



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Διατμηματικό μάθημα: Περιβάλλον & Ανάπτυξη

8^ο εξάμηνο

**Χρήση Ντιζελοκίνητων Οχημάτων στο Λεκανοπέδιο
Αττικής:**

Υπέρ Ή Κατά;

Υπεύθυνος καθηγητής: Αλ. Παπαγιάννης

Σαρακινιώτη Χαρούλα 03106216

Τζωρμπατζάκη Μαριάννα 03106719

Δούκας Αναστάσιος 03106005

Κολησιάτης Δημήτριος 03104090

(Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ)

Ακαδημαϊκό έτος: 2010-2011

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	σελ.2
Η εξέλιξη των ρύπων στην Αθήνα: Τρεις γενιές νέφους	σελ.3
Εκπεμπόμενοι ρύποι από τα αυτοκίνητα	σελ.3
Η εξέλιξη των ρύπων	σελ.4
Τι ισχύει σήμερα στην Αττική	σελ.5
Τα όρια των ρύπων και οι προδιαγραφές EURO	σελ.6
Πολιτεία και νομοθεσία	σελ.9
Δομή Πετρελαιοκινητήρα και Βενζινοκινητήρα	σελ.11
Ντιζελοκίνηση: Τα υπέρ	σελ.12
Πλεονεκτήματα της μηχανής diesel έναντι της βενζινοκίνητης.	σελ.14
Καταλύτες και Φίλτρα Σωματιδίων	σελ.15
Biodiesel	σελ.16
Βενζόλιο	σελ.17
Ντιζελοκίνηση: Τα κατά	σελ.18
Βενζινοκίνηση	σελ.18
Υπέρβαση των ορίων ρύπων	σελ.18
Μικροσωματίδια	σελ.20
Επιπτώσεις στην υγεία	σελ.22
Οξειδία του αζώτου (NOx)	σελ.23
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	σελ.23
Νοθεία και ελλιπείς έλεγχοι	σελ.23
Συμπεράσματα	σελ.24
Επίλογος	σελ.25
Πηγές-Βιβλιογραφία	σελ.26

Εισαγωγή

Χρήση ντιζελοκίνητων οχημάτων στο Λεκανοπέδιο Αττικής: Υπέρ ή Κατά; Στις μέρες μας το ερώτημα αυτό απασχολεί την εκάστοτε κυβέρνηση, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης αλλά και τους απλούς πολίτες. Παρατηρείται ωστόσο σύγκρουση απόψεων αφού υπάρχουν υπέρμαχοι και των δυο πλευρών που υποστηρίζουν με σθένος τα επιχειρήματά τους, τα οποία στηρίζονται σε παράγοντες οικονομικούς και περιβαλλοντολογικούς, μεταξύ των οποίων εμφανίζονται αντικρουόμενα συμφέροντα.

Το πρόβλημα έρχεται στην επιφάνεια κυρίως λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των αιωρούμενων σωματιδίων, προβλήματα με σταθερή παρουσία στο Λεκανοπέδιο Αττικής, αλλά και λόγω της συζήτησης που επανέρχεται στο προσκήνιο συχνά, λόγω της μεταβαλλόμενης στάσης που φαίνεται να τηρεί η Πολιτεία πάνω στο ζήτημα, καθώς κατά περιόδους εκφράζονται επίσημες απόψεις υπέρ της άρσης της απαγόρευσης, ενώ άλλες εξακολουθούν να υποστηρίζουν την ισχύουσα απαγόρευση, επαναφέροντας το θέμα στην επικαιρότητα.

Στην εργασία μας επιχειρούμε να προσεγγίσουμε και τις δύο απόψεις παρουσιάζοντας τα υπέρ και τα κατά της πετρελαιοκίνησης αντικειμενικά κατά το δυνατόν. Προτού προχωρήσουμε στην εξέταση των δύο απόψεων, θα παρουσιάσουμε συνοπτικά την κατάσταση που ισχύει σήμερα, όσον αφορά την απαγόρευση, τα επίπεδα της ρύπανσης και το είδος των εκπεμπόμενων ρύπων, τα θεσπισμένα όρια εκπομπών και την ιστορική εξέλιξη του νομοθετικού πλαισίου που προσπαθεί να συμβάλλει στην βελτίωση της ατμοσφαιρικής ποιότητας.



Εικόνα 1: Άποψη της Αθήνας με εμφανή την παρουσία του φωτοχημικού νέφους.

Η εξέλιξη των ρύπων στην Αθήνα: Τρεις γενιές νέφους

Το κλασικό ή συμβατικό νέφος έγινε αντιληπτό στην Αθήνα από μετρήσεις διοξειδίου του θείου (SO_2) και καπνού που ξεκίνησε το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ) το 1969 και χαρακτηρίστηκε «νέφος αιθαλομίχλης», ακριβώς λόγω αυτής της έντονης παρουσίας διοξειδίου του θείου (SO_2) και καπνού, που προέρχονται κυρίως από τις κεντρικές θερμάνσεις και τα πετρελαιοκίνητα οχήματα.

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 το κλασικό νέφος δίνει τη θέση του στο φωτοχημικό νέφος με επικρατέστερους ρύπους τα οξείδια του αζώτου (NO_x), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και το όζον (O_3), που παρουσιάζεται όταν έχουμε υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ηλιοφάνεια και μικρή σχετική υγρασία, συνθήκες που συχνά παρουσιάζονται στην Αθήνα λόγω των καιρικών συνθηκών και ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1990, εμφανίζεται η τρίτη γενιά του νέφους, το υδρογονοσωματιδιακό νέφος, που περιέχει κυρίως αεροσωματίδια-μικροσωματίδια, που είναι υπεύθυνα για πολλές πνευμονολογικές παθήσεις στον πληθυσμό και ιδιαίτερα στα ευαίσθητα άτομα (ηλικιωμένους και παιδιά) και για τα οποία θα ακολουθήσει εκτενέστερη περιγραφή στη συνέχεια.

Εκπεμπόμενοι ρύποι από τα αυτοκίνητα

Πλήθος ρύπων εκλύονται από την καύση κατά την κυκλοφορία των αυτοκινήτων, σε διαφορετικές συγκεντρώσεις ανάλογα με το αν αναφερόμαστε σε πετρελαιοκίνητο ή βενζινοκίνητο όχημα. Αναφέρουμε εδώ τους πιο χαρακτηριστικούς:

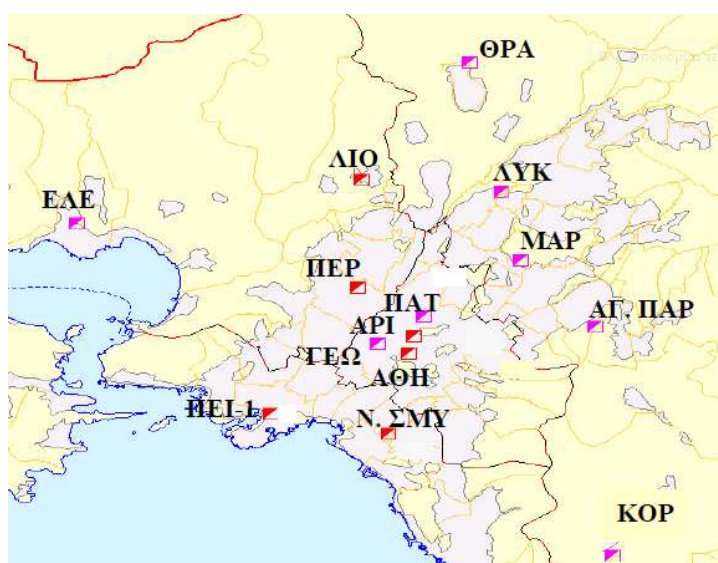
Μικροσωματίδια PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ (Particulate Matter) τα οποία εμφανίζονται σε πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στους ντιζελοκινητήρες, όπως και το μονοξείδιο του άνθρακα CO , τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και το διοξείδιο του θείου (SO_2).

Οι βενζινοκινητήρες εκλύουν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), υδρογονάνθρακες (HC) και βενζόλιο (C_6H_6).

Μεταγενέστερο προϊόν της καύσης, αν και όχι άμεσο παράγωγο, είναι και το όζον (O_3), ρύπος εξαιρετικά επικίνδυνος όταν βρίσκεται στα επίπεδα της ατμόσφαιρας και στον οποίο δίνεται ιδιαίτερη σημασία στο Ημερήσιο Δελτίο Τιμών Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης που δημοσιεύει το Υπουργείο Περιβάλλοντος.

Η εξέλιξη των ατμοσφαιρικών ρύπων

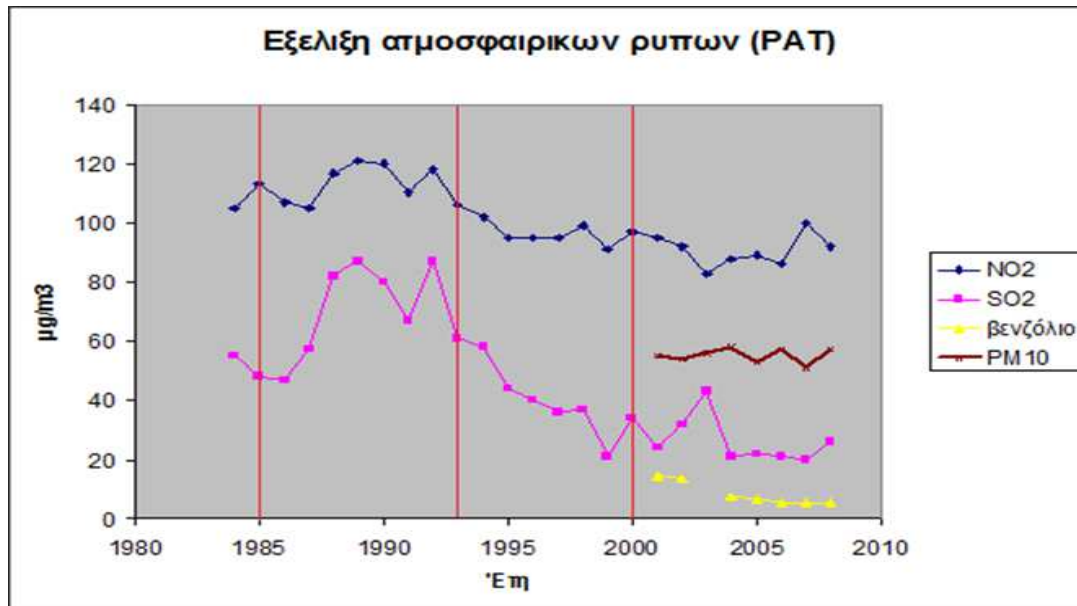
Παρακάτω παραθέτουμε ένα διάγραμμα που αφορά τέσσερις χαρακτηριστικούς ατμοσφαιρικούς ρύπους και πως αυτοί μεταβάλλονται με την πάροδο των χρόνων. Να επισημάνουμε ότι τα διαγράμματα των ρύπων προέρχονται από την ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος. Η Διεύθυνση Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης & Θορύβου του Υπουργείου είναι υπεύθυνη και για τη λειτουργία του δικτύου σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης, που είναι εγκατεστημένο στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας και αποτελείται από 17 σταθμούς (όπως φαίνονται στην Εικόνα 2), ενώ είναι υπεύθυνη και για την έκδοση ημερήσιου δελτίου ατμοσφαιρικής ρύπανσης και ετήσιας έκθεσης.



