



**ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ:

<<ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ-ΡΥΠΑΝΣΗ-ΚΑΥΣΙΜΟ>>



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΤΣΑΠΑΛΙΑΡΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ**

**A.M.:4746**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:ΣΑΒΒΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2012**

# Πρόλογος

Αυτή η πτυχιακή εργασία έχει σαν σκοπό να ενημερώσει τον αναγνώστη για το τι συμβαίνει γενικότερα με τα καύσιμα από τη στιγμή που τα παίρνουμε σε ορυκτή και υγρή μορφή από τη γη μέχρι τις διάφορες μορφές ρύπων που εκπέμπονται μετά τη καύση τους. Επίσης επισημαίνει για το τι έχει κάνει ο άνθρωπος μέχρι αυτή τη στιγμή για να βελτιώσει ή και να αποτρέψει αυτή τη κατάσταση, δηλαδή την ασταμάτητη ρύπανση του περιβάλλοντος και την εξάντληση των πηγών καυσίμου ολόκληρης της γης.

Οι πληροφορίες για την εκπόνηση της εργασίας ήταν ποικίλες και ενδιαφέρουσες και σχετικά εύκολες στη εύρεση τους και αυτό κυρίως λόγω μερικών τεχνικών προβλημάτων του ηλεκτρονικού μου υπολογιστή (laptop) και της μη εύκολης πρόσβασης στο διαδίκτυο (internet).

Όλα όμως ήρθαν εις πέρας με τη βοήθεια του κυρίου Κώστα Σαββάκη ως καθοδηγητή και του κυρίου Νίκου Κατσαράκη για το δανεισμό εξοπλισμού του εργαστηρίου Χημικής Τεχνολογίας, τους οποίους και ευχαριστώ πολύ.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω συγγενείς και φίλους που με βοήθησαν όταν ήταν απαραίτητο και είχα ανάγκη για να ολοκληρώσω τη πτυχιακή μου, αλλά και γενικότερα σε όλη τη πορεία της φοίτησης μου στο ΤΕΙ όλα αυτά τα χρόνια.

# Περιεχόμενα

Πρόλογος .....	2
Εισαγωγή .....	9
Κεφάλαιο 1°.	
<u>Υγρά Ορυκτά Καύσιμα.</u>	
1.1 Εισαγωγή.....	10
1.2 Διύλιση αργού πετρελαίου και προϊόντα του.....	13
1.2.1 Διύλιση και κλάσματα του πετρελαίου .....	13
1.2.2 Προσομοίωση Διύλισης Αργού Πετρελαίου (Crude Oil Refining Process Simulation) .....	18
1.2.2.α Προθέρμανση Αργού Πετρελαίου.....	18
1.2.2.β Στήλη Κενού Αργού Πετρελαίου.....	21
1.2.3 Κυριότερα κλάσματα .....	24
1.2.4 Άλλα προϊόντα.....	28
1.3 Επεξεργασία προϊόντων αργού πετρελαίου.....	29
1.4 Χημικές κατεργασίες υγρών καυσίμων.....	29
1.4.1 Πυρολυτικές διεργασίες.....	29
1.4.2 Αναμόρφωση.....	31
1.4.3 Πολυμερισμός.....	31
1.4.4 Αλκυλίωση.....	31
1.4.5 Ισομερίωση.....	31
1.4.6 Γλύκανση.....	32
1.4.7 Παραγωγή αιθέρων.....	32
1.4.8 Υδρογονοαπωθείωση.....	32
1.5 Τεχνικές εντοπισμού και άντλησης του πετρελαίου.....	32
1.5.1 Ενδείξεις κοιτάσματος.....	32
1.5.2 Μέθοδοι εντοπισμού .....	33
1.5.3 Άντληση-Εξόρυξη.....	34

1.5.4 Αποθέματα και κατανάλωση.....	39
1.5.5 Περιβαλλοντικές επιδράσεις.....	42
<b>Κεφάλαιο 2° .</b>	
<u>Καύσιμο Βενζίνη.</u>	
2.1 Εισαγωγή.....	43
2.2 Κυριότερες ιδιότητες των βενζινών.....	43
2.3 Σύσταση-Αριθμός οκτανίων.....	45
2.3.1 Μέτρηση αριθμού οκτανίου.....	52
2.3.2 Αριθμός οκτανίου υδρογονανθράκων.....	54
2.3.3 Παράμετροι καταλληλότητας καύσιμου.....	55
2.4 Κτύπημα του κινητήρα-Αντικροτικά πρόσθετα.....	58
2.4.1 Κτύπημα του κινητήρα.....	58
2.4.2 Αντικροτικά πρόσθετα.....	59
2.5 Συνολικά συμπεράσματα.....	60
<b>Κεφάλαιο 3° .</b>	
<u>Καύσιμο Diesel.</u>	
3.1 Εισαγωγή.....	61
3.2 Φυσική σύσταση.....	62
3.3 Χημική σύσταση πετρελαίου.....	63
3.4 Ιδιότητες.....	64
3.5 Αριθμός κετανίου.....	70
3.6 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα.....	72
<b>Κεφάλαιο 4° .</b>	
<u>Καύσιμο Υγραέριο(LPG).</u>	
4.1 Εισαγωγή.....	73
4.2 Ιδιότητες.....	74
4.2.1 Φυσικές ιδιότητες.....	76
4.3 Χημική Σύσταση.....	78
4.4 Μετατροπή σε υγραέριο .....	79
4.4.1 Υγραεριοκίνηση (γενικότερα) .....	79
4.4.2 Υγραεριοκίνηση (τεχνικά) .....	83
4.5 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα.....	82

## Κεφάλαιο 5° .

### Καύσιμο Biodiesel.

5.1 Εισαγωγή.....	86
5.2 Ιδιότητες biodiesel .....	87
5.3 Παραγωγή Biodiesel .....	91
5.3.1 Αναλυτικά για το biodiesel .....	91
5.3.2 Προϊόντα.....	93
5.3.3 Ανάλυση της παγκόσμιας αγοράς biodiesel .....	96
5.3.4 Κόστος παραγωγής biodiesel .....	98
5.3.5 Καλλιέργειες για παραγωγή biodiesel .....	99
5.3.6 Κύριες καλλιέργειες παραγωγής βιοελαίων .....	101
5.4 Χημική σύσταση.....	106
5.5 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα χρήσης biodiesel.....	108

## Κεφάλαιο 6° .

### Εκπομπή Ρύπων από τη χρήση

### Βενζίνης, Diesel, LPG, Biodiesel.

6.1 Εισαγωγή.....	102
6.1.1 Εκπομπές ρύπων οχημάτων.....	102
6.2 Ρύποι Βενζίνης.....	114
6.3 Ρύποι Diesel.....	115
6.4 Ρύποι LPG.....	117
6.5 Ρύποι Biodiesel.....	118
6.6 Όρια εκπομπών και υποχρεώσεις στην Ελλάδα.....	119
6.6.1 Εθνικές υποχρεώσεις περιορισμού των εκπομπών σύμφωνα με την Απόφαση 2002/358/EK .....	119
6.6.2 Η νομοθεσία στην Ελλάδα σχετικά με την υγραεριοκίνηση.....	121
6.6.3 Όρια εκπομπής καυσαερίων οχημάτων .....	122

6.6.3.α Όρια εκπομπής καυσαερίων βενζινοκίνητων οχημάτων.....	122
6.6.3.β Όρια εκπομπής καυσαερίων πετρελαιοκίνητων οχημάτων.....	123
6.6.3.γ Μερικές εξαιρέσεις μοντέλων οχημάτων.....	123

## Κεφάλαιο 7° .

### Καταλύτες.

7.1 Εισαγωγή.....	124
7.2 Λειτουργία καταλύτη .....	125
7.2.1 Αρχή λειτουργίας καταλύτη.....	125
7.2.2 Είδη καταλύτη .....	128
7.2.3 Είδη καταλυτικών επιφανειών.....	129
7.2.4 Διασπορά ενεργού φάσης.....	129
7.2.5 Ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενη σύνθεση καυσαερίων.....	130
7.2.6 Ο αισθητήρας «λ» .....	131
7.2.7 Διάρκεια ζωής καταλύτη.....	131
7.2.8 Κατεστραμμένοι καταλύτες.....	132
7.3 Χαρακτηριστικά καυσαερίων.....	135
7.4 Τοποθέτηση καταλύτη .....	136
7.4.1 Κατασκευαστική τοποθέτηση.....	136
7.4.2 Χαρακτηριστικά μέρη ενός καταλύτη.....	137
7.4.3 Ο κεραμικός μονόλιθος.....	138
7.4.4 Επένδυση.....	138
7.4.5 Ανόργανοι καταλύτες για βιομηχανικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές.....	139
7.5 Απαραίτητες ενέργειες ομαλής λειτουργίας .....	139

## Κεφάλαιο 8° .

### Μέθοδοι και Τεχνικές Ποσοτικής Μέτρησης των

### Εκπομπών.

8.1 Εισαγωγή.....	141
-------------------	-----

8.2 Σταθμοί και όργανα μέτρησης.....	142
8.3 Μερικά είδη αναλυτών.....	144
8.4 Έλεγχοι - Κ.Ε.Κ(κάρτα έλεγχου καυσαερίων).....	146

## Κεφάλαιο 9° .

### Πρότυπα Ελέγχου Απόδοσης και Εκπομπής Ρύπων

#### Οχημάτων.

9.1 Εισαγωγή.....	148
9.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων.....	149
9.2.1 Επιβατικά και ελαφρά φορτηγά με κινητήρες Diesel.....	149
9.2.2 Οχήματα βαρέως τύπου.....	152
9.3 Μέτρα μείωσης εκπομπών CO <sub>2</sub> .....	154
9.4 Ευρωπαϊκοί «Κύκλοι Πόλης» .....	155
9.4.1 Επιβατικά-Ελαφρά οχήματα.....	155
9.4.2 Οχήματα βαρέως τύπου.....	156
9.5 Σχέση με Ευρωπαϊκές πολιτικές.....	159
9.5.1 Ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών.Τι λέει για το περιβάλλον, την ενέργεια και τις μεταφορές.....	159
9.5.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μεταφορών.....	161
9.6 Κατηγοριοποίηση οχημάτων.....	162
9.7 Σύνοψη Οδικής Κυκλοφορίας.....	164
9.7.1 Σύνοψη κυκλοφορίας σχετικά με τις κατηγορίες εκπομπής ρύπων .....	164
9.7.2 Στόλος οχημάτων.....	165
9.7.3 Διανυόμενη απόσταση οχημάτων.....	166
9.7.4 Σύνοψη Κυκλοφορίας.....	167
9.8 ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) .....	169
9.9 Πρωτόκολλο του Κιότο.....	171
9.9.1 Διεθνείς προσπάθειες για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών.....	171

9.9.2 Διαπραγματεύσεις για το Πρωτόκολλο του Κιότο.....	172
9.9.3 Παραρτήματα Α και Β του Πρωτοκόλλου του Κιότο.....	174
9.9.4 Η Ευρωπαϊκή Ένωση και το Πρωτόκολλο του Κιότο .....	176
9.10 Πρότυπα Euro 5 και Euro 6: Μείωση των εκπομπών ρύπων από ελαφρά οχήματα .....	178
9.10.1 Πρότυπο Euro 5.....	180
9.10.2 Πρότυπο Euro 6.....	180
9.10.3 Εφαρμογή των προτύπων.....	181
9.10.3 Άλλες υποχρεώσεις των κατασκευαστών.....	181
9.10.4 Πλαίσιο.....	182

## Κεφάλαιο 10°.

### Νέες Τεχνολογίες.

10.1 Εισαγωγή.....	184
10.2 Υβριδικά αυτοκίνητα.....	185
10.3 Ηλεκτρικά αυτοκίνητα.....	186
10.4 Ηλιακά αυτοκίνητα.....	188
10.5 Αυτοκίνητα με βιοκαύσιμα.....	190
10.5.1 Είδη των βιοκαυσίμων .....	190
10.6 Αυτοκίνητα με Φυσικό αέριο(CNG) .....	190
10.7 Αυτοκίνητα με υδρογόνο.....	193
10.8 Αυτοκίνητα με LPG.....	195
10.9 Αυτοκίνητα με Κυψέλες Καυσίμου (FCHV) .....	196
10.9.1 Ηλεκτρική ενέργεια από υδρογόνο,τρόπος λειτουργίας.....	197
10.9.2 Είδη κυψελών καυσίμου .....	197
10.10 Αυτοκίνητο με αιολική ενέργεια .....	198
Βιβλιογραφία.....	200
Επίλογος .....	203



# Εισαγωγή

Γενικά σε αυτή τη πτυχιακή εργασία γίνεται μια λεπτομερή και αναλυτική αναφορά για τα καύσιμα και τις διάφορες μορφές τους είτε συμβατικά είτε ανανεώσιμα, για τις μορφές και τα είδη των ρύπων που εκπέμπουν στην ατμόσφαιρα και τέλος τους τρόπους που προσπαθεί να βρει ο άνθρωπος για να επιλύσει όλα αυτά τα προβλήματα, είτε ορίζοντας νομούς και κανόνες είτε με τεχνολογίες και διαφόρων τύπων κατασκευές (μηχανισμούς).

Πιο συγκεκριμένα στο Κεφάλαιο 1, γίνεται μια λεπτομερή αναφορά στο ορυκτό και υγρό καύσιμο από τη στιγμή της εξόρυξης και διύλισης του, στις διάφορες μορφές επεξεργασίας που υποβάλετε, μέχρι τα τελικά προϊόντα που παράγονται για χρήση στην αγορά.

Στο Κεφάλαιο 2, γίνεται μια εκτενή αναφορά στη βενζίνη (σαν καύσιμο), δηλαδή για το τι είναι, τις διάφορες μορφές και ιδιότητες της (π.χ. αριθμός οκτανίου κ.α.).

Ομοίως το ίδιο ισχύει και για τα Κεφάλαια 3, 4 και 5, για το καύσιμο diesel, το υγραέριο-LPG και το biodiesel αντίστοιχα.

Στο Κεφάλαιο 6, γίνεται αναφορά για τις διάφορες μορφές ρύπων ή καυσαερίων που εκπέμπουν οι παραπάνω μορφές καυσίμων (βενζίνη, diesel, LPG, biodiesel), με πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για το κάθε ένα. Και τέλος τα όρια εκπομπών που ισχύουν στην Ελλάδα.

Στο Κεφάλαιο 7, αναλύεται ο καταλύτης σαν συσκευή, η λειτουργία του, η τοποθέτηση του και τι γίνεται μετά τη χρησιμοποίηση του εφόσον είναι γεμάτος βλαβερές και τοξικές ουσίες, κατάλοιπα της καύσης, κ.α.

Στο Κεφάλαιο 8, αναφέρονται μερικές μέθοδοι μέτρησης της εκπομπής των καυσαερίων μέσω διαφόρων τεχνικών μετρήσεων (ΚΤΕΟ κ.λ.π.).

Στο Κεφάλαιο 9, γίνεται μια αναλυτική αναφορά στις νομοθεσίες και τα πρότυπα περί έλεγχου της απόδοσης και εκπομπής ρύπων. Κυρίως αναφερόμαστε στο τι ισχύει για την Ευρωπαϊκή Ένωση, τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ) και την Ιαπωνία.

Τέλος στο Κεφάλαιο 10, θα δούμε μερικές νέες τεχνολογίες σχετικά με τα αυτοκίνητα και κυρίως στα είδη και μορφές των "πράσινων" καυσίμων που χρησιμοποιούν.

# Κεφάλαιο 1

## Υγρά ορυκτά καύσιμα

### 1.1 Εισαγωγή

Τα **ορυκτά καύσιμα** ή αλλιώς το **αργό (ακατέργαστο) πετρέλαιο** είναι υγρό πέτρωμα, μίγμα υδρογονανθράκων, δηλαδή ουσιών που περιέχουν άνθρακα και υδρογόνο, κατά ένα μεγάλο μέρος της σειράς των αλκανίων, που όμως περιέχει και αρκετούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, καθώς και άλλες οργανικές ενώσεις και το οποίο βρίσκεται μέσα σε κοιλότητες διαφόρων πετρωμάτων στα ανώτερα στρώματα μερικών περιοχών τού φλοιού της Γης.



- Στα ορυκτά καύσιμα ανήκουν το **κάρβουνο**, το **πετρέλαιο** και το **φυσικό αέριο**.

Τα υλικά των ορυκτών καυσίμων μπορεί να είναι ελαφρά αέρια όπως το μεθάνιο ή σκληρά στερεά σώματα όπως ο ανθρακίτης. Αυτά σχηματίζονται από αποθέσεις νεκρών θαλάσσιων οργανισμών, ζώων ή φυτών της ξηράς τα οποία εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις στο εσωτερικό της γης για εκατομμύρια χρόνια και με το πέρασμα του χρόνου οι οργανισμοί αυτοί μετατράπηκαν σε μόρια χημικών ενώσεων που αποτελούν το πετρέλαιο.

- Τα μόρια αυτά ονομάζονται υδρογονάνθρακες και αποτελούνται από άτομα υδρογόνου και άνθρακα.

Την διαδικασία αυτή περιγράφει η βιογεννητική θεωρία που πρωτοδιατυπώθηκε από τον Ζεόρτζ Ακρικόλα το 1556 και αργότερα από τον Μικαΐλ Λομονόσοφ τον 18ο αιώνα. (όπως φαίνεται και στις παρακάτω εικόνες)

- Το **πετρέλαιο** (υγρό καύσιμο), μαζί με τους **γαιάνθρακες**, (στερεό καύσιμο) και το **φυσικό αέριο**, (αέριο καύσιμο), αποτελούν τα **ορυκτά καύσιμα**.
- Τα προϊόντα που προέρχονται από το πετρέλαιο λέγονται **πετροχημικά** (retrochemicals) και ο κλάδος της Χημείας που ασχολείται με την ανάπτυξή τους **Πετροχημεία**.

**ΩΚΕΑΝΟΣ**  
**300-400 ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ ΧΡΟΝΙΑ ΠΡΙΝ**



**ΩΚΕΑΝΟΣ**  
**50-100 ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ ΧΡΟΝΙΑ ΠΡΙΝ**



**ΑΜΜΟΣ ΚΑΙ ΛΑΣΠΗ**

**ΑΠΟΜΕΙΝΑΡΙΑ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΖΩΩΝ**



Εκτιμάται πως η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων το 2007 ήταν κατά 36% πετρέλαιο, 27,4% κάρβουνο και 23% φυσικό αέριο και καλύπτουν το 86% των ενεργειακών αναγκών παγκοσμίως. Από τις υπόλοιπες πηγές ενέργειας το 6,3% προέρχεται από την υδροηλεκτρική το 8,5% από την πυρηνική και το υπόλοιπο 0,9% από τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές (γεωθερμική, ηλιακή, αιολική, ενέργεια από την παλίρροια ή τα κύματα και ενέργεια από τα απορρίμματα). Τα ορυκτά καύσιμα δεν είναι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας γιατί χρειάζονται εκατομμύρια χρόνια για να σχηματιστούν και έτσι εξαντλούνται με πολύ ταχύτερο ρυθμό από τον ρυθμό με τον οποίο σχηματίζονται. Η κατανάλωσή τους ενισχύει το περιβαλλοντικό πρόβλημα. Για να περιοριστεί η κατανάλωσή τους τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται όλο και περισσότερο οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας.

Η καύση των ορυκτών καυσίμων παράγει κάθε χρόνο 21,3 εκατομμύρια τόνους διοξείδιο του άνθρακα. Από αυτή την ποσότητα η μισή απορροφάται από την βιόσφαιρα της γης και η υπόλοιπη παραμένει στον ατμοσφαιρικό αέρα. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το κύριο αέριο που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Μεγάλα αποθέματα πετρελαίου υπάρχουν:

- - Στη Μέση Ανατολή.
- - Στη Σιβηρία.
- - Στις Η.Π.Α.
- - Στη Λατινική Αμερική.
- - Στη Βόρειο Θάλασσα.



Κοιτάσματα πετρελαίου υπάρχουν και στην πατρίδα μας.

## 1.2 Διύλιση αργού πετρελαίου και προϊόντα του

### 1.2.1 Διύλιση και κλάσματα του πετρελαίου

Το αργό πετρέλαιο (το πετρέλαιο που παίρνουμε από τις γεωτρήσεις) πριν μετατραπεί σε χρήσιμα προϊόντα περιέχει πολλές προσμείξεις, οπότε πρέπει να επεξεργαστεί. Η επεξεργασία του αργού πετρελαίου ονομάζεται διύλιση και πραγματοποιείται σε ειδικές εγκαταστάσεις τα διυλιστήρια. Τα προϊόντα που προκύπτουν από τη διύλιση ονομάζονται κλάσματα του πετρελαίου.



Ο διαχωρισμός αυτός των κλασμάτων του πετρελαίου γίνεται σε συσκευές που ονομάζονται αποστακτικές στήλες. Η λειτουργία της αποστακτικής στήλης στηρίζεται στο διαφορετικό σημείο βρασμού των διαφόρων ουσιών.

Σημεία βρασμού των κλασμάτων του πετρελαίου:

- Βενζίνη: 30 – 180°C
- Πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης (ντίζελ): 230 – 310°C
- Υγραέριο: -160 – 0°C
- Μαζούτ: 310 – 400°C
- Υγραέριο: -160 – 0°C





Η διαδικασία αυτή κατά την οποία διαχωρίζονται τα κλάσματα του πετρελαίου με κριτήριο το σημείο βρασμού ονομάζεται **κλασματική απόσταξη**.

Τα κυριότερα κλάσματα του πετρελαίου είναι το προπάνιο, το βουτάνιο, το πετρέλαιο κίνησης και θέρμανσης, η βενζίνη, η κηροζίνη, το μαζούτ, η παραφίνη, η άσφαλτος, τα ορυκτέλαια, κ.α.

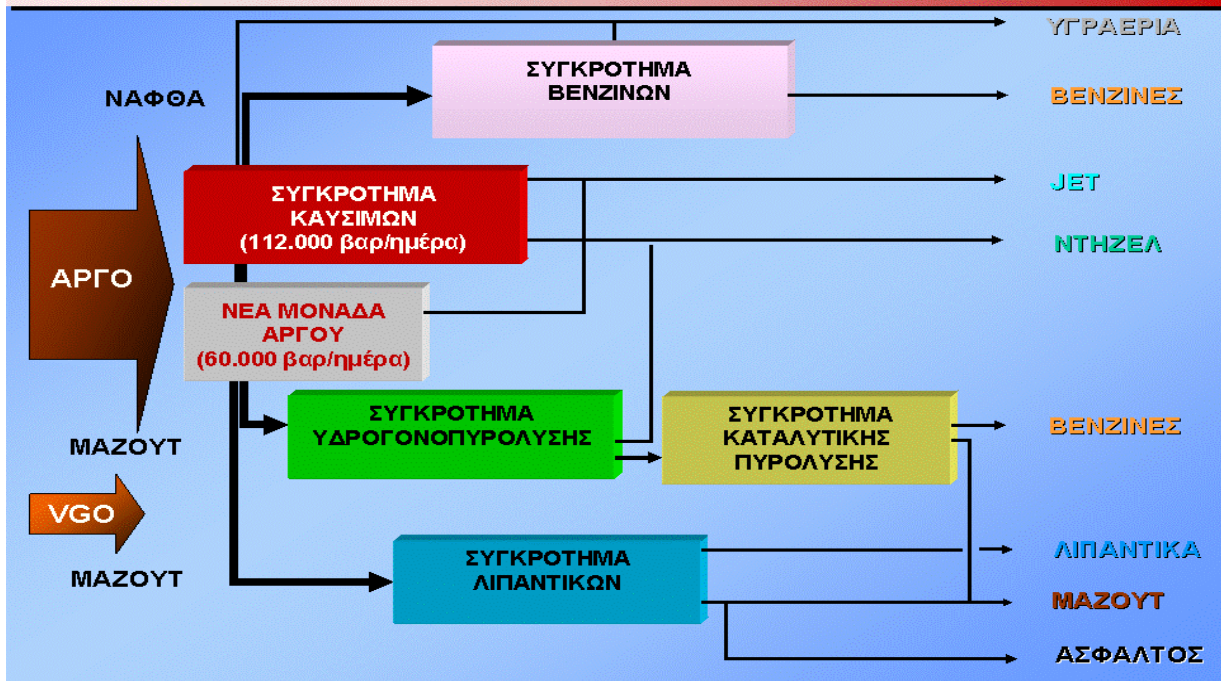
### Ποιο αναλυτικά:

#### ➤ Παραγωγή Καυσίμων:

Βασική πρώτη ύλη στην όλη παραγωγική διαδικασία αποτελεί το αργό πετρέλαιο, το οποίο αφού υποστεί την πρώτη επεξεργασία στις Μονάδες Ατμοσφαιρικής Απόσταξης (συνολικής δυναμικότητας 180.000 βαρελιών ημερησίως) διαχωρίζεται σε υγραέριο, νάφθα, μαζούτ, κηροζίνη και diesel. Το υγραέριο, αφού απομακρυνθούν οι θειούχες ενώσεις, οδηγείται στις σφαιρικές δεξαμενές προς αποθήκευση. Η νάφθα, το μαζούτ η κηροζίνη και το diesel υφίστανται περαιτέρω επεξεργασία στα επιμέρους συγκροτήματα, για να πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές. Έτσι από κηροζίνη παράγεται καύσιμο jet και από diesel παράγεται μαζούτ.

- Παραγωγή βενζινών:  
εισέρχεται η νάφθα η οποία, αφού υποστεί αποθείωση με καταλυτική υδρογόνωση, χωρίζεται σε δύο ρεύματα: βαριάς και ελαφριάς νάφθας. Στην ίδια μονάδα κατεργάζεται μια μικρή ποσότητα νάφθας που προέρχεται από την μονάδα θερμικής πυρόλυσης.
- Συγκρότημα Υδρογονοπυρόλυσης (Hydrocracker):  
Η συγκεκριμένη μονάδα αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες επενδύσεις, το ύψος της οποίας ανήλθε σε 350 εκατ. € και ολοκληρώθηκε εντός του 2005. Μέσω της λειτουργίας της μονάδας κατέστη δυνατή η παραγωγή των νέων καθαρών καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης του 2009 (Auto Oil II). Επιπρόσθετα η μονάδα συνέβαλε αποφασιστικά στη βελτίωση των περιβαλλοντικών όρων του Διυλιστηρίου καθώς οι εκπομπές από το συγκρότημα Καταλυτικής Πυρόλυσης (FCC) μειώθηκαν σημαντικά.
- Συγκρότημα καταλυτικής πυρόλυσης (FCC):  
χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη το μαζούτ που προέρχεται από τη μονάδα ατμοσφαιρικής απόσταξης ή εισαγόμενο μαζούτ και παράγει υγραέρια, βενζίνη υψηλών οκτανίων, diesel και μαζούτ. Μερικά από τα υγραέρια πηγαίνουν σε άλλες μονάδες και μετατρέπονται σε υψηλής ποιότητας συστατικά βενζινών.
- Παραγωγή Λιπαντικών:  
χρησιμοποιείται σαν πρώτη ύλη μαζούτ από τη μονάδα ατμοσφαιρικής απόσταξης από το συγκρότημα FCC, εφ' όσον είναι κατάλληλης ποιότητας, ή εισαγόμενο μαζούτ και παράγονται λιπαντικά. Μετά ακολουθούν διεργασίες που βελτιώνουν τις ιδιότητες των, όπως δείκτης ιξώδους, σημείο ροής, σημείο θολώσεως για την παραγωγή των βασικών λιπαντικών. Επιπλέον παράγεται ασφαλτος από την μονάδα κενού των λιπαντικών, και μαζί με το υπόλειμμα από την μονάδα κενού του FCC, πηγαίνει στην μονάδα θερμικής πυρόλυσης για αναβάθμιση και παραγωγή μαζούτ.





Λαμβάνοντας υπόψη τη σύνθεση των πετρελαίων, αυτά κατατάσσονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- 1) **Παραφινικά πετρέλαια.** Αυτά περιέχουν στερεή παραφίνη και κατά την απόσταξη δίνουν σημαντική αναλογία ελαφρών κλασμάτων που αποτελούνται αποκλειστικά από κεκορεσμένους υδρογονάνθρακες της αλειφατικής σειράς. Και τα μεν πρώτα της σειράς αυτής μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο παρατηρούνται και στα αέρια που συνοδεύουν το πετρέλαιο στην εξόρυξή του.
- 2) **Ασφαλτικά πετρέλαια.** Αυτά δίνουν περισσότερο βαρέα κλάσματα όπως μαζούτ και ορυκτέλαια. Τα ελαφρά κλάσματα των πετρελαίων αυτών αποτελούνται κυρίως από κεκορεσμένους κυκλικούς υδρογονάνθρακες (ναφθένια) της πολυμεθυλενικής σειράς, και
- 3) **Ασφαλοπαραφινικά πετρέλαια.** Αυτά αποτελούν μίξη των παραπάνω κατηγοριών όπου η μία σειρά δεν υπερτερεί της άλλης.

## 1.2.2 Προσομοίωση Διύλισης Αργού Πετρελαίου (Crude Oil Refining Process Simulation)

Σ' ένα σύγχρονο διυλιστήριο πετρελαίου γίνεται ένα μεγάλο πλήθος διεργασιών που στόχο έχουν να μεγιστοποιήσουν την παραγωγή καυσίμων και πρώτων υλών με τον πλέον οικονομικό τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη την εκάστοτε νομοθεσία, είτε για βελτιωμένα καύσιμα, είτε για την προστασία του περιβάλλοντος.

Στις αποστακτικές στήλες (distillation column, still) του αργού πετρελαίου γίνονται οι κυριότερες διεργασίες σ' ένα διυλιστήριο. Οι στήλες αυτές χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό του αργού πετρελαίου σε κλάσματα ανάλογα του σημείου βρασμού τους, ώστε οι διεργασίες που ακολουθούν να έχουν τροφοδοσία που να ικανοποιεί τις ιδιαίτερες προδιαγραφές της περαιτέρω διεργασίας.

Απόδοση και οικονομία επιτυγχάνονται αν η απόσταξη του αργού πετρελαίου γίνει σε δύο στάδια. Πρώτα η απόσταξη του συνόλου του αργού πετρελαίου γίνεται πρακτικά σε ατμοσφαιρική πίεση και έπειτα, το κλάσμα πυθμένος της ατμοσφαιρικής στήλης - ρεύμα με υψηλό σημείο βρασμού, τροφοδοτεί μια δεύτερη στήλη που λειτουργεί σε υψηλό κενό (χαμηλή πίεση).

Η στήλη κενού απαιτείται διότι ο θερμικός διαχωρισμός των βαρέων κλασμάτων σε ατμοσφαιρική πίεση απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες όπου γίνεται παράλληλα και θερμική διάσπαση των κλασμάτων αυτών με αποτέλεσμα την υποβάθμιση των προϊόντων, απώλεια υδρογονανθράκων και απόθεση "μάκας" στον εξοπλισμό λόγω σχηματισμού κωκ. Ως γνωστόν, η θερμοκρασία βρασμού (σημείο βρασμού) ελαττώνεται με την ελάττωση της (συνολικής ή μερικής) πίεσης. Έτσι τα βαρύτερα κλάσματα στη στήλη κενού, βράζουν σε μικρότερη θερμοκρασία και αποφεύγεται η θερμική τους διάσπαση. Όμοια δράση έχει, όπως θα δούμε, και η προσθήκη ατμού στη στήλη.

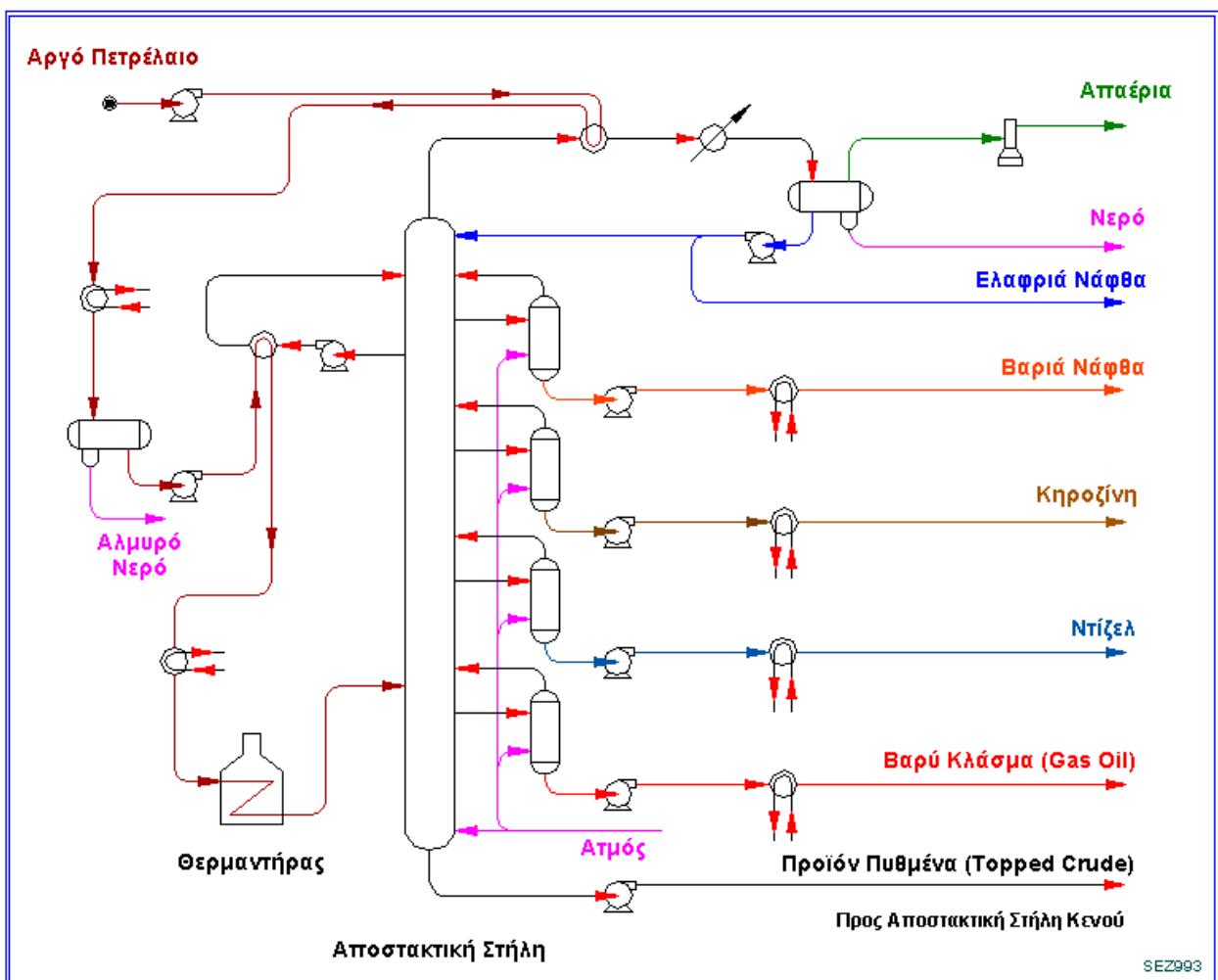
### 1.2.2.α Προθέρμανση Αργού Πετρελαίου

Το αργό πετρέλαιο πριν εισέλθει στην ατμοσφαιρική στήλη προθερμαίνεται σε μια σειρά από εναλλάκτες θερμότητας στους 550 °F (βαθμός Fahrenheit όπου  $F = C * 9/5 + 32$ ) περίπου με θερμική εναλλαγή με τα προϊόντα και τα ρεύματα επαναρροής της στήλης. Έπειτα, το αργό πετρέλαιο θερμαίνεται σε φούρνο/κλίβανο (direct-fire-furnace) στους 650 - 750 °F και στη συνέχεια τροφοδοτεί την ατμοσφαιρική στήλη.

Η θερμοκρασία εξόδου του αργού πετρελαίου από τον φούρνο είναι αρκετά υψηλή ώστε να έχουν ατμοποιηθεί όλα τα προϊόντα που αφαιρούνται πάνω από το δίσκο τροφοδοσίας και ένα 10-20% επιπλέον από τα προϊόντα πυθμένος.

Αυτό το 10-20% "επιπλέον" επιτρέπει την κλασμάτωση ακριβώς πάνω από το δίσκο της τροφοδοσίας και να παρέχει εσωτερική επαναροή σε περίσσεια των πλευρικών ρευμάτων που αφαιρούνται.

Είναι σκόπιμο να τοποθετηθεί ένα δοχείο διαχωρισμού (flash drum) μεταξύ των εναλλακτών θερμότητας προθέρμανσης και του φούρνου θέρμανσης. Τα κλάσματα χαμηλού σημείου βρασμού που ατμοποιούνται με την προθέρμανση στους εναλλάκτες διαχωρίζονται στο δοχείο διαχωρισμού και οδηγούνται κατ' ευθείαν στο δίσκο τροφοδοσίας της ατμοσφαιρικής στήλης. Το υγρό ρεύμα από το δοχείο διαχωρισμού αντλείται μέσω του φούρνου στην αποστακτική στήλη. Έτσι απαιτούνται μικρότεροι και φθηνότεροι φούρνοι για τη θέρμανση της τροφοδοσίας της ατμοσφαιρικής στήλης.



Ατμοσφαιρική Στήλη Αργού Πετρελαίου

Η επαναρροή της στήλης επιτυγχάνεται με την συμπύκνωση των ατμών της κορυφής (overhead vapor) και με την επιστροφή τμήματος του υγρού ρεύματος στην κορυφή της στήλης. Πλάγια υγρά ρεύματα αφαιρούνται από τη στήλη. Αυτά τα ρεύματα είναι πλούσια σε συστατικά χαμηλού σημείου βρασμού. Αυτά τα "ελαφρά" (light ends) απογυμνώνονται σε μικρές στήλες (side strippers) με 4 έως 10 δίσκους με ατμό που εισάγεται κάτω από τον δίσκο πυθμένος. Ο ατμός και τα "ελαφρά" επανεισάγονται στην ατμοσφαιρική στήλη σε μια θέση πάνω από το σημείο λήψης του υγρού ρεύματος.

Κάθε ένα από τα πλευρικά ρεύματα προϊόντων ελαττώνει την επαναρροή κάτω από το σημείο της υγρής λήψης. Μέγιστη επαναρροή και κλασμάτωση επιτυγχάνεται με την ολική αφαίρεση της θερμότητας (πλήρης συμπύκνωση) στην κορυφή της στήλης. Αυτό όμως οδηγεί σε "κωνικού τύπου" υγρή φόρτηση της στήλης που απαιτεί πολύ μεγάλη διάμετρο στήλης στην κορυφή.

Για να ελαττωθεί η διάμετρος στην κορυφή της στήλης και η υγρή φόρτηση καθ' ύψος της στήλης χρησιμοποιούνται πλάγια ρεύματα επαναρροής για αφαίρεση θερμότητας και δημιουργία ικανοποιητικής επαναρροής κάτω από τα σημεία υγρής λήψης των απογυμνωτών. Έτσι υγρό ρεύμα αφαιρείται από τη στήλη, ψύχεται σε εναλλάκτη θερμότητας και επιστρέφει στη στήλη. Αυτό το ψυχρό ρεύμα υγροποιεί περισσότερους ατμούς τώρα και αυξάνει την επαναρροή στη στήλη κάτω από το σημείο της επιστροφής του σ' αυτήν. Επίσης αυξάνει και η ενεργειακή απόδοση της στήλης με αυτές τις βοηθητικές επαναρροές (rump-arounds).

Αν η ικανοποιητική επαναρροή παραγόταν στην κορυφή της στήλης, όλη η θερμότητα θα έπρεπε να εξαχθεί στο σημείο φυσαλίδας (bubble-point) του προϊόντος κορυφής (overhead vapor). Με τις βοηθητικές επαναρροές σε χαμηλότερα σημεία της στήλης, οι θερμοκρασίες εναλλαγής είναι υψηλότερες και ένα μεγαλύτερο κλάσμα της θερμικής ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Συνήθως οι ατμοσφαιρικές στήλες αργού πετρελαίου δεν χρησιμοποιούν αναβραστήρα (rectifying column), λειτουργούν δηλαδή σαν πύργοι απορρόφησης με συμπυκνωτήρα (refluxed absorber). Αντί αναβραστήρα λοιπόν, προστίθενται μερικοί δίσκοι κάτω από το δίσκο τροφοδοσίας και ατμός εισέρχεται κάτω από τον τελευταίο δίσκο. Οι ατμοσφαιρικές στήλες περιέχουν 30 έως 50 δίσκους, ενώ ένας απογυμνωτής (side-stripper) 4 έως 10 δίσκους. Στον συμπυκνωτήρα της κορυφής της στήλης υγροποιούνται το πεντάνιο και τα βαρύτερα. Αυτή είναι η "ελαφριά" βενζίνη (LSR gasoline) και περιέχει προπάνιο και βουτάνια. Αυτό το ρεύμα τροφοδοτεί ένα σταθεροποιητή (stabilizer column) στο τμήμα επεξεργασίας αερίων (gas plant) του διυλιστηρίου, όπου αφαιρούνται βουτάνια και προπάνιο από την "ελαφριά" βενζίνη (LSR-Light Straight Run).

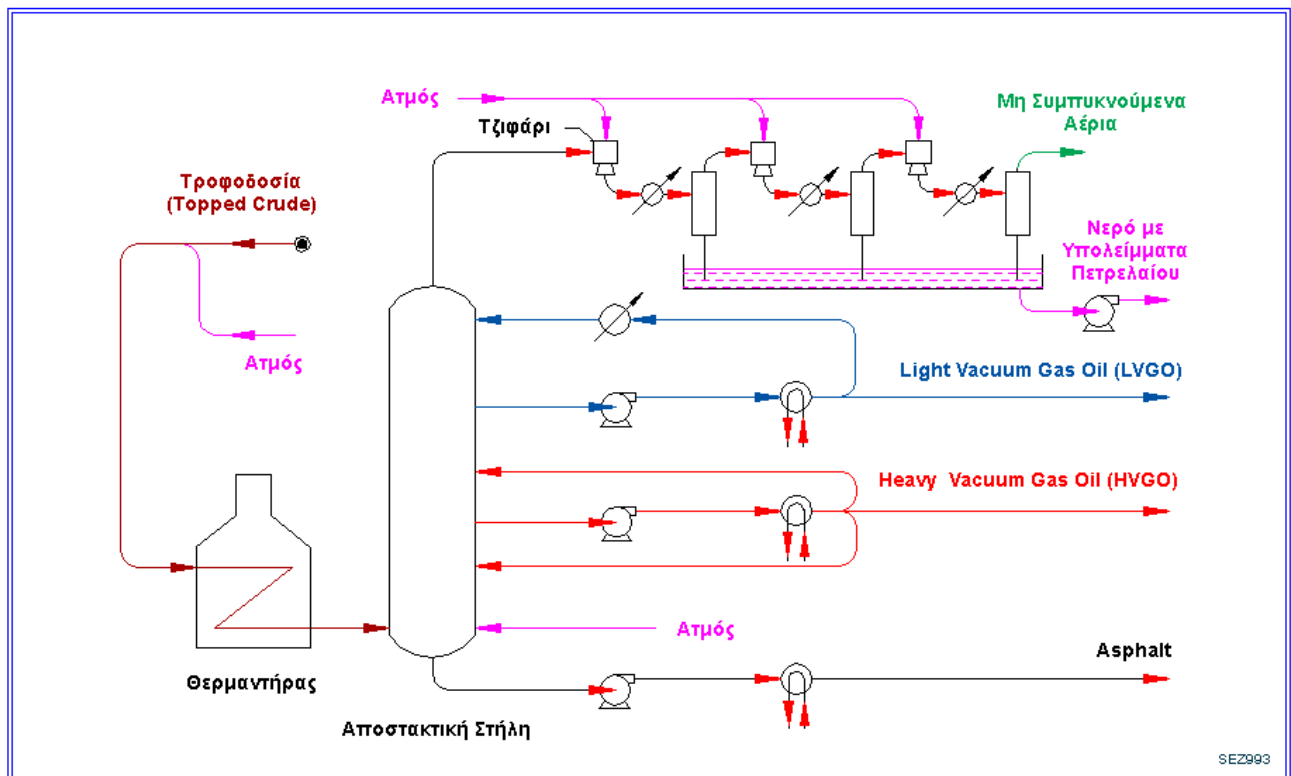
### 1.2.2.β Στήλη Κενού Αργού Πετρελαίου

Όπως είδαμε, λόγω της θερμικής διάσπασης της τροφοδοσίας σε υψηλή θερμοκρασία χρησιμοποιείται αποστακτική στήλη σε κενό. 25 με 40 mmHg είναι η πίεση λειτουργίας της στήλης κενού. Με την εισαγωγή ατμού η πίεση ελαττώνεται ακόμα περισσότερο 10 mmHg ή ακόμα χαμηλότερα και έτσι διευκολύνεται η ατμοποίηση της τροφοδοσίας. Η εισαγωγή του ατμού στην είσοδο του φούρνου θέρμανσης της τροφοδοσίας της στήλης κενού, αυξάνει την ταχύτητα της τροφοδοσίας στους αυλούς του φούρνου και έτσι ελαχιστοποιείται η απόθεση κωκ στο φούρνο.

Τυπική αναλογία προστιθέμενου ατμού είναι 10 έως 50 lb/bbl τροφοδοσίας, ενώ τυπική θερμοκρασία εξόδου από το φούρνο είναι 730 - 850 °F.

Η πτώση πίεσης στις γραμμές της κορυφής της στήλης, στον συμπυκνωτήρα και σ' όλον τον εξοπλισμό μεταξύ εξοπλισμού δημιουργίας κενού και στήλης είναι ένας καθοριστικός παράγοντας κόστους. Η ελάχιστη πτώση πίεσης οδηγεί και σε σημαντική ελάττωση του λειτουργικού κόστους της στήλης.

Η ελαττωμένη πίεση οδηγεί όμως σε αυξημένες ογκομετρικές ροές των ατμών στη στήλη και κατά συνέπεια απαιτεί διάμετρο στήλης πολύ μεγαλύτερη από αυτήν της ατμοσφαιρικής στήλης. Έχουν κατασκευαστεί και στήλες κενού με διάμετρο 12 m. Η λειτουργική πίεση επιτυγχάνεται με εκβολείς ατμού ("τζιφάρια") και ατμοσφαιρικούς συμπυκνωτές ή αντλίες κενού και επιφανειακούς συμπυκνωτές. Ο αριθμός των βαθμίδων και το μέγεθος των εκβολέων καθορίζουν την τελική πίεση και την ποιότητα των ατμών. Για στήλες σε 25 mmHg, τρεις εκβολείς αρκούν.



Διάγραμμα Ροής Απόσταξης Αργού Πετρελαίου

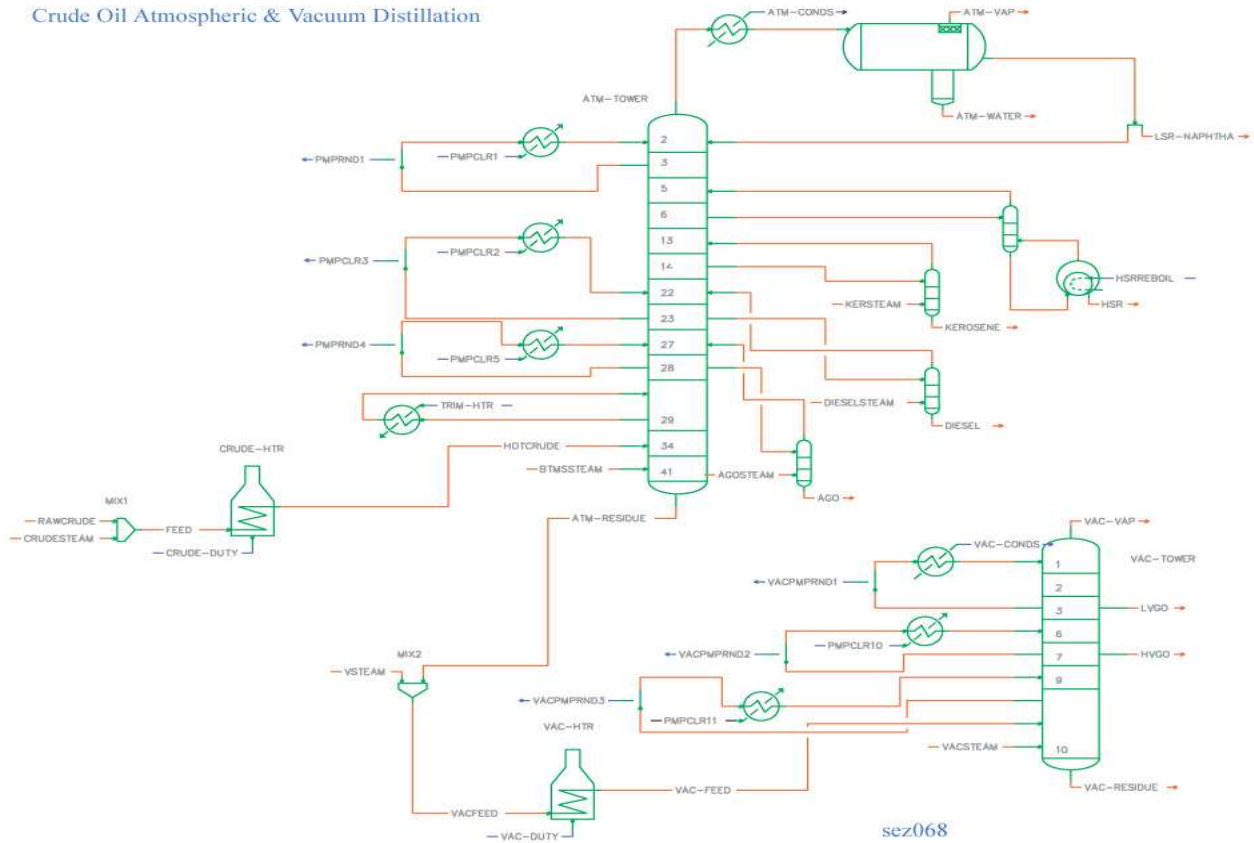
Η πρώτη βαθμίδα συμπυκνώνει τον ατμό και συμπιέζει τα μη συμπυκνωμένα αέρια.

Η δεύτερη και η τρίτη βαθμίδα απομακρύνουν τα μη συμπυκνούμενα αέρια από τους συμπυκνωτές.

Το κενό όμως που επιτυγχάνεται περιορίζεται από την μερική πίεση των υδρατμών στους συμπυκνωτήρες. Όσο πιο ψυχρό είναι το νερό ψύξης στους συμπυκνωτήρες, τόσο χαμηλότερη είναι και η πίεση της στήλης. Τελευταία επιδιώκεται η χρήση αντλιών κενού με επιφανειακούς συμπυκνωτήρες, ώστε να ελαχιστοποιείται η ρύπανση του νερού με τα παράγωγα του πετρελαίου.

- Θέτοντας τα επί μέρους τμήματα στη σειρά, έχουμε το συνολικό διάγραμμα ροής της επεξεργασίας του αργού πετρελαίου στην ατμοσφαιρική και στη στήλη κενού όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

## Crude Oil Atmospheric & Vacuum Distillation



Παρατηρήστε ότι εδώ έχουμε αγνοήσει την μονάδα αφαλάτωσης/ απομάκρυνσης στερεών και το αργό πετρέλαιο τροφοδοτεί τον φούρνο κατ' ευθείαν. Ραφινάρισμα της διαδικασίας μπορεί να γίνει σε επόμενο στάδιο όπως και θερμική ολοκλήρωση της διαδικασίας.

Εδώ μας ενδιαφέρει άμεσα να έχουμε μια βάση σχεδιασμού και κατά συνέπεια μια πρώτη κοστολόγηση. Βελτιώσεις μπορούν να γίνουν σε επόμενα στάδια πάνω στο βασικό σχεδιασμό.

### 1.2.3 Κυριότερα κλάσματα

Τα κυριότερα κλάσματα του αργού πετρελαίου είναι:

- Το προπάνιο και το βουτάνιο (υγραέρια): τα χρησιμοποιούμε σε καμινέτα και κουζίνες.



- Η βενζίνη: ως το πιο διαδεδομένο καύσιμο παγκοσμίως.





- Η κηροζίνη: χρησιμοποιείται ως καύσιμο στα αεροπλάνα.



- Το πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης (diesel): το πετρέλαιο θέρμανσης χρησιμοποιείται στα καλοριφέρ και τις σόμπες ενώ το πετρέλαιο κίνησης για βαριά οχήματα π.χ. τρακτέρ, φορτηγά, αυτοκίνητα, κ.λ.π.



- Η παραφίνη: χρησιμοποιείται για θέρμανση και φωτισμό (παρασκευή κεριών).



- Το μαζούτ: χρησιμοποιείται για την κίνηση των πλοίων, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για τη λειτουργία βιομηχανιών.



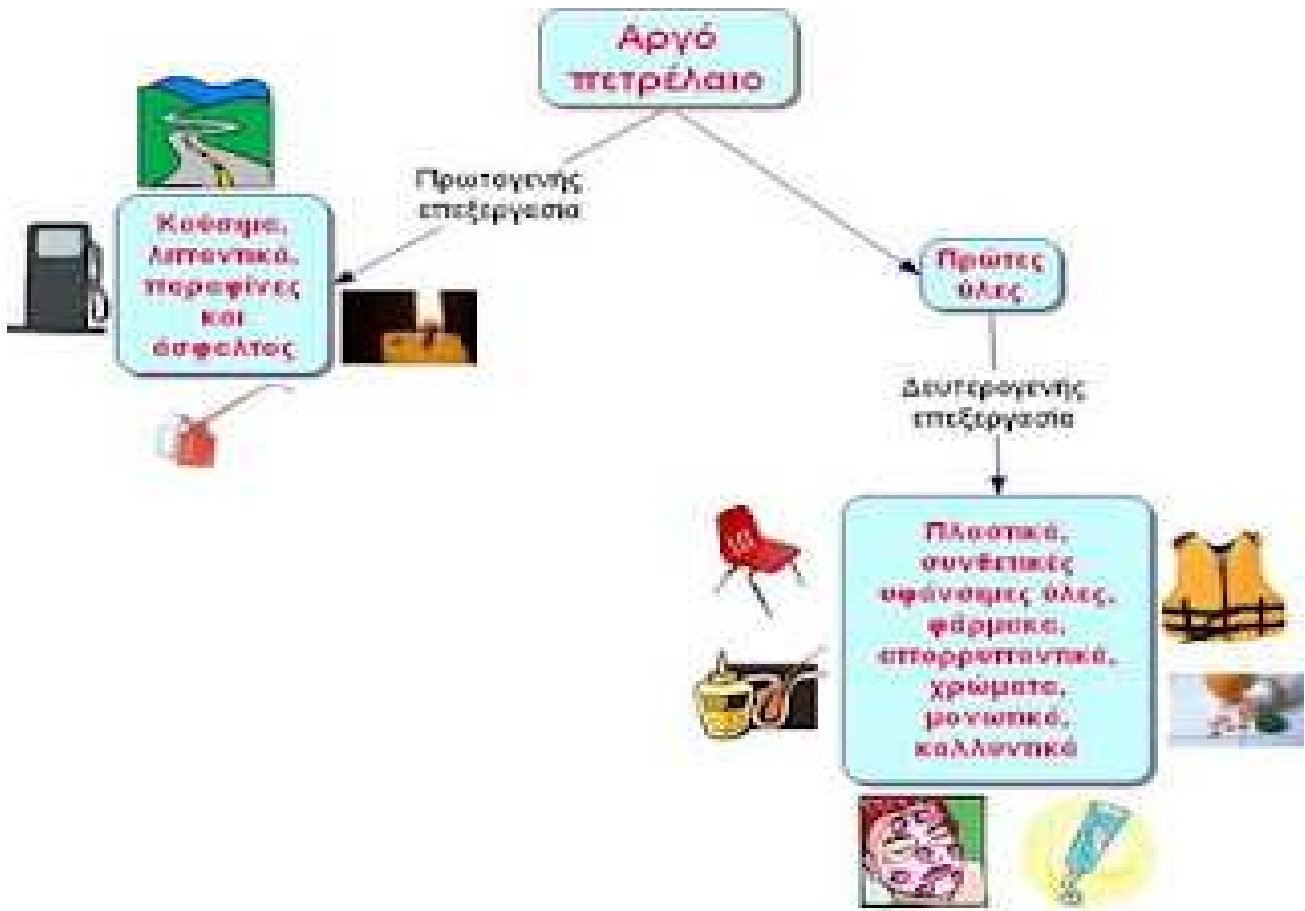
- Η άσφαλτος: για το στρώσιμο των δρόμων.



- Τα ορυκτέλαια: για τη λίπανση των μηχανών και για παρασκευή άλλων υλικών (πχ πλαστικά, ελαστικά).



## 1.2.4 Άλλα προϊόντα



Όπως βλέπεις στο παραπάνω διάγραμμα κατά την πρωτογενή επεξεργασία των χημικών ενώσεων που αποτελούν το αργό πετρέλαιο, τα προϊόντα χρησιμοποιούνται είτε σαν καύσιμα, είτε σαν πρώτες ύλες, που με τη σειρά τους σε μια δευτερογενή επεξεργασία παίρνουμε πλήθος προϊόντων που ονομάζονται **πετροχημικά**.

Τα κυριότερα είναι τα πλαστικά, οι συνθετικές **υφάνσιμες** ύλες, τα ελαστικά, τα απορρυπαντικά, τα καλλυντικά, τα μονωτικά, τα χρώματα, τα φάρμακα κλπ.

Αυτά τα προϊόντα είναι χρήσιμα γιατί έχουν κάποιες ειδικές ιδιότητες. Τα πλαστικά π. χ. είναι ανθεκτικά και χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές. Τα απορρυπαντικά εξαλείφουν λεκέδες, χωρίς να καταστρέφουν τα ρούχα κλπ.

Τα **πετροχημικά** ανήκουν στη λεγόμενη βαριά βιομηχανία και βαρύνουν σημαντικά το περιβάλλον. Από την άλλη μεριά η λειτουργία τους όμως αποφέρει σημαντικά κέρδη στην οικονομία του κράτους, γιατί μειώνονται οι εισαγωγές σε προϊόντα ευρείας κατανάλωσης.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει επίσης να δείχνουμε στην καθαριότητα του περιβάλλοντος από τους τόνους σκουπιδιών από πλαστικό που συγκεντρώνονται καθημερινά, αφού πολλές συσκευασίες είναι μιας χρήσης και καταλήγουν στα σκουπίδια. Το φαινόμενο είναι ακόμα πιο έντονο στις μεγαλουπόλεις και θα πρέπει να ληφθούν όλα τα κατάλληλα μέτρα ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση του περιβάλλοντος (μείωση χρήσης, ανακύκλωση, εναλλακτικά προϊόντα κλπ.)

### 1.3 Επεξεργασία προϊόντων αργού πετρελαίου

Η επεξεργασία των προϊόντων του αργού πετρελαίου είναι πάρα πολύ σημαντική γιατί αυτή καθορίζει τελικά τη μορφή που θα έχει το τελικό προϊόν (καύσιμο) σύμφωνα με τις προδιαγραφές.

Οι κυριότερες επεξεργασίες του αργού πετρελαίου είναι οι εξής:

- Η αποθείωση
  
- Η αποχρωμάτωση
  
- Η απόσμωση
  
- Η απορητίνωση
  
- Η σταθεροποίηση του στο φως και τον αέρα.

### 1.4 Χημικές κατεργασίες υγρών καυσίμων

#### 1.4.1 Πυρολυτικές διεργασίες

Η **πυρόλυση** αποτελεί τεχνική μέθοδο που εφαρμόζουν τα διυλιστήρια πετρελαίου για την παραγωγή ελαφρύτερων υδρογονανθράκων του πετρελαίου όπως η βενζίνη, η κηροζίνη κλπ. Η πυρόλυση είναι η χημική διάσπαση οργανικών υλικών με την θέρμανση απουσία οξυγόνου και άλλων αντιδραστηρίων εκτός πιθανόν από ατμό.

Με την τεχνική αυτή των διυλιστηρίων παράγονται πλείστα προϊόντα και ανάλογα αυτών η πυρόλυση διακρίνεται σε 2 μεγάλες κατηγορίες, τη «θερμική πυρόλυση» και τη «καταλυτική πυρόλυση».

- **Θερμική πυρόλυση** είναι η μέθοδος παραγωγής ελαίων (ελαφρών υδρογονανθράκων) στις στήλες απόσταξης των διυλιστηρίων που θερμαίνονται σε υψηλές θερμοκρασίες και πίεση. Είναι μια ήπιας μορφής κατεργασία και επιτυγχάνει χαμηλό βαθμό μετατροπής.
- **Καταλυτική πυρόλυση** είναι η μέθοδος παραγωγής ελαίων, όπως στη θερμική, αλλά όμως στη συνέχεια υφίστανται επεξεργασία από κάποιο καταλύτη. Χρησιμοποιούνται περισσότερο, αφού παράγουν προϊόντα καλύτερης ποιότητας και έχουν καλύτερες ιδιότητες.

Η εκτενής πυρόλυση που αφήνει μόνο άνθρακα ως κατάλοιπο λέγεται **ανθρακοποίηση**. Η πυρόλυση είναι μια ειδική περίπτωση **θερμόλυσης**.

Στη θερμική πυρόλυση κατατάσσονται και οι παρακάτω διεργασίες:

- **Ιξωδόλυση** είναι η μέθοδος μείωσης του ιξώδους βαρέων υπολειμμάτων είτε ατμοσφαιρικής απόσταξης είτε απόσταξης υπό κενό.
- **Εξανθράκωση** είναι η μέθοδος που μετατρέπει υπολείμματα απόσταξης σε λευκά προϊόντα και κώκ.

Στη καταλυτική πυρόλυση κατατάσσονται και οι παρακάτω διεργασίες:

- **Υδρογονοπυρόλυση**, η οποία χρειάζεται και τη παρουσία υδρογόνου, είναι η μέθοδος με την οποία αποφεύγεται η εναπόθεση κώκ στο καταλύτη και μετατρέπει τα βαρέα πολυκυκλικά αρωματικά προϊόντα σε ελαφρύτερα κορεσμένα.
- **Παραγωγή υδρογόνου** είναι η μέθοδος παραγωγής υδρογόνου, μέσω της σχάσης ελαφρών υδρογονανθράκων.

Άλλες μορφές πυρόλυσης είναι οι εξής:

- **Άνυδρη πυρόλυση**  
Η πυρόλυση εννοείται συνήθως ως άνυδρη (χωρίς νερό). Το φαινόμενο εμφανίζεται όποτε ένα στερεό οργανικό υλικό θερμαίνεται κατάλληλα, π.χ. τηγνίζεται, ψήνεται κλπ. Παρ' όλο ότι αυτές οι διαδικασίες πραγματοποιούνται σε ανοικτή ατμόσφαιρα, τα εξωτερικά στρώματα του υλικού κρατούν το εσωτερικό μακριά από το οξυγόνο. Το φαινόμενο επίσης συμβαίνει κατά την καύση συμπαγούς στέρεου καύσιμου όπως το ξύλο.  
Η άνυδρη πυρόλυση μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή υγρών καυσίμων παραπλήσιων με το diesel από στέρεα βιομάζα ή πλαστικό. Η περισσότερο κοινή τεχνική χρησιμοποιεί πολύ μικρούς χρόνους εφαρμογής (<2 δευτερόλεπτα) και υψηλά επίπεδα θέρμανσης σε θερμοκρασίες 350-500 °C και λέγεται γρήγορη ή αστραπιαία πυρόλυση.

➤ **Ένυδρη πυρόλυση**

Ο όρος πυρόλυση ορισμένες φορές χρησιμοποιείται για να περιγράψει την θερμόλυση παρουσία νερού, για παράδειγμα τον θερμικό αποπολυμερισμό οργανικών απόβλητων σε ελαφρύ ορυκτέλαιο.

