



***ΧΡΗΣΗ ΜΙΓΜΑΤΩΝ ΝΤΗΖΕΛ/ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ
ΑΠΟ ΒΑΜΒΑΚΕΛΑΙΟ ΚΑΙ ΗΛΙΕΛΑΙΟ
ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ
ΣΕ ΜΗΧΑΝΗ ΝΤΗΖΕΛ***

Κ.Γ. Παπαζήση¹, Ε. Αντωνάκου¹, Α.Α.Λάμπας¹

Α. Τσάκης², Δ. Ζάρβαλης², Α. Κωνσταντόπουλος²

¹ Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Καυσίμων και Υδρογονανθράκων &

*² Εργαστήριο Τεχνολογίας Σωματιδίων και Αερολυμάτων,
ΙΤΧΗΔ/ΕΚΕΤΑ, Θέρμη, 57001 Θεσσαλονίκη*



Βιοκαύσιμα



- Υγρά ή αέρια καύσιμα μεταφοράς
που παράγονται από βιομάζα

Η χρήση τους οδηγεί:

- ✓ στη μείωση των αερίων θερμοκηπίου
- ✓ στην αποδέσμευση της οικονομίας από τα συμβατικά καύσιμα
- ✓ στην ανάπτυξη της αγροτικής οικονομίας



Βιοντήζελ



- Καθαρό καύσιμο, αντικαθιστά ή αναμιγνύεται με το συμβατικό ντήζελ, παράγεται από φυσικές ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας



■ Πλεονεκτήματα

- βιοδιασπάσιμο
- μη-τοξικό
- δεν περιέχει θείο και αρωματικές ενώσεις

■ Μειονεκτήματα

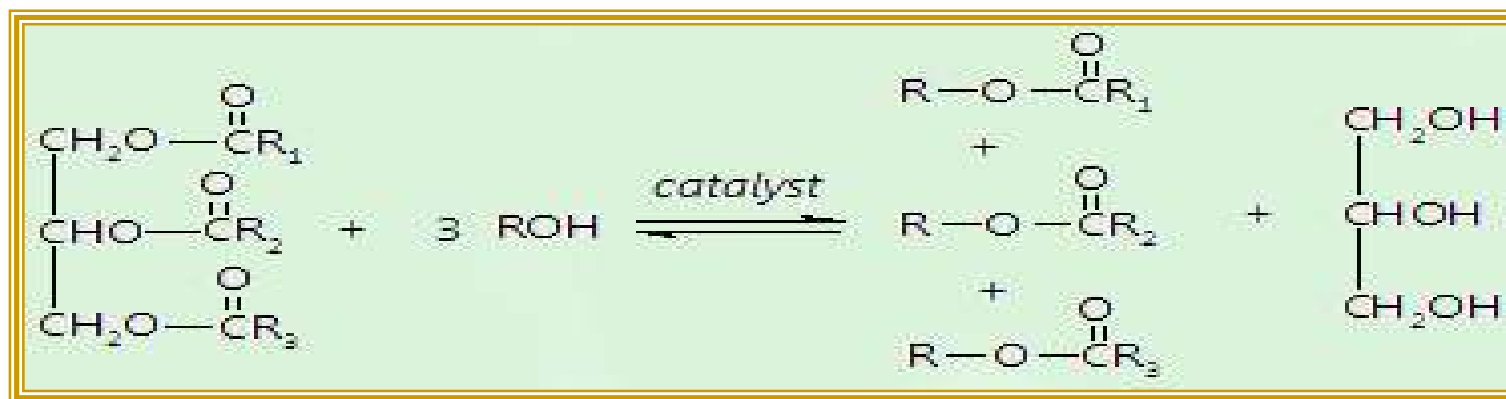
- υψηλό ιξώδες
- χαμηλή πτητικότητα
- αύξηση εκπομπών αιθάλης
- σχηματισμός ρητινωδών προϊόντων



Μετεστεροποίηση



- Κύρια τεχνική για την αντιμετώπιση των μειονεκτημάτων του βιοντίζελ.
- Άνυδρα έλαια (τριγλυκερίδια) θερμαίνονται με αλκοόλη, σε αλκαλικό περιβάλλον (με βασικό καταλύτη) προς απελευθέρωση τριών «εστερικών αλυσίδων» από τη βασική γλυκερίνη του κάθε τριγλυκεριδίου



Τριγλυκερίδιο

Αλκοόλη

Εστέρες

Γλυκερίνη



Σκοπός Παρούσας Μελέτης



Χρήση μίγματος καυσίμου ντήζελ / βιοντήζελ σε
όχημα με μηχανή ντήζελ:

Προσδιορισμός εκπομπών CO, NO, HC και αιθάλης

Επίδραση χρήσης στην κατανάλωση του καυσίμου



Καύσιμα προς Μελέτη



Χρησιμοποιήθηκαν δύο είδη βιοντήζελ (από βαμβακέλαιο και ηλιέλαιο) ως καύσιμα μίγματα με συμβατικό ντήζελ σε ποσοστά 5%κ.ο. και 10%κ.ο. βιοντήζελ:

- **ντήζελ**
- **ντήζελ / βιοντήζελ 5%κ.ο. βαμβακέλαιο**
- **ντήζελ / βιοντήζελ 10%κ.ο βαμβακέλαιο**
- **ντήζελ / βιοντήζελ 5%κ.ο. ηλιέλαιο**
- **ντήζελ / βιοντήζελ 10%κ.ο. ηλιέλαιο**



Αναλύσεις/Χαρακτηρισμός Καυσίμων



Μετρούμενες ιδιότητες καυσίμων:

- ***Ιξώδες***
- ***Πυκνότητα***
- ***Θερμογόνος Δύναμη***
- ***%κ.β. C***
- ***%κ.β. H***
- ***S (ppm)***
- ***N (ppm)***
- ***Σταθερότητα στην οξείδωση***
- ***Σημείο Ροής***
- ***Σημείο Ανάφλεξης***
- ***Σημείο Θόλωσης***
- ***CFPP (Cold Filter Plugging Point)/
Σημείο Φραγής Ψυχρού Φίλτρου***