Εικόνα 2: Σταθμοί μέτρησης αερίων ρύπων στην Αττική. (Πηγή: www.ypeka.gr, Ετήσια Έκθεση για την Ποιότητα της Ατμόσφαιρας, Δ.ΕΑΡΘ 2010)

Παρακάτω βλέπουμε την εξέλιξη κάποιων χαρακτηριστικών ρύπων, βάσει των δεδομένων που προέρχονται από το σταθμό μέτρησης στην οδό Πατησίων στο κέντρο της Αθήνας. Η επιλογή του σταθμού δεν είναι τυχαία, καθώς στο κέντρο της Αθήνας παρατηρούνται γενικά υψηλότερες συγκεντρώσεις ρύπων εξαιτίας της αυξημένης κυκλοφοριακής κίνησης και της πυκνότερης κατοίκησης, σε σχέση με σταθμούς που βρίσκονται εκτός κέντρου, πχ. ο σταθμός Λυκόβρυσης.

Έχουμε χαράξει τρεις κάθετες κόκκινες γραμμές στις χρονολογίες εκείνες που θεσπίστηκαν ιδιαίτερης σημασίας μέτρα για την καταπολέμηση της ρύπανσης από την πλευρά της Πολιτείας: Το 1985 η θεσμοθέτηση της λειτουργίας των ΚΤΕΟ, το 1992 η απαγόρευση της πετρελαιοκίνησης στο Λεκανοπέδιο Αττικής και το 2000 η έναρξη λειτουργίας του Αττικού μετρό.



Εικόνα 3: Η εξέλιξη των ατμοσφαιρικών ρύπων από το 1984 ως το 2008 (μετρήσεις από σταθμό οδού Πατησίων) Πηγή: www.ypeka.gr, Δ/νση ΕΑΡΘ, 2008.

Διαχρονικά παρατηρείται μείωση των επιπέδων των ρύπων (π.χ. NO₂, SO₂) ή τάση για σταθεροποίηση άλλων (NO₂), ενώ δε φαίνεται αυξητική τάση, καθώς η σειρά των μέτρων που έχει εφαρμοστεί φαίνεται να αποδίδει, εφόσον δεν έχουμε αύξηση των επιπέδων ρύπων, παρά τη δεδομένη αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων. Από την άλλη πλευρά, απομένει να δούμε αν αυτά τα επίπεδα είναι μέσα στα θεσπισμένα όρια για την προστασία της υγείας από την Ευρωπαϊκή Ένωση με τα οποία πρέπει να συμμορφώνεται και η Ελλάδα, γι' αυτό και θα τα εξετάσουμε ξεχωριστά.

Τι ισχύει σήμερα στην Αττική

Σήμερα, απαγορεύεται η πετρελαιοκίνηση (ΚΥΑ Β-27660/712-ΦΕΚ 519Β, 12-08-1992) στο λεκανοπέδιο Αττικής. Συγκεκριμένα τα όρια χρήσης ντιζελοκίνητων οχημάτων καθορίζονται περιμετρικά από τα διοικητικά όρια των παρακάτω δήμων: Ελευσίνας, Μαγούλας, Φυλής Μενιδίου (Αχαρνές), Θρακομακεδόνων, Βαρυμπόμπης, Κρυονερίου, Αγίου Στεφάνου, Άνοιξης, Σταμάτας, Μπάλας(Ροδόπολης), Διονύσου, Πικερμίου, Σπάτων, Κορωπίου, Βάρης και Βάρκιζας.

Εξαίρεση αποτελούν τα ταξί, τα στρατιωτικά οχήματα, τα μέσα μαζικής μεταφοράς, τα ασθενοφόρα (νόμος 3984-27/06/2001, άρθρο 66) και τα βαρέα φορτηγά(δηλαδή φορτηγά με μικτό βάρος πάνω από 4 τόνους).

Τέλος, εξαίρεση αποτελούν τα φορτηγά αυτοκίνητα ιδιωτικής χρήσης μικτού βάρους κάτω των 4 τόνων που κατέχουν άδεια παραγωγού ή και πωλητή λαϊκών αγορών και μεταφέρουν προϊόντα για πώληση στις λαϊκές αγορές.

Οι παραβάτες τιμωρούνται με χρηματικό διοικητικό πρόστιμο 150€ , αφαίρεση της άδειας οδήγησης και της άδειας κυκλοφορίας του αυτοκινήτου για ένα μήνα. Ωστόσο αξίζει να σημειώσουμε ότι παραβίαση της απαγόρευσης κυκλοφορίας επιβατηγού αυτοκινήτου με κινητήρα ντίζελ στα δύο μεγάλα αστικά κέντρα (Αθήνας και Θεσσαλονίκης) δεν περιλαμβάνεται στον ΚΟΚ.

Τα όρια των ρύπων και οι προδιαγραφές EURO

Παραθέτουμε τα ισχύοντα όρια των συγκεντρώσεων των ρύπων στην ατμόσφαιρα, καθώς και τις προδιαγραφές EURO^[4] που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση για τις εκπομπές των αυτοκινήτων, πετρελαιοκίνητων και βενζινοκίνητων.

Τα σημερινά ισχύοντα όρια εκπομπών εναρμονίζονται με την Οδηγία 1999/30/ΕΚ για τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου στον αέρα του περιβάλλοντος (ΦΕΚ125/Α/ 5-6-2002). Προτού αναφερθούμε στα όρια να διευκρινίσουμε δύο σημαντικούς για την κατανόηση του τρόπου οριοθέτησης, όρους: Σύμφωνα με το προαναφερθέν ΦΕΚ, σαν «οριακή τιμή» ορίζεται ένα επίπεδο καθοριζόμενο βάσει επιστημονικών γνώσεων, με σκοπό να αποφεύγονται, να προλαμβάνονται ή να μειώνονται οι επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία ή/και στο σύνολο του περιβάλλοντος, το οποίο πρέπει να επιτευχθεί εντός δεδομένης προθεσμίας χωρίς εν συνεχεία υπερβάσεις, ενώ σαν «όριο συναγερμού» ορίζεται ένα επίπεδο πέραν του οποίου υπάρχει κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία ακόμα και αν η έκθεση είναι βραχύχρονη, και κατά το οποίο οι αρμόδιες αρχές λαμβάνουν αμέσως τα μέτρα που προβλέπονται από τις διατάξεις που αναφέρονται στο ΦΕΚ.

Όπως θα γίνει αντιληπτό , τα όρια συγκεντρώσεων ρύπων είναι τιμές που δεν πρέπει να ξεπερνιούνται σε μια χρονική περίοδο ή να ξεπερνιούνται λιγότερο από μια καθορισμένη συχνότητα υπέρβασης. Οι οριακές τιμές που θα παρατεθούν αφορούν στην προστασία της ανθρώπινης υγείας και είναι διαφορετικές από αυτές για την προστασία των οικοσυστημάτων:

SO₂ : 350μg/m³- ωριαία οριακή τιμή, δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 24 φορές ανά ημερολογιακό έτος

125μg/m³- ημερήσια οριακή τιμή δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 3 φορές ανά ημερολογιακό έτος

Όριο συναγερμού: **500μg/m³** μετρούμενα επί τρεις συνεχείς ώρες σε αντιπροσωπευτικές για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα θέσεις σε περιοχή έκτασης τουλάχιστον 100km² ή σε ολόκληρη ζώνη ή οικισμό ανάλογα με το ποια είναι μικρότερη σε έκταση.

NO₂: 200μg/m³-ωριαία οριακή τιμή, δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 18 φορές ανά ημερολογιακό έτος

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - ετήσια οριακή τιμή

Όριο συναγερμού: **400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** μετρούμενα επί τρεις συνεχείς ώρες σε αντιπροσωπευτικές για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα θέσεις σε περιοχή έκτασης τουλάχιστον 100km² ή σε ολόκληρη ζώνη ή οικισμό ανάλογα με το ποια είναι μικρότερη σε έκταση.

CO: **10 mg/m³** - Οριακή τιμή (τιμή σε 8ωρηβάση)

Δεν έχει θεσπιστεί όριο συναγερμού

PM₁₀ : **50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** - 24ωρη οριακή τιμή, δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 7 φορές ανά ημερολογιακό έτος

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - ετήσια οριακή τιμή

Οζον(O₃): **180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** -όριο ενημέρωσης κοινού (ωριαία τιμή)

240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ –όριο συναγερμού (ωριαία τιμή)

Βενζόλιο : **5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** - ετήσια οριακή τιμή.