➤ **Πυρόλυση σε κενό**

Στην πυρόλυση σε κενό, οργανικά υλικά θερμαίνονται σε κενό με τον σκοπό να μειωθεί το σημείο βρασμού και να αποφευχθούν παράπλευρες χημικές αντιδράσεις. Χρησιμοποιείται στην οργανική χημεία ως συνθετικό εργαλείο. Στην αστραπιαία πυρόλυση σε κενό, ο χρόνος παραμονής στην θερμοκρασία εργασίας περιορίζεται στον συντομότερο δυνατό ώστε να περιορισθούν δευτερεύουσες αντιδράσεις.

## 1.4.2 Αναμόρφωση

Η **αναμόρφωση** είναι και αυτή μια χημική κατεργασία σαν τη πυρόλυση και χρησιμοποιείτε κυρίως για την αύξηση του αριθμού οκτανίου.

Χωρίζεται και αυτή σε θερμική και καταλυτική αναμόρφωση.

- Η **θερμική αναμόρφωση** γίνεται με τον ανάλογο τρόπο που γίνεται και η θερμική πυρόλυση.
- Η **καταλυτική αναμόρφωση** είναι αυτή που παράγει τη βενζίνη υψηλών οκτανίων και σαν καταλύτες χρησιμοποιεί στοιχεία όπως λευκόχρυσο, χρώμιο, κ.α.

## 1.4.3 Πολυμερισμός

Είναι η κατεργασία κατά την οποία έχουμε συνένωση ακόρεστων μορίων και σχηματισμό νέων με μεγαλύτερο μοριακό βάρος. Είναι η διεργασία που σαν τελικό προϊόν έχει τη δημιουργία του ισοοκτανίου.

## 1.4.4 Αλκυλίωση

Είναι η διεργασία όπου σε κατάλληλες συνθήκες προστίθενται σε γραμμικά μόρια, τις αλκυλομάδες και στη συνέχεια αυτές σχηματίζουν διακλαδιζόμενα μόρια. Η αλκυλίωση χρησιμοποιείτε κυρίως για τη παραγωγή καυσίμων για αεροπλάνα.

## 1.4.5 Ισομερίωση

Η ισομερίωση είναι μια κατεργασία που μετατρέπει τις ευθείας αλυσίδας παραφίνες σε υψηλότερου αριθμού οκτανίων διακλαδιζόμενες παραφίνες. Χρησιμοποιείτε κυρίως για την αναβάθμιση της ελαφριάς νάφθας.

## 1.4.6 Γλύκανση

Η κατεργασία της γλύκανσης ανήκει στις τελικές κατεργασίες που έχουν σκοπό να εξευγενίσουν το τελικό προϊόν, κυρίως από τις διάφορες μορφές θειούχων ενώσεων πως είναι οι μερκαπτάνες.

## 1.4.7 Παραγωγή αιθέρων

Αυτή η διεργασία είναι απαραίτητη γιατί για τη παραγωγή της βενζίνης απαιτείτε η χρησιμοποίηση οξυγονούχων συστατικών, όπως ο αιθέρας που βοηθά στην αύξηση των οκτανίων.

## 1.4.8 Υδρογονοαπωθείωση

Είναι η κατεργασία κατά την οποία γίνεται η απομάκρυνση του θείου, ταυτόχρονα με την απαζώτωση (απομάκρυνση του αζώτου), για βελτίωση του χρώματος και της οσμής του καυσίμου. Αυτό συμβαίνει επειδή μερικοί τύποι του αργού πετρελαίου έχουν περιεκτικότητα σε θείο μεγαλύτερη από αυτή των απαιτούμενων προδιαγραφών.

## 1.5 Τεχνικές εντοπισμού και άντλησης του πετρελαίου

### 1.5.1 Ενδείξεις κοιτάσματος

Η παρουσία πετρελαϊκού κοιτάσματος στο υπέδαφος δεν αποκαλύπτει πάντοτε επιφανειακές ενδείξεις. Συνεπώς η ανακάλυψη τέτοιων κοιτασμάτων μπορεί να γίνει τελείως συμπτωματικά.

Επιφανειακές ενδείξεις πάντως μπορεί να θεωρηθούν οι ακόλουθες:

- 1) Εκτεταμένη γυμνή όψη επιφάνειας όπου δεν παρατηρείται βλάστηση.
- 2) Ύπαρξη πηγών αλμυρών ή θειούχων θερμών υδάτων.
- 3) Παρατηρούμενα εξερχόμενα αέρια από το υπέδαφος, συχνά αποτελούν σοβαρή εξωτερική εκδήλωση πετρελαϊκού κοιτάσματος.
- 4) Επίσης τα ιλυώδη ή βορβορώδη ηφαίστεια βρίσκονται κοντά σε τέτοια κοιτάσματα, όπως στην περίπτωση του Καυκάσου.

Αναβλύσεις πετρελαίου ή πίσσας αποτελούν την κυριότερη επιφανειακή εκδήλωση ύπαρξης κοιτάσματος. Είναι, όμως, αδύνατον με μόνον αυτή την παρατήρηση να εξαχθούν συμπεράσματα επί της οικονομικής εκμετάλλευσης του τυχόν υπάρχοντος κοιτάσματος.



## 1.5.2 Μέθοδοι εντοπισμού

Ανεξάρτητα όμως των παραπάνω ενδείξεων οι γεωλόγοι ερευνητές ακολουθούν διάφορες μεθόδους ικανές προς εξαγωγή σαφέστερων συμπερασμάτων, όπως τη σεισμική, την ηλεκτρική, τη σταθμική, τη ραδιενεργή μέθοδο, καθώς και τους δύο τρόπους γεώτρησης, τύπου "κείμεπ τουλ" και η τύπου "ρόταρυ". Στην πράξη, σπάνια χρησιμοποιείται μία μοναδική μέθοδος. Συνήθως χρησιμοποιείται, ανάλογα με την θέση έρευνας, συνδυασμός περισσότερων της μιας μεθόδων.

### 1) Σεισμική μέθοδος.

Αυτή η μέθοδος βασίζεται κυρίως στην ταχύτητα μετάδοσης των δονήσεων ενός τεχνητού σεισμού, ο οποίος προκαλείται, συνήθως, με χρήση κατάλληλων εκρηκτικών. Πραγματοποιείται με δύο τρόπους: Είτε της διάθλασης είτε της ανάκλασης των σεισμικών κυμάτων και, βεβαίως, με αντίστοιχα σεισμικά όργανα, δεδομένου ότι τα σεισμικά κύματα δεν διέρχονται εξ ολοκλήρου από υγρά. Η μέθοδος αυτή έχει το μειονέκτημα ότι αντί πετρελαϊκού κοιτάσματος μπορεί να εντοπίσει μεγάλες ποσότητες υπόγειων υδάτων.

### 2) Ηλεκτρική μέθοδος.

Αυτή η μέθοδος βασίζεται κυρίως στο γεγονός ότι ο φλοιός της Γης έχει ορισμένες ηλεκτρικές σταθερές, μία εκ των οποίων είναι και η αντίσταση διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος. Έτσι, με δεδομένο ότι το πετρέλαιο δεν είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, η ένδειξη μεγαλύτερης σχετικής αντίστασης μπορεί να θεωρηθεί ένδειξη παρουσίας πετρελαϊκού κοιτάσματος.

### 3) Ηλεκτρομαγνητική μέθοδος.

Αυτή βασίζεται σε ευαίσθητα όργανα, τα καλούμενα μαγνητόμετρα, που μπορούν να μετρήσουν με σχετικά μεγάλη ακρίβεια την ένταση του μαγνητικού πεδίου της Γης από τόπο σε τόπο.

### 4) Σταθμική ή βαρυτομετρική μέθοδος.

Αυτή βασίζεται στην μέτρηση της έντασης του πεδίου βαρύτητας στα διάφορα σημεία της επιφάνειας της Γης.

### 5) Ραδιενεργή μέθοδος.

Η μέθοδος αυτή κρίνεται πολύ αξιόπιστη και εφαρμόζεται με επιτυχία σε τοποθεσίες με ήπιο ανάγλυφο.

Γενικά, όμως, θα πρέπει να σημειωθεί ότι, παρά την επικρατούσα άποψη, το πετρέλαιο δεν είναι και τόσο σπάνιο πέτρωμα, αφού δεν υφίσταται, σχεδόν, καμία χώρα που να μην έχει ίχνη πετρελαίου ή ασφάλτου ή φυσικά γήινα αέρια, πλην όμως η δυνατότητα εκμετάλλευσης αυτών είναι που το προσδιορίζει ως σπάνιο (υφιστάμενη ποσότητα και κόστος εξόρυξης).

### 1.5.3 Άντληση-Εξόρυξη

Η άντληση του πετρελαίου γίνεται από ειδικές πυργωτές εγκαταστάσεις, που εγκαθίστανται πάνω στις λεγόμενες πετρελαιοπηγές.



Το πετρέλαιο λαμβάνεται μετά από διάτρηση του εδάφους, τη λεγόμενη γεώτρηση με τη μορφή αρτεσιανού φρέατος όπου το πετρέλαιο, σε ορισμένες περιπτώσεις, λόγω των υφιστάμενων πιέσεων, αναβλύζει υπό μορφή πίδακα ύψους πολλών μέτρων. Συνηθέστερα όμως εξάγεται με απάντληση κατόπιν προκαλούμενης πίεσης, στην αρχή, νερού επί του οποίου και επιπλέει το προς εξόρυξη πετρέλαιο.

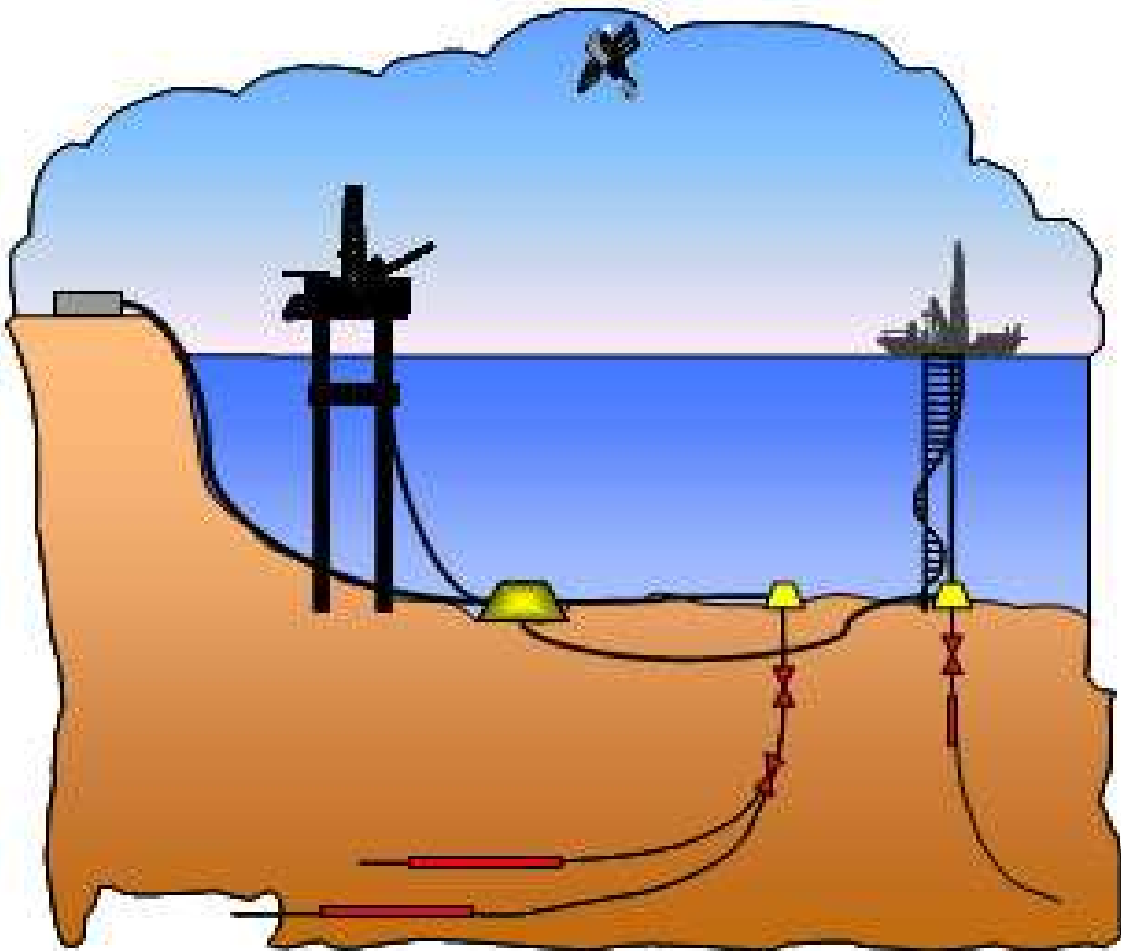
Συνεπώς, υπάρχουν πολλές μέθοδοι αύξησης της παραγωγής πετρελαίου από τις πηγές όπως με εξακόντιση νιτρογλυκερίνης ή με εισαγωγή, υπό πίεση, υδροχλωρικού οξέος ή ακόμα μετά από διαβίβαση αερίων υπό πίεση.

Γενικά το πετρέλαιο από τις πετρελαιοπηγές φέρεται αναμεμιγμένο με αέρια, νερό καθώς και με μικρές ποσότητες άμμου. Τα μεν αέρια αποχωρίζονται μέσω ενός διαχωριστή και χρησιμοποιούνται είτε προς επανεισαγωγή εντός των πηγών (όπως αναφέρθηκε παραπάνω) είτε οδηγούνται προς το εμπόριο ως φυσικά αέρια, είτε, τέλος, διαβιβάζονται μέσα σε απορροφητικού έλαιο, το δε νερό αποχωρίζεται από το πετρέλαιο με παραμονή του σε δεξαμενές, οπότε και αποχωρίζεται και η άμμος (με καθίζηση). Αν, όμως, έχει αναμιχθεί το πετρέλαιο με το νερό ως γαλάκτωμα, τότε είναι απαραίτητο να ακολουθήσουν ιδιαίτερες διεργασίες θέρμανσης, καθώς και χημικές ή ηλεκτρικές μέθοδοι αποχωρισμού του νερού.

Το καθαρό πλέον ακατέργαστο πετρέλαιο συλλέγεται σε δοχεία ορισμένης χωρητικότητας από τα οποία και οδηγείται σε μεγάλες δεξαμενές από τις οποίες και θ' ακολουθήσει η περαιτέρω κατεργασία του, δηλαδή η διύλιση του (κλασματική απόσταξη).

Αφού εντοπισθούν σε μια περιοχή κοιτάσματα πετρελαίου πραγματοποιούνται γεωτρήσεις σε μεγάλο βάθος.

Κοιτάσματα πετρελαίου υπάρχουν και κάτω από τη θάλασσα.



Ο εντοπισμός τους είναι πιο δύσκολος και η άντληση του κοστίζει περισσότερο. Για την άντλησή του κατασκευάζονται ειδικές πλωτές εξέδρες εξόρυξης.



Υπάρχουν τρεις μέθοδοι εξόρυξης του πετρελαίου:

1) εξόρυξη με συρματόσχοινο

Ένα σφυρί-πρέσα βυθίζει μια δαγκάνα που ανοίγει το έδαφος και βγάζει τα χώματα.





## 2) εξόρυξη με περιστροφικό εξοπλισμό

Χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερα βάθη. Αποτελείται από ένα σωλήνα με ένα τρυπάνι. Το τρυπάνι μαζί με το σωλήνα βυθίζεται στο έδαφος και καθώς περιστρέφεται βγάζει έξω τα χώματα.

## 3) θαλάσσια εξόρυξη

Κατασκευάζεται μια ημιβυθισμένη εξέδρα απ' όπου εφαρμόζεται η μέθοδος με τον περιστροφικό εξοπλισμό.





Τα κοιτάσματα αργού πετρελαίου περιέχουν ποσότητα μεθανίου ή άλλων αερίων. Όταν το γεωτρύπανο χτυπήσει το πετρέλαιο, η πίεση απελευθερώνεται στο υπόγειο κοίτασμα. Τα αέρια σπρώχνουν το αργό πετρέλαιο στην επιφάνεια.

Η μεταφορά του πετρελαίου από τις περιοχές άντλησης στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας(διυλιστήρια) γίνεται είτε με πετρελαιαγωγούς είτε με δεξαμενόπλοια.



Ο ελληνικός στόλος αποτελεί σήμερα το 40,6% του παγκόσμιου στόλου δεξαμενόπλοιων. Πολλές φορές όμως έχουν υπάρξει περιπτώσεις διαρροής πετρελαίου από δεξαμενόπλοια που δημιούργησαν σημαντικές περιβαλλοντικές καταστροφές.



#### 1.5.4 Αποθέματα και κατανάλωση



Τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων όπως έχουν εκτιμηθεί κατά την διάρκεια 2005-07 ήταν:

- Κάρβουνο 905 δισεκατομμύρια τόνοι
- Πετρέλαιο 1.119-1.317 δισεκατομμύρια βαρέλια
- Φυσικό αέριο 175-181 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα

Αντίστοιχα η παραγωγή τους κατά την διάρκεια του 2006 ήταν

- Κάρβουνο 16.761.260 τόνοι την μέρα
- Πετρέλαιο 84 εκατομμύρια βαρέλια την μέρα
- Φυσικό αέριο 2.960 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα την μέρα

Η εκτίμηση για την χρονική στιγμή εξάντλησης των αποθεμάτων με τα μέχρι τώρα εκτιμώμενα αποθέματα και την τρέχουσα κατανάλωση είναι:

- Κάρβουνο 148 χρόνια
- Πετρέλαιο 43 χρόνια
- Φυσικό αέριο 61 χρόνια

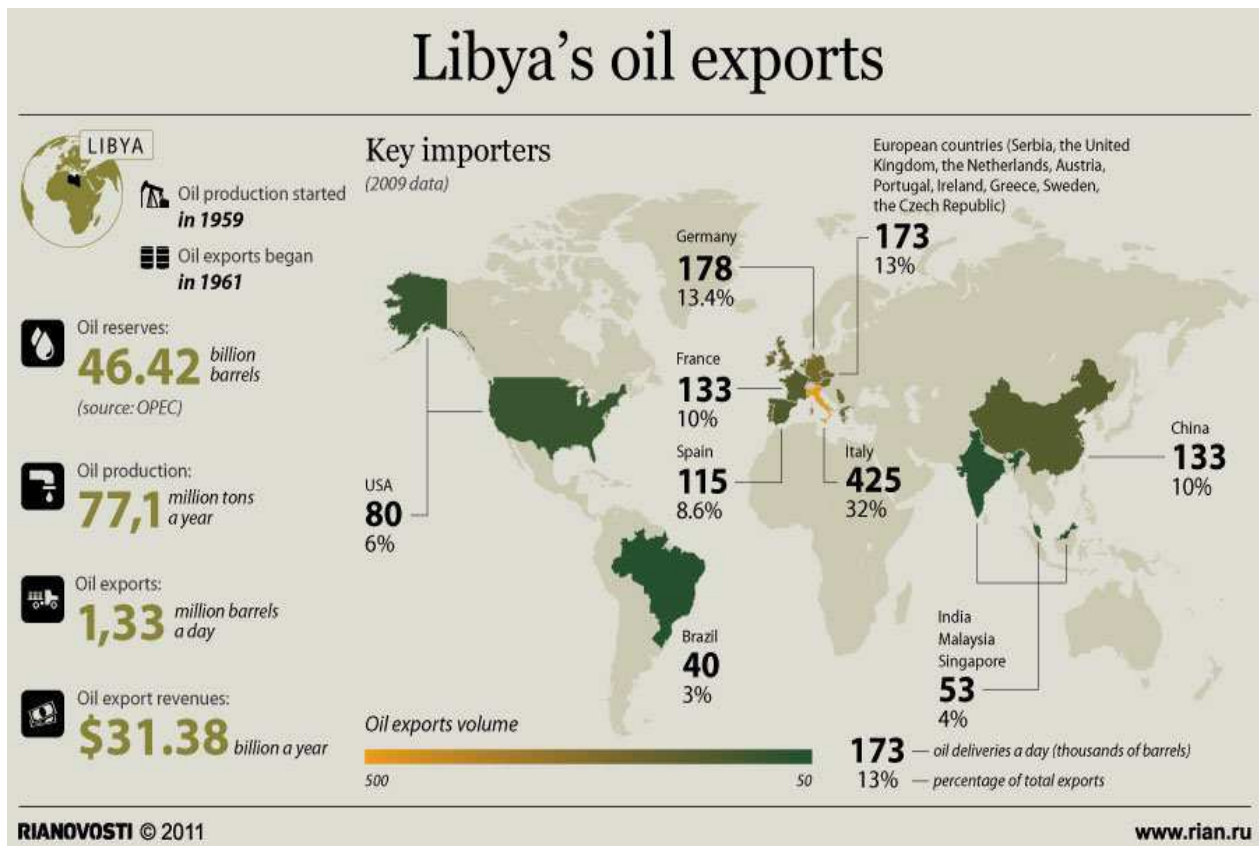
Ο χρόνος της εξάντλησης των αποθεμάτων με την πιο αισιόδοξη εκτίμηση για τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων είναι:

- Κάρβουνο 417 χρόνια
- Πετρέλαιο 43 χρόνια
- Φυσικό αέριο 167 χρόνια

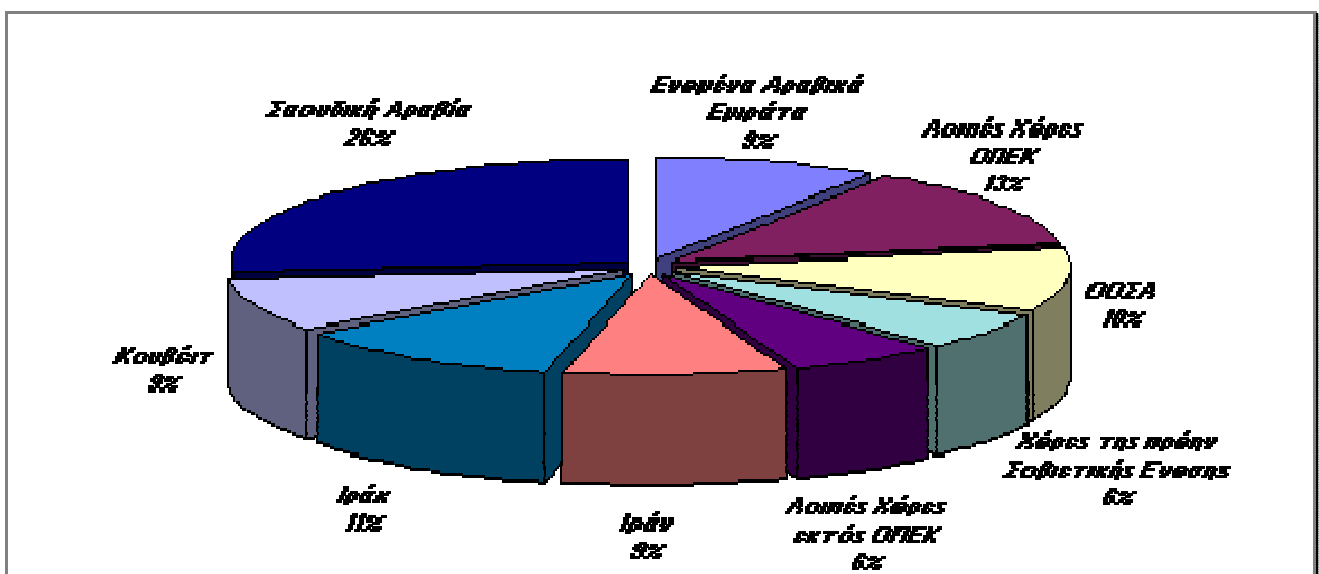
Σημειώνεται ότι οι παραπάνω εκτιμήσεις έχουν γίνει με την παραδοχή ότι το επίπεδο της κατανάλωσης θα παραμείνει σταθερό και πως όλες οι πηγές ορυκτών καυσίμων έχουν ανακαλυφθεί. Στην πραγματικότητα όμως η κατανάλωση αυξάνεται ενώ εξακολουθούν να υπάρχουν ανεκμετάλλευτα κοιτάσματα.



Στο παρακάτω χάρτη βλέπουμε τη κατανάλωση καυσίμου, από αποθέματα της Λιβύης, στις χώρες που καταναλώνουν το περισσότερο (σε % και βαρέλια).



Διάγραμμα κατανομής αποθεμάτων πετρελαίου παγκοσμίως.



### 1.5.5 Περιβαλλοντικές επιδράσεις

Η κύρια επιβλαβής επίδραση στο περιβάλλον της χρήσης των ορυκτών καυσίμων είναι η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρά που έχει ως αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη. Με την καύση των ορυκτών καυσίμων, εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα, απελευθερώνονται και άλλες



επιβλαβείς ουσίες στην ατμόσφαιρα όπως νιτρικά, θειικά ή ανθρακικά οξέα τα οποία είναι υπεύθυνα για τον σχηματισμό όξινης βροχής. Η όξινη βροχή εκτός των άλλων καταστροφικών επιπτώσεων που έχει προκαλεί μεγάλες φθορές στο μάρμαρο και στον ασβεστόλιθο επειδή τα παραπάνω οξέα διαλύουν το ανθρακικό ασβέστιο που περιέχεται σε αυτά τα πετρώματα.

Με την καύση των ορυκτών καυσίμων απελευθερώνονται και ραδιενεργές ουσίες όπως ουράνιο και θόριο τα οποία περιέχονται σε μικρές ποσότητες στα ορυκτά καύσιμα. Το 2000 περίπου 12.000 τόνοι ουρανίου και 5.000 τόνοι θορίου απελευθερώνονται παγκοσμίως από την καύση κάρβουνου. Οι ποσότητες αυτές αναλογικά με την ποσότητα του κάρβουνου που καίγεται είναι πολύ μικρή και δεν έχουν αναφερθεί αρνητικές επιδράσεις στην ανθρώπινη φυσιολογία.

Η καύση του λιθάνθρακα παράγει μεγάλα ποσά τέφρας που επιβαρύνουν τις γειτονικές περιοχές στις μεγάλες μονάδες που χρησιμοποιούν αυτό το καύσιμο. Σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση προκαλούν και οι μέθοδοι εξόρυξης του άνθρακα. Επίσης υπεράκτιες εξορύξεις πετρελαίου μπορούν να προκαλέσουν τεράστια περιβαλλοντική καταστροφή αν υπάρξει διαρροή του υγρού στην θάλασσα. Αντίστοιχη καταστροφή μπορεί να προκληθεί κατά την μεταφορά του πετρελαίου σε περίπτωση θαλάσσιου ατυχήματος μεγάλου δεξαμενόπλοιου. Τέτοιες καταστροφές έχουν συμβεί αρκετές φορές καταστρέφοντας τις κοντινότερες ακτές στο ατύχημα σε ακτίνα πολλών χιλιομέτρων. Τέλος η χημική βιομηχανία και κυρίως τα διυλιστήρια έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον καθώς επιβαρύνουν και την ατμόσφαιρα με επικίνδυνα αέρια αλλά και τα υπόγεια νερά.

## Κεφάλαιο 2

### Καύσιμο Βενζίνη



#### 2.1 Εισαγωγή

Η **βενζίνη** είναι ένα ελαφρύ υγρό, πτητικό και εύφλεκτο, που προέρχεται κυρίως από την κλασματική απόσταξη του πετρελαίου.

Την τελευταία εικοσαετία τα περισσότερα αυτοκίνητα που κυκλοφορούν στους δρόμους αλλά και σημαντικό μέρος των μοτοσικλετών είναι καταλυτικά, παρόλα αυτά τα μη καταλυτικά αυτοκίνητα και μοτοσικλέτες αποτελούν υπολογίσιμο ποσοστό και οι χρήστες τους προβληματίζονται για το ποιο καύσιμο είναι καταλληλότερο να χρησιμοποιούν.



Με την εισαγωγή της αμόλυβδης στα πρατήρια στις αρχές της δεκαετίας του 90 διατηρήθηκε παράλληλα και η διάθεση της βενζίνης super η οποία εμπεριείχε μόλυβδο.

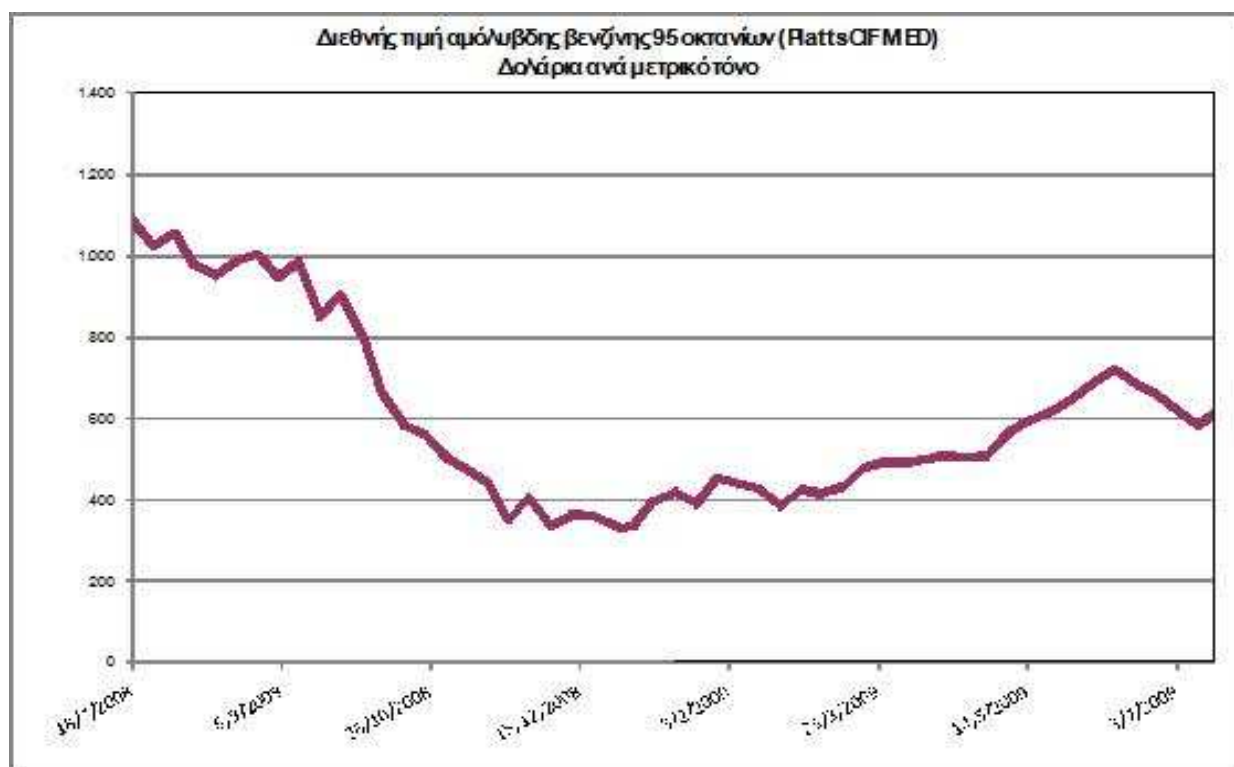
Πριν μερικά χρόνια όμως με την απόφαση για πλήρη κατάργηση των καυσίμων που χρησιμοποιούν μόλυβδο η βενζίνη super καταργήθηκε και την θέση της πήρε η LRP.

Λόγω της μεγάλης κατανάλωσης της βενζίνης, παρασκευάζεται και τεχνητά με 3 κυρίως μεθόδους:

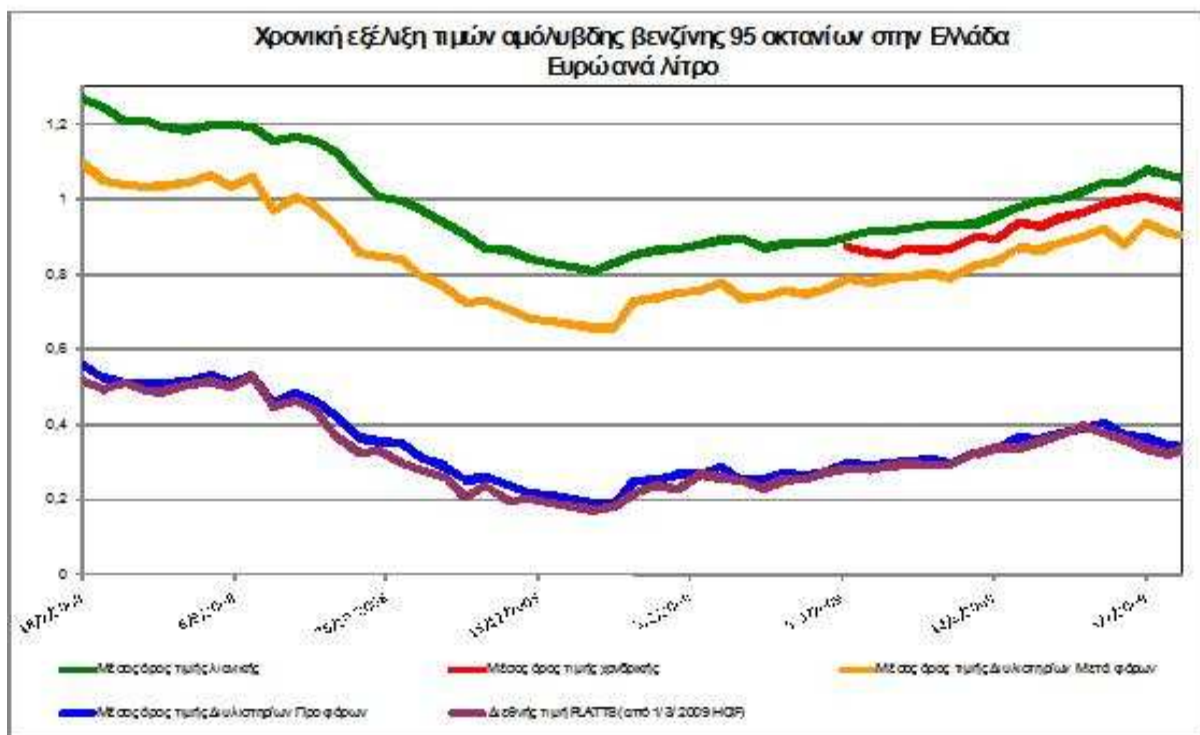
- Μέθοδος με πυρόλυση
- Μέθοδος Μπέργκιους (Bergius) ή με υδροποίηση του άνθρακα
- Μέθοδος Φίσερ Τροπς (Fischer-Tropsch).

Γιατί όμως τα παλαιότερα αυτοκίνητα και μοτοσικλέτες χωρίς καταλύτη έχουν ανάγκη την βενζίνη με μόλυβδο ή την LRP και κατά πόσον αυτό ευσταθεί;

Θα το αναλύσουμε στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου.



Διάγραμμα 1



**Διάγραμμα 2**

## 2.2 Κυριότερες ιδιότητες των βενζινών

Είναι υγρό άχρωμο ή ελαφρά χρωματισμένο, έχει χαρακτηριστική οσμή και αποσταζει μεταξύ 40° και 210°C.

Χρησιμοποιείται ως καύσιμο

υλικό (βενζίνη αυτοκινήτων, αεροσκαφών κλπ.),στη βιομηχανία για την κατεργασία των υφαντικών ινών, για τις απολιπάνσεις, για την παρασκευή κόλλας με βάση το καουτσούκ κ.ά. και ως διαλύτης (βενζίνη εκχύλισης, αποκηλίδωσης κλπ.).

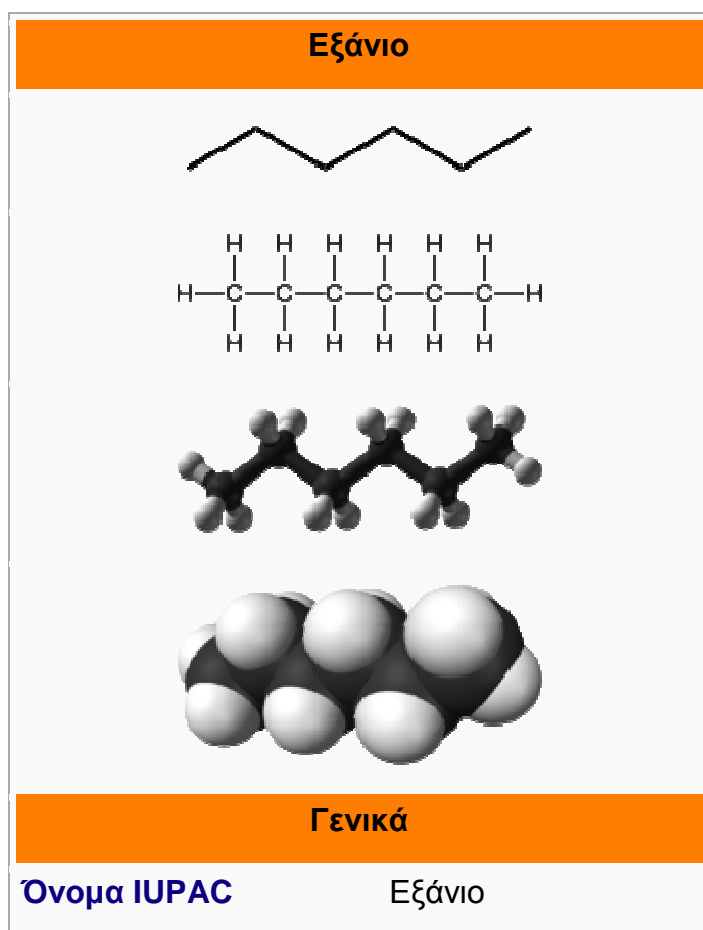
Χημικά είναι μίγμα τριών κυρίως

κορεσμένων υδρογονανθράκων: **εξανίου, επτανίου και οκτανίου.**

Όπως θα δούμε αναλυτικά το κάθε στη συνέχεια.

- Το **εξάνιο** είναι ένα αλκάνιο, δηλαδή άκυκλος κορεσμένος υδρογονάνθρακας, με χημικό τύπο  $C_6H_{14}$  και σύντομο συντακτικό τύπο  $CH_3(CH_2)_4CH_3$ . Το μόριό του αποτελείται από έξι (6) άτομα άνθρακα (δύο (2) πρωτοταγή και τέσσερα (4) δευτεροταγή) και δεκατέσσερα (14) άτομα υδρογόνου.

Το ίδιο το εξάνιο και τα ισομερή του χρησιμοποιούνται ως μη πολικοί διαλύτες. Αποτελούν ακόμη συστατικά της βενζίνης, αν και διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το βαθμό οκτανίου. Για το ίδιο το εξάνιο ο βαθμός οκτανίου του είναι 16. Είναι επίσης (όλα τα εξάνια) είναι συστατικά της βενζινοκόλλας, που χρησιμοποιείται μεταξύ άλλων στην κατασκευή υποδημάτων και άλλων δερμάτινων προϊόντων. Χρησιμοποιούνται τέλος στον καθαρισμό και ιδιαίτερα στην απομάκρυνση ελαίων και γράσων από δερμάτινα και υφασμάτινα προϊόντα. Η χρήση αυτή επεκτείνεται και εργαστηριακά για την απομάκρυνση παρόμοιων ουσιών από δείγματα υδατικά και εδάφους, ως μέρος της προετοιμασίας τους για βαρυμετρική ανάλυση και αέρια χρωματογραφία.



Χημικά αναγνωριστικά	
<b>Χημικός τύπος</b>	$C_6H_{14}$
<b>Μοριακή μάζα</b>	58,12 g/mol
<b>Σύντομος συντακτικός τύπος</b>	$CH_3(CH_2)_4CH_3$
<b>Συντομογραφίες</b>	BuEt, Pr <sub>2</sub>
<b>Αριθμός CAS</b>	110-54-3
<b>SMILES</b>	CCCCCC
<b>InChI</b>	1/C6H14/c1-3-5-6-4-2/h3-6H2,1-2H3
<b>Αριθμός RTECS</b>	MN9275000
<b>PubChem CID</b>	8058
<b>ChemSpider ID</b>	7767

## Ισομέρεια

Ισομερή θέσης	4
	2-μεθυλοπεντάνιο
	3-μεθυλοπεντάνιο
	2,2- διμεθυλοβουτάνιο
	2,3- διμεθυλοβουτάνιο

## Φυσικές ιδιότητες

Σημείο τήξης	-95 °C
Σημείο βρασμού	69 °C
Πυκνότητα	654,8 kg/m <sup>3</sup>
Διαλυτότητα στο νερό	13 g/m <sup>3</sup> (20 °C)
Εμφάνιση	Άχρωμο υγρό

## Χημικές ιδιότητες

Βαθμός οκτανίου	19 <sup>[1]</sup>
Ελάχιστη θερμοκρασία ανάφλεξης	-23.3 °C
Σημείο αυτανάφλεξης	233.9 °C

## Επικινδυνότητα

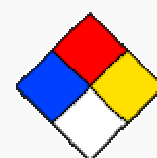


Εύφλεκτο (F), Επιβλαβές (Xn), Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς (N)

**Φράσεις κινδύνου** 11, 38, 48/20, 62, 65, 67, 51/53

**Φράσεις ασφαλείας** 2, 9, 16, 29, 33, 36/37, 61, 62

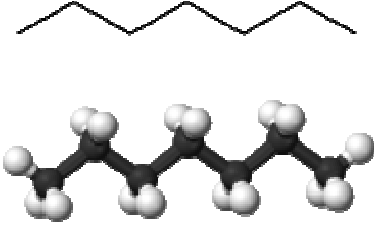
**MSDS** [Σύνδεσμος MSDS](#)



**Κίνδυνοι κατά  
NFPA 704** 3  
1  
0

Η κατάσταση αναφοράς είναι η πρότυπη κατάσταση (25°C, 1 Atm) εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά

- Το **επτάνιο** είναι ένα αλκάνιο, δηλαδή άκυκλος κορεσμένος υδρογονάνθρακας, με χημικό τύπο  $C_7H_{16}$  και σύντομο συντακτικό τύπο  $CH_3(CH_2)_5CH_3$ . Το επτάνιο έχει εξ' ορισμού βαθμό οκτανίου μηδέν (0).

Επτάνιο	
	
Γενικά	
<b>Όνομα IUPAC</b>	Επτάνιο
Χημικά αναγνωριστικά	
<b>Χημικός τύπος</b>	$C_7H_{16}$
<b>Μοριακή μάζα</b>	100,21 amu
<b>Σύντομος συντακτικός τύπος</b>	$CH_3(CH_2)_5CH_3$
<b>Συντομογραφίες</b>	BuPr
<b>Αριθμός CAS</b>	142-82-5
<b>SMILES</b>	CCCCCCC
<b>InChI</b>	1/C7H16/c1-3-5-7-6-4-2/h3-7H2,1-2H3
<b>Αριθμός RTEC</b>	MI7700000
<b>PubChem CID</b>	8900
<b>ChemSpider ID</b>	8560
Ισομέρεια	

<b>Ισομερή θέσης</b>	8
	2-μεθυλοεξάνιο
	3-μεθυλοεξάνιο
	2,2-διμεθυλοπεντάνιο
	2,3-διμεθυλοπεντάνιο
	2,4-διμεθυλοπεντάνιο
	3,3-διμεθυλοπεντάνιο
	αιθυλοπεντάνιο,
	τριμεθυλοβουτάνιο
Φυσικές ιδιότητες	
<b>Σημείο τήξης</b>	-90,61 °C
<b>Σημείο βρασμού</b>	98,42 °C
<b>ύ</b>	
<b>Πυκνότητα</b>	684 kg/m <sup>3</sup>
<b>Ιξώδες</b>	0,386 cP (20 °C)
<b>Εμφάνιση</b>	Άχρωμο υγρό
Χημικές ιδιότητες	
<b>Βαθμός οκτανίου</b>	0 <sup>[1]</sup>
<b>Ελάχιστη θερμοκρασία ανάφλεξης</b>	-4 °C
<b>Σημείο αυτανάφλεξης</b>	285 °C



## Επικινδυνότητα

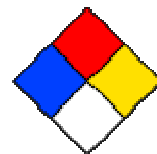


Εξαιρετικά εύφλεκτο (F+), Επιβλαβές (Xn), Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς (N)

**Φράσεις κινδύνου** 12, 51/53, 65, 66, 67

**Φράσεις ασφαλείας** 2, 9, 16, 29, 33, 61, 62

**MSDS** Σύνδεσμος MSDS



**Κίνδυνοι κατά NFPA 704** 3  
1  
0



Η κατάσταση αναφοράς είναι η πρότυπη κατάσταση (25°C, 1 Atm)  
εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά

- Το **οκτάνιο** είναι ένα αλκάνιο, δηλαδή άκυκλος κορεσμένος υδρογονάνθρακας, με χημικό τύπο  $C_8H_{18}$  και σύντομο συντακτικό τύπο  $CH_3(CH_2)_6CH_3$ .  
Το οκτάνιο έχει τα ακόλουθα δεκαεπτά (17) ισομερή θέσης:
- 1) 2-μεθυλεπτάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $CH_3(CH_2)_4CH(CH_3)_2$ .
  - 2) 3-μεθυλεπτάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $CH_3(CH_2)_3CH(CH_3)CH_2CH_3$  (σε δύο (2) οπτικά ισομερή).
  - 3) 4-μεθυλεπτάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $[CH_3(CH_2)_2]_2CHCH_3$ .
  - 4) Αιθυλεξάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $(CH_3CH_2)_2CHCH_2CH_2CH_3$ .
  - 5) 2,2-διμεθυλεξάνιο ή νεοοκτάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $(CH_3)_3C(CH_2)_3CH_3$ .
  - 6) 2,3-διμεθυλεξάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $(CH_3)_2CHCH(CH_3)CH_2CH_2CH_3$  (σε δύο (2) οπτικά ισομερή).
  - 7) 2,4-διμεθυλεξάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $(CH_3)_2CHCH_2CH(CH_3)CH_2CH_3$  (σε δύο (2) οπτικά ισομερή).
  - 8) 2,5-διμεθυλεξάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $(CH_3)_2CHCH_2CH_2CH(CH_3)_2$ .
  - 9) 3,3-διμεθυλεξάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $CH_3CH_2C(CH_3)_2CH_2CH_2CH_3$ .
- 3,4-διμεθυλεξάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $CH_3CH_2CH(CH_3)CH(CH_3)CH_2CH_3$  (σε τρία (3) οπτικά ισομερή).

- 10) Αιθυλο-2-μεθυλοπεντάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$ .
- 11) Αιθυλο-3-μεθυλοπεντάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{CH}_3)_2$ .
- 12) 2,2,3-τριμεθυλοπεντάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)_3$  (σε δύο (2) οπτικά ισομερή).
- 13) 2,2,4-τριμεθυλοπεντάνιο ή ισοκτάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$  (σε δύο (2) οπτικά ισομερή).
- 14) 2,3,3-τριμεθυλοπεντάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ .
- 15) 2,3,4-τριμεθυλοπεντάνιο, με σύντομο συντακτικό τύπο  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  (σε δύο (2) οπτικά ισομερή).
- 16) Τετραμεθυλοβουτάνιο  $(\text{CH}_3)_3\text{CC}(\text{CH}_3)_3$ .

Από αυτά είναι γνωστότερο το 2,2,4τριμεθυλοπεντάνιο ή **ΙΣΟΚΤΑΝΙΟ** θεωρείται η σταθερά 100 στο βαθμό οκτανίου ως καύσιμο για κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Όλα τα οκτάνια (δηλαδή το οκτάνιο και τα ισομερή του) είναι συστατικά της βενζίνης και φυσικά εξαιρετικά εύφλεκτα.

Οκτάνιο	
 	
Γενικά	
<b>Όνομα IUPAC</b>	Οκτάνιο
Χημικά αναγνωριστικά	
<b>Χημικός τύπος</b>	$\text{C}_8\text{H}_{18}$
<b>Μοριακή μάζα</b>	114,23 amu

<b>Σύντομος συντακτικός τύπος</b>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$
<b>Συντομογραφίες</b>	$\text{Bu}_2$
<b>Αριθμός CAS</b>	111-65-9
<b>SMILES</b>	CCCCCCCC
<b>InChI</b>	1S/C8H18/c1-3-5-7-8-6-4-2/h3-8H2,1-2H3
<b>Αριθμός RTECS</b>	RG8400000
<b>PubChem CID</b>	356
<b>ChemSpider ID</b>	349

## Ισομέρεια

Ισομερή θέσης 17

## Φυσικές ιδιότητες

Σημείο τήξης -57 °C

Σημείο βρασμού 125,52 °C

Πυκνότητα 703 kg/m<sup>3</sup>

Ιξώδες 0,542 cP (20 °C)

Εμφάνιση Άχρωμο υγρό

## Χημικές ιδιότητες

Ελάχιστη θερμοκρασία  
ανάφλεξης 13 °C

Σημείο  
αυτανάφλεξης 220 °C

## Επικινδυνότητα



Εξαιρετικά εύφλεκτο (F+), Επιβλαβές  
(Xn), Τοξικό για τους υδρόβιους  
οργανισμούς (N)

Φράσεις κινδύνου R11 R38 R50/53  
R65 R67

Φράσεις ασφαλείας (S2) S9 S16 S29  
S33 S60 S61 S62

Η κατάσταση αναφοράς είναι η  
πρότυπη κατάσταση (25°C, 1 Atm)  
εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά

## 2.3 Σύσταση-Αριθμός οκτανίων

Η ποιότητα ενός καυσίμου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όμως σαν καταναλωτικό προϊόν οι βενζίνες χαρακτηρίζονται κυρίως (και ίσως μόνο) από τον αριθμό οκτανίου, τι ακριβώς όμως εκφράζει το νούμερο αυτό;

- Ο αριθμός οκτανίου είναι ένα μέτρο της ποιότητας των καυσίμων για μηχανές εσωτερικής καύσης και ιδιαίτερα της βενζίνης. Δείχνει το βαθμό αντικρουστικής ικανότητας μιας βενζίνης, δηλαδή είναι μια συμβατική μονάδα μέτρησης που μας δίνει πόσο αντέχει να συμπιεστεί ένα καύσιμο χωρίς να εκραγεί. Ο αντίστοιχος αριθμός για καύσιμα με βάση το πετρέλαιο καλείται αριθμός κετανίου.

Όλα τα είδη της βενζίνης δεν έχουν την ίδια σύσταση και επομένως την ίδια αξία. Για τη σύγκριση των διάφορων βενζινών χρησιμοποιείται η λεγόμενη κλίμακα οκτανίου από 0 έως 100 και κάθε βενζίνη χαρακτηρίζεται από τον αριθμό οκτανίων. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός οκτανίου της βενζίνης, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοσή της.

Μία βενζίνη θεωρείται ότι είναι αριθμού οκτανίου 0 όταν συμπεριφέρεται όπως το κανονικό επτάνιο, που δεν θεωρείται καλό καύσιμο για βενζινοκινητήρες και αριθμού οκτανίου 100 όταν συμπεριφέρεται όπως ένα παράγωγο του κανονικού οκτανίου το ισοοκτάνιο (2,2,4-τριμεθυλο-πεντάνιο), που θεωρείται δηλαδή άριστο καύσιμο για βενζινοκινητήρες.

Για παράδειγμα, βενζίνη αριθμού οκτανίου 95 είναι εκείνη η οποία συμπεριφέρεται όπως το μείγμα που αποτελείται από 95% ισοοκτάνιο και 5% n-επτάνιο. Για την αύξηση του αριθμού οκτανίου της βενζίνης, είτε υποβάλλεται σε ειδική κατεργασία, είτε προστίθενται σε αυτή διάφορες ουσίες, που ονομάζονται αντικτυπικά ή αντικροτικά (anti-knocks). Στο παρελθόν προσέθεταν στη βενζίνη τετραμεθυλιούχο μόλυβδο και τετρααιθυλιούχο μόλυβδο, αλλά σήμερα μόνο αλκοόλες και αιθέρες, καθώς ο μόλυβδος είναι τοξικός. Ως αποτέλεσμα, το καύσιμο χωρίς αυτόν ονομάζεται αμόλυβδη βενζίνη. Η απλή αμόλυβδη έχει αριθμό οκτανίου 95, ενώ η σούπερ αμόλυβδη έχει αριθμό οκτανίου που κυμαίνεται μεταξύ 99 και 100 (σε ορισμένα κράτη υπάρχει και 98 οκτανίων).

Μπορεί να προστεθεί επίσης μεθανόλη και αιθανόλη. Προσοχή: τέτοια ανάμιξη δεν συνιστάται για 2-χρονους κινητήρες, διότι δεν αναμιγνύονται με το λάδι αυτών των κινητήρων.

Με βάση τα παραπάνω ο αριθμός οκτανίου ενός καυσίμου ορίζεται ως η % ποσότητα (κατ' όγκο) ισοοκτανίου (2,2,4-τριμεθυλο-πεντάνιο) σε πρότυπο μίγμα με n-επτάνιο έτσι ώστε αυτό το μίγμα να παρουσιάζει την ίδια

αντικροτική συμπεριφορά (χτύπος της μηχανής) με το εξεταζόμενο καύσιμο. Έτσι, βενζίνη αριθμού οκτανίου 80 είναι εκείνη η οποία συμπεριφέρεται όπως το μείγμα που αποτελείται από 80% ισοοκτάνιο και 20% n-επτάνιο.

### 2.3.1 Μέτρηση αριθμού οκτανίου

Ο προσδιορισμός του αριθμού οκτανίου μιας βενζίνης γίνεται με τη βοήθεια ενός πρότυπου κινητήρα, στον οποίο αρχικά μπαίνει η εξεταζόμενη βενζίνη και μετρίεται η συμπίεση στην οποία ακούγεται το κτύπημα. Έπειτα, μπαίνει κανονικό επτάνιο στο οποίο προστίθεται ισοοκτάνιο ωσότου ακουστεί το κτύπημα στην ίδια πίεση με εκείνη της εξεταζόμενης βενζίνης. Το επί της εκατό ποσοστό του ισοοκτανίου που υπάρχει στο μείγμα δίνει τον αριθμό οκτανίου της βενζίνης.

Η ενεργειακή απόδοση ενός καυσίμου μπορεί να εκτιμηθεί με περισσότερους από ένα αριθμούς οκτανίου και αυτό το γεγονός μπορεί να προκαλέσει σύγχυση. Γι' αυτό το λόγο έχουν καθοριστεί δύο μέθοδοι προσδιορισμού του αριθμού οκτανίου,

- η **μέθοδος ερευνητικής δοκιμασίας** (Research Test Method) που δίνει τον **αριθμό οκτανίου έρευνας** (Research octane number, RON) και
- η **μέθοδος δοκιμασίας κινητήρα** (Motor Test Method) που δίνει τον **αριθμό οκτανίου κινητήρα** (Motor octane number, MON).

Και οι δύο μέθοδοι είναι εργαστηριακές και διαφέρουν στις συνθήκες δοκιμασίας του καυσίμου, δηλαδή στην θερμοκρασία προθερμάνσεως του αέρα, στο χρόνο αναφλέξεως του μίγματος καυσίμου – αέρα και στην ταχύτητα του κινητήρα. Γενικά, η μέθοδος δοκιμασίας κινητήρα χρησιμοποιεί εντονότερες συνθήκες από τη μέθοδο ερευνητικής δοκιμασίας, γι' αυτό ο RON ενός καυσίμου είναι υψηλότερος από τον MON. Η διαφορά μεταξύ των δύο τιμών χρησιμοποιείται ως **δείκτης ευαισθησίας** του καυσίμου και επιτρέπει μια εκτίμηση της ανταποκρίσεως του καυσίμου σε μεταβολές της μηχανής και σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας.

Τέλος, οι εταιρίες πετρελαιοειδών διαθέτουν δύο πρόσθετες δοκιμασίες οι οποίες γίνονται είτε φέρνοντας το αυτοκίνητο απευθείας στο δρόμο είτε τοποθετώντας το πάνω σε σασί-δυναμόμετρο. Οι τιμές που λαμβάνονται με αυτές τις δοκιμασίες ονομάζονται **οδικοί αριθμοί οκτανίου** (Road octane numbers, RdON). Επειδή οι οδικοί αριθμοί οκτανίου είναι δυσκολότερο και δαπανηρότερο να ληφθούν, πολλές φορές προτιμάται η εκτίμησή του ως ο μέσος όρος των RON και MON.

Η κλίμακα οκτανίου μπορεί να προεκταθεί προς τιμές υψηλότερες από 100, αφού το ισοοκτάνιο δεν είναι η ουσία με τη μεγαλύτερη αντικρουστική ικανότητα. Έτσι για παράδειγμα η αιθανόλη έχει RON ίσο με 129.

Σε αυτή την περίπτωση ως καύσιμα συγκρίσεως λαμβάνονται μίγματα ισοοκτανίου και τετρααιθυλο-μολύβδου.

### 2.3.2 Αριθμός οκτανίου υδρογονανθράκων

Ο αριθμός οκτανίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη μοριακή δομή μιας χημικής ένωσης.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι αριθμοί οκτανίου κινητήρα (MON) διαφόρων υδρογονανθράκων:

Όνομα	Χημικός τύπος	Κατηγορία	MON
<a href="#">Βουτάνιο</a>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	<a href="#">Παραφίνη</a>	89,6
n- <a href="#">Πεντάνιο</a>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	<a href="#">Παραφίνη</a>	62,0
<a href="#">2-Μεθυλο-βουτάνιο</a>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	Ισοπαραφίνη	90,3
n- <a href="#">Εξάνιο</a>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	Παραφίνη	26,0
2-Μεθυλο-πεντάνιο	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	Ισοπαραφίνη	73,5
<a href="#">Κυκλοεξάνιο</a>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	Ναφθένιο	77,2
<a href="#">Βενζόλιο</a>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Αρωματικό	115,0
<a href="#">Τολουόλιο</a>	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	Αρωματικό	103,5
n- <a href="#">Επτάνιο</a>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	Παραφίνη	0
2,2,4-τριμεθυλο-πεντάνιο	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	Ισοπαραφίνη	100
2,3,4-τριμεθυλο-πεντάνιο	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	Ισοπαραφίνη	95,9
2,5-διμεθυλο-εξάνιο	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	Ισοπαραφίνη	55,7
2-μεθυλο-επτάνιο	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	Ισοπαραφίνη	13,0
1-εξένιο	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	<a href="#">Ολεφίνη</a>	63,0
1-οκτένιο	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	<a href="#">Ολεφίνη</a>	35,0
1,2-διμεθυλο-κυκλοεξάνιο	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	Ναφθένιο	79,0
Αιθυλο-κυκλοεξάνιο	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	Ναφθένιο	41,0

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα, ο αριθμός οκτανίου γενικά μειώνεται με την αύξηση του αριθμού των ατόμων άνθρακα για ενώσεις της ίδιας κατηγορίας, ενώ τα διακλαδισμένα αλκάνια, τα αλκένια και ειδικότερα οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες εμφανίζουν υψηλό αριθμό οκτανίου.

Στα διακλαδισμένα αλκάνια εξαρτάται από τον αριθμό, την θέση και το μέγεθος των διακλαδώσεων. Οι ισοπαραφίνες με πολλές πλευρικές μεθυλομάδες έχουν τον υψηλότερο αριθμό οκτανίου. Τα κανονικά αλκάνια (χωρίς διακλαδώσεις) έχουν πολύ χαμηλό αριθμό οκτανίου για αλυσίδες με παραπάνω από πέντε άτομα άνθρακα.

Το βενζόλιο και τα μέθυλο-βενζόλια έχουν υψηλούς αριθμούς οκτανίου, ενώ όσο οι υποκαταστάτες αλλάζουν από μεθύλια σε αλκύλια με περισσότερα άτομα άνθρακα, μειώνεται και ο αριθμός οκτανίου.

Τέλος τα ναφθένια βρίσκονται ανάμεσα στα κανονικά αλκάνια και τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες, με τους υποκαταστάτες να έχουν παρόμοια επίδραση με αυτή των αρωματικών υδρογονανθράκων.

### 2.3.3 Παράμετροι καταλληλότητας καύσιμου

Οι παράμετροι που θα καθορίσουν το καύσιμο που είναι κατάλληλο για τον κάθε κινητήρα είναι τρεις:

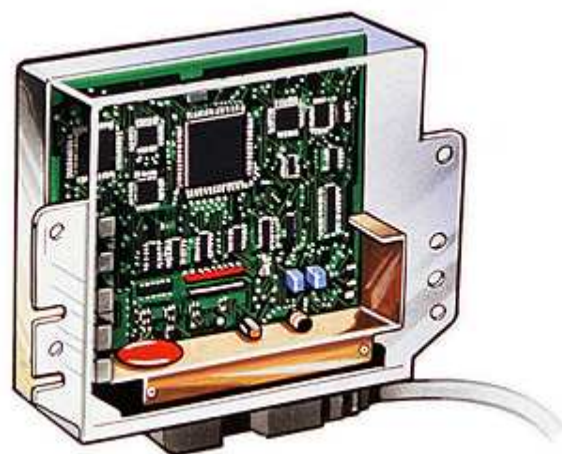
- η γεωμετρική σχέση συμπίεσης,
- η ηλεκτρονική διαχείριση του καυσίμου και της ανάφλεξης και
- η ύπαρξη υπερτροφοδότησης.



**1) Η γεωμετρική σχέση συμπίεσης** ορίζεται από τον λόγο του όγκου του κυλίνδρου με το έμβολο στο ΑΝΣ (άνω νεκρό σημείο) προς τον όγκο του κυλίνδρου στο ΚΝΣ (κάτω νεκρό σημείο). Η γεωμετρική σχέση συμπίεσης είναι συγκεκριμένη και σταθερή για κάθε κινητήρα, μπορεί να αλλάξει μόνο με μετατροπές (αλλαγή εμβόλων πχ) και παραμένει αμετάβλητη όσο ο κινητήρας λειτουργεί.

**2) Η ηλεκτρονική διαχείριση καυσίμου και ανάφλεξης** είναι αρκετά πιο περίπλοκο ζήτημα.

Σε ένα εμβολοφόρο κινητήρα θεωρητικά η ανάφλεξη πρέπει να γίνει τη στιγμή που το έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ (άνω νεκρό σημείο), λίγο πριν και τα καυσαέρια θα εμποδίσουν το έμβολο όσο ανεβαίνει προς το ΑΝΣ ενώ λίγο μετά και θα έχει σπαταληθεί μέρος της προς τα κάτω διαδρομής του εμβόλου χωρίς να παραχθεί έργο.



(κινητήρας με ξεχωριστό πηνίο ανά μπουζί και εξελιγμένη ηλεκτρονική ανάφλεξη)

Η λέξη θεωρητικά εδώ όμως έχει μεγάλη σημασία, στην προηγούμενη παράγραφο θεωρήσαμε πως η ανάφλεξη γίνεται στιγμιαία, πράγμα που μπορεί προσεγγιστικά να ισχύει σε βραδύστροφους κινητήρες αλλά απέχει πολύ από την πραγματικότητα στους περισσότερους κινητήρες αυτοκινήτων και μοτοσυκλετών. Στην πράξη θέλουμε η ανάφλεξη να γίνει την κατάλληλη χρονική στιγμή ώστε να μην επιβραδύνει το ανερχόμενο έμβολο (πριν το ΑΝΣ) και να μην σπαταληθεί ωφέλιμη διαδρομή του εμβόλου προς τα κάτω(μετά το ΑΝΣ).

Το καύσιμο μίγμα χρειάζεται ένα δεδομένο χρόνο για να καεί και όσο ο κινητήρας δουλεύει με περισσότερες στροφές ανά λεπτό ο χρόνος αυτός μειώνεται. Η ιδανική στιγμή για την ανάφλεξη είναι η δημιουργία της μέγιστης πίεσης των καυσαερίων τη στιγμή που το έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ, άρα σε υψηλές στροφές λειτουργίας ο σπινθήρας δημιουργείται όταν ακόμα το έμβολο ανεβαίνει ώστε μέχρι το ΑΝΣ να έχει σχηματιστεί η μέγιστη δυνατή πίεση των καυσαερίων. Το χρονικό αυτό διάστημα, από τον σπινθήρα μέχρι το ΑΝΣ ονομάζεται μηχανισμός προπορείας σπινθήρα (Avance) και στα σύγχρονα αυτοκίνητα και μοτοσυκλέτες ρυθμίζεται από την ηλεκτρονική ανάφλεξη.



