

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ-ΠΕΙΡΑΙΑ

Ελευθερία Γεωρ. Λεμπέση

ΕΡΓΑΣΙΑ
Που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής
του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών
ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση
Μεταπτυχιακού Διπλώματος
Ειδίκευσης στη Στατιστική
Μερικής Παρακολούθησης (Part-time)

Αθήνα
Ιούλιος 2009




ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Στην οικογένεια μου…

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Στέλιο Ψαράκη, για την υποστήριξη, την καθοδήγηση του και για την εμπιστοσύνη που επέδειξε αναθέτοντας μου την εκπόνηση του συγκεκριμένου θέματος. Επίσης, ευχαριστώ όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού τμήματος της Στατιστικής του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών, καθώς και το προσωπικό του τμήματος Ποιότητας Ατμόσφαιρας του ΥΠΕΧΩΔΕ για την συνεργασία και βοήθεια του.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Γεννήθηκα στην Αθήνα το 1977. Αποφοίτησα από το πρώτο Λύκειο Σαλαμίνας το 1995 και στη συνέχεια σπούδασα Μαθηματικά στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Ολοκλήρωσα τις προπτυχιακές σπουδές μου το 2003. Το 2007 ολοκλήρωσα τον κύκλο μαθημάτων του διετούς προγράμματος σπουδών του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη Στατιστική Μερικής Παρακολούθησης (Part-Time).

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ABSTRACT

Eleftheria Lempesi

STATISTICAL ANALYSIS OF THE ATMOSPHER QUALITY IN THE URBAN ENVIROMENT OF ATHENS-PIRAEUS

July 2009

In this specific study the research was dealing with the fact whether specific atmospheric pollutants, like the carbon monoxide (Co), the Ozone (O_3), the dioxide of nitrogen (NO_2), the suspended Particles (PM_{10}), are connected with factors ,as for example the circulatory movement, atmospheric conditions and locality. The corresponding theory that concerns in Parametric and Nonparametric statistical methods is used for this aim. The time period to which the data of the study is under examination dates from 1/1/2007 until 31/12/2007. Elements for the atmospheric pollution in Athens and Piraeus in the year 2007 are presented, but also for their time changes. Data on the concentration but also on the changes of pollutants, has allocated the Department of Quality of the Atmosphere which belongs in the Address of Control of the Atmospheric Pollutions and Noise (MINISTRY OF ENVIRONMENT PLANNING AND PUBLIC WORKS), have processed and presented with the help of Descriptive Statistics.

The effect of atmospheric pollutants in the public health of citizens of Athens and Piraeus, as it emerges though the results of the Statistical Correlations is significant. One of the most important matters in the effort of orientation to environmental policies is the citizens as a body to be convinced as to their necessity and effectiveness though information regarding the benefits resulting from the reduction of concentrations of pollution on economic level and on health matters.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ελευθερία Λεμπέση

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ-ΠΕΙΡΑΙΑ

Ιούλιος 2009

Στη συγκεκριμένη μελέτη ερευνήθηκε κατά πόσο συγκεκριμένοι ατμοσφαιρικοί ρύποι, όπως το μονοξείδιο του άνθρακα (Co),το όζον (O_3), το διοξείδιο του αζώτου (NO_2),τα αιωρούμενα σωματίδια (PM_{10}), συσχετίζονται με παράγοντες όπως π.χ. ,η κυκλοφοριακή κίνηση, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες και η τοποθεσία. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται η αντίστοιχη θεωρία που αφορά σε Παραμετρικές και Μη-Παραμετρικές τεχνικές της Στατιστικής Συμπερασματολογίας. Η χρονική περίοδος στην οποία αναφέρονται τα δεδομένα της μελέτης και εξετάζεται η στατιστική τους συσχέτιση είναι από 1/1/2007 έως 31/12/2007. Παρουσιάζονται στοιχεία για την ατμοσφαιρική ρύπανση της Αθήνας και του Πειραιά κατά το έτος 2007, αλλά και για τις χρονικές τους μεταβολές. Δεδομένα για τις συγκεντρώσεις, αλλά και για τις μεταβολές των ρύπων, που έχει διαθέσει το Τμήμα Ποιότητας της Ατμόσφαιρας, το οποίο ανήκει στη Διεύθυνση Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου (ΕΑΡΘ) του ΥΠΕΧΩΔΕ, έχουν επεξεργαστεί και παρουσιαστεί με τη βοήθεια της Περιγραφικής Στατιστικής.

Η επίδραση των ατμοσφαιρικών ρύπων στη δημόσια υγεία των πολιτών της Αθήνας και του Πειραιά, όπως διαφαίνεται μέσα από τα αποτελέσματα των στατιστικών συσχετίσεων είναι σημαντική. Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα στην προσπάθεια προσανατολισμού σε περιβαλλοντικές πολιτικές, είναι να πεισθεί το σύνολο των πολιτών για την αναγκαιότητα, την αποτελεσματικότητα και μέσα από ενημέρωση για τα οφέλη της μείωσης των συγκεντρώσεων της ρύπανσης σε οικονομικό επίπεδο σε θέματα υγείας.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ

2.1 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ 7

2.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ 8

2.3 ΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ 9

2.4 ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ 9

2.5 ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΟΥΣ ΚΙ ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ 12

2.5.1 Διοξείδιο του θείου (SO_2) 12

2.5.2 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO) 13

2.5.3 Διοξείδιο του Αζώτου (NO_2) 14

2.5.4 Όζον (O_3) 15

2.5.5Αιωρούμενα Σωματίδια (PM_{10}) 16

2.5.6 Βενζόλιο 17

2.5.7 Μόλυβδος (Pb) 18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ 21

3.2 ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ 22

3.3 ΌΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ 22

3.4 ΕΘΝΙΚΑ ΟΡΙΑ ΕΚΤΑΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ 24

3.5 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ 26

3.5.1 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ 26

3.5.2 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ 27

3.5.3 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ 27

3.5.4 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΜΟΛΥΒΔΟ 28

3.5.5 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΟΖΟΝ 28

3.5.6 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ 28

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

3.5.7 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΒΕΝΖΟΛΙΟ **29**
3.5.8 ΤΙΜΕΣ ΣΤΟΧΟΙ ΓΙΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΒΕΝΖΟ(α)ΠΥΡΕΝΙΟ **29**

3.6 ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2007 **30**
3.7 ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ **35**
3.8 ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ **36**
3.9 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΙΜΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΜΕ ΟΡΙΑ **37**
3.9.1 Σωματίδια ($ΑΣ_{10}$) **37**
3.9.2 Διοξείδιο του θείου **38**
3.9.3 Διοξείδιο του αζώτου **38**
3.9.4 Όζον **40**
3.9.5 Μονοξείδιο του άνθρακα **42**
3.9.6 Μόλυβδος **42**
3.9.7 Νικέλιο (Ni) , Αρσενικό (As), Κάδμιο (Cd) **42**
3.9.8 Βενζόλιο **43**
3.9.9 Βενζο(α)πυρένιο **43**

3.10 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ **44**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝΤΩΝ ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ

4.1 ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ (1994-2007) **47**
4.2 ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ **55**
4.3 ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2007 **61**
4.4 ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ **66**

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

5.1 ΟΖΟΝ **70**

5.2 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ **80**

5.3 ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ **90**

5.4 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ **101**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ **113**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ **ΣΕΛΙΔΑ**

Πίνακας 1: Μετρούμενοι ρύποι και μέθοδοι μέτρησης. 21

Πίνακας 2: Όρια εκτάκτων μέτρων. 26

Πίνακας 3:Τιμές ορίων για το διοξείδιο του θείου, σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/ΕΚ 26

Πίνακας 4:Τιμές ορίων για αιωρούμενα σωματίδια ($ΑΣ_{10}$) σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/ΕΚ 27

Πίνακας 5:Τιμές ορίων για το διοξείδιο του αζώτου, σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/ΕΚ.Τα όρια αυτά θα ισχύσουν από 1.1.2010 27

Πίνακας 6: Τιμές ορίων για μόλυβδο σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/ΕΚ 28

Πίνακας 7:Τιμές ορίων για το όζον, σύμφωνα με την οδηγία 2002/3/ΕΚ 28

Πίνακας 8:Τιμές ορίων για το μονοξείδιο του άνθρακα , σύμφωνα με την οδηγία 2000/69/ΕΚ 28

Πίνακας 9 :Τιμές ορίων για το βενζόλιο , σύμφωνα με την οδηγία 2000/69/ΕΚ. Το όριο θα ισχύσει από 1.1.2010. 29

Πίνακας10 :Τιμές στόχοι για το αρσενικό, κάδμιο, νικέλιο και βενζο(α)πυρένιο , σύμφωνα με την οδηγία 2004/107/ΕΚ. 29

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 11 :Διοξείδιο του θείου (SO_2)
(τιμές σε 24ωρη βάση σε μg/m^3-2007) 30

Πίνακας 12:Διοξείδιο του θείου (SO_2)
(τιμές σε ωριαία βάση σε μg/m^3-2007) 30

Πίνακας13 :Διοξείδιο του αζώτου (NO_2)
(τιμές σε ωριαία βάση σε μg/m^3 - 2007) 31

Πίνακας14 :Μονοξείδιο του αζώτου (NO)
(τιμές σε ωριαία βάση σε μg/m^3-2007) 31

Πίνακας15 :Όζον (O_3)
(τιμές σε 8ωρη κυλιόμενη βάση σε μg/m^3-2007) 32

Πίνακας 16 : Όζον (O_3)
(τιμές σε ωριαία βάση σε μg/m^3-2007) 33

Πίνακας 17 : Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
(τιμές σε 8ωρη βάση σε mg/m^3-2007) 33

Πίνακας 18:Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
(τιμές σε ωριαία βάση mg/m^3-2007) 34

Πίνακας 19 :Αιωρούμενα σωματίδια ($ΑΣ_{10}$)
(τιμές σε 24ωρη βάση σε μg/m^3-2007) 34

Πίνακας 20 :Αιωρούμενα σωματίδια ($ΑΣ_{2,5}$)
(τιμές σε 24ωρη βάση σε μg/m^3-2007) 35

Πίνακας 21 :Βενζόλιο (τιμές σε ωριαία βάση μg/m^3-2007) 35

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 22: Σύγκριση μέσων ετήσιων τιμών
$A\Sigma_{10}$ σε μg/m^3 ανά έτος με την οριακή τιμή. 37

Πίνακας 23: Σύγκριση μέσων ετήσιων τιμών NO_2
σε μg/m^3 ανά έτος με τις αντίστοιχες ενδεικτικές
οριακές τιμές. 39

Πίνακας 24: Ημερομηνίες και διάρκεια υπέρβασης
σε ώρες του ορίου συναγερμού ανά σταθμό
για το έτος 2007 41

Πίνακας 25: Ενδεικτικές μετρήσεις για Νικέλιο,
Αρσενικό και Κάδμιο, σε ng/m^3,
για το έτος 2004. 43

Πίνακας 26: Ενδεικτικές μετρήσεις για βενζο(α)πυρένιο ,
σε ng/m^3 για το έτος 2004. 44

Πίνακας 27: Σύγκριση μέσων ετήσιων τιμών NO_2
σε μg/m^3 ανά έτος με τις αντίστοιχες ενδεικτικές
οριακές τιμές. 51

Πίνακας 28: Σύγκριση μέσων ετήσιων τιμών $A\Sigma_{10}$σε μg/m^3
ανά έτος με την μέση ετήσια οριακή τιμή 40 μg/m^3 52

Πίνακας 29: Τιμές ορίων για το μονοξείδιο του
άνθρακα σύμφωνα με την οδηγία
2000/69/ΕΚ 54