Δεν έχει θεσπιστεί όριο συναγερμού

Οι προδιαγραφές EURO τώρα, ορίζουν τα αποδεκτά όρια των εκπομπών από τα νέα οχήματα που πωλούνται στα μέλη της Ε.Ε και είναι διαφορετικές για τα βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα. Αφορούν τους ρύπους: NO_x, HC, CO, PM και περιλαμβάνουν αυτοκίνητα & ελαφρά φορτηγά, κινητήρες βαρέων τύπου φορτηγών & λεωφορείων, εκτός δρόμου κινητήρες diesel, μοτοσικλέτες, τρένα, κινητήρες μικρής ιπποδύναμης γενικής χρήσης, αλλά όχι αεροπλάνα και πλοία. Συνοπτικά, η εξέλιξή τους, παρουσιάζεται στον Πίνακα 1 (μετρήσεις σε g/km):

DIESEL	ΠΡΟΤΥΠΟ	ΕΤΟΣ	CO	HC	HC+NO _x	NO _x	PM
	EURO 1	1992	2,72	-	0,97	-	0,14
	EURO 2	1996	1,0	-	0,70	-	0,08
	EURO 3	2000	0,64	-	0,56	0,50	0,05
	EURO 4	2005	0,50	-	0,30	0,25	0,025
	EURO 5	2009	0,50	-	0,25	0,25	0,005
	EURO 6	2014	0,50	-	-	0,08	0,005
BENZINH	ΠΡΟΤΥΠΟ	ΕΤΟΣ	CO	HC	HC+NO _x	NO _x	PM
	EURO 1	1992	2,72	-	0,97	-	-
	EURO 2	1996	2,20	-	0,50	-	-
	EURO 3	2000	2,30	0,20	-	0,15	-
	EURO 4	2005	1,0	0,10	-	0,08	-
	EURO 5	2009	1,0	0,10	-	0,07	0,005
	EURO 6	2014	1,0	0,10	-	0,07	0,005

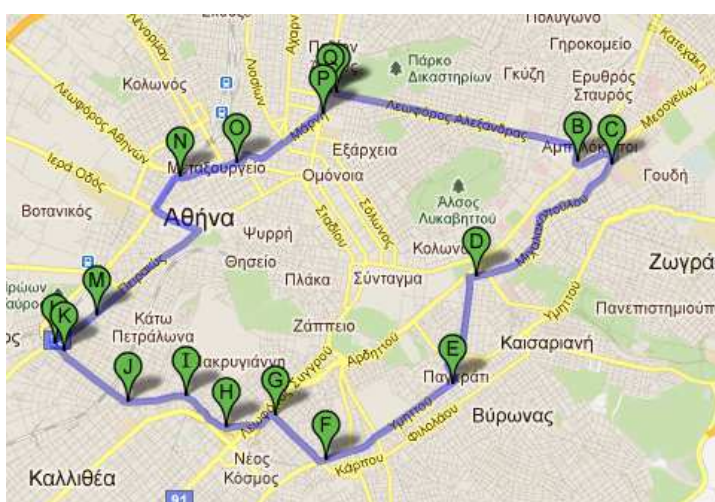
Πίνακας 1: Προδιαγραφές EURO αναφορικά με τις εκπομπές αερίων και PM από διάφορα είδη οχημάτων.

Πολιτεία και νομοθεσία

Στη διάρκεια των τελευταίων 40 ετών, από τότε δηλαδή που άρχισε να γίνεται αντιληπτό το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Λεκανοπέδιο Αττικής και ιδιαίτερα στο κέντρο της Αθήνας, μπορούμε να ανατρέξουμε σε σειρά νόμων και αποφάσεων από την πλευρά της Πολιτείας, που σκοπό είχαν να συμβάλλουν στην βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, ελέγχοντας και καθορίζοντας τις προδιαγραφές των κυκλοφορούντων οχημάτων, θέτοντας όρια στην κυκλοφορία τους, και ενισχύοντας το ρόλο των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς στις καθημερινές μετακινήσεις στο κέντρο. Ας δούμε αναλυτικότερα την ιστορική εξέλιξη των μέτρων αυτών:

Το 1977, καταργείται η χρήση βαρέως πετρελαίου (μαζούτ) στην κεντρική θέρμανση (σύμφωνα με την Π.Δ. 922/12.10.77). Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι οι κεντρικές θερμάνσεις των κτιρίων είναι συνυπεύθυνες για την απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα προϊόντων καύσης, όπως και τα αυτοκίνητα, και έχει εκδοθεί και για αυτές πλήθος διαταγμάτων, υπουργικών αποφάσεων, Π.Δ, οδηγιών, κλπ., ρυθμιστικά της λειτουργίας τους, θα επικεντρωθούμε όμως στις ρυθμίσεις που αφορούν τα αυτοκίνητα, αρκούμενοι στην αναφορά εδώ του πολύ σημαντικού μν, πλην εκτός του αντικειμένου μελέτης μας, ζητήματος των κεντρικών θερμάνσεων.

Το 1979, θεσπίζεται εκτάκτως ο Δακτύλιος Αθηνών (τα σημερινά του όρια φαίνονται στην εικόνα δεξιά,) ως επείγον προσωρινό μέτρο για λόγους εξοικονόμησης καυσίμων, όμως το 1982 καθιερώνεται μόνιμα. Να αναφέρουμε εδώ ότι τη χρονιά που εφαρμόστηκε το μέτρο του Δακτυλίου, στην Αθήνα κυκλοφορούσαν 430.000 αυτοκίνητα, ενώ σήμερα έχουν προ πολλού ξεπεράσει τα 2,5 εκατομμύρια. ^[11]



Εικόνα 4: Όρια δακτυλίου περιοχής Αθηνών

(Πηγή: <http://www.stigmap.gr/>)

Το 1985 θεσμοθετείται η λειτουργία των Κέντρων Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων (ΚΤΕΟ), σύμφωνα με το ΦΕΚ 781/Β/24-12-1985. Σήμερα, ο έλεγχος των Ι.Χ είναι υποχρεωτικός και γίνεται κάθε δύο χρόνια, αρχής γενομένης από τον 4^ο χρόνο της έκδοσης της άδειας κυκλοφορίας του οχήματος (για νέα οχήματα). Μη κατοχή ισχύουσας κάρτας που πιστοποιεί ότι το αυτοκίνητο έχει περάσει από τεχνικό έλεγχο, επισύρει πρόστιμο 400€, σύμφωνα με το άρθρο 86 του Κ.Ο.Κ.^[12] Το 1992 καθιερώνεται η Κάρτα Ελέγχου Καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική για όλα τα οχήματα, και πρέπει να επανεκδίδεται κάθε χρόνο, από τον πρώτο χρόνο κυκλοφορίας του Ι.Χ, σύμφωνα με το νόμο 2052/5.6.92, ενώ στον ίδιο νόμο δίνονται κίνητρα ενθάρρυνσης της χρήσης των καταλυτικών αυτοκινήτων.

Την ίδια χρονιά (1992) απαγορεύεται η πετρελαιοκίνηση στο Λεκανοπέδιο Αττικής, σύμφωνα με το ΦΕΚ 519/Β/12.8.92 ΚΥΑ Β7660/712, απαγόρευση που ισχύει μέχρι και σήμερα. Οι εξαιρέσεις από την απαγόρευση έχουν αναφερθεί προηγουμένως.

Τον Ιανουάριο του 2000, αρχίζει η λειτουργία του Αττικού μετρό, το οποίο είχε ήδη ιδρυθεί από το 1991 (νόμος 1955- ΦΕΚ 112/18.07.91). Το Αττικό μετρό συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στον περιορισμό της κυκλοφορίας των οχημάτων στο κέντρο της Αθήνας καθώς με της δύο γραμμές του, συνολικού μήκους 27,3 χιλιομέτρων και 21,2 χιλιομέτρων στο δίκτυο του Προαστιακού, μετακινούνται περίπου 650.000 επιβάτες ημερησίως. Έχει υπολογιστεί ότι η λειτουργία του μετρό μείωσε κατά 71.000 τα Ι.Χ. αυτοκίνητα που εισέρχονται στο κέντρο της πόλης ή ισοδύναμα μείωσε την κίνηση με Ι.Χ. κατά 335.000 οχηματοχιλιόμετρα ημερησίως. Λόγω του μετρό, οι ρύποι από τα οχήματα μειώθηκαν 8% κατά μέσον όρο.^{[13],[14]} Η λειτουργία του μετρό, συνδυάστηκε με αναδιάρθρωση και των άλλων Δημοσίων Μέσων Μεταφοράς με μείωση τερματικών σταθμών Λεωφορείων στο κέντρο της πόλης, λόγω δημιουργίας νέων αφετηριών λεωφορείων κοντά σε περιφερειακούς σταθμούς του μετρό, μείωσε σημαντικά εκτός από τα Ι.Χ. και την κίνηση των λεωφορείων στο κέντρο της Αθήνας. Να σημειώσουμε εδώ ότι αναμένεται η επέκταση των γραμμών μετρό 5,5 χιλιομέτρων της το Ελληνικό και 7,6 χιλιομέτρων της Κορυδαλλό-Νίκαια-Πειραιά.

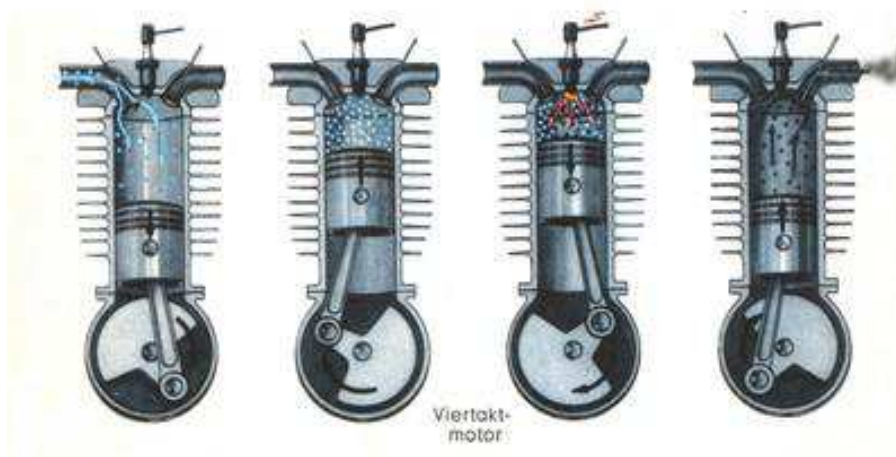
Στα πλαίσια της «περιβαλλοντικής» αναβάθμισης των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, να σημειώσουμε ότι το 2001 προστέθηκαν στο στόλο των λεωφορείων και λεωφορεία φυσικού αερίου (σήμερα φτάνουν τα 414 ενώ συμπληρώνονται από 200 σύγχρονα λεωφορεία φυσικού αερίου τεχνολογίας κινητήρα ανώτερης του EURO V)^[15], ενώ το 2004 ξεκίνησε τη λειτουργία του το τραμ, το οποίο με δίκτυο 27 χιλιομέτρων εξυπηρετεί 65.0000 επιβάτες κάθε μέρα και αναμένεται επέκταση του δικτύου με σκοπό τη συνολική εξυπηρέτηση 135.000 επιβατών ημερησίως.^[16] Για να κλείσουμε την ενότητα των μέσων μαζικής μεταφοράς, αναφέρουμε και την απόκτηση, το 2009 και 2010, 220 και 100 λεωφορείων κινητήρων EURO IV και V αντίστοιχα.