Αν η ηλεκτρονική ανάφλεξη είναι αρκετά εξελιγμένη και υπάρχει αισθητήρας προανάφλεξης τότε ο κινητήρας ακόμα και αν είναι ρυθμισμένος για βενζίνη 98 οκτανίων μπορεί να λειτουργήσει και με υποδεέστερο καύσιμο. Στην προκειμένη περίπτωση ο σπινθήρας και η ανάφλεξη δημιουργούνται νωρίτερα από το ιδανικό χρονικό σημείο κατά την άνοδο του εμβόλου . Αυτό μπορεί να μειώνει την απόδοση του κινητήρα αλλά δεν αφήνει το καύσιμο μίγμα να συμπιεστεί πέραν της αντοχής του και αποτρέπονται τα φαινόμενα κρουστικής ανάφλεξης.

Οι σύγχρονοι κινητήρες μπορούν να αντέξουν διακυμάνσεις στην ποιότητα του καυσίμου ως προς την αντοχή του σε προανάφλεξη και ως ένα βαθμό να εκμεταλλευτούν καύσιμο περισσότερων οκτανίων από αυτό που δίνει ο κατασκευαστής.

Στην πράξη όμως οι δυνατότητες των συστημάτων ανάφλεξης είναι σχετικά περιορισμένες, σε αυτοκίνητα έμμεσου ψεκασμού οι διαφορές από χρήση βενζίνης υψηλών οκτανίων είναι ελάχιστες και συνήθως μη ανιχνεύσιμες. Στις μοτοσικλέτες που συνήθως έχουν μεγαλύτερη γεωμετρική σχέση συμπίεσης αλλά και πολύστροφους κινητήρες οι διαφορές ίσως είναι μεγαλύτερες αλλά και πάλι είναι μικρές.

Θα μπορούσαμε να ρυθμίσουμε έναν κινητήρα να δουλεύει με βενζίνες υψηλών οκτανίων αλλά τότε θα τον περιορίζαμε στο συγκεκριμένο καύσιμο και ίσως να είχε πρόβλημα να λειτουργήσει σωστά με βενζίνη 95 οκτανίων (απλή αμόλυβδη).

Οι κινητήρες με άμεσο ψεκασμό βενζίνης εκτός από την εξελιγμένη ηλεκτρονική διαχείριση της ανάφλεξης χρησιμοποιούν και προέγχυση καυσίμου, ψεκασμό πολλαπλών φάσεων και στρωματική καύση οπότε μπορούν να εκμεταλλευτούν ένα καλύτερο καύσιμο ενώ έχουν και την ευελιξία ώστε να δουλεύουν απροβλημάτιστα και με απλή αμόλυβδη. Οι δυναμομετρήσεις τέτοιων κινητήρων δείχνουν πως υπάρχει πολύ μεγαλύτερη βελτίωση από την χρήση βενζίνης υψηλών οκτανίων σε σχέση με τους συμβατικούς κινητήρες.

**3)Υπερτροφοδότηση**, στους υπερτροφοδοτούμενους κινητήρες η μέγιστη συμπίεση του καυσίμου εξαρτάται και από το σύστημα υπερπλήρωσης. Ανάλογα και με την παροχή του συμπιεστή το μίγμα που εισάγεται στο κύλινδρο είναι περισσότερο από όσο θα έμπαινε υπό ατμοσφαιρική πίεση οπότε όντας ήδη υπό πίεση συμπιέζεται ακόμα περισσότερο.

Παρόλο λοιπόν που η γεωμετρική σχέση συμπίεσης είναι συγκεκριμένη και σταθερή, η πραγματική σχέση συμπίεσης μεγαλώνει ανάλογα με την επιπλέον παροχή καυσίμου μίγματος του συμπιεστή.



(κινητήρας με άμεσο ψεκασμό και στροβιλοσυμπιεστή εξάτμισης από Audi TT RS)

Ανάλογα το πόσο εξελιγμένη είναι η διαχείριση (μέσω βαλβίδων ανακούφισης ή παρακαμπτηρίων κυρίως) του υπερτροφοδοτούμενου κινητήρα και φυσικά σε συνδυασμό με την ηλεκτρονική διαχείριση της ανάφλεξης και του ψεκασμού οι κινητήρες αυτοί μπορούν να έχουν σημαντικά ωφέλη από βανζίνες υψηλών οκτανίων μιας και μπορούν να επηρεάζουν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από τους ατμοσφαιρικούς το ποσοστό συμπίεσης του καυσίμου μίγματος.

Οι συγκριτικές δυναμομετρήσεις με απλή ή 100 οκτανίων αμόλυβδη σε σύγχρονα υπερτροφοδοτούμενα αυτοκίνητα δείχνει σημαντικά οφέλη με το καλύτερο καύσιμο και ίσως είναι τα μόνα αυτοκίνητα δρόμου όπου η χρήση τέτοιων καυσίμων έχει κάποιο ουσιαστικό όφελος.

## 2.4 Κτύπημα του κινητήρα-Αντικροτικά πρόσθετα

### 2.4.1 Κτύπημα του κινητήρα

Ο αριθμός οκτανίου είναι ένα μέτρο της τάσεως ενός καυσίμου για την εμφάνιση “κτυπήματος” (knock) στον βενζινοκινητήρα.

Η βενζίνη μπαίνει στους κυλίνδρους σε μια μηχανή εσωτερικής καύσης μαζί με αέρα.

Μέσα στους κυλίνδρους το μείγμα καυσίμου – αέρα βρίσκεται υπό πίεση και αναφλέγεται με τη βοήθεια των σπινθηριστών (μπουζί). Όταν όμως η πίεση ξεπεράσει κάποιο όριο, το οποίο εξαρτάται από την ποιότητα του καυσίμου, τότε η ανάφλεξη δεν γίνεται κανονικά αλλά αντίθετα προκαλείται αυτανάφλεξη του καυσίμου. Τότε ακούγεται ένας χαρακτηριστικός ήχος, το “κτύπημα”, ο οποίος δημιουργείται από την επίδραση του κρουστικού κύματος της πρόωρης έκρηξης του καυσίμου στα τοιχώματα του κυλίνδρου του κινητήρα. Αποτέλεσμα του φαινομένου αυτού είναι η μείωση της ενεργειακής απόδοσης του κινητήρα αλλά και η φθορά των κυλίνδρων της μηχανής.

Το “κτύπημα” δεν εμφανίζεται στην ίδια πίεση σε όλες τις βενζίνες καθώς αυτή εξαρτάται από μια σημαντική ιδιότητά τους, την θερμοκρασία αυτανάφλεξης. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία αυτή τόσο μεγαλύτερη αντικρουστική ικανότητα εμφανίζει μία βενζίνη, δηλαδή τόσο περισσότερο μπορεί να συμπιεστεί χωρίς να δώσει κτύπημα. Είναι ευνόητο ότι το καύσιμο που μπορεί να συμπιεστεί περισσότερο θεωρείται και καλύτερης ποιότητας καθώς αυξάνεται η ενεργειακή απόδοση του κινητήρα.

## 2.4.2 Αντικροτικά πρόσθετα

Η βελτίωση της ποιότητας μιας βενζίνης μπορεί να επιτευχθεί με προσθήκη ουσιών που ονομάζονται αντικτυπικά ή αντικροτικά (anti-knocks).

Αυτές οι ενώσεις μεταθέτουν το “κτύπημα” του κινητήρα σε υψηλότερες τιμές συμπίεσεως, με αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού οκτανίου της βενζίνης. Ως αντικτυπικό χρησιμοποιείται συνήθως ο τετρααιθυλο-μόλυβδος [(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>Pb]. Μια τέτοια προσθήκη μπορεί να αυξήσει τον αριθμό οκτανίου από 3 μέχρι 20 μονάδες, ανάλογα με την ποσότητα που χρησιμοποιείται και ανάλογα με τον τύπο της βενζίνης. Επίσης, έχει προταθεί και η προσθήκη κατάλληλων ενώσεων μαγγανίου καθώς και αλκοολών.

Ο τετρααιθυλο-μόλυβδος χρησιμοποιήθηκε και σαν λιπαντικό, δηλαδή δημιουργούσε επικαθίσεις που λίπαιναν τις έδρες των βαλβίδων. Ο μόλυβδος όμως, αφενός είναι ένα επικίνδυνο και τοξικό δηλητήριο και αφετέρου δημιουργεί πρόβλημα στους καταλυτικούς μετατροπείς καυσαερίων. Οι τελευταίοι υιοθετήθηκαν στα περισσότερα αυτοκίνητα από τη δεκαετία του '90 και μετά και σήμερα υπάρχουν και σε πολλές μοτοσυκλέτες. Σταδιακά για τα αυτοκίνητα αυτά άρχισε η διάθεση της αμόλυβδης βενζίνης παράλληλα με την κλασική με μόλυβδο (super).

Η αμόλυβδη σαν αντικροτικό πρόσθετο είχε σε αντικατάσταση του μολύβδου κυρίως κυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες όπως τοβενζόλιο. Οι ενώσεις αυτές είναι οι περισσότερες επιβλαβείς για την υγεία αλλά ένας κινητήρας με αισθητήρα λ και καταλύτη ουσιαστικά εξομοιώνει τα καυσαέρια μιας τέλει καύσης και τους διασπά σε απλούστερες ενώσεις όπως το μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα.

Για τα αυτοκίνητα χωρίς καταλύτη και αισθητήρα λ η βενζίνη με μόλυβδο συνέχισε να διατίθεται στην αγορά έως ότου καταργηθεί και αντικατασταθεί.

## 2.5 Συνολικά συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τα όσα γράφτηκαν πιο πάνω και επιγραμματικά:

### ➤ Για αυτοκίνητα/μοτοσυκλέτες με καταλύτη:

Επιλέξτε απλή αμόλυβδη 95 οκτανίων εκτός αν -με βάση τα παραπάνω- πιστεύετε πως η super αμόλυβδη 99/100 οκτανίων θα έχει κάποιο όφελος σε απόδοση (και θα αντισταθμίζει το επιπλέον κόστος).

### ➤ Για αυτοκίνητα/μοτοσυκλέτες χωρίς καταλύτη:

Σήμερα οι επιλογές σας είναι τρεις, απλή αμόλυβδη, LRP ή αμόλυβδη 100 οκτανίων.

Από πλευράς ρύπανσης και τα τρία είδη βενζίνης είναι σχεδόν εξίσου ρυπαρά. Αν θα θέλαμε να επιλέξουμε από τα τρία το πιο οικολογικό, αυτό θα ήταν η απλή αμόλυβδη μιας και οι άλλες δύο είναι απλή αμόλυβδη + πρόσθετα (λιπαντικά ή αντικροτικά).

Οπότε όποια από τις τρεις βενζίνες και αν επιλέξουμε θα βγάλουμε τουλάχιστον όσα καυσαέρια θα βγάζαμε αν καίγαμε απλή αμόλυβδη.

Από πλευράς αντοχής αν έχει ο κινητήρας σας ανάγκη τα λιπαντικά πρόσθετα της LRP τότε επιλέξτε την, αν έχει ανάγκη περισσότερα οκτάνια (π.χ. 98 ) τότε επιλέξτε αμόλυβδη 100 οκτανίων. Αν έχει ανάγκη και περισσότερα οκτάνια και

λίπανση τότε μπορείτε να χρησιμοποιείτε μίγμα των δύο, αν και κάτι τέτοιο είναι μάλλον σπάνιο έως απίθανο.



## Κεφάλαιο 3

### Καύσιμο Diesel



#### 3.1 Εισαγωγή

Το πετρέλαιο (από το ελληνικό πέτρα και έλαιο, "λάδι της πέτρας" / λατινικά *petroleum*), που μερικές φορές στην καθημερινή γλώσσα αποκαλείται και μαύρος χρυσός ή τσάι του Τέξας, είναι παχύρρευστο, μαύρο ή βαθύ καφετί ή πρασινωπό υγρό πέτρωμα, που αποτελεί και τη σπουδαιότερη σήμερα φυσική πηγή ενέργειας.

Χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή καυσίμων για μηχανές εσωτερικής καύσης και για το λόγο αυτό είναι μια σημαντική πηγή ενέργειας (στατιστικές παγκόσμιας ενέργειας ΔΟΕ - Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας).

Είναι, επίσης, η πρώτη ύλη για πολλά χημικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των διαλυτών, των λιπασμάτων, των φυτοφαρμάκων, καθώς και στα συνθετικά προϊόντα όπως των πλαστικών και των απορρυπαντικών ακόμη και ορισμένων εκρηκτικών υλών.

Το πετρέλαιο *diesel* ή πετρέλαιο εσωτερικής καύσης είναι το καύσιμο που χρησιμοποιείται στους κινητήρες εσωτερικής καύσης που η ανάφλεξη προκαλείται από τη συμπίεση του καυσίμου. Η άλλη κύρια χρήση του πετρελαίου είναι σαν καύσιμο σε εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης.

Τύποι πετρελαίων Ελληνικής αγοράς:

- πετρέλαιο κίνησης
- πετρέλαιο θέρμανσης
- πετρέλαιο εφοδιασμού πλοίων

### 3.2 Φυσική σύσταση

Το diesel είναι σύνθετο μίγμα υδρογονανθράκων που σε ένα σύγχρονο διυλιστήριο παρασκευάζονται από την ανάμιξη των διαθέσιμων gasoil, έτσι ώστε το τελικό προϊόν(diesel) να ικανοποιεί τις αντίστοιχες προδιαγραφές.



Το πετρέλαιο κίνησης που προορίζεται για χρήση σε ντίζελοκινητήρες έχει σημαντικά αυστηρότερες προδιαγραφές από το πετρέλαιο θέρμανσης, ιδιαίτερα στην πυκνότητα και τον αριθμό κετανίου. Επίσης το πετρέλαιο κίνησης έχει σημαντικά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε θείο από το πετρέλαιο θέρμανσης.



Για την αποφυγή της νοθείας προστίθεται στο πετρέλαιο θέρμανσης ο ιχνηθέτης **solvent yellow 124** καθώς και κόκκινη χρωστική, ενώ στο πετρέλαιο ναυτιλίας προστίθεται ο ιχνηθέτης **κινιζαρίνη** και μαύρο χρώμα. Το πετρέλαιο κίνησης έχει το φυσικό του χρώμα και δεν περιέχει ιχνηθέτη.

### 3.3 Χημική σύσταση πετρελαίου

Τα κύρια συστατικά του πετρελαίου είναι οι τρεις ομάδες υδρογονανθράκων, δηλαδή

- οι κεκορεσμένοι με δομή απλής αλυσίδας του τύπου  **$C_nH_{2n+2}$** ,
- οйнаφθένες με δομή κορεσμένου κλειστού δακτυλίου της πολυμεθυλενικής σειράς  **$C_nH_{2n}$**
- οι αρωματικοί ακόρεστοι υδρογονάνθρακες με δομή κλειστού δακτυλίου του τύπου  **$C_nH_{2n-6}$** .

Εκτός απ' αυτά το πετρέλαιο περιέχει σε μικρές ποσότητες οξυγόνο, σε μορφή ιδίως ναφθενικών οξέων, άζωτο ενωμένο σε διάφορες βάσεις και θείο που βρίσκεται είτε σε ελεύθερη μορφή, είτε σαν συστατικό οργανικών ενώσεων. Στα περισσότερα πετρέλαια υπάρχει επίσης και χλωριούχο νάτριο.

Τα περισσότερα πετρέλαια είναι μίγματα παραφινέλαιων, ναφθέλαιων και αρωματικών σε διαφορετικές αναλογίες και κανένα πετρέλαιο δεν έχει την ίδια σύσταση με άλλο, αν προέρχονται από διαφορετικά κοιτάσματα. Οι πιο κοινοί υδρογονάνθρακες τόσο στο αργό πετρέλαιο όσο και στο φυσικό αέριο είναι οι παραφίνες.

Το αργό πετρέλαιο μπορεί επίσης να περιέχει και μικρές ποσότητες από ανθεκτικά στην αποσύνθεση οργανικά υπολείμματα, όπως κομμάτια ξύλου, ρητίνες, γαιάνθρακες και λιγνίτες, καθώς και πολλά άλλα υπολείμματα πρωτόγονων μορφών ζωής.

### 3.4 Ιδιότητες

Οι ιδιότητες των πετρελαίων που προδιαγράφονται και ελέγχονται στα εργαστήρια του Γ.Χ.Κ. είναι οι παρακάτω:

➤ **Πυκνότητα του diesel**

Η πυκνότητα, η μάζα της μονάδας όγκου του καυσίμου ντίζελ, μπορεί να δώσει χρήσιμες ενδείξεις για τη σύσταση του και χαρακτηριστικά σχετικά με τη λειτουργία, όπως η ποιότητα ανάφλεξης, η ισχύς, η οικονομία, οι ιδιότητες ροής σε χαμηλές θερμοκρασίες και η τάση για σχηματισμό καπνού. Η πυκνότητα του πετρελαίου δίνεται σε θερμοκρασία αναφοράς 150°C.

➤ **Αριθμός Κετανίου**

Η ετοιμότητα ενός καυσίμου να αναφλεγεί όταν ψεκάζεται σ' ένα κινητήρα ντίζελ δείχνεται από τον αριθμό κετανίου του. Όσο υψηλότερος είναι ο αριθμός κετανίου, τόσο ευκολότερη είναι η ανάφλεξη. Οι πολύστροφοι κινητήρες ντίζελ απαιτούν πετρέλαιο με υψηλότερο αριθμό κετανίου.

Η μέτρηση της ποιότητας ανάφλεξης γίνεται με πρότυπο κινητήρα δοκιμών. Ο αριθμός κετανίου ενός καυσίμου ορίζεται με σύγκριση της ποιότητας ανάφλεξης, κάτω από πρότυπες συνθήκες λειτουργίας, με δυο γνωστά καύσιμα αναφοράς γνωστού αριθμού κετανίου. Τα καύσιμα αναφοράς ετοιμάζονται με ανάμιξη κανονικού δεκαεξανίου (κετανίου), που έχει εξ' ορισμού αριθμό κετανίου 100, με επτα-μεθυλοεννεάνιο, που έχει αριθμό κετανίου 15. Η βελτίωση του αριθμού κετανίου γίνεται με υδρογονοκατεργασία που αποσκοπεί στη μεταβολή της σύστασης του καυσίμου, ή με την προσθήκη βελτιωτικών του αριθμού κετανίου. Οι κυριότερες κατηγορίες ενώσεων που χρησιμοποιούνται σαν βελτιωτικά είναι νιτρικοί αλκυλεστέρες και νιτρικοί αιθέρες.



➤ **Δείκτης Κετανίου**

Η ανάγκη χρήσης κινητήρα για τον προσδιορισμό της ποιότητας ανάφλεξης των καυσίμων ντίζελ, έχει κάνει τη μέθοδο του αριθμού κετανίου να μην είναι ιδιαίτερα ελκυστική. Με δεδομένο ότι μέχρι τη δεκαετία του 70 όταν η χρήση προϊόντων πυρόλυσης για την παραγωγή ντίζελ ήταν ιδιαίτερα περιορισμένη δεν υπήρχε ιδιαίτερο πρόβλημα με την ποιότητα ανάφλεξης του ντίζελ. Ο δείκτης κετανίου είναι μια προσπάθεια πρόβλεψης του αριθμού κετανίου μέσω απλούστερων αναλύσεων, όπως η πυκνότητα και η καμπύλη απόσταξης με αρκετά καλή ακρίβεια.

➤ **Πτητικότητα του diesel**

Τα χαρακτηριστικά πτητικότητας ενός καυσίμου diesel, εκφράζονται σε όρους θερμοκρασίας στην οποία αποστάζουν συγκεκριμένες ποσότητες από ένα δείγμα του καυσίμου, υπό ελεγχόμενη θέρμανση και εντός προτυποποιημένης συσκευής. Η απόσταξη, ή περιοχή βρασμού του καυσίμου, επηρεάζει και άλλες ιδιότητες όπως το ιξώδες, το σημείο ανάφλεξης, τη θερμοκρασία αυτανάφλεξης, τον αριθμό κετανίου και την πυκνότητα. Καθώς η απόσταξη είναι ο δρόμος με τον οποίο το διυλιστήριο ξεχωρίζει τα ρεύματα από τα οποία με ανάμιξη παρασκευάζει τα τελικά προϊόντα, είναι ένας σημαντικός παράγοντας ελέγχου της ποιότητας του καυσίμου. Οι θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στα ποσά που αποστάζουν κατά την πρόοδο της δοκιμής, επιτρέπουν να κατασκευαστεί ένα διάγραμμα καμπύλης απόσταξης. Πάνω από τους 370°C υπάρχει η πιθανότητα της αποσύνθεσης ή πυρόλυσης του καυσίμου, που τερματίζουν τη διεργασία της απόσταξης. Η απόσταξη είναι το μέσο με το οποίο παράγονται τα συστατικά των καυσίμων στα διυλιστήρια, και μερικές νομοθετικές ρυθμίσεις περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερα σημεία απόσταξης για τον καθορισμό των διαφόρων τύπων προϊόντων. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η Ευρωπαϊκή Ένωση, για να συμμορφωθεί με όσα συμφωνήθηκαν με τους ενδιαφερομένους, όρισε ότι τα ντίζελ εντός των ορίων ευθύνης της πρέπει να έχουν μέγιστο σημείο 85% στους 350°C και μέγιστη ανάκτηση 65% στους 2500°C.

➤ **Ιδιότητες Ροής σε Χαμηλές θερμοκρασίες**

Οι παραφινικές ενώσεις είναι επιθυμητές στα diesel λόγω της πολύ καλής ποιότητας ανάφλεξης τους. Η ύπαρξη όμως μεγαλομορίων παραφίνης παρουσιάζει το πρόβλημα του διαχωρισμού της σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Ο διαχωρισμός αυτός προκαλεί προβλήματα στο σύστημα διανομής του καυσίμου και είναι ανεπιθύμητος.

Η λειτουργικότητα ενός οχήματος ακόμη σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες είναι απαραίτητη και γι' αυτό το λόγο, το πρόβλημα της ροής σε χαμηλές θερμοκρασίες αντιμετωπίζεται με χρήση καταλλήλων προσθέτων.

Τα πρόσθετα αυτά είναι συνήθως πολυμερή που δεν επιτρέπουν τη συσσωμάτωση των κρυστάλλων παραφίνης σε μορφή που δεν επιτρέπει τη ροή του καυσίμου. Για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων ροής σε χαμηλές θερμοκρασίες υπάρχουν τόσο στατικές όσο και δυναμικές μέθοδοι μέτρησης.

➤ **Σημείο θόλωσης**

Το σημείο θόλωσης είναι η υψηλότερη θερμοκρασία στην οποία παρατηρείται διαχωρισμός κρυστάλλων παραφίνης από το καύσιμο, όταν αυτό ψυχθεί κάτω από ειδικές συνθήκες. Η μέθοδος δίνει τα πιο απαισιόδοξα αποτελέσματα, καθώς η εμφάνιση των πρώτων κρυστάλλων δεν περιορίζει τη δυνατότητα ροής του καυσίμου.

➤ **Σημείο Ροής**

Το σημείο ροής δίνει τη θερμοκρασία στην οποία ο διαχωρισμός παραφίνης είναι τόσο έντονος που δεν επιτρέπει στο καύσιμο να είναι ρευστό, όταν ψυχθεί κάτω από ειδικές συνθήκες. Η μέθοδος έχει πολύ μικρή ακρίβεια και ευρέα όρια επαναληψιμότητας και αναπαραγωγισιμότητας.

Το πρόβλημα με το σημείο θόλωσης και το σημείο ροής είναι ότι δίνουν δύο ακραίες θερμοκρασίες. Το σημείο θόλωσης υποεκτιμά τις ιδιότητες ψυχρής ροής του καυσίμου, ενώ αντίθετα το σημείο ροής τις υπερεκτιμά.

➤ **Θερμοκρασία απόφραξης ψυχρού φίλτρου**

Αποτέλεσμα ερευνών που έγιναν σε ευρωπαϊκές χώρες είναι η ανάπτυξη της μεθόδου προσδιορισμού «θερμοκρασίας απόφραξης ψυχρού φίλτρου» (cold filter plugging point, CFPP). Με τη μέθοδο αυτή αντλείται το πετρέλαιο με ορισμένη πίεση μέσω ενός φίλτρου ορισμένου ανοίγματος πόρων, το όλο σύστημα ψύχεται και σημειώνεται η θερμοκρασία στην οποία ποσότητα 20ml καυσίμου μπορεί να περάσει μέσω του φίλτρου σε χρόνο μικρότερο από 60sec κάτω από τις συνθήκες της μεθόδου.

➤ **Περιεκτικότητα σε θείο**

Η περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο, εξαρτάται από το είδος του αργού πετρελαίου απ' το οποίο προήλθε. Το θείο περιέχεται στο καύσιμο σαν ετεροάτομο στους υδρογονάνθρακες, και μπορεί να βρίσκεται ενωμένο είτε σε ευθύγραμμη αλυσίδα είτε σε δακτύλιο.

Οι κατηγορίες θειούχων ενώσεων στο diesel είναι μερκαπτάνες, σουλφίδια, δισουλφίδια, θειοφένια, βενζοθειοφαίνια και διβενζοθειοφαίνια. Η μέτρηση του βασίζεται σε φθορισμό ακτίνων Χ (XRF). Εφαρμόζονται οι μέθοδοι ISO 8754 που είναι EDXRF και ISO 14596 που είναι WDXRF. Η μείωση της περιεκτικότητας σε θείο γίνεται με κατεργασία του καυσίμου σε μονάδες υδρογονοαποθείωσης (hydrodesulfurization), οι οποίες πρέπει να επιτύχουν υψηλότερους βαθμούς μετατροπής για να μπορέσουν να επιτύχουν τα αυστηρά όρια των προδιαγραφών που ισχύουν.

#### ➤ **Νερό και Υπόστημα**

Το νερό δεν μπορεί να απομακρυνθεί εντελώς από τα diesel. Μπορεί να εισέλθει στο καύσιμο κατά τις διεργασίες παραγωγής ή από το δίκτυο αποθήκευσης και μεταφοράς. Η ύπαρξη νερού στο καύσιμο υποβοηθά την ανάπτυξη μυκήτων και βακτηρίων που μπορεί να οδηγήσουν σε φραγή των φίλτρων καυσίμου. Το υπόστημα που εμφανίζεται στα diesel είναι κυρίως ανόργανης προέλευσης: σωματίδια μετάλλων και σκουριά από τις δεξαμενές αποθήκευσης. Οργανικό υπόστημα μπορεί να εμφανιστεί από τη συσσωμάτωση ολεφινών από πυρολυμένα gasoil, ή από βακτηριακή δράση. Το νερό και το υπόστημα συμβάλουν στη φραγή των φίλτρων των δικτύων διανομής και μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα λόγω διάβρωσης και φθοράς του συστήματος ψεκασμού. Ο σχηματισμός γαλακτωμάτων του καυσίμου με νερό μπορεί να δώσει μια θολερότητα στην εμφάνιση του καυσίμου, κάτι που προκαλεί προβλήματα διάθεσης του στην αγορά. Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη χρήση καταλλήλων προσθέτων. Η πιο απλή μέθοδος μέτρησης τους είναι με φυγοκέντρηση. Ο προσδιορισμός του νερού γίνεται με ποτενσιομετρική τιτλοδότηση (Karl Fisher).

#### ➤ **Διαβρωτικότητα**

Ένα από τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένα καύσιμο diesel είναι η εξασφάλιση ότι δε θα προσβάλλει τα μέταλλα με τα οποία θα έρχεται σε επαφή στο σύστημα αποθήκευσης διανομής και τροφοδοσίας στον κινητήρα ή καυστήρα. Ο χαλκός και τα κράματα του είναι ευπρόσβλητα από συγκεκριμένες ενώσεις θείου που έχουν διαβρωτικό χαρακτήρα. Η μέθοδος διάβρωσης χάλκινου ελάσματος δίνει μία ένδειξη της τάσης του καυσίμου να προσβάλει μεταλλικές επιφάνειες.

- **Σημείο Ανάφλεξης**  
Το σημείο ανάφλεξης (flash point) είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία αναφλέγονται οι ατμοί του καυσίμου με προσαγωγή όταν αυτό θερμαίνεται κάτω από πρότυπες συνθήκες. Το σημείο ανάφλεξης σχετίζεται με τη μετωπική πτητικότητα του καυσίμου, και καθορίζει εν μέρει τα ελαφρύτερα συστατικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Το σημείο ανάφλεξης αποτελεί μία προδιαγραφή ασφαλείας για τις συνθήκες αποθήκευσης και μεταφοράς, και αποτελεί την πρώτη ένδειξη μόλυνσης με ελαφρύτερα συστατικά (βενζίνη).
- **Τέφρα**  
Τα diesel μπορεί να περιέχουν μικρές ποσότητες υλικών που μπορεί να οδηγήσουν στο σχηματισμό τέφρας κατά την καύση, όπως αιωρούμενα στερεά και διαλυτές οργανομεταλλικές ενώσεις. Οι ενώσεις αυτές μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα αποθέσεων στο σύστημα ψεκασμού του καυσίμου, καθώς και φθορά στο έμβολο ή τα ελατήρια.
- **Ανθρακούχο υπόλειμμα**  
Το ανθρακούχο υπόλειμμα προσδιορίζει τη μικρή ποσότητα βαρέων συστατικών που υπάρχουν στο καύσιμο, και κατά τη διάρκεια της καύσης δεν οξειδώνονται πλήρως, αλλά πολυμερίζονται σχηματίζοντας ένα είδος αιθάλης. Το εξανθράκωμα προσδιορίζει την τάση του καυσίμου να δημιουργεί ανθρακούχες αποθέσεις.
- **Ιξώδες**  
Μετράει πόσο παχύρευστο ή λεπτόρευστο είναι το καύσιμο. Χαμηλό ιξώδες σημαίνει υπερβολική φθορά της αντλίας τροφοδοσία,, η οποία όπως είναι γνωστό λιπαίνεται με το ίδιο το καύσιμο. Αλλά και το υψηλό ιξώδες προκαλεί υπερβολική αύξηση της πίεσης στο σύστημα τροφοδοσίας, αλλά και δίνει καυσαέρια με μεγάλο ποσοστό καπνού.
- **Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH)**  
Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες στο πετρέλαιο αυξάνουν όταν το πετρέλαιο δεν είναι straight run αλλά προέρχεται από πυρόλυση. Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες έχουν χαμηλή ποιότητα αυτόανάφλεξης. Το diesel που έχει μεγάλο ποσοστό αρωματικών υδρογονανθράκων έχει χαμηλό αριθμό κετανίου και κατά την καύση του εκπέμπονται περισσότερα αιωρούμενα σωματίδια και καπνός. Μερικές ενώσεις της κατηγορίας PAH είναι μεταλλαξιογόνες σύμφωνα με το τεστ AMES ή καρκινογόνες όταν εφαρμόζονται στο δέρμα πειραματοζώων. Υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των PAH που περιέχονται στο ντίζελ και των εκπομπών PAH από τον κινητήρα.

Επομένως η μείωση της περιεκτικότητας του ντίζελ σε PAH είναι σημαντική τόσο για την απόδοση του κινητήρα όσο κυρίως για την προστασία της υγείας και του περιβάλλοντος.

Η πρώτη μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των αρωματικών σε ντίζελ είναι η χρωματογραφία στήλης με χρήση φθορίζοντος δείκτη. Για τον προσδιορισμό των PAH χρησιμοποιείται μέθοδος HPLC ή SFC. Για το πετρέλαιο θέρμανσης δεν έχει καθιερωθεί ανώτατο όριο περιεκτικότητας σε PAH. Για το πετρέλαιο κίνησης το ανώτατο επιτρεπτό όριο είναι 11ppm.

#### ➤ **Λιπαντικότητα**

Η λιπαντική ικανότητα του πετρελαίου κίνησης είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς το καύσιμο θα πρέπει να λιπαίνει κατά κύριο λόγο τα κινητά εξαρτήματα του συστήματος ψεκασμού. Η μείωση της περιεκτικότητας σε θείο των καυσίμων έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της λιπαντικής τους ικανότητας. Για τη βελτίωση της λιπαντικής ικανότητας των πετρελαίων χρησιμοποιούνται πρόσθετα. Η μέθοδος που εφαρμόζεται για τη μέτρηση της λιπαντικής ικανότητας του πετρελαίου είναι η ISO 12156-1: 1997, Diesel fuels- Assessment of lubricity .Σφαιρικό δοκίμιο τοποθετημένο σε μεταλλική επιφάνεια και εμβαπτισμένο στο υπό εξέταση diesel σε ελεγχόμενη θερμοκρασία φορτίζεται με ορισμένο βάρος. Κατόπιν για ορισμένο χρόνο το σφαιρίδιο, με τη βοήθεια κινητήρα, πάλλεται με καθορισμένη συχνότητα και μήκος ταλάντωσης. Η όλη διαδικασία ελέγχεται αυτόματα από Η/Υ συνδεδεμένο με το σύστημα. Η εκτίμηση της λιπαντικής ικανότητας των δειγμάτων γίνεται με βάση την μέτρηση της διαμέτρου του σημαδιού φθοράς του σφαιρικού δοκιμίου με την βοήθεια μεταλλουργικού στερεοσκοπίου. Ως όριο φθοράς καθορίζονται τα 460μm για καύσιμα diesel.

#### ➤ **Χρώμα:**

Για την εύκολη διάκρισή τους από το πετρέλαιο κίνησης το πετρέλαιο θέρμανσης χρωματίζεται κόκκινο και το πετρέλαιο εφοδιασμού πλοίων χρωματίζεται μαύρο.

- Πετρέλαιο κίνησης (Φυσικό χρώμα)
- Πετρέλαιο θέρμανσης (κόκκινο )
- Πετρέλαιο εφοδιασμού πλοίων (μαύρο )

➤ **Ιχνηθέτης:**

Για την εύκολη διάκρισή τους από το πετρέλαιο κίνησης το πετρέλαιο θέρμανσης και το πετρέλαιο εφοδιασμού πλοίων ιχνηθετούνται. Ο ιχνηθέτης του πετρελαίου θέρμανσης είναι κοινός σε όλα τα Κ.Μ. της Ε.Ε. (euromarker) και είναι ο Solvent Yellow 124 :  
N-ethyl-N-[2-(1-isobutoxyethoxy)ethyl]azo-benzene-4-amine) σε ποσοστό 6 χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο. Το πετρέλαιο εφοδιασμού πλοίων περιέχει ιχνηθέτη κινιζαρίνη σε ποσοστό 3 χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο.

Πετρέλαιο κίνησης (καθόλου)

Πετρέλαιο θέρμανσης (Solvent Yellow 124 - 6mg/l )

Πετρέλαιο εφοδιασμού πλοίων (Κινιζαρίνη - 3 mg/l )

### 3.5 Αριθμός κετανίου

Ο αριθμός και ο δείκτης κετανίου του πετρελαίου δίνει το μέτρο της ταχύτητας αυτανάφλεξης και εκφράζει την ευκολία αυτανάφλεξης του πετρελαίου αντίστοιχα. Επίσης επηρεάζει τη συμπεριφορά του κινητήρα και τις εκπομπές ρύπων. Αυξημένος αριθμός κετανίου έχει θετική επίδραση στην ψυχρή εκκίνηση του κινητήρα και βοηθά στη μείωση του θορύβου καύσης. Επιπλέον, η αύξηση του αριθμού κετανίου οδηγεί σε μικρότερες εκπομπές οξειδίων του αζώτου και σωματιδίων, χωρίς όμως κάποια αυστηρή συσχέτιση, αφού αυτοί οι ρύποι φαίνεται ότι εξαρτώνται περισσότερο από τον κινητήρα. Η επίδραση του αριθμού κετανίου είναι πιο σημαντική για τις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων.

Ο αριθμός κετανίου ελέγχεται σε πρότυπο κινητήρα και ο δείκτης με αναλύσεις.

- Ο αριθμός κετανίου προκύπτει από τη σχέση :
- $$[\text{Αριθμός Κετανίου}] = [\% \text{ κετάνιο}] + 0,15 \times [\% \text{επτα-μεθυλο-εννεάνιο}]$$

Ο δείκτης κετανίου είναι μια προσπάθεια πρόβλεψης του αριθμού κετανίου μέσω απλούστερων αναλύσεων, όπως η πυκνότητα και η καμπύλη απόσταξης με αρκετά καλή ακρίβεια (ASTM D-4737).

- Η εξίσωση υπολογισμού του δείκτη κετανίου είναι:
- $$\begin{aligned}
 & [\text{Υπολογισμένος Δείκτης Κετανίου}] = 45,5 \\
 & + 0,0892 \times (T10N) \\
 & + [0.131 + (0.901 \times B)] \times (T50N) \\
 & + [0.0523 - (0.420 \times B)] \times (T90N) \\
 & + 0.00049 \times [(T10N)^2 - (T90N)^2] \\
 & + (107 \times B) + (60 \times B^2)
 \end{aligned}$$

όπου:

D = Πυκνότητα στους 15°C (ASTM D-1298), gr / cm<sup>3</sup>

T10 = Θερμοκρασία Ανάκτησης του 10% (ASTM D-86), °C.

T50 = Θερμοκρασία Ανάκτησης του 50% (ASTM D-86), °C.

T90 = Θερμοκρασία Ανάκτησης του 90% (ASTM D-86), °C.

DN = D - 0,85

B = [exp (-3,5 × DN)] - 1

T10N = T10 - 215

T50N = T50 - 260

T90N = T90 - 310

Αντιπαράθεση με τον αριθμό οκτανίου στη βενζίνη που εκφράζει την αντίσταση της βενζίνης να αυτανάφλεγεται σε υψηλή συμπίεση.

- Το κετάνιο (δεκαεξάνιο) είναι παραφινικός υδρογονάνθρακας με μέγιστη ταχύτητα αυτανάφλεξης (το 100 της κλίμακας)
- Η άλφα-μεθυλοναφθαλίνη έχει μικρή ταχύτητα αυτανάφλεξης (το 0 της κλίμακας)

Τα δύο αυτά αναμιγνύονται σε διάφορες αναλογίες και δοκιμάζονται σε πρότυπους κινητήρες για να διαπιστωθεί η συμπεριφορά τους.






Τα πετρέλαια ντίζελ που κυκλοφορούν στην αγορά έχουν αριθμό κετανίου 40 - 70 δηλαδή συμπεριφέρονται ίδια με μίγμα κετανίου 40% και άλφα-μεθυλοναφθαλίνης 60% και φτάνουν μέχρι 70 - 30.

Τώρα τι σημαίνει ταχύτητα αυτανάφλεξης όταν ψεκάζεται το πετρέλαιο στον κύλινδρο;




Αν έχει μεγάλη ταχύτητα αυτανάφλεξης αυτανάφλεγεται γρήγορα και καίγεται κοντά στο μπεκ με αποτέλεσμα το φράξιμο του μπεκ. Ενώ αντίθετα αν έχει μικρή ταχύτητα αυτανάφλεξης σημαίνει ότι η καύση αρχίζει αργά και εξακολουθεί και κατά το χρόνο της εκτόνωσης.

## 3.6 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα:

-  Υψηλές ροπές που δεν χρειάζεται η συχνή αλλαγή ταχυτήτων
-  Υψηλή αποδοτικότητα κινητήρα
-  Χαμηλότερες εκπομπές CO<sub>2</sub>
-  Οι μηχανές diesel είναι δυνατότερες από τις αντίστοιχες βενζίνης
-  Φιλικότερο προς το περιβάλλον σε σχέση με τη βενζίνη και οικονομικό για τους οδηγούς μεγάλων αποστάσεων.

Μειονεκτήματα:

-  Θορυβώδεις κινητήρες
-  Μη ανανεώσιμο καύσιμο
-  Υψηλότερες εκπομπές οξειδίων αζώτου από την βενζίνη.



## Κεφάλαιο 4

### Καύσιμο Υγραέριο(LPG)

#### 4.1 Εισαγωγή

Ο όρος υγραέριο αναφέρεται σε οποιοδήποτε προϊόν αποτελείται κατά βάση από μίγμα κάποιων από τους ακόλουθους υδρογονάνθρακες:

προπάνιο, προπένιο (προπυλένιο), κανονικό βουτάνιο, ισοβουτάνιο, ισοβουτυλένιο, βουτένιο (βουτυλένιο) και αιθάνιο. Οι υδρογονάνθρακες αυτοί είναι σε συνήθεις ατμοσφαιρικές συνθήκες αέρια, τα οποία συνήθως υγροποιούνται υπό πίεση για τη μεταφορά και αποθήκευση.



Χρησιμοποιείται ως καυσαέριο, ως ψυκτικό μέσο στα ψυγεία και καταψύκτες και επίσης ως προωθητικό αεροζόλης (αναφορικά με τη μικρότερη βλαπτικότητα για το στρώμα του όζοντος). Βέβαια χρησιμοποιείται επίσης ως καύσιμο για τους κινητήρες.

Το LPG, το υγροποιημένο βουτάνιο που περιέχεται στις γνωστές φιάλες camping gaz, και το φωταέριο το οποίο αποτελείται από υγροποιημένα αέρια προερχόμενα από απόσταξη λιθάνθρακα είναι γνωστοί τύποι υγραερίων.

Ο όρος **γκάζι** χρησιμοποιείται συχνά σαν γενικότερος όρος αναφορικά με όλα τα αέρια καύσιμα μίγματα που περιέχουν από μεθάνιο ως και πεντάνιο, και ακόμα πιο γενική ήταν η παλιότερη χρήση του όρου γκάζι για όλα τα αέρια και υγρά ορυκτά καύσιμα.

Το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου, γνωστό και με τον αντίστοιχο διεθνή όρο **LPG**, (συντόμηση του liquid petroleum gas), αποτελείται από ελαφρά κλάσματα αργού πετρελαίου, τα οποία είναι αέρια όταν υπό συνήθεις ατμοσφαιρικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Τα αέρια αυτά κλάσματα υδρογονανθράκων διαχωρίζονται από τα υγρά κλάσματα κατά τη διύλιση που γίνεται στο αργό και οδεύουν προς δεξαμενές αποθήκευσης προς άλλες χρήσεις, ενώ τα υγρά κλάσματα χρησιμοποιούνται για την παρασκευή υγρών καυσίμων (ντίζελ, βενζίνη κ.ο.κ.). Επίσης ο όρος LPG αναφέρεται στα κλάσματα που αφαιρούνται από το φυσικό αέριο προτού αυτό οδεύσει προς κατανάλωση.

Το υγραέριο (LPG) είναι ένα υγρό μίγμα υδρογονανθράκων αποτελούμενο από προπάνιο ή μίγμα από προπάνιο και βουτάνιο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανοκίνητα οχήματα με κινητήρες βενζίνης. Στην ουσία είναι ένα υποπροϊόν φυσικού αερίου και αργού πετρελαίου που παράγεται σε διυλιστήρια πετρελαίου.

## 4.2 Ιδιότητες

Έχει υψηλή περιεκτικότητα σε οκτάνια (άνω των 110). Έχει υψηλότερη θερμοκρασία ανάφλεξης από τη βενζίνη, 450-510 Co (έναντι 257 Co). Το υγραέριο δεν περιέχει μόλυβδο. Το μεγάλο όμως πλεονέκτημά του είναι ότι διαθέτει χαμηλή περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα, κάτι που το κατατάσσει στα λιγότερο ρυπογόνα καύσιμα.

Το LPG αποθηκεύεται σε υγρή κατάσταση, αλλά χρησιμοποιείται σε πτητική κατάσταση μετά από εξάτμιση. Λόγο υγροποίησης μεγαλώνει η πυκνότητα της συσσωρευμένης ενεργείας, γεγονός που έχει μεγάλη σημασία στην περίπτωση της χρήσης του υγραερίου στους κινητήρες αυτοκινήτων (από 1 λίτρο γκάζι στην υγρά κατάσταση έχουμε 260 λίτρα γκάζι στη πτητική κατάσταση).

Το LPG συμπιέζεται και αποθηκεύεται στην υγρή κατάσταση κυρίως για την πιο εύκολη αποθήκευση και μεταφορά. Δεν χάνει και δεν αλλάζει με τον καιρό τις ιδιότητές του και δεν μεταβάλλεται η κατάστασή του. Μπορεί να αποθηκεύεται για πολύ καιρό χωρίς να χάσει την αποδοτικότητα και την ποιότητά του. Ο αριθμός οκτανίων στο γκάζι είναι καλύτερος από τον αριθμό στη βενζίνη ή στο πετρέλαιο ντίζελ. Αυτό εξαρτάται από το ποσοστό του προπανίου και βουτανίου, και είναι μεταξύ 90 και 110 οκτανίων.

Η ενεργητική αποδοτικότητα του LPG είναι όμως χαμηλότερη από τα παραδοσιακά καύσιμα, γιατί έχει μικρότερο ποσό της ενέργειας ανά μονάδα όγκου (μολονότι αυτή είναι ψηλότερη στη μονάδα μάζας). Αυτό άγει στη μεγαλύτερη καύση σε σύγκριση με τη βενζίνη από 10-20%, αλλά η τιμή, η οποία είναι 50% χαμηλότερη από την τιμή της βενζίνης, αναπληρώνει την μεγαλύτερη απαίτηση.

Το LPG είναι εκ φύσεως αέριο και δεν χρειάζεται να «ψεκάζεται» στις φιάλες, όπως η βενζίνη, γι' αυτό καίει πιο αποδοτικά και είναι ασφαλέστερο για τον κινητήρα. Το LPG κάνει σχετικά καθαρή καύση, χωρίς καπνό και σκόνη. Αυτός είναι ο λόγος που δημιουργεί μικρότερη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Σε σύγκριση με το πετρέλαιο ντίζελ είναι:

- 90% χαμηλότερο ποσοστό των στερεών μορίων
- 90% χαμηλότερο ποσοστό νιτρικού οξειδίου
- 70% μικρότερο δυναμικό για την δημιουργία όζοντος
- 60% χαμηλότερο ποσοστό του διοξειδίου του άνθρακα

Το LPG δεν ρυπαίνει τις υπόγειες πηγές, γιατί δεν είναι διαλυτό στο νερό.

Στα κλάσματα αυτά είναι υγρά όταν είναι υπό υψηλή πίεση. Ουσιαστικά δηλαδή το LPG είναι μίγμα προπανίου και βουτανίου το οποίο είτε προέρχεται από αργό είτε προέρχεται από την ξήρανση του φυσικού αερίου. Η αναλογία προπανίου-βουτανίου μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εποχή, πιο πολύ προπάνιο το χειμώνα, πιο πολύ βουτάνιο το καλοκαίρι.

Το υγραέριο (LPG) είναι ένα υγρό μίγμα υδρογονανθράκων αποτελούμενο από προπάνιο ή μίγμα από προπάνιο και βουτάνιο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανοκίνητα οχήματα με κινητήρες βενζίνης.

<b>ΠΡΟΠΑΝΙΟ</b>	<b>ΒΟΥΤΑΝΙΟ</b>
<b>70%</b>	<b>30%</b>
<b>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub></b>	<b>C<sub>4</sub>H<sub>12</sub></b>
<b>ΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ - ΒΟΥΤΥΛΑΙΝΙΟ</b>	
<b>C<sub>3</sub>H<sub>6</sub></b>	<b>C<sub>4</sub>H<sub>8</sub></b>

- Το προπάνιο βράζει στους **-42°C** , ενώ το Βουτάνιο στους **-5°C**
- Η θερμογόνο δύναμη του υγραερίου είναι **11000Kcal/kg** ενώ της Βενζίνης **10500Kcal/kg**.
- **1** λίτρο υγραερίου ζυγίζει **520gr** στους 15°C.
- Επίσης, το μείγμα αερίου(LPG) μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον προμηθευτή.

Στις θερμές περιοχές υπερτερεί η αναλογία βουτανίου, η οποία όσο υψηλότερη είναι, τόσο πιο μεγάλες αποστάσεις μπορούν να διανυθούν. Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι με ένα ρεζερβουάρ 50 λίτρων, η διαφορά φτάνει ακόμα και τα 40 χιλιόμετρα.

Στην ουσία είναι ένα υποπροϊόν φυσικού αερίου και αργού πετρελαίου που παράγεται σε διυλιστήρια πετρελαίου. Συνήθως προστίθεται σε μικρή αναλογία κάποιο συστατικό με πολύ ισχυρή οσμή ώστε να είναι εύκολα ανιχνεύσιμες τυχόν διαρροές.

Είναι ένα ιδιαίτερα εύφλεκτο προϊόν (όπως όλοι οι υδρογονάνθρακες) και επιπλέον όταν είναι υγροποιημένο υπό πίεση υπάρχει ο κίνδυνος έκρηξης από απότομη εκτόνωση.

Ως εκ τούτου, ισχύουν αυστηρές προδιαγραφές και κανονισμοί για τον χειρισμό, αποθήκευση και διάθεση του. Χρησιμοποιείται ως καύσιμο, και θεωρείται πιο "καθαρό" από τους υγρούς υδρογονάνθρακες διότι έχει μεγαλύτερη αναλογία υδρογόνου-άνθρακα και άρα μικρότερες εκπομπές CO<sub>2</sub>. Επίσης χρησιμοποιείται ως ψυκτικό εργαζόμενο μέσο σε βιομηχανικά συστήματα ψύξης.

Το υγραέριο ή LPG δεν πρέπει να συγχέεται με το φυσικό αέριο που είναι κυρίως μεθάνιο. Επίσης δεν πρέπει σε καμία περίπτωση το υγραέριο να συγχέεται με το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG).

Το φυσικό αέριο σε ατμοσφαιρική πίεση υγροποιείται σε μια θερμοκρασία κοντά στους -160 °C ( υπό το μηδέν). Η συνήθης πρακτική είναι το υγροποιημένο φυσικό αέριο να ψύχεται σε αυτή τη πολύ χαμηλή θερμοκρασία και σε ατμοσφαιρική πίεση (ή ελαφρά αυξημένη κατά κάποια μικρά κλάσματα της ατμοσφαιρικής) για αποθήκευση και μεταφορά σε ειδικές κρυογενικές δεξαμενές.

Σε τυχόν περίπτωση αστοχίας ή ατυχήματος και διαρροής του προϊόντος δεν υπάρχει κίνδυνος ατυχήματος από απότομη εκτόνωση, καθόσον τουλάχιστον το προϊόν βρίσκεται σε ατμοσφαιρική πίεση. Υπάρχουν βέβαια άλλοι κίνδυνοι όπως η ανάφλεξη και πρόκληση πυρκαγιάς.

Αντίθετα το υγραέριο είναι κυρίως προπάνιο, βουτάνιο και υγροποιείται σε πολύ υψηλότερη θερμοκρασία. Η συνήθης πρακτική είναι να υγροποιείται σε μια πίεση που μπορεί να είναι από περίπου 2 bar στους 20 °C για καθαρό βουτάνιο έως και 22bar (περίπου 22 φορές η ατμοσφαιρική, δηλαδή μια σχετικά υψηλή πίεση) στους 55 °C για καθαρό προπάνιο.

Τούτο έχει σαν συνέπεια ότι σε περίπτωση αστοχίας υλικού, ατυχήματος κλπ, με τόσο σοβαρή διαρροή ώστε η πίεση εντός του δοχείου απότομα να εξισωθεί με την ατμοσφαιρική, μπορεί να συμβεί εκτεταμένη καταστροφική εκτόνωση.

Οι εκρήξεις αυτού του τύπου είναι πολύ επικίνδυνες διότι δεν χρειάζεται να υπάρξει ανάφλεξη για να συμβούν, αλλά αρκεί η απότομη αμφοποίηση του υγρού, και διότι ολόκληρη η δεξαμενή, όσο μεγάλη κι αν είναι αυτή, μπορεί να διαρραγεί εκρηκτικά και αν υπάρξει τέτοιου είδους έκρηξη σε δεξαμενή αναπόφευκτα όλο το περιεχόμενο υγρό, όσο κι αν είναι αυτό σε ποσότητα, θα εκτονωθεί .

## 4.2.1 Φυσικές ιδιότητες

Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα.

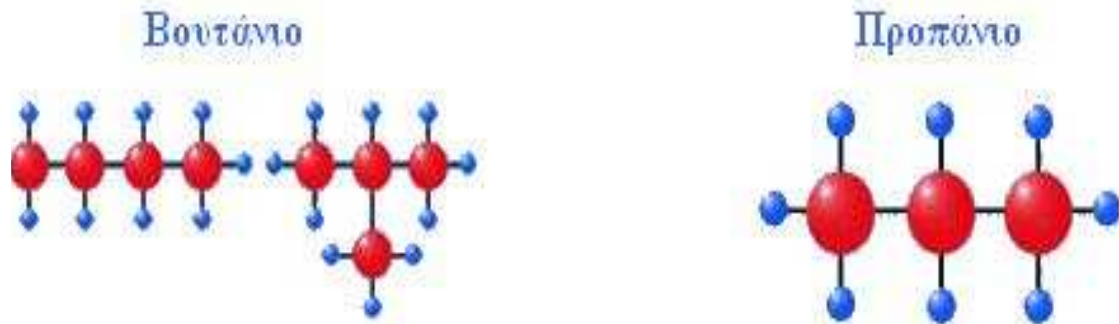
	Προπάνιο	η-Βουτάνιο
Χημικός Τύπος	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
Μοριακό Βάρος	44,094	58,120
Σημείο πήξης υγρού σε 760mmHg (°C)	-187,7	-138,3
Σημείο βρασμού υγρού σε 760mmHg (°C)	-42,1	-0,5
Ειδικό βάρος υγρού σε 15,5°C (kg/lit)	0,507	0,583
Σχετική πυκνότητα αερίου (αέρας = 1) σε S.C.	1,522	2,006
Κρίσιμη θερμοκρασία (°C)	96,8	152,0
Κρίσιμη πίεση-απόλυτη (bar)	42,6	38,0
Λόγος όγκου αερίου προς υγρό σε S.C.	272,7	237,8
<ul style="list-style-type: none"><li><b><u>Λανθάνουσα θερμότητα στο σημείο βρασμού</u></b></li></ul>		
760mmHg (Kcal/kg)	101,7	92,3
(Kcal/Lit)	51,5	53,1
Ανώτερη θερμογόνος δύναμη σε S.C. (Kcal/kg)	12048	11851
(Kcal/m <sup>3</sup> )	22766	29875

• <b><u>Απαιτούμενος αέρας καύσης σε S.C.</u></b>		
(m <sup>3</sup> αέρα/lm <sup>3</sup> αερίου)	23,82	30,97
(kg αέρα/lkg αερίου)	15,71	13,49
• <b><u>Ειδική θερμότητα αερίου σε S.C</u></b>		
C <sub>o</sub> (Kcal/kg °C)	0,388	0,397
C <sub>v</sub> (Kcal/kg °C)	0,343	0,361
Σημείο ανάφλεξης - Flash Point (°C)	-105	-60
Σημείο αυτανάφλεξης - Ignition Point (°C)	470	365
• <b><u>Όρια ανάφλεξης μίγματος αερίου-αέρα (Vol-%)</u></b>		
Κατώτερο	2,37	1,86
Ανώτερο	9,50	8,41
Αριθμός Οκτανίων (Octane No)	125	91
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα χαρακτηριστικά ισχύουν για το καθαρό προπάνιο (pure Propane) και το καθαρό η-βουτάνιο (pure η-Butane). Οι συνθήκες περιβάλλοντος 15,5°C (60 °F) και 760 mmHg είναι οι διεθνώς αναφερόμενες σαν <b>Standard Conditions</b> . Στον πίνακα χρησιμοποιείται η συντομογραφία <b>S.C.</b>		

### 4.3 Χημική Σύσταση

Το προπάνιο και το βουτάνιο είναι υδρογονάνθρακες με τρία και τέσσερα άτομα άνθρακα αντίστοιχα.

Η χημική σύσταση του προπανίου είναι **C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>** ενώ του βουτανίου είναι **C<sub>4</sub> H<sub>10</sub>**.



Τα μίγματα αυτών των υδρογονανθράκων που προορίζονται για την κατανάλωση περιέχουν ποσότητες άλλων ουσιών, όπως ακόρεστο προπάνιο (προπένιο) και ακόρεστο βουτάνιο (βουτένιο), καθώς και ίχνη από ελαφρύτερους και βαρύτερους υδρογονάνθρακες (αιθάνιο, μεθάνιο, πεντάνιο και άλλα).

#### 4.4 Μετατροπή σε υγραέριο



##### 4.4.1 Υγραεριοκίνηση (γενικότερα)

Στην πράξη, για να χρησιμοποιήσει κάποιος το υγραέριο ως εναλλακτικό καύσιμο, αυτό που απαιτείται είναι να γίνει η κατάλληλη μετατροπή στο αυτοκίνητο και σαν αποτέλεσμα, αυτό θα μπορεί να χρησιμοποιεί είτε το υγραέριο είτε τη βενζίνη. Η εναλλαγή καυσίμου, γίνεται με έναν διακόπτη και είναι εφικτή ακόμα και εν κινήσει.

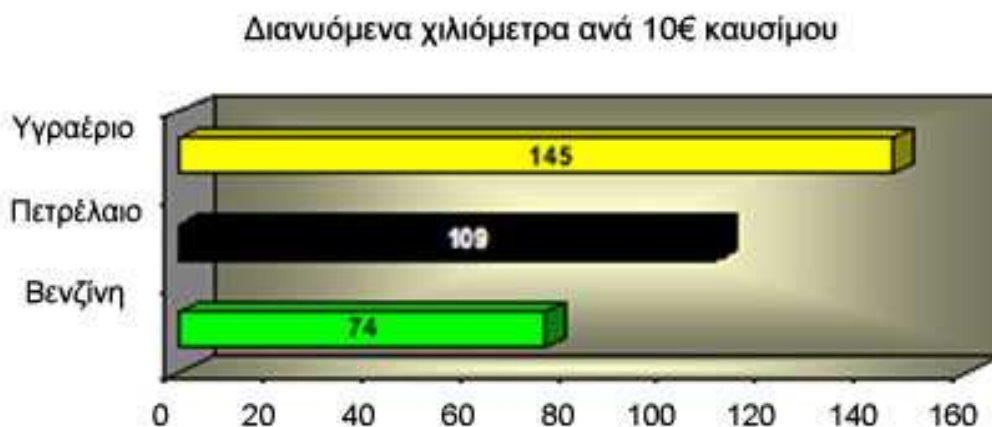
Αυτό προσφέρει διπλή αυτονομία στο αυτοκίνητο. Τα πρατήρια διανομής υγραερίου πολλαπλασιάζονται με γρήγορους ρυθμούς και η μετατροπή είναι μια εύκολη διαδικασία και γρήγορα αποσβέσιμη.



### **i. Οικονομικά**

Αυτό είναι το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της εγκατάστασης γκαζιού. Με την χρήση υγραερίου το κόστος κίνησης του αυτοκίνητου σας μειώνεται στο μισό. Η τιμή του υγραερίου σήμερα είναι 0,80 ευρώ/λίτρο, όταν η τιμή της βενζίνης αγγίζει τα 1,7 ευρώ. Σύμφωνα με σχετική Ευρωπαϊκή οδηγία, η τιμή του υγραερίου θα είναι πάντα στο μισό από την τιμή της βενζίνης μέχρι το 2019. Η απόσβεση του κόστους εγκατάστασης του συστήματος υγραεριοκίνησης γίνεται σε λιγότερο από ένα χρόνο, για ένα αυτοκίνητο που διανύει 10.000-12.000 χιλ. ετησίως

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τα διανυόμενα χιλιόμετρα για ένα τυπικό όχημα, ανά τύπο καυσίμου με 10€:

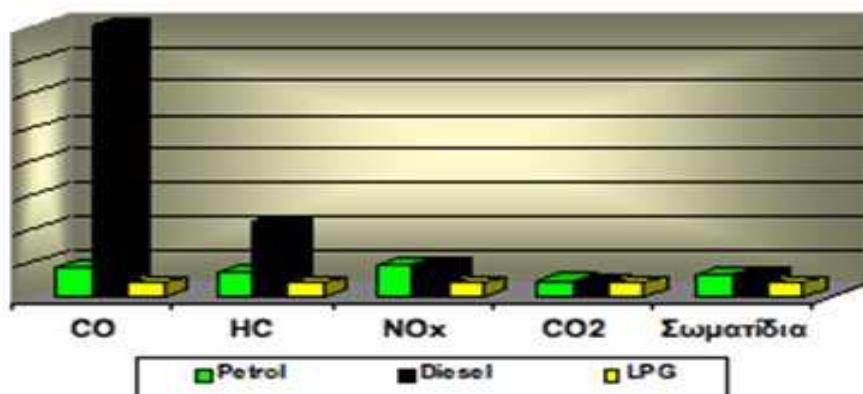


### **ii. Οικολογία**

Το υγραέριο (LPG) είναι καύσιμο φιλικό προς το περιβάλλον, γι' αυτό συχνά ονομάζεται "πράσινο καύσιμο". Οι εκπομπές ρύπων ενός κινητήρα με υγραέριο είναι μειωμένες σε σχέση με το πετρέλαιο και τη βενζίνη όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα.



Σύγκριση Εκπομπών Ρύπων ανά τύπο Καυσίμου



Οι εκπομπές ρύπων ενός κινητήρα με LPG είναι μειωμένες σε σχέση με της βενζίνης και πετρελαίου κατά:

- 60% σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO) από τη βενζίνη & 90% από το πετρέλαιο.
- 40% σε υδρογονάνθρακες (HC) από τη βενζίνη & 80% από το πετρέλαιο.
- 60% σε οξείδια του αζώτου (NOx) από τη βενζίνη & 60% από το πετρέλαιο.
- 10% σε διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από τη βενζίνη & 5% από το πετρέλαιο.
- 40% σε σωματίδια από το πετρέλαιο.

Άρα το LPG συντελεί στην μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και ελαττώνει σημαντικά την ρύπανση του περιβάλλοντος.

### iii. Διπλάσια Αυτονομία

Με την εγκατάσταση της συσκευής υγραερίου στο όχημα δεν καταργείται το σύστημα της βενζίνης. Ανά πάσα στιγμή μπορούμε να επιλέξουμε το καύσιμο που θα χρησιμοποιήσουμε με έναν διακόπτη στο εσωτερικό του οχήματος ακόμα και εν κινήσει. Έτσι, η προοπτική έλλειψης πρατηρίου γκαζιού δεν είναι πρόβλημα γιατί πάντα μπορούμε να οδηγούμε χρησιμοποιώντας βενζίνη.

### iv. Λιγότερες φθορές - Αραιότερη συντήρηση

Ο κινητήρας και ο καταλύτης έχουν λιγότερες φθορές, λόγω της καθαρότερης καύσης του υγραερίου, η οποία δεν αφήνει υπολείμματα, και έτσι επιμηκύνεται ο χρόνος ζωής τους.

Ο κινητήρας που δουλεύει με υγραέριο χρειάζεται αραιότερα σέρβις διότι:

- Δεν σχηματίζονται επικαθίσεις σωματιδίων άνθρακα (κάπνα) στους κυλίνδρους
- Τα μπουζί είναι κατά πολύ καθαρότερα
- Η χρήση υγραερίου προκαλεί μικρότερη ρύπανση των λιπαντικών, καθώς το υγραέριο δεν διαλύεται σε αυτά
- Οι αλλαγές φίλτρων και λαδιών είναι αραιότερες
- Επιπρόσθετα, το υγραέριο είναι ένα καύσιμο που δεν νοθεύεται. Επομένως έχουμε λιγότερες φθορές λόγω νοθευμένου καυσίμου.

#### **v. Ασφάλεια**

Το υγραέριο παρέχει υψηλά επίπεδα ασφάλειας επειδή:

- Η πίεση στο εσωτερικό της δεξαμενής και η απουσία οξυγόνου αποκλείουν την πιθανότητα έκρηξης.
- Σε πιθανή διαρροή το αέριο διαχέεται στο περιβάλλον και δεν συγκεντρώνεται στο γύρω χώρο όπως τα υγρά καύσιμα.
- Η εγκατάσταση δεν επικοινωνεί με την καμπίνα των επιβατών.
- Οι δεξαμενές και οι συσκευές που τοποθετούνται στα αυτοκίνητα δοκιμάζονται σε υψηλές πιέσεις, είναι πιστοποιημένες και πληρούν τις αυστηρότερες ευρωπαϊκές προδιαγραφές.

