

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ-
ΟΛΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΥΠΑΝΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ”

Δουροπούλου Κ. Θεοδώρα
ΜΔΕ-ΟΠ/0310

Πειραιάς 2005

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Μιχ. Σφακιανάκη για την πολύ καλή συνεργασία και την μεγάλη βοήθεια που είχα καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας. Ακόμη τους συναδέλφους μου Ε. Δρίτσα, Γ. Ιωάννου και Α. Συμιακό για την σημαντική συμβολή τους στην περάτωση της παρούσας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια απόκτησης μεταπτυχιακού τίτλου στην Οργάνωση και Διοίκηση Επιχειρήσεων, με εξειδίκευση στην Διοίκηση Ολικής Ποιότητας . Εκπονήθηκε την περίοδο Οκτώβριος 2004 έως και Φεβρουάριος 2005, στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς, υπό την εποπτεία του καθηγητή κ. Μιχ. Σφακιανάκη.

Το αντικείμενο που πραγματεύεται είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση και η ρυπαντική συμπεριφορά των αυτοκινήτων στην Ελλάδα, με έμφαση στο Λεκανοπέδιο της Αττικής.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι αποτέλεσμα των ανθρώπινων παρεμβάσεων στις φυσικές λειτουργίες του περιβάλλοντος. Η ικανοποίηση των ολοένα αυξανόμενων αναγκών και επιδιώξεων στη διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας συνοδεύονται από εντονότερες παρεμβάσεις στις φυσικές διαδικασίες και μεταβολές στη φυσιολογία του περιβάλλοντος. Βασικά στοιχεία που διαφοροποιούν παλιότερες εποχές από την σύγχρονη είναι ότι η τελευταία χαρακτηρίζεται αφενός από τον ταχύτατο ρυθμό των αλλαγών που προκαλούνται στο περιβάλλον από τις αλλεπάλληλες επιστημονικές και τεχνολογικές επαναστάσεις και, αφετέρου, από τον μαζικό χαρακτήρα και την παγκοσμιότητα των αρνητικών επιπτώσεων που προκαλούν αυτές οι αλλαγές. Τις τελευταίες δεκαετίες, η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας οδήγησε στη συσσώρευση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, τα οποία χαρακτηρίζουν το σύγχρονο πολιτισμό και την εμφάνιση της οικολογικής κρίσης.

Η δημιουργία αέριων ρύπων, αλλοιώνουν τη σύσταση της ατμόσφαιρας συσσωρεύοντας **διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)** και πολλά άλλα σωματίδια, με σοβαρές επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα και την υγεία των ανθρώπων. Το γεγονός αυτό εντείνει το «**φαινόμενο του θερμοκηπίου**», δηλαδή την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης. Τα τελευταία 100 χρόνια, το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας αυξήθηκε κατά 25% , υπολογίζεται δε ότι ο διπλασιασμός της συγκέντρωσης του στην ατμόσφαιρα θα προκαλέσει αύξηση της μέσης θερμοκρασίας

του πλανήτη από 1°C έως $3,5^{\circ}\text{C}$ με σημαντικές επιπτώσεις στην ισορροπία της οικόσφαιρας.

Σε εθνικό επίπεδο, η συγκέντρωση εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων είναι αρκετά σημαντική. Ιδιαίτερα, στο Λεκανοπέδιο της Αττικής, η ατμοσφαιρική ρύπανση θεωρείται ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που απασχολούν τους κατοίκους τις πρωτεύουσας. Ο μεγάλος αριθμός ιδιωτικών αυτοκινήτων, αλλά κυρίως ορισμένες κατηγορίες οχημάτων, όπως τα πετρελαιοκίνητα ταξί, εκπέμπουν καθημερινά μεγάλες ποσότητες ρύπων. Επίσης, ο μέσος όρος ηλικίας του στόλου των επιβατικών αυτοκινήτων είναι αρκετά αυξημένος σε σχέση με αυτόν της Ευρωπαϊκής Ένωσης και φτάνει τα 11 χρόνια, γεγονός που οξύνει το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Όσο αναφορά στον τρόπο επιλογής νέου οχήματος από τους Έλληνες, η ανάλυση των πωλήσεων με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου **Statgraphics**, έδειξε ότι οι εκπομπές ρύπων, και πιο συγκεκριμένα του διοξειδίου του άνθρακα, δεν παίζουν σημαντικό ρόλο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	1
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.2 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	4
1.2.1 Δομή της ατμόσφαιρας	4
1.2.2 Ιστορική αναδρομή	6
1.2.3 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου	7
1.2.4 Το μέλλον	10
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 1ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	13
Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	
2.1 ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΑΘΜΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	13
2.1.1 Σταθμοί μέτρησης	13
2.1.2 Μετρούμενοι ρύποι	16
2.1.3 Βαθμονόμηση αυτομάτων οργάνων	17
2.2 ΕΙΚΟΝΑ ΣΤΟΛΟΥ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	17
2.2.1 Επιβατικά Οχήματα	18
2.2.2 Ελαφρά φορτηγά (μικτού βάρους ως 3.5 τόνους)	18
2.2.3 Βαρέα φορτηγά (μικτού βάρους πάνω από 3.5 τόνους)	18
2.2.4 Λεωφορεία	19
2.2.5 Μοτοσικλέτες (άνω των 50cc)	19
2.3 ΣΤΟΛΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	19
2.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	24
2.4.1 Καταλυτικά αυτοκίνητα	24
2.4.2 Συμβατικά αυτοκίνητα	24
2.4.3 Ταξί	25
2.4.4 Φορτηγά	26
2.4.5 Λεωφορεία	26
2.5 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	27
2.5.1 Κυκλοφορούντα οχήματα	27
2.5.2 Νέα οχήματα	27
2.5.3 Κυκλοφορία	28
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 2ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	30
ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ	
3.1 ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ	30
3.1.1 Διαχρονική μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων	30
3.2 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΓΙΑ ΤΟ 2003	33
3.2.1 Μηνιαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων	33
3.2.2 Ημερήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων	35
3.2.3 Ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων	36
3.3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΓΙΑ ΤΟ 2002	36
3.3.1 Μηνιαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων	36

3.3.2 Ημερήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων	38
3.3.3 Ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων	38
3.4 ΟΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ	40
3.4.1 Σύγκριση τιμών ατμοσφαιρικής ρύπανσης με όρια	42
3.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ	42
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 3ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	46
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΕΚΠΟΜΠΗ ΡΥΠΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	
4.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	46
4.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	46
4.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	48
4.3.1 Μελέτη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά προέλευση	50
4.3.2 Σύσχετιση του διοξειδίου του άνθρακα με τις υπόλοιπες μεταβλητές	52
4.3.3 Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης	62
4.3.4 Σύσχετιση μεταβλητών	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 4ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	69
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑ	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ- ΠΗΓΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	75

Κεφάλαιο 1^ο

Περιβαλλοντικά Προβλήματα και Ατμοσφαιρική Ρύπανση

1.1 Εισαγωγή

Η έννοια του περιβάλλοντος είναι αρκετά πολύπλοκη και πολυδιάστατη και γι' αυτό είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Ωστόσο μπορεί κανείς να την προσεγγίσει αν θεωρήσει το περιβάλλον ως ένα σύνολο αλληλοσχετιζόμενων και αλληλεξαρτώμενων φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και συνθηκών που πλαισιώνουν τον άνθρωπο στην επιφάνεια της γης.

Στην πολύπλοκη και σύνθετη αυτή έννοια του περιβάλλοντος εμπεριέχονται οι φυσικοί πόροι της γης και τα πολιτισμικά της στοιχεία, όπως αυτά διαμορφώθηκαν από την ανθρώπινη πορεία και εξέλιξη. Οι αλληλοσυνδεόμενοι και αλληλεπηρεαζόμενοι πόροι της γης λειτουργούν σε πλήρη εξάρτηση με τον άνθρωπο και τις δραστηριότητές, καθορίζοντας την ισορροπία, την ποιότητα και την ανάπτυξη του περιβάλλοντός του. Ο άνθρωπος συνεπώς αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του γήινου περιβάλλοντός του και συνδέεται με αυτό με ένα πολύπλοκο σύστημα ροών ύλης και ενέργειας.

Το περιβάλλον μπορεί να μελετηθεί από διάφορες πλευρές και οπτικές, στις πολλαπλές μορφές και εκφάνσεις του, και μια από τις πιο σημαντικές είναι η οικολογική του πλευρά ως οικοσύστημα. Οικοσύστημα ορίζεται το τμήμα του περιβάλλοντος που εξασφαλίζει την αλληλεξάρτηση, την παρουσία και τη λειτουργία των οργανισμών που ζουν σε αυτό, αλλά και την αλληλεπίδρασή τους με τα αβιοτικά στοιχεία του συγκεκριμένου χώρου. Όμως η οργάνωση, η επιβίωση και η διατήρηση των βιοκοινωνιών στα οικοσυστήματά τους απαιτεί ενεργειακές δαπάνες που εξασφαλίζονται από τη δεσμευμένη στα πράσινα φυτά, στα φύκια και στο φυτοπλαγκτόν, της ηλιακής ενέργειας. Τα φυτά αυτά (που είναι πρωτογενείς παραγωγοί) αποτελούν τροφή και πηγή ενέργειας για τα μικρά φυτοφάγα ζώα (τους πρωτογενείς καταναλωτές), τα οποία με την σειρά τους αποτελούν τροφή των σαρκοφάγων ζώων (τους δευτερογενείς καταναλωτές) κ.ο.κ. Έτσι δημιουργείται μια τροφική αλυσίδα ανάμεσα στους οργανισμούς, η οποία συντηρείται με αλληπάλληλους μετασχηματισμούς ύλης και ενέργειας και η οποία σε τελική ανάλυση αποτελεί απαραίτητο όρο για την διατήρηση της ζωής.

Η λειτουργία όμως και η ισορροπία των φυσικών οικοσυστημάτων απειλείται και το περιβάλλον υποβαθμίζεται, όταν οι ανθρώπινες επεμβάσεις με την αλιεία (με δυναμίτιδα), το κυνήγι, τις πυρκαγιές, τα φυτοφάρμακα, τις αποψιλώσεις και τις άλλες καταστροφικές δραστηριότητες, εισάγουν σ' αυτά (χημικές, βιολογικές ή ραδιενεργές) τοξικές ουσίες. Αυτές προκαλούν διαταράξεις, αλλοιώσεις, μεταβολές και βλάβες (ρύπανση, μόλυνση) τόσο στην ανθρώπινη υγεία, όσο και στην οικολογική ισορροπία του περιβάλλοντος.

Η όλη αυτή κατάσταση επιδεινώνεται και φτάνει στα όρια μιας γενικότερης οικολογικής κρίσης με την επικράτηση της λογικής της ποσοτικής ανάπτυξης, τον άκρατο καταναλωτισμό και την αλόγιστη τεχνολογική εξέλιξη, που προσανατολίζουν την ανάπτυξη σε ανεξέλεγκτα όρια ανατροπής των φυσικών και ανθρώπινων οικοσυστημάτων. Έτσι ο καθαρά τεχνοκρατικός χαρακτήρας της ανάπτυξης οδήγησε όχι μόνο στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος, αλλά και στη διατάραξη της ψυχοβιολογικής και συναισθηματικής ισορροπίας και στην αποδιοργάνωση του κοινωνικού ιστού. Δηλαδή στην αποξένωση, στο άγχος, στη νεύρωση, στην αλλοτρίωση, στην παθητικότητα, στην απανθρωποποίηση της συμπεριφοράς και γενικότερα στην καταστροφή της σχέσης του ανθρώπου με την φύση.

Η διατάραξη λοιπόν της οικολογικής ισορροπίας των φυσικών οικοσυστημάτων, ειδικά του τύπου μας, και η υποβάθμιση της ποιότητας πολλών μορφών και ειδών του περιβάλλοντός μας, σχετίζεται με την αστικοποίηση και το στρεβλό, απρογραμματίστο μοντέλο ανάπτυξης των παραγωγικών δραστηριοτήτων, που κλόνισαν τόσο την σχέση μας με την φύση, όσο και με τα ίδια τα τεχνήματα, δημιουργώντας παράλληλα και οξύτατα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Για τα προβλήματα αυτά επιρρίπτονται ευθύνες τόσο στο σχεδιασμό της οικονομικής ανάπτυξης, όσο και στις καταναλωτικές, οικονομικές και κοινωνικές στάσεις και επιδιώξεις, που έφεραν νέα ήθη και συμπεριφορές στην ελληνική κοινωνία, αδιαφορώντας για την προστασία του περιβάλλοντος και για τις συνέπειες που η έλλειψή της συνεπάγεται. Η κατάσταση αυτή επιδεινώθηκε με τις διαδικασίες της απρογραμματίστης εκβιομηχάνισης και της τουριστικής ανάπτυξης που ακολούθηθηκαν και οι οποίες δεν σεβάστηκαν τις σχέσεις τους με το περιβάλλον.

Η ρύπανση και γενικότερα η υποβάθμιση του περιβάλλοντος από την ανθρώπινη δραστηριότητα είναι παλαιό ζήτημα. Όμως στις παλαιές αυτές κοινωνίες τα απόβλητα της ανθρώπινης δραστηριότητας, με την απλουστευμένη ποσοτική και ποιοτική τους σύσταση, ανακυκλώνονταν εύκολα, χωρίς να προκαλούν ρυπαντικά

προβλήματα, ενώ σήμερα ο πλανήτης μας, υπερφορτωμένος με σκουπίδια, πλαστικά, κατάλοιπα, απόβλητα, αποτελείται από μια γενικότερη οικολογική κρίση.

Τα μεγαλύτερα οικολογικά ζητήματα και προβλήματα που απασχολούν την παγκόσμια κοινή γνώμη είναι:

1. Η **τρύπα του όζοντος**, δηλαδή το ζήτημα της μείωσης του στρώματος του όζοντος στην ατμόσφαιρα. Αν το στρώμα του όζοντος μειωθεί σημαντικά, τότε οι υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου που συγκρατούνται από το στρώμα αυτό, θα φτάσουν στη γη με καταστρεπτικά αποτελέσματα.
2. Το **φαινόμενο του θερμοκηπίου**, που αφορά στην αύξηση της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα και στην άνοδο της θερμοκρασίας της γης. Το CO₂, μαζί με άλλα αέρια, απορροφούν τη γήινη ακτινοβολία και εγκλωβίζουν, όπως συμβαίνει σ' ένα θερμοκήπιο, τη θερμοκρασία της , η οποία διαφορετικά θα ξέφευγε στο διάστημα. Μέχρι το 2030, σύμφωνα με έρευνες , η μέση θερμοκρασία της γης θα αυξηθεί κατά 2-4°C, με αποτέλεσμα να ανέβει η στάθμη της θάλασσας κατά ένα περίπου μέτρο και το κλίμα να αλλάξει. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου συνιστά μια χαρακτηριστική περίπτωση παρέμβασης του ανθρώπου στην ισορροπία του παγκόσμιου οικοσυστήματος, εξαιτίας των δραστηριοτήτων του και των τεράστιων βιομηχανικών αερίων που παράγονται απ' αυτές.
3. Η **όξινη βροχή**, που αποτελείται από την ένωση τοξικών αερίων προερχόμενα από τις βιομηχανικές καύσεις και τα αυτοκίνητα. Η όξινη βροχή μολύνει τα νερά και το έδαφος, ενώ διαταράσσει τη γονιμότητα και την καρποφορία της χλωρίδας και των διάφορων μικροοργανισμών. Με τον τρόπο αυτό αποδυναμώνει τους μηχανισμούς άμυνας των φυτών, των παρασίτων, των εντόμων κ.α. με αποτέλεσμα αυτά να εξοντώνονται. Η ασθένεια αυτή, που θεωρείται ο καρκίνος του δάσους, προσβάλλει τόσο μεμονωμένα κάποια δέντρα, όσο και ολόκληρα δάση.
4. Η **καταστροφή στην ζούγκλα του Αμαζονίου**. Ο μεγαλύτερος φυσικός πνεύμονας της γης καταστρέφεται καθημερινά στο όνομα της οικονομικής ανάπτυξης, μιας και η πολιτεία αλλά και οι ιδιώτες καίνε τεράστιες εκτάσεις, πλήττοντας ταυτόχρονα την οικολογική ισορροπία ολόκληρου του πλανήτη.

Ταυτόχρονα, με τους τεράστιους καπνούς των πυρκαγιών εξαφανίζεται η βλάστηση, που είναι φυσικός μηχανισμός παραγωγής O_2 και απορρόφησης CO_2 , δηλητηριάζεται ο αέρας και ενισχύεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

5. **Η ατμοσφαιρική ρύπανση**, από τα αυτοκίνητα, τις βιομηχανίες και τις οικιακές θερμάνσεις.
6. **Η ηχορύπανση**, μια μη χημική ρύπανση της ατμόσφαιρας, που όμως ως ανεπιθύμητος και ενοχλητικός ήχος, προκαλεί ουσιαστικές βλάβες, ψυχολογικές εντάσεις και πολλές φορές εργατικά ατυχήματα.
7. **Η καταστροφή του εδάφους**, από την υπερβόσκηση, τις λατομικές εξορύξεις, τις πυρκαγιές και την όξινη βροχή.
8. **Τα σκουπίδια.**
9. **Τα διάφορα ραδιενεργά κατάλοιπα.**

Η ρύπανση και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος δεν είναι ένα πρόβλημα που αφορά μόνο τους ειδικούς επιστήμονες. Γιατί, αφού επηρεάζει άμεσα την ανθρώπινη ζωή είναι πρόβλημα υγείας· αφού φθείρει τα υλικά σώματα είναι πρόβλημα οικονομίας· αφού επηρεάζει τους ζωντανούς οργανισμούς είναι πρόβλημα οικολογικής ισορροπίας· και είναι πρόβλημα αισθητικό, αφού αλλοιώνει ανεπανόρθωτα την ομορφιά της φύσης και των ανθρώπινων δημιουργημάτων.

1.2 Ατμοσφαιρική ρύπανση

1.2.1 Δομή της ατμόσφαιρας

Ατμόσφαιρα θεωρείται το μείγμα των αερίων που η βαρύτητα συγκρατεί γύρω από τη γη με την μορφή λεπτού στρώματος. Η ατμόσφαιρα της γης αποτελείται από τον ξηρό αέρα, από όλες τις μορφές του νερού και από αιωρούμενα στερεά και υγρά

σωματίδια (αερολύματα). Το 90% της μάζας της ατμόσφαιρας βρίσκεται κάτω από τα 15km, το 99% κάτω από τα 30km και το 99,9% κάτω από τα 48km.

Με βάση την μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος, η ατμόσφαιρα χωρίζεται στα παρακάτω στρώματα:

- **Τροπόσφαιρα:** Εκτείνεται μέχρι ύψος 12- 14km ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή του έτους. Η θερμοκρασία μειώνεται με ρυθμό περίπου $0,65^{\circ}\text{C}$ ανά 100m. Είναι το σπουδαιότερο μέρος της γήινης ατμόσφαιρας, καθώς περιλαμβάνει τα $\frac{3}{4}$ της μάζας της και σε αυτήν δημιουργούνται και εξελίσσονται το σύνολο σχεδόν των μετεωρολογικών φαινομένων. Η Τροπόσφαιρα στο ανώτερο σημείο της, καλύπτεται από μια επιφάνεια που ονομάζεται Τροπόπαυση. Στην Τροπόπαυση η μεταβολή της θερμοκρασίας αναστρέφεται (δηλαδή αυτή αρχίζει να αυξάνεται σε συνάρτηση με το ύψος).
- **Στρατόσφαιρα:** Πάνω από την Τροπόσφαιρα βρίσκεται η Στρατόσφαιρα, που εκτείνεται μέχρι ύψος 55km. Χαρακτηρίζεται από μια ισόθερμη δομή στα κατώτερα τμήματά της, από την στάθμη όμως των 35km και άνω η θερμοκρασία αρχίζει να αυξάνει σημαντικά και να φθάνει τους 15°C περίπου. Η απότομη αυτή μεταβολή της θερμοκρασίας οφείλεται στην απορρόφηση μεγάλου μέρους της ηλιακής υπεριώδους ακτινοβολίας από το Όζον, που η μεγαλύτερη συγκέντρωσή του παρατηρείται σε ύψη 20-40km. Για το λόγο αυτό η περιοχή αυτή ονομάζεται και Οζονόσφαιρα.
- **Μεσόσφαιρα:** Πάνω από την Στρατόσφαιρα αρχίζει πάλι η μείωση της θερμοκρασίας, για να φθάσει στην στάθμη των 80-85km στους -90°C . Η περιοχή αυτή ονομάζεται Μεσόσφαιρα και χωρίζεται από την Στρατόσφαιρα με την Στρατόπαυση.
- **Θερμόσφαιρα:** Στο ανώτερο όριο της Μεσόσφαιρας βρίσκεται η Μεσόπαυση, με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες της τάξης των -150°C . Πάνω από τη Μεσόπαυση εκτείνεται η Θερμόσφαιρα, που χαρακτηριστικό της είναι η συνεχής αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι και 1500°C σε ύψη 400-500km.
- **Εξώσφαιρα:** Μετά την Θερμόσφαιρα ακολουθεί η εξώσφαιρα με διαχωριστική επιφάνεια από την Θερμόσφαιρα την Θερμόπαυση. Η Εξώσφαιρα εκτείνεται μέχρι το κοσμικό διάστημα και χαρακτηρίζεται από πολύ μικρή πυκνότητα.

Η σύσταση της ατμόσφαιρας μέχρι το ύψος των 100km από το έδαφος είναι σταθερή. Αυτό οφείλεται στις διεργασίες έντονης ανάμειξης (τυρβώδης ανάμειξη) των

συστατικών της. Το στρώμα αυτό της ατμόσφαιρας ονομάζεται Ομοιόσφαιρα. Σε ύψη μεγαλύτερα των 100km, κυριαρχεί η μοριακή διάχυση και η σύσταση της ατμόσφαιρας εμφανίζει μεγάλες διαφορές από περιοχή σε περιοχή. Για το λόγο αυτό, το στρώμα της ατμόσφαιρας πάνω από τα 100km λέγεται Ετερόσφαιρα. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται η σύσταση του καθαρού και ξηρού αέρα.

ΑΕΡΙΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ % ΚΑΤ' ΟΓΚΟ
Άζωτο (N ₂)	78,09%
Οξυγόνο (O ₂)	20,95%
Αργό (Ar)	0,93%
Διοξείδιο του Άνθρακα (CO ₂)	0,03%

Τα στοιχεία του πίνακα αναφέρονται στην Τροπόσφαιρα. Παρατηρείται ότι το άζωτο (N₂) και το οξυγόνο (O₂) αποτελούν περισσότερο από το 99% του ξηρού αέρα, μαζί με το Αργό (Ar) το 99,97% και με το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) περισσότερο από το 99,997%. Σημειώνεται ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει και ίχνη άλλων αερίων, όπως νερό και σωματίδια.

1.2.2 Ιστορική Αναδρομή

Υπολογίσιμη θα πρέπει να θεωρηθεί η ρύπανση της ατμόσφαιρας από τα μέσα του 13^{ου} αιώνα, οπότε άρχισε να εισάγεται και να γενικεύεται προοδευτικά, στο Λονδίνο και σε άλλες πόλεις της Αγγλίας, η χρήση του γαιάνθρακα. Το 1273 ελήφθησαν ειδικά προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή και περιστολή των δυσάρεστων επιπτώσεων της χρήσης του γαιάνθρακα στην υγεία του ανθρώπου. Ο Βασιλιάς Εδουάρδος ο 1^{ος} προσπαθώντας να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της καπνομίχλης στο Λονδίνο, το 1272, απαγόρευσε την χρήση του κάρβουνου ενώ η Βρετανική Βουλή διέταξε τον βασανισμό και το κρέμασμα εκείνων που πουλούσαν ή έκαιγαν κάρβουνο. Η πρώτη επιστημονική δημοσίευση για την ρύπανση έγινε το 1661.

Με την έλευση της βιομηχανικής επανάστασης, η σύσταση των αερίων και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα άρχισε να αλλάζει δραματικά, με άμεσες και σοβαρές επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία. Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα ακολουθώντας την τεχνολογική πρόοδο και την αύξηση:

- του πληθυσμού της γης,
- του αριθμού, της έκτασης και της πυκνοκατοίκησης των πόλεων,
- του όγκου της βιομηχανίας και των πάσης φύσεως μεταφορικών μέσων,
- της λατομικής, οικοδομικής και οδοποιητικής δραστηριότητας,
- της ελάττωσης του φυσικού πρασίνου,
- του όγκου των χρησιμοποιούμενων τοξικών φυτοφαρμάκων,
- του συνολικού μέχρι σήμερα αριθμού των πυρηνικών δοκιμών και άλλων ραδιενεργών πηγών,

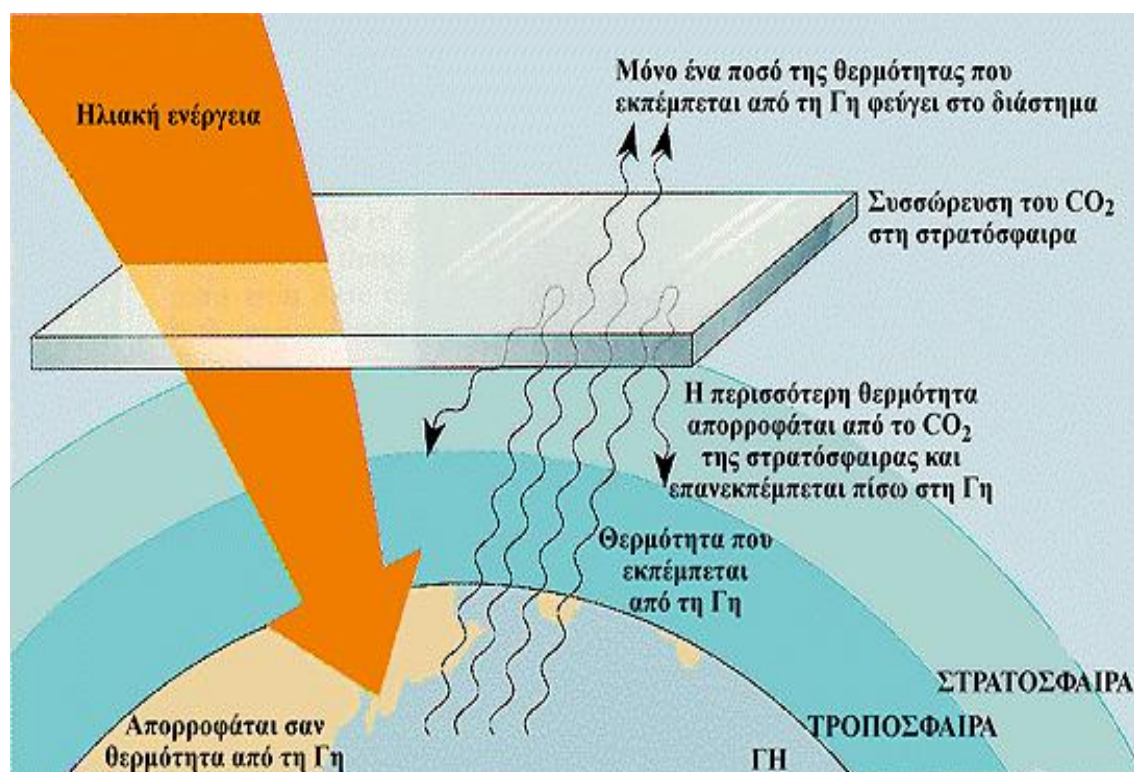
η ρύπανση της ατμόσφαιρας άρχισε να αυξάνει επικίνδυνα. Δεκάδες επεισόδια ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με σημαντικό αριθμό θυμάτων, οδήγησαν στην εκπόνηση και κατάρτιση προγραμμάτων για την προστασία του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος.

1.2.3 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Ο ανθρώπινος πολιτισμός στην προσπάθειά του να αναπτυχθεί βιομηχανικά, άντλησε από την γη κοιτάσματα πετρελαίου και άνθρακα και τα χρησιμοποίησε ως πρώτη ύλη για να κινήσει τον βιομηχανικό πολιτισμό. Καίοντας αυτά τα κοιτάσματα προσθέτει επιπλέον ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από αυτή που φυσιολογικά υπάρχει χάρις στο φαινόμενο της αναπνοής ζώων και φυτών. Η υπερφόρτωση της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του άνθρακα, καθώς και με άλλα βιομηχανικά αέρια, δημιουργεί το φαινόμενο θερμοκηπίου που σημαίνει υπερθέρμανση του πλανήτη.

Σε απόσταση 25 km από την επιφάνεια της γης υπάρχει ένα λεπτό στρώμα από αέρια κυρίως διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο δρα όπως το γυαλί ενός θερμοκηπίου, δηλαδή ενώ επιτρέπει την είσοδο της θερμότητας που μεταφέρει η υπεριώδης ακτίνα του ήλιου, εμποδίζει την έξοδο της θερμότητας προς το διάστημα. Και τούτο διότι η υπεριώδης ακτινοβολία θερμαίνει την επιφάνεια της γης, η οποία εξαναγκάζεται σε εκπομπή όχι υπεριώδους ακτινοβολίας αλλά υπέρυθρου, της οποίας ένα μέρος μπορεί

να διέλθει από το στρώμα αυτό. Έτσι η επιφάνεια της γης κρατά ένα πόσο θερμότητας και διατηρεί σταθερή την μέση θερμοκρασία της στους 15 περίπου βαθμούς Κέλσιου. Με αυτή την θερμοκρασία μπορεί να διατηρείται η ζωή πάνω στην επιφάνεια της.



Η συσσώρευση καυσαερίων στο στρώμα ανάκλασης της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπει η γη λόγω της θερμοκρασίας που έχει η επιφάνεια της, αναγκάζει την ακτινοβολία αυτή να παγιδεύεται μεταξύ στρώματος καυσαερίων και εδάφους. Μόνο ένα πολύ μικρό ποσό της ακτινοβολίας αυτής διέρχεται από το στρώμα. Έτσι η επιφάνεια της γης και η ατμόσφαιρα της δε ψύχονται πλέον, αντίθετα η παγιδευμένη υπέρυθρη ακτινοβολία αυξάνει την μέση θερμοκρασία του εδάφους και της ατμόσφαιρας.

Από το 1860 μέχρι σήμερα, η μέση θερμοκρασία της επιφανείας της γης έχει αυξηθεί κατά 0,3-0,6 βαθμούς Κελσίου. Η αύξηση αυτή, όσο και αν φαίνεται "ασήμαντη" έχει τις εξής άμεσες επιπτώσεις:

- Το 1998 ήταν η πιο ζεστή χρονιά στην ιστορία της ανθρωπότητας.
- Το επίπεδο των θαλασσών έχει ανυψωθεί έως 4 περίπου εκατοστά.
- Η συχνότητα των εξαιρετικά έντονων βροχοπτώσεων έχει αυξηθεί.

Ο παρακάτω πίνακας αναφέρει εν συντομία τα χρονολογικά γεγονότα που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

- 1824** Ο Ζοζέφ Φουριέ θέτει το θέμα του ρόλου που παίζει η ατμόσφαιρα της Γης στη θερμοκρασία του πλανήτη, καθώς και της επιπτώσεις της βιομηχανίας στο κλίμα.
- 896** Ο Σουηδός Σβάντε Αρρένιους υποστηρίζει ότι η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζεται από τα αέρια που συγκρατούν τη θερμότητα.
- 941** Ο Σέρβος Μιλουτίν Μιλάνκοβιτς υποστηρίζει ότι η μεταβολή της τροχιάς της Γης, μας φέρνει κάθε 40.000 χρόνια την εποχή των παγετώνων.
- 957** Ο Τσαρλς Ντέιβιντ Κίλινγκ μετράει την συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, από ένα παρατηρητήριο στη Χαβάη. Σε περίοδο έξι ετών, φαίνεται καθαρά η αύξηση της συγκέντρωσης του ποσοστού του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.
- 980** Ο Σουηδός Μπερτ Μπολίν διαπιστώνει πως η θερμοκρασία της Γης αυξάνεται εδώ και ένα αιώνα.
- 988** Ο ΟΗΕ και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας συστήνουν την Διακυβερνητική Ομάδα Ειδικών για την εξέλιξη του κλίματος (IPCC).
- 992** Στη σύνοδο του Ρίο 167 κράτη υπογράφουν τη μη δεσμευτική συνθήκη-πλαίσιο για τις κλιματικές αλλαγές.
- 997** Στο Κιότο της Ιαπωνίας 38 βιομηχανικές χώρες δεσμεύονται να μειώσουν ως το 2010 τις εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 5.2% (μέσος όρος) σε σχέση με το 1990. Το πρωτόκολλο αυτό δεν έχει επικυρωθεί.
- 2001** Στη Βόννη της Γερμανίας, γίνεται το πρώτο βήμα για την επικύρωση του πρωτοκόλλου του Κιότου, χωρίς τη συμμετοχή των ΗΠΑ, αλλά με την συμμετοχή της Ιαπωνίας, Ρωσίας, των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συνολικά 178 χώρες.

1.2.4 Το μέλλον

Εφόσον συνεχίζεται χωρίς μέτρα και χωρίς φροντίδα η αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, η πρόβλεψη για το μέλλον είναι ότι θα αυξηθεί σταδιακά η μέση θερμοκρασία κατά 1 έως 3,5 βαθμούς Κελσίου (θα υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις από περιοχή σε περιοχή), μέχρι το 2100. Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συχνότητας και της έντασης των ραγδαίων βροχοπτώσεων και την περαιτέρω άνοδο της στάθμης των θαλασσών. Οι καύσωνες θα γίνουν συνηθισμένο φαινόμενο και οι εποχές του έτους θα γίνουν σταδιακά δυο: χειμώνας και καλοκαίρι.

Εξάλλου η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι υψηλότερη στους πόλους της γης, με αποτέλεσμα να λιώνουν ταχύτερα οι πάγοι. Σύμφωνα με ορισμένους υπολογισμούς αυτό θα επιφέρει πλημμύρες σε παράκτιες περιοχές. Η ανισοκατανομή των φαινομένων θα έχει ως αποτέλεσμα έντονες και παρατεταμένες ξηρασίες σε κάποιες περιοχές ενώ σε άλλες οι βροχοπτώσεις θα είναι πολύ έντονες.

Από την πλευρά των διαφόρων χωρών, οι Η.Π.Α. είναι η χώρα που ευθύνεται περισσότερο από όλες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφού από μόνη της ευθύνεται για το 25% της παραγωγής των αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως. Για να αντιμετωπιστεί κάπως το φαινόμενο, έχουν παρθεί κάποια μέτρα, ενώ στη γνωστή συνάντηση για το περιβάλλον στο Κιότο έχουν τεθεί κάποιοι στόχοι για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2008-2012. Έτσι καλούνται οι Η.Π.Α. να πάρουν μέτρα που θα οδηγήσουν στη μείωση των αερίων κατά 7%, ο Καναδάς κατά 6%, και η Ευρωπαϊκή Ένωση κατά 8%.

Για να επιτευχθούν όμως αυτοί οι στόχοι που θα πρέπει να τεθούν μελλοντικά, είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας. Αν σκεφτεί κανείς ότι οι κύριες πηγές παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου είναι τα αυτοκίνητα, οι κεντρικές θερμάνσεις, η βιομηχανία και η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, αντιλαμβάνεται πόσο δύσκολο είναι για τις "ανεπτυγμένες" χώρες να επηρεάσουν οτιδήποτε από αυτά, χωρίς τη συνειδητοποίηση των λαών ότι συμμετοχή στο πρόβλημα έχουμε όλοι.

Εξάλλου για να έλθουμε και στα δικά μας, η Ελλάδα, παρά το γεγονός ότι ανήκει στην Ευρωπαϊκή Ένωση, επειδή πρέπει να "αναπτυχθεί" και άλλο ώστε να φτάσει τα επίπεδα των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δεν δεσμεύτηκε για μείωση 8%, αλλά για αύξηση της παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου όχι περισσότερο από

25%. Φαίνεται, όμως, πως αυτό δεν θα τηρηθεί, αφού από τη μέχρι σήμερα πορεία των πραγμάτων υπολογίζεται ότι μέχρι το 2010, η παραγωγή των αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα θα αυξηθεί κατά 50% περίπου, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Βιβλιογραφία

1. Μιχάλης Χρηστάκης, «Περιβάλλον και εκπαίδευση στην επιχειρηματικότητα : εκπαίδευση, κατάρτιση, επιμόρφωση», Εκδόσεις: Προπομπός, Αθήνα 2003.
2. Γρηγόρης Ι. Τσάλτας, Παναγιώτης Γ. Γρηγορίου, «Κοινοτικές στρατηγικές για το περιβάλλον : θεμελιώδη κοινοτικά κείμενα για την προστασία και ορθή διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος», Εκδόσεις: Παπαζήσης , Αθήνα 1994.
3. Αλέξανδρος Γεωργόπουλος «Γη, ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης», Εκδόσεις: Gutenberg, Αθήνα 1996.
4. Θεόδωρος Σ. Κουσουρής, Αρτέμης Μ. Αθανασάκης, «Περιβάλλον, οικολογία, εκπαίδευση», Εκδόσεις: Σαββάλας, Αθήνα 1990.
5. Θεόδωρος Σ. Κουσουρής, Αρτέμης Μ. Αθανασάκης, , «Οικολογική παιδεία και περιβαλλοντική αγωγή», Εκδόσεις: Μπουκουμάνη, Αθήνα 1987.
6. Κωνσταντίνος Γ. Πατσέας, «Ενέργεια, ανάπτυξη, περιβάλλον : περιβαλλοντική εκπαίδευση» Εκδόσεις: Ελληνικά Γράμματα , Αθήνα 1998.
7. J.C. Emberlin, μετάφραση Αλεξάνδρα Μελιάδου, «Εισαγωγή στην οικολογία», Εκδόσεις: Τυπωθήτω, Αθήνα 1996.
8. Διεθνές Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών, Worldwatch Institute, «Η κατάσταση του πλανήτη: μια έκθεση του Ινστιτούτου Worldwatch για τη μετάβαση σε μια βιώσιμη κοινωνία», Εκδόσεις: Νέα Οικολογία Σαββάλας, Αθήνα 1997.
9. Γεώργιος Χρ. Κώττης, «Οικολογία και οικονομία», Εκδόσεις: Παπαζήσης , Αθήνα 1994.

Κεφάλαιο 2^ο

Η Ατμοσφαιρική Ρύπανση στην Ελλάδα

2.1 Δίκτυο σταθμών μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Το οικιστικό συγκρότημα της Αθήνας καταλαμβάνει έκταση περίπου 350km και εκτείνεται στις περιοχές του Λεκανοπεδίου. Το Λεκανοπέδιο περικλείεται από τα βουνά του Υμηττού, της Πάρνηθας, της Πεντέλης και του Αιγάλεω, ενώ στα νότια ορίζεται από την ακτή του Σαρωνικού κόλπου. Μεταξύ των βουνών υπάρχουν μικρά φυσικά γεωγραφικά ανοίγματα, καθώς και κάποιοι λόφοι, όπως η Ακρόπολη και ο Λυκαβηττός. Ο ορεινός όγκος που περιβάλλει το Λεκανοπέδιο της Αθήνας δημιουργεί φυσικό φράγμα στη διασπορά της ρύπανσης και έτσι η μόνη διέξοδος είναι η θάλασσα, η οποία όμως δεν λειτουργεί πάντα λυτρωτικά στην περίπτωση αυτή.

Η γεωγραφική εξάπλωση της πόλης δημιουργεί αυξανόμενα προβλήματα ρύπανσης σε όλο το Λεκανοπέδιο. Ειδικά στο κέντρο της πόλης, η πυκνότητα του κτιριακού όγκου λειτουργεί σε βάρος της ύπαρξης ελεύθερων χώρων, χώρων πρασίνου, πλατιών δρόμων και γενικά εμποδίζει την ομαλή λειτουργία των δραστηριοτήτων της πόλης, δεδομένου ότι πολλές υπηρεσίες και επιχειρήσεις είναι συγκεντρωμένες στο κέντρο.

2.1.1 Σταθμοί μέτρησης

Το 2003 λειτούργησαν δεκαεπτά σταθμοί μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Αττικής. Στο παρακάτω σχήμα εμφανίζονται αναλυτικά οι θέσεις μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης του Λεκανοπεδίου.



Ο σταθμός Λιοσίων λειτούργησε προσωρινά (9/1997 έως 9/1999) σε θέση 3km βόρεια από τον παλιό, ενώ από το τέλος του 2000 λειτουργεί σε θέση 2km νοτιοδυτικά του παλαιού σταθμού. Ο σταθμός Ν. Σμύρνης από το τέλος του 2000, λειτουργεί σε νέα θέση 300 μέτρα νοτιοδυτικά του παλιού σταθμού.

Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται αναλυτικά οι θέσεις των σταθμών αυτών, ο χαρακτηρισμός τους και οι ρύποι που μετρούνται ανά σταθμό. Στην τελευταία στήλη, φαίνεται σε ποιους σταθμούς είναι διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, διεύθυνση και ένταση του ανέμου).

