



**ΙΔΡΥΜΑ (Φορέας Υλοποίησης) :** ΤΕΙ Σερρών

**ΤΜΗΜΑ:** Μηχανολογίας

**ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ:** Γεώργιος Μήλτσιος

**ΘΕΜΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ:** Διερεύνηση της επίπτωσης της σύστασης των λιπαντικών στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των εκπομπών σωματιδίων κινητήρων diesel

## Πακέτο Εργασίας 3

Προκαταρκτικές μετρήσεις – Τελική επιλογή λιπαντικών

Ηλίας Βουίτσης, Παναγιώτης Πιστικόπουλος, Ζήσης Σαμαράς, Γεώργιος Μήλτσιος

Ιούλιος 2005

## Εισαγωγή

Στο **Πακέτο Εργασίας (Π.Ε.) 3** του υποέργου «*Διερεύνηση της επίπτωσης της σύστασης των λιπαντικών στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των εκπομπών σωματιδίων κινητήρων diesel*» προδιαγράφεται προκαταρκτική αξιολόγηση λιπαντικών και καυσίμων με στόχο την τελική επιλογή των συνδυασμών που θα αποτελέσουν το αντικείμενο της αναλυτικής πειραματικής και θεωρητικής διερεύνησης του Π.Ε. 5. Οι προκαταρκτικές μετρήσεις έγιναν με βάση το προσχέδιο που αναπτύχθηκε στα ΠΕ 1 & 2 χωρίς σύγκριση διαφορετικών λιπαντικών αλλά με εστίαση στη συμπεριφορά ενός σύγχρονου κινητήρα με καύσιμο χαμηλού θείου (10 ppm).

## Προκαταρκτικές μετρήσεις

Όπως επεξηγήθηκε στα ΠΕ 1 & 2, οι προκαταρκτικές μετρήσεις υπέδειξαν ότι για να είναι διακριτή η επίδραση του λιπαντικού απαιτείται κινητήρας σύγχρονης τεχνολογίας με φίλτρο σωματιδίων και καύσιμο με περιεχόμενο θείο είτε 50 ppm (σημερινά επίπεδα) είτε 10 ppm, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των ελληνικών πρατηρίων και το κόστος της συνολικής μέτρησης που είναι χρονοβόρα και εξαιρετικά ευαίσθητη.

Στα πλαίσια αυτά, το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής (ΕΕΘ) απέκτησε όχημα σύγχρονης τεχνολογίας (Honda Accord 2.2 i-CTDi) (Abe et al., 2004), επιπέδου εκπομπών Euro-IV. Το όχημα παραλήφθηκε με μηδενικά χιλιόμετρα και, αφού εγκαταστάθηκε καταγραφικό σύστημα, διένυσε περί τα 2500 km με στόχο το βέλτιστο ροντάρισμα πριν την έναρξη των μετρήσεων. Το καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε ήταν χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (10 ppm). Στη συνέχεια έγινε ο απαραίτητος προγραμματισμός στη δυναμομετρική πέδη του εργαστηρίου και προσαρμογή του συστήματος εξαγωγής καυσαερίου στο σύστημα δειγματοληψίας (CVS). Με το πέρας των απαραίτητων εργασιών υποστήριξης / προετοιμασίας έγιναν οι προκαταρκτικές μετρήσεις αναφοράς με χρήση καυσίμου περιεκτικότητας σε θείο 10 ppm και του λιπαντικού που προδιαγράφει ο κατασκευαστής και πληροί τις προδιαγραφές του συμβατικού λιπαντικού που αναφέρονται στο δελτίο των Π.Ε. 1&2 (περιεκτικότητας). Οι μετρήσεις έγιναν ακολουθώντας τον υπεραστικό κύκλο του Ευρωπαϊκού προγράμματος ARTEMIS (ARTEMIS motorway) όπως επίσης και σε σταθερό σημείο λειτουργίας του κινητήρα (90 kph). Η μέτρηση των αερίων ρύπων (μονοξείδιο του άνθρακα, άκαυστοι υδρογονάνθρακες, οξείδια του αζώτου) έγινε σύμφωνα με τη δειγματοληψία, ενώ η μέτρηση των φυσικών χαρακτηριστικών των σωματιδιακών εκπομπών έγινε βάσει του πρωτοκόλλου που έχει

