

Καύσιμα Αυτοκίνητα και Περιβάλλον

Το πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

του Αργύρη Ι. Αυγερού

1. Εισαγωγή

Η ατμοσφαιρική ρύπανση των μεγάλων πόλεων είναι ένα από τα πλέον συζητημένα περιβαλλοντικά θέματα και πολύ συχνά απασχολεί τον επιστημονικό κόσμο και κοινώς σε διεθνές επίπεδο. Η Ελλάδα και ιδιαίτερος η Αθήνα δεν αποτελούν εξαίρεση. Το αντίθετο μάλιστα.

Η σημαντικότερη πηγή ρύπων των μεγάλων αστικών κέντρων είναι τα αυτοκίνητα. Οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι που προέρχονται σήμερα από τα αυτοκίνητα συνοψίζονται στον πίνακα 1. Μέχρι το έτος 2000 ο αριθμός των αυτοκινήτων σε όλο τον κόσμο θα αυξηθεί από 500 εκατομμύρια σήμερα σε περίπου 550 εκατομμύρια. Περισσότερα από το 1/3 αυτών των αυτοκινήτων κινούνται στους δρόμους της Ευρώπης και περίπου 3,7 εκατ. κυκλοφορούν στην Ελλάδα. Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη⁽¹⁾, στο τέλος Δεκεμβρίου του 1996, 2,3 εκατ. οχήματα ήταν επιβατικά, εκ των οποίων 1,3 εκ. κυκλοφορούσαν στην Αθήνα. Στην περιοχή της πρωτεύουσας αναλογούν 2,6 κάτοικοι ανά κυκλοφορούν επιβατικό αυτοκίνητο ή 2,4 κάτοικοι ανά αυτοκίνητο αν ληφθούν υπόψη και τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα. Η αναλογία αυτή ήδη θεωρείται πολύ υψηλή. Ο ετήσιος ρυθμός αύξησης των οχημάτων είναι 6-7% και αν διατηρηθεί, το 2000 στην Αθήνα θα αναλογούν 1,9 κάτοικοι ανά αυτοκίνητο. Αναλογία που θα είναι από τις υψηλότερες στον κόσμο και θα προσεγγίζει το επίπεδο της Καλιφόρνιας των ΗΠΑ.

Η παρούσα εργασία έχει στόχο να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση του θέματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα αυτοκίνητα με την παράθεση των αποτελεσμάτων και στοιχείων από επιστημονικές μετρήσεις και αναλύσεις που έγιναν στα πλαίσια σχετικής έρευνας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) καθώς επίσης και των μέτρων που σχεδιάζει να πάρει η ΕΕ για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η παρουσίαση αυτή και όλα τα στοιχεία που αναφέρονται στηρίζονται στο ονομαζόμενο Auto Oil Programme της ΕΕ, τα αποτελέσματα του οποίου και τα προτεινόμενα μέτρα ανακοινώθηκαν⁽²⁾ για πρώτη φορά επισήμως από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Commission) στις 18 Ιουνίου 1996. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται εδώ στα στοιχεία που αφορούν την Ελλάδα και ιδιαίτερος την Αθήνα.

Το Auto Oil Programme της ΕΕ στηρίχθηκε σε μια εκτεταμένη τριετή επιστημονική μελέτη στην οποία συμμετείχαν, ο Σύνδεσμος Ευρωπαϊκών Διυλιστηρίων Πετρελαίου EUROPIA (European Petroleum Industry Association), ο Σύνδεσμος Ευρωπαίων Κατασκευαστών Αυτοκινήτων ACEA (Association des Constructeurs Européens d' Automobiles) και οι υπηρεσίες της ΕΕ που είχαν και τον συντονισμό του όλου προγράμματος.

Κοινοτική νομοθεσία πριν από τη μελέτη Auto Oil σχετικά με τη ρύπανση από τα αυτοκίνητα.

Η ΕΕ ασχολείται από πολλά χρόνια με τον έλεγχο των εκπομπών ρύπων από τα αυτοκίνητα. Η οδηγία 70/220/ΕΕ⁽³⁾ του 1970 ήταν η πρώτη που καθιέρωσε όρια εκπομπών για τα επιβατικά αυτοκίνητα. Από τότε η οδηγία αυτή έχει αναθεωρηθεί αρκετές

φορές. Ένα σημαντικό μέτρο ήταν η καθιέρωση των καταλυτικών μετατροπέων που υποχρεωτικώς φέρουν όλα τα καινούργια αυτοκίνητα που πωλούνται στην ΕΕ από το 1993. Η τελευταία αναθεώρηση της οδηγίας 70/220 έγινε το 1994⁽⁴⁾ και με την πλήρη εφαρμογή της (το 1997) τα επιτρεπόμενα όρια εκπομπών των ελεγχόμενων ρύπων των καινούργιων επιβατικών αυτοκινήτων θα έχουν μειωθεί κατά 90% σε σύγκριση με τα όρια που ίσχυαν στις αρχές του 1970. Οι βελτιώσεις αυτές συνοψίζονται για τα επιβατικά αυτοκίνητα στο διάγραμμα 1 και για τα επαγγελματικά στο διάγραμμα 2.

Παράλληλα η ΕΕ έχει εκδώσει οδηγίες που καθορίζουν την ποιότητα των καυσίμων σε ότι αφορά τη μέγιστη περιεκτικότητα της βενζίνης σε μόλυβδο και βενζόλιο⁽⁵⁾ και την περιεκτικότητα του πετρελαίου κίνησης και θερμάνσεως σε θείο⁽⁶⁾. Τα ισχύοντα σήμερα όρια για τις προδιαγραφές αυτές δίδονται κατωτέρω στους πίνακες 11 και 12 (μαζί με τις προτεινόμενες νέες προδιαγραφές). Όλα τα καύσιμα που κυκλοφορούν και στην Ελλάδα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές αυτές.

Ανάγκη νέων μέτρων.

Παρά τις ανωτέρω βελτιώσεις όμως και τις μειώσεις των εκπομπών από κάθε αυτοκίνητο, οι συνολικοί ρύποι της ατμόσφαιρας δεν μειώνονται στον επιθυμητό βαθμό λόγω της παράλληλης αύξησης της κυκλοφορίας, δηλαδή τόσο του αριθμού των αυτοκινήτων όσο και των χιλιομέτρων που κάθε αυτοκίνητο διανύει.

Με την προοπτική λήψης περαιτέρω μέτρων η ΕΕ θεώρησε σκόπιμο να εξετάσει και πιθανώς να αναθεωρήσει πρώτα τη μεθοδολογία και φιλοσοφία αντιμετώπισης του προβλήματος. Για το σκοπό αυτό οι υπηρεσίες της ΕΕ οργάνωσαν το Σεπτέμβριο του 1992 στις Βρυξέλλες ένα συνέδριο (Auto Emissions 2000 Symposium) με στόχο τη συλλογή και καταγραφή των απόψεων όλων των ενδιαφερομένων μερών, όπως Κυβερνήσεων, Βιομηχανίας, Περιβαλλοντικών Οργανώσεων κλπ.

Τα κύρια συμπεράσματα του συνεδρίου αυτού ήταν ότι χρειαζόταν πρόσθετα μέτρα τα οποία όμως θα πρέπει να καθορισθούν στα πλαίσια μιας γενικότερης και ολοκληρωμένης θεώρησης του προβλήματος με στόχο την επίτευξη συγκεκριμένων ορίων ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα. Αυτή είναι και η ουσιαστικότερη αλλαγή στη φιλοσοφία αντιμετώπισης του προβλήματος. Καθορίζονται δηλαδή πρώτα αποδεκτά και επιθυμητά όρια ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και μετά εξετάζονται ποιες είναι οι απαραίτητες μειώσεις στις εκπομπές ρύπων σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση και με ποια μέσα μπορούν οι μειώσεις αυτές να πραγματοποιηθούν ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.

Με βάση τα κοινής αποδοχής συμπεράσματα του ανωτέρω συνεδρίου, η ΕΕ διαμόρφωσε τη νέα στρατηγική βελτίωσης της ατμόσφαιρας των μεγάλων αστικών κέντρων που έχει τους εξής κύριους άξονες:

- Τα νέα μέτρα θα πρέπει να στοχεύουν στην επίτευξη αυστηρών και συμφωνημένων ορίων ποιότητας του αέρα.
- Θα πρέπει να γίνεται εκτίμηση του κόστους κάθε νέου μέτρου σε σχέση με τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, δηλαδή εκτίμηση του λόγου κόστους/οφέλους ώστε να επιλεγούν τα μέτρα με το βέλτιστο συνδυασμό κόστους και αποδοτικότητας.
- Τα τεχνικά μέτρα θα πρέπει να αφορούν την ποιότητα των καυσίμων, την τεχνολογία των αυτοκινήτων και την εντατικοποίηση των διαδικασιών ελέγχου και συντήρησης των κινητήρων.

Ο Α. Αυγερός είναι Αναπληρωτής καθηγητής στο Τμήμα Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ. Από το 1972 μέχρι το 1995 ήταν στέλεχος των Ελληνικών Διυλιστηρίων Ασπροπύργου (ΕΛΛΑ) όπου διετέλεσε Διευθυντής Τεχνικοοικονομικών Διεργασιών (1982-1990) και Διευθυντής Ερευνών Μελετών και Ανάπτυξης (1990-1995).

Πίνακας 1
Οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι που προέρχονται από τα αυτοκίνητα

Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)

Άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο. Χαρακτηρίζεται ως "ύπουλο" αέριο διότι λόγω των ιδιοτήτων του δεν γίνεται αντιληπτό. Έχει περίπου 200 φορές μεγαλύτερη χημική συγγένεια από το οξυγόνο με την αιμογλοβίνη του αίματος, με την οποία σχηματίζει σύμπλοκα εμποδίζοντας την απορρόφηση και τη μεταφορά του οξυγόνου. Δηλητηριάσεις από CO εκδηλώνονται ως ζάλη, κεφαλαλγία, εμετός και αναισθησία, ενώ είναι δυνατό να προκαλέσει το θάνατο και σε αναλογία 0.5% αιώμη.

Οξείδια του αζώτου (NOx)

Τα οξείδια του αζώτου (NOx), ως ρύποι της ατμόσφαιρας περιλαμβάνουν το καφέ-κόκκινο Διοξείδιο (NO₂) και το άχρουν Μονοξείδιο (NO) του Αζώτου το οποίο σε επαφή με το οξυγόνο του αέρα οξειδώνεται προς διοξείδιο. Τα NOx προκαλούν ποικίλα αναπνευστικά προβλήματα, ιδιαίτερα σε ευπαθή άτομα όπως τα παιδιά και οι ασθματικοί. Επιβαρύνουν την ανάπτυξη των φυτών και συμβάλλουν στην απόθεση οξέων και στα προβλήματα του όζοντος.

Οργανικές πτητικές ενώσεις (VOCs)

Οποιαδήποτε οργανική ένωση αρκετά πτητική ώστε να προκαλεί σημαντικές εκπομπές στον αέρα μέσω εξάτμισης. Η σύνθετη δράση πολλών από τα VOCs προκαλεί το σχηματισμό δευτερογενών ρύπων όπως το όζον. Μερικά από τα VOCs είναι γνωστά καρκινογόνα, όπως π.χ. το βενζόλιο.

Υδρογονάνθρακες (HC)

Οι οργανικές ενώσεις από τις οποίες αποτελούνται τα υγρά καύσιμα. Ιδιαίτερη σημασία για την αέρια ρύπανση έχουν οι ελαφροί υδρογονάνθρακες που ανήκουν στην κατηγορία των VOCs.

Αιωρούμενα σωματίδια (PM)

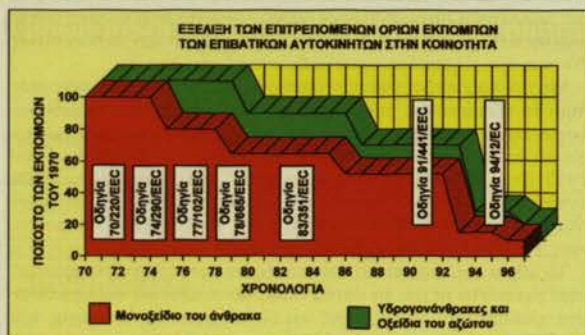
Οποιοδήποτε μικρού μεγέθους σωματίδιο. Η επίδρασή τους εξαρτάται από τον τύπο των σωματιδίων. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα μικρότερα μεγέθους (PM₁₀ δηλαδή μικρότερα από 10 μικρά) αναπνεύσιμα σωματίδια είναι τα πλέον βλαβερά για την υγεία. Μεγαλύτερα σωματίδια μπορεί επίσης να περιέχουν καρκινογόνες οργανικές ουσίες ή τοξικά βαρέα μέταλλα. Οι πηγές των σωματιδίων είναι ο καπνός και οι εξεμίσεις των αυτοκινήτων.

Όζον (O₃)

Δευτερογενής ρύπος που σχηματίζεται στην ατμόσφαιρα από φωτοχημικές αντιδράσεις αζωτοξειδίων και υδρογονανθράκων παρουσία ηλιακού φωτός. Αποτελεί ισχυρό οξειδωτικό που προκαλεί ερεθισμό στα μάτια τη μύτη και το λαμό, ενοχλήσεις στο στήθος, βήχα και πονοκεφάλους.

Άλλοι ρύποι

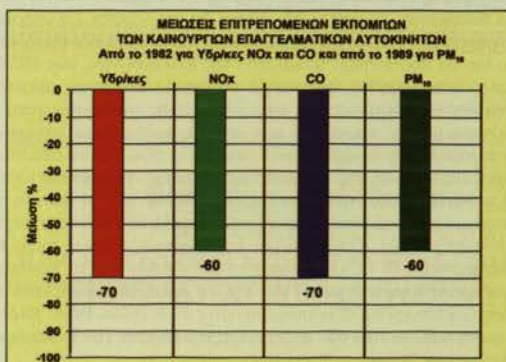
Με τις βελτιώσεις στην ποιότητα των καυσίμων που έχουν επιβληθεί τα τελευταία χρόνια, σημαντικοί ρύποι του παρελθόντος όπως το διοξείδιο του θείου (SO₂) ή οι ενώσεις του μολύβδου δεν αποτελούν πλέον ιδιαίτερο πρόβλημα.



Διάγραμμα 1. Μειώσεις των μεγιστων επιτρεπομένων ορίων εκπομπών ρύπων από τα κινουόμενα επιβατικά αυτοκίνητα σε σχέση με τα επιτρεπόμενα όρια το 1970.

- Πέραν των καθαρώς τεχνικών μέτρων θα πρέπει να εξετασθούν και πρόσθετα μέτρα όπως
 - Μέτρα ρύθμισης της κυκλοφορίας.
 - Προηγμένα συστήματα δημοσίων μέσων μεταφοράς.
 - Νέες τεχνολογίες προώθησης (π.χ. ηλεκτροκίνηση).
 - Χρήση εναλλακτικών καυσίμων (π.χ. βιοκαυσίμων).
 - Κίνητρα ανανέωσης του στόλου των αυτοκινήτων (π.χ. απόσυρση).

Στα πλαίσια της ανωτέρω φιλοσοφίας και προκειμένου να αναπτυχθεί μια συνολικότερη προσέγγιση για τη μείωση των εκπομπών ρύπων από την κίνηση των αυτοκινήτων, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποφάσισε στο τέλος του 1992 να αρχίσει ένα πρόγραμμα το οποίο να θέσει μία στήρε τεχνική βάση για τις μελλοντικές νομοθετικές προτάσεις της σχετικά με τη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας. Οι Επιτροπές για το περιβάλλον (DG XI), τη βιομηχανία (DG III) και την ενέργεια (DG XVII), σύμφωνα με την αρχή της συμμετοχικής ευθύνης, κάλεσαν τον Σύνδεσμο Ευρωπαϊκών Κατασκευαστών Αυτοκινήτων ACEA και τον Σύνδεσμο



Διάγραμμα 2. Μειώσεις των ορίων επιτρεπομένων εκπομπών ρύπων από τα επαγγελματικά αυτοκίνητα, με κοινοτικές οδηγίες.

Ευρωπαϊκών Διυλιστηρίων Πετρελαίου EUROPIA να προσφέρουν την τεχνογνωσία και πείρα τους και να συνεργασθούν με τις υπηρεσίες της ΕΕ στην πραγματοποίηση του τεχνικού αυτού προγράμματος. Οι δύο βιομηχανικοί κλάδοι ανταποκρίθηκαν θετικά στην πρόσκληση και από κοινού με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχεδίασαν, προγραμμάτισαν και εκτέλεσαν ένα τριετές πρόγραμμα που έγινε μεταγενέστερα γνωστό ως πρόγραμμα Auto-Oil.

Η λογική του προγράμματος Auto-Oil ήταν να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα και το κόστος ποικίλων μέτρων σχετικά με τη μείωση των εκπομπών των οχημάτων και τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, με στόχο την επίτευξη συγκεκριμένων προτύπων ποιότητας αέρα. Αναλύθηκαν μέτρα που περιελάμβαναν τόσο την τεχνολογία των αυτοκινήτων και την ποιότητα των καυσίμων, όσο και τα οφέλη από τη βελτίωση των διαδικασιών περιοδικού ελέγχου και συντήρησης των οχημάτων καθώς επίσης και μη τεχνικά μέτρα όπως η βελτίωση των δημόσιων συγκοινωνιών και τα προγράμματα απόσυρσης οχημάτων.

2. Το Πρόγραμμα AUTO-OIL

Στόχος του προγράμματος Auto-Oil ήταν :

να εφοδιάσει τους αρμόδιους για τη χάραξη πολιτικής με μια αντικειμενική εκτίμηση του αποδοτικότερου ως προς το κόστος συνόλου μέτρων, απαραίτητων για τη μείωση των εκπομπών ρύπων από τις οδικές μεταφορές σε επίπεδο το οποίο να επιτρέπει να επιτευχθούν τα νέα πρότυπα ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα που είναι υπό ανάπτυξη για να θεσπισθούν σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Το πρόγραμμα Auto-Oil αναζήτησε απαντήσεις στα εξής ερωτήματα:

- Ποια ακριβώς είναι τα προβλήματα ρύπανσης και ποιότητας αέρα των μεγάλων ευρωπαϊκών πόλεων σήμερα;
- Ποιοι στόχοι επιθυμητής ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα πρέπει να τεθούν για το μέλλον;
- Ποιες εναλλακτικές λύσεις υπάρχουν για την αντιμετώπιση των προβλημάτων και την επίτευξη των στόχων αυτών;
- Ποιοι είναι οι συνδυασμοί μέτρων με τον βέλτιστο λόγο κόστους/οφέλους για την επίτευξη των μελλοντικών στόχων ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα;

Ειδικότερα, οι στόχοι του προγράμματος Auto-Oil ήταν :

- Καθορισμός προτύπων ποιότητας αέρα που θα πρέπει να επιτευχθούν το έτος 2010.
- Ποσοτικός προσδιορισμός της αναμενόμενης μείωσης της ρύπανσης το έτος 2010 από μία ευρεία ποικιλία μέτρων και εναλλακτικών λύσεων τα οποία χυμιάονται από:
 - να μη ληφθεί κανένα πρόσθετο μέτρο, μέχρι
 - πολύ αυστηρά μέτρα και εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών.
- Προσδιορισμός του πακέτου μέτρων με το μικρότερο κόστος που επιτυγχάνουν τα πρότυπα ποιότητας του αέρα το έτος 2010. Οι ρύποι που εξετάστηκαν ήταν :
 - Ⓛ Οξείδια του αζώτου (NOx)
 - Ⓜ Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
 - Ⓝ Αιωρούμενα σωματίδια (PM, Particulate Matter)
 - Ⓟ Βενζόλιο
 - Ⓠ Εκπομπές πτητικών υδρογονανθράκων (VOCs, Volatile Organic Compounds)
 - Ⓡ Οζόν.