Σταθμός				Μετρούμενοι ρύποι									Μετεω- ρολογικά
Θέση			Χαρακτηρισμός	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	ΑΞ ₁₀	TSP	BTX	BS		
Γεωγρ. μήκος	Γεωγρ. πλάτος	Υψόμετρο (m -asl)											
Αθηνάς	23° 43' 30''	37° 58' 42''	100	Αστικός-Κυκλοφορίας	X	X	X	X				X	
Αριστοτέλους	23° 43' 39''	37° 59' 16''	95	Αστικός-Κυκλοφορίας	X	X			X			X	
Γεωπονική	23° 42' 25''	37° 59' 01''	50	Περιαστικός- Βιομηχανικός	X	X	X	X				X	
Λιόσια	23° 41' 52''	38° 04' 36''	165	Περιαστικός- Υποβάθρου	X	X		X				X	
Λυκόβρυση	23° 46' 35''	38° 04' 11''	210	Περιαστικός		X	X	X	X	X		X	
Μαρούσι	23° 47' 14''	38° 01' 51''	145	Αστικός-Κυκλοφορίας	X	X	X	X	X			X	
Νέα Σμύρνη	23° 42' 54''	37° 55' 58''	50	Αστικός-Υποβάθρου	X	X	X	X					
Πατησίων	23° 43' 59''	37° 59' 57''	105	Αστικός-Κυκλοφορίας	X	X	X	X			X	X	
Πειραιάς	23° 38' 51''	37° 56' 36''	20	Αστικός-Κυκλοφορίας	X	X	X	X	X	X			
Περιστερί	23° 41' 46''	38° 00' 55''	80	Αστικός-Υποβάθρου	X	X	X	X					
Αγ. Παρασκευή	23° 49' 10''	37° 59' 42''	290	Περιαστικός- Υποβάθρου	X	X		X	X	X		X	
Γαλάτσι	23° 44' 53''	38° 01' 13''	145	Αστικός-Υποβάθρου	X	X		X				X	
Γουδί	23° 46' 04''	37° 59' 04''	155	Αστικός-Κυκλοφορίας		X			X				
Ελευσίνα	23° 32' 18''	38° 03' 05''	20	Περιαστικός- Βιομηχανικός	X	X		X				X	
Ζωγράφου	23° 47' 13''	37° 58' 11''	245	Περιαστικός- Υποβάθρου	X	X		X	X	X			
Θρακομακεδόνες	23° 45' 29''	38° 08' 37''	550	Περιαστικός- Υποβάθρου		X		X	X			X	
Πανεπιστήμιο Πειραιά	23° 39' 10''	37° 56' 32''	25	Αστικός-Υποβάθρου	X	X		X				X	

2.1.2 Μετρούμενοι ρύποι

Οι μετρούμενοι ρύποι καθώς και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα. Η μέτρηση των ρύπων γίνεται σε συνεχή βάση σε όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Ο χρόνος απόκρισης των αυτομάτων αναλυτών είναι της τάξης του ενός λεπτού, δηλαδή ο κάθε αναλυτής δίνει μια τιμή περίπου κάθε λεπτό. Με ένα μικροεπεξεργαστή, που βρίσκεται σε κάθε αυτόματο σταθμό και που είναι συνδεδεμένος με τους αυτόματους αναλυτές, υπολογίζονται κάθε ώρα οι μέσες ωριαίες τιμές ρύπανσης. Οι τιμές αυτές μεταβιβάζονται σε κεντρικό υπολογιστή, μέσω τηλεφωνικής γραμμής και με αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η συνεχής παρακολούθηση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης της περιοχής.

Ρύπος	Χρονική βάση μετρήσεων	Μέθοδος μέτρησης
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	1 ώρα	Απορρόφηση στο υπέρυθρο (NDIR)
Οξειδία του αζώτου (NO, NO ₂)	1 ώρα	Χημειοφωταύγεια
Όζον (O ₃)	1 ώρα	Απορρόφηση στο υπεριώδες
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	1 ώρα	Φθορισμομετρία
Καπνός (BS)	24 ώρες	Μέθοδος OECD
Μόλυβδος (Pb)	24 ώρες	Ατομική απορρόφηση
Αιωρούμενα σωματίδια	1 ώρα	Απορρόφηση β ακτινοβολίας
Βενζόλιο–Τολουόλιο–Αιθυλοβενζόλιο	1 ώρα	Αέρια χρωματογραφία (GC)

2.1.3 Βαθμονόμηση αυτομάτων οργάνων

Η βαθμονόμηση περιλαμβάνει τον έλεγχο της καλής λειτουργίας των οργάνων και τη ρύθμιση τους. Η βαθμονόμηση βασίζεται στη διαβίβαση μέσω του οργάνου αερίου, με γνωστή συγκέντρωση του αντίστοιχου ρύπου. Η παρασκευή αυτή του πρότυπου αερίου, γίνεται με διάταξη δυναμικής αραίωσης, που συνδέεται αφενός με μία πηγή «καθαρού» αέρα και αφετέρου με έναν κύλινδρο που περιέχει μίγμα του εν λόγω αερίου με άζωτο σε γνωστή πρότυπη συγκέντρωση. Ο «καθαρός αέρας», δηλαδή αέρας απαλλαγμένος από τους κύριους ρύπους, παράγεται διαβιβάζοντας αέρα μέσα από ειδικά φίλτρα συγκράτησης των ρύπων. Μεταβάλλοντας την παροχή του «καθαρού αέρα» και του αερίου της φιάλης είναι δυνατή η επίτευξη μιγμάτων αερίων που περιέχουν τον αντίστοιχο ρύπο σε γνωστές συγκεντρώσεις. Η διαδικασία αυτή της βαθμονόμησης γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα ή μετά τη συντήρηση ή επισκευή ενός αναλυτή.

2.2 Εικόνα στόλου της Ελλάδας

Η ευρύτερη περιοχή του Λεκανοπεδίου έχει πληθυσμό που ξεπερνάει τα 4.000.000 κατοίκους. Η πληθυσμιακή και οικονομική ανάπτυξη της περιοχής συνοδεύτηκε από μια μεγάλη αύξηση του στόλου των αυτοκινήτων και ειδικότερα των βενζινοκίνητων επιβατικών ιδιωτικής χρήσης. Στις αρχές τις δεκαετίας του 1990, η πολιτεία έκανε προσπάθειες για αντικατάσταση παλιών οχημάτων συμβατικής τεχνολογίας με καινούργια οχήματα αντιρρυπαντικής τεχνολογίας και έτσι πέτυχε αφ' ενός την ανακοπή της αυξητικής τάσης του στόλου των οχημάτων και αφ' ετέρου την διαφοροποίηση της σύνθεσης του στόλου με μείωση της μέσης ηλικίας του και των μέσων συντελεστών εκπομπής των αέριων ρύπων.

2.2.1 Επιβατικά Οχήματα

Η αγορά των καινούργιων επιβατικών αυτοκινήτων το 2001 έφτασε τις 280.295 μονάδες, αριθμός που αντιστοιχεί σε μία ελάχιστη μείωση της ζήτησης κατά 3,5% σε σύγκριση με το έτος 2000. Η αγορά των εισαγόμενων μεταχειρισμένων αυτοκινήτων το 2001 έφτασε τις 10.430 μονάδες σημειώνοντας σημαντική μείωση της τάξης του 26% έναντι του έτους 2000. Συνολικά, η κατηγορία αυτή κάλυψε το 4% της αγοράς των επιβατικών αυτοκινήτων.

2.2.2 Ελαφρά φορτηγά (μικτού βάρους ως 3.5 τόνους)

Η αγορά των καινούργιων ελαφρών φορτηγών έφτασε τις 19.883 μονάδες, για το έτος 2001, σημειώνοντας μείωση της τάξης του 11% σε σύγκριση με το έτος 2000. Η αγορά των μεταχειρισμένων ελαφρών φορτηγών, σε αντίθεση με την αγορά των καινούργιων, έφτασε τις 16.565 μονάδες, παρουσιάζοντας αύξηση της τάξης του 8% σε σχέση με το έτος 2000.

2.2.3 Βαρέα φορτηγά (μικτού βάρους πάνω από 3.5 τόνους)

Η αγορά των καινούργιων βαρέων φορτηγών το 2001 έφτασε τις 2.058 μονάδες, αριθμός που αντιπροσωπεύει μια μικρή αύξηση της τάξης του 1% σε σύγκριση με το έτος 2000. Η αντίστοιχη αγορά των μεταχειρισμένων που εισάγονται από την Ευρώπη, έφτασε τις 6.879 μονάδες, σημειώνοντας αύξηση της τάξεως του 14% έναντι του έτους 2000.

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι το 77% της συνολικής αγοράς των βαρέων φορτηγών καλύφθηκε από εισαγόμενα μεταχειρισμένα φορτηγά ενώ τα καινούργια κάλυψαν μόνον το 23% του συνόλου. Σε αντίθεση με την τάση των τελευταίων πέντε ετών, το 2001 τα εισαγόμενα μεταχειρισμένα βαρέα φορτηγά κέρδισαν «έδαφος» έναντι των καινούργιων.

2.2.4 Λεωφορεία

Η αγορά αυτή έφθασε το 2001, τις 862 μονάδες, αποτέλεσμα που αντιστοιχεί σε μια μείωση της τάξης του 7% έναντι του έτους 2000. Τα 296 (ή το 47%), από τα 862 λεωφορεία, αφορούν στην ανανέωση του στόλου των αστικών συγκοινωνιών της Αθήνας (ΟΑΣΑ). Για τα μεταχειρισμένα λεωφορεία η αγορά έφτασε το 2001 τις 1047 μονάδες, παρουσιάζοντας μια αύξηση 16% έναντι του έτους 2000. Γενικά, στην αγορά των λεωφορείων, τα καινούργια κάλυψαν το 41% της ζήτησης και τα μεταχειρισμένα το 59% αντίστοιχα.

2.2.5 Μοτοσικλέτες (άνω των 50cc)

Για το 2001, η αγορά των μοτοσικλετών έφθασε το 2001 τις 66.833 μονάδες, σημειώνοντας αύξηση της τάξης του 4% έναντι του έτους 2000. Η αγορά των εισαγόμενων μοτοσικλετών έφθασε το 2001 τις 9.682 μονάδες, αριθμός που αντιστοιχεί σε αύξηση 11% σε σχέση με το έτος 2000.

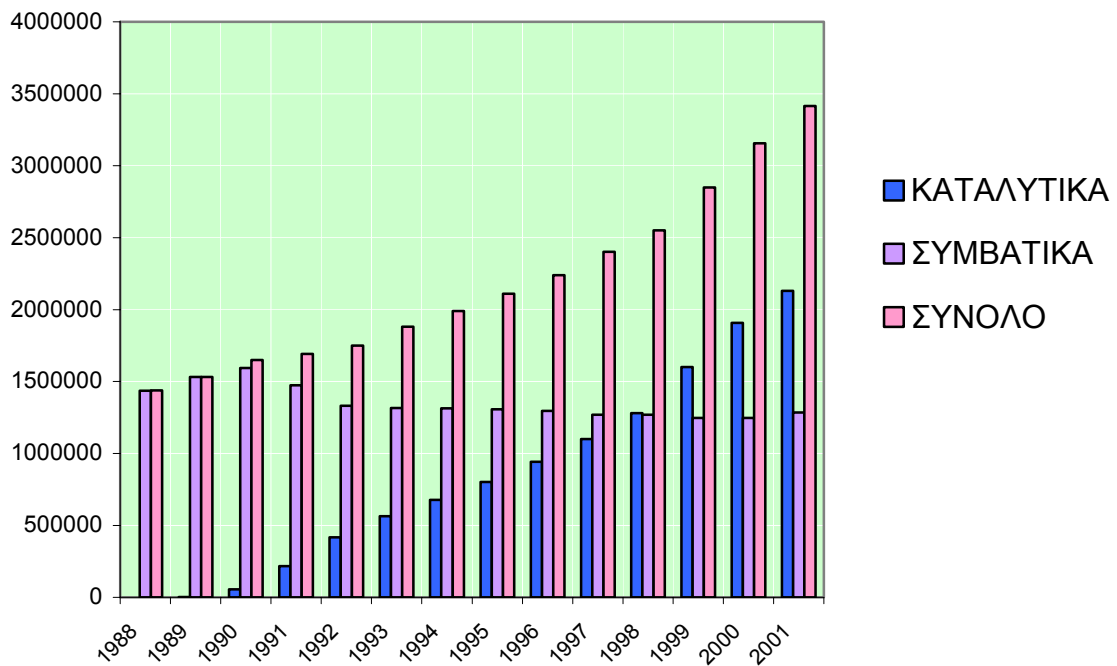
2.3 Στόλος κυκλοφορούντων οχημάτων

Στο τέλος του έτους 2001, τα κυκλοφορούντα οχήματα στην Ελλάδα έφτασαν τις 5.168.148 μονάδες. Η κατανομή κατά κατηγορία για το σύνολο της χώρας και για την περιοχή της Αθήνας, ήταν η εξής:

ΣΤΟΛΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΑΤΤΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΑΣ
Επιβατικά αυτοκίνητα	Βενζίνη	1.822.147	3.415.196
Συμβατικά	Βενζίνη	714.311	1.285.367
Καταλυτικά	Αμόλυβδη	1.107.836	2.129.829
% μεταβολής από το έτος 2000		7,7%	8,2%
Ελαφρά φορτηγά	Βενζίνη/ Πετρέλαιο	177.057	802.299
% μεταβολής από το έτος 2000		2,3%	0,06%
Βαρέα φορτηγά	Πετρέλαιο	50.901	244.640
% μεταβολής από το έτος 2000		2,3%	2%
Λεωφορεία	Πετρέλαιο	6.944	29.913
% μεταβολής από το έτος 2000		3,9%	6,7%
ΣΥΝΟΛΟ		2.057.049	4.492.048
% μεταβολής από το έτος 2000		7,2%	6,2%
Μοτοσικλέτες (άνω των 50cc)	Βενζίνη	282.109	676.100
% μεταβολής από το έτος 2000		5,9%	6,27%
ΣΥΝΟΛΟ		2.339.158	5.168.148
Ταξί			33.560
Μοτοσικλέτες (<= 50 cc)	Βενζίνη		372.000

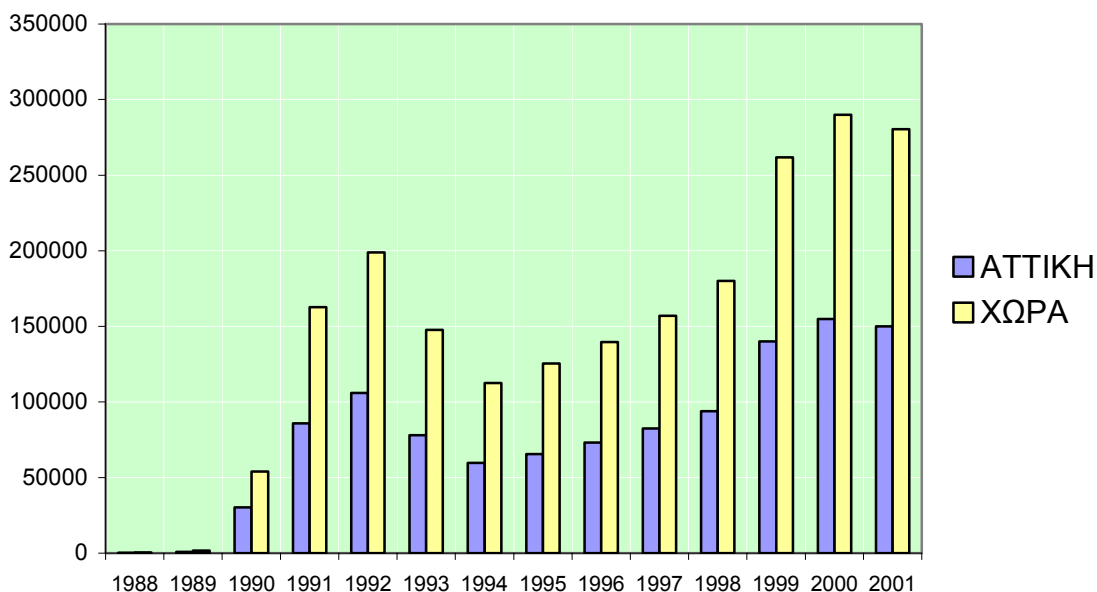
Στο διάγραμμα που ακολουθεί μπορούμε να δούμε την διαχρονική εξέλιξη του στόλου των οχημάτων Ε.Ι.Χ. από το 1988 έως και το 2001.

ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΤΟΛΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ Ε.Ι.Χ.



Ακολουθεί η διαχρονική εξέλιξη του αριθμού των καταλυτικών οχημάτων Ε.Ι.Χ. σε ολόκληρη τη χώρα και στο Νομό Αττικής για τα έτη από το 1988 έως και το 2001. Ένα εντυπωσιακό στοιχείο που μπορούμε να παρατηρήσουμε, είναι ότι ο αριθμός των καταλυτικών αυτοκινήτων της Αττικής περίπου ισούται με αυτόν της υπόλοιπης Ελλάδας.

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ Ε.Ι.Χ.

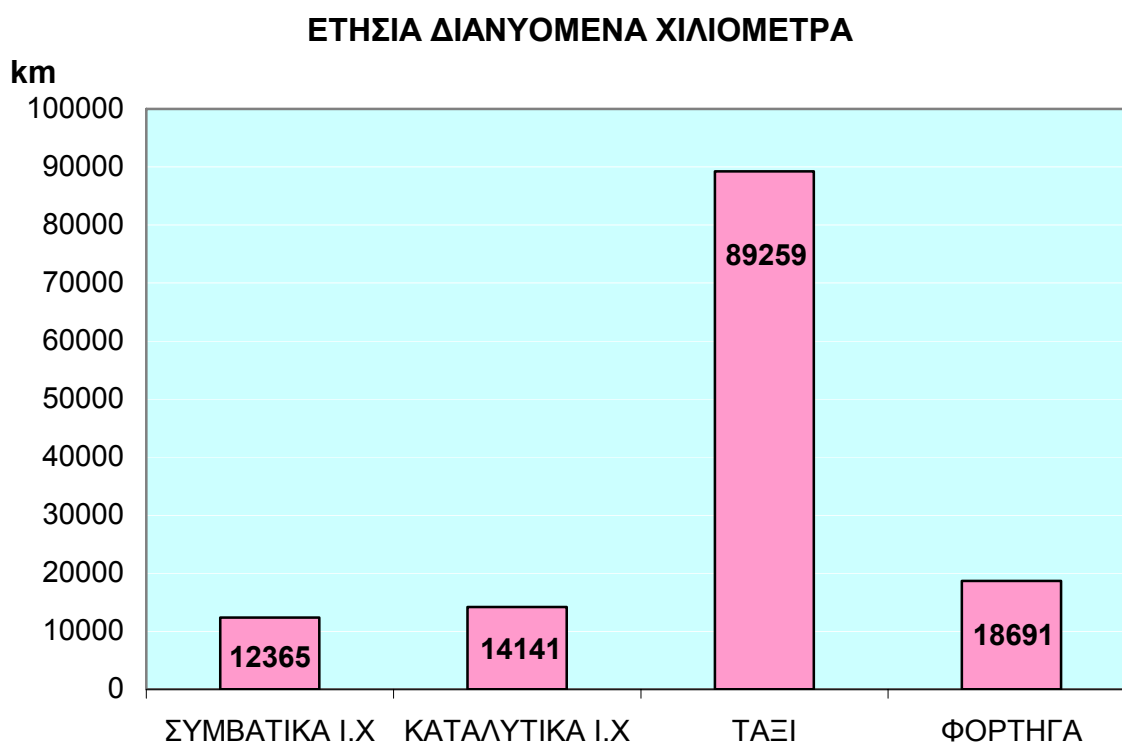


Η συνεχής αύξηση του στόλου έχει αρνητικές συνέπειες για τις αστικές περιοχές αφού επιβαρύνει αφενός το κυκλοφοριακό πρόβλημα και αφετέρου το πρόβλημα της ρύπανσης.

- Στην περιοχή των Αθηνών η αναλογία κατοίκων - επιβατικών αυτοκινήτων, έχει φθάσει στο επίπεδο του 2.07 προς 1. Η αναλογία είναι ίση με τον μέσο όρο που ισχύει σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Αυτό σημαίνει ότι η Αθήνα τείνει να γίνει μια από τις πιο πυκνές σε αυτοκίνητα πόλεις της Ευρώπης, που χωρίς την απαιτούμενη κυκλοφοριακή υποδομή οδηγεί στην επιδείνωση της κατάστασης χρόνο με το χρόνο.
- Ο μέσος όρος ηλικίας του στόλου των επιβατικών αυτοκινήτων έφθασε, στο τέλος του 2001, να είναι τα 11 χρόνια, έναντι του αντιστοίχου αριθμού, που για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι 7 χρόνια.
- Ο στόλος των καταλυτικών αυτοκινήτων καλύπτει σήμερα το 62.4% του συνόλου των κυκλοφορούντων επιβατικών αυτοκινήτων. Αυτό σημαίνει ότι κυκλοφορούν ακόμη 1.285.000 συμβατικά Ε.Ι.Χ. αυτοκίνητα που ρυπαίνουν το περιβάλλον και μάλιστα το καθένα από αυτά σε βαθμό πολλαπλάσιο των καταλυτικών.

- Το ποσοστό (37.6%) των συμβατικών αυτοκινήτων, που κυκλοφορούν ακόμη στη χώρα μας, είναι το μεγαλύτερο στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η διαφοροποίηση του αριθμού των διανυόμενων ετησίως χιλιομέτρων στις διάφορες κατηγορίες οχημάτων. Το στοιχείο αυτό θα πρέπει να αποτελέσει βασικό κριτήριο στο σχεδιασμό πολιτικών αντιμετώπισης των καυσαερίων των οχημάτων γνωρίζοντας ότι μόνο έτσι καλύπτεται και το κριτήριο της αειφορίας (= η διαχείριση των φυσικών οικοσυστημάτων και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με τρόπο που να εξασφαλίζεται η περιβαλλοντική ποιότητα και ισορροπία στο μέλλον) .



2.4 Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα για την κατάσταση του στόλου κυκλοφορούντων οχημάτων στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα σημαντικά:

2.4.1 Καταλυτικά αυτοκίνητα

- Η γενικότερη εικόνα των καταλυτικών Ε.Ι.Χ. ως προς τις εκπομπές καυσαερίων μπορεί να χαρακτηριστεί **καλή**. Αποκλίσεις από τις μέσες τιμές εκπομπής ρύπων εμφανίζουν ορισμένες κατασκευάστριες εταιρείες οχημάτων, οι οποίες και χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και παρεμβάσεων.
- Ο μέσος αριθμός διανυθέντων χιλιομέτρων ανά όχημα χαρακτηρίζεται υψηλός. Λαμβάνοντας επίσης υπόψη ότι και το ποσοστό των εκτός ορίων οχημάτων είναι υψηλό σε οχήματα που έχουν διανύσει πολλά χιλιόμετρα η ανάγκη για συστηματική παρακολούθηση είναι μεγαλύτερη.
- Τα κριτήρια επιλογής οχημάτων από τους καταναλωτές αναλώνονται σε επουσιώδη χαρακτηριστικά λόγω ελλιπούς ενημέρωσης ως προς τις τεχνολογικές εξελίξεις. Βασικό κριτήριο επιλογής με βάση τις πρόσφατες εξελίξεις θα πρέπει να είναι η κατανάλωση καυσίμου.

2.4.2 Συμβατικά αυτοκίνητα

- Στα συμβατικής τεχνολογίας οχήματα η εικόνα των εκπομπών καυσαερίων χαρακτηρίζεται σχετικά **κακή**. Σε αυτό συμβάλλουν η μεγάλη ηλικία, η κακή συντήρηση και η μη σωστή ενημέρωση των οδηγών.
- Ενθαρρυντικό στοιχείο αποτελεί ο μικρότερος αριθμός οχηματοχιλιομέτρων που διανύουν ετησίως σε σχέση με τα καταλυτικά.

- Από την κατανομή των συγκεντρώσεων ρύπων προκύπτει ότι υπάρχουν σημαντικά περιθώρια βελτίωσης των εκπομπών σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO).

2.4.3 Ταξί

- Τα πετρελαιοκίνητα ταξί είναι η πλέον προβληματική κατηγορία οχημάτων ως προς τις εκπομπές καπνού τη στιγμή μάλιστα που οι σωματιδιακοί ρύποι είναι οι πλέον κατηγορούμενοι για τις επιπτώσεις στην υγεία του πληθυσμού.
- Είναι επίσης χαρακτηριστικό ότι οχήματα νέας σχετικά ηλικίας, νέας τεχνολογίας έχουν υπερβολικές εκπομπές καπνού.
- Στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό είναι η συνάρτηση του κυβισμού και των εκπομπών καπνού.
- Σημειώνεται ότι η τεχνολογία των πετρελαιοκινήτων οχημάτων ως προς τις εκπομπές καυσαερίων είναι ακόμη στο στάδιο της ανάπτυξης. Στην Ιαπωνία σχεδιάζουν πολιτικές κινήτρων για απομάκρυνση των πετρελαιοκινήτων οχημάτων από μεγάλες πόλεις. Πετρελαιοκίνητα νέας τεχνολογίας ως προς τις εκπομπές καπνού προβλέπεται να κυκλοφορήσουν με βάση τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το 2005.
- Το ποσοστό στο σύνολο των κυκλοφορούντων οχημάτων είναι μικρό όμως στο σύνολο των ετήσιων εκπομπών καπνού η συμμετοχή των ταξί είναι αρκετά υψηλή λόγω του μεγάλου αριθμού χιλιομέτρων που διανύουν ετησίως.
- Πρόβλημα αυξημένων εκπομπών εμφανίζει και η κατηγορία των υγραεριοκινήτων ταξί.
- Τα βενζινοκίνητα ταξί έχουν συμπεριφορά όμοια με αυτή των E.I.X. ως προς τις εκπομπές καυσαερίων.

2.4.4 Φορτηγά

- Σε αυτή την κατηγορία του στόλου η κατάσταση χαρακτηρίζεται ικανοποιητική. Οι δυνατότητες παρεμβάσεων είναι ευκολότερες τη στιγμή που ένας κατασκευαστής κατέχει ποσοστό 80% στο σύνολο των κυκλοφορούντων οχημάτων.
- Από τις μετρήσεις είναι φανερό ότι πρέπει να μειωθούν τα όρια εκπομπών σε σχέση με αυτά που ισχύουν για άλλες κατηγορίες πετρελαιοκινήτων.

2.4.5 Λεωφορεία

- Στα λεωφορεία το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στα παλαιάς τεχνολογίας οχήματα των αστικών συγκοινωνιών.
- Γενικά η τεχνολογία των πετρελαιοκινήτων οχημάτων μεγάλου κυβισμού είναι ακόμη στο στάδιο της εξέλιξης αλλά σε σχετικά καλύτερο επίπεδο από αυτή των πετρελαιοκινήτων μικρού κυβισμού.
- Και σε αυτή την κατηγορία οι παρεμβάσεις είναι ευκολότερες λόγω του ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του στόλου ανήκει σε λίγες σχετικά εταιρείες κατασκευής οχημάτων.
- Σε μερικούς τύπους οχημάτων εμφανίζονται σημαντικά μεγαλύτερες τιμές καπνού από τη μέση τιμή.
- Η μέση ηλικία εμφανίζεται μεγάλη λόγω του υψηλού ποσοστού μεταχειρισμένων που τίθενται για πρώτη φορά σε κυκλοφορία.

2.5 Προτάσεις

Οι προτάσεις που ακολουθούν αφορούν τα κυκλοφορούντα και τα καινούργια οχήματα όλων των κατηγοριών. Προκειμένου όμως να υπάρξει βελτίωση, χρειάζονται λύσεις και για την κυκλοφορία ιδιαίτερα μάλιστα αυτή των μεγάλων αστικών κέντρων.

2.5.1 Κυκλοφορούντα οχήματα

- Έλεγχος των εξουσιοδοτημένων συνεργείων επισκευής οχημάτων.
- Αλλαγή των ορίων καπνού για τα πετρελαιοκίνητα φορτηγά και λεωφορεία.
- Βελτίωση της διαδικασίας μέτρησης των εκπομπών καπνού των πετρελαιοκινήτων οχημάτων με στόχο τη συντόμευσή της και την νομοθετική κάλυψη των ελεγκτών.
- Έλεγχο των εταιρειών που εισάγουν καταλύτες για αντικατάσταση απενεργοποιημένων.
- Αυστηρή προειδοποίηση και σύσταση σε συγκεκριμένους κατασκευαστές οχημάτων όλων των κατηγοριών για τις οποίες προκύπτουν σημαντικές διαφοροποιήσεις από τις μέσες τιμές εκπομπών καυσαερίων.
- Υλοποίηση προγραμμάτων ενημέρωσης καταναλωτών.
- Υλοποίηση προγραμμάτων επιμόρφωσης των τεχνιτών των συνεργείων επισκευής οχημάτων.
- Αλλαγή του ρόλου των ΚΤΕΟ με ουσιαστικότερο έλεγχο των παραμέτρων ασφάλειας και ρύπανσης και οριστική απόσυρση των οχημάτων στις περιπτώσεις που απαιτείται.

2.5.2 Νέα οχήματα

- Άμεση ενημέρωση των καταναλωτών για τις σημαντικές εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας των Ε.Ι.Χ.
- Υλοποίηση προγράμματος απόσυρσης για οχήματα που χαρακτηρίζονται ως υπερυπαντές. Το πρόγραμμα θα πρέπει να είναι ολοκληρωμένο παρέχοντας και εναλλακτικές λύσεις στους καταναλωτές.

- Κίνητρα για αντικατάσταση του στόλου των πετρελαιοκινήτων οχημάτων με καινούργια οχήματα, τεχνολογίας των νέων κοινοτικών οδηγιών.
- Εφαρμογή ειδικών προγραμμάτων για πετρελαιοκίνητα οχήματα οργανωμένων εταιρειών που κινούνται σε πόλεις με προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- Υλοποίηση προγραμμάτων εναλλακτικών καυσίμων μόνο σε συγκεκριμένους στόλους τη στιγμή που δεν έχει οριστικοποιηθεί ούτε η τεχνολογία, ούτε έχουν λυθεί προβλήματα ασφάλειας στο σύστημα διακίνησης και λειτουργίας και με βασικό κριτήριο τη δραστηκότητα των καυσαερίων σε σχέση με το στόχο που έχει τεθεί.
- Κίνητρα αντικατάστασης των παλαιών πετρελαιοκινήτων ταξί.

2.5.3 Κυκλοφορία

- Χρονικός επαναπροσδιορισμός των εκτάκτων μέτρων και του δακτυλίου.
- Κυκλοφοριακές ρυθμίσεις
- Μέτρα μείωσης των διανυόμενων οχηματοχιλιόμετρων.
- Καλύτερη κυκλοφοριακή παιδεία

Βιβλιογραφία

1. Ιωάννης Β. Γεντεκάκης, «Ατμοσφαιρική ρύπανση : επιπτώσεις, έλεγχος και εναλλακτικές τεχνολογίες», Εκδόσεις: Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 1999.
2. Κατερίνα Πελεκάση, «Η ατμοσφαιρική ρύπανση στην Ελλάδα», Εκδόσεις: Παπαζήσης.
3. Ιωάννης Β. Γεντεκάκης, «Ατμοσφαιρική ρύπανση : επιπτώσεις, έλεγχος και εναλλακτικές τεχνολογίες», Εκδόσεις: Τζιόλα , Θεσσαλονίκη 1999.
4. Κ. Π. Παππής, «Προγραμματισμός Παραγωγής», Εκδόσεις: Α. Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς 1995.
5. Σ. Καρβούνης, Δ. Γεωργακέλλος, «Διαχείριση του Περιβάλλοντος», Εκδόσεις: Αθ. Σταμούλης, Αθήνα 2003.
6. Frances Mackay, μετάφραση Βαγγέλης Ηλιόπουλος, «Δραστηριότητες για το περιβάλλον», Εκδόσεις: Πατάκη, Αθήνα 1996.

Διαδικτυακοί τόποι

1. www.minenv.gr
2. www.in.gr/auto
3. www.europa.eu.int/
4. www.unfccc.de

Κεφάλαιο 3^ο

Ανάλυση Συγκεντρώσεων Μετρούμενων Ρύπων

3.1 Διακυμάνσεις των τιμών συγκεντρώσεων των μετρούμενων ρύπων

3.1.1 Διαχρονική μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων

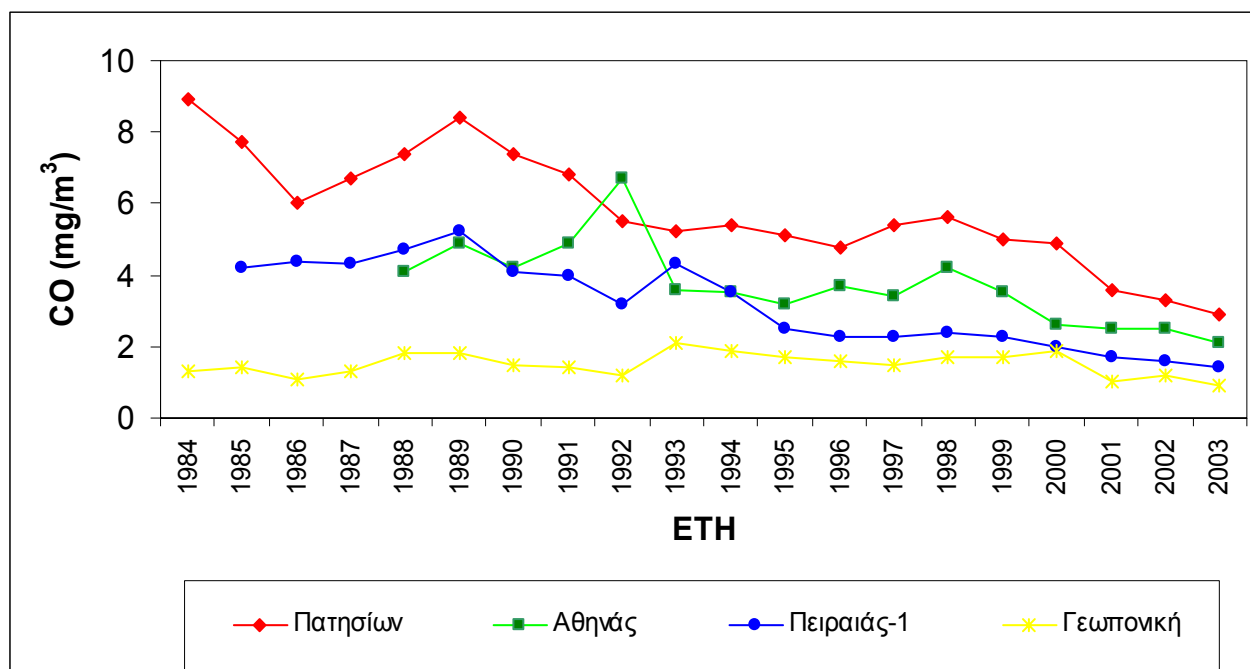
Ιδιαίτερα σημαντική και ενδιαφέρον θα ήταν η μελέτη των χρονικών διακυμάνσεων των συγκεντρώσεων των διάφορων ρύπων. Παρακάτω μπορούμε να δούμε αναλυτικά τις διαχρονικές μεταβολές των μέσων ετήσιων τιμών του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) σε κάποιους από τους μεγαλύτερους σταθμούς μέτρησης για τα έτη από το 1984 έως το 2003, καθώς επίσης και τις γραφικές παραστάσεις όπως αυτές διαμορφώνονται.

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)

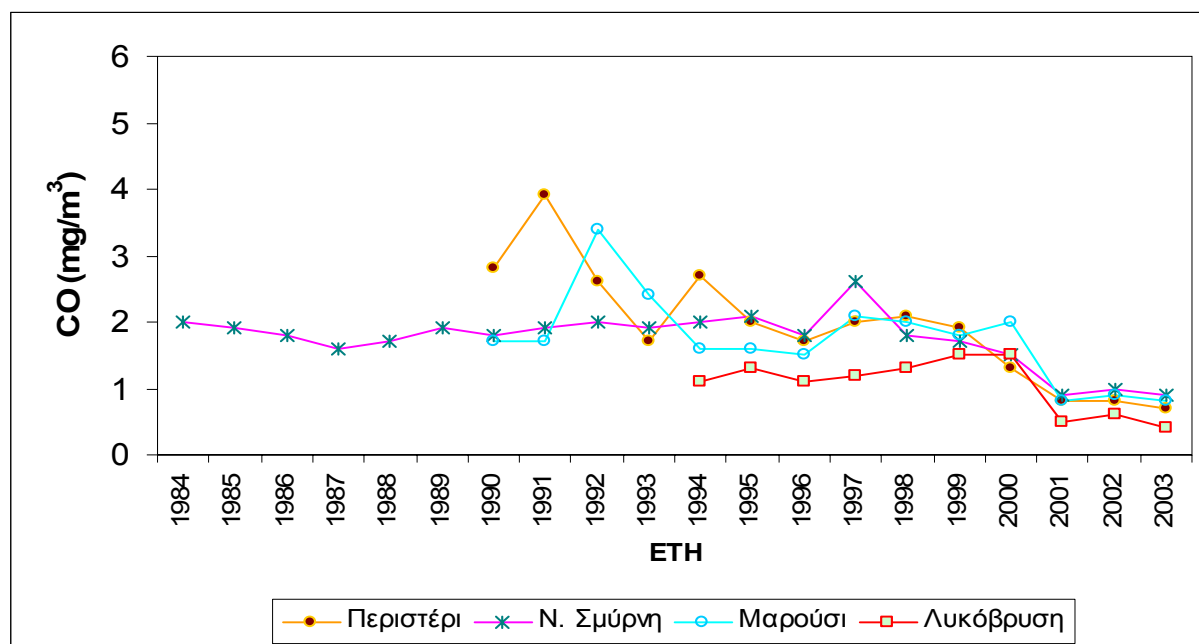
	Πατησίων	Αθηνάς	Πειραιάς-1	Γεωπονική	Περιστέρι	Ν. Σμύρνη	Μαρούσι	Λυκόβρυση
1984	8,9			1,3		2,0		
1985	7,7		4,2	1,4		1,9		
1986	6,0		4,4	1,1		1,8		
1987	6,7		4,3	1,3		1,6		
1988	7,4	4,1	4,7	1,8		1,7		
1989	8,4	4,9	5,2	1,8		1,9		
1990	7,4	4,2	4,1	1,5	2,8	1,8	1,7	
1991	6,8	4,9	4,0	1,4	3,9	1,9	1,7	
1992	5,5	6,7	3,2	1,2	2,6	2,0	3,4	
1993	5,2	3,6	4,3	2,1	1,7	1,9	2,4	

	Πατησίων	Αθηνάς	Πειραιάς-1	Γεωπονική	Περιστέρι	Ν. Σμύρνη	Μαρούσι	Λυκόβρυση
1994	5,4	3,5	3,5	1,9	2,7	2,0	1,6	1,1
1995	5,1	3,2	2,5	1,7	2,0	2,1	1,6	1,3
1996	4,8	3,7	2,3	1,6	1,7	1,8	1,5	1,1
1997	5,3	3,4	2,3	1,5	2,0	1,7	2,1	1,2
1998	5,6	4,2	2,4	1,7	2,1	1,8	2,0	1,3
1999	5,0	3,5	2,3	1,7	1,9	1,7	1,8	1,5
2000	4,9	2,6	2,0	1,9	1,3	1,5	2,0	1,5
2001	3,6	2,5	1,7	1,0	0,8	0,9	0,8	0,5
2002	3,3	2,5	1,6	1,2	0,8	1,0	0,9	0,6
2003	2,9	2,1	1,4	0,9	0,7	0,9	0,8	0,4

**ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ
ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)**



ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ
ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)



(Στο παράρτημα δίδονται αναλυτικά οι πίνακες καθώς και οι γραφικές παραστάσεις με τις διαχρονικές μεταβολές των μέσων ετήσιων τιμών των άλλων μετρούμενων ρύπων, ανά σταθμό μέτρησης.)

Παρατηρείτε ότι παρ' όλο που υπάρχουν στις διάφορες θέσεις, αυξομειώσεις των μέσων ετήσιων τιμών ρύπανσης από χρόνο σε χρόνο, η τάση εξέλιξης είναι γενικά πτωτική ή τάση σταθεροποίησης, ανάλογα με τον ρύπο. Η εξέλιξη αυτή μπορεί να αποδοθεί, κύρια στην ποιοτική αναβάθμιση του στόλου των ιδιωτικών και δημόσιας χρήσης αυτοκινήτων, στην εφαρμογή του μέτρου της κάρτας ελέγχου καυσαερίων, στα μέτρα ελέγχου εκπομπής ρύπων από διάφορες πηγές, στη χρήση καυσίμων με καλύτερες τεχνικές προδιαγραφές κ.λ.π. Η πτωτική τάση σε ορισμένους ρύπους, έχει ιδιαίτερη σημασία δεδομένου ότι διαχρονικά υπάρχει αύξηση των ρυπογόνων δραστηριοτήτων της πόλης.

Ειδικά για κάθε ρύπο παρατηρούμε τα εξής:

- Για το **μονοξείδιο του άνθρακα (CO)**, παρουσιάζεται γενικά τάση μείωσης ή σταθεροποίησης των τιμών σε μικρό αριθμό σταθμών. Σημειώνεται ότι για το

1992 η τιμή του σταθμού Αθηνάς προέκυψε από μικρό αριθμό μετρήσεων και δεν θεωρείται αντιπροσωπευτική.

- Για το **διοξείδιο του θείου (SO₂)**, υπάρχει σημαντική τάση μείωσης των τιμών που συνδέεται με τη μείωση της περιεκτικότητας του πετρελαίου ντίζελ θέρμανσης σε θείο από 0,3% σε 0,2% κ.β. και του πετρελαίου ντίζελ κίνησης από 0,050 σε 0,035% κ.β το 2000.
- Για το **διοξείδιο του αζώτου (NO₂)**, υπάρχει τάση σταθεροποίησης ή μείωσης των τιμών τα τελευταία χρόνια.
- Για το **μονοξείδιο του αζώτου (NO)**, υπάρχει τάση σταθεροποίησης ή ελαφρύς μείωσης των τιμών
- Για το **όζον (O₃)**, υπάρχει γενικώς μια τάση σταθεροποίησης των τιμών. Σημειώνεται ότι για το σταθμό Λιοσίων οι τιμές του 1997 προέκυψαν από μικρό αριθμό μετρήσεων και δεν είναι αντιπροσωπευτικές ενώ η αναγκαστική αλλαγή της θέσης του σταθμού δεν επιτρέπει τη σύγκριση των τιμών για το 1997 και 1998 με αυτές των προηγούμενων ετών.
- Για τον **καπνό (BS)**, επίσης παρατηρείται τάση σταθεροποίησης ή μείωσης των τιμών τα τελευταία χρόνια.

