα βαρέου τύπου	52
2.5 Ιαπωνία	60
2.5.1 Κύκλος οδήγησης 10-mode	60
2.5.2 Κύκλος οδήγησης 10-15 mode	62
2.5.3 Κύκλος JC 08.....	63
2.5.4 Αναφορά και γραφήματα των κύκλων για τα βαρέα οχήματα	63
2.6 Παγκόσμια εναρμονισμένοι κύκλοι οδήγησης (UNECE).....	66
2.6.1 Διαδικασία δοκιμής (WLTP).....	66
2.6.2 Κύκλοι οδήγησης (WLTC)	68

2.7 Δυναμομετρική εξέδρα για την εφαρμογή των κύκλων οδήγησης..	71
2.7.1 Τι είναι η δυναμομετρική εξέδρα πλαισίου.....	71
2.7.2 Κύρια μέρη της εξέδρας.....	73
2.7.3 Διαδικασία δοκιμών	73
3. Πείραμα.....	77
3.1 Εισαγωγή στο πείραμα - πληροφορίες.....	77
3.2 Εξοπλισμός των μετρήσεων.....	78
3.2.1 Δεκτής GPS Garmin	78
3.2.2 Αυτοκίνητο Seat Ibiza 1.2 L με κινητήρα βενζίνης.....	80
3.3 Συλλογή δεδομένων	81
3.4 Επεξεργασία δεδομένων	82
3.5 Ανάλυση δεδομένων	84
3.6 Επιλογή αντιπροσωπευτικού προφίλ ταχύτητας	92
3.7 Συγκρίσεις του αντ/κου προφίλ με άλλους Κ.Ο	94
3.8 Συγκρίσεις του αντ/κου προφίλ με αντίστοιχο πείραμα στο Ηράκλειο.....	95
3.9 Συμπεράσματα –προτάσεις.....	97
Περιεχόμενα Πινάκων -Γραφημάτων	98
Βιβλιογραφία	100
Ιστότοποι.....	101

Περιεχόμενο – Σκοπός της εργασίας

Αν και πιστεύουμε ότι η Γη αντέχει όσο και αν τη μολύνουμε, πολλές μελέτες και έρευνες αποδεικνύουν ότι οφείλουμε να αλλάξουμε συμπεριφορά απέναντί σε αυτήν. Ένας σημαντικός μολυντικός παράγοντας είναι το επιβατικά οχήματα που συνεχώς αυξάνονται. «[...] τα αυτοκίνητά μας, τα καμιόνια μας, τα λεωφορεία μας και τα κάθε λογής βενζινοκίνητα ή πετρελαιοκίνητα οχήματα, εξαπολύοντας εκατομμύρια τόνους τοξικών στην ατμόσφαιρα¹»

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε θεωρητικό και πειραματικό μέρος. Στο θεωρητικό μέρος παρατίθενται οι εκπεμπόμενοι ρύποι από επιβατικά οχήματα και ελαφρά φορτηγά, είτε αυτά είναι βενζινοκίνητα είτε πετρελαιοκίνητα.

Επιπροσθέτως γίνεται αναφορά των θεσμοθετημένων προτύπων Euro 1, Euro 2, Euro 3, Euro 4, Euro 5, Euro 6., τα οποία καθορίζουν τα όρια εκπομπής ρύπων.

Στη συνέχεια γίνεται διερεύνηση και ανάλυση των θεσμοθετημένων κύκλων οδήγησης σε Ευρώπη, Αμερική και Ιαπωνία όσον αφορά τα επιβατικά και ελαφρά φορτηγά οχήματα.

Ακολουθεί το πειραματικό μέρος της εργασίας το οποίο συμπεριλαμβάνει μετρήσεις και ανάλυση συλλεχθέντων δεδομένων με σκοπό την απεικόνιση της κίνησης σε κεντρικές οδικές αρτηρίες στην πόλη των Χανίων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση των δεδομένων για την εκπόνηση ενός προφίλ της κίνησης (διάγραμμα ταχύτητας χρόνου –) που θα αντιπροσωπεύει τις συγκεκριμένες διαδρομές που καταγράφηκαν. Το προφίλ αυτό δύναται να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών ρύπων σε δυναμομετρική εξέδρα. για την κίνηση στην πόλη των Χανίων

¹ T.C. Collins J.R. Gleit (1991). «Φροντίστε το αυτοκίνητό σας φροντίστε το περιβάλλον.» εκδ.:ΕΡΜΙΟΝΗ, σελ. 95

Θεωρητικό μέρος

Το θεωρητικό μέρος αρχίζει με την παρουσίαση του ευαίσθητου και σύγχρονου περιβαλλοντολογικού προβλήματος όσον αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση των πόλεων και το ρόλο που διαδραματίζουν οι οδικές συγκοινωνίες και μεταφορές. Παραθέτονται οι εκπεμπόμενοι ρύποι των επιβατικών οχημάτων καθώς και των ελαφρών φορτηγών, είτε αυτά είναι βενζινοκίνητα είτε από πετρελαιοκίνητα.

Επιπλέον σε αυτό το μέρος γίνεται εκτενής αναφορά για τα όρια εκπομπής ρύπων, των θεσμοθετημένων προτύπων Euro 1, Euro 2, Euro 3, Euro 4, Euro 5, Euro 6.

Τέλος γίνεται διερεύνηση ανάλυση των θεσμοθετημένων κύκλων οδήγησης σε Ευρώπη, Αμερική και Ιαπωνία για επιβατικά ,ελαφρά και βαρέα φορτηγά οχήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ρύπανση του περιβάλλοντος

Κάθε είδος ρύπανσης, φυσική ή ανθρωπογενής, του περιβαλλοντικού αέρα, είναι γνωστή ως ατμοσφαιρική ρύπανση, και οι παράγοντες που την προκαλούν είναι γνωστοί ως ατμοσφαιρικοί ρυπαντές. Σε γενικές γραμμές, η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι μια κατάσταση ανισορροπίας της ατμόσφαιρας. Ενδεχομένως να οφείλεται στην εισαγωγή ξένων παραγόντων στον αέρα, είτε από φυσικές είτε από ανθρωπογενείς πηγές, οπότε, ο αέρας καθίσταται επιβλαβής στις βιολογικές κοινότητες, γενικότερα, και στις ανθρώπινες κοινότητες, ειδικότερα.

1.1 Ορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (W.H.O), η ατμοσφαιρική ρύπανση ορίζεται ότι «περιορίζεται σε καταστάσεις στις οποίες η εξωτερική περιβαλλοντική ατμόσφαιρα περιέχει υλικά σε συγκέντρωση η οποία είναι επιβλαβής για τους ανθρώπους και το γύρω περιβάλλον τους»^{2,3}.

Οι ατμοσφαιρικοί ρυπαντές στις πόλεις αποτελούν κυρίως μείγμα πολλών διαφορετικών ρυπαντών, από τους οποίους μερικοί είναι ορατοί, όπως η σκόνη και η αιθάλη, ενώ πολλοί είναι αόρατοι, όπως πολύ μικρά σωματίδια ή αέρια. Τα ορατά συστατικά είναι φανερά, ενώ τα μικρά σωματίδια και αέρια είναι αναμενόμενα. Η ρύπανση ταξινομείται ως πρωτογενής ή δευτερογενής. Οι πρωτογενείς ρυπαντές είναι ουσίες που παράγονται απευθείας από μια διαδικασία, όπως η στάχτη από μια ηφαιστειακή έκρηξη ή το μονοξείδιο του άνθρακα από τις εξατμίσεις των οχημάτων. Οι δευτερογενείς ρυπαντές δεν απελευθερώνονται. Δημιουργούνται στον αέρα όταν οι πρωτογενείς ρυπαντές αντιδρούν ή αλληλεπιδρούν. Το όζον αποτελεί ένα παράδειγμα δευτερογενούς ρυπαντή.

1.1.1 Σύνοψη εισαγωγή στους πρωτογενείς ατμοσφαιρικούς ρυπαντές

Μονοξείδιο του άνθρακα. Είναι ένα άοσμο, άχρωμο αέριο που παράγεται από την ατελή οξείδωση (καύση) του άνθρακα. Το μονοξείδιο του άνθρακα παράγεται φυσιολογικά από την οξείδωση του μεθανίου, στους ωκεανούς και την ατμόσφαιρα, το οποίο παράγεται κατά την οργανική αποσύνθεση. Στις πόλεις, η μεγαλύτερη πηγή μονοξειδίου του άνθρακα είναι τα μηχανοκίνητα οχήματα, παρότι μπορεί να παραχθεί από οποιαδήποτε διεργασία καύσης.

²W.H.O ,*Health Topics,Air Pollution*(http://www.who.int/topics/air_pollution/en/)

³ Anthony J. McMichael ,(Iav. 2000), *Bull World Health Organ vol.78 n.9 Geneva Department of Epidemiology and Population Health, London School of Hygiene and Tropical Medicine*(http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S0042-9686200000900007&script=sci_arttext&tlng=pt)

Διοξειδίο του θείου.⁴ Το διοξειδίο του θείου στην ατμόσφαιρα προέρχεται τόσο από φυσικές όσο και από ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι φυσικές διεργασίες, όπως ηφαιστειακές εκρήξεις, απελευθερώνουν συστατικά θείου. Οι κύριες ανθρώπινες δραστηριότητες από τις οποίες παράγεται διοξειδίο του θείου είναι το λιώσιμο ορυκτών μεταλλευμάτων που περιέχουν θείο και η καύση ορυκτών καυσίμων. Το διοξειδίο του θείου διαλύεται στο νερό σχηματίζοντας θειικό οξύ το οποίο είναι εξαιρετικά διαβρωτικό στη φύση. Είναι πολύ επιβλαβές για υλικά, φυτά και ζωικό ιστό.

Σωματιδιακή ύλη. Η σωματιδιακή ύλη είναι ένας συλλογικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα ευρύ πεδίο μικροσκοπικών στερεών ή υγρών σωματιδίων διασκορπισμένων στην ατμόσφαιρα. Η σωματιδιακή ύλη μπορεί να περιλαμβάνει ζωντανούς οργανισμούς, όπως βακτήρια, ιούς, μούχλες, φύκη, γυρεόκοκκους, κτλ. Τα μη ζωντανά σωματίδια στην ατμόσφαιρα είναι σταγονίδια, καπνός, αναθυμιάσεις, σκόνη, κτλ. Η σωματιδιακή ύλη σε συγκεντρώσεις απειλητικές για την υγεία μπορεί να ελευθερώνεται από διάφορες πηγές, όπως ηφαιστεια και καταιγίδες σκόνης, εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, βιομηχανικές διεργασίες και αποτεφρωτήρες. Το μέγεθος αυτής της σωματιδιακής ύλης κυμαίνεται κάτω από 0,1 μικρόμετρα (μm) μέχρι εκατοντάδες μικρόμετρα. Τα σωματίδια που έχουν αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 10 μm αναφέρονται ως PM10. Επειδή αυτά τα σωματίδια είναι αρκετά μικρά και μπορούν να εισέλθουν στο ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα, καλούνται επίσης και «εσπνεύσιμη σωματιδιακή ύλη». Τα σωματίδια που είναι μεγαλύτερα από 10 micron συνήθως συγκρατούνται από τα τριχίδια της μύτης, και δεν εισέρχονται στην αναπνευστική οδό. Επομένως, τα σωματίδια που είναι μεγαλύτερα από 10 micron δεν προκαλούν μεγάλη βλάβη, πέρα από τον ερεθισμό της μύτης και των οφθαλμών.

Μόλυβδος. Η κύρια πηγή μολύβδου στην ατμόσφαιρα είναι τα καύσιμα που περιέχουν μόλυβδο των μηχανοκίνητων οχημάτων. Η εισαγωγή αμόλυβδου καυσίμου το 1985 είχε ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση του μολύβδου στην ατμόσφαιρα. Ο μόλυβδος είναι ένα βαρύ μέταλλο, και η παρουσία του στο σώμα μπορεί να προκαλέσει βλάβη της εγκεφαλικής λειτουργίας, ειδικά σε παιδιά. «Παρουσιάζεται με μορφή σωματιδίων. Έχει διαπιστωθεί ότι είναι υπεύθυνος δηλητηριάσεων στα άτομα μικρής ηλικίας. Απορροφάται από το αίμα με συνέπειες τη διανοητική επιβράδυνση, κακή λειτουργία των νεφρών, την φθορά των οστών κτλ⁵.»

Οξειδία του αζώτου. Η κύρια ανθρώπινη δραστηριότητα από την οποία παράγονται οξειδία του αζώτου είναι η καύση καυσίμων, ειδικά σε μηχανοκίνητα οχήματα. Τα οξειδία του αζώτου σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα με την καύση των καυσίμων σε υψηλές θερμοκρασίες. Το μεγαλύτερο ποσοστό βρίσκεται υπό τη μορφή οξειδίου του αζώτου, και λιγότερο από το 10 τοις εκατό με τη μορφή διοξειδίου του αζώτου. Όταν απελευθερωθεί, το οξειδίο του αζώτου συνδυάζεται με το οξυγόνο («οξειδώνεται») και σχηματίζεται διοξειδίο του αζώτου. Αυτά τα οξειδία του αζώτου μπορεί να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα για αρκετές ημέρες, και στο διάστημα αυτό, μέσω χημικών διεργασιών μπορεί να παραχθούν νιτρικό οξύ και διάφορα σωματίδια, όπως νιτρικά και νιτρώδη.

⁴ *European Union emission inventory report 1990–2009 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP) / Box ES.1. The main air pollutants and their effects on human health and the environment (<http://www.eea.europa.eu/publications/eu-emission-inventory-report-1990-2009/box-es.1.-the-main-air>)*

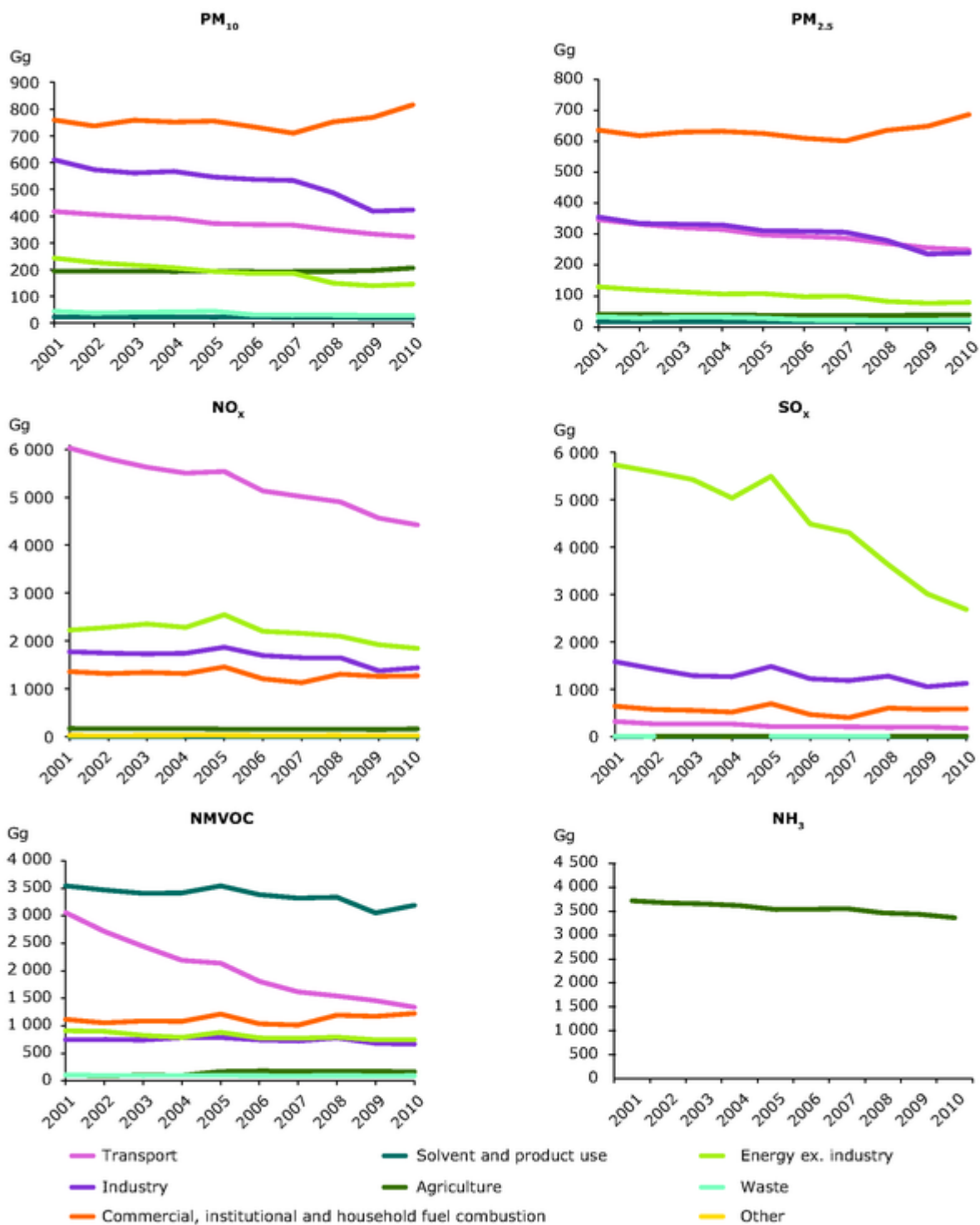
⁵ Ν. ΖΑΡΑΓΚΟΥΛΙΑ, ΓΡ. ΠΑΠΑΜΙΧΕΛΑΚΗ (1986). «TURBO, ΡΥΠΑΝΣΗ» εκδ. ΦΟΙΒΟΣ, Αθήνα σελ.138

Αυτά τα οξειδία του αζώτου παίζουν σημαντικό ρόλο στις χημικές αντιδράσεις που δημιουργούν τη φωτοχημική αιθαλομίχλη.

Όζον. Το όζον είναι ένα άχρωμο αέριο που σχηματίζεται από τις χημικές αντιδράσεις μεταξύ δραστικών οργανικών αερίων και οξειδίων του αζώτου παρουσία του ηλιακού φωτός. Το όζον είναι ένας από τους δευτερογενείς ερεθιστικούς ρυπαντές που υπάρχουν στην αιθαλομίχλη που δημιουργείται στις αστικές περιοχές. Υπάρχει επίσης και το στρώμα του όζοντος στην στρατόσφαιρα σε ύψος 12-50 χιλιομέτρων. Σε αντίθεση με το όζον κοντά στην επιφάνεια, αυτό το στρώμα όζοντος είναι εξαιρετικά σημαντικό επειδή αποτρέπει την θανατηφόρα ηλιακή ακτινοβολία UV από το να φτάσει στο έδαφος.⁶

⁶ *Derwent, D Derwent, D, Forsberg, B, Amann M., WHO (2008): Health Risks of Ozone from Long-range Transboundary Air Pollution eBook ISBN: 9289042907 Print ISBN: 9289042893*

1.1.2 Η σημασία των οδικών μεταφορών στην ατμοσφαιρική ρυπανση



Σχήμα 1.1 Προέλευση αερίων ρύπων στην Ευρώπη ⁷

⁷ The European Environment Agency (EEA), Data and Maps, Sharing European Environmental Datasets, Maps, Charts and Applications (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/contributions-to-eu-emissions-from/contributions-to-eu-emissions-from>)

Ρύποι (g/km)	Αυτοκίνητα	Βιομηχανία	Οικ. θέρμανση
Οξείδια του αζώτου (NO _x)	15%	40%	45%
Υδρογονάνθρακες (HC)	77%	6%	17%
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	100%	-	-
Σωματίδια	100%		
Καπνός	68%	18%	14%

Πινάκας 1.1⁸ Προέλευση αερίων ρύπων στο λεκανοπέδιο της Αττικής

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας από τα αυτοκίνητα, τη βιομηχανία και τις άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες έχει φτάσει σήμερα σε ανησυχητικά επίπεδα. Ένα μεγάλο ποσοστό της οφείλεται και στα αυτοκίνητα. Ωστόσο, είναι γεγονός ότι έχει επιτευχθεί μεγάλη τεχνολογική πρόοδος στον τομέα της μείωσης των ρύπων που εκλύουν οι κινητήρες των αυτοκινήτων, στον τομέα της αεροδυναμικής (καλύτερη αεροδυναμική σημαίνει χαμηλότερη κατανάλωση, άρα εκπομπή λιγότερων ρύπων), στον τομέα του σχεδιασμού του θαλάμου καύσης και στην έρευνα για την χρήση εναλλακτικών καυσίμων, όπως το υδρογόνο, το υγραέριο και τις αλκοόλες (αιθανόλη, μεθανόλη). Τα ηλεκτρικά, τα υβριδικά, τα ηλιακά αυτοκίνητα, η νέα ώθηση που δόθηκε στην έρευνα για τους κινητήρες diesel, οι κεραμικοί κινητήρες και η νέα γενιά των δίχρονων κινητήρων είναι άμεση συνέπεια των οικολογικών ανησυχιών και της έντονης αναζήτησης για εναλλακτικά καύσιμα και κινητήρες.

Ο πρώτος συναγερμός για το πρόβλημα της ρύπανσης δόθηκε στις Η.Π.Α., όπου υπάρχουν και τα περισσότερα αυτοκίνητα ανά χιλιάδα κατοίκων. Στο Los Angeles που βρίσκεται στην πολιτεία της California, η αιθαλομίχλη είχε κάνει την ατμόσφαιρα αφορητή για πολλά χρόνια. Γι' αυτό το λόγο το 1961 θεσπίστηκαν νόμοι που καθόριζαν τη μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα έκλυσης άκαυστων υδρογονανθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα από τους εμβολοφόρους κινητήρες.

Η ισχύς των νόμων αυτών επεκτάθηκε στις 20/10/1965 σε όλη την αμερικανική επικράτεια. Από τότε, οι νόμοι αυτοί γίνονται ολοένα και πιο αυστηροί ενώ άρχισαν να εφαρμόζονται σχεδόν σε όλες τις χώρες του κόσμου.

Σήμερα έχει πλέον αποδειχθεί ότι οι μηχανές εσωτερικής καύσης (βενζινοκινητήρες – πετρελαιοκινητήρες) που χρησιμοποιούνται για την κίνηση των μέσων μεταφοράς αποτελούν μια από τις βασικότερες πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας των αστικών κυρίως κέντρων, με την εκπομπή των βλαβερών ρύπων.

Κάθε ουσία που διοχετεύεται άμεσα ή έμμεσα από τον άνθρωπο στο περιβάλλον και έχει άμεσα ή μακροπρόθεσμα επιβλαβείς επιδράσεις για την ζωή ή την υγεία του ανθρώπου, των ζώων και των φυτών ή φθείρει τα υλικά αγαθά, λέγεται ρυπαντής ή ρύπος.

⁸ ΜΚ Πετράκης, *Εσπερίδα Ecocity*, 30/5/2005, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης. (2005). “Η Ατμοσφαιρική Ρύπανση στην Αττική”. (<http://www.ecocity.gr/uploaded/files/static/Petrakis.ppt>)

Αέρας του περιβάλλοντος θεωρείται ο εξωτερικός αέρας της τροπόσφαιρας εξαιρουμένου του αέρα σε κλειστούς χώρους. Για την εκτίμηση και διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος, οι κύριοι ρύποι που λαμβάνονται υπόψη είναι οι εξής:

- Διοξείδιο του θείου (SO₂)
- Διοξείδιο του αζώτου (NO₂)
- Αιθάλη
- Αιωρούμενα σωματίδια (SPM)
- Μόλυβδος (Pb)
- Όζον (O₃)
- Οξείδια του αζώτου (NO_x)
- Βενζόλιο (C₆H₆)
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH)
- Κάδμιο (Cd)
- Αρσενικό (As)
- Νικέλιο (Ni)
- Υδράργυρος (Hg)
- Μαύρος καπνός (BS)
- Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)

1.1.3 Εκπομπές ρύπων οχημάτων⁹

Οι βλαβερές ουσίες που εκπέμπουν οι κινητήρες των οχημάτων πιο συγκεκριμένα είναι οι εξής :

• Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)

Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες προέρχονται από την ατελή καύση του καυσίμου μίγματος ή διαφεύγουν από την ελαιολεκάνη του κινητήρα. Πρόκειται για υδρογονάνθρακες αλδεϊδικούς, παραφινικούς εκτεταμένης κυκλικής αλύσου και αρωματικούς οι οποίοι είναι σε θέση να ενωθούν με το οξυγόνο.

Οι εργαστηριακές έρευνες απέδειξαν ότι οι ενώσεις αυτές αντιδρούν παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας και ερεθίζουν τα ανθρώπινα μάτια, μολύνουν την ατμόσφαιρα και προκαλούν ζημιές στη βλάστηση. Είναι ακόμα υπεύθυνες για την φωτοχημική αιθαλομίχλη και ορισμένες από αυτές (ιδιαίτερα το βενζόλιο) είναι καρκινογόνες.

• Οξείδια του αζώτου (NO_x)¹⁰

Πρόκειται για έναν από τους βασικούς συντελεστές της δημιουργίας του φωτοχημικού νέφους. Τα οξείδια του αζώτου κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας

⁹ , Τζιράκης Ε. Διδακτορική Διατριβή (2007). «Συσχετισμός Εκπομπών με Φυσικοχημικές Ιδιότητες των Καυσίμων και με Δεδομένα από την Κίνηση των Οχημάτων στο Λεκανοπέδιο». Κεφάλαιο 3ο ,σελ 64-65),

¹⁰ Καρβούνης Σωτ., και Γεωργακέλλος, Δημ. (2005). Διαχείριση του Περιβάλλοντος – Επιχειρήσεις και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Εκδ. Α. Σταμούλης.

συμμετέχουν σε ορισμένες χημικές αντιδράσεις που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μετατροπή των άκαυστων υδρογονανθράκων στα λεγόμενα φωτοχημικά οξειδωτικά και την παραγωγή όζοντος που επίσης είναι τοξικό για το αναπνευστικό σύστημα.

Με τη βοήθεια του όζοντος και του οξυγόνου της ατμόσφαιρας τα οξείδια του αζώτου δημιουργούν κατόπιν ένα κύκλο δευτερογενούς ρύπανσης, η οποία κάτω από τις κατάλληλες καιρικές συνθήκες καταλήγει στο σχηματισμό της φωτοχημικής αιθαλομίχλης.

• Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Προέρχεται κυρίως από τους βενζινοκινητήρες. Είναι βασικό προϊόν της ατελούς καύσης των υδρογονανθράκων (και του άνθρακα γενικότερα) και όταν η συγκέντρωση του στον αέρα ξεπεράσει κάποια επίπεδα προκαλεί πονοκεφάλους και προβλήματα στο κυκλοφορικό σύστημα. Σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (που μπορούν να υπάρξουν όμως μόνο σε κλειστό χώρο) μπορεί να αποβεί θανατηφόρο.

Το CO, πάντως, είναι ασταθής ένωση και 10 μόλις βρεθεί στον ελεύθερο αέρα μετατρέπεται αρκετά γρήγορα σε αβλαβές διοξείδιο του άνθρακα και γι' αυτό και έχει μόνο τοπική επίδραση. Οι τρεις παραπάνω ρύποι είναι οι σημαντικότεροι που εκλύουν οι βενζινοκινητήρες.

• Καπνός

Προέρχεται κυρίως από τους πετρελαιοκινητήρες (diesel). Λόγω της συνήθους ορατής χροιάς των καυσαερίων του κινητήρα Diesel στα πιο μεγάλα φορτία εξαιτίας των σωματιδιακών εκπομπών, στην πράξη γίνεται διάκριση του λεγόμενου Καπνού (smoke) των εκπεμπόμενων καυσαερίων του στις εξής τρεις κατηγορίες, ανάλογα με την απόχρωση του:

- Λευκός Καπνός, που σύγκεται από ομίχλη υγρών ακαύστων σωματιδίων καυσίμου και εμφανίζεται κατά την εκκίνηση εν ψυχρώ.
- Κυανός Καπνός, που σύγκεται από ομίχλη υγρών ακαύστων σωματιδίων λιπαντικού ελαίου και εμφανίζεται όταν υπάρχει πρόβλημα με την λίπανση (π.χ. φθαρμένα ή κολλημένα ελατήρια εμβόλου)
- Μελανός Καπνός ή Καπνός "Τύπου Αιθάλης", που σύγκεται βασικώς από λεπτά σωματίδια στερεού άκαυστου άνθρακα (ανθρακώδες υλικό), δηλαδή την αιθάλη που δημιουργείται από την πυρόλυση του καυσίμου τοπικώς σε ζώνες με σχετική ανεπάρκεια οξυγόνου, εμφανιζόμενος στην περιοχή των υψηλών φορτίων (π.χ. >85% του μέγιστου).

• Μόλυβδος (Pb)

Ο μόλυβδος είναι τοξικός. Χρησιμοποιείτο στη βενζίνη για την αύξηση του βαθμού οκτανίου ώστε να αντέχει στις υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στους θαλάμους καύσης. Παίζει δηλαδή το ρόλο του αντικροτικού, εμποδίζοντας την αυτανάφλεξη της βενζίνης από την υψηλή συμπίεση πριν δημιουργηθεί ο σπινθήρας. Επειδή 'δηλητηριάζει' τους 11 καταλύτες και τους αχρηστεύει, τα καταλυτικά αυτοκίνητα λειτουργούν μόνο με αμόλυβδη βενζίνη.

• Διοξείδιο του θείου (SO₂)

Δημιουργείται από την αντίδραση του θείου που περιέχεται στα καύσιμα με το οξυγόνο. Η ουσία αυτή προκαλεί ερεθισμό των βρόγχων και των βλεννογόνων της μύτης και ελάττωση της ορατότητας. Η ποσότητα των εκλυόμενων ανυδριτών εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Συνήθως η μεγαλύτερη ποσότητα εκλύεται στο ρεζαντί ή όταν αφήνουμε ελεύθερο τον επιταχυντή.

• Όζον

Το γεγονός ότι το όζον δεν αναφέρεται στους βασικούς ρύπους που εκπέμπονται από τα αυτοκίνητα και τις άλλες εστίες καύσης, οφείλεται στο ότι δεν αποτελεί πρωτογενή ρύπο αλλά δευτερογενή που σχηματίζεται στον αέρα από την αντίδραση ανάμεσα στα οξείδια του αζώτου και στους υδρογονάνθρακες. Επειδή για την αντίδραση αυτή χρειάζεται και η παρουσία του ηλιακού φωτός, σε μέρη όπως η χώρα μας, όπου η ηλιοφάνεια αποτελεί συνηθισμένο φαινόμενο στο μεγαλύτερο μέρος του χρόνου, εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς πόσο αυξημένη μπορεί να είναι η παραγωγή όζοντος.

Ιδιαίτερα μάλιστα όταν η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι υπερβολικά αυξημένη, όπως συμβαίνει στην Αθήνα. Το πρόβλημα γίνεται ακόμα πιο πολύπλοκο από μια περιέργη αντίφαση. Τα αυτοκίνητα παράγουν και μονοξείδιο του αζώτου, που οξειδώνεται στον αέρα και μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου. Μόνο το τελευταίο μπορεί να πάρει μέρος στη δημιουργία του όζοντος αντιδρώντας με τους υδρογονάνθρακες.

Αλλά το ίδιο το μονοξείδιο του αζώτου καταστρέφει το όζον. Παρατηρείται λοιπόν το περίεργο φαινόμενο, ότι παρόλο που τα αυτοκίνητα θεωρούνται υπεύθυνα για το μεγαλύτερο μέρος της δημιουργίας όζοντος, στο κέντρο των μεγάλων πόλεων τα επίπεδα του όζοντος μπορεί να είναι χαμηλά και να είναι υψηλότερα στην περιφέρεια. Κι αυτό γιατί στο κέντρο της πόλης, λόγω της πυκνής κυκλοφορίας, παράγονται μεγάλες ποσότητες μονοξειδίου του αζώτου, που καταστρέφουν το δημιουργημένο όζον. Αντίθετα, στην περιφέρεια των πόλεων η κυκλοφορία είναι χαμηλή κι έτσι υπάρχει πολύ λίγο μονοξείδιο του αζώτου.

Καθώς λοιπόν ο άνεμος μεταφέρει προς τα εκεί τους διάφορους ρύπους (που βέβαια δεν προέρχονται μόνο από τα αυτοκίνητα), δημιουργείται βαθμιαία όζον από την αντίδραση υδρογονανθράκων και διοξειδίου του αζώτου κι επειδή δεν υπάρχει αρκετό μονοξείδιο για να το καταστρέψει, τα επίπεδα του όζοντος αυξάνονται.

• Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Βασικό συστατικό των καυσαερίων, αποτελεί ένα από τα κύρια προϊόντα της καύσης των υδρογονανθράκων και κάθε ανθρακούχου καυσίμου. Δεν είναι τοξικό και γι' αυτό δεν μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ρύπος με την κλασική έννοια του όρου.

Σε μακροπρόθεσμη βάση, όμως, πρέπει να ελεγχθούν οι εκπομπές του γιατί είναι υπεύθυνο για το 'φαινόμενο του θερμοκηπίου', που βαθμιαία μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των θερμοκρασιών του πλανήτη μας.

Είναι προφανές λοιπόν πως είναι επιτακτική η ανάγκη μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων από τα εκατομμύρια των οχημάτων που κυκλοφορούν στις μεγαλουπόλεις. Για αυτόν ακριβώς το λόγο θεσπίστηκαν συγκεκριμένα πρότυπα εκπομπών καθώς και οι αντίστοιχες διαδικασίες ελέγχου της συμμόρφωσης των οχημάτων με αυτά.

Για τη μέτρηση των εκπεμπόμενων ρύπων από τα οχήματα έχουν καθιερωθεί πλέον από διάφορες χώρες τυποποιημένοι κύκλοι ελέγχου (test cycles), οι οποίοι ουσιαστικά ορίζουν μια προκαθορισμένη διαδικασία υπολογισμού των ρύπων. Η τυποποίηση αυτή

είναι πολύ σημαντική και συμβάλει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στη μείωση των εκπομπών καθώς καθιστά δυνατή τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών οχημάτων που όμως επιτελούν το ίδιο έργο.

Ένας κύκλος ελέγχου ή κύκλος πόλης πρέπει ιδανικά να προσομοιώνει τη καθημερινή κίνηση ενός οχήματος με τις συχνές στάσεις και εκκινήσεις που το χαρακτηρίζουν, δηλαδή να αναπαριστά τη μεταβατική λειτουργία στην οποία το όχημα υπόκειται, ώστε οι μετρήσεις να μπορούν να θεωρηθούν ρεαλιστικές.

Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι οι αυτοκινητοβιομηχανίες προσπαθούν να βελτιστοποιήσουν την εκπομπή ρύπων των οχημάτων τους στην περιοχή στην οποία ελέγχεται η συμμόρφωσή τους με τα πρότυπα, με αποτέλεσμα η πραγματική ρύπανση των οχημάτων να είναι μεγαλύτερη από το αναμενόμενο, υπονομεύοντας έτσι τα πρότυπα αλλά και τη δημόσια υγεία.

Οι «Κύκλοι Πόλης» (transient cycles) λοιπόν, έρχονται να καλύψουν αυτό το κενό στις διαδικασίες ελέγχου εισάγοντας νέες πιο αυστηρές διαδικασίες που προσομοιώνουν την πραγματική λειτουργία του οχήματος και συμβάλουν ουσιαστικά στην αντιμετώπιση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πρότυπα εκπομπών ρύπων που έχουν υιοθετηθεί στην Ευρώπη.

1.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων

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_x, 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.

ΒΑΡΟΣ σε (Kg)		CO g/test	HC+NO _x g/test
Ελάχιστο	Μέγιστο		
1020		58	19.0
1020	1250	67	20.5
1250	1470	76	22.0
1470	1700	84	23.5
1700	1930	93	25.0
1930	2150	101	26.5
2150		110	28.0

Πίνακας 1.2 Όρια για οχήματα ECE R15-04¹¹

ΠΡΟΤΥΠΑ	ΕΤΟΣ	CO	HC+NO _x	XC	NO _x
ECE 15	1971	39.70		3.00	
ECE 15- 01	1975	31.80		2.56	
ECE 15- 02	1977	31.80		2.56	3.56
ECE 15- 03	1979	25.70		2.27	3.01
ECE 15- 04	1984	19.80	6.32		
89/76/EEC	1990	11.30	3.80		<1.50
91/44/EEC	1993	2.72	0.97		
94/12/EEC	1997	2.00	0.50		
EURO3	2003	1.00		.20	0.15

Πίνακας 1.3 Η εξέλιξη των προτύπων εκπομπών σε g/km στη Ευρωπαϊκή Ένωση¹²

Πίνακας 1.4 Όρια εκπομπής ρύπων οχημάτων μέχρι 1/01/93¹³

¹¹ *Dusan Gruden, (2003), "Traffic and Enviroment" 3 τόμος,σελ 190-192*

¹² *J. Fenger ,O. Hertel,F. Zisis Samaras, Spencer Sorensen," Urban Air Pollution - European Aspects " σελ 81*

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.