Αναλύσεις/Χαρακτηρισμός Καυσίμων



	ντήζελ	βαμβακέλαιο	5%βαμβακέλαιο	10%βαμβακέλαιο	ηλιέλαιο	5%ηλιέλαιο	10%ηλιέλαιο
Ιξώδες 50°C, cSts	2.3339	3.4544	2.3652	2.4023	3.4877	2.3708	2.4045
Θείο, mg/kg	37.66	5.14	36	34.22	5.3	34.33	32.6
Άζωτο, mg/kg	42.49	4.18	37.83	36.97	5.63	39.12	35.47
Σημείο Ροής, °C	-10	8	-10	-7	3	-9	-9
Άνθρακας, %κ.β.	85.04	76.4	84.77	84.57	76.63	85.26	85.05
Υδρογόνο, %κ.β.	13.766	12.033	13.684	13.585	12.003	13.637	13.551
Πυκνότητα 15°C, gr/ml	0.8283	0.8839	0.8312	0.8338	0.8841	0.8312	0.8338
Σημείο Ανάφλεξης, °C	62.7	177.8	62.7	62.7	169.7	63.7	63.7
Σημείο Θόλωσης, °C	-1.7	4.2	-0.7	0	4.1	-0.4	-1.3
CFPP, °C	-2	1	-5	-5	-3	-3	-3
Θερμογόνος Δύναμη, MJ/kg	45.9903	39.7976	45.634	45.3919	39.8836	45.6521	45.3163



Αναλύσεις/Χαρακτηρισμός Καυσίμων



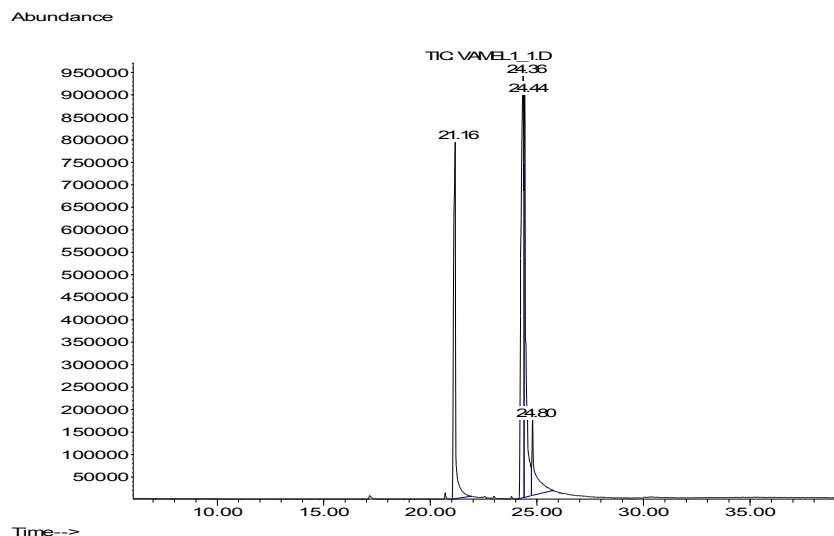
- ❑ Διαφορά στις τιμές των ιδιοτήτων των καθαρών βιοντήζελ συγκριτικά με το ντήζελ, ενώ τα μίγματα ντήζελ / βιοντήζελ έχουν παρόμοιες τιμές
- ❑ Για τα καθαρά βιοντήζελ παρατηρούνται:
 - Μεγάλη τιμή ιξώδους
 - Χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο και άζωτο
 - Χαμηλό %κ.β. C σε σύγκριση με το ντήζελ
 - Υψηλό σημείο ανάφλεξης
 - Μικρότερη θερμογόνο δύναμη από το ντήζελ
- ❑ Τα μίγματα ντήζελ / βιοντήζελ υπήρξαν σταθερά σε συνθήκες οξείδωσης.