Το πρόγραμμα εργασίας διαιρέθηκε στα ακόλουθα αλληλοσυνδεόμενα μέρη:

- Επιλογή και καθορισμός προτύπων ποιότητας του αέρα για κάθε ρύπο (με βάση τα ισχύοντα στην κοινοτική νομοθεσία, τις οδηγίες της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας WHO, τα πρότυπα άλλων χωρών όπως Αμερικής και Ιαπωνίας αλλά και την επιθυμητή βελτίωση της ποιότητας του αέρα σε ευρωπαϊκό επίπεδο).
- Πρόβλεψη της μελλοντικής ποιότητας του αέρα στην Κοινότητα και στις περιπτώσεις όπου η μελλοντική ποιότητα του αέρα προβλέπεται κατώτερη από τους στόχους που προσδιορίστηκαν στο ανωτέρω στάδιο i, προσδιορισμός των απαιτούμενων μειώσεων των εκπομπών ρύπων ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι.
- Αξιολόγηση και, όπου είναι απαραίτητο, παραγωγή δεδομένων σχετικά με το δυναμικό διαφόρων μέτρων (όπως η τεχνολογία κινητήρων, η ποιότητα των καυσίμων, η αύξηση των απαιτήσεων όσον αφορά την επιθεώρηση και τη συντήρηση των κινητήρων και τα μη τεχνικά συμπληρωματικά μέτρα) για μείωση των εκπομπών στα επιθυμητά επίπεδα.
- Παραγωγή και ανάλυση στοιχείων σχετικά με το κόστος της εισαγωγής και τις οικονομικές επιπτώσεις γενικότερα των μέτρων που εξετάστηκαν στο ανωτέρω στάδιο iii.
- Με βάση τα δεδομένα που παρήχθησαν στα στάδια iii και iv, προσδιορισμός του αποδοτικότερου ως προς το κόστος συνόλου μέτρων που είναι απαραίτητα για την επίτευξη των στόχων

μείωσης των εκπομπών ρύπων που προσδιορίστηκαν στο στάδιο ii σε συνάρτηση με τα όρια ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα που καθορίστηκαν στο στάδιο i.

Στα πλαίσια του προγράμματος Auto-Oil εκπονήθηκαν οι εξής τρεις αλλά αλληλένδετες μελέτες :

α. Ο Σύνδεσμος Διυλιστηρίων Πετρελαίου EUROPIA και ο Σύνδεσμος Αυτοκινητοβιομηχανιών ACEA ανέλαβαν τη μελέτη της σχέσης μεταξύ των ιδιοτήτων των καυσίμων, της τεχνολογίας των κινητήρων και των εκπομπών ρύπων. Με βάση τα ευρήματα της μελέτης αυτής ανέλαβαν επίσης να εκτιμήσουν ποσοτικά τη μείωση ρύπων από τα οχήματα που μπορεί να επιτευχθεί με το συνδυασμό καυσίμων βελτιωμένης συνθέσεως με τους κινητήρες που είναι υπό ανάπτυξη για να κυκλοφορήσουν το έτος 2000. Η μελέτη αυτή είναι γνωστή ως μελέτη EPEFE (European Programme on Emissions, Fuels and Engine technology).

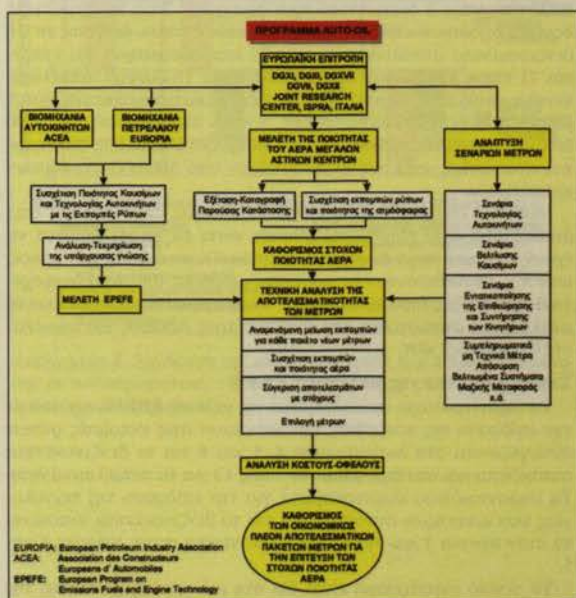
β. Οι υπηρεσίες της ΕΕ ανέλαβαν τη μελέτη της ποιότητας του αέρα μεγάλων αστικών κέντρων της Ευρώπης. Η μελέτη αυτή συντονίστηκε από το Ερευνητικό Κέντρο της ΕΕ στο ISPRA της Β. Ιταλίας και αποτελείται από δύο μέρη :

- Στο πρώτο μέρος εξετάστηκε και καταγράφηκε η υπάρχουσα κατάσταση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης επτά επιλεγμένων μεγαλουπόλεων, μεταξύ των οποίων και η Αθήνα.

- Στο δεύτερο και κύριο μέρος έγινε μοντελοποίηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των μεγάλων αστικών κέντρων που εξετάστηκαν και συσχέτιση των εκπεμπόμενων από τα οχήματα ρύπων με τη συγκέντρωση ρύπων στον ατμοσφαιρικό αέρα. Στόχος ήταν η ανάπτυξη μοντέλων που να επιτρέπουν την εκτίμηση της επίδρασης στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, των μέτρων που έχουν ήδη δοκιμασθεί (όπως π.χ. η αύξηση των αυτοκινήτων με καταλυτικές μετατροπείς εις βάρος του αριθμού των αυτοκινήτων που δεν έχουν καταλύτη) καθώς επίσης και η αξιολόγηση νέων μέτρων και εναλλακτικών λύσεων για περαιτέρω βελτίωση της ποιότητας του αέρα.

Με βάση τα ανωτέρω αναπτύχθηκε ένας αριθμός σεναρίων εναλλακτικών μέτρων με συγκεκριμένα αποτελέσματα για κάθε σενάριο σχετικά με τη βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.

γ. Στις εταιρείες Touche Ross Management Consultants και Arthur D. Little ανατέθηκε η μελέτη της οικονομικής αποτίμησης των εναλλακτικών σεναρίων μέτρων και της επιλογής του βέλτιστου οικονομικά πακέτου μέτρων που επιτυγχάνει συγκεκριμένα κριτήρια ποιότητας αέρα μέχρι το έτος 2010.



Διάγραμμα 3. Οργάνωση του Προγράμματος Auto-Oil.

Οι σχέσεις μεταξύ των οργανισμών που εγγάστηκαν στο πρόγραμμα Auto-Oil και των μελετών που εκπονήθηκαν απεικονίζονται στο διάγραμμα 3.

Κατωτέρω αναλύονται οι επί μέρους μελέτες του προγράμματος Auto-Oil και επισημαίνονται τα κύρια συμπεράσματα κάθε μιας.

3. Μελέτη της επίδρασης της ποιότητας των καυσίμων και της τεχνολογίας των αυτοκινήτων στις εκπομπές ρύπων (EPEFE).

Όπως ήδη αναφέρθηκε η μελέτη έγινε από κοινού από τον Σύνδεσμο Αυτοκινητοβιομηχανιών της Ευρώπης, που έχει ως μέλη του 15 μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες και τον Σύνδεσμο Διυλιστηρίων Πετρελαίου της Ευρώπης με μέλη 29 από τα μεγαλύτερα διυλιστήρια, της Ευρώπης μεταξύ των οποίων τα Ελληνικά Διυλιστήρια Ασπροπύργου (ΕΛΔΑ), το Διυλιστήριο της Motor Oil Hellas στους Αγίους Θεοδώρους και το Διυλιστήριο της ΕΚΟ στη Θεσσαλονίκη.

Η μελέτη EPEFE βοήθησε να εκφραστεί με ποσοτικό τρόπο η σχέση που συνδέει ορισμένες σημαντικές ιδιότητες των καυσίμων με τις εκπομπές ρύπων των κινητήρων όπως το μονοξειδίο του άνθρακα (CO), τα οξείδια του αζώτου (NOx), οι ολικοί υδρογονάνθρακες (HC), τα σωματίδια (PM) καθώς και μεμονωμένοι υδρογονάνθρακες όπως το καρκινογόνο βενζόλιο και φωτοχημικά ενεργές οργανικές ενώσεις (αλδεΐδες και ακόρεστοι υδρογό-

να συμβάλλουν τόσο τα καύσιμα, όσο και η τεχνολογία των αυτοκινήτων. Χρειάζεται όμως ιδιαίτερη προσοχή και σύνθεση στον καθορισμό μέτρων. Και τούτο διότι οι σχέσεις μεταξύ των ιδιοτήτων των καυσίμων, της τεχνολογίας των αυτοκινήτων και των εκπεμπόμενων ρύπων είναι πολύ σύνθετες. Μεταβολή σε μια ιδιότητα του καυσίμου μπορεί να μειώσει τις εκπομπές ενός ρύπου αλλά να αυξήσει τις εκπομπές ενός άλλου. Π.χ. μείωση της περιεκτικότητας των αρωματικών ενώσεων στη βενζίνη επιφέρει μείωση στις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων αλλά συγχρόνως αύξηση στις εκπομπές οξειδίων του αζώτου (βλ. διάγραμμα 4). Σε μειωμένες περιπτώσεις ίδιου τύπου κινητήρες σε διαφορετικού τύπου οχήματα, όπως ελαφρού τύπου επιβατικά ή βαρέως τύπου φορτηγά έχουν ανάμοια συμπεριφορά σε αλλαγές ιδιοτήτων των καυσίμων. Π.χ. αύξηση του αριθμού κτενίων του πετρελαίου κίνησης μειώνει την έκλυση αζωτοξειδίων μόνο σε άμεσης έγχυσης (Direct Injection, DI) κινητήρες αλλά όχι και σε έμμεσης έγχυσης (Indirect Injection, IDI) ελαφρού τύπου κινητήρες.

Από τα ανωτέρω είναι προφανές ότι το πρόβλημα της σχέσεως της ποιότητας των καυσίμων και της τεχνολογίας των κινητήρων με τους εκπεμπόμενους ρύπους δεν είναι καθόλου απλό. Δεν υπάρχουν γενικώς εφαρμόσιμοι κανόνες. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξετάζονται και να αναλύονται όλες οι ιδιαιτερότητες και να αναζητούνται οι συνδυασμοί που δίνουν τα συνολικώς βέλτιστα αποτελέσματα.

4. Μελέτη της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα μεγάλων επιλεγμένων ευρωπαϊκών αστικών κέντρων.

Για τη μελέτη των σχέσεων μεταξύ εκπεμπόμενων από τα οχήματα ρύπων και της συγκέντρωσης ρύπων στον ατμοσφαιρικό αέρα των μεγαλουπόλεων, επιλέχθηκαν και μελετήθηκαν τα επτά μεγάλα αστικά κέντρα της Ευρώπης που αναφέρονται στον πίνακα 6. Προτιμήθηκαν πόλεις με σημαντική υποδομή μετρήσεων και στοιχείων ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα, που θεωρήθηκαν τυπικά δείγματα σε ότι αφορά την παρούσα κατάσταση ρύπανσης, το μέγεθός τους, τη γεωγραφική τους θέση, την τοπογραφία τους, τα χαρακτηριστικά του στόλου των οχημάτων των τους κλπ.

Πίνακας 2
Ιδιότητες των καυσίμων των οποίων μελετήθηκε η επίδραση στις εκπομπές ρύπων των καυσαερίων στη μελέτη EPEFE

Πετρελαιο κίνησης		Βενζίνη	
Ιδιότητα	Όρια	Ιδιότητα	Όρια
Πινακότητα	828-855 g/l	Θείο	18-382 ppm
Πόλυαρωματικά	1-8% κατ' βάρος	Αρωματικά	20-50% κατ' όγκο
Αριθμός κτενίων	50-58	E100*	35-65% κατ' όγκο
T95*	325-370°C		

* T95 είναι η θερμοκρασία στην οποία έχει εξατμισθεί το 95% του καυσίμου
** E100 είναι το ποσοστό του καυσίμου που έχει εξατμισθεί στους 100 °C

νάνθρακες). Στον πίνακα 2 δίδονται λεπτομέρειες για τις ιδιότητες της βενζίνης και του πετρελαίου κίνησης που μελετήθηκαν.

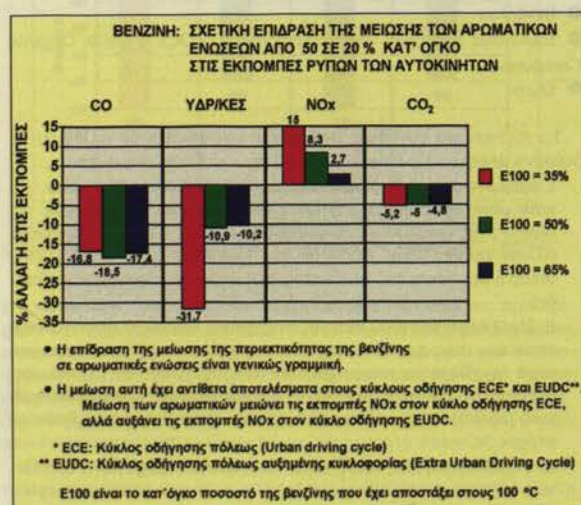
Η μελέτη EPEFE διήρκεσε σχεδόν δύο χρόνια, από τον Ιούλιο του 1993 μέχρι τον Μάιο του 1995 και είχε κόστος 10 εκατομμύρια ECU (περίπου 3 δισεκατομμύρια δραχμές). Στις πειραματικές δοκιμές χρησιμοποιήθηκαν 12 διαφορετικοί τύποι βενζίνης σε 16 βενζινοκίνητα αυτοκίνητα διαφόρων κατασκευαστών και τύπων και 11 τύποι πετρελαίου κίνησης (diesel) σε 19 ελαφρά πετρελαιοκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα διαφόρων κατασκευαστών και 5 βαρέως τύπου πετρελαιοκίνητες. Έγιναν περισσότερες από 2000 δοκιμές εκπομπής καυσαερίων σε διάφορους κύκλους οδήγησης και στατιστική ανάλυση περισσότερων από 500.000 αναλύσεων καυσαερίων.

Ιδιαίτερη σημασία και προσοχή δόθηκε στις μεθόδους και στις διαδικασίες που χρησιμοποιήθηκαν ώστε τα αποτελέσματα να έχουν τη μεγαλύτερη δυνατή αξιοπιστία. Οι αναλύσεις των καυσίμων π.χ. επαληθεύονταν με πρότυπες μεθόδους από τρία διαφορετικά και ανεξάρτητα εργαστήρια, τα πειραματικά αποτελέσματα αναλύονταν στατιστικά από ανεξάρτητους ειδικούς για σημαντικές αποκλίσεις, κλπ.

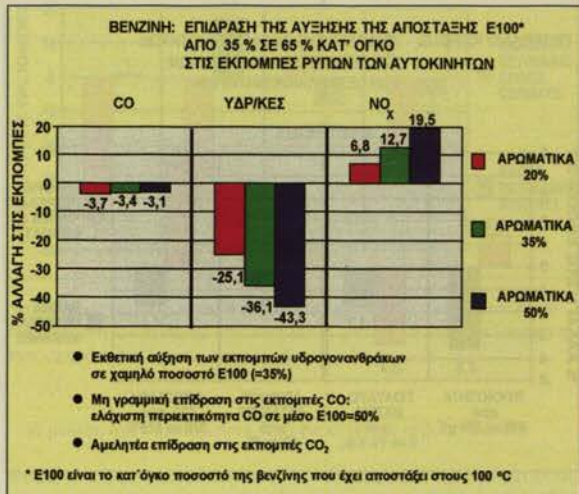
Συμπεράσματα της μελέτης EPEFE

Τα σημαντικότερα αποτελέσματα της μελέτης EPEFE σχετικά με την επίδραση της ποιότητας των καυσίμων στις εκπομπές ρύπων συνοψίζονται στα διαγράμματα 4, 5 και 6 για τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα και στα διαγράμματα 7 έως 13 για τα πετρελαιοκίνητα. Τα σημαντικότερα συμπεράσματα για την επίδραση της τεχνολογίας των κινητήρων συνοψίζονται για τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα στον πίνακα 3 και για τα πετρελαιοκίνητα στους πίνακες 4 και 5.

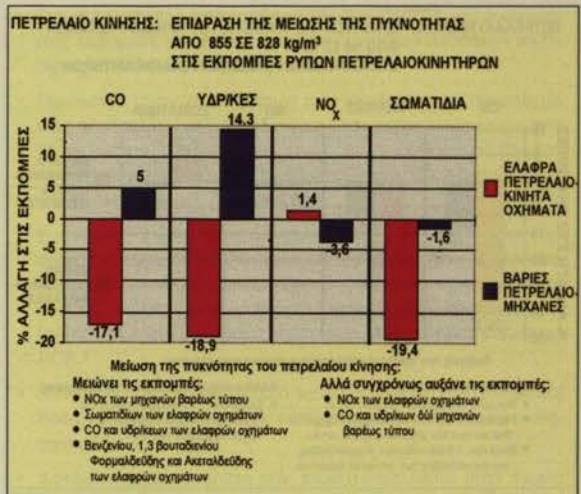
Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι στη μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας των μεγάλων αστικών κέντρων μπορούν και πρέπει



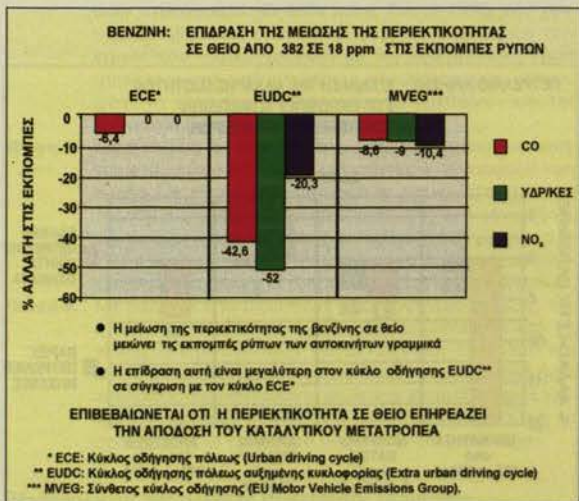
Διάγραμμα 4. Επίδραση των αρωματικών ενώσεων της βενζίνης στις εκπομπές ρύπων.



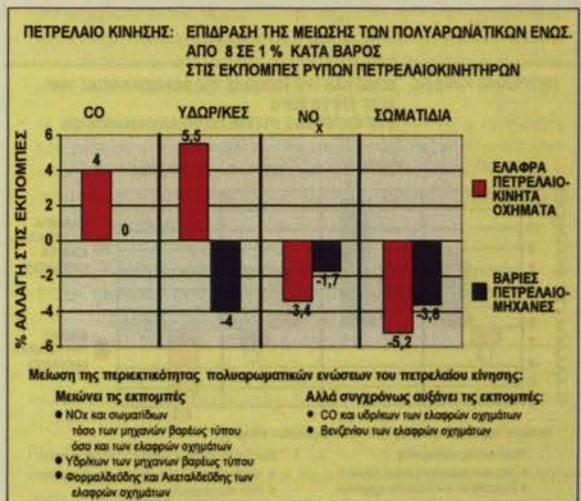
Διάγραμμα 5. Επίδραση της απόσταξης της βενζίνης (E100) στις εκπομπές ρύπων



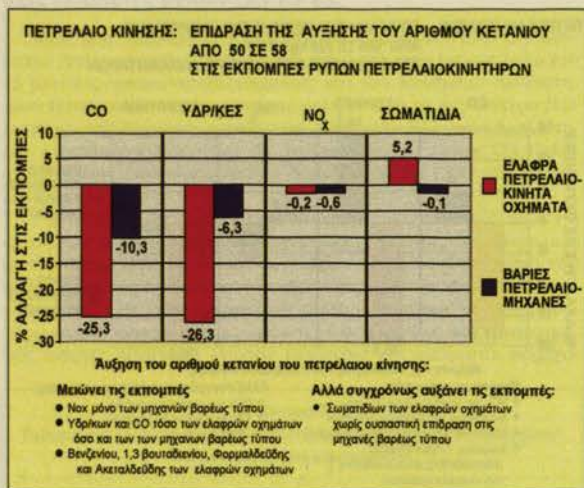
Διάγραμμα 7. Επίδραση της πυκνότητας του πετρελαίου κίνησης στις εκπομπές ρύπων των πετρελαιοκίνητων οχημάτων.



