

« ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΑ  
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ – ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ  
ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΩΝ ΚΤΕΟ ΤΩΝ  
Ν. ΣΕΡΡΩΝ »



Πτυχιακή Εργασία:  
Του ΜΟΥΤΑΦΤΣΗ ΝΙΚΗΤΑ του ΓΕΩΡΓΙΟΥ  
Επιβλέπων Καθηγητής, Δρ. ΧΡΗΣΤΟΣ ΠΟΛΑΤΙΔΗΣ

**« ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΑ  
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ – ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ  
ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΩΝ ΚΤΕΟ ΤΩΝ  
Ν. ΣΕΡΡΩΝ »**

**Πτυχιακή Εργασία:  
Του ΜΟΥΤΑΦΤΣΗ ΝΙΚΗΤΑ του ΓΕΩΡΓΙΟΥ  
Επιβλέπων Καθηγητής, Δρ. ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΠΟΛΑΤΙΔΗΣ**

**«ΣΕΡΡΕΣ 2010**

# **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

Πρόλογος	1
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	<b>2</b>
Γνωριμία με το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης	2
1.1 Ορισμός του προβλήματος	2
1.2 Εισαγωγή στο πρόβλημα	3
1.2.1 Σύντομη περιγραφή	3
1.2.2 Μια πρώτη προσέγγιση του προβλήματος	5
1.2.2.1 Επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία	5
1.2.2.2 Επιδράσεις στην πανίδα	7
1.2.2.3 Επιδράσεις στην χλωρίδα	8
1.2.2.4 Μετεωρολογικές επιδράσεις	10
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	<b>11</b>
Ρυπογόνοι παράγοντες – Μέτρα πολιτείας	11
2.1 Πρωτογενείς και δευτερογενείς ρύποι	11
2.2 Κύριοι ατμοσφαιρική ρύποι (πηγές, επιδράσεις)	12
2.3 Μέτρα πολιτείας (παρακολούθηση & έλεγχοι)	17
2.3.1 Επιτρεπόμενα όρια ρύπων	20
2.3.2 Κάρτα Ελέγχου Καυσαερίων (Κ.Ε.Κ)	20
2.3.3 Κέντρα Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων (ΚΤΕΟ)	21
2.3.3.1 Ιστορική αναδρομή λειτουργίας ΚΤΕΟ στην Ελλάδα	21
2.3.3.2 Έλεγχοι που γίνονται στα ΚΤΕΟ	22
2.3.3.3 Διάφορα χρονολογικά στοιχεία	23
2.4 Καταλύτες και Συστήματα Ελέγχου Εκπομπών	25
2.4.1 Τι είναι ο αισθητήρας «λ»	26
2.4.2 Είδη καταλυτών	26
2.4.3 Πώς λειτουργεί ο καταλύτης	27
2.4.4 Κεραμικοί μονολιθικοί καταλύτες	28
2.4.4.1 Διάρκεια ζωής του κεραμικού μονόλιθου	29
2.4.5 Μεταλλικοί καταλύτες	30
2.4.5.1 Μεταλλικός μονόλιθος	30
2.4.6 Σύγκριση μεταλλικών και κεραμικών καταλυτών	31

2.4.7	Τριοδικός καταλύτης (μιας κλίνης)	33
2.4.7.1	Ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης	33
2.4.7.2	Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτης	34
2.4.7.3	Τεστ αποτελεσματικότητας καταλύτη	34
2.4.8	Αρχές σχεδιασμού καταλυτικού μετατροπέα καυσαερίων	38
2.4.8.1	Οι λειτουργικές παράμετροι ενός καταλύτη	38
2.4.8.2	Οι κατασκευαστικές παράμετροι ενός καταλύτη	39
2.4.9	Επισημάνσεις για τη σωστή λειτουργία των καταλυτικών μετατροπέων	39
2.4.10	Δηλητηρίαση – καταστροφή του καταλύτη	40
2.4.11	Διαδικασία περισυλλογής – αποθήκευσης και ανακύκλωσης του καταλύτη	40
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>		<b>42</b>
	Στατιστική μελέτη & Συμπεράσματα	42
3.1	Στατιστική μελέτη	42
3.2	Συμπεράσματα	57
<b>Παράρτημα 1</b>		<b>60</b>
<b>Παράρτημα 2</b>		<b>64</b>
<b>Βιβλιογραφία</b>		<b>65</b>
<b>Πίνακας διαγραμμάτων</b>		<b>66</b>



# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αλματώδης με ξέφρενους ρυθμούς, ανάπτυξη της τεχνολογίας στα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα, συνοδεύεται από μια εκτεταμένη οικολογική καταστροφή στον πλανήτη μας. Η ατμόσφαιρα του πλανήτη μας δέχεται σήμερα μια επιβάρυνση από ρυπογόνους παράγοντες σε τρομακτικό και συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό. Ας αναφέρουμε μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις ρυθμών εκπομπής ρύπων από ανθρώπινες δραστηριότητες που προκαλούν δέος: Για το CO<sub>2</sub>, περισσότεροι από 10<sup>10</sup> τόνοι/έτος (σύμφωνα με μερικούς επιστήμονες η συγκέντρωση του ατμοσφαιρικού CO<sub>2</sub> ενδέχεται να διπλασιαστεί στο άμεσο μέλλον) υδρογονάνθρακες, πάνω από 1×10<sup>8</sup> τόνοι/έτος (≈ 90% CH<sub>4</sub>) NO, περίπου 30 εκατομμύρια τόνοι/έτος και SO<sub>x</sub> πάνω από 150 εκατομμύρια τόνοι/έτος. Στα παραπάνω στοιχεία δεν κάναμε καμία αναφορά για μια πληθώρα άλλων επικίνδυνών στοιχείων που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, όπως CO, χλωροφθοράνθρακες, μόλυβδος, υδράργυρος, ραδιενεργά στοιχεία, σωματιδιακοί ρύποι και τόσα άλλα. Σε επίπεδο νοικοκυριού μια μέση 4μελής οικογένεια σχετικά αναπτυγμένου βιοτικού επιπέδου, εκτιμάται ότι παράγει από τις καθημερινές δραστηριότητες της, περί τα 75 kg/έτος σωματιδιακού ρύπου και σχεδόν 2000 kg/έτος αέριους ρύπους.

Αν αναλογιστούμε ότι ο πληθυσμός της Γης είναι σήμερα περίπου 6,5 δισεκατομμύρια και εκτιμάται να σταθεροποιηθεί στα 11 δισεκατομμύρια στο διάστημα 2030 – 2050, είναι εύκολο να κάνουμε μια επιπλέον συγκλονιστική εκτίμηση. Το σίγουρο είναι ότι η ατμόσφαιρα είναι πλέον πολύ μακριά από το 'ισοζύγιο', δια μέσου των μηχανισμών αυτοκάθαρσης που διαθέτει. Οι παραπάνω αριθμοί μπορεί να μην λένε προς το παρόν τίποτα στον αναγνώστη αν δεν μελετήσει αυτό το τεύχος, ώστε να κατανοήσει τις επιδράσεις τους στον πλανήτη και κατ' επέκταση σε αυτό το θαύμα που λέγεται ζωή, όπως και αν αυτή εκφράζεται στον πλανήτη μας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Γνωριμία με το Πρόβλημα της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

### 1.1 Ορισμός του προβλήματος

**Η** ατμοσφαιρική ρύπανση έχει οριστεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Κατά μια έννοια είναι η προσθήκη κάθε υλικού (μοριακής ή σωματιδιακής φύσης) στην ατμόσφαιρα που μας περιβάλλει, η οποία θα έχει σαν αποτέλεσμα τη δηλητηρίαση της ζωής (βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα) πάνω στον πλανήτη. Το υλικό μπορεί να είναι ένα τοξικό αέριο με κάποια μακροχρόνια αποτελέσματα σε ένα οργανισμό που δεν είναι κατ' ανάγκη άμεσα αντιληπτά.

Μπορεί ακόμη να είναι ένα μη ορατό ραδιενεργό, το οποίο έχει καταστρεπτικά αποτελέσματα στην εξέλιξη της ζωής. Ρύποι επίσης θεωρούνται οποιαδήποτε υλικά είναι δυνατό να εισέλθουν στην ατμόσφαιρα, είτε εσκεμμένα είτε διαμέσου κάποιας φυσικής διαδικασίας, και να έχουν έστω και έμμεσα αποτελέσματα, όπως για παράδειγμα, μείωση του οξυγόνου της ατμόσφαιρας ή κάποια άλλη αλλαγή της σύστασης του αέρα [1] [12].

Ένας ατμοσφαιρικός ρύπος δεν είναι απαραίτητα βλαβερός για την υγεία, με την έννοια ότι δεν προκαλεί άμεσα αποτελέσματα στους ζώντες οργανισμούς. Η δημιουργία, από διάφορα μόρια ή μικροσωματίδια, ενός καλύμματος που συγκρατεί ορισμένα μήκη κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας πολύ απαραίτητα για τη ζωή στη Γη είναι επίσης μια μορφή ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Το επικάλυμμα αυτό μπορεί επίσης να αποτρέψει την αντανάκλαση θερμότητας από τη Γη στον ουρανό, με αποτέλεσμα την ενίσχυση του ήδη υπάρχοντος φαινομένου του θερμοκηπίου πράγμα που θα συμβάλλει στην αλλαγή του καιρού και της θερμοκρασίας του πλανήτη, με τις επακόλουθες επιδράσεις στους ζώντες οργανισμούς. Ουσίες που καταφέρνουν να φθάσουν στο στρατοσφαιρικό στρώμα του όζοντος που προστατεύει τον πλανήτη μας από την επικίνδυνη για την ζωή υπεριώδη (UV) ακτινοβολία και να το καταστρέψουν αφορούν επίσης το θέμα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Το πρόβλημα λοιπόν είναι ευρύ και αναπόφευκτα ενδιαφέρον. Είναι δε συνεχώς μεταβαλλόμενο και διευρυνόμενο καθόσον η γνώση μας για την έμμεση ή άμεση βλαβερή επίδραση διαφόρων ουσιών στους ζώντες οργανισμούς εμπλουτίζεται συνεχώς [1] [12].

## 1.2 Εισαγωγή στο πρόβλημα

Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι σημαντικό και πολυπαραμετρικό. Ο λόγος λοιπόν αυτής της εισαγωγής είναι να δώσει κάποιες συντεταγμένες και συνιστώσες των διαστάσεων του προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, προκειμένου να συνεισφέρει στην ευαισθητοποίηση σε σχέση με το πρόβλημα και να προτρέψει στην αναζήτηση, τον προβληματισμό και την δραστηριοποίηση. Η επίγνωση του προβλήματος και η ευαισθητοποίηση σε αυτό αποτελεί την ελάχιστη προσφορά του κάθε ενός μας στον πλανήτη που μας φιλοξενεί. Ο πλανήτης μας όμως χρειάζεται επείγοντως την ενεργό συμβολή όλων μας για την προστασία του, είτε αυτή εκφράζεται ατομικά είτε συλλογικά. Η επίγνωση του φαινομένου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δεν μπορεί παρά να παρακινήσει τον κάθε ένα προς αυτή την κατεύθυνση [5].

### 1.2.1 Σύντομη περιγραφή

Ως κύριες πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορούμε να θεωρήσουμε: (i) τα μέσα μεταφοράς, (ii) την οικιακή θέρμανση, (iii) τις διεργασίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, (iv) τις ανεπιθύμητες καύσεις και (v) τις βιομηχανικές καύσεις καυσίμων και γενικότερα τις υπόλοιπες βιομηχανικές εκπομπές. Είναι δύσκολο να καθοριστεί το ποσοστό ευθύνης που αναλογεί σε κάθε μια από αυτές τις πηγές. Μια χονδρική κατανομή θα χρέωνε της συνεισφορά όλων των τύπων μηχανών εσωτερικής καύσης για την κίνηση των αυτοκινήτων στο 60% της συνολικής ετήσιας εκπομπής. Οι γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνεισφέρουν κατά 10 – 15%, η οικιακή θέρμανση περίπου 10%, οι βιομηχανικές καύσεις και βιομηχανικές εκπομπές περίπου 20% και ανεπιθύμητες καύσεις περίπου 5%. Εφόσον η κοινωνία μας είναι εξελίξιμη, αυτά τα προσεγγιστικά ποσοστά δεν είναι σταθερά. Όσο κατασκευάζονται και πωλούνται περισσότερα αυτοκίνητα η συνεισφορά της χρήσης αυτοκινήτων στην ατμοσφαιρική ρύπανση θα αυξάνεται.

Σε αυτές τις κύριες κατηγορίες εκπομπών έρχεται να προστεθεί ένας μεγάλος αριθμός από άλλες μικρότερες, που ενώ δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές, εντούτοις συνεισφέρουν στο συνολικό πρόβλημα. Μερικές από αυτές τις εκπομπές που θα άξιζε ίσως να σημειώσουμε σαν παραδείγματα, καθόσον διαφεύγουν της προσοχής μας είναι:

- Τα σωματίδια ύλης που εκτινάσσονται από τα λάστιχα των οχημάτων κατά την κίνηση αλλά κυρίως κατά την πέδηση.
- Τα οργανικά συστατικά στα αρώματα και σε άλλα καλλυντικά προϊόντα που αναδύουν μεν ευχάριστες οσμές αλλά και ταυτόχρονα συνεισφέρουν, κατά ένα μικρό ποσοστό στην ατμοσφαιρική ρύπανση.
- Οι διαδικασίες κατασκευής δρόμων, οικοδομών και συγκροτημάτων συνεισφέρουν στην αύξηση των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.



- Το κάπνισμα: Περίπου το 50% των ανθρώπων καπνίζουν. Ο καπνός των τσιγάρων είναι σίγουρα μια πηγή μόλυνσης του αέρα ιδιαίτερα σε κλειστούς χώρους.
- Υδρόθειο ( $H_2S$  και υδρογονάνθρακες ( $C_xH_y$ ) από φυσικές πηγές, καθώς και η χρήση των συνηθισμένων αεροζόλ για ψεκασμό εκτάσεων ή απλά για φρεσκάρισμα του αέρα στο σαλόνι μας, συμβάλει στο συνολικό πρόβλημα.
- Η αποσύνθεση της βλάστησης στα δάση στα έλη, ακόμα και στην αυλή του σπιτιού συμβάλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Τόσο απλά πράγματα όπως η ναφθαλίνη που χρησιμοποιούμε για τη συντήρηση των ρούχων ή το βάδισμα μας στον δρόμο συνοδεύονται από εκπομπές ουσιών στην ατμόσφαιρα.
- Όταν γεμίζουμε το αυτοκίνητο μας με βενζίνη εξατμίζονται πτητικοί υδρογονάνθρακες. Και από αυτές είναι μορφές ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Η λίστα που ξεκινήσαμε μπορεί να συνεχιστεί επ' άπειρον. Είναι φανερό λοιπόν η δυσκολία λεπτομερούς ταξινόμησης και εκτίμησης του ποσοστού των διάφορων πηγών. Κατά κάποιον τρόπο, συνειδητά ή ασυνειδητά, καθένας από εμάς συμβάλει στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κάθε μέρα της ζωής του. [4] [8] [17]

Όπως προαναφέραμε μια από τις κύριες πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης που σχετίζεται και άμεσα με την δουλειά του χημικού μηχανικού είναι οι ποικίλες εκπομπές της Χημικής Βιομηχανίας. Για να αποκτήσουμε μια πρώτη εικόνα του προβλήματος, ας αναφέρουμε μια πολύ μικρή λίστα βασικών βιομηχανιών με τα επίπεδα εκπομπών ρύπων, σε ετήσια βάση, που τις συνοδεύουν:

- Διυλιστήρια Πετρελαίου: 3,8 δισεκατομμύρια kg σωματιδιακής ύλης, οξειδίων του θείου, υδρογονανθράκων, και μονοξειδίου του άνθρακα.
- Διαδικασίες τήξεως αλουμινίου, χαλκού, μολύβδου, ψευδαργύρου, κλπ: 3,8 δισεκατομμύρια kg σωματιδιακής ύλης και οξειδίων του θείου.
- Χυτήρια σιδήρου: 3,4 δισεκατομμύρια kg σωματιδιακής ύλης και μονοξειδίου του άνθρακα.
- Πολτοποίηση και επεξεργασία χαρτιού: 3 δισεκατομμύρια kg σωματιδιακής ύλης, οξειδίων του θείου και μονοξειδίου του άνθρακα.
- Τσιμεντοβιομηχανίες: 0,8 δισεκατομμύρια kg σωματιδιακής ύλης.
- Μονάδες παρασκευής φωσφορικών λιπασμάτων: 284 εκατομμύρια kg σωματιδιακής ύλης και ενώσεων του φθορίου.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι το 1970 ο μέσος όρος των δαπανών των Βιομηχανιών για τον έλεγχο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ήταν μόλις σε ποσοστό 1,7% των συνολικών δαπανών τους. Το ποσοστό αυτό αυξήθηκε σημαντικά την επόμενη δεκαετία. Σήμερα πολλές βιομηχανίες ξεπερνούν το επίπεδο του 5 – 10%

Μια πρόχειρη κατηγοριοποίηση των ρύπων που εκπέμπονται καθημερινά στο περιβάλλον, με σκοπό την ευχερέστερη αξιολόγηση του συνολικού προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είναι η ακόλουθη:


- Μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα ( $CO$ ,  $CO_2$ ).

- Οξείδια του θείου ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ) και ενώσεις που περιέχουν θείο ( $\text{OCS}$ ,  $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ , κτλ.).
- Οξείδια του αζώτου ( $\text{N}_2\text{O} \div \text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) και  $\text{NH}_3$ .
- Οργανικές ενώσεις που περιέχουν άνθρακα ( $\text{CH}_4$ , υδρογονάνθρακες και γενικότερα πτητικές οργανικές ενώσεις, VOCs).
- Σωματιδιακή ύλη.

Οι ρύποι αυτοί χαρακτηρίζονται ως πρωτογενείς υπό την έννοια ότι έτσι ακριβώς εκπέμπονται από τις πηγές. Αργότερα θα δούμε ότι υπάρχει και μια άλλη μεγάλη οικογένεια ρύπων, η οποία προκύπτει από διάφορες χημικές μεταβολές των πρωτογενών κατά την αλληλεπίδραση μεταξύ τους και με άλλες οντότητες της ατμόσφαιρας. Τους ονομάζουμε δευτερογενείς ρύπους και ένας χαρακτηριστικός τους αντιπρόσωπος είναι  $\text{O}_3$  της τροπόσφαιρας [2] [6] [15].

## 1.2.2 Μια πρώτη προσέγγιση του προβλήματος

### 1.2.2.1 Επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία



Το ερώτημα που τίθεται τώρα είναι αν γνωρίζουμε επαρκώς τις βλαβερές επιδράσεις των διαφόρων ρύπων στην ανθρώπινη υγεία, αλλά γενικότερα στην εξέλιξη της ζωής στον πλανήτη. Η αλήθεια είναι κάπου στη μέση: Γνωρίζουμε αρκετά και κυρίως για ενώσεις που υφίστανται επί χρόνια. Η τεχνολογία όμως εξελίσσεται αλματωδώς αναπτύσσοντας συνεχώς νέα υλικά και ουσίες των οποίων οι επιδράσεις (κυρίως οι μακροπρόθεσμες) μας είναι άγνωστες. Ευτυχώς και οι ιατρικές μας γνώσεις για τις βλαβερές επιδράσεις των διαφόρων ρύπων εμπλουτίζονται συνεχώς και η ίδια η εξέλιξη της τεχνολογίας επιτρέπει ποιο άμεση και συστηματική παρακολούθηση. Η εικόνα που όμως τελικά αποκτιέται είναι ότι αυτό το ξέφρενο ξέσπασμα της τεχνολογίας κλείνει την πλάστιγγα προς την αρνητική κατεύθυνση, τουλάχιστον προς το παρόν, όσον αφορά το θέμα της μόλυνσης του περιβάλλοντος.

Στη σημερινή εποχή η ατμοσφαιρική ρύπανση αναγνωρίζεται σαν ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, με αποτέλεσμα η Ευρωπαϊκή Ένωση και όλες οι αναπτυγμένες χώρες να έχουν θεσμοθετήσει σχετική υποχρεωτική νομοθεσία που να εξασφαλίζει ένα αποδεκτό επίπεδο ποιότητας περιβάλλοντος. Λεπτομερείς επιστημονικές μελέτες έχουν αποδείξει τις σοβαρές επιβλαβείς επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων στην ανθρώπινη υγεία και επίσης επίπεδα ρύπων που μέχρι τώρα θεωρούνταν ασφαλή δεν κρίνονται πλέον ικανοποιητικά και υπάρχει συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα για μείωσή τους. Για παράδειγμα για τα αιωρούμενα μικροσωματίδια διαμέτρου  $10\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) από 1η Ιανουαρίου 2005 η ΕΕ έχει επιβάλλει ως όριο τα  $50\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) κατά τη διάρκεια ενός

24ώρου με ανώτατο όριο 35 υπερβάσεων ετησίως. Όμως επειδή το παραπάνω όριο δεν κρίνεται αρκετά ασφαλές για την ανθρώπινη υγεία, από 1ης Ιανουαρίου 2010 το όριο επιβάλλεται να είναι 20 $\mu\text{m}$  (PM10) το 24ωρο με καμία επιτρεπόμενη υπέρβαση κατά τη διάρκεια του έτους.

Ο πιο σημαντικός λόγος για τη συνεχή μείωση των ορίων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι οι σοβαρές επιπτώσεις τους στην υγεία των παιδιών καθώς και ευπαθών ομάδων πληθυσμού όπως καρδιοπαθείς και άνθρωποι με αναπνευστικά προβλήματα.

Τα παιδιά είναι πιο ευάλωτα από τους ενήλικες και εκτίθενται σε υψηλότερα επίπεδα ατμοσφαιρικών ρύπων εξαιτίας του μεγαλύτερου ρυθμού αναπνοής τους και του μικρότερου βάρους τους. Επίσης τα παιδιά περνούν περισσότερο χρόνο έξω και υπόκεινται σε υψηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας στο σπίτι ή στο σχολείο.

Πιο συγκεκριμένα, ο μόλυβδος επηρεάζει σοβαρά το νευρικό σύστημα (neurotoxic) και είναι ιδιαίτερα επιβλαβής κατά τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης του παιδιού. Το μονοξείδιο του άνθρακα που μεταφέρεται με την αναπνοή στους πνεύμονες και στη συνέχεια στο αίμα, παρεμβάλει και επηρεάζει σοβαρά την ομαλή μεταφορά του οξυγόνου στο αίμα (formation of carboxyhemoglobin). Ο καθηγητής του Πανεπιστημίου Harvard κ. Τριχόπουλος συνέδεσε την ανάπτυξη λευχαιμίας σε παιδιά με υψηλή συγκέντρωση των αιωρούμενων μικροσωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

Άλλοι ρύποι όπως το όζον, το διοξείδιο του θείου, τα μικροσωματίδια και τα οξείδια του αζώτου οδηγούν σε αναπνευστικά προβλήματα στα παιδιά και στους ενήλικες, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης κρουσμάτων άσματος, προβλήματα στο ανώτερο αναπνευστικό σύστημα, δυσλειτουργία των πνευμόνων και αλλεργίες διαφόρων τύπων. Οι αλλεργίες συμπεριλαμβάνονται στις άμεσες επιπτώσεις της ρύπανσης και χαρακτηρίζονται από ήπιες μορφές όπως ενοχλήσεις στα μάτια (τσούξιμο, κοκκίνισμα κτλ.), ρινίτιδα, ενοχλήσεις στο λαιμό, πονοκεφάλους, ζαλάδες και κόπωση. Στη συνέχεια οι αλλεργίες μπορούν να εξελιχθούν σε πιο σοβαρές μορφές που απαιτούν άμεση ιατρική περίθαλψη. Στους ενήλικες η ατμοσφαιρική ρύπανση συνδέεται με αναπνευστικά και καρδιοαγγειακά επεισόδια που απαιτούν νοσοκομειακή περίθαλψη και μπορεί να οδηγήσουν σε θνησιμότητα ή σε καρκίνο του πνεύμονα.

Παιδιά που ήδη πάσχουν από άσθμα και ζουν σε περιοχές με αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση (ειδικά από οξείδια του αζώτου, όξινους ατμούς και μικροσωματίδια) παρουσιάζουν μεγαλύτερη πιθανότητα ανάπτυξης συμπτωμάτων βρογχίτιδας.

Έρευνες απέδειξαν ότι η λειτουργία των πνευμόνων βελτιώθηκε σε παιδιά που απομακρύνθηκαν από περιοχές με υψηλή σωματιδιακή ατμοσφαιρική ρύπανση σε σχέση με αυτά που παρέμειναν.

Σε νεογέννητα βρέφη, οι αναπτυσσόμενοι πνεύμονες εκτίθενται σε υψηλό κίνδυνο βλάβης μετά από έκθεση σε περιβαλλοντικές τοξικές ουσίες.

Ασφαλώς όταν τα επίπεδα των ατμοσφαιρικών ρύπων στους εξωτερικούς χώρους είναι υψηλά, η ποιότητα αέρα στους εσωτερικούς χώρους (σπίτια, σχολεία, νοσοκομεία κτλ.) είναι

ιδιαίτερα επιβαρυνμένη με σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τις νομοθεσίες που έχει θεσμοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση.

Επομένως, σε περιοχές όπου υπάρχει κακή ποιότητα αέρα για μεγάλες χρονικές περιόδους, οι αρμόδιοι φορείς και όργανα θα πρέπει να λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα για τη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων και να επιβάλουν την εφαρμογή των ορίων που είναι θεσπισμένα από τη σχετική νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ώστε να εξασφαλιστεί η ασφαλής, ομαλή και υγιής ανάπτυξη των παιδιών. [2] [3] Επίσης, οι κοινωνίες θα έπρεπε να ενημερώνονται, να ευαισθητοποιούνται και να κινητοποιούνται με σκοπό την προστασία της υγείας των παιδιών. Τέλος οι αρμόδιες Υπηρεσίες (ποιες τελικά ;) πληροφόρησης για την ποιότητα του αέρα πρέπει να συνεργάζονται με τα σχολεία, ώστε τις ημέρες που τα όρια των ρύπων είναι υψηλά να ενημερώνονται τα σχολεία και έτσι να αποφεύγεται η εντατική υπαίθρια φυσική άσκηση και η παρατεταμένη έκθεση.

Απαιτούνται συστηματικές επιδημιολογικές μελέτες σε βάθος χρόνου για τον ακριβή εντοπισμό και καταγραφή του προβλήματος της επίδρασης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε παιδιά και η εξασφάλιση ενός καθαρού περιβάλλοντος για την ομαλή και υγιή ανάπτυξη των παιδιών.

### 1.2.2.2 **Επιδράσεις στην πανίδα**



Εάν αναλογιστούμε ότι όλοι οι συνηθισμένοι ρύποι έχουν αρνητικά αποτελέσματα στην ευημερία και στη ζωή του ανθρώπου, είναι απλό να υποθέσουμε ότι θα έχουν παρόμοια επίδραση και στα ζώα που έχουν παραπλήσια φυσιολογία με τον άνθρωπο. Αν και δεν υπάρχει αφθονία δεδομένων για την επιβεβαίωση των επιδράσεων από το διοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου, το μονοξείδιο του άνθρακα και τους σωματιδιακούς ρύπους στη ζωή ειδικά των κατοικίδιων ζώων, πρέπει να δεχτούμε αξιωματικά ότι τα ζώα που ζουν σε πυκνοκατοικημένες περιοχές έχουν πιο σύντομη ζωή από αυτά που ζουν μακριά από βιομηχανικές και πυκνοκατοικημένες περιοχές της Γης. Μιας και ο άνθρωπος ενδιαφέρεται κυρίως μόνο για την δική του καλοπέραση, υπάρχει σχετική έλλειψη βιβλιογραφίας με το θέμα, που να επιβεβαιώνει τις βλαβερές επιδράσεις της μόλυνσης στα ζώα. Η ελάττωση του πληθυσμού ή ακόμα και αυτή η πλήρης εξαφάνιση διαφόρων άγριων ζώων και πουλιών, συνδέονται πολλές φορές με το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Ίσως η πιο επιβλαβής δραστηριότητα του ανθρώπου που σχετίζεται άμεσα με την επιβίωση των ζώων είναι η αδιάκριτη χρήση θανατηφόρων εντομοκτόνων. Και αν ακόμη οι αέριοι ρύποι δεν απορροφηθούν άμεσα από τον δέκτη, εισέρχονται στον οργανισμό διαμέσου της τροφικής αλυσίδας εφόσον αυτοί θα επικαθίσουν στην βλάστηση ή θα

απορροφηθούν από αυτήν.[1] [13] Η ατμοσφαιρική ρύπανση μολύνει ακόμη και τους υδάτινους ορίζοντες και μάλιστα σε πολύ μεγάλες αποστάσεις από τις πηγές της.