Κατηγορία		Κλάση	Μάζα αναφοράς RW (kg)	Οριακές Τιμές								
				Μάζα Μονοξειδίου του άνθρακα (CO)		Μάζα Υδρογονανθράκων (HC)		Μάζα Οξειδίων του Αζώτου (NO _x)		Συνδυασμένη μάζα υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου (HC+NO _x)		Μάζα σωματιδίων (PM) ¹
				L1 (g/km)		L2 (g/km)		L3 (g/km)		L2+L3 (g/km)		L4 (g/km)
				Βενζίνη	Ντίζελ	Βενζίνη	Ντίζελ	Βενζίνη	Ντίζελ	Βενζίνη	Ντίζελ	Ντίζελ
A 2000	M ²	-	Όλα	2,3	0,64	0,20	-	0,15	0,50	-	0,56	0,05
		I	RW≤1305	2,3	0,64	0,20	-	0,15	0,50	-	0,56	0,05
	N1 ³	II	1305<RW≤1760	4,17	0,80	0,25	-	0,18	0,65	-	0,72	0,07
		III	1760<RW	5,22	0,95	0,29	-	0,21	0,78	-	0,86	0,10
B 2005	M ²	-	Όλα	1,0	0,50	0,10	-	0,08	0,25	-	0,30	0,025
		I	RW≤1305	1,0	0,50	0,10	-	0,08	0,25	-	0,30	0,025
	N1 ³	II	1305<RW≤1760	1,81	0,63	0,13	-	0,10	0,33	-	0,39	0,04
		III	1760<RW	2,27	0,74	0,16	-	0,11	0,39	-	0,46	0,06

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

Πίνακας 1.5 Όρια εκπομπής ρύπων σύμφωνα οδηγία 98/69 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου,¹⁴

Στην κατηγορία M κατατάσσονται οχήματα με κινητήρα τα οποία προορίζονται για την μεταφορά προσώπων και έχουν είτε τέσσερις τροχούς τουλάχιστον είτε τρεις τροχούς και μέγιστο βάρος που υπερβαίνει τα 1000kg, ενώ στην κατηγορία N1 κατατάσσονται τα οχήματα τα οποία προορίζονται για την μεταφορά εμπορευμάτων και έχουν μέγιστο βάρος που δεν υπερβαίνει τα 3500kg.

1.2.1 Τοξικές εκπομπές: Στάδια και νομικό πλαίσιο

Τά ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ορίζουν τα αποδεκτά όρια για τις εκπομπές καυσαερίων από τα νέα οχήματα που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε). Τα πρότυπα εκπομπών ορίζονται σε μια σειρά από οδηγίες της Ευρωπαϊκή Ένωση με τάση τη σταδιακή εισαγωγή όλο και αυστηρότερων κριτηρίων..

Επί του παρόντος, οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x), υδρογονανθράκων http://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&ei=IypdUavRH4LMOcnogaAI&hl=el&prev=/search%3Fq%3D%2Beuro1%2Beuro2%2Beuro3%2Beuro4%26hl%3Del%26biw%3D1024%26bih%3D612&rurl=translate.google.gr&sl=en&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrocarbon&usq=ALkJrhhn4zN4n9z8Yt_G83_U2BP3_BnxYA (THC), πτητικών οργανικών ουσιών (NMHC), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και

¹³ Asif Faiz, Christopher S. Weaver, Michael P. Walsh ‘Air Pollution from Motor Vehicles: Standards and Technologies for controlling emission’,, σελ 10

¹⁴ Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων L350/1, σελ 14. (www.europarl.europa.eu/factsheets/4_9_2_en.htm)

αιωρούμενων σωματιδίων (PM) έχουν καθοριστεί για τους περισσότερους τύπους οχημάτων, συμπεριλαμβανομένων των αυτοκινήτων, φορτηγών, τρένων, τρακτέρ και παρόμοιων μηχανημάτων, αλλά εκτός από τα ποντοπόρα πλοία και αεροπλάνα. Για κάθε τύπο οχήματος, ισχύουν διαφορετικά πρότυπα όπου η συμμόρφωση καθορίζεται από τη λειτουργία του κινητήρα σε μια τυποποιημένο κύκλο δοκιμών. Μη συμμορφούμενα οχήματα δεν μπορούν να πωληθούν στην ΕΕ, αλλά και τα νέα πρότυπα δεν ισχύουν για οχήματα που βρίσκονται ήδη στους δρόμους.

Τα στάδια συνήθως αναφέρεται ως Euro 1, Euro 2, Euro 3, Euro 4 και Euro 5 για τα πρότυπα οχημάτων ελαφριάς χρήσης. Η αντίστοιχη σειρά των προτύπων για τα βαρέα επαγγελματικά οχήματα χρησιμοποιούν τους Ρωμαϊκούς, και όχι αραβικούς αριθμούς (Euro I, Euro II, κλπ.)

Το νομικό πλαίσιο συνίσταται από μια σειρά από οδηγίες, οποίες είναι τροποποίηση της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ του 1970. Τα παρακάτω είναι μια λίστα με περίληψη των προτύπων..

- Ευρώ 1 (1993):
 - Για τα επιβατικά αυτοκίνητα -. 91/441/ΕΟΚ
 - Επίσης, για τα επιβατικά αυτοκίνητα και ελαφρά φορτηγά - 93/59/ΕΟΚ.
- Ευρώ 2 (1996) για τα επιβατικά αυτοκίνητα - 94/12/ΕΚ (και 96/69/ΕΚ)
 - Για μοτοσικλέτα - 2002/51/ΕΚ (σειρά Α) - 2006/120/ΕΚ
- Euro 3 (2000) για κάθε όχημα - 98/69/ΕΚ
 - Για μοτοσικλέτα - 2002/51/ΕΚ (σειρά Β) - 2006/120/ΕΚ
- Euro 4 (2005) για κάθε όχημα - 98/69/ΕΚ (και 2002/80/ΕΚ)
- Euro 5 (2008/9) και Euro 6 (2014), για τα ελαφρά επιβατηγά και εμπορικά οχήματα - 715/2007/ΕΚ
- Euro 6 (2014) Για ελαφρά επιβατηγά και εμπορικά οχήματα – 715/2007/ΕΚ (Κανονισμός (εε) αριθ. 715/2007 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20^{ης} Ιουνίου 2007 στη νομιμοποίηση των μηχανοκίνητων οχημάτων όσον αφορά τις εκπομπές από τα επιβατικά και τα εμπορικά οχήματα)

Τα όρια αυτά αντικαθιστούν την αρχική οδηγία σχετικά με τα όρια εκπομπών 70/220/ΕΟΚ.

1.2.2 Πρότυπα εκπομπών για τα επιβατικά αυτοκίνητα –ελαφρά φορτηγά



Εικόνα 1.1

Τα καυσαέρια είναι πολύ λιγότερο τοξικά από ό, τι ήταν χρόνια πριν. Τα πρότυπα εκπομπών για τα επιβατικά αυτοκίνητα και τα ελαφρά εμπορικά οχήματα που συνοψίζονται στους παρακάτω πίνακες. Από το στάδιο Euro 2, οι κανονισμοί της ΕΕ εισάγουν διαφορετικά όρια εκπομπών για οχήματα ντίζελ και βενζίνης. Τα Diesel έχουν αυστηρότερα πρότυπα εκπομπών CO, αλλά επιτρέπονται υψηλότερα των εκπομπών NO_x. Τα βενζινοκίνητα οχήματα που εξαιρούνται από τα αιωρούμενα σωματίδια πρότυπα (PM) μέχρι το στάδιο Euro 4, αλλά τα οχήματα με άμεσο ψεκασμό κινητήρες θα είναι εντός του ορίου των 0,005 g / km για το Euro 5 και Euro 6. Ένα πρότυπο αριθμό των σωματιδίων (P) ή (PN) είναι μέρος της Euro 5 και 6, αλλά δεν είναι οριστική. Το πρότυπο θα πρέπει να οριστεί το συντομότερο δυνατό και το αργότερο κατά την έναρξη ισχύος του Euro 6.

Όλες οι ημερομηνίες που αναφέρονται στους πίνακες αναφέρονται στις νέες εγκρίσεις τύπου. Οι κοινοτικές οδηγίες καθορίζουν επίσης μια δεύτερη ημερομηνία - ένα χρόνο αργότερα - η οποία ισχύει για την πρώτη εγγραφή (θέση σε λειτουργία) των υφιστάμενων, έχοντας προηγουμένως λάβει έγκριση τύπου για μοντέλα αυτοκινήτων.

1.2.3 Πίνακες προτύπων εκπομπής ρύπων για επιβατικά

Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα επιβατικά αυτοκίνητα (κατηγορία M [*]), g / km Βαθμίδα	Ημερομηνία	CO	THC	NMHC	NO _x	HC + NO _x	PM	P ^{***}

Ντίζελ								
Ευρώ 1 †	Ιουλ 1992	2,72 (3,16)	-	-	-	0,97 (1,13)	0,14 (0,18)	-
Euro 2	Ιανουάριο 1996	1,0	-	-	-	0,7	0,08	-
Euro 3	Γενάρης 2000	0,64	-	-	0,50	0,56	0,05	-
Euro 4	Γενάρης 2005	0,50	-	-	0,25	0,30	0,025	-
Euro 5	Σεπτέμβριος 2009	0,50	-	-	0,180	0,230	0,005	-
Euro 6 (μελλοντικά)	Σεπ 2014	0,50	-	-	0,080	0,170	0,005	-
Βενζίνη (βενζίνη)								
Ευρώ 1 †	Ιουλ 1992	2,72 (3,16)	-	-	-	0,97 (1,13)	-	-
Euro 2	Ιανουάριο 1996	2,2	-	-	-	0,5	-	-
Euro 3	Γενάρης 2000	2,3	0,20	-	0,15	-	-	-
Euro 4	Γενάρης 2005	1,0	0,10	-	0,08	-	-	-
Euro 5	Σεπτέμβριος 2009	1,0	0,10	0,068	0,060	-	0,005 **	-
Euro 6 (μελλοντικά)	Σεπ 2014	1,0	0,10	0,068	0,060	-	0,005 **	-
Πριν Euro 5, τα επιβατικά οχήματα > 2500 kg είχαν λάβει έγκριση τύπου ως ελαφρά εμπορικά οχήματα N ^{1-I} ** Ισχύει μόνο για οχήματα με κινητήρες άμεσου ψεκασμού † Ένα πρότυπο *** αριθμός πρέπει να οριστεί το συντομότερο δυνατό και το αργότερο κατά την έναρξη ισχύος του Euro 6 † Οι τιμές σε παρένθεση είναι η συμμόρφωση της παραγωγής ορίων (COP)								

Πίνακας 1.6 Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα επιβατικά αυτοκίνητα

1.2.4 Πίνακες προτύπων εκπομπής ρύπων για ελαφρά επαγγελματικά οχήματα

Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα ≤ 1305 kg (κατηγορία N^{1-I}), g / km

Βαθμίδα	Ημερομηνία	CO	THC	NMHC	NO _x	HC + NO _x	PM	P
Ντίζελ								

Ευρώ 1	Οκτ. 1994	2,72	-	-	-	0,97	0,14	-
Euro 2	Ιανουάριος 1998	1,0	-	-	-	0,7	0,08	-
Euro 3	Γενάρης 2000	0,64	-	-	0,50	0,56	0,05	-
Euro 4	Γενάρης 2005	0,50	-	-	0,25	0,30	0,025	-
Euro 5	Σεπτέμβριος 2009	0,500	-	-	0,180	0,230	0,005	-
Euro 6	Σεπ 2014	0,500	-	-	0,080	0,170	0,005	-
Βενζίνη (βενζίνη)								
Ευρώ 1	Οκτ. 1994	2,72	-	-	-	0,97	-	-
Euro 2	Ιανουάριος 1998	2,2	-	-	-	0,5	-	-
Euro 3	Γενάρης 2000	2,3	0,20	-	0,15	-	-	-
Euro 4	Γενάρης 2005	1,0	0,10	-	0,08	-	-	-
Euro 5	Σεπτέμβριος 2009	1,000	0,100	0,068	0,060	-	0,005 *	-
Euro 6	Σεπ 2014	1,000	0,100	0,068	0,060	-	0,005 *	-
* Ισχύει μόνο για οχήματα με κινητήρες άμεσου ψεκασμού								

Πίνακας 1.7 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα ≤ 1305 kg (κατηγορία N₁₋₁, g / km)

Βαθμίδα	Ημερομηνία	CO	THC	NMHC	NO _x	HC + NO _x	PM	P
Ντίζελ								
Ευρώ 1	Οκτ. 1994	5,17	-	-	-	1,4	0,19	-
Euro 2	Ιανουάριος 1998	1,25	-	-	-	1,0	0,12	-
Euro 3	Ιανουάριος 2001	0,80	-	-	0,65	0,72	0,07	-
Euro 4	Ιανουάριο 2006	0,63	-	-	0,33	0,39	0,04	-
Euro 5	Σεπτέμβριος 2010	0,630	-	-	0,235	0,295	0,005	-

Euro 6	Σεπτέμβρης 2015	0,630	-	-	0,105	0,195	0,005	-
Βενζίνη (βενζίνη)								
Ευρώ 1	Οκτ. 1994	5,17	-	-	-	1,4	-	-
Euro 2	Ιανουάριος 1998	4,0	-	-	-	0,6	-	-
Euro 3	Ιανουάριος 2001	4,17	0,25	-	0,18	-	-	-
Euro 4	Ιανουάριο 2006	1,81	0,13	-	0,10	-	-	-
Euro 5	Σεπτέμβριος 2010	1,810	0,130	0,090	0,075	-	0,005 *	-
Euro 6	Σεπτέμβρης 2015	1,810	0,130	0,090	0,075	-	0,005 *	-
* Ισχύει μόνο για οχήματα με κινητήρες άμεσου ψεκασμού								

Πίνακας 1.8 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα 1305 kg - 1760 kg (κατηγορία N_{1-II}, g / km)¹⁵

Βαθμίδα	Ημερομηνία	CO	THC	NMHC	NO _x	HC + NO _x	PM	P
Ντίζελ								
Ευρώ 1	Οκτ. 1994	6,9	-	-	-	1,7	0,25	-
Euro 2	Ιανουάριος 1998	1,5	-	-	-	1,2	0,17	-
Euro 3	Ιανουάριος 2001	0,95	-	-	0,78	0,86	0,10	-
Euro 4	Ιανουάριο 2006	0,74	-	-	0,39	0,46	0,06	-

¹⁵ *Dieselnet, Emission Standarts, European Union, Cars And Light Trucks, (www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php)*

Euro 5	Σεπτέμβριος 2010	0,740	-	-	0,280	0,350	0,005	-
Euro 6	Σεπτέμβρης 2015	0,740	-	-	0,125	0,215	0,005	-
Βενζίνη (βενζίνη)								
Ευρώ 1	Οκτ. 1994	6,9	-	-	-	1,7	-	-
Euro 2	Ιανουάριος 1998	5,0	-	-	-	0,7	-	-
Euro 3	Ιανουάριος 2001	5,22	0,29	-	0,21	-	-	-
Euro 4	Ιανουάριο 2006	2,27	0,16	-	0,11	-	-	-
Euro 5	Σεπτέμβριος 2010	2,270	0,160	0,108	0,082	-	0,005 *	-
Euro 6	Σεπτέμβρης 2015	2,270	0,160	0,108	0,082	-	0,005 *	-
* Ισχύει μόνο για οχήματα με κινητήρες άμεσου ψεκασμού								

Πίνακας 1.9 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα > 1760 kg max 3500 kg . (Κατηγορία N_{1-III} & N₂), g / km)

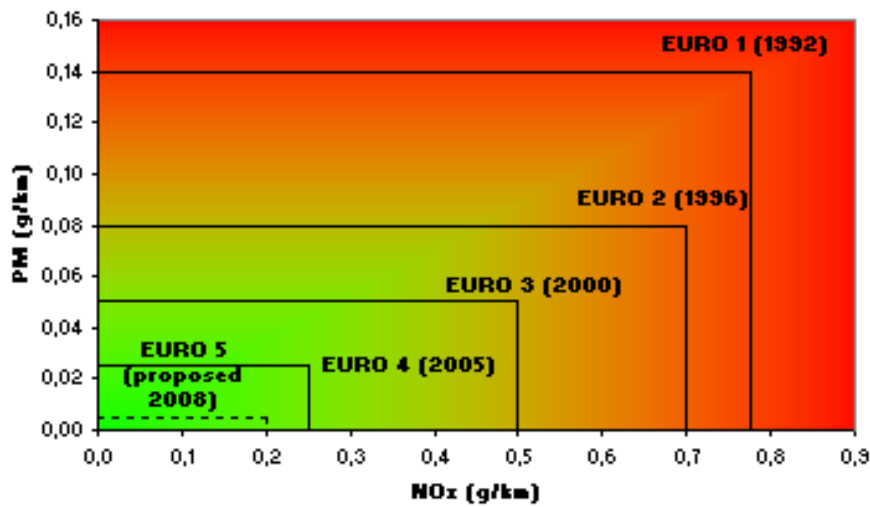
1.2.5 Πίνακες και διαγράμματα εξέλιξης προτύπων εκπομπής ρύπων

Νομοθεσία (έτος εφαρμογής)		Euro 2 (1996)	Euro 3 (2000)	Euro 4 (2005)	Euro 5 (2008)
CO (g/km)	Πετρέλαιο	1	0,64	0,5	0,5
	Βενζίνη	2,2	2,3	1	1
HC (g/km)	Πετρέλαιο	-	-	-	-
	Βενζίνη	-	0,2	0,1	0,07
NO _x (g/km)	Πετρέλαιο	-	0,5	0,25	0,2
	Βενζίνη	-	0,15	0,08	0,06
PM (mg/km)	Πετρέλαιο	80	50	25	5
	Βενζίνη	-	-	-	5
HC+ NO _x (g/km)	Πετρέλαιο	0,7	0,56	0,3	0,25
	Βενζίνη	0,5	-	-	-

Πίνακας 1.10 Μεταβολή ανώτατων ορίων των εκπεμπόμενων ρύπων για τα επιβατικά αυτοκίνητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση¹⁶.

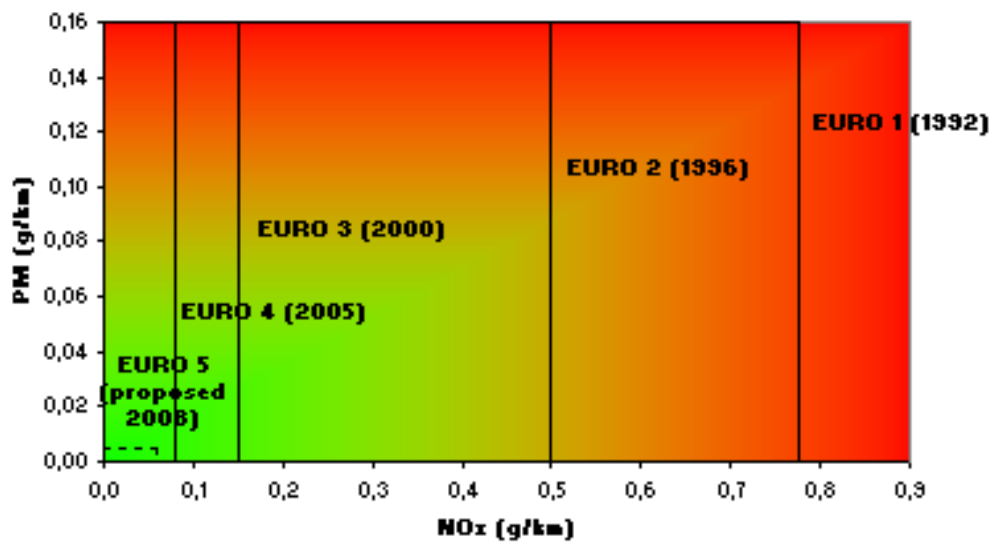
¹⁶ Τζιράκης Ε. Διδακτορική Διατριβή (2007). «Συσχετισμός Εκπομπών με Φυσικοχημικές Ιδιότητες των Κανσίων και με Δεδομένα από την Κίνηση των Οχημάτων στο Λεκανοπέδιο». Κεφάλαιο 3ο ,σελ 82),

NOx and PM emission standards for diesel cars



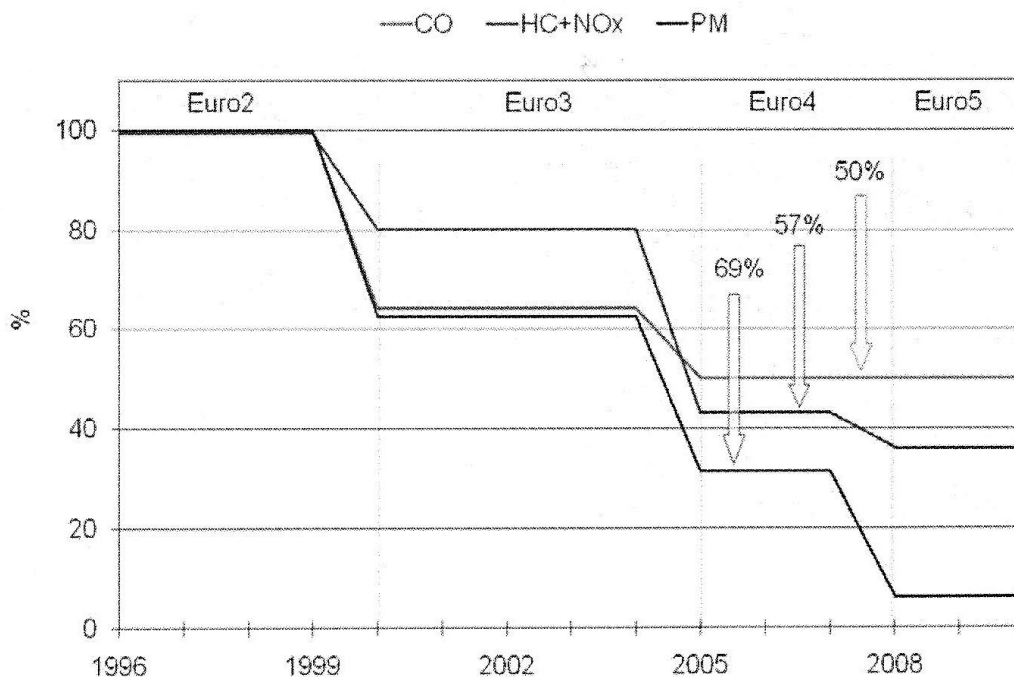
Σχήμα 1.2 Διάγραμμα που παρουσιάζει την πρόοδο των ευρωπαϊκών προτύπων εκπομπής για τα αυτοκίνητα diesel.

NOx and PM emission standards for petrol cars



Σχήμα 1.3 Διάγραμμα που παρουσιάζει την πρόοδο των ευρωπαϊκών προτύπων εκπομπής για τα αυτοκίνητα βενζίνης¹⁷

¹⁷ Dieselnet, Emission Standards European Union ,Cars and Light Trucks ,(www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php)



Σχήμα 1.4 Ποσοστιαία μείωση των ορίων εκπομπής ρύπων για τους ντιζελοκινητήρες των επιβατικών αυτοκινήτων στην Ευρώπη¹⁸

1.2.6 Τι ισχύει τώρα

- Πρότυπο Euro 5 (2008)

Εκπομπές προερχόμενες από οχήματα ντιζελ:

- μονοξείδιο του άνθρακα: 500 mg/km
- σωματίδια: 5 mg/km (δηλαδή μείωση των εκπομπών κατά 80% σε σχέση με το πρότυπο Euro 4)
- οξείδια του αζώτου (NOx): 180 mg/km (δηλαδή μείωση των εκπομπών κατά περισσότερο από 20% σε σχέση με το πρότυπο Euro 4)
- συνδυασμένες εκπομπές υδρογονανθράκων και οξειδίου του αζώτου: 230 mg/km.

Εκπομπές προερχόμενες από βενζινοκίνητα οχήματα ή οχήματα που λειτουργούν με φυσικό αέριο ή υγραέριο:

- μονοξείδιο του άνθρακα: 1.000 mg/km
- υδρογονάνθρακες πλην του μεθανίου: 68 mg/km
- συνολικοί υδρογονάνθρακες: 100 mg/km
- οξείδια του αζώτου (Nox): 60 mg/km (δηλαδή μείωση κατά 25% των εκπομπών σε σχέση με το πρότυπο Euro 4)
- σωματίδια (μόνο για τα βενζινοκίνητα οχήματα με απευθείας έγχυση, που λειτουργούν με καύση πτωχού μείγματος): 5 mg/km (θέσπιση οριακής τιμής που δεν υπήρχε σύμφωνα με το πρότυπο Euro 4).

¹⁸ Τζιράκης Ε. Διδακτορική Διατριβή (2007). «Συσχετισμός Εκπομπών με Φυσικοχημικές Ιδιότητες των Κανσίων και με Δεδομένα από την Κίνηση των Οχημάτων στο Λεκανοπέδιο». Κεφάλαιο 3ο ,σελ 82-83),

Όσον αφορά τα μικρά φορτηγά και άλλα ελαφρά εμπορικά οχήματα που προορίζονται για τη μεταφορά εμπορευμάτων, ο κανονισμός περιλαμβάνει τρεις κατηγορίες οριακών τιμών εκπομπών ανάλογα με τη μάζα αναφοράς του οχήματος:

- κάτω από 1.305 kg,
- από 1.305kg έως 1.760kg,
- πάνω από 1.760kg.

Οι οριακές τιμές που εφαρμόζονται για την τελευταία κατηγορία ισχύουν επίσης για τα οχήματα μεταφοράς εμπορευμάτων (κατηγορία N2).

- Πρότυπο Euro 6 (2014)

Για όλα τα οχήματα που είναι εξοπλισμένα με κινητήρα ντίζελ ισχύει η υποχρέωση σημαντικής μείωσης των εκπομπών οξειδίων του αζώτου από την έναρξη ισχύος του προτύπου Euro 6.

Για παράδειγμα, για τις εκπομπές που προέρχονται από επιβατηγά αυτοκίνητα και άλλα οχήματα που προορίζονται για μεταφορά θα ισχύει ανώτατο όριο 80 mg/km (δηλαδή πρόσθετη μείωση κατά περισσότερο από 50% σε σχέση με το πρότυπο Euro 5).

Οι συνδυασμένες εκπομπές υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου που προέρχονται από οχήματα ντίζελ θα μειωθούν επίσης, έτσι ώστε να τεθούν ανώτατα όρια, π.χ. 170 mg/km όσον αφορά τα επιβατηγά αυτοκίνητα και άλλα οχήματα που προορίζονται για μεταφορά.

1.2.7 Εφαρμογή των προτύπων

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 1^η Σεπτεμβρίου 2009 όσον αφορά την έγκριση τύπου και θα εφαρμοστεί από την 1^η Ιανουαρίου 2011 όσον αφορά την ταξινόμηση και την πώληση των νέων τύπων οχημάτων.
- το πρότυπο Euro 6 θα εφαρμοστεί από την 1^η Σεπτεμβρίου 2014 όσον αφορά την έγκριση τύπου και από την 1^η 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:

1. Ισχύουν για κάθε νέο όχημα που πωλείται στην αγορά ενός κράτους μέλους και πληρεί, εκ των προτέρων, τις απαιτήσεις του παρόντος κανονισμού.
2. Λήγουν κατά την ημερομηνία εφαρμογής των οριακών τιμών.
3. 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.

Άλλες υποχρεώσεις των κατασκευαστών

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, η 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:

1. Τις εκπομπές αγωγού εξαγωγής, συμπεριλαμβανομένων κύκλων δοκιμής, τις εκπομπές σε χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος, τις εκπομπές σε λειτουργία κινητήρα εν κενώ, τη θολότητα καυσαερίου και την ορθή λειτουργία και αναγέννηση των συστημάτων μετεπεξεργασίας αναγέννησης.
2. Τις εξαμιζόμενες εκπομπές και τις εκπομπές στροφαλοθαλάμου.
3. Τα ενσωματωμένα στα οχήματα συστήματα διάγνωσης (OBD) και την απόδοση των συστημάτων ελέγχου της ρύπανσης κατά τη χρήση.
4. 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.
5. Τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και την κατανάλωση καυσίμων.
6. Τα υβριδικά οχήματα.
7. Την επέκταση των εγκρίσεων τύπου και τις απαιτήσεις για κατασκευαστές με μικρή παραγωγή.
8. Τις απαιτήσεις για εξοπλισμό δοκιμών.
9. Τα καύσιμα αναφοράς, όπως βενζίνη, ντίζελ, αέρια καύσιμα και βιοκαύσιμα.
10. Τη μέτρηση της ισχύος του κινητήρα.

1.2.8 Πλαίσιο

Παρ' όλο που τα πρότυπα για τις εκπομπές ρύπων επικαιροποιήθηκαν μετά την 1η Ιανουαρίου 2005 (πρότυπο Euro 4), η ΕΕ εκτιμά ότι πρέπει να καταστούν αυστηρότερα, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τις συνέπειες στις αγορές και στην ανταγωνιστικότητα των κατασκευαστών καθώς και το άμεσο και έμμεσο κόστος που επιβάλλονται στις επιχειρήσεις.

Ο κανονισμός αυτός θεσπίστηκε ύστερα από ευρεία διαβούλευση με τους κοινωνικούς εταίρους. Δίνει έμφαση στη μείωση των εκπομπών σωματιδίων και οξειδίων του αζώτου (NOx), ιδίως για τα οχήματα ντίζελ. Για το λόγο αυτό ο κανονισμός θα συμβάλει σε

σημαντικές βελτιώσεις στον τομέα της υγείας. Υπενθυμίζεται ότι τα οξείδια του αζώτου και οι υδρογονάνθρακες είναι πρόδρομοι του όζοντος.

Τέλος, ο κανονισμός τροποποιεί κυρίως την οδηγία 70/156/ΕΟΚ¹⁹ και την οδηγία 2005/55/ΕΚ και καταργεί, από τις 2 Ιανουαρίου 2013, τις οδηγίες 70/220/ΕΟΚ, 72/306/ΕΟΚ, 74/290/ΕΟΚ, 77/102/ΕΟΚ, 78/665/ΕΟΚ, 80/1268/ΕΟΚ, 83/351/ΕΟΚ, 88/76/ΕΟΚ, 88/436/ΕΟΚ, 89/458/ΕΟΚ, 91/441/ΕΟΚ, 93/59/ΕΟΚ, 94/12/ΕΚ, 96/44/ΕΚ, 96/69/ΕΚ, 98/69/ΕΚ, 98/77/ΕΚ, 99/100/ΕΚ, 99/102/ΕΚ, 2001/1/ΕΚ, 2001/100/ΕΚ, 2002/80/ΕΚ, 2003/76/ΕΚ και 2004/3/ΕΚ.

¹⁹EE L 42 της 23.2.1970, σ. 1 έως 15 (DE, FR, IT, NL)Ελληνική ειδική έκδοση: Κεφάλαιο 13 τόμος 1 σ. 46 - 60 (http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=el&type_doc=Directive&an_doc=1970&nu_doc=156)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Κύκλοι οδήγησης

2.1 Τι είναι ο κύκλος οδήγησης

Ένας κύκλος οδήγησης είναι μια σειρά δεδομένων που αντιπροσωπεύουν την ταχύτητα ενός οχήματος σε σχέση με τον χρόνο. Οι «κύκλοι οδήγησης» προσομοιώνουν σε δυναμομετρική εργαστηριακή εξέδρα πλαισίου (chassis dynamometer), τον τρόπο οδήγησης και αποτελούν το μέσο για τον υπολογισμό των εκπεμπόμενων ρύπων. Οι κύκλοι οδήγησης είναι διαγράμματα ταχύτητας-χρόνου με επιπλέον ένδειξη των αλλαγών των σχέσεων μετάδοσης του οχήματος.

Το όχημα που δοκιμάζεται οδηγείται επάνω στην εξέδρα από τον δοκιμαστή ο οποίος πρέπει να ακολουθήσει πιστά το προφίλ της ταχύτητας που περιγράφεται από τον κύκλο οδήγησης. Οι κύκλοι οδήγησης δημιουργούνται από διαφορετικές χώρες και οργανισμούς για την αξιολόγηση της απόδοσης των οχημάτων με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα της κατανάλωσης των καυσίμων και τις εκπομπές ρύπων.

2.1.1 Ταξινόμηση των κύκλων οδήγησης

Οι κύκλοι οδήγησης χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες ανάλογα με την χρήση που προορίζονται.

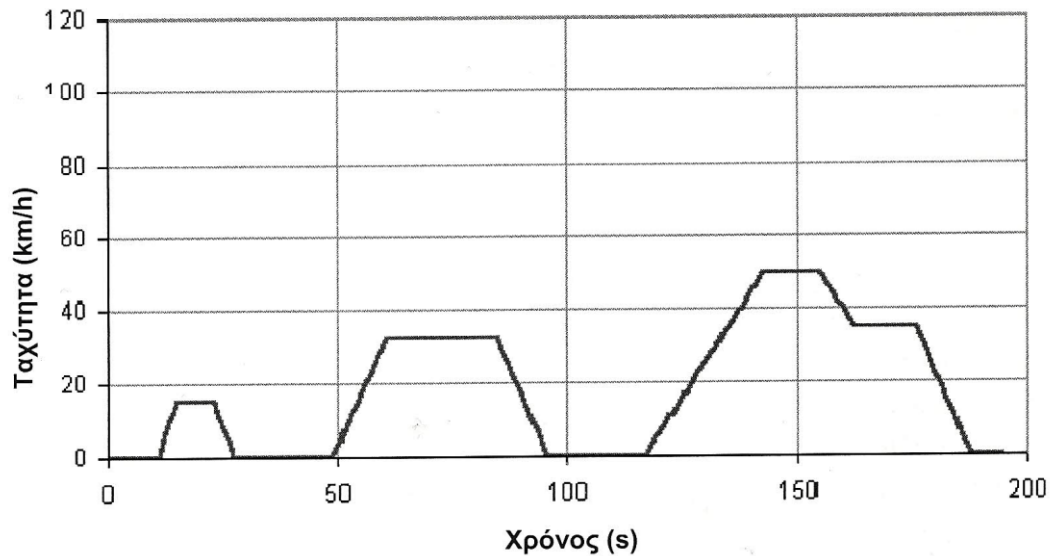
Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τους κύκλους που χρησιμοποιούνται για την έγκριση τύπου των οχημάτων (θεσμοθετημένοι). Τέτοιοι κύκλοι χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη (NEDC: ECE R15 (1970) / EUDC (1990) Ευρωπαϊκός κύκλος οδήγησης),²⁰ στην Αμερική (FTP-75, Unified LA-92) και στην Ιαπωνία (Japan 10-15 mode).

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει κύκλους οδήγησης που εκπονούνται περισσότερο για ερευνητικό σκοπό. Χρησιμοποιούνται δεδομένα από πραγματικές συνθήκες κίνησης και για το λόγο αυτό ονομάζονται “Real World”. Η χρήση τους περιλαμβάνει τον υπολογισμό εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης καυσίμου. Οι κύκλοι οδήγησης αυτού

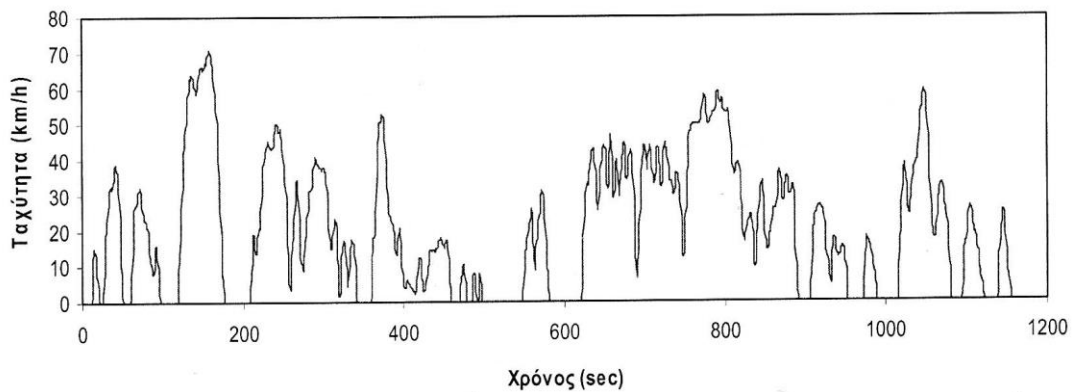
²⁰ *Michel André, Robert Joumard, Robert Vidon, Patrick Tassel, Pascal Perret, (2006), “Real-world European driving cycles, for measuring pollutant emissions from high- and low-powered cars”.*

του είδους αναπτύσσονται από ιδρύματα όπως είναι το ινστιτούτο μεταφορών INRETS της Γαλλίας, ή πανεπιστημιακά ιδρύματα.

Ανάλογα με την μορφή και τον τρόπο που κατασκευάζονται, οι κύκλοι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Αυτοί που κατασκευάζονται βάσει σταθερών επιταχύνσεων, ταχυτήτων κίνησης και επιβραδύνσεων, ονομάζονται «modal». Τέτοιοι κύκλοι είναι συνήθως αυτοί που χρησιμοποιούνται για την έγκριση τύπου (διάγραμμα 2.1)



Διάγραμμα 2.1 (modal κύκλος οδήγησης (ECE-15)



Διάγραμμα 2.2(real world κύκλος οδήγησης ,Αθήνα 2002)²¹

2.2 Δημιουργία κύκλων οδήγησης

²¹ E.TZIRAKIS,K. PITSAS,F. ZANNIKOS,S. STOURNAS,(2006),Global NEST Journal, Vol 8, No 3, pp 282-290, , VEHICLE EMISSIONS AND DRIVING CYCLES: COMPARISON OF THE ATHENS DRIVING CYCLE (ADC) WITH ECE-15 AND EUROPEAN DRIVING CYCLE (EDC)

2.2.1 Μέθοδοι δειγματοληψίας δεδομένων κίνησης

Αρχικά για την δημιουργία κύκλων οδήγησης χρειάζονται δεδομένα κίνησης από οχήματα κατάλληλα να διεκπεραιώσουν το σκοπό αυτό. Ο τρόπος που ενδείκνυται είναι με εξοπλισμένο καταγραφής των παραμέτρων κίνησης του. Έπειτα πρέπει να επιλεγεί ο κατάλληλος τρόπος κίνησης του οχήματος προκειμένου οι καταγραφές να είναι αντικειμενικές και αντιπροσωπευτικές του τρόπου κίνησης της πλειοψηφίας των κινούμενων οχημάτων στο πεδίο της δειγματοληψίας.

Για το λόγο αυτό έχουν επινοηθεί από ερευνητές και ειδικούς μια σειρά από τεχνικές για τον τρόπο κίνησης των οχημάτων δοκιμών.