3.2 Μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων για το 2003

3.2.1 Μηνιαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων

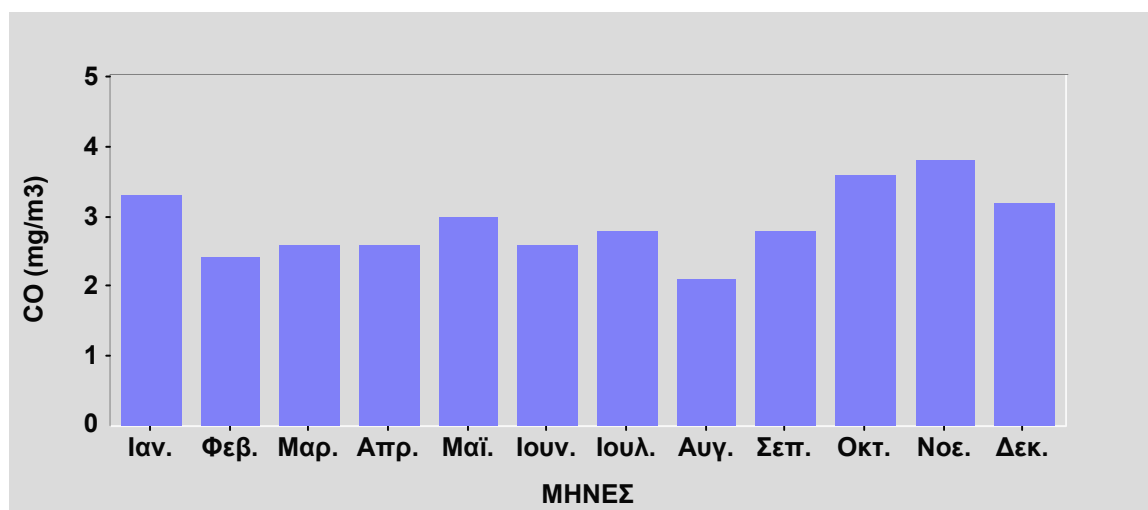
Σε αυτό το σημείο θα μελετήσουμε την μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων για κάθε μήνα ξεχωριστά για το έτος 2003. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι διακυμάνσεις των μέσων μηνιαίων τιμών των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) ανά σταθμό μέτρησης.

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)

Σταθμός	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ	ΙΟΥ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Πατησίων	3.3	2.4	2.6	2.6	3.0	2.6	2.8	2.1	2.8	3.6	3.8	3.2
Αθηνάς	1.6	2.1	2.2	1.8	2.0	1.7	1.5	1.4	1.9	2.3	3.4	3.1
Πειραιάς-1	1.5	2.0	1.7	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8				
Γεωπονική	1.4	1.0	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7	0.6	0.8	1.1	1.4	
Ν.Σμύρνη	1.3	0.9	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	1.0	1.5	1.4
Περιστέρη	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.7	1.0	0.8
Μαρούσι	1.0	0.6	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	1.0	1.2	1.4
Λυκόβρυση	0.7	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3

Στο γράφημα που ακολουθεί απεικονίζονται, ενδεικτικά, οι μέσες μηνιαίες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) για τον σταθμό των Πατησίων για το 2003.

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)



(Στο Παράρτημα δίνονται οι διακυμάνσεις των μέσων μηνιαίων τιμών των συγκεντρώσεων για όλους τους μετρούμενους ρύπους καθώς και η μηνιαία μεταβολή για ρύπους σε κάποιους σταθμούς).

Από τα σχήματα είναι φανερό ότι:

- οι πρωτογενείς ρύποι (μονοξείδιο του άνθρακα (CO), άζωτο (NO), διοξείδιο του θείου (SO₂), καπνός (BS)), παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές τους μήνες

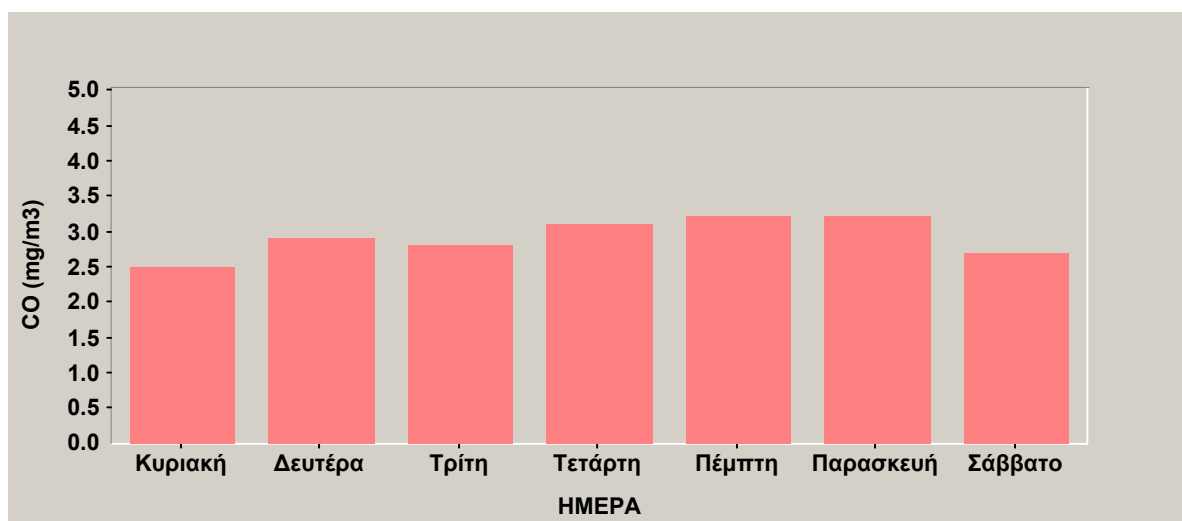
του χειμώνα. Αυτό οφείλεται για μεν το διοξείδιο του θείου (SO_2) και τον καπνό (BS) στη λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης, για δε το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) στη μεγαλύτερη κυκλοφορία που παρατηρείται τους χειμερινούς μήνες και τις χειρότερες συνθήκες λειτουργίας των μηχανών των αυτοκινήτων (όπως για παράδειγμα το ξεκίνημα με κρύα μηχανή).

- οι δευτερογενείς ρύποι, το μεν όζον (O_3) παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές τους καλοκαιρινούς μήνες, το δε διοξείδιο του αζώτου (NO_2) δεν παρουσιάζει σαφή μηνιαία μεταβολή. Οι αυξημένες τιμές της συγκέντρωσης του όζοντος τους καλοκαιρινούς μήνες οφείλονται στην αυξημένη ηλιοφάνεια των μηνών αυτών, δεδομένου ότι το όζον σχηματίζεται από φωτοχημικές διεργασίες στις οποίες καθοριστικό ρόλο παίζει η ηλιακή ακτινοβολία.

3.2.2 Ημερήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων

Θα μελετήσουμε τώρα την ημερήσια κατανομή των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα στον σταθμό των Πατησίων. Όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα υπάρχει μια μείωση των εκπομπών του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) κατά την διάρκεια του Σαββατοκύριακου, ενώ για τις υπόλοιπες μέρες της εβδομάδας οι εκπομπές παραμένουν σε υψηλά επίπεδα.

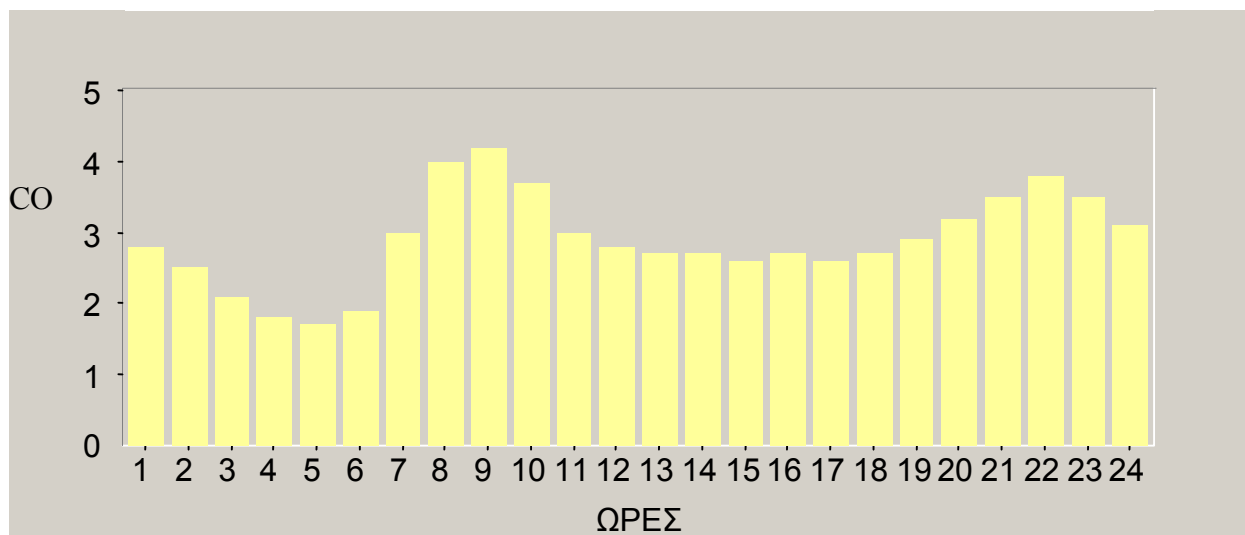
ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)



3.2.3 Ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων

Στο επόμενο σχήμα, δίνεται η ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα στη διάρκεια του έτους.

ΩΡΙΑΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)



Όπως φαίνεται οι μεγαλύτερες τιμές για τον ρύπο μονοξείδιο του άνθρακα (CO), παρουσιάζονται γενικά το πρωί (7-12) και το βράδυ (21-23). Αυτό οφείλεται στο ότι αφ' ενός μεν, τις ώρες αυτές επικρατούν ευνοϊκές για τη συσσώρευση των ατμοσφαιρικών ρύπων μετεωρολογικές συνθήκες, αφ' ετέρου δε, συμπίπτουν χρονικά οι ώρες λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης και οι αιχμές κυκλοφορίας.

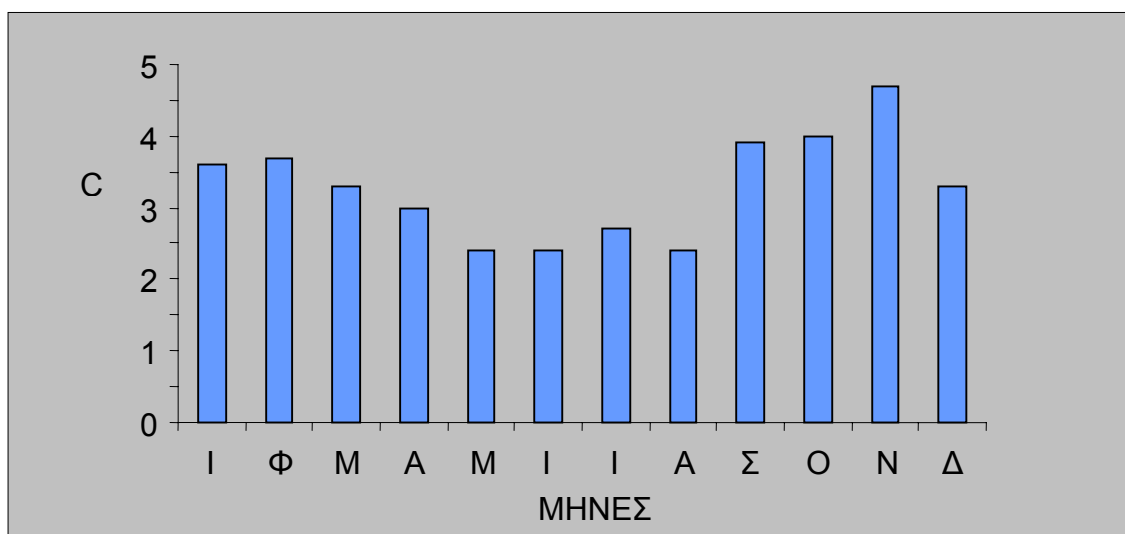
3.3 Μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων για το 2002

3.3.1 Μηνιαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων

Στην συνέχεια θα μελετήσουμε και για το έτος 2002 την μηνιαία, ημερήσια και ωριαία μεταβολή των ρύπων που συγκεντρώνονται στο Λεκανοπέδιο, όπως αυτοί μετρήθηκαν από τους διάφορους σταθμούς. Στο παρακάτω σχήμα εμφανίζεται η μηνιαία μεταβολή του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) για τον σταθμό Πατησίων. Είναι

φανερó ότι, οι μεγαλύτερες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) παρουσιάζονται τους μήνες του χειμώνα, όπως και για το έτος 2003.

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)



Στον πίνακα που ακολουθεί, βλέπουμε αναλυτικά τις μέσες μηνιαίες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) για όλους τους σταθμούς μέτρησης.

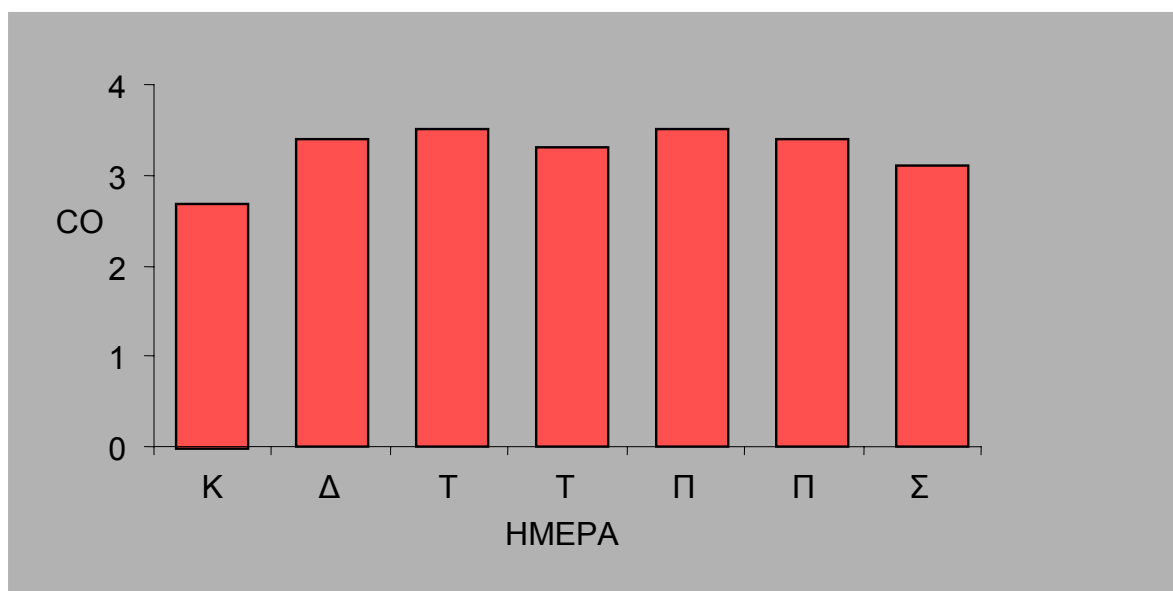
ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)

Σταθμός	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Πατησίων	3.6	3.7	3.3	3.0	2.4	2.4	2.7	2.4	3.9	4.0	4.7	3.3
Αθηνάς	3.4	2.9	2.4	2.1	1.7	1.6	1.6	1.2	2.7	2.7	3.9	3.1
Πειραιάς-1	2.4	1.9	1.6	1.5	1.1	1.1	1.0	0.9	1.5	1.7	2.2	2.2
Γεωπονική	2.1	1.6	1.2	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	1.2	1.3	2.2	1.5
Ν. Σμύρνη	1.5	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.6	0.5	1.1	1.1	1.9	1.1
Περιστέρι	1.6	1.2		0.9	0.5	0.5	0.5	0.4	0.8	0.8	1.4	1.0
Μαρούσι	1.5	1.3	1.0	0.7	0.5	0.4	0.5	0.4	1.0	1.0	1.7	1.1
Λυκόβρυση	0.8	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.6	0.8	1.1	0.8

3.3.2 Ημερήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων

Στο επόμενο σχήμα, δίνεται η ημερήσια μεταβολή του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) στη διάρκεια του έτους 2002 για τον σταθμό Πατησίων. Παρατηρούμε μείωση των εκπομπών κατά την διάρκεια του Σαββατοκύριακου, ιδιαίτερα την ημέρα της Κυριακής, ενώ για τις υπόλοιπες μέρες της εβδομάδας οι εκπομπές παραμένουν σε υψηλότερα επίπεδα. Οι μεταβολές των ρύπων, σε σχέση με το 2003, παραμένουν περίπου στα ίδια επίπεδα.

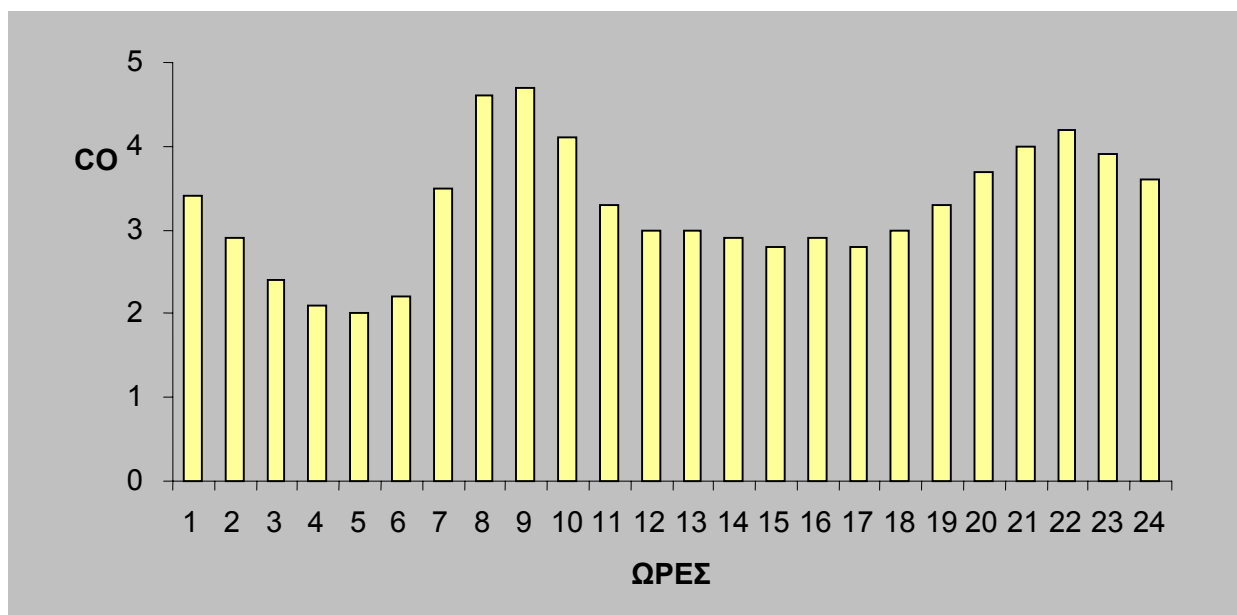
ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)



3.3.3 Ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων

Παρακάτω δίνεται η ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO), στη διάρκεια του έτους 2002, για τον σταθμό των Πατησίων. Οι μεγαλύτερες τιμές, παρουσιάζονται γενικά, όπως και για το 2003, το πρωί (7-10) και το βράδυ (21-23), τις ώρες δηλαδή όπου η κυκλοφορία των οχημάτων είναι ιδιαίτερα μεγάλη αλλά και οι κεντρικές θερμάνσεις των κτιρίων δουλεύουν αυξημένα.

ΩΡΙΑΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)



Στους πίνακες που ακολουθούν μπορούμε να δούμε τις τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα (CO), σε δωρη ή σε ωριαία βάση, στους διάφορους σταθμούς μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στους σταθμούς που βρίσκονται στο κέντρο του Λεκανοπεδίου, οι τιμές είναι ιδιαίτερα αυξημένες.

ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO) (τιμές σε δωρη βάση σε mg/m³)

Σταθμοί	Μέγιστη τιμή
Πατησίων	9.4
Αθηνάς	12.0
Πειραιάς -1	6.2
Γεωπονική	5.6
Ν. Σμύρνη	6.0
Μαρούσι	5.3
Περιστερί	4.0
Λυκόβρυση	4.3

ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO) (τιμές σε ωριαία βάση mg/m³-2002)

Σταθμοί	Μέγιστη Τιμή	Μέση Τιμή	Διάμεση Τιμή
Πατησίων	16.5	3.3	2.9
Αθηνάς	15.6	2.5	1.9
Πειραιάς-1	9.7	1.6	1.2
Γεωπονική	10.5	1.2	0.8
Ν. Σμύρνη	11.4	1.0	0.5
Μαρούσι	10.0	0.9	0.5
Περιστέρι	7.5	0.8	0.5
Λυκόβρυση	8.8	0.6	0.2

3.4 Όρια ποιότητας ατμόσφαιρας

Στην χώρα μας ισχύουν νομοθετημένα όρια προστασίας της ανθρώπινης υγείας, για διάφορους ρύπους, σύμφωνα πάντα 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 και νέα όρια για τους διάφορους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Τα όρια αυτά αναφέρονται τόσο στην προστασία της ανθρώπινης υγείας όσο και των οικοσυστημάτων γενικότερα.

Τα νέα όρια για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, που έχουν ως έτος εφαρμογής το 2005 ή το 2010, ανάλογα τον ρύπο βρίσκονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΟΡΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ

Ρύπος	Οριακή τιμή	Έτος ισχύος	Ενδεικτική οριακή τιμή για προετοιμασία			
			2002	2003	2004	2005
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	10 mg/m ³ Μέγιστη ημερήσια οκτάωρη τιμή	1/1/2005	16 mg/m ³	14 mg/m ³	12 mg/m ³	10 mg/m ³
Βενζόλιο (C₆H₆)	5 µg/m ³ Μέση ετήσια τιμή	1/1/2010	10 µg/m ³	10 µg/m ³	10 µg/m ³	10 µg/m ³
Διοξείδιο του θείου (SO₂)	350 µg/m ³ Μέση ωριαία τιμή, της οποίας δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 24 φορές ανά έτος	1/1/2005	440 µg/m ³	410 µg/m ³	380 µg/m ³	350 µg/m ³
	125 µg/m ³ Μέση ημερήσια τιμή, της οποίας δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 3 φορές ανά έτος	1/1/2005	125 µg/m ³	125 µg/m ³	125 µg/m ³	125 µg/m ³
Διοξείδιο του αζώτου (NO₂)	200 µg/m ³ Μέση ωριαία τιμή, της οποίας δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 18 φορές ανά έτος	1/1/2010	280 µg/m ³	270 µg/m ³	260 µg/m ³	250 µg/m ³
	40 µg/m ³ Μέση ετήσια τιμή	1/1/2010	56 µg/m ³	54 µg/m ³	52 µg/m ³	50 µg/m ³
Αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ₁₀)	50 µg/m ³ Μέση ημερήσια τιμή, της οποίας δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 35 φορές ανά έτος	1/1/2005	65 µg/m ³	60 µg/m ³	55 µg/m ³	50 µg/m ³
	40 µg/m ³ Μέση ετήσια τιμή	1/1/2005	44,8 µg/m ³	43,2 µg/m ³	41,6 µg/m ³	40 µg/m ³
Μόλυβδος	0,5 µg/m ³	1/1/2005	0,8	0,7	0,6	0,5

(Pb)	Μέση ετήσια τιμή		μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³
-------------	------------------	--	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Τα όρια αυτά, δεν ήταν δεσμευτικά για τα κράτη – μέλη, μέχρι την ημερομηνία έναρξης ισχύος τους (2005 ή 2010), αλλά υπήρχε συνεχής παρακολούθηση της πορείας εξέλιξης των τιμών ρύπανσης, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή, η τήρηση των οριακών τιμών. Επιπρόσθετα, τα κράτη μέλη έπρεπε να εκπονούν και να υλοποιούν σχέδια δράσης για την προετοιμασία τους όσον αφορά στην επίτευξη και τήρηση των ορίων αυτών.

3.4.1 Σύγκριση τιμών ατμοσφαιρικής ρύπανσης με όρια

Η οδηγία για το μονοξείδιο του άνθρακα προβλέπει όριο την τιμή των 10 mg/m³ σε οκτάωρη βάση, που ισχύει από 1/1/2005 και μετά. Μέχρι τότε τίθενται τιμές στόχοι ανά έτος που σταδιακά μειώνονται έτσι ώστε να επιτευχθεί συμμόρφωση με τα νέα όρια από 1/1/2005. Συγκεκριμένα για το 2003 η ενδεικτική τιμή στόχος ήταν 14 mg/m³ σε οκτάωρη βάση. Δεν υπήρξε υπέρβαση της τιμής αυτής για το 2003 σε κανένα σταθμό μέτρησης στο Λεκανοπέδιο της Αττικής.

3.5 Αξιολόγηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της περιοχής των Αθηνών

Από τις συγκρίσεις των διαφόρων ρύπων με τα ισχύοντα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας που καθορίζονται στις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προκύπτουν σημαντικά προβλήματα υπερβάσεων σε ορισμένους ρύπους. Η κατάσταση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ανά ρύπο, στην Αθήνα σήμερα είναι η εξής:

- **Καπνός (BS):** Η ρύπανση από καπνό αξιολογείται ότι βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα.

- **Τα αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ₁₀):** Παρουσιάζουν σημαντικές υπερβάσεις των ορίων της νέας οδηγίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στην πλειονότητα των σημείων μέτρησης. Είναι από τους «νέους» ρύπους που άρχισαν να εξετάζονται πρόσφατα σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης και αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για όλες τις χώρες. Ο ρύπος αυτός αξιολογείται ότι βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα.
- **Διοξείδιο του θείου (SO₂):** Ο ρύπος αυτός που παλαιότερα αποτελούσε σημαντικό πρόβλημα, έχει καταπολεμηθεί και δεν ξεπερνάει τα όρια (παλιά και νέα) σε καμιά θέση μέτρησης. Δεν αποτελεί σήμερα πρόβλημα για το Λεκανοπέδιο της Αττικής.
- **Διοξείδιο του αζώτου (NO₂):** Το διοξείδιο του αζώτου σε σχέση με τους στόχους και τα όρια (τα όρια θα ισχύσουν από 1-1-2010) της νέας οδηγίας, παρουσιάζει σημαντικές υπερβάσεις. Έτσι, η ρύπανση από το ρύπο αυτό αξιολογείται σαν σημαντική.
- **Όζον (O₃):** Το όζον δεν παρουσίασε κατά τα τελευταία τρία χρόνια υπέρβαση των ορίων συναγερμού με βάση την παλιά οδηγία, όμως υπήρξαν υπερβάσεις του ορίου ενημέρωσης του κοινού και του ορίου προστασίας της υγείας. Από το Σεπτέμβριο του 2003 τέθηκαν σε ισχύ τα όρια της νέας οδηγίας (για ενημέρωση και συναγερμό). Με βάση τα όρια αυτά κατά τα προηγούμενα χρόνια υπήρχαν υπερβάσεις του ορίου συναγερμού. Οι υπερβάσεις αυτές οφείλονται κατά κύριο λόγο στη γεωγραφική θέση της χώρας (μεγάλη ηλιοφάνεια και υψηλές θερμοκρασίες, συνθήκες που ευνοούν το σχηματισμό του όζοντος) και παρουσιάζονται σε όλες τις νότιες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Έτσι, η ρύπανση από το όζον αξιολογείται και αυτή σαν σημαντική.
- **Μονοξείδιο του άνθρακα (CO):** Ο ρύπος αυτός βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα, δεν ξεπερνάει τα όρια της νέας οδηγίας και ουσιαστικά δεν αποτελεί πρόβλημα για την Αθήνα.
- **Μόλυβδος (Pb):** Ο μόλυβδος βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα και δεν αποτελεί πρόβλημα.

- **Βενζόλιο (C₆H₆)** : Συγκρίνοντας τις μέσες ετήσιες τιμές συγκέντρωσης του βενζολίου στην Αθήνα προκύπτει ότι η συγκέντρωσή του κυμαίνεται σε επίπεδα μεγαλύτερα από το στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 10 μg/m³. Πρέπει να τονισθεί ότι η συγκέντρωση του ρύπου αυτού στην Αθήνα είναι συγκρίσιμη με τη αυτή στις αστικές περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπως το π.χ. το Λονδίνο. Η Αθήνα μειονεκτεί ως προς τις άλλες χώρες της Ευρώπης λόγω του ζεστού κλίματος το οποίο ευνοεί την εξάτμιση των πτητικών ενώσεων, όπως είναι το βενζόλιο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ 3ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Βιβλιογραφία

1. G. Donald Ahrens, μετάφραση Χριστόφορος Πασσιαλάκος, Κωνσταντίνος Ν. Πάνος «Βασικές αρχές μετεωρολογίας : μια πρόκληση στην ατμόσφαιρα», Εκδόσεις: Ίων, Αθήνα 1999.
2. Ν. Μουσιόπουλος, «Μαθηματικά μοντέλα ατμοσφαιρικής ρύπανσης», Εκδόσεις: Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1997.
3. Springer Science&Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V., «Environmental and Ecological Statistics».
4. Routledge, «Applied Environmental Education and Communication: An International Journal».
5. Μαθηματικά μοντέλα ατμοσφαιρικής ρύπανσης, Εκδόσεις: Ύδρα.

Διαδικτυακοί τόποι

1. www.europa.eu.int/.
2. www.unfccc.de
3. www.in.gr/auto

Κεφάλαιο 4^ο

Μελέτη Περίπτωσης: Εκπομπή ρύπων αυτοκινήτων στην Ελλάδα

4.1 Επιλογή δείγματος

Η μελέτη του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), που θεωρείται ως ένας από τους πιο σημαντικούς ρύπους της ατμόσφαιρας, θα ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα μιας και συντελεί στην όξυνση του προβλήματος της περιβαλλοντικής μόλυνσης. Η συγκεκριμένη ανάλυση έχει ως στόχο να εξασφαλίσει, με ένα σχετικά μικρό δείγμα, αποτελέσματα τα οποία προσεγγίζουν πολύ ικανοποιητικά τα υπό έρευνα χαρακτηριστικά ενός μεγάλου πληθυσμού, όπως αυτός του συνολικού αριθμού των αυτοκινήτων που κινούνται στους ελληνικούς δρόμους. Επίσης, ιδιαίτερα σημαντική είναι και η ανάλυση των υπόλοιπων μεταβλητών που έχουν επιλεγεί προς μελέτη, αφού κρίνεται απαραίτητο τόσο για την καλύτερη κατανόησή τους όσο και για την ορθότερη εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων.

Στην προσπάθεια να επιλεγεί το δείγμα που εκφράζει την αγορά, έγινε συλλογή στοιχείων για τα εκατό μοντέλα αυτοκινήτων, τα οποία ήταν πρώτα σε πωλήσεις στην Ελλάδα.

4.2 Επιλογή μεταβλητών

Η εκπομπή ρύπων διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στα επιβατικά αυτοκίνητα έχει άμεση σχέση με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των τελευταίων. Από την πληθώρα των στοιχείων που ήταν διαθέσιμα, επιλέχθηκαν εκείνα που θα βοηθούσαν στην πληρέστερη ερμηνεία των τεράστιων διακυμάνσεων των τιμών εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (CO_2). Παρακάτω αναλύονται οι ποσοτικές μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στην συγκεκριμένη ανάλυση:

- **Κυβισμός (Displacement):** Μετρά τη συνολική χωρητικότητα του κινητήρα του αυτοκινήτου σε κυβικά εκατοστά (cm^3).
- **Βαλβίδες (Valves):** Οι βαλβίδες χωρίζονται σε εισαγωγής και εξαγωγής και είναι υπεύθυνες για την εισαγωγή του καυσίμου μείγματος και την απομάκρυνση των αερίων της καύσης από τους θαλάμους καύσης. Ο αριθμός τους ανά κύλινδρο (θάλαμος καύσης) ποικίλει από 2 έως και 6, με συνηθέστερη επιλογή για τα συμβατικά αυτοκίνητα αυτή των τεσσάρων.
- **Ιπποδύναμη (Horsepower):** Η μέγιστη τιμή του έργου που αποδίδει ο κινητήρας σε συγκεκριμένο χρόνο, της ισχύος δηλαδή, σύμφωνα με τον κατασκευαστή.
- **Βάρος (Weight):** Το καθαρό βάρος του αυτοκινήτου σε κιλά σύμφωνα με πιστοποιημένες μετρήσεις (ISO 9002).
- **Μέγιστη Ταχύτητα (Speed):** Η μέγιστη ταχύτητα σε χλμ/ώρα που μπορεί να αναπτύξει το αυτοκίνητο χωρίς βάρος, σε ευθεία κίνηση.
- **Επιτάχυνση (Acceleration):** Ο χρόνος σε δευτερόλεπτα που μεσολαβεί για την επίτευξη ταχύτητας 100 χλμ/ώρα από στάση σύμφωνα με τον κατασκευαστή.
- **Μέση κατανάλωση (Fuel):** Η ποσότητα (σε λίτρα) καυσίμου που απαιτείται κατά μέσο όρο για τη διάνυση απόστασης 100 χιλιομέτρων . Η μέτρηση διενεργείται σε εργαστηριακές συνθήκες σε δύο κύκλους (αστικός και υπεραστικός), οι οποίοι αποτελούνται από μια σειρά επιταχύνσεων, σταθερών ταχυτήτων, επιβραδύνσεων και λειτουργίας εν στάση (ρελαντί):
 1. Στον αστικό κύκλο η μέγιστη ταχύτητα είναι 50 χλμ/ώρα , η μέση 19 χλμ/ώρα και η διανυόμενη απόσταση 7 χλμ .
 2. Στον υπεραστικό η μέγιστη ταχύτητα είναι 120 χλμ/ώρα , η μέση 63 χλμ/ώρα και η διανυόμενη απόσταση επίσης 7 χλμ .

Οι τιμές των δεδομένων είναι ένας μέσος των δύο κύκλων και αναφέρεται ως μικτός κύκλος.

- **Ρεζερβουάρ (Reservoir):** Η μέγιστη ποσότητα καυσίμου που μπορεί να μεταφέρει το αυτοκίνητο εκφρασμένη σε λίτρα.
- **Code 1, code 2:** Αναφέρονται στις πωλήσεις των μοντέλων για τα έτη 2003 και 2004 αντίστοιχα.
- Τέλος, έχει επιλέγει και η ποιοτική μεταβλητή η οποία αναφέρεται στη χώρα προέλευσης του αυτοκινήτου, όπου και κατασκευάστηκε. Οι χώρες προέλευσης (Origin), είναι κατηγοριοποιημένες σε τρεις βασικές ομάδες:

Origin = 1 → Αυτοκίνητα κατασκευασμένα σε χώρες της Ευρώπης

Origin = 2 → Αυτοκίνητα κατασκευασμένα σε χώρες της Ασίας

Origin = 3 → Αυτοκίνητα κατασκευασμένα σε χώρες της Αμερικής.

(Κρίνεται σκόπιμο, να επισημανθεί εδώ, ότι για Origin = 3 οι παρατηρήσεις είναι μόλις επτά, αφού στην ελληνική αγορά κυριαρχούν τα ευρωπαϊκά και τα ασιατικά αυτοκίνητα. Έτσι για την συγκεκριμένη μελέτη δεν θα ληφθούν υπόψη τα αυτοκίνητα που είναι κατασκευασμένα στην Αμερική).

4.3 Ανάλυση Μεταβλητών

Ξεκινώντας και θέλοντας να διαπιστώσουμε την κατανομή των μεταβλητών που θα μελετήσουμε, προχωρούμε σε ανάλυση πολλαπλών μεταβλητών (multiple variable analysis) και παρακάτω παραθέτουμε τον πίνακα με τα αποτελέσματα.

Multiple-Variable Analysis

	ACCELERATION	CO2	DISPLACEMENT
Count	98	100	100
Average	12,5408	178,85	1565,53
Median	12,5	172,5	1590,0
Mode	11,3		1598,0
Variance	5,05275	1425,74	172090,0
Standard deviation	2,24783	37,759	414,837
Standard error	0,227065	3,7759	41,4837
Minimum	5,3	113,0	698,0
Maximum	19,0	373,0	3956,0
Range	13,7	260,0	3258,0
Interquartile range	2,8	33,5	302,5
Skewness	0,177697	1,95243	2,59838
Std. skewness	0,718152	7,97076	10,6078
Kurtosis	0,787354	6,64231	12,4483
Std. kurtosis	1,59103	13,5586	25,4099
Coeff. of variation	17,9241%	21,1121%	26,4982%
Sum	1229,0	17885,0	156553,0

	FUEL	HORSEPOWER	RESERVOIR
Count	100	100	100
Average	7,488	101,8	53,44
Median	7,15	100,5	55,0
Mode	6,7	75,0	55,0
Variance	2,44086	1132,75	81,5822
Standard deviation	1,56233	33,6563	9,03229
Standard error	0,156233	3,36563	0,903229
Minimum	4,7	50,0	33,0
Maximum	14,0	265,0	80,0
Range	9,3	215,0	47,0
Interquartile range	1,7	42,0	15,0
Skewness	1,50059	1,52522	0,105835
Std. skewness	6,12612	6,22667	0,43207
Kurtosis	3,24284	4,75667	0,086994
Std. kurtosis	6,61942	9,70952	0,177576
Coeff. of variation	20,8644%	33,0612%	16,9017%
Sum	748,8	10180,0	5344,0

	SPEED	VALVES	WEIGHT
Count	100	100	100
Average	177,56	13,64	1191,76
Median	176,0	16,0	1190,5
Mode	185,0	16,0	1150,0
Variance	467,542	13,6065	55712,3
Standard deviation	21,6227	3,68869	236,035
Standard error	2,16227	0,368869	23,6035
Minimum	137,0	8,0	730,0
Maximum	253,0	24,0	2000,0
Range	116,0	16,0	1270,0
Interquartile range	29,0	8,0	275,5
Skewness	0,605032	-0,597303	0,855697
Std. skewness	2,47003	-2,43848	3,49337
Kurtosis	0,772765	-0,721775	1,79163
Std. kurtosis	1,5774	-1,47332	3,65715
Coeff. of variation	12,1777%	27,0432%	19,8055%
Sum	17756,0	1364,0	119176,0

Μια μεταβλητή ακολουθεί κανονική κατανομή όταν οι τιμές της τυποποιημένης συμμετρίας και κύρτωσης (**Standard Skewness, Standard Kurtosis**) βρίσκονται στο διάστημα τιμών [-2, +2]. Οι μοναδικές μεταβλητές που ακολουθούν κανονική κατανομή είναι η επιτάχυνση (acceleration) και το ρεζερβουάρ (reservoir) αφού είναι οι μόνες των οποίων η τυποποιημένη συμμετρία και κύρτωση είναι μέσα στο εύρος από -2 μέχρι +2. Άρα αυτές περιγράφονται από τη μέση τιμή (**Average**), τη διασπορά (**Variance**) και την τυπική απόκλιση (**Standard Deviation**). Οι υπόλοιπες επτά μεταβλητές αφού δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, περιγράφονται από τη διάμεσο (**Median**), την επικρατούσα τιμή (**Mode**), το εύρος των τιμών (**Range**) και το ενδοτεταρτημοριακό εύρος (**Interquartile Range**).

4.3.1 Μελέτη εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κατά προέλευση (Origin).

Σ' αυτή τη φάση θα ερευνηθεί αν όντως υπάρχουν διαφορές στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ανά χώρα προέλευσης. Με άλλα λόγια αν η προέλευση, ως ποιοτική μεταβλητή, επιδρά καταλυτικά στις τιμές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), γεγονός που θα μας οδηγήσει στο να κατατάξουμε τα δεδομένα μας σε δύο μεγάλες κατηγορίες βάσει προέλευσης. (Για λόγους που εξηγήθηκαν παραπάνω, δε θα λάβουμε υπόψη σε αυτή τη μελέτη τα δεδομένα για Origin = 3). Σε διαφορετική

περίπτωση δεν έχει νόημα η κατηγοριοποίηση των δεδομένων ανάλογα με τον τόπο κατασκευής των αυτοκινήτων.

Η μεταβλητή του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) δεν ακολουθεί κανονική κατανομή, και έτσι θα χρησιμοποιηθούν το μη παραμετρικό Kruskal-Wallis Test και θα γίνει το γράφημα Πλαισίου και Απολήξεων (Box & Whisker Plot).

Kruskal-Wallis Test

Ο συγκεκριμένος έλεγχος εξετάζει τη μηδενική υπόθεση ότι οι διάμεσοι του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) για τις τιμές των Origin = 1 και Origin = 2 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Kruskal-Wallis Test for CO2 by ORIGIN

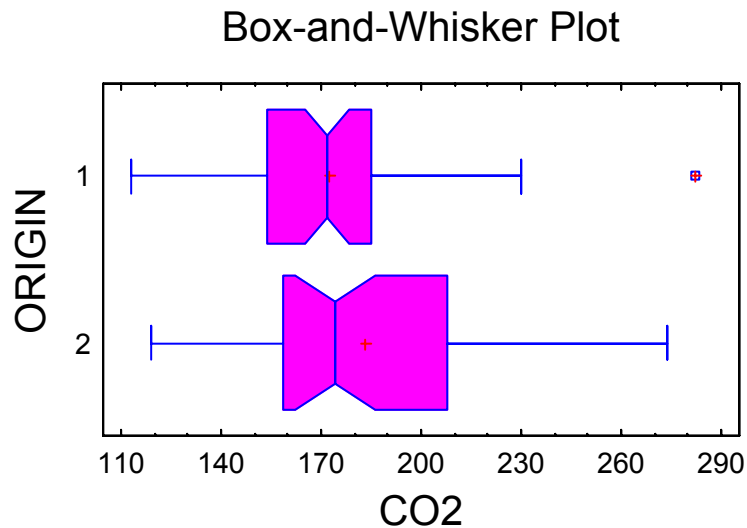
ORIGIN	Sample Size	Average Rank
1	53	44,3113
2	40	50,5625

Test statistic = 1,22352 P-Value = 0,268669

Μετά τη διεξαγωγή του ελέγχου διαπιστώσαμε πως δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, αφού το P-value = 0,268669 είναι μεγαλύτερο από 0,05. Επομένως δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις διάμεσους σε οποιοδήποτε επίπεδο εμπιστοσύνης. Αυτό σημαίνει ότι δεν επηρεάζει την εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) η προέλευση των αυτοκινήτων.

Box & Whisker Plot (Θηκόγραμμα)

Το Θηκόγραμμα βοηθά στον προσδιορισμό της κεντρικής τάσης, της διασποράς, της συμμετρίας και την ύπαρξη πιθανών outliers. Το συμπέρασμα στο οποίο καταλήξαμε μέσω του Kruskal-Wallis Test, διαφαίνεται καλύτερα στο διάγραμμα που ακολουθεί:



Βλέπουμε ότι δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στις τιμές των διαμέσων ανάμεσα στα Origin = 1 και Origin = 2, δηλαδή στις εκπομπές ρύπων των αυτοκινήτων που έχουν προέλευση την Ευρώπη και την Ασία.

4.3.2 Συσχέτιση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) με τις υπόλοιπες μεταβλητές

Ακολουθεί η μελέτη της συσχέτισης του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) με καθεμία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Με την χρησιμοποίηση μοντέλων Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για τα ζεύγη μεταβλητών, θα μπορέσουμε να δούμε πια από αυτά συσχετίζονται μεταξύ τους και πόσο (για εκπαιδευτικούς λόγους θα θεωρήσουμε ότι υπάρχει κανονικότητα).