### 1.2.2.3 Επιδράσεις στην χλωρίδα



Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα στοιχεία έρχονται να αποδείξουν ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει και τη βλάστηση, τουλάχιστον στην ίδια έκταση που επηρεάζει τη ζωή των ανθρώπων και των ζώων. Η ατμοσφαιρική ρύπανση επιδρά στα φυτά με δυο τρόπους: Άμεσα, υπό την επίδραση κάποιου σοβαρού επεισοδίου ρύπανσης, ή μακροπρόθεσμα εξαιτίας μακρόχρονης έκθεσης της χλωρίδας σε αυξημένα επίπεδα ρύπων. Η σταδιακή αλλαγή των κλιματολογικών παραγόντων λόγω ατμοσφαιρικής ρύπανσης επιφέρει επίσης τις δικές της επιδράσεις: Μετατόπιση των εύκρατων ζωνών, δημιουργία παρατεταμένης ξηρασίας ή έντονων καταστροφικών βροχοπτώσεων, τυφώνων κτλ. [4] [13]

Τα φυτά επηρεάζονται τόσο από πρωτογενείς (όπως αυτοί εκπέμπονται από την πηγή) ρύπους, όσο και από δευτερογενείς (προκύπτουν από διάφορες χημικές μεταβολές των πρωτογενών) ρύπους (Πίνακας 1). Βασικοί πρωτογενείς ρύποι που σχετίζονται με σοβαρές επιδράσεις στην χλωρίδα είναι το διοξείδιο του θείου ( $SO_2$ ) και το υδρόθειο (HF). Οι κυριότεροι δευτερογενείς ρύποι είναι το όζον ( $O_3$ ) και το νιτρικό υπεροξείδιο του αζώτου,  $CH_3COO_2NO_2$  (PAN).

**Πίνακας 1:** Κύριες πηγές βλαβερών για την χλωρίδα ρύπων

ΡΥΠΟΣ	ΠΗΓΗ (ΥΠΕΧΩΛΕ)				
	Αυτοκίνητο	Βιομηχανία	Παρ. Ηλεκτρικής Ενέργειας	Οικιακή Θέρμανση	Διαχείριση Σκουπιδιών
$SO_2$	1	9	12	3	1
H/C → $O_3$ , PAN	12	4	1	1	1
$NO_x$ → $O_3$ , PAN	6	2	3	1	1
HF, SiF <sub>4</sub>	-	1	-	-	-
Άλλα	2	8	4	2	2
Σύνολο	21	24	20	7	5
%	28	30	26	9	7

Η κατάσταση που προκαλείται από το διοξείδιο του θείου στα φυτά ή δέντρα, μπορεί να είναι άμεση ή χρόνια. Άμεση καταστροφή συμβαίνει όταν ο ρύπος απορροφάται από το φυτό με γρήγορο ρυθμό και χρόνια όταν το φυτό μένει εκτεθειμένο για μεγάλο διάστημα σε χαμηλά επίπεδα του ρύπου. Η βλάστηση επηρεάζεται όταν τα επίπεδα του διοξειδίου του θείου υπερβούν τα 0,5 ppm. Συχνά η βλάστηση καταστρέφεται ολοσχερώς σε περιοχές όπου λειτουργούν μονάδες φρύξης ορυκτών, όπου οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του θείου

είναι υψηλή. Στην πραγματικότητα, στη γειτονιά τέτοιων μονάδων υπάρχουν ελάχιστα, αν όχι καθόλου, φυτά. Η ύπαρξη SO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα συνδέεται άμεσα και με το φαινόμενο της όξινης βροχής που είναι αιτία μαζικών καταστροφών της βλάστησης, κυρίως των δασών.

Το φθόριο, το οποίο προέρχεται από διάφορες πηγές, αλλά κυρίως από την Παρασκευή φθοριούχων λιπασμάτων και την βιομηχανία αλουμινίου, έχει προσθετικό τύπου καταστρεπτικά αποτελέσματα στα φυτά. Το φθόριο στην ατμόσφαιρα βρίσκεται συνήθως με τη μορφή υδροφθορίου (HF) ή τετραφθοριούχου πυριτίου (SiF<sub>4</sub>) και αυτό απορροφάται αμέσως από τα φύλλα του φυτού προκαλώντας το νέκρωμα των ιστών των φύλλων. Το πρόβλημα με το φθόριο είναι ότι ακόμα και συγκεντρώσεις πολύ μικρότερες των 0,5 ppm μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες [9] [10].

Το όζον της τροπόσφαιρας είναι ένας τυπικός δευτερογενείς ρύπος. Η κύρια αιτία υψηλών συγκεντρώσεων σε όζον στην κατώτερη ατμόσφαιρα σχετίζεται τη φωτοχημική αντίδραση των οξειδίων του αζώτου και των υδρογονανθράκων που εκπέμπονται από τα αυτοκίνητα και τις βιομηχανίες. Ο βαθμός σχηματισμού του εξαρτάται από τον τύπο και τη συγκέντρωση του υδρογονάνθρακα στην ατμόσφαιρα καθώς επίσης από τη συγκέντρωση του οξειδίου του αζώτου και το χρόνο έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία. Το όζον πλήττει τα φυτά τόσο έντονα όσο και το διοξείδιο του θείου. Τα κωνοφόρα δέντρα είναι ιδιαίτερα επιρρεπή στις επιδράσεις του όζοντος, εφόσον συγκεντρώσεις ακόμα και κάτω από 0,5 ppm προκαλούν αλλοιώσεις.

Ο άλλος δευτερογενείς ρύπος, το νιτρικό υπεροξείδιο του αζώτου (PAN), είναι ένα μέλος μιας σειράς ενώσεων οι οποίες παράγονται αρχικά από αντιδράσεις μη κορεσμένων υδρογονανθράκων με οξείδια του αζώτου παρουσία φωτός. Όπως συμβαίνει και με το όζον, ο χρόνος έκθεσης στην πηγή ακτινοβολίας ελέγχει την ποσότητα του PAN που θα παραχθεί. Φυσικές πηγές υδρογονανθράκων, όπως τα τερπένια που εκπέμπονται από κωνοφόρα δέντρα, όταν βρίσκονται σε γειτονικές περιοχές με πηγές οξειδίων του αζώτου (αστικές περιοχές) μπορούν να παράγουν PAN. Συγκεντρώσεις PAN 0,2 ppm και ο χρόνος έκθεσης μερικών ωρών είναι ικανοί παράγοντες για πρόκληση έντονης ζημιάς στη βλάστηση.

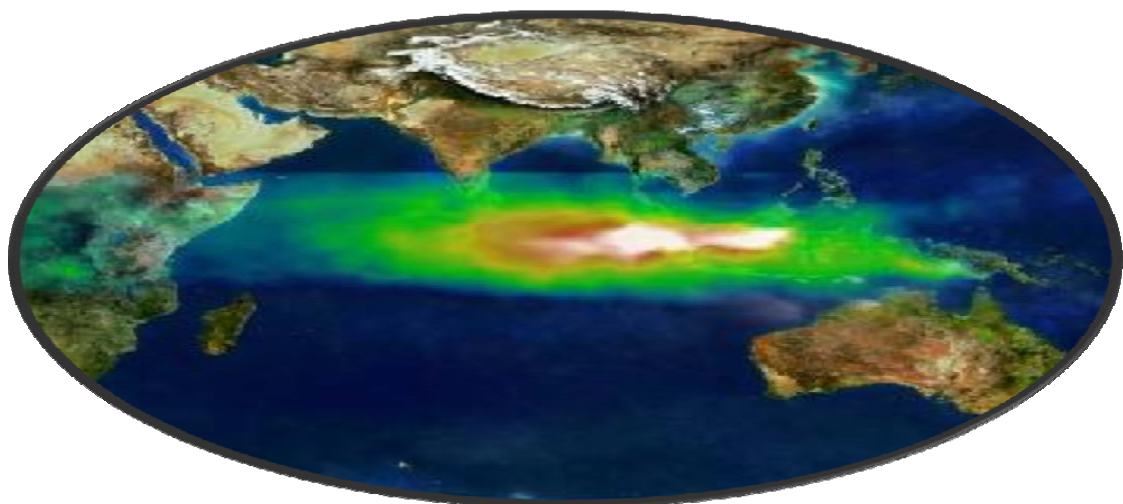
Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δεν πρέπει να το βλέπουμε μόνο κοντά στις πηγές και ξεκομμένο από μετεωρολογικά φαινόμενα τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στην εξάπλωση ή την επικίνδυνη υπερσυγκέντρωση των ρύπων. Είναι γνωστές οι καταστροφές δασών που προκλήθηκαν από όξινη βροχή, πολύ μακριά από την πηγή των ρύπων.

#### 1.2.2.4 Μετεωρολογικές επιδράσεις



Ίσως ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα θέματα που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η επίδραση της στις κλιματολογικές συνθήκες. Μακρόχρονες προσεκτικές παρατηρήσεις αποδεικνύουν το γεγονός τέτοιων εκτεταμένων μετεωρολογικών επιδράσεων. Η βροχή, το χαλάζι και το χιόνι είναι αποτέλεσμα υγροποίησης και κρυστάλλωσης υδρατμών πάνω σε πυρήνες μικροσωματιδιακής ύλης. Αυξανόμενης λοιπόν της μόλυνσης του αέρα από σωματιδιακούς ρύπους, κυρίως στις αστικές περιοχές, προκαλεί σημαντική αύξηση των βροχοπτώσεων στις περιοχές αυτές. Έχει αποδειχθεί ότι υπερβολική επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με σωματιδιακή ύλη μπορεί να προκαλέσει και τα ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα. Φαινόμενα, δηλαδή, λειψυδρίας. Πυκνές ομίχλες αλλά και βίαιες καταιγίδες καθώς και θύελλες είναι άμεσα συνδεδεμένες σε πολλές περιοχές με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Σε αστικές περιοχές μια παρατηρούμενη σημαντική επαύξηση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας (μέχρι και 5 βαθμούς!) έχει αποδοθεί στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Το νέφος των ρύπων δρα σαν "κουβέρτα" πάνω από μια πόλη. Παράλληλα έχουμε και μια σοβαρή μείωση της ηλιοφάνειας σε αυτές τις περιοχές [1] [15] [16].

Ένα από τα ποιο εκτεταμένα προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, σε επίπεδο πλανήτη, που σχετίζεται με την τροποποίηση του παγκόσμιου κλίματος είναι και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο αυτό ενδέχεται να αποτελέσει μελλοντικά ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα της ανθρωπότητας και γενικότερα της διατήρησης της ζωής πάνω σ' αυτόν τον πλανήτη, αν δεν ληφθούν απαραίτητα μέτρα.



*Εικόνα: Ατμοσφαιρική ρύπανση ορατή από το διάστημα. Αιθαλομίχλη πάνω από την Ινδονησία, που οφείλεται σε πρόσφατες πυρκαγιές, όπως φωτογραφήθηκε από τον δορυφόρο NOAA.*

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## Ρυπογόνοι Παράγοντες

### 2.1 Πρωτογενείς και δευτερογενείς ρύποι



Ένα αξιοσημείωτο ποσοστό των υλικών που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα σε σημαντικές ποσότητες είναι απλά σχετικώς μόρια: π.χ. μονοξείδιο του άνθρακα (CO), διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), οξείδια του αζώτου (NO, NO<sub>2</sub> και N<sub>2</sub>O), υδρόθειο (H<sub>2</sub>S), αμμωνία (NH<sub>3</sub>), υδροχλώριο (HCl), υδροφθόριο (HF) κτλ, καθώς και διάφοροι διαλύτες και υδρογονάνθρακες που εξατμίζονται λόγω πτητικότητας, όπως αλκάνια, αλκένια και αρωματικοί υδρογονάνθρακες με σχετικά

απλή δομή.

Επιπροσθέτως με αυτά τα υλικά, η ατμόσφαιρα δέχεται και άλλες εκπομπές, κυρίως από την βιομηχανία, που περιλαμβάνουν πιο πολύπλοκα μόρια πολυαρωματικών υδρογονανθράκων και διοξινών τα οποία μάλιστα συχνά αναφέρονται ως τοξικά αέρια. Ουσίες σαν αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω και οι οποίες εκπέμπονται κατευθείαν από την πηγή θα τις ονομάζομαι πρωτογενείς ρύπους.

Πρέπει να τονιστεί ότι το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δεν είναι αποτέλεσμα αποκλειστικά και μόνο αυτών των πρωτογενών ρύπων. Στην ατμόσφαιρα να συμβαίνουν διάφορες χημικές αντιδράσεις, τόσο μεταξύ των ρύπων όσο και μεταξύ των ρύπων με μόρια που απαρτίζουν την καθαρή ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα θα πρέπει να θεωρηθεί ως ένας τεράστιος αντιδραστήρας μέσα στον οποίο λαμβάνουν χώρα διάφορες χημικές μεταβολές στα μόρια των ρύπων, δια μέσου φωτοχημικών, ομογενών αλλά και ετερογενών (κατόπιν συμμετοχής και της σωματιδιακής ύλης) αντιδράσεων. Έτσι έχουμε την παραγωγή νέων οντοτήτων που ονομάζονται δευτερογενείς ρύποι. [1] [6] [16] Οι δευτερογενείς ρύποι είναι υπεύθυνοι κατά κύριο λόγο για τα φαινόμενα του φωτοχημικού νέφους, της μειωμένης ορατότητας, του ερεθισμού των ματιών και του αναπνευστικού, αλλά και για μια σειρά καταστροφών στην χλωρίδα, την πανίδα και τα υλικά. Εάν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε την χημική διαδικασία μέσω της οποίας παράγεται ένας δευτερογενής ρύπος, ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος για να τον ελέγξουμε, είναι να παρέμβουμε ελέγχοντας την δημιουργία του πρωτογενούς ρύπου από τον οποίο προέρχεται.



## 2.2 Κύριοι ατμοσφαιρικοί ρύποι (πηγές, επιδράσεις)

### Οζον (O<sub>3</sub>):

Είναι άχρωμο αέριο και αποτελεί το κύριο συστατικό του φωτοχημικού νέφους, κοντά στην επιφάνεια της Γης. Στην ανώτερη ατμόσφαιρα (στρατόσφαιρα), ωστόσο, το όζον έχει ευεργετικό ρόλο, προστατεύοντάς μας από τις βλαβερές ακτίνες του Ήλιου.

### **Πηγές:**

Το όζον σχηματίζεται στη κατώτερη ατμόσφαιρα, ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων μεταξύ οξυγόνου, πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) και οξειδίων του αζώτου, με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας, κυρίως, όταν έχουμε καλό, ζεστό καιρό. Πηγές αυτών των βλαβερών ρύπων είναι τα οχήματα, τα εργοστάσια, οι χωματερές, τα χημικά διαλυτικά και πολλές άλλες μικρές πηγές, όπως πρατήρια καυσίμων, αγροτικός εξοπλισμός, κ.λπ.

### **Επιδράσεις:**

Το όζον, σε μεγάλες συγκεντρώσεις, προκαλεί σημαντικά προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, όπου ζούμε. Προκαλεί ερεθισμό στην αναπνευστική οδό, διαταραχή της αναπνευστικής λειτουργίας, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό, πόνο στο στήθος, βήχα, άσθμα, φλεγμονή στους πνεύμονες και πιθανή επιδεκτικότητα σε μολύνσεις του αναπνευστικού. Το όζον είναι, επίσης, ο ρύπος με τις δυσμενέστερες επιδράσεις στα φυτά, γιατί μειώνει την παραγωγή στις αγροτικές καλλιέργειες και προκαλεί ζημιά στη δασική βλάστηση.

### Μονοξείδιο του άνθρακα (CO):

Είναι άοσμο και άχρωμο αέριο και εκπέμπεται από τις εξατμίσεις των μηχανών των αυτοκινήτων και από κάθε είδος μηχανές, όταν λαμβάνει χώρα ατελής καύση της καύσιμης ύλης.

### **Πηγές:**

Κυρίως, τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Υψηλές συγκεντρώσεις του μπορούν να βρεθούν σε κλειστά μέρη, όπως χώροι στάθμευσης (γκαράζ), ελλιπώς αεριζόμενες υπόγειες διαβάσεις, ή κατά μήκος των δρόμων, σε περιόδους κυκλοφοριακής αιχμής.

### **Επιδράσεις:**

Μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο, σε βασικούς ιστούς του οργανισμού, επιδρώντας κυρίως στο καρδιαγγειακό και νευρικό σύστημα. Χαμηλές συγκεντρώσεις του επηρεάζουν, δυσμενώς, άτομα με καρδιακά προβλήματα και μειώνουν

τις σωματικές επιδόσεις νεαρών και υγιών ατόμων. Υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλούν συμπτώματα όπως ζαλάδα, πονοκέφαλο, και κόπωση.

### **Διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>):**

Είναι αέριο, με καφέ χρώμα και ιδιάζουσα οσμή. Σε υψηλές συγκεντρώσεις, είναι υπεύθυνο για την άσχημη καφέ όψη του ουρανού των πόλεων.

#### **Πηγές:**

Η χρήση καυσίμων, κυρίως σε αυτοκίνητα και φορτηγά αλλά και σε βιομηχανικούς καυστήρες ή σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, παράγει μονοξείδιο του αζώτου (NO). Αυτό, με διάφορες χημικές αντιδράσεις, που ενισχύονται με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας, μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου.

#### **Επιδράσεις:**

Το διοξείδιο του αζώτου αποτελεί τον κύριο ρύπο του νέφους και της όξινης βροχής. Σε υψηλές συγκεντρώσεις, βλάπτει ανθρώπους και βλάστηση. Στα παιδιά, μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικές ασθένειες. Στους ασθματικούς, προκαλεί δυσκολία στην αναπνοή.

### **Σωματίδια:**

Είναι υλικά σε στερεή ή υγρή μορφή, που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα, για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

#### **Πηγές:**

Βιομηχανικές δραστηριότητες, παραγωγή τσιμέντου, γύψου, χυτήρια μεταλλεύματος, αυτοκίνητα, πυρκαγιές, σκόνη από απογυμνωμένο έδαφος, αγροτικές δραστηριότητες, κατασκευές.

#### **Επιδράσεις:**

Τα μικροσκοπικά αυτά σωματίδια επηρεάζουν την αναπνοή, προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό και στους πνεύμονες ακόμα και πρόωρο θάνατο. Ομάδα υψηλού κινδύνου αποτελούν οι ηλικιωμένοι, τα παιδιά και τα άτομα που πάσχουν από άσθμα. Προκαλούν επίσης φθορές στις βαφές, στα εδάφη, στα υφάσματα, και μειώνουν την ορατότητα. Οι επιδράσεις τους, γενικά, εξαρτώνται τόσο από το μέγεθός τους (όσο μικρότερα είναι τόσο πιο επικίνδυνα) αλλά και από τη χημική τους σύσταση.

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

Είναι αέριο άχρωμο, άοσμο και βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Έχει, όμως, έντονη ερεθιστική μυρωδιά, όταν βρίσκεται σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις.

### **Πηγές:**

Εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, βιομηχανίες, κεντρικές θερμάνσεις, διυλιστήρια πετρελαίου, χημικές βιομηχανίες, χαρτοβιομηχανίες.

### **Επιδράσεις:**

Αποτελεί βασικό ρύπο του νέφους, επηρεάζει άτομα με αναπνευστικά προβλήματα και προκαλεί αλλοιώσεις σε βλάστηση και μέταλλα. Μειώνει την ορατότητα και αυξάνει την οξύτητα των λιμνών και των ποταμών.

### **Μόλυβδος (Pb):**

Ο μόλυβδος και οι ενώσεις του μπορούν να επηρεάσουν, δυσμενώς, την ανθρώπινη υγεία, είτε μέσω της κατάποσής τους, μέσω του μολύβδου που περιέχεται στο έδαφος, στη σκόνη, στις βαφές κ.λπ., είτε με απευθείας εισπνοή. Αυτό είναι πολύ επικίνδυνο, ιδίως για τα μικρά παιδιά, που η συνήθειά τους να βάζουν τα χέρια στο στόμα τους συντελεί σε μεγαλύτερη λήψη δόσης μολύβδου, από το έδαφος και τη σκόνη.

### **Πηγές:**

Μεταφορές, πηγές που κάνουν χρήση καυσίμων με μόλυβδο, χρήση γαιανθράκων, βαριές βιομηχανίες, χυτήρια, εργοστάσια μπαταριών, καύση απορριμμάτων.

### **Επιδράσεις:**

Πρόσληψη υψηλών ποσοτήτων μολύβδου μπορεί να επηρεάσει, δυσμενώς, την πνευματική ανάπτυξη και δραστηριότητα, τη λειτουργία των νεφρών, και τη χημεία του αίματος. Τα νεαρά άτομα διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο, εξαιτίας της μεγαλύτερης ευαισθησίας των νεανικών ιστών και οργάνων στο μόλυβδο.

### **Τοξικοί αέριοι ρύποι:**

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν ρύποι όπως το αρσενικό, ο αμίαντος, και το βενζόλιο.

### **Πηγές:**

Χημικές βιομηχανίες, βιομηχανικές δραστηριότητες, εκπομπές από τα καύσιμα και τις μηχανές των οχημάτων, και οικοδομικά υλικά.

### **Επιδράσεις:**

Προκαλούν καρκίνο, αναπνευστικά προβλήματα, γενετικές ανωμαλίες, στειρώση και άλλα σοβαρά προβλήματα υγείας. Μερικά μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και το θάνατο ή σοβαρές κακώσεις, αν, από ατύχημα, απελευθερωθούν στο περιβάλλον, σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

## **Ρύποι υπεύθυνοι για τη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος:**

Είναι χημικά, όπως οι χλωροφθοριομένοι υδρογονάνθρακες (CFCs), halons, ο τετραχλωριούχος άνθρακας, το μεθυλικό χλωροφόρμιο, που χρησιμοποιούνται ως ψυκτικές ουσίες και σε διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες. Αυτές οι ενώσεις αιωρούνται στον αέρα, για μεγάλο χρονικό διάστημα και σιγά-σιγά συγκεντρώνονται στην ανώτερη ατμόσφαιρα, όπου καταστρέφουν τον προστατευτικό μανδύα του όζοντος, ο οποίος εμποδίζει τη βλαβερή υπεριώδη (UV) ακτινοβολία να φθάσει στην επιφάνεια της Γης.

### **Πηγές:**

Βιομηχανική και οικιακή ψύξη, καθαριστήρια, συσκευές κλιματισμού στο σπίτι και το αυτοκίνητο, μερικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατάσβεση πυρκαγιών, και προϊόντα από αφρώδες πλαστικό.

### **Επιδράσεις:**

Αυξημένη έκθεση στην UV ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος, καταρράκτη στους οφθαλμούς, εξασθένηση του ανθρώπινου ανοσοποιητικού συστήματος και άλλες δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις.

## **Αέρια θερμοκηπίου:**

Είναι αέρια που συγκεντρώνονται στην ατμόσφαιρα και μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στις παγκόσμιες κλιματολογικές συνθήκες, ή όπως αλλιώς λέγεται το "φαινόμενο του θερμοκηπίου". Η Γη δέχεται συνολικά ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου  $1366 \text{ W/m}^2$ , στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα Γης-ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα. Περίπου το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της Γης. Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται, κατά 16% από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς.

Λόγω της θερμοκρασίας της, η Γη εκπέμπει επίσης θερμική ακτινοβολία (κατά τρόπο ανάλογο με τον Ήλιο), η οποία αντιστοιχεί σε μεγάλα μήκη κύματος, σε αντίθεση με την αντίστοιχη ηλιακή ακτινοβολία, που είναι μικρού μήκους κύματος. Η ατμόσφαιρα της Γης διαθέτει μεγάλη αδιαφάνεια στην, μεγάλου μήκους κύματος, γήινη ακτινοβολία, έχει δηλαδή την ικανότητα να απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της, ποσοστό περίπου 71%. Η ίδια η ατμόσφαιρα επανεκπέμπει θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, μέρος της οποίας απορροφάται από την επιφάνεια της Γης, η οποία θερμαίνεται ακόμη περισσότερο. Η γήινη ατμόσφαιρα συμπεριφέρεται, με τον τρόπο αυτό, ως μία δεύτερη - μαζί με τον Ήλιο - πηγή θερμότητας.

Αποτέλεσμα του συνολικού φαινομένου είναι η αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας, γεγονός που καθιστά τη Γη κατοικήσιμη. Χωρίς το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν σε παγκόσμια και ετήσια βάση περίπου  $-18^{\circ}$  βαθμοί Κελσίου.

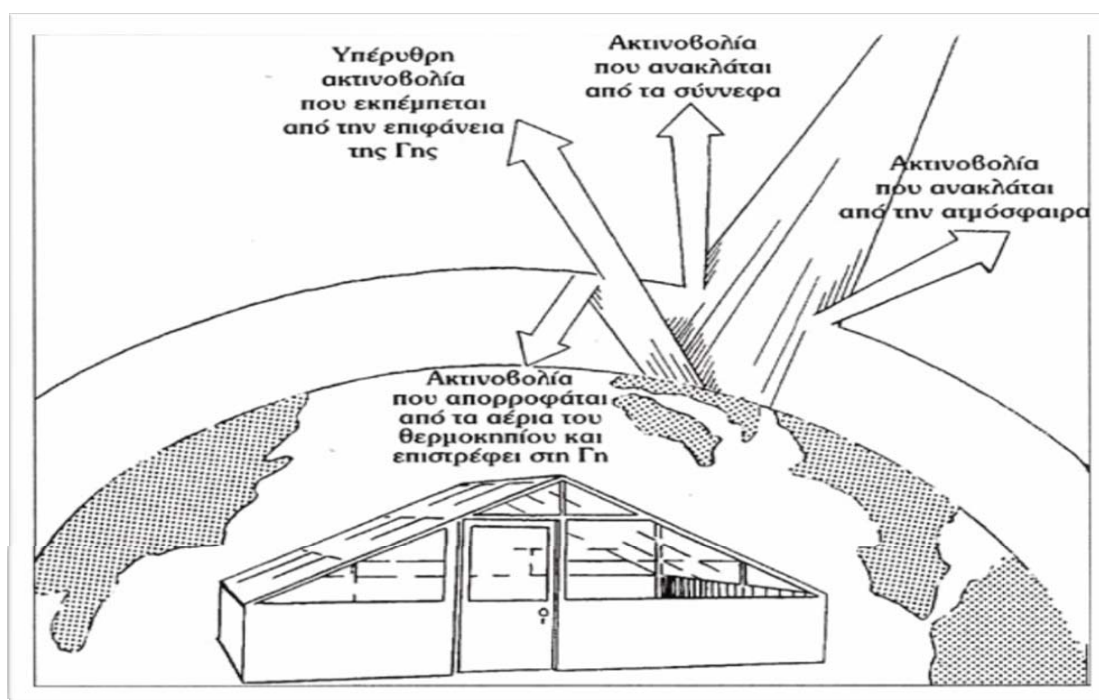
Ο μηχανισμός του φαινομένου ταυτίζεται συχνά με τη λειτουργία ενός πραγματικού θερμοκηπίου, ωστόσο η ταύτιση αυτή αποτελεί υπεραπλούστευση, καθώς τα θερμοκήπια στηρίζονται στην "απομόνωση" της θερμότητας και την εξάλειψη φαινομένων μεταφοράς της. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και τα οξείδια του αζώτου.

### Πηγές:

Η κύρια ανθρωπογενής πηγή των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα είναι η κατανάλωση των καυσίμων, για την παραγωγή ενέργειας και τις μεταφορές. Το μεθάνιο προέρχεται από τις χωματερές, τα μηρυκαστικά ζώα, τα ανθρακωρυχεία, τους ορυζώνες. Τα οξείδια του αζώτου προέρχονται, από βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως η παραγωγή του νάιλον.

### Επιδράσεις:

Η έκταση των επιδράσεων των κλιματολογικών αλλαγών, στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον, δεν είναι πλήρως γνωστή. Ωστόσο, μερικές συνέπειες, οι οποίες αρχίζουν να διαφαίνονται είναι: αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, αύξηση της συχνότητας και της σφοδρότητας των καταιγίδων και άλλων ακραίων καιρικών φαινομένων, λιώσιμο των πολικών πάγων, αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας.



## 2.3 Μέτρα πολιτείας (παρακολούθηση & έλεγχοι)

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις και τα μέτρα που λήφθηκαν , κατά τη διάρκεια των 20 περίπου χρόνων, που λειτουργούν οι Υπηρεσίες Περιβάλλοντος, είναι:

### **Βιομηχανία**

- Τροποποιήθηκαν οι άδειες λειτουργίας 120 περίπου βιομηχανιών της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας, ώστε να λειτουργούν με βάση τους νέους περιβαλλοντικούς όρους.
- Ελέγχονται οι μεγάλες βιομηχανίες με κινητό εργαστήριο μέτρησης αερίων βιομηχανικών εγκαταστάσεων.
- Νομοθετήθηκε η υποχρέωση υποβολής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων για ίδρυση, επέκταση, εκσυγχρονισμό και ανανέωση άδειας λειτουργίας βιομηχανιών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων.
- Παρέχονται οικονομικά κίνητρα, στη βιομηχανία, για έργα αντιρρύπανσης.
- Επιβλήθηκε η χρήση μαζούτ με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο (0,7%), στην περιοχή Αττικής.
- Νομοθετήθηκαν όροι λειτουργίας και επιτρεπόμενων ορίων εκπομπής, για βιομηχανικούς λέβητες.
- Διενεργούνται έλεγχοι στη βιομηχανία.