1. Η τεχνική της οδήγησης “κυνήγησε το αυτοκίνητο”(chase car) ²²η οποία αναπτύχθηκε στην Αμερική από την υπηρεσία προστασίας του περιβάλλοντος των ΗΠΑ , χρησιμοποιείτε ευρύτητα από τους ερευνητές του είδους. Η συγκεκριμένη τεχνική χαρακτηρίζεται από δύο αρχές.

- Σύμφωνα με την πρώτη αρχή το όχημα δοκιμών ακολουθεί κάποιο όχημα παρόμοιων χαρακτηριστικών προσπαθώντας να αντιγράψει την κίνηση του, όπως τις εναλλαγές ταχύτητας, επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις, από το ξεκίνημα αυτής μέχρι το τέλος.
- Η δεύτερη αρχή, έρχεται να συμπληρώσει την πρώτη, όπου στην περίπτωση που δεν υπάρχει συγκεκριμένο όχημα που να αποτελεί τον στόχο για την αντιγραφή της κίνησης η τακτική που ακολουθείτε είναι, οδήγηση ακολουθώντας τη γενική ροή των οχημάτων αποφεύγοντας τα πολύ αργά και τα πολύ γρήγορα κινούμενα οχήματα ή τις μεγάλες επιβραδύνσεις και τις μεγάλες επιταχύνσεις.²³

2. Συλλογή δεδομένων κίνησης μπορεί επίσης να επιτευχθεί μέσω κατάλληλα εξοπλισμένων οχημάτων ιδιωτικής χρήσης τα οποία χρησιμοποιούνται από τους ιδιοκτήτες τους για τις καθημερινές τους διαδρομές.

3. Τα οχήματα δοκιμών μπορούν να οδηγούνται από επαγγελματίες οδηγούς που γνωρίζουν το σκοπό της έρευνας και μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες των μετρήσεων.

4. Τέλος μετρήσεις μπορούν να γίνουν με εξοπλισμένο αυτοκίνητο το οποίο οδηγούν πολλοί διαφορετικοί οδηγοί. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείτε για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς διαφορετικών οδηγών στο δρόμο.

²². PG Bouter, S Latham, M. Aigne. (1999)“Driving cycles for measuring car emissions on roads with traffic calming measures”. *The science of the total environment* 235, σελ. 77-89

²³ Κ. Πίτσας, Διδακτορική Διατριβή. (2003). “Τεχνικός Έλεγχος Οχημάτων. Κύκλοι Οδήγησης και Ατμοσφαιρική Ρύπανση”. *Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Τομέας IV, σελ. 127*

2.2.2 Επεξεργασία δεδομένων

Όπως προαναφέρθηκε υπάρχουν δύο κατηγορίες κύκλων οδήγησης όσον αφορά την κατασκευή τους.²⁴

Για την κατασκευή των modal κύκλων απαιτείται η κατάλληλη επιλογή των τμημάτων που θα συνθέσουν το τελικό αποτέλεσμα και που θα συμφωνούν στατιστικά με τα δεδομένα κίνησης που συλλέχθηκαν.

Για την κατηγορία των ρεαλιστικών “real world” κύκλων που αποτελούνται από πραγματικά γεγονότα, υπάρχουν αρκετές προτάσεις από διάφορους ερευνητές που κατά καιρούς έχουν καταθέσει την δική τους άποψη για την εκπόνηση των κύκλων οδήγησης. Ανάλογα με το²⁵ τρόπο ορισμού του δείγματος, ο τελικός κύκλος οδήγησης μπορεί να αποτελείται από μια πραγματική διαδρομή ή από συνδυασμό φάσεων οδήγησης.

Μεγάλο ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα της κατασκευής ενός κύκλου και στο πόσο αντιπροσωπευτικός των δεδομένων κίνησης, εφόσον αυτός προέρχεται από πραγματικά δεδομένα, είναι ο τρόπος επεξεργασίας των δεδομένων αυτών.

Στο πρόσφατο παρελθόν, δύο διαφορετικές προσεγγίσεις στα ίδια δεδομένα από τον , είχαν μεγάλες αποκλίσεις στο τελικό αποτέλεσμα για το Λος Άντζελες²⁶.

Η σχολαστική στατιστική επεξεργασία των δεδομένων θεωρείται αναγκαία για την εκπόνηση αντιπροσωπευτικών κύκλων οδήγησης.

Ο Andre M. κατηγοριοποίησε τις μετρήσεις του σύμφωνα με τον τρόπο δειγματοληψίας, τον κυκλοφοριακό φόρτο σε 12 τρόπους οδήγησης και δημιούργησε τους κύκλους από την σύνθεση μικρότερων αντιπροσωπευτικών κύκλων.²⁷

2.2.3 Χαρακτηριστικά μεγέθη για την επεξεργασία

Και σε αυτόν τον τομέα οι ερευνητές θεωρούν σημαντικές κάποιες παραμέτρους που πρέπει να υπολογιστούν και να υποστούν στατιστική επεξεργασία για το καλύτερο επιθυμητό αποτέλεσμα όσον αφορά στον βαθμό που ο τελικός κύκλος οδήγησης θα είναι αντιπροσωπευτικός.

Από τους Kruse και Hulls το 1973, που επέλεξαν μέσα από 6 διαδρομές την μέχρι τον Πίτσα.Κ το 2003 προστέθηκαν ή αφαιρέθηκαν διάφορες σημαντικές παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν από τους ερευνητές.

Οι βασικότεροι παράμετροι από τους Kuhler και Karstens ήταν:²⁸

- η μέση ταχύτητα
- η μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις

²⁴ Andre.M , DGXI, INRETS report LEN9434, 49 p, Bron, "Statistical elements for the definition of a new European Evaporative Emissions Control Procedure; Diurnal test conditions and Urban Driving Cycle." Study for the European Commission

²⁵ Kruse, R. and Huls, T., SAE Technical Paper730553, (1973), doi:10.4271/730553. "Development of the Federal Urban Driving Schedule,"

²⁶ Jie Lin, Debbie A. Neimeir,(2002), "An exploratory analysis comparing a stochastic driving cycle to California regulatory cycle

²⁷ Michel Andre,(2004), " The ARTEMIS European driving cycles for measuring car pollutant emissions

²⁸ Kuhler M. Karstens D.,(1978) , "Improve driving cycle for testing automotive exhaust emissions"

- η συνολική μέση επιτάχυνση
- η συνολική μέση επιβράδυνση
- η μέση διάρκεια της περιόδου κίνησης
- ο μέσος όρος των εναλλαγών επιτάχυνσης-επιβράδυνσης
- το ποσοστό του χρόνου σε στάση
- το ποσοστό του χρόνου σε επιτάχυνση
- το ποσοστό του χρόνου σε επιβράδυνση
- το ποσοστό του χρόνου σε σταθερή ταχύτητα

Αρκετά αργότερα από το , υπήρξαν αρκετοί²⁹ που αναθεώρησαν, επανεξέτασαν και εισήγαγαν νέες παραμέτρους. Σύμφωνα με τον M. Andre οι πιο σημαντικές παράμετροι είναι³⁰

:

- 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 και παράμετροι όπως είναι οι διακυμάνσεις της ταχύτητας, η σχετική θετική επιτάχυνση (RPA) το ολοκλήρωμα του τετραγώνου της επιτάχυνσης (IS: Internal Square)³¹³²³³ και το άθροισμα των τετραγώνων της επιτάχυνσης που σύμφωνα με την E. Ericsson, στις οποίες κατέληξε μεταξύ άλλων χρησιμοποιώντας πρόγραμμα παραγοντικής ανάλυσης SPSS.

Ο Πίτσας .K συνυπολόγισε³⁴ την κλίση των οδών στην εκπόνηση του κύκλου οδήγησης και εισήγαγε την έννοια της επιτάχυνσης του οχήματος σε οδούς με κλίση και την RPA που επίσης ενσωματώνει την κλίση των οδών και υπολογίζεται αντίστοιχα από την επιτάχυνση.

²⁹ Haan,P.D. and M.Keller. *Final Report (Μαρτίος, 2001). "Real-world driving cycles for emission measurement: ARTEMIS and Swiss cycles"*

³⁰ M Andre,(1996), "Driving cycles development: characterization of methods"

³¹ E. Ericsson "The relationship between vehicular fuel consumption and exhaust emission and the characteristics of driving patterns"

³² E. Ericsson,(1999),"Variability of urban driving patterns"

³³ Ericsson(2001), "Independent driving pattern factors and their influence on fuel use and exhaust emission factors"

³⁴ Κ. Πίτσας, Διδακτορική Διατριβή. (2003). "Τεχνικός Έλεγχος Οχημάτων. Κύκλοι Οδήγησης και Ατμοσφαιρική Ρύπανση". Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών,

Η σχέση που δίνει την RPA είναι:

$$RPA = (1/x) * \int a_i * v_i * dt$$

Όπου x: η διανυθείσα απόσταση

a_i: η θετική μεταβολή στην ταχύτητα (επιτάχυνση)

v_i: η ταχύτητα του οχήματος

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

$$(1/n) * \sum a_i^2$$

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

a_i: είναι η στιγμιαία επιτάχυνση.

2.3 Ευρωπαϊκή ένωση

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

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα.

2.3.1 Κύκλοι ECE+EUDC

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

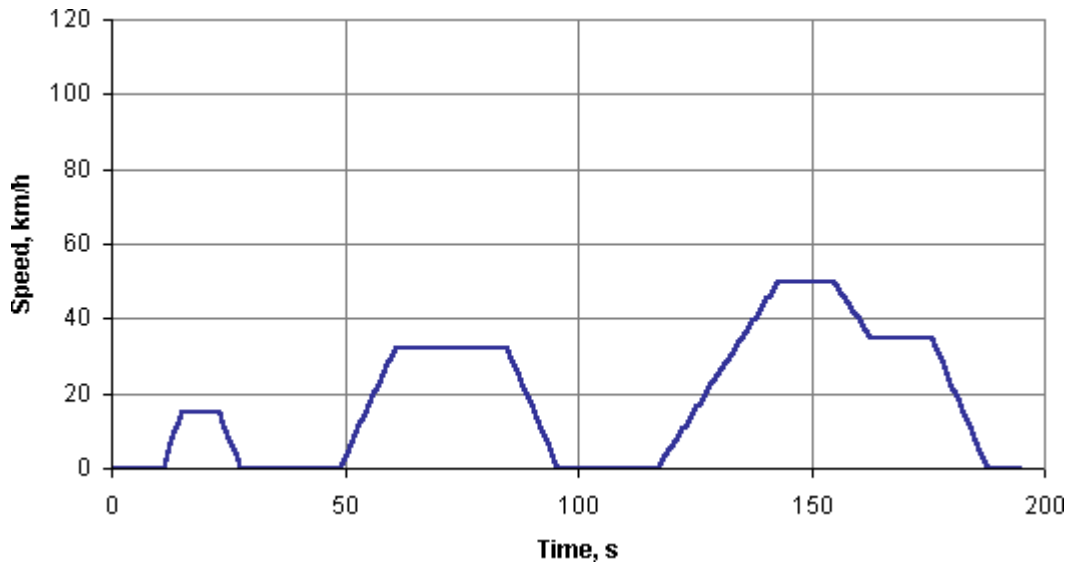
Ο κύκλος περιλαμβάνει τέσσερα ECE τμήματα επαναλαμβανόμενα χωρίς διακοπή, που ακολουθούνται από ένα EUDC ³⁵ (Extra Urban Driving Cycle) τμήμα. Πριν από τη δοκιμή, το όχημα επιτρέπεται να παραμείνει για τουλάχιστον 6 ώρες σε μια θερμοκρασία δοκιμής 20-30°C. Έπειτα πραγματοποιείται η εκκίνησή του και επιτρέπεται να μείνει στο «ρελαντί» για 40 δευτερόλεπτα.

Από το έτος 2000, αυτή η περίοδος κατά την οποία το όχημα είναι στο «ρελαντί» καταργείται, δηλαδή, ο κινητήρας εκκινείται «κρύος» και η δειγματοληψία των εκπομπών αρχίζει αμέσως. Αυτή η τροποποιημένη διαδικασία ψυχρής εκκίνησης αναφέρεται επίσης ως NEDC (New European Driving Cycle).

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

³⁵ Το συμβούλιο των Ευρωπαϊκών κοινοτήτων «Οδηγία 88/76/ΕΟΚ, 3 Δεκεμβρίου 1987, για την τροποποίηση της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ

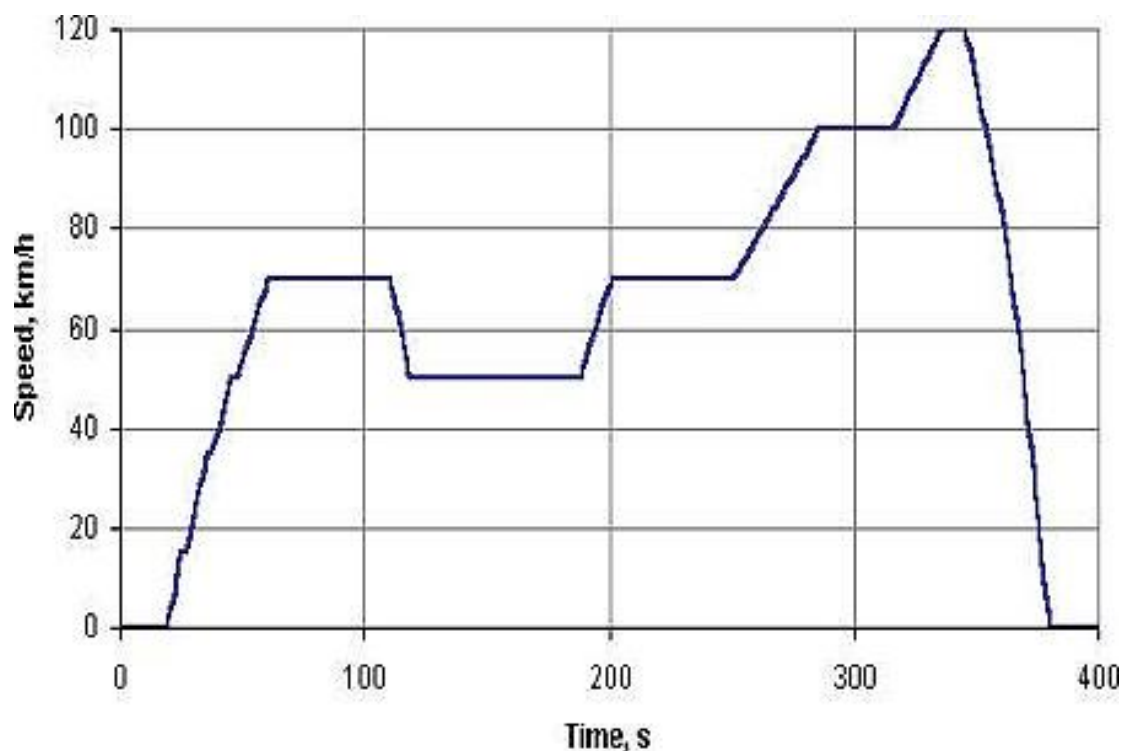
Ο ECE είναι ένας αστικός οδηγητικός κύκλος, επίσης γνωστός ως UDC (Urban Driving Cycle). Επινοήθηκε για να αντιπροσωπεύσει τις συνθήκες οδήγησης σε πόλεις όπως το Παρίσι και η Ρώμη. Χαρακτηρίζεται από τη χαμηλή ταχύτητα οχημάτων, το χαμηλό φορτίο του κινητήρα, και τη χαμηλή θερμοκρασία των καυσαερίων.



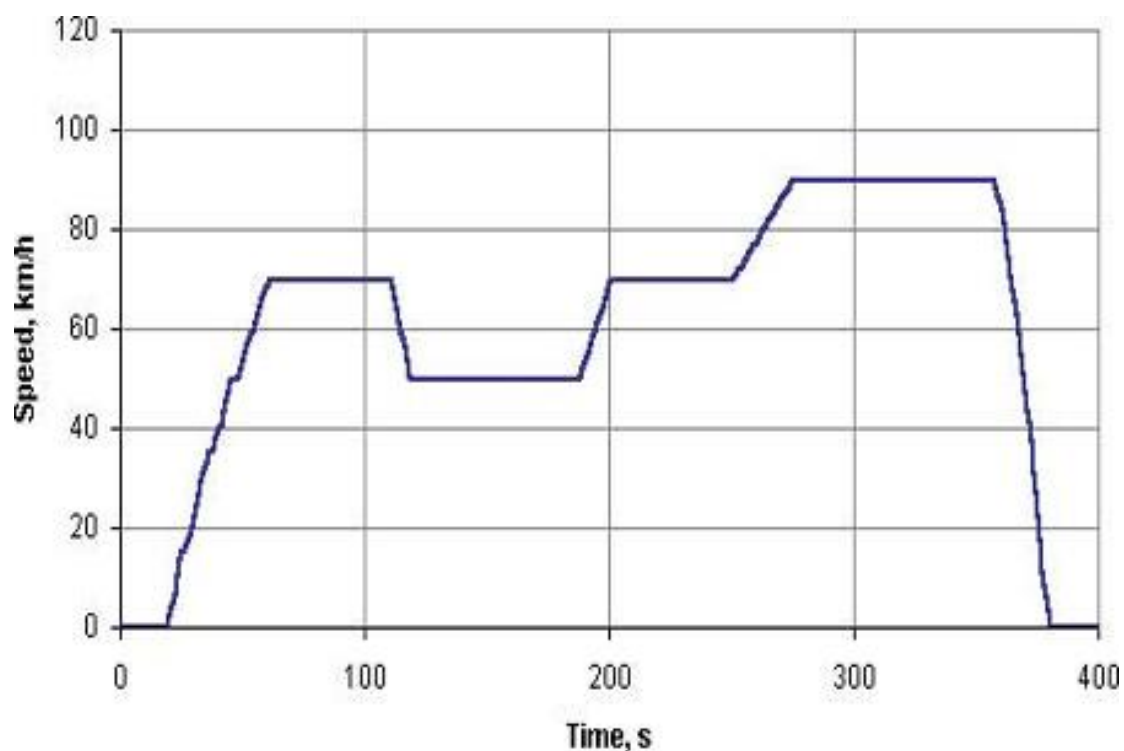
Διάγραμμα 2.3 Ο κύκλος ECE³⁶,

Το τμήμα EUDC (Extra Urban Driving Cycle) έχει προστεθεί μετά από τον τέταρτο ECE κύκλο για να χαρακτηρίσει τον πιο “επιθετικό” και με μεγάλη ταχύτητα τρόπο οδήγησης. Η μέγιστη ταχύτητα του κύκλου EUDC είναι 120 km/h. Επίσης έχει καθοριστεί ένας εναλλακτικός κύκλος EUDC για τα χαμηλής ισχύος οχήματα, με μέγιστη ταχύτητα που περιορίζεται σε 90 km/h

³⁶ Dieselnet, Emission Test Cycles, European Union, Light Duty Vehicles, (http://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php)



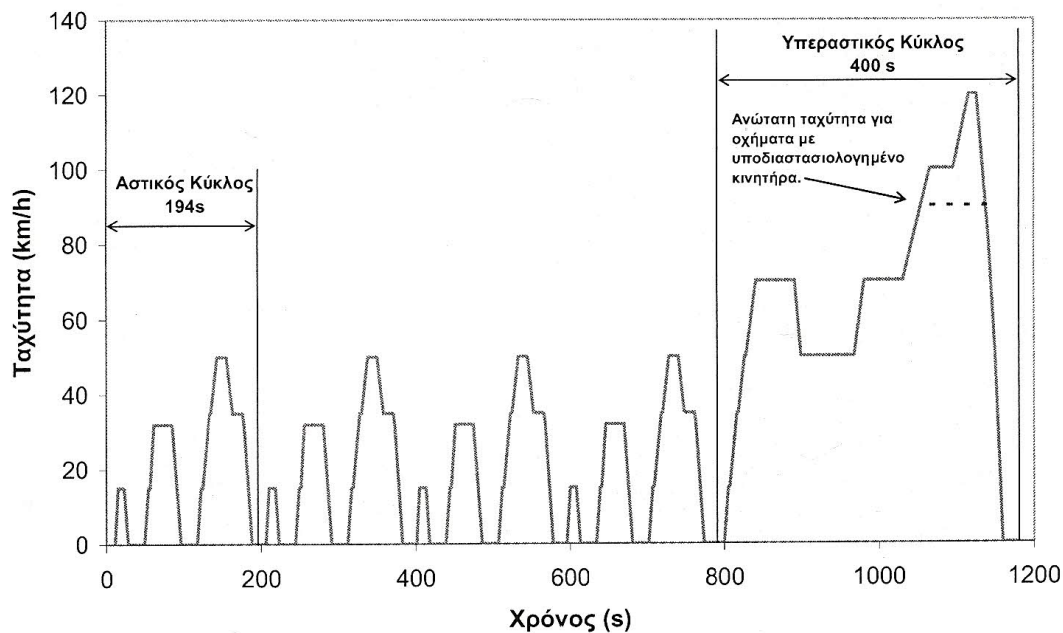
Διάγραμμα 2.4 Ο κύκλος πόλης EUDC³⁷



Σχήμα 2.5 Ο κύκλος πόλη EUDC για χαμηλής ισχύος οχήματα³⁸,

³⁷ Dieselnet, Emission Test Cycles ,European Union ,Light Duty Vehicles ,(http://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php)

³⁸ Dieselnet, emission test cycles ,European union ,light duty vehicles ,(http://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php)



Σχήμα 2.6 Ο Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης (NEDC)

Στον παρακάτω πίνακα (2.1), περιλαμβάνει μια περίληψη των παραμέτρων για τους κύκλους πόλης ECE και EUDC.

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

Πίνακας 2.1 Τα χαρακτηριστικά του ευρωπαϊκού κύκλου οδήγησης NEDC³⁹

2.3.2 Κύκλος οδήγησης Artemis (CADC)

Ο Κύκλος οδήγησης Artemis βασίζεται στη στατιστική ανάλυση ενός μεγάλου όγκου δεδομένων στα Ευρωπαϊκά πρότυπα του real world.

Οι κύκλοι περιλαμβάνουν τρία διαφορετικά πεδία οδήγησης.

- α) σε αστικό δρόμο
- β) σε αγροτικό δρόμο

³⁹ Dieselnet, emission test cycles ,European union ,light duty vehicles (http://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php)

γ) σε αυτοκινητόδρομο

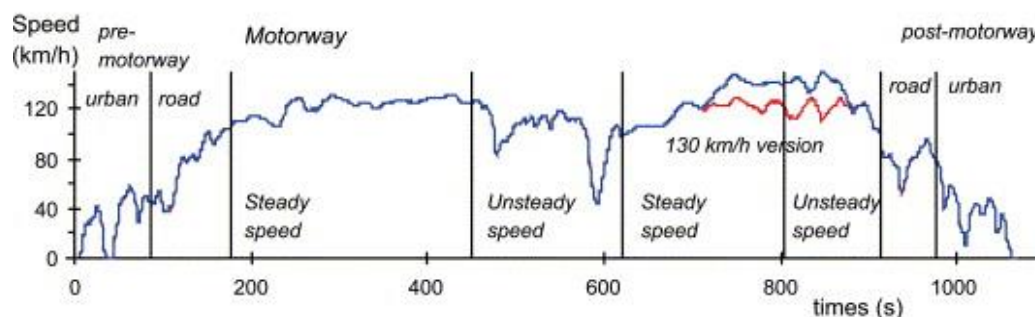
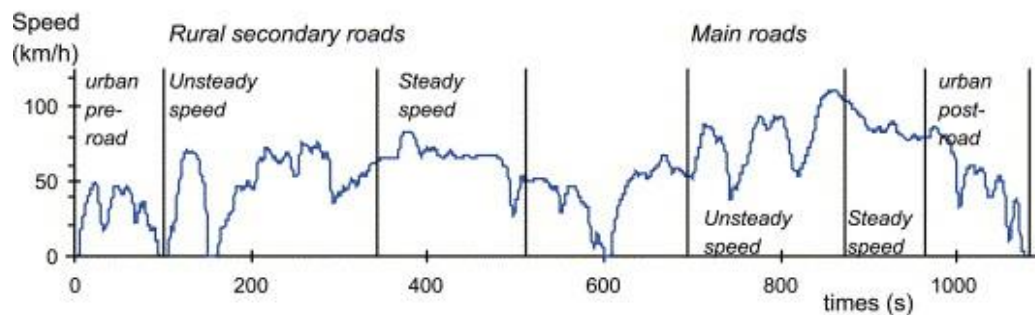
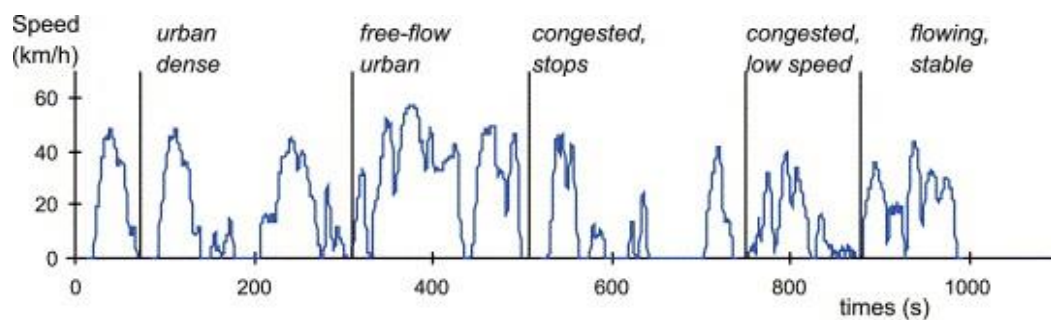
Το τρίτο στάδιο του αυτοκινητόδρομου χωρίζεται σε δύο επιμέρους στάδια, αυτό του αυτοκινητόδρομου με μέγιστη ταχύτητα τα 130km/h, και σε αυτόν με μέγιστη ταχύτητα τα 150km/h.

Χαρακτηριστικά του κύκλου οδήγησης Artemis παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Characteristics of Artemis Driving Cycles

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

Πινάκας 2.2 Τα χαρακτηριστικά του κύκλου Artemis

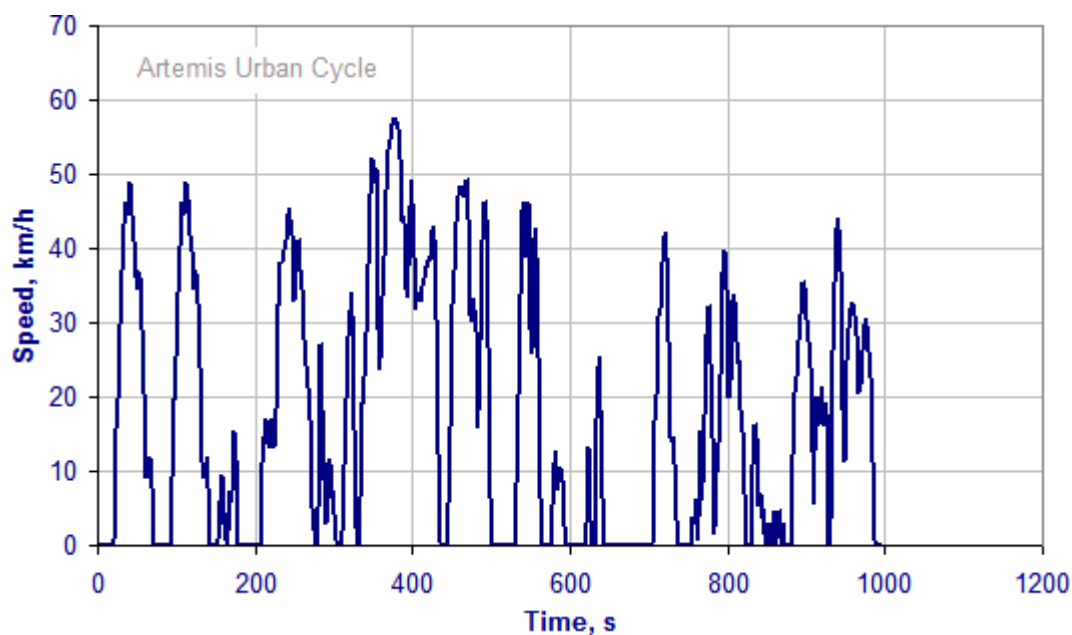


Σχήμα 2.7^{40 41} Οι κύκλοι πόλης ARTEMIS σε αστικούς, αγροτικούς δρόμους και αυτοκινητοδρόμους και η δομή τους σε τυπικές οδηγικές συνθήκες

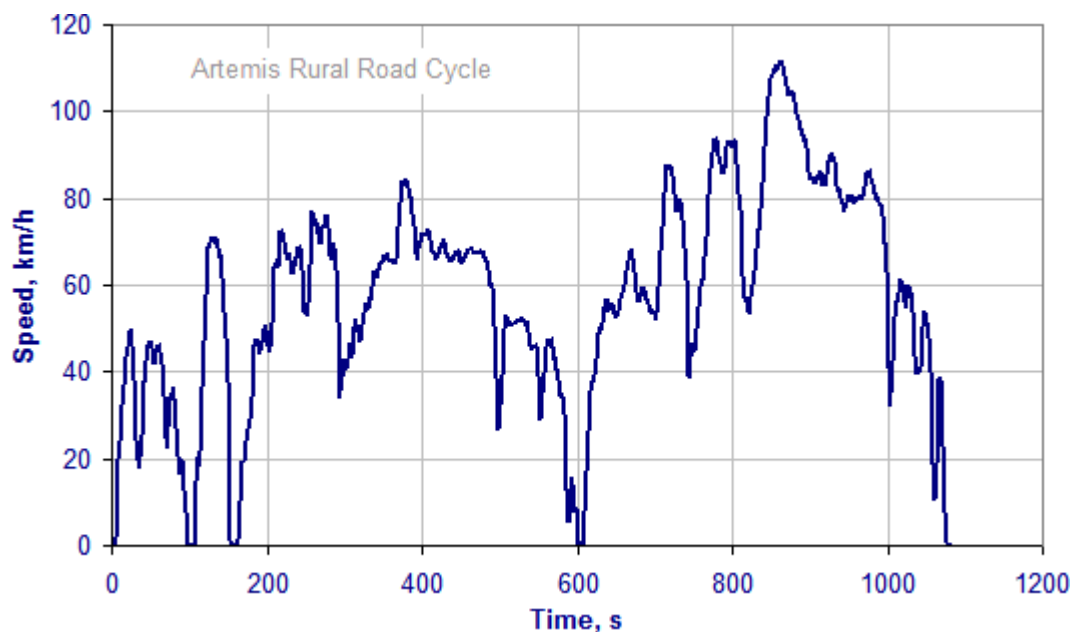
Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνονται οι ταχύτητες των οχημάτων κατά τους κύκλους Artemis.

⁴⁰ *Science of The Total Environment, Δεκέμβρης, (2004), τομος, 1, Pages 73–84*

⁴¹ *Michel Andre, report INRETS-LTE 0411, (Ιούνιος 2004), "Real world driving cycles for measuring cars pollutant emissions-Part A The ARTEMIS European driving cycles"*



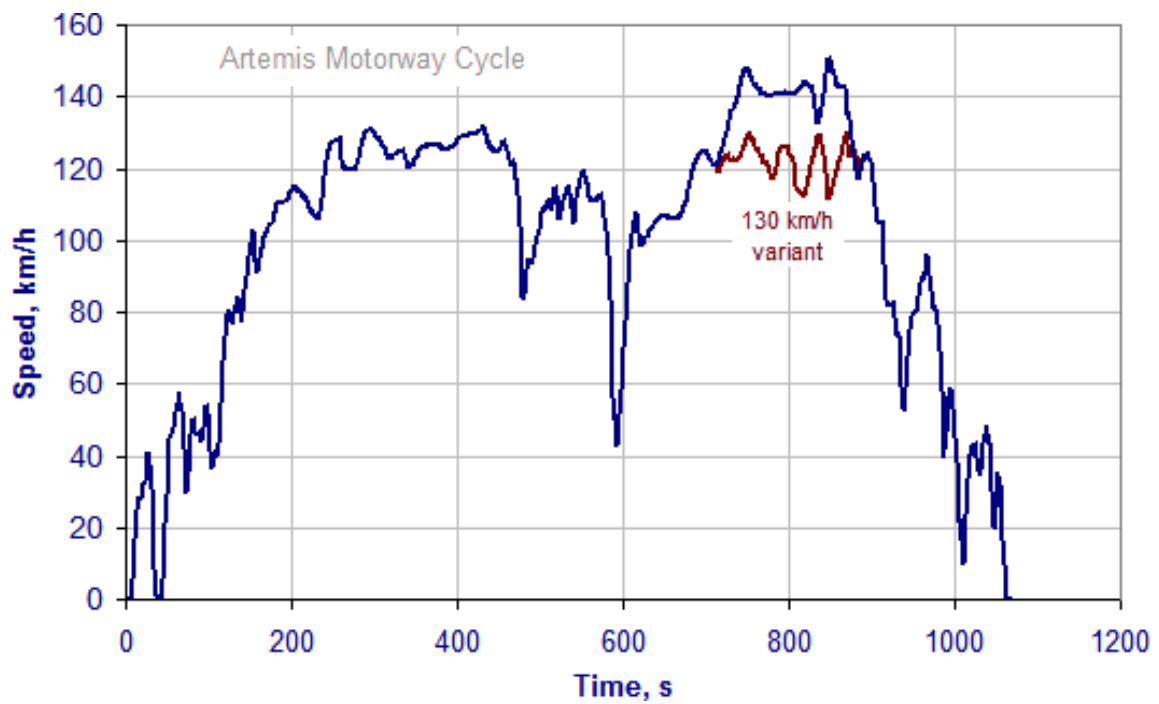
Σχήμα 2.8 “Αστικός” κύκλος πόλης Artemis ⁴²



Σχήμα 2.9 Ο κύκλος Artemis σε αγροτικό δρόμο ⁴³

⁴² Dieselnet, European Union, Emission Test Cycles, Common Artemis Driving Cycles (CADC), (<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/artemis.php>)

⁴³ Dieselnet, European union, Emission Test Cycles, Common Artemis Driving Cycles (CADC), (<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/artemis.php>)



Σχήμα 2.10 Ο κύκλος Artemis για αυτοκινητόδρομο 130-150) ⁴⁴

⁴⁴ Dieselnet, European union, Emission Test Cycles, Common Artemis Driving Cycles (CADC), <http://www.dieselnet.com/standards/cycles/artemis.php>
<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/artemis.php>

2.3.3 Κύκλος ECE R49⁴⁵

Πρόκειται για κύκλο οδήγησης βαρέων οχημάτων. Αποτελείται από μια ακολουθία δεκατριών δοκιμών δυναμομέτρησης της μηχανής του οχήματος.

Χρησιμοποιείτε για την πιστοποίηση εκπομπής ρύπων μηχανών βαρέων οχημάτων μέσω του σταδίου EURO-II.

ECE R49 and US 13-mode Cycles

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

Πίνακας 2.3 Τα χαρακτηριστικά-παράμετροι κύκλου πόλης ECE R49 για βαρέα φορτηγά

2.3.4 Κύκλος ESC (OICA)⁴⁶

Κύκλος οδήγησης για βαρέα φορτηγά και λεωφορεία. Η δοκιμή ESC χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση των εκπομπών ρύπων βαρέων οχημάτων με μηχανές diesel μέσω του σταδίου EURO-III

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

⁴⁵Dieselnet,European union,Emission Test Cycles , Heavy-Duty Engines & Vehicles , ECE R49(http://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece_r49.php)

⁴⁶ Dieselnet,European union,Emission Test Cycles , Heavy-Duty Engines & Vehicles, ESC,(<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/esc.php>)

ESC Test Modes

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

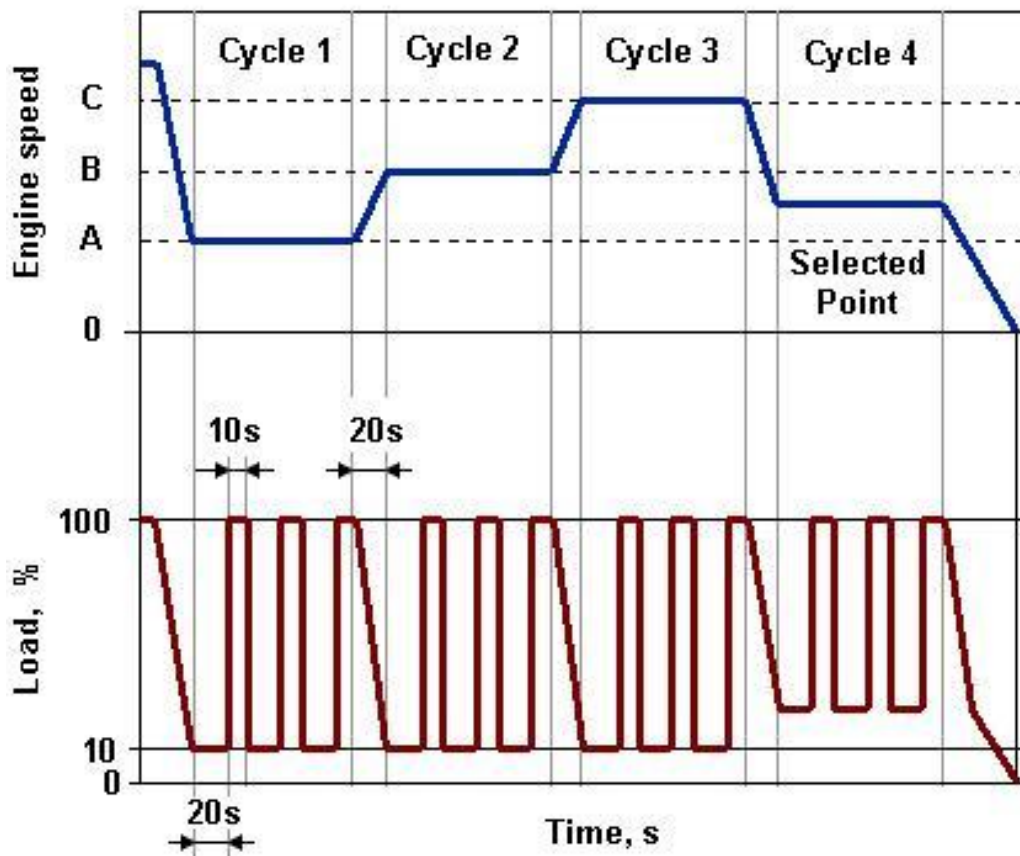
Πίνακας 2.4 Τα χαρακτηριστικά-παράμετροι του κύκλου πόλης ESC για βαρέα φορτηγά και λεωφορεία

2.3.5 Κύκλος ELR⁴⁷

Η δοκιμή αυτή χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της αδιαφάνειας του καπνού κατά τη διάρκεια της πιστοποίησης της εκπομπής των ρύπων των βαρέων οχημάτων με μηχανές diesel μέσω του σταδίου EURO-III [Directive 1999/96/EC of December 13, 1999].