Συσχέτιση Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) με Κυβισμό (DISPLACEMENT)

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: DISPLACEMENT

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	52.8392	6.9505	7.60222	0.0000
Slope	0.0804908	0.00429301	18.7493	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	110378.0	1	110378.0	351.54	0.0000
Residual	30770.8	98	313.988		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.884306

R-squared = 78.1997 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 77.9773 percent

Standard Error of Est. = 17.7197

Mean absolute error = 12.9189

Durbin-Watson statistic = 1.79979 (P=0.1538)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.0994124

Από τα παραπάνω το μοντέλο που προκύπτει είναι:

$$\text{CO}_2 = 52.8392 + 0.0804908 * \text{DISPLACEMENT}$$

Το **p-value** της κλίσης (slope) του μοντέλου είναι μικρότερο από 0.001, πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των μεταβλητών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99.9%. Ο συντελεστής προσδιορισμού (**R-squared**) είναι 78.1997%, ποσοστό κατά το οποίο ερμηνεύει το συγκεκριμένο μοντέλο, τη μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής. Ο συντελεστής συσχέτισης (**Correlation Coefficient**) ισούται με 0.884306, δηλαδή οι δύο μεταβλητές έχουν μεγάλη συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερο κυβισμό έχουν τα οχήματα, τόσο μεγαλύτερη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) έχουμε. Το στατιστικό τεστ Durbin-Watson (**DW statistic**) μας δείχνει το αν και κατά πόσο υπάρχει αυτοσυσχέτιση μεταξύ των καταλοίπων. Εδώ η τιμή του είναι 1.79979 και εφ' όσον το αντίστοιχο p-value του τεστ είναι 0.1538 (μεγαλύτερο του 0.05), δεν υπάρχει ένδειξη αυτοσυσχέτισης στα κατάλοιπα.

Συσγέτιση Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) με Βαλβίδες (VALVES)

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: VALVES

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	156.445	14.4166	10.8517	0.0000
Slope	1.64256	1.02064	1.60935	0.1108

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	3634.34	1	3634.34	2.59	0.1108
Residual	137514.0	98	1403.21		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.160463

R-squared = 2.57483 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 1.58069 percent

Standard Error of Est. = 37.4594

Mean absolute error = 25.8813

Durbin-Watson statistic = 1.72455 (P=0.0832)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.135675

Το μοντέλο που προκύπτει είναι:

$$\text{CO}_2 = 156.445 + 1.64256 * \text{VALVES}$$

Το **p-value** της κλίσης (slope) ισούται με 0.1108 (μεγαλύτερο του 0.10), άρα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των μεταβλητών για κανένα επίπεδο εμπιστοσύνης. Άρα δεν έχει νόημα η περαιτέρω μελέτη της συγκεκριμένης μεταβλητής, καθώς και της σχέσης της με το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂).

Συσχέτιση Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) με Ιπποδύναμη (HORSEPOWER)

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: HORSEPOWER

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	97.8218	8.55907	11.429	0.0000
Slope	0.795955	0.079867	9.96601	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	71047.0	1	71047.0	99.32	0.0000
Residual	70101.8	98	715.324		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.70947

R-squared = 50.3348 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 49.828 percent

Standard Error of Est. = 26.7455

Mean absolute error = 17.4234

Durbin-Watson statistic = 2.0297 (P=0.4316)

Lag 1 residual autocorrelation = -0.0167158

Το μοντέλο που προκύπτει σε αυτή την περίπτωση είναι:

$$\text{CO}_2 = 97.8218 + 0.795955 * \text{HORSEPOWER}$$

Το **p-value** της κλίσης (slope) είναι μικρότερο του 0.001, άρα υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των μεταβλητών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99.9%. Το **R-squared** είναι 50.3348%, το **Correlation Coefficient** ισούται με 0.70947, δηλαδή οι δύο μεταβλητές έχουν μεγάλη συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι η μεγάλη ιπποδύναμη των οχημάτων τα κάνει να εκπέμπουν και περισσότερους ρύπους. Το στατιστικό τεστ Durbin-Watson (**DW statistic**) ισούται με 2.0297 και το αντίστοιχο p-value είναι 0.4316 (μεγαλύτερο του 0.05), επομένως δεν υπάρχει ένδειξη σειριακής αυτοσυσχέτισης στα κατάλοιπα.

Συσχέτιση Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) με Βάρος (WEIGHT)

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: WEIGHT

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	24.6663	11.5452	2.13649	0.0351
Slope	0.129375	0.00950475	13.6116	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	92317.9	1	92317.9	185.28	0.0000
Residual	48830.8	98	498.274		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.808732

R-squared = 65.4047 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 65.0517 percent

Standard Error of Est. = 22.322

Mean absolute error = 15.1217

Durbin-Watson statistic = 1.6542 (P=0.0394)

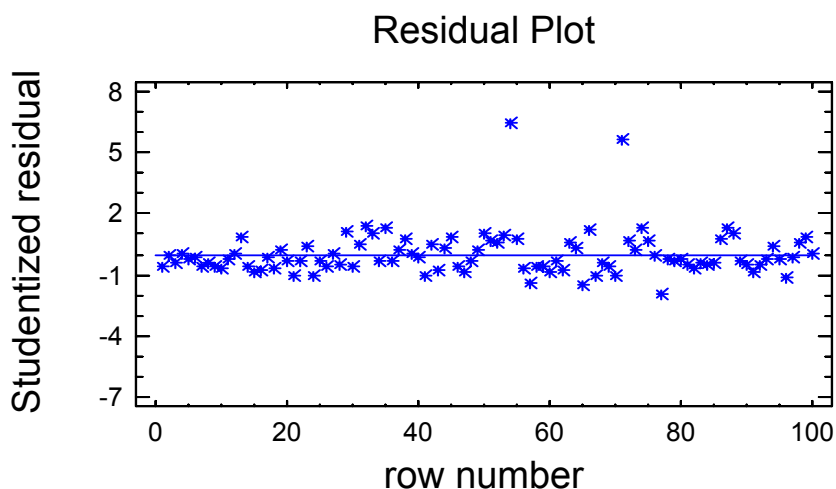
Lag 1 residual autocorrelation = 0.171253

Θα έχουμε λοιπόν το μοντέλο:

$$\text{CO}_2 = 24.6663 + 0.129375 * \text{WEIGHT}$$

Το **p-value** της κλίσης (slope) είναι μικρότερο του 0.001, άρα υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των μεταβλητών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99.9%. Το **R-squared** είναι 65.4047%, το **Correlation Coefficient** ισούται με 0.808732, δηλαδή οι δύο μεταβλητές έχουν μεγάλη συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερο βάρος έχουν τα οχήματα, τόσο μεγαλύτερη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) υπάρχει. Το στατιστικό τεστ Durbin-Watson (**DW statistic**) είναι 1.6542 και το αντίστοιχο p-value είναι 0.0394 (μικρότερο του 0.05), επομένως υπάρχει ένδειξη σειριακής αυτοσυσχέτισης στα κατάλοιπα. Για το λόγο αυτό θα μελετήσουμε το διάγραμμα που ακολουθεί, απ' το οποίο μπορούμε να δούμε αν υπάρχει συγκεκριμένο πρότυπο, υπόδειγμα (pattern) που ακολουθούν τα κατάλοιπα.

Παρατηρώντας προσεκτικά το διάγραμμα δεν μπορούμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα όσον αφορά την αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων .



Συσχέτιση Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) με Ταχύτητα (SPEED)

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

 Dependent variable: CO2
 Independent variable: SPEED

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	86.0571	30.1046	2.8586	0.0052
Slope	0.5226	0.168315	3.10489	0.0025

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	12641.4	1	12641.4	9.64	0.0025
Residual	128507.0	98	1311.3		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.299267

R-squared = 8.95607 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 8.02705 percent

Standard Error of Est. = 36.2119

Mean absolute error = 24.5356

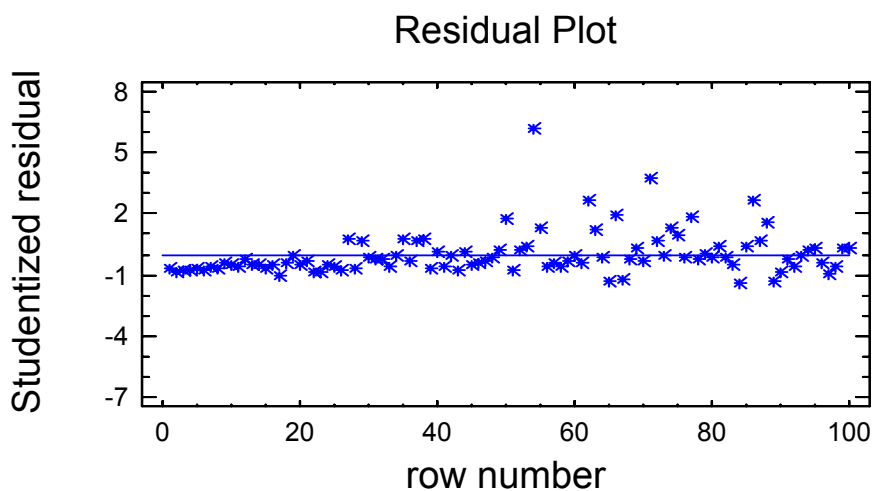
Durbin-Watson statistic = 1.64019 (P=0.0342)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.177122

Το μοντέλο που προκύπτει είναι:

$$\text{CO}_2 = 86.0571 + 0.5226 * \text{SPEED}$$

Το **p-value** της κλίσης (slope) είναι μικρότερο του 0.001, άρα υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των μεταβλητών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99,9%. Το **R-squared** είναι 8.95607%, το **Correlation Coefficient** ισούται με 0.299267, δηλαδή οι δύο μεταβλητές έχουν μικρή συσχέτιση. Η ταχύτητα δηλαδή δεν επηρεάζει την εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Το στατιστικό τεστ Durbin-Watson (**DW statistic**) είναι 1.64019 και το αντίστοιχο p-value είναι 0.0342 (μικρότερο του 0.05), επομένως υπάρχει ένδειξη σειριακής αυτοσυσχέτισης στα κατάλοιπα και πρέπει να μελετήσουμε το αντίστοιχο διάγραμμα. Απ' ότι μπορούμε να παρατηρήσουμε στο διάγραμμα που ακολουθεί, δεν μπορούμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα όσον αφορά την αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων.



Συσχέτιση Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) με Επιτάχυνση (ACCELERATION)

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: ACCELERATION

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	247.66	20.7932	11.9106	0.0000
Slope	-5.46187	1.63229	-3.34613	0.0012

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	14621.2	1	14621.2	11.20	0.0012
Residual	125362.0	96	1305.86		

Total (Corr.)	139983.0	97			
---------------	----------	----	--	--	--

Correlation Coefficient = -0.323186

R-squared = 10.4449 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 9.51206 percent

Standard Error of Est. = 36.1366

Mean absolute error = 24.1241

Durbin-Watson statistic = 1.73386 (P=0.0897)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.130875

Από τα παραπάνω θα έχουμε το μοντέλο:

$$\text{CO}_2 = 247.66 - 5.46187 * \text{ACCELERATION}$$

Το **p-value** της κλίσης (slope) ισούται με 0.0012 (μικρότερο του 0.001), άρα υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των μεταβλητών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99.9%. Το **R-squared** είναι 10.4449%, το **Correlation Coefficient** ισούται με -0.323186, δηλαδή οι δύο μεταβλητές έχουν μεγάλη συσχέτιση. Αυτό σημαίνει ότι η μεγάλη επιτάχυνση κάνει το όχημα να εκπέμπει μεγαλύτερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Το στατιστικό τεστ Durbin-Watson (**DW statistic**) είναι 1.73386 και το αντίστοιχο p-value είναι 0.0897 (μεγαλύτερο του 0.05), επομένως δεν υπάρχει ένδειξη σειριακής αυτοσυσχέτισης στα κατάλοιπα.

Συσχέτιση Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) με Μέση Κατανάλωση (FUEL)

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2
Independent variable: FUEL

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	19.747	8.89747	2.2194	0.0288
Slope	21.2477	1.16343	18.2631	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	109095.0	1	109095.0	333.54	0.0000
Residual	32054.0	98	327.082		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.879151

R-squared = 77.2906 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 77.0589 percent

Standard Error of Est. = 18.0854

Mean absolute error = 9.14988

Durbin-Watson statistic = 1.68086 (P=0.0527)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.159024

Έτσι έχουμε:

$$\text{CO}_2 = 19.747 + 21.2477 \cdot \text{FUEL}$$

Το **p-value** της κλίσης (slope) είναι μικρότερο του 0.001, άρα υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των μεταβλητών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99.9%. Το **R-squared** είναι 77.2906%, το **Correlation Coefficient** ισούται με 0.879151, δηλαδή οι δύο μεταβλητές έχουν μεγάλη συσχέτιση. Η υψηλή μέση κατανάλωση προκαλεί μεγάλη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Το στατιστικό τεστ Durbin-Watson (**DW statistic**) είναι 1.68086 και το αντίστοιχο p-value είναι 0.0527 (μεγαλύτερο του 0.05), επομένως δεν υπάρχει ένδειξη σειριακής αυτοσυσχέτισης στα κατάλοιπα.

Συσχέτιση Διοξειδίου του Άνθρακα (CO₂) με Ρεζερβουάρ (RESERVOIR)

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: RESERVOIR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	40.2743	17.9495	2.24375	0.0271
Slope	2.59311	0.331231	7.8287	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	54309.0	1	54309.0	61.29	0.0000
Residual	86839.7	98	886.12		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.620294

R-squared = 38.4764 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 37.8487 percent

Standard Error of Est. = 29.7678

Mean absolute error = 20.4186

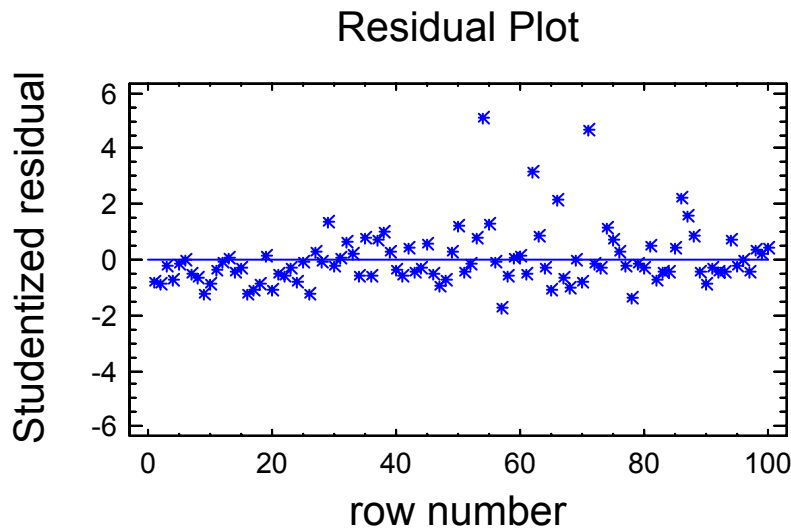
Durbin-Watson statistic = 1.64054 (P=0.0350)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.175604

Έχουμε λοιπόν,

$$\text{CO}_2 = 40.2743 + 2.59311 * \text{RESERVOIR}$$

Το **p-value** της κλίσης (slope) είναι μικρότερο του 0.001, άρα υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των μεταβλητών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99.9%. Το **R-squared** είναι 38.4764%, το **Correlation Coefficient** ισούται με 0.620294, δηλαδή οι δύο μεταβλητές έχουν μεγάλη συσχέτιση. Το μεγάλο ρεζερβουάρ σε χωρητικότητα, κάνει το όχημα να εκπέμπει μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Το στατιστικό τεστ Durbin-Watson (**DW statistic**) είναι 1.64054 και το αντίστοιχο p-value είναι 0.0350 (μικρότερο του 0.05), επομένως υπάρχει ένδειξη σειριακής αυτοσυσχέτισης στα κατάλοιπα. Και σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να μελετήσουμε το αντίστοιχο διάγραμμα που αναφέρεται στα κατάλοιπα και το συγκεκριμένο πρότυπο, υπόδειγμα (pattern) που πιθανόν ν' ακολουθούν. Απ' ότι φαίνεται από το γράφημα, η κατανομή είναι τυχαία, πράγμα που μειώνει το πρόβλημα της αυτοσυσχέτισης των καταλοίπων.



4.3.3 Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

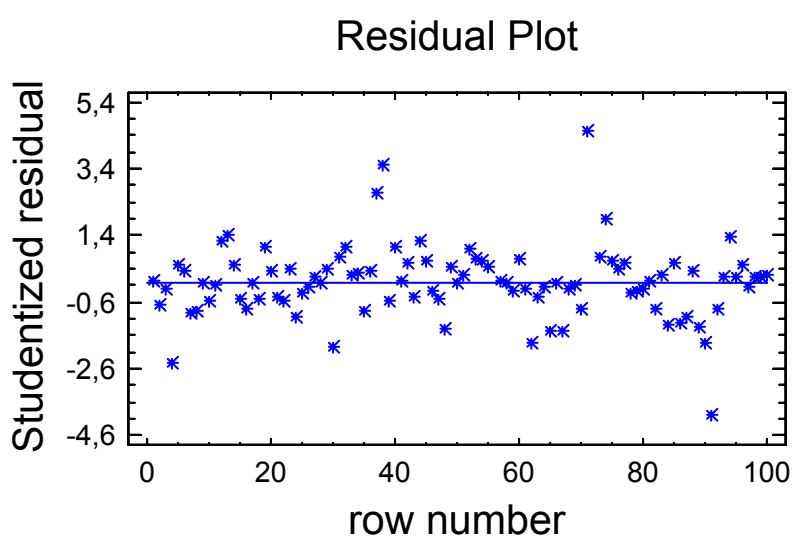
Μετά την ανάλυση της συσχέτισης της εξαρτημένης μεταβλητής διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) με κάθε μια από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που επιλέξαμε για την ερμηνεία της πρώτης, προχωρούμε στη δημιουργία του μοντέλου της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης (**Multiple Regression**). Το μοντέλο που θα προκύψει θα μας βοηθήσει να δούμε ποιές από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που έχουμε επιλέξει τελικά, ερμηνεύουν καλύτερα τις εκπομπές ρύπων του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στα επιβατικά αυτοκίνητα. Με αυτόν τον τρόπο, με την προϋπόθεση ότι το μοντέλο είναι ορθό και έχει υψηλή ερμηνευτικότητα, θα μπορεί κάποιος γνωρίζοντας τις τιμές των μεταβλητών που θα επιλεγούν τελικά να υπολογίσει κατά προσέγγιση την τιμή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για οποιοδήποτε μοντέλο αυτοκινήτου.

Χρησιμοποιώντας την μέθοδο Forward για την εισαγωγή των μεταβλητών, παίρνουμε το εξής μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης:

$$\text{CO}_2 = -1.47077 + 4.1684 \cdot \text{ACCELERATION} + 0.0444371 \cdot \text{DISPLACEMENT} + 8.44613 \cdot \text{FUEL} + 0.459517 \cdot \text{HORSEPOWER} - 0.28956 \cdot \text{SPEED}$$

Εφόσον το p-value είναι μικρότερο του 0.001, υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των μεταβλητών σε 99.9% επίπεδο εμπιστοσύνης. Ο συντελεστής

συσχέτισης (**R-squared**) δείχνει ότι το μοντέλο που προέκυψε ερμηνεύει το 90.1083% της μεταβλητότητας στις τιμές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Ο σταθμισμένος συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος είναι ο πιο κατάλληλος για τη σύγκριση μοντέλων με περισσότερες από μία μεταβλητές, είναι 89.5707%. Το στατιστικό τεστ Durbin-Watson (**DW statistic**) δίνει τιμή ίση με 1.5292 και επειδή το p-value του τεστ είναι 0.0081 (μικρότερο του 0.05) υπάρχει ένδειξη πιθανής σειριακής συσχέτισης μεταξύ των καταλοίπων. Άρα υπάρχει ανάγκη μελέτης της κατανομής των τελευταίων, για να διαπιστωθεί η ύπαρξη ή όχι προτύπου, υποδείγματος (pattern). Τελικά βλέπουμε ότι δεν παρατηρείται κάτι τέτοιο.



Παρατηρώντας τα p-value των ανεξάρτητων μεταβλητών, βλέπουμε ότι η υψηλότερη τιμή αντιστοιχεί σε 0.0330 και αναφέρεται στη μεταβλητή της ταχύτητας (Speed). Αφού το συγκεκριμένο p-value είναι μικρότερο από 0.05, αυτός ο όρος είναι στατιστικά σημαντικός σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% για την ερμηνεία του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Συνεπώς δεν υπάρχει λόγος να αφαιρέσουμε κάποια από τις μεταβλητές που τελικά επιλέχθηκαν στο μοντέλο. Το τυπικό σφάλμα συσχέτισης (**Standard Error of Estimation**) ισούται με 12.2681. Αυτό είναι ένα μέτρο του μεγέθους της διασποράς των σημείων γύρω από την ευθεία της παλινδρόμησης και κατά συνέπεια, ένα μέτρο της αξιοπιστίας της πρόβλεψης που γίνεται με βάση το μοντέλο της Πολλαπλής Παλινδρόμησης. Αν τα σημεία είναι διεσπαρμένα κατά τυχαίο (δηλαδή όχι συστηματικό) τρόπο γύρω από την ευθεία παλινδρόμησης τότε κατά

προσέγγιση τα 2/3 των σημείων θα βρίσκονται μέσα σε μια ζώνη πλάτους ίσου με το τυπικό σφάλμα συσχέτισης πάνω και άλλο τόσο κάτω από την ευθεία.

4.3.4 Συσχέτιση μεταβλητών

Στην συνέχεια θα μελετήσουμε την συσχέτιση των μεταβλητών κατά ζεύγη, με την βοήθεια της ανάλυσης πολλαπλών μεταβλητών (**Multiple Variable Analysis**). Το εύρος των συντελεστών συσχέτισης κυμαίνεται μεταξύ -1 και +1 , και μας δείχνει το πόσο η γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών είναι δυνατή.

Σε κάθε μία από τις συσχετίσεις των μεταβλητών, το τρίτο νούμερο αναφέρεται στο p-value, το οποίο μας δείχνει την στατιστικά σημαντική σχέση των μεταβλητών. Για τα παρακάτω ζεύγη μεταβλητών παρατηρούμε ότι η τιμή αυτή είναι κάτω του 0.05, το οποίο σημαίνει ότι υπάρχει στατιστική σημαντική συσχέτιση. Τα ζεύγη αυτά είναι:

CO₂ και Code 1	Code 1 και displacement	Horsepower και weight
CO₂ και Code 2	Code 1 και weight	Horsepower και speed
CO₂ και horsepower	Code 2 και horsepower	Fuel και displacement
CO₂ και displacement	Code 2 και fuel	Fuel και weight
CO₂ και weight	Code 2 και displacement	Fuel και speed
Code 1 και Code 2	Code 2 και weight	Displacement και speed
Code 1 και horsepower	Horsepower και fuel	Displacement και weight
Code 1 και fuel	Horsepower και displacement	Speed και weight

Στον πίνακα που ακολουθεί στις επόμενες δύο σελίδες, παραθέτουμε τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης.

Spearman Rank Correlations

	CO2	CODE 1	CODE 2	HORSEPOWER	FUEL	DISPLACEMENT
CO2		0,4698 (86) 0,0000	0,3984 (86) 0,0002	0,2141 (86) 0,0483	0,2090 (86) 0,0540	0,2477 (86) 0,0224
CODE 1	0,4698 (86) 0,0000		0,9174 (86) 0,0000	0,3348 (86) 0,0020	0,3400 (86) 0,0017	0,3872 (86) 0,0004
CODE 2	0,3984 (86) 0,0002	0,9174 (86) 0,0000		0,2707 (86) 0,0126	0,2914 (86) 0,0072	0,3247 (86) 0,0028
HORSEPOWER	0,2141 (86) 0,0483	0,3348 (86) 0,0020	0,2707 (86) 0,0126		0,7466 (86) 0,0000	0,9221 (86) 0,0000
FUEL	0,2090 (86) 0,0540	0,3400 (86) 0,0017	0,2914 (86) 0,0072	0,7466 (86) 0,0000		0,8332 (86) 0,0000
DISPLACEMENT	0,2477 (86) 0,0224	0,3872 (86) 0,0004	0,3247 (86) 0,0028	0,9221 (86) 0,0000	0,8332 (86) 0,0000	
SPEED	0,0838 (86) 0,4397	0,0710 (86) 0,5128	0,0401 (86) 0,7113	0,8009 (86) 0,0000	0,4508 (86) 0,0000	0,6893 (86) 0,0000
WEIGHT	0,2266 (86) 0,0367	0,3293 (86) 0,0024	0,2678 (86) 0,0136	0,8478 (86) 0,0000	0,8135 (86) 0,0000	0,9071 (86) 0,0000

	SPEED	WEIGHT
CO2	0,0838 (86) 0,4397	0,2266 (86) 0,0367
CODE 1	0,0710 (86) 0,5128	0,3293 (86) 0,0024
CODE 2	0,0401 (86) 0,7113	0,2678 (86) 0,0136
HORSEPOWER	0,8009 (86) 0,0000	0,8478 (86) 0,0000
FUEL	0,4508 (86) 0,0000	0,8135 (86) 0,0000
DISPLACEMENT	0,6893 (86) 0,0000	0,9071 (86) 0,0000
SPEED		0,6274 (86) 0,0000
WEIGHT	0,6274 (86) 0,0000	

Από τα παραπάνω μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι για τις πωλήσεις των ετών 2003 και 2004 υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Αυτό σημαίνει ότι και για τις δύο χρονιές, τα πρώτα οχήματα σε πωλήσεις εκπέμπουν μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), ενώ αυτά που βρίσκονται χαμηλότερα στην σχετική λίστα πωλήσεων εκπέμπουν μεγαλύτερες ποσότητες του ίδιου ρύπου. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε μεγαλύτερο βαθμό για το έτος 2003 σε σχέση με το 2004, μιας και οι τιμές των συσχετίσεων είναι 0,4698 και 0,3984 αντίστοιχα.

Από την άλλη πλευρά, παρατηρούμε σημαντική συσχέτιση μεταξύ του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και της ταχύτητας. Από τον πίνακα των Spearman Rank Correlations μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα αυτοκίνητα που έχουν μεγαλύτερη μέση ταχύτητα, έχουμε και μεγαλύτερη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Διευθύνσεις εταιριών εισαγωγέων/ διανομέων επιβατικών αυτοκινήτων

1. Fiat Auto Hellas A.E ([Alpha Romeo](#), [Lancia](#), [Fiat](#)), Λ. Βουλιαγμένης 580Α, Αργυρούπολη.
2. Kosmocar A.E. ([Audi](#), [VolksWagen](#)), Λ. Βουλιαγμένης 566, Αργυρούπολη.
3. Intercar A.E. ([BMW](#)), Σενέκα 24 & Αιγίδων 1, Νέα Κηφισιά.
4. Opel Hellas A.E., Λ. Κηφισίας 56 & Δελφών, Μαρούσι.
5. Chrysler Jeep Hellas A.B.E.E., Ιερά Οδός 131, Αιγάλεω
6. Citroen Hellas A.B.E.E., Ιερά Οδός 131, Αιγάλεω
7. Daellas A.E. ([Daewoo](#)), Λ. Κηφισού 76, Περιστερί
8. Agripan A.E. ([Daihatsu](#)), Ορφέως 111, Ρουφ
9. Ford Motor Hellas A.E.B.E., Λ. Κωνσταντινουπόλεως 4 & Γονατά, Περιστερί
10. Γενική Αυτοκινήτων Α.Ε.Β.Ε. ([Honda](#)), Λ. Αθηνών 71-73, Αθήνα.
11. Hyundai Hellas A.E.B.E., Λ. Αθηνών 163, Αθήνα
12. Lada Hellas A.E., Λ. Συγγρού 300, Αθήνα
13. Toyota Hellas A.B.E.E., Λ. Κηφισού 168, Αιγάλεω
14. ΕΛΜΑ Α.Ε.Β.Ε.Α. ([Mazda](#)), Ποσιδίππου 5 & Πολυκράτους 41, Αθήνα
15. Mercedes-Benz Hellas A.E.E, Θηβαΐδος 20, Νέα Κηφισιά
16. ΙΑΣΩΝ Α.Ε.Β.Ε. ([Mitsubishi](#)), Λ. Αθηνών 71-73, Αθήνα
17. Νικ. Ι. Θεοχαράκης Α.Ε. ([Nissan](#)), Λ. Αθηνών 169, Αθήνα
18. Lion Hellas A.E. ([Peugeot](#)), Λ. Κηφισού 138-140, Περιστερί
19. ΜΑΥΑ Α.Ε.Ε. ([Renault](#)), 8^ο χλμ. Εθνικής Οδού Αθηνών-Λαμίας & Λαχανά 12, Νέα Φιλαδέλφεια
20. Sportscar A.E. ([Rover](#)), Εθνικής Αντιστάσεως 43, Χαλάνδρι
21. ΒΑΚΑΡ Α.Β.Ε.Ε. ([Saab](#)), Λ. Κηφισίας 61, Μαρούσι
22. ΤΕΧΝΟΚΑΡ Α.Β.Ε.Ε. ([Seat](#)), Μ. Αλεξάνδρου 7, Αργυρούπολη.
23. ΒΙΑΜΑΡ Α.Ε. ([Skoda](#)), Ιερά Οδός & Αγίας Άννης 7, Βοτανικός
24. Subaru Motors Hellas A.B.E.E, Λ. Συγγρού 171, Νέα Σμύρνη
25. Σφακιανάκης Α.Ε.Β.Ε. ([Suzuki](#)), Σιδηροκάστρου 5-7 & Πύδνας, Βοτανικός
26. Volvo Car Hellas, Λ. Κωνσταντινουπόλεως 4 & Γονατά, Περιστερί

Βιβλιογραφία

1. Amir D. Aczel, «Complete Business Statistics», 5th Ed.
2. Κ. Π. Παπτής, «Προγραμματισμός Παραγωγής», Εκδόσεις: Α. Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς 1995.
3. Σύνδεσμος Εισαγωγέων Αντιπροσώπων Αυτοκινήτων, Αυτοκίνητο και Περιβάλλον, Αθήνα 1997.
4. Σφακιανάκης Μιχάλης, «Πρακτική πληροφορική και εφαρμογές», Εκδόσεις: Πατάκη, Αθήνα 2001.
5. Σφακιανάκης Μιχάλης, «Εισαγωγή στην πληροφορική σκέψη», Εκδόσεις: Κλειδάριθμος, Αθήνα 2003.
6. Παπαϊωάννου Παναγιώτης, Φερεντίνος Κοσμάς «Μαθηματική στατιστική : εκτιμητική, έλεγχος υποθέσεων - στατιστικά τεστ, εφαρμογές», 1998.
7. Κιόχος, Πέτρος Α. «Στατιστική», Εκδόσεις: Inter books, 1993.
8. Τσάντας Νίκος, «Ανάλυση δεδομένων με τη βοήθεια στατιστικών πακέτων : spss 7.5, excel '97, s-plus 3.3», Εκδόσεις: Ζήτη, 1999.
9. Γεωργιακόδης Φώτης, Τσίμπος, Κλέων, «Περιγραφική και διερευνητική στατιστική ανάλυση δεδομένων, τόμος II : Δισδιάστατη ανάλυση», Εκδόσεις: Σταμούλης, 2000.

Διαδικτυακοί τόποι

1. www.autotriti.gr
2. www.in.gr/auto
3. www.4troxoi.gr
4. www.automoto.flash.gr

Κεφάλαιο 5^ο

Συμπεράσματα και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, προέκυψαν ενδιαφέρουσες διαπιστώσεις σε ότι αφορά στην μόλυνση του αέρα και γενικότερα στην ρυπαντική συμπεριφορά των αυτοκινήτων. Τα κυριότερα από αυτά τα σημεία είναι τα εξής:

- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου ευθύνεται για την σημαντική αύξηση της γήινης θερμοκρασίας και την αλλαγή του κλίματος του πλανήτη. Η αλλαγή αυτή θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συχνότητας και της έντασης των ραγδαίων βροχοπτώσεων και την περαιτέρω άνοδο της στάθμης των θαλασσών. Οι καύσωνες θα είναι πολύ συνηθισμένο φαινόμενο και οι εποχές του έτους θα είναι μόνο δύο, ο χειμώνας και το καλοκαίρι. Μελλοντικά, μέχρι το 2100, θα υπάρξει αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης κατά 1 έως 3,5 βαθμούς Κελσίου.
- Ο αριθμός των καταλυτικών αυτοκινήτων της Αττικής περίπου ισούται με αυτόν της υπόλοιπης Ελλάδας.
- Ο μέσος όρος ηλικίας του στόλου των επιβατικών αυτοκινήτων έφθασε, στο τέλος του 2001, να είναι τα 11 χρόνια, έναντι του αντιστοίχου αριθμού, που για το σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι τα 7 χρόνια.
- Ο στόλος των καταλυτικών αυτοκινήτων καλύπτει σήμερα το 62.4% του συνόλου των κυκλοφορούντων επιβατικών αυτοκινήτων. Κυκλοφορούν, δηλαδή, ακόμη 1.285.000 συμβατικά E.I.X αυτοκίνητα, ποσοστό (37.6%), που ρυπαίνουν το περιβάλλον και μάλιστα το καθένα από αυτά σε βαθμό πολλαπλάσιο των καταλυτικών. Το ποσοστό αυτό, είναι το μεγαλύτερο στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Η γενικότερη εικόνα των καταλυτικών E.I.X. ως προς τις εκπομπές καυσαερίων μπορεί να χαρακτηριστεί **καλή**. Στα συμβατικής τεχνολογίας οχήματα η εικόνα των εκπομπών καυσαερίων χαρακτηρίζεται **σχετικά κακή**. Σε αυτό συμβάλλουν η μεγάλη ηλικία, η κακή συντήρηση και η μη σωστή ενημέρωση των οδηγών.
- Τα πετρελαιοκίνητα ταξί θεωρείται η πλέον προβληματική κατηγορία οχημάτων ως προς τις εκπομπές ρύπων, και ειδικότερα του καπνού.

- Παρατηρείτε αυξομείωση των μέσων ετήσιων τιμών ρύπανσης από χρόνο σε χρόνο, ενώ η τάση εξέλιξης είναι γενικά πτωτική ή σταθεροποίησης ανάλογα με τον ρύπο. Η εξέλιξη αυτή μπορεί να αποδοθεί, στην ποιοτική αναβάθμιση του στόλου των ιδιωτικών και δημόσιας χρήσης αυτοκινήτων.
- Οι πρωτογενείς ρύποι (μονοξειδίο του άνθρακα (CO), άζωτο (NO), διοξείδιο του θείου (SO₂), καπνός (BS)), παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές τους μήνες του χειμώνα. Αυτό οφείλεται για μεν το διοξείδιο του θείου (SO₂) και τον καπνό (BS) στη λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης, για δε το μονοξειδίο του άνθρακα (CO) στη μεγαλύτερη κυκλοφορία που παρατηρείται τους χειμερινούς μήνες και τις χειρότερες συνθήκες λειτουργίας των μηχανών των αυτοκινήτων.
- Οι μεγαλύτερες τιμές για το μονοξειδίο του άνθρακα (CO), παρουσιάζονται το πρωί (7-12) και το βράδυ (21-23). Αυτό οφείλεται στο ότι τις ώρες αυτές επικρατούν ευνοϊκές για τη συσσώρευση των, και στο ότι συμπίπτουν χρονικά οι ώρες λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης και οι αιχμές κυκλοφορίας.
- Δεν υπάρχουν διαφορές στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ανά χώρα προέλευσης.
- Η εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), δεν επηρέασε τόσο σημαντικά τις πωλήσεις του 2003 και του 2004.
- Στις πωλήσεις των ετών 2003 και 2004 υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Αυτό σημαίνει ότι και για τις δύο χρονιές, τα πρώτα οχήματα σε πωλήσεις εκπέμπουν μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, ενώ αυτά που βρίσκονται χαμηλότερα στην σχετική λίστα πωλήσεων εκπέμπουν μεγαλύτερες ποσότητες του ίδιου ρύπου. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε μεγαλύτερο βαθμό το έτος 2003 σε σχέση με το 2004.
- Παρατηρείται σημαντική συσχέτιση μεταξύ του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και της ταχύτητας, μιας και τα αυτοκίνητα που έχουν μεγαλύτερη μέση ταχύτητα, έχουν και μεγαλύτερη εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Α. Διευθύνσεις εταιριών εισαγωγέων/ διανομέων επιβατικών αυτοκινήτων

1. Fiat Auto Hellas A.E ([Alpha Romeo](#), [Lancia](#), [Fiat](#)), Λ. Βουλιαγμένης 580Α, Αργυρούπολη.
2. Kosmocar A.E. ([Audi](#), [VolksWagen](#)), Λ. Βουλιαγμένης 566, Αργυρούπολη.
3. Intercar A.E. ([BMW](#)), Σενέκα 24 & Αιγίδων 1, Νέα Κηφισιά.
4. Opel Hellas A.E., Λ. Κηφισίας 56 & Δελφών, Μαρούσι.
5. Chrysler Jeep Hellas A.B.E.E., Ιερά Οδός 131, Αιγάλεω
6. Citroen Hellas A.B.E.E., Ιερά Οδός 131, Αιγάλεω
7. Daellas A.E. ([Daewoo](#)), Λ. Κηφισού 76, Περιστερί
8. Agripan A.E. ([Daihatsu](#)), Ορφέως 111, Ρουφ
9. Ford Motor Hellas A.E.B.E., Λ. Κωνσταντινουπόλεως 4 & Γονατά, Περιστερί
10. Γενική Αυτοκινήτων Α.Ε.Β.Ε. ([Honda](#)), Λ. Αθηνών 71-73, Αθήνα.
11. Hyundai Hellas A.E.B.E., Λ. Αθηνών 163, Αθήνα
12. Lada Hellas A.E., Λ. Συγγρού 300, Αθήνα
13. Toyota Hellas A.B.E.E., Λ. Κηφισού 168, Αιγάλεω
14. ΕΛΜΑ Α.Ε.Β.Ε.Α. ([Mazda](#)), Ποσιδίππου 5 & Πολυκράτους 41, Αθήνα
15. Mercedes-Benz Hellas A.E.E, Θηβαΐδος 20, Νέα Κηφισιά
16. ΙΑΣΩΝ Α.Ε.Β.Ε. ([Mitsubishi](#)), Λ. Αθηνών 71-73, Αθήνα
17. Νικ. Ι. Θεοχαράκης Α.Ε. ([Nissan](#)), Λ. Αθηνών 169, Αθήνα
18. Lion Hellas A.E. ([Peugeot](#)), Λ. Κηφισού 138-140, Περιστερί
19. ΜΑΥΑ Α.Ε.Ε. ([Renault](#)), 8^ο χλμ. Εθνικής Οδού Αθηνών-Λαμίας & Λαχανά 12, Νέα Φιλαδέλφεια
20. Sportscar A.E. ([Rover](#)), Εθνικής Αντιστάσεως 43, Χαλάνδρι
21. ΒΑΚΑΡ Α.Β.Ε.Ε. ([Saab](#)), Λ. Κηφισίας 61, Μαρούσι
22. ΤΕΧΝΟΚΑΡ Α.Β.Ε.Ε. ([Seat](#)), Μ. Αλεξάνδρου 7, Αργυρούπολη.
23. ΒΙΑΜΑΡ Α.Ε. ([Skoda](#)), Ιερά Οδός & Αγίας Άννης 7, Βοτανικός
24. Subaru Motors Hellas A.B.E.E, Λ. Συγγρού 171, Νέα Σμύρνη
25. Σφακιανάκης Α.Ε.Β.Ε. ([Suzuki](#)), Σιδηροκάστρου 5-7 & Πύδνας, Βοτανικός
26. Volvo Car Hellas, Λ. Κωνσταντινουπόλεως 4 & Γονατά, Περιστερί

B. Βιβλιογραφία

1. Μιχάλης Χρηστάκης, «Περιβάλλον και εκπαίδευση στην επιχειρηματικότητα : εκπαίδευση, κατάρτιση, επιμόρφωση», Εκδόσεις: Προπομπός, Αθήνα 2003.
2. Γρηγόρης Ι. Τσάλτας, Παναγιώτης Γ. Γρηγορίου, «Κοινοτικές στρατηγικές για το περιβάλλον : θεμελιώδη κοινοτικά κείμενα για την προστασία και ορθή διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος», Εκδόσεις: Παπαζήσης , Αθήνα 1994.
3. Αλέξανδρος Γεωργόπουλος «Γη, ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης», Εκδόσεις: Gutenberg, Αθήνα 1996.
4. Θεόδωρος Σ. Κουσουρής, Αρτέμης Μ. Αθανασάκης, «Περιβάλλον, οικολογία, εκπαίδευση», Εκδόσεις: Σαββάλας, Αθήνα 1990.
5. Θεόδωρος Σ. Κουσουρής, Αρτέμης Μ. Αθανασάκης, , «Οικολογική παιδεία και περιβαλλοντική αγωγή», Εκδόσεις: Μπουκουμάνη, Αθήνα 1987.
6. Κωνσταντίνος Γ. Πατσέας, «Ενέργεια, ανάπτυξη, περιβάλλον : περιβαλλοντική εκπαίδευση» Εκδόσεις: Ελληνικά Γράμματα , Αθήνα 1998.
7. J.C. Emberlin, μετάφραση Αλεξάνδρα Μελιάδου, «Εισαγωγή στην οικολογία», Εκδόσεις: Τυπωθήτω, Αθήνα 1996.
8. Worldwatch Institute «Η κατάσταση του πλανήτη : μια έκθεση του Ινστιτούτου Worldwatch για τη μετάβαση σε μια βιώσιμη κοινωνία», Εκδόσεις: Νέα Οικολογία Σαββάλας , Αθήνα 1997.
9. Γεώργιος Χρ. Κώττης, «Οικολογία και οικονομία», Εκδόσεις: Παπαζήσης, Αθήνα 1994.
10. Ιωάννης Β. Γεντεκάκης, «Ατμοσφαιρική ρύπανση : επιπτώσεις, έλεγχος και εναλλακτικές τεχνολογίες», Εκδόσεις: Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 1999.
11. Κατερίνα Πελεκάση, «Η ατμοσφαιρική ρύπανση στην Ελλάδα», Εκδόσεις: Παπαζήσης.
12. Ιωάννης Β. Γεντεκάκης, «Ατμοσφαιρική ρύπανση : επιπτώσεις, έλεγχος και εναλλακτικές τεχνολογίες», Εκδόσεις: Τζιόλα , Θεσσαλονίκη 1999.
13. Κ. Π. Παππής, «Προγραμματισμός Παραγωγής», Εκδόσεις: Α. Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς 1995.
14. Σ. Καρβούνης, Δ. Γεωργακέλλος, «Διαχείριση του Περιβάλλοντος», Εκδόσεις: Αθ. Σταμούλης, Αθήνα 2003.
15. Frances Mackay, μετάφραση Βαγγέλης Ηλιόπουλος, «Δραστηριότητες για το περιβάλλον», Εκδόσεις: Πατάκη, Αθήνα 1996.