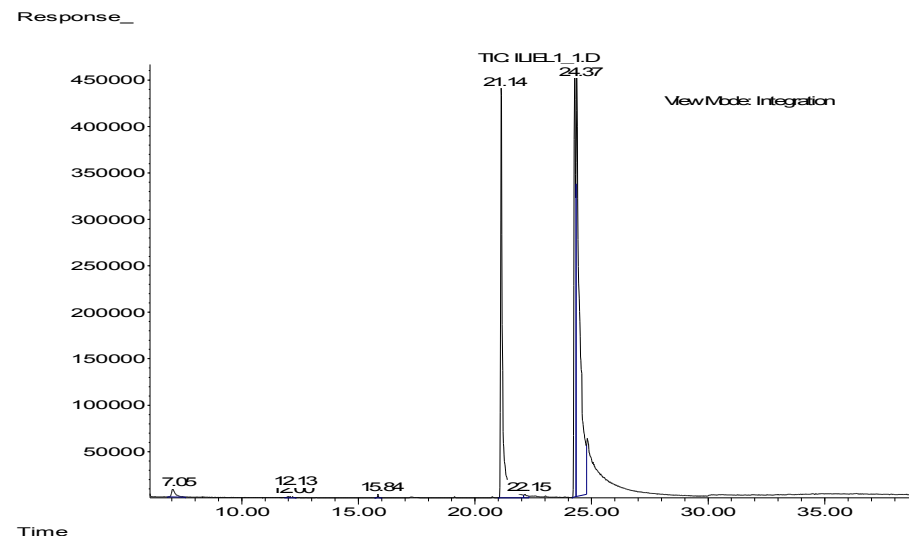
Αναλύσεις/Χαρακτηρισμός Καυσίμων



• GC/MS Βαμβακέλαιου



• GC/MS Ηλιέλαιου

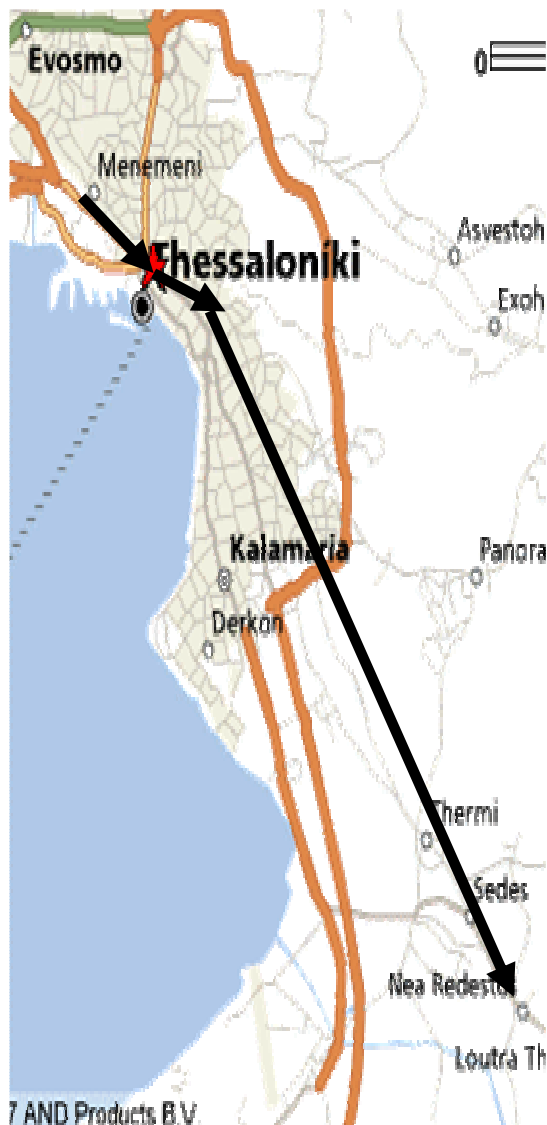


• Χημική Ανάλυση με GC/MS

Ανάλυση	Χημική ένωση	Ποσοστό % Βαμβακέλαιου	Ποσοστό % Ηλιέλαιου
Δεκατετρανοϊκό οξύ, μεθυλεστέρας	14:0, Μυριστικό	0,29	-
Δεκαεξανοϊκό οξύ, μεθυλεστέρας	16:0, Παλμιτικό	24,22	21,61
Δεκαοκτανοϊκό οξύ, μεθυλεστέρας	18:0, Στεατικό	13,43	-
Δεκαοκτενοϊκό οξύ, μεθυλεστέρας	18:1, Ελαϊκό	25,02	42,26
Δεκαοκταδιενοϊκό οξύ, μεθυλεστέρας	18:2, Λινελαϊκό	36,53	35,05



Έλεγχος Καυσίμων σε Πραγματικές Συνθήκες



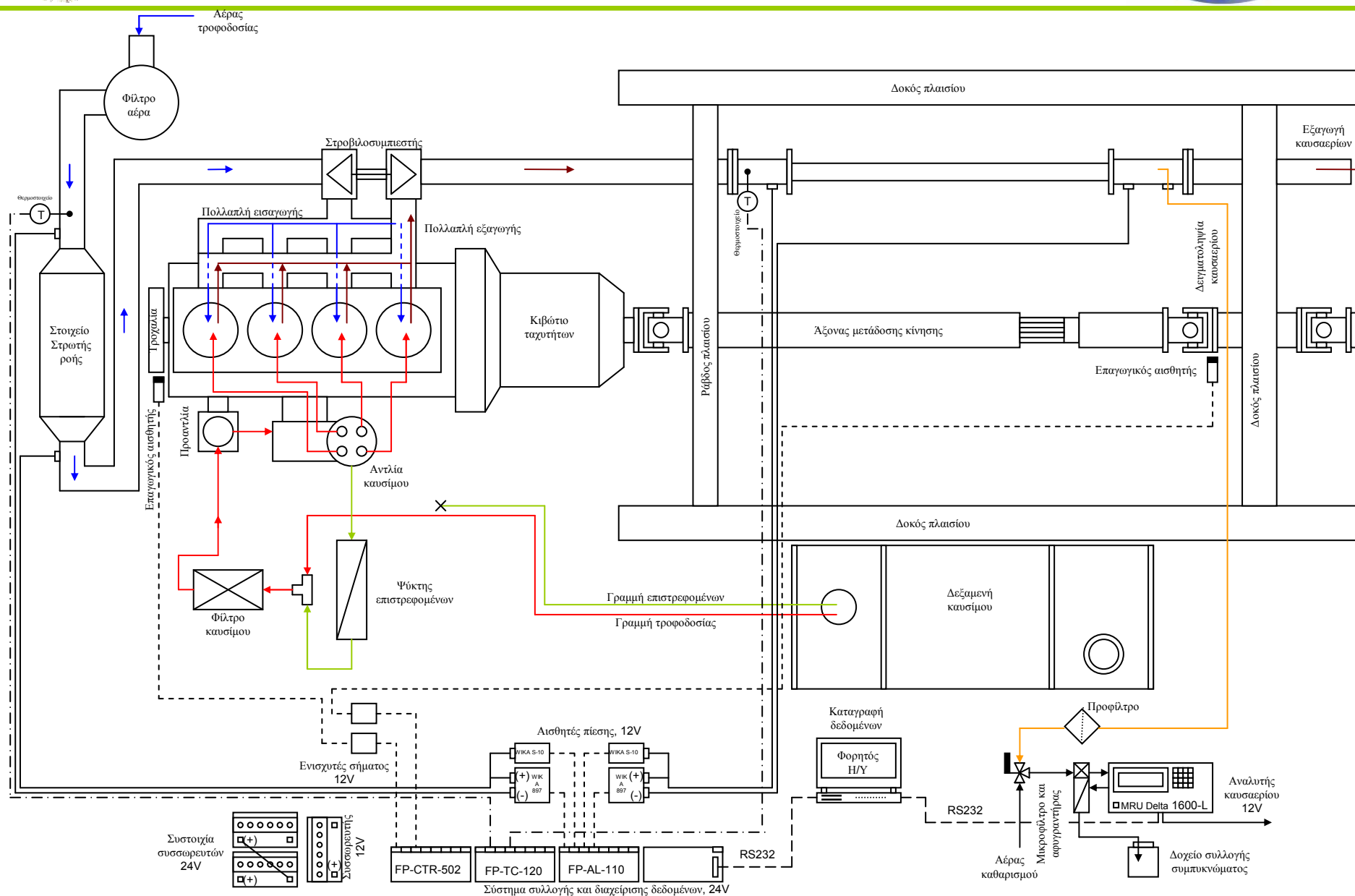
○ Πραγματοποιήθηκε σειρά μετρήσεων πεδίου σε όχημα, λεωφορείο μεταφοράς προσωπικού, (IVECO), με μηχανή ντήζελ 2,5L και με τα πέντε είδη καυσίμου

○ Καθημερινή, πρωί και απόγευμα, προκαθορισμένη διαδρομή, για διάστημα τεσσάρων μηνών, που περιελάμβανε κίνηση εντός και εκτός πόλεως

○ Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις με καθαρό συμβατικό ντήζελ για λόγους σύγκρισης



ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ





ΟΧΗΜΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ



Ο Εγκατεστημένοι στο όχημα αισθητήρες για την καταγραφή:

- ✓ της κίνησης του οχήματος
- ✓ της λειτουργίας του κινητήρα και
- ✓ της συγκέντρωσης των εκπεμπόμενων ρύπων

Ο Σε κάθε διαδρομή καταγράφεται:

- ✓ η ταχύτητα του οχήματος
- ✓ ο αριθμός των στροφών του κινητήρα
- ✓ η ροή του εισερχομένου αέρα
- ✓ η κατανάλωση του καυσίμου και
- ✓ η θερμοκρασία και πίεση της εξατμίσης



ΟΧΗΜΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ



Αισθητήρας ταχύτητας



**Αισθητήρας
αιθάλης**

**Αισθητήρας
στροφών**





ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ



- Καταγραφή συγκέντρωσης αέριων ρύπων (NO , CO , HC , CO_2) και του οξυγόνου εξατμίσας από φορητό αναλυτή καυσαερίων
- Εγκατάσταση αισθητήρα αιθάλης για τη μέτρηση της συγκέντρωσης εκπεμπόμενων σωματιδίων αιθάλης σε πραγματικό χρόνο
- Εγκατάσταση συστήματος συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων, ελεγχόμενο από Η/Υ



ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ



**Σύστημα καταγραφής
και ανάλυσης
δεδομένων**



**Φορητός αναλυτής
καυσαερίων**



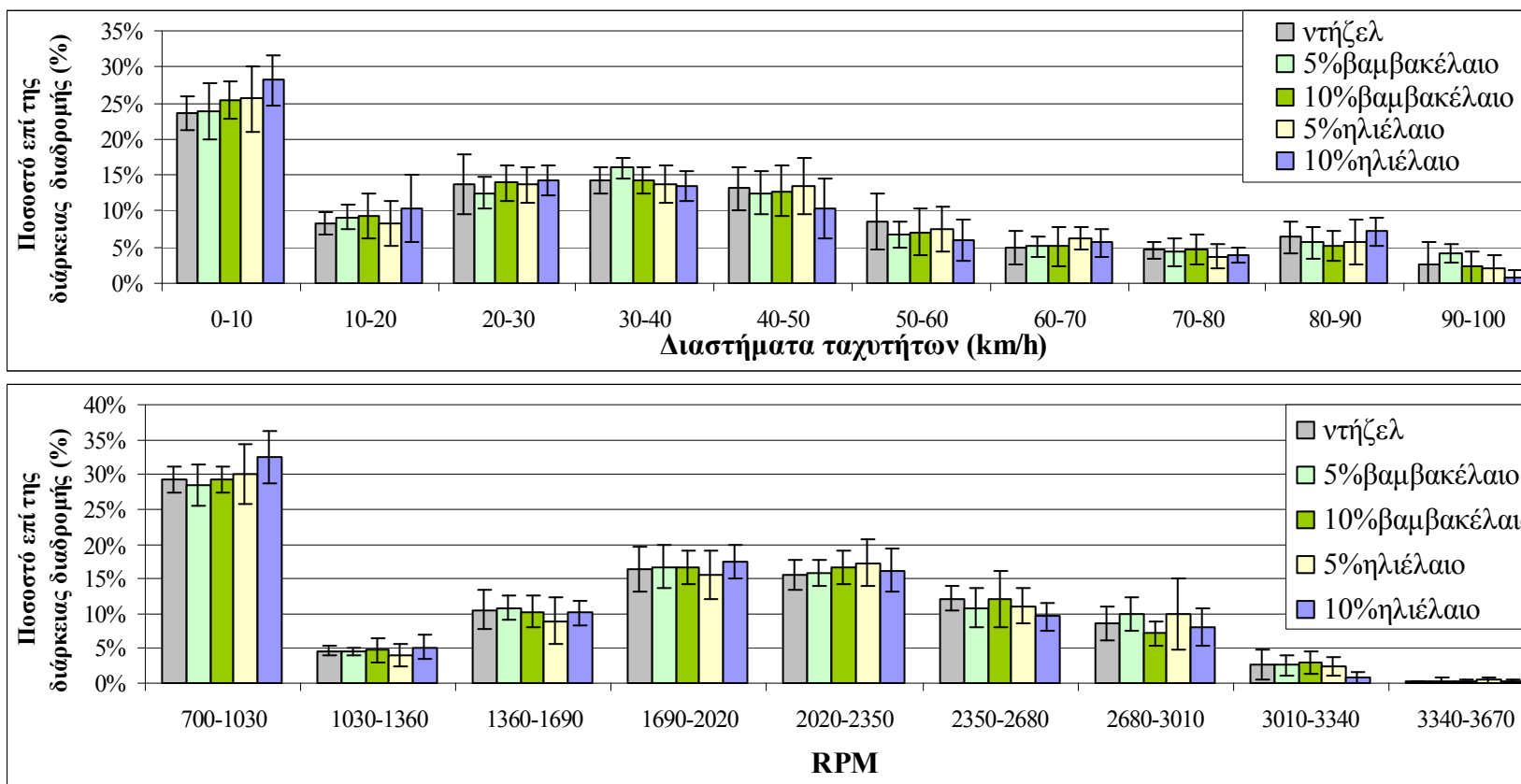
**Σύστημα
τροφοδοσίας**



**Σύστημα μέτρησης της
ροής του αέρα εισαγωγής**



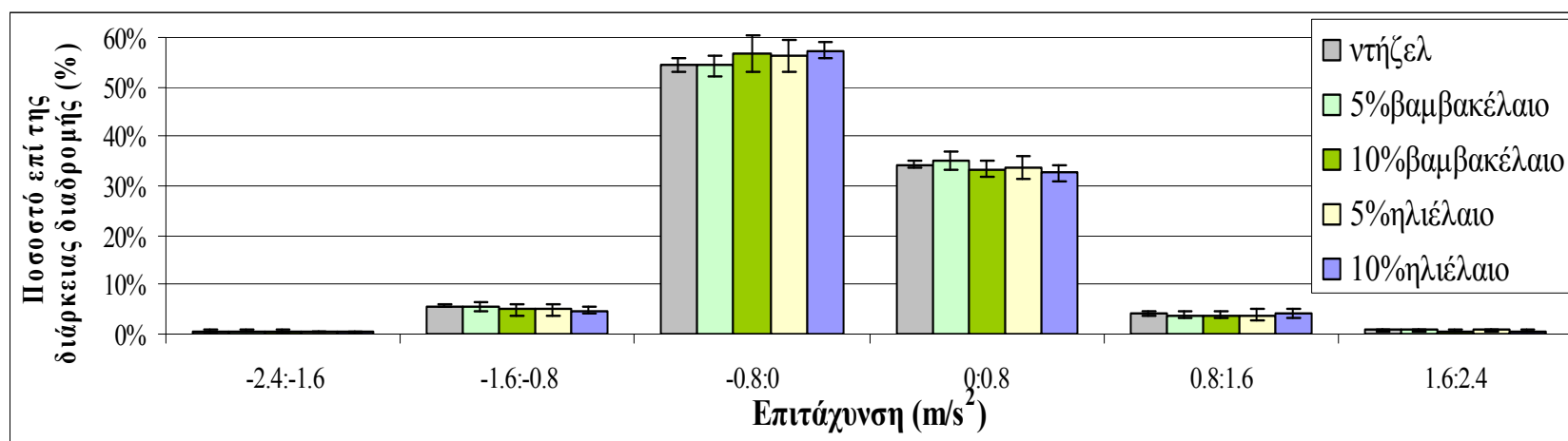
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ



- Ταχύτητες 0-10km/h εμφανίζονται σε μέγιστο ποσοστό, ταχύτητες 20-50km/h παρουσιάζουν την ίδια συχνότητα, μεγάλες ταχύτητες 90-100km/h τη χαμηλότερη
- Κυρίαρχη λειτουργία του κινητήρα στις 700-1030rpm



ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ



- Κυριαρχούν επιβραδύνσεις 0-0.8m/s²
- Χαμηλή ταχύτητα κίνησης, λειτουργία του κινητήρα σε χαμηλά επίπεδα στροφών και κυρίαρχη επιβράδυνση κατά τη διάρκεια της διαδρομής φανερώνουν τη φύση της:

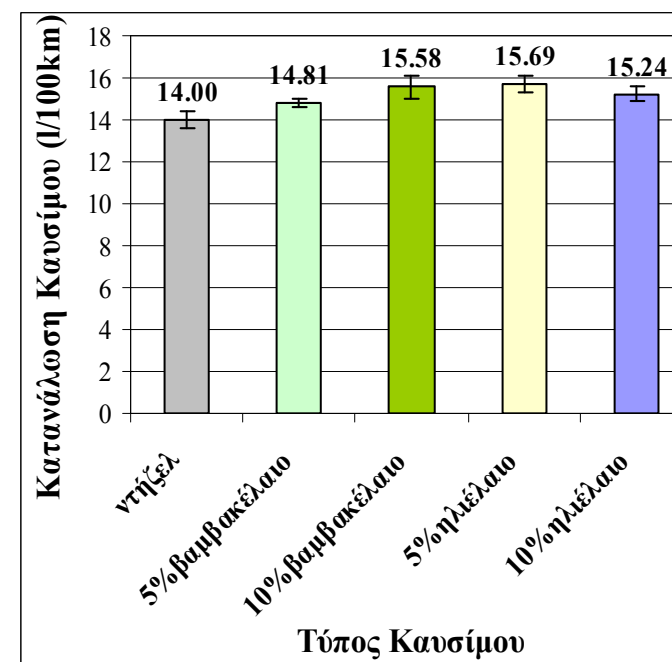
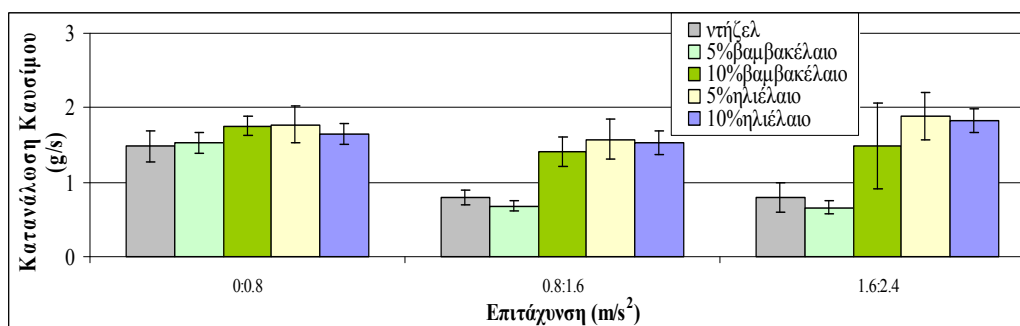
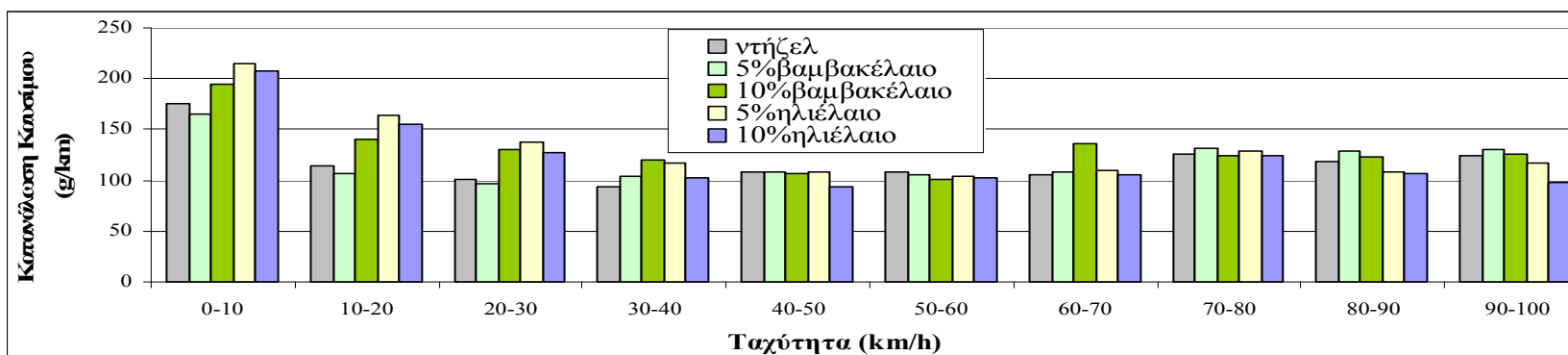
Κίνηση εντός πόλεως όπου η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι αναπόφευκτη, με χαμηλές ταχύτητες και φρενάρισμα