Πίνακας 30:Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 71

Πίνακας 31: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του όζοντος
στο κέντρο της Αθήνας και του Πειραιά. 72

Πίνακας 32: .Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων
για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007. 72

Πίνακας 33: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη 73

Πίνακας 34: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του όζοντος στην ατμόσφαιρα τον χειμώνα και το καλοκαίρι από τον σταθμό του Πειραιά. 73

Πίνακας 35: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για χειμώνα και καλοκαίρι του έτους 2007 από τον σταθμό της οδού Πατησίων. 74

Πίνακας 36: Τάξεις μεγέθους (Ranks) για τις συγκεντρώσεις όζοντος τον χειμώνα και το καλοκαίρι 75

Πίνακας 37: Έλεγχος του Mann-Whitney U test στον έλεγχο υποθέσεων για την ύπαρξη διαφοράς των τιμών όζοντος μεταξύ χειμώνα-καλοκαιριού. 75

Πίνακας 38: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του έτους 2007 από τον σταθμό του Πειραιά. 77

Πίνακας 39: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη 77

Πίνακας 40: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του όζοντος στην ατμόσφαιρα για

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του έτους 2007 από τον σταθμό του Πειραιά. 77

Πίνακας 41 : Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του 2007 από τον σταθμό της Πατησίων 78

Πίνακας 42: Τάξεις μεγέθους (Ranks) για τις συγκεντρώσεις όζοντος την εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του έτους 2007 στην οδό Πατησίων. 79

Πίνακας 43: Έλεγχος του Mann-Whitney U test στον έλεγχο υποθέσεων για την ύπαρξη διαφοράς των τιμών όζοντος μεταξύ εργάσιμης – μη εργάσιμης ημέρας. 79

Πίνακας 44: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 81

Πίνακας 45: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO2) στο κέντρο της Αθήνας και του Πειραιά . 81

Πίνακας 46: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007 στον Πειραιά. 82

Πίνακας 47: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 83

Πίνακας 48: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO2) τον χειμώνα και τι καλοκαίρι από τον σταθμό του Πειραιά. 83

Πίνακας 49: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για χειμώνα και καλοκαίρι του έτους 2007 από τον σταθμό της οδού Πατησίων. 84

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 50: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 84

Πίνακας 51: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO2) τον χειμώνα και τι καλοκαίρι από τον σταθμό της Πατησίων. 85

Πίνακας 52: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του 2007 από τον σταθμό του Πειραιά. 86

Πίνακας 53: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 86

Πίνακας 54: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO2) για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στον σταθμό Πειραιά Ι. 87

Πίνακας 55: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του 2007 από τον σταθμό της Πατησίων. 88

Πίνακας 56: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 89

Πίνακας 57: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO2) για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στον σταθμό της Πατησίων. 89

Πίνακας 58: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 91

Πίνακας 59: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) για τον σταθμό της Πατησίων και του Πειραιά το έτος 2007. 91

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 60: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων του μονοξειδίου του άνθρακα για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007 στην Πατησίων. 92

Πίνακας 61: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 93

Πίνακας 62: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) τον χειμώνα και τι καλοκαίρι από τον σταθμό της Πατησίων. 93

Πίνακας 63: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων του μονοξειδίου του άνθρακα για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007 στον Πειραιά. 94

Πίνακας 64: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 95

Πίνακας 65: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) τον χειμώνα και τι καλοκαίρι από τον σταθμό του Πειραιά. 95

Πίνακας 66: Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή για τις διαφορές των μετρήσεων. 96

Πίνακας 67: Περιγραφική στατιστική. 97

Πίνακας 68: Συντελεστής συσχέτισης για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στην περιοχή του Πειραιά. 97

Πίνακας 69: Στατιστικός έλεγχος CO για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στην περιοχή του Πειραιά. 98

Πίνακας70: Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή για τις διαφορές των μετρήσεων στην Πατησίων. 99

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 71: Περιγραφική στατιστική. 99

Πίνακας 72: Συντελεστής συσχέτισης για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στην περιοχή του Πατησίων. 100

Πίνακας 73: Στατιστικός έλεγχος CO για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στην περιοχή της Πατησίων. 100

Πίνακας 74: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 102

Πίνακας 75: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων στο κέντρο της Αθήνας και του Πειραιά. 102

Πίνακας 76 :Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007. 104

Πίνακας 77: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη. 104

Πίνακας 78: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα τον χειμώνα και το καλοκαίρι από τον σταθμό του Πειραιά. 105

Πίνακας 79: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007. 106

Πίνακας 80: Τάξεις μεγέθους (Ranks) για τις συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων τον χειμώνα και το καλοκαίρι. 107

Πίνακας 81: Έλεγχος του Mann-Whitney U test στον έλεγχο υποθέσεων για την ύπαρξη διαφοράς των τιμών αιωρούμενων σωματιδίων μεταξύ χειμώνα-καλοκαιριού. 107

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 82: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του 2007 από τον σταθμό του Πειραιά. 108

Πίνακας 83: Τάξεις μεγέθους (Ranks) για τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων την εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του έτους 2007 στον Πειραιά. 109

Πίνακας 84 :Έλεγχος του Mann-Whitney U test στον έλεγχο υποθέσεων για την ύπαρξη διαφοράς των τιμών αιωρούμενων σωματιδίων μεταξύ εργάσιμης – μη εργάσιμης ημέρας στον Πειραιά. 109

Πίνακας 85: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του 2007 από τον σταθμό της Αριστοτέλους. 110

Πίνακας 86: Τάξεις μεγέθους (Ranks) για τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων την εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα . 111

Πίνακας 87: Έλεγχος του Mann-Whitney U test στον έλεγχο υποθέσεων για την ύπαρξη διαφοράς των τιμών αιωρούμενων σωματιδίων μεταξύ εργάσιμης – μη εργάσιμης ημέρας στον σταθμό της οδού Αριστοτέλους. του έτους 2007 στην οδό Αριστοτέλους. 111

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Σελίδα

Σχήμα 1 :Επεξήγηση της εφαρμογής της τιμής στόχου και οριακής τιμής με βάση τις οδηγίες της Ε.Ε 24

Σχήμα 2: Αριθμός ημερών για το 2007 με μέση ημερήσια τιμή $ΑΣ_{10}$ μεγαλύτερη από 50 μg/m^3 (Με κόκκινο χρώμα σχεδιάζονται οι περιπτώσεις στις οποίες σημειώθηκε υπέρβαση του ορίου.) 38

Σχήμα 3: Αριθμός ημερών για το 2007 με ωριαία τιμή όζοντος μεγαλύτερη από 180 μg/m^3 40

Σχήμα 4:. Μέσες ετήσιες τιμές μολύβδου στα $ΑΣ_{10}$ σωματίδια. 42

Σχήμα 5: Χρονόγραμμα για την διαχρονική μεταβολή των μέσων ετήσιων τιμών Όζοντος σε (μγρ/κ.μ). 49

Σχήμα 6: Χρονόγραμμα για την διαχρονική μεταβολή των μέσων ετήσιων τιμών Διοξειδίου του Αζώτου σε (μγρ/κ.μ) 50

Σχήμα 7: Ραβδόγραμμα για τη διαχρονική μεταβολή των μέσων ετήσιων τιμών $ΑΣ_{10}$ (μγρ/κ.μ) 52

Σχήμα 8: Ραβδόγραμμα για την διαχρονική μεταβολή

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

των μέσων ετήσιων τιμών Μονοξειδίου του Άνθρακα σε (mg/m^3) 53

Σχήμα 9: Ραβδόγραμμα για τη μεταβολή των μέσων μηνιαίων τιμών Όζοντος σε (μγρ/κ.μ) 56

Σχήμα 10: Χρονόγραμμα για τις μέσες μηνιαίες τιμές Όζοντος για το έτος 2007. 57

Σχήμα 11: Ραβδόγραμμα για την μηνιαία μεταβολή των μέσων μηνιαίων τιμών διοξειδίου του αζώτου σε (μγρ/κ.μ) 57

Σχήμα 12: Χρονόγραμμα για τις μέσες μηνιαίες τιμές NO_2 για το έτος 2007. 58

Σχήμα 13: Ραβδόγραμμα για την μηνιαία μεταβολή των μέσων μηνιαίων τιμών $ΑΣ_{10}$ σε (μγρ/κ.μ) για το έτος 2007. 59

Σχήμα 14: Χρονόγραμμα για τις μέσες μηνιαίες τιμές $ΑΣ_{10}$ για το έτος 2007. 59

Σχήμα 15: Ραβδόγραμμα για την μηνιαία μεταβολή των μέσων μηνιαίων τιμών CO σε (mg/m3) για το έτος 2007. 60

Σχήμα 16: Χρονόγραμμα για τις μέσες μηνιαίες τιμές CO για το έτος 2007. 60

Σχήμα 17: Ραβδόγραμμα για τις μέσες ημερήσιες τιμές των συγκεντρώσεων του CO(mg/m^3). 62

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Σχήμα 18: Ραβδόγραμμα για τις μέσες ημερήσιες τιμές των συγκεντρώσεων του O_3(μγρ/κ.μ). 63

Σχήμα 19: Ραβδόγραμμα για τις μέσες ημερήσιες τιμές των συγκεντρώσεων του NO2(μγρ/κ.μ). 64

Σχήμα 20: Ραβδόγραμμα για τις μέσες ημερήσιες τιμές των συγκεντρώσεων των $ΑΣ_{10}$(μγρ/κ.μ). 65

Σχήμα 21: Ωριαία μεταβολή CO στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007. 66

Σχήμα 22: Ωριαία μεταβολή NO_2 στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007. 67

Σχήμα 23: Ωραία μεταβολή O_3 στο σταθμό Λυκόβρυση για το έτος 2007. 68

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ραγδαία είναι η υποβάθμιση της ζωής των πολιτών στις μεγαλουπόλεις εξαιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, αλλά και της γενικότερης μόλυνσης του περιβάλλοντος. Το όνειρο για μία καλύτερη ζωή στα αστικά κέντρα κοντεύει να γίνει εφιάλτης ενώ ήδη είναι ορατές οι αλλαγές από την καταστροφή του περιβάλλοντος στην καθημερινότητα μας όπως οι επιπτώσεις που βιώνουμε από τις ακραίες καιρικές συνθήκες.

Είναι αναγκαίο, κατά συνέπεια, να γίνει συνείδηση σε όλους τους πολίτες ότι το ευρωπαϊκό μοντέλο ανάπτυξης δεν μπορεί να στηρίζεται στην εξάντληση των φυσικών πόρων και στην αδιαφορία για το περιβάλλον με το οποίο είμαστε άρρηκτα συνδεδεμένοι. Η καλή ποιοτική σύσταση της ατμόσφαιρας για την πόλη αποτελεί μία κατ' εξοχήν σημαντική διάσταση που παίζει αποφασιστικό ρόλο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων της. Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες της πόλης είναι αυτές που καθορίζουν τα επίπεδα υγείας, ευεξίας ψυχικής διάθεσης των κατοίκων, ενώ παράλληλα επηρεάζουν καθοριστικά την εμφάνιση και τη διάρκεια των κτισμάτων, των οικιστικών δομών, των μνημείων κλπ.

Ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα σήμερα κυρίως σε αστικές περιοχές, είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση. Η ταχύτατη αύξηση του πληθυσμού, ο πολλαπλασιασμός των μέσων παραγωγής και μεταφοράς, η εντεινόμενη βιομηχανική δραστηριότητα και η αστικοποίηση έχουν επιφέρει στο περιβάλλον των πόλεων σημαντική μεταβολή της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα. Όσον αφορά δε τις συγκεντρώσεις ρυπαντών επικίνδυνων για τον άνθρωπο και τα άλλα έμβια όντα (χλωρίδα και πανίδα), έχουν σε πολλές περιπτώσεις ξεπεράσει κατά πολύ τα επιτρεπτά όρια.