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

⁴⁷ Dieselnet, European union, Emission Test Cycles , Heavy-Duty Engines & Vehicles, ELR(<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/elr.php>)



Σχήμα 1 . Δοκιμής ELR

Σχήμα 2.11 Το διάγραμμα της δοκιμής ELR

2.3.6 Κύκλος Πόλης ETC (European Transient Cycle)⁴⁸

Ο «κύκλος πόλης» ETC, έχει εισαχθεί, μαζί με τον ESC (European Stationary Cycle), για την πιστοποίηση των εκπεμπόμενων ρύπων από βαρέος τύπου κινητήρες Diesel στην Ευρώπη ενώ η ισχύ του άρχισε το έτος 2000 (Οδηγία 1999/96/EC της 13ης Δεκεμβρίου 1999). Οι κύκλοι ESC και ETC αντικατέστησαν την παλαιότερη δοκιμή R-49.

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

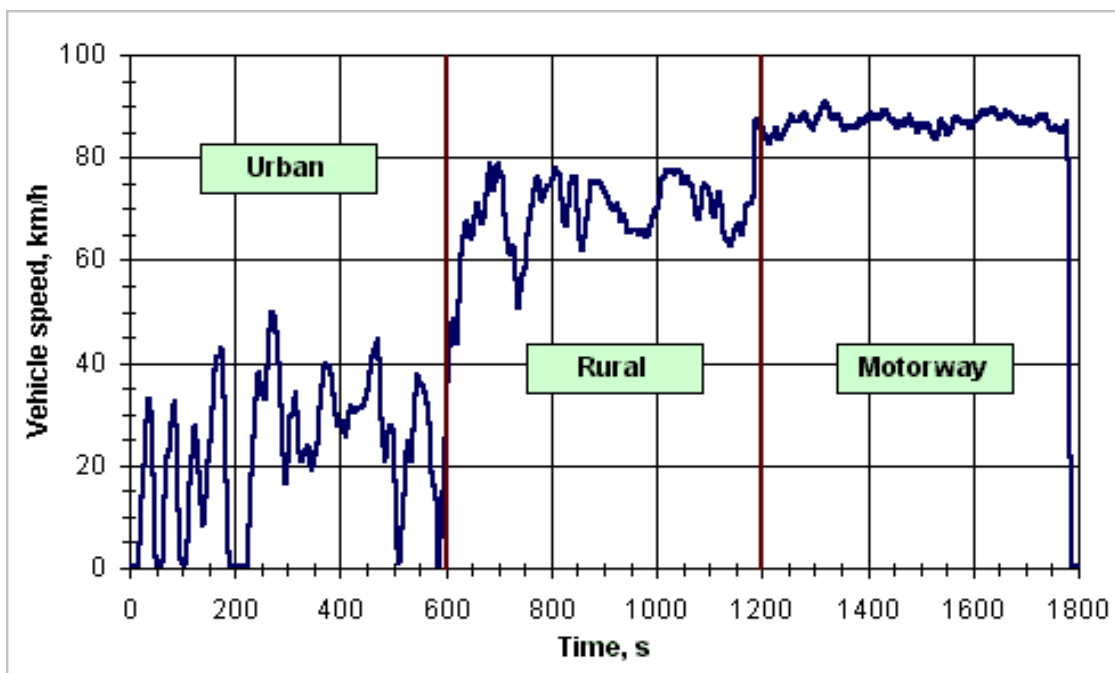
Ο τελικός κύκλος ETC που εφαρμόστηκε είναι μια μικρότερη και ελαφρώς τροποποιημένη έκδοση της αρχικής πρότασης FIGE.

Οι διαφορετικές συνθήκες οδήγησης αντιπροσωπεύονται από τρία μέρη του κύκλου ETC, συμπεριλαμβανομένης της οδήγησης σε αστικό, επαρχιακό και εθνικό δίκτυο. Η διάρκεια ολοκλήρου του κύκλου είναι 1800s. Η διάρκεια κάθε τμήματος είναι 600s.

⁴⁸ Dieselnet, European union, Emission Test Cycles, Heavy-Duty Engines & Vehicles, ETC, (<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/etc.php>)

- Το πρώτο τμήμα αντιπροσωπεύει την οδήγηση μέσα στη πόλη (Urban) που χαρακτηρίζεται από συχνές εκκινήσεις και στάσεις και από μια μέγιστη ταχύτητα 50 km/h.
- Το δεύτερο τμήμα αντιπροσωπεύει την οδήγηση σε επαρχιακό δίκτυο (Rural) αρχίζοντας από ένα απότομο τμήμα επιτάχυνσης. Η μέση ταχύτητα είναι περίπου 72 km/h
- Το τρίτο τμήμα αντιπροσωπεύει την οδήγηση σε δρόμο ταχείας κυκλοφορίας (Motorway) με μέση ταχύτητα περίπου 88 km/h.

Με σκοπό την πιστοποίηση των κινητήρων, ο κύκλος ETC εκτελείται σε μία πέδη κινητήρων. Στο σχήμα 2.12 φαίνεται η μεταβολή της ταχύτητας του οχήματος συναρτήσει του χρόνου.



Σχήμα 2.12 Ο κύκλος Πόλης ETC , Ταχύτητα οχήματος,

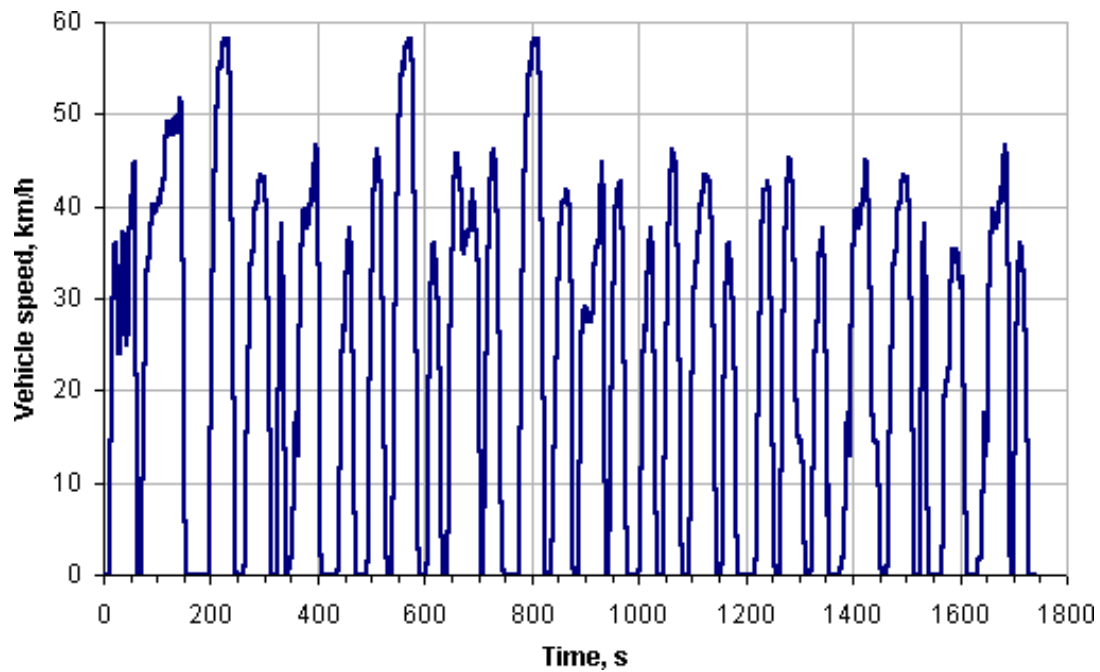
2.3.7 Κύκλος Braunschweig⁴⁹

Το πολυτεχνείο του Braunschweig ανέπτυξε ένα κύκλο οδήγησης που προσομοιώνει την μεταβατική κίνηση λόγω συχνών στάσεων των αστικών λεωφορείων. Τα χαρακτηριστικά του περιλαμβάνουν:

- διάρκεια: 1740 sec
- απόσταση: περίπου 11km
- μέση ταχύτητα: 58.2 km/h
- ποσοστό χρόνου στο ρελαντί: 22%

⁴⁹Dieselnet, European Union, Emission Test Cycles , Heavy-Duty Engines & Vehicles, Braunschweig, (<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/braunschweig.php>)

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



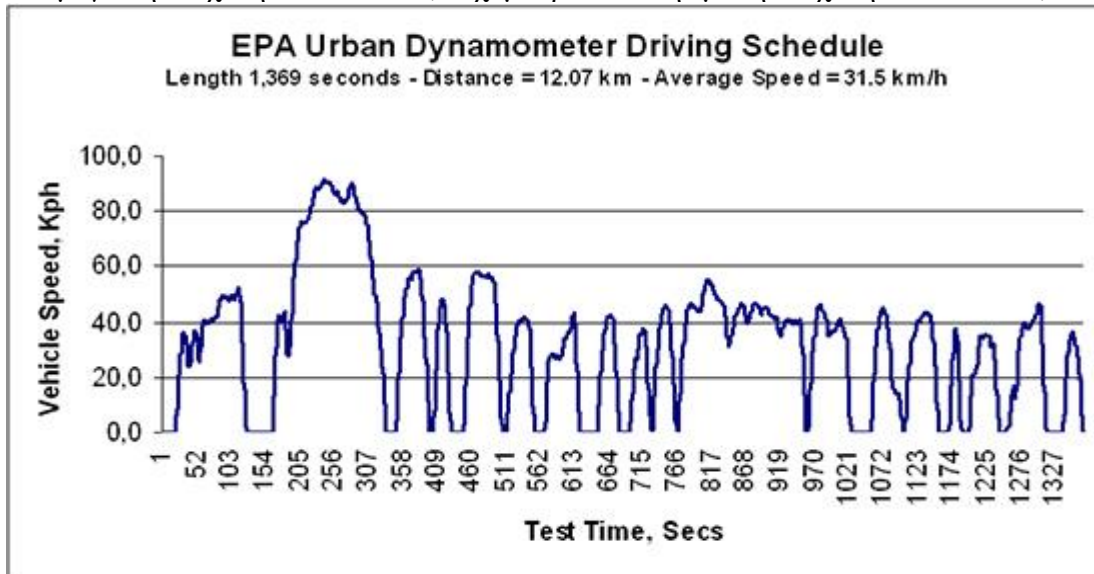
Σχήμα 2.13 Ο κύκλος πόλης Braunschweig

2.4 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

2.4.1 Κύκλος U.S FTP-72⁵⁰

Ο κύκλος FTP-72 ονομάζεται και UDDS ή LA-4 cycle. Ο ίδιος είναι γνωστός και στην Σουηδία ως κύκλος A10 ή CVS και στην Αυστραλία ως κύκλος ADR 27.

Ο κύκλος προσομοιώνει μια αστική διαδρομή 12,07 χιλιομέτρων, με συχνές στάσεις. Η μέγιστη ταχύτητα είναι 91,2 χλμ/ώρα και η μέση ταχύτητα είναι 31,5 km/h.



Διάγραμμα 2.14 κύκλος πόλης FTP-72

Ο κύκλος αποτελείται από δύο φάσεις: (1) 505sec (5,78 χιλιόμετρα σε 41,2 km/h μέση ταχύτητα) και (2) 864sec.

Η πρώτη φάση αρχίζει με την εκκίνηση εν ψυχρώ. Οι δύο φάσεις χωρίζονται από το σβήσιμο της μηχανής για 10 λεπτά.

Στις ΗΠΑ εφαρμόζονται φορτία της τάξης των 0,43 και 0,57 για την πρώτη και δεύτερη φάση, αντίστοιχα.

Στη Σουηδία και οι δύο φάσεις έχουν το ίδιο φορτίο.

2.4.2 Κύκλος FTP-75⁵¹

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

⁵⁰ Government Canada ,Transport Canada,Driving CyclesNorth America , U.S FTP-72,(<http://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-etv-pagepolo-testplan-eng-1772.htm#t5.2>)

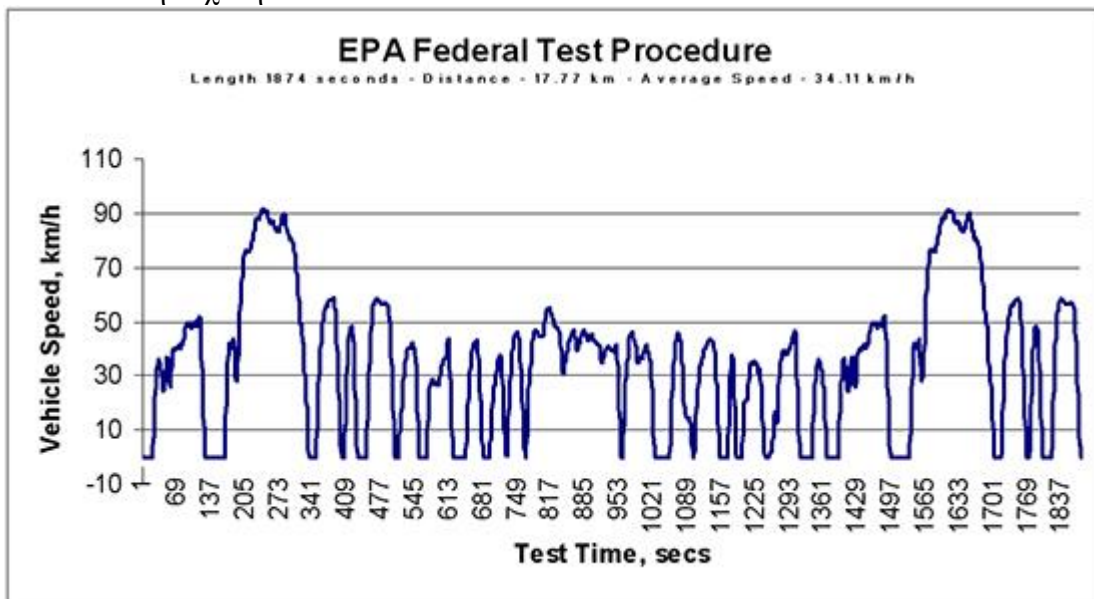
⁵¹ Government Canada Ttransport Canada,Driving Cycles,north America , U.S FTP-75,(<http://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-etv-pagepolo-testplan-eng-1772.htm#t5.2>)

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

1. κρύα φάση εκκίνησης
2. μεταβατική φάση
3. ζεστό φάση εκκίνησης.

Τα παρακάτω είναι βασικές παράμετροι του κύκλου:

1. Διανυθείσα απόσταση 17,77 km
2. Διάρκεια: 1874 sec
3. Μέση ταχύτητα: 34.1 km / h



Διάγραμμα 2.15 Ο κύκλος πόλης FTP-75.

Οι εκπομπές από κάθε φάση συλλέγονται σε χωριστές τσάντες τεφλών, αναλύονται και εκφράζονται σε g / μίλι ή g / km. Οι συντελεστές στάθμισης είναι 0,43 για την εκκίνηση εν ψυχρώ, 1 για την μεταβατική φάση και 0,57 για το ζεστή φάση εκκίνησης. Ο κύκλος FTP-75 είναι γνωστός στην Αυστραλία ως ADR 37.

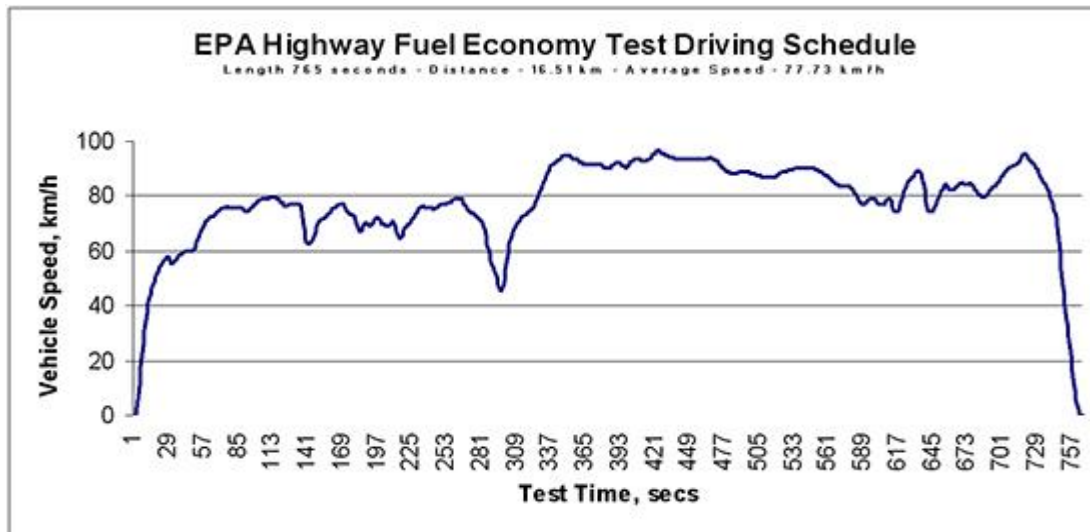
2.4.3 Κύκλος EPA⁵²

Ο κύκλος HWFET εφαρμόζεται σε δυναμομετρική εξέδρα και εξελίχθηκε από το Αμερικανικό EPA (United States Environment Protection Agency) για τον προσδιορισμό της οικονομίας στα ελαφρά οχήματα.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του κύκλου είναι:

⁵²Government Canada, Transport Canada, Driving Cycles, North America, EPA, (<http://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-etv-pagepolo-testplan-eng-1772.htm#t5.2>)

- Διάρκεια 765 sec
- Διανυθείσα απόσταση 16,45 km
- Μέση ταχύτητα 77,7km/h



Διάγραμμα 2.16 Ο κύκλος πόλης HWFET

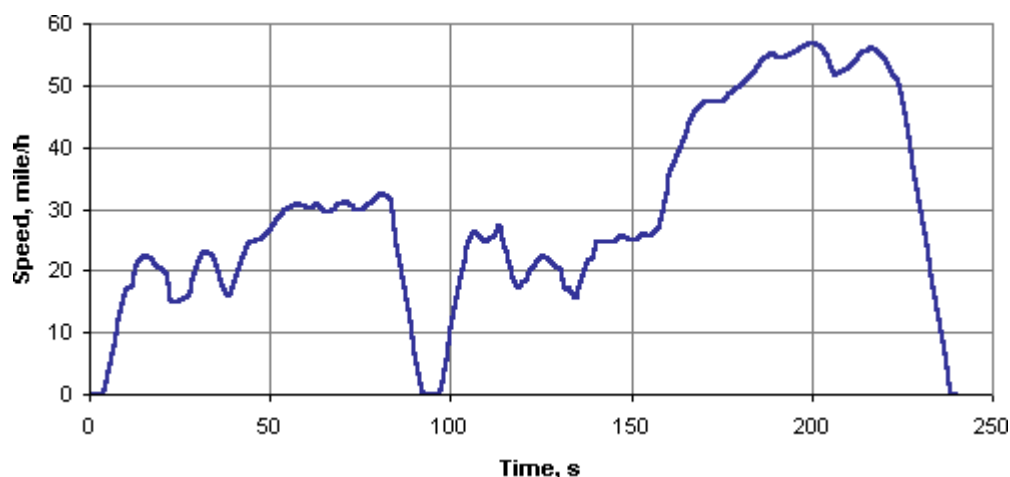
2.4.4 Κύκλος IM240⁵³

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

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

- διάρκεια: 240s
- διανυθείσα απόσταση: 3,1 km
- μέση ταχύτητα: 47,3 km/h
- μέγιστη ταχύτητα: 91,2 km/h

⁵³ EPA 400-F-93-005 U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY OFFICE OF MOBILE SOURCES FACT SHEET, OMS-(16 July, 1994), High-Tech Inspection and Maintenance Tests (<http://www.epa.gov/oms/consumer/16-hitec.pdf>)



Διάγραμμα 2.17 Ο κύκλος οδήγησης για επιθεώρησης και έλεγχο IM240

2.4.5 Κύκλος California Unified Cycle (UC)⁵⁴

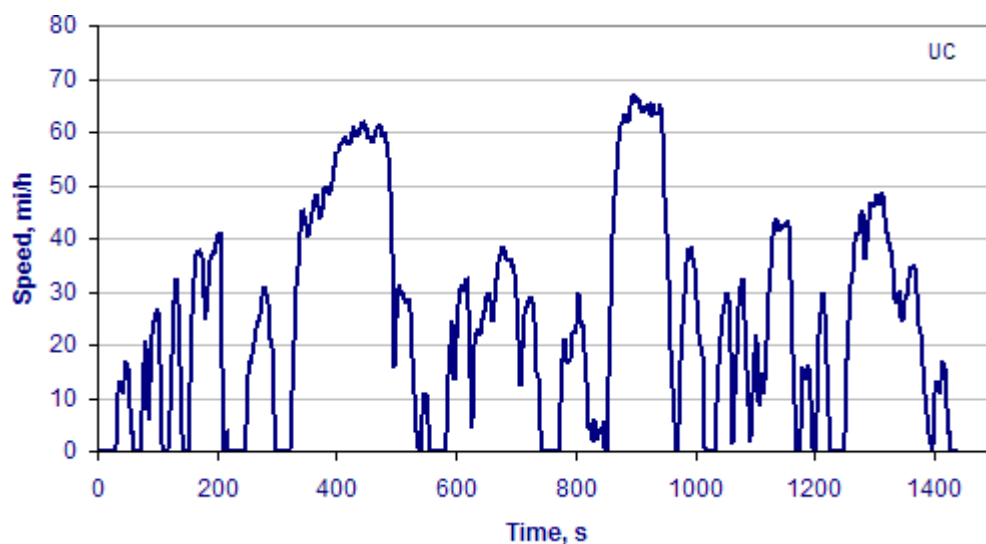
Ο κύκλος U.C εφαρμόζεται σε δυναμομετρική εξέδρα για ελαφρά οχήματα και αναπτύχθηκε από το συμβούλιο ατμοσφαιρικών πόρων της Καλιφόρνια . τα χαρακτηριστικά του είναι πιο επιθετικά από τον κύκλο FTP-75, με υψηλότερες ταχύτητες κίνησης , μεγαλύτερες επιτάχυνσης, λιγότερες στάσεις ανά απόσταση και λιγότερο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

Τα χαρακτηριστικά του κύκλου είναι τα εξής:

- διάρκεια: 1435 sec
- διανυθείσα απόσταση: 15.74 km
- μέση ταχύτητα: 39.61 km/h

Ο κύκλος U.C είναι ο παλιός Unified LA92. Υπάρχει και ο «σύντομος LA92» ο οποίος περιλαμβάνει τα πρώτα 969s του Unified LA92

⁵⁴ Dieselnet,U.S.A,*Emission Test Cycles , light duty, Vehicles, U.C.*(<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/etc.php>)<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/uc.php>)



Σχήμα 2.18 Ο κύκλος California Unified Cycle⁵⁵

2.4.6 Κύκλος SFTP SC03⁵⁶

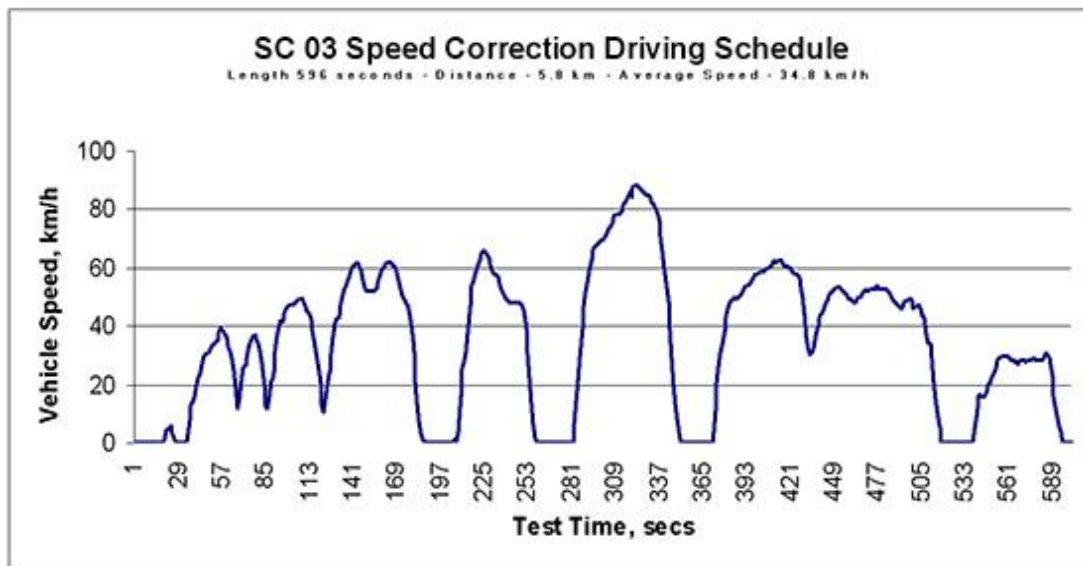
Ο κύκλος SFTP SC03 είναι συμπληρωματικός και αναπτύχθηκε με σκοπό να αντιπροσωπεύσει το φορτίο και τις εκπομπές οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση κλιματισμού σε οχήματα που έχουν ήδη εγκριθεί στον κύκλο FTP-75.

Τα χαρακτηριστικά του περιλαμβάνουν:

- διάρκεια: 596 sec
- διανυθείσα απόσταση: 5,8 km
- μέση ταχύτητα: 34,8 km/h
- μέγιστη ταχύτητα: 88,2 km/h

⁵⁵ EPA, *Transportation and Air Quality Modeling, Testing & Research Testing & Measuring Emissions Dynamometer Drive Aid*, (<http://www.epa.gov/nvfel/methods/la92dds.gif>)

⁵⁶Government Canada, *Transport Canada, Driving Cycles, North America, SFTP SC03*, (<http://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-etv-pagepolo-testplan-eng-1772.htm#t5.2>)



Διάγραμμα 2.19 Ο κύκλος πόλης SFTP SC 03

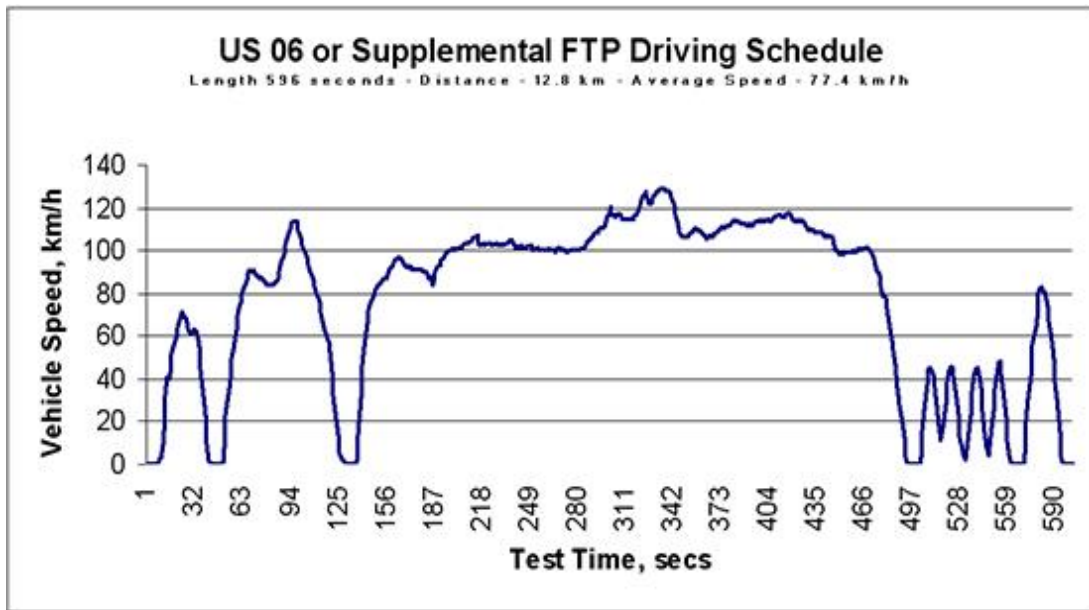
2.4.7 Κύκλος SFTP US06⁵⁷

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

Τα χαρακτηριστικά του περιλαμβάνουν:

- διάρκεια: 596sec
- διανυθείσα απόσταση: 12,8 km
- μέση ταχύτητα: 77,9 km/h
- μέγιστη ταχύτητα: 129,2 km/h

⁵⁷, Government Canada, Transport Canada, Driving Cycles, North America, SFTP US06, (<http://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-etv-pagepolo-testplan-eng-1772.htm#t5.2>)



Διάγραμμα 2.20 Ο κύκλος πόλης SFTP US06

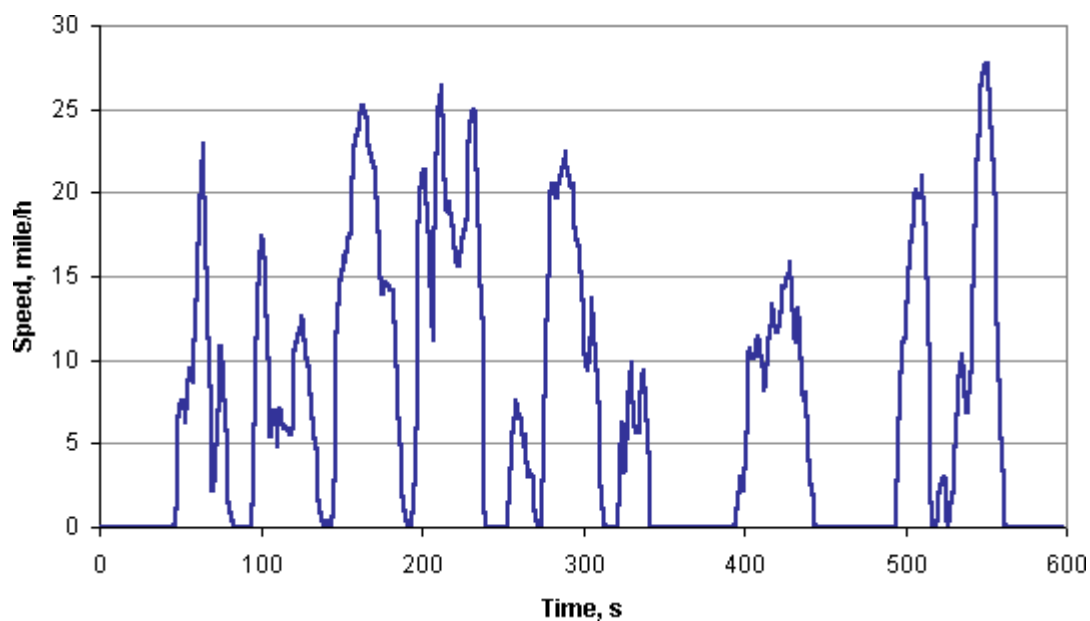
2.4.8 Κύκλος οδήγησης EPA NYCC⁵⁸

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

Τα χαρακτηριστικά του περιλαμβάνουν:

- διάρκεια: 598 sec
- διανυθείσα απόσταση: 1,89 km
- μέση ταχύτητα: 11.4 km/h
- μέγιστη ταχύτητα: 44.6 km/h

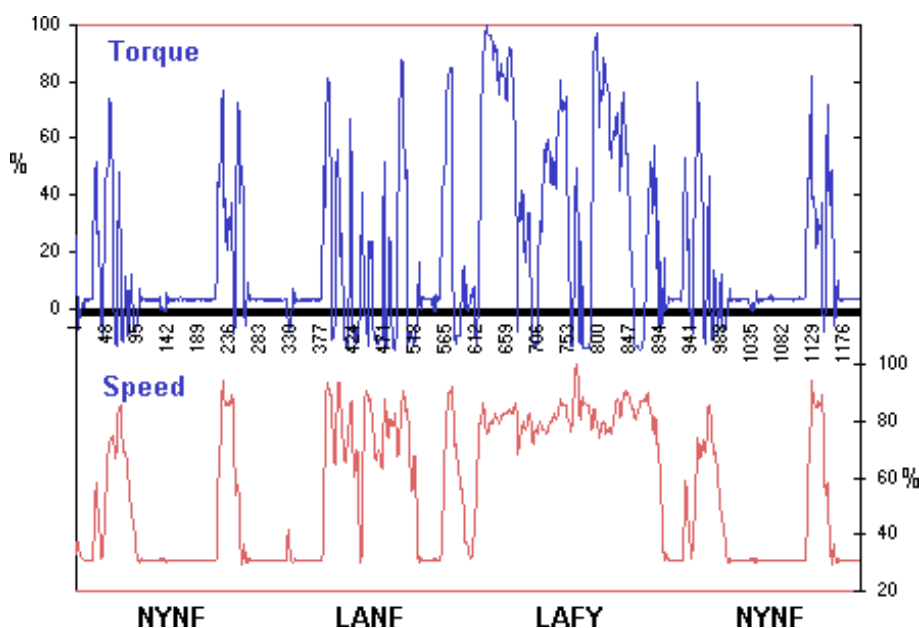
⁵⁸Transportpolicy, Emission Test Cycles, North America, Light Vehicles, EPA NYCC, (http://transportpolicy.net/index.php?title=US:_Light-duty:_NYCC)



Σχήμα 2.21 Ο κύκλος πόλης EPA NYCC⁵⁹

2.4.9 Αναφορά και γραφήματα των υπολοίπων Κ.Ο για οχήματα βαρέως τύπου

Ο κύκλος FTP (Federal Test Procedure) ^{60, 61}



Σχήμα 2.22 Ο κύκλος πόλης FTP

⁵⁹ EPA Home, Transportation and Air Quality, Modeling, Testing & Research, Testing & Measuring Emissions, Dynamometer Drive Aid (<http://www.epa.gov/nvfel/methods/nycdds.gif>)

⁶⁰ EPA Home Transportation and Air Quality Emission Standards Reference Guide Light-Duty Vehicles and Trucks and Motorcycles EPA Federal Test Procedure (FTP) (<http://www.epa.gov/oms/standards/light-duty/ftp.htm>)

⁶¹ Transportpolicy, Emission Test Cycles, North America, Light Vehicles, FTP-75 (http://transportpolicy.net/index.php?title=US:_Light-duty:_FTP-75)

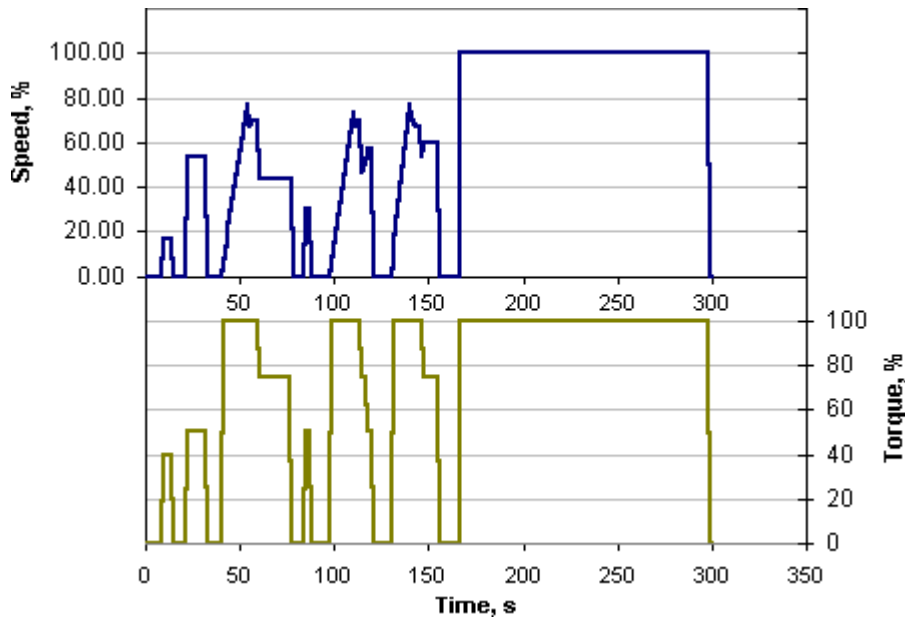
Ο κύκλος FTP (Federal Test Procedure) είναι ένας βαρέως τύπου μεταβατικός κύκλος που χρησιμοποιείται σήμερα για τις δοκιμές εκπομπών αερίων των βαρέων μεγάλων κινητήρων που χρησιμοποιούνται στις οδικές μεταφορές και συγκοινωνίες στις ΗΠΑ [CFR Τίτλος 40, Μέρος 86,1333]. Το μεταβατικό τεστ αναπτύχθηκε για να ληφθεί υπόψη η ποικιλία των βαρέων φορτηγών και λεωφορείων στις αμερικανικές πόλεις, συμπεριλαμβανομένης της κυκλοφορίας μέσα και γύρω από τις πόλεις και στους δρόμους ταχείας κυκλοφορίας.