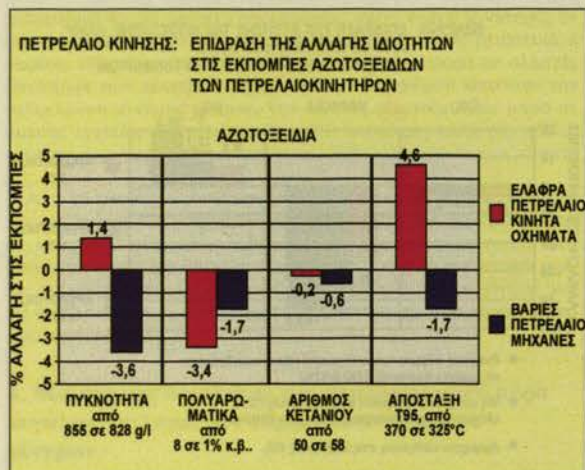
Διάγραμμα 6. Επίδραση της περιεκτικότητας της βενζίνης σε θείο στις εκπομπές ρύπων των αυτοκινήτων σε τρεις διαφορετικούς κύκλους οδήγησης.



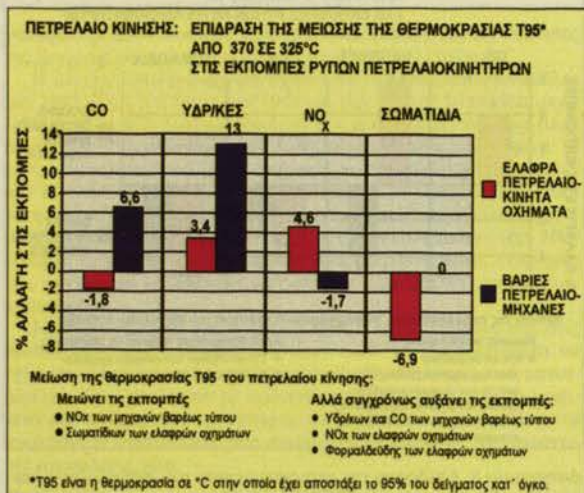
Διάγραμμα 8. Επίδραση της περιεκτικότητας του πετρελαίου κίνησης σε πολυαρωματικές ενώσεις στις εκπομπές ρύπων των πετρελαιοκίνητων οχημάτων.



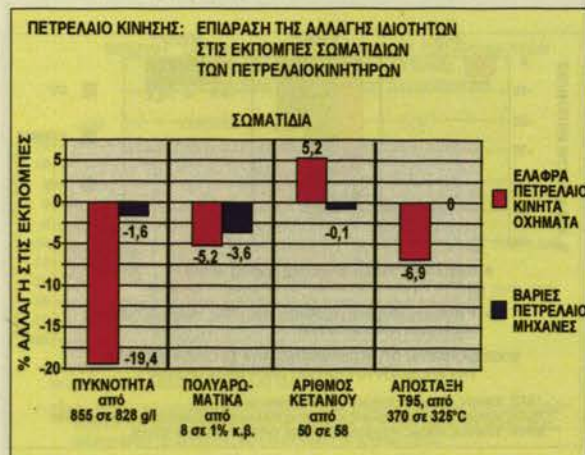
Διάγραμμα 9. Επίδραση του αριθμού κετανίων του πετρελαίου κίνησης στις εκπομπές ρύπων των πετρελαιοκίνητων οχημάτων.



Διάγραμμα 11. Επίδραση ιδιοτήτων του πετρελαίου κίνησης στις εκπομπές αζωτοξειδίων των πετρελαιοκίνητων οχημάτων.



Διάγραμμα 10. Επίδραση της θερμοκρασίας απόσταξης (T95) του πετρελαίου κίνησης στις εκπομπές ρύπων των πετρελαιοκίνητων οχημάτων.

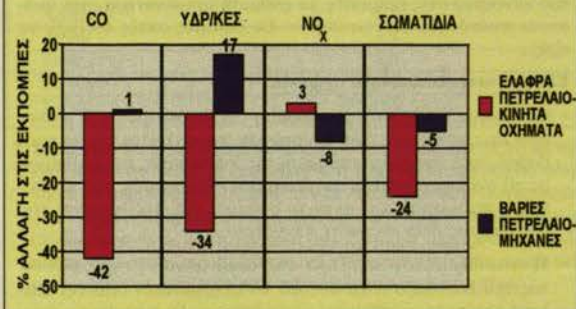


Διάγραμμα 12. Επίδραση ιδιοτήτων του πετρελαίου κίνησης στις εκπομπές σωματιδίων των πετρελαιοκίνητων οχημάτων.

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ: ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ:

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ 855 ΣΕ 828 g/l
 ΠΟΛΥΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΑΠΟ 8 ΣΕ 1% ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ
 ΑΡΙΘΜΟΥ ΚΕΤΑΝΙΟΥ ΑΠΟ 50 ΣΕ 58
 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ Τ95 ΑΠΟ 370 ΣΕ 325 °C

ΣΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ



Διάγραμμα 13. Αθροιστική επίδραση της αλλαγής των ιδιοτήτων του πετρελαίου κίνησης στις εκπομπές ρύπων των πετρελαιοκίνητων οχημάτων.

Η μελέτη αυτή αποτελείται από τις εξής επί μέρους φάσεις:

- Φάση 1.** Έγινε ανασκόπηση και καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα στις επιλεγμένες μεγαλουπόλεις.
- Φάση 2.** Συνελέγησαν στοιχεία εκπομπών ρύπων για κάθε μία από τις πόλεις που μελετήθηκαν και με τη χρήση διεθνώς αποδεκτών μοντέλων εξιχθήσαν σχέσεις που συνδέουν τις εκπομπές ρύπων με τη συγκέντρωση ρύπων στην ατμόσφαιρα για κάθε πόλη. Για το 1990, που χρησιμοποιήθηκε ως έτος αναφοράς, έγινε σύγκριση των τιμών που υπολογίστηκαν με τις πραγματικές τιμές συγκέντρωσης από μετρήσεις ατμοσφαιρικών ρύπων, ώστε να ελεγχθεί η αξιοπιστία των μεθόδων και της μοντελοποίησης που χρησιμοποιήθηκαν.
- Φάση 3.** Με βάση τις ως άνω σχέσεις εκπομπών ρύπων-ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα, μελετήθηκε η συνεισφορά των διαφόρων πηγών ατμοσφαιρικών ρύπων στη ρύπανση της ατμόσφαιρας, λαμβάνοντας υπόψη τόσο την αύξηση της κυκλοφορίας, όσο και την επίδραση των μέτρων που έχουν ήδη νομοθετηθεί (όπως π.χ. η τοποθέτηση καταλυτικών μετατροπέων σε όλα τα καινούργια αυτοκίνητα).
- Φάση 4.** Με βάση τα ανωτέρω έγινε πρόβλεψη της εξέλιξης της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα σε κάθε μια από τις πόλεις που μελετήθηκαν για τα έτη 1995, 2000, 2005 και 2010. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με επιθυμητά όρια ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα και εκτιμήθηκαν οι μειώσεις εκπομπών ρύπων που είναι απαραίτητες για να επιτευχθούν τα επιθυμητά όρια ποιότητας του αέρα.

Μεθοδολογία της μελέτης συσχέτισης εκπομπών - ποιότητας αέρα και μοντελοποίησης της ρύπανσης των μεγάλων αστικών κέντρων.

Για τη συσχέτιση εκπομπών και ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα χρησιμοποιήθηκαν διεθνώς αναγνωρισμένα και ελεγμένα μοντέλα. Χρησιμοποιήθηκαν τρία είδη μαθηματικών μοντέλων :

- α. Μοντέλα εκπομπών ρύπων από τους κινητήρες. Με τα μοντέλα αυτά έγινε εκτίμηση της επίδρασης μέτρων που αφορούν τα καύσιμα και την τεχνολογία των αυτοκινήτων στις εκπομπές ρύπων από κινητήρες οχημάτων και από σταθερές πηγές.
- β. Μετεωρολογικά μοντέλα πρόβλεψης της διαμόρφωσης της ροής των ανέμων.

Πίνακας 3

Εκπομπές ρύπων και τεχνολογία αυτοκινήτων Βενζινοκίνητα οχήματα

- Οι διακυμάνσεις των εκπομπών ρύπων με τα καυσάγια, που οφείλονται στις διάφορες τεχνολογίες και τύπους αυτοκινήτων, ήταν γενικώς ευρύτερες απ' ό,τι οι διακυμάνσεις λόγω των διαφορών στην ποιότητα των καυσίμων.
 - Ορισμένοι τύποι αυτοκινήτων έδειξαν σημαντικές διαφορές στις εκπομπές σε σχέση με την ποιότητα των καυσίμων ιδιαίτερα στον κύκλο οδήγησης EUDC*.
 - Ορισμένοι τύποι αυτοκινήτων που έδειξαν μικρή ευαισθησία στις ιδιότητες των καυσίμων σε ότι αφορά τις εκπομπές Μονοξειδίου του Άνθρακα και Υδρογονανθράκων, έδειξαν παράλληλα μεγάλη ευαισθησία στις εκπομπές Αζωτοξειδίων και αντιστρόφως.
 - Κινητήρες με μονό σημείο έγχυσης καυσίμου (single point fuel injection) ήταν περισσότερο ευαίσθητοι τόσο στην πτητικότητα, όσο και στην περιεκτικότητα της βενζίνης σε αρωματικές ενώσεις, σε σύγκριση με τους κινητήρες πολλαπλής έγχυσης (multiple point injection) ιδιαίτερα στον κύκλο οδήγησης, ECE.*
 - Αυτοκίνητα με τριμεταλλικό καταλύτη (Πλατίνα/Παλλάδιο/Ρόδιο) έδωσαν πολύ μικρές εκπομπές ρύπων στον κύκλο οδήγησης EUDC.
 - Αυτοκίνητα με καταλύτη που περιέχει παλλάδιο ήταν περισσότερο ευαίσθητα στο θείο της βενζίνης σε σύγκριση με τα αυτοκίνητα με καταλύτη πλατίνας /ροδίου.
 - Τοποθέτηση του καταλύτη πλησίον του κινητήρα (closed-coupled catalyst) έδωσε μειωμένες εκπομπές υδρογονανθράκων και αζωτοξειδίων αλλά δεν είχε επίδραση στις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα. Στην περίπτωση αυτή ο καταλύτης ήταν περισσότερο ευαίσθητος στην περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο σε ότι αφορά την μετατροπή των αζωτοξειδίων στον κύκλο οδήγησης EUDC.
 - Η επίδραση της τεχνολογίας των κινητήρων στις εκπομπές επί μέρους ενώσεων έτεινε να ακολουθεί τις εκπομπές των ολικών υδρογονανθράκων. Υπάρχουν μόνο ενδείξεις ότι η σύσταση του καταλύτη μπορεί να έχει επίδραση στη μετατροπή των αλδεϋδών.
- ECE : Κύκλος οδήγησης πόλεως (Urban Driving Cycle).
 EUDC: Κύκλος οδήγησης πόλεως αυξημένης κυκλοφορίας (Extra Urban Driving Cycle).

γ. Μοντέλα διασποράς για την εκτίμηση της συγκέντρωσης ρυπαντών στον ατμοσφαιρικό αέρα με βάση τις εκπομπές ρύπων από κινητές και σταθερές πηγές. Για κάθε μία από τις πόλεις που μελετήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά μοντέλα διασποράς, για να είναι βέβαιο ότι τα αποτελέσματα δεν οφείλονται στην επιλογή μοντέλου.

Για κάθε μία από τις επτά πόλεις που μελετήθηκαν έγινε ανάλυση μιας περιοχής 100km x 100km (χωρισμένης σε ένα δίκτυο 2km x 2km) που περιελάμβανε την πόλη και τις γύρω περιοχές. Τα αποτελέσματα υπολογίστηκαν για δύο διαφορετικές μετεωρολογικές συνθήκες, δηλαδή μία που αντιπροσωπεύει μέσες-κανονικές συνθήκες και μία τυπική ενός επεισοδίου υψηλών συγκεντρώσεων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Οι πηγές ρύπων περιελάμβαναν βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα, δίκυκλα, λεωφορεία, καθώς και ελαφρά και βαριά επαγγελματικά οχήματα.

Πίνακας 4
Εκπομπές ρύπων και τεχνολογία αυτοκινητών
Πετρελαιοκίνητα οχήματα

- Μελετήθηκε μία ευρεία σειρά οχημάτων, από ελαφρά επιβατικά μέχρι βαρέως τύπου φορτηγά.
- Ορισμένοι τύποι οχημάτων έδειξαν σημαντικές διαφορές στις εκπομπές σε σχέση με την ποιότητα των καυσίμων.
- Η επίδραση της σχέσης οχήματος/μηχανής στις εκπομπές ήταν μεγαλύτερη από την επίδραση των μεταβολών της ποιότητας των καυσίμων (πλην των αζωτοξειδίων στις βαρέως τύπου μηχανές).
- Μηχανές άμεσης έγχυσης (DI, Direct Injection) και έμμεσης έγχυσης (IDI, InDirect Injection) έδειξαν την ίδια συμπεριφορά εκπομπών ρύπων σε σχέση με την ποιότητα των καυσίμων για τους ελεγχόμενους ρύπους πλην των αζωτοξειδίων σε σχέση με τον αριθμό κτανιού.
- Τη μικρότερη ευαισθησία στην ποιότητα των καυσίμων είχαν τα ελαφρά πετρελαιοκίνητα οχήματα με κινητήρες έμμεσης έγχυσης (IDI) και μηχανική ρύθμιση της έγχυσης.
- Τα οχήματα με μηχανές με σύστημα έμμεσης έγχυσης (IDI) επετύγχαναν σταθερά χαμηλές απόλυτες εκπομπές ρύπων (g/km), πλην όμως το ενδιαφέρον σήμερα στρέφεται στην τεχνολογία άμεσης έγχυσης (DI) για εφαρμογή στα ελαφρά πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα λόγω της μικρότερης κατανάλωσης καυσίμου που έχουν.
- Σε αρκετές περιπτώσεις η επίδραση των αλλαγών της πυκνότητας και του αριθμού κτανιού στις εκπομπές αζωτοξειδίων ήταν αντίστροφη αλλά η πλειονότης των ελαφρών οχημάτων άμεσης έγχυσης (DI) αντέδρασε στις αλλαγές αυτές προς την ίδια κατεύθυνση.

Καθορισμός κριτηρίων ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα.

Προκειμένου να εξεχθούν συμπεράσματα σχετικά με την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα των επτά μεγάλων αστικών κέντρων που μελετήθηκαν, έγινε σύγκριση των προβλέπουν ποιότητας του αέρα για τα έτη 1995, 2000, 2005 και 2010, με αποδεκτά όρια ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα. Με βάση τις συγκρίσεις αυτές εκτιμήθηκαν οι μειώσεις εκπομπών ρύπων που είναι απαραίτητες. Τα όρια ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα που χρησιμοποιήθηκαν ως κριτήρια στη μελέτη Auto-Oil δίδονται στον πίνακα 7.

Στο διάγραμμα 14 παρουσιάζονται οι επιστημονικοί φορείς που εργάστηκαν στη μελέτη μοντελοποίησης της ατμόσφαιρας των μεγάλων αστικών κέντρων που μελετήθηκαν.

Συμπεράσματα της μελέτης ποιότητας του αέρα
Μεγάλων Αστικών Κέντρων της Ευρώπης.

Ως έτος αναφοράς στη μελέτη και προσομοίωσης της ποιότητας του αέρα χρησιμοποιήθηκε το 1990. Όπως ήδη αναφέρθηκε, για το έτος αυτό και προς έλεγχο η αξιοπιστίας των μεθόδων προσομοίωσης της ποιότητας του αέρα που χρησιμοποιήθηκαν, έγινε σύγκριση των υπολογιστικών αποτελεσμάτων με πραγματικές μετρήσεις. Στα διαγράμματα 15 έως 17 δίδονται οι κυριότερες πηγές των ατμοσφαιρικών ρύπων που μελετήθηκαν (Μονοξειδίου του άνθρακα, Αζωτοξειδία και πτηνικές οργανικές ενώσεις) για όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Στις πτηνικές οργανικές ενώσεις περιλαμβάνεται και το βενζόλιο. Για τα αιωρούμενα σωματίδια δεν υπήρχαν αναλυτικά στοιχεία, ενώ το όζον είναι δευτερογενής ρύπος που σχηματίζεται από την αντίδραση αζωτοξειδίων και υδρογονανθράκων παρουσία ηλιακού φωτός.

Από τη σύγκριση των προβλέπουν ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα των μεγάλων αστικών κέντρων που μελετήθηκαν για τα έτη 1995, 2000, 2005 και 2010, με τα αποδεκτά όρια ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα που αναφέρθηκαν ανωτέρω, εξήχθησαν τα εξής γενικά συμπεράσματα που αφορούν όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση.

1. **Μονοξείδιο του άνθρακα.** Τα μέτρα που είχαν ήδη συμφωνηθεί πριν από τη μελέτη Auto Oil (ειδικότερα η αυξανόμενη διείσδυ-

Πίνακας 5
Εκπομπές ρύπων και τεχνολογία αυτοκινητών
Πετρελαιοκίνητα οχήματα

Επίδραση της πυκνότητας του καυσίμου στις εκπομπές ρύπων

Μία ειδική σειρά δοκιμών έγινε για να μελετηθεί η έκταση στην οποία είναι δυνατόν να περιορισθεί η επίδραση της πυκνότητας του καυσίμου στις εκπομπές, με ρύθμιση του κινητήρα στην εκάστοτε πυκνότητα του καυσίμου. Οι δοκιμές αυτές έδειξαν τα εξής :

Ελαφρά πετρελαιοκίνητα οχήματα.

- Οι δοκιμές έδειξαν ότι η επίδραση της πυκνότητας του καυσίμου στις εκπομπές των κινητήρων προκαλείται, σε κάποιο βαθμό, από την αλληλεπίδραση της πυκνότητας του καυσίμου με το σύστημα διαχείρισης καυσίμου. Επιδράσεις της πυκνότητας παρέμεναν και μετά τη ρύθμιση και προσαρμογή του συστήματος στην εκάστοτε πυκνότητα.
- Η ευαισθησία του κινητήρα στις διακυμάνσεις της πυκνότητας του καυσίμου είναι δυνατόν να επηρεαστούν από την επιλογή του τρόπου ρύθμισης του κινητήρα. Οι ευαισθησία ήταν ελάχιστη όταν οι κινητήρες ρυθμίζονταν για τη μέγιστη πυκνότητα καυσίμου και μέγιστες όταν οι κινητήρες ρυθμίζονταν για την ελάχιστη πυκνότητα.
- Οι εκπομπές ρύπων ήταν γενικώς οι μικρότερες όταν χρησιμοποιούντο καύσιμα μικρής πυκνότητας σε κινητήρες ρυθμισμένους για μικρή πυκνότητα καυσίμου, εκτός από τις εκπομπές αζωτοξειδίων οι οποίες έδειχναν την αντίστροφη συμπεριφορά σχετικά με την ποιότητα του καυσίμου.
- Κινητήρες ρυθμισμένοι για χρήση καυσίμου συγκεκριμένης πυκνότητας είχαν γενικώς μικρότερες εκπομπές ρύπων από ότι όταν οι ρυθμίσεις του κινητήρα δεν ταιριάζονταν στην πυκνότητα του καυσίμου.
- Καύσιμα μεγαλύτερης πυκνότητας είχαν υψηλότερες εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, υδρογονανθράκων και σωματιδίων αλλά χαμηλότερες εκπομπές αζωτοξειδίων, τόσο στις ρυθμίσεις για μεγάλη όσο και στις ρυθμίσεις για μικρή πυκνότητα καυσίμου.