### **Κεντρική θέρμανση και άλλες εγκαταστάσεις καύσης**

- Νομοθετήθηκαν οι όροι λειτουργίας και τα όρια εκπομπών, για τις σταθερές εστίες καύσης, για τη θέρμανση κτιρίων και νερού, για τη σωστή λειτουργία των λεβητοστασίων.
- Γίνονται εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του πολίτη, για τα οφέλη που προκύπτουν από τη σωστή λειτουργία των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης.
- Νομοθετήθηκαν όρια εκπομπών, για την καλή λειτουργία των αρτοποιείων και έγινε αλλαγή στο χρησιμοποιούμενο καύσιμο, από μαζούτ σε πετρέλαιο ντίζελ.

### **Βελτιστοποίηση της ποιότητας των καυσίμων**

- Με στόχο τη μείωση του μολύβδου στην ατμόσφαιρα, η περιεκτικότητα της μολυβδομένης βενζίνης έγινε 0,15 gr/lt.
- Η περιεκτικότητα σε θείο, στο μαζούτ που χρησιμοποιείται στο λεκανοπέδιο Αθηνών, μειώθηκε στο 0,7% κατά βάρος.

- Η περιεκτικότητα σε θείο, στο πετρέλαιο ντίζελ, σε ολόκληρη τη χώρα μειώθηκε στο 0,2%.
- Επιβλήθηκε η χρήση ειδικού ντίζελ, για την κίνηση των λεωφορείων.
- Έγινε διαχωρισμός του ντίζελ σε δύο τύπους, κίνησης - θέρμανσης, με σκοπό τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- Παράγεται βενζίνη, χωρίς μόλυβδο, που διατίθεται από επαρκή αριθμό πρατηρίων, σε όλη τη χώρα.
- Γίνονται έλεγχοι τήρησης των προδιαγραφών όλων των τύπων καυσίμων, με δειγματοληψίες και εργαστηριακές αναλύσεις, έτσι ώστε να καλύπτονται η διάθεση, η διακίνηση, η εμπορία και η χρήση.
- Μειώθηκε η περιεκτικότητα της βενζίνης σε βενζόλιο.

### **Αυτοκίνητα**

- Προωθήθηκαν "καθαρά" αυτοκίνητα (αντιρρυπαντικής τεχνολογίας).
- Αντικαταστάθηκαν τα πετρελαιοκίνητα ΤΑΞΙ.
- **Ελέγχονται τα οχήματα, από τα Κέντρα Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων (ΚΤΕΟ).**
- Καθιερώθηκε ο περιοδικός τεχνικός έλεγχος οδικών οχημάτων.
- Διενεργούνται έλεγχοι των εκπομπών καυσαερίων των οχημάτων, στο δρόμο.
- **Εφαρμόζεται η κάρτα ελέγχου καυσαερίων, για όλα τα οχήματα.**

### **Λειτουργία της πόλης**

- Κατασκευάζονται ανισόπεδοι κόμβοι, διαπλατώνονται οδοί.
- Καθιερώθηκαν λεωφορειόδρομοι, για τη διευκόλυνση της κυκλοφορίας των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- Επιβλήθηκαν μέτρα περιορισμού της κυκλοφορίας των οχημάτων, στο κέντρο της Αθήνας (μικρός δακτύλιος).
- Αναβαθμίστηκε το Εμπορικό Τρίγωνο της Αθήνας (πεζοδρομήσεις, απαγόρευση της κυκλοφορίας οχημάτων).
- Δρομολογήθηκαν "MINI-BUS" στο Εμπορικό κέντρο, για εξυπηρέτηση των κατοίκων και των επισκεπτών. Τα δρομολόγια των "MINI-BUS" συνδέονται με το σύνολο των αφετηριών ή στάσεων των άλλων λεωφορειακών γραμμών.
- Κατασκευάζονται χώροι στάθμευσης. Ελέγχεται η στάθμευση στο κέντρο και σε βασικούς δρόμους.
- Προχώρησε η εγκατάσταση αυτόματου συστήματος σηματοδότησης.
- Κατασκευάστηκε το ΜΕΤΡΟ και επεκτείνεται.
- Έγινε η ανανέωση του στόλου των αστικών λεωφορείων.

- Μετακινήθηκαν οι περισσότερες αφετηρίες αστικών λεωφορείων, εκτός κέντρου πόλης.
- Εφαρμόζεται κλιμακωτό ωράριο, στην έναρξη λειτουργίας των διαφόρων αστικών δραστηριοτήτων.

### ***Επεισόδια ρύπανσης***

Σε περίπτωση επεισοδίου ατμοσφαιρικής ρύπανσης και για την αντιμετώπισή του, ισχύει ένα σύστημα λήψης έκτακτων μέτρων, που, ανάλογα με το πρόβλημα, είναι δυνατόν να περιλαμβάνει:

### ***Μέτρα για τη βιομηχανία***

- Μείωση της κατανάλωσης καυσίμων των βιομηχανιών και αντίστοιχη μείωση της παραγωγής τους.
- Απαγόρευση λειτουργίας ή περιοδική διακοπή ορισμένων βιομηχανιών.

### ***Μέτρα για τα αυτοκίνητα***

- Απαγόρευση (μικρός ή μεγάλος δακτύλιος) της κυκλοφορίας των Ι.Χ. αυτοκινήτων και ΤΑΞΙ, ανάλογα με την ένταση του προβλήματος.

### ***Μέτρα για τη θέρμανση κτιρίων***

- Απαγόρευση ή επιβολή περιορισμών στη κεντρική θέρμανση δημοσίων κτιρίων και χώρων.

### ***Λοιποί περιορισμοί***

- Απαγόρευση κάθε είδους ανοικτής φωτιάς.
- Διακοπή λειτουργίας αποτεφρωτικών κλιβάνων, σε νοσηλευτικά ιδρύματα.
- Διακοπή, σε μεγάλη κλίμακα, οικοδομικών και χωματοουργικών εργασιών.
- Μείωση ή κλιμάκωση του ωραρίου εργασίας.
- Περιορισμός λειτουργίας Δημοσίων Υπηρεσιών, Οργανισμών και Τραπεζών.
- Επιβολή υποχρέωσης χρησιμοποίησης ορισμένου τύπου καυσίμων, από ορισμένες κατηγορίες Καταναλωτών. [9] [12]



### 2.3.1 Επιτρεπόμενα όρια ρύπων

<b>(Α). ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ</b>			
<b>ΕΤΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ 1ης ΑΔΕΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ 1-10-86</b>	<b>ΡΥΠΟΣ</b>	<b>ΡΕΛΑΝΤΙ</b>	<b>2.500 ΣΤΡΟΦΕΣ/ΛΕΠΤΟ</b>
	<b>ΜΕΤΑ ΑΠΟ 1-10-86</b>	<b>CO (%)</b>	<b>&lt;4,5</b>
	<b>HC (PPM)</b>	<b>&lt;800</b>	<b>&lt;700</b>
	<b>CO (%)</b>	<b>&lt;3,5</b>	<b>&lt;3</b>
	<b>HC (PPM)</b>	<b>&lt;500</b>	<b>&lt;400</b>

<b>(Β). ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΑ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ</b>			
<b>ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ</b>	<b>ΡΥΠΟΣ</b>	<b>ΡΕΛΑΝΤΙ</b>	<b>2.500 ΣΤΡΟΦΕΣ/ΛΕΠΤΟ</b>
<b>ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΟ ΤΡΙΟΔΙΚΟ ΚΑΤΑΛΥΤΗ</b>	<b>CO (%)</b>	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;0,3</b>
	<b>HC (PPM)</b>	<b>&lt;120</b>	<b>&lt;100</b>
	<b>«λ»</b>	<b>--</b>	<b>0,97 – 1,03</b>
<b>ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΜΗ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΟ ΤΡΙΟΔΙΚΟ ΚΑΤΑΛΥΤΗ</b>	<b>CO (%)</b>	<b>&lt;1,2</b>	<b>&lt;1</b>
	<b>HC (PPM)</b>	<b>&lt;220</b>	<b>&lt;200</b>

<b>(Γ). ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΑ – ΟΡΙΑ ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑΣ</b>		
<b>1.</b>	<b>ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΦΥΣΙΚΗ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ</b>	<b>K&lt;2,5</b>
<b>2.</b>	<b>ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ</b>	<b>K&lt;3,0</b>

### 2.3.2 Κάρτα Ελέγχου Καυσαερίων (Κ.Ε.Κ)

Ο θεσμός της «Κάρτας Ελέγχου Καυσαερίων» (Κ.Ε.Κ.) καθιερώθηκε κατ' εξουσιοδότηση του άρθρου 3 του Ν.2052/92. Εντάσσεται στα μέτρα για την αντιμετώπιση του νέφους στα μεγάλα αστικά κέντρα και υλοποιείται με την καθιέρωση ειδικού ελέγχου καυσαερίων για όλες τις κατηγορίες των κυκλοφορούντων οχημάτων.

Σύμφωνα με τον "θεσμό της Κ.Ε.Κ." όλα τα κυκλοφορούντα αυτοκίνητα θα πρέπει να ελέγχονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, από ειδικώς προς τούτο εξουσιοδοτημένα συνεργεία ή από τα ΚΤΕΟ αν είναι προγραμματισμένο [1] [9] να υποστούν περιοδικό τεχνικό έλεγχο, για να διαπιστωθεί αν οι εκπομπές καυσαερίων βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων και να εφοδιασθούν με έντυπο ΚΕΚ.

Η Κάρτα Ελέγχου Καυσαερίων για τα επιβατηγά ΙΧ και τα μικρά φορτηγά με μικτό βάρος μέχρι 3.5 τόνους ισχύει ένα έτος , ενώ για τα υπόλοιπα οχήματα 6 μήνες.

### **2.3.3 Κέντρα Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων (ΚΤΕΟ)**

Ο σκοπός λειτουργίας των ΚΤΕΟ, είναι ο περιοδικός τεχνικός έλεγχος όλων των κυκλοφορούντων αυτοκινήτων ώστε να διασφαλίζεται η καλή μηχανική τους κατάσταση, η οποία επηρεάζει αποφασιστικά και την « οδική ασφάλεια ». Ο περιοδικός έλεγχος των αυτοκινήτων προβλέπεται από την οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης 77/143/ΕΟΚ (παράρτημα 1), όπως αυτή τροποποιήθηκε και ισχύει σήμερα.

Ο θεσμός των ΚΤΕΟ στην Ελλάδα, μετά από την απαίτηση της Ε.Ε. καθιερώθηκε με το Ν. 1350/1983. Η προμελέτη που είχε εκπονηθεί το 1982 είχε προσδιορίσει ότι για να αντιμετωπιστούν οι απαιτήσεις του περιοδικού τεχνικού ελέγχου των οχημάτων για το σύνολο του στόλου των οχημάτων του έτους 1995 απαιτούσε 162 διαδρόμους ελέγχου σε όλη τη χώρα και ειδικότερα στο Ν. Αττικής εννέα (9) ΚΤΕΟ με επτά (7) το καθένα (Τρείς (3) διαδρόμους επιβατικών, δύο (2) φορτηγών και δύο (2) μικτοί διάδρομοι).

#### **2.3.3.1 Ιστορική αναδρομή λειτουργίας ΚΤΕΟ στην Ελλάδα:**

- Το πρώτο ΚΤΕΟ λειτούργησε στο Χολαργό το Δεκέμβριο του 1982.
- Το Σεπτέμβριο του 1983 λειτούργησαν, το ΚΤΕΟ Ηρακλείου Κρήτης και το Α ΚΤΕΟ Θεσσαλονίκης.
- Το Σεπτέμβριο του 1985 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Αχαΐας.
- Τον Αύγουστο του 1986 λειτούργησαν εννέα (9) ΚΤΕΟ (Άρτας, Χίου, Ευβοίας, Πρέβεζας, Πέλλας, Ευρυτανίας, Μεσσηνίας, Ημαθίας, Κιλκίς)
- Το Σεπτέμβριο του 1986 λειτούργησαν έξι (6) ΚΤΕΟ (Αγρινίου, Μεσολογγίου, Θεσπρωτίας, Μαγνησίας, Χαλκιδικής και Λασιθίου)
- Το Φεβρουάριο του 1987 λειτούργησαν τα ΚΤΕΟ Ξάνθης και Ορεστιάδας.
- Τον Απρίλιο του 1987 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Λακωνίας.
- Τον Ιούλιο του 1987 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Ελληνικού.
- Τον Αύγουστο του 1987 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Μάνδρας.
- Το Σεπτέμβριο του 1987 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Καρδίτσας.
- Το Νοέμβριο του 1987 λειτούργησε το Β ΚΤΕΟ Θεσσαλονίκης.
- Το Δεκέμβριο του 1987 λειτούργησαν τρία (3) ΚΤΕΟ (Κέρκυρας, Σερρών και Καβάλας).
- Τον Ιανουάριο του 1988 λειτούργησαν τα ΚΤΕΟ Φθιώτιδας και Γρεβενών.
- Το Φεβρουάριο του 1988 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Κορίνθου.

- Το Μάρτιο του 1988 λειτούργησαν πέντε (5) ΚΤΕΟ (Ζακύνθου, Φλώρινας, Ηλείας, Ιωαννίνων και Λάρισας).
- Το Μάιο του 1988 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Τρικάλων.
- Τον Αύγουστο του 1988 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Πιερίας.
- Το Σεπτέμβριο του 1988 λειτούργησαν τα ΚΤΕΟ Δράμας και Κοζάνης.
- Τον Οκτώβριο του 1988 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Ροδόπης.
- Το Μάιο του 1989 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Καστοριάς.
- Τον Ιούνιο του 1989 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Λευκάδας.
- Τον Ιούλιο του 1989 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Ρεθύμνου.
- Το Σεπτέμβριο του 1989 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Βοιωτίας.
- Τον Ιανουάριο 1990 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Αναβύσσου.
- Τον Ιανουάριο 1992 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Αλεξανδρούπολης.
- Το Φεβρουάριο του 1992 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Αρκαδίας.
- Τον Αύγουστο του 1995 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Λέσβου.
- Το Μάρτιο του 1998 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Κεφαλληνίας.
- Το Μάιο του 1998 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Αργολίδας.
- Τον Ιανουάριο του 1999 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Μεγάρων.
- Τον Δεκέμβριο του 2000 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Δωδ/σου Ρόδου.
- Τον Οκτώβριο του 2001 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Χανίων.
- Τον Ιανουάριο του 2008 λειτούργησε το ΚΤΕΟ Σάμου.

(Σύμφωνα με αρχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ)

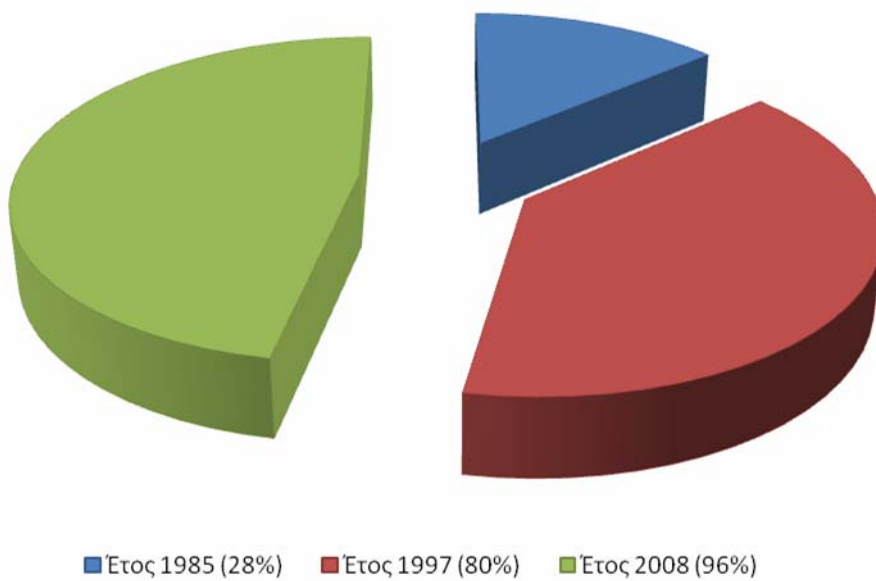
### 2.3.3.2 Έλεγχοι που γίνονται στα ΚΤΕΟ

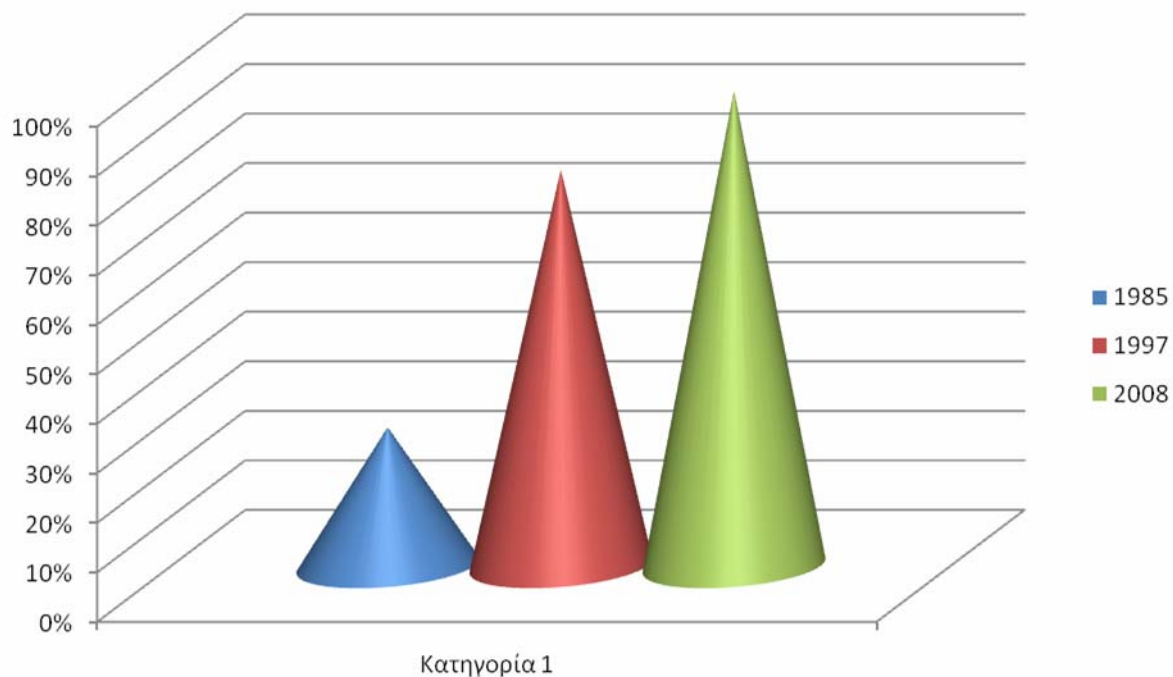
Οι έλεγχοι που γίνονται στα ΚΤΕΟ κατά σειρά είναι οι εξής:

- Έλεγχος καυσαερίων
- Έλεγχος θορύβου
- Έλεγχος των φρένων
- Έλεγχος της ανάρτησης, του πλαισίου, των ελαστικών και του απαραίτητου εξοπλισμού που πρέπει να έχει κάθε όχημα.
- Έλεγχος ανεπίτρεπτων ανοχών (τζόγων).
- Έλεγχος του συστήματος διεύθυνσης.
- Έλεγχος φώτων και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.
- Έλεγχος της ταυτότητας του οχήματος.
- Επιπλέον γίνονται πρόσθετοι έλεγχοι στα οχήματα δημόσιας χρήσης καθώς και στα οχήματα που εκτελούν ειδικές μεταφορές.

### 2.3.3.3 Διάφορα χρονολογικά στοιχεία

Το 1985 πρώτο έτος εφαρμογής του τεχνικού ελέγχου το ποσοστό καταλληλότητας των Ε.Ι.Χ αυτοκινήτων ανερχόταν στο 28%, το 1997 το ποσοστό αυτό ανερχόταν στο 80% και το 2008 στο 96%.





Από την 1/09/1986 μέχρι και την 31/12/2007 οι τεχνικοί έλεγχοι που διενεργήθηκαν στα Δημόσια ΚΤΕΟ της χώρας, ανά έτος έχουν ως εξής:

α/α	Χρονικό Διάστημα		Ενάρηθμα Σ.Ε.	Ανάρηθμα Σ.Ε.	Σύνολο Ελέγχων
	απο	εώς			
1	01/09/1986	31/12/1986	86.439	14.482	100.821
2	01/01/1987	31/12/1987	301.097	57.275	358.372
3	01/01/1988	31/12/1988	425.336	43.377	468.713
4	01/01/1989	31/12/1989	440.179	43.424	483.503
5	01/01/1990	31/12/1990	475.849	41.310	517.159
6	01/01/1991	31/12/1991	519.083	29.139	548.222
7	01/01/1992	31/12/1992	572.110	35.973	608.083
8	01/01/1993	31/12/1993	599.143	37.759	636.902
9	01/01/1994	31/12/1994	669.929	30.214	700.143
10	01/01/1995	31/12/1995	674.142	33.121	707.263
11	01/01/1996	31/12/1996	735.723	39.277	775.000
12	01/01/1997	31/12/1997	780.851	37.949	818.800
13	01/01/1998	31/12/1998	805.662	33.961	839.623
14	01/01/1999	31/12/1999	793.798	36.918	830.716
15	01/01/2000	31/12/2000	845.752	43.779	889.351
16	01/01/2001	31/12/2001	851.918	45.206	897.124
17	01/01/2002	31/12/2002	905.116	47.121	952.237
18	01/01/2003	31/12/2003	939.820	57.081	996.901
19	01/01/2004	31/12/2004	888.823	71.287	960.110
20	01/01/2005	31/12/2005	859.807	64.503	924.310

21	01/01/2006	31/12/2006	729.126	42.055	771.181
22	01/01/2007	31/12/2007	625.359	31.972	657.331
Σύνολο			14.524.782	917.183	15.441.965

(Σύμφωνα με αρχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ)

## 2.4 Καταλύτες και Συστήματα Ελέγχου Εκπομπών

Οι καταλύτες αποτελούν σήμερα την οριστική τεχνολογική λύση στο πρόβλημα του ελέγχου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τις βενζινοκίνητες μηχανές εσωτερικής καύσης. Η αποτελεσματικότητα των καταλυτών έχει αποδειχθεί κατά την τελευταία δεκαπενταετία, ενώ καταβάλλονται συνεχείς προσπάθειες βελτίωσης για οικονομικούς λόγους, αλλά και εξαιτίας της μεταβολής των συνθηκών χρήσης και της κίνησης των αυτοκινήτων.

Η εξουδετέρωση των αερίων ρυπαντών (CO, HC, NOx) στους καταλύτες οφείλεται στη δράση των πολύτιμων μετάλλων πλατίνας, παλλαδίου (Pb) και ροδίου (Rh). Τα μέταλλα αυτά είναι σπάνια και παράγονται κυρίως στη Νότια Αφρική (90% της παγκόσμιας παραγωγής). Για τον λόγο αυτό, η τιμή των καταλυτικών μετατροπέων παραμένει υψηλή και αποτελεί σημαντική επιβάρυνση στο κόστος των αυτοκινήτων, όπως και τα νέα συστήματα τροφοδοσίας και έναυσης (injection, ηλεκτρονική ανάφλεξη). [1] [7] [8]

Η απόδοση και η διάρκεια ζωής των καταλυτών εξαρτάται καθοριστικά από τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Σε ότι αφορά στον ίδιο τον καταλύτη, σημαντική επίδραση ασκούν η ποσότητα και η διασπορά του πολύτιμου μετάλλου, το είδος και η ποσότητα του υποστρώματος και του κεραμικού υλικού και η θερμική καταπόνηση του.

Ο καταλύτης τοποθετείται αμέσως μετά την εξαγωγή του κινητήρα και πριν τον σιγαστήρα. Οι χημικές αντιδράσεις μπορεί να είναι:

- α. Αντιδράσεις αναγωγής (καταλύτης το ρόδιον – Rh), κατά τις οποίες αφαιρείται οξυγόνο από τα NOx και σχηματίζονται N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O.
- β. Αντιδράσεις οξειδωσης (καταλύτες η πλατίνα ή λευκόχρυσος – Pt και το παλλάδιον – Pd), κατά τις οποίες καίγονται CO και HC και σχηματίζονται CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O.

Η ιδανική σχέση πλατίνας – ροδίου σε έναν τριοδικό καταλύτη είναι 5:1.

Στην πρώτη ύλη, όμως, η αναλογία είναι μόλις 12:1. Αυτό σημαίνει ότι η πρώτη ύλη πρέπει να εμπλουτίζεται σε ρόδιον, η τιμή του οποίου συνεχώς αυξάνεται, με συνέπεια να καταβάλλονται σήμερα προσπάθειες υποκατάστασής του, χωρίς μείωση της απόδοσης του καταλύτη.

Ο καταλύτης μπορεί να είναι:

- Μονής κλίνης, οξειδωτικός
- Διπλής κλίνης, οξειδωτικός και αναγωγικός
- Μονής κλίνης, τριών δρόμων καταλύτης

Στις δύο πρώτες περιπτώσεις, απαιτείται η παροχή συμπληρωματικού (δευτερεύοντα) αέρα, ενώ στην τρίτη η αναλογία του μίγματος καθορίζεται από τον αισθητήρα – λ της αναλογίας αέρα – καυσίμου.

#### 2.4.1 Τι είναι ο αισθητήρας «λ»



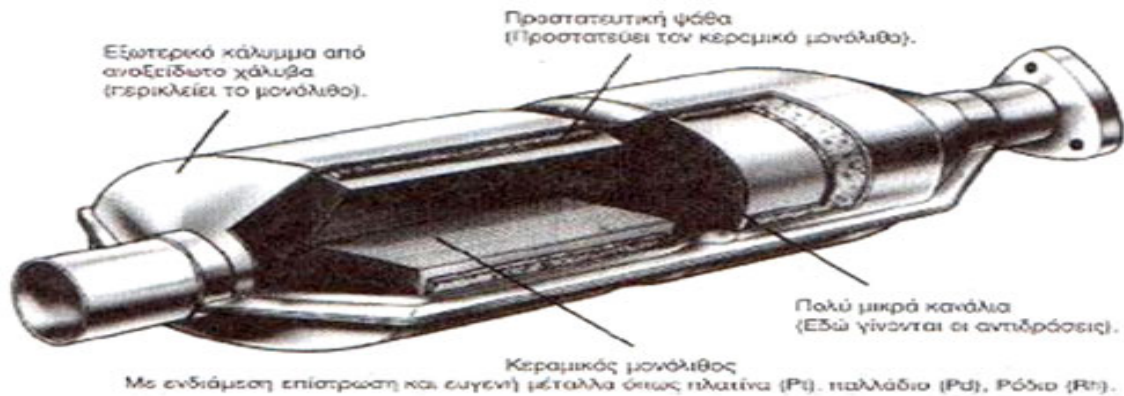
Η παράμετρος της αναλογίας του μίγματος βενζίνη / αέρα ονομάστηκε λάμδα («λ»). Η δουλειά του «λ» είναι να πληροφορήσει σωστά τον εγκέφαλο για την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε οξυγόνο. Ο αισθητήρας αυτός για να κάνει σωστά την δουλειά του είναι τοποθετημένος συνήθως πάνω στο σύστημα εξαγωγής, δηλαδή 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.

#### 2.4.2 Συγκρότηση καταλυτών

Ο καταλύτης (σχήμα 2.4) αποτελείται από:

- i. Το εξωτερικό κάλυμμα του από ανοξείδωτο χάλυβα, ώστε να αποφεύγονται οι οξειδώσεις. Αποτελείται από δύο συμμετρικά τμήματα που συγκολλούνται μεταξύ τους με ακριβείς ελεγχόμενες συνθήκες.

- ii. Προστατευτική θερμοπλαστική ψάθα που ενεργεί ως θερμομονωτικό υλικό και ταυτόχρονα προστατεύει τα ευπαθή καταλυτικά υλικά από κραδασμούς.
- iii. Τον μονόλιθο – φορέα των καταλυτικών υλικών που μπορεί να είναι κεραμικός ή και μεταλλικός.
- iv. Την ενδιάμεση (φέρουσα) στρώση του φορέα, που είναι αλουμίνα.
- v. Τα καταλυτικά υλικά Pt, Pd, Rh.