αναπτύξει το ΕΕΘ. Στη μέτρηση των σωματιδιακών εκπομπών χρησιμοποιήθηκε ένα καινούργιο σύστημα δειγματοληψίας - αραίωσης του καυσαερίου που αναπτύχθηκε από την εταιρία Dekati Ltd (Fine Particle Sampler, FPS). Το σύστημα προσαρμόστηκε στον αγωγό πλήρους αραίωσης από όπου και λάμβανε αραιωμένο δείγμα (αραιωμένο ανάλογα προς την παροχή του καυσαερίου του οχήματος - μη ελεγχόμενος λόγος αραίωσης). Το δείγμα αραιωνόταν περαιτέρω με ελεγχόμενο λόγο αραίωσης και με ελεγχόμενη θερμοκρασία αραίωσης και σταθεροποιούνταν για ελεγχόμενο χρόνο σε ειδικό αγωγό γήρανσης. Πριν την εισαγωγή του δείγματος στα όργανα μέτρησης γινόταν περαιτέρω αραίωσή του σε αραιωτήρες τύπου ακροφυσίου ανάλογα με τις δυνατότητες ανίχνευσης του κάθε οργάνου.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά των σωματιδιακών εκπομπών που μετρήθηκαν ήταν:

Κατά τον κύκλο οδήγησης ARTEMIS motorway:

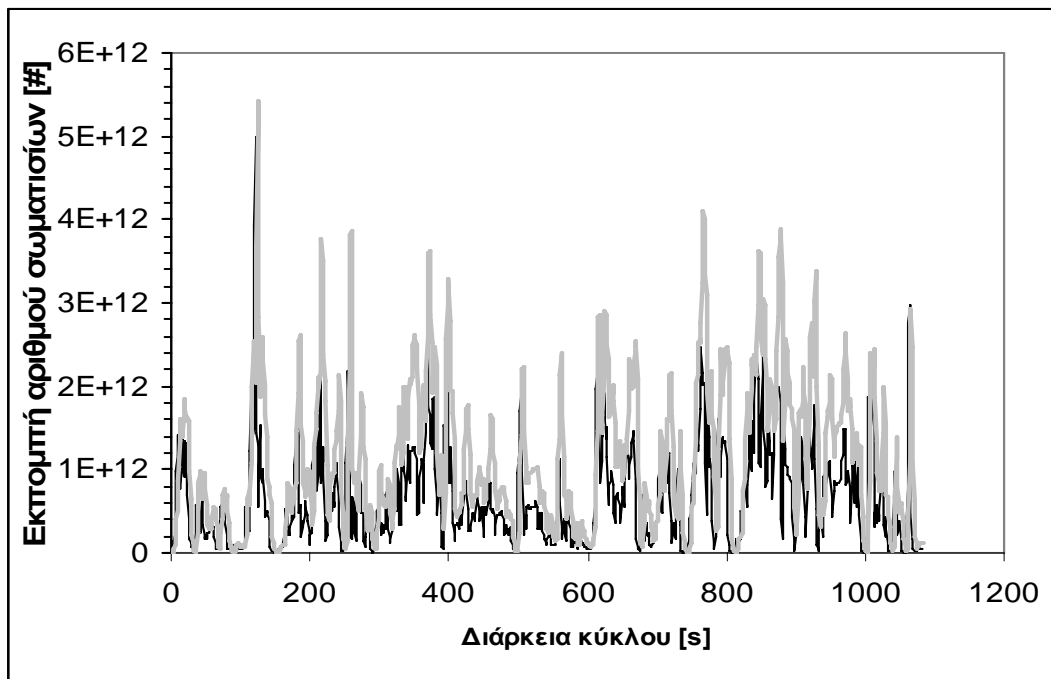
- Εκπομπή συνολικού αριθμού σωματιδίων (μέτρηση με Απαριθμητή Σωματιδίων Συμπύκνωσης (CPC) και με Ηλεκτρικό Προσκρουστήρα Χαμηλής Πίεσης (ELPI))
- Εκπομπή ειδικής επιφάνειας σωματιδίων (μέτρηση με φορτιστή διάχυσης (DC))
- Κατανομή μεγέθους σωματιδίων (μέτρηση με ELPI)

Κατά το σταθερό σημείο λειτουργίας:

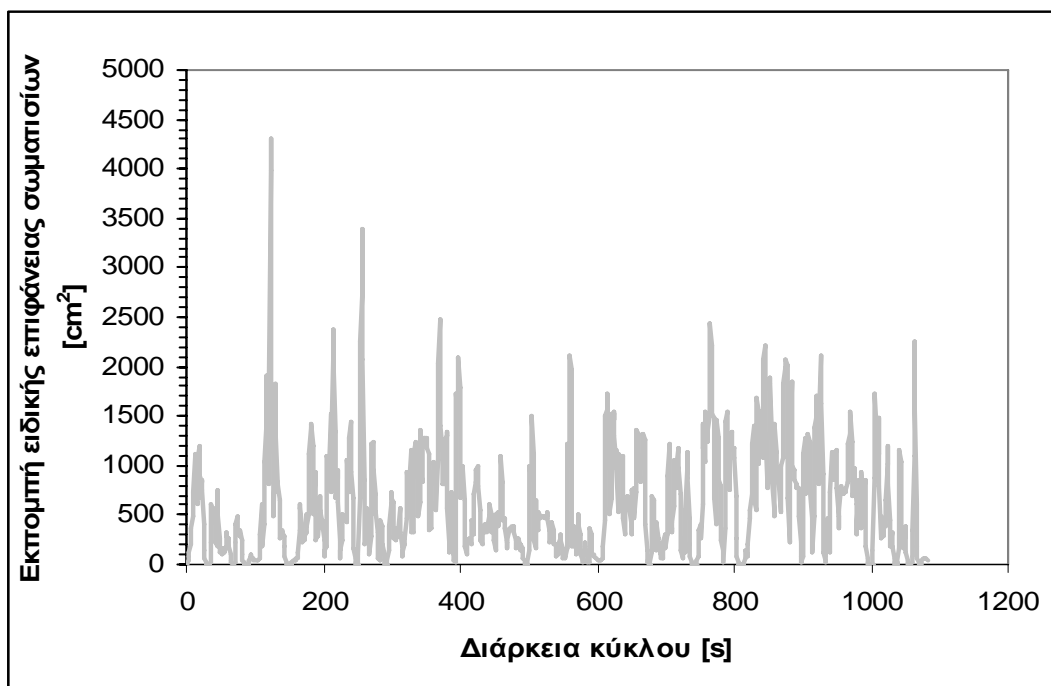
- Κατανομή μεγέθους σωματιδίων

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα φαίνονται στις εικόνες 1, 2, 3 και 4.

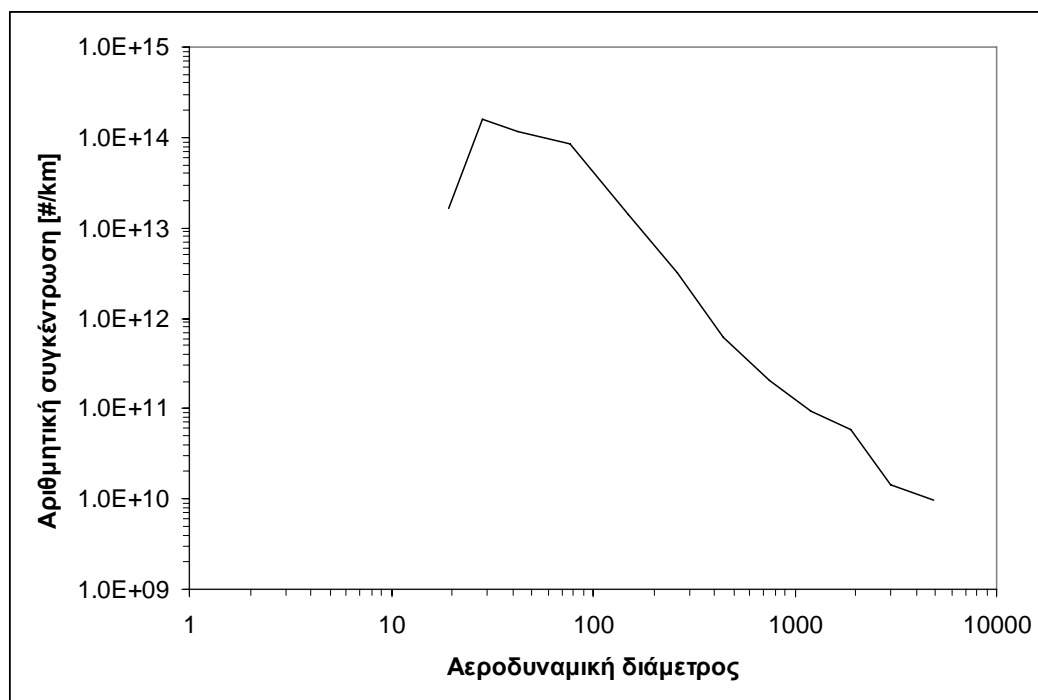
Όπως φαίνεται από τις μετρήσεις με βάση τον κύκλο ARTEMIS motorway, οι σωματιδιακές εκπομπές εμφανίζονται σημαντικές στα σημεία του κύκλου όπου το φορτίο του κινητήρα είναι αυξημένο και μάλιστα στην περιοχή των νανοσωματιδίων. Με δεδομένη τη χαμηλή περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο, μπορεί κανείς να υποθέσει βέβαια ότι υπάρχει συνεισφορά του λιπαντικού στις εκπομπές αυτές. Με βάση τις μετρήσεις αυτές, το πρόγραμμα θα προχωρήσει στα επόμενα Π.Ε. στοχεύοντας στη σύγκριση του λιπαντικού που εξετάστηκε στο παρόν Π.Ε. με λιπαντικό χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, διατηρώντας την παράμετρο καύσιμο σταθερή (10 ppm).