Βαριά επαγγελματικά αυτοκίνητα.

- Οι διάφοροι τύποι έγχυσης καυσίμου είχαν διαφορετική ευαισθησία και απόκριση στις μεταβολές της πυκνότητας του καυσίμου.
- Μείωση της πυκνότητας του καυσίμου είχε ως αποτέλεσμα γενικώς μείωση της ισχύος του κινητήρα και αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου.
- Ρυθμίσεις του συστήματος έγχυσης καυσίμου στην ίδια τροφοδότηση και χρονισμό καυσίμου, για καύσιμο υψηλής και χαμηλής πυκνότητας, ατάλειψαν τις διαφορές στις εκπομπές ρύπων για τους δύο τύπους καυσίμου. Η επίδραση της πυκνότητας στη συμπεριφορά και εκπομπές ρύπων του κινητήρα προκαλείτο από φυσικές αλληλεπιδράσεις καθαρώς υδραυλικής φύσεως.
- Δεν υπήρξαν ενδείξεις επίδρασης της πυκνότητας στην ίδια τη διεργασία της καύσεως.
- Στη μελέτη EPEFE διερευνήθηκε η επίδραση της πυκνότητας μόνο. Άλλες φυσικές ιδιότητες, όπως ιξώδες, ταχύτητα του ήχου και συμπιεστότητα, μπορεί επίσης να επηρεάζουν την υδραυλική συμπεριφορά του συστήματος έγχυσης.

ση του τριόξου καταλύτη) θα μειώσουν, ήδη από το 2005, τις βασικές συγκεντρώσεις ρύπων σε όλες τις πόλεις που μελετήθηκαν σε τιμές χαμηλότερες και από τα αυστηρότερα πρότυπα ποιότητας του αέρα. Βάσει αυτών των αποτελεσμάτων, η θέσπιση κανονιστικών ρυθμίσεων για περαιτέρω μειώσεις των εκπομπών οχημάτων αυτού του αερίου δεν θα πρέπει να αποτελεί ζήτημα προτεραιότητας.

Πίνακας 6

Οι επτά πόλεις των οποίων μελετήθηκε η ατμοσφαιρική ρύπανση στο πρόγραμμα Auto Oil

Πόλη	Εκατομμύρια κάτοικοι
Αθήνα	3.5
Κολωνία	4.0
Λονδίνο	6.8
Λυών	1.5
Μαδρίτη	5.0
Μιλάνο	4.0
Χάγη	0.7

2. **Βενζόλιο.** Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι, όπως και με το μονοξείδιο του άνθρακα, η επίπτωση του τριόξυδου καταλύτη θα οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση των αστικών βασικών συγκεντρώσεων κατά τα επόμενα έτη. Μόνο στην περίπτωση όπου η σύγκριση γίνει με βάση την τιμή των 2,5 μg/m³ ως πρότυπο ποιότητας του αέρα, προβλέπεται να είναι απαραίτητες μειώσεις εκπομπών σε ορισμένες από τις πλέον μολυσμένες πόλεις.

Πίνακας 7

Όρια ποιότητας αέρα που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη Auto oil

Ρύποι	Όρια
Μονοξείδιο του άνθρακα	<ul style="list-style-type: none"> • Λιγότερο αυστηρό όριο: 10 mg/m³ αέρα για το 98% των ανά 8ωρο μετρήσεων • Αυστηρότερο όριο: 5 mg/m³ αέρα για το 98% των ωριαίων* μετρήσεων
Οξειδία του αζώτου εκπεφρασμένα ως NO2	<ul style="list-style-type: none"> • Λιγότερο αυστηρό όριο: 200 μg/m³ αέρα για το 98% των ωριαίων μετρήσεων • Αυστηρότερο όριο: 93 μg/m³ αέρα για το 98% των ωριαίων μετρήσεων
Βενζόλιο	<ul style="list-style-type: none"> • Λιγότερο αυστηρό όριο: 16 μg/m³ αέρα ως ετήσιος μέσος όρος • Αυστηρότερο όριο: 10 μg/m³ αέρα ως ετήσιος μέσος όρος • Πολύ αυστηρό όριο: 2.5 μg/m³ αέρα ως ετήσιος μέσος όρος

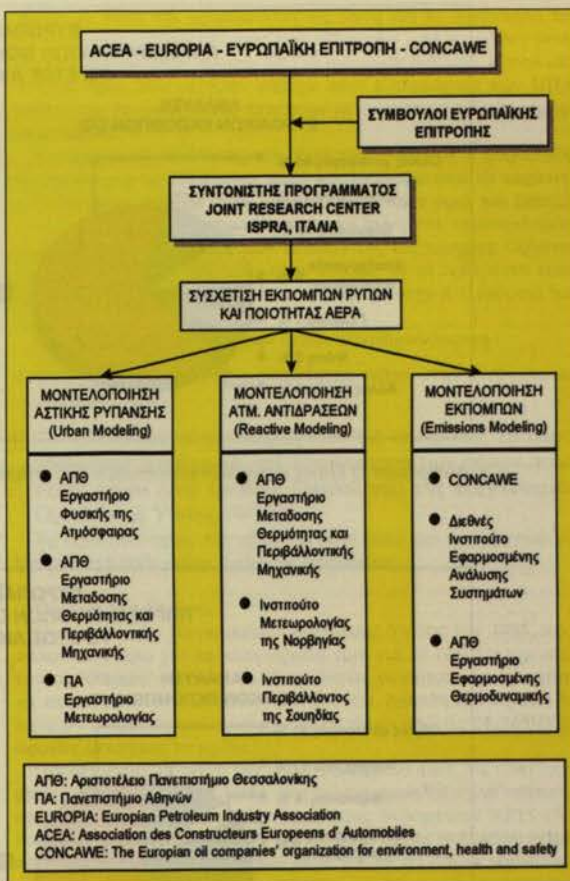
* Παρατηρήσεις: Στην περίπτωση μετρήσεων ανά ώρα γίνονται 365x24 = 8760 μετρήσεις το χρόνο. Από αυτές το 98 % ήτοι 8585 μετρήσεις πρέπει να είναι κάτω του ορίου, ενώ 175 μετρήσεις μπορεί να υπερβαίνουν το όριο.

3. **Οξειδία του αζώτου.** Τα αποτελέσματα σαφώς καταδεικνύουν ότι, για να επιτευχθούν τα αυστηρότερα πρότυπα ποιότητας του αέρα για τα οξειδία του αζώτου, θα είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν το 2010 περαιτέρω μειώσεις των εκπομπών μεταξύ 0 και 50% ανάλογα με την πόλη.

4. **Σωματίδια.** Μειώσεις εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων από τις οδικές αστικές μεταφορές της τάξης του 50-65% ως προς τα επίπεδα του 1995, θεωρήθηκαν απαραίτητες προκειμένου να επιτευχθούν κατάλληλοι στόχοι ποιότητας του αέρα.

5. **Ρύπανση από όζον στην περιφέρεια.** Τα σημαντικότερα συμπεράσματα της ανάλυσης είναι:

- οι μειώσεις εκπομπών που θα προκύψουν από την εφαρμογή των ήδη, πριν από τη μελέτη Auto Oil, συμφωνηθέντων μέτρων θα έχουν ως αποτέλεσμα, έως το 2010, σημαντική βελτίωση όσον αφορά τη ρύπανση από το όζον.
- για να μειωθεί η ρύπανση από το όζον πέρα από αυτήν που θα επιτευχθεί από την εφαρμογή των ήδη συμφωνηθέντων μέτρων, θα απαιτηθούν σημαντικές μειώσεις των εκπομπών NOx και



Διάγραμμα 14. Οργάνωση της μελέτης μοντελοποίησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των μεγάλων αστικών κέντρων που μελετήθηκαν.

VOCs της τάξης του 70-80% σε σύγκριση με το 1990.

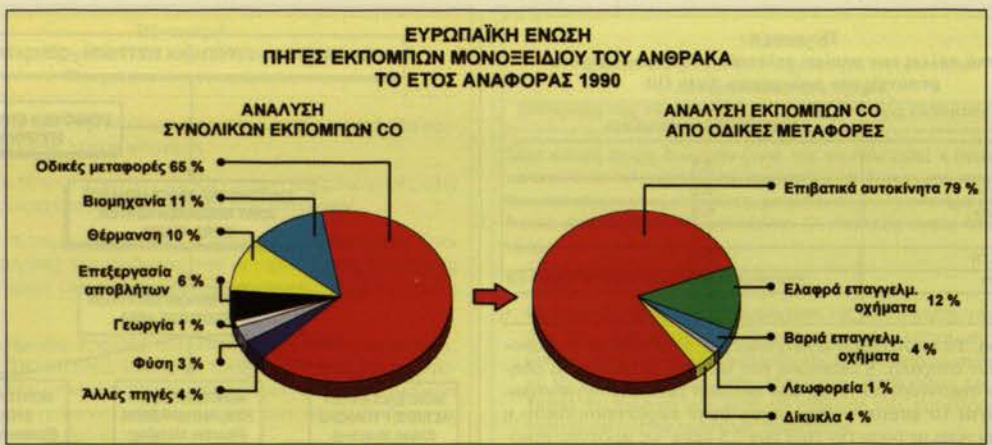
• περαιτέρω μέτρα για μείωση των εκπομπών οχημάτων, εάν δεν συνοδευτούν από μέτρα μείωσης των εκπομπών από άλλες πηγές, ιδίως πηγές VOCs, θα έχουν μηδενική ή περιθωριακή επίδραση.

• για τους σκοπούς του προγράμματος Auto-Oil, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας στόχος μείωσης των εκπομπών τουλάχιστον κατά 70% ως προς τα επίπεδα του 1990 τόσο για τα συνολικά NOx, όσο και για τα συνολικά VOCs σε όλη την ΕΕ.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι, προκειμένου να επιτευχθούν ικανοποιητικά όρια ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα για το έτος 2010, απαιτούνται πρόσθετα μέτρα, πέραν αυτών που είχαν ήδη αποφασισθεί και δρομολογηθεί πριν από τη μελέτη Auto-Oil. Τα νέα μέτρα πρέπει να έχουν στόχο τη μείωση κυρίως των οξειδίων του αζώτου, των οργανικών πτητικών υδρογονανθράκων (προκειμένου να μειωθεί ο δευτερογενής ρύπος όζον) και των σωματιδίων. Οι απαιτούμενες μειώσεις ρύπων μέχρι το 2010 σε σύγκριση με τις εκπομπές που θα υπάχονταν τότε αν δεν ληφθούν πρόσθετα μέτρα συνοψίζονται στον πίνακα 8.

Συμπεράσματα για την Αθήνα.

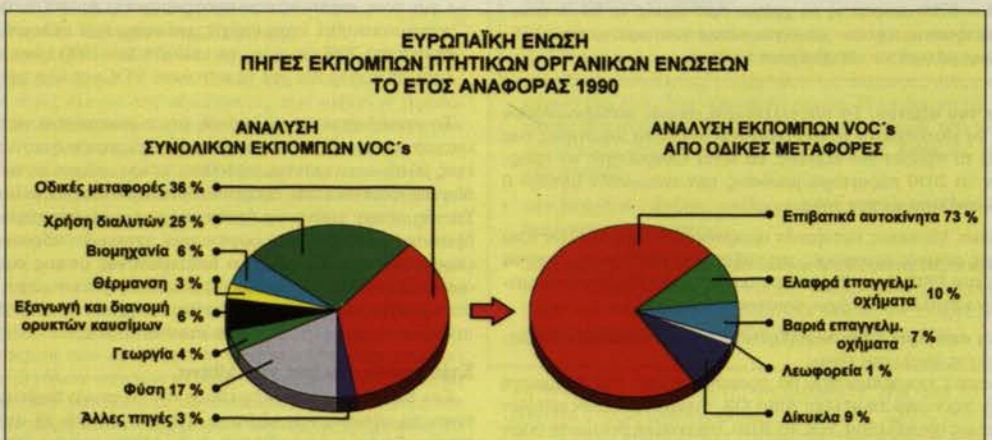
Για την Αθήνα η μελέτη έδειξε ότι το σημαντικότερο πρόβλημα είναι τα οξειδία του αζώτου. Στο διάγραμμα 18 αναλύονται οι πηγές οξειδίων του αζώτου στην Αθήνα για το έτος αναφοράς 1990. Η κυριότερη πηγή (όπως άλλωστε και σε ολόκληρη την ΕΕ) είναι οι οδικές μεταφορές και από αυτές κυριότερη πηγή είναι τα βενζινοκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα. Στον πίνακα 9 δίδονται οι εκπομπές αζωτοξειδίων σε τόνους την ημέρα ανά πηγή προέλευσης



Διάγραμμα 15 Πηγές εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα στην ΕΕ το έτος αναφοράς 1990.



Διάγραμμα 16 Πηγές εκπομπών οξειδίων του αζώτου στην ΕΕ το έτος αναφοράς 1990.



Διάγραμμα 17 Πηγές εκπομπών πηττικών οργανικών ενώσεων στην ΕΕ το έτος αναφοράς 1990.

για το έτος αναφοράς 1990 καθώς και οι εκτιμήσεις για τις εκπομπές αυτές για τα έτη 2000 και 2010 αν δεν ληφθούν πρόσθετα μέτρα.

Το 2000 αναμένεται μικρή αύξηση συνολικών εκπομπών NOx (1% περίπου) αλλά μείωση των εκπομπών από οδικές μεταφορές κατά 3% περίπου. Το 2010 αναμένεται μείωση των συνολικών εκπομπών κατά 9% και μείωση των εκπομπών από οδικές μεταφορές κατά 22% περίπου. Αυτό που είναι σημαντικό να τονισθεί είναι ότι η μείωση των εκπομπών αζωτοξειδίων από τις οδικές μεταφορές μέχρι το 2010 στην Αθήνα είναι η μικρότερη που αναμένεται από όλες τις πόλεις που μελετήθηκαν. Για το Λονδίνο και το Μιλάνο π.χ. οι αντίστοιχες μειώσεις μέχρι το 2010 είναι της τάξεως του 50%. Σύμφωνα με τη μελέτη Auto-Oil η αιτία της μικρής μείωσης για την Αθήνα είναι ο χαμηλός ρυθμός αντικατάστασης των αυτοκινήτων με αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας (π.χ. καταλυτικά). Ακόμη και το 2010 δεν θα έχει γίνει αισθητή στην Αθήνα η επίδραση της νέας τεχνολογίας αυτοκινήτων που για τις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές πόλεις βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη από τα μέσα της δεκαετίας του 1990.

Όπως φαίνεται στον πίνακα 8 η Αθήνα (όπως και όλες οι Ευρωπαϊκές πόλεις) επιτυγχάνει τα όρια των 1500μg/m³ για το CO και 10μg/m³ αέρα για το βενζόλιο χωρίς πρόσθετα μέτρα, ενώ απαιτείται μείωση των εκπομπών της τάξεως του 50% για να επιτευχθεί το όριο των 2,5μg/m³ αέρα για το βενζόλιο.

Η μελέτη Auto-Oil κατέδειξε την ανάγκη πρόσθετων μέτρων σε ολόκληρη την ΕΕ και ιδιαίτερος στην Αθήνα για τη μείωση κυρίως των εκπομπών αζωτοξειδίων από τις οδικές μεταφορές, που παράλληλα θα έχουν θετική επίδραση και σε όλους τους άλλους αέριους ρύπους.

5. Το Πρόγραμμα της ΕΕ για την επίτευξη στόχων ποιότητας του αέρα το έτος 2010.

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης Auto-Oil η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υιοθέτησε στόχους ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα στην ΕΕ για το έτος 2010 και μια σειρά από μέτρα για την επίτευξη των στόχων αυτών. Τα προτεινόμενα νέα μέτρα ανακοινώθηκαν επισήμως από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στις 18 Ιουνίου 1996.

Πριν από την οριστική έγκριση των προτάσεων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, τα μέτρα έπρεπε να εγκριθούν από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (σε πρώτη ανάγνωση μέχρι το Φεβρουάριο του 1997) και το Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Council) το οποίο έπρεπε να καθορίσει την κοινή του θέση για τα μέτρα μέχρι τον Ιούνιο του 1997.

Στόχοι ποιότητας του αέρα που υιοθετήθηκαν προς επίτευξη το 2010.

Οι στόχοι ποιότητας του αέρα που καθορίστηκαν για να επιτευ-

χθούν το 2010 και χρησιμοποιούνται ως βάση για το σχεδιασμό του συνόλου των μέτρων μείωσης των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές δίδονται στον πίνακα 10. Για σύγκριση δίδονται και τα ισοδύναμα όρια που ισχύουν σήμερα στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ, καθώς και τα όρια λήψης έκτακτων μέτρων που ισχύουν σήμερα στην Αθήνα.

Τα όρια αυτά ποιότητας του αέρα που υιοθέτησε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή για το 2010 είναι πολύ αυστηρότερα από τα ισχύοντα νομοθετημένα σήμερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση όρια και βασίζονται στα πλέον πρόσφατα επιστημονικά δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων των υποδείξεων των ειδικών της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας. Όπως φαίνεται στον πίνακα 10 τα όρια αυτά είναι ίδια ή αυστηρότερα από τα ισχύοντα σήμερα στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ.

Για την επιλογή των στόχων αυτών ελήφθησαν υπόψη :

α. Οι υπάρχοντες στόχοι ποιότητας αέρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

β. Οι τελευταίες πληροφορίες από τις επιτροπές εμπειρογνομώνων σχετικά με την αναθεώρηση των ορίων ποιότητας αέρα (Air Quality Guidelines) της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (WHO).

Τα όρια ποιότητας του αέρα για κάθε ρύπο και το σχετικό για την επιλογή κάθε ορίου, έχουν ως ακολούθως.

Οξείδια του Αζώτου.

Οι οδηγίες της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας του 1995, προτείνουν ως όριο για τη μέση ωριαία τιμή για τα οξείδια του αζώτου τα 200μg/m³ ως NO₂. Οι ίδιες οδηγίες συνιστούν το όριο αυτό να επιτυγχάνεται στο 100% του χρόνου, δηλαδή δεν πρέπει να υπάρχει υπέρβαση του ορίου αυτού σε καμία από τις 24x365=8760 ωριαίες μετρήσεις το χρόνο.

Προκειμένου, με βάση την ανωτέρω ωριαία τιμή, να γίνει εκτίμηση της μέσης ετήσιας τιμής, στη μελέτη Auto-Oil έγινε στατιστική ανάλυση των στοιχείων της βάσης δεδομένων APIS (Air Pollution Information Service) της ΕΕ στην οποία υπάρχουν μεταφίσεις ρύπων του ατμοσφαιρικού αέρα για τα τελευταία χρόνια για περίπου 150 Ευρωπαϊκές πόλεις (μεταξύ των οποίων και η Αθήνα). Στη στατιστική ανάλυση ελήφθη υπόψη το 95% των δεδομένων της βάσης (αποκλείοντας 2,5% από τις μεγαλύτερες και 2,5% από τις μικρότερες τιμές). Με βάση τη στατιστική ανάλυση υπολογίστηκε ότι για το διοξείδιο του αζώτου (NO₂) ο λόγος μεταξύ της μέγιστης ωριαίας τιμής και της μέσης ετήσιας τιμής είναι 5,44. Δηλαδή, η μέση ετήσια τιμή NO₂ που αντιστοιχεί στη μέγιστη ωριαία τιμή των 200μg/m³ είναι 200/5,44 = 37μg/m³.