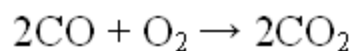


Σχήμα 2.4: Εσωτερική δομή καταλύτη (κεραμικού)

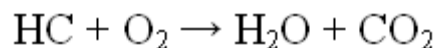
### 2.4.3 Πώς λειτουργεί ο καταλύτης

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:

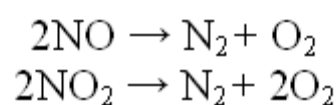
Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) σε διοξείδιο (CO<sub>2</sub>) που είναι ακίνδυνο



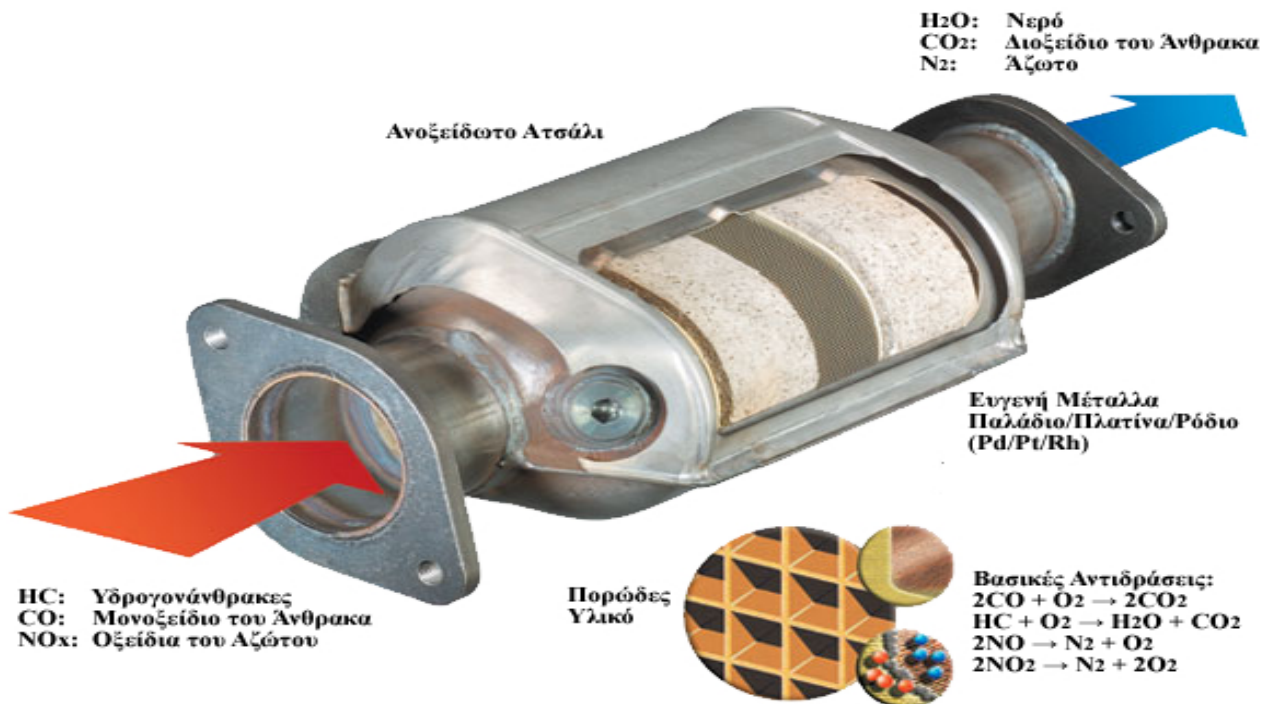
Οι υδρογονάνθρακες σε νερό και διοξείδιο του άνθρακα



Και οι δύο αυτές αντιδράσεις γίνονται με την βοήθεια του Παλλάδιου (Pd) και της Πλατίνας (Pt) Με την βοήθεια όμως του Ρόδιου (Rh) γίνονται δύο ακόμα αντιδράσεις διάσπασης των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) που είναι οι εξής:







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 υδρόθειο στο οποίο οφείλεται και αυτή η γνωστή δυσάρεστη οσμή. [2] [6] [17] Όταν λοιπόν μυρίζει ο καταλύτης δεν σημαίνει ότι είναι χαλασμένος, αλλά πρόκειται για κάτι εντελώς φυσιολογικό.

#### 2.4.4 Κεραμικοί μονολιθικοί καταλύτες



Ο τύπος αυτός των καταλυτών χρησιμοποιείται σήμερα από τις περισσότερες βιομηχανίες αυτοκινήτων. Ο κυψελωτός κεραμικός φορέας, έχει συνήθως κυλινδρικό σχήμα με διαμήκη κανάλια, παράλληλα προς τη ροή των καυσαερίων. Το πορώδες κεραμικό υλικό αποτελείται από τεχνητό κορδιερίτη που είναι πυριτικό άλας μίγματος μαγνησίου και αλουμινίου, Mg<sub>2</sub>A<sub>14</sub>Si<sub>5</sub>O<sub>18</sub>. Ο κορδιερίτης έχει πολύ μικρό συντελεστή θερμικής διαστολής, ώστε να αντέχει στις απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές του καταλύτη. Τα κανάλια έχουν συνήθως πυκνότητα 60/cm<sup>2</sup> ή 400 / in<sup>2</sup> και πάχος τοιχώματος 0,15 – 0,20 mm. Το πορώδες του υλικού αυτού κυμαίνεται από 20.000 ως 30.000 Å.

Η μορφοποίηση του μίγματος των πρώτων υλών σε μονόλιθο πραγματοποιείται με εκβολή. Στη συνέχεια, το υλικό ξηραίνεται και ψήνεται. Η παραγωγή γίνεται σε μακρούς κυλίνδρους οι οποίοι συνέχεια κόβονται στο μέγεθος του καταλύτη. Οι κυψελωτοί κεραμικοί φορείς έχουν μεγάλη γεωμετρική επιφάνεια, μικρή πτώση πίεσης και μικρή

θερμοχωρητικότητα. Βέβαια, τα χαρακτηριστικά αυτά εξαρτώνται από το πάχος των τοιχωμάτων και την πυκνότητα των κυψελίδων.

Η επικάλυψη του κεραμικού με αλουμίνα  $Al_2O_3$  επιτυγχάνεται μέσω ενός υδατικού αιωρήματος. Το αιώρημα αυτό προέρχεται από την υγρή άλεση της αλουμίνας και απαιτείται να έχει χαμηλό ιξώδες και υψηλή συγκέντρωση στερεών. Τα ροολογικά χαρακτηριστικά των αιωρημάτων της αλουμίνας καθορίζονται από το ποσοστό των σωματιδίων κolloειδών διαστάσεων, την περιεκτικότητα του αιωρήματος σε στερεά και το pH. Το ποσοστό των σωματιδίων κolloειδών διαστάσεων καθορίζει τη σταθερότητα και την ομοιομορφία του αιωρήματος, καθώς και τη δυνατότητα πρόσφυσης στο κεραμικό υλικό.

Η τοποθέτηση των ευγενών μετάλλων γίνεται με απορρόφηση από τα αντίστοιχα υδατοδιαλυτά άλατα ή με ταυτόχρονη τοποθέτηση του καταλυτικού μετάλλου με το υπόστρωμα της αλουμίνας στο ίδιο στάδιο.

Με την προσθήκη της αλουμίνας ως ενδιάμεσης – φέρουσας – στιβάδας (wash – coat), η ειδική καταλυτική επιφάνεια γίνεται  $10-150 \text{ m}^2/\text{g}$ . Το πάχος της επίστρωσης αλουμίνας κυμαίνεται από 20  $\mu$  στις εξωτερικές επιφάνειες και γωνίες έως 150  $\mu$  στις εσωτερικές γωνίες του μονόλιθου. Η μάζα των ευγενών μετάλλων δεν ξεπερνά τα 3 g. Συνήθως, δίνεται η συνολική τους ποσότητα στην επίστρωση που είναι 35 - 40  $\text{g}/\text{ft}^3$  ή 1,24 – 1,41  $\text{g}/\text{l}$  σε αναλογία Pt:Rh = 5:1. [7] [12] Τέλος, η φαινόμενη πυκνότητα όλου του μονόλιθου είναι περίπου 0,45  $\text{Kg}/\text{l}$ , η θερμοκρασία λειτουργίας του είναι 300 – 900  $^\circ\text{C}$  και η αναλογία κυβισμού κινητήρα προς τον όγκο του καταλύτη αντιστοιχεί σε 0,8 – 1,5.

#### 2.4.4.1 Διάρκεια ζωής του κεραμικού μονόλιθου

Η διάρκεια ζωής του καταλύτη είναι η ουσιαστικότερη παράμετρος για τον σχεδιασμό, την επιλογή των καταλυτικών υλικών και τη διαμόρφωση των οικονομικών όρων χρησιμοποίησης των συστημάτων αυτών.

Οι κυριότερες αιτίες φθοράς και γήρανσης του καταλύτη είναι οι εξής:

1. Υπολείμματα μολύβδου της βενζίνης και άλλων προστιθέμενων στα λάδια ουσιών (ψευδάργυρος και φώσφορος), που δημιουργούν επιστρώσεις. Ατμοί του λιπαντικού που φθάνουν στον καταλύτη περιέχουν το αντιτριβικό Zddp (Zink dialkyl dithiophosphate) που δημιουργεί ως τελικά προϊόντα διοξειδίου του θείου, οξειδίο του ψευδαργύρου και πεντοξειδίο του φωσφόρου. Τα δύο τελευταία «δηλητηριάζουν» μακροπρόθεσμα τον καταλύτη. Στο εμπόριο διατίθενται λιπαντικά απαλλαγμένα από φώσφορο.
2. Όταν η θερμοκρασία στον καταλύτη υπερβεί τους 900  $^\circ\text{C}$ , τότε η  $\gamma$ -αλουμίνα, που αποτελεί το υπόστρωμα, μετατρέπεται στην πιο σταθερή μορφή της, την  $\alpha$ -αλουμίνα

(κορούνδιο). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μόνιμη μείωση της ειδικής καταλυτικής επιφάνειας κατά 10 φορές και, συνεπώς, την κατακόρυφη πτώση της καταλυτικής ικανότητας του μετατροπέα. Επίσης, μειώνεται και η πρόσφυση του υποστρώματος στο κεραμικό υλικό, λόγω μείωσης του ειδικού του όγκου. Η σταθεροποίηση της γαλουμίνας σε υψηλές θερμοκρασίες επιτυγχάνεται με προσθήκη ανόργανων στοιχείων, όπως αλκαλικές γαίες, σπάνιες γαίες, ζirkόνιο, θόριο, τιτάνιο, πυρίτιο και βάριο. Η προσθήκη αυτή επιτυγχάνεται με ανάμιξη της αλουμίνας με τα αντίστοιχα οξειδία των στοιχείων ή με εμποτισμό της αλουμίνας με υδατικό διάλυμα που περιέχει ένα θερμικά ασταθές άλας του σταθεροποιητή. Μετά τον εμποτισμό γίνεται θερμική κατεργασία στους 600-900 °C. Αντίθετα, προσθήκες σιδήρου, μαγγανίου, βαναδίου, κοβαλτίου, μολυβδενίου, ψευδαργύρου και χρωμίου αποσταθεροποιούν τη γαλουμίνα και επιταχύνουν τη μετατροπή της σε κορούνδιο. Τέλος, ορισμένα οξειδία ( $\text{CeO}_2$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NiO}$ ) που χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές της αλουμίνας αυξάνουν και τη δραστηριότητα του καταλύτη, καθώς συμμετέχουν στην οξειδοαναγωγική χημική αντίδραση.

3. Κραδασμοί και χτυπήματα καταστρέφουν την κεραμική βάση και δημιουργούνται by-pass ελεύθερης διαρροής των καυσαερίων στην ατμόσφαιρα.
4. Όταν δεν διατηρείται η στοιχειομετρική αναλογία αέρα – καυσίμου ( $\lambda=1$ ), η αποτελεσματικότητα του καταλύτη μειώνεται.
5. Πολλές φορές, κατά την αναγωγή των  $\text{NO}_x$  δημιουργείται αμμωνία  $\text{NH}_3$  που οξειδώνεται πάλι προς  $\text{NO}$ .
6. Το φράξιμο των καναλιών έχει σαν αποτέλεσμα τον στραγγαλισμό της ροής των καυσαερίων και, συνεπώς, τη μείωση της ισχύος του κινητήρα και την αύξηση της κατανάλωσης.
7. Όταν η βενζίνη περιέχει θείο, δημιουργείται υδρόθειο με χαρακτηριστική μυρωδιά.
8. Η καταλυτική δράση αρχίζει από τους 250 °C και άνω. Για τον λόγο αυτό γίνεται ηλεκτρική προθέρμανση του καταλύτη, ελεγχόμενη με θερμοστάτη.

#### 2.4.5 Μεταλλικοί καταλύτες

Η χρήση των καταλυτών αυτών έχει εισαχθεί τα τελευταία κυρίως χρόνια.

Είναι τεχνολογικά εξελιγμένοι και οι αυτοκινητοβιομηχανίες τους τοποθετούν ανάμεσα στα κορυφαία μοντέλα τους. Ο μεταλλικός καταλύτης είναι πολύ ακριβότερος από τον κεραμικό, αλλά η χρήση του αναμένεται να επικρατήσει, όταν μειωθεί το κόστος του. Αρχικά, τοποθετούνταν σαν προκαταλύτης κοντά στον κινητήρα, ώστε να επιταχύνεται η καταλυτική διαδικασία, κυρίως στο κρύο ξεκίνημα του κινητήρα, δεδομένου ότι ο μεταλλικός μονόλιθος αντέχει περισσότερο από τον κεραμικό στις θερμικές καταπονήσεις. [1] [2] [5] Βέβαια, η εφαρμογή αυτών ως κυρίως καταλυτών έχει ήδη προχωρήσει, παρά το αυξημένο κόστος, επειδή αυτοί συνδυάζουν και άλλα πλεονεκτήματα.

### 2.4.5.1 Μεταλλικός μονόλιθος

Αποτελείται από ένα μεταλλικό πλέγμα με πληθώρα κυψελών διάφορων σχημάτων. Η κατασκευή του μοιάζει με σερπαντίνα και επιτρέπει στα κυματοειδή ελάσματα να περιτυλίσσονται ή να διαμορφώνονται κατά στρώσεις.

Τα στρώματα αυτά συγκολλούνται με σκληρή συγκόλληση, ώστε να αποτελούν ένα



συμπαγές σώμα, τον μεταλλικό μονόλιθο. Το υλικό του πλέγματος είναι ο χάλυβας, ανθεκτικός σε υψηλές θερμοκρασίες και διαβρώσεις και κατάλληλος, για να δεχθεί την επίστρωση του ευγενούς καταλυτικού υλικού. Το πάχος των συρμάτινων ελασμάτων (τοιχώματων) του μονόλιθου αυτού κυμαίνεται από 0,04 ως 0,07 mm. Επίσης, η τοποθέτηση του στο κέλυφος γίνεται ευκολότερα από τον κεραμικό μονόλιθο, επειδή μονόλιθος και κέλυφος

διαστέλλονται ανάλογα και δεν είναι απαραίτητη η ενδιάμεση προστατευτική ψάθα.

### 2.4.6 Σύγκριση μεταλλικών και κεραμικών καταλυτών

Στον πίνακα 2.1 δίνονται τα χαρακτηριστικά του κεραμικού μονόλιθου και στο σχήμα 2.4 η πτώση πίεσης σε κεραμικό και μεταλλικό καταλύτη.

Ο μεταλλικός καταλύτης εμφανίζει μικρότερη αντίθλιψη καυσαερίων και, συνεπώς, αυξημένη ισχύ για την ίδια καταλυτική δράση, λόγω σημαντικά μικρότερου μέσου πάχους τοιχώματος (0,05 mm έναντι 0,2 mm).

Σύσταση	
Φορέας	Κορδιεριτικής σύστασης, μονολιθικής μόρφης με 400 κανάλια ανά τετραγωνική ίντσα και πάχος τοιχώματος 0.15 mm.
Επίστρωση	20% γ-αλουμίνα που περιέχει σπάνιες γαίες, για να αυξηθεί η θερμική σταθερότητα του υποστρώματος και η πρόσφυση του στον κεραμικό φορέα.
Ενεργά συστατικά	Pt + Rh: 35 - 40 g/cu ft (1.24 - 1.41 g/l) σε αναλογία Pt/Rh 5:1

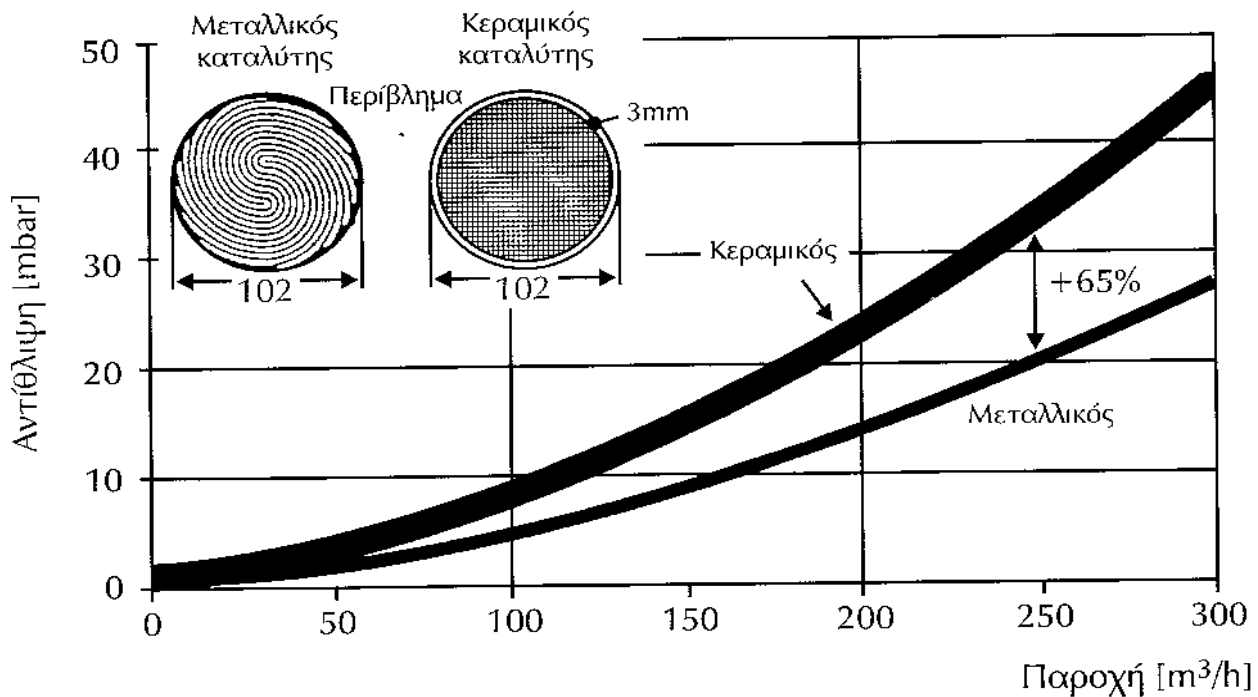
Φαινόμενη πυκνότητα	0.45 kg/l
<b>Συνθήκες Λειτουργίας</b>	
Θερμοκρασιακή περιοχή	300 – 900 °C
Χώρος χρόνου αντιδραστήρα	100.000 – 200.000 h <sup>-1</sup>
Αναλογία κυβισμού κινητήρα προς όγκο καταλυτικού μετατροπέα	0.8 – 1.5
<b>Χαρακτηριστικά λειτουργίας</b>	
Ρυθμιζόμενος	$\lambda = 0.99 \pm 0.66$
Επιτυγχανόμενη μετατροπή	HC: μεγαλύτερη του 80% CO + NO: μεγαλύτερη του 70%
Μη ρυθμιζόμενος	$\lambda = 1.05 \pm 0.2$
Επιτυγχανόμενη μετατροπή	HC: ελαχ. 50%, μέση 70% CO: ελαχ. 20%, μέση 55% NO: ελαχ. 10%, μέση 50%

**Πίνακας 2.1: Χαρακτηριστικά κεραμικού μονόλιθου**

Ο μεταλλικός καταλύτης είναι περισσότερο ανθεκτικός σε θερμοκρασιακές αιχμές, επειδή ο μεταλλικός μονόλιθος εμφανίζει δεκαπλάσια θερμοαγωγιμότητα και συνεπώς αποβάλλει πολύ εύκολα τη θερμότητα προς το περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται σημαντικά η διάρκεια ζωής του.

Μεταλλικός μονόλιθος που εμφανίζει ίδια αντίθλιψη με κεραμικό έχει πολύ μεγαλύτερη πυκνότητα κυψελών και, επομένως, καταλυτική δράση για την ίδια πτώση ισχύος στον κινητήρα. Αντίστροφα, είναι δυνατή η μείωση του όγκου του μονόλιθου κατά 30%, με τα ίδια καταλυτικά αποτελέσματα.

Η έναρξη της καταλυτικής δράσης γίνεται γρηγορότερα στον μεταλλικό καταλύτη, επειδή η θερμοχωρητικότητα του είναι μισή από αυτή του κεραμικού μονόλιθου. [8] [10] [12] Ο καταλύτης φθάνει γρηγορότερα στη θερμοκρασία λειτουργίας του και η καταλυτική δράση κατά την εκκίνηση είναι αρκετά ικανοποιητική.



**Σχήμα 2.4:** Πτώση πίεσης (αντίθλιψη) στην παροχή του καυσαερίου για μεταλλικό και κεραμικό καταλύτη

Αντίθετα, ο μεταλλικός καταλύτης έχει μεγαλύτερο κόστος, ενώ η μηχανική του αντοχή είναι μικρότερη από αυτή του κεραμικού, επειδή τα μεταλλικά ελασμάτινα στρώματα μπορεί να διαχωρισθούν το ένα από το άλλο.

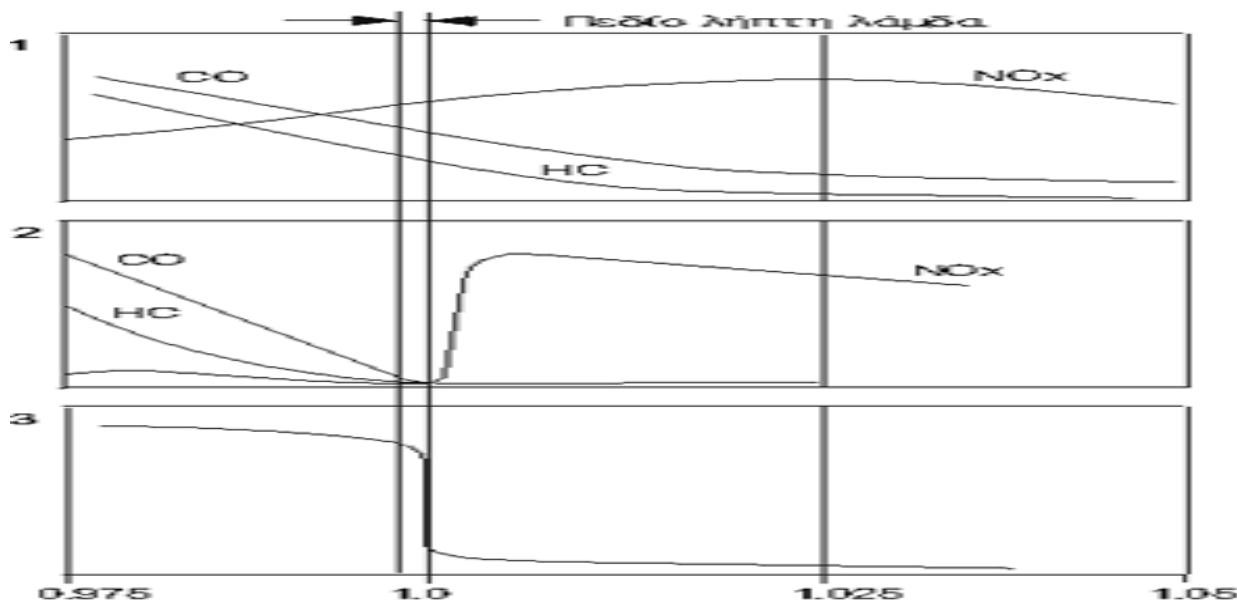
Ακόμη, σε θερμοκρασίες άνω των 1100 °C, το μεταλλικό πλέγμα μπορεί να υποστεί θερμική διάβρωση. Επίσης, σε περίπτωση κυκλοφοριακής συμφόρησης, ο μεταλλικός καταλύτης ψύχεται ευκολότερα, λόγω της μικρής του θερμοχωρητικότητας.

Συμπερασματικά, είναι δυνατόν να λεχθεί ότι ο μεταλλικός καταλύτης μπορεί να εκτοπίσει τον κεραμικό στο μέλλον, καθώς θα μειώνεται και το κόστος του. Σήμερα, πάντως, υπάρχουν και τριοδικοί καταλύτες με μεταλλικό μονόλιθο.

## 2.4.7 Τριοδικός καταλύτης (μιας κλίνης)

### 2.4.7.1 Ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης

Ο καταλύτης αυτός μειώνει και τους τρεις ρύπους CO, HC και NO<sub>x</sub> κατά 95% (σχήμα 2.5)



**Διάγραμμα 5.9**  
 1: Εκπομπές πριν την κατάλυση  
 2: Εκπομπές μετά την κατάλυση  
 3: Μηνύματα λήπτη λάμδα

**Σχήμα 2.5: Μείωση εκπομπών με ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλύτη**

Ο καταλύτης τοποθετείται σε ένα σύστημα τροφοδοσίας με ηλεκτρονικό καρμπυρατέρ ή ψεκασμό (κεντρικό ή πολλαπλό), με κλειστό κύκλωμα (σύστημα) ρύθμισης. Στον καταλύτη αυτό, το  $O_2$  που απελευθερώνεται από την αναγωγή των  $NO_x$  οξειδώνει τα  $HC$ ,  $CO$ . Για τον σκοπό αυτό, το μίγμα πρέπει να είναι στοιχειομετρικό ( $\lambda = 1$ ). Αν το μίγμα είναι πλουσιότερο ( $\lambda < 0.99$ ), τα  $CO$ ,  $HC$  αυξάνονται στο καυσαέριο. Αν το μίγμα γίνει φτωχότερο ( $\lambda > 1.0$ ), αυξάνονται τα  $NO_x$ .

Η ρύθμιση του μίγματος έτσι, ώστε να διατηρείται στοιχειομετρικό, γίνεται με τη βοήθεια ενός αισθητήρα οξυγόνου. [7] [8] Ο αισθητήρας που τοποθετείται πριν τον καταλύτη στέλνει συνεχώς πληροφορίες για τη σύνθεση του καυσαερίου σε μία κεντρική μονάδα ελέγχου, η οποία επεξεργάζεται τις πληροφορίες και δίνει συνεχείς εντολές διόρθωσης της αναλογίας του μίγματος αέρα – καυσίμου, προκειμένου να διατηρείται πάντοτε στοιχειομετρική ( $\lambda = 1$ ).

**2.4.7.2 Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτης**

Ο καταλύτης αυτός δεν απαιτεί την τοποθέτηση αισθητήρα  $\lambda$  και κλειστού κυκλώματος επιτήρησης. Η τιμή του  $\lambda$  κυμαίνεται 0.8 ως 1.2. Η σύνθεση του μίγματος ελέγχεται με βάση τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα, αλλά δεν γίνεται έλεγχος της σύστασης του καυσαερίου. [6] Η ικανότητα μετατροπής των ρυπαντών ανέρχεται στο 60%. Οι καταλύτες αυτοί τοποθετούνται και σε αυτοκίνητα συμβατικής τεχνολογίας, με τις εξής προϋποθέσεις:

1. Δυνατότητα χρησιμοποίησης αμόλυβδης βενζίνης (σχέση συμπίεσης 9:1).

2. Προπαρασκευή κινητήρα, ώστε να λειτουργεί με αμόλυβδη βενζίνη (ως και 5 φουλαρίσματα), πριν τοποθετηθεί ο καταλύτης.
3. Εξασφάλιση ικανοποιητικής απόδοσης του κινητήρα μετά την τοποθέτηση του καταλύτη με μικρή σχετικά πτώση της ισχύος και μικρή αύξηση της κατανάλωσης.
4. Τοποθέτηση πλέγματος προστασίας του καταλύτη και θερμομόνωση με φύλλα αλουμινίου και κετσέ στο δάπεδο.
5. Συγκατάθεση και εγγύηση του κατασκευαστή.

### **2.4.7.3 Τεστ αποτελεσματικότητας καταλύτη**

Κατά την εκτέλεση του συγκεκριμένου τεστ υπάρχει μια αντλία που τροφοδοτεί με οξυγόνο τον καταλύτη, και η ποσότητα του οξυγόνου που υπάρχει εξαρτάται από την ποσότητα που η αντλία εισάγει, πράγμα που επίσης εξαρτάται από την ταχύτητα της μηχανής. Επομένως, κατά τη διάρκεια του τεστ, είναι σημαντικό να αποδείξουμε, ότι η αντλία στέλνει επαρκή ποσότητα φρέσκου αέρα στον καταλύτη. Αυτό μπορεί να γίνει αν φροντίσουμε οι ενδείξεις αέρα που λαμβάνονται με την εισαγωγή αέρα συνδεδεμένη να είναι πάντοτε μεγαλύτερες από εκείνες που λαμβάνονται όταν η εισαγωγή αέρα δεν είναι συνδεδεμένη. Εάν αυτό δε συμβαίνει, τότε είτε δεν γίνεται εισαγωγή αέρα, είτε το οξυγόνο δεν είναι αρκετό για να πραγματοποιηθούν οι οξειδωτικές αντιδράσεις.