16. G. Donald Ahrens, μετάφραση Χριστόφορος Πασσιαλάκος, Κωνσταντίνος Ν. Πάνος «Βασικές αρχές μετεωρολογίας : μια πρόκληση στην ατμόσφαιρα», Εκδόσεις: Ίων, Αθήνα 1999.
17. Ν. Μουσιόπουλος, «Μαθηματικά μοντέλα ατμοσφαιρικής ρύπανσης», Εκδόσεις: Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1997.
18. Springer Science&Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V., «Environmental and Ecological Statistics».
19. Routledge, «Applied Environmental Education and Communication: An International Journal».
20. Μαθηματικά μοντέλα ατμοσφαιρικής ρύπανσης, Εκδόσεις: Ύδρα.
21. Amir D. Aczel, «Complete Business Statistics», 5th Ed.
22. Κ. Π. Παπής, «Προγραμματισμός Παραγωγής», Εκδόσεις: Α. Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς 1995.
23. Σύνδεσμος Εισαγωγέων Αντιπροσώπων Αυτοκινήτων, «Αυτοκίνητο και Περιβάλλον», Αθήνα 1997.
24. Σφακιανάκης Μιχάλης, «Πρακτική πληροφορική και εφαρμογές», Εκδόσεις: Πατάκη, Αθήνα 2001.
25. Σφακιανάκης Μιχάλης, «Εισαγωγή στην πληροφορική σκέψη», Εκδόσεις: Κλειδάριθμος, Αθήνα 2003.
26. Παπαϊωάννου Παναγιώτης, Φερεντίνος Κοσμάς «Μαθηματική στατιστική : εκτιμητική, έλεγχος υποθέσεων - στατιστικά τεστ, εφαρμογές», 1998.
27. Κιόχος Πέτρος, «Στατιστική», Εκδόσεις: Inter books, 1993.
28. Τσάντας Νίκος, «Ανάλυση δεδομένων με τη βοήθεια στατιστικών πακέτων : spss 7.5, excel '97, s-plus 3.3», Εκδόσεις: Ζήτη, 1999.
29. Γεωργιακόδης Φώτης, Τσίμπος, Κλέων, «Περιγραφική και διερευνητική στατιστική ανάλυση δεδομένων, τόμος II : Δισδιάστατη ανάλυση», Εκδόσεις: Σταμούλης, 2000.

Γ. Διαδικτυακοί τόποι

1. www.autotriti.gr
2. www.seaa.gr
3. www.minenv.gr
4. www.in.gr/auto

5. www.4troxoi.gr
6. www.automoto.flash.gr
7. www.qualitynet.gr
8. www.access.gpo.gov
9. www.europa.eu.int/
10. www.unfccc.de

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

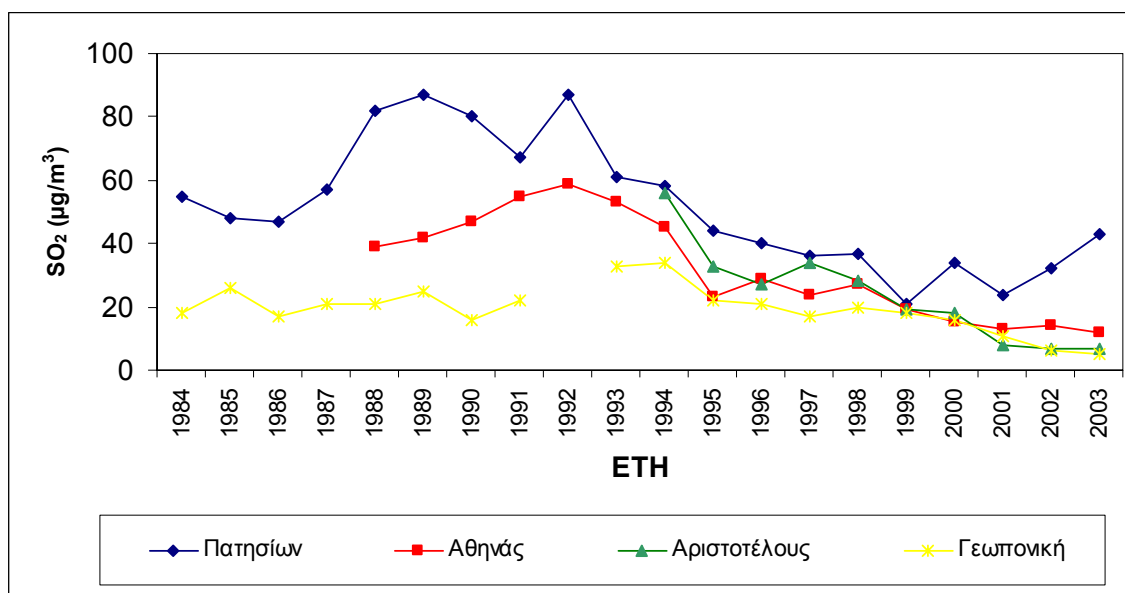
ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΡΥΠΩΝ

ΠΙΝΑΚΕΣ & ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

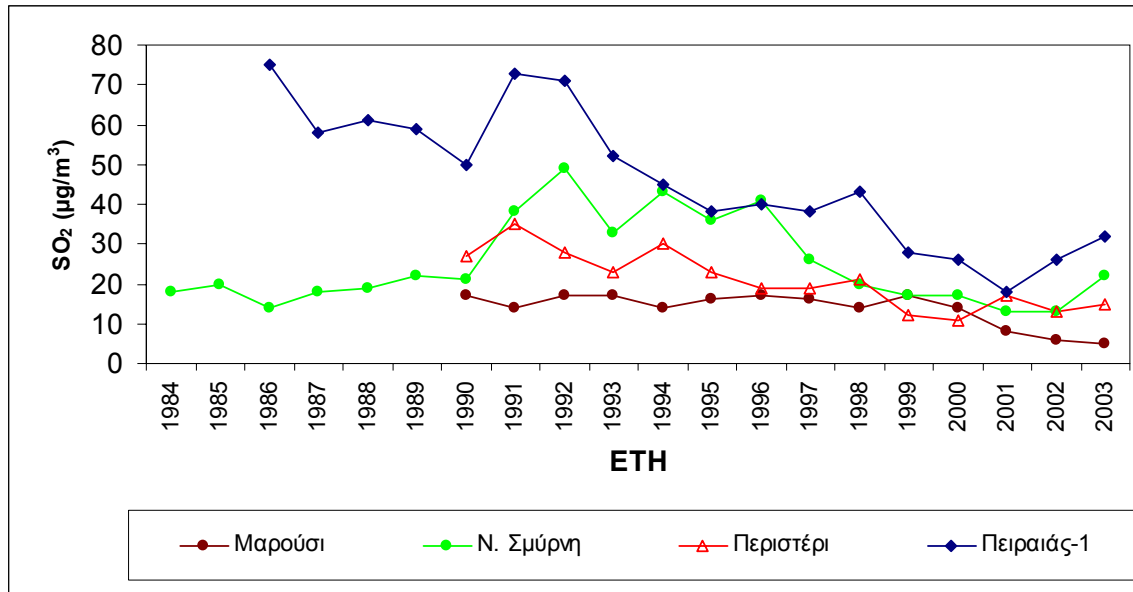
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών SO₂ (ωριαίες τιμές, μg/m³)

	ΠΑΤ	ΑΘΗ	ΑΡΙ	ΠΕΙ-1	ΓΕΩ	ΠΕΡ	ΣΜΥ	ΡΕΝ	ΜΑΡ	ΛΙΟ	ΖΩΓ	ΓΑΛ	ΑΓ. ΠΑΡ	ΕΛΕ	ΠΕΙ-2
1984	55			50	18		18			26					
1985	48				26		20			12					
1986	47			75	17		14			25					
1987	57			58	21		18			15					
1988	82	39		61	21		19			17					
1989	87	42		59	25		22			53					
1990	80	47		50	16	27	21		17	30					
1991	67	55		73	22	35	38		14	27					
1992	87	59		71		28	49		17	36					
1993	61	53		52	33	23	33		17	17					
1994	58	45	56	45	34	30	43	31	14	22					
1995	44	23	33	38	22	23	36	17	16	22					
1996	40	29	27	40	21	19	41		17	17					
1997	36	24	34	38	17	19	26		16	19					
1998	37	27	28	43	20	21	20		14	15					
1999	21	19	19	28	18	12	17		17	12					
2000	34	15	18	26	16	11	17		14	17					
2001	24	13	8	18	11	17	13		8	17	6	20	7	15	26
2002	32	14	7	26	6	13	13		6	14	4	19	6	12	21
2003	43	12	7	32	5	15	22		5	14	9	20	7	17	23

Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών SO₂ σε μg/m³.



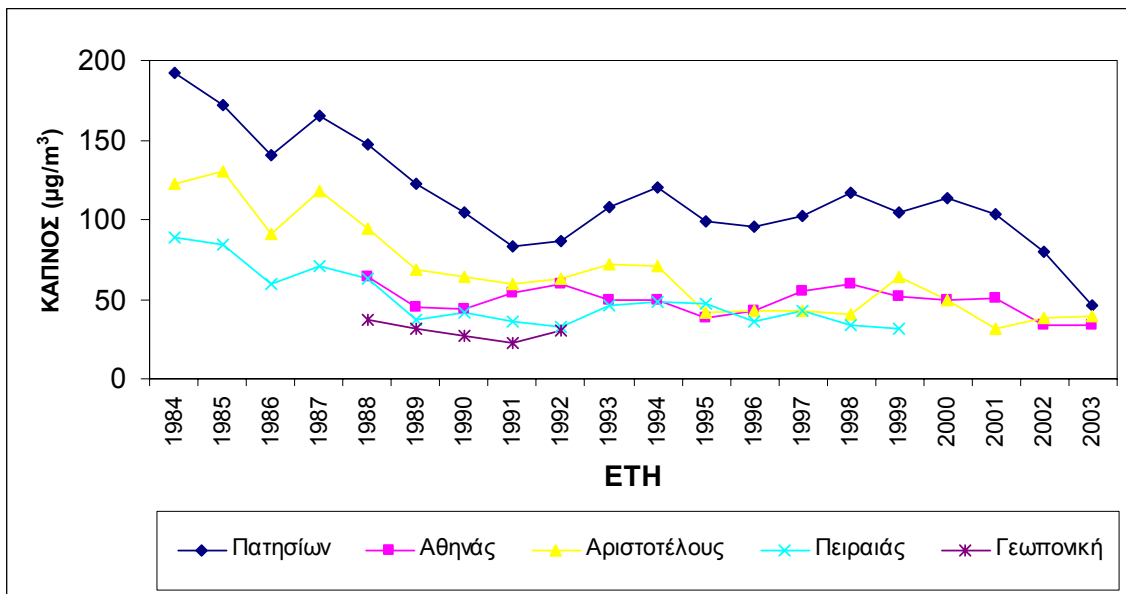
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών SO₂ σε μg/m³



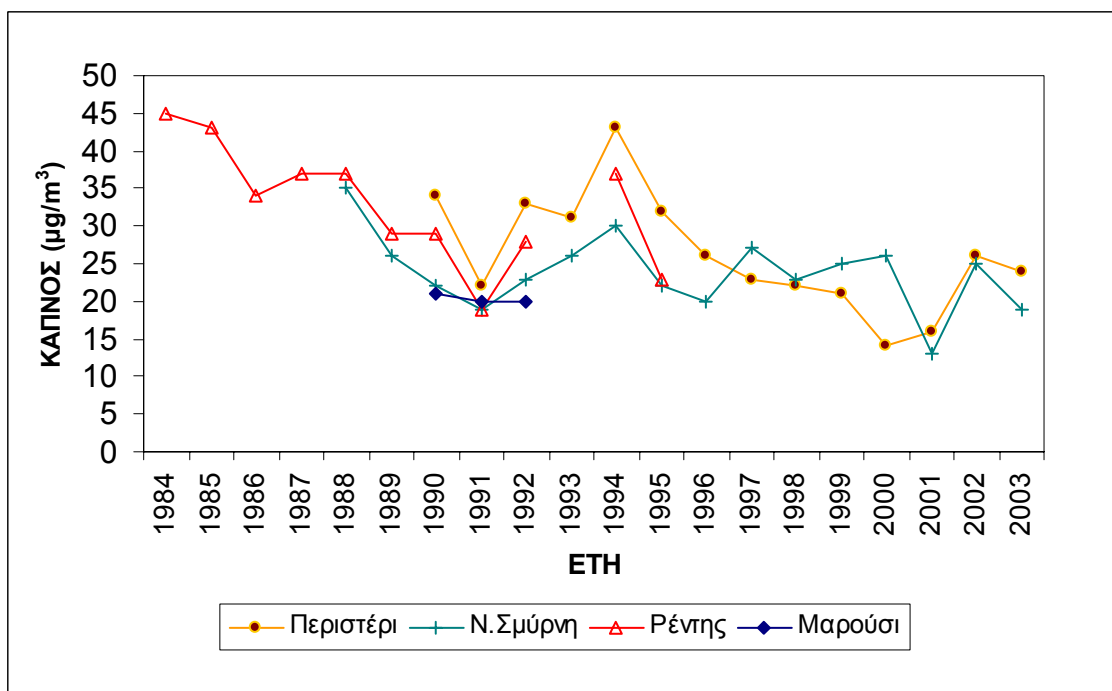
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών ΚΑΠΝΟΥ (24ωρες τιμές, μg/m³)

	ΠΑΤ	ΑΘΗ	ΑΡΙ	ΠΕΙ-1	ΓΕΩ	ΠΕΡ	ΣΜΥ	ΡΕΝ	ΜΑΡ
1984	192		123	89				45	
1985	172		130	84				43	
1986	140		91	60				34	
1987	165		118	71				37	
1988	147	64	94	63	37		35	37	
1989	123	45	69	37	32		26	29	
1990	104	44	64	42	27	34	22	29	21
1991	83	54	60	36	23	22	19	19	20
1992	86	59	63	33	30	33	23	28	20
1993	108	49	72	46		31	26		
1994	120	50	71	48		43	30	37	
1995	99	38	42	47		32	22	23	
1996	95	43	43	36		26	20		
1997	102	55	43	43		23	27		
1998	117	60	41	34		22	23		
1999	105	52	64			24	28		
2000	113	50	49			14	26		
2001	103	51	31			16	13		
2002	80	34	38			26	25		
2003	46	34	39			24	19		

Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών καπνού, σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



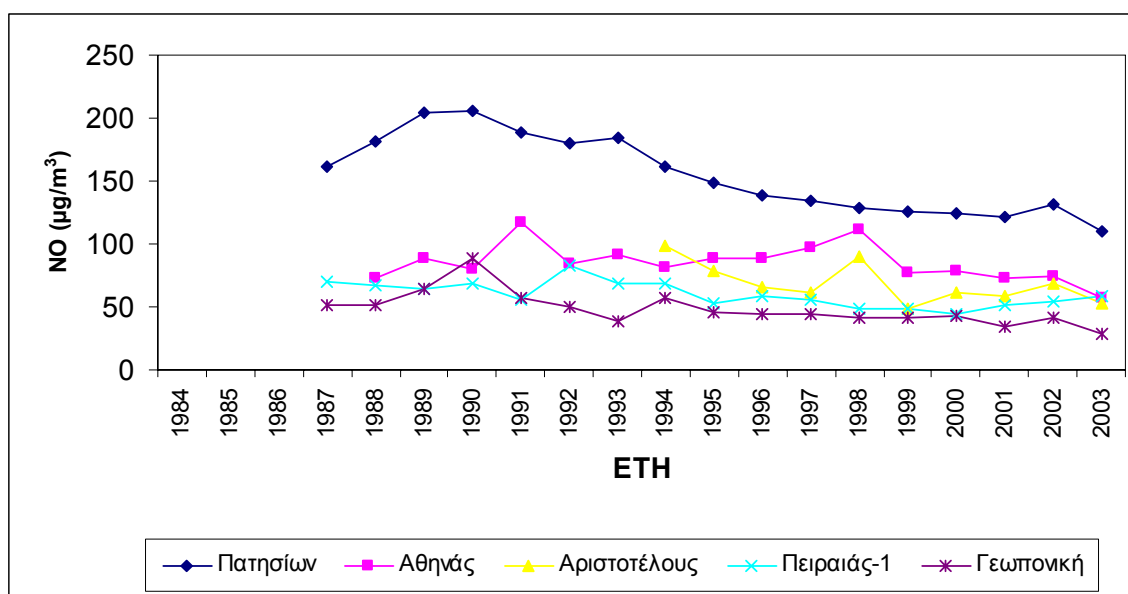
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών καπνού, σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



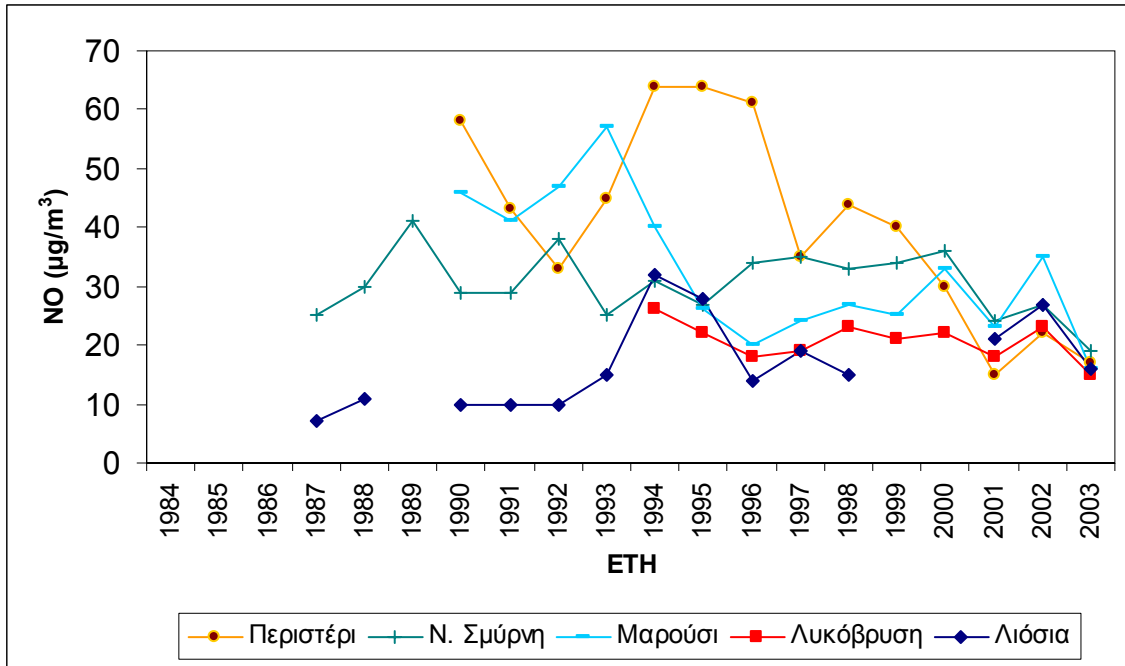
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών NO (ωριαίες τιμές, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	ΠΑΤ	ΑΘ Η	ΑΡΙ	ΠΕΙ-1	ΓΕΩ	ΠΕΡ	ΣΜΥ	PEN	ΜΑΡ	ΛΙΟ	ΛΥΚ	ΖΩΓ	ΘΡΑ	ΓΑΛ	ΑΓ. ΠΑΡ	ΕΛΕ	ΠΕΙ-2	ΓΟΥ	
1984																			
1985																			
1986																			
1987	162			70	52		25			7									
1988	182	73		67	52		30			11									
1989	205	88		65	64		41												
1990	206	80		69	88	58	29		46	10									
1991	188	117		56	57	43	29		41	10									
1992	180	85		83	50	33	38		47	10									
1993	185	92		68	38	45	25		57	15									
1994	161	82	98	69	57	64	31	44	40	32	26								
1995	149	89	78	53	46	64	27	37	26	28	22								
1996	139	88	66	59	44	61	34		20	14	18								
1997	135	97	62	56	44	35	35		24	19	19								
1998	129	111	90	49	41	44	33		27	15	23								
1999	126	77	48	48	41	40	34		25		21								
2000	124	78	62	45	43	30	36		33	35	22								
2001	122	73	59	52	34	15	24		23	21	18	3	4	22	3	8	20	31	
2002	132	75	68	54	42	22	27		35	27	23	3	6	28	3	21	24	33	
2003	110	57	53	59	29	17	19		16	16	15	4	8	15	2	15	19	25	

Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών NO σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



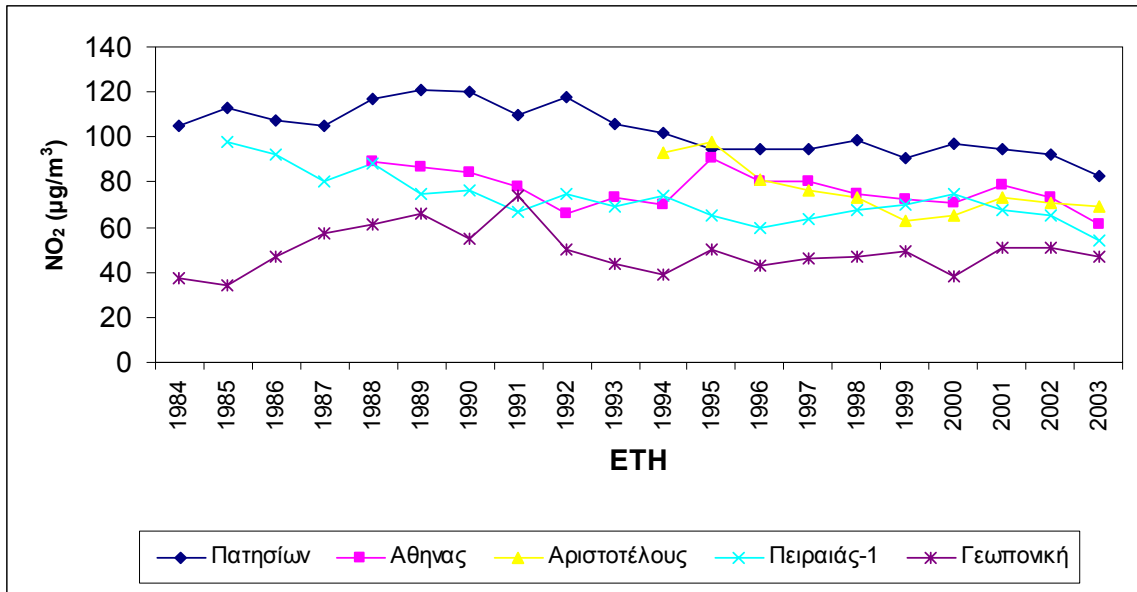
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών NO σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



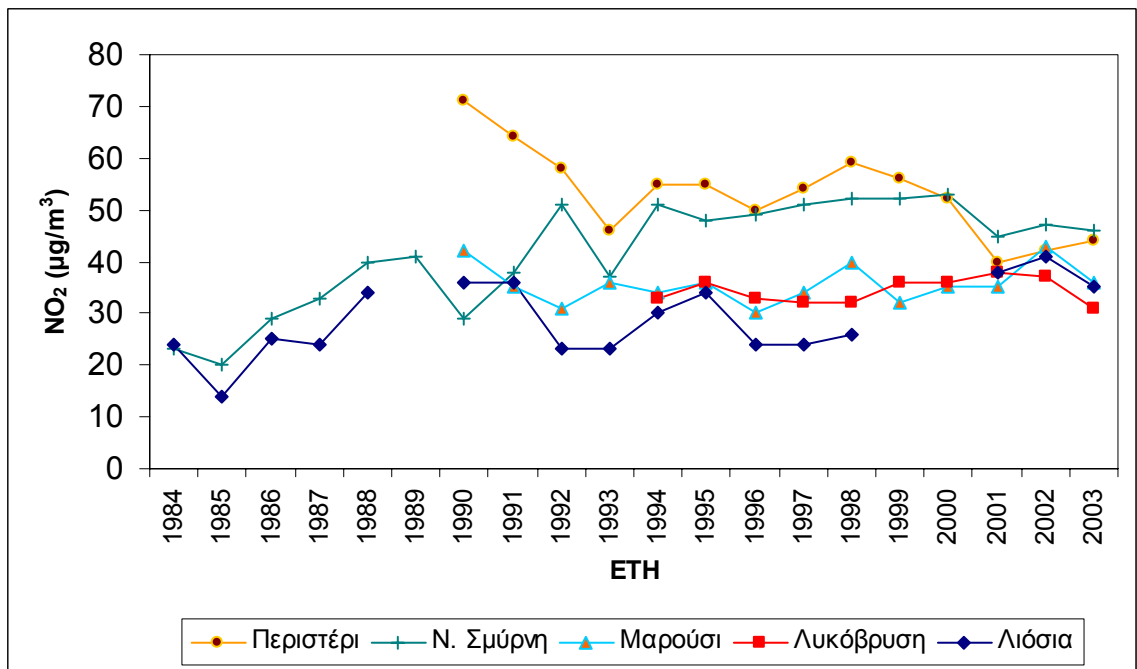
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών NO₂ (ωριαίες τιμές, μg/m³)

	ΠΑΤ	ΑΘΗ	ΑΡ I	ΠΕΙ- 1	ΓΕΩ	ΠΕΡ	ΣΜΥ	ΡΕΝ	ΜΑΡ	ΛΙΟ	ΛΥΚ	ΖΩΓ	ΘΡΑ	ΓΑΛ	ΑΓ. ΠΑΡ	ΕΛΕ	ΠΕΙ- 2	ΓΟΥ
1984	105				37		23			24								
1985	113			98	34		20			14								
1986	107			92	47		29			25								
1987	105			80	57		33			24								
1988	117	89		88	61		40			34								
1989	121	87		75	66		41											
1990	120	84		76	55	71	29		42	36								
1991	110	78		67	74	64	38		35	36								
1992	118	66		75	50	58	51		31	23								
1993	106	73		69	44	46	37		36	23								
1994	102	70	93	74	39	55	51	46	34	30	33							
1995	95	91	98	65	50	55	48	42	36	34	36							
1996	95	80	81	60	43	50	49		30	24	33							
1997	95	80	77	64	46	54	51		34	24	32							
1998	99	75	70	68	47	59	52		40	26	32							
1999	91	72	63	70	49	56	52		32		36							
2000	97	71	65	75	38	52	53		35	41	36							
2001	95	79	73	68	51	40	45		35	38	38	20	11	44	19	38	50	48
2002	92	73	71	65	51	42	47		43	41	37	20	11	50	18	40	52	49
2003	83	61	69	54	47	44	46		36	35	31	22	11	42	19	40	54	45

Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών NO₂, σε μg/m³



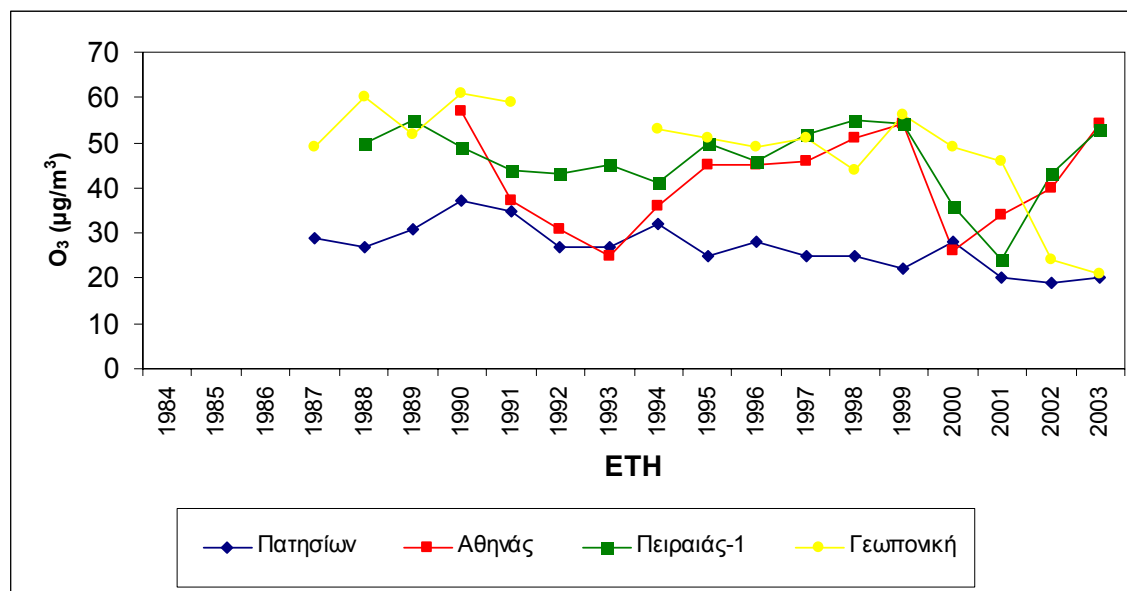
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών NO₂, σε μg/m³



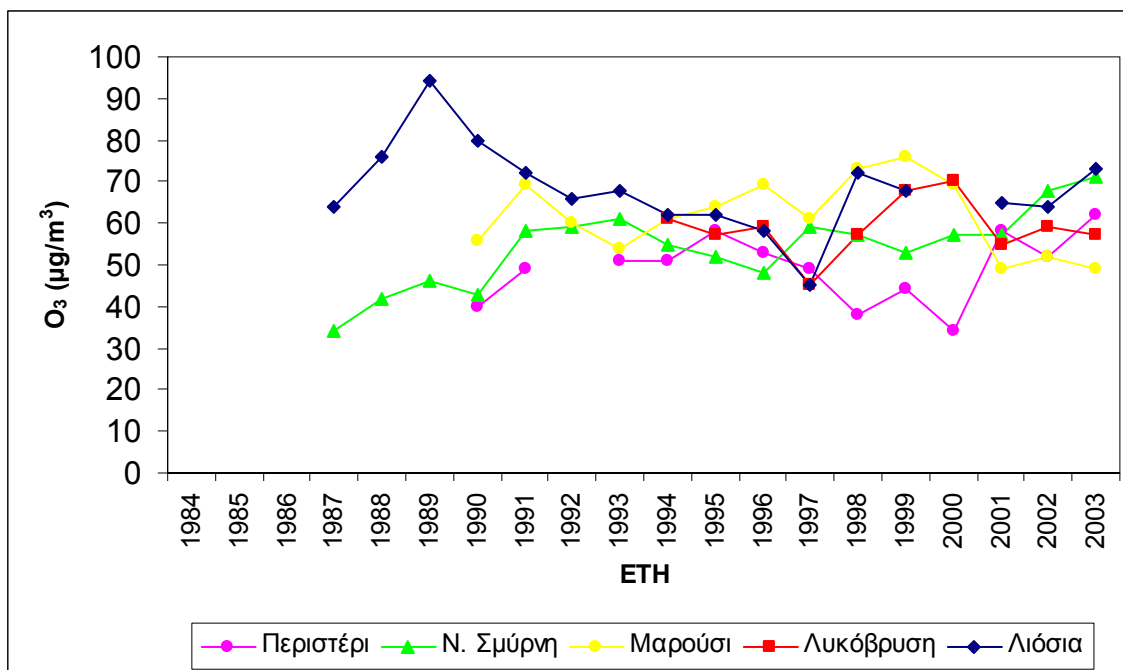
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών O₃ (ωριαίες τιμές, μg/m³)

	ΠΑΤ	ΑΘΗ	ΠΕΙ-1	ΓΕΩ	ΠΕΡ	ΣΜΥ	ΡΕΝ	ΜΑΡ	ΛΙΟ	ΛΥΚ	ΖΩΓ	ΘΡΑ	ΓΑΛ	ΔΓ. ΠΑΡ	ΕΛΕ	ΠΕΙ-2
1984																
1985																
1986																
1987	29			49		34			64							
1988	27		50	60		42			76							
1989	31		55	52		46			94							
1990	37	57	49	61	40	43		56	80							
1991	35	37	44	59	49	58		69	72							
1992	27	31	43	28		59		60	66							
1993	27	25	45		51	61		54	68							
1994	32	36	41	53	51	55	55	61	62	61						
1995	25	45	50	51	58	52	62	64	62	57						
1996	28	45	47	49	53	48		69	58	59						
1997	25	46	52	51	49	59		61	44	45						
1998	25	51	55	44	38	57		73	72	57						
1999	22	54	54	56	44	53		76	68	68						
2000	28	26	36	49	34	57		69	44	70						
2001	20	34	24	46	58	57		49	65	55	80	90	59	93	64	59
2002	19	40	43	24	52	68		52	64	59	74	94	53	93	59	55
2003	20	54	53	21	62	71		49	73	57	81	89	59	97	66	56

Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών O₃, σε μg/m³



Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών O₃, σε μg/m³



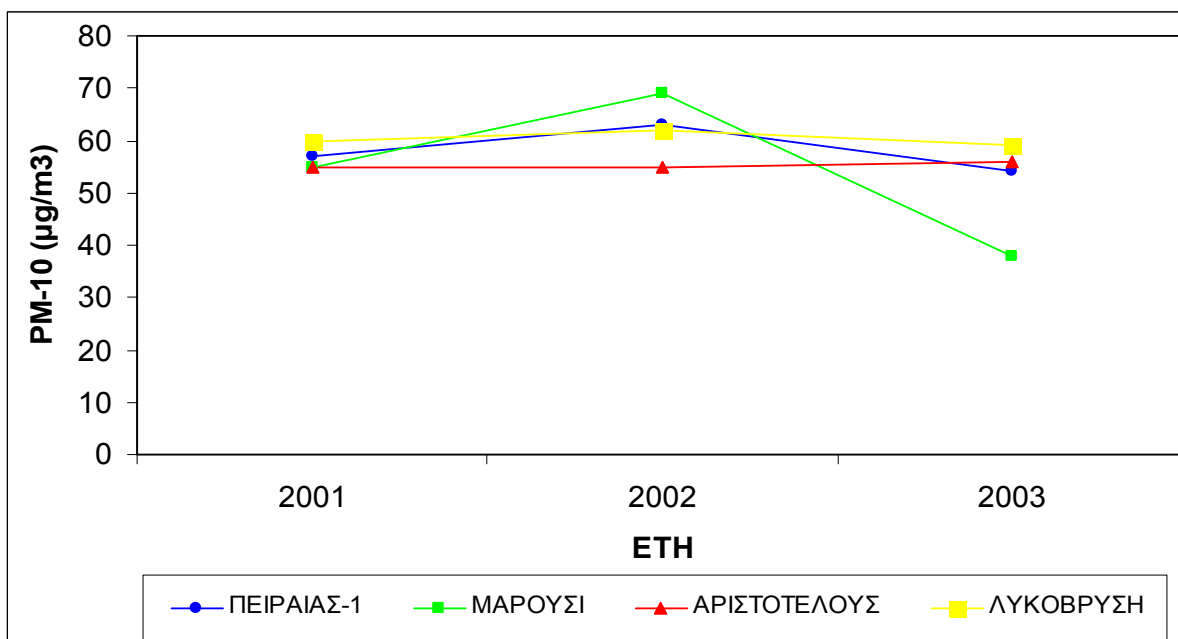
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών ΑΣ₁₀ (ωριαίες τιμές, μg/m³)

	ΠΕΙ-1	ΜΑΡ	ΖΩΓ	ΛΥΚ	ΑΓ. ΠΑΡ	ΑΡΙ	ΓΟΥ	ΘΡΑ
2001	57	55	35	60	47	55	50	31
2002	63	69	35	62	38	55	53	34
2003	54	38	34	59	37	56	22	32

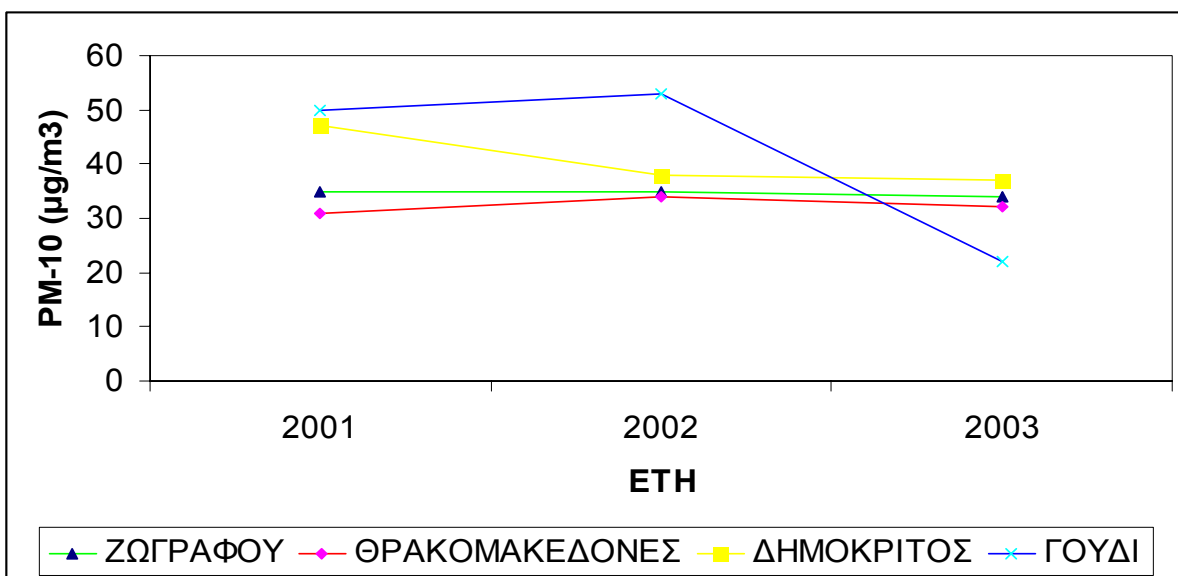
Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών ΜΟΛΥΒΔΟΥ (24ωρες τιμές, μg/m³)

Σταθμοί	ΑΡΙ	ΡΕΝ	ΜΑΡ	ΘΡΑ	ΕΛΕ
1987	0,7	0,42			
1988	0,67	0,49			
1989	0,5	0,39			
1990	0,57	0,34			
1991	0,45	0,23			
1992	0,45				
1993	0,4	0,27			
1994					
1995	0,43				
1996	0,33	0,23			
1997	0,31	0,12			
1998	0,29	0,18			
1999	0,22	0,19			
2000					
2001	0,068		0,056	0,024	
2002	0,042		0,033		0,067

Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών PM10, σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών PM10, σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Μέσες μηνιαίες τιμές διοξειδίου του θείου (SO₂) (2003- τιμές σε μg/m³)

Σταθμός	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Πατησίων	53	46	54	42	30	34	38					
Αθηνάς	8	9	17	12	15	11	15					
Αριστοτέλους	6	8	15	7	7	4	4	5	6	6	8	12
Πειραιάς-1	29	35	35	25	43	29	20					
Γεωπονική	3	3	5	4	6	8	6	6	4	4	5	6
Ν.Σμύρνη	30	28	31	15	16	9						
Περιστερί	19	24	23	12	18	13	14	12	10	8	12	23
Λιόσια	16	11	17	12	23	17	15	14	8	10	42	11
Μαρούσι	9	7	8	5	4	4	4	4	3	3	4	4
Ζωγράφου	4	5	7	6	11	8	8	10	11	12	14	16
Γαλάτσι	32	34	34	18	15	11	14	13	12	11	23	40
Αγ. Παρασκευή	5	7	9	6	8	7	9	9	7	6	6	7
Ελευσίνα	13	19	18	18	23	15	11	10	10	16	21	27
Πειραιάς -2	26	32	34	21	27	23	18	21	16	16	17	30

Μέσες μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) (2003-τιμές σε mg/m³)

Σταθμός	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Πατησίων	3.3	2.4	2.6	2.6	3.0	2.6	2.8	2.1	2.8	3.6	3.8	3.2
Αθηνάς	1.6	2.1	2.2	1.8	2.0	1.7	1.5	1.4	1.9	2.3	3.4	3.1
Πειραιάς-1	1.5	2.0	1.7	1.4	1.3	1.2	1.0	0.8				
Γεωπονική	1.4	1.0	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7	0.6	0.8	1.1	1.4	
Ν.Σμύρνη	1.3	0.9	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	1.0	1.5	1.4
Περιστερί	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.7	1.0	0.8
Μαρούσι	1.0	0.6	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	1.0	1.2	1.4
Λυκόβρυση	0.7	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3

Μέσες μηνιαίες τιμές καπνού (Smoke) (2003-τιμές σε μg/m³)

Σταθμός	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Πατησίων	61	46	56	44	49	44	59	30	41	32	49	44
Αθηνάς	64		34	25	32	36	41	24	27	17	63	
Αριστοτέλους	42	11	18	53	40	21		10	19	59	57	76
Ν.Σμύρνη	23	18	17	25		12	19	15	16	18	21	27
Περιστερί	23	17	27	20	22	16	13	13	11	31	48	43

Μέσες μηνιαίες τιμές όζοντος (O₃), (2003-τιμές σε µg/m³)

Σταθμός	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Πατησίων	10	17	24	22	26	37	25	30	20	11	11	7
Αθηνάς	51	23	41	45	54	64	72	65				
Πειραιάς-1	36	26	47	59	66	78	89	79	60	37	23	21
Γεωπονική	8	17	26	24	24	48	30	33	21	12	7	6
Ν.Σμύρνη	35	48	67	76	88	102	113	114	82	49	29	28
Περιστερί	30	45	60	67	80	96	100	100	72	43	23	25
Λιόσια	35	57	69	74	93	116	106	99	72	43	38	31
Μαρούσι	30	47	54	52	59	85	82	66	41	26	16	17
Λυκόβρυση	33	60	68	61	96	96	74	71	50	33	18	16
Ζωγράφου	57	72	88	79	89	105	115	118	90	62	46	49
Θρακομακεδόνες	57	78	92	104	130	112	115	112	82	59	44	44
Γαλάτσι	30	41	57	64	81	98	97	94	62	38	22	21
Αγ. Παρασκευή	67	80	105	98	122	133	128	134	103	74	56	56
Ελευσίνα	36	52	64	65	83	95	97	96	73	43	27	29
Πειραιάς -2	30	39	53	59	72	85	89	83	64	42	27	24