Οι πραγματικές μετρήσεις αζωτοξειδίων όμως, καθώς και τα μοντέλα ποιότητας αέρα που χρησιμοποιήθηκαν αντιστοιχούν στο

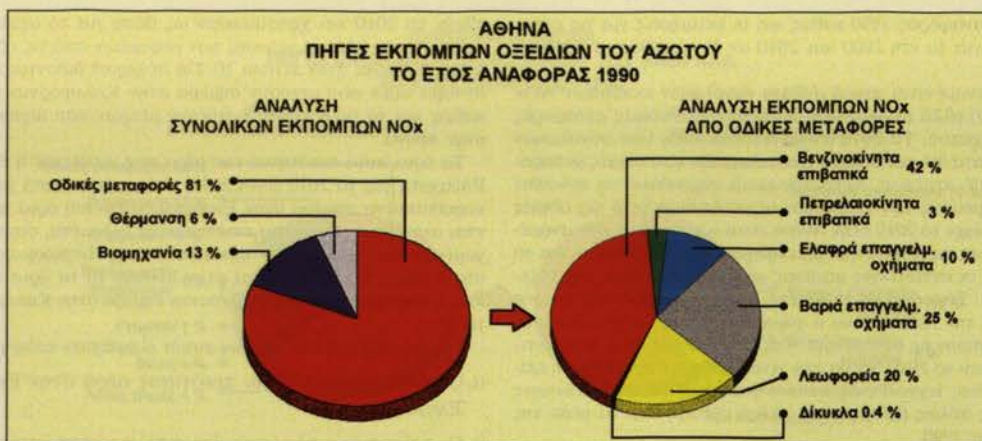
Πίνακας 8
Απαιτούμενες μειώσεις εκπομπών ρύπων για να επιτευχθούν τα επιθυμητά όρια ποιότητας του αέρα το 2010

Ποσοστά απαιτούμενης μείωσης εκπομπών ρύπων για την επίτευξη των στόχων ποιότητας του αέρα το 2010				
Πόλη	CO, στόχος* 1500 mg/m ³ αέρα	Βενζόλιο, στόχος*		NOx, στόχος* 66 μg/m ³ αέρα
		10 μg/m ³ αέρα	2,5 μg/m ³ αέρα	
Αθήνα	↑ 0% ↓	↑ 0% ↓	50%	50%
Μιλάνο			15%	45%
Μαδρίτη			35%	39%
Λονδίνο			0%	31,5%
Λυών			20%	22,5%
Κολωνία			0%	20,5%
Χάγη			0%	0%

Σωματίδια: Εκτιμάται ότι απαιτείται μείωση εκπομπών από τις οδικές μεταφορές της τάξεως του 50 - 65% σε σχέση με τις εκπομπές του 1995 για να επιτευχθεί το όριο των 50 μg/m³ αέρα ως μέσος όρος 24ώρου.

Όζον : Εκτιμάται ότι απαιτείται μείωση των συνολικών εκπομπών NOx + VOCs της τάξεως του 70 - 80% σε σύγκριση με το 1990 για να επιτευχθεί ο στόχος των 180 μg/m³ ως μέσος όρος ωριαίων μετρήσεων.

Σημειώσεις: * Ετήσιος μέσος όρος.



Διάγραμμα 18. Πηγές εκπομπών οξειδίων του αζώτου στην Αθήνα το έτος αναφοράς 1990.

σύνολο των αζωτοξειδίων της ατμόσφαιρας, που κυρίως αποτελούνται από διοξείδιο και μονοξείδιο του αζώτου (NO₂+NO). Με βάση τα στατιστικά στοιχεία της βάσης δεδομένων APIS και πάλι, υπολογίστηκε η εξής σχέση για τα οξείδια του αζώτου και για την περιοχή συγκεντρώσεων κοντά στα θεβήτα όρια :

$$NO_x = 0.5 \cdot (NO_2)^{1.3846}$$

Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι η μέση ετήσια τιμή NO_x που αντιστοιχεί στη μέση ετήσια τιμή NO₂ των 37 μg/m³ αέρα, είναι 66μg/m³. Η μέση ετήσια αυτή τιμή (66μg/m³) χρησιμοποιείται ως όριο σε όλα τα διαγράμματα που παρουσιάζονται εδώ.

Μονοξείδιο του άνθρακα.

Δεν υπάρχει σήμερα Ευρωπαϊκή οδηγία που να ρυθμίζει τα όρια συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας έχει ορίσει διάφορα όρια για διάφορες χρονικές διάρκειες που κυμαίνονται από τα 100 mg/m³ ως μέσο όρο 15 λεπτών μέχρι 10mg/m³ ως μέσο όρο 8 ωρών. Στο Πρόγραμμα Auto-Oil ως όριο ποιότητας του αέρα για το μονοξείδιο του άνθρακα ορίστηκαν τα 10mg/m³ (10.000μg/m³) ως μέγιστη ωριαία τιμή. Από στατιστική ανάλυση των στοιχείων της βάσης δεδομένων APIS (χρησιμοποιώντας το 95% των τιμών πάλι) προκύπτει ότι ο λόγος μεταξύ των ωριαίων τιμών και της μέσης ετήσιας τιμής για το CO είναι 6.57. Δηλαδή, η μέση ετήσια τιμή CO που αντιστοιχεί στη μέγιστη ωριαία τιμή των 10.000μg/m³, είναι 10.000/6,57= 1500μg/m³ (στρογγυλευμένο). Η μέση ετήσια αυτή τιμή χρησιμοποιείται ως όριο σε όλα τα διαγράμματα που παρουσιάζονται εδώ.

Βενζόλιο.

Δεν υπάρχει οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη συγκέντρωση βενζολίου στην ατμόσφαιρα και η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας δεν έχει ολοκληρώσει τη διεργασία της αναθεώρησης των σχετικών προτύπων σχετικά με το Βενζόλιο. Λαμβάνοντας υπόψη τα όρια που ισχύουν σε διάφορα κράτη μέλη, καθορίστηκε ένας στόχος για το 2010, 10μg/m³ αέρα και ένας μακροχρόνιος στόχος 2,5μg/m³ αέρα.

Αιωρούμενα σωματίδια (PM₁₀).

Υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι τα αιωρούμενα σωματίδια συμβάλλουν σημαντικά στην νοσηρότητα και τη θνησιμότητα στη Δυτική Ευρώπη. Είναι επίσης γνωστό ότι τα περισσότερα επιβλαβή σωματίδια είναι τα αναπνεύσιμα, μεγέθους 10 μικρών ή μικρότερα, τα οποία χαρακτηρίζονται ως PM₁₀ (Particulate Matter < 10μ.). Μέχρι σήμερα δεν έχει υπάρξει ομοφωνία σε διεθνές επίπεδο για την καθιέρωση ενός προτύπου ποιότητας του αέρα σε σχέση με τα σωματίδια για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Επίσης η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας δεν έχει μέχρι σήμερα εκδώσει οδηγίες για τα αιωρούμενα σωματίδια. Συγχρόνως, ακόμη και με τα καλύτερα μοντέλα που διατίθενται σήμερα δεν είναι δυνατό να εκτιμηθούν συγκεντρώσεις αιωρουμένων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Λόγω αυτών των δυσκολιών, καθορίστηκαν μόνο στόχοι μείωσης των αιωρουμένων σωματιδίων με βάση τις συγκεντρώσεις που παρατηρούνται σήμερα στις διάφορες Ευρωπαϊκές πόλεις. Οι στόχοι αυτοί είναι:

Πίνακας 9
Εκτιμήσεις εκπομπών αζωτοξειδίων στην Αθήνα

Πηγή	1990 τόνοι/ημ.	%	2000 τόνοι/ημ.	%	2010 τόνοι/ημ.	%
ΑΒενζινοκίνητα επιβατικά.	40.7	33.7	38.7	31.5	32.1	29.3
Πετρελαιοκίνητα επιβατ.	2.7	2.2	2.9	2.3	2.3	2.2
Ελαφρά επαγγελματικά	9.8	8.1	9.5	7.8	8.7	8.0
Βαριά επαγγελματικά	24.5	20.3	24.0	19.6	18.8	17.2
Λεωφορεία	19.9	16.5	19.1	15.6	13.5	12.3
Δίκυκλα	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5
Σύνολο οδικών μεταφορών	98	81.1	94.5	77.1	76.1	69.4
Βιομηχανία	15.8	13.1	18.4	15.0	20.9	18.9
Θέρμανση	7.0	5.8	9.7	7.9	12.9	11.7
Γενικό Σύνολο	120.8		122.6	109.8		

Πίνακας 10
Στόχοι ποιότητας αέρα που υιοθέτησε η Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2010 σε σύγκριση με τα όρια που ισχύουν σήμερα στις Η.Π.Α. και τα όρια λήψης μέτρων της Αθήνας

Ρύποι	E.E.	ΗΠΑ	ΑΘΗΝΑ, Όρια λήψης μέτρων(13)		
	Auto-Oil 2010	Καλιφόρνια σήμερα	1ο Στάδιο Προειδοπ/σης	A βαθμίδα μέτρων	B βαθμίδα μέτρων
	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³
Οξειδία του αζώτου					
Μέγιστη ωριαία τιμή στο 100% του χρόνου ως NO ₂	200		400	500	700
Μέση ετήσια τιμή ως NO ₂	37	86			
Μέση ετήσια τιμή ως NOx	66	211			
Μονοξειδίου του άνθρακα					
Μέγιστη ωριαία τιμή στο 100% του χρόνου	10000		20000	Μέση 8ωρη τιμή 25000	35000
Μέση ετήσια τιμή	1500	1500			
Βενζόλιο μέση ετήσια τιμή					
Άμεσος στόχος	10	Δεν υπάρχει		Δεν υπάρχει	
Μακροχρόνιος στόχος	2.5	Δεν υπάρχει		Δεν υπάρχει	
Αιωρούμενα Σωματίδια PM₁₀					
Μέση τιμή 24ώρου	50	50	250	300	400
Όζον					
Μέση ωριαία τιμή στο 99% του χρόνου	180	180	Ωριαία τιμή 250	Μέγιστη ωριαία τιμή 300	500

Άνω όριο: μείωση κατά 50% σε σχέση με τις συγκεντρώσεις του 1995. Κάτω όριο: μείωση κατά 65% σε σχέση με τις συγκεντρώσεις του 1995. Με μειώσεις σε αυτή την περιοχή αναμένεται να επιτευχθούν συγκεντρώσεις στις Ευρωπαϊκές πόλεις, PM₁₀=50μg/m³ ως μέσος όρος 24ώρου.

Όζον.

Το τροποσφαιρικό όζον είναι δευτερογενής ρύπος που σχηματίζεται από την αλληλεπίδραση πρωτογενών ρύπων, κυρίως οξειδίων του αζώτου (NOx) και πτητικών οργανικών ενώσεων VOCs (Volatile Organic Compounds). Οι χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στο σχηματισμό του όζοντος επιταχύνονται σε υψηλότερες θερμοκρασίες και παρουσία ηλιακού φωτός (το όζον συχνά αναφέρεται ως "θερινό νέφος"). Το τροποσφαιρικό όζον είναι ένα περιφερειακό, διασυννοριακό πρόβλημα. Συχνά μετρούνται υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος σε μεγάλες αποστάσεις (εκατοντάδων χιλιομέτρων) από τα σημαντικά αστικά κέντρα που είναι η κύρια πηγή πρόσδρομων ρύπων, δηλαδή NOx και VOCs. Η φύση του σχηματισμού του όζοντος είναι τέτοια ώστε για τη μείωση του απαιτείται μείωση όλων των πρόσδρομων ουσιών από όλες τις πηγές εκπομπής τους. Με βάση τα όρια που ορίζει η οδηγία 92/72/EEC και τις συνιστώμενες τιμές του 1987 και 1995 της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, καθορίστηκε ως όριο για το Όζον 180μg/m³ ως ωριαίος μέσος όρος για το 99% των ωριαίων μετρήσεων.

Τα προταθέντα με βάση τη μελέτη Auto-Oil νέα μέτρα

Για να επιτευχθούν τα νέα όρια ποιότητας αέρα απαιτούνται σημαντικές μειώσεις των εκπομπών ρύπων από τα οχήματα, σε σύγκριση με τις σημερινές εκπομπές. Η μελέτη Auto-Oil κατέδειξε ότι, παρόλο που τα ήδη δρομολογημένα μέτρα (όπως π.χ. οι τριοδιικοί καταλύτες που φέρουν υποχρωστικά όλα τα καινούργια αυτοκίνητα) αναμένεται να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων, οι μειώσεις αυτές δεν είναι αρκετές για να επιτευχθούν τα νέα όρια ποιότητας του αέρα.

Όπως ήδη αναφέρθηκε το σημαντικότερο πρόβλημα για τα μεγάλα αστικά κέντρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (και ιδιαίτερα την Αθήνα) αποτελούν τα οξείδια του Αζώτου, ενώ πρόβλημα επίσης παρουσιάζουν τα αιωρούμενα σωματίδια και το όζον.

Οι ρύποι αυτοί αποτελούν συχνή απειλή για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Αντίθετα η επίδραση των μέτρων που

έχουν ήδη συμφωνηθεί και δρομολογηθεί, προβλέπεται ότι θα μειώσει τις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα και του βενζολίου σε αποδεκτά επίπεδα.

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης Auto-Oil η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έλαβε αποφάσεις για το σύνολο των νομοθετικών προτάσεων τις οποίες υπέβαλλε ή προτίθεται να υποβάλει στο Συμβούλιο και το Κοινοβούλιο. Οι προτάσεις αυτές είναι:

- Πρόταση οδηγίας για τη βελτίωση της ποιότητας των καυσίμων, της βενζίνης και του ντίζελ. (πρόταση 96/0163 για τροποποίηση της οδηγίας 93/12/ΕΟΚ). Η πρόταση αυτή κατατέθηκε ήδη στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο στις 29.8.1996.
- Πρόταση οδηγίας για αυστηρότερα όρια εκπομπών για τα επιβατικά αυτοκίνητα (πρόταση 96/0164 για τροποποίηση των οδηγιών 70/156/ΕΟΚ και 70/220/ΕΟΚ). Η πρόταση αυτή κατατέθηκε ήδη στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο στις 29.8.1996.
- Πρόταση οδηγίας για αυστηρότερα όρια εκπομπών για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα (τροποποίηση της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ). Η πρόταση αυτή πρόκειται να κατατεθεί μέσα στο 1997.
- Πρόταση οδηγίας για αυστηρότερα όρια εκπομπών για τα βαρέα επαγγελματικά οχήματα (τροποποίηση των οδηγιών 88/77/ΕΟΚ και 91/542/ΕΟΚ). Η πρόταση αυτή πρόκειται να κατατεθεί το 1997.
- Πρόταση οδηγίας για την ενίσχυση της υφιστάμενης νομοθεσίας, σχετικά με τον έλεγχο και τη συντήρηση των οχημάτων (τροποποίηση της οδηγίας 92/55/ΕΟΚ). Η πρόταση αυτή πρόκειται να κατατεθεί το 1997. Λεπτομέρειες για τις προτάσεις αυτές, που είναι γνωστές ως Μέτρα Auto-Oil, δίδονται κατωτέρω.

Μέτρα που αφορούν την ποιότητα των καυσίμων.

Οι εκπομπές ρύπων από τους κινητήρες εσωτερικής καύσεως εξαρτώνται από την ποιότητα των καυσίμων όπως επίσης και από την τεχνολογία των κινητήρων. Οι αναλύσεις που έγιναν στο πρό-

γραμμα Auto-Oil επιβεβαίωσαν ότι η θέσπιση μέτρων σχετικά με την ποιότητα των καυσίμων αποτελεί αναπόσπαστο μέρος ενός ολοκληρωμένου πακέτου μέτρων για τη μείωση των εκπομπών ρύπων και συμβάλλει στη βελτιστοποίηση του λόγου κόστους/οφέλους του πακέτου αυτού. Με το σκεπτικό αυτό η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε, για την αμόλυβδη βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης, όρια σχετικά με τις περιβαλλοντικές προδιαγραφές, όπως την περιεκτικότητα σε βενζόλιο, αρωματικές ενώσεις, θείο κλπ.

Οι προδιαγραφές αυτές έχει προταθεί να θεθούν σε εφαρμογή την 1 Ιανουαρίου του 2000 και δίδονται στον πίνακα 11 για την αμόλυβδη βενζίνη και στον πίνακα 12 για το πετρέλαιο κίνησης, μαζί με τις ισχύουσες σήμερα αντίστοιχες προδιαγραφές. Διευκρινίζεται ότι οι προδιαγραφές αυτές θεωρούνται ότι αφορούν άμεσα τις εκπομπές ρύπων στο περιβάλλον και αποτελούν τμήμα μόνο των συνολικών προδιαγραφών βενζίνης και πετρελαίου κίνησης που ισχύουν σε κάθε χώρα.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε επίσης την πλήρη κατάργηση της βενζίνης με μόλυβδο από 1.1.2000. Κατά παρέκκλιση, σύμφωνα με την αρχική πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, τα κράτη μέλη θα μπορούν να συνεχίσουν να επιτρέπουν την κατανάλωση βενζίνης με μόλυβδο για δύο ακόμη χρόνια κατά μέγιστο, ήτοι το αργότερο μέχρι 31.12.2001, εφόσον μπορεί να αποδειχθεί ότι η πλήρης κατάργηση της μολυβδούχου βενζίνης από 1.1.2000 θα είχε ως αποτέλεσμα σοβαρές κοινωνικοοικονομικές δυσχέρειες. (Το όριο αυτό τροποποιήθηκε από το Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος, όπως αναφέρεται κατωτέρω).

Μέτρα που αφορούν την τεχνολογία των αυτοκινήτων.

Το βασικό στοιχείο των μέτρων που αφορούν την τεχνολογία των αυτοκινήτων είναι η δραστική μείωση των ορίων επιτρεπόμενων εκπομπών. Τα νέα όρια εκπομπών, που η Επιτροπή πρότεινε προβλέπουν τις εξής μειώσεις σε σύγκριση με τα όρια της οδηγίας 94/12/ΕΚ που ισχύουν σήμερα:

Εκπομπές Βενζινοκίνητων επιβατικών αυτοκινήτων

- Οξείδια του αζώτου μείωση κατά 40%
- Υδρογονάνθρακες μείωση κατά 40%
- Μονοξείδιο του άνθρακα μείωση κατά 30%

Πετρελαιοκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα με κινητήρα άμεσης έγχυσης (που σήμερα πληρούν λιγότερο αυστηρές προδιαγραφές)

- Οξείδια του αζώτου μείωση κατά 40%
- Συνδυασμένη τιμή υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου μείωση κατά 40%
- Μονοξείδιο του άνθρακα μείωση κατά 40%
- Σωματίδια μείωση κατά 50%

Πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα με κινητήρα έμμεσης έγχυσης

- Οξείδια του αζώτου μείωση κατά 20%
- Συνδυασμένη τιμή υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου μείωση κατά 20%
- Μονοξείδιο του άνθρακα μείωση κατά 40%
- Σωματίδια μείωση κατά 35%

Προβλέπονται ξεχωριστά όρια για τα αζωτοξείδια (NOx) και τους υδρογονάνθρακες (HC) ενώ τα ισχύοντα σήμερα όρια έχουν αθροιστικές τιμές για τους δύο αυτούς ρύπους. Παράλληλα, για τις δοκιμές εκπομπών, θεσπίζεται νέος αυστηρότερος κύκλος οδήγησης ("Δοκιμή τύπου Ι") που προσομοιάζει περισσότερο τις συνθήκες κυκλοφορίας και είναι αντιπροσωπευτικότερος της τυπικής εκκίνησης του οχήματος με ψυχρό κινητήρα (καταργείται το χρονικό διάστημα 40 δευτερολέπτων πριν από τη δειγματοληψία των καυσαερίων που επιτρέπεται σύμφωνα με την ισχύουσα σήμερα δοκιμή).