#### **vi. Νομοθεσία**

Η νομοθεσία στην Ελλάδα σχετικά με την υγραεριοκίνηση διαμορφώνεται ως εξής:

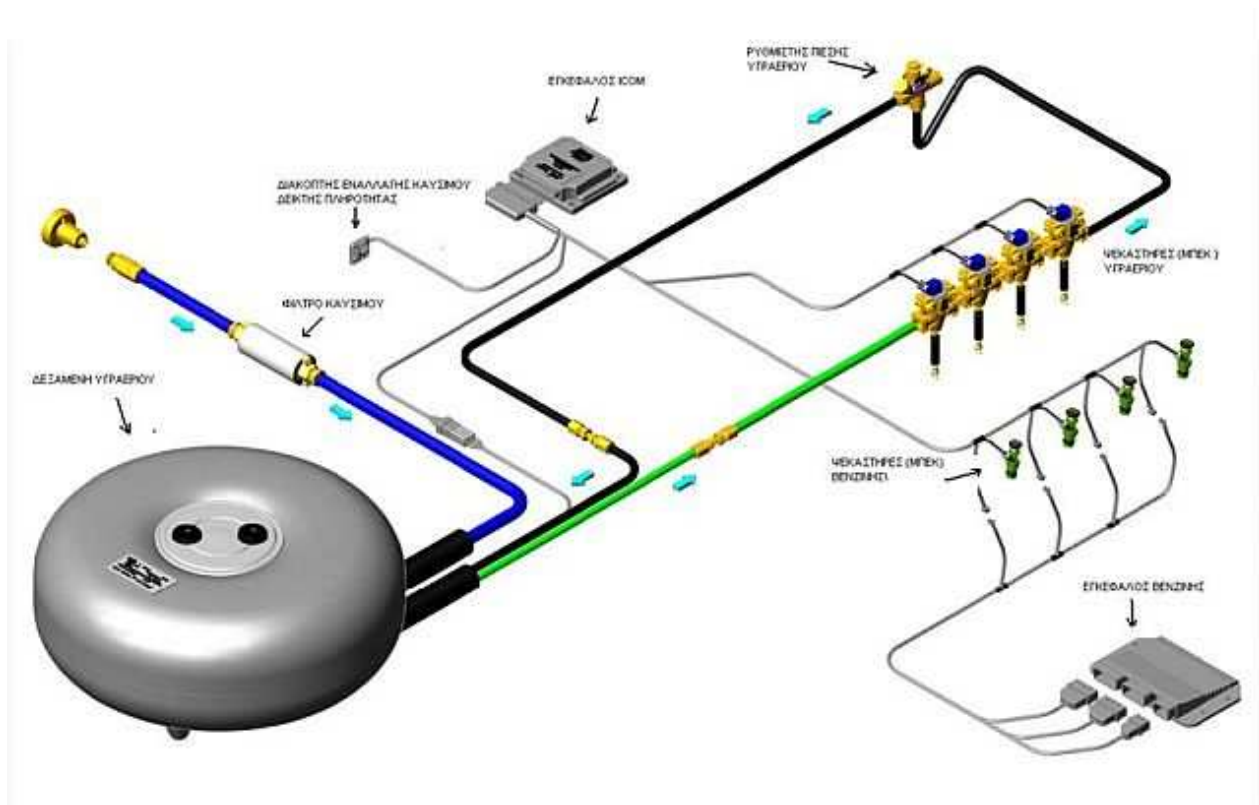
Σύμφωνα με το άρθρο 45 του Ν.2773/99(Φ.Ε.Κ. Α'286/22.12.1999) και την Υ.Α.18586/698/29.3.2000 επιτρέπεται στην Ελλάδα η υγραεριοκίνηση όλων ανεξαιρέτως των οχημάτων.

Όλα τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να πληρούν τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές και να διαθέτουν τα αντίστοιχα πιστοποιητικά.

Το συνεργείο στο οποίο θα γίνει η διασκευή πρέπει να είναι αμιγώς συνεργείο συντήρησης και επισκευής και τοποθέτησης συσκευών αερίου στα οχήματα.

Ο επιβλέπων μηχανικός του συνεργείου θα πρέπει να έχει άδεια ασκήσεως επαγγέλματος του Ν.1575/1985 με ειδικότητα τεχνίτη συστημάτων υγραερίου.

## 4.4.2 Υγραεριοκίνηση (τεχνικά)



Ο έλεγχος λειτουργίας του συστήματος γίνεται ηλεκτρονικά μέσω μιας ειδικής μονάδας (σ.σ.: εγκέφαλος ICOM).

Υπάρχει σύνδεση με την κεντρική ηλεκτρονική μονάδα του αυτοκινήτου ECU και δυνατότητα εναλλαγής. Αυτό γίνεται μέσω ενός διακόπτη εναλλαγής καυσίμου που τοποθετείται στο ταμπλό του αυτοκινήτου. Μέσω αυτού ο οδηγός μπορεί να επιλέξει αν θα κινηθεί καίγοντας βενζίνη ή υγραέριο.






Επιπλέον πάνω στον διακόπτη αυτό υπάρχει βαθμονομημένη κλίμακα ένδειξης πληρότητας της δεξαμενής του υγραερίου.

Αρκετοί αναρωτιούνται για την ασφάλεια, αλλά η δεξαμενή υγραερίου είναι εξίσου ασφαλής με το ντεπόζιτο βενζίνης.




Όσον αφορά στη λειτουργία του κινητήρα, ένα θέμα είναι η λίπανση των μηχανικών μερών που συντελείται λόγω της καύσης βενζίνης. Όμως αυτό λύνεται με ένα πρόσθετο σύστημα ψεκασμού. Σε αντιδιαστολή ο κινητήρας απαλλάσσεται από τα κατάλοιπα της καύσης βενζίνης. Επιπλέον οι εκπομπές ρύπων διοξειδίου και μονοξειδίου του άνθρακα όπως και υδρογοναθράκων και οξειδίων του αζώτου μειώνονται σημαντικά.

## 4.5 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα

### Πλεονεκτήματα

-  Ο σχετικά υψηλός αριθμός οκτανίων παρέχει χώρο για αυξήσεις στην αναλογία συμπίεσης και απόδοσης καυσίμου.
-  Το υγραέριο έχει μικρότερα ποσοστά εκπομπών μικροσωματιδίων και χαμηλότερα επίπεδα θορύβου σε σύγκριση με τους κινητήρες ντίζελ, καθιστώντας το καλύτερο για τις αστικές περιοχές.
-  Οι χαμηλές εκπομπές ρύπων συμβάλουν στη βελτίωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και στη μείωση των πρόδρομων ουσιών οξειδίου του αζώτου.
-  Περιέχει αμελητέα ποσότητα τοξικών συστατικών.
-  Περιέχει πολύ χαμηλά επίπεδα θείου εκπέμποντας έτσι αμελητέες ποσότητες διοξειδίου του θείου.

### Έχει πολλά συγκριτικά πλεονεκτήματα όσον αφορά τους μη ελεγχόμενους ρύπους

-  Εκπομπές πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (PAH) και αλδεϋδών (φορμαλδεϋδη, ακεταλδεϋδη, ακρολεΐνη) πολύ χαμηλότερες σε σύγκριση με τα οχήματα ντίζελ.
-  Εκπομπές βενζολίου, τολουολίου, ξυλολίου (BTX) είναι χαμηλότερες σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα οχήματα.
-  Η δυνατότητα σχηματισμού νέφους τους καλοκαιρινούς μήνες είναι πολύ χαμηλότερη από την αντίστοιχη του πετρελαίου.

Παρακάτω βλέπουμε έναν πίνακα με τα παράγωγα τον καυσαερίων ανά καύσιμο.

<b>Ρύπανση LPG σε σχέση με Αμόλυβδη Βενζίνη &amp; Πετρέλαιο Κίνησης</b>		
Ρύπος	Μείωση σε σχέση με την Αμόλυβδη	Μείωση σε σχέση με το Πετρέλαιο Κίνησης
CO	-55%	-94%
HC	-45%	-81%
NO <sub>x</sub>	-58%	-57%
CO <sub>2</sub>	-12%	-4%
Σωματίδια	-	-39%

## Μειονεκτήματα



Το υγραέριο είναι μίγμα προπανίου και βουτανίου σε μια συγκεκριμένη αναλογία. Σε περίπτωση που το ποσοστό βουτανίου είναι υψηλότερο από το προβλεπόμενο, τότε μπορούν να υπάρξουν προβλήματα στον κινητήρα του αυτοκινήτου.

Στην Ευρώπη πρόσφατα υπήρξαν καταγγελίες από οδηγούς υγραεριοκίνητων αυτοκινήτων, των οποίων ο κινητήρας παρουσίασε κάποιο πρόβλημα, γιατί όπως αποδείχθηκε λειτουργούσε με πολύ υψηλό ποσοστό βουτανίου και όχι σύμφωνα με τις προϋποθέσεις του DIN EN 589.



Γενικά, τα συστήματα υγραεριοκίνησης, με τα οποία εφοδιάζονται τα αυτοκίνητα σήμερα δεν διαθέτουν κάποιον αισθητήρα που θα μπορούσε να ανιχνεύσει την αναλογία προπανίου/βουτανίου, η οποία όταν αποκλίνει σε μεγάλο βαθμό από την προεπιλογή του συστήματος, τότε μπορεί να προκαλέσει κάποια ζημιά στον κινητήρα.

# Κεφάλαιο 5

## Καύσιμο Biodiesel

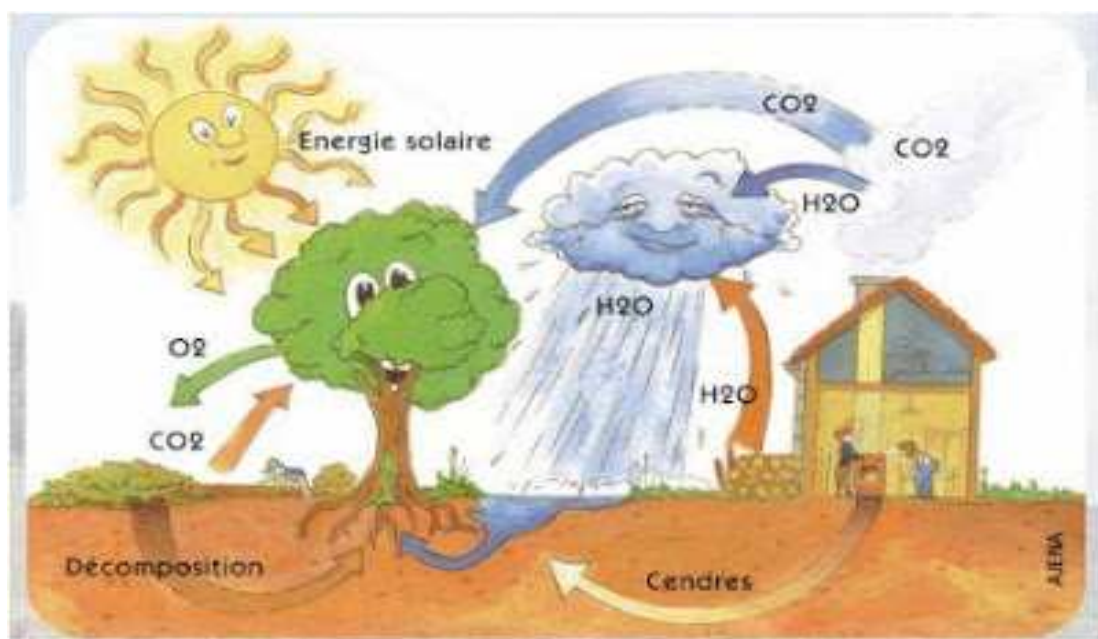


### 5.1 Εισαγωγή



Ένα υποσχόμενο βιοκαύσιμο, παραπλήσιο και άριστο υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ, είναι το βιοντίζελ, το οποίο προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα) όπως είναι τα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη.

Τα φυτά είναι ένας αένας μετατροπέας της ηλιακής ενέργειας, η οποία αποθηκεύεται σε αποθηκευμένη χημική μέσω της φωτοσύνθεσης. Η βιομάζα τους έχει ουδέτερη (σχεδόν μηδενική) επίπτωση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, διότι η έκλυση CO<sub>2</sub> από την καύση της αντισταθμίζεται από την απορρόφηση του κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης για τη δημιουργία ισόποσης βιομάζας.



Η ιστορία των βιοελαίων ως καύσιμα κίνησης ξεκινά πριν από ένα αιώνα, όταν ο Ρούντολφ Ντίζελ κατασκεύασε τον Αύγουστο του 1893 τον ομώνυμο κινητήρα, χρησιμοποιώντας ως καύσιμο για τη λειτουργία του το αραχιδέλαιο (φυστικέλαο).

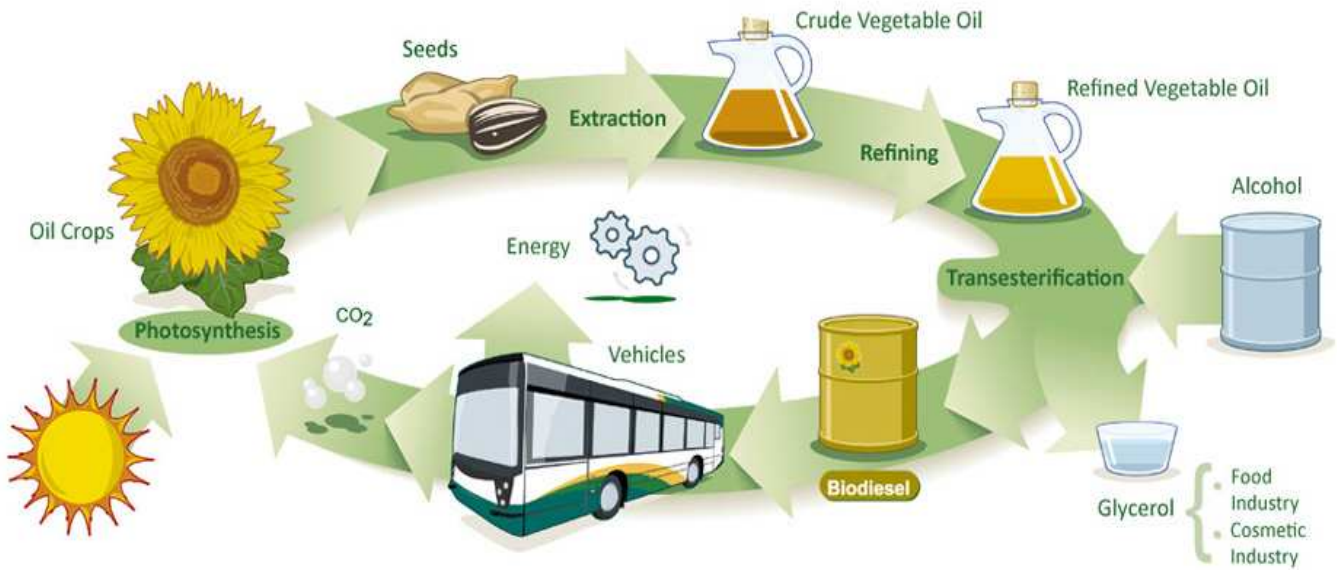
Λίγα χρόνια αργότερα, το 1912, ο Ρούντολφ Ντίζελ προφητικά δηλώνει: **«Η χρήση φυτικών ελαίων σαν καύσιμα μηχανών φαίνεται ασήμαντη σήμερα. Όμως τέτοια έλαια μπορεί να γίνουν με την πάροδο του χρόνου τόσο σημαντικά όσο είναι σήμερα το πετρέλαιο και το κάρβουνο».**

Σήμερα το βιοντίζελ χρησιμοποιείται σε πετρελαιοκινητήρες, μόνο του ή σε μίγμα με πετρέλαιο κίνησης. Τα μίγματα μέχρι 20% βιοντίζελ με πετρέλαιο κίνησης (B20) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν σε όλες τις μηχανές ντίζελ και είναι συμβατά με τον υπάρχοντα εξοπλισμό αποθήκευσης και διανομής. Αυτά τα χαμηλά μίγματα (5-20%) γενικά δεν απαιτούν τροποποιήσεις των μηχανών. Τα υψηλότερα μίγματα, ακόμη και το καθαρό βιοντίζελ (βιοντίζελ 100%, ή B100), μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μηχανές που κατασκευάστηκαν την τελευταία δεκαετία, με ελάχιστη ή καμία τροποποίηση.

## 5.2 Ιδιότητες biodiesel

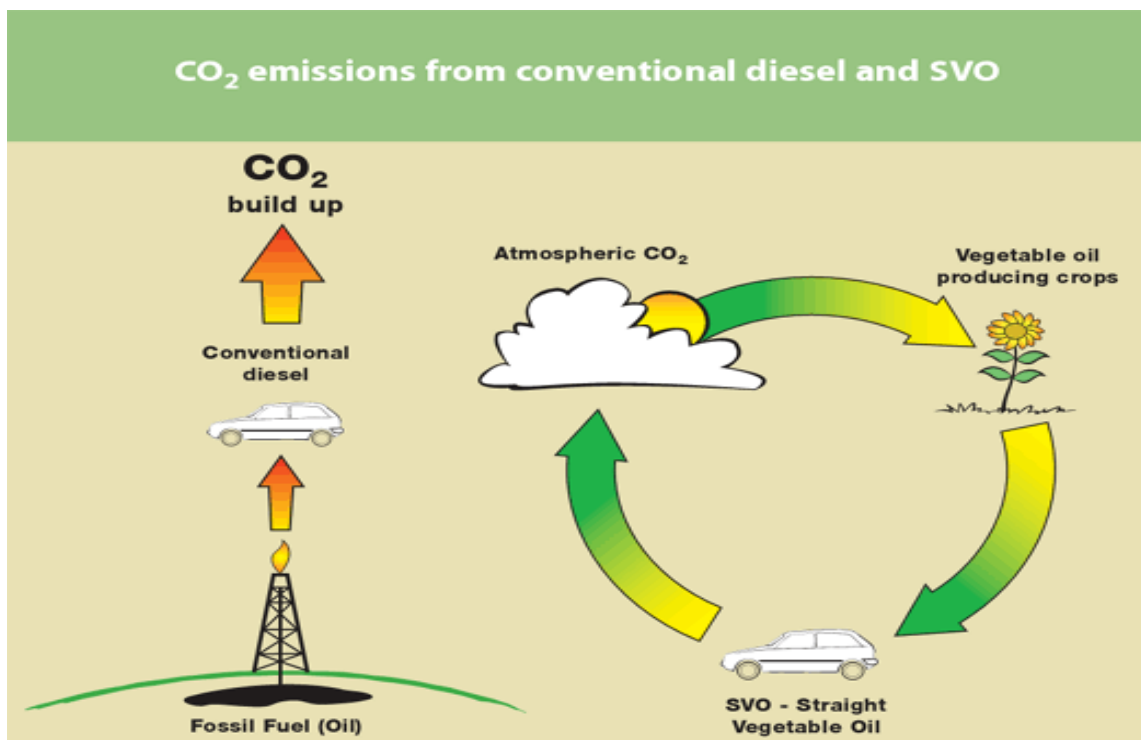
Το βιοντίζελ είναι το πιο δημοφιλές βιοκαύσιμο που χρησιμοποιείται είτε μονάχα το ίδιο είτε με μίξη κάποιες φορές με τα τυπικής μορφής καύσιμα. Δεν περιέχει καθόλου ή σχεδόν καθόλου τοξικές ουσίες, είναι καθαρό και βοηθάει πάρα πολύ το περιβάλλον. Οπουδήποτε και να βρεθεί το βιοντίζελ σε ολόκληρο το πλανήτη δεν προκαλεί καμία ζημιά διότι ουσιαστικά αποτελείται από ελαιόλαδο και το τρώνε οι μικροοργανισμοί των θαλασσών αφού αποτελεί για αυτούς τους μικροοργανισμούς τροφή. Με τη καύση του δεν επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με διάφορες ενώσεις και εκπέμπει πολύ χαμηλές εκπομπές άκαυστων υδρογονανθράκων, αιθάλης, μονοξειδίου του άνθρακα και μονοξειδίου του θείου. Αυτό θα το δούμε και πιο αναλυτικά στις 2 επόμενες εικόνες.

## The Biodiesel Cycle



© GreenerPro

Ειδικότερα για το θείο, το συμβατικό ντίζελ επειδή κατά τη καύση του απελευθερώνει πολύ μεγάλες ποσότητες οξειδίου του θείου επιβαρύνεται σοβαρά η ατμόσφαιρα των μεγαλουπόλεων με ρύπους. Αντίθετα το βιοντίζελ απελευθερώνει σχεδόν μηδενικές ποσότητες οξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα. Όσον αφορά τους άκαυστους υδρογονάνθρακες, την αιθάλη και το μονοξείδιο του άνθρακα αυτά απελευθερώνονται σε μηδενικές ποσότητες από το βιοντίζελ γιατί περιέχει μεγάλη ποσότητα οξυγόνου και έτσι η καύση του είναι πιο ποιοτική.





Επίσης υπάρχουν διάφοροι τύποι βιοντίζελ με τους κυριότερους τύπους τον B100 και τον B20. Ο B100 είναι τύπος 100% βιοντίζελ αλλά για να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στους κινητήρες επιβάλλεται να τροποποιηθεί. Ο τύπος B20 περιέχει 20% βιοντίζελ και 80% ντίζελ, δηλαδή είναι τύπος μίξης βιοντίζελ με ντίζελ και διαπιστώνεται πρακτικά ότι το αναμειγμένο βιοντίζελ είναι ακόμη πιο αποτελεσματικό βιοκαύσιμο από το καθαρό βιοντίζελ.

Εκπομπές % για B100 και B20 σε σύγκριση με του συμβατικού ντίζελ		
Εκπομπή	B100*	B20*
Μονοξείδιο του άνθρακα	-48%	-12%
Άκαυστοι υδρογονάνθρακες	-67%	-20%
Σωματίδια	-47%	-12%
Οξείδια του αζώτου	+10%	+2%
Οξείδια του Θείου	-100%	-20%
Τοξικά αέρια	-60% έως -90%	-12% έως -20%

\*B100 (100% Βιοντίζελ), B20 (μίγμα αποτελούμενο από 20% Βιοντίζελ και 80% ντίζελ)

Η προσθήκη, όμως, του βιοντίζελ στο πετρελαϊκό ντίζελ, ακόμα και σε περιεκτικότητες μικρότερες από 1% κ.β., επαναφέρει τη λιπαντική ικανότητα του καυσίμου, οπότε με τη χρήση του βιοντίζελ παρατείνεται η ζωή του πετρελαιοκινητήρα και τα διυλιστήρια εξοικονομούν αρκετά χρήματα. Ο μεγαλύτερος αριθμός κετανίου που παρουσιάζει το βιοντίζελ έναντι του συμβατικού ντίζελ αντισταθμίζει το γεγονός ότι κατά την καύση του το βιοντίζελ απελευθερώνει ενέργεια μικρότερη από την ενέργεια που απελευθερώνει το συμβατικό ντίζελ. Έτσι η απόδοση ενός πετρελαιοκινητήρα που κινείται με καθαρό βιοντίζελ κυμαίνεται τουλάχιστον στα επίπεδα του συμβατικού ντίζελ. Επίσης, το βιοντίζελ είναι κατάλληλο για τους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες, όπου δεν χρειάζεται να γίνει σχεδόν καμία μετατροπή ακόμα και αν χρησιμοποιηθεί αμιγές βιοντίζελ.

Έχει υπολογιστεί ότι κατ' έτος, παράγονται παγκοσμίως μέσω της φωτοσύνθεσης περίπου 220 δισεκατομμύρια τόνοι ξηρής βιομάζας με ενεργειακό ισοδύναμο που αντιστοιχεί στο δεκαπλάσιο της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας.

Το δυναμικό της βιομάζας στην Ελλάδα από αγροτικά και δασικά υπολείμματα είναι εξαιρετικά μεγάλο. Εκτιμάται συνολικά σε 50.000 TJ, το οποίο ισοδυναμεί με το 50% της σημερινής ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας. Αν σε αυτά προστεθεί και το δυναμικό που προκύπτει από τη δυνατότητα αξιοποίησης ενεργειακών καλλιεργειών αντιλαμβάνεται κανείς ότι οι δυνατότητες εκμετάλλευσης της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς είναι τεράστιες.

Η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και αερίων καυσίμων.

- Τα υγρά βιοκαύσιμα χρησιμοποιούνται κυρίως στις μεταφορές,
- τα στερεά για παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας ενώ
- τα αέρια βιοκαύσιμα έχουν πολλαπλές χρήσεις.

Τα διάφορα είδη βιοκαυσίμων μπορούν να αντικαταστήσουν όλες τις μορφές ορυκτών καυσίμων δηλαδή αντικατάσταση της βενζίνης από βιοαιθανόλη, του πετρελαίου κίνησης από βιοντήζελ, του πετρελαίου θέρμανσης από στερεά μορφοποιημένα βιοκαύσιμα (πελλέτες και μπριγκέτες), της ηλεκτροπαραγωγής από λιγνίτη και λιθάνθρακα με ηλεκτροπαραγωγή από βιομάζα ή πελλέτες.

Ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, τα βιοκαύσιμα διακρίνονται σε πρώτης και δεύτερης γενιάς.

- Βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς είναι η αιθανόλη και το βιοντήζελ ενώ
- δεύτερης γενιάς το βιοντήζελ Fisher-Tropsch, η κυτταρινική αιθανόλη από λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες (πχ άχυρο, ξύλο), το βιο-DME (διμεθυλαιθέρας) και το συνθετικό φυσικό αέριο (SNG).
- Η έρευνα για την παραγωγή δεύτερης γενιάς βιοντήζελ, εκτός από τη βιομάζα, έχει στραφεί και στην ανάπτυξη τεχνολογιών παραγωγής του βιοντήζελ από **φύκη** και **φυτοπλαγκτόν**. (όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες).



Είναι προφανές ότι με τη συνεχή πρόοδο της τεχνολογίας και την ανάπτυξη σε βιομηχανικό επίπεδο της παραγωγής βιοντήζελ δεύτερης γενιάς, με πρώτη ύλη τη βιομάζα, θα μειωθεί ο ανταγωνισμός για καλλιεργούμενες εκτάσεις και άλλες αγροτικές πρώτες ύλες. Με πρώτες ύλες φύκη, φυτοπλαγκτόν ή κυτταρίνη θα γίνει φθηνή η βιομηχανική παραγωγή βιοντήζελ από γεωργικά υπολείμματα (άχυρο κτλ), πριονίδια, οικιακά απορρίμματα και προϊόντα χαρτιού καθώς και από ταχυσυζήμη διατροφικά φυτά με πολύ μεγάλη στρεμματική παραγωγή βιομάζας όπως ινώδες σόργο, καλάμι, αγριαγκινάρα και κεχρί.

## 5.3 Παραγωγή Biodiesel

### 5.3.1 Αναλυτικά για το biodiesel

Το βιοντήζελ είναι μεθυλεστέρας που παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ελαιοκράμβη, ηλίανθος, σόγια κ.α) με μετεστεροποίηση των φυτικών ελαίων και παραγωγή εστέρων των τριγλυκεριδίων.

Χρησιμοποιείται σε

πετρελαιοκινητήρες, μόνο του ή σε μίγμα με ντήζελ. Για την παραγωγή του βιοντήζελ, ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται κυρίως ελαιοκράμβη

στις χώρες της ΕΕ και σόγια στις ΗΠΑ. Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι μακράν ο κύριος παραγωγός βιοντήζελ σε παγκόσμιο επίπεδο με τη Γερμανία να παράγει το μισό περίπου βιοντήζελ της ΕΕ.

Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ακόμη φθηνότερου βιοντήζελ, εκτός από ελαιούχοι σπόροι και μεταχειρισμένα φυτικά έλαια (τηγανόλαδα) ή και ζωικά λίπη (πχ ως απόβλητα σφαγείων). Η εξαγωγή του ελαίου από τους σπόρους γίνεται μηχανικά ή χημικά. Το βιοντήζελ έχει θερμογόνο δύναμη 15% μικρότερη από αυτή του πετρελαίου.



Ένα γενικό σχήμα της παραγωγικής αλυσίδας βιοντήζελ δίνεται στο παρακάτω σχήμα.

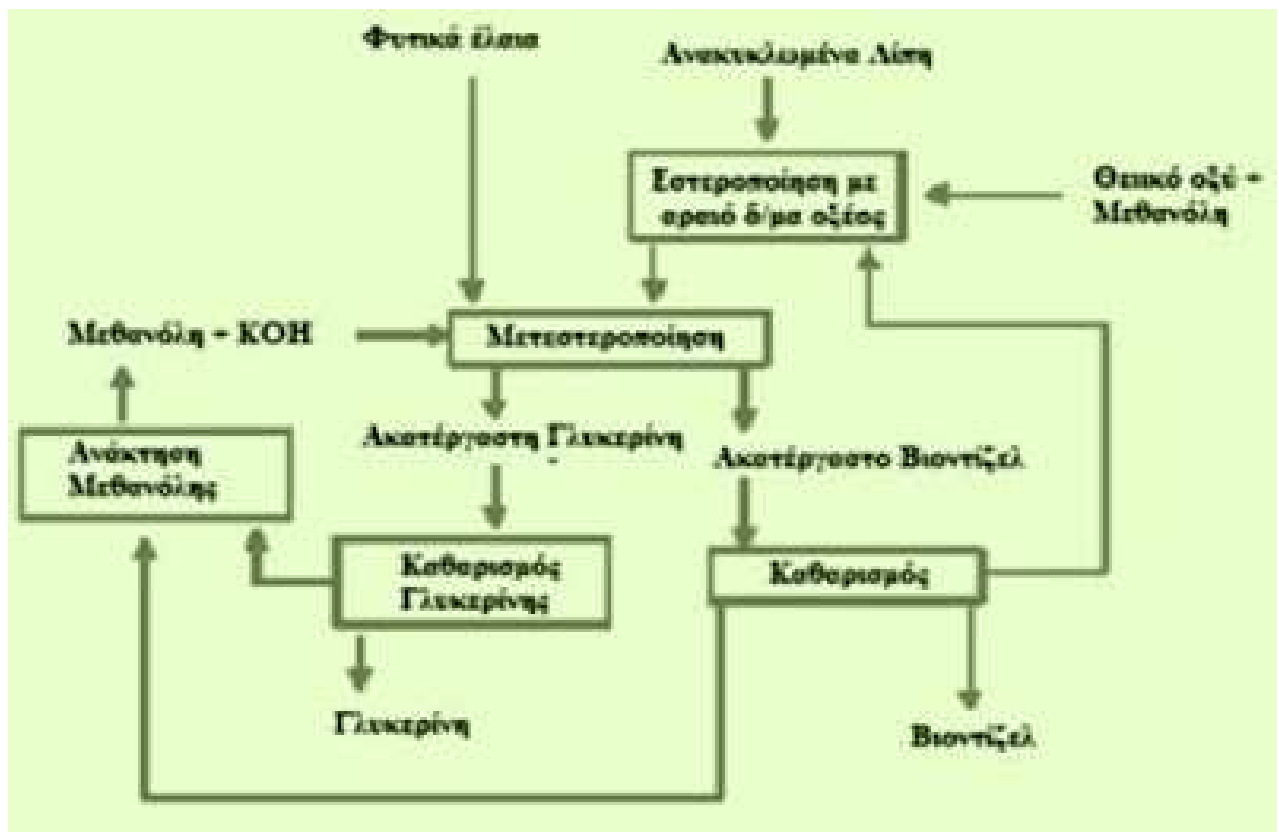


**Διαγραμματική απεικόνιση της παραγωγή βιοντίζελ**

Με την υπάρχουσα τεχνολογία τα έλαια (τριγλυκερίδια) μετατρέπονται με μια απλή διαδικασία σε εστέρες των τριγλυκεριδίων, με μεθανόλη ή και αιθανόλη. Οι καθαροί εστέρες των τριγλυκεριδίων είναι άριστα υποκατάστατα του πετρελαίου χωρίς να χρειάζεται καμία μετατροπή στον κινητήρα. Για ορισμένες φθηνές μετατροπές στη μηχανή είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί και καθαρό **βιοέλαιο**.

**Τα Στάδια της παραγωγικής διαδικασίας συνοψίζονται στα εξής:**

- 1) Εξευγενισμός πρώτης ύλης
- 2) Μετεστεροποίηση πρώτης ύλης
- 3) Καθαρισμός βιοντίζελ (πλύσεις)
- 4) Εξευγενισμός γλυκερίνης
- 5) Ανάκτηση μεθανόλης



### Διαδικασία μετεστεροποίησης για την παραγωγή βιοντίζελ

Κατά την παραγωγική διαδικασία τα άνυδρα έλαια (τριγλυκερίδια) θερμαίνονται με μεθανόλη σε αλκαλικό περιβάλλον (με βασικό καταλύτη) και προκύπτει μίγμα μεθυλεστέρων και γλυκερίνης που ανακτάται σαν πολύτιμο παραπροϊόν. Το υδροξείδιο νατρίου και το μεθοξείδιο του νατρίου χρησιμοποιούνται ευρέως ως καταλύτες, όμως η χρήση επαναχρησιμοποιούμενου καταλύτη λιπάσης και υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα είναι περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον.

### 5.3.2 Προϊόντα

Τα βασικά παραπροϊόντα της βιομηχανικής παραγωγής είναι γλυκερίνη και κέικ (πρωτεϊνούχος κτηνοτροφική πίτα που χρησιμοποιείται ως ζωτροφή).

Η γλυκερίνη έχει υψηλή αξία διότι χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων, την ποτοποιία, την βιομηχανία καλλυντικών, τη φαρμακοβιομηχανία και σαπωνοποιία κ.α. Η κτηνοτροφική πίτα έχει επίσης μεγάλη αξία ως ζωτροφή διότι είναι πλούσια σε πρωτεΐνες (10-45%).

Πρέπει να αναφερθεί ότι το βιοντίζελ είναι πολύ εύκολο να παρασκευαστεί και σε επίπεδο ατομικό, δηλαδή ως οικιακό βιοντίζελ.

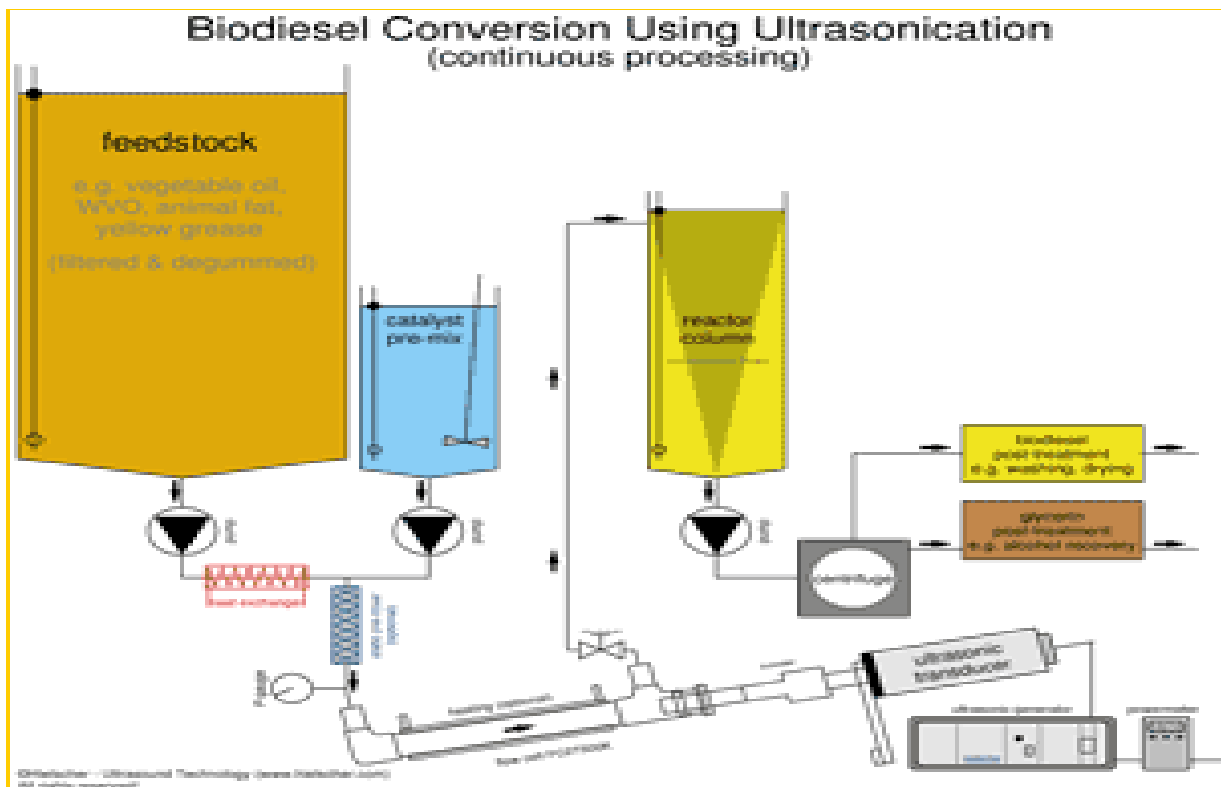
Είναι διαθέσιμος στην αγορά φθηνός εξοπλισμός παραγωγής βιοντίζελ (αξίας 1500€ περίπου) ώστε είναι δυνατή η παραγωγή σε επίπεδο φάρμας. Έτσι μπορεί ο κάθε γεωργός που καλλιεργεί ενεργειακά φυτά (πχ ελαιοκράμβη, ηλίανθο) να παρασκευάζει το δικό του καύσιμο για την κίνηση των γεωργικών μηχανημάτων και οχημάτων, μία πρακτική που χρησιμοποιείται κατά κόρον από τους αμερικανούς αγρότες. Παρακάτω κάποια δείγματα αυτών των μονάδων.



Η εταιρεία Green Fuels διαθέτει στην αγορά το ημιαυτόματο αντιδραστήριο παραγωγής βιοντίζελ από φυτικά έλαια. Το κιτ περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για την παραγωγή βιοντίζελ από χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια και έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να καταλαμβάνει λίγο χώρο. Μπορεί να παράγει 150-600 λίτρα βιοντίζελ σε 8 ώρες. Το μόνο που χρειάζεται να προσθέσετε για τη λειτουργία του είναι φυτικά έλαια, μεθανόλη και καυστική σόδα (καταλύτης).

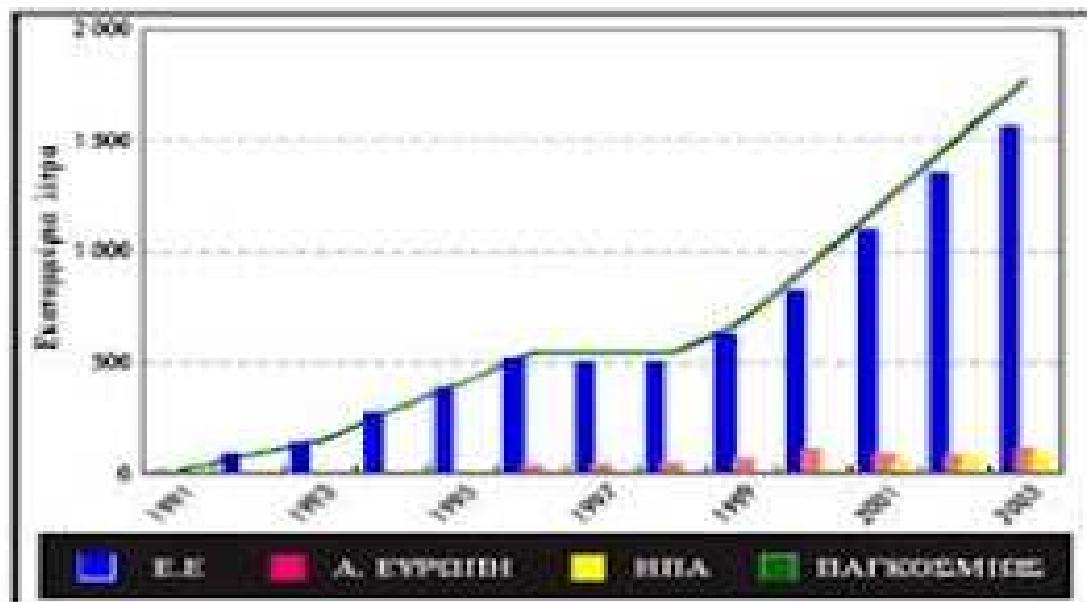
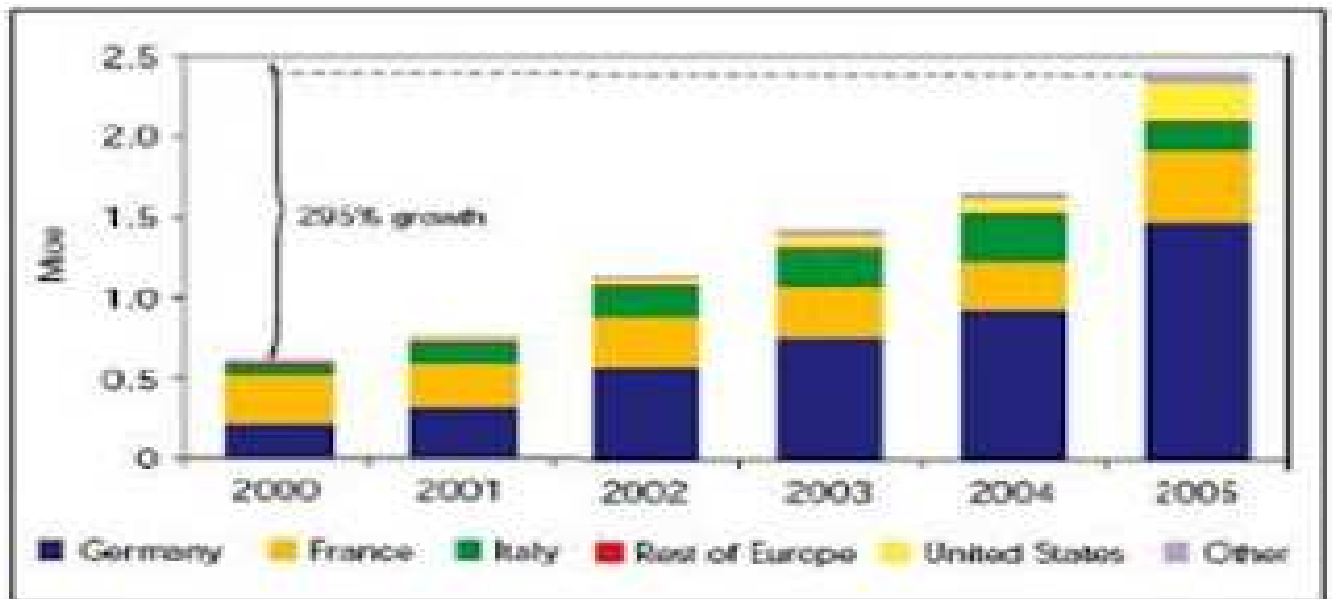


Το διάγραμμα ροής που ακολουθεί δείχνει μια τυπική ρύθμιση για την κατά-υπερήχηση γραμμή του πετρελαίου για την μετατροπή σε βιοντίζελ.



### 5.3.3 Ανάλυση της παγκόσμιας αγοράς biodiesel

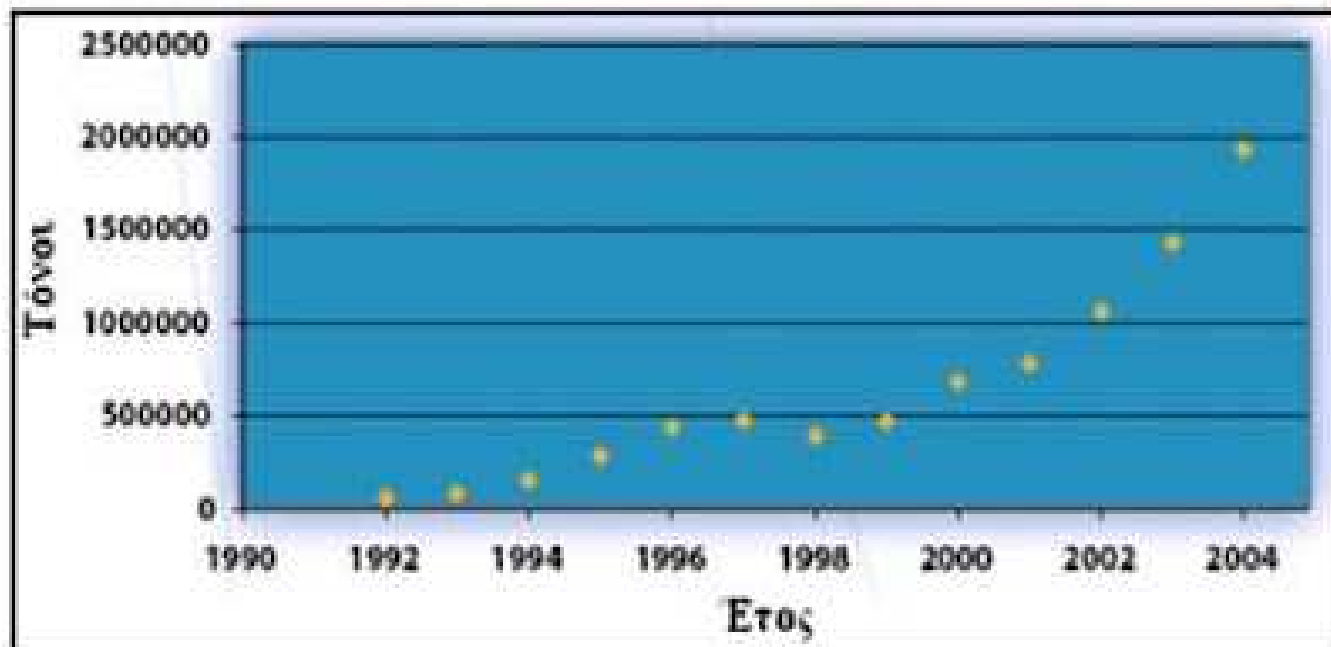
Η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι μακράν ο κύριος παραγωγός βιοντήζελ σε παγκόσμιο επίπεδο. Η παγκόσμια παραγωγή βιοντήζελ το 2003 ήταν περίπου 1,8 δισεκατομμύρια λίτρα όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διαγράμματα: Εξέλιξη της παγκόσμιας παραγωγής βιοντήζελ (πηγή IEA)



Η παραγωγή βιοντήζελ στην ΕΕ παρουσίασε μέση ετήσια αύξηση 34,5% κατά την περίοδο 1992-2003, η οποία αντιστοιχεί σε επίπεδο παραγωγής 26 φορές μεγαλύτερο από αυτό του 1992.



**Διάγραμμα: Παραγωγή βιοντήζελ στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατά την περίοδο 1992-2004 (πηγή E. Commission)**

Το 2006 η παραγωγή βιοντήζελ στην ΕΕ ανήλθε σε 4.890.000 τόνους σημειώνοντας αύξηση 54% σε σχέση με το 2005. Η Γερμανία παράγει το μισό βιοντήζελ της Ευρώπης (54%) και μέρος του διατίθεται σε 1.900 πρατήρια καυσίμων, ενώ μεγάλες παραγωγούς είναι η Γαλλία και η Ιταλία. Σήμερα στην ΕΕ λειτουργούν περίπου 200 εργοστάσια παραγωγής βιοντήζελ με δυναμικότητα παραγωγής που ξεπερνά τους 10.000.000 τόνους. Σύμφωνα με τους στόχους της Κομισιόν, η Ευρωπαϊκή Ένωση θα πρέπει να καταναλώνει 11.000.000 τόνους βιοντήζελ μέχρι το 2010 και διπλάσια περίπου ποσότητα μέχρι το 2020.

Στις ΗΠΑ που είναι η δεύτερη παραγωγός βιοντήζελ σε παγκόσμιο επίπεδο, η παραγωγή από 25 εκατομμύρια γαλόνια το 2004 18-πλασιάστηκε στα 450 εκατομμύρια γαλόνια το 2007. Σχετικά με τη βιομηχανία στις ΗΠΑ, λειτουργούν 45 μονάδες παραγωγής βιοντήζελ, ενώ άλλες 54 βρίσκονται υπό κατασκευή. Η δυναμικότητα της βιομηχανίας παραγωγής βιοντήζελ των ΗΠΑ σήμερα υπολογίζεται στα 1,85 δις γαλόνια. Μάλιστα μεγάλες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή βιοαιθανόλης, στρέφονται πλέον και στην παραγωγή βιοντήζελ. Το 30% των αμερικανών αγροτών χρησιμοποιεί ήδη ένα ποσοστό βιοντήζελ στα καύσιμα των αγροτικών οχημάτων τους.

Για την παραγωγή του βιοντήζελ, ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται κυρίως ελαιοκράμβη στις χώρες της ΕΕ και σόγια στις ΗΠΑ. Στην Ελλάδα 10 εταιρείες παράγουν βιοντήζελ (ΕΛΙΝ Βιοκαύσιμα, Agroinvest κ.ά.) κυρίως από εισαγόμενες πρώτες ύλες (κραμβέλαιο κτλ), ενώ ετοιμάζονται και νέες επενδύσεις.

### 5.3.4 Κόστος παραγωγής biodiesel

Σχετικά με το κόστος παραγωγής του βιοντήζελ, τα δεδομένα ποικίλουν ανάλογα με την πρώτη ύλη και τη μέθοδο παραγωγής. Το βιοντήζελ από ζωικά λίπη είναι έχει το χαμηλότερο κόστος παραγωγής που κυμαίνεται από 0.4 έως 0.5 \$ ανά ισοδύναμο λίτρο πετρελαίου κίνησης (το βιοντήζελ έχει θερμογόνο δύναμη περίπου 15% μικρότερη από αυτή του πετρελαίου).

Το βιοντήζελ που παράγεται από καλλιέργειες (ελαιούχοι σπόροι) έχει αντίστοιχο κόστος 0.6-0.8 \$ ενώ αναμένεται να μειωθεί μελλοντικά κατά 0.1-0.3 \$.

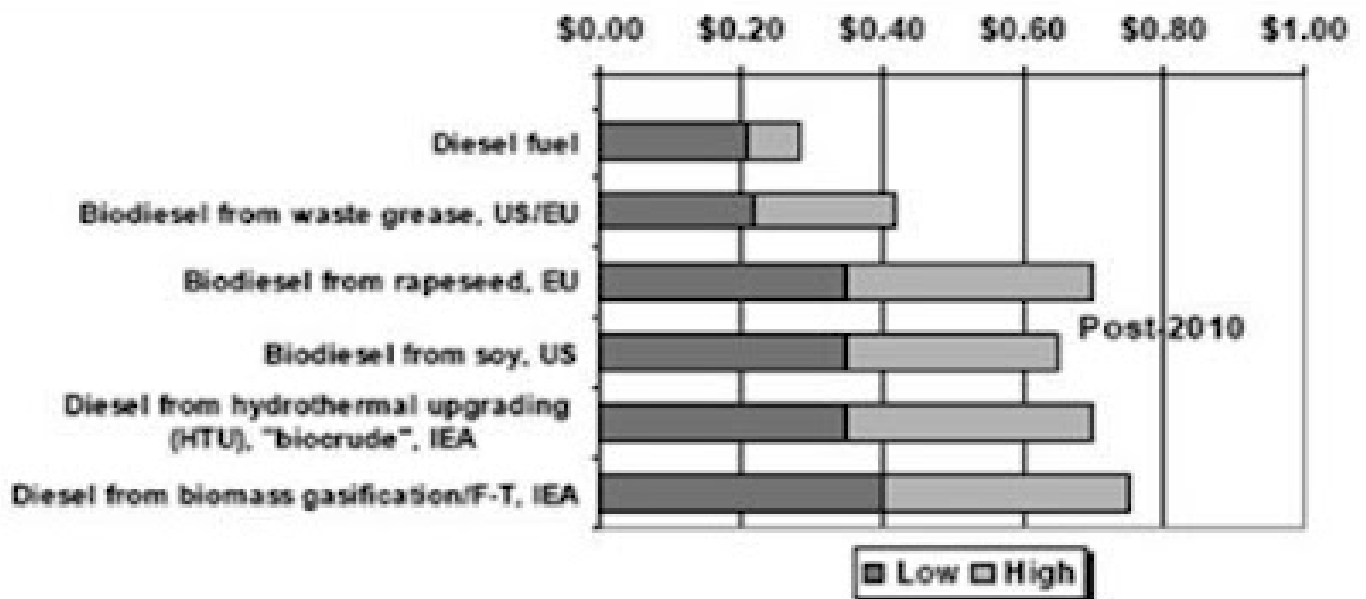
Το βιοντήζελ δεύτερης γενιάς που παράγεται από βιομάζα έχει προς το παρόν υψηλό κόστος παραγωγής, 0.9 \$ ανά ισοδύναμο λίτρο πετρελαίου κίνησης, με το κόστος τα επόμενα χρόνια να διαμορφώνεται σε 0.7- 0.8 \$.

Το κόστος παραγωγής του βιοντήζελ στις χώρες της ΕΕ είναι περίπου 0,5 €/l (15 €/GJ) ενώ προβλέπεται μακροπρόθεσμα μείωσή του κατά 0,2 €/l (6 €/GJ) συμπεριλαμβανομένης της αξίας των υποπροϊόντων του (γλυκερίνη, πίτα). Για την ΕΕ το παραγόμενο βιοντήζελ γίνεται ανταγωνιστικό έναντι του πετρελαίου κίνησης σε τιμές πετρελαίου περίπου 60 ευρώ ανά βαρέλι. Το κόστος παραγωγής της καλλιέργειας αντιπροσωπεύει περίπου το 80% του τελικού κόστους παραγωγής του βιοντήζελ στην Ευρώπη.

Η υψηλή τιμή του βιοντήζελ σε σχέση με το «φθηνό» ντίζελ, είναι το σημαντικότερο εμπόδιο στην ανάπτυξη της αγοράς του στις Η.Π.Α. Σήμερα το γαλόνι κοστίζει 1 \$ ακριβότερα σε σχέση με το ντίζελ κίνησης στα πρατήρια, ενώ η συνεχώς αυξανόμενες τιμές της σόγιας δρουν αρνητικά.

Η πλέον ελπιδοφόρος προσέγγιση για τη μείωση του κόστους παραγωγής βιοντήζελ στο κοντινό μέλλον, είναι η χρησιμοποίηση πιο φτηνής πρώτης ύλης όπως για παράδειγμα να χρησιμοποιηθούν οι ποσότητες της χαλασμένης σόγιας, το ζωικό λίπος του βοδινού και χοιρινού κρέατος, το τηγανισμένο λίπος και τα χρησιμοποιημένα λάδια εστιατορίων και άλλα παρόμοια υποπροϊόντα. Σ' αυτή την περίπτωση όμως παρουσιάζονται προβλήματα συλλογής, αποθήκευσης και ομοιογένειας της πρώτης ύλης.

Κλείνοντας, μία εκτίμηση για τη διαμόρφωση του κόστους παραγωγής βιοντήζελ μετά το 2010 παρουσιάζεται στο παρακάτω ραβδόγραμμα (πηγή IEA).



Στο διάγραμμα, η δεύτερη , τρίτη, τέταρτη και τελευταία ράβδος αναφέρονται στο κόστος παραγωγής βιοντήζελ από λίπη (ΕΕ & ΗΠΑ), ελαιοκράμβη (ΕΕ), σόγια (ΗΠΑ) και βιομάζα (με τη μέθοδο Fischer-Tropsch), αντίστοιχα.

### 5.3.5 Καλλιέργειες για παραγωγή biodiesel

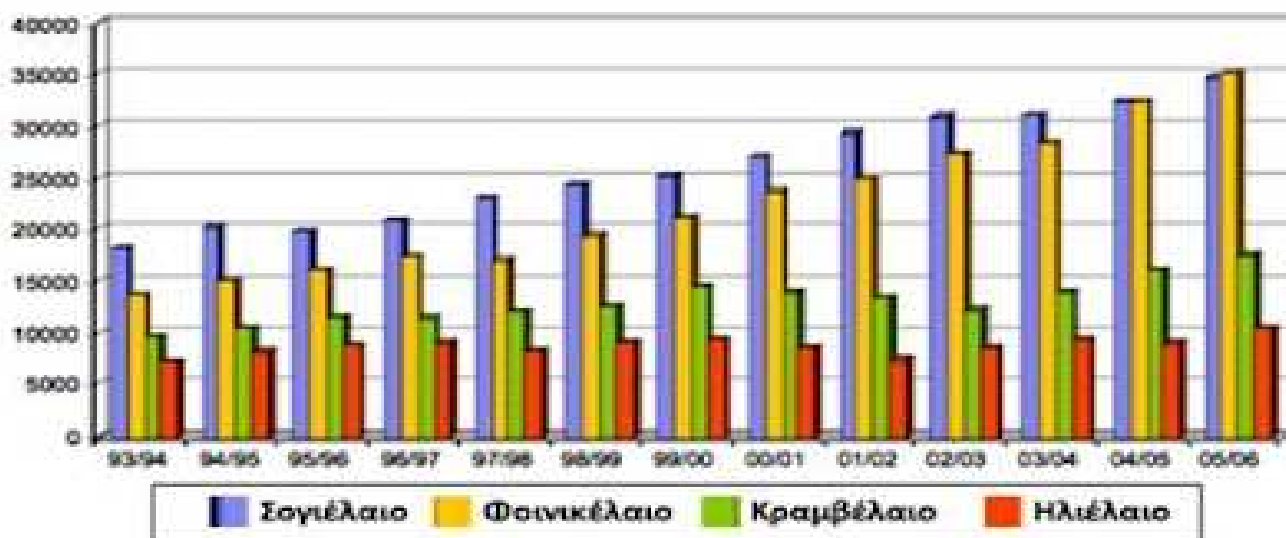
Σήμερα το βιοντήζελ πρώτης γενιάς παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους καλλιεργειών όπως η ελαιοκράμβη, η σόγια και ο ηλιάνθος, από δένδρα όπως ο φοίνικας και η καρύδα, αλλά μπορεί να παραχθεί και από θάμνους όπως η jatropa και η jojoba. Τα παραγόμενα φυτικά λάδια μετατρέπονται με κατάλληλη επεξεργασία σε βιοντήζελ.



Η περιεκτικότητα των διαφόρων σπόρων σε λάδι δίνεται στο παρακάτω πίνακα (FEDIOL):

Σπόροι και άλλες πρώτες ύλες	Έλαιο (%)		
	Τυπική	Ελάχιστη	Μέγιστη
Αραχίδα	47,5	36,1	44,4
Σόγια	17,5	16,0	19,4
Ελαιοκράμβη	39	40	43
Ηλιανθος	42	36,2	43,9
Βαμβάκι	-	13,0	18
Αποξηραμένη καρίδα (carga)	63,5	-	-
Σπόροι φοίνικα	46	-	-
Λινάρι	37	29,7	38,5
Ρεσινολαδιά	47	45	46
Καλαμπόκι (σπόροι)	48	35	
Αγριαγκινάρα	-	15	25
Σπόρος καπνόφυτων	-	38	40
Τοματόσπορος	30	-	-
Jatropha	-	-	40

Σχετικά με την παγκόσμια παραγωγή, τα τελευταία 10 χρόνια η παραγωγή του σογιέλαιου και του φοινικέλαιου σχεδόν έχουν διπλασιαστεί, κυριαρχώντας στην παγκόσμια αγορά. Κατά την ίδια περίοδο η παραγωγή του κραμβέλαιου και το ηλιέλαιου έχουν μεταβληθεί ελάχιστα. Στο διάγραμμα φαίνεται η παραγωγή φυτικών ελαίων από τις κυριότερες ελαιοδοτικές καλλιέργειες στον κόσμο την τελευταία δεκαετία.



Διάγραμμα: Παγκόσμια παραγωγή των κυριότερων φυτικών ελαίων σε 1.000 τόνους (FEDIOL)

Στη συνέχεια συνοψίζονται τα κυριότερα ελαιοδοτικά φυτά που καλλιεργούνται παγκοσμίως, τα οποία χρησιμοποιούνται ή δοκιμάζονται για ενεργειακούς σκοπούς.

### 5.3.6 Κύριες καλλιέργειες παραγωγής βιοελαίων

➤ **Ελαιοκράμβη (Oilseed rape, rapeseed)**



Το κραμβέλαιο είναι η κατεξοχήν πρώτη ύλη του ευρωπαϊκού βιοντήζελ.

➤ **Ηλίανθος (Sunflower)**



➤ **Σόγια (Soybean)**



## Λοιπές καλλιέργειες παραγωγής βιοελαίων

### ➤ Αγριαγκινάρα (Cardoon)



### ➤ Σουσαμιά (Sesame)



### ➤ Λινάρι (Lin, Flax)



➤ Ρεσινολαδιά (Castor bean)



➤ Αραχίδα (groundnut, Arachis, peanuts)



➤ Ατρακτυλίδα (Safflower)



Ελαιοδοτικά δένδρα και θάμνοι

φοίνικας (*Elaeis guineensis*)



### καρύδα (*Cocos nucifera*)



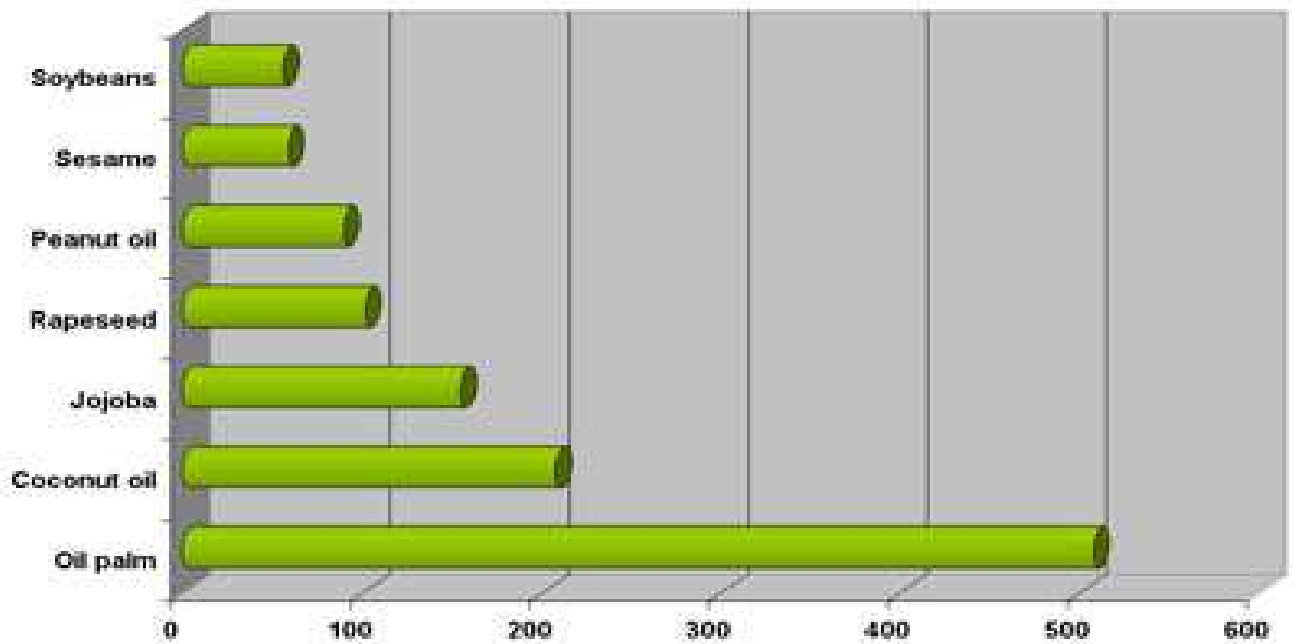
### jatropha (*Jatropha curcas*)



Για την ΕΕ τα παραγόμενα βιοντήζελ και βιοαιθανόλη γίνονται ανταγωνιστικά με τιμές πετρελαίου περίπου 60 € και 90 € ανά βαρέλι αντίστοιχα, ενώ υπολογίζεται ότι η έρευνα και η τεχνολογική ανάπτυξη στον τομέα των βιοκαυσίμων θα επιφέρει μείωση κόστους κατά 30% μετά το έτος 2010. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η Βραζιλία όπου πλέον η βιοαιθανόλη που παράγεται από ζαχαροκάλαμο είναι ήδη ανταγωνιστική έναντι της βενζίνης.