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ



❖ Κατανάλωση Καυσίμου



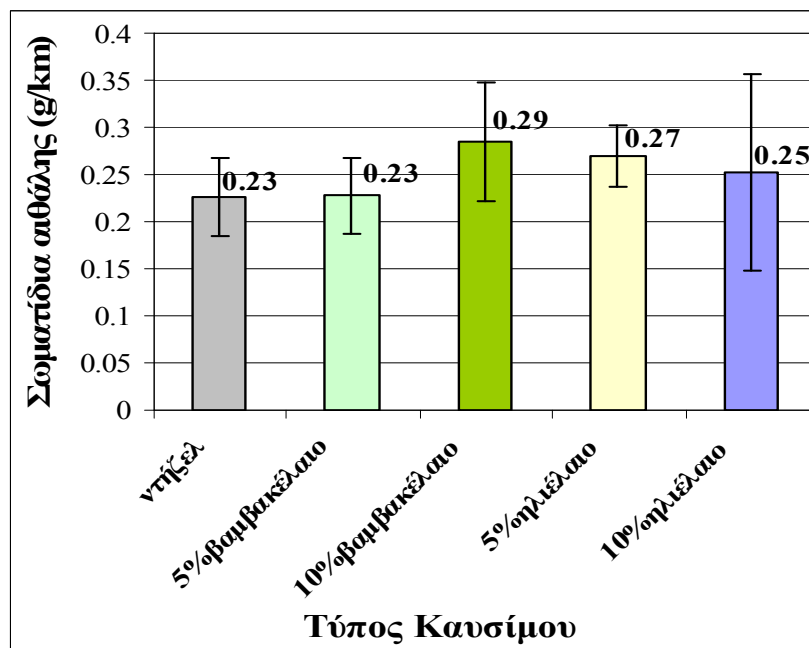
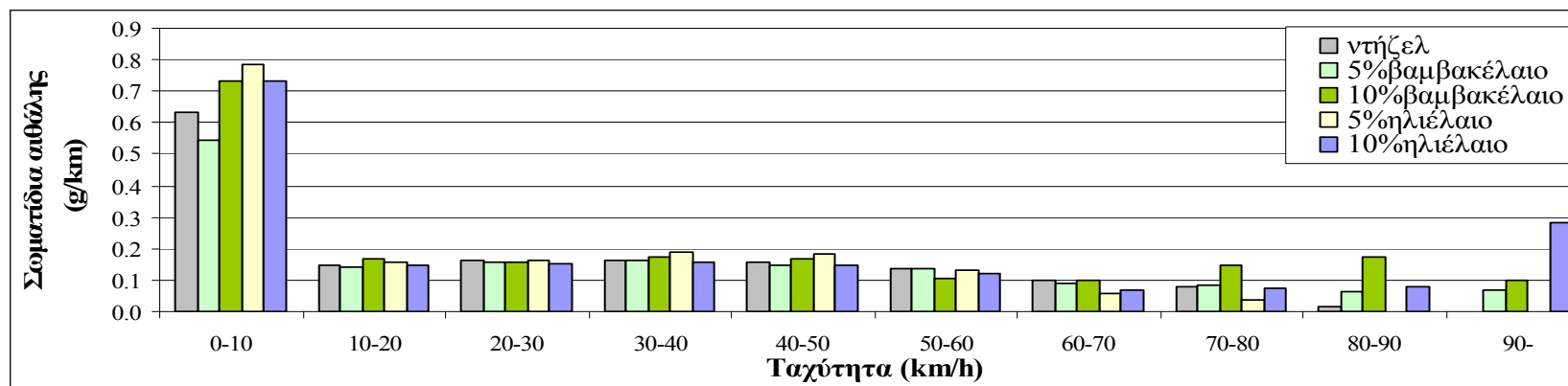
- ✓ Χρήση βιοντήζελ αυξάνει την κατανάλωση ιδίως σε χαμηλές ταχύτητες και μεγάλες επιταχύνσεις
- ✓ Το ντήζελ εμφανίζει τη μικρότερη κατανάλωση
- ✓ Από τα μίγματα βιοντήζελ το 5%κ.ο. βαμβακέλαιο εμφανίζει τη μικρότερη κατανάλωση



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ



❖ Εκπομπές Ρύπων / Σωματίδια αιθάλης



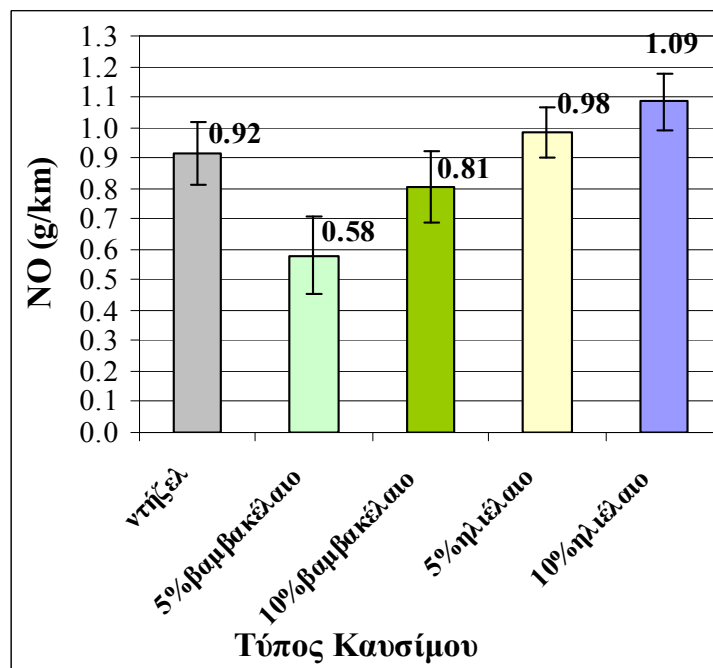
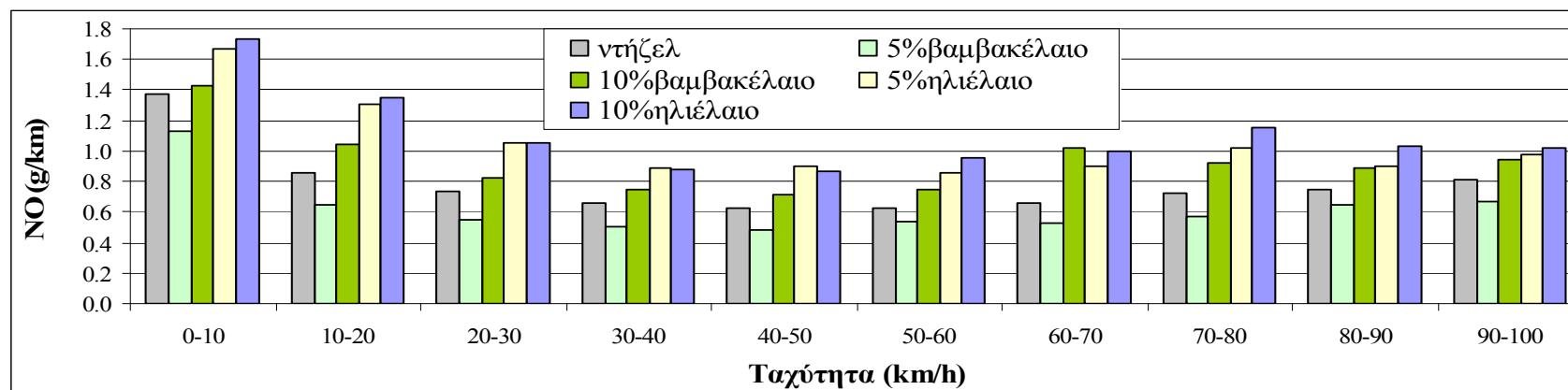
- ✓ Η χρήση βιοντήζελ αυξάνει τα εκπεμπόμενα σωματίδια αιθάλης, εκτός από το 5%κ.ο. βαμβακέλαιο (εκπέμπει τα ίδια κατά μέσο όρο σωματίδια)
- ✓ Ανεπάρκεια δεδομένων εκπομπών στην περιοχή των 70-100km/h απαγορεύει την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ



❖ Εκπομπές Ρύπων / NO



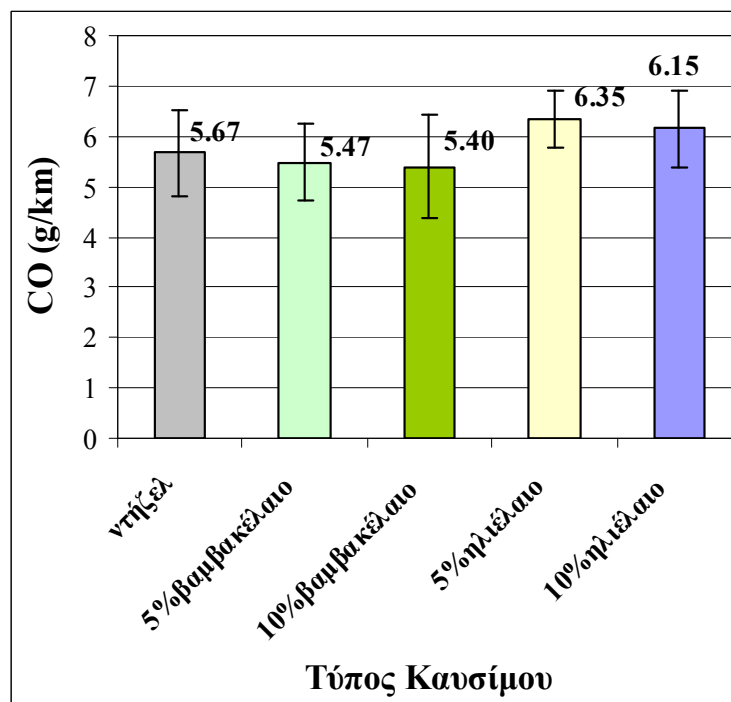
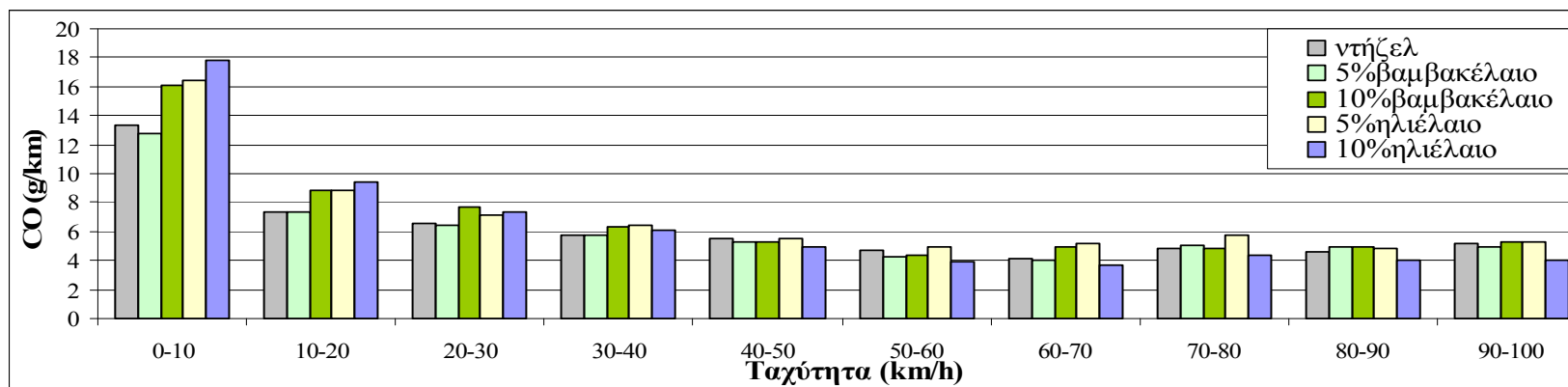
- ✓ Αυξητική τάση των εκπομπών NO με την αύξηση του ποσοστού βιοντήζελ στο χρησιμοποιούμενο καύσιμο
- ✓ Αξιοσημείωτα χαμηλή τιμή εκπομπών NO κατά τη χρήση βιοντήζελ από βαμβακέλαιο (5 και 10%κ.ο.) συγκριτικά με το καθαρό συμβατικό ντήζελ
- ✓ Αυξημένες εκπομπές NO με τη χρήση ηλιέλαιου συγκριτικά με το βαμβακέλαιο και το καθαρό συμβατικό ντήζελ