Τελειώνοντας τη μικρή αυτή αναδρομή, να αναφέρουμε ότι το 2005, και βάσει του νόμου 3423/2005-ΦΕΚ 304/Α΄/13.12.2005, εισήχθησαν στην ελληνική αγορά τα βιοκαύσιμα και άλλα ανανεώσιμα καύσιμα, στα οποία θα γίνει αναφορά στη συνέχεια.

Δομή Πετρελαιοκινητήρα και Βενζινοκινητήρα.

Για τη ρύπανση της ατμόσφαιρας, μεγάλο μερίδιο ευθύνης φέρουν οι εξαιτίσεις των οχημάτων όπως προαναφέραμε. Πώς λειτουργεί όμως ο κάθε τύπος μηχανής; Παρακάτω εξηγούμε συνοπτικά τις λειτουργικές διαφορές κάθε τύπου μηχανής, προκειμένου να οδηγηθούμε στη σύγκριση των χαρακτηριστικών τους που θα μας επιτρέψει να αποφανθούμε για το ποιος από τους δύο είναι προτιμητέος σε επόμενη ενότητα.

Ένας βενζινοκινητήρας λειτουργεί με τον κύκλο Otto, στον οποίο σε πρώτη φάση ένα μείγμα εξατμισμένης βενζίνης και αέρα εισέρχεται στον θάλαμο καύσης. Στη συνέχεια, η βαλβίδα ψεκασμού καυσίμου κλείνει και ο θάλαμος γίνεται αεροστεγής και ακολούθως συμπιέζεται. Σε αυτή τη φάση ενεργοποιείται ο αναφλεκτήρας (μπουζί) και το μείγμα αέρα καυσίμου αναφλέγεται, με αποτέλεσμα την εκτόνωση του εμβόλου. Τέλος, η βαλβίδα των καυσαερίων ανοίγει και τα κατάλοιπα της καύσης οδηγούνται προς το περιβάλλον.

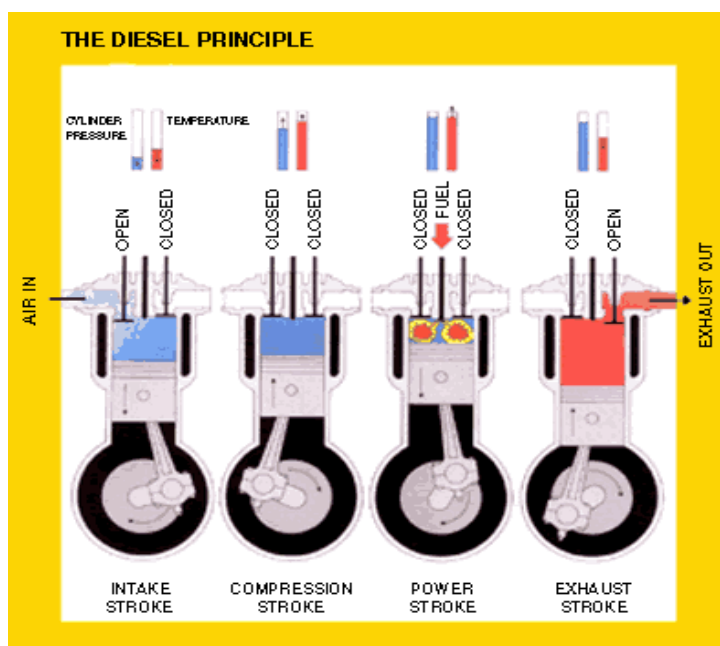


Εικόνα 5: Λειτουργία Βενζινοκινητήρα (κύκλος Otto).

Πηγή: <http://www.asia-europe.uni-heidelberg.de/en/research/d-historicities-heritage/d5/characteristics-genre/visualization.html>

Σε έναν ντιζελοκινητήρα η βασική διαφορά είναι ότι μόνο ατμοσφαιρικός αέρας συμπιέζεται κατά τη διάρκεια του κύκλου συμπίεσης και ακολούθως το καύσιμο ψεκάζεται στον (ζεστό) συμπιεσμένο αέρα μέσα στον κύλινδρο. Αυτό προκαλεί έτσι την ανάφλεξή του, χωρίς τη χρήση μπουζί. Όπως φαίνεται και

στην παρακάτω εικόνα, βασική δομική διαφορά της μηχανής diesel, είναι η έλλειψη αναφλεκτήρα (μπουζι).



Εικόνα 6: Λειτουργία πετρελαιοκινητήρα (diesel cycle)

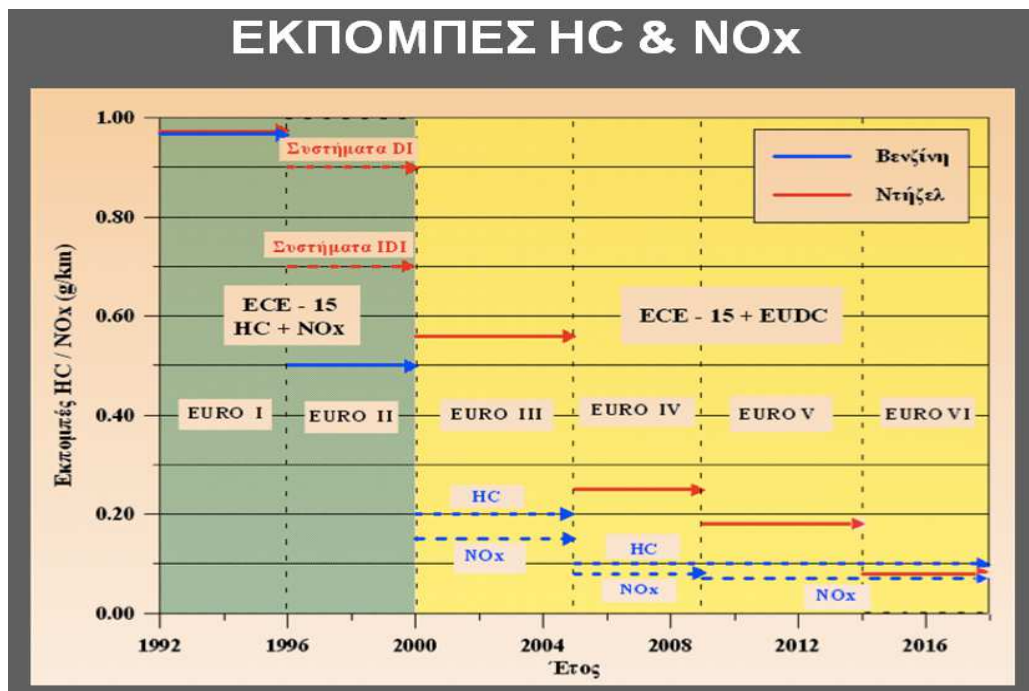
Πηγή: <http://www.britannica.com/EBchecked/media/19423/Four-stroke-diesel-engine-The-typical-sequence-of-cycle-events>

Ντιζελοκίνηση: Τα υπέρ

Επίσημα στοιχεία της Eurostat^[17] επιβεβαιώνουν ότι η Ελλάδα είναι η χώρα-μέλος στην οποία καταναλώνεται αναλογικά η περισσότερη βενζίνη από τα μέσα μεταφοράς, καθώς η απαγόρευση της ντιζελοκίνησης για τα Ι.Χ. στην Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη περιορίζει δραστικά το μερίδιο του πετρελαίου κίνησης. Εξαιτίας μάλιστα αυτής της ανισορροπίας, βρίσκεται η χώρα μας στην έκτη θέση μεταξύ 27 κρατών μελών της Ε.Ε., όσον αφορά στην κατανάλωση βενζίνης σε απόλυτα νούμερα. Περισσότερη βενζίνη καταναλώνουν μόνο η Γερμανία, η Μεγ. Βρετανία, η Ιταλία, η Γαλλία και η Ισπανία, δηλαδή κράτη με πολλαπλάσιο πληθυσμό.

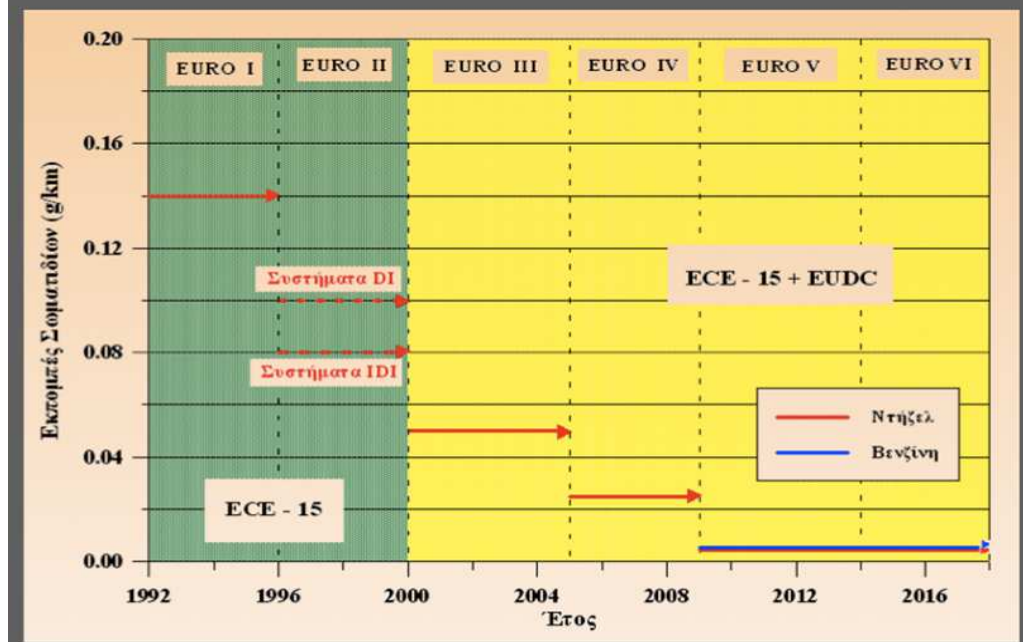
Κύριοι λόγοι που κρατούν σε ισχύ την απαγόρευση αυτή είναι, όπως έχει ήδη αναφερθεί, περιβαλλοντικοί και κυρίως οι εκπομπές μικροσωματιδίων λόγω της καύσης πετρελαίου. Ωστόσο, η τεχνολογία των ντιζελοκίνητων Ι.Χ. έχει εξελιχθεί με αποτέλεσμα να μην επηρεάζεται το περιβάλλον σε μεγάλο βαθμό, ενώ και τα διυλιστήρια έχουν προσαρμοστεί στις κοινοτικές προδιαγραφές. Εξάλλου, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, από το Σεπτέμβριο του 2014 και με την εφαρμογή του ευρωπαϊκού προτύπου εκπομπών EURO VI, τα όρια των εκπεμπόμενων ρύπων σε βενζινοκινητήρες και ντιζελοκινητήρες θα εξισωθούν.