Προβλήματα όπως το φωτοχημικό νέφος, η όξινη βροχή, η αύξηση της εισερχόμενης υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας κ.ά. είναι άμεσα συνδεόμενα με την αύξηση των ρυπαντών στην ατμόσφαιρα. Όσον αφορά τον άνθρωπο, πολλά προβλήματα υγείας (αναπνευστικές δυσλειτουργίες, καρδιακά νοσήματα, καρκίνος θώρακα, δέρματος κ.ά.) συνδέονται με την ρύπανση της ατμόσφαιρας. Παρότι έχουν

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

εκδοθεί αρκετές ευρωπαϊκές οδηγίες ήδη από το 1996, η ατμοσφαιρική ρύπανση εξακολουθεί να παραμένει σε ανησυχητικά υψηλά επίπεδα με σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Με αυτά τα δεδομένα, γίνονται προσπάθειες με σκοπό την επίτευξη «επιπέδων ποιότητας του αέρα που δεν θα έχουν ουσιαστικές αρνητικές επιπτώσεις και κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον».

Όταν επικρατούν υψηλά επίπεδα ρύπανσης έχει επικρατήσει στην καθομιλουμένη να λέγεται ότι έχουμε «Νέφος». Αντίστοιχα στην Αγγλική γλώσσα μιλάμε για SMOG (αιθαλομίχλη). Η λέξη είναι σύνθετη και προέρχεται από τις λέξεις SMOke (αιθάλη) και foG (ομίχλη). Η βιομηχανική αιθαλομίχλη προκαλείται σχεδόν αποκλειστικά από την κατανάλωση καυσίμων υλών, ειδικά κάρβουνου, σε στάσιμες πηγές όπως είναι οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας και τα χυτήρια. Τα βασικά συστατικά της βιομηχανικής αιθαλομίχλης είναι τα οξείδια του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια. Συνδυάζεται συνήθως με υψηλή σχετική υγρασία και συχνά ονομάζεται και *Νέφος Αιθαλομίχλης*. Αντίθετα, η ατμοσφαιρική ρύπανση σε πολλές πόλεις προκαλείται από εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου και υδρογονανθράκων τα οποία με την παρουσία του ηλιακού φωτός αντιδρούν μεταξύ τους σχηματίζοντας την *φωτοχημική αιθαλομίχλη*. Αν και υπάρχει συμβολή από στάσιμες πηγές, η φωτοχημική αιθαλομίχλη συνδέεται κυρίως με εκπομπές από τροχοφόρα. Παρόλο που η ατμοσφαιρική ρύπανση δεν μπορεί να θεωρηθεί αποκλειστικό προνόμιο της σύγχρονης εποχής, μια σειρά από μεγάλα επεισόδια τις τελευταίες δεκαετίες μας υπενθύμισαν το μέγεθος του προβλήματος και την ανάγκη ελέγχου της ποιότητας του αέρα που αναπνέουμε.

Οι κυριότεροι ρύποι που συνιστούν τη μόλυνση της ατμόσφαιρας είναι : το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), ο μόλυβδος (Pb), τα οξείδια του αζώτου(NOX), το όζον(O3), το διοξείδιο του θείου(SO2) και τα αιωρούμενα σωματίδια. Η μονάδα μέτρησης των ρύπων είναι μgr/m3 με εξαίρεση το CO που μετριέται σε mgr/m3, οι μετρήσεις είναι ωριαίες με εξαίρεση τον καπνό και το μόλυβδο που οι μετρήσεις τους είναι 24ωρες. Η προέλευση του κάθε ρύπου οφείλεται σε διάφορες πηγές, με διαφορετικό ποσοστό συμμετοχής στην παραγωγής του η κάθε μία. Η παραγωγή κάποιων ρύπων πολλές φορές είναι και έμμεση ως αποτέλεσμα αντιδράσεων των ήδη υπαρχόντων ρύπων μέσα στην ατμόσφαιρα σε ορισμένες συνθήκες (π.χ. υψηλή θερμοκρασίας, ηλιοφάνεια κλπ).

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Η μέτρηση των ρύπων γίνεται από ειδικούς σταθμούς μέτρησης. Η ακρίβεια και η συνέχεια των μετρήσεων που προσφέρουν οι σταθμοί είναι απαραίτητες για τον καθορισμό και την τήρηση των ορίων των ρύπων σε επίπεδα έτσι ώστε να διασφαλίζεται η δημόσια υγεία και η ισορροπία του φυσικού περιβάλλοντος.

Σκοπός της συλλογής των παραπάνω δεδομένων είναι η πληρέστερη στατιστική μελέτη των ρύπων της ατμόσφαιρας και η κατανόηση της χημείας τους μέσα σε αυτήν. Εντοπίζονται με αυτό τον τρόπο οι πηγές που ευθύνονται για την υπερβολική αύξηση των ρύπων και τα ποσοστά επιρροής τους ώστε να γίνει εφικτός ο έλεγχος και ο περιορισμός της ρυπογόνου δράσης τους με τα κατάλληλα τεχνικά μέτρα και την κατοχύρωση των τελευταίων με την ανάλογη νομοθεσία. Στην εργασία αυτήν παρουσιάζονται και επεξεργάζονται στατιστικά δεδομένα μετρήσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων που αφορούν την περιοχή της Αττικής. Στο πρώτο μέρος της εργασίας γίνεται μία γενική παρουσίαση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Επίσης γίνονται κάποιες στοιχειώδεις παρατηρήσεις με βάση τους μέσους ημερήσιους όρους (για τα έτη 1994-2007) των σταθμών του Λεκανοπεδίου, όπως του Πειραιά, Αμαρουσίου, Πατησίων (πηγές δεδομένων: Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.-Τμήμα Ποιότητας Ατμόσφαιρας). Σημειώνεται ότι τα συμπεράσματα αυτά δεν παρέχουν ακρίβεια, όμως χρησιμεύουν προς την κατεύθυνση που μπορεί να κινηθεί μία έρευνα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και για την ανίχνευση των προβλημάτων και των αναγκών της. Έτσι αιτιολογείται η ανάγκη για την περαιτέρω στατιστική ανάλυση.

Για τη στατιστική ανάλυση των τιμών των ρύπων αλλά και ευρύτερα κάθε χαρακτηριστικού ή συστατικού της ατμόσφαιρας χρησιμοποιούνται παραμετρικές και *μη-παραμετρικές* στατιστικές τεχνικές. Η στατιστικές αυτές τεχνικές είναι ικανοποιητικής ακρίβειας, εύκολα εφαρμόσιμες σε πραγματικά δεδομένα και παρέχουν αποτελέσματα για τα βασικά ερωτήματα, που απασχολούν κατά την έρευνα της ποιότητας της ατμόσφαιρας μιας ευρύτερης περιοχής, όπως το Λεκανοπέδιο της Αττικής. Στατιστικοί έλεγχοι υποθέσεων για την ύπαρξη ή όχι διαφορών στις τιμές των ρύπων που οφείλονται σε παράγοντες, όπως η θέση του σταθμού μέτρησης, η εποχή κατά την οποία καταγράφονται οι συγκεντρώσεις τους, η συγκεκριμένη ημέρα της εβδομάδας (εργάσιμη ή μη εργάσιμη), με την βοήθεια της Στατιστικής Συμπερασματολογίας.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Στην παρούσα εργασία στο δεύτερο κεφάλαιο δίδεται ο ορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ο εντοπισμός της ατμοσφαιρικής μόλυνσης στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας και της ευρύτερης Αττικής καθώς κι η χωρική κατανομή των πηγών ρύπανσης. Επίσης γίνεται μία σύντομη αξιολόγηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Αττικής. Παρουσιάζονται οι πιο σημαντικοί ρύποι, με τα κύρια φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά τους για την περιοχή της Αττικής, δηλαδή αυτοί των οποίων οι συγκεντρώσεις ξεπερνούν τα ισχύοντα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας, δίνονται οι πηγές από τις οποίες προέρχονται, οι σταθμοί κι οι μέθοδοι μετρήσεις τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο τίθενται τα «όρια εκτάκτων μέτρων», για τον περιορισμό της ρύπανσης σε περιπτώσεις που κυρίως λόγω εξαιρετικά δυσμενών μετεωρολογικών συνθηκών, αναμένεται αύξηση των τιμών ρύπανσης. Παρουσιάζονται οι επιδράσεις που προκαλούν στην ανθρώπινη υγεία και γενικότερα στο περιβάλλον. Επίσης γίνεται καταγραφή των ρύπων μέσα από το δίκτυο των σταθμών μέτρησης που έχει εγκαταστήσει το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ για σε διάφορες περιοχές του Λεκανοπεδίου και η σύγκριση των τιμών τους με τα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας. Τέλος γίνεται μια σύντομη αξιολόγηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης για την κατάσταση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ανά ρύπο στην Αθήνα κατά το έτος 2007.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι χρονικές διακυμάνσεις των τιμών των βασικότερων ατμοσφαιρικών ρύπων. Το Τμήμα Ποιότητας της Ατμόσφαιρας του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ έχει διαθέσει στοιχεία για τις μέσες ημερήσιες και για τις μέσες ωριαίες τιμές των συγκεντρώσεων των ρύπων για το έτος 2007. Έχουν χρησιμοποιηθεί ακόμα οι μέσες ετήσιες τιμές των βασικών ρύπων για τα έτη 1994 έως 2007, ώστε να γίνει οι παρουσίαση της διαχρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων τους στην ατμόσφαιρα. Για τη διαχρονική, τη μηνιαία και την ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων έχουν χρησιμοποιηθεί όλες οι διαθέσιμες συγκεντρώσεις του έτους 2007. Για την ημερήσια μεταβολή έχει χρησιμοποιηθεί δείγμα μεγέθους ίσου με το 10% του συνολικού πληθυσμού των διαθέσιμων μετρήσεων. Τέλος οι χρονικές διακυμάνσεις των ρύπων παρουσιάζονται με την βοήθεια γραφικών παραστάσεων της Περιγραφικής Στατιστικής, με χρονογράμματα και ραβδογράμματα.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Στο πέμπτο κεφάλαιο εξετάζουμε το πώς συνδέονται οι παράγοντες που πιθανότατα φαίνεται να επηρεάζουν τις συγκεντρώσεις των ρύπων όπως η εποχή, η τοποθεσία και η ημέρα της εβδομάδας(εργάσιμη ή μη εργάσιμη) με τις μεταβολές των συγκεντρώσεων των ρύπων. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια των Ελέγχων Υποθέσεων της Παραμετρικής και μη Παραμετρικής Στατιστικής Συμπερασματολογίας. Επίσης σε κάθε έλεγχο επιλέγεται κατάλληλο δείγμα από τις μέσες ημερήσιες και ωριαίες τιμές των συγκεντρώσεων των βασικών ρύπων για το έτος 2007.