Επιβατικά αυτοκίνητα.

Τα νέα όρια που προτάθηκαν για να ισχύουν από το έτος 2000 για όλους τους νέους τύπους επιβατικών οχημάτων και από το 2001 για όλα τα καινούργια οχήματα συνοψίζονται στον πίνακα 13.

Η πρόταση της Επιτροπής περιλαμβάνει επίσης διατάξεις για να εξασφαλιστεί ότι τα συστήματα ελέγχου εκπομπών των αυτοκινή-

των λειτουργούν αποτελεσματικά καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του αυτοκινήτου. Συγκεκριμένα, τα βενζινοκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα θα πρέπει να είναι εξοπλισμένα με ένα διαγνωστικό σύστημα (OBD, On Board Diagnostics) το οποίο εξυπηρετεί δύο σκοπούς: πρώτον επισημαίνει τυχόν κακή λειτουργία των συστημάτων του αυτοκινήτου για την προστασία του περιβάλλοντος και ειδοποιεί αναλόγως τον οδηγό και δεύτερον καταγράφει τις βλάβες ώστε, κατά την περιοδική επιθεώρηση του αυτοκινήτου (π.χ. στην Ελλάδα στα ΚΤΕΟ), να είναι δυνατόν να ελεγχθεί αν όλες οι σχετικές βλάβες έχουν αποκατασταθεί. Η τεχνολογία αυτή είναι ήδη δοκιμασμένη επιτυχώς για τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα αλλά βρίσκεται ακόμη στο πειραματικό στάδιο για τα πετρελαιοκίνητα και ως εκ τούτου η τοποθέτηση τέτοιων συστημάτων στα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα από το 2000 είναι προαιρετική.

Πίνακας 11
Προταθείσες νέες περιβαλλοντικές προδιαγραφές
για την αμόλυβδη βενζίνη για εφαρμογή από 1.1.2000

Προδιαγραφή	Ισχύοντα σήμερα όρια	Auto Oil από 1.1.2000	Μεθοδος ανάλυσης
Τάση ατμών Reid το καλοκαίρι, kPa, max	70	60	EN 12
Απόσταση			
E100 ^{α)} , % κ.ό., min	40-65	-	ISO 3405
E150 ^{α)} , % κ.ό., min	46	75	ISO 3405
Όλεφίνες, % κ.ό. max	-	18	
Αρωματικά, % κ.ό. max	-	42	ASTM D1319
Βενζόλιο, % κ.ό. max	5	2	EN 238
Οξυγόνο, % m/m, max	2.5	2.3	pr EN1601
Θείο, ppm wt, max	500	200	ISO 2754
Μόλυβδος, g/l, max	0.013	0.005	EN 237

Σημειώσεις: α. Ποσοστό του όγκου του δείγματος που έχει αποστάξει στους 100 °C

β. Ποσοστό του όγκου του δείγματος που έχει αποστάξει στους 150 °C

Πίνακας 12
Προταθείσες νέες περιβαλλοντικές προδιαγραφές
για το πετρέλαιο κίνησης (Diesel) για εφαρμογή από 1.1.2000

Προδιαγραφή	Ισχύοντα σήμερα όρια	Auto Oil από 1.1.2000	Μεθοδος ανάλυσης
Αριθμός κετανίου, min	49	51	ISO 5165
Πυκνότητα σε 15°C, kg/m ³ , max	860	845	ISO 3675
Απόσταση, T95 ^{α)} , °C, max 370	360	ISO 3405	
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, % m/m, max -	11		pr IP391
Θείο, ppm wt, max	500	350	ISO 8754

Σημειώσεις: α. Θερμοκρασία στην οποία έχει αποστάξει το 95% του όγκου του δείγματος

Οι ισχύουσες σήμερα διατάξεις προβλέπουν τη δυνατότητα ελέγχου των αυτοκινήτων στη γραμμή παραγωγής. Για την ενίσχυση αυτού του μέτρου, η Επιτροπή πρόκειται να εισαγάγει ρυθμίσεις οι οποίες θα επιτρέπουν να ελέγχονται τα αυτοκίνητα κατά τη χρήση τους και να ανακαλείται ενδεχομένως η άδεια κάποιου μοντέλου και αφού έχει τεθεί σε εμπορική κυκλοφορία. Για το σκοπό αυτό η Επιτροπή θα συγκεντρώνει στοιχεία από επιθεωρήσεις αυτοκινήτων με τουλάχιστον 80.000 χιλιόμετρα ή 5 χρόνια ζωής.

Τέλος για να μειωθεί το ποσό των πτητικών υδρογονανθράκων (VOCs) και κυρίως των αναθυμιάσεων βενζίνης που διαφεύγουν

στην ατμόσφαιρα, θα περιληφθεί στις απαιτήσεις για την έγκριση του τύπου των βενζινοκίνητων επιβατικών αυτοκινήτων μια αυστηρότερη διαδικασία δοκιμών για τις απώλειες πτητικών υδρογονανθράκων.

Ελαφρά επαγγελματικά οχήματα.

Η Επιτροπή προτίθεται να αναθεωρήσει τα πρότυπα εκπομπών ρύπων από τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα. Τα νέα πρότυπα εκπομπών ρύπων που θα ενσωματωθούν στις διαδικασίες έγκρισης τύπου για αυτή την κατηγορία οχημάτων από το έτος 2000 δεν έχουν ακόμη οριστικοποιηθεί. Ενδεικτικές τιμές μειώσεων των εκπομπών έχουν ανακοινωθεί ήδη από την Επιτροπή και δίδονται στον πίνακα 14.

Εκτός από τα αναθεωρημένα πρότυπα εκπομπών τα μέτρα που θα ληφθούν για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα θα περιλαμβάνουν επίσης πολλές από τις συμπληρωματικές διατάξεις που προβλέπονται για τα επιβατικά οχήματα, όπως το διαγνωστικό σύστημα OBD, ανάκληση της άδειας, βελτιωμένη διαδικασία δοκιμών εκπομπών πτητικών υδρογονανθράκων και ξεχωριστά όρια εκπομπών για αζωτοξείδια και υδρογονάνθρακες.

Βαρέα επαγγελματικά οχήματα.

Η Επιτροπή προτίθεται να παρουσιάσει νέα πρότυπα εκπομπών

ρύπων και για τους πετρελαιοκίνητους που χρησιμοποιούνται στα βαρέα επαγγελματικά οχήματα. Όπως και στην περίπτωση των ελαφρών επαγγελματικών οχημάτων, οι ακριβείς τιμές των ορίων εκπομπών δεν έχουν ακόμη οριστικοποιηθεί. Ως ενδεικτικές αναφέρονται από την επιτροπή μειώσεις των αζωτοξειδίων και των Αιωρούμενων σωματιδίων κατά 30%.

Έλεγχος και συντήρηση των οχημάτων.

Τα επίπεδα εκπομπών ρύπων που επιτυγχάνει ένα καινούργιο αυτοκίνητο, χειροτερεύουν όσο το αυτοκίνητο γεράει. Οι περιοδικοί ετήσιοι ή εξαμηνιαίοι τεχνικοί έλεγχοι επιθεώρησης και συντήρησης είναι απαραίτητοι για να διασφαλισθεί ότι οι επιδόσεις ενός οχήματος ως προς τις εκπομπές δεν επιδεινώνονται σημαντικά κατά τη διάρκεια της ζωής του. Έχει υπολογισθεί ότι πάνω από το 50% των ρύπων προέρχονται από το 10% των αυτοκινήτων. Σύμφωνα με τη μελέτη Auto-Oil όλα τα μέτρα που στοχεύουν στη διατήρηση της καλής λειτουργίας των συστημάτων ελέγχου εκπομπών, αποτελούν υψηλής αποδοτικότητας μέτρα ως προς το κόστος για τη μείωση των ρύπων της ατμόσφαιρας. Συγκεκριμένα υπολογίστηκε ότι παρόμοια μέτρα έχουν το δυναμικό να συνεισφέρουν στους στόχους μείωσης των εκπομπών για ορισμένους ρύπους σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30%. Η Κοινότητα έχει ήδη

Πίνακας 13

Προταθείσες νέες μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές εκπομπών ρύπων από καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα

Μέγιστες επιτρεπόμενες εκπομπές σε g/Km

Χώρα	Βενζινοκίνητα αυτοκίνητα				Πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα				
	CO	Υδρο/κες	NOx	NOx + Υδρο/κες	CO	Υδρο/κες	NOx	NOx+ Υδρο/κες	Σωματίδια
Ευρωπ. Ένωση									
Όρια 1993	2.72	-	-	0.97	2.72	-	-	0.97	0.14
Όρια 1996 ^(α)	2.2	-	-	0.5	1.0	-	-	0.7/0.9 ^(β)	0.08/0.12 ^(β)
Διορθωμένα Όρια 1996 ^(γ)	2.7	0.341	0.252		1.06	-	0.63/0.81 ^(δ)	0.71/0.91 ^(β)	0.08/0.10 ^(β)
Όρια Auto Oil το έτος 2000	2.3	0.2	0.15	-	0.64	-	0.5	0.56	0.05
Όρια Auto Oil το έτος 2005 ^(ε)	1	0.1	0.08	-	0.5	-	0.25	0.3	0.025
ΗΠΑ ^(α)									
Ομοσπονδιακά σήμερα	3.08	0.3	0.3	-	3.08	0.3	0.72	1.02	0.06
Ομοσπονδιακά το έτος 2003	1.54	0.1	0.15	-	1.54	0.1	0.15	0.25	-
C.A.R.B. ^(α) TLEV ^(ζ)	3.08	0.1	0.29	-	3.08	0.1	0.29	0.39	0.06
C.A.R.B. LEV ^(η)	3.08	0.06	0.14	-	3.08	0.06	0.14	0.2	0.06
C.A.R.B. ULEV ^(θ)	1.53	0.03	0.14	-	1.53	0.03	0.14	0.17	0.03
Ιαπωνία 1997.1									
			-	2.1	0.4	0.4	0.8	0.08	

Σημειώσεις:

- α. Σύμφωνα με την Οδηγία 94/12/ΕΚ
- β. Για οχήματα εφοδιασμένα με κινητήρα άμεσης έκχυσης.
- γ. Προσαρμοσμένα στο νέο αυστηρότερο κύκλο δοκιμών, ώστε να είναι συγκρίσιμα με τα όρια του 2000.
- δ. Ενδεικτικώς και προς συζήτηση.
- ε. Ο κύκλος δοκιμών που χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ διαφέρει από αυτόν που χρησιμοποιείται στην ΕΕ. Τα αναφερόμενα όρια έχουν προσαρμοσθεί ώστε να είναι συγκρίσιμα με τα υπόλοιπα.
- στ. C.A.R.B. Ισχύουν για την Καλιφόρνια (California Air Resources Board).
- ζ. TLEV Μεταβατικά οχήματα χαμηλών εκπομπών (Transient Low Emission Vehicles).
- η. LEV Οχήματα χαμηλών εκπομπών (Low Emission Vehicles).
- θ. ULEV Οχήματα εξαιρετικά χαμηλών εκπομπών (Ultra Low Emission Vehicles).

θεσπίσει βασικές απαιτήσεις όσον αφορά τον έλεγχο και τη συντήρηση των οχημάτων (οδηγία 92/55/ΕΟΚ). Νέες προτάσεις που θα εφαρμοστούν από το 2000 θα περιλαμβάνουν βελτιώσεις ώστε να εξασφαλίζεται ότι τα περισσότερα ρυπογόνα οχήματα θα επισημαίνονται με συνεπή τρόπο. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτιμά να λάβει μέτρα ώστε να ενθαρρύνει τα κράτη μέλη να εφαρμόσουν οδικούς ελέγχους ως ένα απαραίτητο βήμα για να εξασφαλιστεί ότι τα οχήματα διατηρούν τις επιδόσεις τους ως προς τις εκπομπές καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Τελικώς βεβαίως ένα πολύ σημαντικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών ρύπων από τα αυτοκίνητα παίζουν οι ιδιοκτήτες των αυτοκινήτων, οι οποίοι και έχουν την ευθύνη και τη θεμελιώδη υποχρέωση να διατηρούν το αυτοκίνητό τους σε καλή κατάσταση.

6. Το κόστος των νέων μέτρων.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, στη μελέτη Auto-Oil δεν επιδιώχθηκε απλώς να επισημανθούν τα μέτρα με τα οποία θα επιτευχθούν οι στόχοι ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα αλλά και να επιλεγούν από διάφορα σενάρια μέτρων εκείνα με τον βέλτιστο λόγο κόστους/οφέλους. Οι εκτιμήσεις του κόστους των μέτρων που επιλέχθηκαν ως πλέον αποδοτικά και προτάθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για να ισχύσουν από το έτος 2000, έγιναν από τις εταιρείες Touche Ross και Arthur D. Little με βάση στοιχεία που έδωσαν οι βιομηχανίες διύλισης πετρελαίου και κατασκευής αυτοκινήτων. Το κόστος των νέων μέτρων αφορά τις βιομηχανίες, τις κυβερνήσεις και σε τελική ανάλυση τον καταναλωτή. Κατωτέρω δίδονται οι εκτιμήσεις του κόστους των νέων μέτρων σε ECU αξίας 1995.

Κόστος των νομοθετικών μέτρων Auto-Oil.

Οι οικονομικές εκτιμήσεις που έγιναν έδειξαν ότι το συνολικό κόστος για την υλοποίηση των μέτρων Auto-Oil ανέρχεται για το ολόκληρο την Ευρωπαϊκή Ένωση σε 5,5 δισεκατομμύρια ECU ετη-

Βενζινοκίνητο αυτοκίνητο 2,3 ECU/χρόνο
 Πετρελαιοκίνητο αυτοκίνητο 1,7 ECU/χρόνο

β. Αυξημένο κόστος αγοράς αυτοκινήτων.

Το επί πλέον κόστος των νέων οχημάτων που θα προέλθει από τα νέα μέτρα, εξαρτάται από το μέγεθος των αυτοκινήτων. Υποθέτοντας ότι το πρόσθετο κόστος των κατασκευαστικών αυτοκινήτων (που αναφέρθηκε ανωτέρω) θα περάσει στο σύνολο του στους αγοραστές αυτοκινήτων, το πρόσθετο κόστος για τον αγοραστή και για κάθε αυτοκίνητο θα είναι:

Βενζινοκίνητα επιβατικά	Μικρά	200 ECU	Μεσαία	380 ECU
Μεσαία	225 ECU		Μεγάλα	520 ECU
Μεγάλα	290 ECU		Ελαφρά επαγγελματικά οχήματα	145-290 ECU
Ελαφρά επαγγελματικά οχήματα			Βαρέα επαγγελματικά οχήματα	530-1620 ECU

γ. Αυξημένο κόστος τεχνικών ελέγχων

Υποθέτοντας ότι το επί πλέον κόστος για τους αυστηρότερους ελέγχους των οχημάτων θα περάσει στους ιδιοκτήτες των αυτοκινήτων, εκτιμάται ότι η ετήσια επιβάρυνση ανά αυτοκίνητο θα είναι 7,5-10 ECU ανά αυτοκίνητο.

δ. Αυξημένο κόστος κυκλοφορίας

Το κόστος αυτό θα ισχύσει στην περίπτωση που οι κυβερνήσεις επιβάλλουν πρόσθετα ειδικά τέλη κυκλοφορίας με στόχο να μειώσουν σε ορισμένες περιοχές (π.χ. στο κέντρο των πόλεων) την κυκλοφορία και τη ρύπανση από τα αυτοκίνητα.

7. Τα οφέλη από τα μέτρα AUTO OIL

Τα νομοθετικά μέτρα που έχουν προταθεί με βάση τη μελέτη Auto-Oil για να αρχίσουν να ισχύουν από το έτος 2000 όπως περιγράφονται ανωτέρω, θα έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικές μειώσεις των εκπομπών ρύπων από τις οδικές μεταφορές. Οι μειώσεις αυτές υπολογίστηκαν με βάση τα μοντέλα της μελέτης Auto-Oil και δίδονται, για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον πίνακα 15. Στον πίνακα αυτό γίνεται σύγκριση των εκπομπών του έτους αναφοράς 1990 με τις εκτιμώμενες εκπομπές για τους διάφορους ρύπους το έτος 2010. Οι εκπομπές του 2010 υπολογίστηκαν χωρίς τα μέτρα Auto-Oil (δηλαδή με τα ήδη νομοθετημένα μέτρα μόνο) και με τα μέτρα Auto-Oil για να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα των μέτρων αυτών. Όπως προκύπτει από τον πίνακα 15 οι εκπομπές του 2010 με τα μέτρα Auto Oil θα είναι για τους διάφορους ρύπους από 24 μέχρι 39% των αντίστοιχων εκπομπών του 1990.

Από τον πίνακα 15 προκύπτει ότι, λόγω των μέτρων Auto-Oil οι εκπομπές ρύπων στο σύνολο της ΕΕ θα μειωθούν κατά τα εξής ποσοστά σε σύγκριση με τις εκπομπές που θα παρατηρούντο αν δεν ελαμβάνοντο τα μέτρα Auto-Oil :

	Μείωση κατά
NOx στα αστικά κέντρα	38%
Σωματίδια στα αστικά κέντρα	39%
CO στα αστικά κέντρα	51%
Βενζόλιο στα αστικά κέντρα	48%
VOCs συνολικά	46%
NOx συνολικά	35%

Η συνεισφορά της βελτίωσης της ποιότητας των καυσίμων στις μειώσεις εκπομπών ρύπων των αυτοκινήτων δίδεται στο διάγραμμα 19. Στο διάγραμμα 20 δίδεται εκτίμηση της συνεισφοράς καθενός από τα επί μέρους μέτρα που προτάθηκαν με βάση τη μελέτη Auto-Oil στη συνολική μείωση εκπομπών από τις οδικές μεταφορές.

Μέτρα Auto-Oil και στόχοι ποιότητας αέρα.

Το σημαντικό ερώτημα είναι αν με τα μέτρα Auto-Oil επιτυγχάνονται οι στόχοι ποιότητας αέρα που έχουν τεθεί για το έτος 2010. Απάντηση στο ερώτημα αυτό για τους ρύπους μονοξείδιο του άνθρακα, βενζόλιο, αιωρούμενα σωματίδια, και αζωτοξείδια δίνουν τα διαγράμματα 21 έως 24 αντίστοιχως. Στα διαγράμματα αυτά εμφανίζονται οι συγκεντρώσεις ρύπων που έχουν υπολογισθεί με τα μοντέλα της μελέτης Auto-Oil για το έτος αναφοράς 1990, για το 2000 και για το 2010, για την Αθήνα και το Λονδίνο. Η Αθήνα, σύμφωνα με τη μελέτη Auto-Oil, αποτελεί τη χειρότερη περίπτωση από τις επτά πόλεις που μελετήθηκαν, ενώ το Λονδίνο είναι αντιπροσωπευτικό για περισσότερες από το 80% των Ευρω-

Πίνακας 14
Ενδεικτικές μειώσεις των ρυπογόνων εκπομπών
για τα ελαφρά επαγγελματικά οχήματα

	Ποσοστιαία μείωση σε σχέση με τα όρια που ισχύουν σήμερα			
	CO	Υδρο/μεξ	NOx	Σωματίδια
Βενζινοκίνητα οχήματα	30%	40%	40%	-
Πετρελαιοκίνητα οχήματα	40%	65%	20%	35%

οίως περίπου (τιμές 1995) και κατανέμεται ως ακολούθως:

Παραγωγοί επιβατικών αυτοκινήτων	3094 εκατομ. ECU ετησίως
Παραγωγοί ημιφορτηγών και ελαφρών επαγγελματικών οχημάτων	373 εκατομ. ECU ετησίως
Παραγωγοί βαρέων επαγγελματικών οχημάτων	675 εκατομ. ECU ετησίως
Διυλιστήρια πετρελαίου	765 εκατομ. ECU ετησίως
Εθνικές κυβερνήσεις για βελτίωση των ελέγχων επιθεώρησης και συντήρησης	555 εκατομ. ECU ετησίως
Σύνολο	5461 εκατομ. ECU ετησίως

Το σύνολο του κόστους αυτού θα καταλήξει τελικώς στον καταναλωτή ως αυξημένο κόστος καυσίμων, αυξημένο κόστος αγοράς και συντήρησης αυτοκινήτων κλπ, ως ακολούθως:

α. Αυξημένο κόστος καυσίμων.