### Biodiesel Yield (Gallons per Acre)



Για την ΕΕ τα παραγόμενα βιοντήζελ και βιοαιθανόλη γίνονται ανταγωνιστικά με τιμές πετρελαίου περίπου 60 € και 90 € ανά βαρέλι αντίστοιχα, ενώ υπολογίζεται ότι η έρευνα και η τεχνολογική ανάπτυξη στον τομέα των βιοκαυσίμων θα επιφέρει μείωση κόστους κατά 30% μετά το έτος 2010. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η Βραζιλία όπου πλέον η βιοαιθανόλη που παράγεται από ζαχαροκάλαμο είναι ήδη ανταγωνιστική έναντι της βενζίνης.

Η βιοαιθανόλη παράγεται από σακχαρούχα, κυτταρινούχα και αμυλούχα φυτά (σιτάρι, καλαμπόκι, σόργο, ζαχαρότευτλα κ.α). Κύριος τρόπος παραγωγής της είναι η ζύμωση των αμυλούχων-σακχαρούχων συστατικών και ο διαχωρισμός της αιθανόλης με απόσταξη. Χρησιμοποιείται για την αύξηση του αριθμού οκτανίων της βενζίνης και για βελτίωση της ποιότητάς της, συνήθως σε μίγμα E10 (10% αιθανόλη + 90% βενζίνης).

Η αυτοκινητοβιομηχανία πλέον διαθέτει στο εμπόριο μοντέλα (FFV, Flexible Fuel Vehicle) που χρησιμοποιούν μίγμα E85 (85% αιθανόλη + 15% βενζίνης) ή οποιοδήποτε άλλο μίγμα αιθανόλης-βενζίνης. Για την παραγωγή της βιοαιθανόλης χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη το ζαχαροκάλαμο στη Βραζιλία, κυρίως αραβόσιτος στις ΗΠΑ, δημητριακά και ζαχαρότευτλα στην ΕΕ.

Στη Βραζιλία, η οποία διαθέτει την πιο ανεπτυγμένη βιομηχανία βιοκαυσίμων παγκοσμίως, περισσότερα από τα μισά αυτοκίνητα που κυκλοφορούν είναι αλκοολοκίνητα, ενώ τα υπόλοιπα καταναλίσκουν μίγμα βενζίνης-αλκοόλης σε αναλογία 80%-20% αντίστοιχα.

Άλλα βιοκαύσιμα είναι τα βιο-ETBE (αιθυλο-τριτοταγής βουτυλ-εστέρας) και βιο-METBE (μέθυλο-τριτοταγής βουτυλ-εστέρας) που παράγονται με μίξη 48% και 36% αιθανόλης με ισοβουτυλένιο, η βιομεθανόλη (CH<sub>3</sub>OH) η οποία παράγεται με αεριοποίηση, το βιοαέριο που παράγεται με αναερόβια ζύμωση υγρής βιομάζας, το βιο-υδρογόνο, το βιο-DME (διμεθυλαιθέρας) το οποίο παράγεται από μεθανόλη και το βιοντήζελ Fisher-Tropsch το οποίο παράγεται με αεριοποίηση της βιομάζας.

## 5.4 Χημική σύσταση

ΔΟΜΗ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ		
ΟΝΟΜΑ ΛΙΠΑΡΟΥ ΟΞΕΩΣ	ΑΡΙΘ. ΑΤΟΜΩΝ C ΚΑΙ ΔΕΣΜΩΝ	ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ
Καπρυλικό (Caprylic)	C8:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH
Καπρικό (Capric)	C10:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH
Λαουρικό (Lauric)	C12 :0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH
Μυριστικό (Myristic)	C14:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH
Παλμιτικό (Palmitic)	C16:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH
Παλμιτολεϊκό (Palmitoleic)	C16:1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Στεαρικό (Stearic)	C18:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH
Ολεϊκό (Oleic)	C18:1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Λινολεϊκό (Linoleic)	C18:2	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Λινολεϊνικό (Linolenic)	C18:3	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
Αραχιδικό (Arachidic)	C20:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH
Εικοσιενικό (Eicosenoic)	C20:1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> COOH
Μπεχενικό (Behenic)	C22:0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> COOH
Εουρσικό (Eurcic)	C22:1	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> COOH

Πηγή:

Biodiesel Handling and Use Guidelines ,K. Shaine Tyson, National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-580-30004,September 2001

Κάθε τύπος λιπαρού οξέως εμφανίζεται με διαφορετικό ποσοστό στις διάφορες πρώτες ύλες επηρεάζοντας επομένως τις ιδιότητες του καυσίμου.

		Τύποι περιεχόμενων Λιπαρών Οξέων												
		C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0 C22:0	C20:1 C22:1	Άλλα
Πηγές λιπών και ελαίων	Ζωικά Λίπη (Tallow)	--	--	0.2	2-3	25-30	2-3	21-26	39-42	2	--	0.4-1	0.3	0.5
	Λαρδί (Lard)	--	--	--	1	25-30	2-5	12-16	41-51	4-22	--	-	2-3	0.2
	Κοκοφοίνικας (Coconut)	5-9	4-10	44-51	13-18	7-10	--	1-4	5-8	1-3	--	--	--	--
	Φαίνικας Κέρναλ (Palm Kernel)	2-4	3-7	45-52	14-19	6-9	0-1	1-3	10-18	1-2	--	1-2	--	--
	Φαίνικας (Palm)	--	--	--	1-6	32-47	--	1-6	40-52	2-11	--	--	--	--
	Κάρδαμο (Safflower)	--	--	--	--	5.2	--	2.2	76.3	16.2	--	--	--	--
	φιστίγια (Peanut)	--	--	--	0.5	6-11	1-2	3-6	39-66	17-38	--	5-10	--	--
	Βαμβάκοσπορος (Cottonseed)	--	--	--	0-3	17-23	--	1-3	23-41	34-55	--	--	2-3	--
	Αραβόσιτος (Corn)	--	--	--	0-2	8-10	1-2	1-4	30-50	34-56	--	--	0-2	--
	Ηλιάνθος (Sunflower)	--	--	--	--	6.0	--	4.2	18.7	69.3	0.3	1.4	--	--
	Σπόροι Σόγιας (Soybean)	--	--	--	0.3	7-11	0-1	3-6	22-34	50-60	2-10	5-10	--	--
	Σπόροι Κράμβης (Rapeseed)	--	--	--	--	2-5	0.2	1-2	10-15	10-20	5-10	.9	50-60	--
	Σπόροι Λιναριού (Linseed)	--	--	--	0.2	5-9	--	0-1	9-29	8-29	45-67	--	--	--
	Σπόροι Σιναπού (Mustard)	--	--	--	--	3.0	--	1.5	15-60	12	5-10	--	10-60	--

Πηγή:  
Biodiesel Handling and Use Guidelines K. Shaine Tyson, National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-580-30004,September 2001

Υψηλά επίπεδα κορεσμένων αλυσίδων (C14:0, C16:0, C18:0) ανυψώνει το σημείο ζέσης, αυξάνει τον αριθμό κετανίου μειώνει τα οξειδία του αζώτου (NOx), και βελτιώνει τη σταθερότητα. Περισσότερα πολυακόρεστα (C18:2, C18:3) θα μειώσουν το σημείο ζέσης και τον αριθμό κετανίου, θα μειώσουν τη σταθερότητα (εκτός αν χρησιμοποιηθούν πρόσθετες ουσίες σταθεροποίησης), και θα αυξήσουν τα οξειδία του αζώτου (NOx).

Το βιοντίζελ αναφέρεται πάντα στα καθαρά καύσιμα. Τα μίγματα του βιοντίζελ ΒΧΧ αναφέρονται σε καύσιμα που αποτελούνται από τα καύσιμα βιοντίζελ ΧΧ% και πετρέλαιο ντίζελ 1-ΧΧ%. Παραδείγματος χάριν, Β100 είναι το καθαρό βιοντίζελ και Β20 είναι ένα μίγμα των καυσίμων βιοντίζελ 20% και πετρελαίου ντίζελ 80%.

Το βιοντίζελ και τα μίγματα βιοντίζελ πρέπει μόνο να χρησιμοποιηθούν στις μηχανές ανάφλεξης με συμπίεση που σχεδιάστηκαν για να χρησιμοποιούν καύσιμα ντίζελ. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα καύσιμα ή τα μίγματα βιοντίζελ στις μηχανές βενζίνης. Το βιοντίζελ και τα μίγματα βιοντίζελ μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις μηχανές ντίζελ σε αυτοκίνητα, φορτηγά, τρακτέρ, βάρκες, πλοία, συστήματα άρδευσης, εξοπλισμούς μεταλλείων, ηλεκτρικές γεννήτριες, και στις περισσότερες εφαρμογές όπου συνήθως χρησιμοποιείται το πετρέλαιο ντίζελ.

## 5.5 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα χρήσης biodiesel

### Πλεονεκτήματα

👍 Λόγω της φυσικής του προέλευσης, το βιοντίζελ πρακτικά δεν περιέχει θείο και βαρέα μέταλλα. Ως αποτέλεσμα είναι ιδιαίτερα φιλικό σε συστήματα μετεπεξεργασίας καυσαερίου (καταλύτες και παγίδες αιθάλης).

👍 Προέρχεται από φυτικά έλαια, με αποτέλεσμα να έχει πολύ καλές λιπαντικές ιδιότητες, χωρίς τη χρήση προσθέτων και παρά το μικρό περιεχόμενο σε θείο. Ως αποτέλεσμα προστατεύει αποτελεσματικά από φθορά όλα τα εξαρτήματα που είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν με συμβατικό ντίζελ.

👍 Παρουσιάζει υψηλότερο ιξώδες από το ορυκτό ντίζελ, με αποτέλεσμα να μη διαρρέει (επιστρεφόμενα) από την αντλία υψηλής. Αυτό οδηγεί σε βελτίωση της απόδοσης της αντλίας και σε μείωση της κατανάλωσης.

👍 Λόγω των ευθύγραμμων ανθρακικών αλυσίδων και της απουσίας αρωματικών και πολυαρωματικών υδρογονανθράκων έχει υψηλό αριθμό κετανίου (βελτίωση της αναφλεξιμότητας) με αποτέλεσμα τη μείωση της υστέρησης έναυσης (θόρυβος κινητήρα) και τη βελτίωση της έναυσης σε χαμηλές θερμοκρασίες.





Περιέχει οξυγόνο σε ποσοστό έως 11% με αποτέλεσμα να μειώνονται οι εκπομπές καπνού και οι επικαθίσεις του κινητήρα.

## Μειονεκτήματα



Λόγω της παρουσίας οξυγόνου στο σύστασή του, το ενεργειακό περιεχόμενο (θερμογόνος δύναμη) είναι μικρότερο κατά 10-12% σε σχέση με ένα συμβατικό ντίζελ. Ωστόσο, λόγω της βελτίωσης της απόδοσης της αντλίας, η πραγματική αύξηση της κατανάλωσης είναι 5-7%. Αντίστοιχη είναι και η μείωση της μέγιστης ισχύος.



Το βιοντίζελ έχει υψηλότερη σημείο νέφωσης και ροής από το ορυκτό ντίζελ, λόγω των μεγαλομορίων που περιλαμβάνει. Αυτό σημαίνει ότι στερεοποιείται σε υψηλότερες θερμοκρασίες και για μεγάλα διαστήματα αποθήκευσης. Στην πράξη, το όριο ροής βελτιώνεται με τη χρήση προσθέτων. Τέτοιου είδους συσσωματώματα μπορούν να οδηγήσουν σε φραγή του φίλτρου καυσίμου.



Η παρουσία οξυγόνου και άλλων ενώσεων καθιστούν το βιοντίζελ μη συμβατό με ορισμένα ελαστομερή και το φυσικό καουτσούκ. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ταχύτερη φθορά σωληνώσεων, τσιμουχών ή ελαστικών συνδέσμων. Τα σύγχρονα ελαστικά υλικά είναι συμβατά.



Έχει διαλυτική δράση για επικαθίσεις στον κινητήρα και στη δεξαμενή καυσίμου και για το λιπαντικό. Αλλαγή μετά από μακρόχρονη χρήση ορυκτού ντίζελ σε βιοντίζελ μπορεί να οδηγήσει σε φραγή του φίλτρου καυσίμου λόγω αποκόλλησης των επικαθίσεων. Επίσης, συνίσταται γενικά συχνότερη αλλαγή του λιπαντικού.

## Κεφάλαιο 6



### Εκπομπή ρύπων από τη χρήση Βενζίνης, Diesel, LPG, Biodiesel.

#### 6.1 Εισαγωγή

Οι εκπομπές καυσαερίων (ή αλλιώς ρύποι) από τα οχήματα αποτελεί από τις βασικότερες αιτίες ρύπανσης της ατμόσφαιρας και αυτό εξαρτάτε κυρίως από τη ποιότητα του καυσίμου και τις σωστές συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας από τα αυτοκίνητα, τη βιομηχανία και τις άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες έχει φτάσει σήμερα σε ανησυχητικά επίπεδα. Ένα μεγάλο ποσοστό της οφείλεται και στα αυτοκίνητα. Ωστόσο, είναι γεγονός ότι έχει επιτευχθεί μεγάλη τεχνολογική πρόοδος στον τομέα της μείωσης των ρύπων που εκλύουν οι κινητήρες των αυτοκινήτων, στον τομέα της αεροδυναμικής (καλύτερη αεροδυναμική σημαίνει χαμηλότερη κατανάλωση, άρα εκπομπή λιγότερων ρύπων), στον τομέα του σχεδιασμού του θαλάμου καύσης και στην έρευνα για την χρήση εναλλακτικών καυσίμων, όπως το υδρογόνο, το υγραέριο και τις αλκοόλες (αιθανόλη, μεθανόλη).

Τα ηλεκτρικά, τα υβριδικά, τα ηλιακά αυτοκίνητα, η νέα ώθηση που δόθηκε στην έρευνα για τους κινητήρες diesel, οι κεραμικοί κινητήρες και η νέα γενιά των δίχρονων κινητήρων είναι άμεση συνέπεια των οικολογικών ανησυχιών και της έντονης αναζήτησης για εναλλακτικά καύσιμα και κινητήρες. Ο πρώτος συναγερμός για το πρόβλημα της ρύπανσης δόθηκε στις Η.Π.Α., όπου υπάρχουν και τα περισσότερα αυτοκίνητα ανά χιλιάδα κατοίκων.

Στο Los Angeles που βρίσκεται στην πολιτεία της California, η αιθαλομίχλη είχε κάνει την ατμόσφαιρα αφόρητη για πολλά χρόνια. Γι' αυτό το λόγο το 1961 θεσπίστηκαν νόμοι που καθόριζαν τη μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα έκλυσης άκαυστων υδρογονανθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα από τους εμβολοφόρους κινητήρες. Η ισχύς των νόμων αυτών επεκτάθηκε στις 20/10/1965 σε όλη την αμερικανική επικράτεια. Από τότε, οι νόμοι αυτοί γίνονται ολοένα και πιο αυστηροί ενώ άρχισαν να εφαρμόζονται σχεδόν σε όλες τις χώρες του κόσμου.

### 6.1.1 Εκπομπές ρύπων οχημάτων

Οι βλαβερές ουσίες που εκπέμπουν οι κινητήρες των οχημάτων είναι:

#### • Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)

Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες προέρχονται από την ατελή ή ημιτελή καύση του καυσίμου μίγματος ή διαφεύγουν από την ελαιολεκάνη του κινητήρα και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- 1) Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες ( κυρίως στην αμόλυβδη ) με χαρακτηριστική οσμή. Ιδιαίτερα τοξικό και καρκινογόνο αέριο ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις που ερεθίζει το νευρικό σύστημα τη μύτη και τα μάτια.
- 2) Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες που είναι άοσμοι και ερεθίζουν την επιδερμίδα ενώ έχουν και αναισθητικές ιδιότητες.
- 3) Οι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες με οσμή γλυκίζουσα που ερεθίζουν την επιδερμίδα. Με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας αποκτούν οξειδωτικές ιδιότητες ενώ συμβάλουν στο σχηματισμό όζοντος.

Πρόκειται για υδρογονάνθρακες αλδεϊδικούς, παραφινικούς εκτεταμένης κυκλικής αλύσου και αρωματικούς οι οποίοι είναι σε θέση να ενωθούν με το οξυγόνο. Οι εργαστηριακές έρευνες απέδειξαν ότι οι ενώσεις αυτές αντιδρούν παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας και ερεθίζουν τα ανθρώπινα μάτια, μολύνουν την ατμόσφαιρα και προκαλούν ζημιές στη βλάστηση. Είναι ακόμα υπεύθυνες για την φωτοχημική αιθαλομίχλη και ορισμένες από αυτές (ιδιαίτερα το βενζόλιο) είναι καρκινογόνες.

#### • Οξειδία του αζώτου (NOx)

Πρόκειται για έναν από τους βασικούς συντελεστές της δημιουργίας του φωτοχημικού νέφους. Τα οξειδία του αζώτου κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας συμμετέχουν σε ορισμένες χημικές αντιδράσεις που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μετατροπή των άκαυστων υδρογονανθράκων στα λεγόμενα φωτοχημικά οξειδωτικά και την παραγωγή όζοντος που επίσης είναι τοξικό για το αναπνευστικό σύστημα. Με τη βοήθεια του όζοντος και του οξυγόνου της ατμόσφαιρας τα οξειδία του αζώτου δημιουργούν κατόπιν ένα κύκλο δευτερογενούς ρύπανσης, η οποία κάτω από τις κατάλληλες καιρικές συνθήκες καταλήγει στο σχηματισμό της φωτοχημικής αιθαλομίχλης.

### • Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)

Προέρχεται κυρίως από τους βενζινοκινητήρες. Είναι βασικό προϊόν της ατελούς καύσης των υδρογονανθράκων (και του άνθρακα γενικότερα) και όταν η συγκέντρωση του στον αέρα ξεπεράσει κάποια επίπεδα προκαλεί πονοκεφάλους και προβλήματα στο κυκλοφορικό σύστημα. Σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (που μπορούν να υπάρξουν όμως μόνο σε κλειστό χώρο) μπορεί να αποβεί θανατηφόρο. Το CO, πάντως, είναι ασταθής ένωση και μόλις βρεθεί στον ελεύθερο αέρα μετατρέπεται αρκετά γρήγορα σε αβλαβές διοξείδιο του άνθρακα και γι' αυτό και έχει μόνο τοπική επίδραση. Οι τρεις παραπάνω ρύποι είναι οι σημαντικότεροι που εκλύουν οι βενζινοκινητήρες.

### • Καπνός

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

i. Λευκός Καπνός, που σύγκειται από ομίχλη υγρών ακαύστων σωματιδίων καυσίμου και εμφανίζεται κατά την εκκίνηση εν ψυχρώ.

ii. Κυανός Καπνός, που σύγκειται από ομίχλη υγρών ακαύστων σωματιδίων λιπαντικού ελαίου και εμφανίζεται όταν υπάρχει πρόβλημα με την λίπανση (π.χ. φθαρμένα ή κολλημένα ελατήρια εμβόλου)

iii. Μελανός Καπνός ή Καπνός "Τύπου Αιθάλης", που σύγκειται βασικώς από λεπτά σωματίδια στερεού άκαυστου άνθρακα (ανθρακώδες υλικό), δηλαδή την αιθάλη που δημιουργείται από την πυρόλυση του καυσίμου τοπικώς σε ζώνες με σχετική ανεπάρκεια οξυγόνου, εμφανιζόμενος στην περιοχή των υψηλών φορτίων (π.χ. >85% του μεγίστου).

### • Μόλυβδος (Pb)

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

### • Διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>)

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



### • **Όζον**

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

Το πρόβλημα γίνεται ακόμα πιο πολύπλοκο από μια περίεργη αντίφαση. Τα αυτοκίνητα παράγουν και μονοξειδίο του αζώτου, που οξειδώνεται στον αέρα και μετατρέπεται σε διοξειδίο του αζώτου. Μόνο το τελευταίο μπορεί να πάρει μέρος στη δημιουργία του όζοντος αντιδρώντας με τους υδρογονάνθρακες. Αλλά το ίδιο το μονοξειδίο του αζώτου καταστρέφει το όζον. Παρατηρείται λοιπόν το περίεργο φαινόμενο, ότι παρόλο που τα αυτοκίνητα θεωρούνται υπεύθυνα για το μεγαλύτερο μέρος της δημιουργίας όζοντος, στο κέντρο των μεγάλων πόλεων τα επίπεδα του όζοντος μπορεί να είναι χαμηλά και να είναι υψηλότερα στην περιφέρεια! Κι αυτό γιατί στο κέντρο της πόλης, λόγω της πυκνής κυκλοφορίας, παράγονται μεγάλες ποσότητες μονοξειδίου του αζώτου, που καταστρέφουν το δημιουργημένο όζον. Αντίθετα, στην περιφέρεια των πόλεων η κυκλοφορία είναι χαμηλή κι έτσι υπάρχει πολύ λίγο μονοξειδίο του αζώτου. Καθώς λοιπόν ο άνεμος μεταφέρει προς τα εκεί τους διάφορους ρύπους (που βέβαια δεν προέρχονται μόνο από τα αυτοκίνητα), δημιουργείται βαθμιαία όζον από την αντίδραση υδρογονανθράκων και διοξειδίου του αζώτου κι επειδή δεν υπάρχει αρκετό μονοξειδίο για να το καταστρέψει, τα επίπεδα του όζοντος αυξάνονται.

### • **Διοξειδίο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)**

Βασικό συστατικό των καυσαερίων, αποτελεί ένα από τα κύρια προϊόντα της καύσης των υδρογονανθράκων και κάθε ανθρακούχου καυσίμου. Δεν είναι τοξικό και γι' αυτό δεν μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ρύπος με την κλασική έννοια του όρου. Σε μακροπρόθεσμη βάση, όμως, πρέπει να ελεγχθούν οι εκπομπές του γιατί είναι υπεύθυνο για το 'φαινόμενο του θερμοκηπίου', που βαθμιαία μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των θερμοκρασιών του πλανήτη μας.



Μια ενδιαφέρουσα απεικόνιση της ρύπανσης των αυτοκινήτων από τη WWF

Είναι προφανές λοιπόν πως είναι επιτακτική η ανάγκη μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων από τα εκατομμύρια των οχημάτων που κυκλοφορούν στις μεγαλουπόλεις. Για αυτόν ακριβώς το λόγο θεσπίστηκαν συγκεκριμένα πρότυπα εκπομπών καθώς και οι αντίστοιχες διαδικασίες ελέγχου της συμμόρφωσης των οχημάτων με αυτά, κάτι που θα αναλυθεί περαιτέρω στο κεφάλαιο 9.

## 6.2 Ρύποι Βενζίνης

Η ποιότητα της βενζίνης είναι αυτή που παίζει το πρωτεύοντα ρόλο και ως προς την απόδοση του κινητήρα αλλά και κυρίως ως προς τους ρύπους που εκπέμπει στο περιβάλλον.

Στα καυσαέρια των βενζινοκίνητων μηχανών περιέχονται:

CO, υδρογονάνθρακες, NOx και ενώσεις του Pb (μόλυβδος) μαζί με άλλα συστατικά όπως αιθάλη και SO<sub>2</sub> (διοξείδιο του θείου) που βρίσκονται σε μικρότερες συγκεντρώσεις.

Τα υπόλοιπα συστατικά όπως CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O και N<sub>2</sub> (άζωτο) δεν θεωρούνται ρυπαντές του αέρα.

Το κυριότερο χαρακτηριστικό της βενζίνης το οποίο συμβάλει ή όχι στη δημιουργία των ρύπων είναι ο αριθμός οκτανίου και η ορθή λειτουργία των κινητήρων.

### 6.3 Ρύποι Diesel

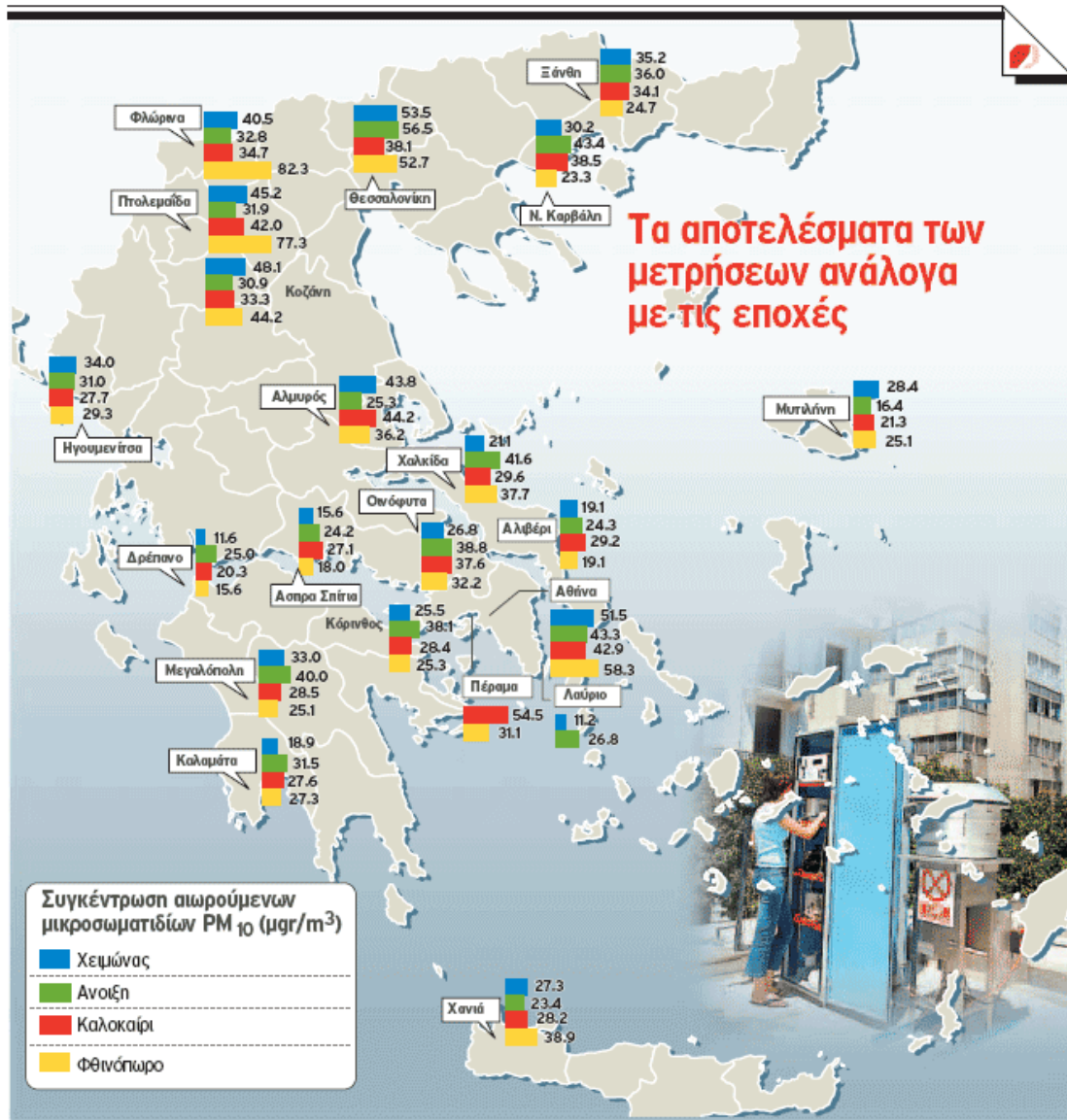
Στις μηχανές diesel λόγω διαφορετικής αρχής λειτουργίας και του διαφορετικού καυσίμου εκπέμπονται κυρίως NOx, αιθάλη, υδρογονάνθρακες, CO, SO<sub>2</sub>, αλδεΐδες και ο (μαύρος) καπνός. Ο καπνός οφείλετε κυρίως στη ποιότητα του καυσίμου και τη σωστή λειτουργία του κινητήρα.

Η αιθάλη που εκπέμπεται από τις μηχανές diesel έχει ιδιαίτερη σημασία, διότι σ' αυτή βρίσκονται προσροφημένοι υδρογονάνθρακες με αποτέλεσμα να συμπεριλαμβάνονται στα καρκινογόνα συστατικά.

Επίσης οι κινητήρες diesel εκπέμπουν μικροσωματίδια (Particulate Matter ή PM) κατά την καύση. Πρόσφατα ερευνητικά αποτελέσματα απέδειξαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη συγκέντρωση PM κάτω των 2,5 μm (προερχόμενα κατά κύριο λόγο από διεργασίες καύσης σε κινητήρες diesel) και στους ρυθμούς θνησιμότητας σε αστικό περιβάλλον.

Βασικό επίσης παράγοντα παίζει και ο αριθμός κετανίου, που συμβάλει στη ποιότητα της καύσης.

Στην επόμενη σελίδα υπάρχει εικόνα με ενδείξεις μετρήσεων ρύπων σε διάφορα μέρη της Ελλάδας.



### Ποιοι ρύποι εντοπίστηκαν

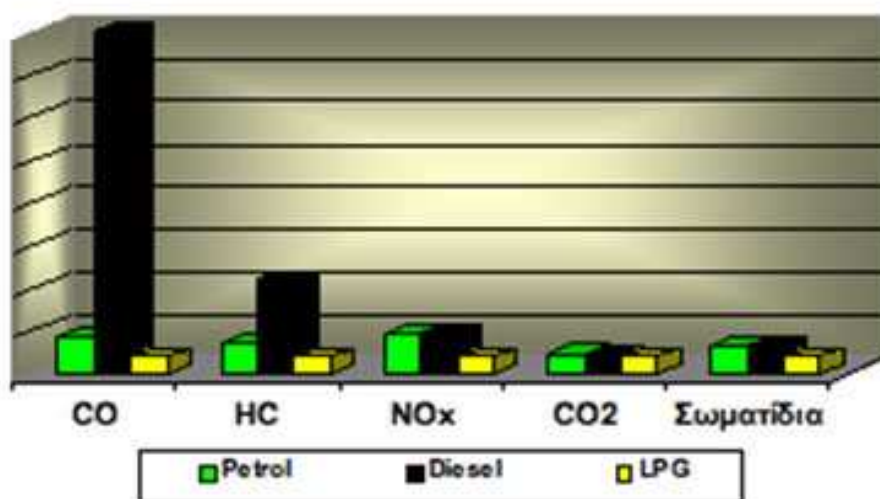
- Οι ρύποι που μετρήθηκαν σε 30 διαφορετικές θέσεις είναι:
- Διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>)
  - Διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>)
  - Μονοξείδιο του αζώτου (NO)
  - Αιωρούμενα μικροσωματίδια (PM<sub>10</sub>)
  - Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
  - Οζόν (O<sub>3</sub>)
  - Βενζόλιο
  - Βαριά μέταλλα
  - Βενζο-α-πυρενίο

## 6.4 Ρύπτοι LPG

Το υγραέριο (LPG) είναι καύσιμο φιλικό προς το περιβάλλον, γι' αυτό συχνά ονομάζεται “πράσινο καύσιμο”.

Οι εκπομπές ρύπων ενός κινητήρα με υγραέριο είναι μειωμένες σε σχέση με το πετρέλαιο και τη βενζίνη όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Σύγκριση Εκπομπών Ρύπων ανά τύπο Καυσίμου



Οι εκπομπές ρύπων ενός κινητήρα με LPG είναι μειωμένες σε σχέση με της βενζίνης και πετρελαίου κατά:

- 60% σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO) από τη βενζίνη & 90% από το πετρέλαιο.
- 40% σε υδρογονάνθρακες (HC) από τη βενζίνη & 80% από το πετρέλαιο.
- 60% σε οξειδία του αζώτου (NOx) από τη βενζίνη & 60% από το πετρέλαιο.
- 10% σε διοξείδιο του άνθρακα (CO2) από τη βενζίνη & 5% από το πετρέλαιο.
- 40% σε σωματίδια από το πετρέλαιο.

Άρα το LPG συντελεί στην μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και ελαττώνει σημαντικά την ρύπανση του περιβάλλοντος.

Διατηρώντας βεβαίως τον σεβασμό μας για το περιβάλλον, θα πρέπει να επισημάνουμε πως το υγραέριο είναι οικολογικό και κατατάσσεται στα πιο καθαρά καύσιμα ενώ παράλληλα παρέχει πολύ υψηλή απόδοση εφόσον έχει υψηλή περιεκτικότητα σε οκτάνια (άνω των 110).

## 6.5 Ρύπτοι Biodiesel

Ως προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το biodiesel είναι καθαρό, μη τοξικό και βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο, δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις και οι εκπομπές των ρυπαντών οξειδίων του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα, άκαυστων υδρογονανθράκων και αιθάλης που προέρχονται από την καύση του στις μηχανές diesel είναι πολύ χαμηλές.

Η παρουσία του θείου στα καύσιμα ευθύνεται για τα οξειδία του θείου (SO<sub>x</sub>) στα καυσαέρια, τα οποία αποτελούν έναν από τους κυριότερους ρύπους του diesel. Στο biodiesel η περιεκτικότητα σε θείο είναι πάρα πολύ μικρή, σχεδόν μηδενική.

Επίσης, το biodiesel περιέχει αρκετό οξυγόνο (περίπου 10% κ.β.), που καθιστά την καύση λιγότερο ατελή, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO), σε ακουστούς υδρογονάνθρακες (H/C) και σε αιθάλη να είναι πολύ μικρότερη απ' ό,τι στο συμβατικό diesel.

Επιπλέον, η καύση του biodiesel δεν αυξάνει το επίπεδο του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου), αφού η ποσότητα του CO<sub>2</sub> που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης αφομοιώνεται στη συνέχεια από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει το τυπικό προφίλ εκπομπών από την καύση του καθαρού biodiesel (B100), αλλά και ενός από τα πλέον συνηθισμένα μίγματα του με συμβατικό diesel το οποίο αποτελείται από 20% biodiesel και 80% diesel (B20), χρησιμοποιώντας ως αναφορά τις εκπομπές από την καύση του πετρελαϊκού diesel.

Εκπομπές % για <b>B100</b> και <b>B20</b> σε σύγκριση με του συμβατικού diesel		
Εκπομπή	B100*	B20*
Μονοξείδιο του άνθρακα	-48%	-12%
Άκαυστοι υδρογονάνθρακες	-67%	-20%
Σωματίδια	-47%	-12%
Οξείδια του αζώτου	+10%	+2%
Οξείδια του Θείου	-100%	-20%
Τοξικά αέρια	-60% έως -90%	-12% έως -20%

Το biodiesel είναι πάρα πολύ καλό στο να μειώνει τις εκπομπές του μαύρου καπνού που παράγεται από πετρελαιοκινητήρες που καίνε κακής ποιότητας ντίζελ. Αυτό είναι το ένα όφελος.

Το άλλο που έχει, είναι ότι επειδή παράγεται από φυτικά λάδια, από βιολογικά προϊόντα δηλαδή, είναι βιοαποικοδομήσιμο. Δηλαδή, αν βρεθεί στο περιβάλλον, στην θάλασσα ή στο έδαφος, δεν πρόκειται να έχουμε τα προβλήματα ρύπανσης που συνήθως έχουμε με τις πετρελαιοκηλίδες, οι οποίες καταστρέφουν τις ακτές μας, 'τρώνε' τα ψάρια, τα πουλιά και τα λοιπά. Διότι ακριβώς επειδή είναι στην ουσία ελαιόλαδο, δεν έχει αλλάξει τίποτα. Είναι τροφή για τους μικροοργανισμούς. Δηλαδή σε δύο με τρεις ώρες θα έχει εξαφανιστεί. Θα το έχουν φάει οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στην θάλασσα.

## 6.6 Όρια εκπομπών και υποχρεώσεις στην Ελλάδα

### 6.6.1 Εθνικές υποχρεώσεις περιορισμού των εκπομπών σύμφωνα με την Απόφαση 2002/358/ΕΚ .



Η τελευταία επίσημη εθνική απογραφή εκπομπών/απορροφήσεων αερίων του θερμοκηπίου πριν την εκπόνηση του Εθνικού σχεδίου Κατανομής και την υποβολή του στην Ε. Επιτροπή, υποβλήθηκε τον Φεβρουάριο του 2006 στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή και στη Γραμματεία της Σύμβασης - Πλαίσιο των

Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (στο εξής η Σύμβαση) και καλύπτει την περίοδο 1990 – 2004.

Σύμφωνα με την απόφαση 2002/358/EK για την έγκριση εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η Ελλάδα δεσμεύεται να περιορίσει την αύξηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά τη περίοδο 2008-2012 στο 25% σε σχέση με τις εκπομπές του έτους βάσης.

Στη χώρα μας η αναλογία αυτοκινήτων ανά κάτοικο είναι χαμηλότερη από ότι στην υπόλοιπη Ευρώπη. Θα περίμενε κανείς και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τα οχήματα που βρίσκονται σε κυκλοφορία να είναι μικρότερη. Η συγκεκριμένη προσδοκία δεν συνάδει με την πραγματικότητα και ο λόγος είναι ο μικρός ρυθμός απόσυρσης.

Τα παλαιά οχήματα αποσύρονται από την κυκλοφορία με ρυθμό μόλις 1.5%. Το συγκεκριμένο γεγονός έχει ανεβάσει το μέσο όρο ηλικίας στα 10,5 έτη για τα επιβατικά, στα 13,2 έτη για τα ελαφρά φορτηγά και στα 17,6 έτη για τα φορτηγά. Επίσης παράγουν περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Τα αυτοκίνητα είναι υπεύθυνα για τα  $\frac{3}{4}$  του CO<sub>2</sub> που εκλύονται στην ατμόσφαιρα.

Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε κανόνες ως προς τα επιτρεπτά όρια εκπομπής καυσαερίων των οχημάτων και οι αυτοκινητοβιομηχανίες οφείλουν να ακολουθούν τους συγκεκριμένους κανόνες. Πιο συγκεκριμένα οι προδιαγραφές που θεσπίστηκαν:

Τύπος	Ημερομηνία	CO	HC	NO <sub>x</sub>
Euro 1	Ιούλιος 1992	2.72		
Euro 2	Ιανουάριος 1996	2.2		
Euro 3	Ιανουάριος 2000	2.3	0.2	0.15
Euro 4	Ιανουάριος 2005	1.0	0.1	0.08
Euro 5	Σεπτέμβριος 2009	1.0	0.1	0.06

(\* οι εκπομπές μετρώνται σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο)

Οι ελληνικές κυβερνήσεις μέχρι σήμερα για τη μείωση των ρύπων είχαν καταφύγει στο μέτρο της απόσυρσης. Η σημερινή κυβέρνηση αρχικά αύξησε τα τέλη για τα αυτοκίνητα παλαιάς τεχνολογίας και στην συνέχεια έχει ανακοινώσει ότι θα προσαρμόσει τα τέλη κυκλοφορίας για τα Ι.Χ. βάσει της αξίας και της χρήσης.



Παρακάτω μπορείτε να δείτε τον αναλυτικό πίνακα του αριθμού των επιβατικών αυτοκινήτων που αντιστοιχούν σε 1000 κατοίκους σε διάφορες χώρες του κόσμου.

A/A	Χώρα	Αριθμός αυτοκινήτων
1	Italy	539
2	Germany	508
3	Austria	495
4	Switzerland	486
5	Australia	485
6	New Zealand	481
7	United States	478
8	France	469
9	Canada	459
10	Belgium	448
11	Sweden	437
12	Norway	407
13	Finland	403
14	Japan	395
15	Greece	390
16	Netherlands	383
17	United Kingdom	373
18	Denmark	353

### 6.6.2 Η νομοθεσία στην Ελλάδα σχετικά με την υγραεριοκίνηση διαμορφώνεται ως εξής:

Σύμφωνα με το άρθρο 45 του Ν.2773/99(Φ.Ε.Κ. Α'286/22.12.1999) και την Υ.Α.18586/698/29.3.2000επιτρέπεται στην Ελλάδα η υγραεριοκίνηση όλων ανεξαιρέτως των οχημάτων.

Όλα τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να πληρούν τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές και να διαθέτουν τα αντίστοιχα πιστοποιητικά.

Το συνεργείο στο οποίο θα γίνει η διασκευή πρέπει να είναι αμιγώς συνεργείο συντήρησης και επισκευής και τοποθέτησης συσκευών αερίου στα οχήματα.

Ο επιβλέπων μηχανικός του συνεργείου θα πρέπει να έχει άδεια ασκήσεως επαγγέλματος του Ν.1575/1985 με ειδικότητα τεχνίτη συστημάτων υγραερίου.

### 6.6.3 Όρια εκπομπής καυσαερίων οχημάτων

#### 6.6.3.α Όρια εκπομπής καυσαερίων βενζινοκίνητων οχημάτων

- Οχήματα χωρίς ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλυτικό μετατροπέα που ταξινομήθηκαν ή τέθηκαν σε κυκλοφορία για πρώτη φορά πριν από την 1-10-1986

ΡΥΠΟΣ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	
	ΒΡΑΔΥΠΟΡΙΑ (ΡΕΛΑΝΤΙ)	ΥΨΗΛΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)%	≤ 4,5	-----
ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ (HC) ppm	≤ 800	≤ 700

- Οχήματα χωρίς ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλυτικό μετατροπέα που ταξινομήθηκαν ή τέθηκαν σε κυκλοφορία για πρώτη φορά μετά την 1-10-1986

ΡΥΠΟΣ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	
	ΒΡΑΔΥΠΟΡΙΑ (ΡΕΛΑΝΤΙ)	ΥΨΗΛΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)%	≤ 3,5	-----
ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ (HC) ppm	≤ 500	≤ 400

- Οχήματα με ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλυτικό μετατροπέα που ταξινομήθηκαν ή τέθηκαν σε κυκλοφορία για πρώτη φορά πριν από την 1-7-2002

ΡΥΠΟΣ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	
	ΒΡΑΔΥΠΟΡΙΑ (ΡΕΛΑΝΤΙ)	ΥΨΗΛΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)%	≤ 0,5	≤ 0,3
ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ (HC) ppm	≤ 120	≤ 100
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ λ	-----	0,97 – 1,03 Ή ΟΠΩΣ ΠΡΟΒΛΕΠΕΙ Ο ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ

- Οχήματα με ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλυτικό μετατροπέα που ταξινομήθηκαν ή τέθηκαν σε κυκλοφορία για πρώτη φορά μετά την 1-7-2002

ΡΥΠΟΣ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	
	ΒΡΑΔΥΠΟΡΙΑ (ΡΕΛΑΝΤΙ)	ΥΨΗΛΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)%	≤ 0,3	≤ 0,2
ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ (HC) ppm	≤ 120	≤ 100
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ λ	-----	0,97 – 1,03 Ή ΟΠΩΣ ΠΡΟΒΛΕΠΕΙ Ο ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ

### 6.6.3.β Όρια εκπομπής καυσαερίων πετρελαιοκίνητων οχημάτων

ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ (TURBO)
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ «Κ»	K<2,5 m-1	K<3,0 m-1

### 6.6.3.γ Μερικές εξαιρέσεις μοντέλων οχημάτων.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ/ ΚΥΛΙΝΔΡΙΣΜΟΣ	ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ (HC) ppm (ΡΕΛΑΝΤΙ)	ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ (HC) ppm (2500±300 rpm)	ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ «λ»
TOYOTA CARINA II	4A-FE/1587	400	300	
RENAULT 19	E7J-P7/1390 E7F-E7/1171	400	400	
RENAULT CLIO	E7F-D7/1171 E7F-H7/1171	400	400	
MAZDA RX-7	13B/1308			ΔΕΝ ΕΛΕΓΧΕΤΑΙ
MAZDA 121	B3/1324			ΔΕΝ ΕΛΕΓΧΕΤΑΙ

## Κεφάλαιο 7

### Καταλύτες



#### 7.1 Εισαγωγή

Η ατμόσφαιρά μας αποτελείται από 78% άζωτο, 20,9% οξυγόνο, 0,95% αργό και 0,15% άλλα στοιχεία. Η βαθμιαία μείωση των ποσοστών του οξυγόνου λόγω της βιομηχανίας, των πυρκαγιών και φυσικά του αυτοκινήτου δημιούργησε την ανάγκη για έρευνες γύρω από την αντιμετώπιση του προβλήματος. Και η λύση όσον αφορά το αυτοκίνητο βρέθηκε μέσω του καταλύτη και των αυτοκινήτων «νέας αντιρρυπαντικής τεχνολογίας».

**Καταλύτης** ονομάζεται μία χημική ουσία που αλλάζει τη ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης χωρίς όμως να μεταβάλλεται η ίδια. Στην περίπτωση του αυτοκινήτου η χημική αντίδραση είναι η ένωση του οξυγόνου με τα προϊόντα της καύσης που γίνεται στην μηχανή του αυτοκινήτου. Οι καταλύτες που παράγουν οι ζωντανοί οργανισμοί είναι πρωτεΐνες και ονομάζονται ένζυμα. Ο καταλύτης τώρα σαν εξάρτημα του αυτοκινήτου, έχει διαστάσεις λίγο μεγαλύτερες από ένα σιλανσιέ εξάτμισης και τοποθετείται στο σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων (εξάτμιση) και αφαιρεί κατά ένα μεγάλο ποσοστό τις βλαβερές για τον άνθρωπο ουσίες που υπάρχουν στα καυσαέρια του αυτοκινήτου. Μέσα στον καταλύτη υπάρχει ένα πορώδες κεραμικό υλικό με πολύ μεγάλη επιφάνεια από την οποία περνάνε τα καυσαέρια και ενώνονται με το οξυγόνο. Με άλλα λόγια οξειδώνονται ή αν θέλετε «καίγονται».

Το σύστημα εξάτμισης πολλών νέου τύπου αυτοκινήτων είναι εφοδιασμένο με καταλύτη. Εν προκειμένω ο καταλύτης αυτός επιταχύνει χημική αντίδραση κατά την οποία επικίνδυνα αέρια μετατρέπονται σε λιγότερο επικίνδυνα.

- Η αλλαγή ταχύτητας χημικής αντίδρασης με χρησιμοποίηση καταλύτη ονομάζεται **χημική κατάλυση**. Επίσης η ουσία που μπορεί να βελτιώσει ένα καταλύτη ονομάζεται **προωθητής καταλύτου** ή **προωθητής καταλύτης**.

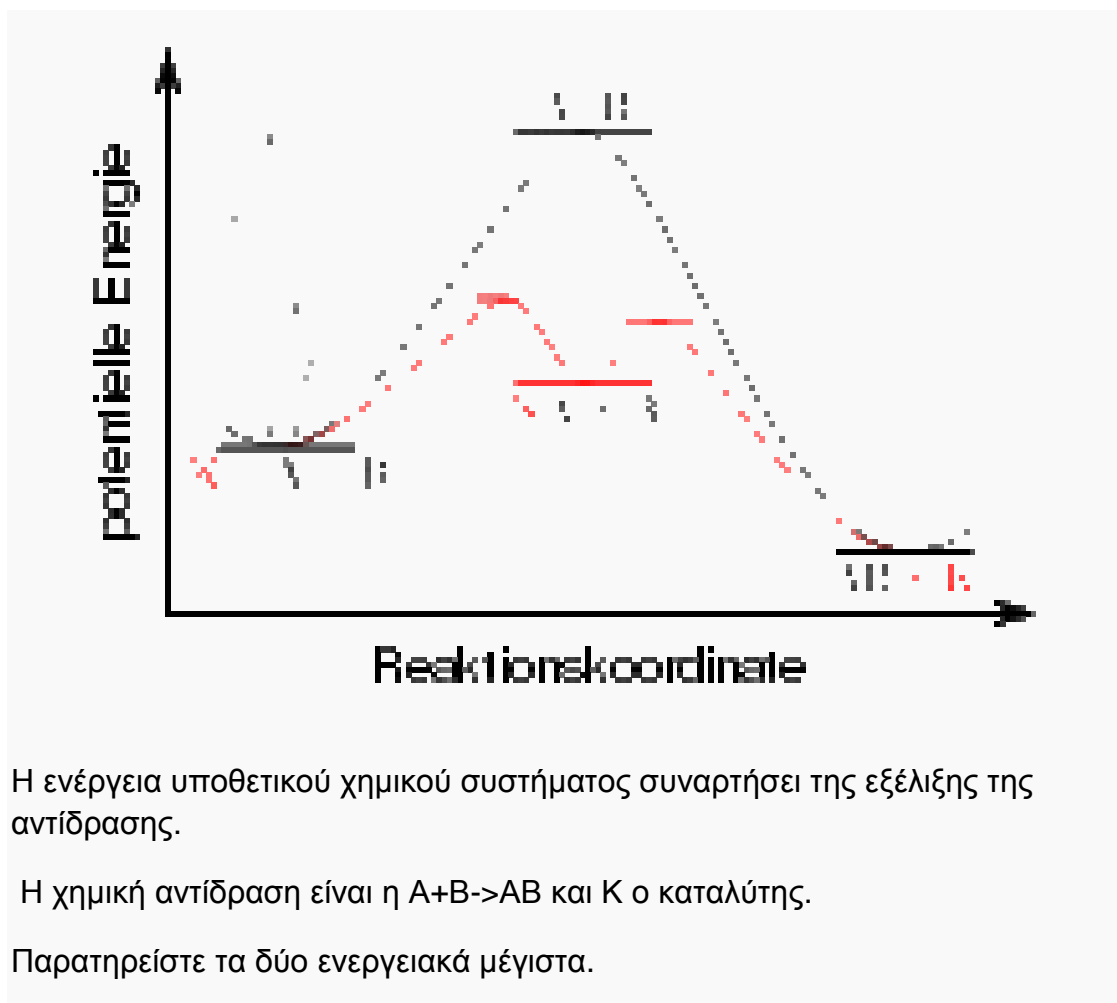
Η κατάλυση είναι ζωτικής σημασίας στις βιοχημικές και βιομηχανικές διαδικασίες, γιατί μπορούν να αυξήσουν την αποδοτικότητα του χημικού συστήματος ίσως μέχρι εκατό φορές.

- Πως προέκυψε η ανάγκη για την δημιουργία των καταλυτών;
- Ποια είναι αυτά τα αέρια που εκπέμπονται από το αυτοκίνητο και σε τι βαθμό είναι βλαβερά για τον άνθρωπο;

Θα εξετάσουμε ορισμένα πράγματα όσο πιο απλά γίνεται στις επόμενες ενότητες.

## 7.2 Λειτουργία καταλύτη

### 7.2.1 Αρχή λειτουργίας καταλύτη



Η ενέργεια υποθετικού χημικού συστήματος συναρτήσσει της εξέλιξης της αντίδρασης.

Η χημική αντίδραση είναι η  $A+B \rightarrow AB$  και  $K$  ο καταλύτης.

Παρατηρείστε τα δύο ενεργειακά μέγιστα.

Κάθε χημική αντίδραση είναι απλή ή σύνθετη.

- i. Στην απλή χημική αντίδραση συμμετέχουν μόνο τα προϊόντα και αντιδρώντα της αντίδρασης, ενώ
- ii. στη σύνθετη συμμετέχουν και άλλες ουσίες.

Μια σύνθετη χημική αντίδραση μπορεί να αναλυθεί σε επιμέρους διαδοχικές απλές αντιδράσεις. Κάθε απλή αντίδραση χαρακτηρίζεται υπό συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες από μία ταχύτητα. Η ταχύτητα μιας σύνθετης αντίδρασης ισούται πρακτικά με την ταχύτητα της πιο αργής απλής αντίδρασης που συμμετέχει, όπως η ταχύτητα μιας σκυταλοδρομίας ισούται με την ταχύτητα του πιο αργού σκυταλοδρόμου.

Ο καταλύτης αντικαθιστά τις απλές αντιδράσεις που συμμετέχουν σε μια σύνθετη αντίδραση με άλλες απλές αντιδράσεις, επηρεάζοντας την ταχύτητά τους. Ο χημικός δρόμος που θα ακολουθηθεί από τα αντιδρώντα (αυτός με τον καταλύτη και αυτός χωρίς τον καταλύτη) εξαρτάται από την διαφορά ενθαλπίας στις απλές αντιδράσεις, ενώ ο δρόμος που χαρακτηρίζεται από το χαμηλότερο ενεργειακό μέγιστο είναι αυτός που ακολουθείται αυθόρμητα. Με άλλα λόγια, ο καταλύτης επιτρέπει να διεξαχθεί η σύνθετη αντίδραση με λιγότερη απορρόφηση ενέργειας από το περιβάλλον. Συνήθως ο καταλύτης επιταχύνει την αντίδραση.

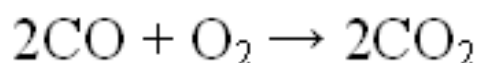
Στους καταλύτες περιέχονται διάφορα μέταλλα της ομάδας του λευκόχρυσου και κυρίως τα ακόλουθα τρία:

- Λευκόχρυσος (Pt),
- Παλλάδιο (Pd)
- Ρόδιο (Rh).

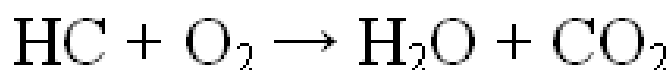
Και τα τρία είναι ακριβά μέταλλα, με τιμές(€) που παρουσιάζουν μεγάλη άνοδο.

Μέσα στον καταλύτη όπως είπαμε και πριν υπάρχει ένα πορώδες κεραμικό υλικό μέσα από την επιφάνεια του οποίου περνάνε τα καυσαέρια και οξειδώνονται (ενώνονται με το οξυγόνο) σύμφωνα με τις παρακάτω αντιδράσεις:

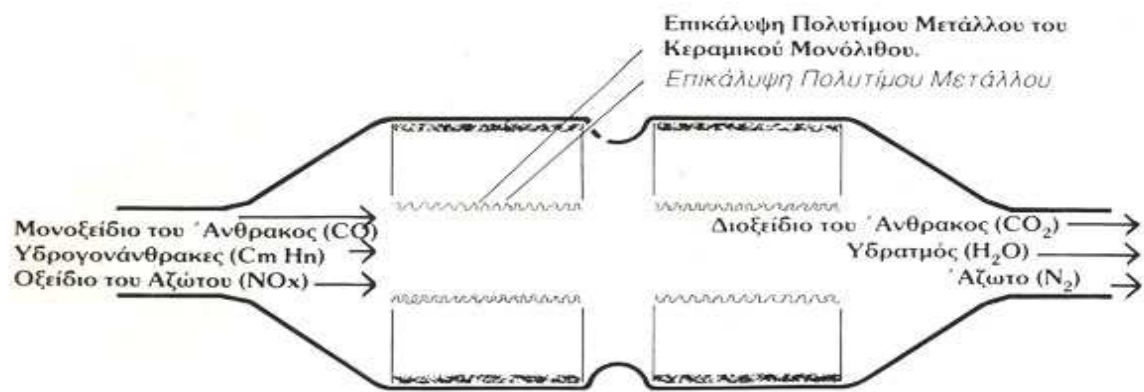
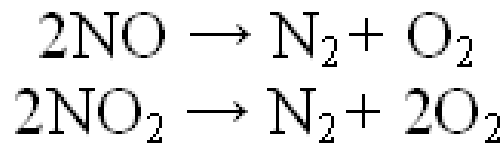
Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) σε διοξείδιο (CO<sub>2</sub>) που είναι ακίνδυνο



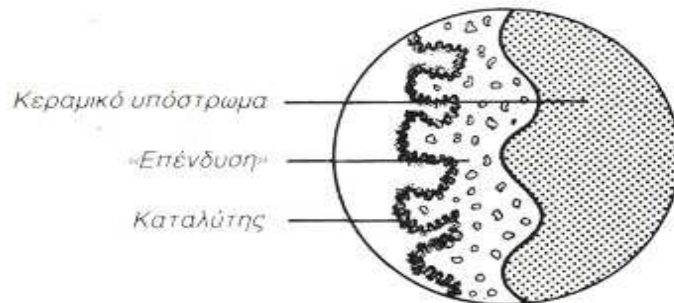
Οι υδρογονάνθρακες σε νερό και διοξείδιο του άνθρακα

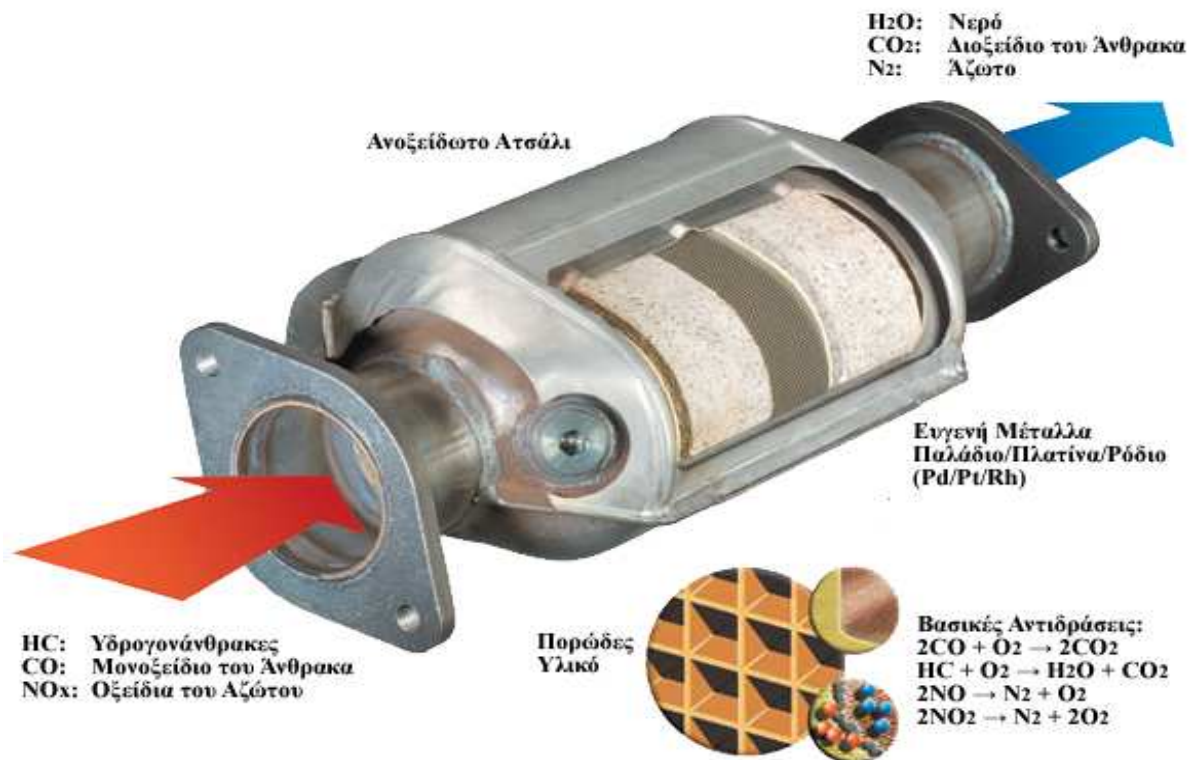


Και οι δύο αυτές αντιδράσεις γίνονται με την βοήθεια του Παλάδιου (Pd) και της Πλατίνας (Pt). Με την βοήθεια όμως του Ρόδιου (Rh) γίνονται δύο ακόμα αντιδράσεις διάσπασης των οξειδίων του αζώτου (NOx) που είναι οι εξής:



*Βλαπτικό Μονοξείδιο του Άνθρακος γίνεται Αβλαβές Διοξείδιο του Άνθρακος.  
 Βλαπτικοί Υδρογονάνθρακες γίνονται Αβλαβείς Υδρατμοί.  
 Βλαπτικό Οξείδιο του Αζώτου γίνεται Αβλαβές Άζωτο.*





Φυσικά μέσα στην βενζίνη υπάρχουν και άλλα συστατικά όπως προσμείξεις του θείου (S) οι οποίες όταν έρχονται σε επαφή με το νερό (H<sub>2</sub>O) εκτελείται μια χημική αντίδραση και δημιουργείται το υδροθείο στο οποίο οφείλεται και αυτή η γνωστή δυσάρεστη οσμή. Όταν λοιπόν μυρίζει ο καταλύτης δεν σημαίνει ότι είναι χαλασμένος, αλλά πρόκειται για κάτι εντελώς φυσιολογικό.

## 7.2.2 Είδη καταλύτη

Υπάρχουν τέσσερα είδη καταλυτών:

- Ο **Οξειδωτικός** καταλύτης
- Ο **Μειωτικός**
- Ο **Δυοδικός**
- Ο **Τριοδικός** (που χωρίζεται σε μη-ρυθμιζόμενο και ηλεκτρονικά-ρυθμιζόμενο)

Εμείς θα εξετάσουμε μόνο τον τριοδικό ο οποίος είναι ο πλέον διαδεδομένος στην κατασκευή των αυτοκινήτων και συγκεκριμένα τον τριοδικό ηλεκτρονικά-ρυθμιζόμενο καταλύτη ο οποίος χρησιμοποιείται μόνο σε αυτοκίνητα που διαθέτουν ψεκασμό και ηλεκτρονικές αναφλέξεις. Ο λόγος είναι ότι σε αυτή την περίπτωση η σύνθεση των καυσαερίων που δέχεται προς επεξεργασία ο εγκέφαλος είναι ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενη. Αυτό το είδος του καταλύτη έχει το πλεονέκτημα να μειώνει τα τρία ανεπιθύμητα καυσαέρια κατά περίπου 90%!



### 7.2.3 Είδη καταλυτικών επιφανειών

Χαρακτηρίζοντας τις καταλυτικές επιφάνειες με βάση τη φυσική τους δομή είναι δυνατόν να κάνουμε τρεις διακρίσεις. Έτσι οι καταλυτικές επιφάνειες διακρίνονται σε:

- i. Μη πορώδη στερεά, όπως η επιφάνεια ενός μεταλλικού φύλλου.
- ii. Πορώδη στερεά, στα οποία καταλυτικά συμμετέχει και η εσωτερική επιφάνεια των τοιχωμάτων και των πυθμένων των πόρων (internal surface) εκτός της εξωτερικής τους επιφάνειας (external surface ή geometrical surface). Παράδειγμα πορώδους καταλύτη είναι ο γαιάνθρακας. Εδώ θα ορίσουμε ακόμα ένα μέγεθος, την ειδική επιφάνεια (specific surface area) η οποία ισούται με τη συνολική επιφάνεια του καταλύτη ανά μονάδα βάρους καταλύτη. Καταλαβαίνουμε επομένως πως όσο πιο πορώδης είναι ένας καταλύτης τόσο μεγαλύτερη είναι η ειδική επιφάνεια του.
- iii. Στερεά παρασκευαζόμενα με διασπορά μιας καταλυτικά ενεργού φάσης σε ένα πορώδες υλικό, το οποίο ονομάζεται υπόστρωμα (support) ή φορέας (carrier). Ο φορέας μπορεί να είναι καταλυτικά αδρανής μπορεί όμως και όχι. Στη δεύτερη αυτή περίπτωση αυτό γίνεται προκειμένου το σύνολο του καταλύτη να επιδρά πάνω σε δύο διαφορετικά στάδια της αντίδρασης ταυτόχρονα.

### 7.2.4 Διασπορά ενεργού φάσης

Η διασπορά της ενεργού φάσης σε κάποιο φορέα είναι πολύ σημαντική αφού βελτιώνει τον καταλύτη κατά διάφορους τρόπους:

- i. Αυξάνει την επιφάνεια της ενεργού φάσης για τον ίδιο όγκο κάτι το οποίο επιδιώκεται με σκοπό τη μείωση του κατασκευαστικού κόστους του καταλύτη.
- ii. Αυξάνει το χρόνο ζωής του καταλύτη καθώς αποφεύγεται η τοπική υπερθέρμανση ορισμένων σημείων της καταλυτικής επιφάνειας κι επομένως μειώνεται το φαινόμενο της συρρίκνωσης (shrinkage) και της σύντηξης (sintering). Και τα δύο οδηγούν στην μείωση της ειδικής επιφάνειας του καταλύτη. Η πρώτη έγκειται στο μετασχηματισμό (κλείσιμο πόρων κλπ) που οδηγούν στη μείωση της ειδικής επιφάνειας ενώ η δεύτερη στη μετακίνηση σε υψηλή θερμοκρασία στερεού υλικού με συγκόλληση πολλών μικρών κόκκων ενεργού φάσης (συνήθως μεγέθους της τάξεως των λίγων nm ) για τη δημιουργία μεγαλύτερων.