Τέλος στο κεφάλαιο έξι αναφέρονται τα κυριότερα ευρήματα των προηγούμενων κεφαλαίων, γίνεται αναλυτικός σχολιασμός τους, συγκρίσεις των τιμών των αερίων με ισχύοντα όρια υπέρβασης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και δίνονται τελικά συμπεράσματα για την ατμοσφαιρική ρύπανση σε σχέση με τους παράγοντες που την προκαλούν και καταγράφονται προτάσεις με βάση την παρούσα έρευνα για περαιτέρω σχετική μελέτη.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ

2.1 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Ατμοσφαιρική ρύπανση καλείται η παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια, που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της δομής, της σύστασης και των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και τα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας δεν αποτελεί καινούριο φαινόμενο. Η συχνότητα και ένταση του φαινόμενου μεγιστοποιήθηκε στο δεύτερο μισό του περασμένου αιώνα και μέχρι σήμερα. Ωστόσο υπάρχουν ενδιαφέρουσες ιστορικές μαρτυρίες για την ύπαρξή του αρκετούς αιώνες πριν.

Μπορούμε να ορίσουμε την ατμοσφαιρική ρύπανση, εκείνη την κατάσταση της ατμόσφαιρας στην οποία υπάρχουν ουσίες σε συγκεντρώσεις αρκετά υψηλότερες από τα συνηθισμένα επίπεδα, ώστε να προκαλέσουν ένα μετρήσιμο ανεπιθύμητο αποτέλεσμα στους ανθρώπους, τα οικοσυστήματα και τα υλικά. Με τον όρο ουσίες, εννοούμε κάθε χημικό στοιχείο ή ένωση, φυσικής ή ανθρώπινης προέλευσης. Οι ουσίες αυτές είναι δυνατόν να υπάρχουν στην ατμόσφαιρα υπό μορφή αερίων, υγρών σταγονιδίων ή στερεών σωματιδίων.
Κατά τις τελευταίες δεκαετίες συμβαίνει συχνά οι συγκεντρώσεις διαφόρων αέριων ρύπων σε μία περιοχή να αποκτήσουν υπερβολικά υψηλές τιμές για περιόδους μερικών ωρών ή ημερών, οπότε έχουμε τα λεγόμενα “επεισόδια ατμοσφαιρικής ρύπανσης”.

Η συνειδητοποίηση της ανάγκης για έλεγχο της ποιότητας του αέρα που αναπνέουμε, επικέντρωσε το επιστημονικό ενδιαφέρον τις τελευταίες δεκαετίες

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

στη μελέτη της συμπεριφοράς μιας σχετικά μικρής ομάδας ατμοσφαιρικών ρύπων. Είναι οι αποκαλούμενοι ρύποι-κριτήρια, για τους οποίους ισχύουν θεσμοθετημένα πρότυπα συγκέντρωσης και θεωρούνται ότι συμβάλλουν σημαντικά στα φαινόμενα ατμοσφαιρικής ρύπανσης, φωτοχημικής και μη. Βασικοί ρύποι-κριτήρια είναι οι εξής: CO, NO, O_3, SO, Pb. Επίσης, τις τελευταίες δεκαετίες μελετώνται συστηματικά πτητικές ή ημιπτητικές οργανικές ενώσεις, όπως είναι τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) και οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs), ενώ παρακολουθούνται τα επίπεδα των PM_{10} και $PM_{2,5}$ σωματιδίων, ιδιαίτερα όσον αφορά την έντονη παρουσία τους στο αστικό περιβάλλον μεγαλουπόλεων.

2.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ

Πρωτογενείς ρύποι: αυτοί που εκπέμπονται απ' ευθείας από τις διάφορες κατηγορίες πηγών π.χ. NO, CO, SO_2

Δευτερογενείς ρύποι: αυτοί που δημιουργούνται στην ατμόσφαιρα μέσω χημικών δράσεων των πρωτογενών ρύπων και των φυσιολογικών συστατικών της ατμόσφαιρας π.χ. NO, O_3

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

2.3 ΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Η ατμοσφαιρική μόλυνση στο Λεκανοπέδιο Αθηνών και την Αττική, αποτελεί από τα βασικότερα προβλήματα, και από χρόνο σε χρόνο επιδεινώνεται. Το πρόβλημα, έχει πολλές όψεις, αλλά όλες καταλήγουν στον ίδιο κοινό παρανομαστή, δηλαδή την αλόγιστη χρήση των φυσικών πόρων με γνώμονα το ιδιωτικό κέρδος, και στην προκειμένη περίπτωση το κέρδος των αυτοκινητοβιομηχανιών και εταιρειών πετρελαιοειδών και ελαστικών που τους συμφέρει η χρήση του ΙΧ όσο αφορά την παραγωγή της ρύπανσης, αλλά και του κέρδους των εμπόρων Γής και κατοικίας σε κάθε επίπεδο που δημιούργησαν περιβάλλον που δεν υπάρχουν πλέον δυνατότητες αυτό καθαρισμού, αλλά αντίθετα επιδείνωσης της κατάστασης.

2.4 ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Η χωρική κατανομή των πηγών της ρύπανσης της ατμόσφαιρας στην Αττική παράγεται από συγκεκριμένες πηγές, οι οποίες είναι σε συγκεκριμένους χώρους. Έτσι, έχουμε ρύπανση από βιομηχανίες σε δύο είδη ρύπων, καυσαέρια από καύση πετρελαιοειδών και κυρίως μαζούτ και άλλα αέρια που προκύπτουν από τις βιομηχανικές διεργασίες, είτε σε μορφή χημικών ενώσεων είτε σε μορφή μικροσωματιδίων όπως η τσιμεντόσκονη. Τέτοιες περιοχές παραγωγής βιομηχανικής ρύπανσης παλαιότερα ήταν μέσα στον αστικό ιστό της πόλης (Μεταξουργείο, Γκάζι, Πειραιώς, Σεπόλια, Νέα Ιωνία, Αγ. Διονύσιος, Δραπετσώνα, Κερατσίνι, κλπ), ενώ τώρα περιβάλλει την πόλη στις παρυφές του Λεκανοπεδίου αλλά και έξω από αυτό στον ευρύτερο χώρο της Αττικής και των ομόρων Νομών.

Πρώτη είναι το Θριάσιο Πεδίο στο οποίο είναι συγκεντρωμένη η βαριά βιομηχανία (σιδηροβιομηχανίες, διυλιστήρια, και παλαιότερα παραγωγή τσιμέντου) αλλά και άλλες βιομηχανικές μονάδες. Δεύτερη περιοχή είναι η περιοχή Οινοφύτων στα σύνορα Αττικής και Βοιωτίας, σε συνδυασμό με την βιομηχανική περιοχή Χαλκίδας η οποία περιλαμβάνει και τσιμεντοβιομηχανία. Η βιομηχανική Ζώνη Οινοφύτων, δημιουργήθηκε από

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

την ανεπαρκή προσπάθεια αποκέντρωσης της βιομηχανίας των Αθηνών, για την οποία δόθηκαν κίνητρα για εγκατάσταση ή μετεγκατάσταση υπό τον όρο της εγκατάστασής της εκτός ορίων της Αττικής, και αυτές εγκαταστάθηκαν ακριβώς στα όρια, τόσο με την Βοιωτία όσο και με την Κορινθία. Τρίτη περιοχή είναι η επίσης «εκτός των ορίων Νομού Αττικής» περιοχή Αγίων Θεοδώρων Κορινθίας, με προεξάρχουσες μονάδες τα διυλιστήρια πετρελαίου. Τέταρτη περιοχή είναι η γραμμική ανάπτυξη βιομηχανιών επί της Εθνικής Οδού Αθηνών Λαμίας, από την Φιλαδέλφεια μέχρι το Καπανδρίτι και στην συνέχεια στην Αυλώνα. Εδώ περιλαμβάνονται διάφορες βιομηχανίες που εγκαταστάθηκαν λόγω φθηνής Γής, διαφόρων κλάδων. Πέμπτη περιοχή είναι η περιοχή Μεσογείων όπου από τον Σταυρό μέχρι το Κορωπί και στην συνέχεια γύρω από τους μεσογείτικους οικισμούς, με διάφορες βιομηχανίες. Έκτη περιοχή είναι η περιοχή Λαυρίου όπου παλιότερα υπήρξε βιομηχανική άνθιση με υφαντουργικές κ.α. βιομηχανίες, τώρα αναπτύσσεται η ΔΕΗ για παραγωγή ενέργειας με τον θερμοηλεκτρικό σταθμό Λαυρίου. Έβδομη περιοχή είναι η παλιά παραδοσιακή περιοχή της οδού Πειραιώς, του Μοσχάτου και του ίδιου του Πειραιά, η οποία άνθισε από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα μέχρι την δεκαετία του ’50. Ειδικά στον Πειραιά σημειώνεται η παραδοσιακή περιοχή της Δραπετσώνας και του Αγίου Διονυσίου από τις οποίες όμως έχουν κλείσει τώρα οι μεγάλες βαριές βιομηχανίες όπως τα Λιπάσματα με τα υαλουργεία και τα τσιμέντα, ενώ επαναλειτουργεί το εργοστάσιο της ΔΕΗ στο Κερατσίνι. Ως όγδοη περιοχή θα μπορούσε να αναφερθεί η περιοχή Ελαιώνα η οποία έχει αρκετές βιομηχανίες αλλά κυρίως έχει αποθήκες, πρακτορεία βαρέων μεταφορών, την Λαχαναγορά κ.α. Δεύτερον, η ρύπανση από κυκλοφορία. Αυτή παράγεται αφ’ ενός στο κέντρο (περιοχή μικρού δακτυλίου) και αφ’ ετέρου επί των μεγάλων αξόνων οδικής κυκλοφορίας (Εθνική Οδός, ιδίως περιοχή Περιστέρι-Αιγάλεω, Κηφισίας, παραλιακή, Συγγρού, Λένορμαν, Ιερά Οδός, Λ. Αθηνών και Λ. Καβάλας, Λ. Μεσογείων κ.α.). Ανάλογα με τον χαρακτήρα του οδικού άξονα έχουμε περισσότερο ή λιγότερο ρύπανση από πετρέλαιο ή από βενζίνη, ημερήσια ή και νυκτερινή ρύπανση κλπ. Στην ρύπανση από κυκλοφορία θα πρέπει να σημειωθεί η αύξηση της ρύπανσης στην περιφέρεια του Λεκανοπεδίου λόγω της λειτουργίας της Αττικής Οδού. Το ΥΠΕΧΩΔΕ αναγνωρίζει την αύξηση αυτή, ισχυρίζεται όμως ότι με την λειτουργία της Αττικής οδού θα ελαφρύνει

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

η κυκλοφορία στο κέντρο και θα μειωθεί συνολικά η ρύπανση, αυτό όμως δεν είναι αληθές εφ' όσον το ΙΧ αποτελεί το βασικό κυκλοφοριακό μέσο. Έτσι, η αύξησή του καλύπτει αμέσως την όποια ελάφρυνση λόγω της Αττικής οδού.

Η ρύπανση από κτήρια (κεντρική θέρμανση). Αυτή παράγεται ανάλογα με την πυκνότητα οίκησης σε όλη την Αττική, φυσικά οι πυκνές περιοχές είναι και οι πλέον βεβαρημένες όπως το κέντρο, η Κυψέλη, το Παγκράτι, οι Αμπελόκηποι, τα Πατήσια κλπ.

Ρύπανση από άλλες πηγές. Υπάρχουν πολλές πηγές όπως τα βενζινάδικα τα οποία ρυπαίνουν από την διαρροή της βενζίνης την ώρα της παροχής στα αυτοκίνητα, και αυτά είναι διάσπαρτα σε όλη την Αττική. Επίσης από παράνομες καύσεις απορριμάτων ιδίως στην περιοχή Ασπροπύργου πίσω από το Αιγάλεω, από τυχαίες πυρκαγιές βιομηχανικών κτηρίων και αποθηκών τα οποία καιόμενα παράγουν διάφορους ρυπαντές ανάλογα με το τι καίγεται (πλαστικά, ξυλεία, λάστιχα, χημικά προϊόντα κ.α.) πολλά από τα οποία είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα.