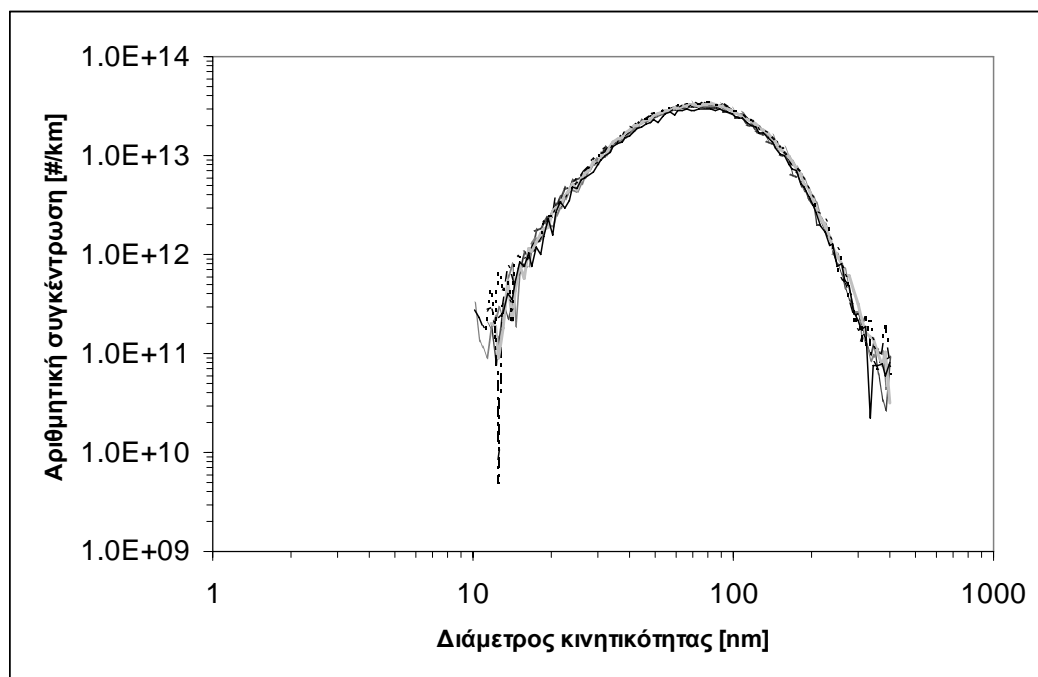
**Εικόνα 1.** Εκπομπή αριθμού σωματιδίων κατά τον κύκλο ARTEMIS Motorway. Μαύρη γραμμή: Μέτρηση με Απαριθμητή Σωματιδίων Συμπύκνωσης (CPC). Γκρίζα γραμμή: Μέτρηση με Ηλεκτρικό Προσκραυστήρα Χαμηλής Πίεσης (ELPI).



**Εικόνα 2.** Εκπομπή ειδικής επιφάνειας σωματιδίων κατά τον κύκλο ARTEMIS Motorway



**Εικόνα 3.** Κατανομή μεγέθους αριθμού σωματιδίων κατά τον κύκλο ARTEMIS Motorway. Μέτρηση με Ηλεκτρικό Προσκραυστήρα Χαμηλής Πίεσης (ELPI)



**Εικόνα 4.** Κατανομή μεγέθους αριθμού σωματιδίων στα 90 km/h.

**Βιβλιογραφία**

Abe, T., Nagahiro, K., Aoki, T, Minami, H., Kikuchi, M., Hosogai, S., 2004.  
Development of new 2.2 – liter turbocharger diesel engine for the Euro – IV standardsd.  
SAE Paper 2004-01-1316.

Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος του Υποέργου

Γεώργιος Μήλτσιος  
Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός  
Καθηγητής