Όπως βλέπουμε και παραστατικά στις παρακάτω εικόνες, η εξίσωση των ορίων επιτρεπόμενης εκπομπής σωματιδίων έχει ήδη εξισωθεί σε βενζινοκινητήρες και ντιζελοκινητήρες, ενώ για τα οξειδία του αζώτου καθώς και τους υδρογονάνθρακες η εξίσωση θα επέλθει από το 2014. Φυσικά, το πρότυπο αυτούσιο δεν λείει κάτι και η επιτυχία του εναπόκειται στην εφαρμογή του από τα ευρωπαϊκά κράτη. 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.



Πίνακας 2: Εξελικτική απεικόνιση των ορίων εκπομπών HC και NOx στα πρότυπα EURO
 Πηγή: «Η Εξέλιξη των Καυσίμων και των Προτύπων Εκπομπών Ρύπων από Συμβατικούς Κινητήρες Οχημάτων» [Κορρές, 2007].

ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ



Πίνακας 3: Εξελικτική απεικόνιση των ορίων εκπομπών σωματιδίων στα πρότυπα EURO Πηγή: «Η Εξέλιξη των Καυσίμων και των Προτύπων Εκπομπών Ρύπων από Συμβατικούς Κινητήρες Οχημάτων» [Κορρές, 2007].

Πλεονεκτήματα της μηχανής diesel έναντι της βενζινοκίνητης.

Μία μηχανή diesel διανύει περισσότερα km/lt καυσίμου από ο,τι ένας ισοδύναμος σε κυβισμό κινητήρας βενζίνης. Αυτό οφείλεται κυρίως σε 2 παράγοντες. Το diesel έχει μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα από τη βενζίνη (περίπου 17% παραπάνω), ενώ ο κινητήρας diesel έχει μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση. Αυτό διότι σε ένα ντιζελοκινητήρα παράγεται περισσότερη ενέργεια ανά λίτρο καυσίμου, ως αποτέλεσμα της υψηλότερης συμπίεσης του μείγματος καυσίμου/ ατμοσφαιρικού αέρα. Οι σύγχρονοι βενζινοκινητήρες έχουν αναλογία συμπίεσης 10:1 με 11:1, ενώ οι αντίστοιχες αναλογίες των ντίζελ μπορούν να φτάσουν το 25:1^[3].

Η πολύ υψηλότερη αναλογία συμπίεσης (και άρα οι υψηλές πιέσεις που θα αναπτύσσονται στον κύλινδρο) σημαίνει ανάγκη για στιβαρή κατασκευή, που θα είναι ανθεκτική σε μηχανικές καταπονήσεις. Αυτό σημαίνει ότι έχουν, βέβαια, υψηλότερο κόστος κατασκευής, όμως αυτό αντισταθμίζεται από τον πολύ μεγαλύτερο χρόνο ζωής. Τέλος, εξαιτίας του μεγαλύτερου βάρους και της υψηλότερης αναλογίας συμπίεσης, ο ντιζελοκινητήρας λειτουργεί σε χαμηλότερες ΣΑΛ, παράγοντας άφθονη ροπή στις χαμηλές στροφές (σε σχέση με έναν βενζινοκινητήρα), αλλά χαμηλότερη ιπποδύναμη.

Βέβαια, το μέγιστο της ιπποδύναμης των βενζινοκινητήρων έρχεται σε πολύ υψηλές ΣΑΛ (συνήθως 4000-6000rpm), γεγονός που δεν συνάδει βέβαια με

οικολογική οδήγηση ούτε συμβάλει στη σωστή χρήση και συντήρηση του κινητήρα.

Επιπλέον, τα ντιζελοκίνητα που είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή στην ελληνική αγορά, σε σχέση με τα αντίστοιχά τους (σε κυβισμό) βενζινοκίνητα εκπέμπουν σημαντικά λιγότερο CO₂. Αυτό αρχικά είναι παράδοξο, διότι το περιεχόμενο σε άνθρακα είναι:

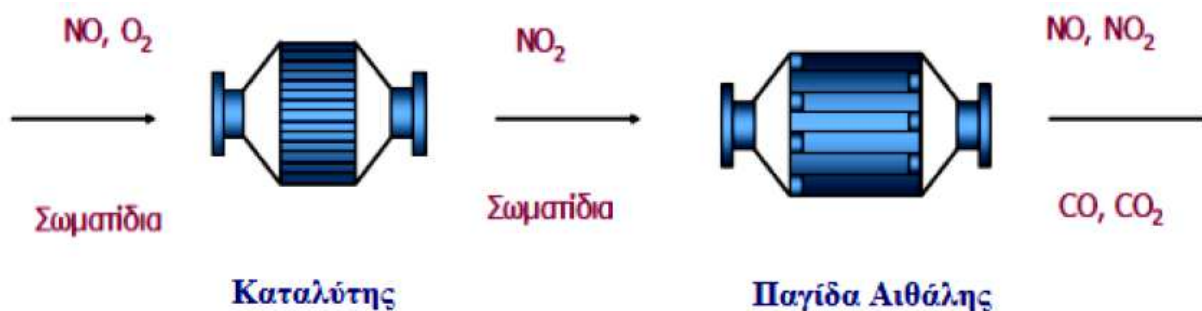
Βενζίνη: **0.64 g/lt**

Diesel: **0.73 g/lt**

Αυτό το παράδοξο εξηγείται εύκολα, αν συνυπολογίσουμε το γεγονός ότι οι ντιζελοκινητήρες έχουν μικρότερη κατανάλωση καυσίμου ανά διανυόμενο km διαδρομής.

Καταλύτες και Φίλτρα Σωματιδίων

Στη διάδοση της τεχνολογίας των ντιζελ συμβάλλει και η εξέλιξη της τεχνολογίας των καταλυτών. Η πιο διαδεδομένη τεχνοτροπία σήμερα θέλει ένα συνδυασμό καταλύτη (για τη συγκράτηση των NO_x) και στη συνέχεια ένα φίλτρο συγκράτησης μικροσωματιδίων (DPF). Έχει παρατηρηθεί ότι η συγκράτηση των μικροσωματιδίων που γίνεται έχει απόδοση 90% και συκρατούνται μικροσωματίδια διαμέτρου 40 nm.



Εικόνα 7: Απεικόνιση ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων φιλτραρίσματος.

Πηγή: «Ανασκόπηση σύγχρονων συστημάτων αντιρρύπανσης εμβολοφόρων κινητήρων», [Οικονόμου, 2011].

Συνοπτικά τα υπέρ της ντιζελοκίνησης:

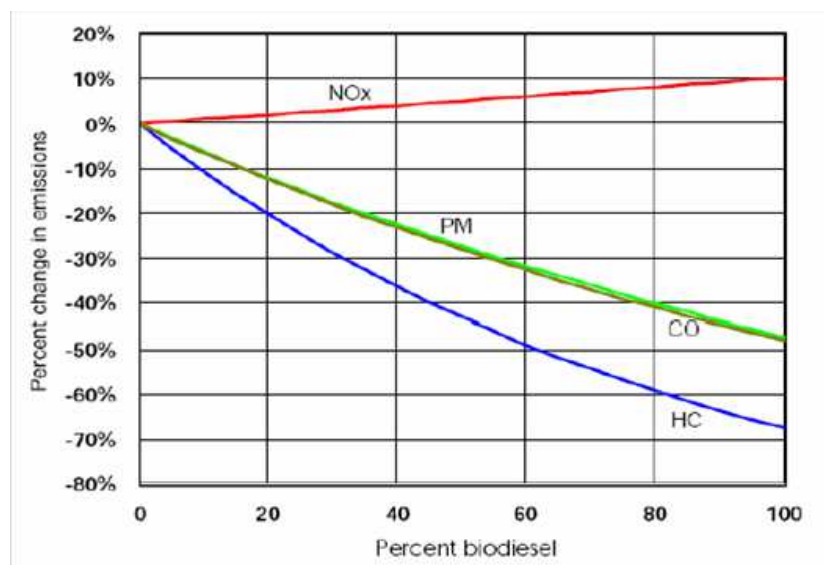
1. Μειωμένη κατά 30% κατανάλωση των μικρού και μεσαίου κυβισμού ντιζελ κινητήρων (1.300-1.600 κ.εκ.) και περισσότερο από 50% στους μεγάλους (άνω των 2.000 κ.εκ.).
2. Οι σύγχρονοι ντιζελ έχουν σχεδόν παραπλήσια ισχύ με έναν αντίστοιχο βενζίνης.

3. Πολύ μεγαλύτερη ροπή σε χαμηλότερες στροφές.
4. Καμία απολύτως διαφορά στη λειτουργία και στο θόρυβο (οι καινούριες γενιάς).
5. Μεγαλύτερα διαστήματα σέρβις (ωστόσο έχουν πιο υψηλό κόστος συντήρησης).
6. Σημαντικά οικονομικά οφέλη. Σε αυτά κατατάσσουμε τις προβλέψεις ότι με την απελευθέρωση των diesel, θα πέσει η τιμή της βενζίνης λόγω πτώσης της ζήτησής της.

Ακόμα, στα υπέρ της ντιζελοκίνησης, θα μπορούσαμε να εντάξουμε και τη χρήση του biodiesel, καθώς και το γεγονός ότι στους ρύπους του diesel δεν εντάσσεται το βενζόλιο. Καθέναν από τους 2 αυτούς τομείς αναλύεται συνοπτικά παρακάτω.