Ακόμη σημαντική πηγή όχι μόνο ρύπανσης αλλά και επιδείνωσης των δράσεων των υφιστάμενων ρυπαντών είναι όπως αναφέρθηκε, τα μικροσωματίδια από την σκόνη, που είχαν αυξηθεί λόγω των εκτεταμένων έργων της Ολυμπιάδας, αλλά και από άλλες πηγές όπως η αιθάλη από κακή ή ατελή καύση τα οποία έχουν την ιδιότητα να εισχωρούν και να επικάθονται στις κυψελίδες των πνευμόνων. Σε απλή περίπτωση θα είχαμε περιπτώσεις παρόμοιες των γνωστών επαγγελματικών ασθενειών των λατόμων ή των υφαντουργών όπως της πνευμονοκονίασης, εδώ όμως έχομε το γεγονός ότι τα μικροσωματίδια αυτά, που προέρχονται από ρυπασμένη ατμόσφαιρα, είναι φορείς των ρυπαντών που αναφέρθηκαν οι οποίοι είναι επικολλημένοι σ' αυτά, και έτσι αυτοί επικολλώνται στις κυψελίδες περισσότερο από ότι με την απλή αναπνοή, με ό,τι συνεπάγεται αυτό.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

2.5 ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΟΥΣ ΚΙ ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι έξι κύριοι ατμοσφαιρικοί ρύποι με τα κύρια φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά τους. Αναφέρονται οι δυσμενέστερες επιπτώσεις τους στη δημόσια υγεία και στην ισορροπία του περιβάλλοντος. Τα αίτια για την εμφάνιση ή υπερβολική αύξηση των τιμών τους στην ατμόσφαιρα περιγράφονται με ποσοστιαία έκφραση της υπαιτιότητας τους για την εμφάνιση των ρύπων.

ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ ΕΙΝΑΙ:

- Το Διοξείδιο του Θείου (SO_2)
- Το Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)
- Το Διοξείδιο του Αζώτου (NO_2)
- Το Όζον (O_3)
- Τα Αιωρούμενα Σωματίδια (PM_{10})
- Το Βενζόλιο (C_6H_6)
- Ο Μόλυβδος (Pb)

α) 2.5.1 Διοξείδιο του θείου (SO_2)

Είναι αέριο άχρωμο, άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις αλλά με έντονη ερεθιστική μυρωδιά σε πολύ ψηλές συγκεντρώσεις.

Πηγές

Κυριότερες πηγές προέλευσης του διοξειδίου του θείου είναι οι ηλεκτροπαραγωγοί σταθμοί, οι χημικές βιομηχανίες, τα διυλιστήρια πετρελαίου, οι κεντρικές θερμάνσεις και τα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν καύσιμο με ψηλή περιεκτικότητα σε θείο.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Επιδράσεις

Μακροχρόνια έκθεση στο διοξείδιο του θείου μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα, να τροποποιήσει τον αμυντικό μηχανισμό των πνευμόνων και να επιδεινώσει τυχόν υπάρχουσες καρδιοαγγειακές παθήσεις. Άτομα με καρδιοαγγειακές, χρόνιες πνευμονολογικές παθήσεις καθώς και μικρά παιδιά και ηλικιωμένοι είναι ιδιαίτερα ευπαθή σε τέτοιες συνθήκες. Υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα συμβάλλουν επίσης στη μείωση της ορατότητας, στην αύξηση της οξύτητας των λιμνών και των ποταμών και προκαλούν αλλοιώσεις στη βλάστηση και στα μέταλλα.

Συστάσεις

Σε περίπτωση υψηλών συγκεντρώσεων, τα άτομα που επηρεάζονται προτρέπονται όπως περιορίσουν τις διακινήσεις τους στους εξωτερικούς χώρους στον ελάχιστο δυνατό βαθμό και να συμβουλεύονται τον προσωπικό τους ιατρό.

β) 2.5.2 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι αέριο άοσμο, άχρωμο, άγευστο και ελαφρύτερο του αέρα. Είναι ο πλέον ευρέως διαδεδομένος ρύπος.

Πηγές

Κυριότερες πηγές προέλευσης του μονοξειδίου του άνθρακα είναι οι εξατμίσεις αυτοκινήτων, ιδιαίτερα σε κλειστούς χώρους στάθμευσης ή κατά μήκος δρόμων σε περίοδο κυκλοφοριακής αιχμής, και οι εξατμίσεις πάσης φύσεως μηχανών όταν συντελείται ατελής καύση. Άλλες πηγές είναι το καψάλισμα των χωραφιών και η καύση ελαστικών σε ανοικτούς χώρους.

Επιδράσεις

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Το μονοξείδιο του άνθρακα μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο σε βασικούς ιστούς του οργανισμού, επιδρώντας κυρίως στο καρδιοαγγειακό και νευρικό σύστημα.
Υψηλές συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα προκαλούν ζαλάδες, πονοκεφάλους και κόπωση. Υγιή άτομα εκτεθειμένα σε ψηλά επίπεδα, μπορεί να υποστούν προσωρινή μείωση της πνευματική τους διαύγειας καθώς και της όρασης τους.

Συστάσεις

Σε περίπτωση ψηλών συγκεντρώσεων, τα άτομα που επηρεάζονται προτρέπονται όπως περιορίσουν τις διακινήσεις τους στους εξωτερικούς χώρους όπου παρατηρείται η αύξηση, στον ελάχιστο δυνατό βαθμό και να συμβουλεύονται τον προσωπικό τους ιατρό.

γ) 2.5.3 Διοξείδιο του Αζώτου (NO_2)

Είναι αέριο με καφέ χρώμα, διαλυτό στο νερό, ισχυρό οξειδωτικό, με οξεία ερεθιστική οσμή. Εμπλέκεται και ενεργοποιεί τον φωτοχημικό κύκλο αντιδράσεων στην ατμόσφαιρα και το σχηματισμό έτσι της φωτοχημικής ρύπανσης. Σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι υπεύθυνο για την καφέ όψη του αστικού ουρανού.

Πηγές

Η καύση ορυκτών καυσίμων κυρίως σε αυτοκίνητα, σε ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς και κεντρικές θερμάνσεις παράγουν μεταξύ άλλων και μονοξείδιο του αζώτου (NO). Αυτό με διάφορες χημικές αντιδράσεις που ενισχύονται με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας και του όζοντος, μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου (NO_2).

Επιδράσεις

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα, ιδιαίτερα σε άτομα που υποφέρουν από άσθμα και σε παιδιά. Στους ασθματικούς προκαλεί δυσκολία στην αναπνοή. Συνδράμει επίσης στη δημιουργία του όζοντος στην τροπόσφαιρα και της όξινης βροχής, επηρεάζοντας έτσι αρνητικά τη βλάστηση.

Συστάσεις

Σε περίπτωση ψηλών συγκεντρώσεων, τα άτομα που επηρεάζονται προτρέπονται όπως περιορίσουν τις διακινήσεις τους στους εξωτερικούς χώρους στον ελάχιστο δυνατό βαθμό και να συμβουλεύονται τον προσωπικό τους ιατρό.

δ) 2.5.4 Όζον (O_3)

Το όζον είναι αέριο άχρωμο, βαρύτερο του αέρα με δριμεία οσμή. Είναι ισχυρότατο οξειδωτικό. Διαλύεται δύσκολα στο νερό γι' αυτό και μπορεί να διεισδύσει μέχρι τους πνεύμονες με όλες τις αρνητικές συνέπειες για την υγεία των ανθρώπων. Στην ανώτερη ατμόσφαιρα (στρατόσφαιρα) το όζον έχει ευεργετικό ρόλο γιατί απορροφά τις υπεριώδεις ακτινοβολίες (UV), προστατεύοντας μας έτσι από τις βλαβερές ακτίνες του ήλιου.

Πηγές

Το όζον σχηματίζεται στην κατώτερη ατμόσφαιρα (τροπόσφαιρα) ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων μεταξύ του οξυγόνου, πτητικών

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

οργανικών ενώσεων (VOCs), και οξειδίων του αζώτου (NOx) με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας.
Πηγές εκπομπής πρόδρομων ουσιών του όζοντος (VOCs και NOx) είναι τα οχήματα, τα χημικά εργοστάσια, τα χημικά διαλυτικά και τα βενζινάδικα.

Επιδράσεις

Το όζον σε ψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να ερεθίσει το αναπνευστικό σύστημα, προκαλώντας βήχα, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό και πόνο στο στήθος, φλεγμονή στους πνεύμονες και πιθανή επιδεκτικότητα σε μολύνσεις του αναπνευστικού.
Η υγεία των ατόμων που υποφέρουν από άσθμα μπορεί να επιδεινωθεί.
Το όζον έχει επίσης αρνητικές επιπτώσεις στις αγροτικές καλλιέργειες, δασική και άλλη βλάστηση.

Συστάσεις

Σε περίπτωση ψηλών συγκεντρώσεων τα άτομα που επηρεάζονται προτρέπονται όπως περιορίσουν τις διακινήσεις τους στους εξωτερικούς χώρους στον ελάχιστο δυνατό βαθμό και να συμβουλεύονται τον προσωπικό τους ιατρό.

ε) 2.5.5Αιωρούμενα Σωματίδια (PM_{10})

Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι μικρά τεμάχια ύλης σε στερεή ή υγρή φάση, που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ανάλογα με την προέλευση τους μπορούν να παρουσιάζουν ανομοιογένεια στη μορφή, μέγεθος και χημική σύσταση. Όσον πιο μικρά είναι τα σωματίδια, τόσο πιο πολύ αυξάνει η πιθανότητα εισχώρησης τους στην αναπνευστική περιοχή των πνευμόνων, όπου εναποτίθενται κυρίως στις

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

κυψελίδες των πνευμόνων και με την πάροδο του χρόνου επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία των ανθρώπων.

Πηγές

Οι κυριότερες πηγές εκπομπής αιωρουμένων σωματιδίων είναι οι διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες, τα αυτοκίνητα, οι πυρκαγιές, τα καψαλίσματα χωραφιών και άλλες γεωργικές δραστηριότητες, οι κατασκευές, η αιώρηση σκόνης λόγω ισχυρών ανέμων κλπ.

Επιδράσεις

Τα αιωρούμενα σωματίδια επηρεάζουν την αναπνοή και προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό σύστημα, στους πνεύμονες και στην καρδιά.
Τα παιδιά, τα άτομα που πάσχουν από άσθμα ή έχουν καρδιολογικά προβλήματα και οι ηλικιωμένοι, είναι ομάδες πληθυσμού ιδιαίτερα ευαίσθητες στην έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις αιωρουμένων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Όσον πιο μικρά είναι τα σωματίδια τόσον πιο επικίνδυνα είναι. Η επικινδυνότητά τους εξαρτάται επίσης από τη χημική τους σύσταση. Τα αιωρούμενα σωματίδια συμβάλλουν επίσης στη μείωση της ορατότητας.

Συστάσεις

Σε περίπτωση ψηλών συγκεντρώσεων, τα άτομα που επηρεάζονται προτρέπονται όπως περιορίσουν τις διακινήσεις τους στους εξωτερικούς χώρους στον ελάχιστο δυνατό βαθμό και να συμβουλεύονται τον προσωπικό τους ιατρό.

στ) 2.5.6 Βενζόλιο

Το βενζόλιο είναι μια πτητική οργανική ένωση (VOC) η οποία αποτελεί ένα από τα δευτερεύοντα συστατικά της βενζίνης .