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ



❖ Εκπομπές Ρύπων / CO



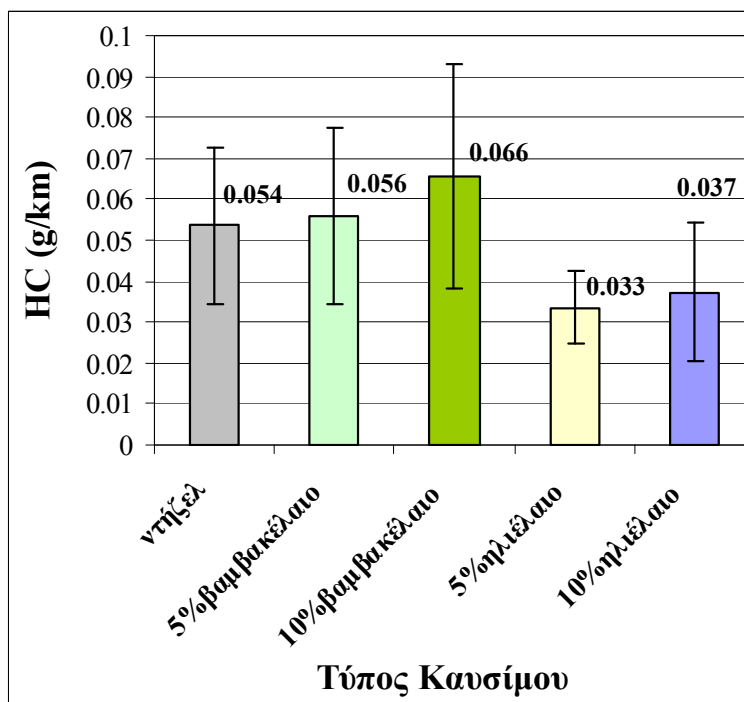
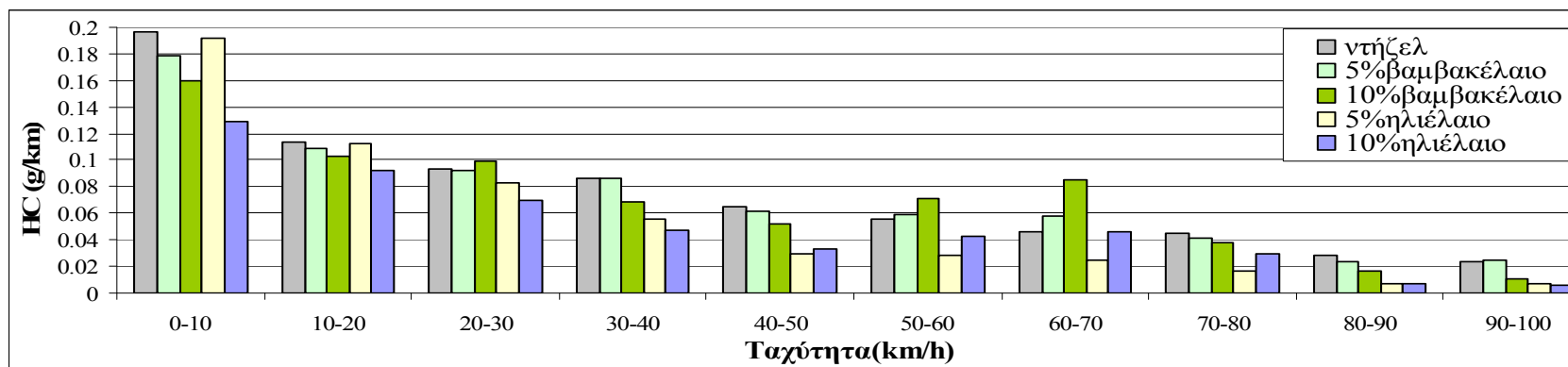
- ✓ Μειωμένες εκπομπές CO για το μίγμα με 5%κ.ο. βαμβακέλαιο σχεδόν σε όλες τις περιοχές ταχυτήτων
- ✓ Μείωση των εκπομπών CO με την αύξηση της ταχύτητας για όλα τα καύσιμα
- ✓ Η χρήση βαμβακέλαιου εμφανίζει τις χαμηλότερες εκπομπές - Αύξηση του % ποσοστού του στο μίγμα οδηγεί σε περαιτέρω μείωση των εκπομπών CO



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ



❖ Εκπομπές Ρύπων / HC



- ✓ Τάση μείωσης των εκπομπών HC με αύξηση της ταχύτητας για όλα τα καύσιμα
- ✓ Τα καύσιμα μίγματα με βιοντήζελ ηλιέλαιου παρουσιάζουν μειωμένες εκπομπές HC συγκριτικά με το ντήζελ και τα μίγματα βιοντήζελ από βαμβακέλαιο (το 5%κ.ο. ηλιέλαιο εμφανίζει τις χαμηλότερες)
- ✓ Αυξητική τάση των εκπομπών HC με το % ποσοστό βιοντήζελ στο καύσιμο μίγμα



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



- ✓ Η χρήση βιοντήζελ οδηγεί σε αύξηση στην κατανάλωση του καυσίμου της τάξης του 5-10% συγκριτικά με το καθαρό συμβατικό ντήζελ
- ✓ Το βιοντήζελ από βαμβακέλαιο εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση από αυτό του ηλιέλαιου
- ✓ Η χρήση βιοντήζελ στο καύσιμο μίγμα οδηγεί σε αύξηση των σωματιδίων αιθάλης, εκτός από το 5%κ.ο. βαμβακέλαιο, το οποίο εμφανίζει τις ίδιες εκπομπές με το καθαρό συμβατικό ντήζελ
- ✓ Το βιοντήζελ από βαμβακέλαιο εκπέμπει τα λιγότερα NO κατά τη χρήση του, ενώ το ηλιέλαιο τα περισσότερα
- ✓ Αυξητική τάση των εκπομπών NO με την αύξηση του % ποσοστού βιοντήζελ στο καύσιμο



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



- ✓ Το βιοντήζελ από βαμβάκελαιο εμφανίζει τις χαμηλότερες εκπομπές CO, ενώ το ηλιέλαιο τις υψηλότερες
- ✓ Μειούμενη τάση των εκπομπών CO με την αύξηση του % ποσοστού βιοντήζελ στο καύσιμο μίγμα
- ✓ Η χρήση βιοντήζελ από ηλιέλαιο στο καύσιμο μίγμα οδηγεί σε μείωση των εκπεμπόμενων HC συγκριτικά με το καθαρό συμβατικό ντήζελ, ενώ το βαμβάκελαιο σε αύξηση
- ✓ Η αύξηση του % ποσοστού βιοντήζελ στο καύσιμο μίγμα αυξάνει τις εκπομπές HC



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ



Οι συγγραφείς ευχαριστούν τη ΓΓΕΤ για τη
χρηματοδότηση (Κωδικός Έργου: Ε3)