Πρόσθετο κόστος ανά λίτρο	
Βενζίνη	0,002 ECU ανά λίτρο
Πετρέλαιο κίνησης	0,0018 ECU ανά λίτρο

Υποθέτοντας ότι το όχημα διανύει 12.600 km το χρόνο και καταναλώνει βενζίνη 8.611/100km ή πετρέλαιο κίνησης 7.611/100km, το πρόσθετο κόστος καυσίμου ανά αυτοκίνητο θα είναι:

παϊών πόλεων.

Σε κάθε ένα από τα διαγράμματα αυτά για το 2010 δίδονται δύο στήλες. Η πρώτη στήλη αντιστοιχεί στις συγκεντρώσεις που θα παρατηρηθούν αν δεν ληφθούν πρόσθετα μέτρα, δηλαδή μόνο με τα μέτρα που είχαν ήδη νομοθετηθεί και δρομολογηθεί πριν από τη μελέτη Auto Oil. Στον υπολογισμό των συγκεντρώσεων της δεύτερης στήλης έχουν ληφθεί υπόψη και οι επιπτώσεις από τα νέα μέτρα που προτάθηκαν με βάση τη μελέτη Auto-Oil. Κατωτέρω σχολιάζεται κάθε διάγραμμα χωριστά.

Μονοξείδιο του άνθρακα. Όπως προκύπτει από το διάγραμμα 21 το όριο της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης 1500 μg/m³ αέρα CO επιτυγχάνεται τόσο στην Αθήνα όσο και στο Λονδίνο ήδη και το έτος 2000, δηλαδή με τα ήδη νομοθετημένα και δρομολογημένα πριν από τη μελέτη Auto Oil μέτρα.

Βενζόλιο. Στο διάγραμμα 22 φαίνεται ότι ο άμεσος στόχος μέσης ετήσιας συγκέντρωσης 10μg/m³ αέρα επιτυγχάνεται τόσο στην Αθήνα όσο και στο Λονδίνο σχεδόν από το 1990. Τον μακροχρόνιο στόχο των 2.5μg/m³ αέρα ως μέση ετήσια συγκέντρωση, το Λονδίνο τον επιτυγχάνει άνετα από το 2010 με τα μέτρα Auto-Oil, αλλά όχι και η Αθήνα.

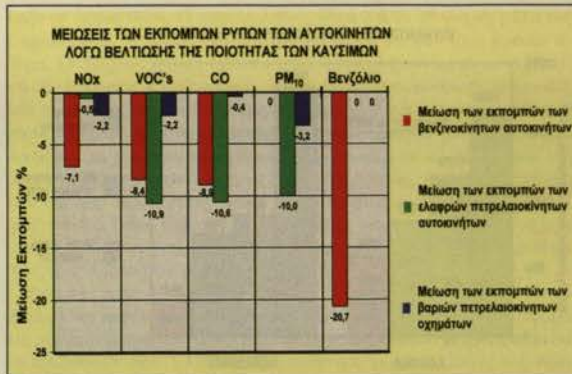
Αιωρούμενα Σωματίδια. Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, στη μελέτη Auto-Oil εκτιμήθηκε ότι για να επιτευχθεί ο στόχος ποιότητας αέρα των 50μg/m³ ως μέσος όρος 24ώρου απαιτείται μείωση των εκπομπών σωματιδίων στο 35 έως 50% των αντίστοιχων εκπομπών του έτους 1995.

Στο διάγραμμα 23 δίδεται η εκτιμώμενη σχετική μείωση των εκπομπών σωματιδίων σε σχέση με το 1995 για την Αθήνα και το Λονδίνο. Με τα μέτρα Auto-Oil οι εκπομπές σωματιδίων από επιβατικά και φορτηγά αυτοκίνητα στην Αθήνα εκτιμάται ότι θα είναι το 48% των αντίστοιχων εκπομπών του 1995. Δηλαδή επιτυγχάνεται οριακά ο στόχος μείωσης των εκπομπών στο 50% των αντίστοιχων του 1995 αλλά όχι και ο στόχος μείωσης στο 35%.

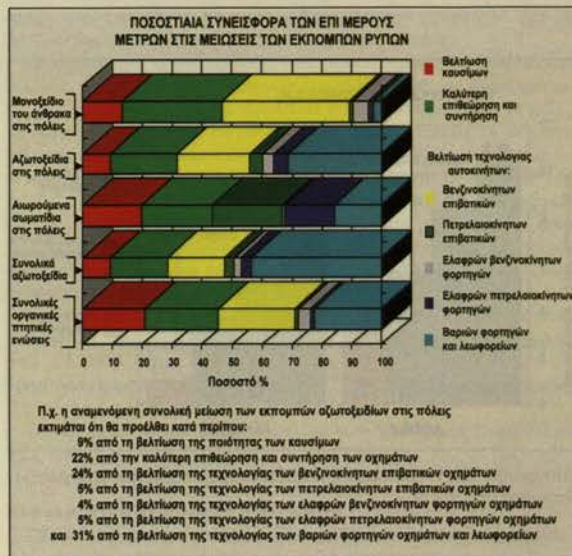
Οξείδια του αζώτου. Τα οξείδια του αζώτου είναι το σοβαρότερο πρόβλημα για πολλές ευρωπαϊκές πόλεις και για την Αθήνα ιδιαίτερος. Στο διάγραμμα 24 φαίνεται ότι η Αθήνα απέχει πολύ από το να επιτύχει το στόχο των 66μg/m³ αέρα συγκέντρωση NOx ως ετήσιο μέσο όρο. Με τις παραδοχές αύξησης αριθμού των αυτοκινήτων που έγιναν στη μελέτη Auto-Oil, το έτος 2000 αναμένεται μικρή αύξηση της συγκέντρωσης αζωτοξειδίων σε σύγκριση με το έτος αναφοράς 1990. Μέχρι το 2010 αναμένεται μικρή μείωση χωρίς τα μέτρα Auto-Oil και κάπως μεγαλύτερη μείωση λόγω των μέτρων Auto-Oil. Αλλά για την επίτευξη του στόχου των 66μg/m³ αέρα απαιτούνται πρόσθετα δραστικά μέτρα.

Για την πληρέστερη ανάλυση του προβλήματος στο διάγραμμα 25 παρουσιάζονται οι κύριες πηγές εκπομπών οξειδίων του αζώτου το έτος αναφοράς 1990 και το έτος 2000 όπως εκτιμήθηκαν με τα μοντέλα της μελέτης Auto-Oil. Η πηγή εκπομπών αζωτοξειδίων με τη μεγαλύτερη συμμετοχή είναι τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Με τις παραδοχές που έγιναν στη μελέτη Auto-Oil σημαντική αιτία των υψηλών συγκεντρώσεων αζωτοξειδίων το έτος 2010 είναι ο μικρός ρυθμός αντικατάστασης των παλαιών αυτοκινήτων με καινούργια καταλυτικά αυτοκίνητα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το διάγραμμα 26 που παρουσίασε ο Σύνδεσμος Αυτοκινητοβιομηχανιών Ευρώπης ACEA(16) για την Αθήνα. Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται ότι για να επιτευχθεί στην



Διάγραμμα 19 Συμβολή της βελτίωσης της ποιότητας των καυσίμων στη μείωση εκπομπών ρύπων.

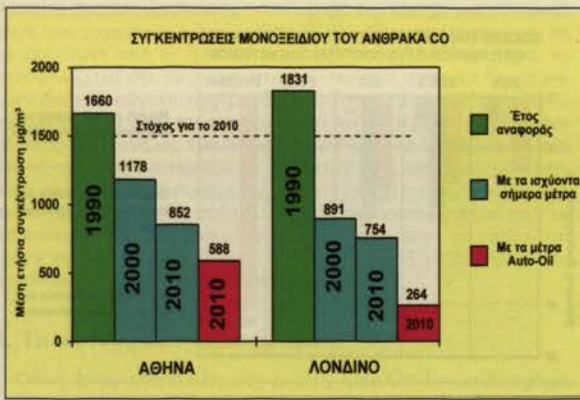


Διάγραμμα 20 Ανάλυση της συνεισφοράς των επί μέρους μέτρων στη μείωση εκπομπών ρύπων.

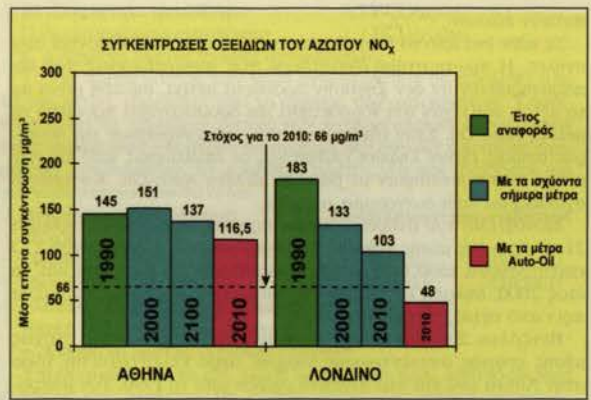
Αθήνα το 2010 ο στόχος ποιότητας αέρα σχετικά με τα αζωτοξείδια (66μg/m³), οι εκπομπές αζωτοξειδίων το 2010 θα πρέπει να είναι μειωμένες κατά 55% σε σύγκριση με τις εκπομπές που θα υπάρχουν το 2010 αν δεν ληφθούν πρόσθετα μέτρα (δηλαδή μόνο

Πίνακας 15
Επιπτώσεις στις εκπομπές ρύπων των οδικών μεταφορών στην Ε.Ε.
βάσει του συνόλου των μέτρων που προβλέπει το πρόγραμμα Auto Oil

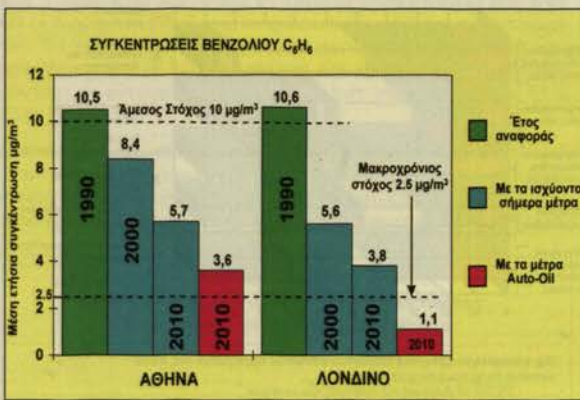
Ρύπος	Εκπομπές το 1990		Εκπομπές το 1995		Εκπομπές το 2010 χωρίς το Auto Oil		Εκπομπές το 2010 με τα μέτρα Auto Oil	
	Χιλιάδες τόνοι το έτος	% του επιπέδου του 1990	Χιλιάδες τόνοι το έτος	% του επιπέδου του 1990	Χιλιάδες τόνοι το έτος	% του επιπέδου του 1990	Χιλιάδες τόνοι το έτος	% του επιπέδου του 1990
NO _x πόλεων	1.937	100	1.941	100	1.208	62	749	39
Σομ. πόλεων	125	100	137	110	69	56	42	34
CO πόλεων	25.189	100	20.224	80	11.961	47	5.981	24
Βενζόλιο πόλεων	16	100	14	87	8	49	4	25
Σύνολο VOC's	4.106	100	3.689	90	1.811	44	996	24
Σύνολο NO _x	5.865	100	5.581	95	3.053	52	1.985	34



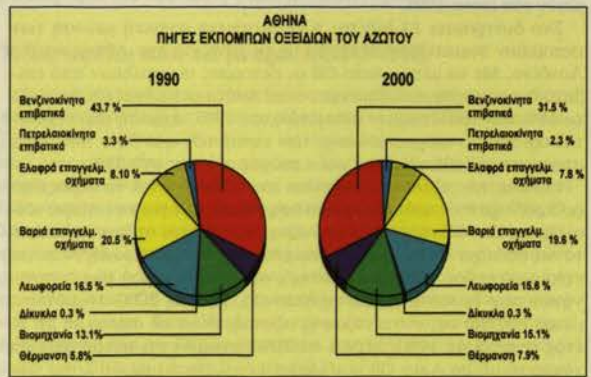
Διάγραμμα 21 Αναμενόμενες μειώσεις της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα.



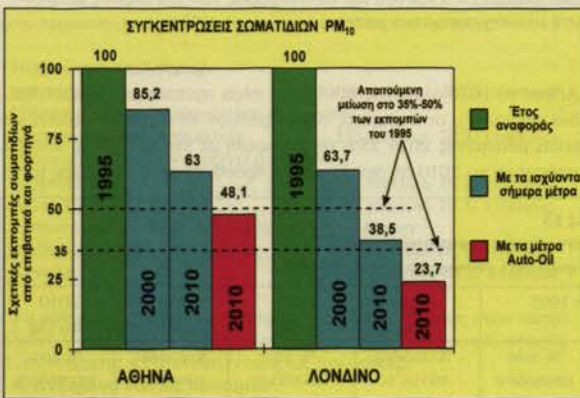
Διάγραμμα 24 Αναμενόμενες μειώσεις της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης οξειδίων του αζώτου.



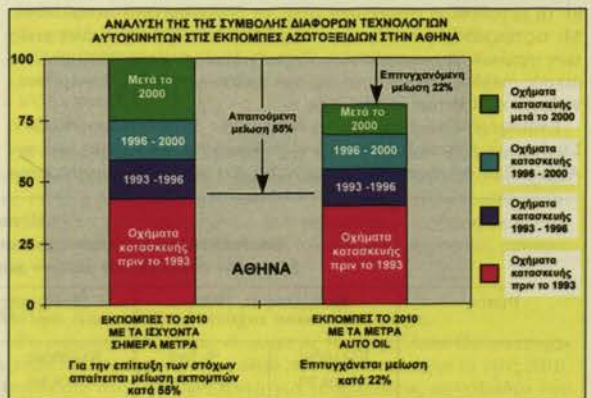
Διάγραμμα 22 Αναμενόμενες μειώσεις της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης βενζολίου.



Διάγραμμα 25 Πηγές εκπομπών αζωτοξειδίων στην Αθήνα το 1990 και το 2000 αν δεν ληφθούν πρόσθετα μέτρα.



Διάγραμμα 23 Αναμενόμενες μειώσεις της μέσης ετήσιας συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων.



Διάγραμμα 26 Επίδραση της ηλικίας και του μικρού ρυθμού αντικατάστασης των αυτοκινήτων στις εκπομπές αζωτοξειδίων στην Αθήνα.

με τα ισχύοντα σήμερα μέτρα). Αλλά με τα μέτρα Auto-Oil η αναμενόμενη μείωση θα είναι μόλις 22% περίπου. Η μικρή αυτή μείωση των εκπομπών αζωτοξειδίων, σύμφωνα με το διάγραμμα, οφείλεται στο μικρό ρυθμό αντικατάστασης των αυτοκινήτων. Π.χ. το 2010 το 70% περίπου των εκπομπών αζωτοξειδίων από αυτοκίνητα (αν δεν ληφθούν μέτρα απόσυρσης) θα εξακολουθούν να προέρχονται από αυτοκίνητα που τέθηκαν σε κυκλοφορία πριν από το 1996.

8. Τα επόμενα βήματα

Το πρόγραμμα Auto Oil II

Στην πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τα μέτρα που υποχρεωτικά θα εφαρμοστούν από 1.1.2000 (όπως αναλύθηκαν ανωτέρω) περιλαμβάνονται και αυστηρότερα όρια μέγιστων επιτρεπόμενων εκπομπών ρύπων από τα οχήματα, προς εφαρμογή από 1.1.2005. (βλέπε πίνακα 13). Τα αυστηρότερα αυτά όρια αναφέρονται από την Επιτροπή ενδεικτικά και προς σύζησηση. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα επανεξετάσει τη βιομηχανική εφικτότητα των μέτρων αυτών και θα υποβάλλει τις οριστικές προτάσεις της προς το Συμβούλιο Υπουργών στο τέλος του 1998.

Παράλληλα, με δεδομένη τη σαφή αλληλεπίδραση μεταξύ της ποιότητας καυσίμων, της τεχνολογίας των κινητήρων και των εκπομπών ρύπων, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σκοπεύει να υποβάλλει μέχρι το τέλος του 1998 προτάσεις και για περαιτέρω βελτίωση των καυσίμων. Κυρίως εξετάζεται η μείωση της περιεκτικότητας σε θείο της βενζίνης και του πετρελαίου κίνησης στο επίπεδο των 50 ppm, ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή νέων αντιρρυπαντικών τεχνολογιών στους κινητήρες (π.χ. χρήση προηγμένων καταλυτών όπως ο καταλύτης απενεργοποίησης αζωτοξειδίων για πετρελαιοκίνητα οχήματα) που απαιτούν καύσιμα πολύ μικρής περιεκτικότητας σε θείο.

Οι νέες προδιαγραφές των καυσίμων θα ισχύσουν επίσης από 1.1.2005, ώστε να διασφαλιστεί ότι θα υπάρχουν στην αγορά τα κατάλληλα καύσιμα για τα αυτοκίνητα μειωμένων εκπομπών που θα κυκλοφορήσουν από την ημερομηνία αυτή.

Για την επίλυση μέτρων με το βέλτιστο λόγο κόστους/οφέλους, τόσο για τις εκπομπές ρύπων των οχημάτων, όσο και για τις προδιαγραφές των καυσίμων, που θα θεθούν σε εφαρμογή από 1.1.2005, ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 1997 μια νέα μελέτη γνωστή ως Πρόγραμμα Auto Oil II. Η μελέτη αυτή θα πρέπει να ολοκληρωθεί εγκαίρως ώστε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή να είναι σε θέση να υποβάλλει προς το Συμβούλιο τις προτάσεις της μέχρι 31.12.1998 για μέτρα που θα οριστικοποιηθούν και θα υιοθετηθούν μέχρι το 2000 ώστε να θεθούν σε εφαρμογή από 1.1.2005.

Εγκρίσεις των νέων μέτρων.

Τα τρία σώματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης που είναι αρμόδια για τη διαμόρφωση και την υιοθέτηση των μέτρων που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος είναι ως γνωστόν η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Commission), η Ευρωβουλή (Parliament) και το Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος (Council).

Τα μέτρα που ψηφίστηκαν από την Ευρωβουλή, στην πρώτη ανάγνωση την άνοιξη του 1997, ήταν σε ότι αφορά τα καύσιμα κατά πολύ αυστηρότερα αυτών που πρότεινε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Συγχρόνως η Ευρωβουλή ψήφισε για τα καύσιμα υποχρεωτικά όρια προς εφαρμογή από 1.1.2005 (βλέπε πίνακες 16 και 17), ενώ υποτίθεται ότι τα όρια αυτά είναι το αντικείμενο της μελέτης Auto Oil II.

Τα αυστηρότερα μέτρα που ψήφισε η Ευρωβουλή έχουν προκαλέσει ποικίλες συζητήσεις και αντιδράσεις. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες επικροτούν τα μέτρα υποστηρίζοντας ότι, μεγάλη μείωση των εκπομπών με τα καυσίμα των αυτοκινήτων μπορεί μόνο να επιτευχθεί με τη χρήση καυσίμων με πολύ μικρή περιεκτικότητα σε θείο που θα επιτρέψουν τη βελτίωση και την αύξηση της απόδοσης των καταλυτών. Αντίθετα οι εκπρόσωποι των διυλιστηρίων της Ευρώπης διατείνονται ότι τα αυστηρότερα μέτρα δεν τεκμηριώνονται τεχνικά, δεν βρίσκονται σε συμφωνία με τα συμπεράσματα της μελέτης Auto Oil I, προδικάζουν τα συμπεράσματα της μελέτης Auto Oil II και έχουν υπέρσφορο πρόσθετο κόστος ενώ συνεισφέρουν μηδανίμως βελτιώσεις στο περιβάλλον.