Ο κύκλος αποτελείται από τέσσερις φάσεις: η πρώτη είναι η NYNF (New York Non Freeway) φάση με ελαφρά αστική κυκλοφορία με συχνές στάσεις και εκκινήσεις, η δεύτερη είναι η LANF (Los Angeles Non Freeway) φάση ,τυπική της συνωστισμένης αστικής κυκλοφορίας γεμάτο με λίγες στάσεις , η τρίτη είναι μια LAFY (Los Angeles Freeway) φάση ,με προσομοίωση ταχείας κυκλοφορίας με συνωστισμό στο Λος Άντζελες, και η τέταρτη φάση επαναλαμβάνει την πρώτη φάση NYNF. Αυτή περιλαμβάνει μία εκκίνηση εν ψυχρώ μετά από ένα ολονύκτιο παρκινγκ, ακολουθούμενη φάσεις σε ρελαντί, επιτάχυνσης και επιβράδυνσης , καθώς και μια μεγάλη ποικιλία από διαφορετικές ταχύτητες και φορτία για να προσομοιώσουν την πορεία του οχήματος που αντιστοιχεί σε κινητήρα που λειτουργεί. Υπάρχουν λίγες σταθεροποιημένες συνθήκες λειτουργίας, και ο μέσος συντελεστής φορτίου είναι περίπου 20 έως 25% της μέγιστης ιπποδύναμης διατίθεται σε μια δεδομένη ταχύτητα.

Ο κύκλος διεξάγεται δύο φορές και η δεύτερη επανάληψη γίνεται με μια θερμή εκκίνηση μετά από στάση των 1200 s (20 min) μετά την ολοκλήρωση του πρώτου κύκλου. Η μέση ταχύτητα ισοδυναμεί περίπου με 30 km / h και η απόσταση είναι 10,3 χιλιόμετρα για ένα χρόνο λειτουργίας του 1200 sec. Η διακύμανση των ομαλοποιημένων ταχυτήτων και η ροπή με το χρόνο φαίνεται στο Σχήμα 2.16.

- Διάρκεια: 1200 sec
- Απόσταση: 10.3 km
- Μέση ταχύτητα: 30 km/h

Chicago Transit Authority (CTA)⁶²

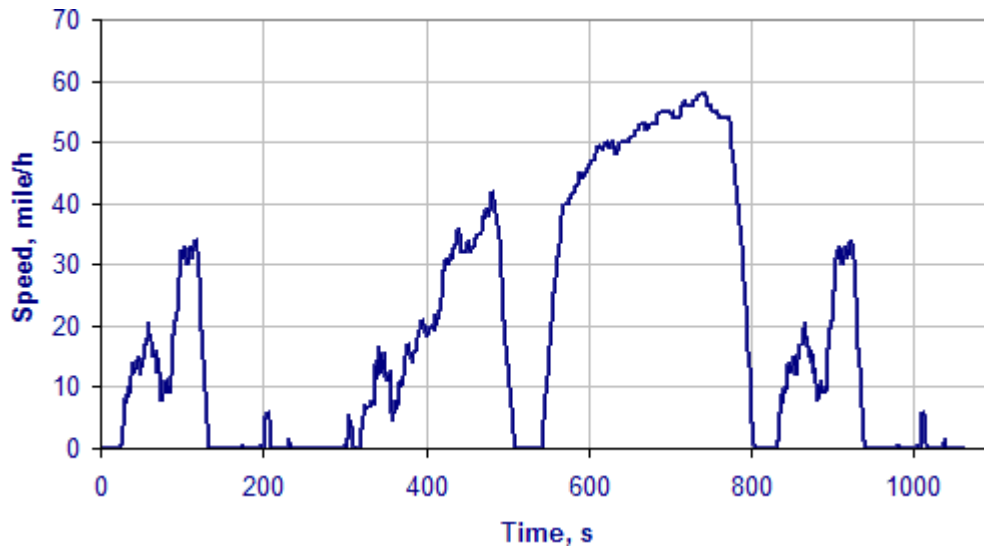


Σχήμα 2.23 Ο κύκλος πόλης C.T.A

Ο C.T.A. (Chicago Transit Authority) είναι κύκλος δοκιμής που χρησιμοποιείται συνήθως για τη μετρήσεις της γήρανσης κινητήρων, εξαρτημάτων του κινητήρα, ή συσκευές ελέγχου των εκπομπών. Η γραφική παράσταση (διάγραμμα 2.17) και το αρχείο δεδομένων ροπής / ταχύτητας αντιπροσωπεύουν μια 5 λεπτών δοκιμή, το οποίο μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να ταιριάζει με το εργαστήριο δοκιμών. Ο κύκλος είναι συνήθως τρέχει, συνεχώς πολλαπλές φορές διαδοχικά, για μία περίοδο των δεκάδων ή εκατοντάδων ωρών.

⁶² Dieselnet, America, Emission Test Cycles, Heavy-Duty Engines & Vehicles, CTA, (<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/cta.php>)

Ο κύκλος HD-UDDS Cycle⁶³



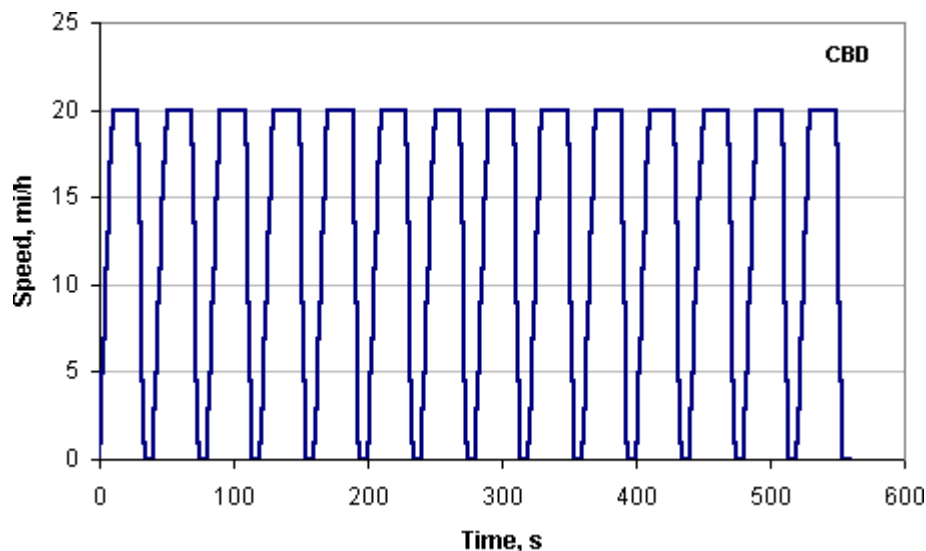
Σχήμα 2.24 Ο κύκλος πόλης HD- UDDS

Ο κύκλος οδήγησης EPA (UDDS) έχει αναπτυχθεί για τον έλεγχο των βαρέων οχημάτων σε δυναμομετρική εξέδρα [CFR 40, 86, App.I]. Μερικές φορές αναφέρεται ως "κύκλος D". Το HD-UDDS κύκλος δεν πρέπει να συγχέεται με την κυκλοFTP-72/LA-4 για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα, η οποίος ονομάζεται επίσης UDDS.

- Διάρκεια: 1060 sec
- Απόσταση: 8,9 km
- Μέση ταχύτητα: 30,4 km/h
- Μέγιστη ταχύτητα :93,3 km/h

⁶³Dieselnet, America ,Emission Test Cycles , Heavy-Duty Engines & Vehicles, UDDS
<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/udds.php>

Ο κύκλος CBD Driving Cycle^{64, 65}



Σχήμα 2.25 Ο κύκλος CBD

Το Central Business District (CBD) είναι μια διαδικασία δοκιμής σε δυναμόμετρο (chassis dynamometer) για τα βαρέα επαγγελματικά οχήματα (SAE J1376). Ο κύκλος CBD αντιπροσωπεύει μια «πριονωτό» πρότυπο οδήγησης, το οποίο περιλαμβάνει 14 επαναλήψεις ενός βασικού κύκλου που αποτελείται από αδράνεια, επιτάχυνση, σταθερή ταχύτητα, και επιβράδυνση. Τα ακόλουθα είναι χαρακτηριστικές παραμέτρους του κύκλου:

Διάρκεια: 560 sec

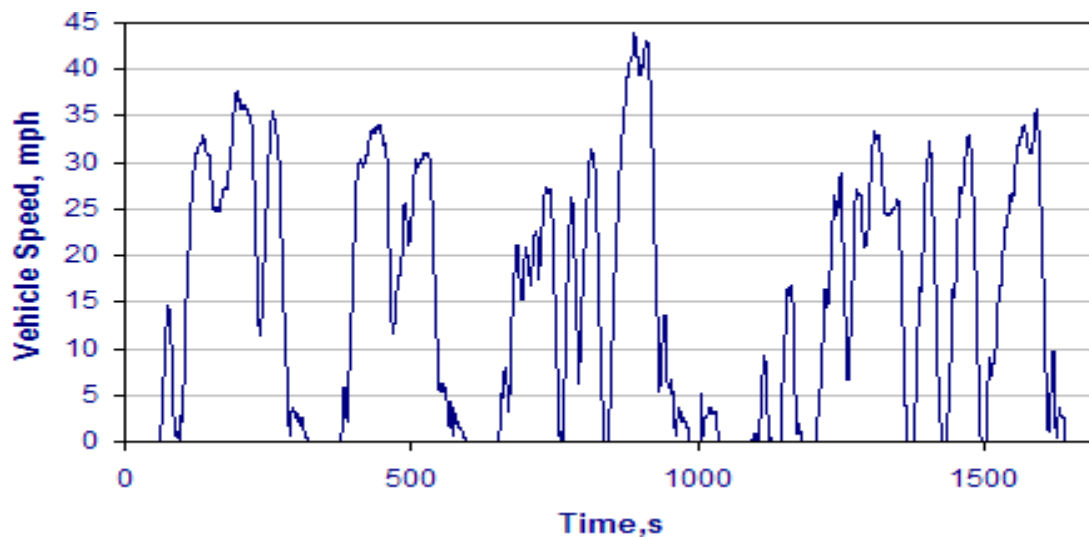
- Μέση ταχύτητα: 20,23 χλμ/ώρα
- Μέγιστη ταχύτητα: 32,18 χλμ/ώρα
- Οδήγηση απόσταση: 3,22 χιλιόμετρο
- Μέσος όρος επιτάχυνσης: 0,89 m/s²
Η μέγιστη επιτάχυνση: 1,79 m/s²

⁶⁴

Luc Pelkmans, Dirk De Keukeleere, Hans Bruneel and Guido Lenaers Vito, Society of Automotive Engineers, 2001., "Influence of Vehicle Test Cycle Characteristics on Fuel Consumption and Emissions of City Buses", Flemish Institute for Technological Research
(http://virtual.vtt.fi/virtual/amf/pdf/annex17_paper_2001_sae.pdf)

⁶⁵*Transportpolicy, Emission Test Cycles, North America, Light Vehicles, CBD,*
(http://transportpolicy.net/index.php?title=US:_Heavy-duty:_CBD)

City Suburban Heavy Vehicle Cycle⁶⁶

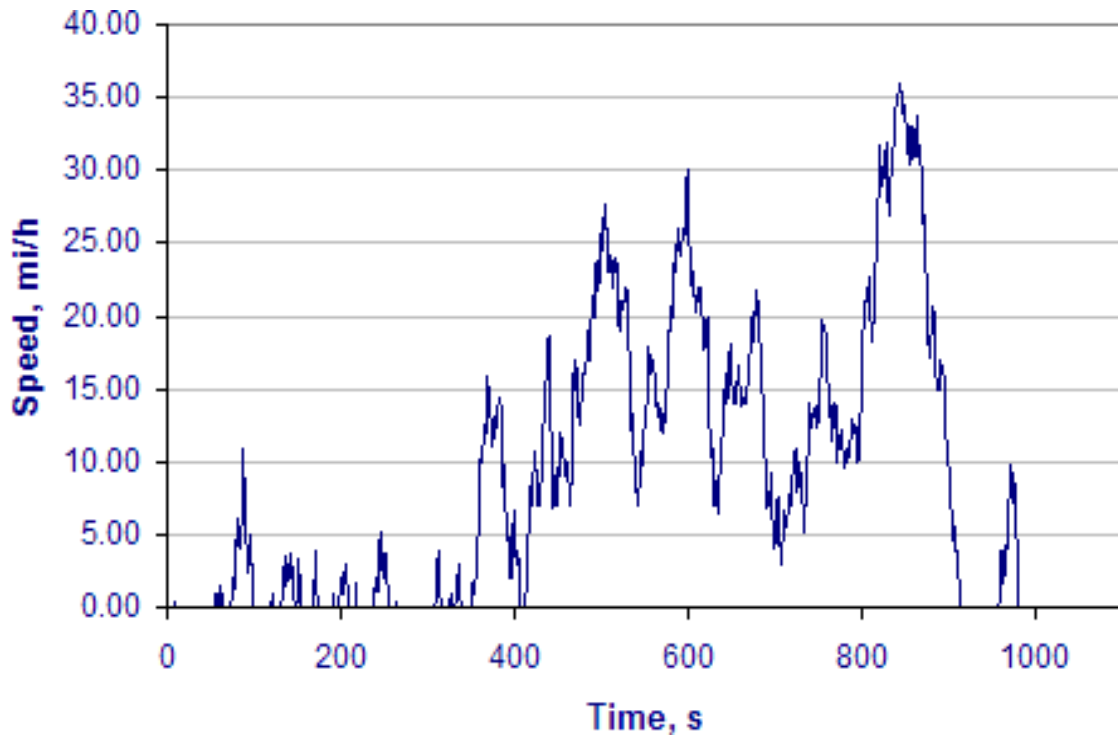


Σχήμα 2.26 Ο κύκλος πόλης City Suburban Heavy Vehicle

- Διάρκεια: 1700 sec
- Μέση ταχύτητα: 22.77 km/h
- Μέγιστη ταχύτητα: 70.55 km/h
- Α απόσταση: 10.75 km

⁶⁶*Dieselnet, America, Emission Test Cycles , Heavy-Duty Engines & Vehicles, CSC
(<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/csc.php>)*

O New York Composite Cycle⁶⁷

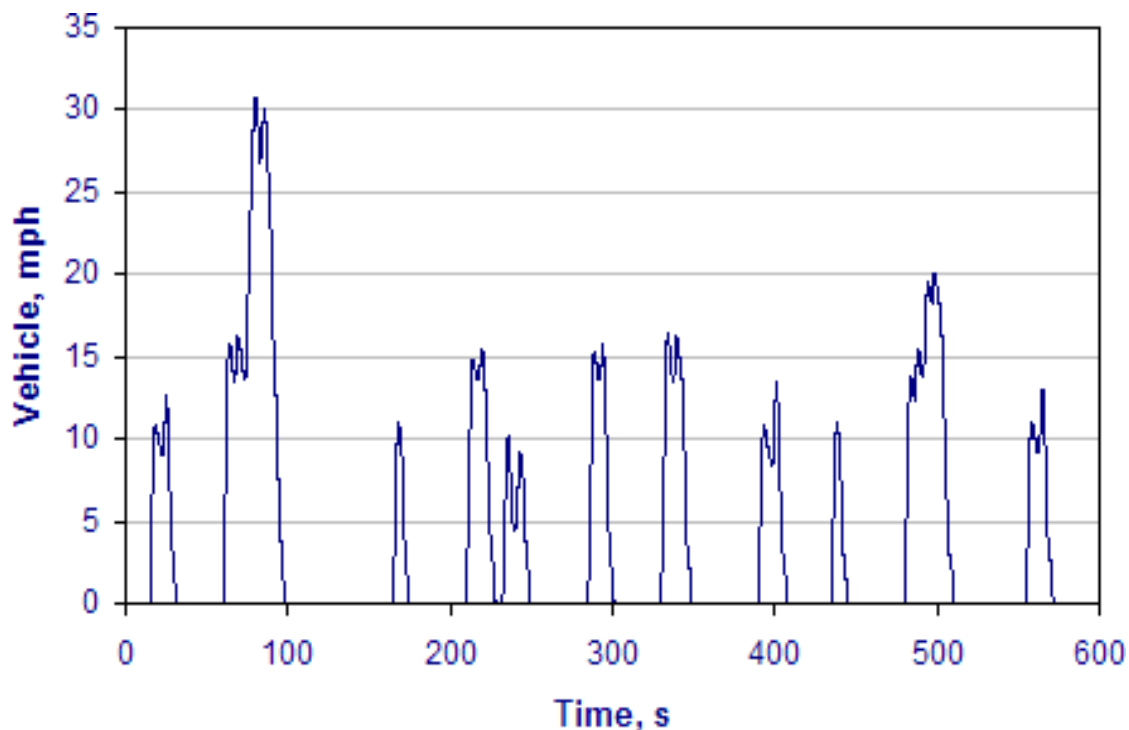


Σχήμα 2.27 Ο κύκλος N.Y.C.C για βαρέα οχήματα

- Διάρκεια: 1029 sec
- Συνολική απόσταση: 4,06 km
- Μέγιστη ταχύτητα: 57,92 km/h
- Μέση ταχύτητα: 14,25 km/h
- Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις: 20.0 km/h
- Μέγιστη επιτάχυνση: 5,41 m/s²

⁶⁷ Dieselnet,America,Emission Test Cycles , Heavy-Duty Engines & Vehicles, NYC,(<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/nycomp.php>)

NY Bus Driving Cycle⁶⁸

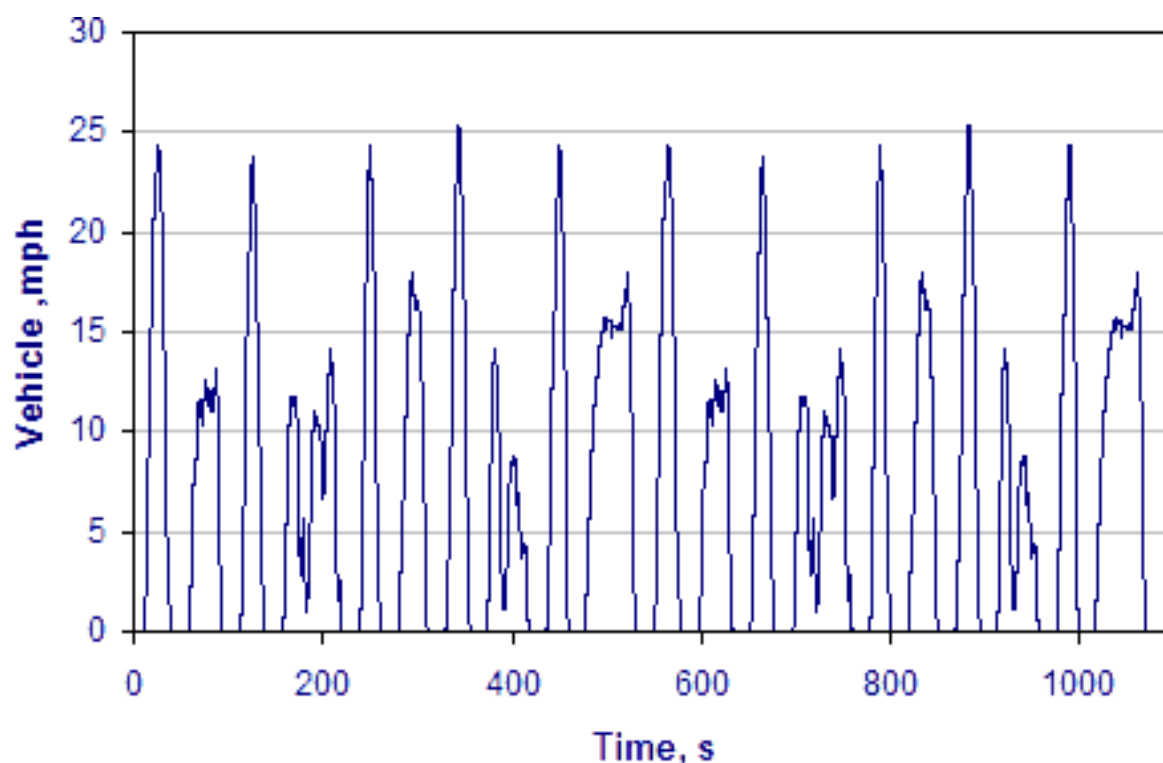


Σχήμα 2.28 Ο κύκλος N.Y. Bus Driving Cycle για λεωφορεία

- Διάρκεια: 600 sec
- Συνολική απόσταση: 0,99 km
- Μέγιστη ταχύτητα: 49,56 km/h
- Μέση ταχύτητα: 5,94 km/h
- Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις: 17,11 km/h
- Μέγιστη επιτάχυνση: 2,77 m/s²
- Μέση επιτάχυνση: 1,17 m/s²
- Αριθμός στάσεων ανά χιλιόμετρο: 11

⁶⁸*Dieselnet, America, Emission Test Cycles, Heavy-Duty Engines & Vehicles, NY BUS, (<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/nybus.php>)*

Ο Manhattan Driving Cycle⁶⁹



Σχήμα 2.29 Ο κύκλος πόλης του Manhattan για λεωφορεία

- Διάρκεια: 1089 sec
- Μέγιστη ταχύτητα: 40,88 km/h
- Μέση ταχύτητα: 11.0 km/h

2.5 Ιαπωνία

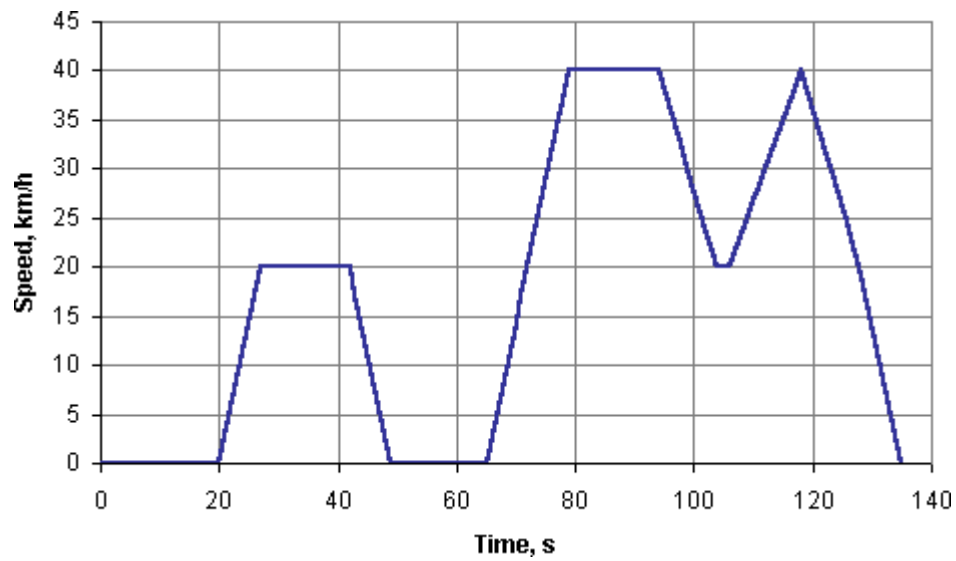
2.5.1 Ο κύκλος οδήγησης 10-mode⁷⁰

Ο κύκλος οδήγησης 10-mode χρησιμοποιείται στην Ιαπωνία πριν τον 10-15mode, για την έγκριση τύπου των επιβατικών και ελαφρών φορτηγών.

Αντιπροσωπεύει αστικές συνθήκες οδήγησης μόνο που οι εκπομπές μετρούνται για πέντε επαναλήψεις του ίδιου τμήματος το οποίο έχει τα εξής χαρακτηριστικά.

⁶⁹ Dieselnet, America, Emission Test Cycles, Heavy-Duty Engines & Vehicles, Manhattan, (<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/manhattan.php>)

⁷⁰ Transportpolicy, Emission Test Cycles, North Japan, Light Vehicles, 10 mode (http://transportpolicy.net/index.php?title=Japan:_Light-duty:_10-Mode)

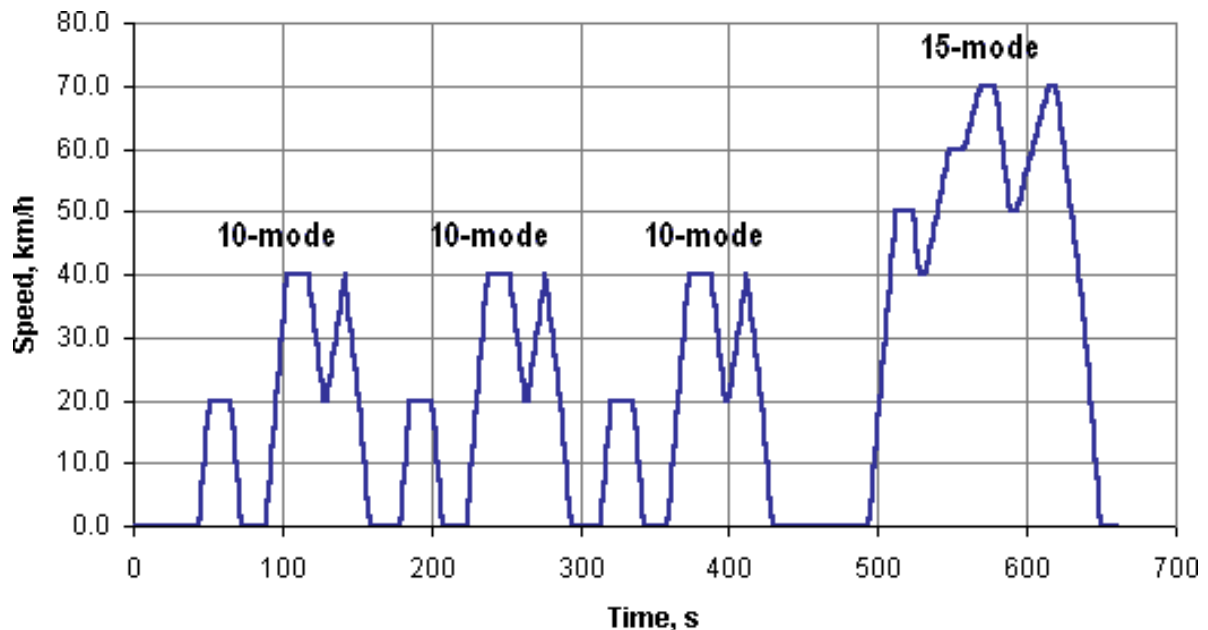


Σχήμα 2.30 Ο κύκλος 10 Mode Cycle

- απόσταση: 0,664 km
- μέση ταχύτητα: 17,7 km/h
- διάρκεια: 135 sec
- μέγιστη ταχύτητα: 40 km/h

2.5.2 Ο κύκλος οδήγησης 10-15 mode⁷¹

Ο συγκεκριμένος κύκλος οδήγησης χρησιμοποιείται στην Ιαπωνία για την έγκριση τύπου όσον αφορά τις εκπομπές ρύπων και την κατανάλωση, σε επιβατικά και ελαφρά φορτηγά. Προέρχεται από τον 10-mode με την προσθήκη ενός τμήματος 15-mode με μέγιστη ταχύτητα τα 70km/h.



Σχήμα 2.31 Ο κύκλος 10 -15 Mode Cycle

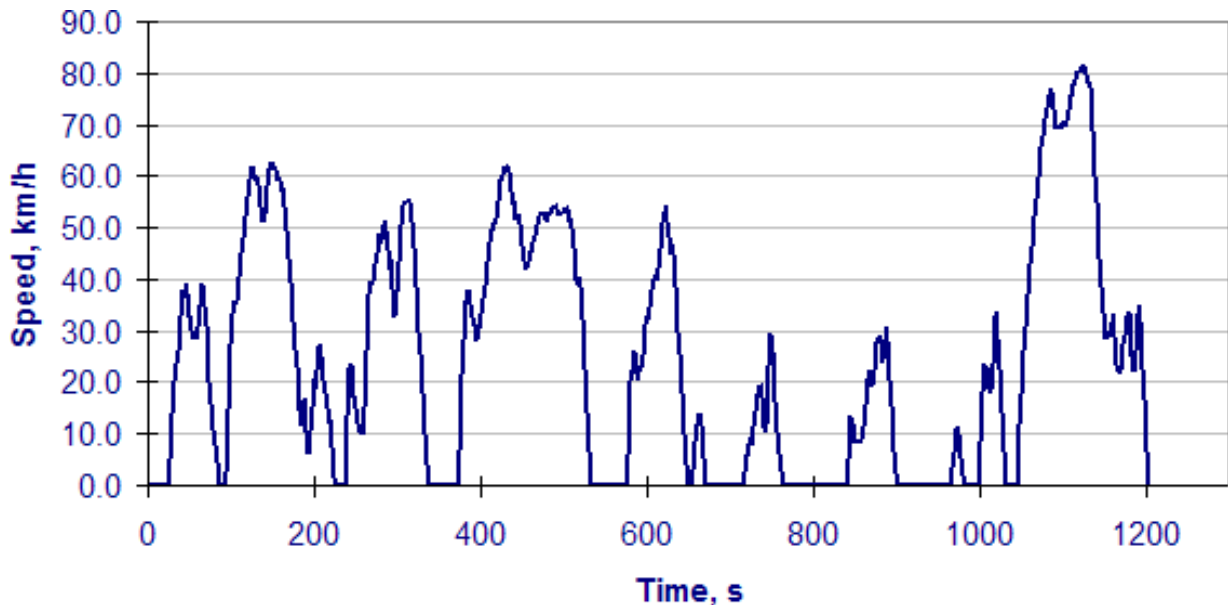
Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής: Προθέρμανση του κινητήρα για 15 λεπτά στα 60km/h, μέτρηση στο ρελαντί, 5 λεπτά προθέρμανση στα 60km/h, ακολουθούμενο από ένα τμήμα 15-mode. Αμέσως μετά τρεις επαναλήψεις του κύκλου 10-mode και άλλη μια του 15-mode. Οι εκπομπές λαμβάνονται υπόψη στα τέσσερα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

- Η απόσταση του κύκλου είναι 4,16km (6,34km)
- Η μέση ταχύτητα είναι 22,7 km/h (25.6km/h)
- Η διάρκεια 660s (892s)

⁷¹ *Transportpolicy, Emission Test Cycles, North America, Light Vehicles, 10-15 mode* (http://transportpolicy.net/index.php?title=Japan:_Light-duty:_10-15_Mode)

2.5.3 Ο κύκλος JC 08⁷²

Πρόκειται για ένα νέο αστικό κύκλο οδήγησης για τις μετρήσεις εκπομπής ρύπων και οικονομίας καυσίμων των επιβατικών και ελαφρών φορτηγών.



Σχήμα 2.32 Ο κύκλος JC 08 test Cycle

Τα χαρακτηριστικά του κύκλου JC08 είναι:

- διάρκεια: 1204s
- Συνολική απόσταση: 8,171 km
- Μέση ταχύτητα: 24,4 km/h
- Μέγιστη ταχύτητα: 81,6 km/h
- Λόγος φορτίου: 29,7%

2.5.4 Αναφορά χαρακτηριστικά ,παραμέτρους σε κύκλους, δόκιμες για βαρέα οχήματα

Ο κύκλος 6-mode⁷³

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

Οι παράμετροι του κύκλου ντίζελ που παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

⁷²Transportpolicy,Emission Test Cycles,Japan,Light Vehicules, JC08,
(http://www.transportpolicy.net/index.php?title=Japan:_Light-duty:_JC08)

⁷³Dieselnet,,Emission Test Cycles,Japan,Light Vehicules,6 mode,
(http://www.dieselnet.com/standards/cycles/jp_6mode.php)

Japanese Diesel 6 Mode Cycle

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

Πίνακας 2.5 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του κύκλου 6-mode

Ο κύκλος 13-mode⁷⁴

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

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

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

Οι παράμετροι-χαρακτηριστικά των δοκιμών για τον κύκλο του ντίζελ παρατίθενται στον Πίνακα 2.6, και για τον κύκλο της βενζίνης στον Πίνακα 2.7

Table 1
Diesel 13 Mode Cycle

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

Πίνακας 2.6 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του κύκλου 13-mode για ντίζελ

⁷⁴ *Dieselnet, Emission Test Cycles, Japan, Heavy Duty Vehicles , 13mode, (http://www.dieselnet.com/standards/cycles/jp_13mode.php)*

Table 2
Gasoline/LPG 13 Mode Cycle

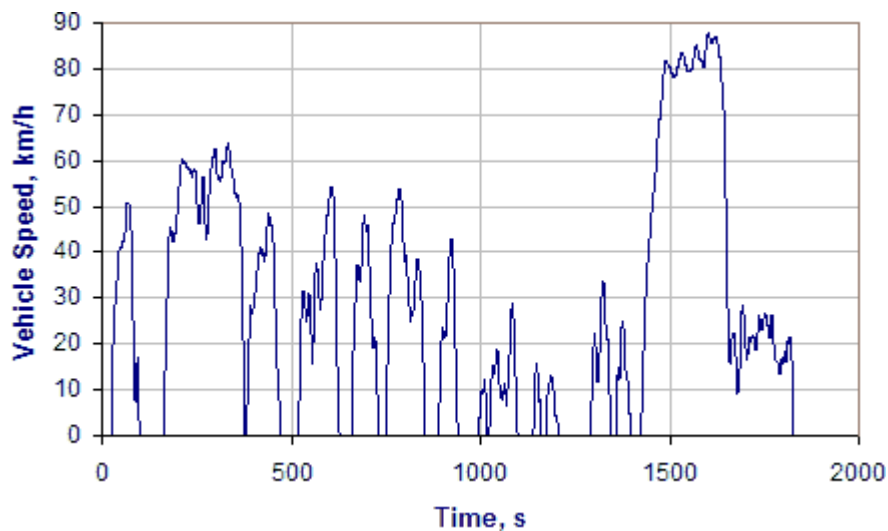
Mode	Speed <i>% of nominal</i>	Load %	Weighting factor
1	idle	–	0.314/2
2	40	40	0.036
3	40	60	0.039
4	idle	–	0.314/2
5	60	20	0.088
6	60	40	0.117
7	80	40	0.058
8	80	60	0.028
9	60	60	0.066
10	60	80	0.034
11	60	95	0.028
12	40	20	0.096
13	40*	20*	0.096

* – deceleration to idle

Πίνακας 2.7 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του κύκλου 13-mode για βενζίνη

Ο κύκλος JE05

Νέος κύκλος οδήγησης από 2005 για τη δοκιμή εκπομπής ρύπων από βαρέα οχήματα diesel και βενζίνης και αντιπροσωπεύει τις συνθήκες κίνησης στο Τόκυο .



Σχήμα 2.33 Ο κύκλος JE05

- -διάρκεια: 1800 sec
- -μέση ταχύτητα: 26,94 km/h
- -μέγιστη ταχύτητα: 88 km/h.

2.6 Παγκόσμια εναρμονισμένοι κύκλοι οδήγησης

Η παγκόσμια εναρμονισμένη διαδικασία δοκιμών για ελαφρά οχήματα (WLTP) καθορίζει ένα παγκόσμιο εναρμονισμένο πρότυπο για τον προσδιορισμό των επιπέδων των ρύπων και των εκπομπών CO₂, των καυσίμων ή την κατανάλωση ενέργειας, και το ηλεκτρικό εύρος (electric range) από ελαφρά οχήματα (επιβατικά αυτοκίνητα και ελαφρά επαγγελματικά φορτηγά).

Αναπτύσσεται από εμπειρογνώμονες από την Ευρωπαϊκή Ένωση, η Ιαπωνία, και την η Ινδία με τις κατευθυντήριες γραμμές της UNECE (Παγκόσμιο Φόρουμ για την εναρμόνιση των κανονισμών οχημάτων), με την τελική έκδοση αναμένεται το 2013-2014. Αξίζει να αναφέρουμε ότι χρησιμοποιούνται στοιχεία και από τις Ευρωπαϊκές βάσεις δεδομένων. Μάλιστα προβλέπεται μελλοντικά όταν ολοκληρωθούν οι διεργασίες να αντικαταστήσει τον NEDC.

2.6.1 Διαδικασία δοκιμής

Η διαδικασία δοκιμής παρέχει μια αυστηρή καθοδήγηση σχετικά με τους όρους της εξέδρας δοκιμών και το φορτίο δρόμου (αντίσταση κίνησης), αλλαγή ταχυτήτων, το συνολικό βάρος του αυτοκινήτου (συμπεριλαμβανομένου του προαιρετικού εξοπλισμού, το φορτίο και επιβάτες), την ποιότητα των καυσίμων, θερμοκρασία περιβάλλοντος, και την επιλογή των ελαστικών και την πίεση.^{75 76}

Τρεις διαφορετικοί κύκλοι δοκιμών (WLTC) εφαρμόζονται, ανάλογα με την κατηγορία του οχήματος που ορίζεται από τον λόγο ισχύος-βάρους PWR σε kW / τόνο (ονομαστική ισχύς του κινητήρα / απόβαρο):

- Κλάση 1 - οχημάτων χαμηλής ισχύος με $PWR \leq 22$
- Κατηγορία 2 - οχήματα με $22 < PWR \leq 34$
- Κατηγορία 3 - υψηλής ισχύος οχήματα με $PWR > 34$.

Σε κάθε κατηγορία, έχουν γίνει αρκετές δοκιμές οδήγησης οι οποίες έχουν σχεδιαστεί να προσομοιάζουν την πραγματική λειτουργία του οχήματος σε συνθήκες κίνησης σε δρόμους αστικούς, υπεραστικούς και αυτοκινητόδρομους. Η διάρκεια κάθε τμήματος καθορίζεται μεταξύ των κατηγοριών, ωστόσο οι καμπύλες επιτάχυνσης και της ταχύτητας διαμορφώνονται διαφορετικά. Η αλληλουχία των δοκιμών περιορίζεται περαιτέρω από τη μέγιστη ταχύτητα του οχήματος V_{max} .