- iii. Αυξάνει τη μηχανική αντοχή και τέλος την αντίσταση στα δηλητήρια καταλυτών.

Βάση των παραπάνω κατά την κατασκευή ενός καταλύτη χρησιμοποιούνται σε αρχικό στάδιο πολύ μικρά τεμάχια ίδιου μεγέθους (πρωτοταγής δομή, στην οποία και οφείλεται η μεγάλη ειδική επιφάνεια) τα οποία ομαδοποιούνται σε μεγαλύτερα συσσωματώματα ίδιου επίσης μεγέθους (δευτερογενής δομή, μέσα από την οποία γίνεται πολύ εύκολα η μεταφορά μάζας των αντιδρώντων ή των προϊόντων).

Επίσης, φορείς που χρησιμοποιούνται ευρύτατα είναι οι μονολιθικοί (monolithic supports) οι οποίοι αποτελούνται από ένα ελαφρά πορώδες υλικό υψηλής μηχανικής αντοχής (όπως το  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ), το οποίο διαθέτει κανάλια καθορισμένης διαμόρφωσης με τα τοιχώματά τους να καλύπτονται από ένα στρώμα τεμαχιδίων φορέα, στα οποία έχει εναποτεθεί η ενεργός φάση.

Η κατανομή της ενεργού φάσης στα μικροτεμαχίδια ονομάζεται μικροκατανομή (microdistribution ή repartition) ενώ η κατανομή της ενεργού φάσης στα τεμαχίδια τα οποία συντίθενται από μικροτεμαχίδια ονομάζεται μακροκατανομή (macrodistribution). Συνήθως, αυτές οι δύο κατανομές δεν είναι επιθυμητό να είναι ομοιόμορφες και καθορίζονται ανάλογα με τις απαιτήσεις εκλεκτικότητας, την παρουσία δηλητηρίων κτλ.

### 7.2.5 Ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενη σύνθεση καυσαερίων

Τα καυσαέρια κατά την έξοδό τους από την εξαγωγή (εξάτμιση) περνάνε από έναν ανιχνευτή οξυγόνου, τον γνωστό «αισθητήρα λάμδα» ο οποίος ανιχνεύει πόση είναι η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε οξυγόνο. Δηλαδή εάν το μείγμα που εισάγεται μέσα στον χώρο καύσης είναι «φτωχό» ή «πλούσιο» σε οξυγόνο. Εν συνεχεία στέλνει την πληροφορία αυτή σε έναν μικροϋπολογιστή ο οποίος την επεξεργάζεται και εφ' όσων είναι συνδεδεμένος και με διάφορα άλλα εξαρτήματα της μηχανής (ψεκασμός, ανάφλεξη κτλ.) στέλνει τις κατάλληλες εντολές και έτσι «διορθώνει» το μείγμα που εισάγεται στον χώρο καύσης.

Με αυτό τον τρόπο καταφέρνουμε την πληρέστερη καύση και επομένως την χαμηλότερη εκπομπή καυσαερίων. Όλες αυτές οι διαδικασίες βέβαια γίνονται σε ελάχιστο χρόνο της τάξεως των κλασμάτων του δευτερολέπτου...

## 7.2.6 Ο αισθητήρας «λ»

Η παράμετρος της αναλογίας του μείγματος βενζίνη / αέρα ονομάστηκε λάμδα («λ»). Όπως είπαμε και πριν η δουλειά του «λ» είναι να πληροφορήσει σωστά τον εγκέφαλο για την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε οξυγόνο.



Ο αισθητήρας αυτός για να κάνει σωστά την δουλειά του είναι τοποθετημένος συνήθως πάνω στο σύστημα εξαγωγής, δηλαδή την εξάτμιση, και μάλιστα πριν τον καταλύτη. Στέλνοντας τις πληροφορίες τις οποίες συλλέγει επιτρέπει στον εγκέφαλο να διορθώσει την αναλογία καυσίμου / αέρα. Όταν η τιμή του «λ» είναι ίση με 1 αυτό σημαίνει ότι όλα τα μόρια της βενζίνης οξειδώνονται (ενώνονται) με τα μόρια του ελεύθερου οξυγόνου και άρα υπάρχει τέλεια καύση και καθόλου εκπομπή καυσαερίων. Αυτό όμως συμβαίνει μόνο θεωρητικά, καθώς στην πράξη δεν υπάρχει ποτέ τέλεια καύση.

## 7.2.7 Διάρκεια ζωής καταλύτη

Οι κατασκευαστές των καταλυτών δίνουν διάρκεια ζωής από 70.000χμ. έως 100.000χμ. Αυτό όμως δεν είναι απόλυτο γιατί μπορεί να υπάρχει πρόωρη φθορά του ή και γήρανσή του από εξωγενείς παράγοντες. Μπορούμε όμως να βρούμε και καταλύτες οι οποίοι έχουν ξεπεράσει τα 100.000χμ. λειτουργίας και παρ' όλα αυτά να λειτουργούν κανονικά. Ουσιαστικά λοιπόν όσο ο καταλύτης εκτελεί σωστά τα καθήκοντά του και καθαρίζει τα καυσαέρια δεν υπάρχει λόγος αλλαγής του. Αυτός είναι και ο λόγος που καθιερώθηκε η υποχρεωτική έκδοση της «Κάρτας Ελέγχου Καυσαερίων» μια φορά το χρόνο. Ο μεγαλύτερος εχθρός του καταλύτη είναι η βενζίνη με μόλυβδο (Super) και αυτό γιατί ο μόλυβδος επικάθεται στους εσωτερικούς πόρους και τους «φρακάρει» με αποτέλεσμα να μην περνάνε τα καυσαέρια από μέσα και να μην οξειδώνονται.

## 7.2.8 Κατεστραμμένοι καταλύτες

Οι καταλύτες κανονικά συλλέγονται και στέλνονται για ανακύκλωση σε μεγάλες υψικαμίνους ώστε ορισμένο μέρος των «ευγενών» μετάλλων που εμπεριέχονται να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στην κατασκευή νέων καταλυτών. Δυστυχώς όμως τέτοιες εταιρίες ανακύκλωσης υπάρχουν μόνο στο εξωτερικό.

Η χώρα μας δεν διαθέτει ούτε τα μέσα περισυλλογής αλλά ούτε και τα μέσα ανακύκλωσης με αποτέλεσμα οι χρησιμοποιημένοι και κατεστραμμένοι καταλύτες να καταλήγουν.... στα σκουπίδια!

Στη συνέχεια υπάρχουν δείγματα κατεστραμμένων καταλυτών από διάφορους παράγοντες.

Βλάβη καταλύτη από καμένο πολλαπλασιαστή.



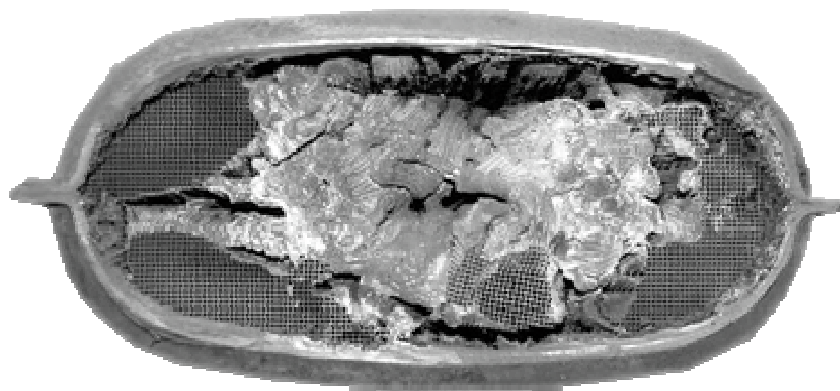
Βλάβη καταλύτη από νοθευμένο καύσιμο.



Βλάβη καταλύτη απο μπουζοκαλώδιο.



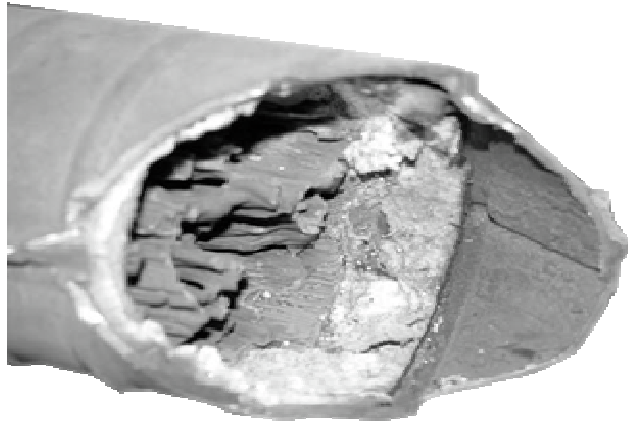
Βλάβη καταλύτη απο νοθευμένο καύσιμο.



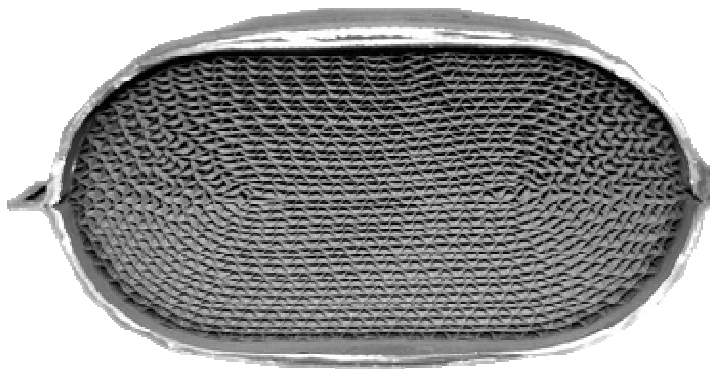
Βλάβη καταλύτη απο μεγάλη θερμότητα καυσίμου.



Βλάβη καταλύτη απο πλούσιο μίγμα βενζίνης.



Ατυχής μετατροπή από συνεργείο. Αφαιρέθηκε το φίλτρο αέρος.



Για τη διαχείριση των χρησιμοποιημένων καταλυτών υπάρχουν δύο επιλογές:

- 1) Ανάκτηση των πολύτιμων μετάλλων. Τα μέταλλα προωθούνται για την παραγωγή νέων καταλυτών ή για άλλες χρήσεις
- 2) Αναγέννηση των καταλυτών και εκ νέου χρησιμοποίησή τους. Η αναγέννηση πολλές φορές δεν επιλέγεται, καθώς κρίνεται οικονομικά ασύμφορη.

Φυσικά, τα παραπάνω δεν είναι εύκολο να γίνουν. Απαιτείται υψηλού επιπέδου τεχνογνωσία και προσοχή, γιατί οι χρησιμοποιημένοι καταλύτες περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις τοξικών υλικών, που είναι επικίνδυνα για τους ανθρώπους, αλλά και γιατί είναι εύκολο να συμβούν μηχανικά ατυχήματα, δηλητηριάσεις από την εισπνοή τοξικών αναθυμιάσεων, ανάφλεξη εύφλεκτων αερίων, που έχουν απορροφηθεί από τον καταλύτη και ανεξέλεγκτες αντιδράσεις κατά τη διάρκεια αφαίρεσης του καταλύτη από το αυτοκίνητο.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει κάποια μονάδα συλλογής-ανακύκλωσης καταλυτών, αν και θα μπορούσε να αναπτυχθεί ένα οργανωμένο δίκτυο συγκέντρωσης των απενεργοποιημένων καταλυτών, καθώς ο Οργανισμός Διαχείρισης Δημόσιου Υλικού διαθέτει κάποιες από αυτές και εφόσον υπάρχουν αποθηκευτικοί χώροι ασφαλείας με εξοπλισμό διακίνησης-μεταφοράς υλικών.

Το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο επιτρέπει την αποκλειστική διαχείριση άχρηστων υλικών του ευρύτερου δημόσιου τομέα γενικότερα. Υπάρχει σχετική εμπειρία σε διαδικασίες εκποίησης υλικών και σε μηχανισμούς απόσυρσης αυτοκινήτων.

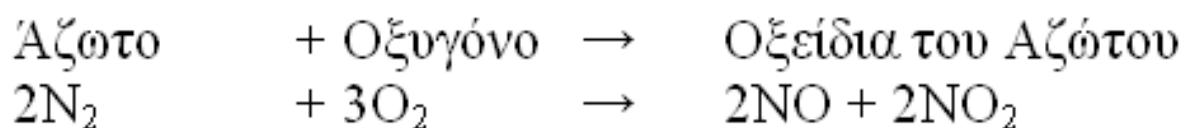
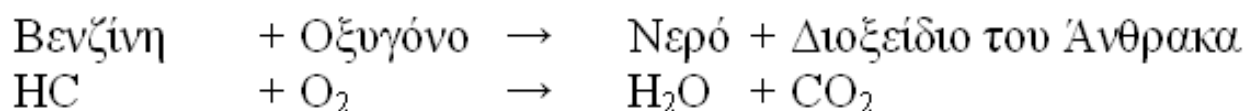
Για να κατασκευαστεί βέβαια μια μονάδα ανάκτησης των στοιχείων των καταλυτών θα πρέπει να είναι βιώσιμη και οικονομικά συμφέρουσα. Από προηγούμενες μελέτες και με βάση τον ετήσιο διαθέσιμο αριθμό ανενεργών καταλυτών στον ελλαδικό χώρο, η δημιουργία μιας τέτοιας μονάδας δεν φαίνεται συμφέρουσα. Το συμπέρασμα αυτό δεν σημαίνει πως θα πρέπει να ανασταλεί η προσπάθεια ανάκτησης των πολύτιμων μετάλλων.

Ακόμη μια ανεξερεύνητη λοιπόν «περιοχή» απλώνεται γύρω από τους παλιούς καταλύτες, η οποία κρύβει κέρδη που δεν είναι απλώς περιβαλλοντολογικά, αλλά και οικονομικά.

## 7.3 Χαρακτηριστικά καυσαερίων

### Αντιδράσεις

Η ύπαρξη των βλαβερών για τον άνθρωπο αερίων οφείλεται στην ατελή (μη πλήρη) καύση των υδρογονανθράκων του καυσίμου (βενζίνη). Δύο κυρίως αντιδράσεις γίνονται μέσα στον κινητήρα:



Τα αέρια που εκλύονται λόγω του ότι όλη η βενζίνη δεν «καίγεται» είναι τα εξής:

- Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)
- Μονοξειδίο του άνθρακα (CO) το οποίο είναι εξαιρετικά δηλητηριώδες για τον άνθρωπο.

Εξίσου βλαβερά είναι και τα διάφορα οξειδία του αζώτου (NO και NO<sub>2</sub>). Θα πρέπει να πούμε ότι τα βλαβερά αυτά αέρια αποτελούν μόνο το 2% των καυσαερίων του αυτοκινήτου, ενώ το υπόλοιπο 98% είναι ακίνδυνο.

Από τα βλαβερά αέρια το μεγαλύτερο μέρος (70%) είναι μονοξειδίο του άνθρακα (CO), το οποίο δημιουργείται γιατί κατά την καύση ο άνθρακας (C) δεν βρίσκει αρκετό οξυγόνο για να καεί πλήρως και να μετατραπεί σε διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το οποίο δεν είναι επιβλαβές για τον άνθρωπο. Πληροφοριακά το μονοξειδίο του άνθρακα (CO) αντιδρά 200 με 300 φορές πιο εύκολα με την κόκκινη χρωστική ουσία του αίματός μας από ότι το οξυγόνο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μεταφέρεται λιγότερο οξυγόνο μέσω του αίματος στον εγκέφαλο και τα άλλα όργανα και να επηρεάζεται σημαντικά η λειτουργία τους.

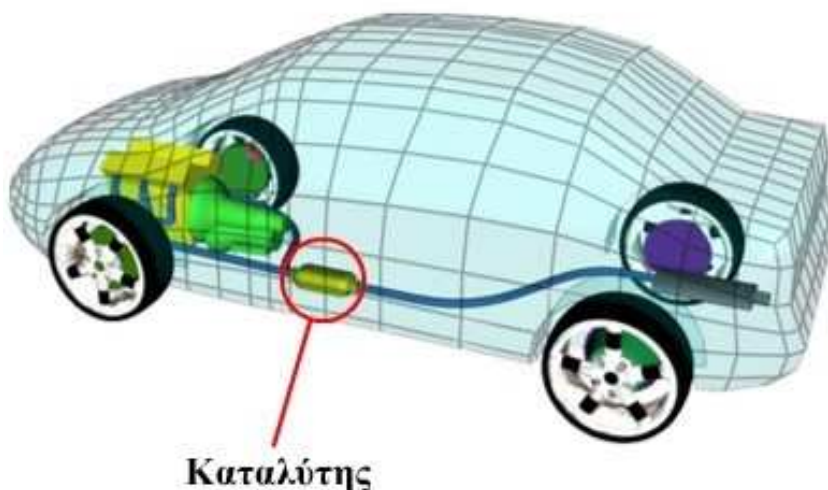
Η άλλη βλαβερή ουσία που εκπέμπεται είναι οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC) οι οποίοι κατά κύριο λόγο αποτελούνται από μόρια βενζίνης που λόγω κακής καύσης εξάγονται από την εξάτμιση και συμβάλουν σημαντικά στην δημιουργία του γνωστού μας «νέφους».

Τέλος τα οξειδία του αζώτου (NO<sub>x</sub>) αντιπροσωπεύουν το 18% των βλαβερών ουσιών και χωρίζονται σε μονοξειδία (NO) και σε διοξειδία (NO<sub>2</sub>).

## 7.4 Τοποθέτηση καταλύτη

### 7.4.1 Κατασκευαστική τοποθέτηση

Ο καταλύτης σαν εξάρτημα τοποθετείται στο σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων (εξάτμιση) και αφαιρεί κατά ένα μεγάλο ποσοστό τις βλαβερές για τον άνθρωπο ουσίες που υπάρχουν στα καυσαέρια του αυτοκινήτου.





Μέσα στον καταλύτη υπάρχει ένα πορώδες κεραμικό υλικό από την επιφάνεια του οποίου περνάνε τα καυσαέρια και ενώνονται με το οξυγόνο. Δηλαδή οξειδώνονται ή απλά «καίγονται», με την βοήθεια ορισμένων «ευγενών μετάλλων» (ρόδιο, παλάδιο και πλατίνα) τα οποία περιέχονται στον καταλύτη. Λόγω αυτής της καύσης οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται μέσα στον καταλύτη είναι της τάξεως των 270°C - 800°C . Εάν η θερμοκρασία αυξηθεί πάνω από 1200°C τότε 5-10 λεπτά λειτουργίας του καταλύτη σε αυτές τις συνθήκες είναι αρκετά για να λειώσει το κεραμικό υλικό που υπάρχει μέσα του και να καταστραφεί.

Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας συνήθως οφείλεται σε πρόβλημα στο σύστημα ανάφλεξης όταν δηλαδή η βενζίνη διαφεύγει άκαυτη μέσω της εξάτμισης και καταλήγει στον καταλύτη.

### 7.4.2 Χαρακτηριστικά μέρη ενός καταλύτη

1. Εσωτερικό περίβλημα
2. Ανοξειδωτη πυρίμαχη συγκόλληση
3. Σωλήνας εισόδου καυσαερίων
4. Κεραμική κυψέλη (κεραμικός μονόλιθος)
5. Εξωτερική συγκόλληση σώματος



6. Εσωτερική ραφή σώματος
7. Είσοδος οξυγόνου
8. Εξωτερικό περίβλημα

### 7.4.3 Ο κεραμικός μονόλιθος

Ο κεραμικός μονόλιθος είναι το πιο βασικό συστατικό του. Ο φυσιολογικά στρόγγυλος κεραμικός μονόλιθος έχει ένα μέσο όρο 60 διαβάσεων ανά τετραγωνικό εκατοστό.

60 «κυφέλες» σαν δίαυλοι ανά  $\text{cm}^2$  οι οποίες διατρέχουν (τον μονόλιθο) κατά μήκος της ροής του αερίου. Το πάχος των τοιχωμάτων μεταξύ τούτων των διαύλων είναι περίπου 0,3mm.

### 7.4.4 Επένδυση

Η επένδυση εφαρμόζεται στο νέο κεραμικό υπόστρωμα σαν φορέας για τον καταλύτη του πολυτίμου μετάλλου. Έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνει την ήδη μεγάλη επιφάνεια του σώματος πολλαπλά, έτσι παρέχοντας μία τεράστια περιοχή για την καταλυτική επίστρωση (που συγκρίνεται μόνον με την έκταση ενός γηπέδου ποδοσφαίρου).

Ένας διαστελλόμενος τάπητας χρησιμοποιείται για να εφαρμόσει το κεραμικό υπόστρωμα. Αυτός ο τάπητας κατασκευασμένος από κεραμικές ίνες και ρητίνη είναι έτσι σχεδιασμένος ώστε να διαστέλλεται σε θερμοκρασία περίπου 300°C, έτσι ώστε να προστατεύει το υπόστρωμα από μηχανική ξαφνική δόνηση, όπως επίσης και ενεργεί ως προστατευτική ασπίδα μεταξύ του υποστρώματος και του ανοξειδωτού ατσάλινου κελύφους.

Το κέλυφος του καταλυτικού μετατροπέα είναι όμοιο με μορφή προς αυτό του αποσιωπητήρα (σιλανσιέ) σε ένα φυσιολογικό σύστημα εξατμίσεως.

Αποτελείται από δύο ημι-κελύφη ανοξειδωτού ατσάλιου τα οποία έχουν συγκολληθεί υπό συνθήκες ελεγχόμενες με λεπτομερή ακρίβεια. Αυτό το εξάρτημα μπορεί πολύ εύκολα να ενσωματωθεί στο κανονικό σύστημα εξατμίσεως.

## 7.4.5 Ανόργανοι καταλύτες για βιομηχανικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές

Οι ανόργανοι καταλύτες αποτελούν τη βάση της χημικής βιομηχανίας. Σχεδόν όλα τα χημικά υλικά παράγονται με τη χρήση καταλυτών λόγω της εξαιρετικά μεγάλης αύξησης της ταχύτητας αντιδράσεων (κατά πολλές τάξεις μεγέθους), χωρίς οι ίδιοι να μεταβάλλονται.

Τα ίδια πλεονεκτήματα προσφέρονται από καταλύτες για τον καθαρισμό περιβαλλοντικής μόλυνσης όπως π.χ. σε φίλτρα εργοστασίων και αυτοκινήτων. Η καταλυτική δραστηριότητα (και επιλεκτικότητα για συγκεκριμένες αντιδράσεις) εξαρτάται από την σύστασή των, το ανοικτό πορώδες τους αλλά κυρίως στην πυκνότητα των «καταλυτικά δραστικών κέντρων» στην επιφάνειά τους, που εξαρτάται από το βαθμό στρέβλωσης του ατομικού πλέγματος.



Τα περισσότερα καταλυτικά συστήματα είναι βιομηχανικά μυστικά και αναπτύσσονται ειδικά για κάθε διεργασία. Στα εργαστήρια, αναπτύσσονται νέα καταλυτικά συστήματα για βιομηχανικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές με τη μέθοδο SHS. Η μέθοδος δίνει πολύ δραστικά συστήματα με πολύ υψηλή πυκνότητα δραστικών κέντρων, καθώς και μετασταθών και υπερ και υπο-στοιχειομετρικών ενώσεων, που δεν μπορούν να δημιουργηθούν με άλλη μέθοδο. Μελετώνται διεργασίες όπως η σύνθεση αιθυλενίου και προπυλενίου, βαθιά οξειδωση μεθανίου (φυσικού αερίου), οξειδωση CO, υδρογόνωση νάφθας και ντίζελ και άλλες, όπου οι καταλύτες SHS έχουν δείξει ότι προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με συμβατικούς βιομηχανικούς καταλύτες.

## 7.5 Απαραίτητες ενέργειες ομαλής λειτουργίας

### Τι πρέπει να κάνουμε σ'ένα καταλυτικό αυτοκίνητο.

- Πρέπει να ελέγχουμε τακτικά τα συστήματα ανάφλεξης κα τροφοδοσίας όπως επίσης και τα καυσαέρια ενός καταλυτικού αυτοκινήτου.
- Πρέπει να χρησιμοποιούμε συνθετικά λιπαντικά στην λίπανση του κινητήρα.
- Πρέπει να κάνουμε τακτικούς οπτικούς ελέγχους στο σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων και στον καταλύτη ιδιαίτερα, για τυχόν διαρροές ή κτυπήματά του.
- Πρέπει μετά από ένα μεγάλο ταξίδι με το καταλυτικό όχημα να ξέρουμε ότι η θερμοκρασία του καταλύτη έχει ξεπεράσει τους 800 βαθμούς , και γι' αυτό καλό είναι ν' αφήσουμε το αυτοκίνητο να δουλέψει για λίγο στο ρελαντί ώστε να επανέλθει στην κανονική του θερμοκρασία.
- Πρέπει να τηρούμε προσεκτικά και με θρησκευτική ευλάβεια τους κανόνες και τις προδιαγραφές του κατασκευαστή στις ρυθμίσεις του κινητήρα..

### Τι δεν πρέπει να κάνουμε σ' ένα καταλυτικό αυτοκίνητο.

- Δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε σε καμία περίπτωση βενζίνη με μόλυβδο.
- Δεν πρέπει να πατάμε γκάζι όταν βάζουμε σε λειτουργία τον κινητήρα.
- Δεν πρέπει να προσπαθούμε να βάλουμε μπροστά έναν καταλυτικό κινητήρα που είναι χαλασμένος , πάνω από 3 - 4 φορές. Καλό είναι να προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε και να επισκευάσουμε πρώτα την βλάβη και μετά να ξαναπροσπαθήσουμε.
- Δεν επιτρέπεται να επαναλάβουμε τον έλεγχο που κάνουμε για να δούμε αν λειτουργούν όλοι οι κύλινδροι (τράβηγμα μπουζοκαλωδίων) πάνω από 2-3 φορές.
- Δεν βάζουμε μπροστά ποτέ ένα καταλυτικό αυτοκίνητο σπρώχνοντας.

## Κεφάλαιο 8



### Μέθοδοι και Τεχνικές

### Ποσοτικής μέτρησης των εκπομπών.

#### 8.1 Εισαγωγή

Η μόλυνση του περιβάλλοντος αποτελεί από τα σημαντικότερα προβλήματα του σύγχρονου ανθρώπινου πολιτισμού. Με τον παραπάνω όρο εννοούμε τη μόλυνση του εδάφους, των υδάτων, της ατμόσφαιρας ως απόρροια των επεμβάσεων του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον.

Η μόλυνση της ατμόσφαιρας οφείλεται σε πολλές διαφορετικές πηγές.

Οι κυριότερες θα μπορούσαν να χωριστούν στις «σταθερές» όπως τα εργοστάσια, οι μονάδες παραγωγή ενέργειας, οι μονάδες επεξεργασίας μεταλλευμάτων (χυτήρια χαλκού) και στις «κινητές» όπου υπάγονται τα αυτοκίνητα, λεωφορεία, φορτηγά, αεροπλάνα, τρένα. Σαν πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης θεωρούνται και φυσικά φαινόμενα ή καταστροφές όπως η έκρηξη των ηφαιστειών και οι πυρκαγιές.

Εμείς θα ασχοληθούμε μόνο με τη ρύπανση που προκαλείτε από τα αυτοκίνητα και τους τρόπους με τους οποίους μετρούνται τα καυσαέρια τους.

Οι κυριότεροι και συνηθέστεροι ρύποι που συνιστούν τη μόλυνση της ατμόσφαιρας είναι έξι:

- 1) το μονοξείδιο του άνθρακα (CO),
- 2) ο μόλυβδος (Pb),
- 3) τα οξείδια του αζώτου (NOX),
- 4) το όζον (O<sub>3</sub>),
- 5) το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) και
- 6) τα αιωρούμενα σωματίδια.

Η μονάδα μέτρησης των ρύπων είναι  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$  με εξαίρεση το CO που μετριέται σε  $\text{mgr}/\text{m}^3$ , οι μετρήσεις είναι ωριαίες με εξαίρεση 2, τον καπνό και το μόλυβδο που οι μετρήσεις τους είναι 24ωρες.

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η παραγωγή κάποιων ρύπων πολλές φορές είναι και έμμεση ως αποτέλεσμα αντιδράσεων των ήδη υπαρχόντων ρύπων μέσα στην ατμόσφαιρα σε ορισμένες συνθήκες (π.χ. υψηλή θερμοκρασίας, ηλιοφάνεια κλπ).

## 8.2 Σταθμοί και όργανα μέτρησης

Το ζήτημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι τόσο σοβαρό που εδώ και χρόνια η πολιτεία έχει θεσπίσει όρια εκπομπής ρύπων για κάθε κατηγορία οχήματος που κυκλοφορεί και μάλιστα υποχρεώνει τον ιδιοκτήτη να ελέγχει εξαμηνιαίως ή ετησίως το όχημα του και να φέρει σε αυτό την Κάρτα Ελέγχου Καυσαερίων. Επίσης έχει εξουσιοδοτήσει φορείς όπως το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και τα Κ.Τ.Ε.Ο. να ελέγχουν τα οχήματα σε ότι αφορά τους εκπεμπόμενους ρύπους .

Οι κυριότεροι ρυπαντές που προκύπτουν από την καύση των υγρών καυσίμων των οχημάτων και ελέγχονται από τα Κ.Τ.Ε.Ο. είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και οι υδρογονάνθρακες (HC) στα βενζινοκίνητα και υγραεριοκίνητα οχήματα και η αιθάλη (κάπνα) στα πετρελαιοκίνητα. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη βοήθεια του αναλυτή καυσαερίων για τα βενζινοκίνητα-υγραεριοκίνητα οχήματα και του αιθαλόμετρου για τα πετρελαιοκίνητα.



Ο αναλυτής καυσαερίων μετρά εκτός από το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και τους υδρογονάνθρακες (HC), και το λόγο λ που δεν αποτελεί ρυπαντή, αλλά είναι μια ένδειξη της σωστής λειτουργίας του κινητήρα και του καταλύτη του αυτοκίνητου μας.

Το αιθαλόμετρο μετρά την ποσότητα αιθάλης που περιέχεται στα καυσαέρια και είναι υπεύθυνη για το σκουρόχρωμο καπνό που εκπέμπουν τα πετρελαιοκίνητα οχήματα.

Κατά τη διαδικασία της μέτρησης των καυσαερίων ενός οχήματος ο κινητήρας έρχεται σε κανονική θερμοκρασία λειτουργίας όπως επίσης και ο καταλύτης, αν πρόκειται για όχημα αντιρρυπαντικής τεχνολογίας. Η εξάτμιση του οχήματος θα πρέπει να είναι στεγανή, χωρίς διαρροές.



Στα βενζινοκίνητα οχήματα ο νομοθέτης προβλέπει δύο μετρήσεις, μία στις 2500rpm και μία στο ρελαντί, ενώ στα πετρελαιοκίνητα δύο διαδοχικές μετρήσεις στο όριο των στροφών του κινητήρα (μόνον στην περίπτωση που με αυτές τις μετρήσεις δεν επιτυγχάνονται τα όρια του νομοθέτη, προβαίνουμε σε άλλες τρεις μετρήσεις (σύνολο πέντε) από τις οποίες βγαίνει μια μέση τιμή για τα επίπεδα της θολερότητας στα καυσαέρια ενός πετρελαιοκίνητου οχήματος.

### 8.3 Μερικά είδη αναλυτών

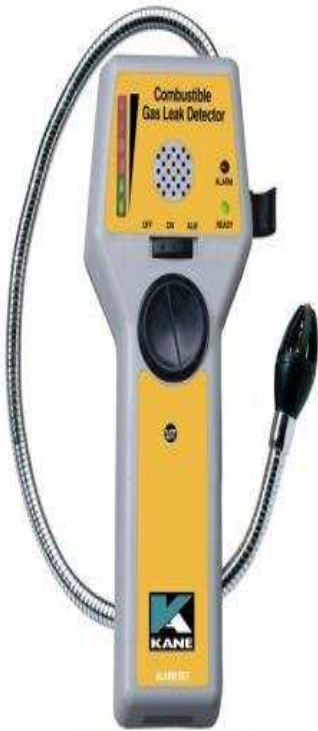


Αναλυτής Καυσαερίων Diesel – Αιθαλόμετρο.



Φορητός Αναλυτής Καυσαερίων (Καυσαναλυτής).





Ανιχνευτής διαρροών αερίου με συναγερμό.



Ανιχνευτής διαρροών αερίου.



Θερμόμετρο Υπερύθρων με θερμοστοιχείο.

## 8.4 Έλεγχοι - Κ.Ε.Κ(κάρτα έλεγχου καυσαερίων)



Η Κ.Ε.Κ. για τα επιβατηγά ΙΧ και τα μικρά φορτηγά με μεικτό βάρος μέχρι 3,5 τόννων ισχύει ένα έτος, ενώ για τα υπόλοιπα οχήματα 6 μήνες.

Διαδικασία καθ' οδόν ελέγχου των οχημάτων:

- Έλεγχος κατοχής ισχύουσας ΚΕΚ.
- Έλεγχος κατοχής Δελτίου Τεχνικού Ελέγχου.
- Έλεγχος εκπνεμπόμενων καυσαερίων του οχήματος σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.
- Έλεγχος παρουσίας εγκεκριμένου καταλυτικού μετατροπέα.

Στους παρακάτω πίνακες βλέπουμε τι ισχύει για συγκεκριμένους τύπους οχημάτων, για την έκδοση της κάρτας.

<b>Οχήματα με ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλυτικό μετατροπέα</b>		
<b>Ρύπος</b>	<b>Ρελαντί</b>	<b>2.500+300 σ.α.λ.</b>
Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)%	0,5	0,3
Υδρογονάνθρακες	120	100
Συντελεστής "λ"		0,97 - 1,03

<b>Οχήματα με αρρυθμιστο τριοδικό ή οξειδωτικό καταλυτικό μετατροπέα</b>		
<b>Ρύπος</b>	<b>Ρελαντί</b>	<b>2.500+300 σ.α.λ.</b>
Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)%	1,2	1
Υδρογονάνθρακες	220	200
<b>Οχήματα συμβατικής τεχνολογίας με έτος έκδοσης πρώτης άδειας κυκλοφορίας πριν από 1/10/1986</b>		
<b>Ρύπος</b>	<b>Ρελαντί</b>	<b>2.500+300 σ.α.λ.</b>
Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)%	4,5	4
Υδρογονάνθρακες	800	700
<b>Συμβατικά οχήματα με έκδοση πρώτης άδειας κυκλοφορίας από 1/10/1986 και έπειτα</b>		
<b>Ρύπος</b>	<b>Ρελαντί</b>	<b>2.500+300 σ.α.λ.</b>
Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)%	3,5	3
Υδρογονάνθρακες	500	400
<b>ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟΝ ΚΑΘ' ΟΔΟΝ ΕΛΕΓΧΟ</b>		
<b>Οχήματα με ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλύτη</b>		
<b>Ρύπος</b>	<b>Ρελαντί</b>	<b>2.500+300 σ.α.λ.</b>
Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)%	0,6	0,4
Υδρογονάνθρακες	130	110
Συντελεστής "λ"		0,97 - 1,03
<b>Οχήματα με αρρυθμιστο τριδικό ή οξειδωτικό καταλύτη</b>		
<b>Ρύπος</b>	<b>Ρελαντί</b>	<b>2.500+300 σ.α.λ.</b>
Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)%	1,2	1
Υδρογονάνθρακες (HC)ppm	220	200
<b>Οχήματα συμβατικής τεχνολογίας με έτος έκδοσης πρώτης άδειας κυκλοφορίας πριν από την 1/10/1986</b>		
<b>Ρύπος</b>	<b>Ρελαντί</b>	<b>2.500+300 σ.α.λ.</b>
Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)%	5	4.5
900	800	Υδρογονάνθρακες (HC)ppm
<b>Συμβατικά οχήματα με πρώτη άδεια κυκλοφορίας μετά την 1/10/1986</b>		
<b>Ρύπος</b>	<b>Ρελαντί</b>	<b>2.500+300 σ.α.λ.</b>
Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)%	4	3.5
Υδρογονάνθρακες (HC)ppm	600	500

## Κεφάλαιο 9



### Πρότυπα ελέγχου απόδοσης και εκπομπών οχημάτων.

#### Ευρωπαϊκή Ένωση, ΗΠΑ, Ιαπωνία.

##### 9.1 Εισαγωγή

Για τη μέτρηση των εκπεμπόμενων ρύπων από τα οχήματα έχουν καθιερωθεί πλέον από διάφορες χώρες τυποποιημένοι κύκλοι ελέγχου (test cycles), οι οποίοι ουσιαστικά ορίζουν μια προκαθορισμένη διαδικασία υπολογισμού των ρύπων. Η τυποποίηση αυτή είναι πολύ σημαντική και συμβάλει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στη μείωση των εκπομπών καθώς καθιστά δυνατή τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών οχημάτων που όμως επιτελούν το ίδιο έργο.

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

Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι οι αυτοκινητοβιομηχανίες προσπαθούν να βελτιστοποιήσουν την εκπομπή ρύπων των οχημάτων τους στην περιοχή στην οποία ελέγχεται η συμμόρφωσή τους με τα πρότυπα, με αποτέλεσμα η πραγματική ρύπανση των οχημάτων να είναι μεγαλύτερη από το αναμενόμενο, υπονομεύοντας έτσι τα πρότυπα αλλά και τη δημόσια υγεία. Οι «Κύκλοι Πόλης» (transient cycles) λοιπόν, έρχονται να καλύψουν αυτό το κενό στις διαδικασίες ελέγχου εισάγοντας νέες πιο αυστηρές διαδικασίες που προσομοιώνουν την πραγματική λειτουργία του οχήματος και συμβάλουν ουσιαδώς στην αντιμετώπιση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πρότυπα εκπομπών ρύπων αλλά και οι «Κύκλοι Πόλης» που έχουν υιοθετηθεί στην Ευρώπη.

## 9.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών είναι ένα σύνολο από απαιτήσεις, οι οποίες καθορίζουν τα αποδεκτά όρια των εκπεμπόμενων ρύπων των νέων οχημάτων που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα πρότυπα καθορίζονται σε μια σειρά από οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι οποίες κατευθύνονται στην σταδιακή επιβολή όλο και πιο αυστηρών προδιαγραφών. Εκπομπές NO<sub>x</sub>, HC, CO και μικροσωματιδίων ρυθμίζονται σε διαφορετικά πρότυπα ανάλογα με τον τύπο του οχήματος ενώ ο έλεγχος της συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές γίνεται με τυποποιημένους «Κύκλους Πόλης» που έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση.

Οχήματα που δεν τηρούν τις προδιαγραφές δεν μπορούν να ταξινομηθούν στα κράτη μέλη της Ε.Ε. ενώ τα νέα πρότυπα δεν ισχύουν για οχήματα που βρίσκονται ήδη στη κυκλοφορία.

### 9.2.1 Επιβατικά και ελαφρά φορτηγά με κινητήρες Diesel

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα καινούργια επιβατικά (Πίνακες 1.1,1.2) και ελαφρά φορτηγά (Πίνακες 1.3,1.4) με κινητήρες Diesel καθορίζονται από την Οδηγία 70/220/EEC η οποία έχει τροποποιηθεί αρκετές φορές.

Πίνακας 9.1

Πρότυπα εκπομπών Ε.Ε. για επιβατικά diesel οχήματα (Κατηγορία M1\*), g/km

Tier	Date	CO	HC	HC+NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PM
<b>Diesel</b>						
<b>Euro 1†</b>	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97(1.13)	-	0.14 (0.18)
<b>Euro 2, IDI</b>	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08
<b>Euro 2, DI</b>	1996.01 <sup>a</sup>	1.0	-	0.9	-	0.10
<b>Euro 3</b>	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05
<b>Euro 4</b>	2005.01	0.5	-	0.30	0.25	0.025
<b>Euro 5</b>	2009.09 <sup>b</sup>	0.5	-	0.23	0.18	0.005 <sup>e</sup>
<b>Euro 6</b>	2014.09	0.5	-	0.17	0.08	0.005 <sup>e</sup>
* At the Euro 1..4 stages, passenger vehicles > 2,500 kg were type approved as Category N <sub>1</sub> vehicles						
† Values in brackets are conformity of production (COP) limits						
a - until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)						
b - 2011.01 for vehicles > 2,500 kg						
e - proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure						

### Σημείωση:

- **M1**: Κατηγορία οχημάτων για τη μεταφορά επιβατών, μέχρι 9 θέσεις, συμπεριλαμβανομένου του οδηγού.
- **N1**: Ελαφρά φορτηγά με μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος 3.5 tn.

### Πίνακας 9.2

Πρότυπα εκπομπών Ε.Ε. για επιβατικά βενζινοκίνητα οχήματα (Κατηγορία M1\*), g/km

Tier	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
<b>Petrol (Gasoline)</b>						
<b>Euro 1†</b>	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97(1.13)	-	-
<b>Euro 2</b>	1996.01	2.2	-	0.5	-	-
<b>Euro 3</b>	2000.01	2.3	0.2	-	0.15	-
<b>Euro 4</b>	2005.01	1.0	0.1	-	0.08	-
<b>Euro 5</b>	2009.09 <sup>b</sup>	1.0	0.1 <sup>c</sup>	-	0.06	0.005 <sup>d,e</sup>
<b>Euro 6</b>	2014.09	1.0	0.1 <sup>c</sup>	-	0.06	0.005 <sup>d,e</sup>

† Values in brackets are conformity of production (COP) limits

\* At the Euro 1..4 stages, passenger vehicles > 2,500 kg were type approved as Category N<sub>1</sub> vehicles

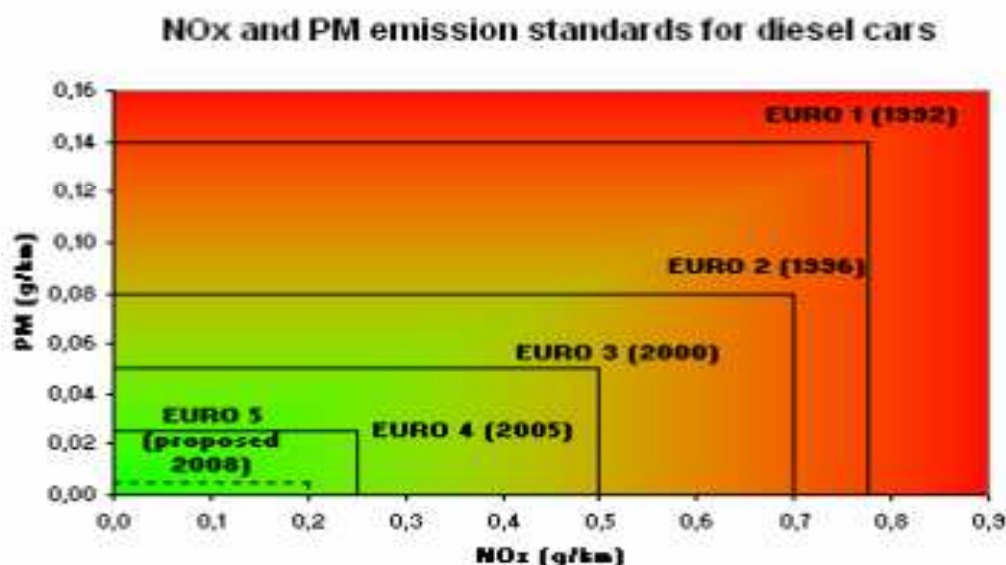
b - 2010.09 for vehicles > 2,500 kg

c - and NMHC = 0.068 g/km

d - applicable only to vehicles using DI engines

e - proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure

Στο Σχήμα 9.2 όπου φαίνεται η εξέλιξη των ευρωπαϊκών προδιαγραφών είναι φανερή η προσπάθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων στα diesel αυτοκίνητα.



Πίνακας 9.3

Πρότυπα εκπομπών Ε.Ε. για ελαφρά φορτηγά με κινητήρες diesel, g/km

Category †	Tier	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
<b>Diesel</b>							
<b>N1,Class I ≤1305 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	2.72	-	0.97	-	0.14
	<b>Euro 2, IDI</b>	1998.01	1.00	-	0.70	-	0.08
	<b>Euro 2, DI</b>	1998.01 <sup>a</sup>	1.00	-	0.90	-	0.10
	<b>Euro 3</b>	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05
	<b>Euro 4</b>	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025
	<b>Euro 5</b>	2009.09 <sup>b</sup>	0.50	-	0.23	0.18	0.005 <sup>e</sup>
	<b>Euro 6</b>	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 <sup>e</sup>
<b>N1,Class II ≤1305-1760 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	5.17	-	1.40	-	0.19
	<b>Euro 2, IDI</b>	1998.01	1.25	-	1.0	-	0.12
	<b>Euro 2, DI</b>	1998.01 <sup>a</sup>	1.25	-	1.3	-	0.14
	<b>Euro 3</b>	2001.01	0.80	-	0.72	0.65	0.07
	<b>Euro 4</b>	2006.01	0.63	-	0.39	0.33	0.04
	<b>Euro 5</b>	2010.09 <sup>c</sup>	0.63	-	0.295	0.235	0.005 <sup>e</sup>
	<b>Euro 6</b>	2015.09	0.63	-	0.195	0.105	0.005 <sup>e</sup>
<b>N1,Class III &gt;1760 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	6.90	-	1.70	-	0.25
	<b>Euro 2, IDI</b>	1998.01	1.5	-	1.20	-	0.17
	<b>Euro 2, DI</b>	1998.01 <sup>a</sup>	1.5	-	1.60	-	0.20
	<b>Euro 3</b>	2001.01	0.95	-	0.86	0.78	0.10
	<b>Euro 4</b>	2006.01	0.74	-	0.46	0.39	0.06
	<b>Euro 5</b>	2010.09 <sup>c</sup>	0.74	-	0.350	0.280	0.005 <sup>e</sup>
	<b>Euro 6</b>	2015.09	0.74	-	0.215	0.125	0.005 <sup>e</sup>
† For Euro 1/2 the Category N <sub>1</sub> reference mass classes were Class I ≤ 1250 kg, Class II 1250-1700 kg, Class III > 1700 kg.							
‡ Proposed							
a - until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)							
b - applicable only to vehicles using DI engines							
c - 2012.01 for all models							
e – proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure							

## Πίνακας 9.4

Πρότυπα εκπομπών Ε.Ε. για ελαφρά βενζινοκίνητα φορτηγά, g/km

Category †	Tier	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
<b>Petrol (Gasoline)</b>							
<b>N1, Class I ≤1305 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	2.72	-	0.97	-	-
	<b>Euro 2</b>	1998.01	2.2	-	0.50	-	-
	<b>Euro 3</b>	2000.01	2.3	0.2	-	0.15	-
	<b>Euro 4</b>	2005.01	1.0	0.1	-	0.08	-
	<b>Euro 5</b>	2009.09 <sup>b</sup>	1.0	0.1 <sup>f</sup>	-	0.06	0.005 <sup>d,e</sup>
	<b>Euro 6</b>	2014.09	1.0	0.1 <sup>f</sup>	-	0.06	0.005 <sup>d,e</sup>
<b>N1, Class II ≤1305-1760 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	5.17	-	1.40	-	-
	<b>Euro 2</b>	1998.01	4.00	-	0.65	-	-
	<b>Euro 3</b>	2001.01	4.17	0.25	-	0.18	-
	<b>Euro 4</b>	2006.01	1.81	0.13	-	0.1	-
	<b>Euro 5</b>	2010.09 <sup>c</sup>	1.81	0.13 <sup>g</sup>	-	0.075	0.005 <sup>d,e</sup>
	<b>Euro 6</b>	2015.09	1.81	0.13 <sup>g</sup>	-	0.075	0.005 <sup>d,e</sup>
<b>N1, Class III &gt;1760 kg</b>	<b>Euro 1</b>	1994.10	6.90	-	1.70	-	-
	<b>Euro 2</b>	1998.01	5.00	-	0.8	-	-
	<b>Euro 3</b>	2001.01	5.22	0.29	-	0.21	-
	<b>Euro 4</b>	2006.01	2.27	0.16	-	0.11	-
	<b>Euro 5</b>	2010.09 <sup>c</sup>	2.27	0.16 <sup>h</sup>	-	0.082	0.005 <sup>d,e</sup>
	<b>Euro 6</b>	2015.09	2.27	0.16 <sup>h</sup>	-	0.082	0.005 <sup>d,e</sup>
† For Euro 1/2 the Category N <sub>1</sub> reference mass classes were Class I ≤ 1250 kg, Class II 1250-1700 kg, Class III > 1700 kg.							
b - applicable only to vehicles using DI engines							
c - 2012.01 for all models							
d - applicable only to vehicles using DI engines							
e - proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure							
f - and NMHC = 0.068 g/km							
g - and NMHC = 0.090 g/km							
h - and NMHC = 0.108 g/km							

## 9.2.2 Οχήματα βαρέως τύπου

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών για τα καινούργια βαρέως τύπου οχήματα με κινητήρες Diesel (Πίνακας 1.5) αρχικά υιοθετήθηκαν από την Οδηγία 88/77/EEC η οποία τροποποιήθηκε 3 φορές. Το 2005 οι προδιαγραφές αναθεωρήθηκαν και εδραιώθηκαν με την Οδηγία 05/55/EEC.



Πίνακας 9.5

Πρότυπα εκπομπών Ε.Ε. για βαρέος τύπου οχήματα, g/kWh (αιθάλη σε m-1)

Tier*	Date	Test	CO	HC	NOx	PM	Smoke	
<b>Euro I</b>	1992, <85kW	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612		
	1992, >85kW		4.5	1.1	8.0	0.36		
<b>Euro II</b>	1996.10		4.0	1.1	7.0	0.25		
	1998.10		4.0	1.1	7.0	0.15		
<b>Euro III</b>	1999.10, EEVs only		ESC & ELR	1.5	0.25	2.0	0.02	0.15
	2000.10			2.1	0.66	5.0	0.10 0.13*	0.8
<b>Euro IV</b>	2005.10		1.5	0.46	3.5	0.02	0.5	
<b>Euro V</b>	2008.10		1.5	0.46	2.0	0.02	0.5	

\* for engines of less than 0.75 dm<sup>3</sup> swept volume per cylinder and a rated power speed of more than 3000 min<sup>-1</sup>

Η Ευρωπαϊκή Ένωση πρόκειται να δημοσιεύσει σύντομα μία πρόταση για το πρότυπο εκπομπών Euro VI το οποίο θα επιφέρει ρυθμίσεις για διάφορους ρύπους που δεν έχουν ακόμη οριοθετηθεί αλλά και θα επιβάλλει ακόμη πιο αυστηρά όρια εκπομπών.

### 9.3 Μέτρα μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub>

Εκτός από τους βασικούς ρύπους που είναι οι HC, τα NOx και το CO, βασικό συστατικό των καυσαερίων των αυτοκινήτων είναι και το CO<sub>2</sub>. Για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η Ευρωπαϊκή Ένωση υπέγραψε εθελοντικές συμφωνίες με την αυτοκινητοβιομηχανία για τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>. Οι συμφωνίες αυτές υπογράφηκαν την περίοδο 1998-99, με τους ακόλουθους οργανισμούς:

- ACEA – Ευρωπαϊκός Οργανισμός Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles) : BMW, DaimlerChrysler, Fiat, Ford, GM, Porsche, PSA Peugeot Citroën, Renault, VW Group.

- JAMA – Ιαπωνικός Οργανισμός Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (Japanese Automobile Manufacturers Association): Daihatsu, Honda, Isuzu, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Subaru, Suzuki, Toyota.

- KAMA – Κορεατικός Οργανισμός Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (Korean Automobile Manufacturers Association) : Daewoo, Hyundai, Kia, Ssangyong.

Οι παραπάνω εταιρείες κατέχουν το 90% των πωλήσεων αυτοκινήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

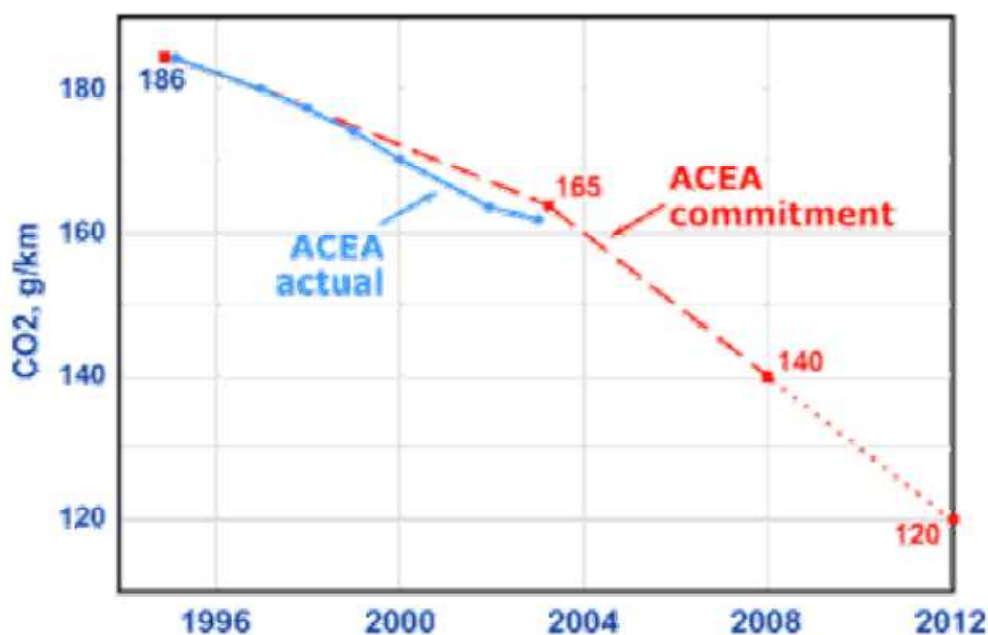
Η Ευρωπαϊκή Ένωση σκοπεύει να επεκτείνει αυτές τις συμφωνίες για την υιοθέτηση ακόμα πιο φιλόδοξων στόχων στη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>. Οι μελλοντικές συμφωνίες θα περιλαμβάνουν μέτρα όπως φορολογικές ελαφρύνσεις και κίνητρα για μια πιο οικολογική οδήγηση. Σε περίπτωση όμως που αυτές οι συμφωνίες δεν υλοποιηθούν η Ε.Ε. θα προχωρήσει στη θέσπιση υποχρεωτικών ορίων εκπομπών.

Η συμφωνία με την ACEA που υπογράφηκε τον Μάρτιο του 1998 περιλάμβανε τις παρακάτω διατάξεις:

- 1) Στόχος των 140 g/km για το CO<sub>2</sub> μέχρι το 2008 ( στόχος που αντιπροσωπεύει 25% μείωση από το επίπεδο των 186 g/km το 1995).
- 2) Πιθανή μείωση του ορίου στα 120 g/km μέχρι το 2012.
- 3) Ενδιάμεσος στόχος των 165-170 g/km μέχρι το 2003.
- 4) Τα μέλη της ACEA να παρουσιάσουν μοντέλα μείωσης των εκπομπών του CO<sub>2</sub> στα 120 g/km ή ακόμα λιγότερο μέχρι το 2000.

Οι στόχοι αυτοί θα επιτευχθούν μέσω της τεχνολογίας εξοικονόμησης καυσίμων. Η Ε.Ε. υπολογίζει ότι τα επιβατικά αυτοκίνητα μέχρι το 2008/09 θα καταναλώνουν κατά μέσο όρο περίπου 5.8 λίτρα βενζίνης/100 km ή 5.25 λίτρα diesel/100 km.

Η πρόοδος που έχει συμφωνηθεί ελέγχεται από την Ε.Ε. και την ACEA. Ετήσιες αναφορές προόδου δημοσιεύονται από την Ε.Ε.. Η πρόοδος της ACEA μέχρι το 2003 φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα και συγκρίνεται με τους στόχους που είχαν τεθεί.



Και οι τρεις οργανισμοί πάντως αντιμετωπίζουν προκλήσεις για την επίτευξη του στόχου των 140g/km μέχρι το 2008/09 αφού ο μέσος ετήσιος ρυθμός μείωσης τα επόμενα χρόνια πρέπει να είναι 2.8% για την ACEA, 3.1% για την JAMA και 3.6% για την KAMA.

## 9.4 Ευρωπαϊκοί «Κύκλοι Πόλης»

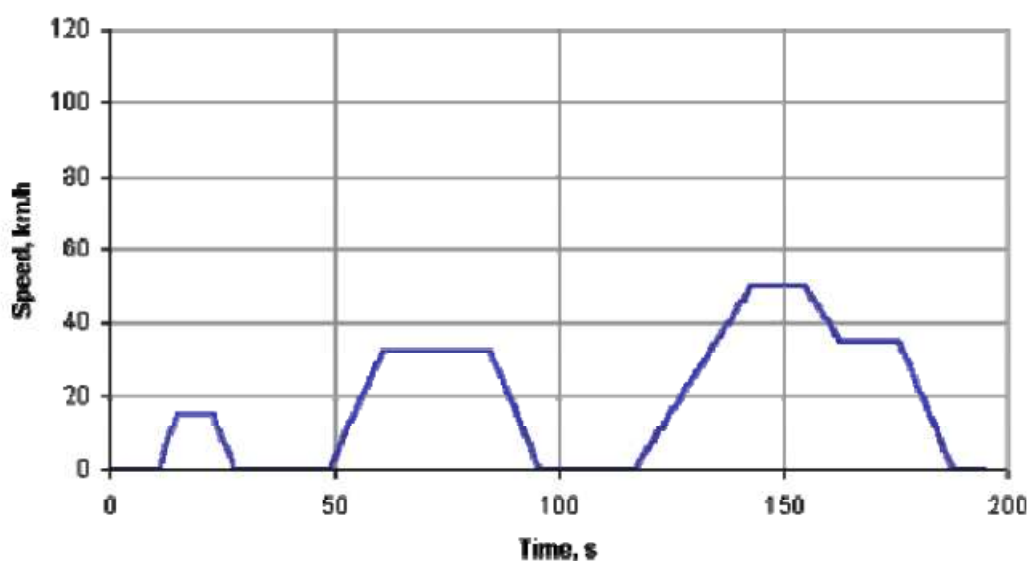
### 9.4.1 Επιβατικά-Ελαφρά οχήματα

#### «Κύκλος Πόλης» ECE+EUDC (NEDC)

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

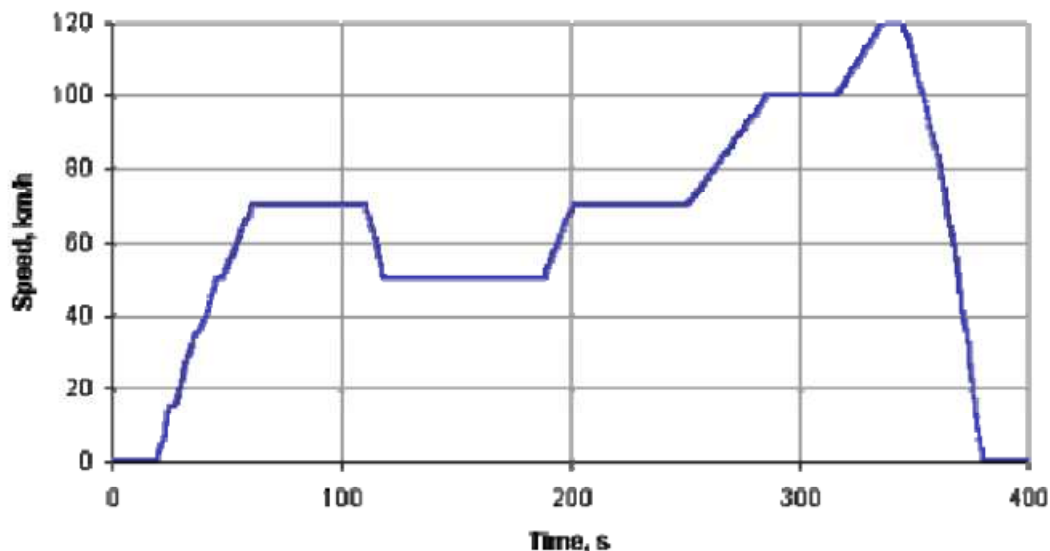
Ο κύκλος περιλαμβάνει τέσσερα ECE τμήματα, επαναλαμβανόμενα χωρίς διακοπή, που ακολουθούνται από ένα EUDC (Extra Urban Driving Cycle) τμήμα. Πριν από τη δοκιμή, το όχημα επιτρέπεται να παραμείνει για τουλάχιστον 6 ώρες σε μια θερμοκρασία δοκιμής 20-30°C. Έπειτα πραγματοποιείται η εκκίνησή του και επιτρέπεται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

Από το έτος 2000, αυτή η περίοδος κατά την οποία το όχημα είναι στο «ρελαντί» καταργείται, δηλαδή, ο κινητήρας εκκινείται «κρύος» και η δειγματοληψία των εκπομπών αρχίζει αμέσως. Αυτή η τροποποιημένη διαδικασία ψυχρής εκκίνησης αναφέρεται επίσης ως NEDC (New European Driving Cycle). Οι εκπομπές λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του κύκλου σύμφωνα με τη μέθοδο «Σταθερών Όγκων» (Constant Volume Sampling), αναλύονται, και στη συνέχεια εκφράζονται σε g/km για κάθε έναν από τους μετρούμενους ρύπους.



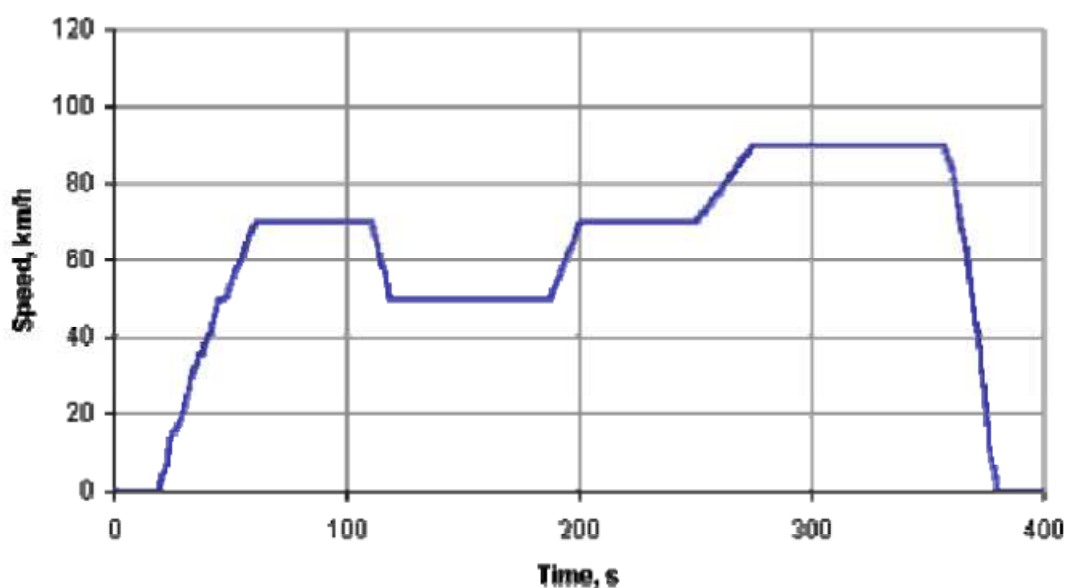
«Κύκλος Πόλης» ECE

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



### «Κύκλος Πόλης» EUDC

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



«Κύκλος Πόλης» EUDC για χαμηλής ισχύος οχήματα

Ο πίνακας που ακολουθεί, περιλαμβάνει μια περίληψη των παραμέτρων για τους «κύκλους πόλης» ECE και EUDC.