Το Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος στην πρώτη συνεδρίαση που εξέτασε τα μέτρα Auto-Oil τον Απρίλιο του 1997 δεν κατέ-

ληψε σε κοινή θέση. Ο κύριος λόγος είναι ότι οι 15 χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν αντιμετωπίζουν με τον ίδιο τρόπο το θέμα. Οι βόρειες χώρες έχουν στόλο αυτοκινήτων κατά συντριπτική πλειοψηφία καταλυτικών, δικές τους αυτοκινητοβιομηχανίες και πιο σύγχρονα διυλιστήρια και πιέζουν προς την κατεύθυνση υιοθέτησης περισσότερων αυστηρών προδιαγραφών για τα καύσιμα. Αντίθετα οι μεσογειακές χώρες αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της οικονομικής και συναλλαγματικής επιβάρυνσης για την ανανέωση του στόλου των αυτοκινήτων τους (πρόβλημα που είναι ιδιαίτερο έντονο στην Ελλάδα) όπως επίσης, και την ανάγκη μεγάλων επενδύσεων στα διυλιστήρια για να μπορέσουν να ανταποκριθούν στις νέες προδιαγραφές των καυσίμων.

Τελικώς στις 20 Ιουνίου 1997 το Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος κατέληξε ομόφωνα σε πολιτική συμφωνία σε ότι αφορά τις προδιαγραφές της βενζίνης και του πετρελαίου κίνησης που θα εφαρμοστούν από 1.1.2000 και υιοθέτησε χωρίς αλλαγές τις προτάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικές με τις μέγιστες επιτρεπόμενες εκπομπές των αυτοκινήτων (όπως αναφέρονται στον πίνακα 13). Οι προδιαγραφές καυσίμων που υιοθέτησε τελικώς το Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος δίδονται, μαζί με τις ισχύουσες σήμερα προδιαγραφές, τις προτάσεις της Επιτροπής και αυτές που ψήφισε το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, στον πίνακα 16 για τη βενζίνη και στον πίνακα 17 για το πετρέλαιο κίνησης.

Οι κυριότερες τροποποιήσεις στις προδιαγραφές που υιοθέτησε τελικώς το Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος, σε σύγκριση με τις προδιαγραφές που είχε προτείνει η Επιτροπή με βάση τη μελέτη Auto Oil, αφορούν τη βενζίνη και συγκεκριμένα τη μέγιστη περιεκτικότητα σε θείο (150 ppm), τη μέγιστη περιεκτικότητα σε βενζόλιο (1% κ.ο.) και τη μέγιστη περιεκτικότητα σε αρωματικές ενώσεις (42% κ.ο.). Επίσης η συμφωνία των Υπουργών περιλαμβάνει ενδεικτικός και προς περαιτέρω εξέταση για εφαρμογή από το 2005 μέγιστη περιεκτικότητα θείου στη βενζίνη και στο πετρέλαιο κίνησης 50 ppm και μέγιστη περιεκτικότητα αρωματικών ενώσεων στη βενζίνη 35% κατ' όγκο.

Σε ότι αφορά τη βενζίνη Σούπερ με μολύβδο, το Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος αποφάσισε την πλήρη κατάργησή της από 1.1.2000, όπως είχε προτείνει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με δικαίωμα όμως των κρατών μελών να ζητήσουν την αιτιολογημένη εξαίρεσή τους μέχρι το 2005.

Για να οριστικοποιηθεί η απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος θα πρέπει να περάσει πάλι και να ψηφισθεί από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο (Σεπτέμβριο-Οκτώβριο 1997).

Εναλλακτικά κινητήρια συστήματα

Στο πρόγραμμα Auto Oil δεν εξετάστηκε η εφαρμογή εναλλακτικών κινητηρίων συστημάτων ή εναλλακτικών καυσίμων άλλων από τα πετρελαιοειδή. Εν τούτοις τέτοια συστήματα είναι πολύ πιθανό να παίξουν σημαντικό ρόλο στον 21ο αιώνα, ιδίως αν θεωρηθούν ακόμη αυστηρότερα όρια εκπομπών ρύπων. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνωρίζοντας αυτές τις ανάγκες σύστησε το 1995 επιχειρησιακή ομάδα με αντικείμενο "Το αυτοκίνητο του αύριο", η οποία έχει έργο το συντονισμό της έρευνας για τις τεχνολογίες του μέλλοντος και την ενίσχυση των προγραμμάτων έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης ιδιαίτερως στα προηγμένα κινητήρια συστήματα και τα οχήματα νέας γενιάς που είναι καθαρά, ασφαλή, ενεργειακά αποδοτικά και "ευκρή".

9. Οι δυνατότητες παραγωγής καυσίμων με τις νέες προδιαγραφές στην Ελλάδα.

Οι νέες προδιαγραφές βενζίνης και πετρελαίου κίνησης που έχουν προταθεί να ισχύσουν από το έτος 2000, θα απαιτήσουν σημαντικές επενδύσεις από όλα τα διυλιστήρια της χώρας. Η διακοπή παραγωγής μολύβδουχου Σούπερ βενζίνης θα απαιτήσει προσαρμογή του λειτουργικού σχήματος των διυλιστηρίων. Θα αξιηθεί επίσης το λειτουργικό κόστος των διυλιστηρίων.

Το Διυλιστήριο της ΠΕΤΡΟΛΑ δεν παράγει σήμερα βενζίνες και δεν είναι γνωστό στον γράφοντα το μελλοντικό λειτουργικό του σχήμα. Για τα τρία υπόλοιπα διυλιστήρια της χώρας, ήτοι τα Ελληνικά Διυλιστήρια Ασπροπούργου (ΕΛΔΑ), Διυλιστήριο ΕΚΟ στη Θεσσαλονίκη και το Διυλιστήριο της MOTOR OIL στους Αγ. Θεοδώρους, εκτιμάται ότι οι απαιτούμενες επενδύσεις θα ξεπερά-

Πίνακας 16
Περιβαλλοντικές προδιαγραφές αμόλυβδης βενζίνης

Προδιαγραφή	Ισχύοντα σήμερα όρια	Auto Oil 1.1.2000	Ευρωβουλή		Συμβούλιο Υπουργών	
			1.1.2000	1.1.2005 ^(*)	1.1.2000	1.1.2005 ^(*)
Τάση ατμών Reid το καλοκαίρι, kPa, max	70	60	60	60	60	
Απόσταξη						
E100 ^m , % κ.ό., min	40-65	46	51	51	46	
E150 ^m , % κ.ό., min	-	75	80	80	75	
Ολεφίνες, % κ.ό., max	-	18	10	10	18	
Αρωματικά, % κ.ό., max	-	42	35	30	42	35
Βενζόλιο, % κ.ό., max	5	2	1	1	1	
Οξυγόνο, % m/m, max	2.5	2.3	2.7	2.7	2.3	
Θείο, ppm wt, max	500	200	30	30	150	50
Μόλυβδος, g/l, max	0.013	0.005	0.005	0.005	0.005	

Σημειώσεις:
 α. Ποσοστό του όγκου του δείγματος που έχει αποστάξει στους 100° C.
 β. Ποσοστό του όγκου του δείγματος που έχει αποστάξει στους 150° C.
 γ. Υποχρεωτικά.
 δ. Ενδεικτικά, προς διερεύνηση.

Πίνακας 17
Περιβαλλοντικές προδιαγραφές προδιαγραφές πετρελαίου κίνησης (Diesel)

Προδιαγραφή	Ισχύοντα σήμερα όρια	Auto Oil 1.1.2000	Ευρωβουλή		Συμβούλιο Υπουργών	
			1.1.2000	1.1.2005 ^(*)	1.1.2000	1.1.2005 ^(*)
Αριθμός κετανίου, min	49	51	52	58	51	
Πυκνότητα σε 15° C, kg/m ³ , max	860	845	837	825	845	
Απόσταξη, T95 ^m , °C, max	370	360	350	340	360	
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδροϋθρακες, % m/m, max	-	11	6	1	11	
Θείο, ppm, wt, max	500	350	100	50	350	50

Σημειώσεις:
 α. Θερμοκρασία στην οποία έχει αποστάξει το 95% του όγκου του δείγματος.
 β. Υποχρεωτικά.
 γ. Ενδεικτικά, προς διερεύνηση.

σων συνολικά τα 250 εκατομμύρια δολάρια. Θα πρέπει όμως παράλληλα να σημειωθεί ότι, λόγω της ανάγκης προσαρμογής της πετρελαϊκής βιομηχανίας στις νέες προδιαγραφές προϊόντων, αναμένονται σημαντικές εξελίξεις στην τεχνολογία διύλισης του πετρελαίου τα προσεχή χρόνια. Ως εκ τούτου οι ανωτέρω εκτιμήσεις, που βασίζονται στα σημερινά δεδομένα, μπορεί να είναι τελικώς πολύ διαφορετικές.

Αν τελικώς υιοθετηθούν τα πολύ χαμηλά όρια θείου των 50 ppm στη βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης του δεύτερου σταδίου των μέτρων Auto-Oil (που έχουν προταθεί για το 2005) μέτρο που θεωρείται μάλλον σίγουρο, οι επενδύσεις θα είναι σημαντικά μεγαλύτερες. Θα χρειασθούν νέες μονάδες αποθείωσης ή ανακατασκευή των υπάρχουσών μονάδων των διυλιστηρίων, το κόστος των οποίων είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί σ' αυτή τη φάση. Εκτιμήσεις κόστους που έχουν ανακοινωθεί από το Σύνδεσμο Ευρωπαϊκών Διυλιστηρίων EUROPIA, ανεβάζουν το κόστος για το στάδιο αυτό, για τις 15 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στα 6.6 δισεκατομμύρια ECU ανά έτος για 15 έτη. Μεγάλο μέρος του κόστους αυτού αφορά τις μεσογειακές χώρες.

10. Συμπεράσματα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, ως συνέχεια προσπάθειών που έχουν αρχίσει από το 1970, προτίθεται να πάρει μέτρα για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από τις οδικές μεταφορές. Τα μέτρα έχουν ως τεχνικό υπόβαθρο μια εκτεταμένη μελέτη γνωστή ως Μελέτη Auto-Oil, η οποία είναι προϊόν συνεργασίας του Συνδέσμου Ευρωπαϊκών Διυλιστηρίων (EUROPIA), του Συνδέσμου Ευρωπαϊκών Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (ACEA) και των υπηρεσιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στη μελέτη Auto Oil διερευνήθηκε η συνδυασμένη επίδραση της ποιότητας των καυσίμων και της τεχνολογίας των αυτοκινήτων στις εκπομπές ρύπων, έγινε

καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης ρύπανσης σε επτά επιλεγμένα μεγάλα αστικά κέντρα της Ευρώπης (μεταξύ των οποίων και η Αθήνα) και εκτίμηση της εξέλιξης της ρύπανσης στις πόλεις αυτές μέχρι το 2010, με τη χρήση διεθνώς αποδεκτών μοντέλων. Η μελέτη έδειξε ότι τα κύρια προβλήματα είναι τα οξείδια του αζώτου, τα αιωρούμενα σωματίδια και το όζον. Καθορίστηκαν στόχοι ποιότητας του αέρα, εκτιμήθηκαν οι μειώσεις εκπομπών ρύπων που είναι απαραίτητες για να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί και μελετήθηκαν διάφορα σενάρια μέτρων για την επίτευξη των στόχων μέχρι το έτος 2010. Τέλος έγινε οικονομική αποτίμηση και επιλογή των μέτρων με το βέλτιστο λόγο κόστους/οφέλους.

Τα νέα μέτρα αφορούν την ποιότητα των καυσίμων, τις μέγιστες επιτρεπόμενες εκπομπές ρύπων από τα αυτοκίνητα και τους αυστηρότερους ελέγχους των οχημάτων με στόχο τη συνεπή συντήρησή τους ώστε οι εκπομπές να περιορίζονται στα αποδεκτά όρια. Μια πρώτη σειρά μέτρων θα εφαρμοστεί από 1.1.2000 ενώ αναμένεται και δεύτερη σειρά προς εφαρμογή από 1.1.2005.

Για την Αθήνα η μελέτη έδειξε ότι και τα νέα μέτρα δεν θα επιτευχθούν οι στόχοι ποιότητας του αέρα που έχουν τεθεί για το 2010 για τα οξείδια του αζώτου, το βενζόλιο και τα αιωρούμενα σωματίδια. Ως κύρια αιτία αναφέρεται ο πολύ αργός ρυθμός αντικατάστασης των αυτοκινήτων με αυτοκίνητα νέας αντιρρυπαντικής τεχνολογίας (θα προσθέταμε και ο πλημμελής έλεγχος και η ανεπαρκής συντήρηση των κυκλοφορούντων αυτοκινήτων).

Γενικώς τα μέτρα Auto Oil βασίζονται σε κοινοτικούς μέσους όρους σε ότι αφορά την υπάρχουσα ρύπανση και την εξέλιξή της τα επόμενα χρόνια, με στόχο μια ισορροπημένη και αποδοτική ως προς το κόστος προσέγγιση της μείωσης των εκπομπών ρύπων, για την επίτευξη ικανοποιητικής ποιότητας του αέρα στο σύνολο της κοινότητας. Σαφώς όμως υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη ρύπανση στις διάφορες πόλεις και περιοχές της κοινότητας. Κατά τη φιλοσοφία των προγραμμάτων Auto Oil δεν θα ήταν λογικό ούτε

και αποδοτικό ως προς το κόστος να ληφθούν υποχρεωτικά μέτρα σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση για να λυθούν τα τοπικά προβλήματα ορισμένων περιοχών. Είναι λοιπόν προφανές ότι σε περιοχές με ιδιαίτερο πρόβλημα, όπου τα μέτρα Auto Oil δεν επαρκούν, για να επιτευχθούν οι στόχοι ποιότητας του αέρα θα πρέπει να ληφθούν συμπληρωματικά εθνικά και τοπικά μέτρα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Αθήνα.

Το πρόγραμμα Auto Oil κατέδειξε επίσης ότι με τα μέτρα που έχουν προταθεί, η βελτίωση τόσο της ποιότητας των καυσίμων όσο και της τεχνολογίας των αυτοκινήτων φτάνει -με τη σημερινή τεχνολογία- σε οριακό σημείο και ως εκ τούτου προσπάθεια περαιτέρω βελτίωσης προς αυτή την κατεύθυνση θα είχε υπέρογκο κόστος με ασήμαντο ουσιαστικά αποτέλεσμα για το περιβάλλον. Κατά συνέπεια τα πρόσθετα, συμπληρωματικά μέτρα που προτείνει το πρόγραμμα Auto Oil είναι η βελτίωση και επέκταση των δημόσιων συγκοινωνιών, τα προγράμματα απόσυρσης των παλαιών ρυπογόνων οχημάτων, τα μέτρα βελτίωσης της κυκλοφορίας και αποφυγής κυκλοφοριακής συμφόρησης (ανισόπεδες διαβάσεις, περιφερειακές οδικές αρτηρίες), καθώς και φορολογικά ή άλλα οικονομικά μέτρα που θα επηρεάσουν τη συμπεριφορά του πολίτη προς τη σωστή κατεύθυνση.

Πέραν των όποιων βελτιώσεων στην τεχνολογία των αυτοκινήτων και στην ποιότητα των καυσίμων, για να μειωθούν οι εκπομπές ρύπων από τα οχήματα και να βελτιωθεί η ποιότητα του περιβάλλοντος, θα πρέπει οι πολίτες να χρησιμοποιούν τα αυτοκίνητα αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, να ελέγχουν τακτικά την περιβαλλοντική τους επίδοση, να τα συντηρούν σωστά, να αποσύρουν τα παλαιά αυτοκίνητα, να χρησιμοποιούν σωστά καύσιμα, να συμμετέχουν στην ομαδική χρήση των αυτοκινήτων και να εξυπηρετούνται από τα δημόσια μέσα μεταφοράς ώστε να χρησιμοποιούν κατά το δυνατόν λιγότερο το δικό τους αυτοκίνητο. Η ρύπανση και το "νέφος" δεν είναι ανίατα. Αρκεί όλοι -Κράτος και πολίτες- να συνειδητοποιήσουμε τις υποχρεώσεις μας.

Βιβλιογραφικές αναφορές

1. Γ. Γιάνναρου, "Η Αγορά των Αυτοκινήτων", Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (IOBE), Αθήνα, Μάιος 1997.
2. "Commission adopts Auto Oil Package: 60-70 % reduction in road transport emissions by the year 2010" Press release IP 96/526 issued by the Commission. Brussels 18 June 1996.
3. Directive 70/220/EEC, Official Journal of the European Communities O.J. No L 76, 06.04.1970, p.1.
4. Directive 94/12/EC, O.J. No L100, 19.04.1994, p.42.
5. Directive 85/210/EEC, O.J. L96, 03.04.1985, p.25.
6. Directive 93/12/EC, O.J. L74, 03.04.1993, p.81.
7. Article 4, Directive 94/12/EC O.J. No L100 19.04.1994, p.42.
8. Holman C. 1994, "Report on Current Air Pollution due to Transport Activities (Regulated and Unregulated Exhaust Emissions) in Selected Cities of the European Community", Contract number B4.3040/93/000359.
9. ACEA/EUROPIA, "Report from the European Programme on Emissions Fuels and Engine Technologies (EPEFE)", Brussels, 1995.
10. RENAULT, "EPEFE at a glance", December 1995.
11. AutoOil-1 (1996) "Air Quality Study of the Auto-Oil Programme", Subgroup-2, European Commission, DG.XI/D3, obtained from Dr. A. N. Skouloudis, European Commission, Joint Research Centre Ispra, EI-TP250, I-21027 (VA) Italy.
12. "ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, σχετικά με τη μελλοντική στρατηγική για τον έλεγχο ατμοσφαιρικών εκπομπών των οδικών μεταφορών η οποία λαμβάνει υπόψη τα αποτελέσματα του προγράμματος Auto-Oil". Βρυξέλλες 18.06.1996, COM (96) 248 τελικό (στην ελληνική γλώσσα). Αριθ. καταλόγου CB-CO-96-310-GR-C. ISBN 92-78-05786-X.
13. Υπουργική απόφαση 11824, "Εκτακτα μέτρα για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Πρωτεύουσας", ΦΕΚ 369 Β /24.5.1993.
14. Πρόταση 96/0163 (COD) οδηγίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με την ποιότητα των καυσίμων βενζίνης και ντίζελ, για την τροποποίηση της οδηγίας 93/12/EOK του Συμβουλίου.
15. Πρόταση 96/0164 (COD) οδηγίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τις εκπομπές των μηχανοκίνητων οχημάτων και τροποποίηση των οδηγιών 70/156/EOK και 70/220/EOK του Συμβουλίου.
16. ACEA, "Automobile Emissions in the year 2000 and beyond: THE AUTO OIL PROGRAMME" Presentation to the European Parliament, 29 October 1996.
17. "Auto/Oil - Perspectives on urban air quality", CONCAWE Review, Vol 5 No 2 October 1996, p. 4.
18. "Auto/Oil - Perspectives on ozone generation", ibid., p.7
19. "Auto/Oil -The Commission's proposal on transport fuels", ibid., p.10.
20. Τσαλόγλου Ο. "Οδηγίες Auto-Oil", ΕΛΔΑ σήμερα, Τεύχος 1, 1997 (Τριμηνιαία έκδοση των Ελληνικών Διυλιστηρίων Ασπροπύργου).