Μέσες μηνιαίες τιμές ΑΣ₁₀, (2003- τιμές σε µg/m³)

Σταθμός	ΙΑ	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Αριστοτέλους	53	46	62	68	60	49	55	53	53	59	62	
Πειραιάς-1	50	44	56	69								
Γουδί	36			25	25	21	25	20	21	24	19	14
Λυκόβρυση	59	36	61	73	62	59	64	55	51	85		
Μαρούσι		61	36	28								
Ζωγράφου	27	20	34	49	42	41	40	37	32	35	28	18
Θρακομακεδόνες	37	17	31	42	37	30	35	32	29	33	26	18
Αγ. Παρασκευή	30	23	37	54	48	41	44	40	37	39	31	20

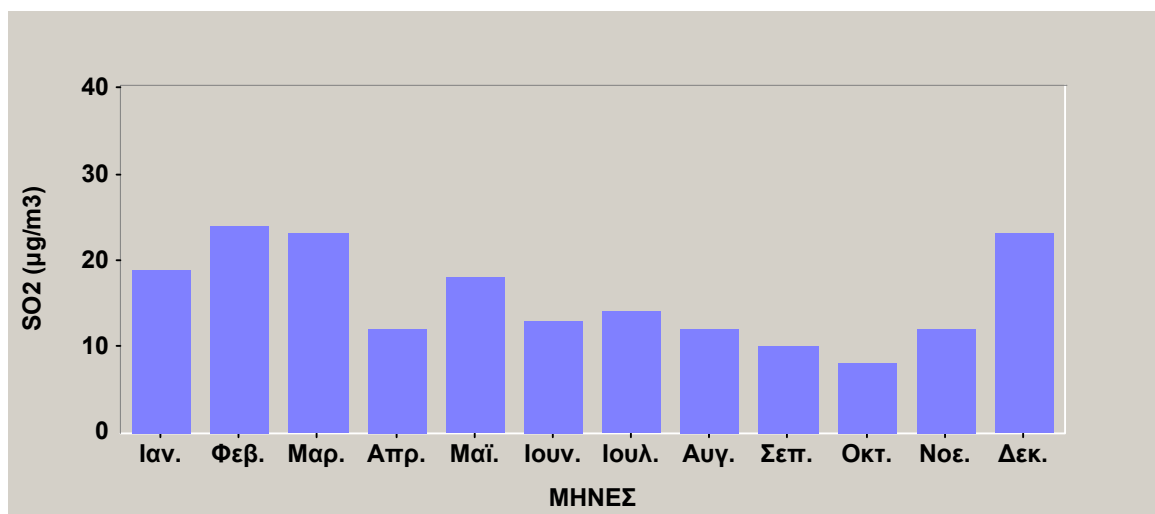
Μέσες μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του αζώτου (NO), (2003-τιμές σε µg/m³)

Σταθμός	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Πατησίων	165	110	116	106	111	93	84	78	48			162
Αθηνάς	78	58	68	36			28	25	37	56	69	125
Αριστοτέλους	75	45	51	32	41	27	25	25	37	66	107	109
Πειραιάς-1	64	64	53	27								85
Γεωπονική	57	30	32	20	19	25						
Ν.Σμύρνη	48	19	26	15	16	12	7					
Περιστερί	31	17	15	13	12	8	7	7	11	21	34	35
Λιόσια	32	18	18	16	13	7	8	5	11	22	23	37
Μαρούσι	40	15	26	13	13	7	8	7	9			
Λυκόβρυση	18	10	21	15	14	12	12	9	13	23	19	13
Ζωγράφου	5	8	4	4	3	3	2					4
Θρακομακεδόνες	13	8	13	14	7	5	5	5	5	6	7	5
Γαλάτσι	26	23	27	15	13	7	9	5	18			
Αγ. Παρασκευή	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3	4	3
Ελευσίνα	32	13	17	15	13	7						
Πειραιάς -2	30	19	18	13	18	12						
Γουδί	29	15	20	21	22	9						67

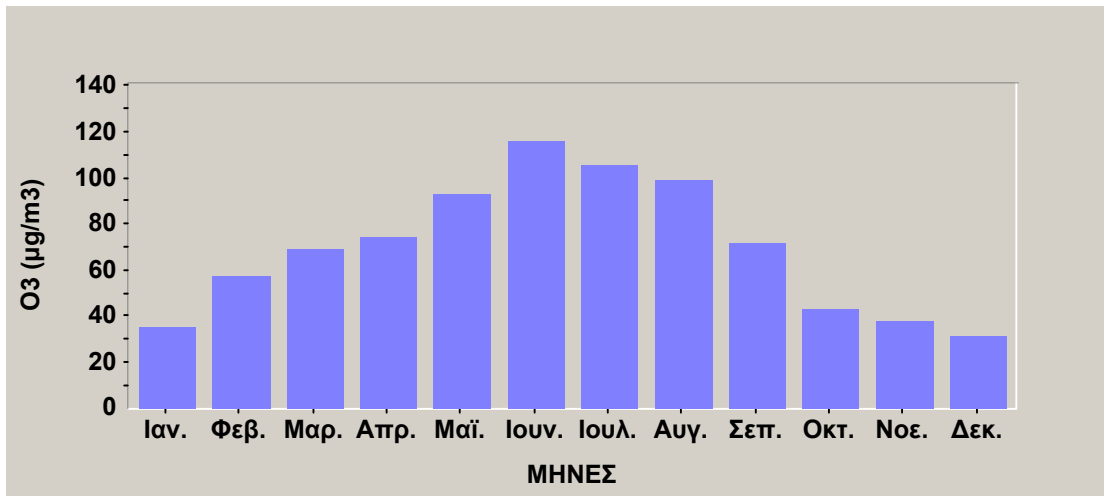
Μέσες μηνιαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου (NO₂), (2003-τιμές σε μg/m³)

Σταθμός	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Πατησίων	75	77	92	93	92	111	87	77	37			69
Αθηνάς	57	69	76	65			70	62	66	44	59	57
Αριστοτέλους	59	65	76	71	82	77	75	69	73	65	60	58
Πειραιάς-1	44	53	62	46								59
Γεωπονική	48	45	53	49	50	35						
Ν.Σμύρνη	53	49	55	49	53	38	27					
Περιστερί	43	36	37	43	57	40	41	33	41	48	54	48
Λιόσια	40	33	39	38	43	32	35	25	31	39	28	35
Μαρούσι	45	36	38	32	38	35	39	25	13			
Λυκόβρυση	16	23	35	37	35	34	39	29	33	38	37	15
Ζωγράφου	8	46	25	23	24	19	22					17
Θρακομακεδόνες	15	7	12	14	10	8	10	6	9	14	15	5
Γαλάτσι	37	42	53	46	52	38	42	35	22			
Αγ. Παρασκευή	18	19	19	21	19	16	19	13	19	25	25	22
Ελευσίνα	39	36	42	41	44	33						
Πειραιάς -2	48	53	57	53	62	44						
Γουδί	41	31	41	50	56	33						50

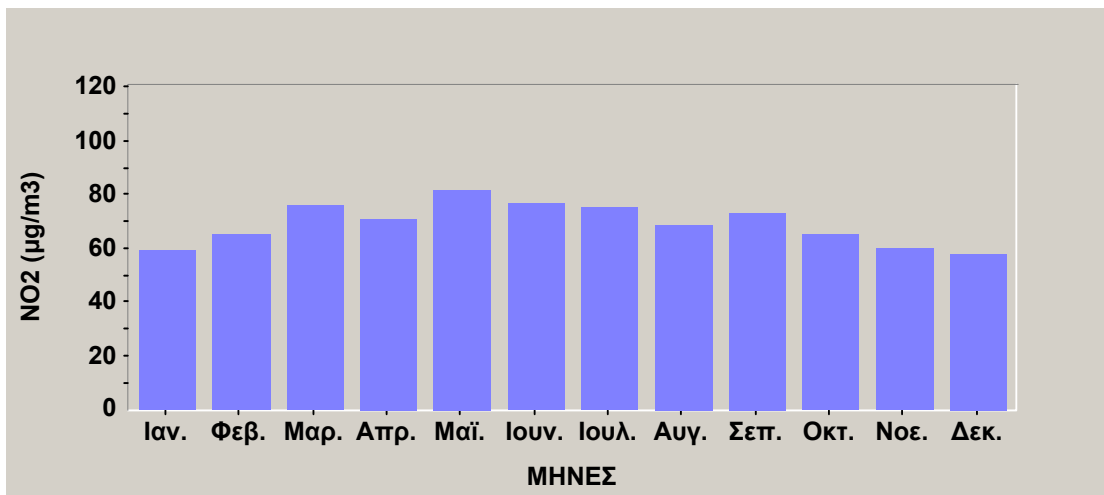
Μέσες μηνιαίες τιμές SO₂ στο σταθμό Περιστερίου για το έτος 2003



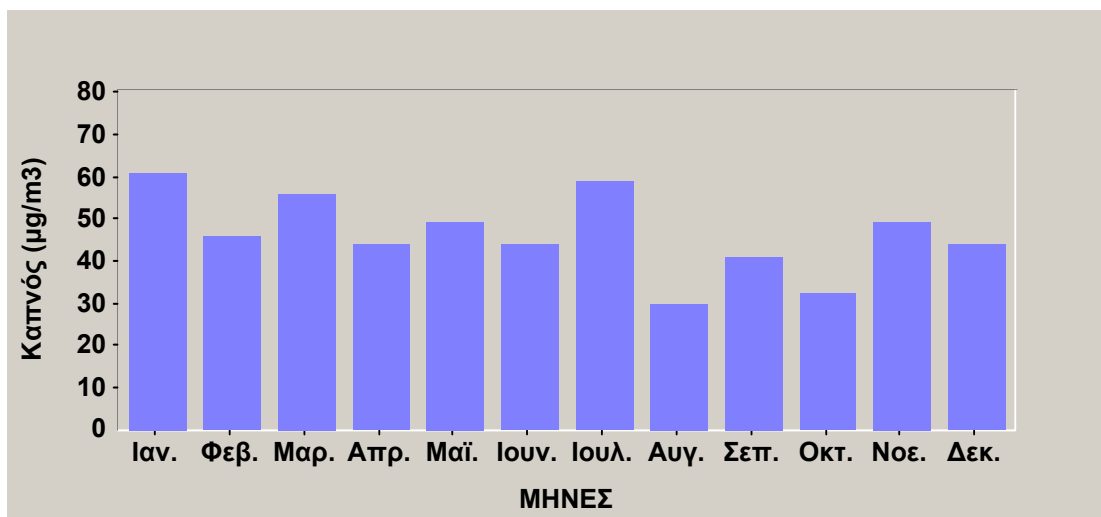
Μέσες μηνιαίες τιμές O₃ στο σταθμό Λιοσιων για το έτος 2003



Μέσες μηνιαίες τιμές NO₂ στο σταθμό Αριστοτέλους για το έτος 2003



Μέσες μηνιαίες τιμές ΑΣ₁₀ στο σταθμό Αγ. Παρασκευής για το έτος 2003



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Multiple-Variable Analysis

Analysis Summary

Data variables:
 ACCELERATION
 CO2
 DISPLACEMENT
 FUEL
 HORSEPOWER
 RESERVOIR
 SPEED
 VALVES
 WEIGHT

All available data will be used in each calculation.



Summary Statistics

	ACCELERATION	CO2	DISPLACEMENT	FUEL
HORSEPOWER				
Count	98	100	100	100
Average	12.5408	178.85	1565.53	7.488
Median	12.5	172.5	1590.0	7.15
Mode	11.3		1598.0	6.7
Geometric mean	12.3335	175.511	1521.83	
Variance	5.05275	1425.74	172090.0	
Standard deviation	2.24783	37.759	414.837	
Standard error	0.227065	3.7759	41.4837	
Minimum	5.3	113.0	698.0	4.7
Maximum	19.0	373.0	3956.0	14.0
Range	13.7	260.0	3258.0	9.3
Lower quartile	11.1	156.5	1342.0	6.5
Upper quartile	13.9	190.0	1644.5	8.2
Interquartile range	2.8	33.5	302.5	1.7

Skewness	0.177697	1.95243	2.59838	
1.50059	1.52522			
Std. skewness	0.718152	7.97076	10.6078	
6.12612	6.22667			
Kurtosis	0.787354	6.64231	12.4483	
3.24284	4.75667			
Std. kurtosis	1.59103	13.5586	25.4099	
6.61942	9.70952			
Coeff. of variation	17.9241%	21.1121%	26.4982%	
20.8644%	33.0612%			
Sum	1229.0	17885.0	156553.0	748.8
10180.0				

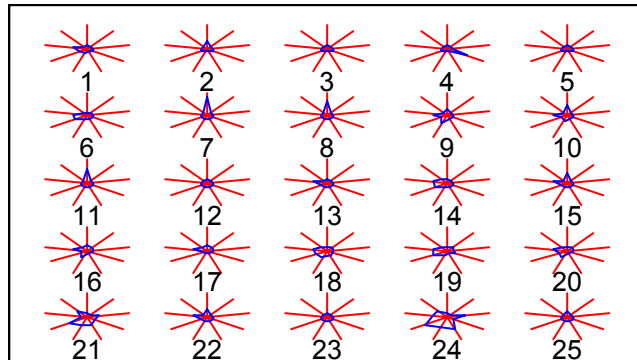
	RESERVOIR	SPEED	VALVES	WEIGHT
Count	100	100	100	100
Average	53.44	177.56	13.64	
1191.76				
Median	55.0	176.0	16.0	1190.5
Mode	55.0	185.0	16.0	1150.0
Geometric mean	52.6669	176.293	13.0574	
1169.73				
Variance	81.5822	467.542	13.6065	
55712.3				
Standard deviation	9.03229	21.6227	3.68869	
236.035				
Standard error	0.903229	2.16227	0.368869	
23.6035				
Minimum	33.0	137.0	8.0	730.0
Maximum	80.0	253.0	24.0	2000.0
Range	47.0	116.0	16.0	1270.0
Lower quartile	45.0	163.0	8.0	1038.0
Upper quartile	60.0	192.0	16.0	1313.5
Interquartile range	15.0	29.0	8.0	275.5
Skewness	0.105835	0.605032	-0.597303	
0.855697				
Std. skewness	0.43207	2.47003	-2.43848	
3.49337				
Kurtosis	0.086994	0.772765	-0.721775	
1.79163				
Std. kurtosis	0.177576	1.5774	-1.47332	
3.65715				
Coeff. of variation	16.9017%	12.1777%	27.0432%	
19.8055%				
Sum	5344.0	17756.0	1364.0	
119176.0				

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

95.0 percent confidence intervals

	Mean	Std. error	Lower limit	Upper limit
ACCELERATION	12.5408	0.227065	12.0902	12.9915
CO2	178.85	3.7759	171.358	186.342
DISPLACEMENT	1565.53	41.4837	1483.22	1647.84
FUEL	7.488	0.156233	7.178	7.798
HORSEPOWER	101.8	3.36563	95.1218	108.478
RESERVOIR	53.44	0.903229	51.6478	55.2322
SPEED	177.56	2.16227	173.27	181.85
VALVES	13.64	0.368869	12.9081	14.3719
WEIGHT	1191.76	23.6035	1144.93	1238.59

	Sigma	Lower limit	Upper limit
ACCELERATION	2.24783	1.97116	2.61558
CO2	37.759	33.1527	43.8637
DISPLACEMENT	414.837	364.23	481.906
FUEL	1.56233	1.37173	1.81492
HORSEPOWER	33.6563	29.5505	39.0977
RESERVOIR	9.03229	7.93041	10.4926
SPEED	21.6227	18.9849	25.1186
VALVES	3.68869	3.2387	4.28506
WEIGHT	236.035	207.24	274.196



Correlations

	ACCELERATION	CO2	DISPLACEMENT	FUEL
HORSEPOWER				
ACCELERATION				
0.4181	-0.7850	-0.3232	-0.4972	-
98)	(98)	(98)	(98)	(
0.0000	0.0000	0.0012	0.0000	
CO2				
0.8792	-0.3232		0.8843	
100)	(98)		(100)	(
0.0000	0.0012		0.0000	
0.0000	0.0000			
DISPLACEMENT				
0.8104	-0.4972	0.8843		
	0.7491			

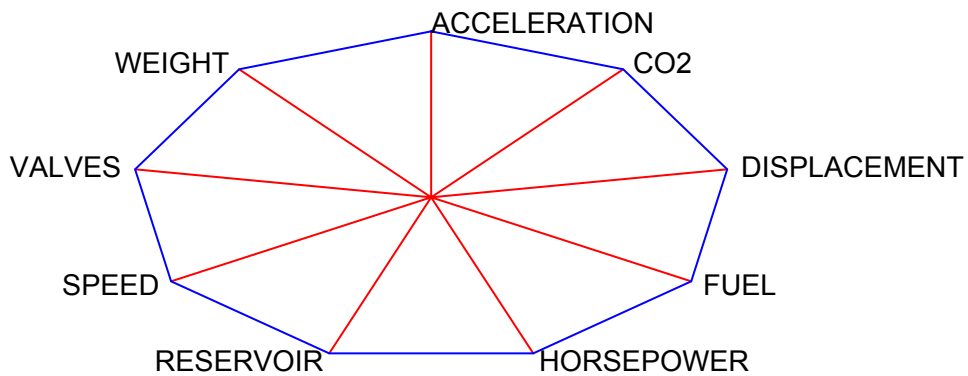
100)	(98)	(100)		(
	(100)			
0.0000	0.0000	0.0000		
FUEL	-0.4181	0.8792	0.8104	
0.7291				
(100)	(98)	(100)	(100)	
	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000				
HORSEPOWER	-0.7850	0.7095	0.7491	
0.7291				
100)	(98)	(100)	(100)	(
	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000				
RESERVOIR	-0.5286	0.6203	0.6835	
0.6125	0.7059			
100)	(98)	(100)	(100)	(
	(100)			
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000	0.0000			
SPEED	-0.8674	0.2993	0.4392	
0.3813	0.7831			
100)	(98)	(100)	(100)	(
	(100)			
0.0001	0.0000	0.0025	0.0000	
0.0001	0.0000			
VALVES	-0.3935	0.1605	0.2602	
0.1977	0.3763			
100)	(98)	(100)	(100)	(
	(100)			
0.0487	0.0001	0.1108	0.0089	
0.0487	0.0001			
WEIGHT	-0.4490	0.8087	0.8487	
0.7468	0.7676			
100)	(98)	(100)	(100)	(
	(100)			
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000	0.0000			

	RESERVOIR	SPEED	VALVES	WEIGHT

ACCELERATION	-0.5286	-0.8674	-0.3935	-
0.4490				
98)	(98)	(98)	(98)	(
	0.0000	0.0000	0.0001	
0.0000				
CO2	0.6203	0.2993	0.1605	
0.8087				
100)	(100)	(100)	(100)	(
	0.0000	0.0025	0.1108	
0.0000				
DISPLACEMENT	0.6835	0.4392	0.2602	
0.8487				
100)	(100)	(100)	(100)	(
	0.0000	0.0000	0.0089	
0.0000				
FUEL	0.6125	0.3813	0.1977	
0.7468				
100)	(100)	(100)	(100)	(

0.0000	0.0000	0.0001	0.0487	
HORSEPOWER 0.7676	0.7059	0.7831	0.3763	
100)	(100)	(100)	(100)	(
0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	
RESERVOIR 0.8034		0.6119	0.2861	
100)		(100)	(100)	(
0.0000		0.0000	0.0039	
SPEED 0.5154	0.6119		0.3268	
100)	(100)		(100)	(
0.0000	0.0000		0.0009	
VALVES 0.2921	0.2861	0.3268		
100)	(100)	(100)		(
0.0032	0.0039	0.0009		
WEIGHT	0.8034	0.5154	0.2921	
	(100)	(100)	(100)	
	0.0000	0.0000	0.0032	

 Correlation
 (Sample Size)
 P-Value



Spearman Rank Correlations

HORSEPOWER	ACCELERATION	CO2	DISPLACEMENT	FUEL
0.4687	-0.8117	-0.4186	-0.6737	-
98)	(98)	(98)	(98)	(

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
CO2	-0.4186		0.8348	
0.9294	0.7517			
	(98)		(100)	(
100)	(100)			
	0.0000		0.0000	
0.0000	0.0000			
DISPLACEMENT	-0.6737	0.8348		
0.8314	0.9238			
	(98)	(100)		(
100)	(100)			
	0.0000	0.0000		
0.0000	0.0000			
FUEL	-0.4687	0.9294	0.8314	
0.7474				
	(98)	(100)	(100)	
(100)				
	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000				
HORSEPOWER	-0.8117	0.7517	0.9238	
0.7474				
	(98)	(100)	(100)	(
100)				
	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000				
RESERVOIR	-0.5524	0.6878	0.7840	
0.7061	0.7798			
	(98)	(100)	(100)	(
100)	(100)			
	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000	0.0000			
SPEED	-0.8695	0.3904	0.6745	
0.4183	0.7720			
	(98)	(100)	(100)	(
100)	(100)			
	0.0000	0.0001	0.0000	
0.0000	0.0000			
VALVES	-0.3948	0.2441	0.3343	
0.2410	0.4265			
	(98)	(100)	(100)	(
100)	(100)			
	0.0001	0.0151	0.0009	
0.0165	0.0000			
WEIGHT	-0.5301	0.8503	0.9059	
0.8216	0.8507			
	(98)	(100)	(100)	(
100)	(100)			
	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0000	0.0000			

	RESERVOIR	SPEED	VALVES	WEIGHT

ACCELERATION	-0.5524	-0.8695	-0.3948	-
0.5301				
	(98)	(98)	(98)	(
98)				
	0.0000	0.0000	0.0001	
0.0000				
CO2	0.6878	0.3904	0.2441	
0.8503				
	(100)	(100)	(100)	(
100)				
	0.0000	0.0001	0.0151	
0.0000				

DISPLACEMENT	0.7840	0.6745	0.3343	
0.9059	(100)	(100)	(100)	(
100)				
0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	
FUEL	0.7061	0.4183	0.2410	
0.8216	(100)	(100)	(100)	(
100)				
0.0000	0.0000	0.0000	0.0165	
HORSEPOWER	0.7798	0.7720	0.4265	
0.8507	(100)	(100)	(100)	(
100)				
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
RESERVOIR		0.6679	0.3372	
0.8319		(100)	(100)	(
100)				
0.0000		0.0000	0.0008	
SPEED	0.6679		0.3556	
0.6013	(100)		(100)	(
100)				
0.0000	0.0000		0.0004	
VALVES	0.3372	0.3556		
0.3385	(100)	(100)		(
100)				
0.0008	0.0008	0.0004		
WEIGHT	0.8319	0.6013	0.3385	
	(100)	(100)	(100)	
	0.0000	0.0000	0.0008	

Correlation
(Sample Size)
P-Value

Covariances

	ACCELERATION	CO2	DISPLACEMENT	FUEL
HORSEPOWER				

ACCELERATION	5.05275	-27.5975	-467.36	-
1.47732	-59.8081			
98)	(98)	(98)	(98)	(
CO2	-27.5975	1425.74	13851.6	
51.8628	901.616			
100)	(98)	(100)	(100)	(
DISPLACEMENT	-467.36	13851.6	172090.0	
525.241	10459.3			
100)	(98)	(100)	(100)	(
FUEL	-1.47732	51.8628	525.241	
2.44086	38.338			

100)	(98) (100)	(100)	(100)	(
HORSEPOWER 1132.75	-59.8081	901.616	10459.3	38.338
100)	(98) (100)	(100)	(100)	(
RESERVOIR 8.64372	-10.7326 214.594	211.552	2561.13	
100)	(98) (100)	(100)	(100)	(
SPEED 12.8815	-41.6814 569.861	244.337	3940.0	
100)	(98) (100)	(100)	(100)	(
VALVES 1.13907	-3.28214 46.7152	22.3495	398.233	
100)	(98) (100)	(100)	(100)	(
WEIGHT 275.384	-239.952 6097.56	7207.77	83100.2	
100)	(98)	(100)	(100)	(
	RESERVOIR	SPEED	VALVES	WEIGHT

ACCELERATION 239.952	-10.7326	-41.6814	-3.28214	-
98)	(98)	(98)	(98)	(
CO2 7207.77	211.552	244.337	22.3495	
100)	(100)	(100)	(100)	(
DISPLACEMENT 83100.2	2561.13	3940.0	398.233	
100)	(100)	(100)	(100)	(
FUEL 275.384	8.64372	12.8815	1.13907	
100)	(100)	(100)	(100)	(
HORSEPOWER 6097.56	214.594	569.861	46.7152	
100)	(100)	(100)	(100)	(
RESERVOIR 1712.78	81.5822	119.509	9.53374	
100)	(100)	(100)	(100)	(
SPEED 2630.65	119.509	467.542	26.0622	
100)	(100)	(100)	(100)	(
VALVES 254.297	9.53374	26.0622	13.6065	
100)	(100)	(100)	(100)	(
WEIGHT 55712.3	1712.78	2630.65	254.297	
100)	(100)	(100)	(100)	(

Covariance
(Sample Size)

Partial Correlations

	ACCELERATION	CO2	DISPLACEMENT	FUEL
HORSEPOWER				
ACCELERATION 0.0687	-0.3998	0.2730	-0.4096	-
98)	(98)	(98)	(98)	(
CO2 0.4988	0.2730 0.3956		0.5232	
100)	(98) (100)	(100)	(100)	(
DISPLACEMENT 0.0171	-0.4096 -0.1622	0.5232		
100)	(98) (100)	(100)		(
FUEL 0.1388	-0.0687	0.4988	0.0171	
(100)	(98)	(100)	(100)	
HORSEPOWER 0.1388	-0.3998	0.3956	-0.1622	
100)	(98)	(100)	(100)	(
RESERVOIR 0.0609	-0.0140 -0.0913	0.0130	-0.0092	
100)	(98) (100)	(100)	(100)	(
SPEED 0.0628	-0.5377 0.3810	-0.2072	-0.1444	-
100)	(98) (100)	(100)	(100)	(
VALVES 0.0132	-0.1565 0.1464	-0.1472	0.0296	-
100)	(98) (100)	(100)	(100)	(
WEIGHT 0.0339	0.3610 0.2407	0.0826	0.4073	-
100)	(98) (100)	(100)	(100)	(
	RESERVOIR	SPEED	VALVES	WEIGHT
ACCELERATION 0.3610	-0.0140	-0.5377	-0.1565	
98)	(98)	(98)	(98)	(
CO2 0.0826	0.0130	-0.2072	-0.1472	
100)	(100)	(100)	(100)	(
DISPLACEMENT 0.4073	-0.0092	-0.1444	0.0296	
100)	(100)	(100)	(100)	(

FUEL 0.0339 100)	0.0609 (100)	-0.0628 (100)	-0.0132 (100)	-
HORSEPOWER 0.2407 100)	-0.0913 (100)	0.3810 (100)	0.1464 (100)	(
RESERVOIR 0.4718 100)		0.2421 (100)	0.0256 (100)	(
SPEED 0.1762 100)	0.2421 (100)		-0.1592 (100)	(
VALVES 0.1174 100)	0.0256 (100)	-0.1592 (100)		(
WEIGHT	0.4718 (100)	0.1762 (100)	0.1174 (100)	

Correlation
(Sample Size)

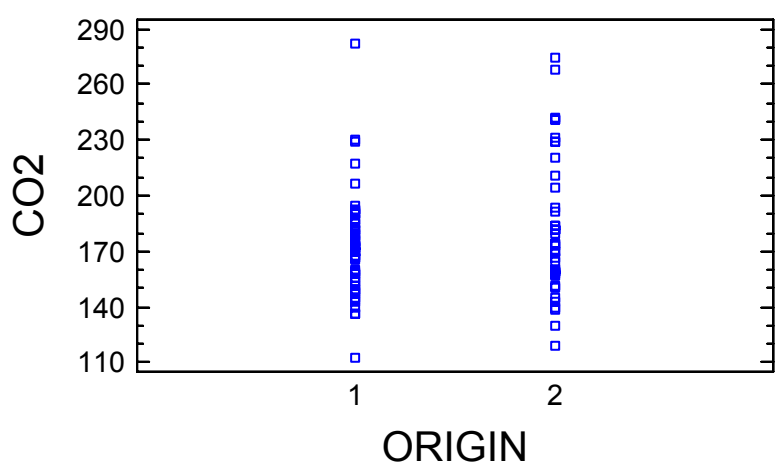
One-Way ANOVA - CO2 by ORIGIN

Analysis Summary

Dependent variable: CO2
Factor: ORIGIN

Number of observations: 93
Number of levels: 2

Scatterplot by Level Code



Summary Statistics for CO2

ORIGIN	Count	Average	Median	Mode
Geometric mean				
1	53	172.509	172.0	
170.524				
2	40	183.225	174.0	182.0
179.629				

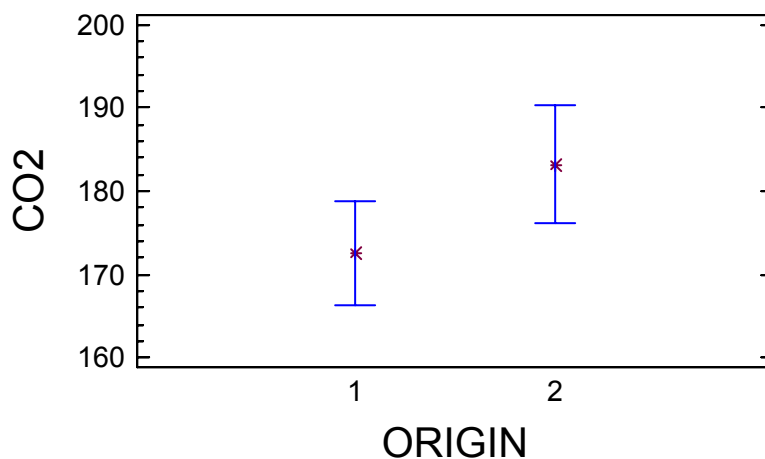
Total	93	177.118	173.0	
174.383				
ORIGIN	Variance	Standard deviation	Standard error	
Minimum				
1	755.485	27.4861	3.77551	113.0
282.0				
2	1429.92	37.8143	5.97897	119.0
274.0				

Total	1061.63	32.5826	3.37866	113.0
282.0				
ORIGIN	Range	Lower quartile	Upper quartile	
Interquartile range				
1	169.0	154.0	185.0	31.0
1.30106				
2	155.0	158.5	207.5	49.0
0.721907				

Total	169.0	157.0	190.0	33.0
1.0535				
ORIGIN	Stnd. skewness	Kurtosis	Stnd. kurtosis	Coeff.
of variation Sum				
1	3.86688	4.09512	6.08553	
15.9331%	9143.0			
2	1.86395	-0.132755	-0.171386	
20.6382%	7329.0			

Total	4.14765	1.35886	2.67492	
18.396%	16472.0			

Means and 95.0 Percent LSD Intervals



ANOVA Table for CO2 by ORIGIN

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	2617.48	1	2617.48	2.51	0.1169
Within groups	95052.2	91	1044.53		
Total (Corr.)	97669.7	92			

Box-and-Whisker Plot

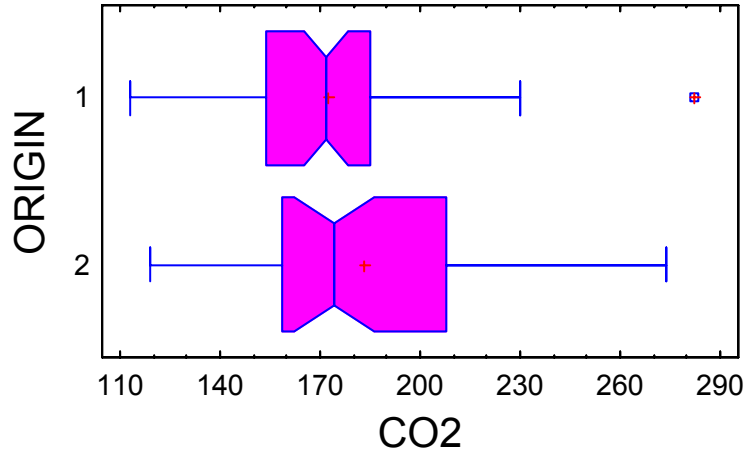
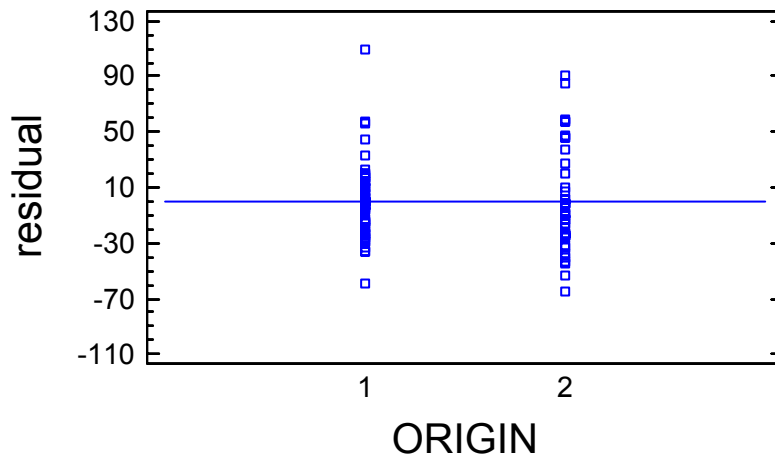


Table of Means for CO2 by ORIGIN with 95.0 percent LSD intervals

ORIGIN	Count	Mean	Std. error (pooled s)	Lower limit	Upper limit
1	53	172.509	4.43938	166.274	178.745
2	40	183.225	5.11011	176.047	190.403
Total	93	177.118			

Residual Plot for CO2



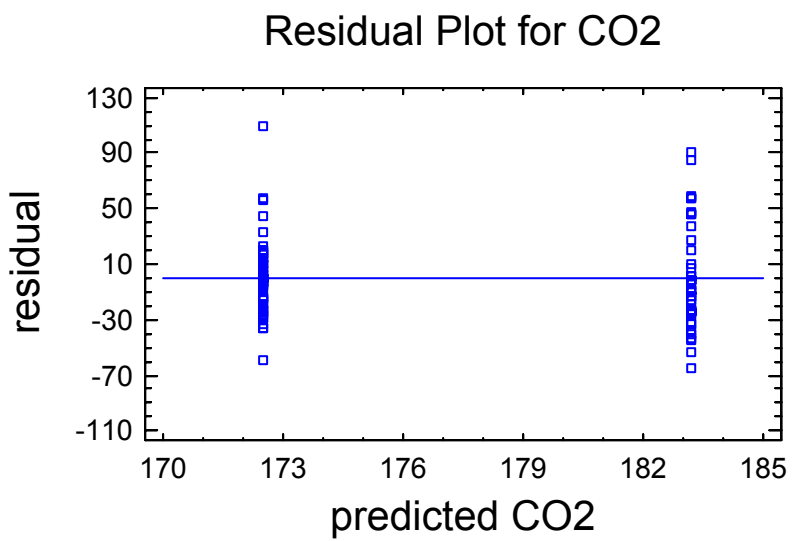
Multiple Range Tests for CO2 by ORIGIN

Method: 95.0 percent LSD

ORIGIN	Count	Mean	Homogeneous Groups
1	53	172.509	X
2	40	183.225	X

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	-10.7156	13.4461

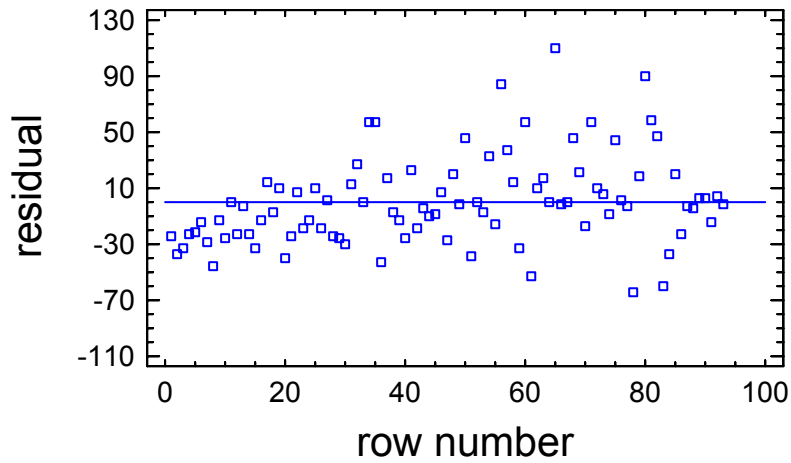
* denotes a statistically significant difference.