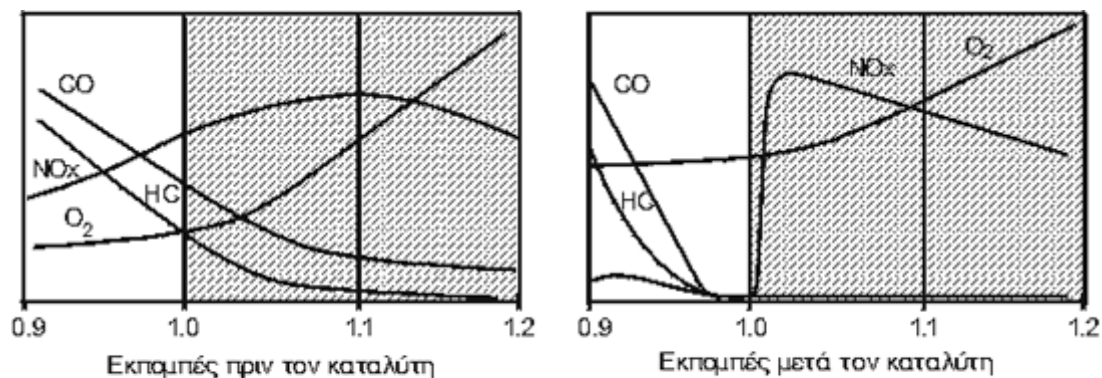
#### **1. Σωστός καταλύτης. Φτωχό μίγμα**

Οι συγκεντρώσεις CO και HC με την εισαγωγή αέρα συνδεδεμένη είναι χαμηλές, έτσι γνωρίζουμε ότι ο καταλύτης δουλεύει ικανοποιητικά.

Με δεδομένα ότι η συγκέντρωση CO και HC παραμένει χαμηλή όταν αποσυνδέεται η εισαγωγή αέρα και ο λόγος λάμδα είναι μεγαλύτερος από εκείνον που απαιτείται για σωστή ρύθμιση με αυτό το είδος του καταλύτη (το μίγμα πρέπει να είναι πλούσιο), μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το μίγμα είναι πολύ φτωχό και κατά συνέπεια ο καταλύτης δεν μπορεί να προκαλέσει τις αναγωγικές αντιδράσεις που απαιτούνται για τη μετατροπή των NOx.

Θα πρέπει να ρυθμίσουμε τη μηχανή ώστε να δημιουργηθεί μίγμα που να εμπίπτει στα όρια που προτείνονται από τον κατασκευαστή και θα πρέπει να ελέγξουμε εάν η εισαγωγή αέρα είναι σωστή ύστερα από αυτή τη ρύθμιση.



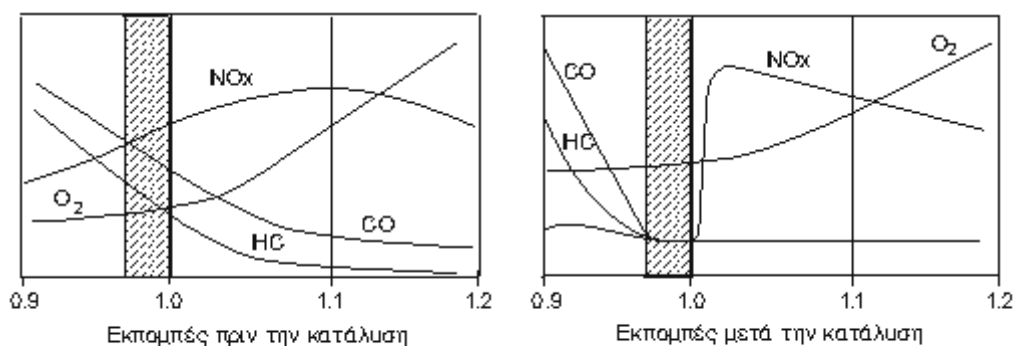


Διάγραμμα 6.8  
Σωστός καταλύτης. Φτωχό μίγμα

## 2. Μη αποτελεσματικός καταλύτης. Σωστό μίγμα.

Οι συγκεντρώσεις CO και HC με την εισαγωγή αέρα συνδεδεμένη είναι υψηλότερες από τις κανονικές σε περίπτωση σωστής λειτουργίας του καταλύτη, αλλά όχι αρκετά υψηλές για να συμπεράνουμε ότι ο καταλύτης δε λειτουργεί καθόλου. Αυτές οι μη κανονικές εκπομπές μπορεί να οφείλονται στον ίδιο τον καταλύτη, ή στο γεγονός ότι η μηχανή λειτουργεί με πολύ πλούσιο μίγμα.

Αφού με την αποσύνδεση της εισαγωγής αέρα τα επίπεδα CO και HC φτάνουν επίπεδα που κανονικά συναντώνται σε αυτοκίνητα χωρίς καταλύτη και αφού ο λόγος λάμδα υποδηλώνει ότι η μηχανή λειτουργεί με πλούσιο μίγμα (κανονικό γι' αυτόν τον τύπο καταλυτικού μετατροπέα), μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το υψηλό επίπεδο των εκπομπών οφείλεται σε κακή λειτουργία του καταλύτη, ο οποίος μπορεί να πλησιάζει το τέλος της ζωής του.



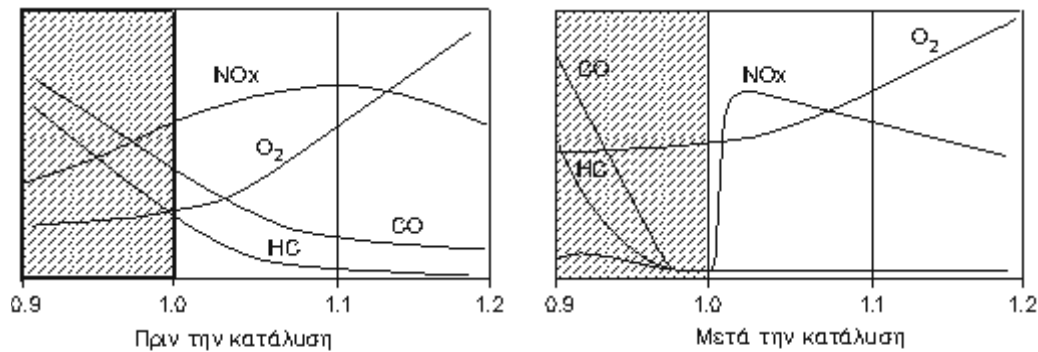
Διάγραμμα 6.9  
Καταλύτης με χαμηλή αποτελεσματικότητα. Σωστό μίγμα

## 3. Σωστός καταλύτης, πολύ πλούσιο μίγμα.

Οι συγκεντρώσεις CO και HC με την εισαγωγή αέρα ανοικτή είναι πάνω από εκείνες που κανονικά θα εμφανίζονταν με έναν καταλύτη σε καλή κατάσταση, αλλά όχι αρκετά

υψηλές ώστε να συμπεράνουμε, ότι ο καταλύτης δε λειτουργεί. Αυτές οι μη κανονικές εκπομπές μπορεί να οφείλονται στον ίδιο τον καταλύτη, ή στο γεγονός ότι η μηχανή λειτουργεί με πολύ πλούσιο μίγμα.

Αφού όταν αποσυνδέουμε την εισαγωγή αέρα οι εκπομπές CO και HC φθάνουν σε υψηλότερα επίπεδα από ότι θα συνέβαινε με ένα αυτοκίνητο που δεν είναι εφοδιασμένο με καταλύτη και αφού ο λόγος λάμδα υποδηλώνει ότι το μίγμα είναι πλούσιο, το υψηλό επίπεδο των εκπομπών οφείλεται σε λανθασμένο μίγμα που μπορεί να προκαλέσει και τήξη του μονόλιθου.

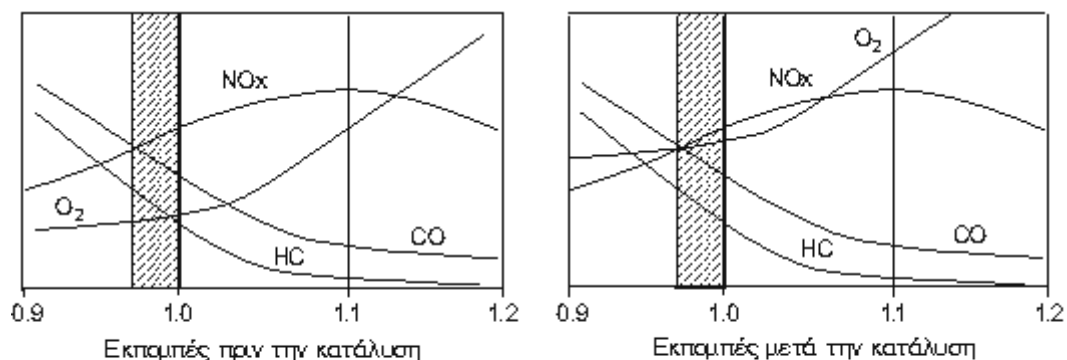


**Διάγραμμα 6.10**  
Σωστός καταλύτης. Πολύ πλούσιο μίγμα

#### 4. Ελαττωματικός καταλύτης. Σωστό μίγμα.

Οι συγκεντρώσεις CO και HC είναι υψηλότερες από εκείνες που θα υπήρχαν με έναν καταλύτη σε καλή κατάσταση λειτουργίας. Αυτές οι μη κανονικές εκπομπές μπορεί να οφείλονται στον ίδιο τον καταλύτη ή στη μηχανή που λειτουργεί με πολύ πλούσιο μίγμα.

Καθώς η συγκέντρωση CO και HC σχεδόν δεν αλλάζει, όταν αποσυνδέεται η εισαγωγή αέρα (κανονικά η συγκέντρωση θα αυξανόταν), όταν η ποσότητα οξυγόνου εκμηδενίζεται, η συγκέντρωση των άλλων αερίων αυξάνεται γιατί η ένδειξη λαμβάνεται ως ογκομετρικό ποσοστό του συνολικού αερίου που αναλύεται) και αφού ο λόγος λάμδα, δείχνει ότι η μηχανή λειτουργεί με πλούσιο μίγμα, οι εκπομπές πρέπει να οφείλονται σε βλάβη στον καταλύτη.

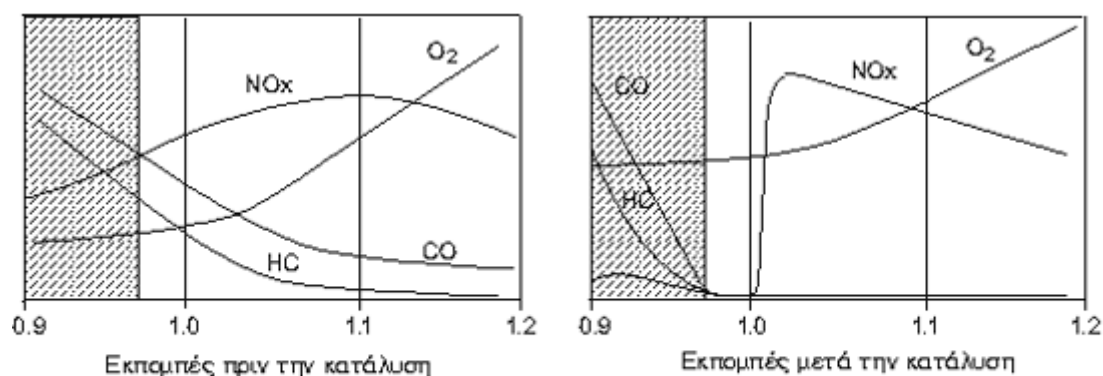


**Διάγραμμα 6.11**  
Ελαττωματικός καταλύτης. Σωστό μίγμα

### 5. Άγνωστη κατάσταση καταλύτη. Μίγμα πολύ πλούσιο.

Οι συγκεντρώσεις CO και HC με την εισαγωγή αέρα συνδεδεμένη είναι υψηλότερες από εκείνες που θα έπρεπε με τη μηχανή σωστά ρυθμισμένη, ακόμα και αν δεν υπήρχε καταλύτης, άρα το μίγμα πρέπει να είναι πολύ πλούσιο. [6] [7] [8] Αφού οι συγκεντρώσεις CO και HC δεν διαφοροποιούνται ιδιαίτερα όταν η εισαγωγή αέρα αποσυνδέεται, δεν μπορούμε να αποφανθούμε για την κατάσταση του καταλύτη, γιατί το μίγμα είναι πολύ πλούσιο και ο καταλύτης έτσι κι αλλιώς θα σταματούσε να λειτουργεί.

Πρέπει να διορθώσουμε το μίγμα στα επίπεδα που προδιαγράφονται από τον κατασκευαστή και να επαναλάβουμε το τεστ στον καταλύτη.



**Διάγραμμα 6.12**  
Άγνωστη κατάσταση καταλύτη. Μίγμα πολύ πλούσιο

## 2.4.8 Αρχές σχεδιασμού καταλυτικού μετατροπέα καυσαερίων

Οι απαιτήσεις που τίθενται για την αποτελεσματική λειτουργία του καταλύτη καυσαερίων συνοψίζονται στα ακόλουθα:

1. Η ελάττωση των ρύπων πρέπει να υπερβαίνει το 90%.
2. Οι διαστάσεις του πρέπει να είναι αρκετά μικρές, ώστε να τοποθετείται εύκολα στο αυτοκίνητο.
3. Η πτώση πίεσης πρέπει να είναι πολύ μικρή (λίγα cm στήλης H<sub>2</sub>O), γιατί διαφορετικά η ισχύς του κινητήρα μειώνεται αισθητά.
4. Πρέπει να έχει μεγάλη θερμική αλλά και επαρκή μηχανική αντοχή. Οι συνεχείς συστολές – διαστολές καταστρέφουν την απόθεση του καταλυτικού υλικού.
5. Το κόστος του είναι καλό να είναι σχετικά χαμηλό.
6. Η συντήρηση και η αντικατάσταση του πρέπει να γίνονται εύκολα.
7. Η διάρκεια ζωής πρέπει να υπερβαίνει τουλάχιστο τα 50.000 Km.
8. Δεν πρέπει να δηλητηριάζεται εύκολα.
9. Καλό είναι να θερμαίνεται σχετικά γρήγορα, ώστε κατά την κρύα εκκίνηση του κινητήρα, η κατάλυση να ξεκινά σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ταυτόχρονα, όμως, πρέπει να εμφανίζει και σχετική αδράνεια στις θερμικές μεταβολές, κατά τη μεταβολή των συνθηκών λειτουργίας φορτίου και στροφών του κινητήρα.

### 2.4.8.1 Οι λειτουργικές παράμετροι ενός καταλύτη

Οι λειτουργικές παράμετροι του καταλύτη είναι:

1. Η παροχή του μίγματος των καυσαερίων, που εξαρτάται από τον κυβισμό και τις στροφές του κινητήρα. Ο κυβισμός και οι μέγιστες στροφές του συγκεκριμένου κινητήρα καθορίζουν και τη μέγιστη παροχή των καυσαερίων.
2. Η θερμοκρασία εισόδου των καυσαερίων στον καταλύτη, που εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα, τον τύπο του κινητήρα και τη θέση του καταλύτη (συνήθως 1,5 m μετά την πολλαπλή εξαγωγή).
3. Η αρχική συγκέντρωση CO στα καυσαέρια, που εξαρτάται από τις συνθήκες καύσης και τον τύπο του κινητήρα. Για τη μετατροπή απαιτείται, δηλαδή, μια ελάχιστη αρχική συγκέντρωση (κατώφλιο) έναρξης χημικής αντίδρασης.

#### **2.4.8.2 Οι κατασκευαστικές παράμετροι ενός καταλύτη**

Οι κατασκευαστικές παράμετροι του καταλύτη είναι:

1. Το υλικό του μονόλιθου και του υποστρώματος, το οποίο συνήθως είναι κορδιερίτης (γ- αλουμίνα).
2. Το καταλυτικό υλικό Pt, Pd, Rh.
3. Το γεωμετρικό σχήμα των καναλιών και η διάταξη τους.
4. Το εξωτερικό σχήμα του καταλύτη (και η διάμετρος του).
5. Το μήκος του μονόλιθου.
6. Η συνολική ποσότητα του καταλυτικού μετάλλου και η κατανομή του κατά μήκος του άξονα του μονόλιθου. [8]

#### **2.4.9 Επισημάνσεις για τη σωστή λειτουργία των καταλυτικών μετατροπέων**

Προκειμένου να αποφευχθούν κάποιες ανεπανόρθωτες βλάβες στον καταλύτη, οι κατασκευαστές προτείνουν κάποια μέτρα προστασίας του, τόσο για οδηγούς, όσο και για τους μηχανικούς συντήρησης.

Τα μέτρα αυτά είναι τα παρακάτω:

1. Μη χρησιμοποιείται άλλη βενζίνη εκτός από αμόλυβδη.
2. Αν για οποιοδήποτε λόγο το αυτοκίνητο δεν παίρνει εμπρός, μην επιχειρείτε να ξεκινήσετε τον κινητήρα με την μίζα, πάνω από τρεις φορές.
3. Μην πατάτε το πεντάλ του γκαζιού κατά την προθέρμανση του κινητήρα σε κρύο ξεκίνημα (σταματημένο αυτοκίνητο).
4. Να κλείνετε το τσοκ του κινητήρα (αν αυτό χειροκίνητο), μόλις ο κινητήρας αρχίσει να λειτουργεί ομαλά.
5. Αν μετά το πλύσιμο το αυτοκίνητο δεν παίρνει μπρός, το πιθανότερο είναι να έχει βραχεί η ηλεκτρονική ανάφλεξη ή το καπάκι του διανομέα με τα μπουζοκαλώδια. Αφαιρέστε τις φίστες και φυσήξτε τους ακροδέκτες της ηλεκτρονικής, διαφορετικά αφήστε να στεγνώσουν.
6. Μην σπρώχνετε ή ρυμουλκείτε το αυτοκίνητο για να πάρει εμπρός.
7. Μην σβήνετε με το κλειδί τον κινητήρα, όταν αυτός λειτουργεί σε υψηλές στροφές.
8. Μη χρησιμοποιήσετε πρόσθετα καύσιμα, αν δεν προτείνονται από τον κατασκευαστή του αυτοκινήτου.
9. Μην οδηγείται το αυτοκίνητο αν αυτό καίει λάδι.

10. Μην ελέγχετε την ύπαρξη σπινθήρα, αφαιρώντας από κάποιο κύλινδρο το μπουζοκαλώδιο.
11. Αποφεύγετε παρατεταμένες μετρήσεις συμπίεσης του κινητήρα.
12. Μην παρκάρετε το αυτοκίνητο κάτω από ξερά κλαδιά και χόρτα, γιατί υπάρχει ο κίνδυνος πυρκαγιάς.
13. Μην λειτουργείτε τον κινητήρα, όταν το ρεζερβουάρ είναι σχεδόν άδειο. Αυτό μπορεί να προκαλέσει στον κινητήρα κακή ανάφλεξη και να δημιουργήσει ένα επιπλέον φορτίο στον καταλύτη. [8] [7]

#### **2.4.10 Δηλητηρίαση – καταστροφή του καταλύτη**

Ανατρέχοντας στα πρότυπα ANSI – SAE (J1145a) ως ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΗ του καταλύτη ορίζεται η σταδιακή μείωση της απόδοσης του (όσον αφορά την ικανότητα μετατροπής των καυσαερίων). Η δηλητηρίαση οφείλεται στην εναπόθεση ξένων στοιχείων, όπως ο μόλυβδος (Pb), ο φώσφορος (P), και το θείο (S) πάνω στην ενεργό επιφάνεια του καταλύτη.

Η δηλητηρίαση αρχίζει από την επιφάνεια και φτάνει σε βάθος 30 μ. Συγκριτικά, υπενθυμίζεται ότι το πάχος της ενδιάμεσης επίστρωσης (αλουμίνας), [8] κυμαίνεται από 20 μ. στις εξωτερικές επιφάνειες (γωνίες), μέχρι 150 μ. στις εσωτερικές γωνίες του κεραμικού μονόλιθου (1 μικρό = 10<sup>-6</sup> mm).

Τα στοιχεία αυτά υπάρχουν στα λιπαντικά και τα καύσιμα.

Η κατανάλωση λαδιού του κινητήρα προκαλεί το βούλωμα του καταλύτη. Το λιπαντικό επικάθεται στην μετωπική επιφάνεια του καταλύτη, αυξάνει την αντίθλιψη των καυσαερίων και μειώνει την ενεργό επιφάνεια.

εισαγωγή άκαυστης βενζίνης στον καταλύτη δημιουργεί σοβαρά προβλήματα καταστροφής του καταλύτη.

Η λειτουργία του καταλύτη με ένα βραχυκυκλωμένο μπουζί επί 5 λεπτά είναι αρκετή για να καταστρέψει πλήρως το καταλύτη.

#### **2.4.11 Διαδικασία περισυλλογής – αποθήκευσης και ανακύκλωσης του καταλύτη**

Ειδικά σε ότι αφορά τη περισυλλογή, αποθήκευση και ανακύκλωση των καταλυτικών μετατροπέων, που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας, έχουν γίνει πολλά προγράμματα τα εφαρμόζονται στις Ευρωπαϊκές χώρες και υπάρχει προοπτική να εφαρμοστούν και στην χώρα μας.

Η υποχρέωση (με κίνητρα από την πολιτεία) της αντικατάστασης των παλιών καταλυτικών μετατροπέων με νέους μετά το πέρας διάρκειας της ζωής τους (που είναι 100.000 έως 150.000 km), οδηγεί στην εφαρμογή ενός προγράμματος ανακύκλωσης καταλυτών. Σύμφωνα με αυτό θα δίνονται κίνητρα στους κατόχους αυτοκινήτων, (φορολογικά,

οικονομικά, διευκολύνσεις στη κυκλοφορία), έτσι ώστε όταν οι καταλύτες γίνουν ανενεργοί, αυτοί να αντικαθίστανται. Οι παλιοί καταλύτες θα συγκεντρώνονται από τα συνεργεία και θα παραδίδονται σε ειδικό φορέα ο οποίος θα τους αποθηκεύει και θα τους προωθεί σε μεγάλες ποσότητες σε εργοστάσια ανακύκλωσης. Επίσης ο ίδιος φορέας θα μπορεί να διαθέτει εργοστάσιο, στο οποίο σε πρώτη φάση θα εμπλουτίζει και θα συγκεντρώνει τα ευγενή μέταλλα που περιέχονται στον καταλύτη (π.χ. πλατίνα, παλλάδιο κλπ.), και κατόπιν θα τα πωλεί στα εργοστάσια κατασκευής καταλυτικών μετατροπέων, για να επαναχρησιμοποιηθούν. Όλα τα παραπάνω δεν είναι εύκολα να πραγματοποιηθούν, ιδίως στην χώρα μας, όπου ο αριθμός των αυτοκινήτων είναι σχετικά μικρός, σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Παρ' όλα αυτά υπάρχει μια δυναμική προς την κατεύθυνση της ανακύκλωσης όσο το δυνατόν περισσότερο από τα αρχικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των αυτοκινήτων, για λόγους οικολογικούς και οικονομικούς. [1] [12] [16] Πιστεύουμε ότι μετά από μερικές δεκαετίες το μεγαλύτερο ποσοστό των απαιτούμενων υλικών για την κατασκευή ενός αυτοκινήτου θα προέρχεται από παλαιά υλικά που έχουν ανακυκλωθεί.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## Στατιστική μελέτη & Συμπεράσματα

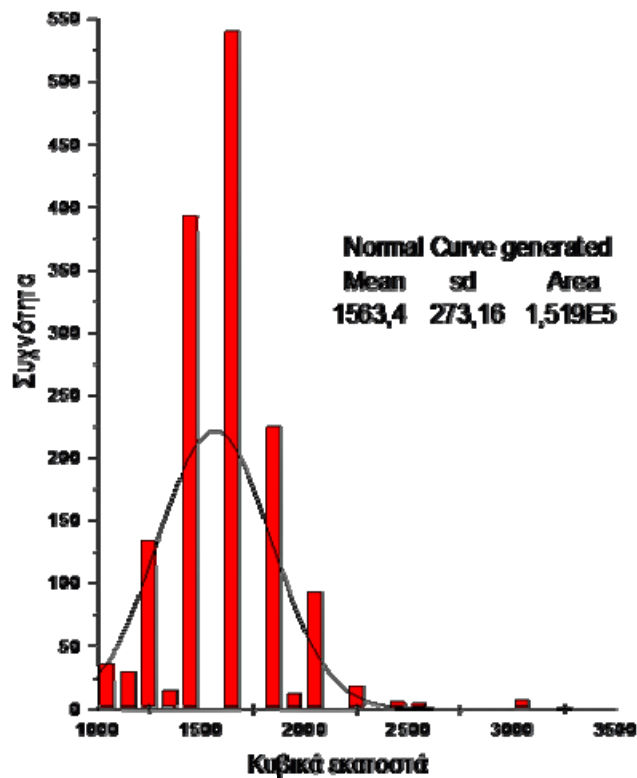
### 3.1 Στατιστική μελέτη

Η στατιστική μελέτη πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από το δημόσιο ΚΤΕΟ του νομού Σερρών. Τα στοιχεία που αναλύθηκαν στην παρακάτω στατιστική μελέτη αφορά ένα κομμάτι του στόλου των Ιχ του Νομού Σερρών και ειδικότερα πραγματοποιήθηκε βάσει:

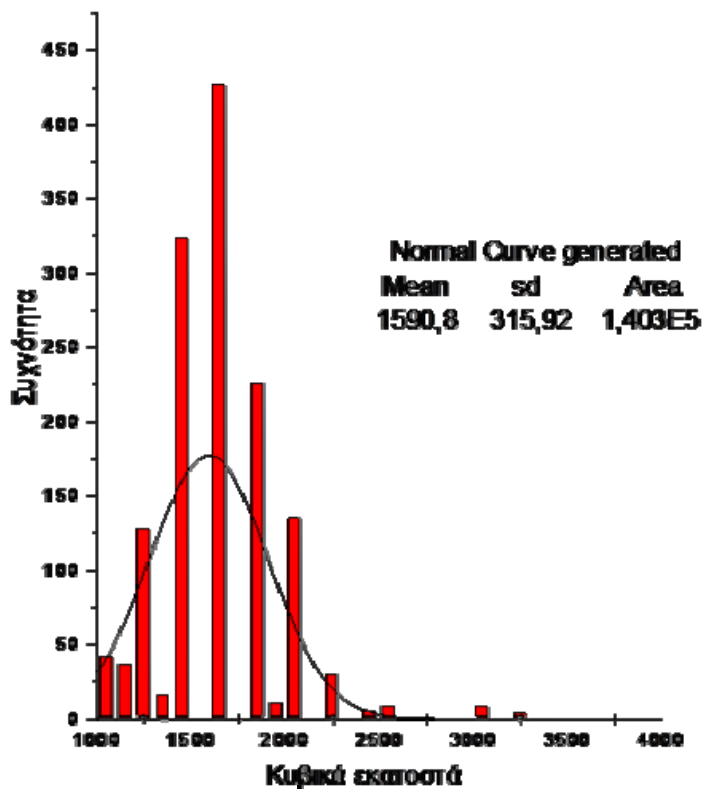
- Τύπος Κινητήρα : Βενζινοκινητήρας
- Δειγματοληπτικό Δείγμα :  $\approx 7500$  Ιχ
- Έτη Καταγραφής : 2005 □ 2008
- Στοιχεία Καταγραφής : Διανυθέντα Km,  
κυβικά εκατοστά κινητήρα,  
ποσοστό CO% στο ρελαντί,  
ποσοστό CO% στις Υψ.Στροφές,  
ποσοστό HC (ppm) στο ρελαντί,  
ποσοστό HC (ppm) στις Υψ.Στροφές,  
τιμή συντελεστή □□ λ □,  
αποτέλεσμα ελέγχου.
- Προγράμματα Επεξεργασίας : Origin, έκδοση 05  
excel, έκδοση 07
- Προγράμματα Μορφοποίησης : Word, έκδοση 07  
corel, έκδοση 08

Η στατική μελέτη πραγματοποιήθηκε κάτω από την προσωπική επίβλεψη του Δρ. Χρήστου Πολατίδη και κάτω από την μεγάλη και προσωπική βοήθεια του Κ. Δαραβήγκα προϊσταμένου του ΚΤΕΟ του Ν. Σερρών.