Biodiesel

Το biodiesel παράγεται συνήθως από την εστεροποίηση των φυτικών ή ζωικών ελαίων. Ως προς τη χρήση του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί άφοβα σε όλους τους κινητήρες diesel^[5], ενώ είναι πολύ φιλικότερο για το περιβάλλον σε σχέση με το κλασικό diesel. Συγκεκριμένα, δεν χρησιμοποιείται συνήθως 100% biodiesel, αλλά ένα μείγμα diesel και biodiesel. Όσο το ποσοστό του biodiesel αυξάνει στο μείγμα, τόσο μειώνονται οι εκπεμπόμενοι ρύποι (εκτός των NOx). Στα αρνητικά του, ωστόσο πρέπει να σημειώσουμε ότι ευθύνεται για την αύξηση των τιμών στα τρόφιμα (που χρησιμοποιούνται σαν πρώτες ύλες για την παραγωγή του).



Εικόνα 8: Μεταβολή ποσοστών εκπεμπόμενων ρύπων στο ντίζελ, με την αύξηση του ποσοστού biodiesel που περιέχει.

Βενζόλιο

Το βενζόλιο ή βενζένιο, είναι από τους κύριους ρύπους που εκπέμπουν τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Είναι το απλούστερο και σπουδαιότερο μέλος της οικογένειας των αρενίων. Έχει χημικό τύπο C_6H_6 αλλά συμβολίζεται συχνά συντομογραφικά ως PhH ή ΦΗ. Είναι άχρωμο, πολύ εύφλεκτο υγρό, με σχετικά γλυκιά οσμή, σχετικά υψηλό σημείο τήξης και μεγάλη διαλυτική ικανότητα. Είναι γνωστό καρκινογόνο και χρησιμοποιείται περιορισμένα ως πρόσθετο αύξησης του βαθμού οκτανίου στη βενζίνη (το καθαρό βενζόλιο αντιστοιχεί σε 150 βαθμούς οκτανίου).

Το βενζόλιο είναι μία ιδιαίτερα τοξική χημική ένωση. Όταν εισπνέεται σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκαλέσει ζάλη, ταχυκαρδία, πονοκεφάλους, σύγχυση και αναισθησία, ακόμα και το θάνατο^[5]. Επίσης όταν βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στα τρόφιμα μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό, ζάλη, ταχυκαρδία, τάση για εμετό, σπασμούς και το θάνατο. Τέλος, το βενζόλιο θεωρείται καρκινογόνο για τον άνθρωπο, μακροχρόνια έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση λευχαιμίας.

Ντιζελοκίνηση: Τα κατά

Βενζινοκίνηση

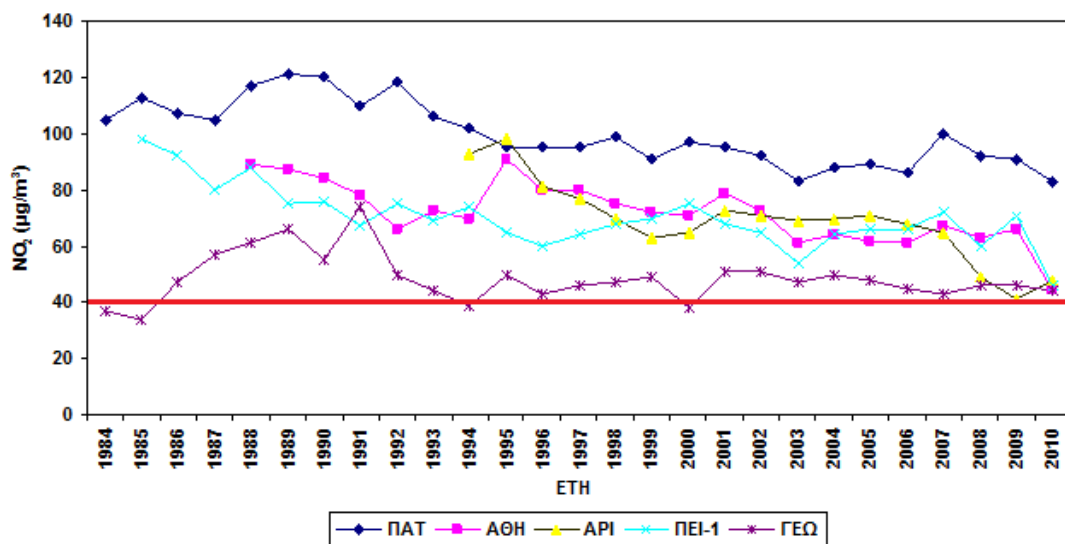
Πριν ασχοληθούμε με την καθαυτό αρνητική πλευρά της ντιζελοκίνησης, ας δούμε συνοπτικά τα θετικά στοιχεία της βενζινοκίνησης, που συνηγορούν στην ισχύουσα εφαρμογή της βενζινοκίνησης.

- Ελαφρύτερος κινητήρας (λόγω κατασκευής και καυσίμου)
- Μεγαλύτερη ικανότητα επιτάχυνσης
- Χαμηλότερο κόστος τακτικής συντήρησης (τα ντιζελοκίνητα οχήματα χρειάζονται τακτικότερη συντήρηση λόγω των εξαρτημάτων που περιέχουν, πχ. φίλτρα)
- Λιγότερο θορυβώδης κινητήρας: Συνυπολογίζοντας ότι ο θόρυβος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες υποβάθμισης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής και υπάρχει σχετική νομοθεσία που θεσπίζει τα όρια του θορύβου στις οδικές αρτηρίες (ΦΕΚ 395/Β/19.6.1992), αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα των βενζινοκίνητων οχημάτων
- Ελάχιστη εκπομπή μικροσωματιδίων (PM): Σε αυτό ακριβώς το χαρακτηριστικό βρίσκει την εξήγησή της η προτίμηση στη βενζινοκίνηση. Είναι τόσο μικρή η εκπομπή μικροσωματιδίων από τους βενζινοκίνητους, που μέχρι και το πρότυπο EURO 4, δεν υπήρχε θεσπισμένο όριο εκπομπής.

- Λιγότερες εκπομπές CO: Καθώς η βενζίνη είναι μεταγενέστερο παράγωγο της επεξεργασίας του πετρελαίου σε σχέση με το diesel, η καύση στον κινητήρα είναι τελειότερη και οδηγεί σε μειωμένες εκπομπές CO.

Υπέρβαση των ορίων ρύπων

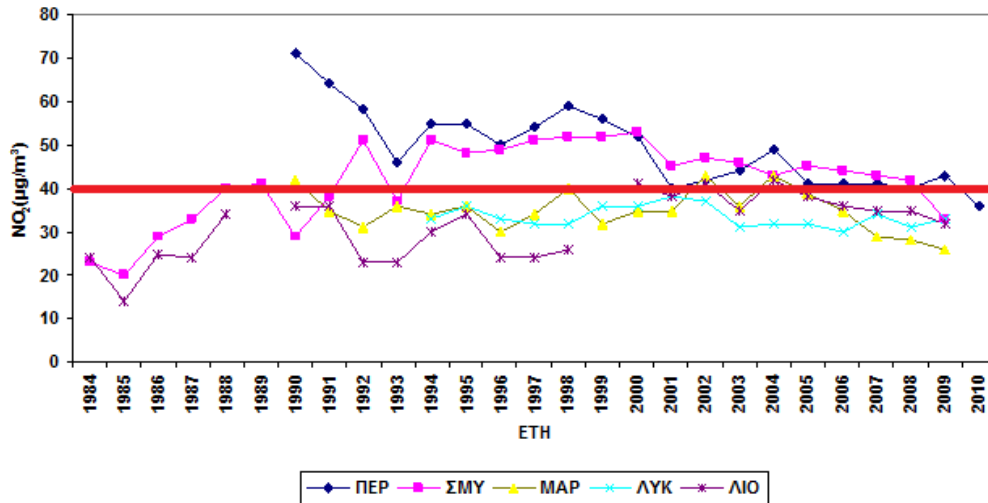
Τα οξειδία του αζώτου (NO_x), εκπέμπονται κυρίως από τους ντιζελοκινητήρες (ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το αντίστοιχο όριο EURO 5 για τους ντιζελοκινητήρες είναι τριπλάσιο σε σχέση με το αντίστοιχο για τους βενζινοκινητήρες). Η βλαπτική τους επίδραση στην ανθρώπινη υγεία θα παρουσιαστεί αργότερα, εδώ παραθέτουμε τις ετήσιες μετρήσεις NO₂ της τελευταίας 25ετίας, όπως αυτές δημοσιεύτηκαν από τη Διεύθυνση Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης & Θορύβου του Υπουργείου Περιβάλλοντος.^[7]



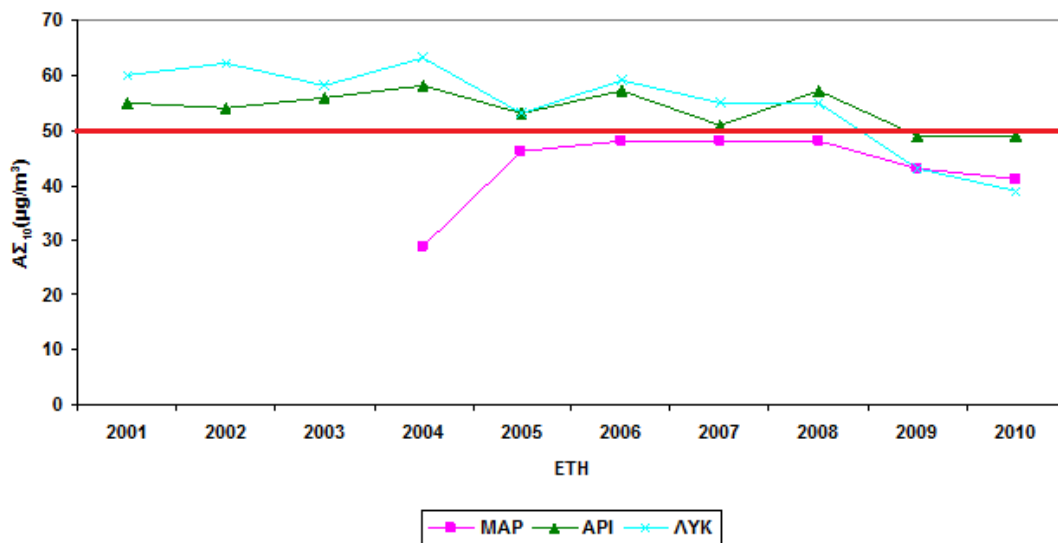
Εικόνα 9: Ετήσιες μετρήσεις NO₂, 1985-2010, σταθμοί Πατησίων, Αθηνάς, Αριστοτέλους, Πειραιάς Ι, Γεωπονική. Πηγή: www.ypeka.gr, Δ.ΕΑΡΘ, Ετήσια Έκθεση Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης 2010.