Χαρακτηριστικά	Μονάδα	ECE 15	EUDC
Απόσταση	km	4×1,013=4,052	6,955
Διάρκεια	s	4×195=780	400
Μέση ταχύτητα	km/h	18,7 (με ρελαντί)	62,6
Μέγιστη ταχύτητα	km/h	50	120

#### 9.4.2 Οχήματα βαρέως τύπου

- **«Κύκλος Πόλης» ETC (European Transient Cycle)**

Ο «κύκλος πόλης» ETC (επίσης γνωστός ως FIGE, Forschungsinstitut Geräusche und Erschütterungen) έχει εισαχθεί, μαζί με τον ESC (European Stationary Cycle), για την πιστοποίηση των εκπεμπόμενων ρύπων από βαρέως τύπου κινητήρες Diesel στην Ευρώπη ενώ η ισχύ του άρχισε το έτος 2000 (Οδηγία 1999/96/EC της 13ης Δεκεμβρίου 1999).

Οι κύκλοι ESC και ETC αντικατέστησαν την παλαιότερη δοκιμή R-49.

Ο κύκλος ETC έχει αναπτυχθεί από το ίδρυμα FIGE που εδρεύει στο Άαχεν της Γερμανίας, και βασίστηκε σε πραγματικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε βαρέως τύπου οχήματα κατά τη διάρκεια της κυκλοφορίας τους (FIGE έκθεση 104 05 316, Ιανουάριος 1994). Ο τελικός κύκλος ETC που εφαρμόστηκε είναι μια μικρότερη και ελαφρώς τροποποιημένη έκδοση της αρχικής πρότασης FIGE.

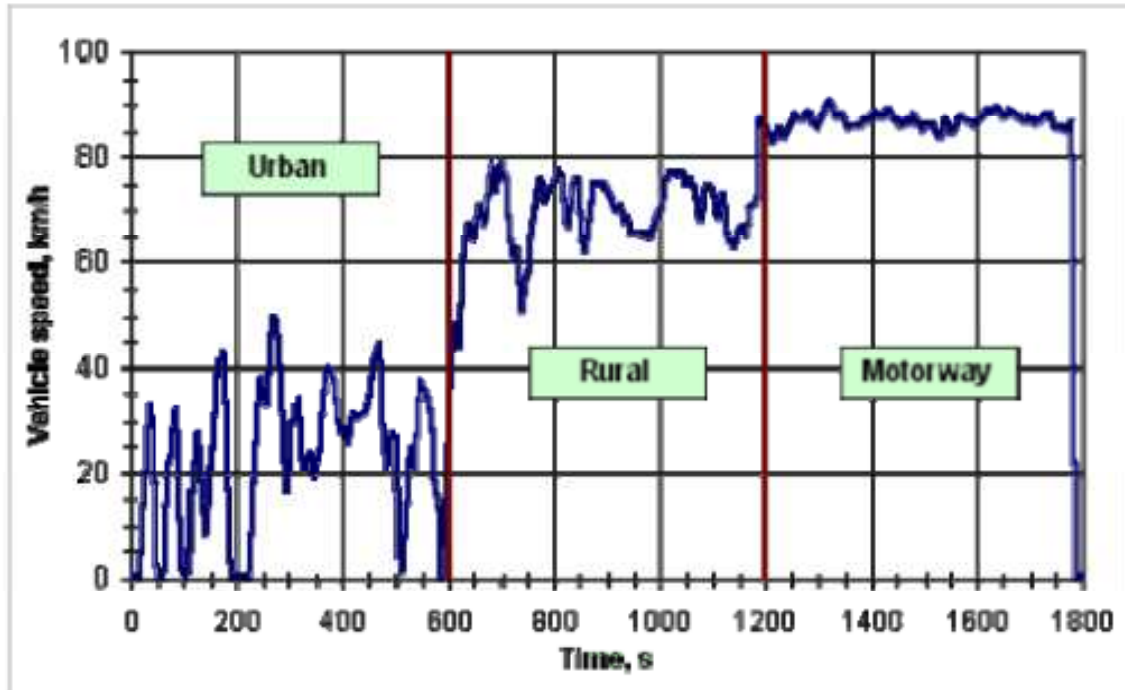
Οι διαφορετικές συνθήκες οδήγησης αντιπροσωπεύονται από τρία μέρη του κύκλου ETC, συμπεριλαμβανομένης της οδήγησης σε αστικό, επαρχιακό και εθνικό δίκτυο. Η διάρκεια ολόκληρου του κύκλου είναι 1800s. Η διάρκεια κάθε τμήματος είναι 600s.

1) Το πρώτο τμήμα αντιπροσωπεύει την οδήγηση μέσα στη πόλη (Urban) που χαρακτηρίζεται από συχνές εκκινήσεις και στάσεις και από μια μέγιστη ταχύτητα 50 km/h.

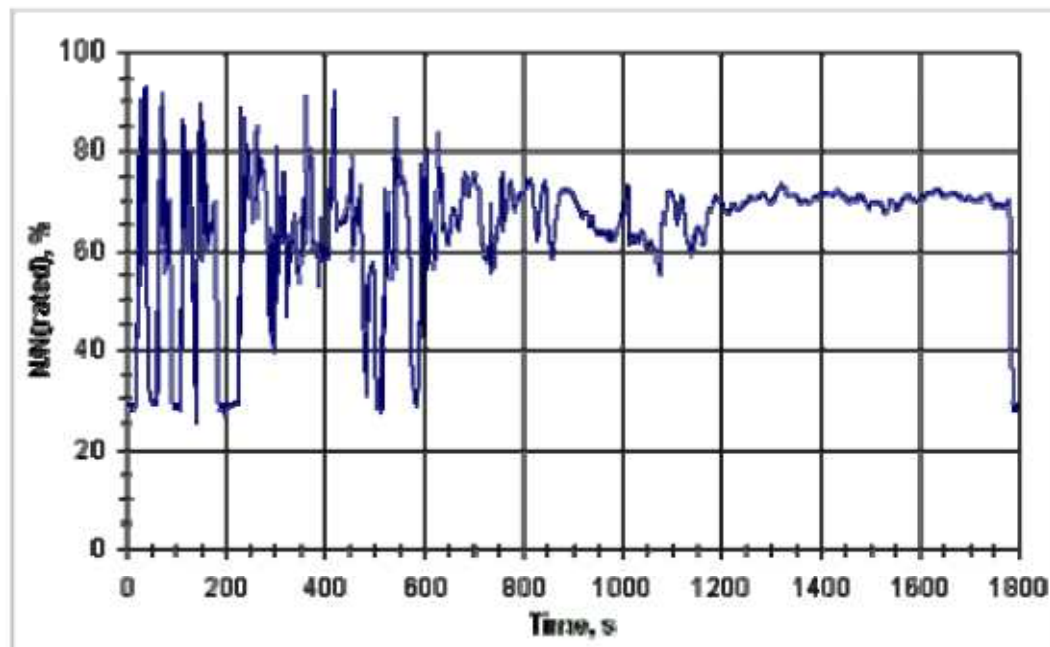
2) Το δεύτερο τμήμα αντιπροσωπεύει την οδήγηση σε επαρχιακό δίκτυο (Rural) αρχίζοντας από ένα απότομο τμήμα επιτάχυνσης. Η μέση ταχύτητα είναι περίπου 72 km/h.

3) Το τρίτο τμήμα αντιπροσωπεύει την οδήγηση σε δρόμο ταχείας κυκλοφορίας (Motorway) με μέση ταχύτητα περίπου 88 km/h.

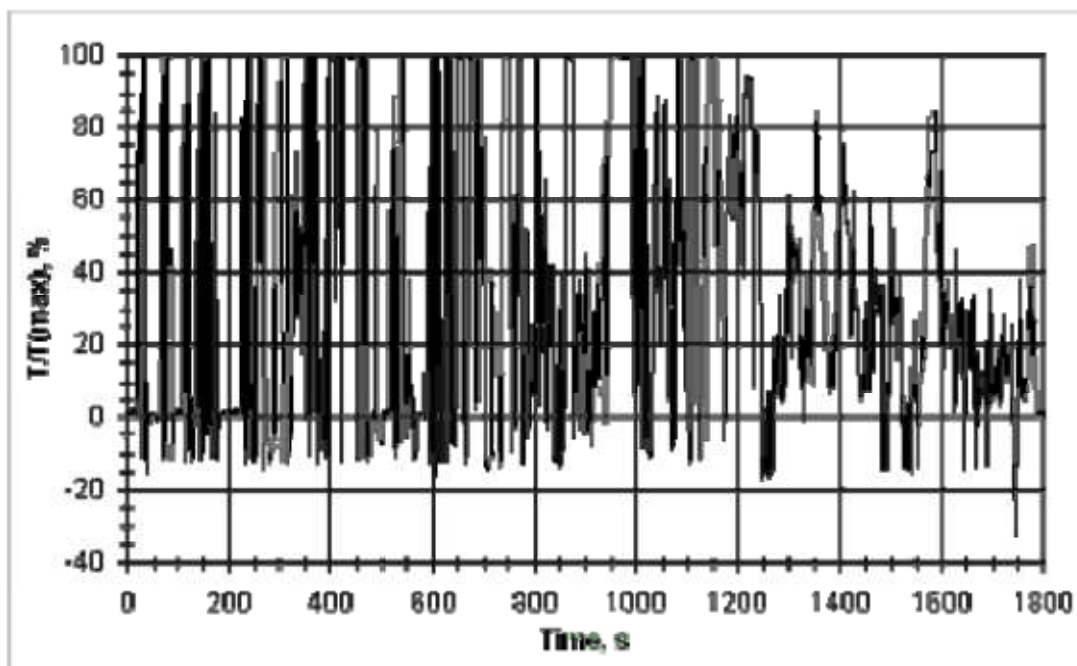
Με σκοπό την πιστοποίηση των κινητήρων, ο κύκλος ETC εκτελείται σε μία πέδη κινητήρων. Στο σχήμα φαίνεται η μεταβολή της ταχύτητας του οχήματος συναρτήσει του χρόνου. Οι καμπύλες της ανοιγμένης ταχύτητας και ροπής του κινητήρα παρουσιάζονται στα επόμενα σχήματα αντίστοιχα.



«Κύκλος Πόλης» ETC – Ταχύτητα οχήματος



«Κύκλος Πόλης» ETC – Ανοιγμένη ταχύτητα κινητήρα



«Κύκλος Πόλης» ETC – Ανοιγμένη ροπή κινητήρα

## 9.5 Σχέση με Ευρωπαϊκές πολιτικές

### 9.5.1 Ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών. Τι λέει για το περιβάλλον, την ενέργεια και τις μεταφορές

Στα περισσότερα (ίσως όλα) έγγραφα που έχουν δημοσιευθεί από την Επιτροπή που υποστηρίζει μια κοινή ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών, τα περιβαλλοντικά προβλήματα και η κατανάλωση ενέργειας ήταν τα σημαντικότερα ζητήματα ενδιαφέροντος (που ακολουθείται από τη δραματική αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης), και ο σημαντικός ρόλος των αστικών και περιφερειακών μεταφορών σε αυτές τις προβληματικές περιοχές έχει αναγνωριστεί ευρέως.

Το 1990 δημοσιεύθηκε η πράσινη βίβλος, *Στο αστικό περιβάλλον*, COM(90)218,. Ανέφερε ότι η βιομηχανία και η θέρμανση, ευθύνονταν κατά το παρελθόν, για ένα μεγάλο μέρος των αστικών προβλημάτων ατμοσφαιρικής ρύπανσης, αλλά και ότι ουσιαστική βελτίωση έχει επιτευχθεί μέσω των τεχνολογικών βελτιώσεων. Για την κυκλοφορία, η περίπτωση είναι διαφορετική, δεδομένου ότι η τεχνολογική ανάπτυξη - που οδηγεί στους μειωμένους συντελεστές εκπομπών αντισταθμίζεται με μια δραματική αύξηση στην ιδιοκτησία και την κυκλοφορία αυτοκινήτων.

Σχετικά με τη συγκεκριμένη εστίαση αυτού του εγγράφου, (εκτίμηση της εκπομπής των ατμοσφαιρικών ρύπων στο αστικό περιβάλλον), συζητείται επίσης η έλλειψη κοινών προτύπων για τη συλλογή και μέτρηση σχετικών στοιχείων με την ποιότητα του αέρα.

Παραδείγματος χάριν, η έλλειψη τέτοιων προτύπων εμποδίζει μια κατάλληλη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που οι κοινοτικές οδηγίες μπορεί να είχαν, ή μπορεί να έχουν στο μέλλον, για την περιβαλλοντική ποιότητα.

Τέτοιες οδηγίες μπορούν παραδείγματος χάριν να έχουν σχέση με τα επίπεδα στόχων για τη συγκέντρωση, τα πρότυπα εκπομπής, το όχημα, τις τεχνολογίες καυσίμου κ.λπ.

Μία νέα πράσινη βίβλος, που εστιάζει όχι μόνο στα αστικά περιβαλλοντικά προβλήματα, δημοσιεύθηκε το 1992 (*Η επίδραση της μεταφοράς στο περιβάλλον*, COM(92)46), σε απάντηση ψηφίσματος του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, που υιοθετήθηκε το 1991, όπου το Κοινοβούλιο "ζητά από την επιτροπή να υποβάλει στο συμβούλιο ένα πρόγραμμα πλαισίου για τη βέλτιστη περιβαλλοντική προστασία στην ευρωπαϊκή αγορά μεταφορών."

Εδώ μια στρατηγική διατυπώνεται για την εισαγωγή καθαρότερων τεχνολογιών. Αυτή η στρατηγική συνδυάζει τις μελλοντικές τιμές και τις ημερομηνίες στόχων για την υποχρεωτική εισαγωγή της τεχνολογίας χαμηλής- εκπομπής ρύπων, με φορολογικές πρωτοβουλίες ενθάρυνσης της βιομηχανίας και των ατόμων να επιλέξουν εκείνες τις εναλλακτικές λύσεις πριν από την προκαθορισμένη ημερομηνία στόχων. Η συζήτηση εισάγει επίσης τη σημασία των λειτουργικών χαρακτηριστικών στις εκπομπές ρύπων. Αυτό γίνεται με την αναγνώριση της μεγάλης σημασίας των παραλλαγών του ποσοστού κατοχής (όντας, παραδείγματος χάριν μόνο περίπου 1 πρόσωπο ανά αυτοκίνητο κατά τη διάρκεια των περιόδων αιχμής), και αφετέρου με την υποβολή ευνοϊκών προτάσεων για το περιβάλλον.

Αν και στρέφεται συγκεκριμένα στη δημόσια μεταφορά, η πράσινη βίβλος, *Το δίκτυο του πολίτη*, COM(95)601, που δημοσιεύτηκε το 1995, εκθέτει περισσότερες γενικές πρωτοβουλίες που στοχεύουν στη μείωση της περιβαλλοντικής πίεσης από την κυκλοφορία. Μια τέτοια πρωτοβουλία είναι μια προτεινόμενη περιεκτική οδηγία πλαισίου για την ποιότητα του αέρα, που επιβάλλει μειωμένες τιμές στόχων για εκείνους τους ρύπους των οποίων οι τιμές έχουν ήδη τεθεί, και εισαγωγή τιμών στόχων για μια ευρύτερη σειρά ρύπων.

Η πράσινη βίβλος, *Προς μια δίκαιη και αποδοτική τιμολόγηση στη μεταφορά* COM(95)691, εξετάζει διαφορετικές προσεγγίσεις για να φέρει το πραγματικό κόστος της μεταφοράς πιο κοντά στο χρήστη. Σαν μέρος της επιχειρηματολογίας, ο ρόλος των διαφορετικών μέσων "επιρροής" για τη μείωση της εκπομπής ρύπων συζητείται.



Ουσιαστικές μειώσεις της εκπομπής ρύπων έχουν ήδη επιτευχθεί με την θέσπιση νομοθετικών ορίων στα πρότυπα εκπομπής υπό τους "χαρακτηριστικούς" όρους οδήγησης. Εντούτοις, σύμφωνα με τη βασική προσέγγιση της τιμολόγησης οριακού κόστους, μια "βέλτιστη" μέθοδος για τέτοιες μειώσεις, θα έδινε τα κίνητρα στους οδικούς χρήστες, παραδείγματος χάριν, αλλαγής της οδηγικής τους συμπεριφοράς (επιλογή ταχύτητας). Τα τεχνικά προβλήματα, εντούτοις, απαγορεύουν προς το παρόν μια τέτοια βέλτιστη διαδικασία για την τιμολόγηση των εκπομπών. Με τον ίδιο τρόπο όπως τα προηγούμενα έγγραφα, η πρόσφατα δημοσιευμένη λευκή βίβλος, *Ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών για το 2010: η ώρα των αποφάσεων*, COM (2001) 370, δίνει πολλή έμφαση στα περιβαλλοντικά προβλήματα, και ειδικά στην ποιότητα του αέρα. Όπως και στη γενική δημόσια συζήτηση, η βασική εστίαση εντούτοις έχει μετατοπιστεί από τους τοπικούς ρύπους στη παγκόσμια απειλή των αερίων του θερμοκηπίου. Μια μείωση τέτοιων εκπομπών απαιτείται, και η λευκή βίβλος προτείνει ότι οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα που προέρχονται από την οδική κυκλοφορία πρέπει να μειωθούν κατά 25% πριν από το έτος 2008.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, μια συνδυασμένη στρατηγική προτείνεται, περιλαμβάνοντας και τη συνεργασία με τη βιομηχανία και την διαχείριση της ταχύτητας, για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, σε συνδυασμό με μέτρα που στοχεύουν σε μια μείωση των διανυομένων οχημάτων χιλιόμετρων.

### 9.5.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μεταφορών

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, σχεδόν το ένα τρίτο όλης της ενέργειας χρησιμοποιείται για τις μεταφορές (285 Mtoe από το σύνολο των 992 Mtoe το 1995). Επιπλέον, η χρήση της ενέργειας για τις μεταφορές αυξάνεται, ενώ άλλες χρήσεις είναι σχετικά σταθερές μεταξύ του 1980 και του 1995. Η χρήση ενέργειας μεταφορών αυξήθηκε κατά περίπου 45%, ενώ αυτή που χρησιμοποιείται για τη βιομηχανία και άλλους σκοπούς μειώθηκαν ελαφρώς (0.5%).

Η ζήτηση για τη μεταφορά είναι πολύ συνδεδεμένη με την οικονομική ανάπτυξη. Η μεταφορά είναι ένα πολύ πολύτιμο και απαραίτητο μέρος της σύγχρονης κοινωνίας αλλά, όλο και περισσότερο, η διαδεδομένη ύπαρξή της αναγνωρίζεται ως σημαντικός παράγοντας σε μια εκτενή σειρά ανεπιθύμητων παρενεργειών. Η συμφόρηση κυκλοφορίας καθιστά τις πόλεις λιγότερο ευχάριστες και μειώνει την αποδοτικότητα του μεταφορικού συστήματος μέσω της αύξησης του χρόνου ταξιδιών, της κατανάλωσης καυσίμου και του stress των οδηγών.

Μια σημαντική καταστρεπτική περιβαλλοντική επίδραση των μεταφορών είναι η συμβολή τους στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

Κάθε λίτρο καυσίμου που καίγεται παράγει, κατά προσέγγιση, 100gr. μονοξειδίου του άνθρακα, 20gr πτητικών οργανικών ενώσεων, 30gr οξειδίων του αζώτου, 2,5 κιλά διοξειδίου του άνθρακα και ποικίλες άλλες εκπομπές συμπεριλαμβανομένων των ενώσεων μολύβδου και των ενώσεων θείου. Όλες αυτές οι ενώσεις συνδέονται σε μερικό βαθμό με τα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης που κυμαίνονται από τις τοπικές άμεσες επιπτώσεις στην υγεία, στις παγκόσμιες ανησυχίες όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

## 9.6 Κατηγοριοποίηση οχημάτων

Οι αποδόσεις εκπομπών διαφορετικών τύπων οχήματος ποικίλλουν αρκετά, έτσι είναι απαραίτητο να καθιερωθεί μια ταξινόμηση στην οποία τα οχήματα κάθε τύπου παρουσιάζουν ικανοποιητική ομοιογένεια που αντιμετωπίζεται ως ενιαία ομάδα.

Οι συντελεστές εκπομπών πρέπει να συνδυαστούν με στοιχεία κυκλοφοριακής δραστηριότητας για να παρέχουν εκτιμήσεις εκπομπής, και έτσι η ταξινόμηση εκπομπής πρέπει να είναι συμβατή με εκείνους που χρησιμοποιούνται στις κυκλοφοριακές στατιστικές.

Τα βασικά κριτήρια που περιλαμβάνονται στην ταξινόμηση είναι:

- ο τύπος οχήματος (LDV, HDV),
- το μέγεθος οχήματος (κυβισμός, βάρος κλπ.),
- το επίπεδο ελέγχου εκπομπής (βάση των βαθμίδων της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας για τον έλεγχο των ρύπων),
- το καύσιμο (ντίζελ, LPG κλπ.),
- η μηχανή (δύχρονες, τετράχρονες),
- ο σκοπός λειτουργίας (Ι.Χ., φορτηγό, λεωφορείο).

Για να προσδιοριστούν τα επίπεδα ελέγχου εκπομπών τα έτη εισαγωγής τροποποιήσεων της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας μπορούν να σχετιστούν με τα έτη έκδοσης των μοντέλων των οχημάτων. Ο συσχετισμός αυτός θα πρέπει να θεωρηθεί ενδεικτικός για το λόγο ότι υπάρχουν μικρές διαφορές στις διαδικασίες στα διάφορα κράτη-μέλη.

Μερικοί από τους τύπους αναφέρονται σε μελλοντικά οχήματα: είτε τα πρότυπα οχήματα που θα εισαχθούν στο μέλλον μετά από προτεινόμενες αλλαγές στη νομοθεσία, είτε τα οχήματα ελέγχου εκπομπής που θα χρησιμοποιούν νέα καύσιμα και τεχνολογίες μηχανών.

Ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό των κατηγοριών οχημάτων είναι το "επίπεδο ελέγχου".

Αυτό καθορίζεται ως πρότυπο ελέγχου εκπομπών κατά το οποίο εγκρίθηκε ο τύπος του οχήματος. Αλλά ένας άλλος τρόπος κατηγοριοποίησης οχημάτων θα ήταν σύμφωνα με την τεχνολογία των μηχανών και το σύστημα ελέγχου εκπομπής τους.

Για επιβατικά βενζινοκίνητα οχήματα μια κατηγοριοποίηση θα μπορούσε να είναι:

- «μη ελεγχόμενο» «καταλυτικό ανοικτού κύκλου» και
- «καταλυτικό κλειστού κύκλου».

Υπάρχει, εν τούτοις, μια στενή συσχέτιση μεταξύ των δύο εναλλακτικών συστημάτων ταξινόμησης: οι οριακές τιμές τίθενται από τη νομοθεσία που συνήθως υπαγορεύει τους τύπους τεχνολογιών που απαιτούνται, ακόμα κι αν οι τεχνολογίες δεν προσδιορίζονται νόμιμα.

Σημειώστε ότι τα πρώτα 5 στάδια της νομοθεσίας της Ε.Ε. υιοθετήθηκαν από τους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής οικονομικής επιτροπής, και για εκείνο τον λόγο, τα οχήματα αναφέρονται συχνά σε εκείνους τους όρους παρά στις ισοδύναμες οδηγίες.

Οι ισοδυναμίες είναι:

- i. Directive 70/220/EEC: ECE Regulation 15.00
- ii. Directive 74/290/EEC: ECE Regulation 15.01
- iii. Directive 77/102/EEC: ECE Regulation 15.02
- iv. Directive 78/665/EEC: ECE Regulation 15.03
- v. Directive 83/351/EEC: ECE Regulation 15.04

## 9.7 Σύνθεση Οδικής Κυκλοφορίας



### 9.7.1 Σύνθεση κυκλοφορίας σχετικά με τις κατηγορίες εκπομπής ρύπων.

Στη προηγούμενη ενότητα δόθηκε ένα αναλυτικό σύστημα ταξινόμησης οχημάτων, που βασίστηκαν σε χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος, το καύσιμο και η ηλικία, τα οποία πιθανώς επηρεάζουν τις εκπομπές εξάτμισης. Στοιχεία αριθμών οχημάτων για κάθε μια από τις κατηγορίες εκπομπών, στοιχεία μέσης ετήσιας διάνυσης μιλίων και αντιπροσωπευτικές ταχύτητες απαιτούνται για τον υπολογισμό των μολυσματικών εκπομπών από τις οδικές μεταφορές.

Μαζί, οι πρώτοι δύο παράγοντες, οι αριθμοί οχημάτων και ετήσιας διάνυσης των μιλίων τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της μέσης σύνθεσης της κυκλοφορίας σε εθνική βάση.

Στο πρόγραμμα MEET, μια πρότυπη μορφή έχει υιοθετηθεί στην παρουσίαση των στοιχείων.

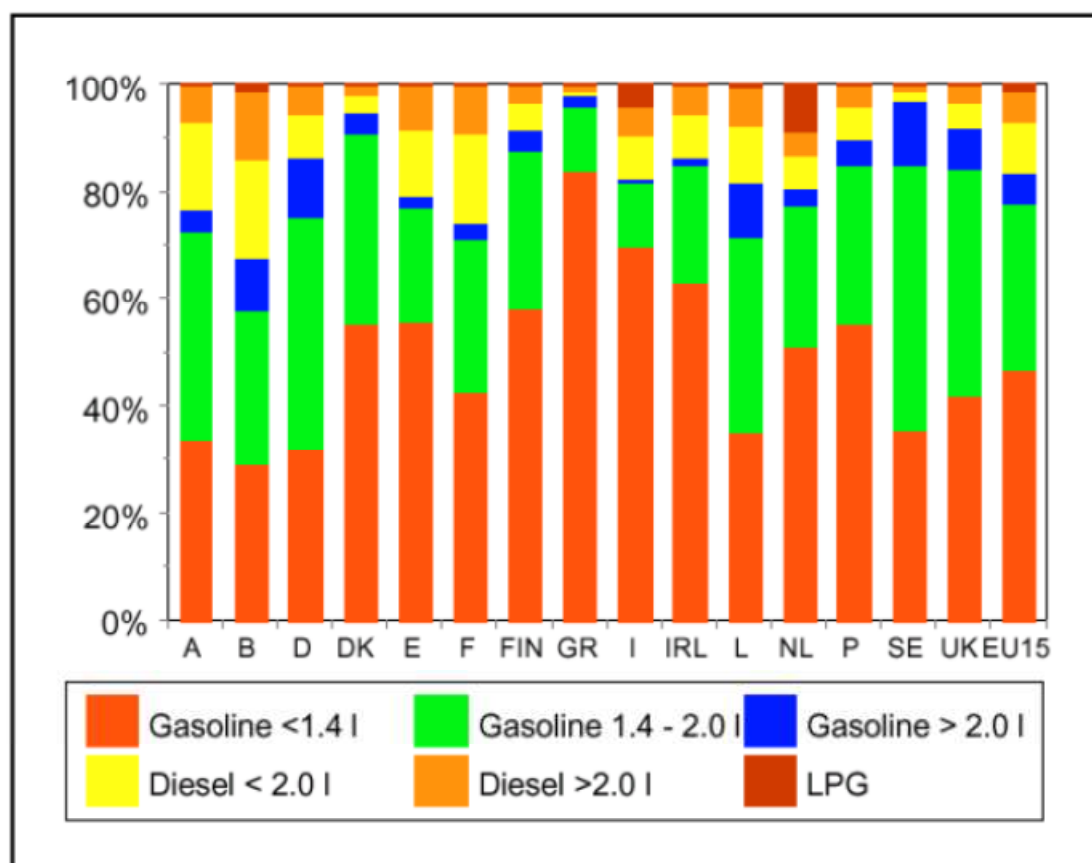
Αρχικά, για κάθε κράτος μέλος και για την Ε.Ε. συνολικά, οι πληροφορίες απόστασης σε μίλια και ταχύτητας δίνονται για το έτος βάσης 1995. Αφετέρου, η εξέλιξη του στόλου οχημάτων για κάθε χώρα και την Ε.Ε. δίνεται (ως ο αριθμός οχημάτων κάθε τύπου) σε διαστήματα 5 ετών κατά τη διάρκεια της περιόδου από το 1990 έως 2020. Η συλλογή αυτών των στοιχείων περιγράφεται λεπτομερέστερα στο παραδοτέο 16 του προγράμματος MEET, συμπεριλαμβανομένων των πηγών ιστορικών στοιχείων και τη διαδικασία προβλέψεων.

Επιπλέον, διάφορες συγκρίσεις γίνονται μεταξύ των παρόντων συνθηκών και των τάσεων στα διαφορετικά κράτη μέλη.

Φυσικά, θα υπάρξουν πολλές σημαντικές αποκλίσεις από αυτά τα στοιχεία, ιδιαίτερα σε μια πιο τοπική κλίμακα, όπου οποιαδήποτε από τα χαρακτηριστικά οχημάτων που χρησιμοποιούνται στην ταξινόμηση μπορούν να διαφέρουν πολύ από τον εθνικό μέσο όρο. Εάν πιο λεπτομερή, ακριβή ή πιο συγκεκριμένα τοπικά στοιχεία είναι διαθέσιμα, πρέπει να προτιμηθούν από τις αξίες που δίνονται στο πρόγραμμα MEET.

## 9.7.2 Στόλος οχημάτων

Το παρακάτω διάγραμμα επεξηγεί το στόλο επιβατικών αυτοκινήτων του 1995, που χωρίζεται από τον τύπο καυσίμου και τον κυβισμό των μηχανών, για κάθε κράτος μέλος της Ε.Ε. των 15. Είναι σαφές ότι η μεγάλη πλειοψηφία αυτοκινήτων έχει βενζινομηχανές μικρότερες από 2 λίτρα. Τα αυτοκίνητα Diesel ήταν γύρω στο 15% κατά μέσον όρο το 1995, ενώ τα οχήματα LPG έχουν μια σημαντική παρουσία μόνο στην Ιταλία και τις Κάτω Χώρες.



Κατανομή στόλου επιβατικών αυτοκινήτων στην Ε.Ε. (στοιχεία 1995)

Τα επιβατικά αυτοκίνητα είναι ο κυρίαρχος τύπος οχημάτων, αντιπροσωπεύοντας 80% όλων των οχημάτων στην Ε.Ε.

Τα ελαφρά οχήματα αγαθών ανέρχονται στο 6,5%, εκ των οποίων τα δύο τρίτα έχουν μηχανές diesel και τα υπόλοιπα βενζινομηχανές, τα βαρέα οχήματα αποτελούν το 3% του στόλου, και το 0,25% είναι λεωφορεία.

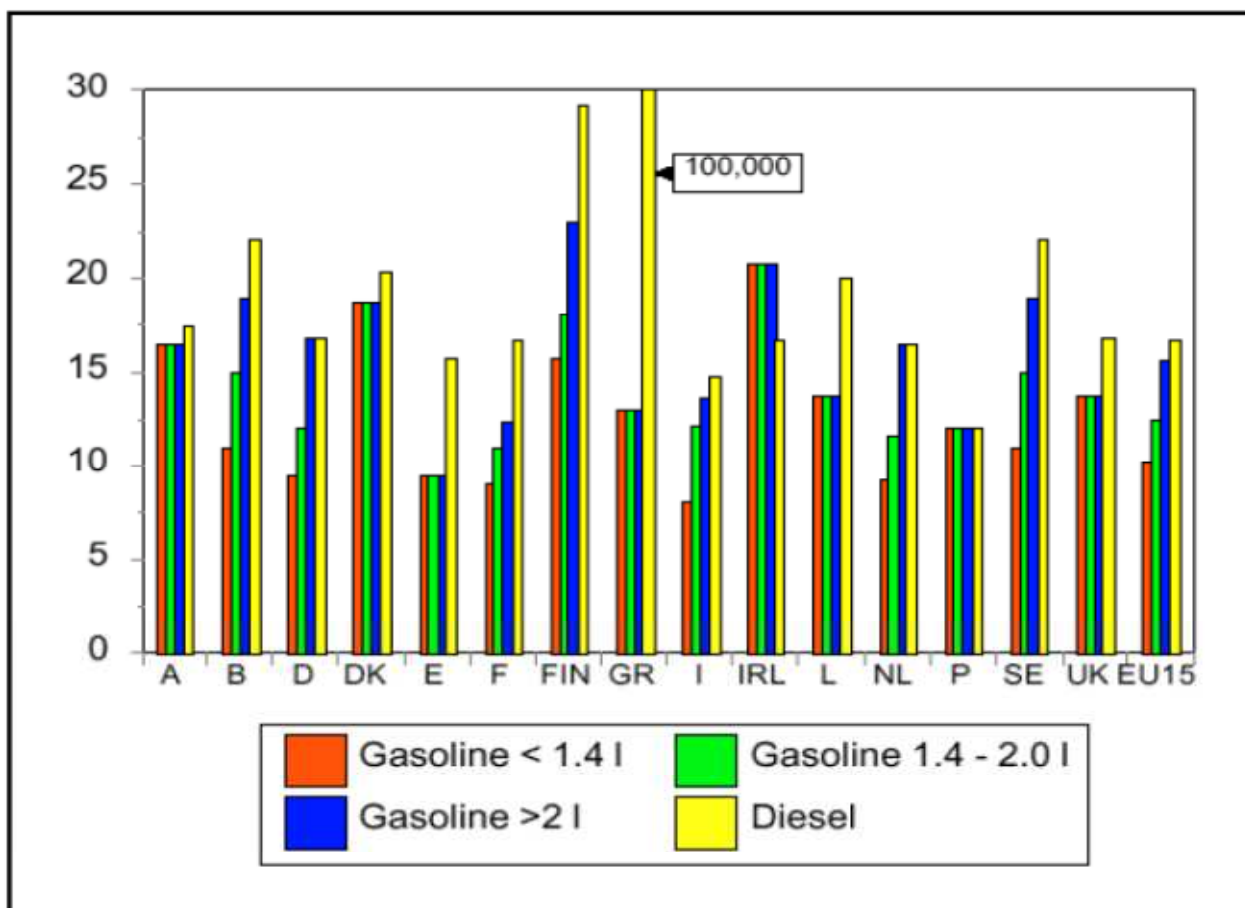
Τα μοτοποδήλατα και οι μοτοσικλέτες ανέρχονται στο 10%.

Μέσα σε αυτούς τους μέσους αριθμούς, υπάρχει σημαντική μεταβλητότητα μεταξύ των κρατών μελών της Ε.Ε. Παραδείγματος χάριν, η αναλογία των επιβατικών αυτοκινήτων ποικίλλει μεταξύ 55% (στην Πορτογαλία) και 90% (στη Σουηδία), ενώ η αναλογία των δίτροχων ποικίλλει από 1% (στην Ιρλανδία) μέχρι 35% (στην Πορτογαλία).

Η κατάταξη των οχημάτων σε διάφορες κατηγορίες εκπομπών είναι σχετική με την ηλικία τους (δεδομένου ότι τα διάφορα πρότυπα εκπομπής εισήχθησαν σε μια σταθερή χρονική κλίμακα στα περισσότερα κράτη μέλη). Η μέση ηλικία των επιβατικών αυτοκινήτων είναι μεταξύ 7 και 8 ετών, αλλά υπάρχουν πάλι παραλλαγές από χώρα σε χώρα: τα παλαιότερα αυτοκίνητα κυκλοφορούν στην Φινλανδία όπου η μέση ηλικία είναι περίπου 11 έτη, ενώ ο νεώτερος στόλος είναι στο Λουξεμβούργο, με μια μέση ηλικία περίπου 4 ετών.

### 9.7.3 Διανυόμενη απόσταση οχημάτων

Πολλές από τις ιδιότητες των οχημάτων που συζητήθηκαν εν συντομία ανωτέρω (μέγεθος, ηλικία, καύσιμο κ.λπ.) είναι σχετικές με τον τρόπο που χρησιμοποιούνται, και αυτό απεικονίζεται στη χαρακτηριστική ετήσια διανυόμενη απόσταση σε μίλια. Για τα επιβατικά αυτοκίνητα, υπάρχει μια γενική τάση για νεώτερα αυτοκίνητα, με ισχυρότερες μηχανές, κινητήρες diesel. Στο διάγραμμα στη συνέχεια, εμφανίζετε η σχέση μεγέθους μηχανών και καυσίμου για την Ε.Ε.



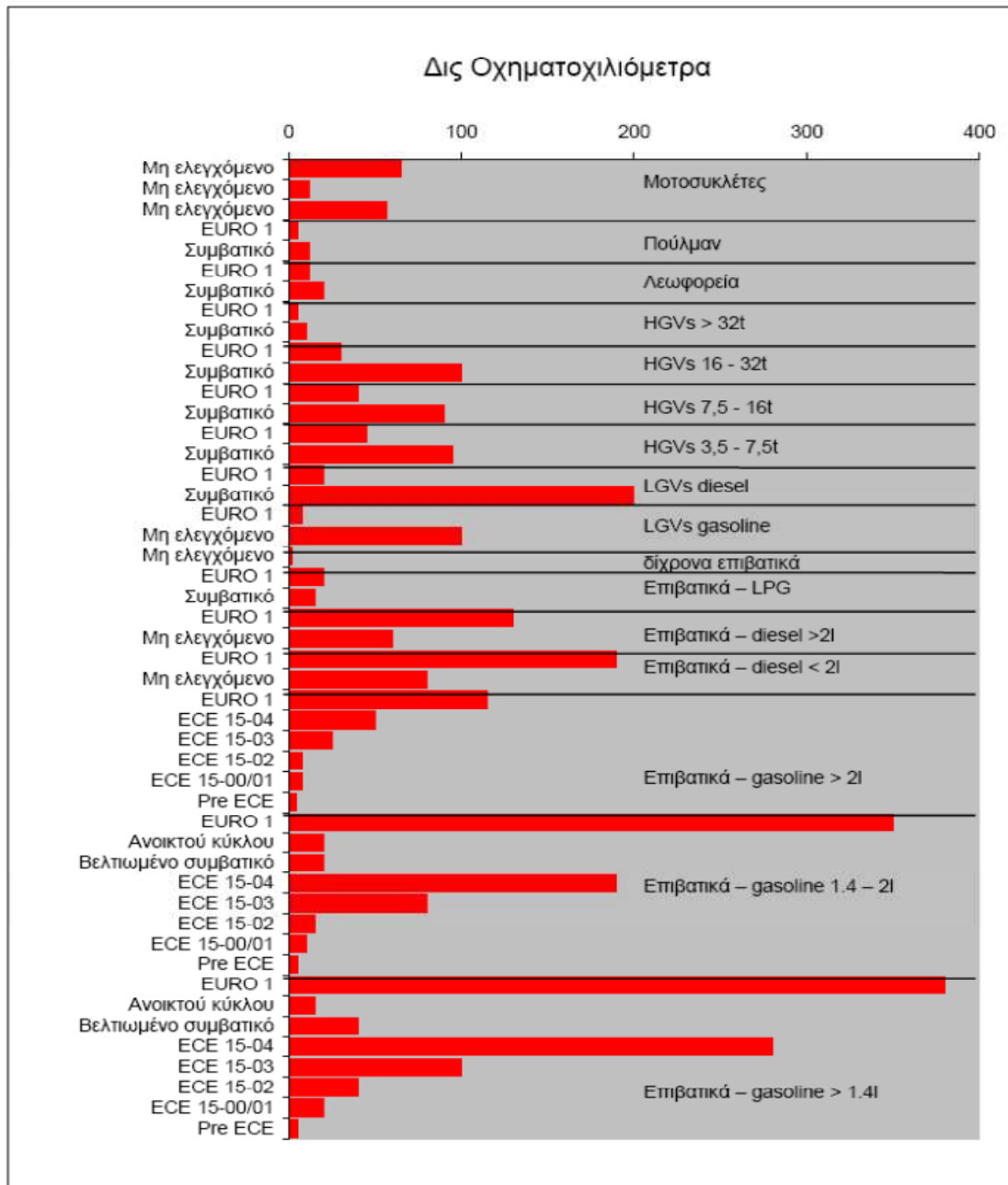
Σχέση μεταξύ τύπου / μεγέθους μηχανής και ετήσιας διάνυσης αποστάσεων επιβατικών αυτοκινήτων στην Ε.Ε. (στοιχεία 1995, Meet)

Τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για εμπορικούς σκοπούς (ελαφρά οχήματα αγαθών, βαρέα οχήματα αγαθών, και λεωφορεία) τείνουν να χρησιμοποιηθούν πολύ περισσότερο από τα επιβατικά αυτοκίνητα. Η συνολική απόσταση διάνυσης για τα επιβατικά αυτοκίνητα είναι περίπου 12.000 χλμ./ έτος, για τα ελαφρά οχήματα αγαθών 20.000 χλμ./ έτος, για τα βαρέα οχήματα αγαθών 50.000 χλμ./ έτος και για τα λεωφορεία 45.000 χλμ./ έτος. Αντιθέτως, τα οχήματα δύο-τροχών καλύπτουν αρκετά μικρότερες αποστάσεις ανά έτος. Τα δίτροχα κάτω των 50 κυβικών εκατοστών χρησιμοποιούνται κυρίως στις αστικές περιοχές για σχετικά κοντινά ταξίδια, κατά μέσο όρο 3.000 χλμ./ έτος, ενώ οι μεγαλύτερες μοτοσικλέτες διανύουν μια μέση ετήσια απόσταση περίπου 5.500 χλμ.

#### 9.7.4 Σύνθεση Κυκλοφορίας

Η μέση σύνθεση της οδικής κυκλοφορίας προέρχεται τόσο από τον αριθμό οχημάτων κάθε τύπου όσο και από τα ετήσια οχηματοχιλιόμετρα. Οι κυρίαρχοι τύποι οχημάτων, και εκείνα που καλύπτουν υψηλές ετήσιες αποστάσεις, είναι πιθανότερο να είναι παρόντα στην κυκλοφορία οποιαδήποτε στιγμή σε σχέση με τα λιγότερο κοινά ή σπανίως χρησιμοποιούμενα οχήματα.

Κατά συνέπεια, με το συνδυασμό των στατιστικών που περιγράφονται ανωτέρω, είναι πιθανό να παραχθεί μια μέση σύνθεση της κυκλοφορίας στην Ε.Ε. σύμφωνα με την ταξινόμηση της εκπομπής. Σαν παράδειγμα, η μέση σύνθεση κυκλοφορίας για την Ε.Ε. έχει υπολογιστεί για το 1995, όπως φαίνεται παρακάτω.



Τα στοιχεία παρουσιάζονται σε μονάδες δισεκατομμυρίων οχηματοχιλιόμετρων από κάθε κατηγορία εκπομπής οχημάτων το 1995 (το EURO 2 και τα επόμενα πρότυπα εκπομπής δεν συμπεριλαμβάνονται, δεδομένου ότι δεν ίσχυσαν μέχρι το 1996). Όπως πάντα, αυτός ο μέσος όρος δεν εμφανίζει τις μερικές φορές σημαντικές διαφορές από χώρα σε χώρα. Παραδείγματος χάριν, η κατηγορία "δίκρονα επιβατικά αυτοκίνητα" αντιπροσωπεύει μόνο ένα σε 100.000 οχηματοχιλιόμετρων συνολικά, αλλά στη Φινλανδία, ο αριθμός αυξάνεται σε ένα ανά 1500 οχηματοχιλιόμετρων.



Ομοίως, για την Ευρώπη, τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα είναι υπεύθυνα για περίπου ένα οχηματοχιλιόμετρο ανά 4.000, ενώ στην Ελλάδα είναι ένα οχηματοχιλιόμετρο ανά 130 οχηματοχιλιόμετρα.

Επειδή δίνονται συγκεκριμένα στοιχεία ανά χώρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις εφαρμογές στις οποίες οι εθνικές διαφορές είναι σημαντικές. Εάν οι παραλλαγές μέσα σε μια χώρα είναι σημαντικές, εξωτερικά συμπληρωματικά στοιχεία θα απαιτηθούν. Η διαθεσιμότητα και η περιεκτικότητα τέτοιων στοιχείων διαφέρουν ευρέως στα κράτη μέλη της Ε.Ε. Ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα της συγκέντρωσης των στοιχείων κατ' αυτό τον τρόπο είναι ότι δεν παρέχουν καμία ένδειξη της λειτουργίας των οχημάτων και, όπως έχει φανεί, τα ποσοστά εκπομπής ποικίλουν σημαντικά ανάλογα με τους όρους λειτουργίας του οχήματος.

Αυτός ο παράγοντας, εντούτοις, έχει ληφθεί υπόψη στη συλλογή των στατιστικών, οχημάτων και κυκλοφορίας, με τη συμπίληψη των στοιχείων διανομής της κυκλοφορίας σε κάθε κράτος μέλος, μεταξύ των "αστικών", "αγροτικών" δρόμων και των "εθνικών οδών". Αν και δεν έγινε στο παράδειγμα που δόθηκε, είναι πιθανό να υποδιαιρεθούν τα σύνολα της Ε.Ε., σύμφωνα με αυτούς τους οδικούς τύπους χρησιμοποιώντας τα παρεχόμενα στοιχεία. Επιπλέον, οι αντιπροσωπευτικές μέσες ταχύτητες κίνησης δίνονται για κάθε τύπο δρόμων και οχημάτων έτσι ώστε τα στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις συναρτήσεις ταχύτητας κίνησης και εκπομπής ρύπων που παρουσιάζονται στα ακόλουθα τμήματα.

## 9.8 ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης)

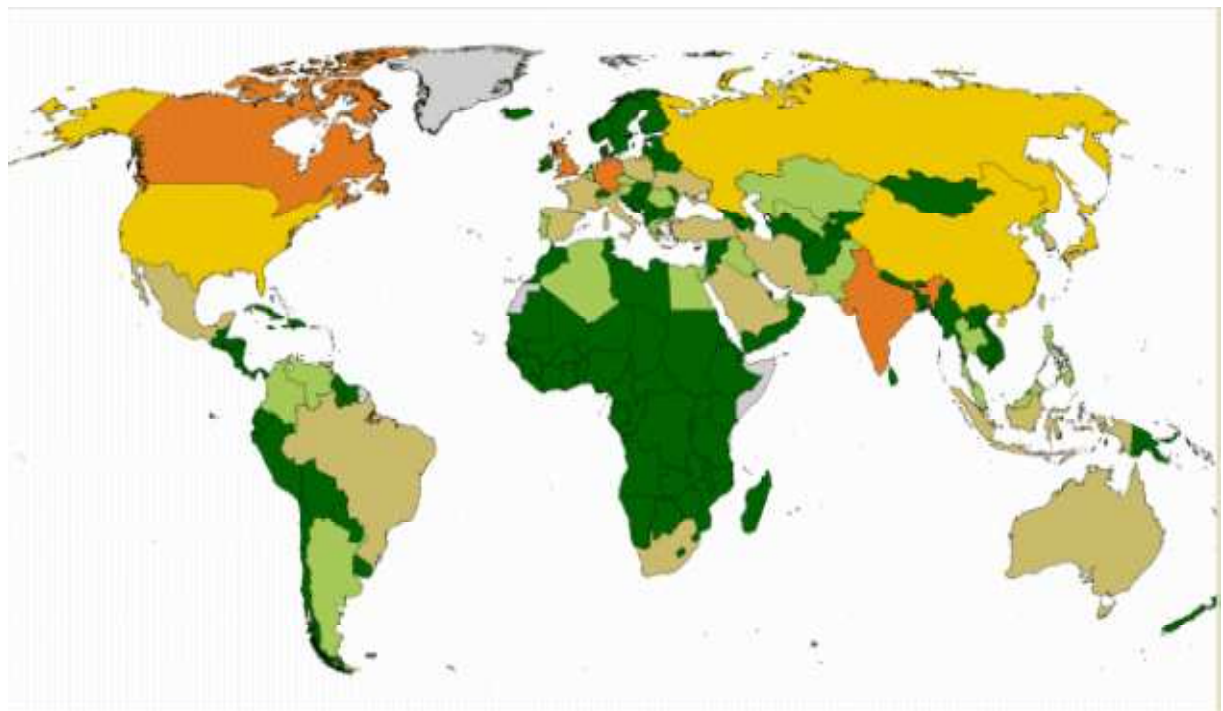
Για μια συνολική εικόνα των κυριότερων εκπομπών ρύπων στο φυσικό περιβάλλον θα αναφερθούμε σε δύο πρόσφατες και αξιόλογες εκδόσεις του ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης).

Οι στατιστικές που περιλαμβάνονται στις παραπάνω εκδόσεις αφορούν τις 24 χώρες του ΟΟΣΑ, οι οποίες ως γνωστό είναι οι πλέον αναπτυγμένες (Δ. Ευρώπη, ΗΠΑ, Καναδάς, Ιαπωνία, Αυστραλία, Ν. Ζηλανδία, Ισραήλ) βιομηχανικές χώρες και καταναλώνουν τα 2/3 της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας. Επίσης οι χώρες αυτές κατέχουν σχεδόν τα 2/3 της παγκόσμιας παραγωγής βιομηχανικών και αγροτικών προϊόντων. Οι χώρες ΟΟΣΑ χαρακτηρίζονται από παρόμοια οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη και συγκλίνουσες τάσεις στα καταναλωτικά πρότυπα, τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες και το είδος των εκπομπών ρύπων, αλλά και των μέτρων πρόληψης της ρύπανσης μέσω των πολυάριθμων νομοθετικών ρυθμίσεων και κανονιστικών περιορισμών.

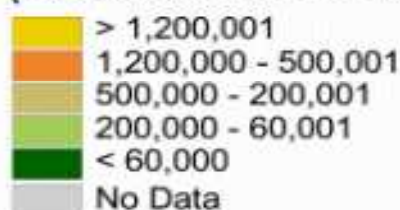
Συνολική εικόνα της ρύπανσης του πλανήτη Γη δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί χωρίς να ληφθούν υπόψη οι πολυάνθρωπες χώρες της Ασίας, της Λ.Αμερικής και της Αφρικής, όπως η Κίνα, η Ινδία, η Βραζιλία, η Ινδονησία, το Πακιστάν, η Νιγηρία και άλλες. Επίσης, οι χώρες της Αν. Ευρώπης συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό στην ρύπανση του περιβάλλοντος. Από στοιχεία που υπάρχουν μέχρι σήμερα φαίνεται ότι στις χώρες αυτές υπάρχει σημαντική περιβαλλοντική ρύπανση, ενώ από έλλειψη περιβαλλοντικής πολιτικής έχουν σημειωθεί αρκετές περιβαλλοντικές καταστροφές, και υπερεκμεταλλεύσεις πλουτοπαραγωγικών πηγών (υδάτινοι πόροι, έδαφος, δάση κλπ).

Ιδιαίτερα για τις πλουτοπαραγωγικές πηγές και τα πολυάριθμα προβλήματα ρύπανσης και υπερεκμετάλλευσης υπάρχουν αρκετές εκδόσεις του ΟΗΕ και της UNEP.<sup>15</sup>

Οι χώρες του ΟΟΣΑ είναι υπεύθυνες για το 53 % των εκπομπών. Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, κατά τα τελευταία 30 χρόνια, αυξάνεται σταθερά όπως δείχνουν μετρήσεις στην περιοχή Mauna Loa της Χαβάης. Από 310 ppm συγκέντρωση του μετρήθηκε το 1960 έχει αυξηθεί στα 350 ppm το 1990.



**Total CO2 Emissions  
(thousands of tons of carbon dioxide)**



Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από την καύση των ορυκτών καυσίμων, τις βιομηχανίες, κα.

## 9.9 Πρωτόκολλο του Κιότο

Το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί έναν «οδικό χάρτη», στον οποίο περιλαμβάνονται τα απαραίτητα βήματα για τη μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος που προκαλείται λόγω της αύξησης των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με αυτό, τα κράτη που το έχουν συνυπογράψει δεσμεύονται να ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου την πρώτη περίοδο ανάληψης υποχρεώσεων (2008-2012) κατά ένα συγκεκριμένο στόχο σε σχέση με τις εκπομπές του 1990 (ή του 1995 για ορισμένα αέρια).

Αυτό επιχειρείται να γίνει με τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο, ώστε να μην επιβαρυνθεί η παγκόσμια οικονομία. Έτσι, το Πρωτόκολλο του Κιότο περιλαμβάνει τρεις ευέλικτους μηχανισμούς:

- 1) την εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών,
- 2) την κοινή εφαρμογή, και
- 3) το μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης.

Ο πρώτος μηχανισμός προβλέπει την αγοραπωλησία δικαιωμάτων εκπομπών μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών (όπως για παράδειγμα κράτη και υπόχρεες εγκαταστάσεις) κατά τη θεωρία των property rights, ενώ οι άλλοι δύο βασίζονται σε προγράμματα έργων .

### 9.9.1 Διεθνείς προσπάθειες για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών

Οι πρώτοι που άρχισαν να κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου για την κλιματική μεταβολή που οφείλεται σε ανθρωπογενείς αιτίες ήταν οι επιστήμονες. Στοιχεία από τις δεκαετίες του 1960 και 1970 έδειχναν ότι οι συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα αυξάνονταν σημαντικά, γεγονός που οδήγησε τους κλιματολόγους αρχικά και στη συνέχεια και άλλους επιστήμονες να πιέσουν για δράση. Δυστυχώς, πήρε πολλά χρόνια στη διεθνή κοινότητα για να ανταποκριθεί στο αίτημα αυτό.

Το 1988, δημιουργήθηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Μετεωρολογίας και το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNEP) μία Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος. Αυτή η ομάδα παρουσίασε μια πρώτη έκθεση αξιολόγησης το 1990, η οποία απεικόνιζε τις απόψεις 400 επιστημόνων. Σύμφωνα με την αναφορά αυτή, το πρόβλημα της αύξησης της θερμοκρασίας ήταν υπαρκτό και όφειλε να αντιμετωπιστεί άμεσα.

Τα συμπεράσματα της Διακυβερνητικής Επιτροπής ώθησαν τις κυβερνήσεις να δημιουργήσουν τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC). Σε σχέση με τα δεδομένα για τις διεθνείς συμφωνίες, η διαπραγμάτευση της Σύμβασης ήταν σχετικά σύντομη. Ήταν έτοιμη προς υπογραφή στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (γνωστότερη ως συνάντηση κορυφής για την προστασία της Γης) το 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο.

Η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος, καθώς και το πρωτόκολλο του Κιότο που ακολούθησε, αποτελούν το μόνο διεθνές πλαίσιο για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών.

### 9.9.2 Διαπραγματεύσεις για το Πρωτόκολλο του Κιότο

Σημειώνεται ότι οι διαπραγματεύσεις για το Πρωτόκολλο του Κιότο ήταν σκληρές, καθώς οι διάφορες χώρες είχαν διαφορετικά συμφέροντα στη διεθνή προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Για παράδειγμα, περιοχές που είχαν χαρακτηριστικά ψυχρό κλίμα θα ωφελούνταν από την τάση ανόδου της μέσης θερμοκρασίας, ενώ άλλες περιοχές, οι οποίες ήταν σχετικά άnuδρες, ήταν δυνατόν να δουν την οριακά καλλιεργήσιμη γη τους να μετατρέπεται σε έρημο, γεγονός που θα είχε ως συνέπεια να μειωθεί η ικανότητά τους να παράγουν τρόφιμα.

Κατά συνέπεια, δημιουργήθηκαν πολλά αντίπαλα στρατόπεδα με αποκλίνουσες απόψεις που προσπαθούσαν να τις επιβάλλουν και στα υπόλοιπα συμβαλλόμενα μέρη, κάνοντας το όλο εγχείρημα να φαντάζει ως μία εξίσωση για δυνατούς λύτες.

Συγκεκριμένα, τα βασικά στρατόπεδα που δημιουργήθηκαν είναι τα εξής:

- Ευρωπαϊκή Ένωση: αποτελείται από 25 μέλη, τα οποία συναντιούνται κατ' ιδίαν για να συμφωνήσουν σχετικά με τις κοινές θέσεις τους και αντιπροσωπεύεται από τη χώρα που έχει την προεδρία. Σημειώνεται ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η πιο ενεργή ομάδα όσον αφορά στις διαπραγματεύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος και πιέζει συνεχώς για τη λήψη αυστηρών μέτρων. Σημειώνεται ότι την περίοδο των διαπραγματεύσεων η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελούνταν από 15 κράτη μέλη, με αυτά όμως συμμάχησαν και τα 10 νέα μέλη της διεύρυνσης.
- «Λέσχη του Άνθρακα» (“Carbon Club”): περιλαμβάνει τις χώρες «JUSCANZ» (από τα αρχικά των χωρών Ιαπωνία, ΗΠΑ, Καναδάς, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία στα Αγγλικά), τις χώρες μέλη του ΟΠΕΚ, τη Ρωσία και τη Νορβηγία, στις οποίες γενικά τα συμφέροντά τους θίγονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο (είτε επειδή θα πρέπει να μειώσουν την παραγωγή τους είτε επειδή προτείνεται η στροφή προς διαφορετικά καύσιμα) και κατά συνέπεια αντιτίθενται στην καθιέρωση των δικαιωμάτων και στη λήψη αυστηρών μέτρων.

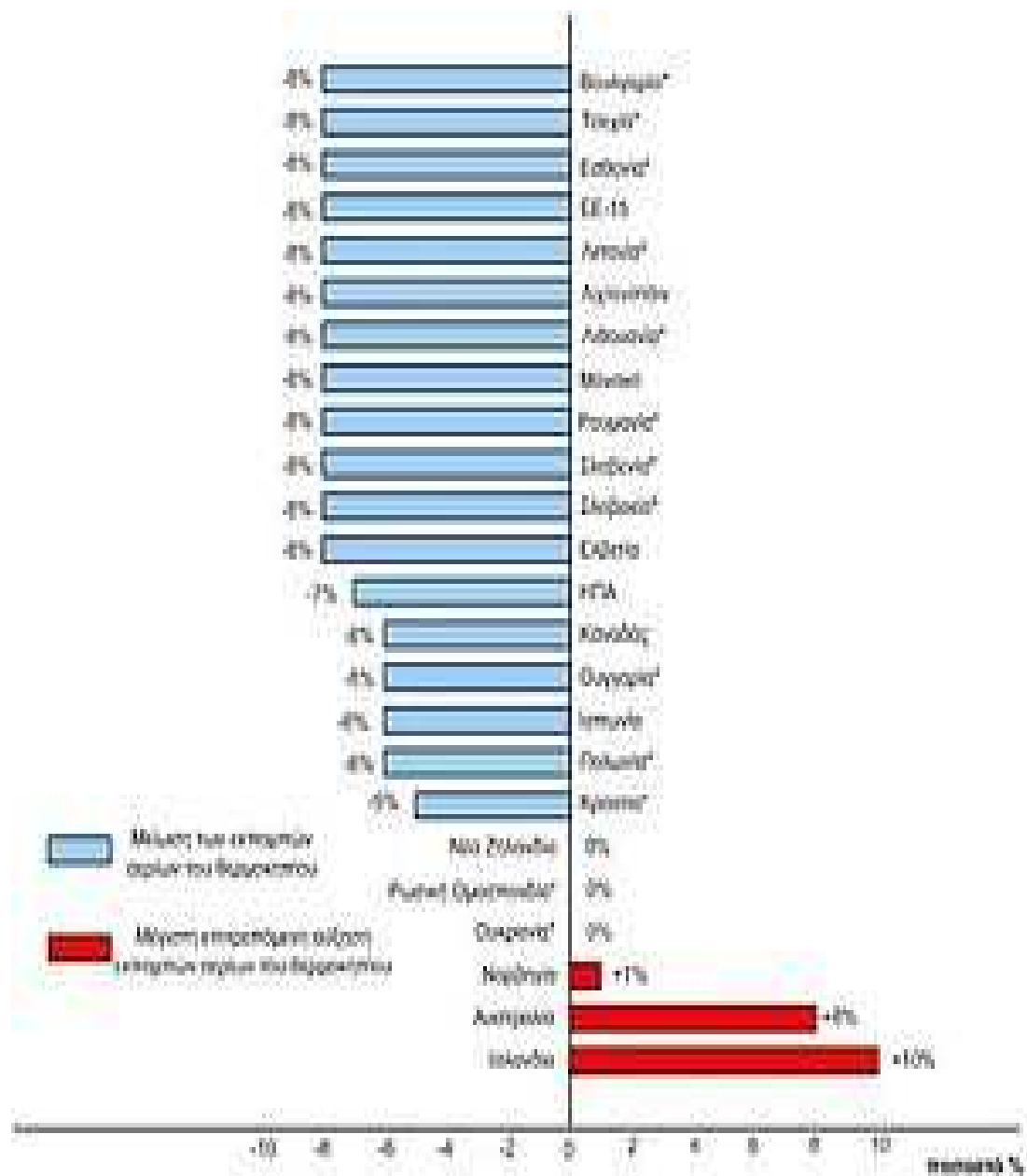
- Συμμαχία των Μικρών Νησιωτικών Κρατών (AOSIS): είναι ένας συνασπισμός περίπου 43 μικρών νησιωτικών κρατών, τα οποία είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Τα κράτη αυτά κινδυνεύουν να εξαφανιστούν από το χάρτη εξαιτίας του μικρού τους υψομέτρου σε σχέση με το επίπεδο της θάλασσας και επομένως απειλείται άμεσα η ίδια τους η επιβίωση. Οι χώρες της ομάδας αυτής ήταν μάλιστα οι πρώτες που πρότειναν ένα σχέδιο κειμένου κατά τη διάρκεια των διαπραγματεύσεων του πρωτοκόλλου του Κιότο ζητώντας μία μείωση στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα της τάξης του 20% έως το 2005 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
- Λιγότερο αναπτυγμένες χώρες: πρόκειται για 48 χώρες, οι οποίες συμμετείχαν όλο και πιο ενεργά στη διαδικασία των διαπραγματεύσεων για την αλλαγή του κλίματος, συχνά για να υπερασπιστούν τα ιδιαίτερα συμφέροντά τους και την εύθραυστη οικονομία τους, όπως για παράδειγμα την παροχή μέτρων για να μπορέσουν να προσαρμοστούν στην αλλαγή του κλίματος και να μην είναι τόσο ευάλωτες.
- Ομάδα των 77 (G-77): πρόκειται για εκείνες τις αναπτυσσόμενες χώρες που είναι αναδυόμενες, όπως η Ινδία και η Κίνα, που θεωρούν ότι βρίσκονται σε τροχιά ανάπτυξης και ότι είναι εις βάρος τους να δεσμευτούν να περιορίσουν τις εκπομπές τους. Η δε απαίτηση των βιομηχανικών χωρών (που είναι κυρίως υπεύθυνες για τις μεγαλύτερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως) να αντιμετωπιστούν επί ίσοις όροις με τις αναπτυσσόμενες χώρες τους φαίνεται άδικη και παράλογη.

Τελικά στις 11 Δεκεμβρίου 1997, και υστέρη από μααραθώνιες διαπραγματεύσεις που κράτησαν 11 ημέρες, υιοθετήθηκε στη διεθνή διάσκεψη του Κιότο στην Ιαπωνία σχέδιο Πρωτοκόλλου για τις κλιματικές αλλαγές.

Σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο, οι βιομηχανικές χώρες συνολικά υποχρεούνται να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά 5,2% κατά μέσο όρο σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, κατά τη διάρκεια της πρώτης «περιόδου δέσμευσης», η οποία καλύπτει τα έτη 2008 έως 2012.

Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίζονται στόχοι ως προς τις εκπομπές. Αναφέρεται ότι προτιμήθηκε ο καθορισμός πενταετούς περιόδου δέσμευσης αντί ενός έτους στόχου για να εξομαλυνθούν οι ετήσιες διακυμάνσεις των εκπομπών αερίων που οφείλονται σε ανεξέλεγκτους παράγοντες, όπως ο καιρός.

### 9.9.3 Παραρτήματα Α και Β του Πρωτοκόλλου του Κιότο



\* Χωρές που διέχρονται μεταβατική περίοδο προς την ουσιομοία της αγοράς.

Στόχος περιορισμού (κόκκινο χρώμα) ή μείωσης (γαλάζιο χρώμα) των εκπομπών όπως προβλέπεται στο Παράρτημα Β του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Ο στόχος αυτός πρέπει να επιτευχθεί μέσα στην πρώτη περίοδο εμπορίας του συστήματος (περίοδος 2008-2012). Ως έτος αναφοράς θεωρείται το έτος 1990.