Η αυξημένη ποικιλία από μηχανικά κιβώτια ταχυτήτων με 4, 5, 6 και 7 ταχύτητες καθιστά αδύνατο να καθοριστούν σταθερά σημεία αλλαγής ταχυτήτων. Η διαδικασία δοκιμής WLTP παρέχει αντ' αυτού έναν αλγόριθμο για τον υπολογισμό των βέλτιστων σημεία αλλαγής ταχυτήτων, η οποία λαμβάνει υπόψη το συνολικό βάρος του οχήματος και την πλήρη ισχύ καμπυλών φορτίου εντός εξομαλυμένων στροφών του κινητήρα, που καλύπτουν το ευρύ φάσμα της ταχύτητας περιστροφής και την ισχύ του κινητήρα που επιτρέπεται από την τρέχουσα τεχνολογία. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η πρακτική

⁷⁵WLTP-DHC-06-03e WLTC* methodology Proposed by Japan (Reviewed by UK, JRC and Mr. Steven)DHC group under GRPE/WLTP informal group(*) WLTC : Worldwide armonized Light duty driving Test Cycle 11~12 (Ιανουάριος 2011) Palais des Nations, Geneva
(<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2011/wp29grpe/WLTP-DHC-06-03r1e.pdf>)

⁷⁶ WLTP-DHC-05-05 WLTC* Construction, Proposed by Japan, GRPE/WLTP-IG/ DHC subgroup, (14 Οκτωβρίου 2010)

χρήση και το στυλ οδήγησης με υψηλή απόδοση καυσίμου, οι συχνές μεταβολές ταχυτήτων που συμβαίνουν σε λιγότερο από 5 δευτερόλεπτα φιλτράρονται. .

Κατανομές που χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση κύκλων **WLTC**

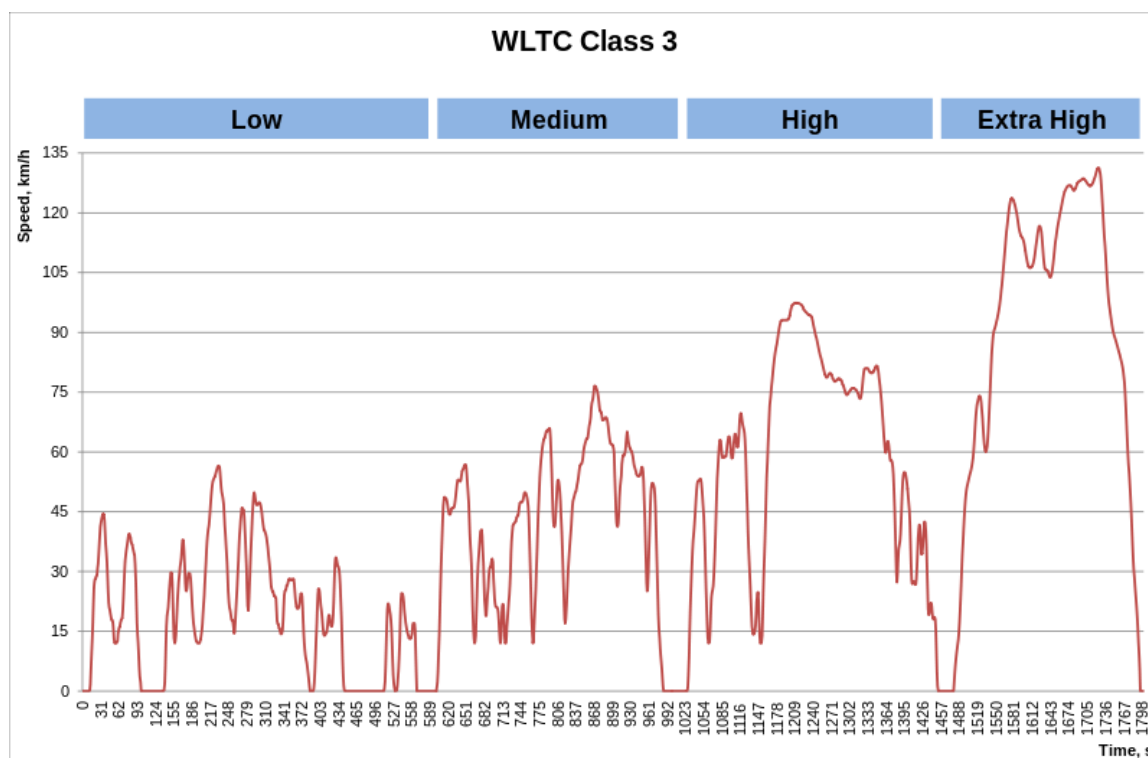
- Σταθερής Ταχύτητας (cruise speed distribution)
- Ταχύτητας Επιτάχυνσης (speed acceleration distribution)
- Μέσης Ταχύτητας (average speed distribution)
- Μέγιστης Ταχύτητας (maximum speed distribution)
- Διάρκειας (duration distribution)
- Αποστάσεις (length distribution)
- Στάσης (Idling duration distribution)

Παράμετροι που χρησιμοποιούνται για επεξεργασία και εκπόνηση των κύκλων **WLTC**

- Μέση Ταχύτητα (km/h)
- Μέγιστη Ταχύτητα (km/h)
- Μέγιστη Επιτάχυνση (km/h/s ή m/s²)
- Μεγίστη Επιβράδυνση (km/h/s ή m/s²)
- Σχετική Θετική Επιτάχυνση (m/s²)
- Μέσος Μικρός Χρόνος Ταξιδιού (s)
- Μέσος Χρόνος Στάσης (s)
- Αριθμός Στάσεων ανά Χιλιόμετρο (#/km)
- Αριθμός Στάσεων ανά Δευτερόλεπτο (#/s)
- Χρόνος Επιτάχυνσης (%)
- Χρόνος Επιβράδυνσης (%)
- Χρόνος Σταθερής Ταχύτητας (%)
- Χρόνος Στάσης (%)

2.6.2 WLTC κύκλοι οδήγησης^{77 78}

Κατηγορία 3



Σχήμα 2.34 Ο κύκλος πόλης WLTC κατηγορία 3 (UNECE Transport Division/World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (UN/ECE/WP29))

Ο κύκλος οδήγησης WLTC για την κατηγορία 3 όχημα χωρίζεται σε τέσσερα μέρη για χαμηλή, μέση, υψηλή, και επιπλέον υψηλής ταχύτητα. Αν $V_{max} < 135 \text{ km/h}$, το επιπλέον τμήμα επιπλέον υψηλή ταχύτητα αντικαθίσταται με το τμήμα χαμηλή ταχύτητα

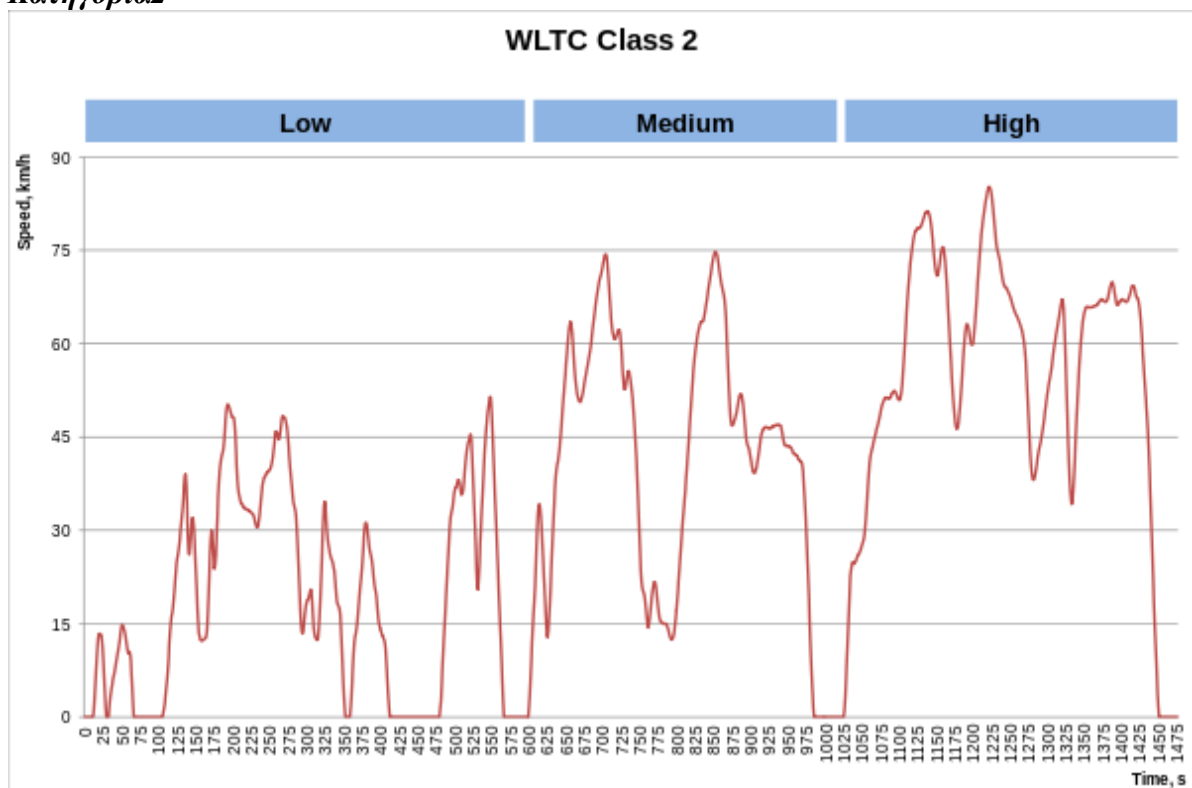
⁷⁷ 16th DHC and 3rd MC-TF Meeting Minutes, WLTP-DHC-16-07, 14:30 – 17:30, (15 Ιανουαρίου, 2013) Room XVI Palais des Nations, Geneva, Switzerland, (<https://www2.unece.org/wiki/download/.../WLTP-DHC-16-07e.doc>)

⁷⁸ WLTP-2013-016 Consolidated Draft GTR 28.01.2013.docx(<https://www2.unece.org/.../WLTP-2013-016+Consolidated+Draft+GTR+28>)

Κύκλος οδήγησης WLTC κατηγορία 3					
	ΧΑΜΗΛΗ	ΜΕΣΑΙΑ	ΥΨΗΛΗ	ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΥΨΗΛΗ	ΣΥΝΟΛΟ
Διάρκεια, s	589	433	455	323	1800
Διάρκεια στάσης, s	156	48	31	7	242
Απόσταση, m	3095	4756	7158	8254	23262
% στάσης	26.5%	11.1%	6.8%	2.2%	13.4%
Μέγιστη ταχύτητα, km/h	56.5	76.6	97.4	131.3	
Μέση ταχύτητα στάσεις, km/h	25.7	44.5	60.8	94.0	53.8
Μέση ταχύτητα με .στάσεις, km/h	18.9	39.5	56.6	92.0	46.5
Ελάχιστη επιτάχυνση, m/s ²	-1.5	-1.5	-1.5	-1.2	
Μεγίστη επιτάχυνση, m/s ²	1.5	1.6	1.6	1.0	

Πίνακας 2.8 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του WLTC στη κατηγορία 3 - υψηλής ισχύος οχήματα με PWR> 34.

Κατηγορία2



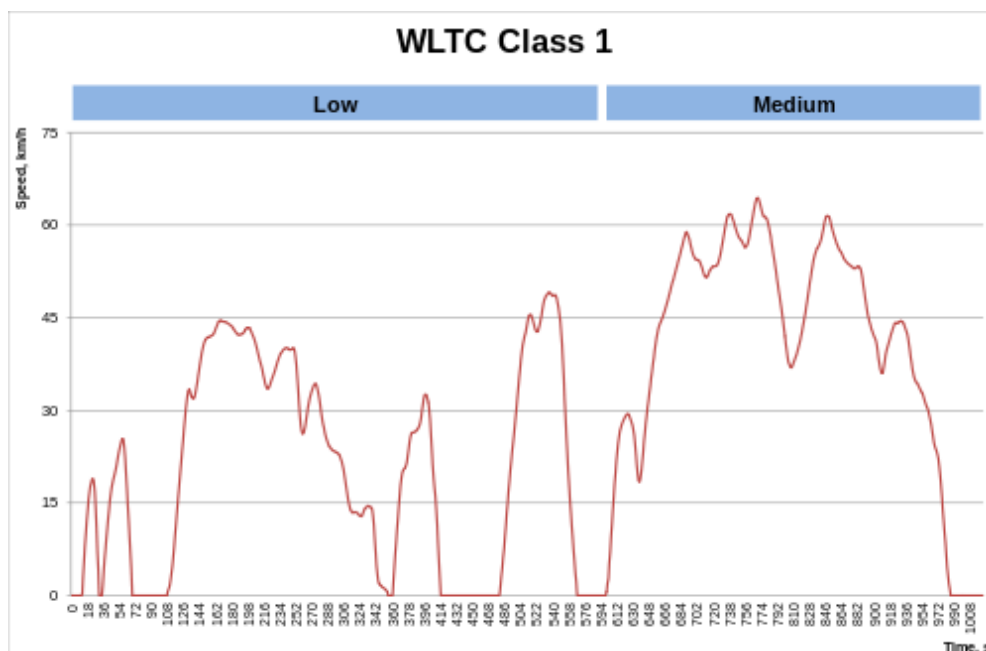
Σχήμα 2.35 Ο κύκλος πόλης WLTC κατηγορία 2 (UNECE Transport Division/World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (UN/ECE/WP29))

Ο κύκλος οδήγησης για τη κατηγορία 2 αποτελείται από τρία μέρη για χαμηλή, μέση και υψηλή ταχύτητα Αν η $V_{max} < 90 \text{ km/h}$, τότε το τμήμα της “υψηλής ταχύτητας” αντικαθίσταται με το τμήμα της “χαμηλή ταχύτητα” .

Κύκλος οδήγησης WLTC κατηγορία 2				
	ΧΑΜΗΛΗ	ΜΕΣΑΙΑ	ΥΨΗΛΗ	ΣΥΝΟΛΟ
Διάρκεια, s	589	433	455	1477
Διάρκεια στάσης, s	155	48	30	233
Απόσταση, m	3132	4712	6820	14664
% στάσης	26.3%	11.1%	6.6%	15.8%
Μέγιστη ταχύτητα, km/h	51.4	74.7	85.2	
Μέση ταχύτητα στάσεις, km/h	26.0	44.1	57.8	42.4
Μέση ταχύτητα με .στάσεις, km/h	19.1	39.2	54.0	35.7
Ελάχιστη επιτάχυνση, m/s^2	-1.1	-1.0	-1.1	
Μεγίστη επιτάχυνση, m/s^2	0.9	1.0	0.8	

Πινάκας 2.9 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του WLTC στη κατηγορία 2 - οχήματα με $22 < PWR \leq 34$

Κατηγορία 1



Σχήμα 2.36 Ο κύκλος πόλης WLTC κατηγορία 1 (UNECE Transport Division/World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (UN/ECE/WP29))

Ο κύκλος δοκιμών για τη κατηγορία 1 έχει τμήματα με χαμηλές και μεσαίες ταχύτητες , η αλληλουχία εκτελείται σε μια σειρά Low-Medium-Low. Αν ηVmax <70 km / h, το τμήμα της “ Μεσαίας ταχύτητας” αντικαθίσταται με το τμήμα της” χαμηλή ταχύτητα “.

Κύκλος οδήγησης WLTC κατηγορία 1			
	ΧΑΜΗΛΗ	ΜΕΣΑΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ
Διάρκεια, s	589	433	1022
Διάρκεια στάσης, s	155	48	203
Απόσταση, m	3324	4767	8091
% στάσης	26.3%	11.1%	19.9%
Μέγιστη ταχύτητα, km/h	49.1	64.4	
Μέση ταχύτητα στάσεις, km/h	27.6	44.6	35.6
Μέση ταχύτητα με .στάσεις, km/h	20.3	39.6	28.5
Ελάχιστη επιτάχυνση, m/s ²	-1.0	-0.6	
Μεγίστη επιτάχυνση, m/s ²	0.8	0.6	

Πινάκας 2.10 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του WLTC στη Κατηγορία 3 - υψηλής ισχύος οχήματα με PWR> 34.

2.7 Δυναμομετρική εξέδρα για την εφαρμογή των κύκλων οδήγησης

2.7.1 Τι είναι η δυναμομετρική εξέδρα πλαισίου

Η δυναμομετρική εξέδρα πλαισίου(**chassis dynamometer**) μας επιτρέπει να δοκιμάσουμε τον κινητήρα ενώ βρίσκεται μέσα στο σασί προσομοιώνοντας με ασφάλεια και ελεγχόμενες παραμέτρους-συνθήκες από την πραγματική οδήγηση .Με τη χρήση της εξέδρας μπορούμε να δοκιμάσουμε τα δυναμικά μέρη του οχήματος όπως είναι ο κινητήρας ,το σύστημα μετάδοσης και τα διαφορικά ,επίσης μπορούμε να δοκιμάσουμε αν τα υπόλοιπα στοιχεία του οχήματος ,όπως είναι το σύστημα πέδησης ,το σύστημα ψύξης καθώς και το ηλεκτρικό σύστημα λειτουργούν σωστά σε όλο το φάσμα της ισχύς και των στροφών⁷⁹ .Η εξέδρα από μόνη της είναι ένα δυναμόμετρο όμως μας χρησιμεύει διότι μπορούμε να πάρουμε μετρήσεις μέσα σε εργαστήριο, μαζί με τον επιπρόσθετο εξοπλισμό(όπως είναι το σύστημα μέτρησης καυσίμου ,το σύστημα συλλογής αερίων ,το σύστημα ανάκτησης και έλεγχου των δεδομένων(αισθητήρες,αναλυτές), το απαραίτητο λογισμικό και κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό ,ώστε να βγάλουμε συμπεράσματα για την κατανάλωση καυσίμου ,εκπομπές ρύπων και δυναμομετρησης. Στην εξέδρα αυτή επειδή χρησιμοποιούμε όλο το όχημα και όχι μόνο τη μηχανή ,οδηγεί άνθρωπος και όχι

⁷⁹“ Accuracy of exhaust emission factor measurements on chassis dynamometer.”(Ιουνιος 2009)Joumard R, Laurikko J, Le Han T, Geivanidis S, Samaras Z, Merétei T, Devaux P, André JM, Cornelis E, Lacour S, Prati MV, Vermeulen R, Zallinger M. Source :Laboratory of Transport and Environment, French National Institute for Transport and Safety Research, Bron, France. joumard@inrets.fr

Η/Υ μπορούμε να προσομοιάσουμε σε (real world) οδήγηση και να έχουμε “ρεαλιστικές” μέτρησης-συμπεράσματα όπως π.χ. για την εκπομπή καυσαερίων.⁸⁰



Εικόνα 2.1 Τροχός οχήματος περιστρέφεται πάνω στους κυλίνδρους της δυναμομετρικής εξέδρας

⁸⁰ ‘Towards completing Euro 6/VI in the lab and for the real world’: selected topics
TAP 2012, 19th International Transport and Air Pollution Conference 2012
26-27 November 2012, Thessaloniki/Greece, Nikolaus Steining, Automotive Industry Unit
Enterprise and Industry Directorate-General, European Commission



Εικόνα 2.2 Όχημα πάνω σε δυναμομετρική εξέδρα με σύστημα συλλογής ,και ανάλυσης εκπομπών καυσαερίων⁸¹

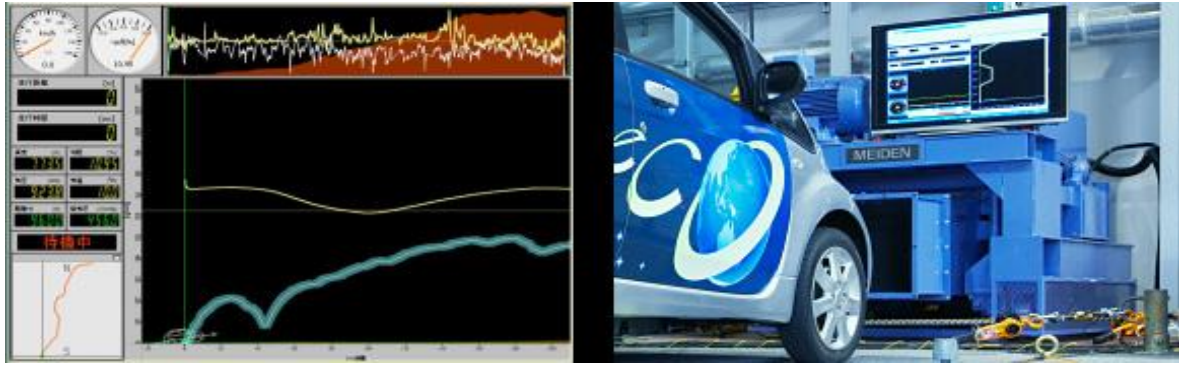
2.7.2 Κύρια μέρη της εξέδρας

- Οι περιστρεφόμενοι κύλινδροι οι όποιοι ποικίλουν σε αριθμό αλλά και σε διαστάσεις ανάλογα το όχημα
- Σύστημα σφονδύλων για τη προσομοίωση της μάζας του οχήματος
- Σύστημα πέδης για τη προσομοίωση των αεροδυναμικών αντιστάσεων και των αντιστάσεων κύλισης.
- Ηλεκτρονική μονάδα προγραμματισμού των δυνάμεων προσομοίωσης.
- Πίνακα ελέγχου της εξέδρας.

2.7.3 Διαδικασία δοκιμών

☞ Το όχημα προσδένεται με μάντες πάνω στη στην εξέδρα .Τοποθετούνται οι εύκαμπτοι σωλήνες συλλογής καυσαερίων ,καθώς και τα όργανα μέτρησης κατανάλωσης καύσιμων και ανάληψης δεδομένων από τη κεντρική μονάδα του οχήματος οδηγός παρακολουθεί το μόνιτορ (driver aid)το όποιο τον καθοδηγεί με διαγράμματα στην οθόνη τη ταχύτητα να ακολουθήσει προσεχώς καθώς και τις αλλαγές ταχυτήτων στο κιβώτιο.

⁸¹ *ATZ worldwide eMagazines Edition: 2013-04 uthor(s): Prof. Dr. techn. Christian Beidl; Dipl.-Ing. Till Weber; Dr.-Ing. Christof Gietzelt; Dr.-Ing. Tobias Düser*



Εικόνα 2.3 Το λογισμικό(driver s aid) το οποίο ‘ακολουθεί’ ο οδηγός μέσω του μόνιτορ

Πειραματικό μέρος

Αυτό το κομμάτι της εργασίας περιγράφει και αναλύει τη μεθοδολογία συλλογής δεδομένων, τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή αυτών και την επεξεργασία των δεδομένων. Από μετρήσεις που έγιναν σε συγκεκριμένες διαδρομές, σε βασικές οδικές αρτηρίες μέσα στην πόλη των Χανίων, προέκυψαν σημαντικές και χρήσιμες πληροφορίες οι οποίες παρουσιάζονται στο παρακάτω κεφάλαιο με την βοήθεια πινάκων και διαγραμμάτων.

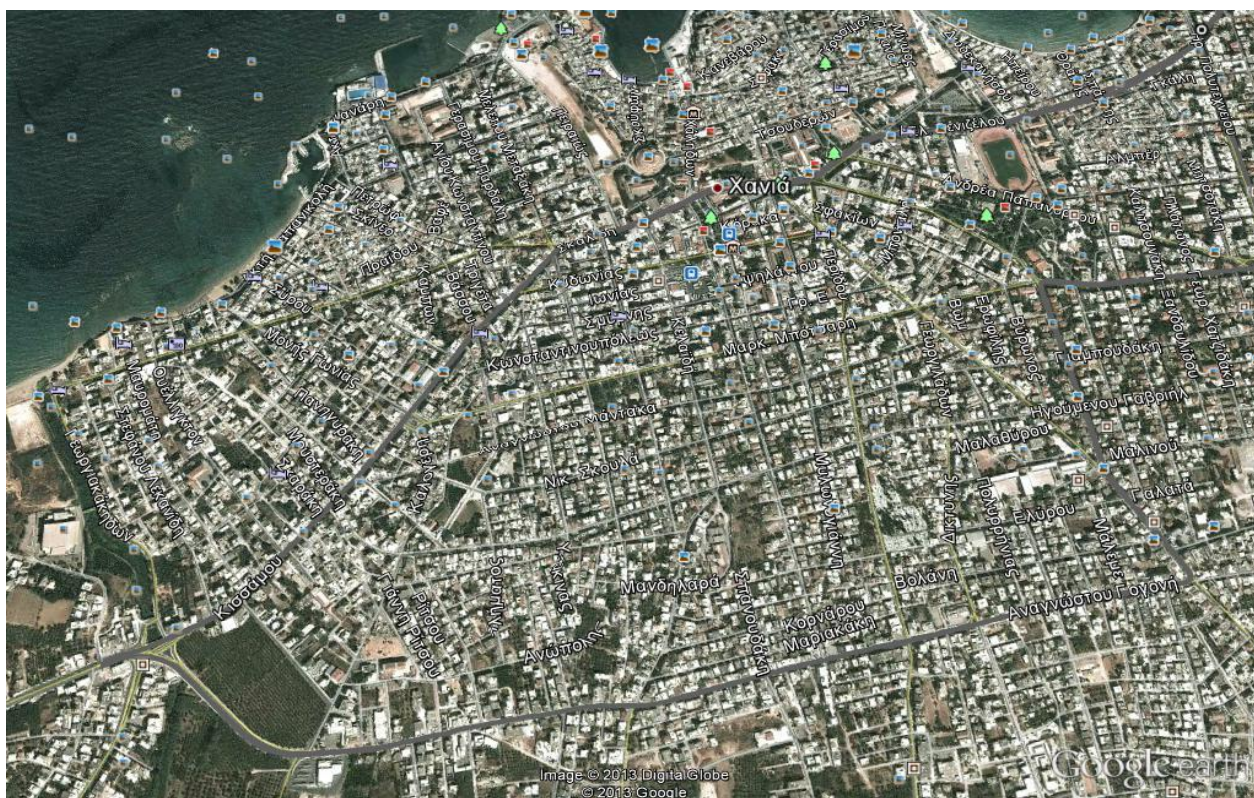
Σκοπός των μετρήσεων και της ανάλυσης αυτών είναι η δημιουργία ενός αντιπροσωπευτικού προφίλ της ταχύτητας της κίνηση στην πόλη του Χανίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Πείραμα

3.1 Εισαγωγή στο πείραμα – Συλλογή δεδομένων

Οι μετρήσεις για το πειραματικό μέρος ξεκίνησαν το πρωί της Πέμπτης 14 Φεβρουαρίου 2013 και σταμάτησαν το απόγευμα της Τετάρτης 26 Φεβρουαρίου 2013 . Σε δύο πλήρεις εβδομάδες έγιναν οι μετρήσεις και η συλλογή δεδομένων ,δύο κεντρικότερων οδικών αρτηριών της πόλης των Χανίων.

Οι επιλογή του δρομολογίου έγινε με γνώμονα όχι μόνο επειδή είναι από τις πιο αντιπροσωπευτικές διαδρομές, από τους πιο κεντρικούς δρόμους της πόλης των Χανίων, αλλά και για το λόγο ότι είναι διαδρομές οι οποίες διασχίζουν την πόλη από άκρο σε άκρο. Επιπλέον συνδέουν τις 2 κεντρικότερες εισόδους, αυτή της δυτικής μεριάς, όπου οδηγεί στην εθνική οδό βορείου άξονα και στην ενδοχώρα του νομού καθώς και την ανατολική όπου καταλήγει στο αεροδρόμιο.



Εικόνα 1. Δρομολόγιο που ακολουθήθηκε από τα στοιχεία του προγράμματος Map source στο Google Earth

Το ημερήσιο πρόγραμμα της συλλογής των μετρήσεων περιελάμβανε δύο δρομολόγια την ημέρα, τα οποία χωρίζονταν σε δύο σκέλη κατά τις ώρες αιχμής. Ένα δρομολόγιο δηλαδή στις 8:00πμ με επιστροφή στο σημείο εκκίνησης και ένα δρομολόγιο στις 18:00μμ με επιστροφή στο σημείο εκκίνησης. Πάντα η επιστροφή στο σημείο εκκίνησης γίνεται από διαφορετική διαδρομή. Με αυτόν το τρόπο μπορούμε να έχουμε ένα ρεαλιστικό προφίλ όσον αφορά τις διαδρομές μιας εφόσον πάμε σε ένα σημείο και επιστρέφουμε στο ίδιο π.χ στην εργασία μας ή τα παιδιά στο σχολείο κ.τ.λ. Τη δεύτερη

εβδομάδα τα σημεία εκκίνησης και τερματισμού παραμένουν ίδια αλλά γίνονται με αντίθετη ροή, όπου είναι εφικτό, λόγω μονοδρομήσεων. Έτσι επιτυγχάνουμε να συλλέξουμε μεγαλύτερο εύρος μετρήσεων με αποτέλεσμα το δείγμα μας να είναι πιο αντιπροσωπευτικό.

Πιο αναλυτικά οι μετρήσεις την πρώτη εβδομάδα έγιναν στις παρακάτω διαδρομές

1. Το σημείο εκκίνησης είναι η διασταύρωση Ελ.Βενιζέλου και Ακρωτηρίου (ανατολική είσοδος πόλης Χανίων)-Ελευθερίου Βενιζέλου-πλατεία Αγοράς-Χ' Μιχάλη Γιάνναρη-Σκαλίδη-Κίσσαμου και το σημείο τερματισμού είναι ο κόμβος Κλαδισού(Δυτική είσοδος της πόλης).
2. Το σημείο εκκίνησης είναι ο κόμβος Κλαδισού-Αν.Γογωνη-Λεωφ.Ηρακλείου-Νεαρχου-Ιωαν.Σφακιανική-πλατεία Ελευθερίας-Ηρώων Πολυτεχνείου-Ελ.Βενιζέλου και το σημείο τερματισμού είναι η διασταύρωση Ελ.Βενιζέλου με Ακρωτηρίου.

Κατά τη δεύτερη εβδομάδα των μετρήσεων οι διαδρομές που ακολουθήθηκαν ήταν οι εξής:

1. Το σημείο εκκίνησης είναι η διασταύρωση Ελ. Βενιζέλου και Ακρωτηρίου (ανατολική είσοδος πόλης Χανίων)-Ελευθερίου Βενιζέλου-Ηρώων Πολυτεχνείου -πλατεία Ελευθερίας-Ιωαν.Σφακιανική-Σολωμού-Γεωργιάδων –Δικτύνης – Φαλασάρνης-Αν.Γογωνή και το σημείο τερματισμού είναι ο κόμβος Κλαδισού(Δυτική είσοδος της πόλης).
2. Το σημείο εκκίνησης είναι ο κόμβος Κλαδισού-Κισσάμου-Κυδωνίας-Πλαστήρα-πλατεία Αγοράς -Ελ.Βενιζέλου και το σημείο τερματισμού είναι η διασταύρωση Ελ.Βενιζέλου με Ακρωτηρίου.

Η συνολική ημερήσια απόσταση έφτανε τα 15,2 χλμ, (7,6 χλμ το πρωί και 7,6 χλμ το μεσημέρι), ενώ το συνολικό μήκος για όλο το πείραμα ήταν περίπου **212 χλμ.**

Επειδή οι διαδρομές ήταν συγκεκριμένες το μοντέλο οδήγησης που ακολουθήθηκε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων ήταν ο ίδιος οδηγός μέσα σε ιδιωτικό αυτοκίνητο το οποίο ακολουθούσε τη γενική ροή των προπορευόμενων οχημάτων αποφεύγοντας τις απότομες επιβραδύνσεις και επιταχύνσεις.

3.2 Ο εξοπλισμός των μετρήσεων

3.2.1 Δέκτης GPS Garmin

Για το πείραμα 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

Χαρακτηριστικά του δέκτη GPS⁸²

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 'επιπλέον' εγγραφές αποθηκεύονται με ταυτόχρονη διαγραφή σημείων από την αρχή της διαδρομής.

Η επιλογή του συγκεκριμένου δέκτη είναι παραπάνω από επαρκής διότι έχει τη δυνατότητα καταγραφής των δεδομένων (καταγραφέας) και το πιο σημαντικό είναι ότι έχει τη δυνατότητα επιλογής να καταγραφεί και τα σημεία κατά τα οποία είναι ακίνητο. Η συγκεκριμένη επιλογή είναι σημαντική γιατί μας είναι απαραίτητα και αυτά τα σημεία για την προσεχής επεξεργασία.



Εικόνα 2 Ο δέκτης GPS V της Garmin

⁸² GARMIN Corporation, (2003). "Owner's Manual and Reference", Garmin International Inc.

3.2.2 Ένα αυτοκίνητο Seat Ibiza, 1.2 λίτρων με κινητήρα βενζίνης



Εικόνα 3 Το όχημα που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των δοκιμών

Το Ibiza ανήκει στην κατηγορία των supermini και κατασκευάζεται από τη Ισπανική αυτοκινητοβιομηχανία Seat από το 1984 έως σήμερα με πωλήσεις που αγγίζουν τις 4 εκατομμύρια μονάδες παγκοσμίως⁸³.

Προδιαγραφές Κινητήρα:

Μοντέλο	Κυβισμός	Διάταξη	Βαλβίδες	Μεγίστη Ιπποδύναμη σε r.p.m	Μεγίστη ροπή σε r.p.m	Κώδ Μηχ.	Μεγίστη Ταχύτητα	Περίοδος παραγωγ.
1.2	1,198 cc	Inline-3 DOHC	12	51 kW (5400)	112 Nm (3000)	BZG	170 m/h	2006–2008

Βάρος οχήματος : 1027 kgr

Εκπομπές CO₂ : 139 g/km

Κατανάλωση καυσίμου: 7.8 lit/5.1 lit/5.9 lit

Καύσιμο : βενζίνη

Κιβώτιο ταχυτήτων :χειροκίνητο



Εικόνα 4 Ο δέκτης GPS τοποθετημένος στο ταμπλό του Seat Ibiza

3.3 Συλλογή δεδομένων

Κατά την διάρκεια των δρομολογίων καταγράφαμε δεδομένα όπως, την χρονική στιγμή, το υψόμετρο, την ταχύτητα, την απόσταση σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο καθώς και την γεωγραφική θέση .Στον πίνακα 1 φαίνεται σε φύλλο Excel τα δεδομένα τα οποία αφού έχουν πρώτα εξαχθεί ,στο τέλος κάθε ημέρας, από τη συσκευή GARMIN μέσω καλωδίου σε H/Y .Τα δεδομένα παρελήφθησαν μέσω του προγράμματος MapSource software version 6.16.3 ⁸⁴

⁸⁴ Garmin, Updates and Downloads, Mapsource 6.16.3 ,
(http://www8.garmin.com/support/download_details.jsp?id=210)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Track	15/2 απογ.χονολ.	15/2/2013 17:52	0:13:01	3.2 km	15 kph				
2										
3	Header	Position	Time	Altitude	Depth	Temperatu	Leg Length	Leg Time	Leg Speed	Leg Course
4										
5	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	13 m						
6	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	4 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
7	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	3 m			0 m	0:00:02	0 kph	0° true
8	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
9	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
10	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
11	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
12	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
13	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
14	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
15	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
16	Trackpoint	N35 31.017 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			2 m	0:00:01	9 kph	180° true
17	Trackpoint	N35 31.017 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
18	Trackpoint	N35 31.017 E24 01.971	15/2/2013 17:52	2 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
19	Trackpoint	N35 31.017 E24 01.971	15/2/2013 17:52	3 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
20	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	3 m			2 m	0:00:01	9 kph	0° true
21	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	3 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
22	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	4 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
23	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	3 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
24	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	3 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
25	Trackpoint	N35 31.018 E24 01.971	15/2/2013 17:52	3 m			0 m	0:00:01	0 kph	0° true
26	Trackpoint	N35 31.017 E24 01.971	15/2/2013 17:52	3 m			2 m	0:00:01	9 kph	180° true

Πίνακας 1 Δείγμα από τα δεδομένα του δέκτη GPS σε φύλλο excel μετά τη μεταφορά από αρχείο του προγράμματος . MapSource

3.4 Επεξεργασία δεδομένων

Η αρχική επεξεργασία περιλάμβανε υπολογισμούς για την σταδιακή εξομάλυνση της ταχύτητας, με σκοπό να προκύψει η τελική ταχύτητα. Όστε να εξαλείψουμε ‘‘ακραίες ‘‘ταχύτητες ή απότομες επιταχύνσεις οι οποίες οφείλονται στη κακή λήψη των δεδομένων του GPS λόγω ανάγλυφου ,κτηρίων κτλ

Στην συνέχεια ξεχωρίσαμε τα σημεία εκείνα όπου η ταχύτητα ήταν μεγαλύτερη του μηδενός, δηλαδή δημιουργήσαμε μία σειρά δεδομένων ταχύτητας «χωρίς στάση».

Επόμενο βήμα ήταν να υπολογίσουμε την επιτάχυνση και την επιβράδυνση της ταχύτητας, καθώς επίσης και τις μέγιστες τιμές τους ανά φάση, δηλαδή από στάση σε στάση (0 km/h).

Τέλος υπολογίσαμε το ποσοστό **επί τοις εκατό για την στάση** και την κίνηση στον δρόμο, όπως και τις μέσες τιμές της **ταχύτητας, της ταχύτητας χωρίς στάση, της επιτάχυνσης** και της **επιβράδυνσης**, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα. Καθώς επίσης έγινε καταμέτρηση του **αριθμού στάσεων** και την **διάρκεια** κάθε διαδρομής.