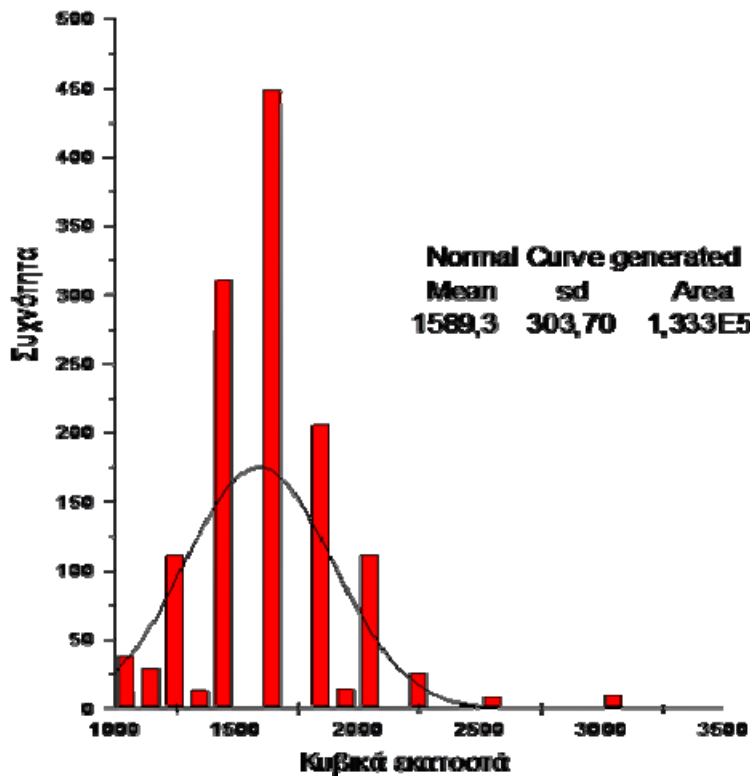




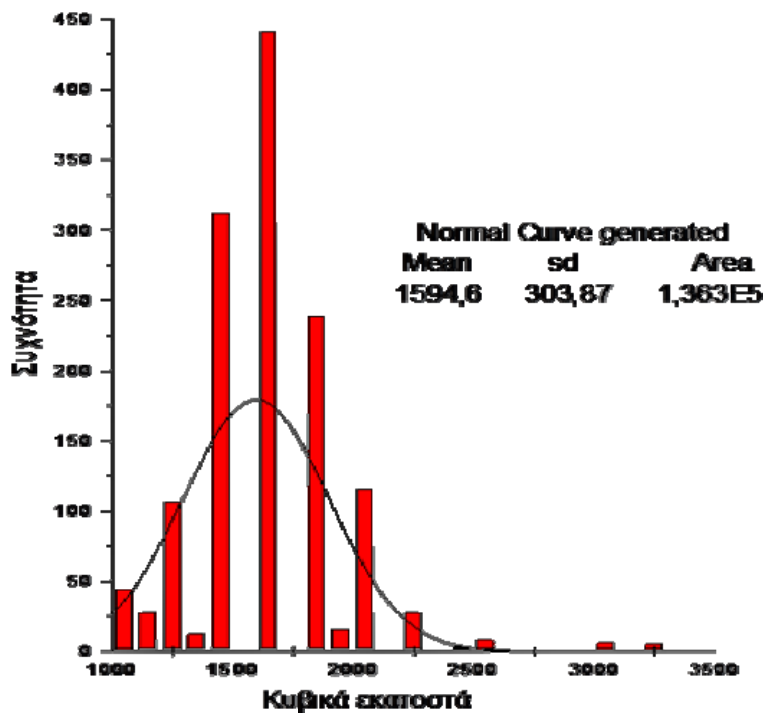
Διάγραμμα 1: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων, κυβικών εκατοστών βενζινοκινητήρων για το έτος 2008



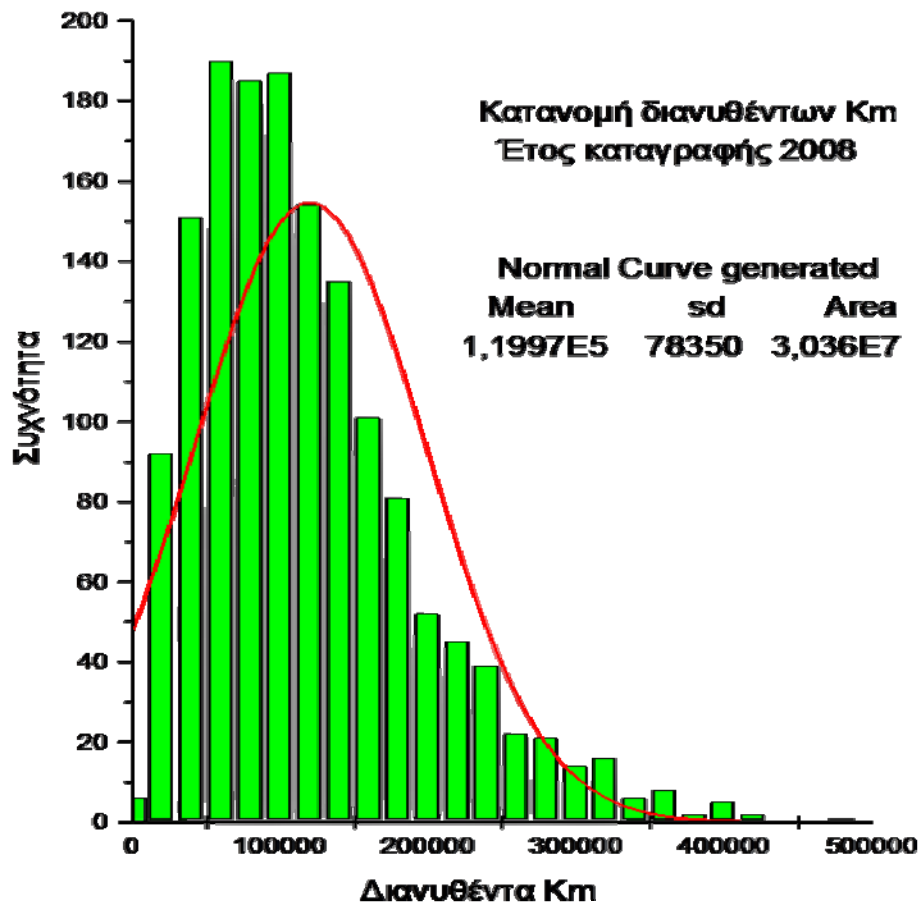
Διάγραμμα 2: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων, κυβικών εκατοστών βενζινοκινητήρων για το έτος 2007



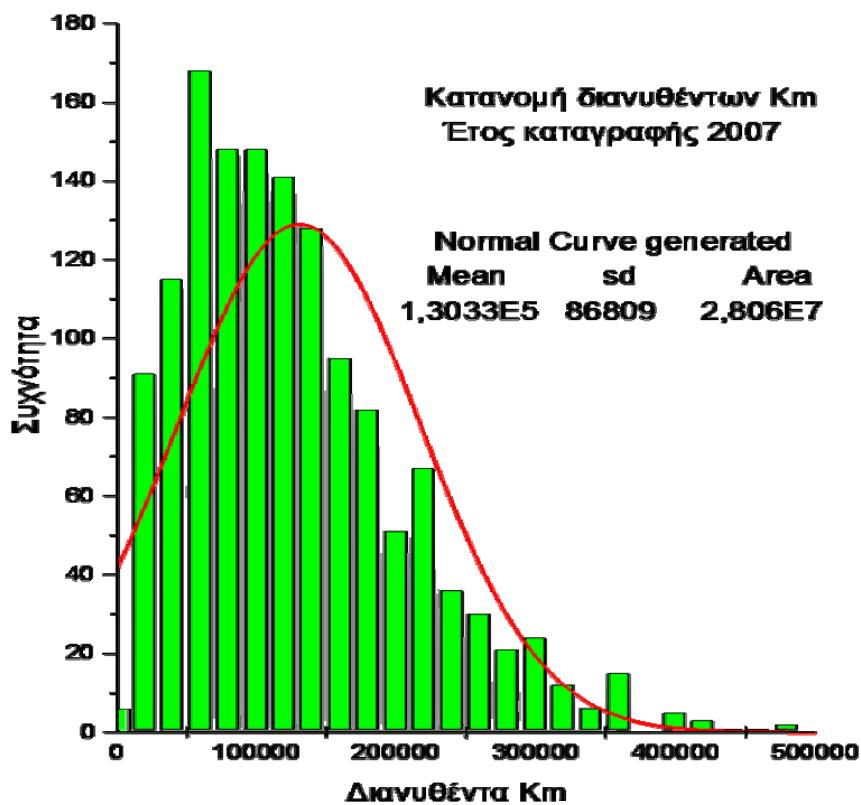
Διάγραμμα 3: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων, κυβικών εκατοστών βενζινοκινητήρων για το έτος 2006



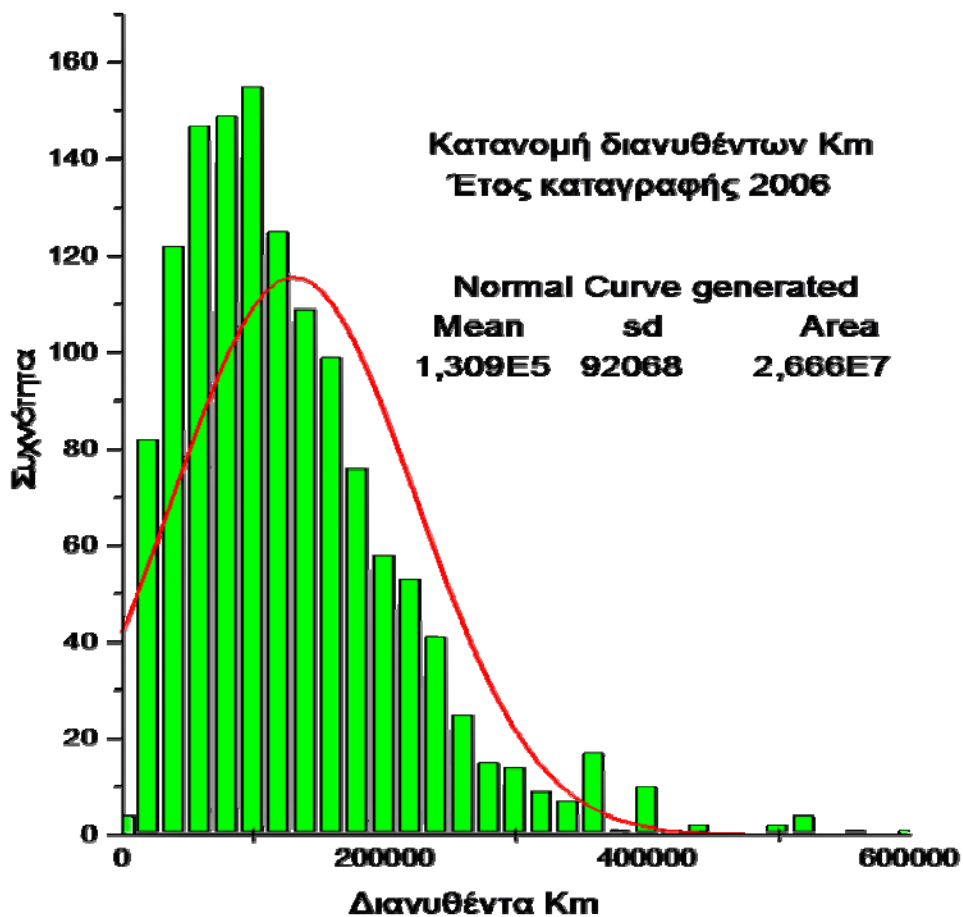
Διάγραμμα 4: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων, κυβικών εκατοστών βενζινοκινητήρων για το έτος 2005



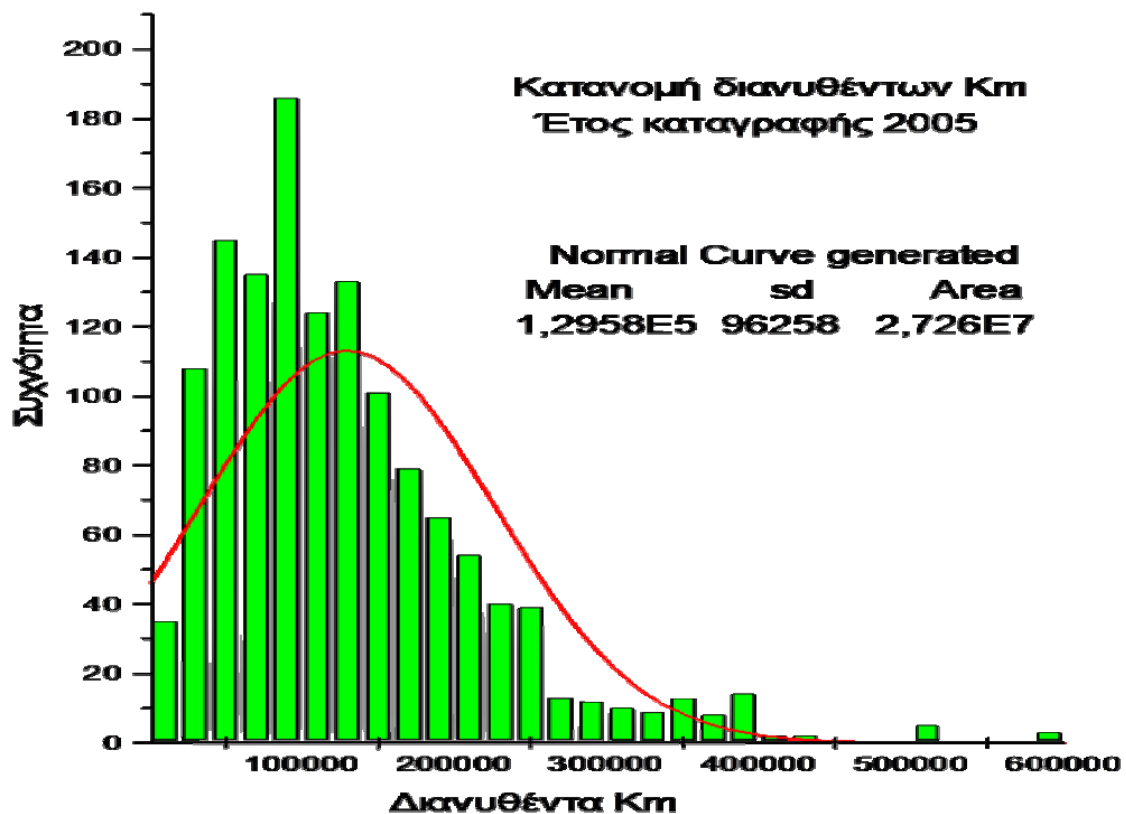
Διάγραμμα 5: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων των διανυθέντων χιλιομέτρων, για το έτος 2008



Διάγραμμα 6: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων των διανυθέντων χιλιομέτρων, για το έτος 2007

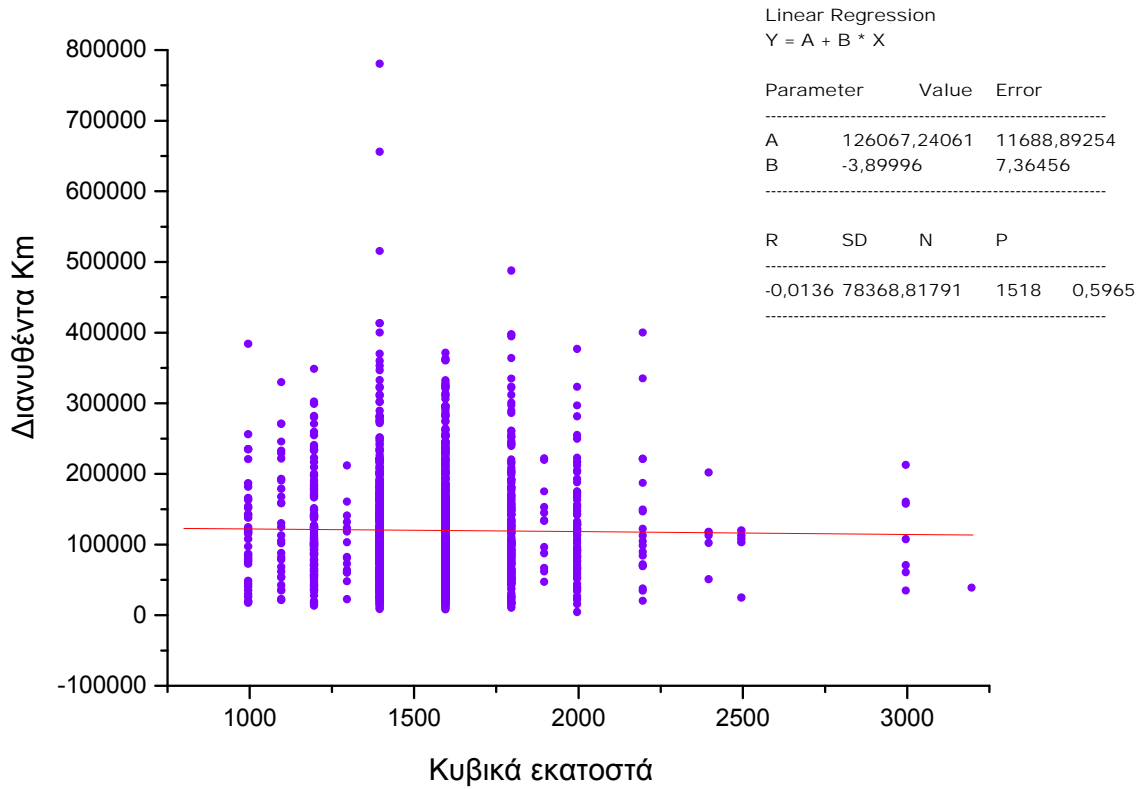


Διάγραμμα 7: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων των διανυθέντων χιλιομέτρων, για το έτος 2006



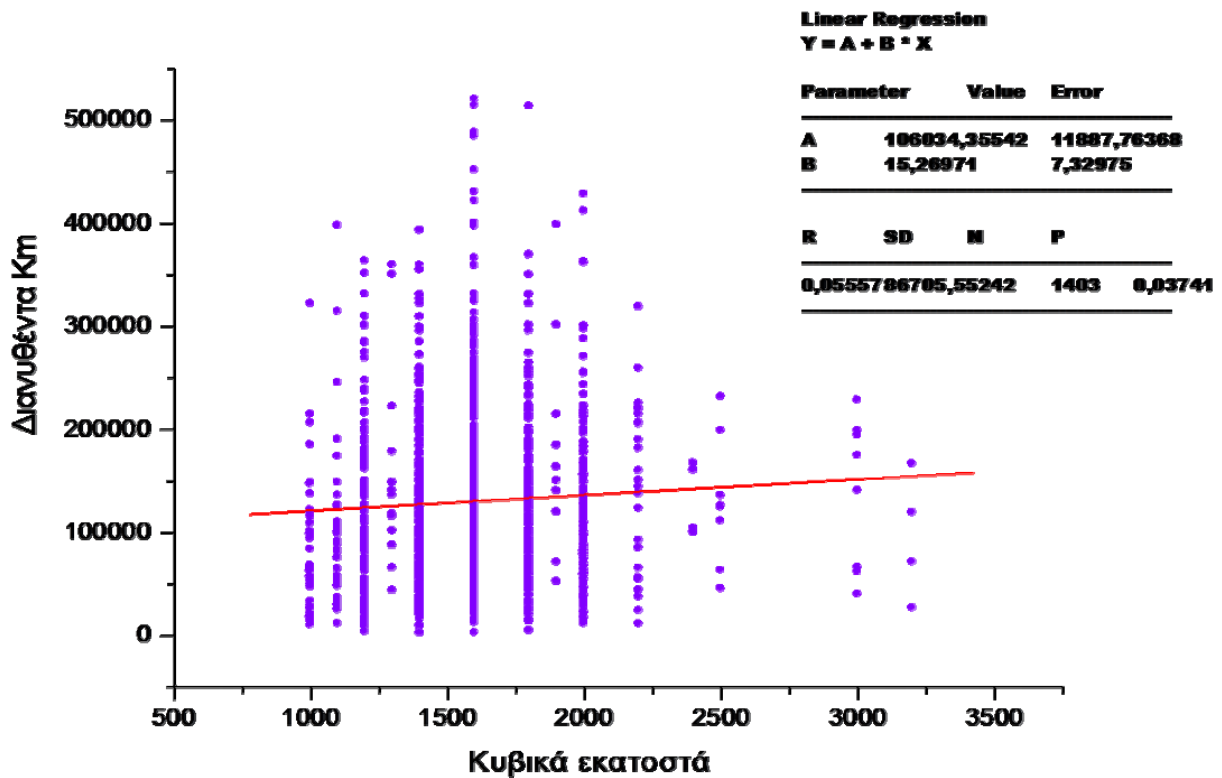
Διάγραμμα 8: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων των διανυθέντων χιλιομέτρων, για το έτος 2005

**Έτος καταγραφής 2008**

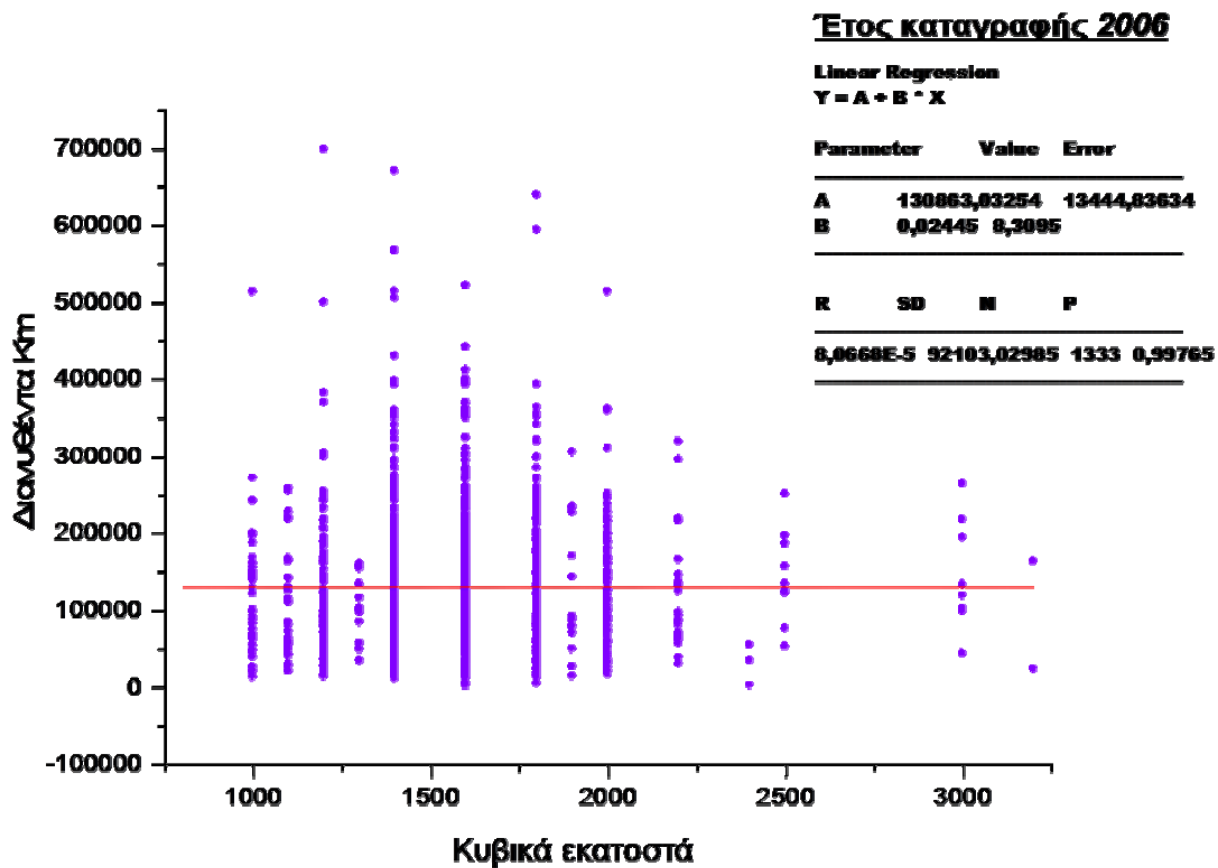


**Διάγραμμα 9:** Καρτεσιανή κατανομή διανυθέντων Km και κυβικών εκατοστών βενζιν. για το έτος 2008

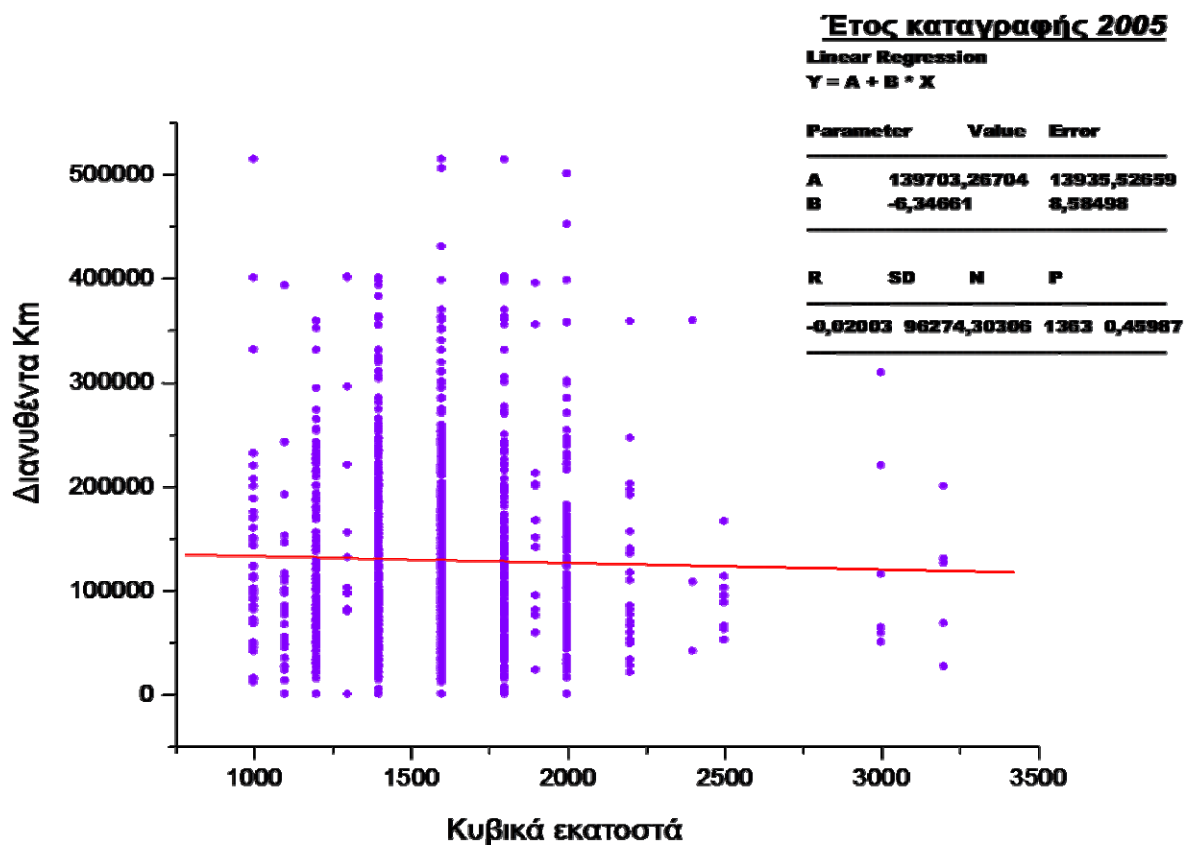
**Έτος καταγραφής 2007**



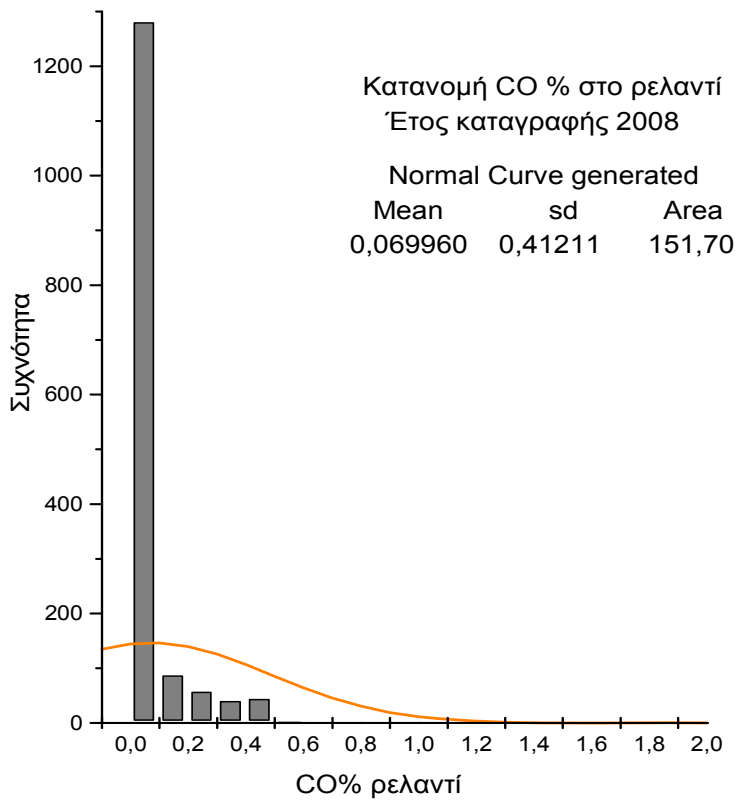
**Διάγραμμα 10:** Καρτεσιανή κατανομή διανυθέντων Km και κυβικών εκατοστών βενζιν. για το έτος 2007



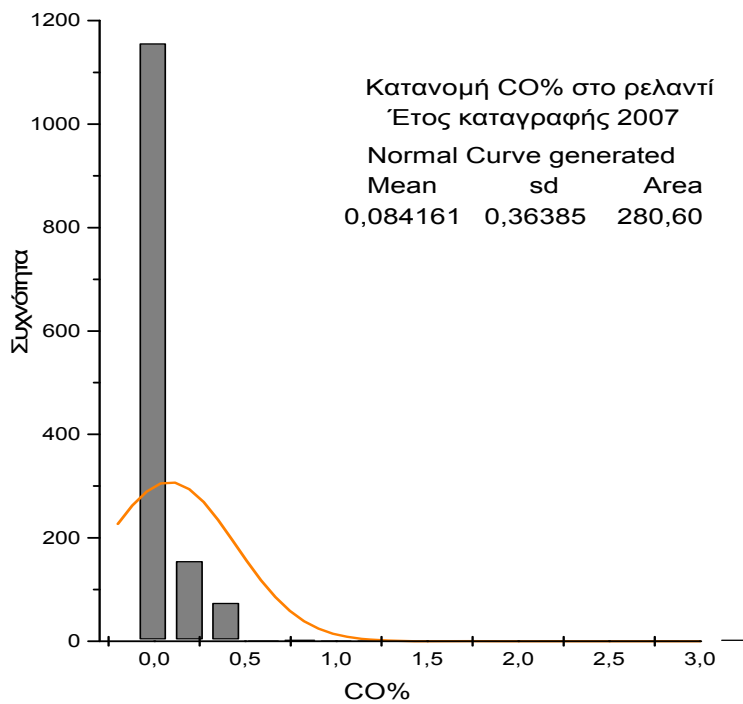
Διάγραμμα 11: Καρτεσιανή κατανομή διανυθέντων Km και κυβικών εκατοστών βενζίν. για το έτος 2006