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πηγές

Πηγές βενζολίου είναι τα πρατήρια βενζίνης και τα αυτοκίνητα διανομής της, καθώς επίσης και όλες οι μηχανές που χρησιμοποιούν βενζίνη σαν καύσιμο.

Επιδράσεις

Το βενζόλιο σαν αυτούσια ένωση μπορεί να προκαλέσει χρόνιες παθήσεις όπως καρκίνο, αταξία στο κεντρικό νευρικό σύστημα, ζημιές στη λειτουργία του ήπατος και των νεφρών, ανωμαλίες στην αναπαραγωγή και προβληματικές γεννήσεις.

Συστάσεις

Σε περίπτωση ψηλών συγκεντρώσεων τα άτομα που επηρεάζονται προτρέπονται όπως περιορίσουν τις διακινήσεις τους στους εξωτερικούς χώρους στον ελάχιστο δυνατό βαθμό και να συμβουλεύονται τον προσωπικό τους ιατρό.

ζ) 2.5.7 Μόλυβδος (Pb)

Ο μόλυβδος είναι μαλακό μέταλλο αργυρόχρουν και ανήκει στην κατηγορία των βαρέων μετάλλων. Ένα ποσοστό της σωματιδιακής σκόνης αποτελείται από σωματίδια μολύβδου.

Πηγές

Πηγές μολύβδου μπορεί να είναι τα διαφόρου τύπου μεταφορικά μέσα που χρησιμοποιούν μολυβδούχα βενζίνη, εργοστάσια που χρησιμοποιούν μόλυβδο ή ουσίες που περιέχουν μόλυβδο και χώροι που καίνε απορρίμματα.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Επιδράσεις

Υψηλά ποσοστά μολύβδου μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς την πνευματική ανάπτυξη και δραστηριότητα των ανθρώπων, τη λειτουργία των νεφρών και τη χημεία του αίματος.
Τα νεαρά άτομα διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εξαιτίας της μεγαλύτερης ευαισθησίας των νεανικών ιστών και οργάνων στο μόλυβδο.

Συστάσεις

Σε περίπτωση ψηλών συγκεντρώσεων τα άτομα που επηρεάζονται προτρέπονται όπως περιορίσουν τις διακινήσεις τους στους εξωτερικούς χώρους στον ελάχιστο δυνατό βαθμό και να συμβουλεύονται τον προσωπικό τους ιατρό.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ

Οι μετρούμενοι ρύποι καθώς και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται φαίνονται στον Πίνακα 1. Η μέτρηση των ρύπων γίνεται σε συνεχή βάση καθ' 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 στον κεντρικό υπολογιστή της Υπηρεσίας, μέσω τηλεφωνικής γραμμής και με αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η συνεχής παρακολούθηση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης της περιοχής.

Η μέτρηση του μαύρου καπνού αντικαταστάθηκε με τη μέτρηση των αιωρούμενων σωματιδίων ($ΑΣ_{10}$), σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Πίνακας 1: Μετρούμενοι ρύποι και μέθοδοι μέτρησης.

Ρύπος	Χρονική βάση μετρήσεων	Μέθοδος μέτρησης
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	1 ώρα	Απορρόφηση στο υπέρυθρο (NDIR)
Οξείδια του αζώτου (NO,NO2)	1 ώρα	Χημειοφωταύγεια
Όζον (O3)	1 ώρα	Απορρόφηση στο υπεριώδες
Διοξείδιο του θείου (SO2)	1 ώρα	Φθορισμομετρία
Αιωρούμενα σωματίδια ($ΑΣ_{10}$[1]–$ΑΣ_{2,5}$[2])	1 ώρα	Απορρόφηση β ακτινοβολίας
Βενζόλιο–Τολουόλιο–Αιθυλοβενζόλιο, m-p-oΞυλόλιο	1 ώρα	Αέρια χρωματογραφία (GC)

[1] $ΑΣ_{10}$: Αιωρούμενα σωματίδια με ισοδύναμη αεροδυναμική διάμετρο έως 10 μm (PM_{10})
[2] $ΑΣ_{2,5}$. Αιωρούμενα σωματίδια με ισοδύναμη αεροδυναμική διάμετρο έως 2.5μm($PM_{2.5}$)

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

3.2 ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Η βαθμονόμηση περιλαμβάνει τον έλεγχο της καλής λειτουργίας των οργάνων και τη ρύθμισή τους. Η βαθμονόμηση των αναλυτών αερίων ρύπων 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 βαθμονόμηση των αναλυτών αιωρούμενων σωματιδίων βασίζεται σε πρότυπα δείγματα γνωστής μάζας.

3.3 ΌΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

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

Οι οδηγίες που έχουν εκδοθεί μέχρι τέλους του 2004 και αφορούν στα νέα όρια είναι:

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Η οδηγία – πλαίσιο για την ατμοσφαιρική ρύπανση (οδηγία 1996/62/ΕΚ) για την εκτίμηση και διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος (ΚΥΑ 3277/209/2000, (ΦΕΚ 180/Β/17-2-2000)

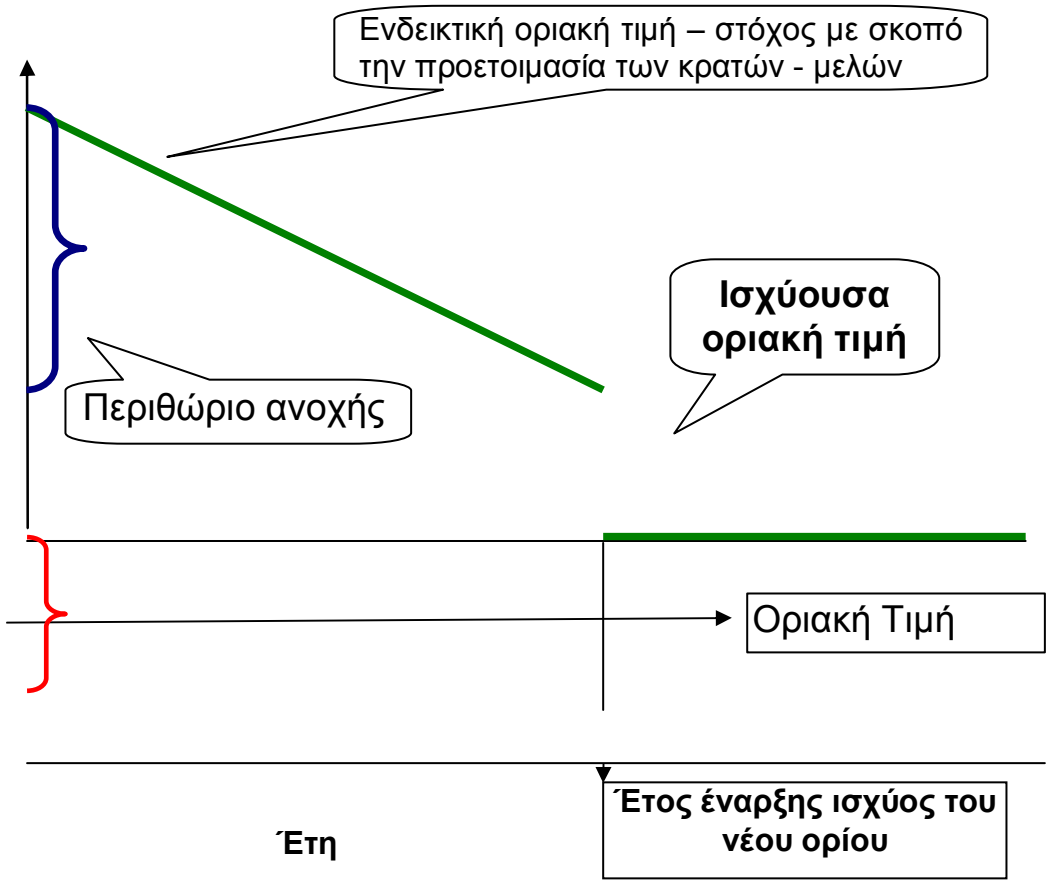
Η οδηγία 1999/30/ΕΚ για τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μόλυβδου, στον αέρα του περιβάλλοντος. (ΦΕΚ125/Β/ 5-6-02).Η οδηγία 2000/69/ΕΚ για τις οριακές τιμές βενζολίου και μονοξειδίου του άνθρακα στον αέρα του περιβάλλοντος. (ΚΥΑ 9238/332, ΦΕΚ 405Β/27.2.05).

Η οδηγία 2002/3/ΕΚ σχετικά με το όζον στον ατμοσφαιρικό αέρα. ΚΥΑ ΗΠ 38638/2016, ΦΕΚ 1334Β/21.9.05).

Οδηγία 2004/107/ΕΚ σχετικά με το αρσενικό, το κάδμιο, τον υδράργυρο, το νικέλιο και τους πολυκυκλικούς υδρογονάνθρακες στον ατμοσφαιρικό αέρα. (ΚΥΑ ΗΠ 22306/1075/Ε103, ΦΕΚ 920Β/8.6.07)

Με τις οδηγίες αυτές για κάθε ρύπο ορίζεται μία οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, με το αντίστοιχο έτος έναρξης ισχύος της . Παράλληλα δίνεται και ένα περιθώριο ανοχής, το οποίο αθροίζεται στην οριακή τιμή, δίνοντας έτσι την τιμή στόχο, η οποία ισχύει ενδεικτικά στο μεσοδιάστημα έως την θέση σε ισχύ της οριακής τιμής. Το περιθώριο ανοχής κάθε χρόνο μειώνεται, έτσι ώστε στην ημερομηνία ισχύος του νέου ορίου να μηδενιστεί. Επιπρόσθετα, τα κράτη μέλη πρέπει να εκπονούν και να υλοποιούν σχέδια δράσης για την προετοιμασία τους όσον αφορά στην επίτευξη και τήρηση των ορίων.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ



Σχήμα 1 :Επεξήγηση της εφαρμογής της τιμής στόχου και οριακής τιμής με βάση τις οδηγίες της Ε.Ε.

3.4 ΕΘΝΙΚΑ ΟΡΙΑ ΕΚΤΑΤΩΝ ΜΕΤΡΩΝ

Σύμφωνα με την Κ.Υ.Α 11824/1993 τίθενται «όρια εκτάκτων μέτρων», για τον περιορισμό της ρύπανσης σε περιπτώσεις που κυρίως λόγω εξαιρετικά δυσμενών μετεωρολογικών συνθηκών, αναμένεται αύξηση των τιμών ρύπανσης.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τα μέτρα λαμβάνονται όταν οι μετρούμενες τιμές υπερβούν ή προσεγγίσουν τα όρια εκτάκτων μέτρων (συναγερμού) και ταυτόχρονα υπάρχει πρόβλεψη για συνθήκες που ευνοούν τη διατήρηση ή αύξηση των τιμών ρύπανσης για τις επόμενες ή την επόμενη ημέρα.

Τα αρχικά όρια για τη λήψη εκτάκτων μέτρων, που αναφέρονται στην παραπάνω ΚΥΑ, τροποποιήθηκαν για τους ρύπους NO_2, SO_2 και O_3 με την εφαρμογή των Οδηγιών 1999/30/ΕΚ (ενσωμάτωση στο Εθνικό Δίκαιο με την Π.Υ.Σ. 34/30.5.2002) και 2002/3/ΕΚ.(ΚΥΑ ΗΠ 38638/2016, ΦΕΚ 1334Β/21.9.05)

Για το CO, σύμφωνα με την Οδηγία 2000/69/ΕΚ (ενσωμάτωση στο Εθνικό Δίκαιο με την Κ.Υ.Α. 9238/332/2004) δεν προβλέπεται όριο συναγερμού. Με το άρθρο 13 της ΚΥΑ 9238/332/2004, οι διατάξεις της ΚΥΑ 11824/1993 για τη λήψη εκτάκτων μέτρων που αναφέρονται στο CO καταργούνται.