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	πλ.ταχ.	Ταχ.Χωρίς.0	Ταχύτητα (m/s)	Επιτάχυνση	a>0	Μέγιστη επιτ. ανα φάση	a<0	Μέγιστη Επιβρ. Ανα φάση				
2	4,50	4,50	1,25	0	1,02778							
3	8,20	8,20	2,277777778	1,027777778	0,26852							
4	9,17	9,17	2,546296296	0,268518519	0,27116					% σπωσης	157	26,4755
5	10,14	10,14	2,817460317	0,271164021	0,55556					% κίνησης	436	73,5245
6	12,14	12,14	3,373015873	0,555555556	0,9127					Μέση Ταχ. Χωρίς Στ.		19,09
7	15,43	15,43	4,285714286	0,912698413	0,27778					Μέση Επιτ.		0,4045
8	16,43	16,43	4,663492063	0,277777778	0,39683					Μέση Επιβρ.		-0,4406
9	17,86	17,86	4,96031746	0,396825397								
10	16,86	16,86	4,682539683	-0,277777778			-0,2778					
11	17,86	17,86	4,96031746	0,277777778	0,27778							
12	16,57	16,57	4,603174603	-0,35714286			-0,3571					
13	14,57	14,57	4,047619048	-0,55555556			-0,5556					
14	12,29	12,29	3,412698413	-0,63492063			-0,6349					
15	10,29	10,29	2,857142857	-0,55555556			-0,5556					
16	7,29	7,29	2,023809524	-0,83333333			-0,8333					
17	5,00	5,00	1,388888889	-0,83492063			-0,6349					
18	0,00		0,555555556	-0,83333333			-0,8333					
19	0,00		0,555555556	0								
20	0,00		0,555555556	0								
21	0,00		0,277777778	-0,27777778			-0,2778					
22	0,00		0,277777778	0								
23	0,00		0,277777778	0								
24	0,00		0,277777778	0								
25	0,00		0,277777778	0								
26	0,00		0	-0,27777778			-0,2778					
27	0,00		0	0								
28	0,00		0	0								
29	0,00		0	0								
30	0,00		0,277777778	0,277777778	0,27778							

Πίνακας.2 Δείγμα από τα δεδομένα του δέκτη GPS μετά από επεξεργασία σε φύλλο excel

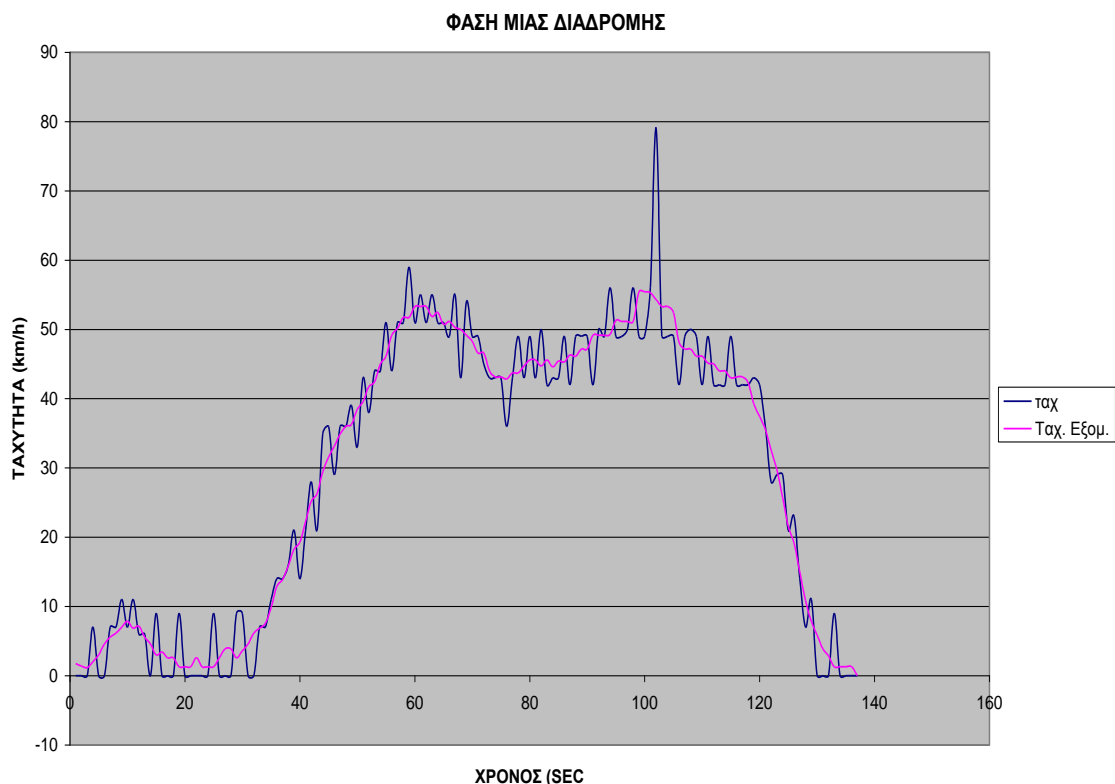
Μετά το πέρας της επεξεργασίας των δεδομένων για το κάθε δρομολόγιο ξεχωριστά, προέκυπτε μια γραφική παράσταση. Ένα γράφημα στο οποίο απεικονίζονταν η ταχύτητα του GPS και η εξομάλυνση της ταχύτητας, σε συνάρτηση με τον χρόνο.

Ο άξονας X βαθμονομείτε ανάλογα με το πόσα δευτερόλεπτα διήρκεσε το δρομολόγιο και οι τιμές του κατά περιπτώσεις ξεκινούν από τα 365δευτερόλεπτα και φτάνουν ως τα 909 δευτερόλεπτα .

Στην συνέχεια ακολουθεί ως παράδειγμα, μία γραφική παράσταση από δρομολόγιο στις 14/2/13, όπου φαίνονται μια φάση η οποία είναι μεταξύ δυο στάσεων.

Τα χαρακτηριστικά για το συγκεκριμένο δρομολόγιο είναι:

Διάρκεια:	676 sec
Ποσοστό στάσης:	19,97 %
Ποσοστό κίνησης:	80,03 %
Μέση Ταχύτητα:	23,36 km/h
Μέση Ταχύτητα Χωρίς Στάση:	29,19 km/h
Μέση Επιτάχυνση:	0,40 m/s ²



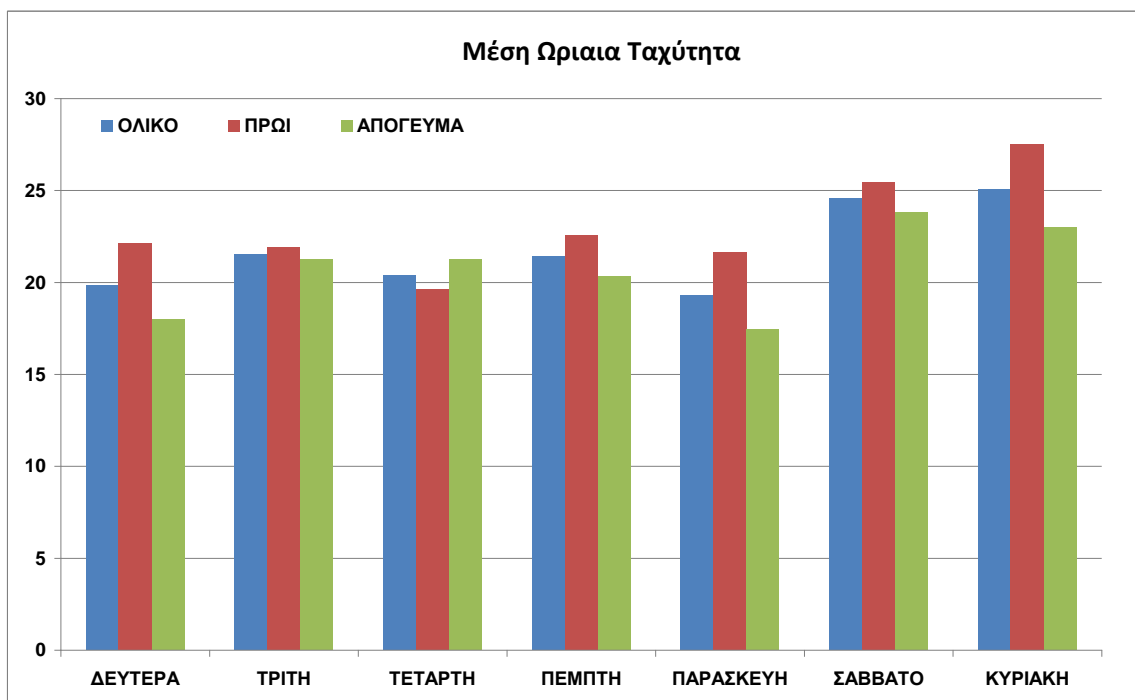
Γράφημα 1 Γραφική παράσταση μιας φάσης διαδρομής

3.5 Ανάλυση δεδομένων

Από την ανάλυση των δεδομένων δημιουργήθηκαν γραφικές παραστάσεις που απεικονίζουν την κυκλοφοριακή κατάσταση ανά ημέρα, των κεντρικών οδικών αρτηριών από την δυτική είσοδο της πόλης των Χανίων(κόμβος Κλαδισού) έως τη δυτική είσοδο (διασταύρωση Ελ.βενιζέλου και Ακρωτηρίου)

Σημαντικά στοιχεία όπως η μέση ταχύτητα, η μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις, η επιτάχυνση, η επιβράδυνση και ποσοστό στάσης περιγράφονται αναλυτικά στα επόμενα διαγράμματα .Επίσης έγιναν και διαγράμματα διασποράς και κατανομές πιθανοτήτων .

Οι τιμές προκύπτουν από την συνένωση των 2 σκελών των δυο εβδομάδων των μετρήσεων και από τον μέσο όρο των τιμών του πρωινού και του μεσημεριανού δρομολογίου.

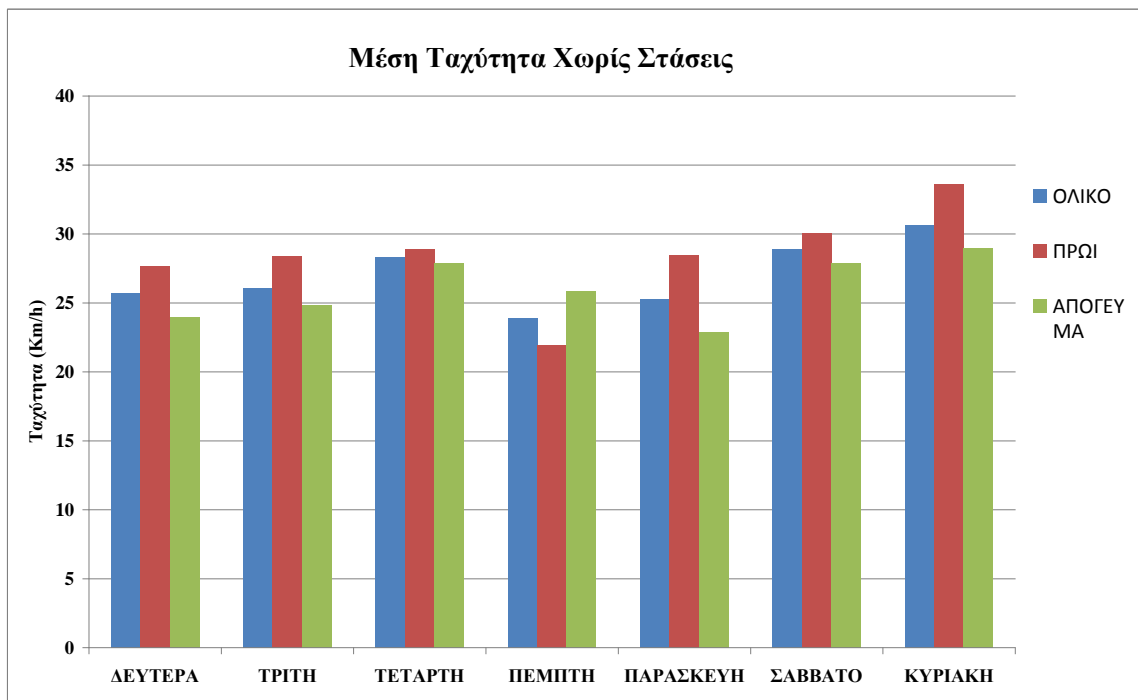


Γράφημα 2 γραφική παράσταση Μ.Ω.Τ ανά ημέρες

Παρατηρούμε από την γραφική παράσταση των ταχυτήτων ότι τις εργάσιμες ημέρες ο μέσος όρος της ταχύτητας δεν ξεπερνά τα **24 km/h** με τις χαμηλότερες τιμές ταχυτήτων κατά πλειοψηφία να καταγράφονται τις απογευματινές ώρες.

Αντίστοιχα το Σαββατοκύριακο ο μέσος όρος της ταχύτητας παρατηρούμε ότι αυξάνεται ελάχιστα και ξεπερνά τα **25 km/h**.

Αναμενόμενες χαρακτηρίζονται οι τιμές της ταχύτητας για την Κυριακή σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες της εβδομάδας. Κυμαίνονται κατά μέσο όρο σταθερά πάνω από τα **25 km/h** και είναι η υψηλότερες ταχύτητες όλης της εβδομάδας ,λόγω έλλειψης κίνησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι μετρήσεις έγιναν κατά τη χειμερινή περίοδο ,κατ επέκταση η χρήση οχημάτων είναι αυξημένη λόγω καιρικών συνθηκών σε σχέση με το καλοκαίρι όπου είναι επεκταμένη η χρήση μοτοσικλετών αλλά λόγω τουρισμού μεταβάλλεται το μέγεθος της κίνησης ,καθώς και οι ώρες αιχμής

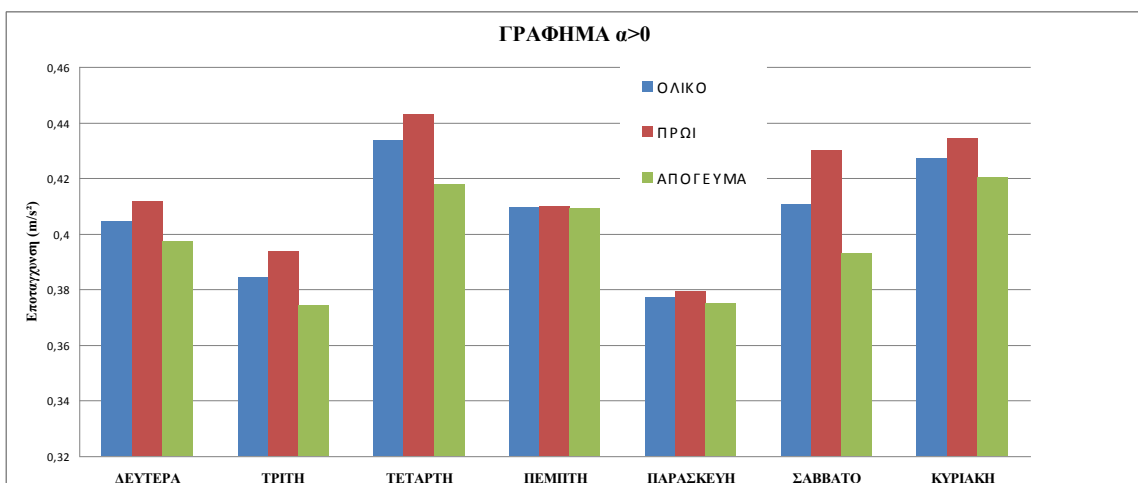


Γράφημα 3 Γραφική παράσταση Μ.Ω.Τ Χωρίς Στάσεις ανά ημέρα

Το διάγραμμα αυτό περιγράφει την συνεχόμενη κίνηση και παρατηρούμε ότι οι τιμές των ταχυτήτων είναι ελαφρώς πιο αυξημένες και φτάνουν ως και τα **28 km/h** τις εργάσιμες ημέρες.

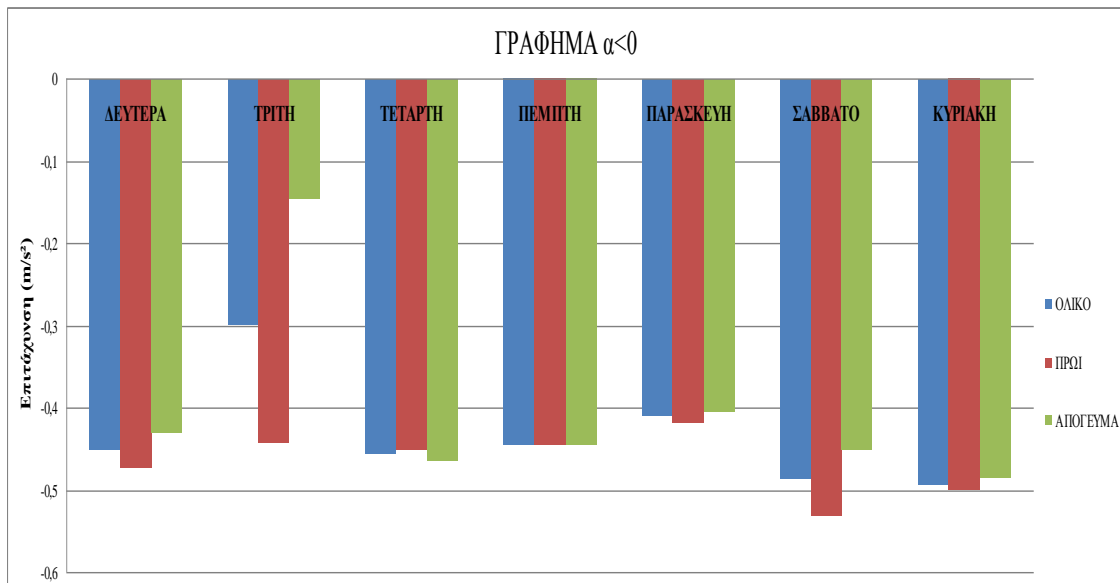
Όσον αφορά το Σαββατοκύριακο και εδώ οι τιμές είναι αυξημένες λόγω μειωμένης κίνησης και αγγίζουν κατά μέσο όρο τα **33 km/h**.

Οι τιμές αυτές προκύπτουν αν αφαιρέσουμε όλες τις μηδενικές ταχύτητες από την σειρά μετρήσεων, δημιουργώντας έτσι μια συνεχόμενη εν κινήσει διαδρομή.

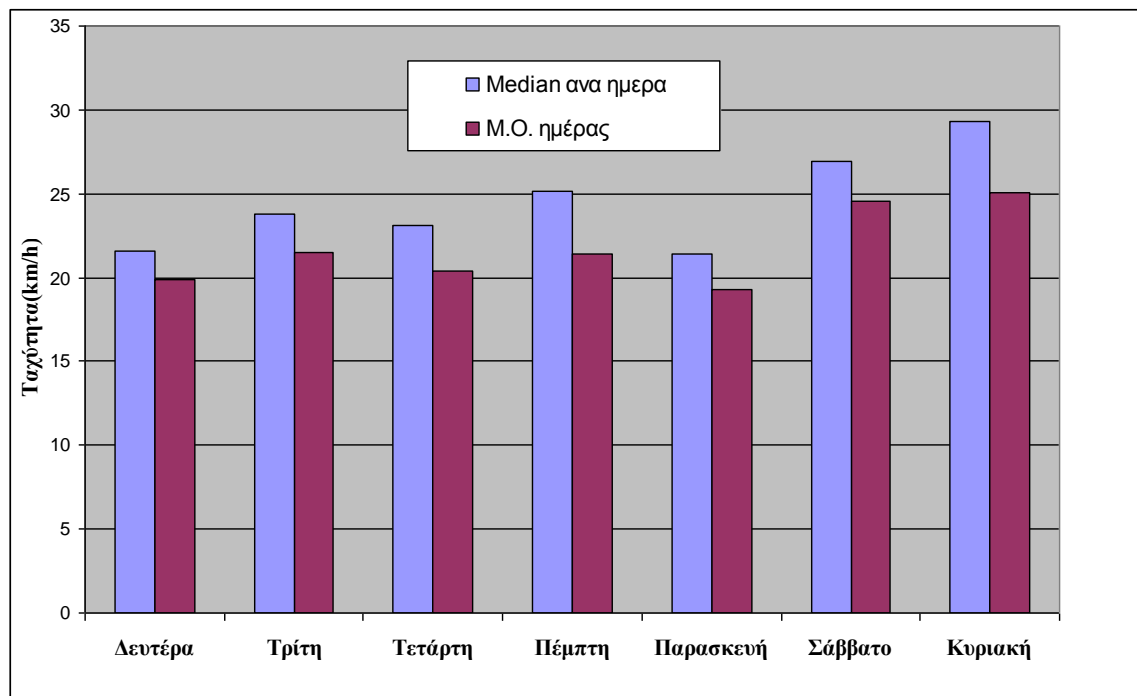


Γράφημα 4 Γραφική παράσταση επιτάχυνσης

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 και επιβράδυνση.

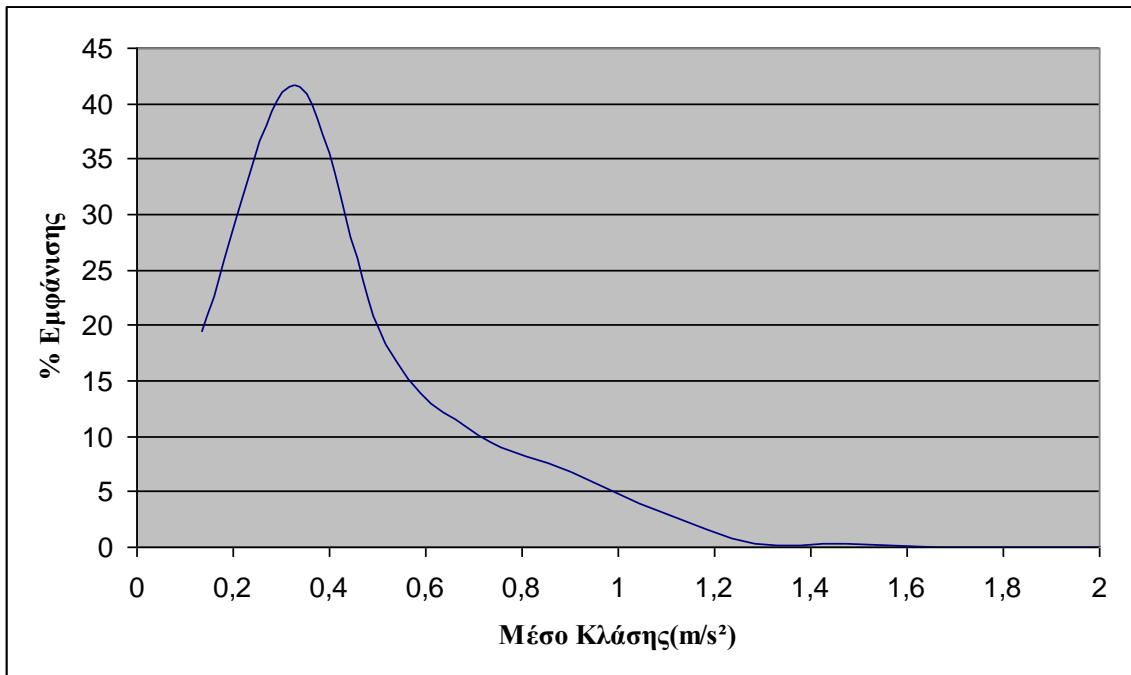


Γράφημα 5 Γραφική παράσταση επιβράδυνσης

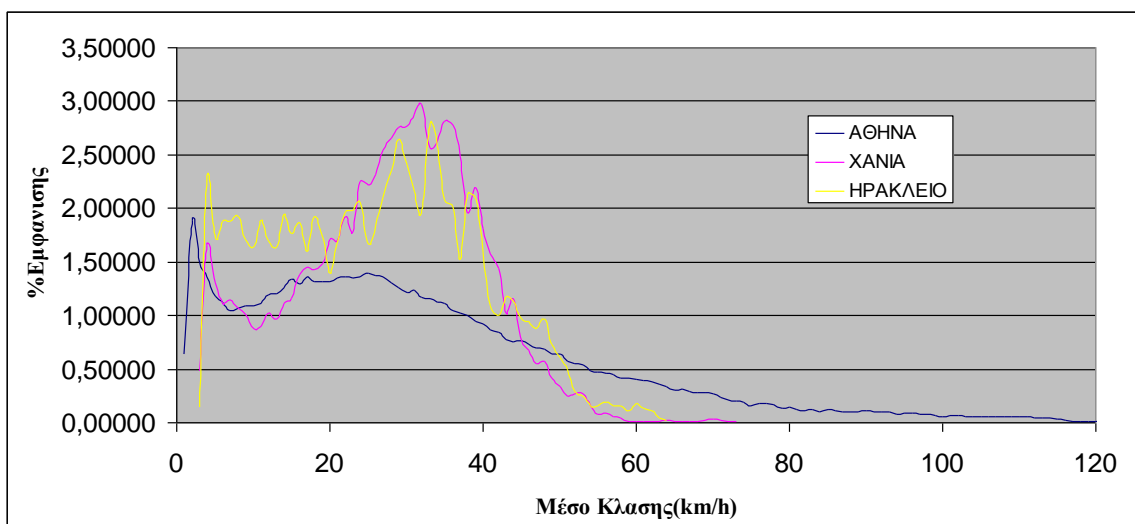


Γράφημα 6 Σύγκριση μέσης τιμής της ταχύτητας με τη μέση ωριαία ταχύτητα ανά ημέρα

Οι Μέσες Τιμές των Μ.Ω.Τ είναι ελαφρά υψηλότερες από τους Μ.Ο κατά την διάρκεια των εργάσιμων ημερών. Όμως η διαφορά τους ανοίγει το σαββατοκύριακο όπου λόγω χαμηλότερης κίνησης επιτυγχάνονται υψηλότερες ταχύτητες συχνότερα.

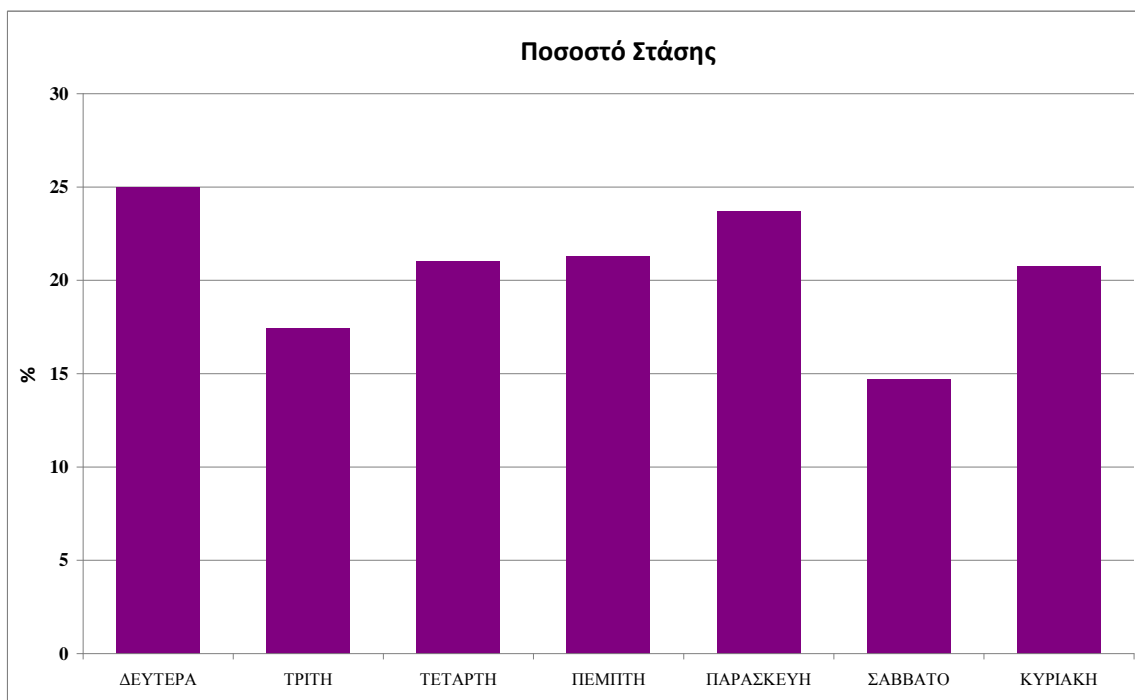


Γράφημα 7 Κατανομή των Επιταχύνσεων



Γράφημα 8 Κατανομή των Ταχυτήτων σε τρεις πόλεις

Στο συγκριτικό διάγραμμα είναι ολοφάνερο ότι στην Αθηνά έχουν γίνει αρκετές περισσότερες δειγματοληψίες και για αυτό έχει απλωθεί το φάσμα των μετρήσεων αρκετά πιο ομαλά .



Γράφημα 9 Συνολικά ποσοστά στάσης ανά ημέρα

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.

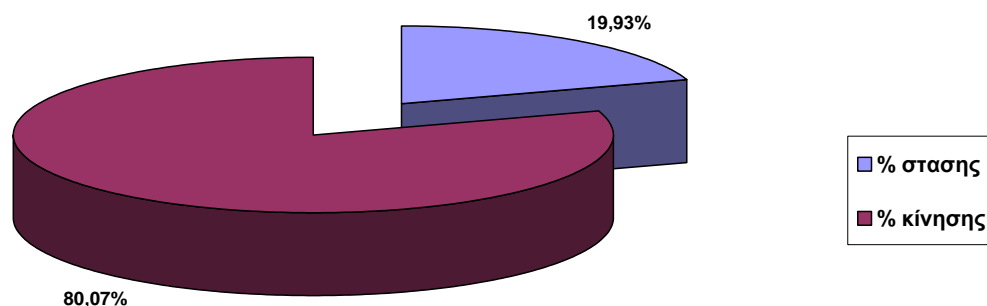
Παρατηρούμε πόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό τις Δευτέρες από τις υπόλοιπες εργάσιμες ημέρες το οποίο αγγίζει το **25%**. Πέφτει αρκετά τις Τρίτες έως και το **16,5%** και επανακάμπτει τις Πέμπτες.

Αυξημένο επίσης είναι και το ποσοστό του πρωινού της Παρασκευής με **19,3%**, σε πλήρη αντίθεση με τα ποσοστά της Δευτέρας. Τα ποσοστά της λοιπόν βρίσκονται σε υψηλό επίπεδο, αν σκεφτούμε ότι πρόκειται για την πρώτη ημέρα της εργάσιμης εβδομάδας και μπορούν να συγκριθούν με τα ποσοστά της Παρασκευής.

Για την Κυριακή το ποσοστό για τις πρωινές ώρες ήταν αναμενόμενο εφόσον τα πάντα είναι κλειστά, συνεπώς το μεγαλύτερο μέρος του ποσοστού οφείλεται στους φωτεινούς σηματοδότες.

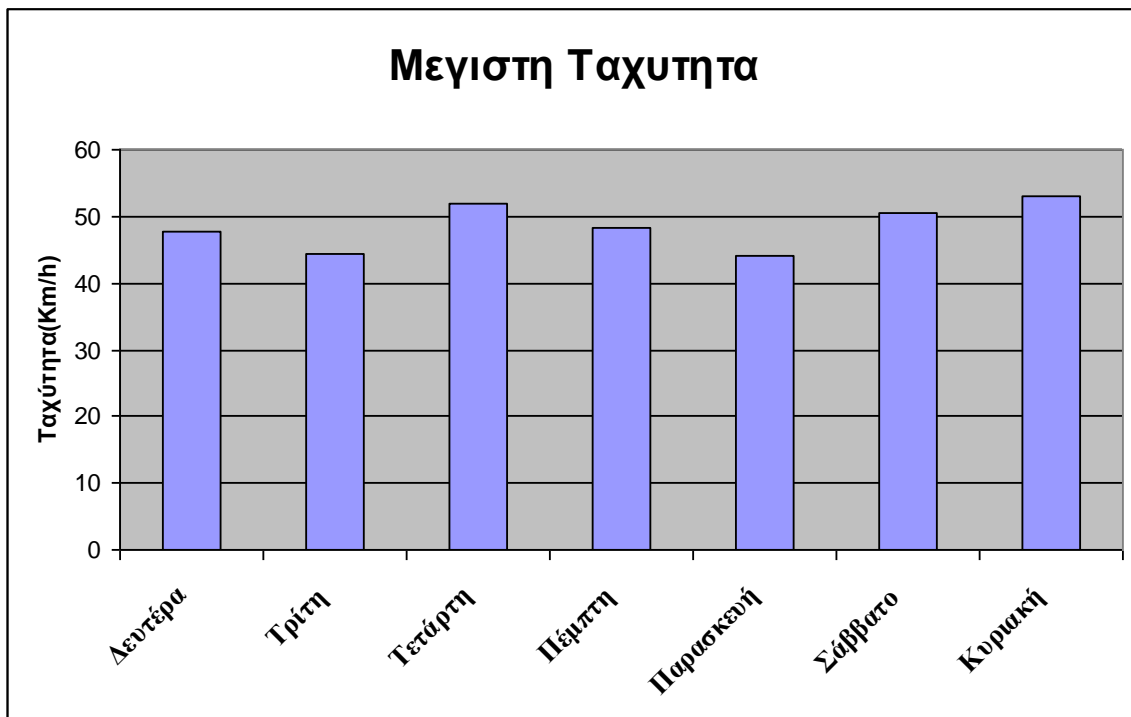
Στο σημείο αυτό να σημειώσουμε ότι οι έναρξη του κάθε δρομολόγιου γινόταν κάθε μέρα την ίδια ώρα με απόκλιση ± 30 λεπτών.

Ολικά Ποσοστά Στάσης-Κίνησης



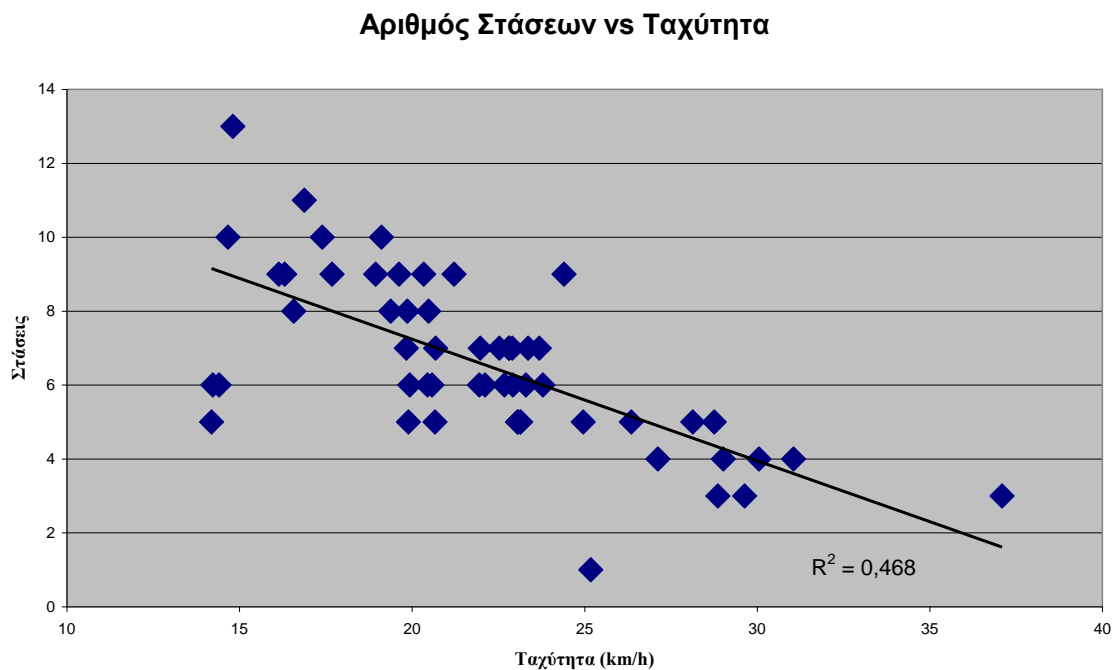
Γράφημα 10 Συνολικά ποσοστά στάσης -κίνησης

Το ποσοστό στάσης προκύπτει από το πλήθος των μηδενικών ταχυτήτων, Τα χρονικά σημεία δηλαδή που το αυτοκίνητο είναι εντελώς ακίνητο, είτε λόγω κάποιου φωτεινού σηματοδότη είτε επειδή υπάρχει έντονο κυκλοφοριακό ,είτε λόγω κάποιο αλλού παράγοντα π.χ. συνομιλία στο κινητό ,κυκλοφοριακές ρυθμίσεις κτλ. 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



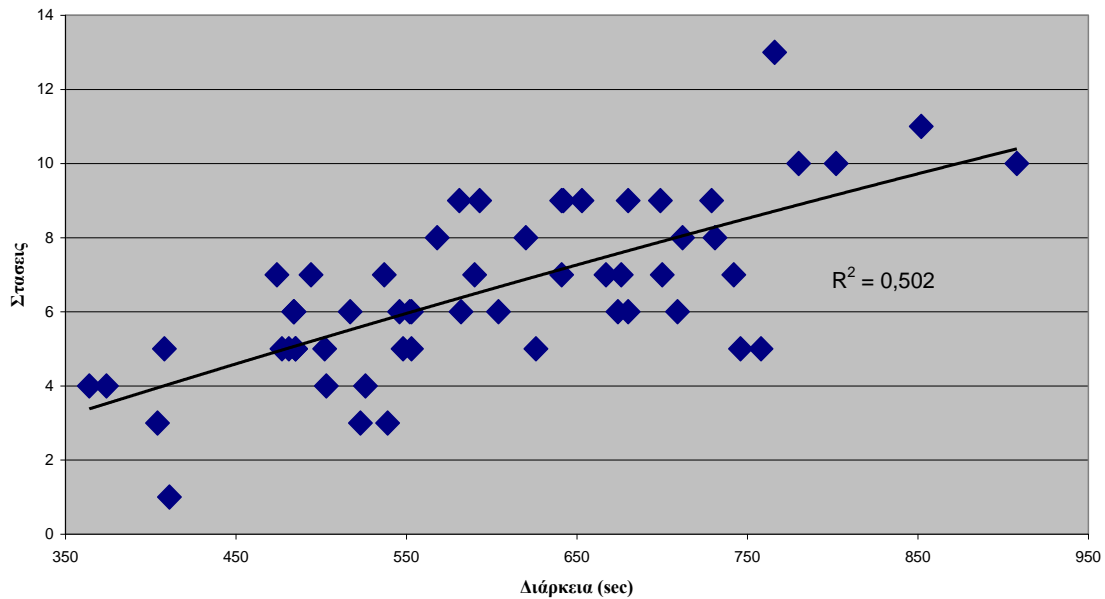
Γράφημα 11 .Μεγιστη Ταχύτητα ανά ημέρα.