Variance Check

Cochran's C test: 0.654305 P-Value = 0.0338052
 Bartlett's test: 1.05182 P-Value = 0.0329814
 Hartley's test: 1.89272
 Levene's test: 4.18985 P-Value = 0.043551

Residual Plot for CO2



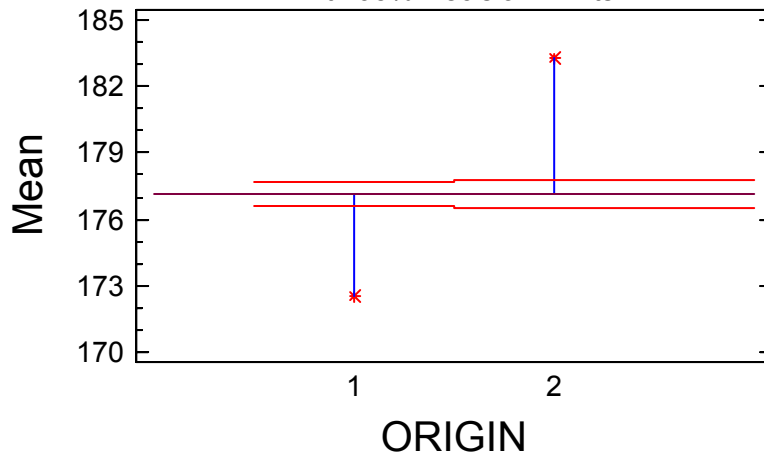
Kruskal-Wallis Test for CO2 by ORIGIN

ORIGIN	Sample Size	Average Rank
1	53	44.3113
2	40	50.5625

Test statistic = 1.22352 P-Value = 0.268669

Analysis of Means Plot for CO2

With 95% Decision Limits



UDL=177.68
CL=177.12
LDL=176.55

Simple Regression - CO2 vs. DISPLACEMENT

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: DISPLACEMENT

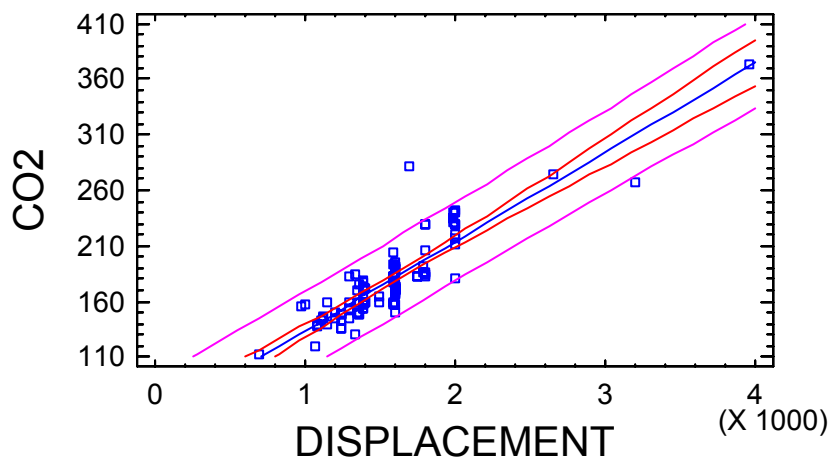
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	52.8392	6.9505	7.60222	0.0000
Slope	0.0804908	0.00429301	18.7493	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	110378.0	1	110378.0	351.54	0.0000
Residual	30770.8	98	313.988		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.884306
 R-squared = 78.1997 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 77.9773 percent
 Standard Error of Est. = 17.7197
 Mean absolute error = 12.9189
 Durbin-Watson statistic = 1.79979 (P=0.1538)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0.0994124

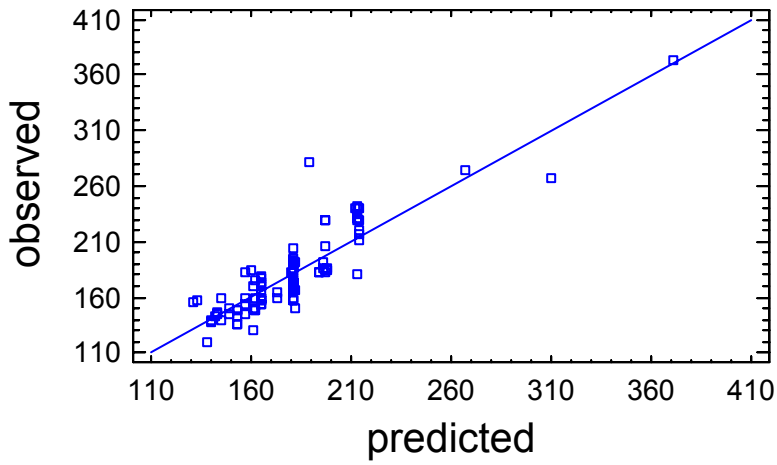
Plot of Fitted Model



Analysis of Variance with Lack-of-Fit

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	110378.0	1	110378.0	351.54	0.0000
Residual	30770.8	98	313.988		
Lack-of-Fit	22506.8	48	468.892	2.84	0.0002
Pure Error	8264.02	50	165.28		
Total (Corr.)	141149.0	99			

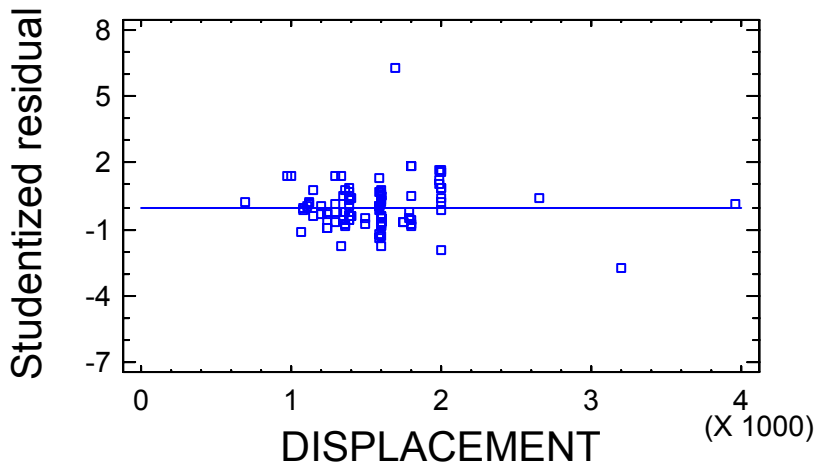
Plot of CO2



Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
698.0	109.022	72.9176	145.126	100.837	117.206
3956.0	371.261	330.473	412.049	350.594	391.927

Residual Plot

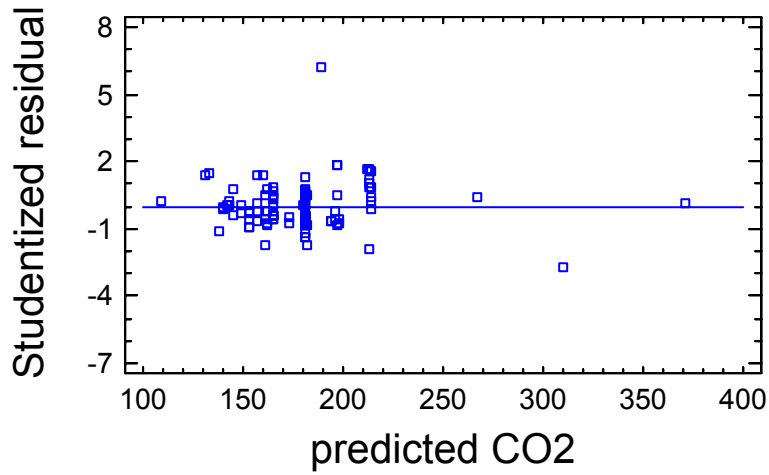


Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Linear	0.8843	78.20%
Square root-X	0.8793	77.31%
Square root-Y	0.8736	76.31%
Multiplicative	0.8702	75.72%
Exponential	0.8583	73.67%
Logarithmic-X	0.8573	73.50%
Double reciprocal	0.8437	71.19%

Reciprocal-Y	-0.8182	66.95%
S-curve	-0.8182	66.94%
Reciprocal-X	-0.7739	59.89%
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

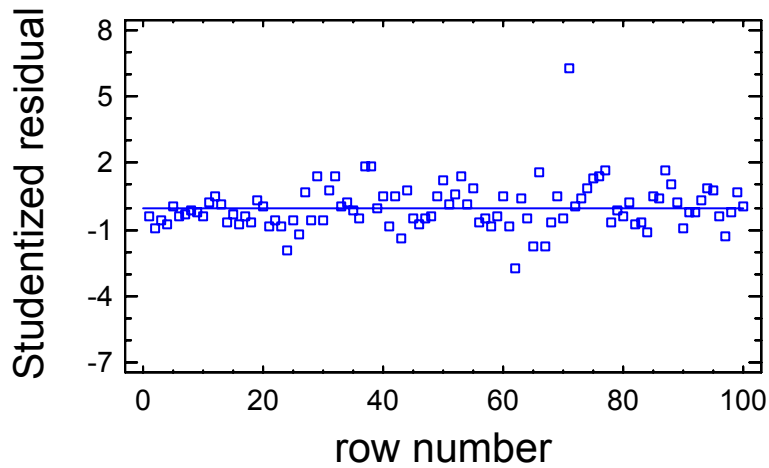
Residual Plot



Unusual Residuals

Row	X	Y	Predicted Y	Residual	Studentized Residual
62	3200.0	268.0	310.41	-42.4098	-2.71
71	1690.0	282.0	188.869	93.1313	6.22

Residual Plot



Influential Points

Row	X	Y	Predicted Y	Studentized Residual	Leverage
54	3956.0	373.0	371.261	0.12	0.345411
62	3200.0	268.0	310.41	-2.71	0.166807
86	2656.0	274.0	266.623	0.43	0.0797972

Average leverage of single data point = 0.02

Simple Regression - CO2 vs. VALVES

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: VALVES

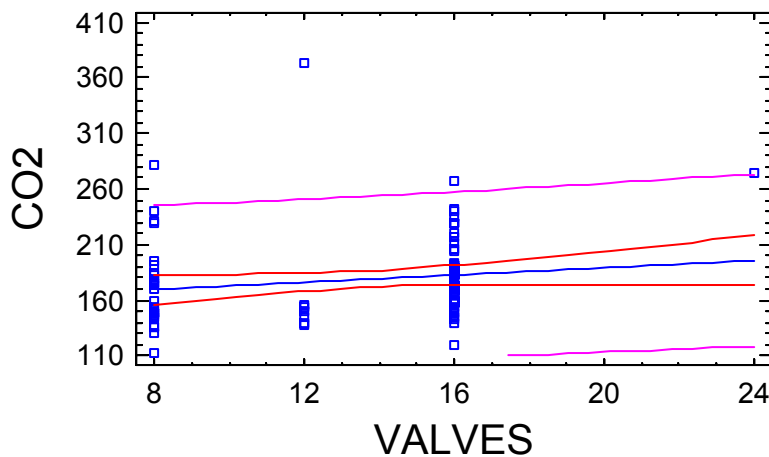
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	156.445	14.4166	10.8517	0.0000
Slope	1.64256	1.02064	1.60935	0.1108

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	3634.34	1	3634.34	2.59	0.1108
Residual	137514.0	98	1403.21		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.160463
 R-squared = 2.57483 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 1.58069 percent
 Standard Error of Est. = 37.4594
 Mean absolute error = 25.8813
 Durbin-Watson statistic = 1.72455 (P=0.0832)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0.135675

Plot of Fitted Model

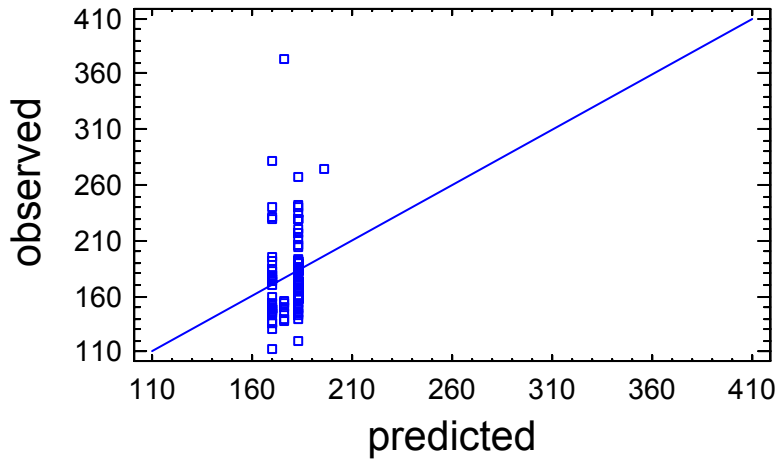


Analysis of Variance with Lack-of-Fit

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	3634.34	1	3634.34	2.59	0.1108
Residual	137514.0	98	1403.21		

Lack-of-Fit	6770.67	2	3385.33	2.49	0.0886
Pure Error	130744.0	96	1361.91		
Total (Corr.)	141149.0	99			

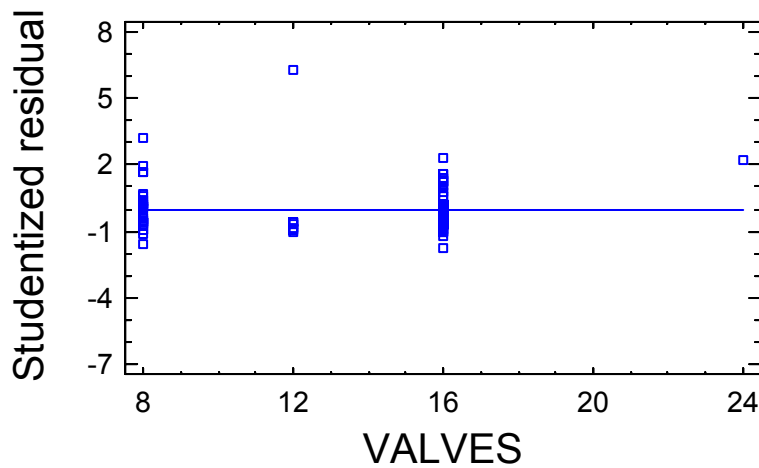
Plot of CO2



Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
8.0	169.586	94.0097	245.162	155.957	183.215
24.0	195.867	118.268	273.466	173.606	218.128

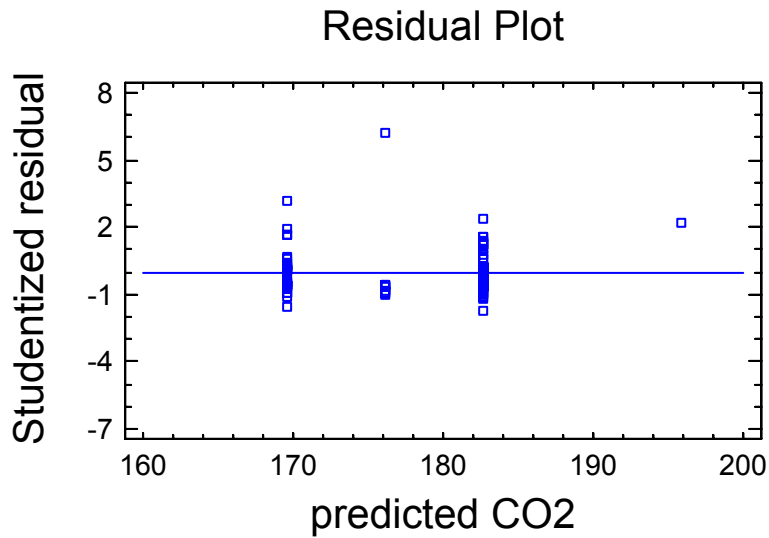
Residual Plot



Comparison of Alternative Models

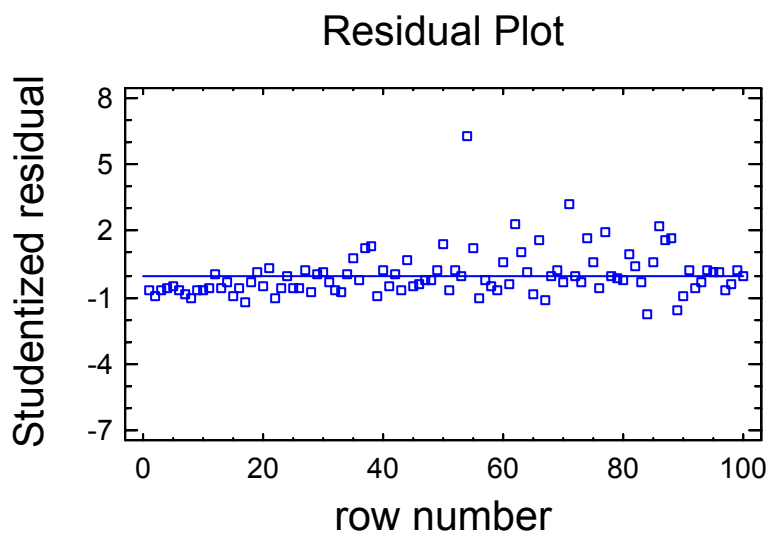
Model	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	-0.2288	5.24%
Exponential	0.1984	3.93%
Double reciprocal	0.1948	3.80%
Square root-Y	0.1802	3.25%
Multiplicative	0.1786	3.19%
S-curve	-0.1641	2.69%
Linear	0.1605	2.57%
Square root-X	0.1501	2.25%

Logarithmic-X	0.1414	2.00%
Reciprocal-X	-0.1288	1.66%
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	



Unusual Residuals

Row	X	Y	Predicted Y	Residual	Studentized Residual
54	12.0	373.0	176.156	196.844	6.22
62	16.0	268.0	182.726	85.2735	2.34
71	8.0	282.0	169.586	112.414	3.19
86	24.0	274.0	195.867	78.133	2.23



Influential Points

Row	X	Y	Predicted Y	Studentized Residual	Leverage
-----	---	---	-------------	----------------------	----------

 86 24.0 274.0 195.867 2.23 0.0896781

Average leverage of single data point = 0.02

Simple Regression - CO2 vs. HORSEPOWER

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

 Dependent variable: CO2
 Independent variable: HORSEPOWER

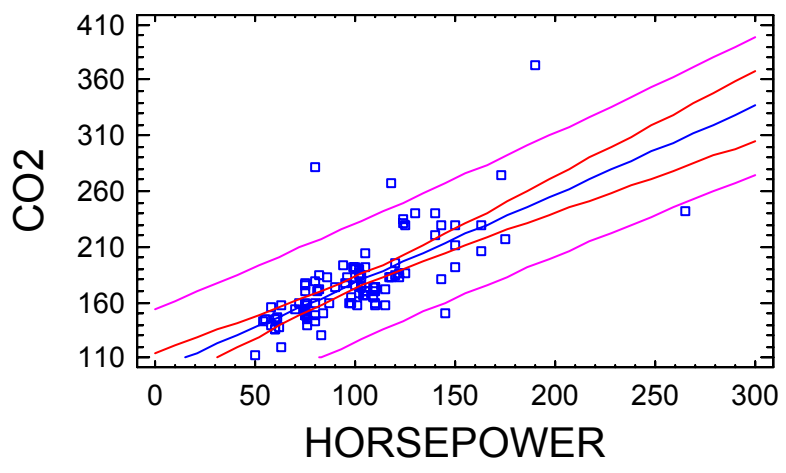
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	97.8218	8.55907	11.429	0.0000
Slope	0.795955	0.079867	9.96601	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	71047.0	1	71047.0	99.32	0.0000
Residual	70101.8	98	715.324		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.70947
 R-squared = 50.3348 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 49.828 percent
 Standard Error of Est. = 26.7455
 Mean absolute error = 17.4234
 Durbin-Watson statistic = 2.0297 (P=0.4316)
 Lag 1 residual autocorrelation = -0.0167158

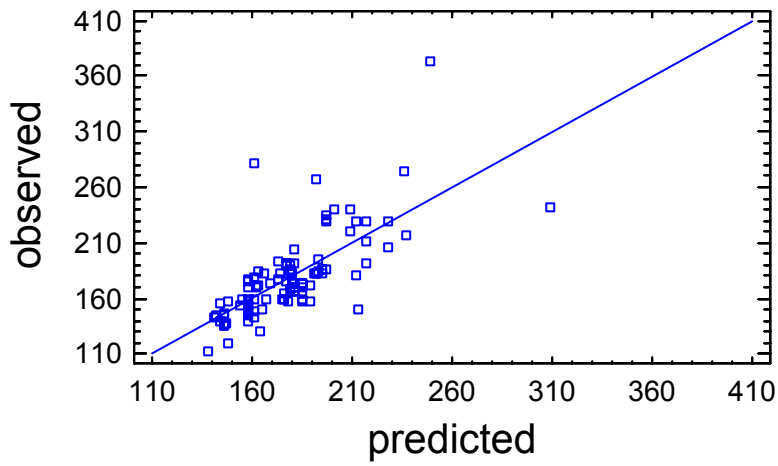
Plot of Fitted Model



Analysis of Variance with Lack-of-Fit

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	71047.0	1	71047.0	99.32	0.0000
Residual	70101.8	98	715.324		
Lack-of-Fit	45497.1	49	928.512	1.85	0.0168
Pure Error	24604.7	49	502.137		
Total (Corr.)	141149.0	99			

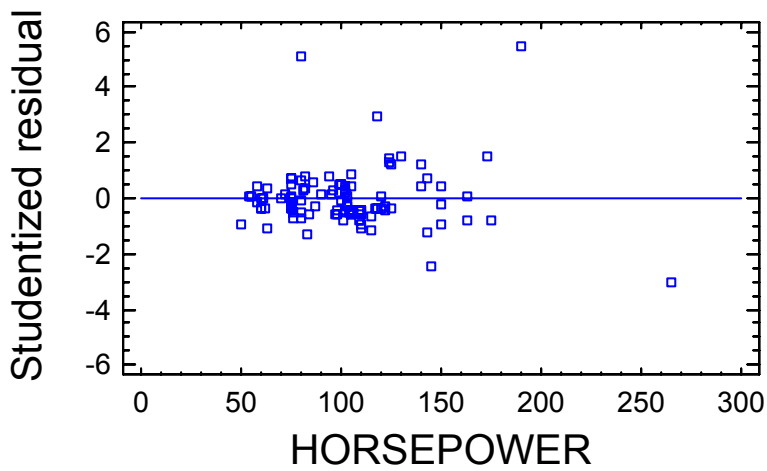
Plot of CO2



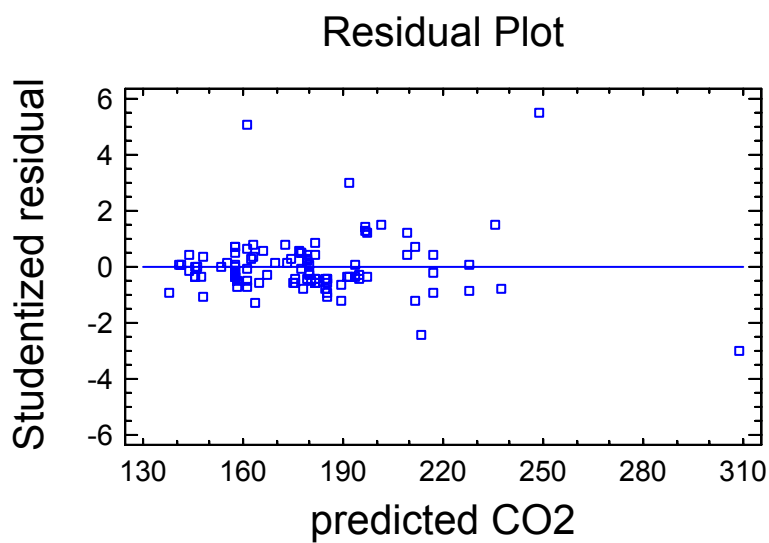
Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
50.0	137.62	83.6509	191.588	127.843	147.396
265.0	308.75	249.469	368.031	282.345	335.155

Residual Plot



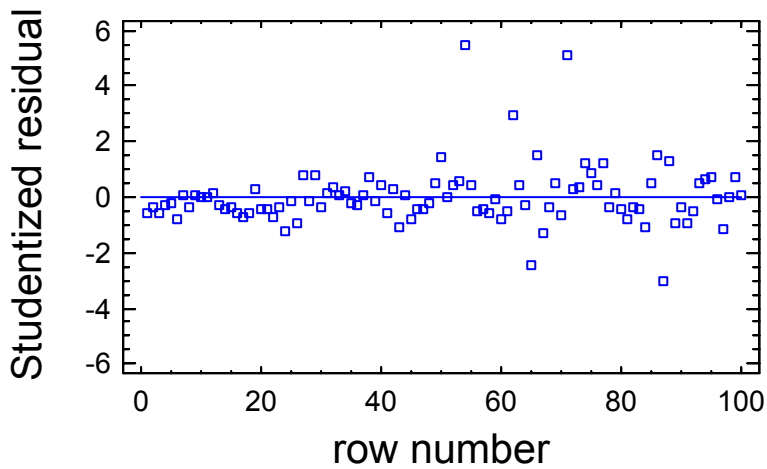
Model	Correlation	R-Squared
Double reciprocal	0.7639	58.35%
Multiplicative	0.7497	56.20%
Exponential	0.7331	53.74%
Reciprocal-Y	-0.7329	53.71%
S-curve	-0.7280	53.00%
Square root-Y	0.7245	52.49%
Square root-X	0.7141	50.99%
Linear	0.7095	50.33%
Logarithmic-X	0.7068	49.95%
Reciprocal-X	-0.6692	44.79%
Logistic		<no fit>
Log probit		<no fit>



Unusual Residuals

Row	X	Y	Predicted Y	Residual	Studentized Residual
54	190.0	373.0	249.053	123.947	5.50
62	118.0	268.0	191.744	76.2555	2.98
65	145.0	151.0	213.235	-62.2353	-2.42
71	80.0	282.0	161.498	120.502	5.08
87	265.0	242.0	308.75	-66.7499	-2.99

Residual Plot



Influential Points

Row	X	Y	Predicted Y	Studentized Residual	Leverage
54	190.0	373.0	249.053	5.50	0.0793695
87	265.0	242.0	308.75	-2.99	0.247505

Average leverage of single data point = 0.02

Simple Regression - CO2 vs. WEIGHT

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: WEIGHT

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	24.6663	11.5452	2.13649	0.0351
Slope	0.129375	0.00950475	13.6116	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	92317.9	1	92317.9	185.28	0.0000
Residual	48830.8	98	498.274		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.808732

R-squared = 65.4047 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 65.0517 percent

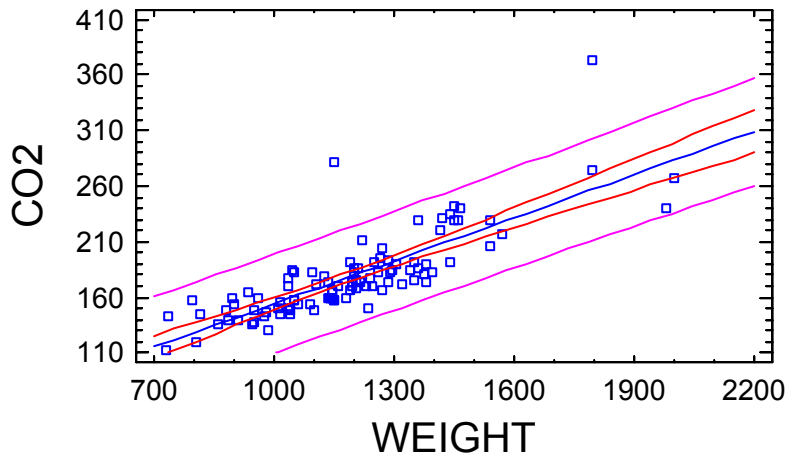
Standard Error of Est. = 22.322

Mean absolute error = 15.1217

Durbin-Watson statistic = 1.6542 (P=0.0394)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.171253

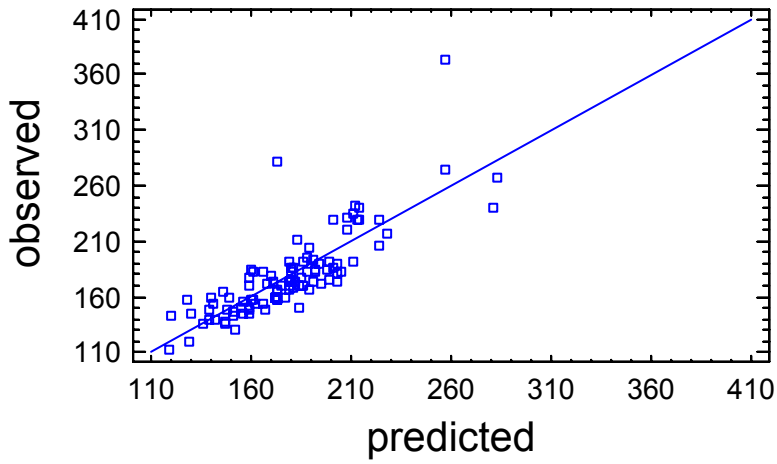
Plot of Fitted Model



Analysis of Variance with Lack-of-Fit

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	92317.9	1	92317.9	185.28	0.0000
Residual	48830.8	98	498.274		
Lack-of-Fit	36458.8	86	423.94	0.41	0.9910
Pure Error	12372.0	12	1031.0		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Plot of CO2

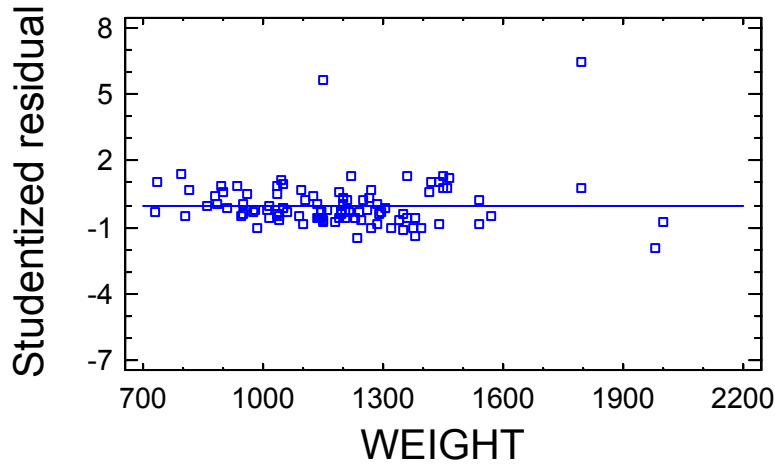


Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper

730.0	119.11	73.7475	164.472	109.338	128.881
2000.0	283.416	236.36	330.472	267.54	299.291

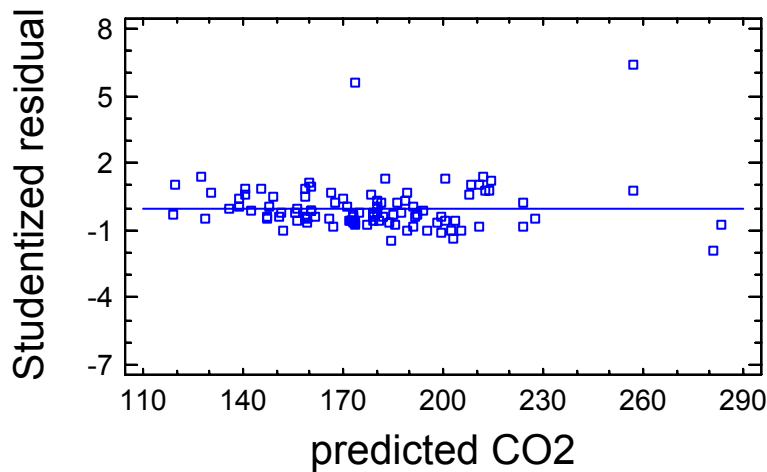
Residual Plot



Comparison of Alternative Models

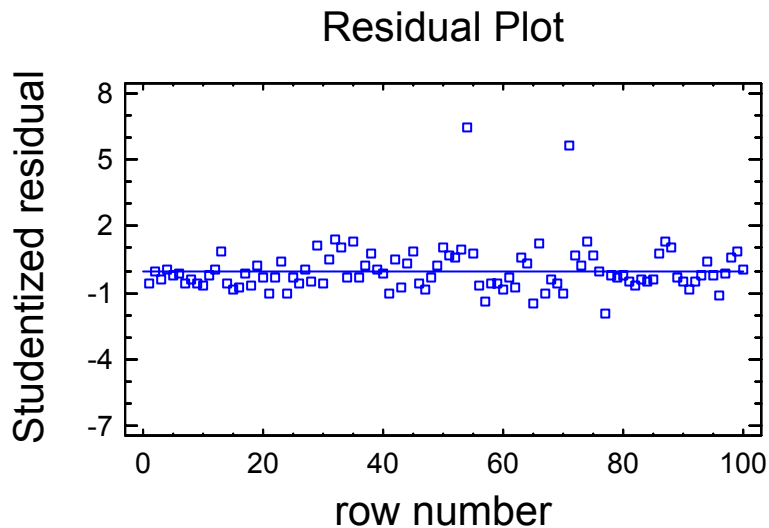
Model	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	-0.8384	70.29%
Exponential	0.8369	70.03%
Double reciprocal	0.8322	69.26%
Multiplicative	0.8286	68.66%
Square root-Y	0.8264	68.30%
Linear	0.8087	65.40%
S-curve	-0.8013	64.21%
Square root-X	0.7997	63.96%
Logarithmic-X	0.7858	61.74%
Reciprocal-X	-0.7458	55.62%
Logistic		<no fit>
Log probit		<no fit>

Residual Plot



Unusual Residuals

Row	X	Y	Predicted Y	Residual	Studentized Residual
54	1796.0	373.0	257.023	115.977	6.42
71	1150.0	282.0	173.447	108.553	5.59



Influential Points

Row	X	Y	Predicted Y	Studentized Residual	Leverage
54	1796.0	373.0	257.023	6.42	0.0761961
62	2000.0	268.0	283.416	-0.74	0.128439
77	1980.0	241.0	280.828	-1.93	0.12265
86	1797.0	274.0	257.153	0.78	0.0764154

Average leverage of single data point = 0.02

Simple Regression - CO2 vs. SPEED

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: SPEED

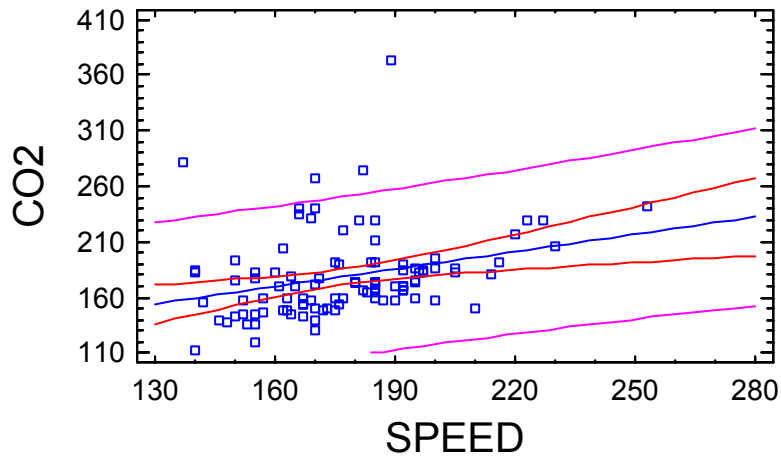
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	86.0571	30.1046	2.8586	0.0052
Slope	0.5226	0.168315	3.10489	0.0025

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	12641.4	1	12641.4	9.64	0.0025
Residual	128507.0	98	1311.3		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.299267
 R-squared = 8.95607 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 8.02705 percent
 Standard Error of Est. = 36.2119
 Mean absolute error = 24.5356
 Durbin-Watson statistic = 1.64019 (P=0.0342)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0.177122

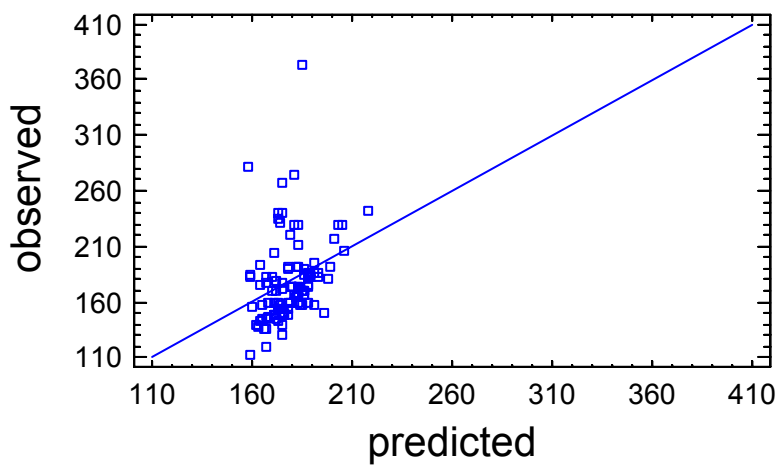
Plot of Fitted Model



Analysis of Variance with Lack-of-Fit

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	12641.4	1	12641.4	9.64	0.0025
Residual	128507.0	98	1311.3		
Lack-of-Fit	83982.2	47	1786.85	2.05	0.0065
Pure Error	44525.2	51	873.043		
Total (Corr.)	141149.0	99			

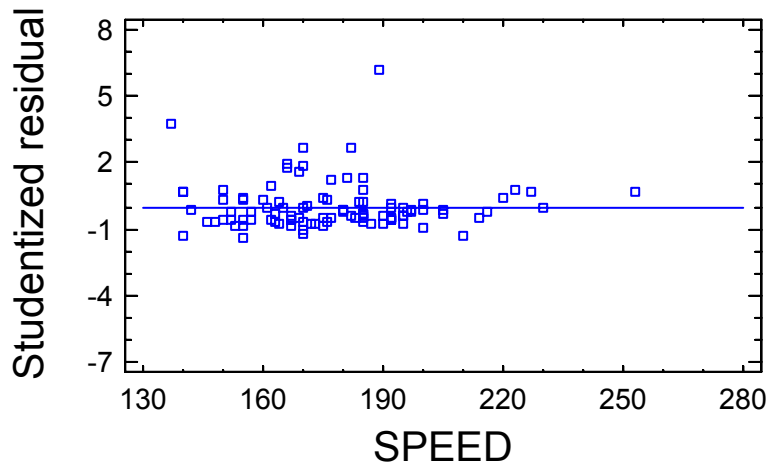
Plot of CO2



Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
137.0	157.653	84.1738	231.133	142.318	172.989
253.0	218.275	141.785	294.765	192.072	244.478

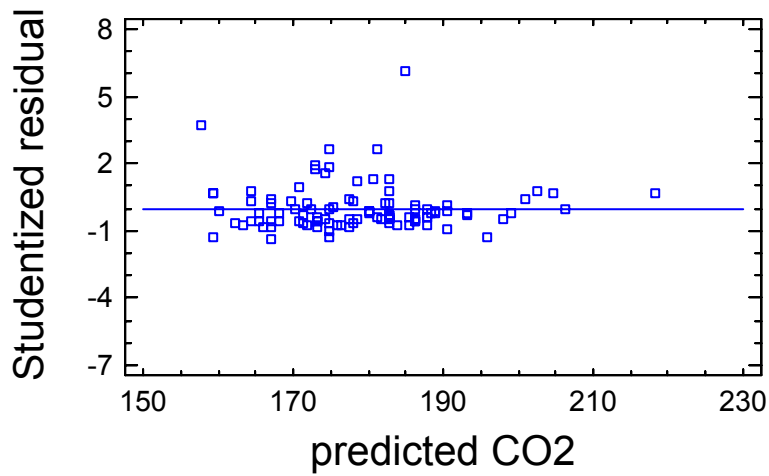
Residual Plot



Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	-0.3882	15.07%
Double reciprocal	0.3749	14.06%
Exponential	0.3496	12.22%
Multiplicative	0.3419	11.69%
S-curve	-0.3317	11.00%
Square root-Y	0.3257	10.61%
Linear	0.2993	8.96%
Square root-X	0.2950	8.70%
Logarithmic-X	0.2902	8.42%
Reciprocal-X	-0.2791	7.79%
Logistic		<no fit>
Log probit		<no fit>

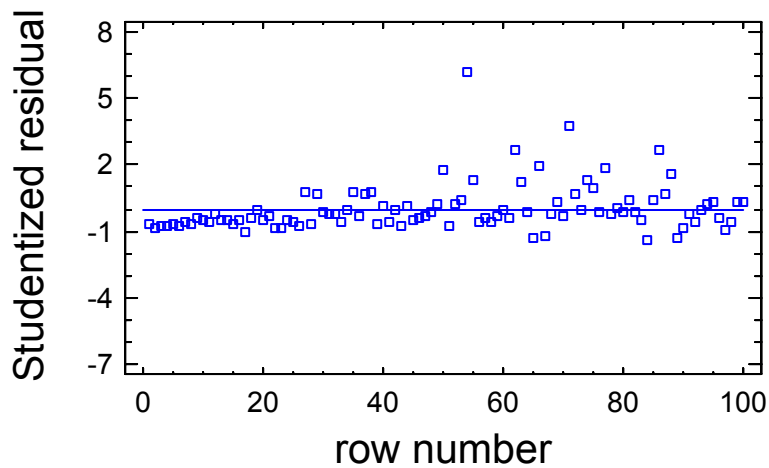
Residual Plot



Unusual Residuals

Row	X	Y	Predicted Y	Residual	Studentized Residual
54	189.0	373.0	184.829	188.171	6.13
62	170.0	268.0	174.899	93.1009	2.66
71	137.0	282.0	157.653	124.347	3.74
86	182.0	274.0	181.17	92.8297	2.66

Residual Plot



Influential Points

Row	X	Y	Predicted Y	Studentized Residual	Leverage
37	227.0	229.0	204.687	0.69	0.0628082

60	230.0	206.0	206.255	-0.01	0.0694114
87	253.0	242.0	218.275	0.70	0.132955

Average leverage of single data point = 0.02

Simple Regression - CO2 vs. ACCELERATION

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2
Independent variable: ACCELERATION

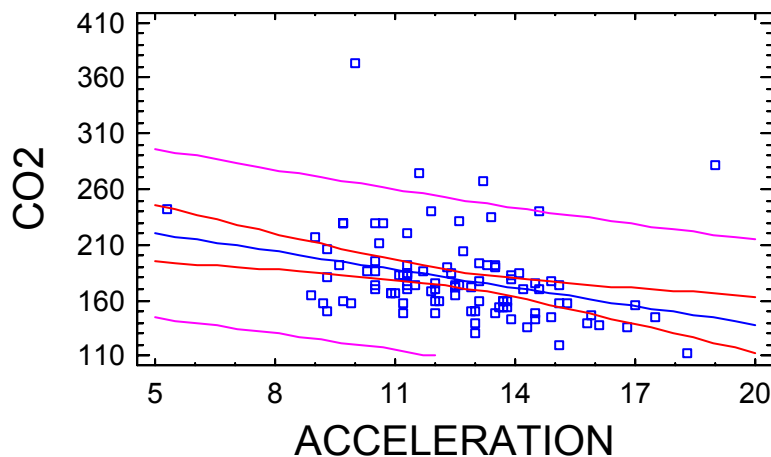
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	247.66	20.7932	11.9106	0.0000
Slope	-5.46187	1.63229	-3.34613	0.0012

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	14621.2	1	14621.2	11.20	0.0012
Residual	125362.0	96	1305.86		
Total (Corr.)	139983.0	97			

Correlation Coefficient = -0.323186
R-squared = 10.4449 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 9.51206 percent
Standard Error of Est. = 36.1366
Mean absolute error = 24.1241
Durbin-Watson statistic = 1.73386 (P=0.0897)
Lag 1 residual autocorrelation = 0.130875

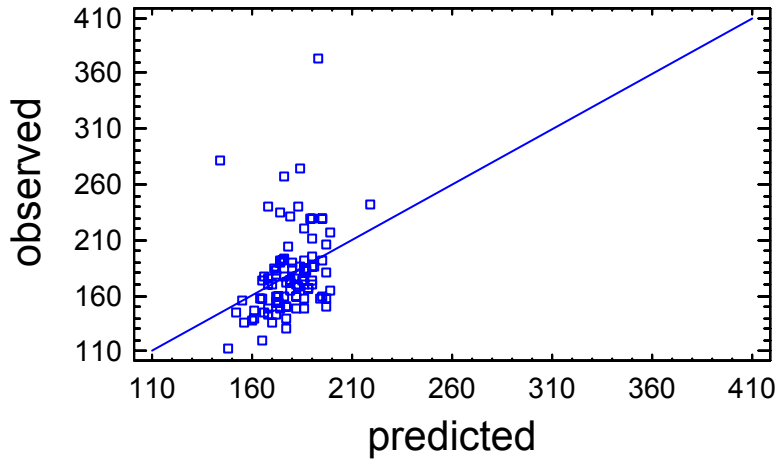
Plot of Fitted Model



Analysis of Variance with Lack-of-Fit

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	14621.2	1	14621.2	11.20	0.0012
Residual	125362.0	96	1305.86		
Lack-of-Fit	102856.0	54	1904.74	3.55	0.0000
Pure Error	22506.1	42	535.859		
Total (Corr.)	139983.0	97			

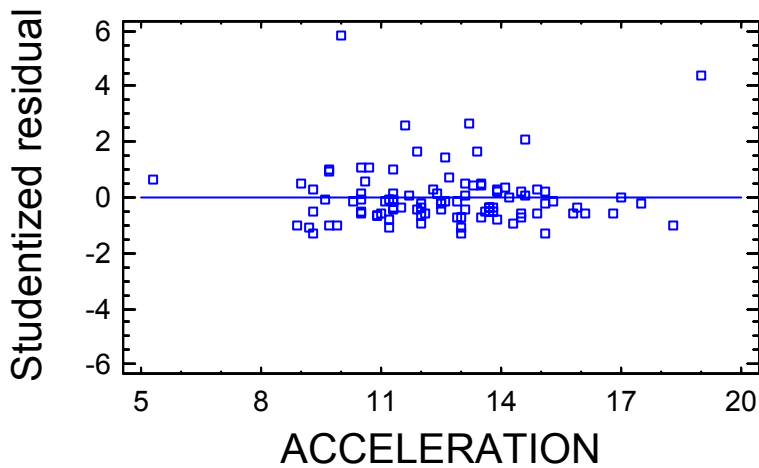
Plot of CO2



Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
5.3	218.712	142.895	294.529	194.157	243.266
19.0	143.884	68.8121	218.956	121.737	166.031

Residual Plot

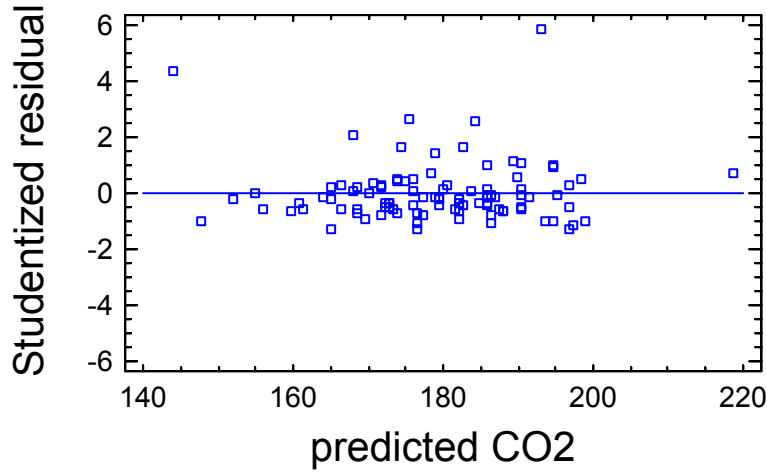


Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	0.4176	17.44%
Double reciprocal	-0.3943	15.55%
Multiplicative	-0.3812	14.53%
Exponential	-0.3748	14.05%
S-curve	0.3702	13.70%
Square root-Y	-0.3499	12.24%
Logarithmic-X	-0.3367	11.34%
Reciprocal-X	0.3345	11.19%
Square root-X	-0.3314	10.98%
Linear	-0.3232	10.44%