Στα Παραρτήματα Α και Β του Πρωτοκόλλου του Κιότο περιλαμβάνονται διάφορα σημαντικά στοιχεία που αφορούν στη λειτουργία των μηχανισμών που προβλέπονται από αυτό προκειμένου να αντιμετωπιστεί η κλιματική αλλαγή.

Συγκεκριμένα, στο Παράρτημα Α περιλαμβάνονται:

τα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και συμμετέχουν στους μηχανισμούς του Κιότο, καθώς και οι τομείς και οι κατηγορίες πηγών που είναι υπεύθυνοι για τα αέρια αυτά και οι οποίοι συμμετέχουν στους μηχανισμούς του Κιότο (εικόνα).

<b>Τομείς και κατηγορίες πηγών</b>
<p><b>Ενέργεια</b></p> <p>Χρήση καυσίμων  <i>Ενεργειακές βιομηχανίες</i>  <i>Μεταποιητικές βιομηχανίες και κατασκευές</i>  <i>Μεταφορές</i>  <i>Άλλοι τομείς</i>  <i>Άλλα</i></p> <p>Διαφύγοντες εκπομπές από καύσιμα  <i>Στατικά καύσιμα</i>  <i>Πετρέλαιο και φυσικό αέριο</i>  <i>Άλλα</i></p>
<p><b>Βιομηχανικές διεργασίες</b></p> <p>Προϊόντα εξόρυξης  Χημικές βιομηχανίες  Παραγωγή μετάλλων  Άλλη παραγωγή  Παραγωγή αλογονοανθράκων και εξαφθοριούχου θείου  Χρήση αλογονοανθράκων και εξαφθοριούχου θείου  Άλλα</p>
<p><b>Χρήση διαλυτών και άλλων προϊόντων</b></p>
<p><b>Γεωργία</b></p> <p>Εντατικές ζεμιώσεις  Διαχείριση ζωικών αποβλήτων  Καλλιέργεια ρυζιού  Γεωργικά εδάφη  Προγραμματισμένες πυρκαγιές σε στέππες  Καύση γεωργικών υπολειμμάτων  Άλλα</p>
<p><b>Απόβλητα</b></p> <p>Διάθεση στερεών αποβλήτων στο έδαφος  Διαχείριση υγρών αποβλήτων  Καύση απορριμμάτων  Άλλα</p>

Τομείς και κατηγορίες πηγών που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Α του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

Τα αέρια που πραγματεύεται το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι έξι:

- 1) διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> (που αποτελεί το σημαντικότερο αέριο),
- 2) μεθάνιο CH<sub>4</sub>,
- 3) υποξείδιο του αζώτου N<sub>2</sub>O,
- 4) υδροφθοράνθρακες HFC,
- 5) πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες PFC και
- 6) εξαφθοριούχο θείο SF<sub>6</sub>.

Οι στόχοι των συμβαλλόμενων μερών, όπως αυτοί προβλέπονται στο Παράρτημα Β του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Σημειώνεται ότι τα 15 κράτη μέλη που αποτελούσαν την Ευρωπαϊκή Ένωση μέχρι τη διεύρυνσή της σε 25 από την πρώτη Μαΐου 2004 έχουν δεσμευτεί να μειώσουν το σύνολο των οικείων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% ως προς τα επίπεδα των εκπομπών του 1990 έως τα τέλη της πρώτης περιόδου δέσμευσης του Πρωτοκόλλου μεταξύ 2008-2012.

Αυτός ο γενικός στόχος έχει μετατραπεί σε διαφορετικούς στόχους μείωσης ή περιορισμού των οικείων εκπομπών για κάθε κράτος μέλος βάσει συμφωνίας «κατανομής των βαρών». Επισημαίνεται ότι ο κοινοτικός στόχος δεν καλύπτει τα 10 νέα κράτη μέλη, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις ισχύει γι' αυτά ο στόχος μείωσης 6% ή 8% με βάση το Πρωτόκολλο, εξαιρουμένης της Κύπρου και της Μάλτας.

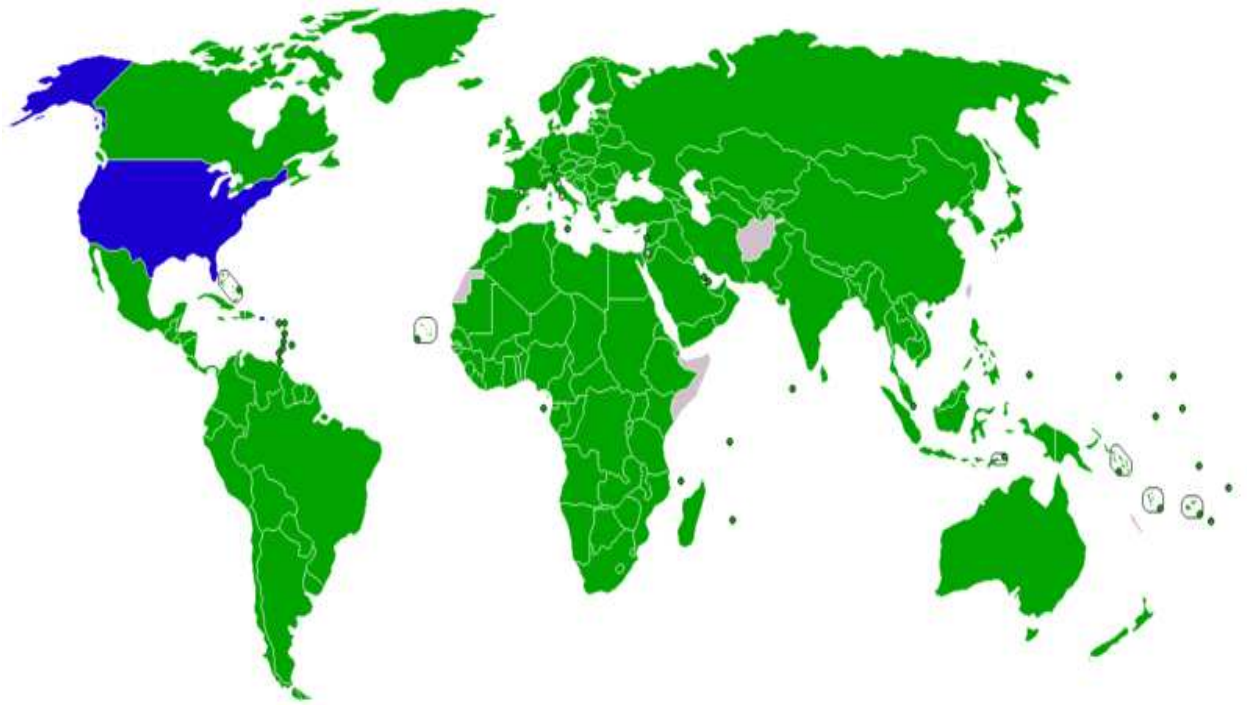
#### 9.9.4 Η Ευρωπαϊκή Ένωση και το Πρωτόκολλο του Κιότο

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, ο πλέον ένθερμος υποστηρικτής του Πρωτοκόλλου του Κιότο, αποφάσισε να εφαρμόσει πιλοτικά την εμπορία εκπομπών εντός της κοινότητας πριν από την επίσημη έναρξη του διεθνούς συστήματος και να ενσωματώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο στην κοινοτική νομοθεσία μέσα από τις Οδηγίες 2003/87/ΕΚ και 2004/101/ΕΚ. Σύμφωνα με αυτές, η πρώτη περίοδος του ευρωπαϊκού συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών είναι η τριετία 2005-2007, ενώ οι επόμενες περίοδοι εμπορίες ταυτίζονται με τις πενταετείς περιόδους που προβλέπονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο (2008-2012, 2013-2017, κ.ο.κ.).

Τα κράτη μέλη οφείλουν μέσα σε συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα να εκπονήσουν εθνικά σχέδια κατανομής, στα οποία υπάρχει πρόβλεψη, μεταξύ άλλων, για:

- τη συνολική ποσότητα δικαιωμάτων,
- την κατανομή σε επίπεδο δραστηριότητας (κατά περίπτωση),
- την κατανομή σε επίπεδο εγκατάστασης,
- τους νεοεισερχόμενους,
- τη μεθοδολογία κατανομής (μαθηματικοί τύποι, διάφορες ειδικές διατάξεις, κτλ), και
- τη λίστα των υπόχρεων εγκαταστάσεων.





### Συμμετοχή χωρών στο Πρωτόκολλο του Κιότο:

- με πράσινο χρώμα δηλώνονται οι χώρες που υπέγραψαν και επικύρωσαν το πρωτόκολλο,
- με κίτρινο όσες το υπέγραψαν και αναμένεται η επικύρωσή του,
- με μπλε οι χώρες που το υπέγραψαν αλλά δεν το επικύρωσαν και
- με γκρι χρώμα οι χώρες που δεν έχουν πάρει θέση.

Are the European member states meeting their Kyoto 2012 carbon dioxide(CO<sub>2</sub>) emission targets?

Countries in the *green* do well and emit less than their 2012 target. The countries in the *red* emit more than their Kyoto target.

Figures are in Megaton (Mt CO<sub>2</sub>-eq).

EU MEMBER STATE	2003	2004	2005	2006	2007	KYOTO TARGET 2012	% UNDER KYOTO TARGET
LATVIA	10,7	10,7	10,9	11,7	12,1	23,3	48,07 %
ESTONIA	21,2	21,2	20,7	19,2	22,0	40	45,00 %
LITHUANIA	16,7	21,1	22,6	22,8	24,7	44,1	43,99 %
ROMANIA	NO DATA	160,1	153,7	153,9	152,3	259,9	41,40 %
BULGARIA	NO DATA	68,9	69,8	71,5	75,7	127,3	40,53 %
HUNGARY	83,3	79,5	80,5	78,8	75,9	114,9	33,94 %
SLOVAKIA	51,1	49,5	48,7	49,0	47,0	67,2	30,06 %
POLAND	382,5	396,7	399	399,3	398,9	551,7	27,70 %
CZECH REPUBLIC	147,5	147,1	145,6	149,1	150,8	180,6	16,50 %
SWEDEN	70,9	69,7	67	66,9	65,4	75,2	13,03 %
UNITED KINGDOM	658	660,4	657,4	647,9	636,7	678,3	6,13 %
FRANCE	560,9	556,1	553,4	541,7	531,1	564	5,83 %
GREECE	137,2	137,6	139,2	128,1	131,9	139,6	5,52 %
BELGIUM	147,6	147,6	143,8	136,6	131,3	135,9	3,38 %
GERMANY	1024,4	1025	1001,5	980,0	958,1	972,9	1,73 %
<b>% OVER KYOTO TARGET</b>							
NETHERLANDS	215,4	218,4	212,1	208,5	207,5	200,4	-3,54 %
PORTUGAL	83,7	84,6	85,5	84,7	81,8	77,4	-5,68 %
IRELAND	68,4	68,6	69,9	69,7	69,2	63	-9,84 %
FINLAND	85,4	81,2	69,3	79,9	78,3	71,1	-10,13 %
SLOVENIA	19,7	19,9	20,3	20,5	20,7	18,6	-11,29 %
ITALY	577,3	580,5	582,2	563,0	552,8	485,7	-13,82 %
DENMARK	73,6	68,2	63,9	71,0	66,6	54,8	-21,53 %
AUSTRIA	92,5	91,2	93,3	91,6	88,0	68,7	-28,09 %
SPAIN	407,4	425,2	440,6	433,0	442,3	331,6	-33,38 %
LUXEMBOURG	11,3	12,8	12,7	13,3	12,9	9,1	-41,76 %
MALTA	3,1	3,2	3,4	2,9	3,0	NO TARGET	
CYPRUS	9,2	9,9	9,9	9,9	10,1	NO TARGET	

## 9.10 Πρότυπα Euro 5 και Euro 6: Μείωση των εκπομπών ρύπων από ελαφρά οχήματα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεσπίζει αυστηρότερα όρια όσον αφορά τις εκπομπές ρύπων, τα οποία εφαρμόζονται στα ελαφρά οδικά οχήματα, κυρίως όσον αφορά τις εκπομπές σωματιδίων και οξειδίων του αζώτου. Η ρύθμιση περιλαμβάνει επίσης μέτρα σχετικά με την πρόσβαση στις πληροφορίες για τα οχήματα και τα κατασκευαστικά στοιχεία τους καθώς και σχετικά με τη δυνατότητα χρηματοδοτικών κινήτρων.

### ΠΡΑΞΗ

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 715/2007 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20ής Ιουνίου 2007 που αφορά την έγκριση τύπου μηχανοκίνητων οχημάτων όσον αφορά εκπομπές από ελαφρά επιβατηγά και εμπορικά οχήματα (Euro 5 και Euro 6) και σχετικά με την πρόσβαση σε πληροφορίες επισκευής και συντήρησης οχημάτων.

## **ΣΥΝΟΨΗ**

Προκειμένου να περιορισθεί η ρύπανση που προκαλούν τα οδικά οχήματα, ο κανονισμός αυτός θεσπίζει κοινές απαιτήσεις σχετικά με τις εκπομπές των μηχανοκίνητων οχημάτων και των ειδικών ανταλλακτικών τους (πρότυπα Euro 5 και Euro 6). Καθορίζει επίσης μέτρα που επιτρέπουν τη βελτίωση της πρόσβασης στις πληροφορίες επισκευής των οχημάτων και την προώθηση της ταχείας παραγωγής οχημάτων που συμμορφώνονται με τις διατάξεις του κανονισμού.

## **ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Ο κανονισμός αφορά τα οχήματα των κατηγοριών M1, M2, N1 και N2, των οποίων η μάζα αναφοράς δεν υπερβαίνει τα 2.610 kg. Τα οχήματα αυτά περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τα επιβατηγά οχήματα, τα μικρά φορτηγά και τα εμπορικά οχήματα που προορίζονται για τη μεταφορά επιβατών ή εμπορευμάτων ή για ορισμένες ειδικές χρήσεις (για παράδειγμα, ασθενοφόρο), είτε τα οχήματα αυτά είναι εξοπλισμένα με κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης (βενζινοκινητήρες, κινητήρες με φυσικό αέριο ή υγραέριο - LPG) είτε με κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση (κινητήρες ντίζελ).

Εκτός από τα προαναφερόμενα οχήματα (που εμπίπτουν εκ των πραγμάτων στο πεδίο εφαρμογής του κανονισμού), οι κατασκευαστές μπορούν να ζητήσουν η πρόταση να αφορά επίσης τα οχήματα που προορίζονται για τη μεταφορά επιβατών ή εμπορευμάτων και τα οποία έχουν μάζα αναφοράς από 2.610 kg έως 2.840 kg.

Με σκοπό να περιοριστούν όσο το δυνατόν περισσότερο οι αρνητικές επιπτώσεις των οδικών οχημάτων στο περιβάλλον και στην υγεία, ο κανονισμός καλύπτει το μεγαλύτερο δυνατό φάσμα εκπομπών ρύπων: μονοξείδιο του άνθρακα (CO), υδρογονάνθρακες πλην του μεθανίου και συνολικοί υδρογονάνθρακες, οξείδια του αζώτου (NOx) και σωματίδια (PM). Οι εκπομπές περιλαμβάνουν τις εκπομπές των αγωγών εξαγωγής, τις εξατμιστικές εκπομπές και τις εκπομπές στροφαλοθαλάμου.

## **ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ**

Υπάρχουν οριακές τιμές εκπομπών για κάθε κατηγορία εκπομπών ρύπων και για τους διάφορους τύπους οχημάτων που προαναφέρονται· αυτές οι οριακές τιμές περιλαμβάνονται στο παράρτημα I του κανονισμού.

## 9.10.1 Πρότυπο Euro 5

Εκπομπές προερχόμενες από οχήματα ντίζελ:

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

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

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

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

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

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

## 9.10.2 Πρότυπο Euro 6

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

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

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

### 9.10.3 Εφαρμογή των προτύπων

Από την έναρξη ισχύος των προτύπων Euro 5 και Euro 6, τα κράτη μέλη πρέπει να αρνούνται την έγκριση τύπου, την ταξινόμηση, την πώληση ή τη θέση σε κυκλοφορία των οχημάτων που δεν τηρούν τις εν λόγω οριακές τιμές εκπομπών. Για τα οχήματα μεταφοράς εμπορευμάτων (κατηγορία N1, κλάσεις II και III, και κατηγορία N2) και τα οχήματα που έχουν σχεδιαστεί για την ικανοποίηση ειδικών κοινωνικών αναγκών προβλέπεται κάθε φορά συμπληρωματική προθεσμία διάρκειας ενός έτους. Το προβλεπόμενο χρονοδιάγραμμα έχει ως εξής:

- το πρότυπο Euro 5 εφαρμόζεται από την 1η Σεπτεμβρίου 2009 όσον αφορά την έγκριση τύπου και θα εφαρμοστεί από την 1η Ιανουαρίου 2011 όσον αφορά την ταξινόμηση και την πώληση των νέων τύπων οχημάτων·
- το πρότυπο Euro 6 θα εφαρμοστεί από την 1η Σεπτεμβρίου 2014 όσον αφορά την έγκριση τύπου και από την 1η Σεπτεμβρίου 2015 όσον αφορά την ταξινόμηση και την πώληση των νέων τύπων οχημάτων.

Η παροχή χρηματοδοτικών κινήτρων από τα κράτη μέλη με σκοπό την ενθάρρυνση της τήρησης των νέων οριακών τιμών επιτρέπεται εφόσον:

- ισχύουν για κάθε νέο όχημα που πωλείται στην αγορά ενός κράτους μέλους και πληροί, εκ των προτέρων, τις απαιτήσεις του παρόντος κανονισμού·
- λήγουν κατά την ημερομηνία εφαρμογής των οριακών τιμών·
- ανέρχονται, για κάθε τύπο μηχανοκίνητου οχήματος, σε ποσό μικρότερο από το επιπλέον κόστος που συνεπάγονται, αφενός, οι τεχνικές διατάξεις που διασφαλίζουν την τήρηση των καθοριζόμενων οριακών τιμών και, αφετέρου, η τοποθέτησή τους στα οχήματα.

### 9.10.4 Άλλες υποχρεώσεις των κατασκευαστών

Εκτός από την τήρηση των προαναφερόμενων οριακών τιμών εκπομπών, οι κατασκευαστές οφείλουν να διασφαλίζουν την ανθεκτικότητα των διατάξεων ελέγχου της ρύπανσης για απόσταση 160.000 km. Επίσης, η συμμόρφωση κατά τη λειτουργία πρέπει να είναι δυνατόν να ελέγχεται επί χρονικό διάστημα έως πέντε έτη ή 100.000 km.

Η Επιτροπή θεσπίζει ειδικές διαδικασίες, δοκιμές και απαιτήσεις που αφορούν:

- τις εκπομπές αγωγού εξαγωγής, συμπεριλαμβανομένων κύκλων δοκιμής, τις εκπομπές σε χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος, τις εκπομπές σε λειτουργία κινητήρα εν κενώ, τη θολότητα καυσαερίου και την ορθή λειτουργία και αναγέννηση των συστημάτων μετεπεξεργασίας αναγέννησης·
- τις εξατμιστικές εκπομπές και τις εκπομπές στροφαλοθαλάμου·
- τα ενσωματωμένα στα οχήματα συστήματα διάγνωσης (OBD) και την απόδοση των συστημάτων ελέγχου της ρύπανσης κατά τη χρήση·
- την αντοχή των συστημάτων ελέγχου της ρύπανσης, τις διατάξεις αντικατάστασης για τον έλεγχο των εκπομπών, τη συμμόρφωση εν χρήσει, τη συμμόρφωση της παραγωγής και τον τεχνικό έλεγχο·
- τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και την κατανάλωση καυσίμων·
- τα υβριδικά οχήματα·
- την επέκταση των εγκρίσεων τύπου και τις απαιτήσεις για κατασκευαστές με μικρή παραγωγή·
- τις απαιτήσεις για εξοπλισμό δοκιμών·
- τα καύσιμα αναφοράς, όπως βενζίνη, ντίζελ, αέρια καύσιμα και βιοκαύσιμα·
- τη μέτρηση της ισχύος του κινητήρα.

Η εύκολη πρόσβαση σε πληροφορίες και η παροχή σαφών πληροφοριών σχετικά με την επισκευή και τη συντήρηση των οχημάτων αποτελεί ουσιαστικό στοιχείο που εξασφαλίζει τον ελεύθερο ανταγωνισμό στην εσωτερική αγορά όσον αφορά τις υπηρεσίες πληροφόρησης και επισκευής. Για το σκοπό αυτό οι κατασκευαστές πρέπει να διασφαλίζουν στους ανεξάρτητους φορείς εύκολη, απεριόριστη και τυποποιημένη (κυρίως τηρώντας το μορφότυπο OASIS) πρόσβαση μέσω του Διαδικτύου, στις πληροφορίες που αφορούν την επισκευή και τη συντήρηση των οχημάτων, χωρίς διακρίσεις σε σχέση με τους επίσημους εξουσιοδοτημένους πωλητές και τα συνεργεία επισκευής. Η υποχρέωση αυτή καλύπτει τα ενσωματωμένα συστήματα διάγνωσης (OBD), τα διαγνωστικά εργαλεία και τον εξοπλισμό δοκιμής. Η επιβολή τελών για την πρόσβαση στις πληροφορίες αυτές επιτρέπεται εφόσον είναι εύλογα και αναλογικά.

### 9.10.5 Πλαίσιο

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

Ο κανονισμός αυτός θεσπίστηκε ύστερα από ευρεία διαβούλευση με τους κοινωνικούς εταίρους. Δίνει έμφαση στη μείωση των εκπομπών σωματιδίων και οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>), ιδίως για τα οχήματα ντίζελ. Για το λόγο αυτό ο κανονισμός θα συμβάλει σε σημαντικές βελτιώσεις στον τομέα της υγείας. Υπενθυμίζεται ότι τα οξειδία του αζώτου και οι υδρογονάνθρακες είναι πρόδρομοι του όζοντος.

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

## **ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΠΡΑΞΕΙΣ**

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 443/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009 σχετικά με τα πρότυπα επιδόσεων για τις εκπομπές από τα καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα, στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης προσέγγισης της Κοινότητας για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> από ελαφρά οχήματα [ΕΕ L 140 της 5.6.2009].

Οδηγία 2008/50/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 2008 για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη [Επίσημη Εφημερίδα L 152 της 11.6.2008].

Οδηγία 2007/46/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 5ης Σεπτεμβρίου 2007 για τη θέσπιση πλαισίου για την έγκριση των μηχανοκίνητων οχημάτων και των ρυμουλκούμενων τους, και των συστημάτων, κατασκευαστικών στοιχείων και χωριστών τεχνικών μονάδων που προορίζονται για τα οχήματα αυτά (Οδηγία — πλαίσιο) (Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ) [Επίσημη εφημερίδα L 263 της 9.10.2007].

## Κεφάλαιο 10

### Νέες τεχνολογίες καυσίμων στα αυτοκίνητα.



#### 10.1 Εισαγωγή

Το αυτοκίνητο αποτελεί σήμερα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας ενός σύγχρονου ανθρώπου. Τα τελευταία χρόνια γίνεται μία προσπάθεια για την παραγωγή πράσινων εναλλακτικών καυσίμων που θα κινούν τα αυτοκίνητα νέας γενιάς. Τα «πράσινα καύσιμα» δεν αποτελούν μία πρόσφατη ανακάλυψη. Η καθαρή ενέργεια άρχισε να συζητάτε από τα μέσα του 1800 όταν ο Sir William Grove εφηύρε το πρώτο κύτταρο καυσίμου το οποίο συνδύαζε το Οξυγόνο με το Υδρογόνο για την δημιουργία ηλεκτρισμού.

Εντούτοις, οι καταναλωτές γίνονται τώρα πιο περιβαλλοντικά συνειδητοί και οι κυβερνήσεις σ' όλο τον κόσμο έχουν αναγνωρίσει την επείγουσα ανάγκη να χρησιμοποιήσουν εναλλακτικά καύσιμα και να προαγάγουν εναλλακτικά οχήματα.

Η ανάπτυξη των βιολογικών καυσίμων, το βιοαέριο, η ηλεκτρική μεταφορά και η ηλιακή ενέργεια όλα διατίθενται στον καταναλωτή σαν τρόπος να βοηθήσουν να καταπολεμηθούν οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και η αλλαγή κλίματος. Οι κυβερνήσεις, οι κατασκευαστές και οι καταναλωτές αναγνωρίζουν την ανάγκη να επιδιώξουν και να χρησιμοποιήσουν εναλλακτικές λύσεις στα φυσικά καύσιμα. Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα στη χρησιμοποίηση των εναλλακτικών καυσίμων και υπάρχει μια μετατόπιση στον καταναλωτικό πολιτισμό προς τη χρήση των καυσίμων και της δυνατότητας πρόσβασης του.

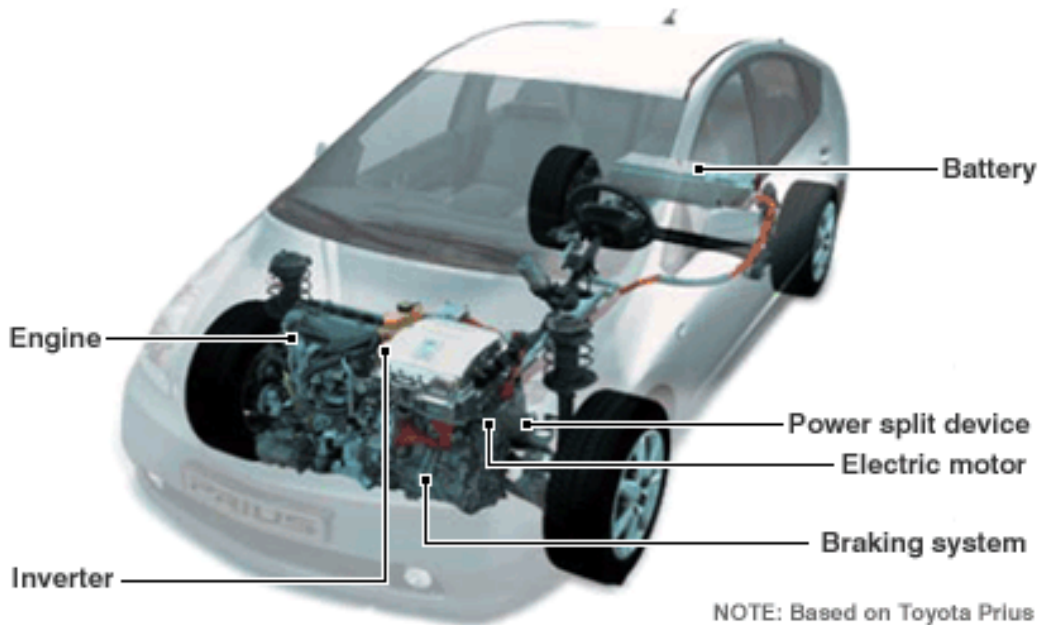
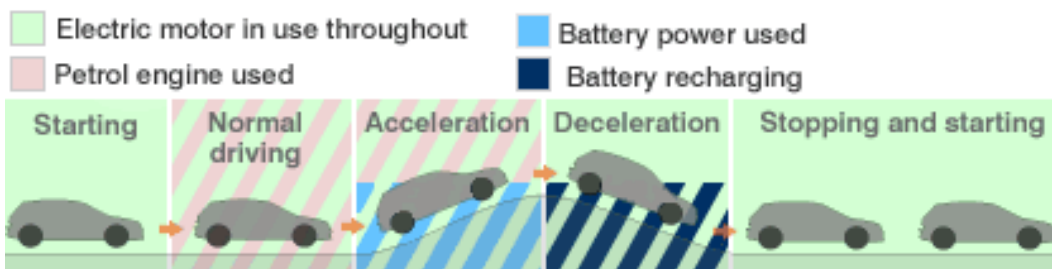


## 10.2 Υβριδικά αυτοκίνητα

Ως υβριδικό θεωρείται το αυτοκίνητο που χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερες διαφορετικές τεχνολογίες προκειμένου να επιτύχει την κίνησή του. Οι τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνουν συνήθως τον κλασικό κινητήρα εσωτερικής καύσης και μια πιο "ήπια" προς το περιβάλλον τεχνολογία, συνήθως ηλεκτρικό κινητήρα, ή εναλλακτικά πνευματικό κινητήρα, βιοκαύσιμο, φυσικό αέριο κ.α.

### KEY COMPONENTS OF A HYBRID CAR

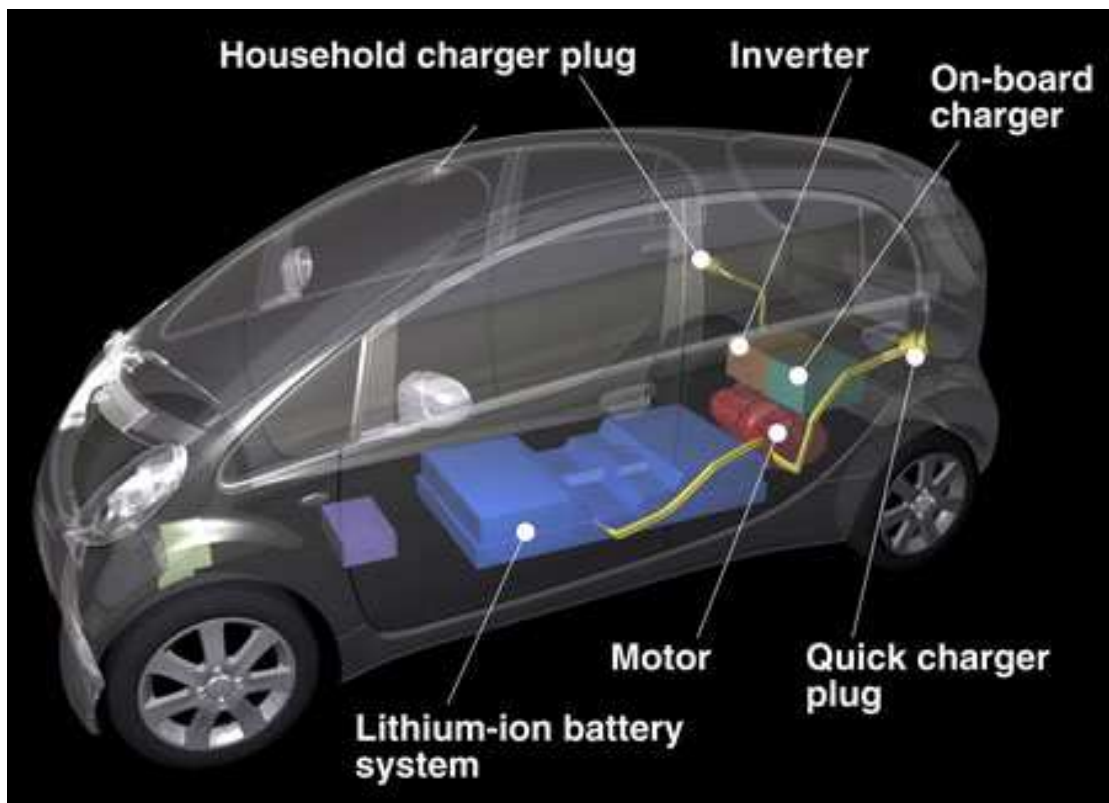
Many hybrid cars cut fuel consumption by combining a petrol engine with additional power sources - such as battery power



Ο ηλεκτρικός κινητήρας μπορεί να αναλαμβάνει αποκλειστικά την κίνηση του αυτοκινήτου ή να είναι απλά υποβοηθητικός όταν χρειάζεται περισσότερη ισχύς. Τα υβριδικά αυτοκίνητα θεωρούνται φιλικότερα προς το περιβάλλον, από αυτά που χρησιμοποιούν αποκλειστικά για την κίνησή τους ως καύσιμο, βενζίνη ή πετρέλαιο

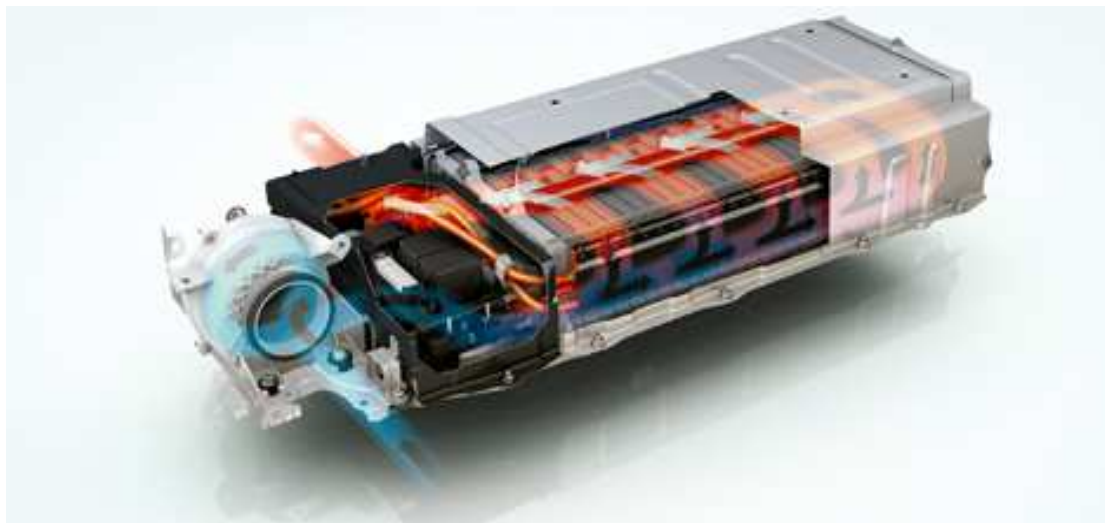
## 10.3 Ηλεκτρικά αυτοκίνητα

Η ηλεκτρική είναι μια από τις καθαρότερες μορφές ενέργειας αν βέβαια εξαιρέσει κανείς την μέθοδο με την οποία παράγεται όπως για παράδειγμα τα ατμοηλεκτρικά ή τα πυρηνικά εργοστάσια. Όσο και αν φανεί παράξενο η ιδέα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων υπάρχει σχεδόν από την γένεση του αυτοκινήτου. Σε γενικότερο πλάνο το layout ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου αντιστοιχεί σε αυτό ενός οχήματος με κινητήρα εσωτερικής καύσης.



Ο ηλεκτροκινητήρας δίνει κίνηση αντί για τον ΜΕΚ ενώ τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα από τις μπαταρίες αντί του ρεζερβουάρ βενζίνης. Το βασικό χαρακτηριστικό των ηλεκτρικών κινητήρων είναι η αθόρυβη λειτουργία τους αφού το μοναδικό περιστρεφόμενο μέρος είναι ο ρότορας. Η άφθονη ροπή από σχεδόν την έναρξη της λειτουργίας τους έχει αποτέλεσμα να καταργεί το κιβώτιο ταχυτήτων.

Οι μπαταρίες των αυτοκινήτων ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των επαναφορτιζόμενων (συσσωρευτές) και μπορούν να πραγματοποιούν και την αντίστροφη διαδικασία, μετατρέποντας την ηλεκτρική ενέργεια σε χημική.



Αν εξαιρέσει κανείς τις μειωμένες επιδόσεις ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου, η ηλεκτροκίνηση περιορίζονταν πάντα από δυο σοβαρές παραμέτρους.

- Την αποθήκευση και
- τον ανεφοδιασμό.











Η αποθήκευση γίνεται με 4 ειδών μπαταρίες οι οποίες είναι οι εξής παρακάτω:

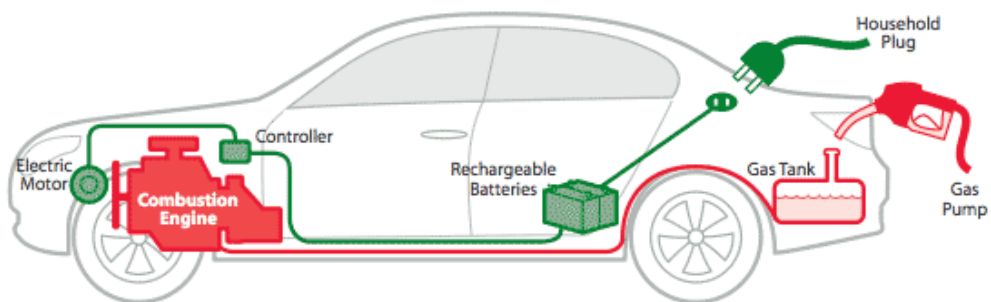
- 1) Μολύβδου οξέος
- 2) Νικελίου-καδμίου
- 3) Νικελίου-υδριδίου μετάλλου
- 4) Ιόντων λιθίου

β) Όσον αφορά το πρόβλημα του ανεφοδιασμού υπάρχουν διάφοροι τρόποι που είναι σε εφαρμογή αλλά και άλλοι οι οποίοι είναι σε εξέλιξη. Μερικοί τρόποι από αυτούς που είναι σε εφαρμογή και χρησιμοποιούνται ήδη είναι οι εξής παρακάτω:

- Με εγκαταστάσεις σαν αυτές των βενζινάδικων.
- Άλλος τρόπος είναι με ειδικά κολωνάκια ανεφοδιασμού ή αλλιώς δρόμους-σταθμούς, σε διάφορα σημεία.
- Ένας άλλος τρόπος είναι με ειδικές συσκευές φόρτισης τροχήλατες.

## Electric vs. Gasoline

No Tailpipe Emissions 	 Greenhouse Gases/Pollution
Utility Company 	 OPEC
100+/- Mile Range 	 300+ Mile Range
Hours to Recharge 	 Minutes to Refuel
2 cents per mile 	 12 cents+ per mile



### 10.4 Ηλιακά αυτοκίνητα



Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με δύο τρόπους: με θερμικές και φωτοβολταϊκές εφαρμογές.



Στη δεύτερη κατηγορία είναι που εντάσσονται και τα ηλιακά αυτοκίνητα, εφόσον είναι προσαρμοσμένα πάνω στο αμάξωμα ηλιακοί συλλέκτες και έχουν την ίδια λειτουργία με ένα φωτοβολταϊκό πάνελ. Μεγάλο ρόλο στα ηλιακά αυτοκίνητα παίζουν, οι διαστάσεις, το βάρος, η μέγιστη ταχύτητα και το κόστος κατασκευής.

### Πλεονεκτήματα

- 👍 Μηδενική ρύπανση
- 👍 Αθόρυβη λειτουργία
- 👍 Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής
- 👍 Απεξάρτηση από τροφοδοσία καυσίμων για την παραγωγή της ενέργειας (μπαταρίες)
- 👍 Δυνατότητα επέκτασης
- 👍 Μηδενικό κόστος παραγωγής ενέργειας - ελάχιστη συντήρηση

### Μειονεκτήματα

- 👎 υψηλό κόστος κατασκευής
- 👎 έλλειψη επιδοτήσεων
- 👎 προβλήματα στην αποθήκευση

## 10.5 Αυτοκίνητα με βιοκαύσιμα

Βιοκαύσιμα ή biofuels ονομάζονται τα καύσιμα εκείνα στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία προέρχονται από τη βιομάζα, το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων, διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Τα βιοκαύσιμα προέρχονται από οργανικά προϊόντα και θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα.

### 10.5.1 Είδη των βιοκαυσίμων

#### ➤ **Αέρια βιοκαύσιμα**

- 1) Βιοαέριο ( Biogas)
- 2) Αέριο παραγωγών ( Producer gas)

#### ➤ **Υγρά βιοκαύσιμα**

- 1) Βιοαιθανόλη
- 2) Βιομεθανόλη
- 3) Βιοντίζελ

#### ➤ **Στερεά βιοκαύσιμα**

- 1) Ξύλο για καύση από φυτείες, εκκαθαρίσεις δασών ή από απορρίμματα
- 2) Ξυλάνθρακας

## 10.6 Αυτοκίνητα με Φυσικό αέριο(CNG)



Το φυσικό αέριο υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στο στερεό φλοιό της γης.

Αποτελείται στο μεγαλύτερο ποσοστό του από μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), σε ποσοστό 92%. Ακολουθούν το αιθάνιο  $\text{C}_2\text{H}_6$  (1%), βουτάνιο  $\text{C}_3\text{H}_8$  (0,2%), άζωτο  $\text{N}_2$  (5%) και διοξείδιο του άνθρακα  $\text{CO}_2$  (1%). Βέβαια, η σύσταση του φυσικού αερίου μπορεί να διαφοροποιείται ελαφρά ανάλογα με την προέλευσή του. Επίσης αποτελεί υψηλής ποιότητας καύσιμο για Μηχανές Εσωτερικής Καύσης.

Η θερμογόνος δύναμη του φυσικού αερίου η ενέργεια δηλαδή που παράγεται κατά την καύση του ανά μονάδα μάζας, ξεπερνά αυτήν όλων των υπόλοιπων υδρογονανθράκων. Ωστόσο τα πράγματα δεν είναι τόσο ευχάριστα από την άποψη της ενεργειακής πυκνότητας, γιατί ο όγκος που καταλαμβάνει η μάζα αυτή του φυσικού αερίου είναι πολλαπλάσια από αυτή της βενζίνης.

Το φυσικό αέριο, ως καύσιμο, μόνο καινούριο δεν είναι. Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα λεωφορεία της ΕΘΕΛ.



Τιμή, οικολογικά χαρακτηριστικά και η διαρκής διαθεσιμότητα που εξασφαλίζει στον καταναλωτή μέσω του δικτύου διανομής το έχουν κάνει ελκυστικό και έχουν αυξήσει το ειδικό του βάρος στο παγκόσμιο ενεργειακό παιχνίδι. Βέβαια στο εξωτερικό υπάρχει και μια άλλη πλευρά της χρήσης και χρησιμότητας του φυσικού αερίου, με αρκετά “πράσινο” χρώμα και η οποία έχει να κάνει με το αυτοκίνητο. Και που παρά την κυκλοφορία αρκετών εκατοντάδων λεωφορείων που καίνε συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG) στην Πρωτεύουσα, παραμένει πρακτικά άγνωστη.



Η οικονομική υπεροχή του φυσικού αερίου: Χιλιόμετρα που μπορεί να διανύσει κανείς με καύσιμο αξίας 10 ευρώ στην Ιταλία, με τρία διαφορετικά αυτοκίνητα (Fiat Punto, Doblò και Multipla), ανάλογα με τον τύπο καυσίμου που μπορούν να χρησιμοποιήσουν (Benzina=Βενζίνη ,Metano =Φυσικό Αέριο, Diesel = πετρέλαιο).



Το Zafira Tourer 1.6 CNG (Compressed Natural Gas) Turbo ecoFLEX διαθέτει ισχύ 110 kW/150 hp, καταναλώνει 4,7 kg (7.2 m<sup>3</sup>) φυσικού αερίου ανά 100 km (μικτός κύκλος), πληροί τις προδιαγραφές Euro 5 και μπορεί να αναπτύξει ταχύτητα 200 km/h. Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> περιορίζονται στα 129 g/km. Η αυτονομία με φυσικό αέριο φτάνει τα 530 km.



Οι χωρητικότητας 25 κιλών «μπουκάλες» είναι κατασκευασμένες από προηγμένο συνθετικό υλικό από ανθρακονήματα, που είναι πολύ ελαφρύτερο από το χάλυβα που χρησιμοποιείται συνήθως σε αυτές τις περιπτώσεις, γεγονός που επέτρεψε τη μείωση βάρους κατά 85 kg.



**Φορητό φυσικού αερίου. Εδώ οι μπουκάλες τοποθετούνται σε ειδικά πλαίσια, αναρτημένα στο σασί.**

## 10.7 Αυτοκίνητα με υδρογόνο

Ένα αυτοκίνητο υδρογόνου χρησιμοποιεί τις ίδιες αρχές με εκείνες μιας μηχανής βενζίνης: Η χημική ενέργεια των καυσίμων μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια μέσω της καύσης. Η διαφορά είναι ότι τα αυτοκίνητα υδρογόνου χρησιμοποιούν υδρογόνο και όχι βενζίνη. Τα αυτοκίνητα υδρογόνου δεν παράγονται μαζικά σήμερα. Οι περισσότεροι κατασκευαστές αυτοκινήτων που χρησιμοποιούν υδρογόνο για να τροφοδοτήσουν τα αυτοκίνητά τους χρησιμοποιούν κύτταρα καυσίμου υδρογόνου για να δημιουργήσουν ηλεκτρική ενέργεια και όχι καύση.

Τα αυτοκίνητα υδρογόνου έχουν ένα σημαντικό πλεονέκτημα: αντί της εκπομπής επιβλαβών αερίων, εκπέμπουν μόνο τον ατμό καθαρού νερού.

**Ποιο συγκεκριμένα το υδρογόνο προσφέρει:**

- Εξοικονόμηση έως και 50%. Αυτό ισχύει και για τις δύο κινήσεις σε επίπεδο πόλης καθώς και για ταξίδι σε εθνικές οδούς.
- Αυξάνει την δύναμη και τις επιδόσεις του οχήματός σας. Μόλις τοποθετήσετε το σύστημα υδρογόνου, θα ενισχυθεί η δύναμη, και η απόδοση του κινητήρα σας.
- Μειώνει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> δηλαδή τα επιβλαβή καυσαέρια που απεκκρίνει ο κινητήρας μας έως και 80%.
- Μειώνει τη θερμοκρασία του κινητήρα. Αυξάνει τη διάρκεια ζωής του κινητήρα σας αφού η καύση γίνεται σε πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες.
- Καταργεί τα κατάλοιπα άνθρακα του κινητήρα σας και αποτρέπει εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που συσσωρεύονται.
- Χαμηλότερος θόρυβος του κινητήρα 25% - 30%. Το υδρογόνο επιδρά στον κύκλο καύσης. Ο κινητήρας θα ακούγεται πολύ πιο ήσυχα από ότι πριν. Αυτό οφείλεται στην λιγότερη καύση του αυτοκινήτου σας.



1. GPL filling connection
2. GPL tank
3. Level indicator and manual switchover
4. Control unit for GPL
5. Evaporator
6. Rail with gas nozzles
7. GPL-proof engine

## 10.8 Αυτοκίνητα με LPG

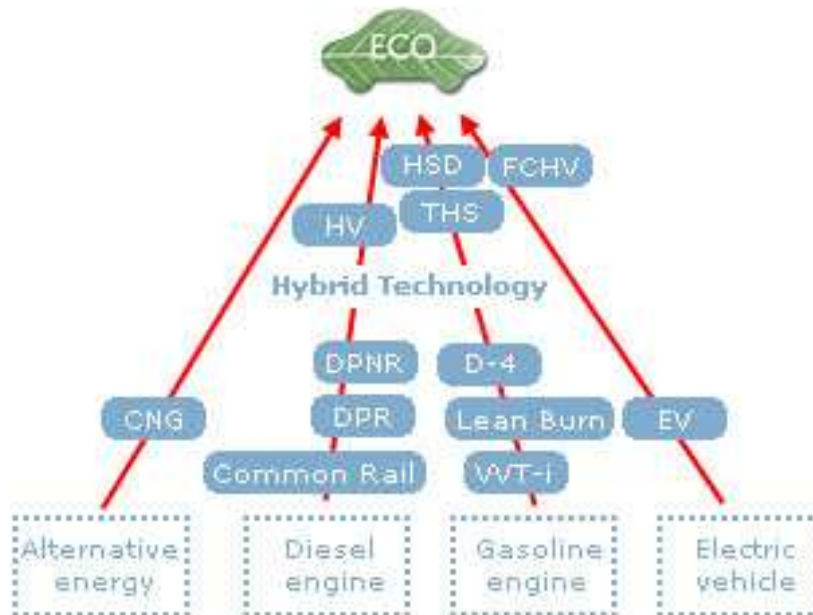
Το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου, γνωστό και με τον αντίστοιχο διεθνή όρο **LPG**, αποτελείται από ελαφρά κλάσματα αργού πετρελαίου, τα οποία είναι αέρια όταν υπό συνήθεις ατμοσφαιρικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Τα αέρια αυτά κλάσματα υδρογονανθράκων διαχωρίζονται από τα υγρά κλάσματα κατά τη διύλιση που γίνεται στο αργό και οδεύουν προς δεξαμενές αποθήκευσης προς άλλες χρήσεις, ενώ τα υγρά κλάσματα χρησιμοποιούνται για την παρασκευή υγρών καυσίμων (ντίζελ, βενζίνη κ.ο.κ.).

Επίσης ο όρος LPG αναφέρεται στα κλάσματα που αφαιρούνται από το φυσικό αέριο προτού αυτό οδεύσει προς κατανάλωση.

## 10.9 Αυτοκίνητα με Κυψέλες Καυσίμου (FCHV)

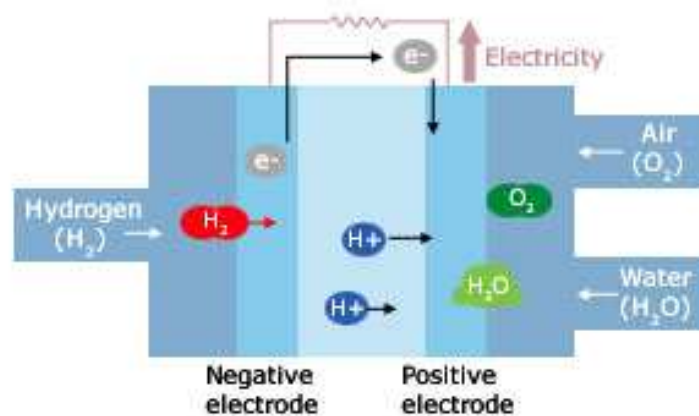
Η κυψέλη καυσίμου παράγει ηλεκτρική ενέργεια επιτυγχάνοντας μία χημική αντίδραση υδρογόνου / οξυγόνου. Είναι κάτι σαν μικροσκοπικό εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας. Η κυψέλη καυσίμου παράγει ενέργεια χωρίς να κάψει καθόλου υδρογόνο, αποτελώντας "καθαρή" και ιδιαίτερα αποτελεσματική λύση. Θεωρητικά, εάν υποθέσουμε ότι μια κυψέλη καυσίμου μπορεί να μετατρέψει 83% του υδρογόνου σε ηλεκτρική ενέργεια, τότε μπορούμε να είμαστε ιδιαίτερα αισιόδοξοι ειδικά αν υπολογίσουμε ότι με τους συμβατικούς βενζινοκινητήρες η παραγωγή ενέργειας φθάνει στο 30% - 40% του καυσίμου το πολύ. Επιπλέον, θεωρητικά, η κυψέλη καυσίμου δεν εκπέμπει διοξείδιο του άνθρακα ή άλλους ρύπους. Το μόνο υποπροϊόν είναι το νερό.

### Ultimate eco-car



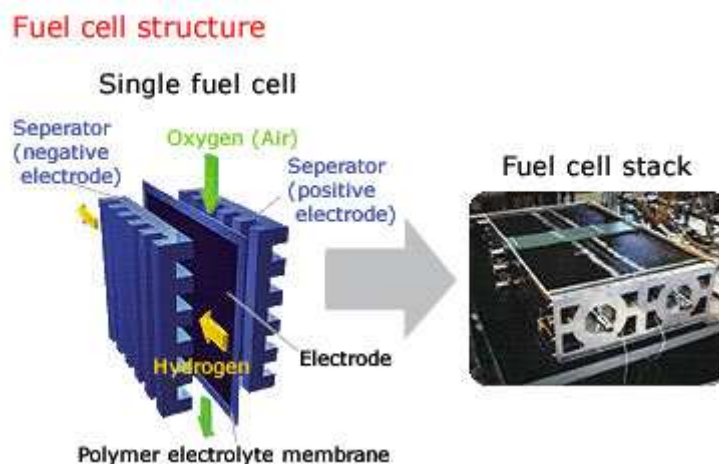
CNG: Compressed Natural Gas D-4: Direct Injection 4-Stroke Gasoline Engine THS: Toyota Hybrid System  
HV: Hybrid vehicle VVT-i: Variable Valve Timing, intelligent  
DPNR: Diesel Particulate and NO<sub>x</sub> Reduction system  
DPR: Diesel Particulate active Reduction system  
HSD: Hybrid Synergy Drive

## 10.9.1 Ηλεκτρική ενέργεια από υδρογόνο, τρόπος λειτουργίας



Οι κυψέλες καυσίμου παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω μιας χημικής αντίδρασης μεταξύ υδρογόνου και οξυγόνου (από την ατμόσφαιρα). Το υδρογόνο διοχετεύεται σε ένα αρνητικό ηλεκτρόδιο της κυψέλης καυσίμου, όπου ένας καταλύτης αφαιρεί τα ηλεκτρόνια από τα άτομα του υδρογόνου. Τα ηλεκτρόνια περνάνε από το αρνητικό στο θετικό ηλεκτρόδιο της κυψέλης, παράγοντας έτσι ηλεκτρική ενέργεια. Εν τω μεταξύ, τα άτομα του υδρογόνου που έχουν αποβάλλει τα ηλεκτρόνιά τους μετατρέπονται σε ιόντα υδρογόνου και περνάνε από μία ηλεκτρολυτική μεμβράνη πολυμερών για να καταλήξουν στο θετικό ηλεκτρόδιο. Εκεί, με τη βοήθεια του καταλύτη, τα ηλεκτρόνια και τα ιόντα του υδρογόνου αναμιγνύονται με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και σχηματίζουν νερό.

## 10.9.2 Είδη κυψελών καυσίμου



Υπάρχουν διάφορα είδη κυψελών καυσίμου, αλλά οι μέχρι τώρα εφαρμογές στην αυτοκινητοβιομηχανία έχουν περιοριστεί στις κυψέλες καυσίμου με πολυμερικούς ηλεκτρολύτες.

Τα συστήματα αυτά διαθέτουν μεμβράνη πολυμερικών ηλεκτρολυτών με ενσωματωμένα ηλεκτρόδια και στις δύο πλευρές. Αυτή η διαμόρφωση μεμβράνης/ηλεκτροδίων είναι τοποθετημένη μεταξύ διαχωριστών που σχηματίζουν διόδους για τη ροή του υδρογόνου και του οξυγόνου. Μία και μόνο τέτοια κυψέλη παράγει λιγότερο από ένα βολτ ενέργειας. Έτσι, για να αυξηθεί η τάση, έχουν τοποθετηθεί εκατοντάδες κυψέλες σε σειριακή σύνδεση. Η διαμόρφωση αυτή λέγεται συσσώρευση κυψελών καυσίμου και είναι αυτό που εννοούν οι περισσότεροι όταν μιλάνε για κυψέλες καυσίμου.

## 10.10 Αυτοκίνητο με αιολική ενέργεια



Με επιτυχία στέφθηκε το πρώτο ταξίδι του «Αέρινου Εξερευνητή», ενός αυτοκινήτου που κινείται με αιολική ενέργεια. Το εντυπωσιακό εδώ είναι ότι η κάλυψη μιας απόστασης 5.000 χιλιομέτρων κόστισε μόλις 10 δολάρια Αυστραλίας, ή κάτι παραπάνω από 7 ευρώ.

Το ταξίδι του «Αέρινου Εξερευνητή» (Wind Explorer) ήταν η πρώτη μεγάλη δοκιμασία για το πρωτότυπο αυτοκίνητο που κινήθηκε τόσο σε πολικά ψύχη όσο και σε υψηλότερες θερμοκρασίες και οι γερμανοί επενδυτές του ευελπιστούσαν ότι θα έδειχνε ότι υφίσταται ήδη τεχνολογία, ικανή να στηρίξει αυτοκίνητα με ανανεώσιμη ενέργεια ακόμη σε τέτοια σκληρά ταξίδια.

«Είναι το πρώτο αυτοκίνητο που κινείται με αιολική ενέργεια και μπορεί να ταξιδεύσει σε δρόμο τέτοιες αποστάσεις και βεβαίως είναι το πρώτο αυτοκίνητο, οπουδήποτε στον κόσμο, που παίρνει κίνηση και από ιστίο», δήλωσε ο κατασκευαστής του οχήματος, Στέφαν Ζίμερερ, ο οποίος πρόσθεσε ότι ήθελε να δείξει «ότι αν θέλεις να κατασκευάσεις ένα ελαφρύ ηλεκτρικό επαρκές αυτοκίνητο, μπορείς σήμερα».



Το ανοιχτό αυτοκίνητο που μοιάζει με αγωνιστικό, είναι κατασκευασμένο από ανθρακονήματα, έχει ρόδες ποδηλάτου και κινείται κυρίως από μία μπαταρία ιόντων λιθίου, που φορτίζεται το βράδυ από μία φορητή αεροτουρμπίνα, αν και κάποιες φορές χρησιμοποιήθηκε και ένας χαρταετός, περίπου σαν ιστίο.

Ζυγίζει περίπου 80 κιλά χωρίς τις μπαταρίες και περίπου 200 κιλά συνολικά, πολύ ελαφρύτερο από ένα μέσο αυτοκίνητο, ενώ μπορεί να αναπτύξει ταχύτητες 90 χιλιομέτρων την ώρα.

Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, αντιμετώπισε θερμοκρασίες έως και 60 βαθμούς Κελσίου στις πεδιάδες του Νουλαμπόρ, προκαλώντας ανησυχία για το κατά πόσο δεν θα υπερθερμανθούν οι μπαταρίες, ενώ διαπιστώθηκε επίσης και ένα ζήτημα άνεσης καθώς είναι μόλις 15 εκατοστά από το έδαφος

Από τα συνολικά 5.000 χιλιόμετρα, τα 2.480 διανύθηκαν με αιολική ενέργεια, τα 480 με ιστίο και τα 2.100 με ηλεκτρική ενέργεια. «Συνολικά το ταξίδι κόστισε 10 δολάρια Αυστραλίας που πληρώσαμε για τις φορτίσεις ηλεκτρισμού», είπε ο Ντιρκ Γκίον, ο έτερος των κατασκευαστών του, διευκρινίζοντας ότι το όχημα δεν είναι έτοιμο για πρακτική χρήση, αλλά έχει δημιουργήσει μεγάλες προσδοκίες για το μέλλον.

## Βιβλιογραφία

- ❖ <http://www.chemeng.ntua.gr>
- ❖ <http://www.kavvathas.gr>
- ❖ <http://www.caroto.gr>
- ❖ <http://egpaid.blogspot.com>
- ❖ <http://dimotikonline.blogspot.com>
- ❖ <http://egpaid.blogspot.com>
- ❖ <http://www.moh.gr>
- ❖ <http://www.energia.gr>
- ❖ <http://www.robotpig.net>
- ❖ <http://www.environ-develop.ntua.gr>
- ❖ <http://www.jpforum.gr>
- ❖ <http://www.eko.com.cy>
- ❖ <http://oil-evolution.blogspot.com>
- ❖ <http://hkoinoniamas.blogspot.com>
- ❖ <http://www.cargate.gr>
- ❖ <http://www.popovits.gr>
- ❖ <http://www.gaspipe.gr>
- ❖ <http://www.ergonomiki.com>
- ❖ <http://www.gasexperts.gr>
- ❖ <http://www.ntailianisgas.gr>
- ❖ <http://www.car-gaz.gr>
- ❖ <http://www.protothema.gr>
- ❖ <http://ecopana.wordpress.com>
- ❖ <http://www.biofuels.gr>
- ❖ <http://bioenergynews.blogspot.com>
- ❖ <http://texnika-agrotika.blogspot.com>
- ❖ <http://www.ecotimes.gr>
- ❖ <http://www.aenaon.net>



- ❖ <http://www.hielscher.com>
- ❖ <http://bioenergynews.blogspot.com>
- ❖ <http://www.auteco.gr>
- ❖ <http://users.sch.gr>
- ❖ <http://www.minenv.gr>
- ❖ <http://rider-s-land.pblogs.gr>
- ❖ <http://www.pazaropoulos.gr>
- ❖ <http://www.econews.gr>
- ❖ <http://www.agronews.gr>
- ❖ <http://www.allaboutenergy.gr>
- ❖ <http://www.biofuels.gr>
- ❖ <http://www.carsmart.gr>
- ❖ <http://www.autotriti.gr>
- ❖ <http://www.physics4u.gr>
- ❖ <http://www.econoesis.gr>
- ❖ <http://www.ims.demokritos.gr>
- ❖ <http://www.oncar.gr>
- ❖ <http://autocarnet.blogspot.com>
- ❖ <http://www.motorwomen.gr>
- ❖ <http://www.Katalytes.gr>
- ❖ <http://www.ban.gr>
- ❖ <http://www.e-go.gr>
- ❖ <http://www.europedia.moussis.eu>
- ❖ <http://www.library.panteion.gr>
- ❖ <http://www.kt5.wm.gr>
- ❖ <http://www.moa.gov.cy>
- ❖ <http://www.europa.eu>
- ❖ <http://www.thalys.gr>
- ❖ <http://www.kozas4urplace.gr>
- ❖ <http://synergeio24.gr>
- ❖ <http://www.dolceta.eu>
- ❖ <http://www.forums.gr>

- ❖ <http://www.toyota.gr>
- ❖ <http://www.allaboutenergy.gr>
- ❖ <http://www.kozas4urplace.gr>
- ❖ <http://www.pemptousia.gr>
- ❖ <http://tsataki.blogspot.com>
- ❖ <http://www.postgrasrv.hydro.ntua.gr>
- ❖ Βικιπαιδεία ή [wikipedia.org](http://wikipedia.org)
- ❖ Δρ. Κώστας Σαββάκης, Χημική τεχνολογία <<Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Τεχνολογία>> , Κρήτη 2003.
- ❖ Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- ❖ Παναγιώτης Σ. Βαμβάραλης , Διπλωματική εργασία <<Ανασκόπηση τεχνολογιών υβριδικών οχημάτων με ηλεκτροκινητήρα και εμβολοφόρο Μ.Ε.Κ.>> ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, Αθήνα 2007.
- ❖ ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ ΤΜΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ , Εργασία <<Καύσιμα Μεταφορών & Αειφόρος Ανάπτυξη>> Θεσσαλονίκη 2008.
- ❖ Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΞ. ΚΑΥΣΕΩΝ.
- ❖ Παπαγιάννης Αναστάσιος, Χημικός Μηχανικός. Εργαστηριακή άσκηση <<Ποιότητα Ανάφλεξης Μεσαίων Αποσταγμάτων Πετρελαίου>> ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ Σχολή Χημικών Μηχανικών Εργαστήριο Τεχνολογίας Καυσίμων & Λιπαντικών.
- ❖ Εργασία Σόλων Ζαρκανίτης, Ph.D. , Σπάτα 2006
- ❖ Παπασταθάκη Κυριακή, Πτυχιακή <<Πετρέλαιο-Διύλιση και Προϊόντα>> ΑΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΣΤΕΦ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Κοζάνη 2009.

# Επίλογος

Ελπίζω η εργασία να ήταν αρκετά κατατοπιστική και ενδιαφέρουσα και να μην άφησε περιθώρια πολλών αποριών ή προβληματισμών ως προς τι και γιατί...

Αν και σε σύντομο χρονικό διάστημα διεξαγωγής της, είμαι αρκετά ευχαριστημένος για το αποτέλεσμα και ελπίζω να το ευχαριστηθήκατε κι εσείς.

Είμαι σίγουρος πως τα περισσότερα από αυτά που αναφέρθηκαν στην εργασία ,ήταν και συνεχίζουν να είναι επίκαιρα και να υπάρχουν σαν βάση για τους επιστήμονες-κατασκευαστές για τη πραγματοποίηση καινούριων τεχνολογιών στα καύσιμα και τα μέσα μεταφοράς μας.Αλλά η εξέλιξη σε αυτά τα συγκεκριμένα πράγματα αλλά και όχι μόνο σε αυτά,δεν μπορεί να σταματήσει ποτέ και θα συνεχίζετε επ'άπειρον με γεωμετρικές προόδους. Κάτι το οποίο είναι και στη φύση του ανθρώπου άλλωστε να μη σταματά ποτέ να ψάχνει και να εφευρίσκει καινούριες μεθόδους και τεχνολογίες.

Σας ευχαριστώ πολύ για το χρόνο και το κόπο που κάνατε να διαβάσετε την εργασία μου.