Σημειώνουμε ότι η κόκκινη γραμμή έχει προστεθεί από εμάς, και απεικονίζει το όριο του NO₂: Όπως βλέπουμε οι μετρήσεις στους σταθμούς που βρίσκονται στο κέντρο της Αθήνας βρίσκονται σταθερά πολύ πάνω από το όριο και αν διακρίνεται μια τάση σταθεροποίησης, το επίπεδο της ξεπερνάει κατά πολύ το θεσπισμένο όριο.

Για πιο περιφερειακούς σταθμούς, βλέπουμε πως η κίνηση των μετρήσεων βρίσκεται περιμετρικά του ορίου, με μια τάση σταθεροποίησης πάνω σε αυτό, δηλαδή η κατάσταση είναι σαφώς καλύτερη σε σχέση με τους σταθμούς του κέντρου αλλά σε καμία περίπτωση ιδανική.



Εικόνα 10: Ετήσιες μετρήσεις NO₂, 1985-2010, σταθμοί: Περιστερί, Ν. Σμύρνη, Μαρούσι, Λυκόβρυση, Λιόσια. Πηγή: www.ypeka.gr, Δ.ΕΑΡΘ, Έκθεση Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης 2010.



Εικόνα 11: Μετρήσεις μικροσωματιδίων PM-10 (Μαρούσι, Αριστοτέλους, Λυκόβρυση) 2001-2010 Πηγή: www.ypeka.gr, Δ.ΕΑΡΘ, Έκθεση Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης 2010.

Αναφορικά με τα μικροσωματίδια, βλέπουμε ότι στις κεντρικές περιοχές βρισκόμαστε πάνω από το όριο, ενώ σε μια λίγο πιο απομακρυσμένη από το κέντρο της Αθήνας, πολύ κοντά σε αυτό.

Δεδομένων λοιπόν των συνθηκών, η άρση της απαγόρευσης της ντιζελοκίνησης φαίνεται απαγορευτική, καθώς οι ρύποι που τα ντιζελοκίνητα αυτοκίνητα εκπέμπουν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε σχέση με τα βενζινοκίνητα, βρίσκονται ήδη είτε εκτός των ορίων, είτε πάνω σε αυτά.

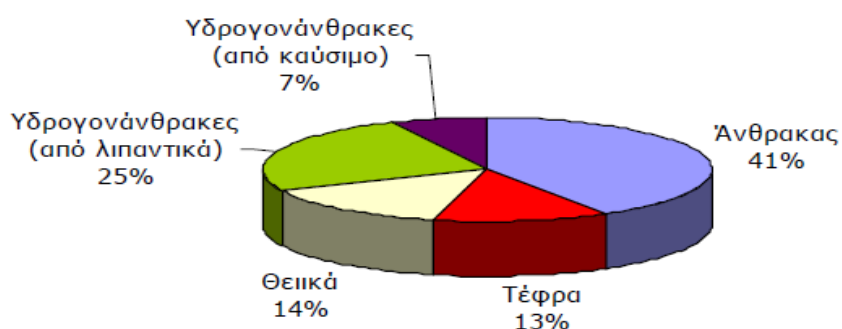
Μικροσωματίδια

Τα μικροσωματίδια είναι αιωρούμενα ατμοσφαιρικά σωματίδια μικρής διαμέτρου γνωστά και ως PM_{10} (τα οποία έχουν διάμετρο μικρότερη από 10 μm) και $PM_{2,5}$ (τα οποία έχουν διάμετρο μικρότερη από 2,5 μm).

Οι πηγές των μικροσωματιδίων είναι κατά κύριο λόγο η βιομηχανία, τα οχήματα, τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής με άνθρακα ή πετρέλαιο, οι καυστήρες των κεντρικών θερμάνσεων και οι πυρκαγιές ωστόσο, δε θα μπορούσαμε να παραλείψουμε και τις φυσικές πηγές που είναι και η έρημος Σαχάρα που βρίσκεται πολύ κοντά στη χώρα μας και η διάβρωση των εδαφών.

Η σύσταση των σωματιδίων είναι άνθρακας και ένας μεγάλος αριθμός από απορροφούμενες ουσίες όπως οργανικές χημικές ενώσεις ακόμα και υγρασία^[1], όπως φαίνεται και στο διάγραμμα που παρατίθεται^[1]:

Τυπική σύσταση σωματιδίων πετρελαϊκής προέλευσης



Εικόνα 12: Σύσταση σωματιδίων πετρελαϊκής προέλευσης.

Πηγή: Monahan P. (2003). Cleaning up diesel pollution. Union of Concerned Scientists, www.ucsusa.org

Τα μικροσωματίδια αποτελούν ένα από τους κύριους- αν όχι τον κυριότερο- και πιο επικίνδυνο ρύπο που εκλύεται από τα πετρελαιοκίνητα οχήματα.

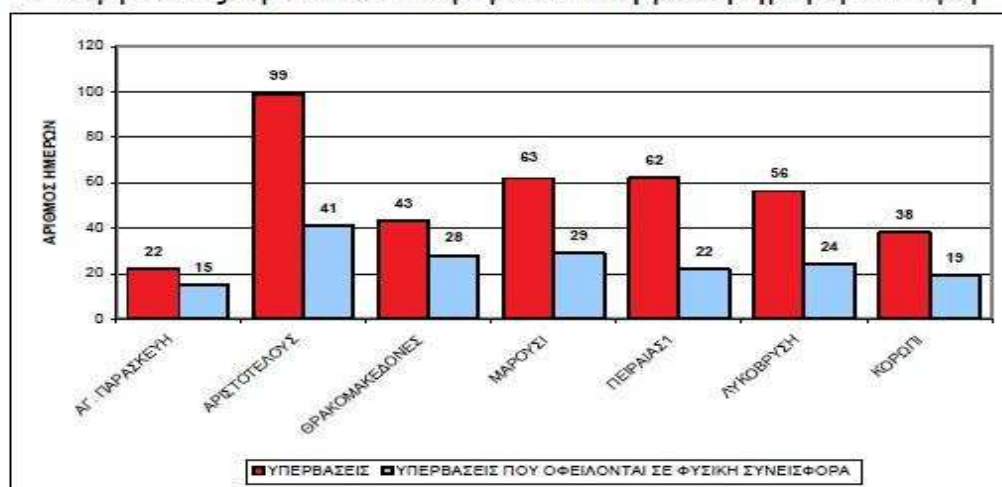
Λόγω του πολύ μικρού μεγέθους τους εισχωρούν στο αναπνευστικό σύστημα και μπορεί να οδηγήσουν σε κρούσματα άσθματος, μείωση του προσδόκιμου ζωής κατά μήνες ή έτη, εγκεφαλικό επεισόδιο, καρδιαγγειακές παθήσεις, καρκίνο των πνευμόνων και παθήσεις του αναπνευστικού.

Ειδικότερα, η μακροχρόνια έκθεση σε μικροσωματίδια (για χρόνια ή δεκαετίες) σχετίζεται με την αυξημένη καρδιαγγειακή, και βρεφική θνησιμότητα. Όσον αφορά τη νοσηρότητα, αναπνευστικά συμπτώματα, την ανάπτυξη των πνευμόνων, ενώ επηρεάζεται και η λειτουργία του ανοσοποιητικού

συστήματος. Βραχυπρόθεσμες μελέτες δείχνουν σταθερή σχέση της έκθεσης σε καθημερινές συγκεντρώσεις μικροσωματιδίων, με τη θνησιμότητα και τη νοσηρότητα την ίδια ημέρα ή τις επόμενες ημέρες. Οι ασθενείς με άσθμα, χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, πνευμονία και άλλες αναπνευστικές παθήσεις καθώς και ασθενείς με καρδιαγγειακά νοσήματα και διαβήτη πλήττονται ιδιαίτερα.

Για τα μικροσωματίδια PM₁₀, η οριακή τιμή 50 µg/m³ ημερησίως δεν πρέπει να υπερβαίνεται περισσότερες από 35 φορές το έτος. Στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται ο αριθμός ημερών για το 2010, στις οποίες ξεπεράστηκε η οριακή τιμή για τα μικροσωματίδια στους απεικονιζόμενους σταθμούς μέτρησης. Παρατηρούμε ότι οι μέρες αυτές είναι περισσότερες στις κεντρικές περιοχές της Αθήνας (Αριστοτέλους) σε σχέση με πιο απομακρυσμένες (Κορωπί). Αξιοσημείωτο επίσης είναι το γεγονός ότι μεγάλο μέρος των υπερβάσεων οφείλεται σε φυσικές πηγές (μέρες απεικονιζόμενες με γαλάζιο επί του συνόλου των ημερών εκτός των ορίων, που απεικονίζονται με κόκκινο).

- Υπερβάσεις ορίου που αφορούν στη μέση ημερήσια τιμή



Εικόνα 13: Υπερβάσεις του ορίου μικροσωματιδίων (μέση ημερήσια τιμή) από φυσικά και μη αίτια.

Πηγή: www.ypeka.gr, Δ/ση ΕΑΡΘ, 2010.

Επιπτώσεις στην υγεία

Οι επιπτώσεις στην υγεία διακρίνονται σε οξείες και μακροχρόνιες. Κάποιες από τις οξείες επιπτώσεις που οφείλονται σε έκθεση στα καυσαέρια πετρελαιοκίνητων είναι ο ερεθισμός στα μάτια, το φάρυγγα και τους βρόγχους επίσης πονοκέφαλοι, ναυτία, βήχας, έκλυση φλέγματος και αυξημένη αντίδραση σε γνωστά αλλεργιογόνα^[1], μειωμένη πνευμονική λειτουργία, αυξημένος βήχας, δύσπνοια και σφίξιμο στο στήθος^[1].