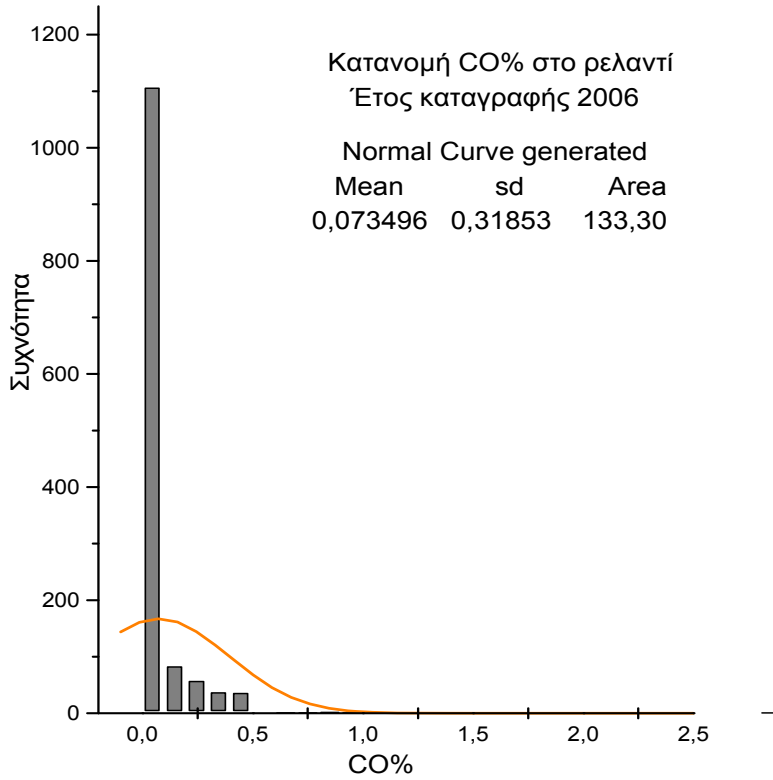
Διάγραμμα 12: Καρτεσιανή κατανομή διανυθέντων Km και κυβικών εκατοστών βενζίν. για το έτος 2005



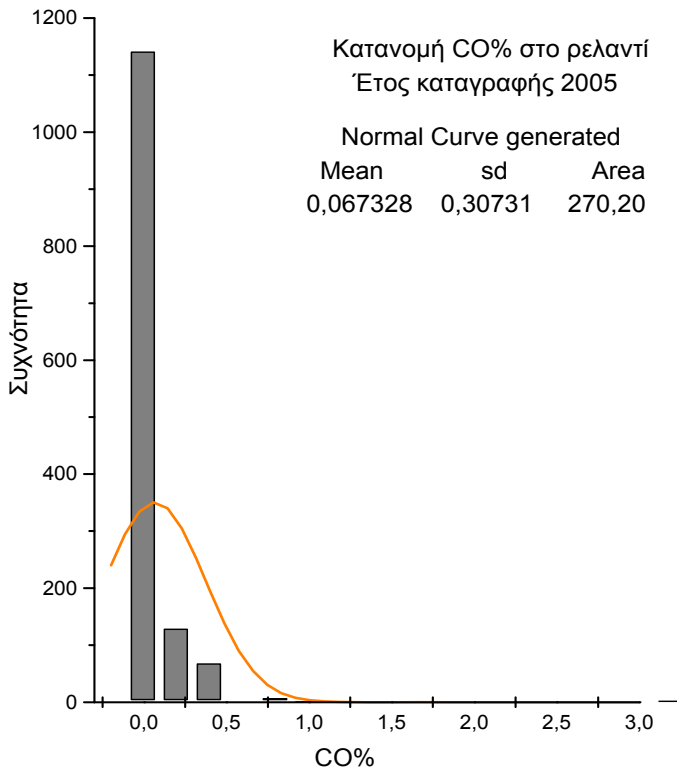
**Διάγραμμα 13:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στο ρελαντί για το έτος 2008



**Διάγραμμα 14:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στο ρελαντί για το έτος 2007

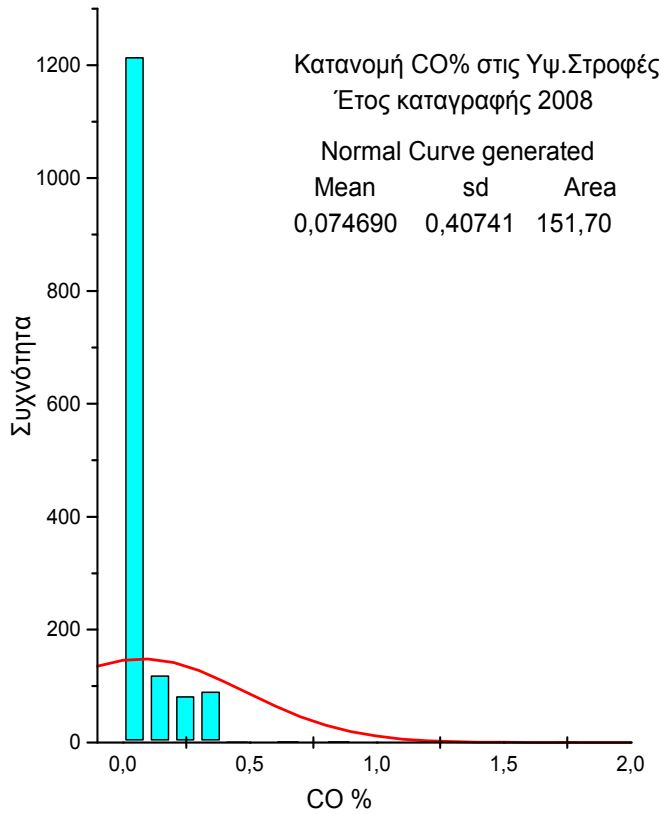


**Διάγραμμα 15:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στο ρελαντί για το έτος 2006

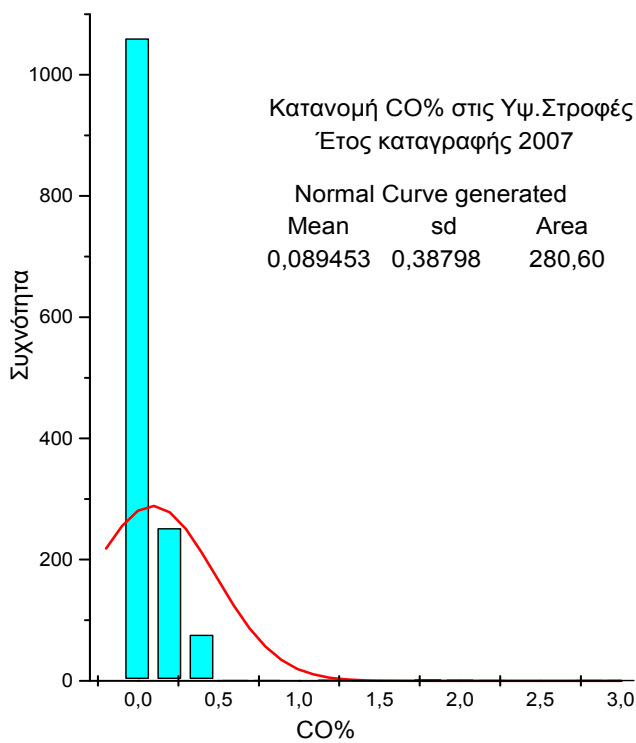


**Διάγραμμα 16:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στο ρελαντί για το έτος 2005

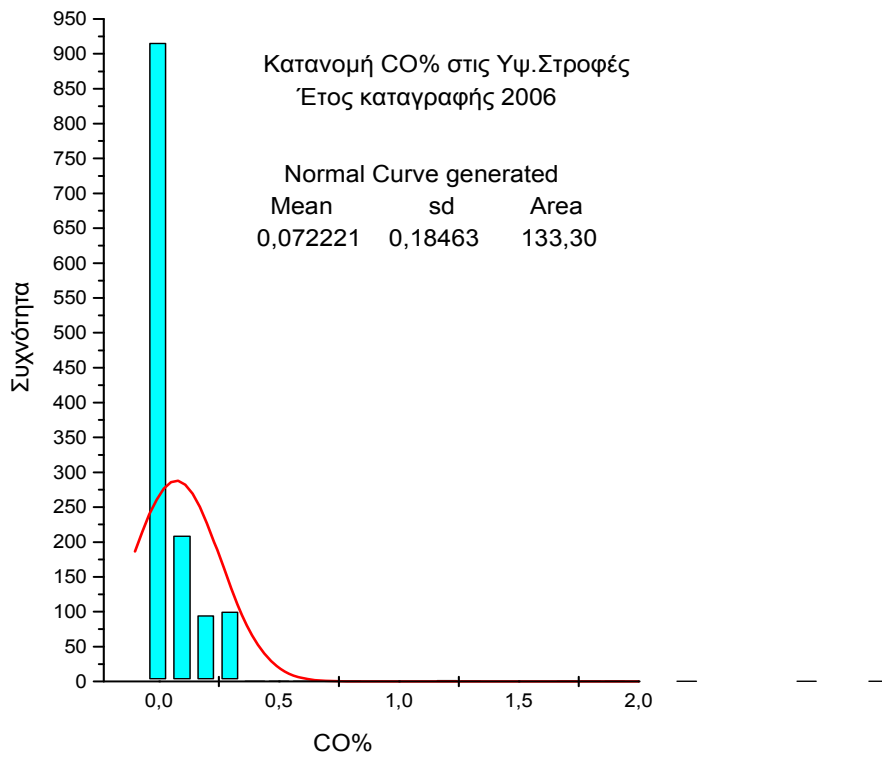




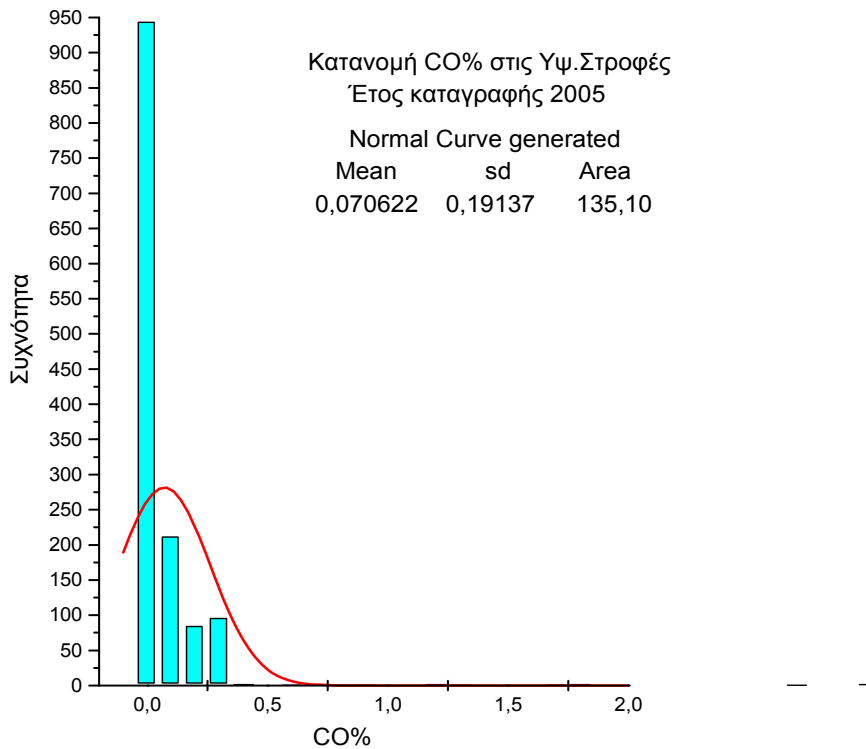
**Διάγραμμα 17:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στις Υψ. Στροφές για το έτος 2008



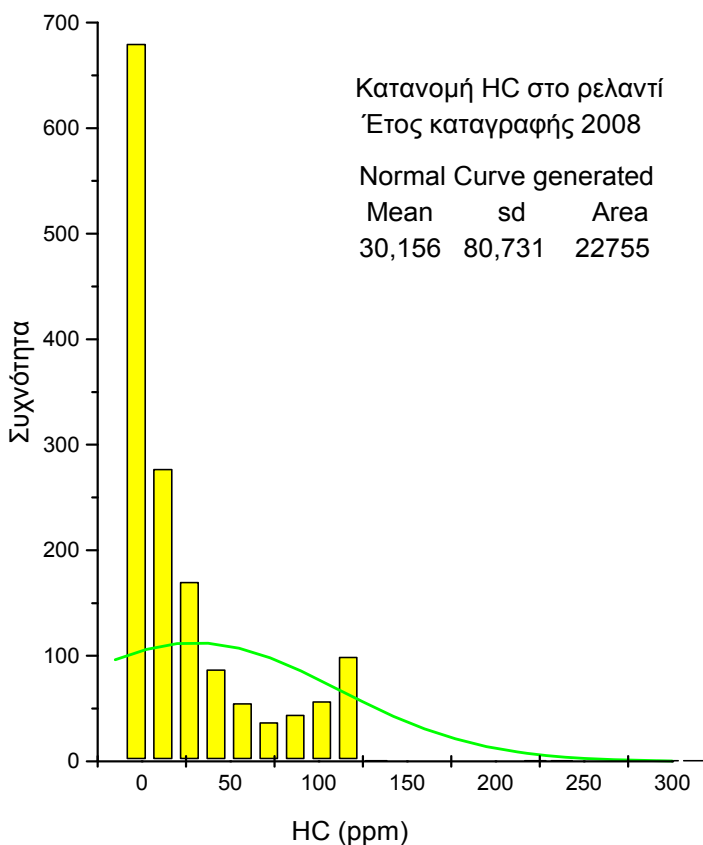
**Διάγραμμα 18:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στις Υψ. Στροφές για το έτος 2007



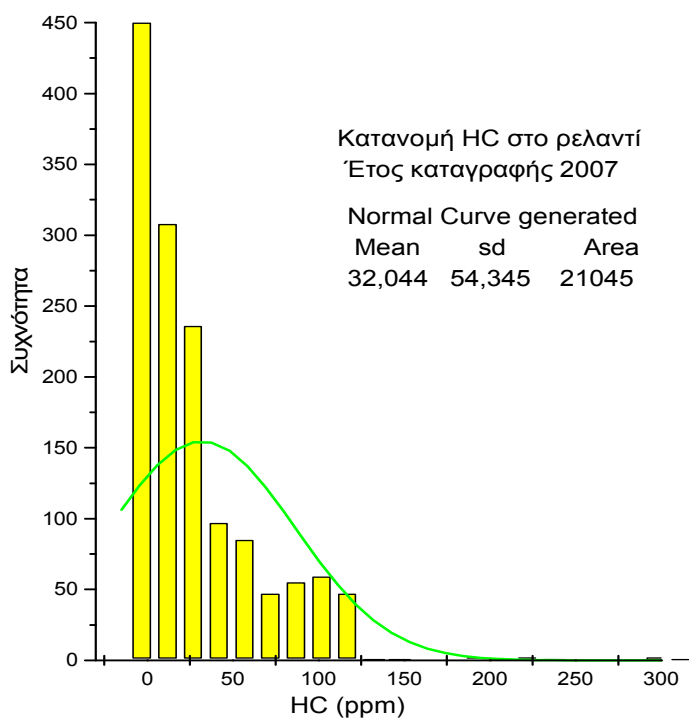
**Διάγραμμα 19:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στις Υψ. Στροφές για το έτος 2006



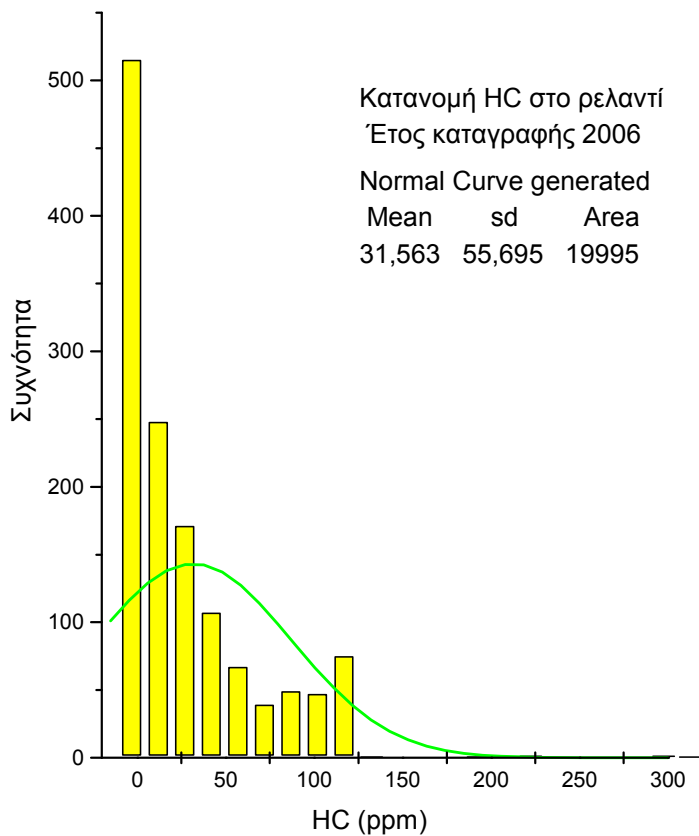
**Διάγραμμα 20:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στις Υψ. Στροφές για το έτος 2005



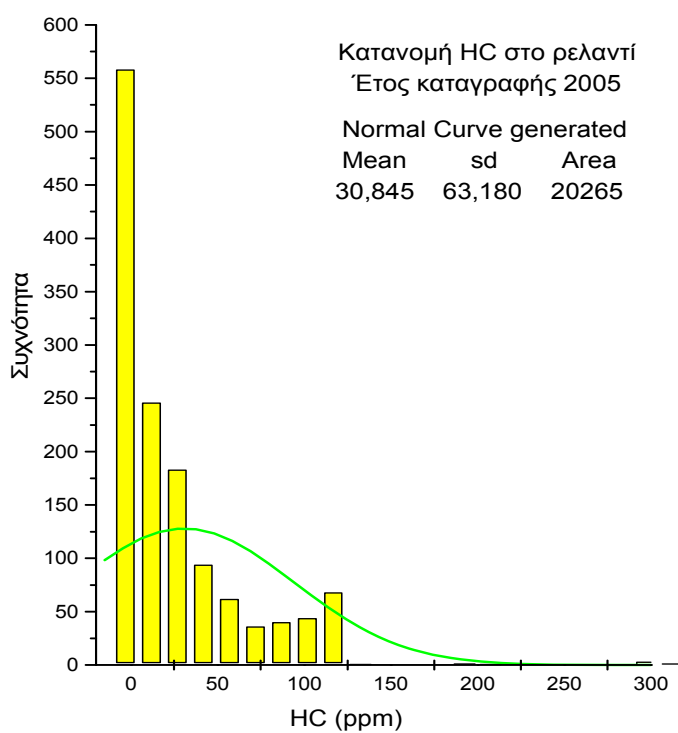
**Διάγραμμα 21:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC (ppm) στο ρελαντι για το έτος 2008



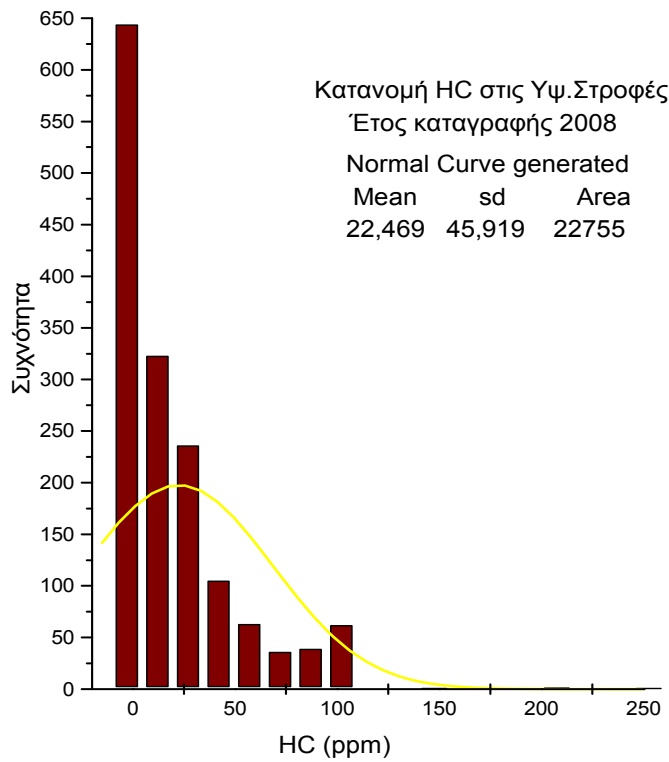
**Διάγραμμα 22:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC (ppm) στο ρελαντι για το έτος 2007



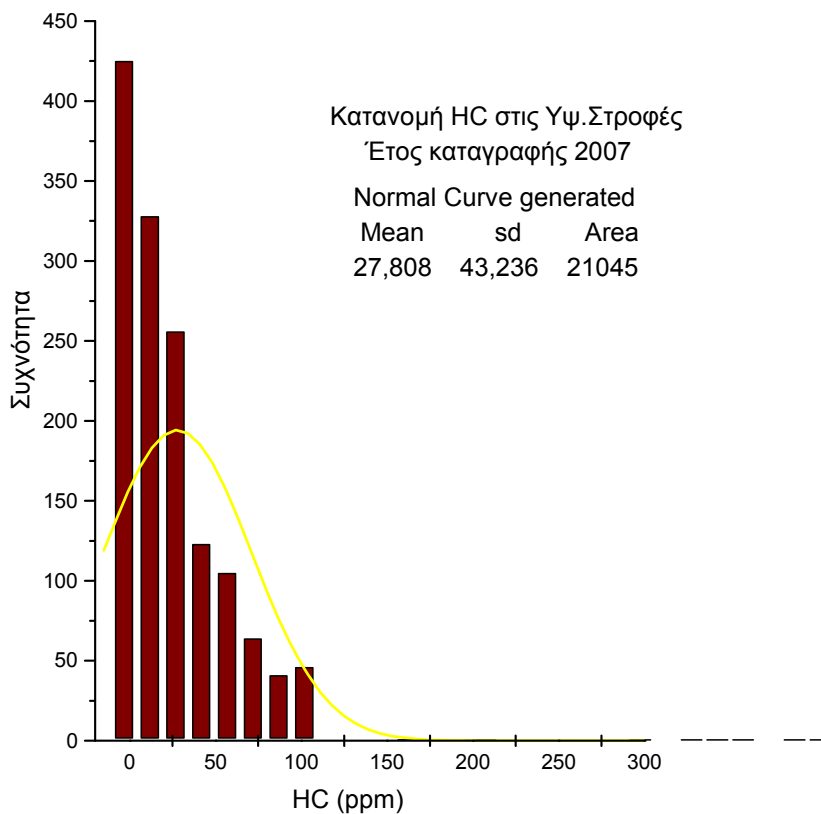
**Διάγραμμα 23:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC (ppm) στο ρελαντι για το έτος 2006



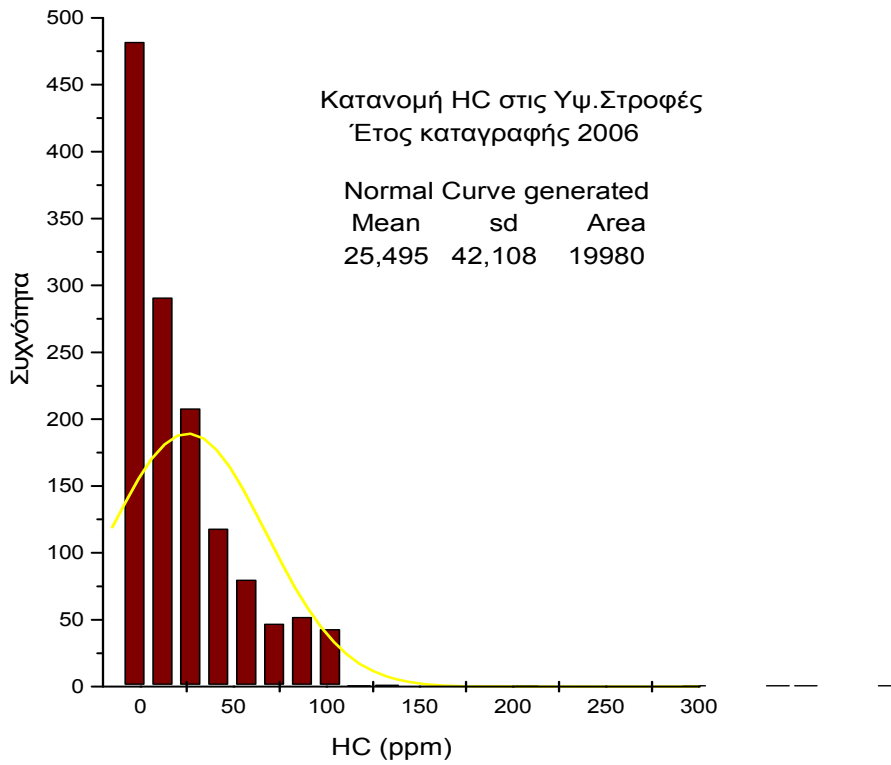
**Διάγραμμα 24:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC (ppm) στο ρελαντι για το έτος 2005



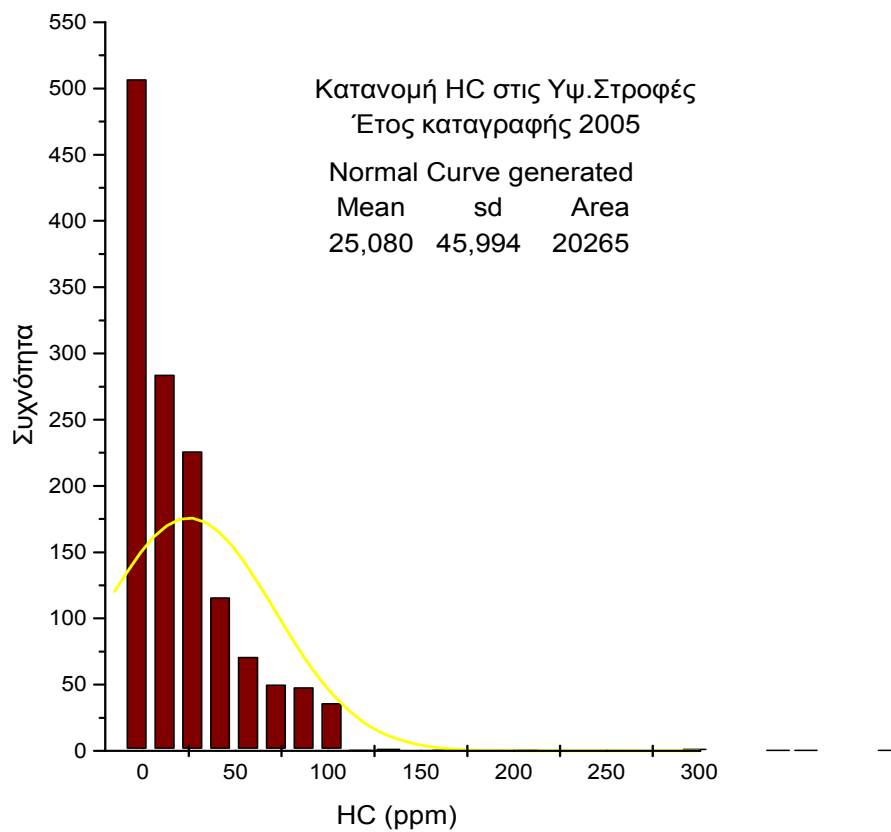
**Διάγραμμα 25:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC στις Υψ. Στροφές για το έτος 2008



**Διάγραμμα 26:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC στις Υψ. Στροφές για το έτος 2007



**Διάγραμμα 27:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC στις Υψ. Στροφές για το έτος 2006



**Διάγραμμα 28:** Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC στις Υψ. Στροφές για το έτος 2005

## 3.2 Συμπεράσματα

Από τη στατιστική επεξεργασία και ομαδοποίηση των δεδομένων των ΚΤΕΟ του Ν. Σερρών, προέκυψαν τα παραπάνω διαγράμματα. Τα συμπεράσματα τα οποία μπορούν να εξαχθούν, συνοψίζονται στα εξής:

### 1) Σύνθεση του στόλου των αυτοκινήτων που προσέρχονται για έλεγχο ΚΤΕΟ

Το πλήθος βενζινοκίνητων καταλυτικών αυτοκινήτων τα οποία προσήλθαν σε έλεγχο ΚΤΕΟ στο Ν. Σερρών, κατά τα έτη 2005-2006 είναι 1363 και 1333 αντίστοιχα, και εμφανίζει σχετική σταθερότητα. Στη συνέχεια κατά τα έτη 2007 και 2008 παρατηρείται αύξηση του συνολικού πληθυσμού των αυτοκινήτων σε 1403 και 1519 αντίστοιχα. Αυτό πιθανώς να σχετίζεται με την αύξηση του συνολικού στόλου των νέων σχετικά αυτοκινήτων (με ηλικία μικρότερη των 4 ετών) τα οποία προσέρχονται για έλεγχο ΚΤΕΟ για πρώτη φορά.