Για τα αιωρούμενα σωματίδια ($ΑΣ_{10}$) δεν προβλέπεται από την κείμενη νομοθεσία τόσο την ευρωπαϊκή όσο και την ελληνική όριο συναγερμού.

Τα επικαιροποιημένα όρια λήψης εκτάκτων μέτρων που ισχύουν σήμερα για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Αθήνας, παρουσιάζονται παρακάτω.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΡΥΠΟΣ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΒΑΣΗ	ΟΡΙΟ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ	ΟΔΗΓΙΑ
Διοξείδιο του αζώτου (NO_2)	1 ώρα	400 μg/m^3 υπέρβαση της τιμής αυτής για 3 συνεχόμενες ώρες	1999/30/ΕΚ
Διοξείδιο του θείου (SO_2)	1 ώρα	500 μg/m^3 υπέρβαση της τιμής αυτής για 3 συνεχόμενες ώρες	1999/30/ΕΚ
Όζον (O_3)	1 ώρα	240 μg/m^3 υπέρβαση της τιμής αυτής για 3 συνεχόμενες ώρες	2002/3/ΕΚ

Πίνακας 2: Όρια εκτάκτων μέτρων

3.5 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

3.5.1 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ

Πίνακας 3:Τιμές ορίων για το διοξείδιο του θείου, σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/ΕΚ

	Οριακή τιμή
Μέση ωριαία τιμή, να μην υπερβαίνεται περισσότερο από 24 φορές το χρόνο	**350 μg/m^3**
Μέση ημερήσια τιμή, να μην υπερβαίνεται περισσότερο από 3 φορές το χρόνο	**125 μg/m^3**

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

3.5.2 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

Πίνακας 4:Τιμές ορίων για αιωρούμενα σωματίδια ($ΑΣ_{10}$) σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/ΕΚ

	Οριακή τιμή
Μέση ημερήσια τιμή, να μην υπερβαίνεται περισσότερο από 35 φορές το χρόνο	**50 μg/m^3**
Μέση ετήσια τιμή	**40 μg/m^3**

3.5.3 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Πίνακας 5:Τιμές ορίων για το διοξείδιο του αζώτου, σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/ΕΚ.Τα όρια αυτά θα ισχύσουν από 1.1.2010

	Ενδεικτικές οριακές τιμές, μg/m^3			Οριακή τιμή, μg/m^3
	2007	2008	2009	2010
Μέση ωριαία τιμή, να μην υπερβαίνεται περισσότερο από 18 φορές το χρόνο	**230**	**220**	**210**	**200**
Μέση ετήσια τιμή	**46**	**44**	**42**	**40**

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

3.5.4 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΜΟΛΥΒΔΟ

Πίνακας 6: Τιμές ορίων για μόλυβδο σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/ΕΚ

	Οριακή τιμή
Μέση ετήσια τιμή	**0,5 μg/m^3**

3.5.5 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΟΖΟΝ

Πίνακας 7:Τιμές ορίων για το όζον, σύμφωνα με την οδηγία 2002/3/ΕΚ

		Οριακή τιμή
Όριο ενημέρωσης	Μέση ωριαία τιμή	**180** μg/m^3
Όριο συναγερμού	Μέση ωριαία τιμή	**240** μg/m^3
Τιμή – στόχος για την προστασία της ανθρώπινης υγείας Έτος ισχύος 2010	Μέγιστη ημερήσια μέση 8ωρη τιμή, της οποίας **δεν πρέπει** να σημειώνεται **υπέρβαση** περισσότερες από **25 φορές ανά έτος για διάστημα 3 ετών**	**120** μg/m^3

3.5.6 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Πίνακας 8:Τιμές ορίων για το μονοξείδιο του άνθρακα , σύμφωνα με την οδηγία 2000/69/ΕΚ

	Οριακή τιμή
Μέγιστη ημερήσια οκτάωρη τιμή	**10 mg/m^3**

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

3.5.7 ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΒΕΝΖΟΛΙΟ

ΒΕΝΖΟΛΙΟ	**Ενδεικτική οριακή τιμή σε μg/m^3**			**Οριακή τιμή, μg/m^3**
	2007	**2008**	**2009**	**2010**
Μέση ετήσια τιμή	8	7	6	5

Πίνακας 9 :Τιμές ορίων για το βενζόλιο , σύμφωνα με την οδηγία 2000/69/ΕΚ
Το όριο θα ισχύσει από 1.1.2010

3.5.8 ΤΙΜΕΣ ΣΤΟΧΟΙ ΓΙΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΒΕΝΖΟ(α)ΠΥΡΕΝΙΟ

Πίνακας10 :Τιμές στόχοι για το αρσενικό, κάδμιο, νικέλιο και βενζο(α)πυρένιο , σύμφωνα με την οδηγία 2004/107/ΕΚ.
Οι τιμές στόχοι θα ισχύσουν από 31.12.2012

	Οριακή τιμή για			
	Αρσενικό	κάδμιο	νικέλιο	βενζο(α)πυρένιο
Μέση ετήσια τιμή	6 ng/m^3	5 ng/m^3	20 ng/m^3	1 ng/m^3

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

3.6 ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2007

Πίνακας 11 :Διοξείδιο του θείου (SO_2) (τιμές σε 24ωρη βάση σε μg/m^3-2007)

Σταθμοί	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Διάμεση Τιμή	98% τιμών < Από	Αριθμός ημερησίων τιμών > από 125 μg/m^3	% Πληρότητα
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	101	20	15	63	0	99,7
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-1	78	24	22	57	0	86,9
ΑΘΗΝΑΣ	34	9	7	29	0	91,3
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	28	9	8	23	0	82,8
Ν. ΣΜΥΡΝΗ	70	13	11	46	0	74
ΛΙΟΣΙΑ	55	10	7	35	0	94,5
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	46	12	10	40	0	78,1
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	52	9	4	45	0	98,6

Πίνακας 12:Διοξείδιο του θείου (SO_2) (τιμές σε ωριαία βάση σε μg/m^3-2007)

Σταθμοί	Μέγιστη τιμή	Διάμεση τιμή	98% τιμών < Από	Αριθμός ωριαίων τιμών > από 350 μg/m^3	% Πληρότητα
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	323	15	79	0	99,9
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-1	254	15	96	0	86,8
ΑΘΗΝΑΣ	116	6	36	0	90,3
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	128	7	33	0	82,2
Ν.ΣΜΥΡΝΗ	174	8	58	0	53,2
ΛΙΟΣΙΑ	251	5	59	0	93,5
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	163	8	52	0	78,2
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	303	3	53	0	98,6

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας13 :Διοξείδιο του αζώτου (NO_2) (τιμές σε ωριαία βάση σε μg/m^3 - 2007)

Σταθμοί	Μέγιστη Τιμή	Διάμεση Τιμή	98% τιμών < από	Αριθμός ωριαίων τιμών > από 200 μg/m^3	% Πληρότητα
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	340	98	203	192	97,6
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-1	296	72	138	3	86,8
ΑΘΗΝΑΣ	275	64	133	16	85,4
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	256	37	122	6	79,0
Ν.ΣΜΥΡΝΗ	270	33	113	2	90,0
ΛΙΟΣΙΑ	182	31	90	0	78,9
ΜΑΡΟΥΣΙ	256	20	96	2	82,3
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	287	37	108	5	78,0
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ	229	61	124	5	90,2
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	200	27	97	0	85,2
ΖΩΓΡΑΦΟΥ	124	12	62	0	79,1
ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	121	8	52	0	85,8
ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	175	17	68	0	99,2
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	153	52	87	0	91,3
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-2	193	47	111	0	67,5
ΓΟΥΔΙ	176	36	100	0	98,2

Πίνακας14 :Μονοξείδιο του αζώτου (NO) (τιμές σε ωριαία βάση σε μg/m^3-2007)

Σταθμοί	Μέγιστη τιμή	Διάμεση Τιμή	98% τιμών < Από	% Πληρότητα
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	821	105	420	97,9
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-1	902	32	256	86,8
ΑΘΗΝΑΣ	738	26	339	85,4
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	653	5	263	79,0
Ν.ΣΜΥΡΝΗ	757	5	189	89,8
ΛΙΟΣΙΑ	950	5	169	78,9
ΜΑΡΟΥΣΙ	463	3	140	82,3
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	356	2	142	78,0
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ	831	24	321	90,2
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	412	4	142	85,2
ΖΩΓΡΑΦΟΥ	89	1	13	79,1

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	212	4	18	85,8
ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	67	1	12	99,2
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	384	10	137	91,6
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-2	452	4	172	67,5
ΓΟΥΔΙ	465	6	175	98,2

Πίνακας15 :Όζον (O_3) (τιμές σε 8ωρη κυλιόμενη βάση σε $\mu g/m^3$-2007)

Σταθμοί	Μέγιστη Τιμή	98% τιμών < από	% τιμών > από 120 $\mu g/m^3$
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	108	72	0
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-1	149	105	0,38
ΑΘΗΝΑΣ	134	80	0,06
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	199	116	1,52
Ν.ΣΜΥΡΝΗ	225	144	8,08
ΛΙΟΣΙΑ	194	117	1,53
ΜΑΡΟΥΣΙ	184	130	3,82
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	217	125	2,91
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	185	131	5,03
ΖΩΓΡΑΦΟΥ	194	124	2,92
ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	214	136	8,13
ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	186	128	3,71
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	165	109	0,85
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-2	193	156	2,66

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 16 : Όζον (O_3) (τιμές σε ωριαία βάση σε $\mu g/m^3$-2007)

Σταθμοί	Μέγιστη τιμή	Διάμεση τιμή	98% τιμών < από	Αριθμός ωριαίων τιμών > από 180 $\mu g/m^3$	% Πληρότητα
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	114	10	81	0	99,3
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-1	190	30	120	3	81,7
ΑΘΗΝΑΣ	189	23	90	2	81
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	253	40	124	11	78,1
Ν.ΣΜΥΡΝΗ	320	65	156	48	91,4
ΛΙΟΣΙΑ	281	49	127	15	97,7
ΜΑΡΟΥΣΙ	256	58	139	36	98,4
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	284	51	133	18	77,7
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	261	61	142	30	97,5
ΖΩΓΡΑΦΟΥ	236	62	132	18	100
ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	277	75	142	29	85,8
ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	222	59	136	11	99,2
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	227	46	43	8	98,3
ΠΕΙΡΑΙΑΣ – 2	217	45	159	14	56,3

Πίνακας 17 : Μονοξείδιο του άνθρακα (CO) (τιμές σε 8ωρη βάση σε mg/m^3-2007)

Σταθμοί	Μέγιστη τιμή	% τιμών > από 10 mg/m^3	98% τιμών < Από
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	7,8	0	5,5
ΑΘΗΝΑΣ	8,2	0	4,8
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-1	4,5	0	3,0
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	5,5	0	3,1
Ν. ΣΜΥΡΝΗ	6,4	0	2,8
ΜΑΡΟΥΣΙ	5,4	0	2,8
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	4,0	0	2,4

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 18:Μονοξείδιο του άνθρακα (CO) (τιμές σε ωριαία βάση mg/m^3-2007)