Logistic <no fit>
 Log probit <no fit>

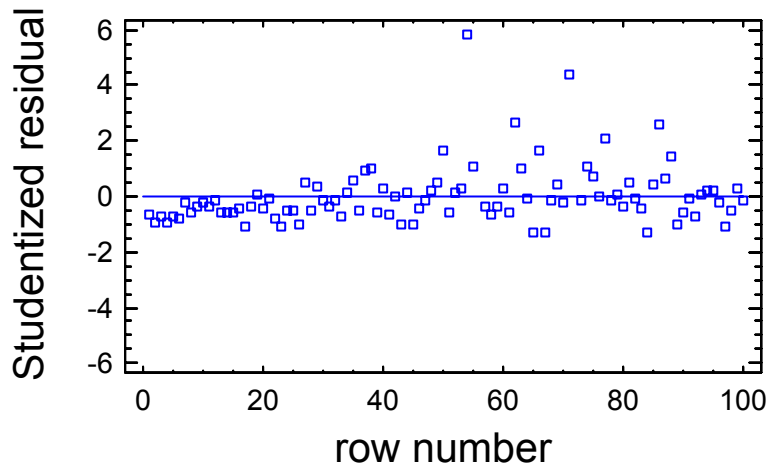
Residual Plot



Unusual Residuals

Row	X	Y	Predicted Y	Residual	Studentized Residual
54	10.0	373.0	193.041	179.959	5.85
62	13.2	268.0	175.563	92.4371	2.65
71	19.0	282.0	143.884	138.116	4.38
77	14.6	241.0	167.916	73.0837	2.08
86	11.6	274.0	184.302	89.6981	2.57

Residual Plot



Influential Points

Row	X	Y	Predicted Y	Studentized Residual	Leverage
71	19.0	282.0	143.884	4.38	0.0953288
87	5.3	242.0	218.712	0.68	0.117177
89	18.3	113.0	147.707	-1.00	0.0778782

 Average leverage of single data point = 0.0204082

Simple Regression - CO2 vs. FUEL

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

 Dependent variable: CO2
 Independent variable: FUEL

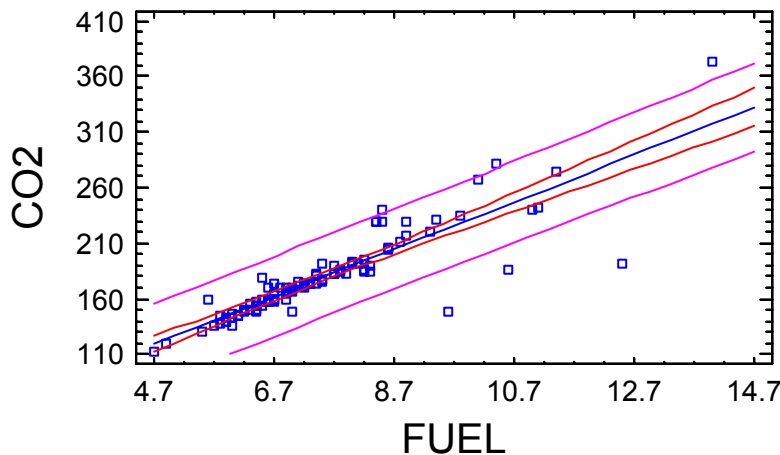
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	19.747	8.89747	2.2194	0.0288
Slope	21.2477	1.16343	18.2631	0.0000

 Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	109095.0	1	109095.0	333.54	0.0000
Residual	32054.0	98	327.082		
Total (Corr.)	141149.0	99			

 Correlation Coefficient = 0.879151
 R-squared = 77.2906 percent
 R-squared (adjusted for d.f.) = 77.0589 percent
 Standard Error of Est. = 18.0854
 Mean absolute error = 9.14988
 Durbin-Watson statistic = 1.68086 (P=0.0527)
 Lag 1 residual autocorrelation = 0.159024

Plot of Fitted Model

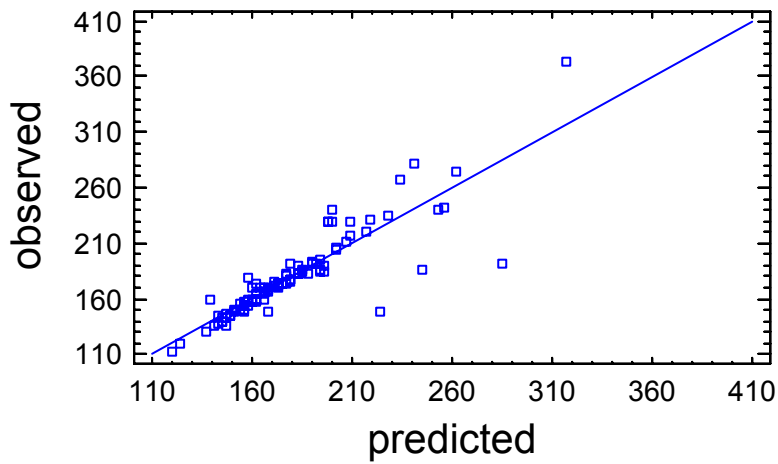


 Analysis of Variance with Lack-of-Fit

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	109095.0	1	109095.0	333.54	0.0000
Residual	32054.0	98	327.082		
Lack-of-Fit	30449.6	45	676.658	22.35	0.0000

Pure Error	1604.37	53	30.2711
Total (Corr.)	141149.0	99	

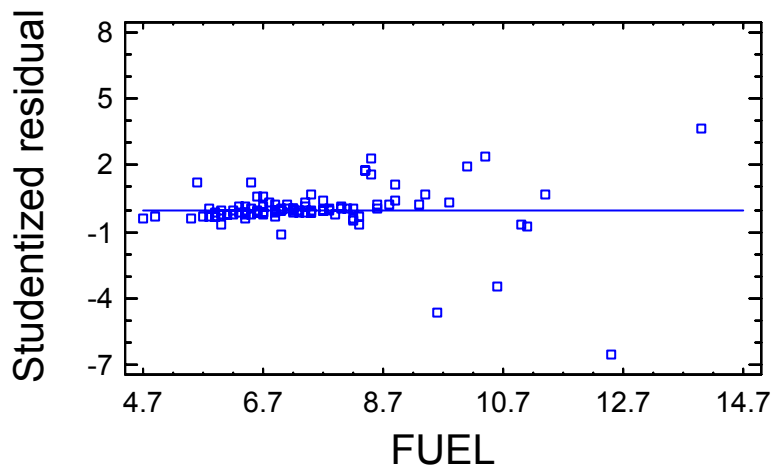
Plot of CO2



Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
4.7	119.611	82.9725	156.25	112.242	126.981
14.0	317.215	278.138	356.292	301.758	332.672

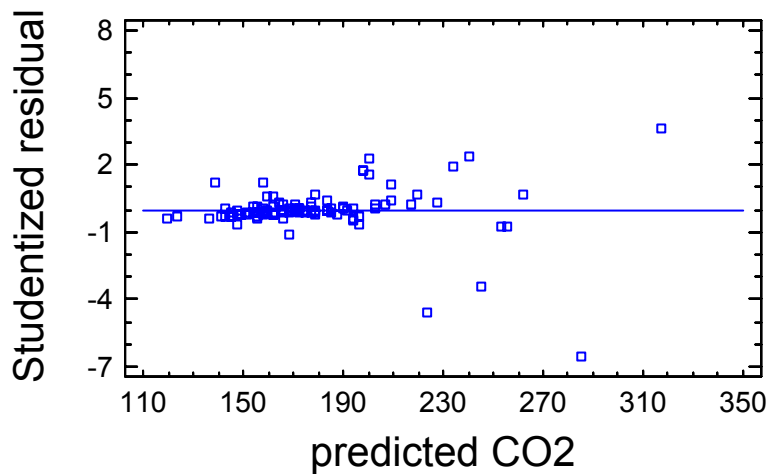
Residual Plot



Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Double reciprocal	0.9152	83.75%
Multiplicative	0.8981	80.66%
S-curve	-0.8971	80.47%
Square root-Y	0.8829	77.95%
Exponential	0.8802	77.47%
Square root-X	0.8793	77.31%
Linear	0.8792	77.29%
Logarithmic-X	0.8750	76.56%
Reciprocal-Y	-0.8590	73.78%
Reciprocal-X	-0.8537	72.87%
Logistic	<no fit>	
Log probit	<no fit>	

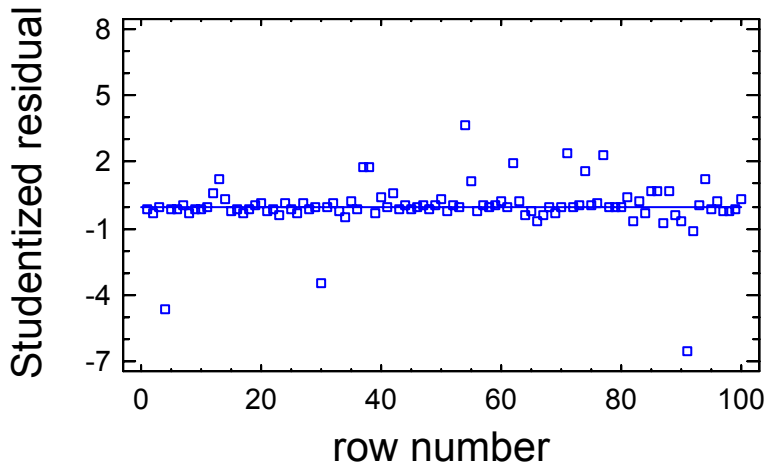
Residual Plot



Unusual Residuals

Row	X	Y	Predicted Y	Residual	Studentized Residual
4	9.6	149.0	223.725	-74.7252	-4.60
30	10.6	187.0	244.973	-57.9729	-3.47
54	14.0	373.0	317.215	55.7848	3.62
71	10.4	282.0	240.723	41.2766	2.39
77	8.5	241.0	200.353	40.6473	2.31
91	12.5	192.0	285.344	-93.3436	-6.55

Residual Plot



Influential Points

Row	X	Y	Predicted Y	Studentized Residual	Leverage
54	14.0	373.0	317.215	3.62	0.185489
66	11.0	241.0	253.472	-0.71	0.0610423
86	11.4	274.0	261.971	0.69	0.0733314
87	11.1	242.0	255.597	-0.78	0.0639904
91	12.5	192.0	285.344	-6.55	0.113954

Average leverage of single data point = 0.02

Simple Regression - CO2 vs. RESERVOIR

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: CO2

Independent variable: RESERVOIR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	40.2743	17.9495	2.24375	0.0271
Slope	2.59311	0.331231	7.8287	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	54309.0	1	54309.0	61.29	0.0000
Residual	86839.7	98	886.12		
Total (Corr.)	141149.0	99			

Correlation Coefficient = 0.620294

R-squared = 38.4764 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 37.8487 percent

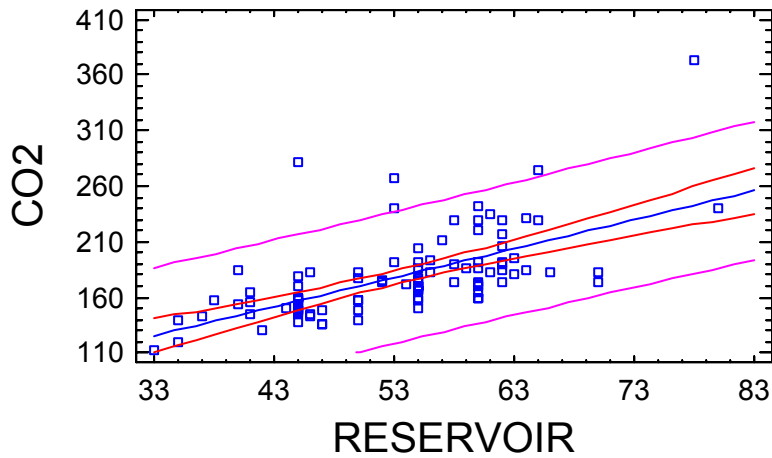
Standard Error of Est. = 29.7678

Mean absolute error = 20.4186

Durbin-Watson statistic = 1.64054 (P=0.0350)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.175604

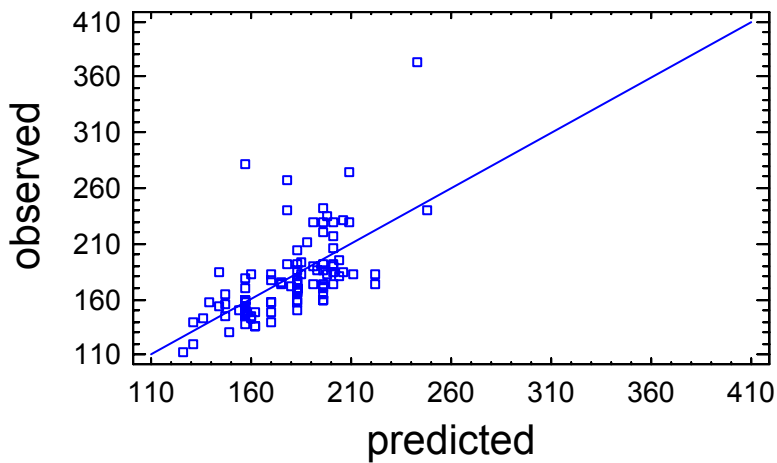
Plot of Fitted Model



Analysis of Variance with Lack-of-Fit

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	54309.0	1	54309.0	61.29	0.0000
Residual	86839.7	98	886.12		
Lack-of-Fit	44391.3	28	1585.4	2.61	0.0006
Pure Error	42448.5	70	606.406		
Total (Corr.)	141149.0	99			

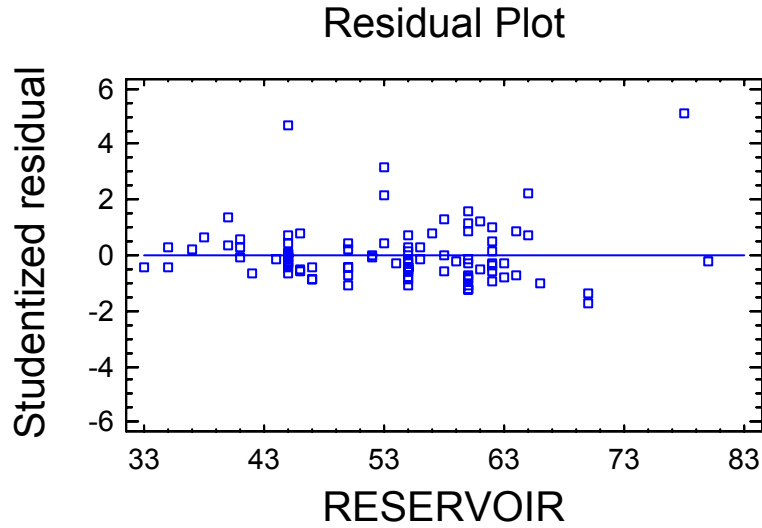
Plot of CO2



Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper

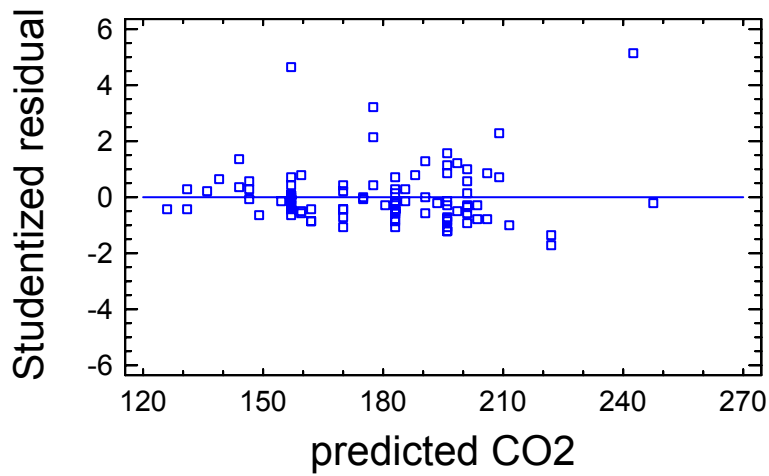
33.0	125.847	64.9776	186.716	111.17	140.524
80.0	247.723	185.841	309.605	229.292	266.154



Comparison of Alternative Models

Model	Correlation	R-Squared
Reciprocal-Y	-0.6889	47.45%
Double reciprocal	0.6883	47.37%
Exponential	0.6626	43.90%
Multiplicative	0.6552	42.93%
Square root-Y	0.6434	41.39%
S-curve	-0.6421	41.23%
Linear	0.6203	38.48%
Square root-X	0.6119	37.45%
Logarithmic-X	0.6024	36.29%
Reciprocal-X	-0.5803	33.68%
Logistic		<no fit>
Log probit		<no fit>

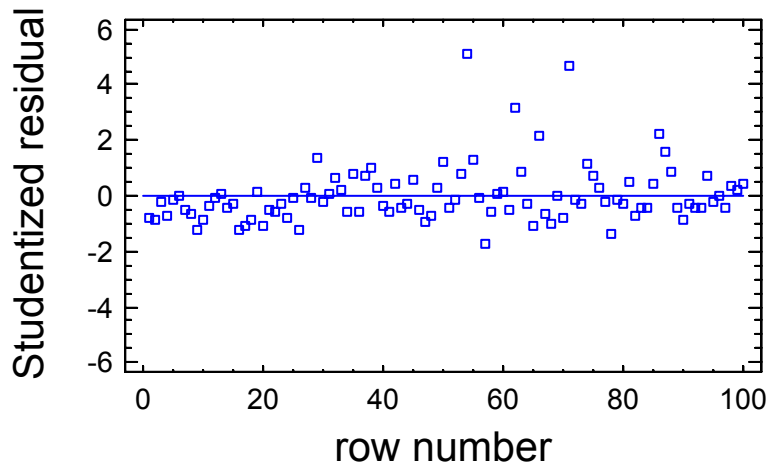
Residual Plot



Unusual Residuals

Row	X	Y	Predicted Y	Residual	Studentized Residual
54	78.0	373.0	242.537	130.463	5.14
62	53.0	268.0	177.709	90.291	3.19
66	53.0	241.0	177.709	63.291	2.18
71	45.0	282.0	156.964	125.036	4.67
86	65.0	274.0	208.826	65.1737	2.27

Residual Plot



Influential Points

Row	X	Y	Predicted Y	Studentized Residual	Leverage
54	78.0	373.0	242.537	5.14	0.0846837

77	80.0	241.0	247.723	-0.24	0.0973425
89	33.0	113.0	125.847	-0.44	0.0617286

Average leverage of single data point = 0.02

Multiple Regression - CO2

Multiple Regression Analysis

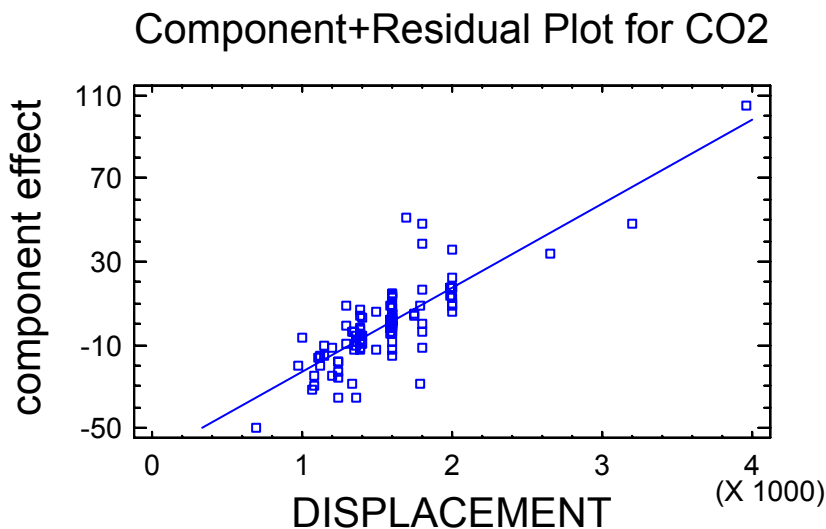
Dependent variable: CO2

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	18.9146	37.6636	0.502197	0.6168
DISPLACEMENT	0.0404299	0.00697148	5.79933	0.0000
ACCELERATION	3.40447	1.32172	2.57579	0.0116
FUEL	8.1716	1.52873	5.34537	0.0000
HORSEPOWER	0.447632	0.106125	4.21797	0.0001
RESERVOIR	0.057597	0.258056	0.223196	0.8239
SPEED	-0.346724	0.146188	-2.37177	0.0199
VALVES	-0.511682	0.373187	-1.37112	0.1738
WEIGHT	0.0107234	0.0136708	0.784403	0.4349

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	126542.0	8	15817.8	104.74	0.0000
Residual	13440.9	89	151.022		
Total (Corr.)	139983.0	97			

R-squared = 90.3982 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 89.5351 percent
Standard Error of Est. = 12.2891
Mean absolute error = 8.06711
Durbin-Watson statistic = 1.5957 (P=0.0196)
Lag 1 residual autocorrelation = 0.201937



Further ANOVA for Variables in the Order Fitted

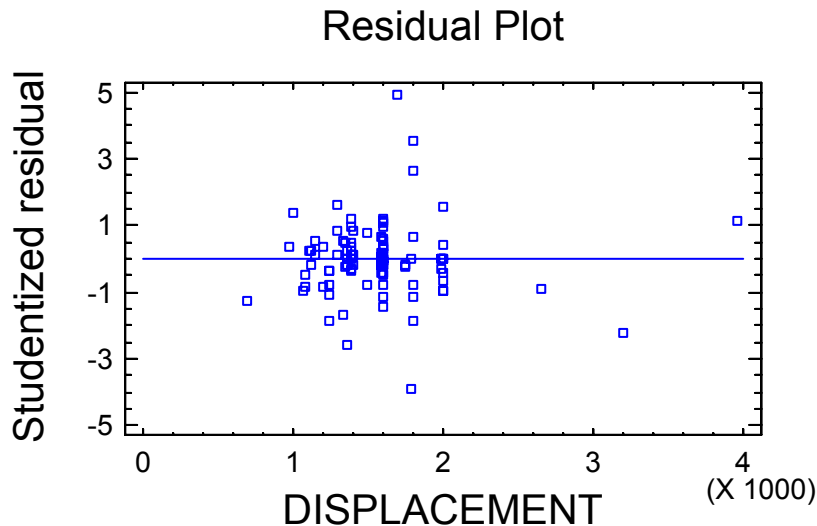
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
DISPLACEMENT	109368.0	1	109368.0	724.19	0.0000
ACCELERATION	2513.7	1	2513.7	16.64	0.0001
FUEL	11069.2	1	11069.2	73.30	0.0000
HORSEPOWER	2480.85	1	2480.85	16.43	0.0001

RESERVOIR	11.3077	1	11.3077	0.07	0.7850
SPEED	749.692	1	749.692	4.96	0.0284
VALVES	257.191	1	257.191	1.70	0.1953
WEIGHT	92.9216	1	92.9216	0.62	0.4349

Model	126542.0	8			

95.0% confidence intervals for coefficient estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit
CONSTANT	18.9146	37.6636	-55.9224	93.7515
DISPLACEMENT	0.0404299	0.00697148	0.0265777	0.0542821
ACCELERATION	3.40447	1.32172	0.778238	6.0307
FUEL	8.1716	1.52873	5.13405	11.2092
HORSEPOWER	0.447632	0.106125	0.236764	0.658501
RESERVOIR	0.057597	0.258056	-0.455156	0.57035
SPEED	-0.346724	0.146188	-0.637196	-0.0562514
VALVES	-0.511682	0.373187	-1.2532	0.229833
WEIGHT	0.0107234	0.0136708	-0.0164402	0.0378871

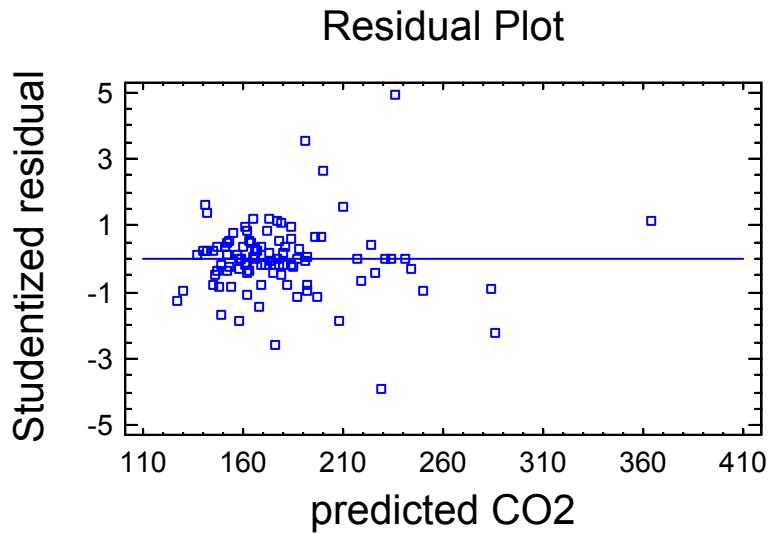


Correlation matrix for coefficient estimates

	CONSTANT	DISPLACEMENT	ACCELERATION	FUEL
CONSTANT	1.0000	-0.2674	-0.8775	-0.1647
DISPLACEMENT	-0.2674	1.0000	0.3082	-0.3757
ACCELERATION	-0.8775	0.3082	1.0000	-0.0774
FUEL	-0.1647	-0.3757	-0.0774	1.0000
HORSEPOWER	0.0853	-0.0639	0.3128	-0.4262
RESERVOIR	0.0432	-0.0006	-0.0075	-0.0798
SPEED	-0.8576	0.2789	0.6072	0.2101
VALVES	-0.2230	0.0399	0.1613	0.0931
WEIGHT	0.2255	-0.5160	-0.3632	-0.0058

	HORSEPOWER	RESERVOIR	SPEED	VALVES
CONSTANT	0.0853	0.0432	-0.8576	-0.2230
DISPLACEMENT	-0.0639	-0.0006	0.2789	0.0399
ACCELERATION	0.3128	-0.0075	0.6072	0.1613
FUEL	-0.4262	-0.0798	0.2101	0.0931
HORSEPOWER	1.0000	0.1220	-0.3779	-0.0912
RESERVOIR	0.1220	1.0000	-0.2897	-0.0196
SPEED	-0.3779	-0.2897	1.0000	0.0730
VALVES	-0.0912	-0.0196	0.0730	1.0000
WEIGHT	-0.3081	-0.4945	-0.0944	-0.0912

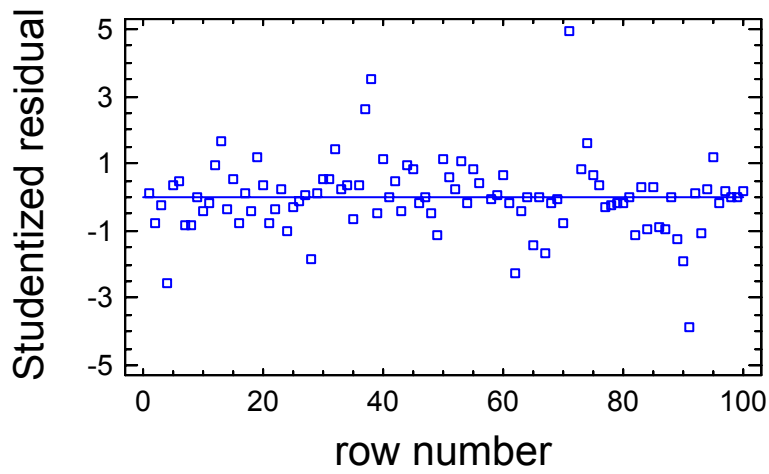
	WEIGHT
CONSTANT	0.2255
DISPLACEMENT	-0.5160
ACCELERATION	-0.3632
FUEL	-0.0058
HORSEPOWER	-0.3081
RESERVOIR	-0.4945
SPEED	-0.0944
VALVES	-0.0912
WEIGHT	1.0000



Regression Results for CO2

Upper 95.0% CL Row for Mean	Fitted Value	Std. Error for Forecast	Lower 95.0% CL for Forecast	Upper 95.0% CL for Forecast	Lower 95.0% CL for Mean

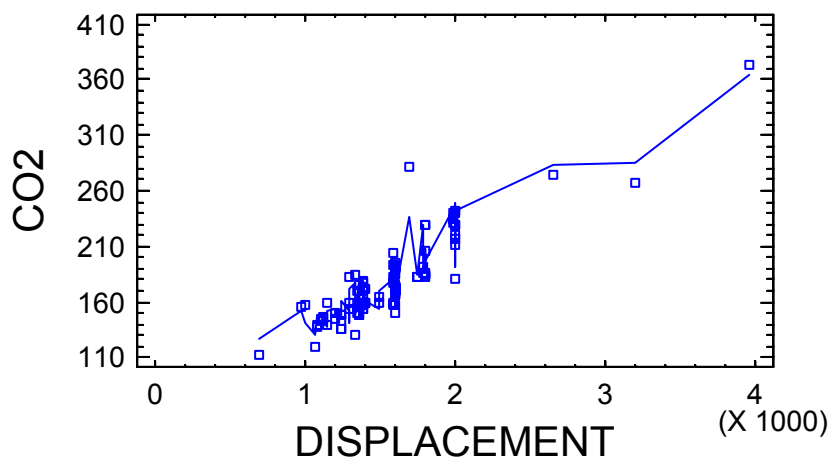
Residual Plot



Unusual Residuals

Row	Y	Predicted Y	Residual	Studentized Residual
4	149.0	176.11	-27.1098	-2.58
37	229.0	199.52	29.4798	2.61
38	230.0	190.924	39.0762	3.53
62	268.0	285.953	-17.9526	-2.25
71	282.0	236.05	45.9495	4.92
91	192.0	228.805	-36.805	-3.88

Plot of CO2 with Predicted Values



Influential Points

Row	Leverage	Mahalanobis Distance	DFITS
4	0.219633	26.0294	-1.36609

28	0.148569	15.7616	-0.783079
37	0.101669	9.87518	0.878881
38	0.0819419	7.57885	1.05319
50	0.62151	156.65	1.45432
62	0.557494	119.957	-2.5203
71	0.27223	34.92	3.01009
77	0.42774	70.7661	-0.240708
87	0.541451	112.366	-1.04413
91	0.311469	42.4375	-2.61267

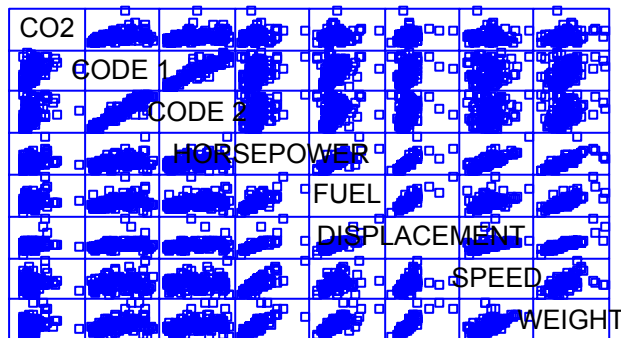
Average leverage of single data point = 0.0918367

Multiple-Variable Analysis

Analysis Summary

Data variables:
CO2
CODE 1
CODE 2
HORSEPOWER
FUEL
DISPLACEMENT
SPEED
WEIGHT

There are 86 complete cases for use in the calculations.



Summary Statistics

HORSEPOWER	CO2 FUEL	CODE 1 DISPLACEMENT	CODE 2	
Count	86	86	86	86
Average	180,395	45,4767	48,0814	103,14

7,4407	1575,74			
Median	172,0	44,5	46,5	101,5
7,15	1592,5			
Standard deviation	38,1018	26,9246	28,8975	
34,4271	1,51101	431,788		
Standard error	4,10862	2,90336	3,11609	
3,71237	0,162936	46,5609		
Range	237,0	96,0	99,0	215,0
9,3	3258,0			
Std. skewness	8,23358	0,371916	0,469113	
5,98645	5,4659	10,0182		
Std. kurtosis	13,6751	-2,10669	-2,17095	
9,30115	6,8981	22,9314		

	SPEED	WEIGHT
Count	86	86
Average	178,651	1196,62
Median	178,5	1184,5
Standard deviation	21,8453	240,551
Standard error	2,35564	25,9393
Range	116,0	1270,0
Std. skewness	2,13724	3,5624
Std. kurtosis	1,59993	3,67722

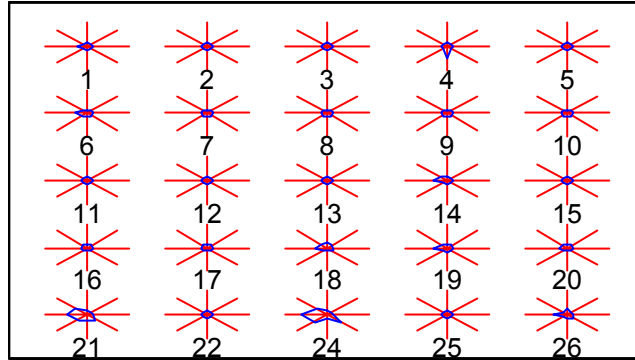
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	24	25	26

95,0 percent confidence intervals

	Mean	Std. error	Lower limit	Upper limit
CO2	180,395	4,10862	172,226	188,564
CODE 1	45,4767	2,90336	39,7041	51,2494
CODE 2	48,0814	3,11609	41,8858	54,277
HORSEPOWER	103,14	3,71237	95,7583	110,521
FUEL	7,4407	0,162936	7,11674	7,76466
DISPLACEMENT	1575,74	46,5609	1483,17	1668,32
SPEED	178,651	2,35564	173,968	183,335
WEIGHT	1196,62	25,9393	1145,04	1248,19

	Sigma	Lower limit	Upper limit
CO2	38,1018	33,1348	44,8343
CODE 1	26,9246	23,4147	31,6821
CODE 2	28,8975	25,1304	34,0036
HORSEPOWER	34,4271	29,9392	40,5103
FUEL	1,51101	1,31403	1,778
DISPLACEMENT	431,788	375,5	508,084

SPEED	21,8453	18,9975	25,7053
WEIGHT	240,551	209,193	283,056



Correlations

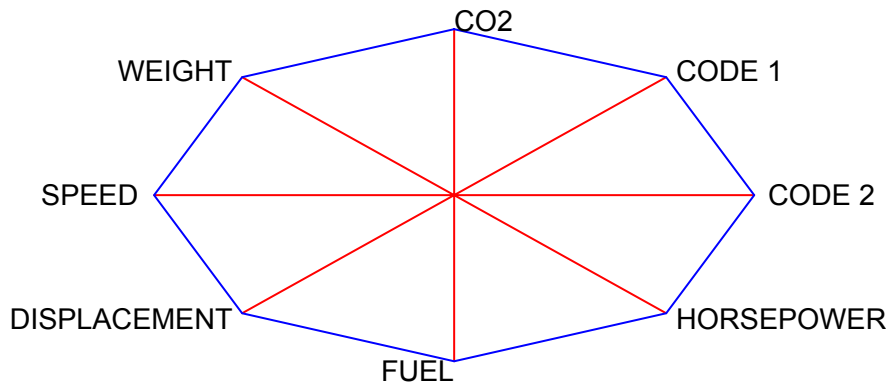
HORSEPOWER	CO2 FUEL	CODE 1 DISPLACEMENT	CODE 2
CO2		0,3754	0,3116
0,2372	0,2358	0,2482	
86)	(86)	(86)	(86)
0,0279	0,0289	0,0004	0,0035
		0,0212	
CODE 1	0,3754		0,9120
0,3234	0,2728	0,2687	
86)	(86)	(86)	(86)
0,0024	0,0004		0,0000
	0,0110	0,0124	
CODE 2	0,3116	0,9120	
0,2705	0,2222	0,1944	
86)	(86)	(86)	(86)
0,0118	0,0035	0,0000	
	0,0398	0,0729	
HORSEPOWER	0,2372	0,3234	0,2705
0,7322	0,7349		
(86)	(86)	(86)	(86)
0,0000	0,0279	0,0024	0,0118
	0,0000		
FUEL	0,2358	0,2728	0,2222
0,7322		0,8436	
86)	(86)	(86)	(86)
0,0000	0,0289	0,0110	0,0398
		0,0000	
DISPLACEMENT	0,2482	0,2687	0,1944
0,7349	0,8436		

86)	(86)	(86)	(86)	(
0,0000	0,0212	0,0124	0,0729	
SPEED	0,0816	0,0880	0,0634	
0,7919	0,3837	0,4313		
86)	(86)	(86)	(86)	(
0,0000	0,4553	0,4202	0,5621	
WEIGHT	0,2344	0,3014	0,2293	
0,7568	0,7554	0,8500		
86)	(86)	(86)	(86)	(
0,0000	0,0299	0,0048	0,0337	

	SPEED	WEIGHT
--	-------	--------

CO2	0,0816	0,2344
	(86)	(86)
	0,4553	0,0299
CODE 1	0,0880	0,3014
	(86)	(86)
	0,4202	0,0048
CODE 2	0,0634	0,2293
	(86)	(86)
	0,5621	0,0337
HORSEPOWER	0,7919	0,7568
	(86)	(86)
	0,0000	0,0000
FUEL	0,3837	0,7554
	(86)	(86)
	0,0003	0,0000
DISPLACEMENT	0,4313	0,8500
	(86)	(86)
	0,0000	0,0000
SPEED		0,5238
		(86)
		0,0000
WEIGHT	0,5238	
	(86)	
	0,0000	

Correlation
(Sample Size)
P-Value



Spearman Rank Correlations

HORSEPOWER	CO2 FUEL	CODE 1 DISPLACEMENT	CODE 2
CO2 0,2141	0,2090	0,4698 0,2477 (86)	0,3984
86)	(86)	(86)	(86)
0,0483	0,0540	0,0000 0,0224	0,0002
CODE 1 0,3348	0,4698 0,3400 (86)	0,3872	0,9174
86)	(86)	(86)	(86)
0,0020	0,0000 0,0017	0,0004	0,0000
CODE 2 0,2707	0,3984 0,2914 (86)	0,9174 0,3247 (86)	(86)
86)	(86)	(86)	(86)
0,0126	0,0002 0,0072	0,0000 0,0028	
HORSEPOWER 0,7466	0,2141 0,9221 (86)	0,3348 (86)	0,2707
(86)	(86)		(86)
0,0000	0,0483 0,0000	0,0020	0,0126
FUEL 0,7466	0,2090 (86)	0,3400 0,8332 (86)	0,2914
86)	(86)	(86)	(86)
0,0000	0,0540	0,0017 0,0000	0,0072
DISPLACEMENT 0,9221	0,2477 0,8332 (86)	0,3872 (86)	0,3247
86)	(86)	(86)	(86)
0,0000	0,0224 0,0000	0,0004	0,0028
SPEED 0,8009	0,0838 0,4508 (86)	0,0710 0,6893 (86)	0,0401
			(86)

86)	(86)	(86)		
0,0000	0,4397	0,5128	0,7113	
WEIGHT	0,2266	0,3293	0,2678	
0,8478	0,8135	0,9071		
	(86)	(86)	(86)	(
86)	(86)	(86)		
0,0000	0,0367	0,0024	0,0136	
	0,0000	0,0000		

	SPEED	WEIGHT
---CO2	0,0838	0,2266
	(86)	(86)
	0,4397	0,0367
CODE 1	0,0710	0,3293
	(86)	(86)
	0,5128	0,0024
CODE 2	0,0401	0,2678
	(86)	(86)
	0,7113	0,0136
HORSEPOWER	0,8009	0,8478
	(86)	(86)
	0,0000	0,0000
FUEL	0,4508	0,8135
	(86)	(86)
	0,0000	0,0000
DISPLACEMENT	0,6893	0,9071
	(86)	(86)
	0,0000	0,0000
SPEED		0,6274
		(86)
		0,0000
WEIGHT	0,6274	
	(86)	
	0,0000	

Covariances

	CO2 FUEL	CODE 1 DISPLACEMENT	CODE 2
CO2 311,109	1451,75 13,5743	385,127 4083,17	343,097
	(86)	(86)	(86)
86)	(86)	(86)	(
CODE 1 299,803	385,127 11,0992	724,935 3123,69	709,62
	(86)	(86)	(86)
86)	(86)	(86)	(
CODE 2 269,083	343,097 9,70018	709,62 2425,16	835,064
	(86)	(86)	(86)
86)	(86)	(86)	(
HORSEPOWER 1185,23	311,109 38,0895	299,803 10924,8	269,083
	(86)	(86)	(86)
86)	(86)	(86)	(
FUEL	13,5743	11,0992	9,70018

38,0895	2,28315	550,388		
	(86)	(86)	(86)	(
86)	(86)	(86)		
DISPLACEMENT	4083,17	3123,69	2425,16	
10924,8	550,388	186441,0		
	(86)	(86)	(86)	(
86)	(86)	(86)		
SPEED	67,8925	51,78	40,0052	
595,579	12,6638	4068,02		
	(86)	(86)	(86)	(
86)	(86)	(86)		
WEIGHT	2147,92	1951,84	1593,62	
6267,81	274,582	88288,6		
	(86)	(86)	(86)	(
86)	(86)	(86)		

	SPEED	WEIGHT
CO2	67,8925 (86)	2147,92 (86)
CODE 1	51,78 (86)	1951,84 (86)
CODE 2	40,0052 (86)	1593,62 (86)
HORSEPOWER	595,579 (86)	6267,81 (86)
FUEL	12,6638 (86)	274,582 (86)
DISPLACEMENT	4068,02 (86)	88288,6 (86)
SPEED	477,218 (86)	2752,34 (86)
WEIGHT	2752,34 (86)	57864,8 (86)

Covariance
(Sample Size)

Partial Correlations

HORSEPOWER	CO2 FUEL	CODE 1 DISPLACEMENT	CODE 2
CO2 0,0581	0,0004	0,1888 0,0471 (86)	-0,0640 (86)
86)	(86)	(86)	(
CODE 1 0,1103	0,1888 -0,0843 (86)	0,0415	0,8920 (86)
86)	(86)	(86)	(
CODE 2 0,0258	-0,0640 0,0571 (86)	0,8920 -0,0872 (86)	(
86)	(86)	(86)	
HORSEPOWER 0,4238	0,0581 0,1407	0,1103	0,0258

(86)	(86)	(86)	(86)	
FUEL	0,0004	-0,0843	0,0571	
0,4238	(86)	0,4635	(86)	(
86)		(86)		
DISPLACEMENT	0,0471	0,0415	-0,0872	
0,1407	0,4635	(86)	(86)	(
86)	(86)			
SPEED	-0,0579	-0,1183	-0,0085	
0,8011	-0,3390	-0,1255	(86)	(
86)	(86)	(86)		
WEIGHT	-0,0058	0,0787	-0,0342	
0,1055	0,0621	0,5451	(86)	(
86)	(86)	(86)		

	SPEED	WEIGHT
CO2	-0,0579 (86)	-0,0058 (86)
CODE 1	-0,1183 (86)	0,0787 (86)
CODE 2	-0,0085 (86)	-0,0342 (86)
HORSEPOWER	0,8011 (86)	0,1055 (86)
FUEL	-0,3390 (86)	0,0621 (86)
DISPLACEMENT	-0,1255 (86)	0,5451 (86)
SPEED		0,1160 (86)
WEIGHT	0,1160 (86)	