### 2) Σύνθεση του στόλου των αυτοκινήτων ως προς τον κυβισμό

Μεταξύ των ετών 2005-2007 δεν παρατηρείται στατιστικά αξιόλογη μεταβολή σε σχέση με τον κυβισμό των αυτοκινήτων που προσήλθαν για έλεγχο ΚΤΕΟ στο Ν. Σερρών. Οι μέσες τιμές (mean) του κυβισμού των αυτοκινήτων για τα έτη αυτά υπολογίστηκαν ότι είναι 1594,6 – 1589,3 – 1590,8 αντίστοιχα, ενώ οι τυπικές αποκλίσεις (sd) υπολογίστηκαν ότι είναι 303,87 – 303,7 – 315,92.

Στατιστικά αξιοποιήσιμη τάση είναι αυτή που εμφανίζεται στην μέση τιμή του κυβισμού των αυτοκινήτων που προσήλθαν για έλεγχο ΚΤΕΟ κατά το 2008, όπου η μέση τιμή εμφανίζει ελαφρά ελάττωση και φθάνει στην τιμή των 1563,4 κυβικών εκατοστών, ενώ η αντίστοιχη τυπική απόκλιση παρουσιάζει σημαντική ελάττωση φθάνοντας στην τιμή των 273,16. Η τάση αυτή υποδηλώνει ότι κατά το 2008 προσήλθαν αυτοκίνητα τα οποία εισήλθαν σε κυκλοφορία κατά το 2004, τα οποία εμφανίζουν συσσώρευση περισσότερο στην περιοχή αυτοκινήτων μεσαίου κυβισμού (1400-1600 cm<sup>3</sup>), ενώ ταυτόχρονα περιορίσθηκε η νέα κυκλοφορία αυτοκινήτων πολύ υψηλού ή πολύ χαμηλού κυβισμού.

### 3) Κατανομή των διανυθέντων χιλιομέτρων (km)

Μεταξύ των ετών 2005-2007 δεν παρατηρείται ουσιαστική διαφορά στη μέση τιμή και στην τυπική απόκλιση των διανυθέντων χιλιομέτρων από τα αυτοκίνητα που προσήλθαν για έλεγχο ΚΤΕΟ, καθώς οι μέσες τιμές υπολογίστηκαν σε 129580 – 130900 – 130330 και οι τυπικές αποκλίσεις σε 96258 – 92068 – 86809.

Σημαντική διαφορά εμφανίζεται κατά το 2008 όπου η μέση τιμή των διανυθέντων χιλιομέτρων είναι 119970 και η τυπική απόκλιση 78350. Αυτό υποδηλώνει ότι υπάρχει μία

στατιστικά σημαντική ελάττωση και της μέσης τιμής των διανυθέντων χιλιομέτρων και της τυπικής απόκλισης περίπου κατά 10000 km και οφείλεται στην σχετική ανανέωση του στόλου.

#### **4) Συσχέτιση των διανυθέντων χιλιομέτρων (km) ως προς τον κυβισμό**

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των διανυθέντων km και του κυβισμού των αυτοκινήτων. Οι συντελεστές συσχέτισης (R) είναι  $-0,02003 - 0 - 0,055 - (-0,0136)$  για τα έτη 2005 – 2006 – 2007 – 2008 αντίστοιχα και βρίσκονται κατ' απόλυτη τιμή πολύ μακριά από την μονάδα, τιμή που λαμβάνει ο συντελεστής συσχέτισης όταν υπάρχει ικανοποιητική γραμμική συσχέτιση. Οι ελαφρά αρνητικές τιμές που λαμβάνει ο συντελεστής συσχέτισης κατά τα έτη 2005 και 2008, δεν είναι στατιστικά αξιοποιήσιμες.

Η παρατηρούμενη πύκνωση των σημείων που παρατηρείται στις περιοχές μεσαίου κυβισμού, οφείλεται στο ότι ο πληθυσμός των αυτοκινήτων κυβισμού 1400-1600 cm<sup>3</sup> είναι σημαντικά μεγαλύτερος σε σχέση με τον πληθυσμό των αυτοκινήτων μεγαλύτερου ή μικρότερου κυβισμού.

#### **5) Κατανομή ρύπων μονοξειδίου του άνθρακα CO% σε ρελαντί και υψηλές στροφές**

Δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά κατά τα έτη 2005-2008 στην μέση τιμή και στην τυπική απόκλιση των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα. Αυτό οφείλεται πιθανώς στην καλή συντήρηση των αυτοκινήτων ή και στην έγκαιρη αντικατάσταση των καταλυτών όταν αυτοί πάψουν να είναι αποτελεσματικοί. Οι μέσες τιμές των εκπομπών στο ρελαντί κυμαίνονται από 0,067 %CO έως 0,084 %CO, ενώ σε υψηλές στροφές κυμαίνονται από 0,070 %CO έως 0,089 %CO. Οι αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις κυμαίνονται από 0,307 %CO έως 0,412 %CO για το ρελαντί και από 0,184 %CO έως 0,407 %CO για τις υψηλές στροφές. Ο αντίστοιχος συντελεστής μεταβολής CV (coefficient of variation) παίρνει τιμές κατά πολύ μεγαλύτερες του 10% γεγονός που υποδηλώνει το ότι τα δείγματα δεν είναι ομοιογενή.

Παρατηρείται επίσης ότι κατά την μετάβαση από το ρελαντί στις υψηλές στροφές παρατηρείται μία αντίστοιχη αύξηση των μέσων τιμών που κυμαίνεται από 1,5% έως 7,2% για τα έτη 2005 και 2008 αντίστοιχα. Κατά το έτος 2006 παρατηρήθηκε ελαφρά ελάττωση της τάξης του 1,3%.

#### **6) Κατανομή ρύπων υδρογονανθράκων HC (ppm) σε ρελαντί και υψηλές στροφές**

Δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά κατά τα έτη 2005-2008 στην μέση τιμή και στην τυπική απόκλιση των εκπομπών υδρογονανθράκων. Αυτό οφείλεται πιθανώς στην



καλή συντήρηση των αυτοκινήτων ή και στην έγκαιρη αντικατάσταση των καταλυτών όταν αυτοί πάψουν να είναι αποτελεσματικοί. Οι μέσες τιμές των εκπομπών στο ρελαντί κυμαίνονται από 30,15 ppm HC έως 32,04 ppm HC, ενώ σε υψηλές στροφές κυμαίνονται από 22,46 ppm HC έως 27,8 ppm HC . Οι αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις κυμαίνονται από 54,34 ppm HC έως 80,73 ppm HC για το ρελαντί και από 42,1 ppm HC έως 45,99 ppm HC για τις υψηλές στροφές. Ο αντίστοιχος συντελεστής μεταβολής CV (coefficient of variation) παίρνει τιμές κατά πολύ μεγαλύτερες του 10% γεγονός που υποδηλώνει το ότι τα δείγματα δεν είναι ομοιογενή.

Παρατηρείται επίσης ότι κατά την μετάβαση από το ρελαντί στις υψηλές στροφές παρατηρείται μία αντίστοιχη ελάττωση των μέσων τιμών των εκπεμπόμενων ρύπων που κυμαίνεται από 18,6% για το έτος 2005 έως 34,9% για το έτος 2007.

## Παράρτημα 1

**Οδηγία 94/23/ΕΚ της Επιτροπής της 8ης Ιουνίου 1994 που τροποποιεί, ενόψει του καθορισμού ελάχιστων προτύπων για τον έλεγχο των συστημάτων πέδησης των οχημάτων, την οδηγία 77/143/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τον τεχνικό έλεγχο των οχημάτων και των ρυμουλκούμενων τους**

Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 147 της 14/06/1994 σ. 0006 - 0008  
Φινλανδική ειδική έκδοση: Κεφάλαιο 7 τόμος 5 σ. 0154  
Σουηδική ειδική έκδοση: Κεφάλαιο 7 τόμος 5 σ. 0154

ΟΔΗΓΙΑ 94/23/ΕΚ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 8ης Ιουνίου 1994 που τροποποιεί, ενόψει του καθορισμού ελάχιστων προτύπων για τον έλεγχο των συστημάτων πέδησης των οχημάτων, την οδηγία 77/143/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τον τεχνικό έλεγχο των οχημάτων και των ρυμουλκούμενων τους

Η ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ,

Έχοντας υπόψη:

τη συνθήκη για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας,

την οδηγία 77/143/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 29ης Δεκεμβρίου 1976 περί προσεγγίσεως της νομοθεσίας των κρατών μελών σχετικά με τον τεχνικό έλεγχο των οχημάτων και των ρυμουλκούμενων τους (1), όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 92/55/ΕΟΚ (2), και ιδίως το άρθρο 5α παράγραφος 2,

την οδηγία 71/320/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 26ης Ιουλίου 1971 περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών που αφορούν τις διατάξεις πέδησης ορισμένων κατηγοριών οχημάτων με κινητήρα και των ρυμουλκούμενων τους (3), όπως τροποποιήθηκε τελευταία από την οδηγία 91/422/ΕΟΚ (4),

Εκτιμώντας:

ότι η οδηγία 77/143/ΕΟΚ προβλέπει τακτικό τεχνικό έλεγχο των οχημάτων όλων των κατηγοριών που παρατίθενται στο παράρτημα Ι-

ότι η εν λόγω οδηγία προβλέπει την έγκριση από το Συμβούλιο χωριστών οδηγιών απαραίτητων για τον καθορισμό των ελάχιστων προτύπων και μεθόδων ελέγχου των σημείων που αναφέρονται στο παράρτημα ΙΙ, και τη σύσταση επιτροπής την οποία η Επιτροπή θα συμβουλευέται πριν από την έγκριση των τροποποιήσεων που κρίνονται απαραίτητες για την προσαρμογή στην τεχνολογική πρόοδο των προτύπων και των μεθόδων που ορίζονται στις χωριστές οδηγίες-

ότι η οδηγία 77/143/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε ειδικότερα από την οδηγία 92/54/ΕΟΚ του Συμβουλίου (5), ορίζει τα ελάχιστα πρότυπα για τον έλεγχο των συστημάτων πέδησης των οχημάτων-

ότι κρίνεται απαραίτητη η προσαρμογή των προτύπων αυτών στην τεχνολογική πρόοδο ώστε να περιλαμβάνονται οι ελάχιστες τιμές για τις επιδόσεις των συστημάτων πέδησης και να διασφαλισθεί, στο μέτρο του δυνατού, η ασφάλεια των οχημάτων σε κυκλοφορία όσον αφορά τις επιδόσεις της πέδησης-

ότι, μέχρις ότου εναρμονισθούν οι διαδικασίες και οι πρακτικές δοκιμών, τα κράτη μέλη μπορούν να κρίνουν τη διαδικασία δοκιμής που χρησιμοποιούν για να διαπιστώσουν κατά πόσον το συγκεκριμένο όχημα πληροί τις απαιτήσεις πέδησης-

ότι αναγνωρίζεται από όλους τους εμπλεκόμενους στον έλεγχο οχημάτων ότι η μέθοδος του ελέγχου, ειδικότερα αν το όχημα ελέγχεται σε συνθήκες πλήρους ή μερικής φόρτωσης, ή άνευ φορτίου, επηρεάζει το βαθμό εμπιστοσύνης των ελεγκτών στην αξιοπιστία του συστήματος πέδησης-

ότι ο καθορισμός τιμών αναφοράς της δύναμης πέδησης σε συνάρτηση με διαφορετικές συνθήκες φόρτωσης για κάθε τύπο οχήματος θα βοηθούσε στην αποκατάσταση της εμπιστοσύνης αυτής και ότι η εν λόγω οδηγία καθιστά δυνατές τις δοκιμές στο πλαίσιο του καθεστώτος αυτού ως εναλλακτική λύση έναντι των δοκιμών των ελάχιστων τιμών επιδόσεων για κάθε κατηγορία οχημάτων-

ότι υπάρχει η πρόθεση περαιτέρω τροποποίησης της παρούσας οδηγίας ώστε να περιλαμβάνει αρμονική και βελτιωμένη μεθοδολογία ελέγχου-

ότι το πεδίο εφαρμογής της παρούσας οδηγίας αφορά, κυρίως, οχήματα που εμπίπτουν στις διατάξεις περί εγκρίσεως τύπου της οδηγίας 71/320/ΕΟΚ, αν και αναγνωρίζεται ότι ορισμένοι τύποι οχημάτων έχουν εγκριθεί με βάση εθνικά πρότυπα που ενδεχομένως διαφέρουν από τις απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας- ότι τα κράτη μέλη μπορούν να καθορίσουν τα δικά τους πρότυπα δοκιμών όσον αφορά τις επιδόσεις πέδησης για οχήματα που θεωρούνται ιστορικού ενδιαφέροντος-

ότι, αναγνωριζόμενου του δικαιώματος των κρατών μελών να θεσπίζουν δικά τους πρότυπα για οχήματα ιστορικού ενδιαφέροντος, τα πρότυπα αυτά δεν πρέπει να είναι αυστηρότερα εκείνων που είχαν προβλεφθεί αρχικά κατά το σχεδιασμό των συγκεκριμένων οχημάτων-

ότι, λόγω των επιπτώσεων που θα έχουν οι εν λόγω προσαρμογές στο συγκεκριμένο τομέα, τα προβλεπόμενα στην παρούσα οδηγία κοινοτικά μέτρα είναι αναγκαία για την επίτευξη των επιδιωκόμενων στόχων, δηλαδή της τεχνικής εναρμόνισης σε κοινοτικό επίπεδο των κανόνων για τη διενέργεια τεχνικού ελέγχου και της βελτίωσης της οδικής ασφάλειας- ότι ο ανωτέρω στόχος δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί επαρκώς από τα κράτη μέλη ξεχωριστά-

ότι οι διατάξεις της παρούσας οδηγίας είναι σύμφωνες με τη γνώμη της Επιτροπής για την Προσαρμογή στην Τεχνολογική Πρόοδο της οδηγίας περί τεχνικού ελέγχου των οχημάτων, η οποία συνεστήθη δυνάμει του άρθρου 5β της οδηγίας 77/143/ΕΟΚ,

## ΕΞΕΔΩΣΕ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΟΔΗΓΙΑ:

### Άρθρο 1

Το παράρτημα II της οδηγίας 77/143/ΕΟΚ τροποποιείται ως εξής:

1.2.1. Επιδόσεις (αυξάνονται σταδιακά μέχρι τη μέγιστη τιμή. Ανεπαρκές έργο πέδησης σε έναν ή περισσότερους τροχούς. Το έργο πέδησης σε κάποιο τροχό είναι μικρότερο από το 70 % του υψηλότερου καταγραφόμενου έργου που ασκείται σε άλλο τροχό του ίδιου άξονα. Σε περίπτωση δοκιμής της πέδησης σε πορεία, η απόκλιση του οχήματος από την ευθεία είναι υπέρμετρη Μη βαθμιαία μεταβολή του έργου πέδησης (απότομη εμπλοκή) Ανώμαλη υστέρηση στη λειτουργία πέδησης σε κάποιο τροχό. Υπέρμετρη διακύμανση του έργου πέδησης λόγω παραμόρφωσης των δίσκων ή ελλειψοειδούς μορφής τυμπάνων

1.2.2. Απόδοση: Λόγος πέδησης εξαρτώμενος από τη μέγιστη επιτρεπόμενη μάζα ή, στην περίπτωση των ημιρυμουλκωμένων, από το άθροισμα των ανώτατων επιτρεπτών φορτίων αξόνων (εφόσον είναι δυνατόν), κατώτερος από: Ελάχιστη απόδοση πέδησης Κατηγορία 1: 50 % Κατηγορία 2: 43 % Κατηγορία 3: 40 % Κατηγορία 4: 50 % Κατηγορία 5: 45 % Κατηγορία 6: 50 % Το έργο πέδησης μικρότερο των τιμών αναφοράς, εφόσον τις έχει καθορίσει ο κατασκευαστής για τον άξονα του οχήματος. Για όλες τις κατηγορίες οχημάτων, ελάχιστος λόγος πέδησης μικρότερος του 50 % (11) της αποδοτικότητας πέδησης που καθορίζεται στο σημείο 1.2.2 σε σχέση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη μάζα ή, στην περίπτωση των ημιρυμουλκωμένων, με το άθροισμα των ανώτατων επιτρεπόμενων φορτίων αξόνων. Για όλες τις κατηγορίες οχημάτων, ελάχιστος λόγος πέδησης μικρότερος του 16 % σε σχέση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη μάζα ή, στην περίπτωση των μηχανοκίνητων οχημάτων, μικρότερος του 12 % σε σχέση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη συνδυασμένη μάζα του οχήματος, όποιος είναι ο μεγαλύτερος.

### Άρθρο 2

Τα κράτη μέλη εφαρμόζουν τις κατάλληλες διαδικασίες έτσι ώστε η αποτελεσματικότητα πέδησης των οχημάτων που έχουν καταχωρηθεί στο έδαφός τους να ανταποκρίνεται κατά το δυνατό στις απαιτήσεις που ορίζονται στην οδηγία 77/143/ΕΟΚ.

### Άρθρο 3

Τα κράτη μέλη δύνανται να απαιτήσουν υψηλότερο σημείο ελάχιστων τιμών αποτελεσματικότητας του συστήματος πέδησης και μπορούν να συμπεριλάβουν δοκιμή υπό φορτία μεγαλύτερα από εκείνα που καθορίζονται στο παράρτημα II για τα οχήματα που έχουν καταχωρηθεί στο έδαφός τους, με την προϋπόθεση ότι οι απαιτήσεις αυτές δεν υπερβαίνουν εκείνες της αρχικής έγκρισης τύπου του οχήματος.

### Άρθρο 4

Τα κράτη μέλη, αφού συμβουλευθούν την Επιτροπή, καθορίζουν τα δικά τους πρότυπα δοκιμών για την αποτελεσματικότητα πέδησης των οχημάτων που θεωρούνται ιστορικού ενδιαφέροντος.

### Άρθρο 5

1. Τα κράτη μέλη θεσπίζουν τις νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις που απαιτούνται για να συμμορφωθούν προς την παρούσα οδηγία το αργότερο μέχρι την 1η Ιανουαρίου 1997. Τα κράτη μέλη ενημερώνουν αμέσως σχετικά την Επιτροπή.

Οι εν λόγω διατάξεις περιέχουν, κατά την έγκρισή τους από τα κράτη μέλη, αναφορά στην παρούσα οδηγία ή συνοδεύονται από σχετική αναφορά κατά την επίσημη δημοσίευσή τους. Η διαδικασία πραγματοποίησης αυτής της αναφοράς αποφασίζεται από τα κράτη μέλη.

2. Τα κράτη μέλη κοινοποιούν στην Επιτροπή τις διατάξεις εσωτερικού δικαίου που θεσπίζουν στον τομέα, τον οποίο διέπει η παρούσα οδηγία.

#### Άρθρο 6

Η παρούσα οδηγία αρχίζει να ισχύει την εικοστή ημέρα από τη δημοσίευσή της στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Βρυξέλλες, 8 Ιουνίου 1994.

Για την Επιτροπή

Marcelino OREJA

Μέλος της Επιτροπής

(1) ΕΕ αριθ. L 47 της 18. 2. 1977, σ. 47.

(2) ΕΕ αριθ. L 225 της 10. 8. 1992, σ. 68.

(3) ΕΕ αριθ. L 202 της 6. 9. 1971, σ. 37.

(4) ΕΕ αριθ. L 233 της 22. 8. 1991, σ. 21.

(5) ΕΕ αριθ. L 225 της 10. 8. 1992, σ. 63.

(6) 48 % για οχήματα της κατηγορίας 1, χωρίς σύστημα ABS, ή τύπου εγκεκριμένου πριν από την 1η Οκτωβρίου 1991 (ημερομηνία απαγόρευσης της κυκλοφορίας χωρίς την ευρωπαϊκή έγκριση τύπων) [οδηγία 88/194/ΕΟΚ (ΕΕ αριθ. L 92 της 9. 4. 1988, σ. 47)].

(7) 45 % για οχήματα που έχουν καταχωρηθεί μετά το 1988 ή μετά την ημερομηνία υιοθέτησης της οδηγίας για την έγκριση τύπων 71/320/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 85/647/ΕΟΚ (ΕΕ αριθ. L 380 της 31. 12. 1985, σ. 1), στο πλαίσιο της εθνικής νομοθεσίας των κρατών μελών, όποια είναι μεταγενέστερη από τις δύο ημερομηνίες.

(8) 43 % για ημιρυμουλκούμενα και για ρυμουλκούμενα με ράβδο έλξης καταχωρηθέντα μετά το 1988 ή μετά την ημερομηνία έκδοσης της οδηγίας 71/320/ΕΟΚ, σχετικά με την έγκριση τύπου, όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 85/647/ΕΟΚ στο πλαίσιο της εθνικής νομοθεσίας των κρατών μελών, όποια είναι μεταγενέστερη ημερομηνία.

(9) 50 % για οχήματα της κατηγορίας 5 που έχουν καταχωρηθεί μετά το 1988 ή μετά την ημερομηνία έκδοσης της οδηγίας 71/320/ΕΟΚ, σχετικά με την έγκριση τύπου, όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 85/647/ΕΟΚ στο πλαίσιο της εθνικής νομοθεσίας των κρατών μελών, όποια είναι μεταγενέστερη ημερομηνία.

(10) Η τιμή αναφοράς για τον άξονα του οχήματος είναι το έργο πέδησης (εκφρασμένο σε Newtons) που απαιτείται για να επιτευχθεί αυτή η περιγραφείσα ελάχιστη δύναμη πέδησης υπό το συγκεκριμένο βάρος φορτίου που φέρει το όχημα.

(11) Για τα οχήματα της κατηγορίας 2 και 5 η ελάχιστη απόδοση της δευτερεύουσας πέδησης είναι 2,2 m/s<sup>2</sup> (η απόδοση της δευτερεύουσας πέδησης δεν θίγεται από την οδηγία 85/647/ΕΟΚ).

## **Παράρτημα 2**

### **4. Όρια ποιότητας ατμόσφαιρας**

Στη χώρα μας ισχύουν νομοθετημένα όρια για τους ρύπους διοξείδιο του θείου, καπνό, αιωρούμενα σωματίδια, διοξείδιο του αζώτου, μόλυβδο, όζον, μονοξείδιο του άνθρακα, βενζόλιο, σύμφωνα με τα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας που έχουν καθιερωθεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Με μία σειρά από νέες οδηγίες σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση, θεσπίστηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση, πέραν των άλλων, νέα όρια για τους διάφορους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Τα όρια αυτά αναφέρονται τόσο στην προστασία της ανθρώπινης υγείας όσο και των οικοσυστημάτων. Τα όρια αυτά δίνονται στο Παράρτημα IV.

Οι οδηγίες που έχουν εκδοθεί μέχρι τέλους του 2005 και αφορούν στα νέα όρια είναι:

- Οδηγία 1996/62/ΕΚ για την εκτίμηση και διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος (ΚΥΑ 3277/209/2000, ΦΕΚ 180/Β/17-2-2000).
- Οδηγία 1999/30/ΕΚ για τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου, στον αέρα του περιβάλλοντος (ΠΥΣ 34/30.5.2002, ΦΕΚ 125/Α/ 5-6-02).
- Οδηγία 2000/69/ΕΚ για τις οριακές τιμές βενζολίου και μονοξειδίου του άνθρακα στον αέρα του περιβάλλοντος (ΚΥΑ 9238/332, ΦΕΚ 405Β/27.2.05).
- Οδηγία 2002/3/ΕΚ σχετικά με το όζον στον ατμοσφαιρικό αέρα (ΚΥΑ ΗΠ 38638/2016, ΦΕΚ 1334Β/21.9.05).
- Οδηγία 2004/107/ΕΚ σχετικά με το αρσενικό, το κάδμιο, τον υδράργυρο, το νικέλιο και τους πολυκυκλικούς υδρογονάνθρακες στον ατμοσφαιρικό αέρα.

# Βιβλιογραφία

## Συγγράμματα:

1. Σταύρος Στ. Καραθανάσης: Ατμοσφαιρική ρύπανση, φωτοχημικά Μοντέλα Ποιότητας Αέρα. (ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ) [1]
2. C. David Cooper F. C Alley: Έλεγχος Αέριας Ρύπανσης, Σχεδιασμός Αντιρυπαντικής Τεχνολογίας. (ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ) [2]
3. Αθανάσιος Γ. Κούγκολος: Εισαγωγή Στην Περιβαλλοντική Μηχανική. (ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ) [3]
4. Σταύρος Στ. Καραθανάσης: Ατμοσφαιρική ρύπανση, Ορισμός, Επιπτώσεις, Πηγές από Βιομηχανικές & Βιοτεχνικές Δραστηριότητες, Τεχνολογία Αντιμετώπισης, Νομοθεσία. (ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ) [4]
5. Ιωάννης Β. Γεντεκάκης: Ατμοσφαιρική ρύπανση, Επιπτώσεις, Έλεγχος & Εναλλακτικές τεχνολογίες. (ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ) [5]
6. Θ. Ζαχμάνογλου, Γ. Καπετανάκης, Π. Καραμπίλας, Γ. Πατσιαβός: Τεχνολογία Αυτοκινήτου. (10<sup>η</sup> ΕΚΔΟΣΗ – ΑΘΗΝΑ 2008) [6]
7. Δρ. Περικλής Γ. Χασιώτης: Μηχανές Εσωτερικής Καύσης Ι. (ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ) [7]
8. Πέτρος Καραμπίλας: Injection – Καταλύτες & Αναλυτές Καυσαερίων. (ΑΘΗΝΑ 2003) [8]

## Internet:

1. [www.ypexode.gr](http://www.ypexode.gr) [9]
2. [www.kepka.gr](http://www.kepka.gr) [10]
3. [www.minenv.gr](http://www.minenv.gr) [11]
4. [www.mlsi.gr](http://www.mlsi.gr) [12]
5. [www.greenpeace.gr](http://www.greenpeace.gr) [13]
6. [www.eea.gr](http://www.eea.gr) [14]
7. [www.neahygeia.gr](http://www.neahygeia.gr) [15]
8. [www.mixanikos.gr](http://www.mixanikos.gr) [16]
9. [www.mcia.gr](http://www.mcia.gr) [17]

## Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων, κυβικών εκατοστών βενζινοκινητήρων για το έτος 2008

Διάγραμμα 2: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων, κυβικών εκατοστών βενζινοκινητήρων για το έτος 2007

Διάγραμμα 3: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων, κυβικών εκατοστών βενζινοκινητήρων για το έτος 2006

Διάγραμμα 4: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων, κυβικών εκατοστών βενζινοκινητήρων για το έτος 2005

Διάγραμμα 5: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων των διανυθέντων χιλιομέτρων, για το έτος 2008

Διάγραμμα 6: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων των διανυθέντων χιλιομέτρων, για το έτος 2007

Διάγραμμα 7: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων των διανυθέντων χιλιομέτρων, για το έτος 2006

Διάγραμμα 8: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων των διανυθέντων χιλιομέτρων, για το έτος 2005

Διάγραμμα 9: Καρτεσιανή κατανομή διανυθέντων Km και κυβικών εκατοστών βενζιν. για το έτος 2008

Διάγραμμα 10: Καρτεσιανή κατανομή διανυθέντων Km και κυβικών εκατοστών βενζιν. για το έτος 2007

Διάγραμμα 11: Καρτεσιανή κατανομή διανυθέντων Km και κυβικών εκατοστών βενζιν. για το έτος 2006

Διάγραμμα 12: Καρτεσιανή κατανομή διανυθέντων Km και κυβικών εκατοστών βενζιν. για το έτος 2005

Διάγραμμα 13: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στο ρελαντί για το έτος 2008

Διάγραμμα 15: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στο ρελαντί για το έτος 2006

Διάγραμμα 17: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στις Υψ. Στροφές για το έτος 2008

Διάγραμμα 19: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στις Υψ. Στροφές για το έτος 2006

Διάγραμμα 14: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στο ρελαντί για το έτος 2007

Διάγραμμα 16: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στο ρελαντί για το έτος 2005

Διάγραμμα 18: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στις Υψ. Στροφές για το έτος 2007

Διάγραμμα 20: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας CO % στις Υψ. Στροφές για το έτος 2005

Διάγραμμα 21: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC (ppm) στο ρελαντι για το έτος 2008

Διάγραμμα 22: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC (ppm) στο ρελαντι για το έτος 2007

Διάγραμμα 23: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC (ppm) στο ρελαντι για το έτος 2006

Διάγραμμα 24: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC (ppm) στο ρελαντι για το έτος 2005

Διάγραμμα 25: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC στις Υψ. Στροφές για το έτος 2008

Διάγραμμα 26: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC στις Υψ. Στροφές για το έτος 2007

Διάγραμμα 27: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC στις Υψ. Στροφές για το έτος 2006

Διάγραμμα 28: Ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων περιεκτικότητας HC στις Υψ. Στροφές για το έτος 2005