Όσον αφορά τις επιπτώσεις ύστερα από μακροχρόνια έκθεση σε καυσαέρια πετρελαιοκίνητων είναι: βρογχίτιδα, βήχας, έκλυση φλέγματος και μειωμένη πνευμονική λειτουργία. Επιπλέον αξίζει να τονίσουμε την καρκινογόνο δράση των καυσαερίων των πετρελαιοκινήτων η οποία εμφανίζεται κυρίως ως καρκίνος των πνευμόνων.

Στο σημείο αυτό αξίζει να τονίσουμε ότι υπάρχουν αρκετές ομάδες οι οποίες είναι πιο ευάλωτες στην ατμοσφαιρική ρύπανση όπως τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι, οι έγκυες και τα έμβρυά τους, άτομα που πάσχουν από καρδιαγγειακές παθήσεις και χρόνιες ασθένειες του αναπνευστικού(π.χ. άσθμα).

Οξειδία του αζώτου(NOx)

Όσον αφορά τα οξειδία του αζώτου εξετάζουμε κυρίως το μονοξείδιο(NO) και το διοξείδιο(NO₂) του αζώτου. Το διοξείδιο του αζώτου είναι δευτερογενής ρύπος δηλαδή παράγεται από την αντίδραση άλλων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Το NO₂ μπορεί να διεισδύσει στο κατώτερο αναπνευστικό σύστημα και να εμποδίσει την οξυγόνωση των ιστών. Επιπλέον έκθεση σε αυξημένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του αζώτου μπορεί να επιφέρει ερεθισμό της μύτης και των ματιών, δυσχέρεια στην αναπνοή, οξεία αναπνευστική δυσφορία και πνευμονικό οίδημα.

Θα ήταν χρήσιμο να αναφερθούμε συνοπτικά στην επίδραση του NO₂ στο περιβάλλον: Μπορεί να προκαλέσει διάβρωση των μετάλλων και των μνημείων και όξυνση του φωτοχημικού νέφους.

Διοξείδιο του θείου (SO₂)

Το SO₂ είναι και αυτό ένας από τους κύριους ρύπους που εκλύονται από τις εξατμίσεις των πετρελαιοκίνητων οχημάτων. Είναι δυνατό να προκαλέσει βρογχοστένωση, με αποτέλεσμα τη δύσπνοια και το ρόγχο. Επίσης, συντελεί στην επιδείνωση των πνευμονικών και καρδιακών παθήσεων και αυξάνει τα επεισόδια στους πάσχοντες από άσθμα, χρόνια βρογχίτιδα και εμφύσημα.

Όπως στα οξειδία του αζώτου και στην περίπτωση αυτή το διοξείδιο του θείου πέρα από τις επιπτώσεις στη υγεία επηρεάζει αρνητικά και το περιβάλλον. Ειδικότερα το SO₂ επιτείνει την όξινη βροχή, προκαλεί διάβρωση των μετάλλων, γυψοποίηση των μαρμάρων και προκαλεί κιτρίνισμα στα φύλλα των φυτών.

Νοθεία και ελλιπείς έλεγχοι

Στις μέρες μας πέραν του κύριου προβλήματος της ρύπανσης από το πετρέλαιο κίνησης καλούμαστε να ασχοληθούμε και με το νοθευμένο

πετρέλαιο. Κάθε μέρα αναφέρονται όλο και περισσότερα κρούσματα νοθείας του πετρελαίου από τους ιδιοκτήτες πρατηρίων καυσίμων. Το πετρέλαιο κίνησης αναμιγνύεται με το –μικρότερης αξίας- πετρέλαιο θέρμανσης και πωλείται στην τιμή του πρώτου με σκοπό την επίτευξη όσο το δυνατό μεγαλύτερου κέρδους.

Αναφερόμενοι στην ανάμιξη πετρελαίου κίνησης με πετρέλαιο θέρμανσης θα μπορούσαμε να πούμε ότι και αυτή οδηγεί στην έμμεση ή και άμεση καταστροφή του οχήματος και του περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, το πετρέλαιο θέρμανσης είναι λιγότερο κατεργασμένο από το πετρέλαιο κίνησης και αυτό έχει σα συνέπεια την έκλυση οξειδίων του θείου (SOx) σε ποσότητες παραπάνω από το όριο για το οποίο έχει κατασκευαστεί το όχημα. Το γεγονός αυτό έχει σα συνέπεια την κακή λειτουργία των παγίδων μικροσωματιδίων (PM) και κατά συνέπεια την αύξηση εκπομπών των μικροσωματιδίων, τον περιορισμό αποτελεσματικότητας των καταλυτών και την ανεπαρκή λειτουργία των φίλτρων.

Επιπλέον αξίζει να αναφερθούμε και στο θέμα των ελλιπών ελέγχων από την πλευρά της πολιτείας. Η ανεπάρκεια αυτή των ελέγχων δεν αφορά μόνο τη νοθεία αλλά και το έλεγχο της κυκλοφορίας πετρελαιοκίνητων οχημάτων σε περίπτωση που επιτραπεί η ντιζελοκίνηση υπό όρους. Ειδικότερα θα πρέπει να βασιστούμε στους ελέγχους για την αποφυγή κυκλοφορίας αυτοκινήτων που δεν θα πληρούν τις προδιαγραφές που θα έχουν τεθεί όσον αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Χαρακτηριστικά αναφέρουμε σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ελέγχων του ΠΕΡΠΑ το 2,27% των ταξί με κάρτα ελέγχου καυσαερίων και το 11,11% χωρίς ισχύουσα κάρτα ελέγχου καυσαερίων εντοπίστηκε να βρίσκεται εκτός ορίων όσον αφορά τις εκπομπές καυσαερίων^[6].

Συμπεράσματα

Παραθέτοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των ντιζελοκίνητων οχημάτων οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η άρση της πετρελαιοκίνησης των οχημάτων μπορεί να λύσει ορισμένα προβλήματα ωστόσο μπορεί να δημιουργήσει άλλα.

Θα μπορούσε κάποιος υπέρμαχος της πετρελαιοκίνησης να υποστηρίξει ότι, δεδομένης της μειωμένης κατανάλωσης καυσίμου των πετρελαιοκίνητων σε σχέση με τα βενζινοκίνητα, και χωρίς το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών παραγόντων, είναι επιτακτική η ανάγκη επίτρεψης των πετρελαιοκίνητων με στόχο την εξοικονόμηση χρημάτων. Επιπλέον, μια λύση είναι θα μπορούσε να είναι η επίτρεψη μόνο των πετρελαιοκίνητων οχημάτων τεχνολογίας EURO VI και άνω, καθώς οι εκπεμπόμενοι ρύποι της τεχνολογίας αυτής είναι στα ίδια επίπεδα με αυτούς των βενζινοκίνητων.

Ωστόσο, για τη λήψη απόφασης θα πρέπει οπωσδήποτε να λάβουμε υπόψη και το εξωτερικό κόστος της πετρελαιοκίνησης δηλαδή το κόστος της απώλειας μιας ζωής και της νοσηρότητας που μπορεί να προκαλέσουν οι εκπεμπόμενοι ρύποι των πετρελαιοκίνητων οχημάτων. Τελικά, θα πρέπει να αντιπαραβάλλουμε τους οικονομικούς λόγους (που οδηγούν στην επίτρεψη της πετρελαιοκίνησης) και τους περιβαλλοντικούς λόγους (που οδηγούν στην απαγόρευση της πετρελαιοκίνησης) και να διαπιστώσουμε τη βαρύτητα του καθενός ώστε να οδηγηθούμε σε συμπέρασμα.

Επίλογος-Προοπτικές

Παρουσιάσαμε το θέμα της ντιζελοκίνησης στο Λεκανοπέδιο Αττικής, είδαμε τα ισχύοντα δεδομένα και κάναμε μια σύγκριση μεταξύ ντιζελοκίνησης και βενζινοκίνησης, παρουσιάζοντας τα θετικά και τα αρνητικά καθεμιάς από τις δύο πρακτικές. Στόχος μας δεν ήταν να πάρουμε θέση πάνω στο αντικείμενο, αλλά να το καλύψουμε με τη μεγαλύτερη δυνατή επάρκεια, αλλά και αντικειμενικότητα ώστε ο αναγνώστης να ενημερωθεί και για τις δύο αντικρουόμενες απόψεις, και ελεύθερος από τη δική μας καθοδήγηση, να σχηματίσει τη δική του άποψη.

Πηγές-Βιβλιογραφία

1. Monahan P. (2003). Cleaning up diesel pollution. Union of Concerned Scientists, www.ucsusa.org
2. http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/l28186_el.htm
3. <http://www.greencar.com/>
4. http://en.wikipedia.org/wiki/European_emission_standards
5. wikipedia.org
6. ΠΕΡΠΑ (2002). Τμήμα Αυτοκινήτων και Εξωτερικών Καύσεων - Απολογιστική Έκθεση 2007. ΥΠΕΧΩΔΕ. www.minenv.gr:
7. www.ypeka.gr Δ/ση ΕΑΡΘ 2008 και 2010
8. www.et.gr ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ
9. www.enet.gr και www.kathimerini.gr
10. <http://www.stigmap.gr/daktylios-athinon-xartis.php>
11. http://archive.enet.gr/online/online_hprint?id=1373860
12. <http://www.yme.gr/?getwhat=1&oid=361&id=&tid=361>
13. <http://www.ametro.gr/page/default.asp?la=1&id=7>
14. <http://www.amel.gr/index.php?id=8>
15. <http://www.ethel.gr/ethelsite/pages/allBusesGas.php>
16. http://www.tramsa.gr/index.cfm?page_id=207&category=learn
17. ethnos.gr
18. <http://www.epa.gov/>
19. Περιοδικό: Ο ΔΑΙΜΩΝ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ. Μαργαρίτα Καραβασίλη: "Το νέφος διανύει Τρίτη γενιά του. Θα το αφήσουμε να ενηλικιωθεί και να γεράσει; "
20. Greenpeace, Diesel-Ο σιωπηρός δολοφόνος, Σ.Ψωμάς, 2004
21. «Η Εξέλιξη των Καυσίμων και των Προτύπων Εκπομπών Ρύπων από Συμβατικούς Κινητήρες Οχημάτων», Δ. Κορρές, 2007