Στο παραπάνω γράφημα φαίνεται ότι το αστικό οδικό δίκτυο δεν ενδείκνυται για για υψηλές ταχύτητες και σε συνδυασμό με τα παραπάνω διαγράμματα συμπεραίνουμε ότι η κίνηση στους δρόμους στα Χάνια είναι μειωμένη ,το οδηγικό προφίλ είναι μάλλον λιγότερο επιθετικό ,με μικρότερες τιμές σε επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις.



Γράφημα 12 Διάγραμμα διασποράς Αριθμού Στάσεων vs. Ταχύτητα

Αριθμός Στάσεων vs Διάρκεια



Γράφημα 13 Γράφημα διασποράς Αριθμού Στάσεων vs Διάρκεια

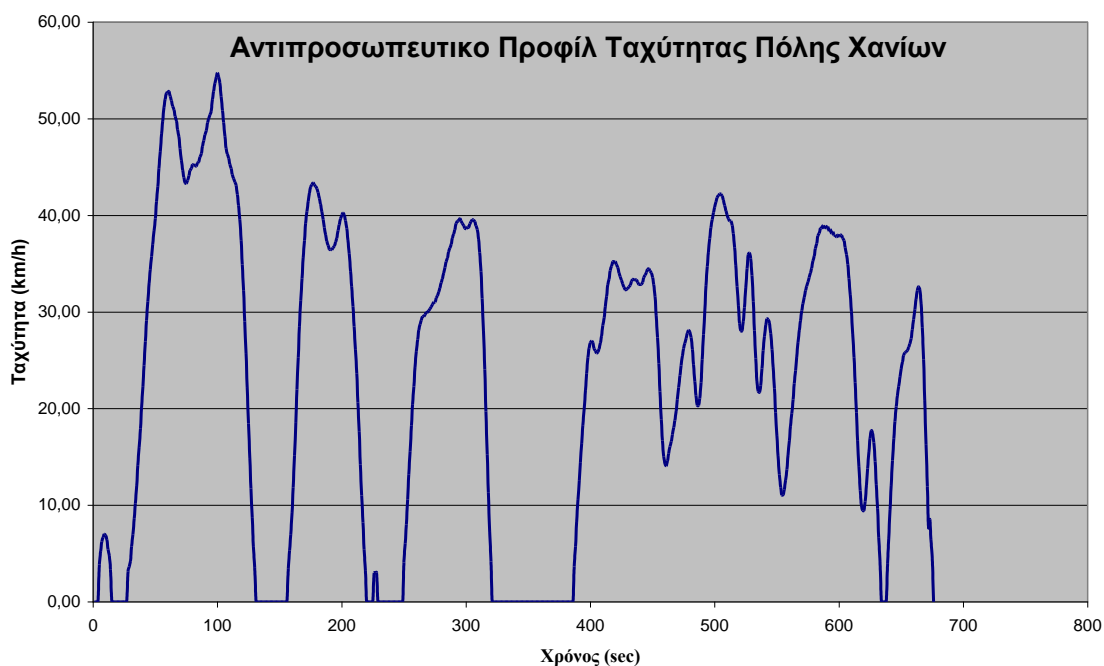
Από τα παραπάνω διαγράμματα με το κρίνεται αναγκαία η λήψη παραπάνω πλήθους μετρήσεων.

3.6 Επιλογή αντιπροσωπευτικού προφίλ ταχύτητας

Για να επιλέξω ένα αντιπροσωπευτικό προφίλ ταχύτητας θα επιλέξω αυτό ,από το σύνολο των μετρήσεων(διαδρομές) μου ,το οποίο έχει τη μεγαλύτερη τιμή αθροίζοντας τα ποσοστά ομοιότητας των κυρίων χαρακτηριστικών που επέλεξα να επεξεργαστώ. Τα χαρακτηριστικά αυτά παρατίθενται στον Πίνακα 3 καθώς και οι μέσες τιμές των μετρήσεων στη δεύτερη στήλη .Στη τρίτη στήλη είναι η τιμές της διαδρομής η οποία έχει αθροιστικά το μεγαλύτερο ποσοστό ομοιότητας και η οποία είναι η επιλεγθείσα.. Με μεγίστη τιμή το 9 η συγκεκριμένη μέτρηση συγκέντρωσε 8,52 .

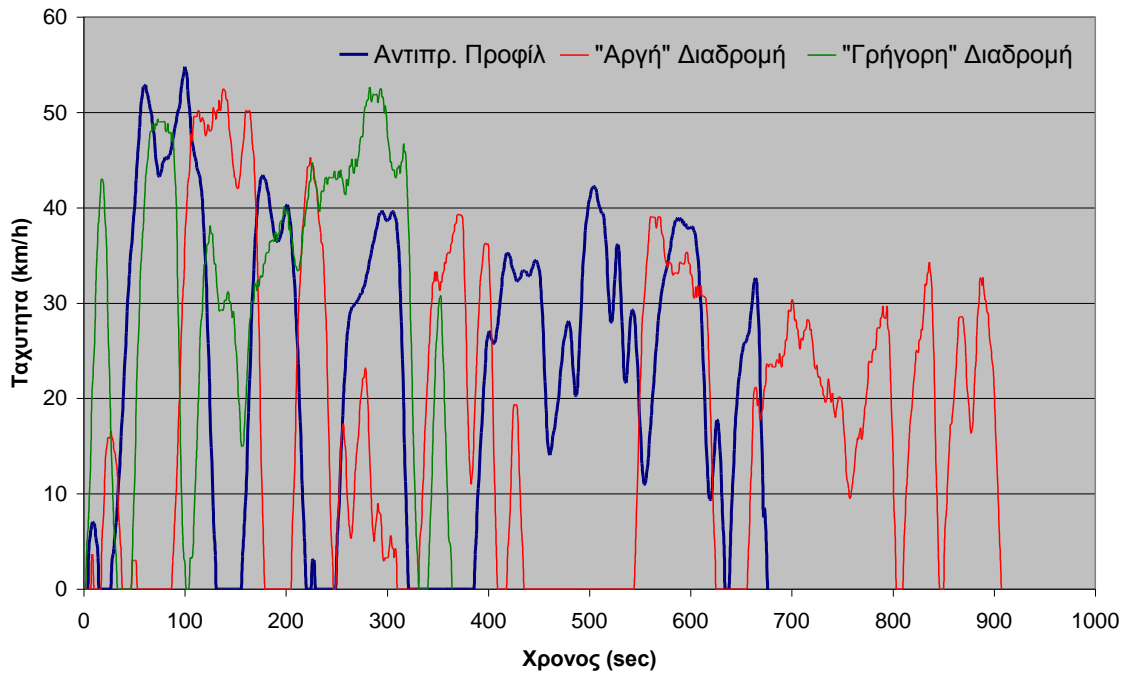
Χαρακτηριστικά	Μέσες Τιμές Μετρήσεων	Τιμές Αντ/κής Διαδρομής	Ποσοστό Ομοιότητας %
Μέγιστη Ταχύχ.(km/h)	48,56	55,43	0,87
Διάρκεια(sec)	598,36	676,00	0,89
Διάρκεια Στάσης%	19,93	19,97	1,00
Διάρκεια Κίνησης %	80,07	80,03	1,00
Μ.Ω.Τ (km/h)	22,10	23,36	0,95
Μ.Ω.Τ Χ.Σ (km/h)	27,19	29,19	0,93
Μέση Επιτ.(m/s ²)	0,41	0,40	0,97
Μέση Επιβ.(m/s ²)	-0,44	-0,45	0,97
Φάσεις #	6,55	7,00	0,94

Πίνακας 3 Σύγκριση των Μ.Ο όλων των μετρήσεων με τους αντίστοιχους της αντιπροσωπευτικής διαδρομής



Γράφημα 14 Αντιπροσωπευτικό προφίλ της ταχύτητας στην πόλη των Χανίων

Στο διάγραμμα του αντ/κού προφίλ ταχύτητας της πόλης των Χανίων μπορούμε να ξεχωρίσουμε τις φάσεις (κίνηση ανάμεσα σε δύο στάσεις), τις ομαλές επιταχύνσεις, και στη προτελευταία φάση διακρίνουμε ότι το όχημα ακολουθεί τη γενική ροή των προπορευόμενων οχημάτων προς τον φωτεινό σηματοδότη όπου τα οχήματα αυτά αυξομειώνουν τη ταχύτητα τους ως να σταματήσουν.



Γράφημα 15 Σύγκριση διαφορετικών διαδρομών

Στο γράφημα 12 παρατηρούμε τα διαγράμματα τριών διαδρομών .Αυτό της αντιπροσωπευτικής μας διαδρομής,της πιο γρήγορης διαδρομής και της πιο αργής διαδρομής .τις οποίες χαρακτηρίζουν η μεγάλη διαφορά φάσεων (στάσεων).Η αντιπροσωπευτική μας διαδρομή είναι ανάμεσα στις δυο ακραίες χρονικά διαδρομές .Η αργή διαδρομή είναι Δευτέρα πρωί ενώ η πιο γρήγορη Κυριακή πρωί.

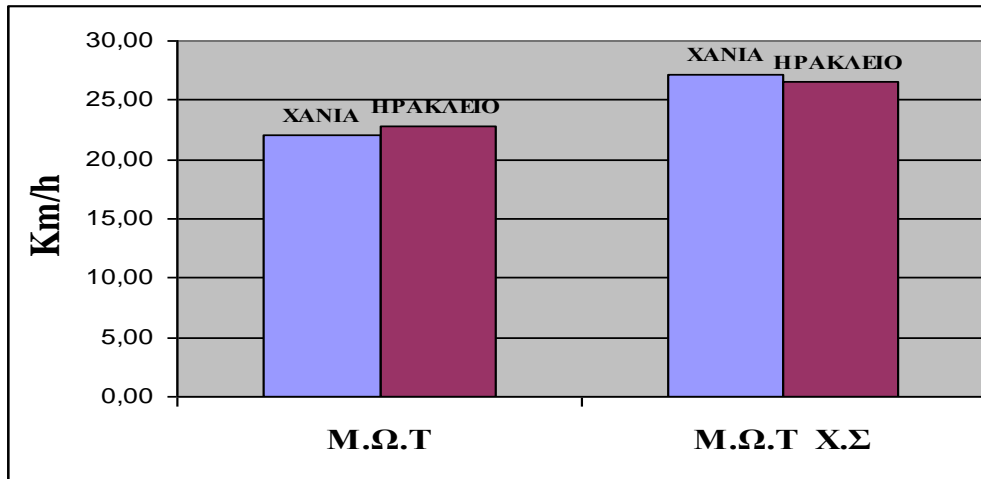
3.7 Συγκρίσεις με άλλους Κ.Ο

	Αν/κη Διαδρ.	GUDC	ADC 2002	NEDC	Artemis Urban	ECE-15	Hong Kong	FTP-75	NYCC
Διάρκεια(s)	676	1175	1160	1180	993	195	1548	1874	599
Μ.Ω.Τ. (km/h)	23.36	18,67	20,21	33,6	17,65	18,4	25	34,1	11,4
Μ.Ω.Τ Χ.Σ (km/h)	29.19	27,31	27,17	44,8	24,66	26,5	30,4	41,6	17,9
Διάρκεια Στάσης (%)	19.97	31,66	25,6	25,42	28,4	30,8	17,8	17,9	36,2
Θετική επιτ/ση (%)	34.88	34,04	36,21	20,93	34,64	21,5	34,5	32,4	27,9
Μεση επιταχυνση (ms ⁻²)	0.40	0,692	0,66	0,726	0,732	0,64	0,59	0,60	0,71
Αποσταση (m)	4200	6094	6512	11007	4870	990	10330	17770	1900
Φάσεις #	7	20	16	13	22	3	11	22	10

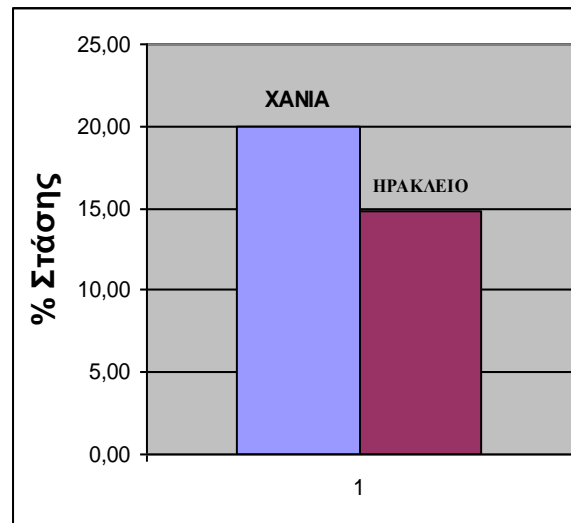
Πίνακας 4 Σύγκριση των βασικότερων χαρακτηριστικών- παραμέτρων μεταξύ των κυριότερων θεσμοθετημένων κύκλων οδήγησης και της αντιπροσωπευτικής διαδρομής.

Παρατηρούμε στον παραπάνω πίνακα όπου γίνεται μια παράθεση των χαρακτηριστικών- παραμέτρων των κυριότερων θεσμοθετημένων Κ.Ο παγκοσμίως ότι η μέση ταχύτητα της αντιπροσωπευτικής μας διαδρομής κρίνεται πάνω από το μέσο όρο μιλώντας πάντα για αστικό περιβάλλον .Καθώς επίσης παρατηρούμε τις μικρές τιμές επιτάχυνσης οι οποίες διακρίνουν τις επαρχιακές πόλεις.

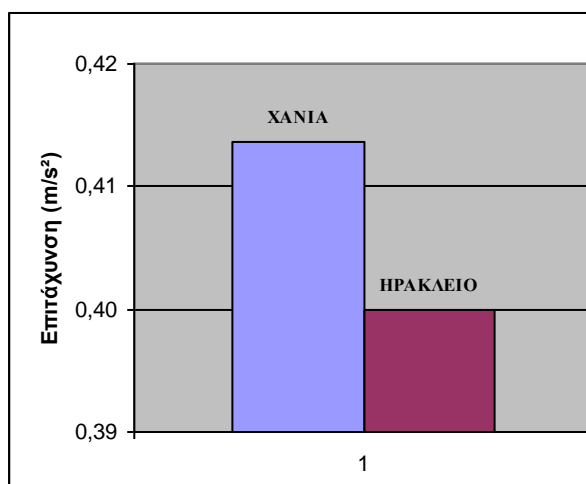
3.8 Σύγκριση των Μ.Ο των τιμών των διαδρομών μου με αντίστοιχο πείραμα που έγινε στη πόλη του Ηρακλείου



Γράφημα 16 Σύγκριση Μ..Ω.Τ

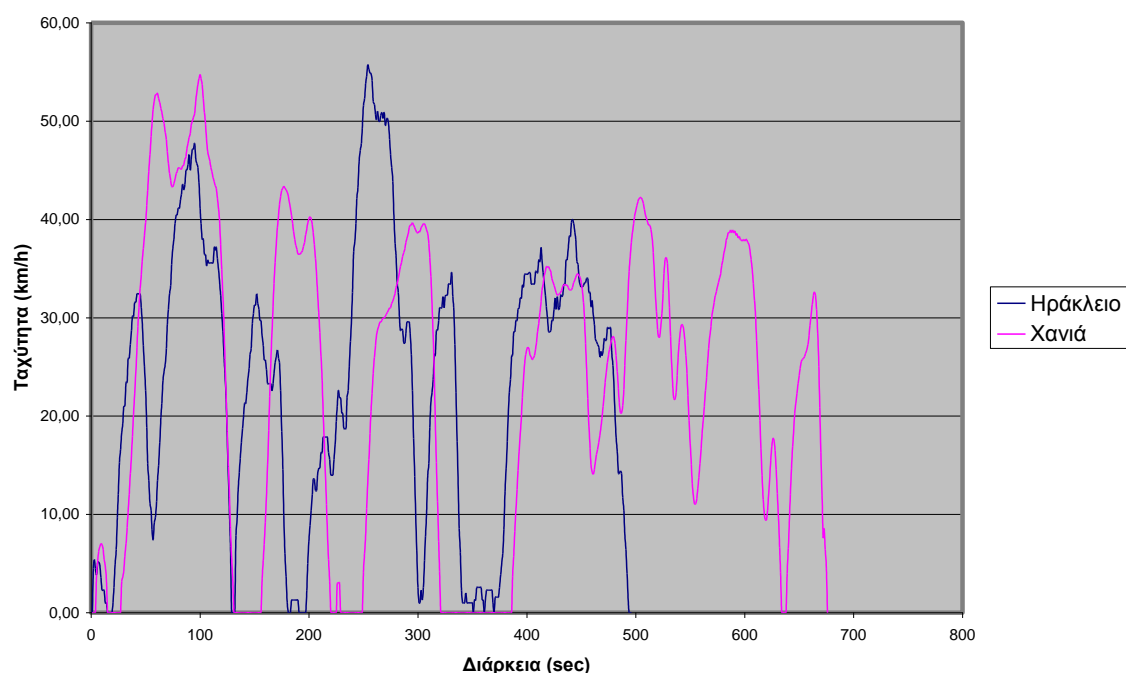


Γράφημα 17 Σύγκριση Ποσοστών Στάσης



Γράφημα 18 Σύγκριση Επιταχύνσεων

Από τα τη σύγκριση βλέπουμε ότι η Μ.Ω.Τ στη πόλη των Χανιών είναι ελαφρά μικρότερη ,το αντίστροφο συμβαίνει στις Μ.Ω.Τ Χ.Σ. Μεγάλη διαφορά συναντάμε στο % στάσεων με αισθητά μεγαλύτερο στα Χανιά από αυτή στη πόλη του Ηρακλείου .Αρκετά κοντινές είναι οι τιμές στις θετικές επιταχύνσεις



Γράφημα 19 Σύγκριση των δυο αντιπροσωπευτικών προφίλ

Παρατηρούμε ότι ενώ είναι κοντινές οι τιμές σε βασικά χαρακτηριστικά δεν μπορεί να γίνει μια απόλυτη σύγκριση μεταξύ των δυο πόλεων επειδή το πλήθος των μετρήσεων ήταν μικρότερο στο Ηράκλειο. Παρατηρούμε επίσης ότι υπάρχει μια μεγάλη διαφορά στη χρονική διάρκεια των προφίλ .Αυτό όμως δεν πρέπει να μας οδηγήσει σε λάθος

συμπεράσματα .Σωστότερο θα ήταν να γίνουν προφίλ της διάρκειας που χρησιμοποιούν οι πολίτες για τις οδικές τους μετακινήσεις στη κάθε πόλη.

3.9 Συμπεράσματα -προτάσεις

Ένα πρώτο συμπέρασμα για τον ιδιαίτερο τρόπο κίνησης στη πόλη των Χανίων είναι ότι τα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων στις συγκεκριμένες διαδρομές είναι ότι η κίνηση ήταν συνεχόμενη χωρίς πολλές διακοπές από φανάρια η από κυκλοφοριακό φόρτο. Επίσης η γενική ροή των οχημάτων δεν κρίνεται “επιθετική” λόγω μη ακραίων μέσων τιμών σε μέγιστες ταχύτητες και επιταχύνσεις. Είναι αναγκαίο να αυξηθεί το πλήθος των μετρήσεων σε επόμενες μελέτες ώστε να γίνει πιο “ρεαλιστικό” το προφίλ της πόλης συμπεριλαμβάνοντας μια σημαντική παράμετρο για τη πόλη μας ,αυτή του τουρισμού ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες.

Μια ασφαλής σύγκριση με το προφίλ της πόλης του Ηρακλείου δεν μπορεί να γίνει διότι έχει μικρότερο αριθμό μετρήσεων και επιπλέον και στις δυο μετρήσεις απουσιάζει η τιμή της μέσης διάρκειας που χρειάζεται ο κάθε πολίτης για της οδικές του μετακινήσεις .Μια πρώτη ανάγνωση δείχνει ότι βασικά χαρακτηριστικά όπως η Μ.Ω.Τ και η επιτάχυνση έχουν παραπλήσιες τιμές. Μια πιο εμπεριστατωμένη σύγκριση μπορεί να γίνει όταν συμπληρωθεί ένα ικανοποιητικό πλήθος καταγραφών.

Η διάρκεια του Κύκλου Οδήγησης για τα Χανιά αλλά και για άλλες πόλεις θα πρέπει να αντιπροσωπεύει τη μέση καθημερινή διαδρομή των πολιτών. Στην περίπτωση μας έγινε καταγραφή αντιπροσωπευτικών διαδρομών στις πιο κεντρικές οδικές αρτηρίες της πόλης, για μια πρώτη προσέγγιση ενός αντιπροσωπευτικού προφίλ για την πόλη των Χανίων. Περισσότερες καταγραφές σε συνδυασμό με τη μέση διάρκεια της καθημερινής διαδρομής των πολιτών θα δώσει το Κύκλο Οδήγησης για τα Χανιά.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση της νέας τεχνολογίας ,δηλαδή με τα συστήματα εντοπισμού των οχημάτων η ακόμα και με τη βοήθεια των νέων κινητών τηλέφωνων εξοπλισμένα με το κατάλληλο λογισμικό .Οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να “απογειώσουν” την αποτελεσματικότητα αφού είναι ασύρματες ,επίσης μπορούν να γίνονται σε “πραγματικό χρόνο”

Με την εκπόνηση του Κ.Ο των Χανίων μπορούμε με τη χρήση δυναμομετρικής εξέδρας πλαισίου να έχουμε συμπεράσματα για τη κατανάλωση καύσιμου και τις εκπομπές αερίων που εκλύονται στη πόλη .Τέτοιες πιστοποιημένες εξέδρες οι οποίες είναι απαραίτητες για την διεξαγωγή έγκυρων μετρήσεων υπάρχουν δυο στην Ελλάδα ,μια στο Ελληνικό και μια στο Α.Π.Θ.

Έτσι μπορούμε και σε τοπικό επίπεδο να έχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα για το μέγεθος της ατμοσφαιρικής ρυπανσης και κατά συνεπεία να ληφθούν αποφασεις για τη βελτιωση της ποιότητας ζωής. Με τις μετρήσεις που θα γίνουν λαμβανουμε δεδομενα για συγκεκριμενες χρονικες περιόδους η ακομα και για συγκεκριμενα σημεία της πόλης τα οποία με την κατάλληλη επεξεργασία και ανάλογη βούληση να γίνονται άμεσες και καίριες παρεμβάσεις (πχ δακτύλιος, μονοδρομήσεις, ρύθμιση φωτεινών σηματοδοτών, δημιουργία νέων δρόμων, ενθάρρυνση εναλλακτικών τρόπων μεταφορών ,πεζοδρομήσεις)

Η χρήση των “real world” Κ.Ο από τα κέντρα λήψης αποφάσεων είναι επιβεβλημένη ακόμα και σε τοπικό επίπεδο ώστε να μετριάσουν η ακόμα και να εξαλειφθούν οι επιπτώσεις από το καθημερινό φόρτο που επιφέρουν οι οδικές μετακινήσεις και κατά συνέπεια να ανέβει το επίπεδο ζωής στις τοπικές κοινωνίες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Ρύπανση του περιβάλλοντος

Σχήμα 1.1 Προέλευση αερίων ρύπων στην Ευρώπη	Σελ 9
Πίνακας 1.1 Προέλευση αερίων ρύπων στο λεκανοπέδιο της Αττικής	Σελ 10
Πίνακας 1.2 Όρια για οχήματα ECE R15-04	Σελ 15
Πίνακας 1.3 Η εξέλιξη των προτύπων εκπομπών στη Ευρωπαϊκή Ένωση	Σελ 15
Πίνακας 1.4 Όρια εκπομπής ρύπων οχημάτων μέχρι 1/01/93	Σελ 16
Πίνακας 1.5 Όρια εκπομπής ρύπων σύμφωνα οδηγία 98/69 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου	Σελ 16
Εικόνα 1.1	Σελ 18
Πίνακας 1.6 Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα επιβατικά αυτοκίνητα	Σελ 19
Πίνακας 1.7 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα ≤ 1305 kg (κατηγορία N _{1-D} , g / km)	Σελ 20
Πίνακας 1.8 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα 1305 kg - 1760 kg (κατηγορία N _{1-II} , g / km)	Σελ 21
Πίνακας 1.9 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα > 1760 kg max 3500 kg . (Κατηγορία N _{1-III} & N ₂), g / km)	Σελ 22
Πίνακας 1.10 Μεταβολή ανώτατων ορίων των εκπεμπόμενων ρύπων για τα επιβατικά αυτοκίνητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση	Σελ 22
Σχήμα 1.2 Διάγραμμα που παρουσιάζει την πρόοδο των ευρωπαϊκών προτύπων εκπομπής για τα αυτοκίνητα diesel.	Σελ 23
Σχήμα 1.3 Διάγραμμα που παρουσιάζει την πρόοδο των ευρωπαϊκών προτύπων εκπομπής για τα αυτοκίνητα βενζίνης	Σελ 23
Σχήμα 1.4 Ποσοστιαία μείωση των ορίων εκπομπής ρύπων για τους ντιζελοκινητήρες των επιβατικών αυτοκινήτων στην Ευρώπη	Σελ 24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Κύκλοι πόλης

Διάγραμμα 2.1 (modal κύκλος οδήγησης (ECE-15)	Σελ 29
Διάγραμμα 2.2 (real world κύκλος οδήγησης ,Αθήνα 2002)	Σελ 29
Διάγραμμα 2.3 «Κύκλος Πόλης» ECE	Σελ 34
Διάγραμμα 2.4 Ο κύκλος πόλης EUDC	Σελ 34
Σχήμα 2.5 Ο κύκλος πόλη EUDC για χαμηλής ισχύος οχήματα,	Σελ 34
Σχήμα 2.6 Ο Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης (NEDC)	Σελ 35
Πίνακας 2.1 Τα χαρακτηριστικά του ευρωπαϊκού κύκλου οδήγησης NEDC	Σελ 35
Πίνακας 2.2 Τα χαρακτηριστικά του κύκλου Artemis	Σελ 36

Σχήμα 2.7 Οι κύκλοι πόλης ARTEMIS σε αστικούς, αγροτικούς δρόμους και αυτοκινητοδρόμους και η δομή τους σε τυπικές οδηγικές συνθήκες	Σελ 36
Σχήμα 2.8 ‘‘Αστικός’’ κύκλος πόλης Artemis	Σελ 38
Σχήμα 2.9 Ο κύκλος Artemis σε αγροτικό δρόμο	Σελ 38
Σχήμα 2.10 Ο κύκλος Artemis για αυτοκινητόδρομο 130-150	Σελ 39
Πίνακας 2.3 Τα χαρακτηριστικά-παράμετροι κύκλου πόλης ECE R49 για βαρέα φορτηγά	Σελ 40
Πίνακας 2.4 Τα χαρακτηριστικά-παράμετροι του κύκλου πόλης ESC για βαρέα φορτηγά και λεωφορεία	Σελ 41
Σχήμα 2.11 Το διάγραμμα της δοκιμής ELR	Σελ 42
Σχήμα 2.12 Ο κύκλος πόλης ETC , Ταχύτητα οχήματος	Σελ 43
Σχήμα 2.12 Ο κύκλος πόλης Braunschweig	Σελ 44
Διάγραμμα 2.13 κύκλος πόλης FTP-72	Σελ 45
Σχήμα 2.14 Ο κύκλος πόλης FTP-75	Σελ 46
Σχήμα 2.15 Ο κύκλος πόλης HWFET	Σελ 47
Σχήμα 2.16 Ο κύκλος οδήγησης για επιθεώρησης και έλεγχο IM240	Σελ 48
Σχήμα 2.17 Ο κύκλος California Unified Cycle	Σελ 49
Σχήμα 2.18 Ο κύκλος πόλης SFTP SC 03	Σελ 50
Σχήμα 2.19 Ο κύκλος πόλης SFTP US06	Σελ 51
Σχήμα 2.20 Ο κύκλος πόλης EPA NYCC	Σελ 52
Σχήμα 2.21 Ο κύκλος πόλης FTP Transient	Σελ 52
Σχήμα 2.22 Ο κύκλος πόλης C.T.A	Σελ 54
Σχήμα 2.23 Ο κύκλος πόλης HD- UDDS	Σελ 55
Σχήμα 2.24 Ο κύκλος CBD	Σελ 56
Σχήμα 2.25 Ο κύκλος πόλης City Suburban Heavy Vehicle	Σελ 57
Σχήμα 2.27 Ο κύκλος N.Y.C.C για βαρέα οχήματα	Σελ 58
Σχήμα 2.28 Ο κύκλος N.Y. Bus Driving Cycle για λεωφορεία	Σελ 59
Σχήμα 2.29 Ο κύκλος πόλης του Manhattan για λεωφορεία	Σελ 61
Σχήμα 2.30 Ο κύκλος 10 Mode Cycle	Σελ 62
Σχήμα 2.31 Ο κύκλος 10 -15 Mode Cycle	Σελ 63
Σχήμα 2.32 Ο κύκλος JC 08 test Cycle	Σελ 64
Πίνακας 2.5 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του κύκλου 6-mode	Σελ 65
Πίνακας 2.6 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του κύκλου 13-mode για ντίζελ	Σελ 65
Πίνακας 2.7 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του κύκλου 13-mode για βενζίνη	Σελ 66
Σχήμα 2.33 Ο κύκλος JE05	Σελ 66
Σχήμα 2.34 Ο κύκλος πόλης WLTC κατηγορία 3 (UNECE Transport Division/World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (UN/ECE/WP29)	Σελ 69
Πίνακας 2.8 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του WLTC στη κατηγορία 3 - υψηλής ισχύος οχήματα με PWR> 34.	Σελ 70
Σχήμα 2.35 Ο κύκλος πόλης WLTC κατηγορία 2 (UNECE Transport Division/World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (UN/ECE/WP29)	Σελ.70
Πίνακας 2.9 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του WLTC στη κατηγορία 2 - οχήματα με 22 <PWR <= 34	Σελ 71
Σχήμα 2.36 Ο κύκλος πόλης WLTC κατηγορία 1 (UNECE Transport Division/World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (UN/ECE/WP29)	Σελ.71
Πίνακας 2.10 Χαρακτηριστικά –παράμετροι του WLTC στη Κατηγορία 3 – υψηλής ισχύος οχήματα με PWR> 34.	Σελ 72
Εικόνα 2.1 Τροχός οχήματος περιστρέφεται πάνω στους κυλίνδρους της δυναμομετρικής εξέδρας	Σελ 73
Εικόνα 2.2 Όχημα πάνω σε δυναμομετρική εξέδρα με σύστημα συλλογής ,και ανάλυσης εκπομπών καυσαερίων	Σελ 74
Εικόνα 2.3 Το λογισμικό(driver s aid) το οποίο ‘‘ακολουθεί’’ ο οδηγός μέσω του μόνιτορ	Σελ 75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3⁰: Πειραματικό μέρος

Εισαγωγή στο πείραμα – Συλλογή δεδομένων

Εικόνα 1. Δρομολόγιο που ακολουθήθηκε από τα στοιχεία του προγράμματος Map source στο Google Earth	Σελ 77
Εικόνα 2 Ο δέκτης GPS V της Garmin	Σελ 79
Εικόνα 3 Το όχημα που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των δοκιμών	Σελ 80
Εικόνα 4 Ο δέκτης GPS τοποθετημένος στο ταμπλό του Seat Ibiza	Σελ 81

Πίνακας 1 Δείγμα από τα δεδομένα του δέκτη GPS σε φύλλο excel μετά τη μεταφορά από αρχείο του προγράμματος . MapSource	Σελ 82
Πίνακας 2 Δείγμα από τα δεδομένα του δέκτη GPS μετά από επεξεργασία σε φύλλο excel	Σελ 83
Γράφημα 1 Γραφική παράσταση μιας φάσης διαδρομής	Σελ 84
Γράφημα 2 γραφική παράσταση Μ.Ω.Τ ανά ημέρες	Σελ 85
Γράφημα 3 Γραφική παράσταση Μ.Ω.Τ Χωρίς Στάσεις ανά ημέρα	Σελ 86
Γράφημα 4 Γραφική παράσταση επιτάχυνσης	Σελ 86
Γράφημα 5 Γραφική παράσταση επιβράδυνσης	Σελ 87
Γράφημα 6 Σύγκριση των Μ.Τ της ταχύτητας με τη Μ.Ω.Τ ανά ημέρα	Σελ 87
Γράφημα 7 Κατανομή των επιταχύνσεων	Σελ 88
Γράφημα 8 Κατανομή των ταχυτήτων σε τρεις πόλεις	Σελ 88
Γράφημα 9 Συνολικά ποσοστά στάσης ανά ημέρα	Σελ 89
Γράφημα 10 Συνολικά ποσοστά στάσης –κίνησης	Σελ 90
Γράφημα 11 Μέγιστη ταχύτητα ανά ημέρα	Σελ 91
Γράφημα 12 Διάγραμμα διασποράς Αριθμού Στάσεων vs Ταχύτητα	Σελ 91
Γράφημα 13 Διάγραμμα διασποράς Αριθμού Στάσεων vs Διάρκειας	Σελ 92
Πίνακας 3 Σύγκριση των μέσων τιμών όλων των μετρήσεων με τους αντίστοιχους της αντιπροσωπευτικής διαδρομής	Σελ 93
Γράφημα 14 Αντιπροσωπευτικό προφίλ της ταχύτητας στην πόλη των Χανίων	Σελ 93
Γράφημα 15 Σύγκριση διαφορετικών διαδρομών	Σελ 94
Πίνακας 4 Σύγκριση των βασικότερων χαρακτηριστικών μεταξύ των κυριότερων θεσμοθετημένων Κ.Ο με την αντιπροσωπευτική διαδρομή.	Σελ 94
Γράφημα 16 Σύγκριση των Μ.Ω.Τ Χανίων -Ηράκλειου	Σελ 95
Γράφημα 17 Σύγκριση των Ποσοστού Στάσης Χανιά -Ηράκλειου	Σελ 95
Γράφημα 18 Σύγκριση των Επιταχύνσεων Χανίων -Ηράκλειου	Σελ 96
Γράφημα 19 Σύγκριση των αντ/κων προφιλ Χανίων -Ηράκλειου	Σελ 96

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ε.Τζιράκης (2007)''Συσχετισμός εκπομπών με φυσικοχημικές ιδιότητες των καυσίμων και με δεδομένα από την κίνηση των οχημάτων στο λεκανοπέδιο της Αττικής''. ΕΜΠ
- Κ.Πίτσας (2003)''Τεχνικός έλεγχος οχημάτων, Κύκλοι οδήγησης και Ατμοσφαιρική ρύπανση''ΕΜΠ
- Τ.С. Collins ,J.R. Gleit (1991).''Φροντίστε το αυτοκίνητό σας φροντίστε το περιβάλλον'' εκδ.:Ερμύνη
- Καρβούνης Σωτ.,και Γεωργακέλλος Δημ. (2005).'' Διαχείριση του Περιβάλλοντος – Επιχειρήσεις και Βιώσιμη Ανάπτυξη.'' εκδ. Α. Σταμούλης.
- Ν. Ζαραγκούλια, Γρ. Παπαμιχελάκη (1986). ''Turbo, Ρύπανση''εκδ. Φοίβος
- Μ. Andre , report INRETS-LTE 0411,(Ιούνιος 2004),''Real world driving cycles for measuring cars pollutant emissions-Part A The ARTEMIS European driving cycles''
- Μ Andre,(1996), ''Driving cycles development: characterization of methods''
- Д. Gruden, (2003),''Traffic and Enviroment''
- R,Kruse. and T. Huls, (1973), "Development of the Federal Urban Driving Schedule,"
- Μ. Kuhler and D ,Karstens ,(1978) ,''Improve driving cycle for testing automotive exhaust emissions''

E. Ericsson,(2000), “The relationship between vehicular fuel consumption and exhaust emission and the characteristics of driving patterns”

P.D Haan,. and M.Keller. Final Report (Μαρτιος. 2001). "Real-world driving cycles for emission measurement: ARTEMIS and Swiss cycles"

ΜΚ Πετράκης ,(2005), “Η Ατμοσφαιρική Ρύπανση στην Αττική”.

M. André ,R. Joumard, ,R. Vidon, ,P. Tassel, ,P.Perret,(2006), “Real-world European driving cycles, for measuring pollutant emissions from high- and low-powered cars”.

E.TZIRAKIS,K. PITSAS,F. ZANNIKOS,S. STOURNAS,(2006),Global NEST Journal, Vol 8, No 3, pp 282-290, , VEHICLE EMISSIONS AND DRIVING CYCLES: COMPARISON OF THE ATHENS DRIVING CYCLE (ADC) WITH ECE-15 AND EUROPEAN DRIVING CYCLE (EDC)

M Andre. , DGXI, INRETS report LEN9434, 49 p, Bron, "Statistical elements for the definition of a new European Evaporative Emissions Control Procedure; Diurnal test conditions and Urban Driving Cycle." Study for the European Commission

R. Joumard R, J Laurikko , T Le Han ,S. Geivanidis ,Z Samaras Z, T Merétei , P Devaux , MAndré ,E Cornelis ,S. Lacour ,MV Prati ,R Vermeulen ,M Zallinger . (Ιουνιος 2009) “Accuracy of exhaust emission factor measurements on chassis dynamometer” :Laboratory of Transport and Environment, French National Institute for Transport and Safety Research, Bron, France.

Asiz Faiz, S.Christopher . Weaver,Michael P. Walsh ,(1996),“Air Pollution from Motor Vehicles: Standards and Technologies for controlling emission”

ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

U.S Environmental Protection Agency (EPA): www.epa.gov

United Nations Economic Commission for Europe(UNECE): www.unece.org

Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής: www.ypeka.gr/

Πληροφορίες για κινητήρες και εκπομπές αυτών ,Dieselnet: www.dieselnet.com

Driving cycles: www.wikipedia.org

Driving cycles: transportpolicy.net