Σταθμοί	Μέγιστη Τιμή	Διάμεση Τιμή	98% τιμών < από	% Πληρότητα
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	12,3	2,1	6,3	99,9
ΑΘΗΝΑΣ	10,8	1,4	5,4	90,3
ΠΕΙΡΑΙΑΣ-1	7,2	1,0	3,6	86,8
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	9,2	0,6	3,8	82,8
Ν. ΣΜΥΡΝΗ	10,5	0,5	3,5	92,1
ΜΑΡΟΥΣΙ	6,9	0,4	3,3	98,9
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	8,3	0,5	2,9	78,2

Πίνακας 19 :Αιωρούμενα σωματίδια ($ΑΣ_{10}$) (τιμές σε 24ωρη βάση σε μg/m^3-2007)

Σταθμοί	Μέγιστη τιμή	Μέση Τιμή	Διάμεση Τιμή	98% τιμών < Από	% Πληρότητα
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	149	55	50	115	99,2
ΖΩΓΡΑΦΟΥ	143	30	27	81	96,2
ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	101	22	19	54	84,7
ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	103	28	26	69	92,6
ΓΟΥΔΙ	113	38	36	83	74,6
ΜΑΡΟΥΣΙ	203	48	45	94	95,9
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ	139	52	49	106	89,6
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	118	47	44	90	77,9

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 20 :Αιωρούμενα σωματίδια ($ΑΣ_{2,5}$) (τιμές σε 24ωρη βάση σε μg/m^3-2007)

Σταθμοί	Μέγιστη τιμή	Μέση Τιμή	Διάμεση Τιμή	98% τιμών < Από	% Πληρότητα
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	135	33	30	74	81,4
ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	74	20	18	50	97,8
ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1	157	37	36	73	66,7

Πίνακας 21 :Βενζόλιο (τιμές σε ωριαία βάση μg/m^3-2007)

Σταθμός	Μέγιστη τιμή	Μέση Τιμή	Διάμεση Τιμή	98% τιμών < Από	% Πληρότητα
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	31,0	5,4	4,8	14,6	73,3

3.7 ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Η ατμοσφαιρική ρύπανση, θεωρείται υπεύθυνη τόσο για καρδιαγγειακές και κυκλοφοριακές παθήσεις και παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, όσο και για καρκίνο διαφόρων μορφών. Από δημοσιεύματα ιατρικών περιοδικών και ανακοινώσεις συνεδρίων που είδαν το φως της δημοσιότητας, προκύπτουν εντυπωσιακά μεγέθη κινδύνων από την ατμοσφαιρική ρύπανση. Πέρα από τις διάφορες μορφές καρκίνου που συνδέονται άμεσα με το νέφος λόγω της περιεκτικότητάς του σε καρκινογόνες ενώσεις όπως οι αρωματικοί κυκλικοί υδρογονάνθρακες, η τολουόλη και το βενζόλιο, ακόμη οι ενώσεις του μολύβδου είναι υπεύθυνες για παθήσεις μέσω της αλλοίωσης του αίματος (καθυστερήσεις πνευματικής ανάπτυξης σε παιδιά κ.α.). Επίσης όλοι αυτοί οι ρύποι πολλαπλασιάζουν την καταστρεπτική τους δράση όταν στο νέφος περιέχονται μικροσωματίδια, είτε από

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

καπνό (αιθαλομίχλη) είτε από σκόνη διότι επικολλώνται στα μικροσωματίδια πλήθος από μόρια των ενώσεων που αναφέρθηκαν και συναποτελούν συγκεντρώσεις που επικάθονται στις κυψελίδες των πνευμόνων. Για παράδειγμα, έχομε μελέτες οι οποίες κατέγραψαν σε περιεκτικότητα σε διοξείδιο του θείου κάτω από 99 μικρογραμμάρια 27,5 θανάτους την ημέρα, ενώ όταν το ποσό ανέβηκε στα 400 μικρογραμμάρια οι θάνατοι έφτασαν τους 36,8 αντίστοιχα όταν οι τιμές καπνού ήταν κάτω από 50 μικρογραμμάρια οι θάνατοι ήταν 35,5 ενώ όταν ξεπερνούσαν τα 350 μικρογραμμάρια έφτασαν τους 41,2 την ημέρα. Αυτό βέβαια δείχνει την επίδραση της μόλυνσης σε ακραία και ευαίσθητα στρώματα πληθυσμού, αλλά το νέφος βλάπτει περισσότερο σε μακροχρόνια βάση προκαλώντας σοβαρότερες μορφές ασθενειών που εκτός από καρκινογενέσεις του καταλογίζουν και στειρότητα, κ.α. Άλλες έρευνες, υπολογίζουν ότι περίπου 10 θάνατοι την ημέρα έχουν ως αίτιο το νέφος, σε μακροχρόνια ή μη δράση, ενώ άλλοι επιστήμονες υπολογίζουν σε 50.000 τους νεκρούς ετησίως για την Ελλάδα από τις επιδράσεις του νέφους σε κάθε κλίμακα.

3.8 ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

Αναφέρθηκε ήδη η όξινη βροχή, και έχομε τώρα τελευταία και την επιδείνωση των συνθηκών που δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπου λόγω της αύξησης της περιεκτικότητας σε διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, δημιουργείται «σκέπαστρο» στην τροπόσφαιρα (τα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας τα οποία εγκλωβίζουν την ημερήσια θερμοκρασία) και ανέρχεται η γενική θερμοκρασία του πλανήτη με αποτέλεσμα σε παγκόσμια κλίμακα κλιματολογικές αλλαγές, ενώ συμβάλλει μαζί με τους χλωροφαινόλες στην καταστροφή του προστατευτικού από τις υπεριώδεις ακτίνες του διαστήματος στρώματος του Όζοντος της ανωτέρας ατμοσφαίρας, η γνωστή πλέον «τρύπα του όζοντος», με συνέπεια την αυξημένη διέλευση υπεριώδους κ.α. κοσμικής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της Γής που έχει

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

σαν αποτέλεσμα την αύξηση των καρκίνων του δέρματος και διαφόρων σοβαρών οφθαλμικών παθήσεων.

3.9 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΙΜΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΜΕ ΟΡΙΑ

3.9.1 Σωματίδια ($ΑΣ_{10}$)

Με τη νέα κοινοτική οδηγία (1999/30/ΕΚ) καταργείται η μέθοδος του μαύρου καπνού για τον προσδιορισμό των σωματιδίων και αντικαθίσταται με τη μέτρηση των συγκεντρώσεων των σωματιδίων διαμέτρου μικρότερης των 10μm ($ΑΣ_{10}$).

- **Υπερβάσεις ορίου που αφορά στη μέση ετήσια τιμή**

Πίνακας 22: Σύγκριση μέσων ετήσιων τιμών $ΑΣ_{10}$ σε $μg/m^3$ ανά έτος με την οριακή τιμή.

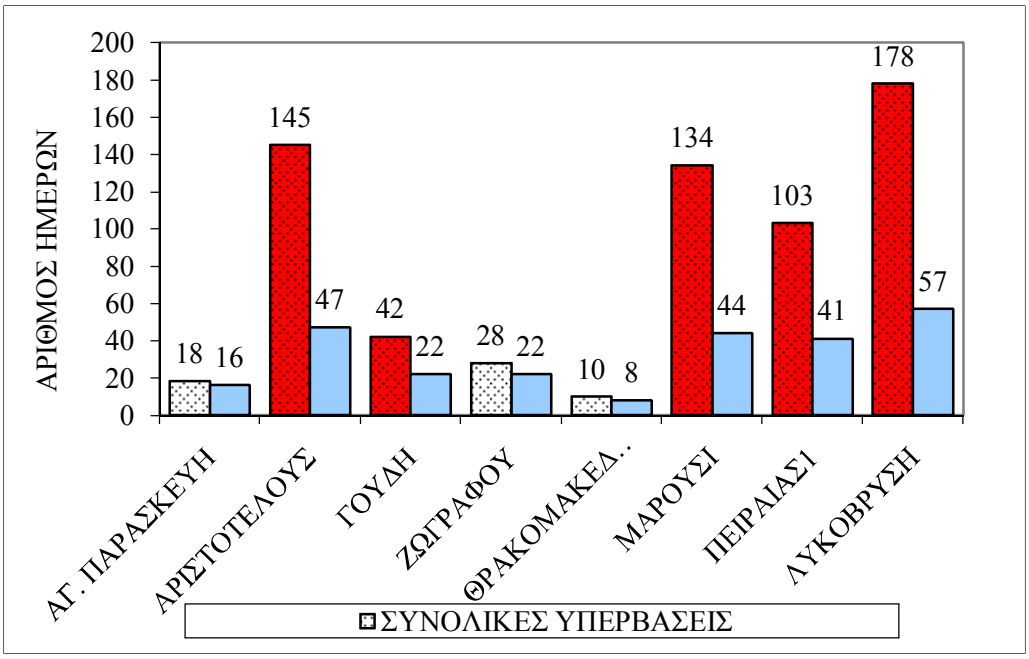
	ΠΕΙ-1	ΜΑΡ	ΖΩΓΡ	ΛΥΚ	ΑΓ. ΠΑΡ.	ΑΡΙΣΤ	ΓΟΥ	ΘΡΑ
2001	57	55	35	60	47	55	50	31
2002	63	69	35	62	38	55	53	34
2003	54	38	34	59	37	56		32
2004	56	29	33	63	39	58		33
2005	54	46	29	53	41	53		32
2006		48(2)	26(3)	59(4)	34(5)	57(3)	34(2)	27(4)
2007	47(4)	48(2)	30(3)	55(4)	28(3)	52(4)	38(3)	22(3)

Με κόκκινη γραφή σημειώνονται οι υπερβάσεις της οριακής τιμής

Για το 2007 στις παρενθέσεις εμφανίζεται η εκτιμώμενη συνεισφορά μεταφοράς σκόνης σε $μg/m^3$ από απομακρυσμένες ξηρές περιοχές (π.χ. Σαχάρα) στη μετρούμενη συγκέντρωση της μέσης τιμής $ΑΣ_{10}$

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

- **Υπερβάσεις ορίου που αφορούν στη μέση ημερήσια τιμή**



Σχήμα 2: Αριθμός ημερών για το 2007 με μέση ημερήσια τιμή $ΑΣ_{10}$ μεγαλύτερη από 50 μg/m^3 (Με κόκκινο χρώμα σχεδιάζονται οι περιπτώσεις στις οποίες σημειώθηκε υπέρβαση του ορίου.)

3.9.2 Διοξείδιο του θείου

- **Υπερβάσεις του ορίου που αφορά στη μέση ωριαία τιμή**

Οι τιμές υπερβάσεων της οριακής τιμής (350μg/m^3) σε όσους σταθμούς παρουσιάσθηκαν ήταν λιγότερες από τις επιτρεπόμενες (24), επομένως δεν υπήρξε υπέρβαση του ορίου αυτού σε κανένα σταθμό μέτρησης.

- **Υπερβάσεις του ορίου που αφορά στη μέση ημερήσια τιμή**

Υπέρβαση της οριακής τιμής (125 μg/m^3), δεν παρουσιάστηκε για κανένα σταθμό μέτρησης.

3.9.3 Διοξείδιο του αζώτου

- **Σύγκριση με νέα κοινοτικά όρια**

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Με τη νέα κοινοτική τίθενται ενδεικτικές οριακές τιμές ανά έτος που σταδιακά μειώνονται έτσι ώστε να επιτευχθεί συμμόρφωση με τα νέα όρια που θα ισχύσουν από 1/1/10 .

- **Υπερβάσεις ορίου που αφορά στη μέση ετήσια τιμή**

Πίνακας 23: Σύγκριση μέσων ετήσιων τιμών NO_2 σε $\mu g/m^3$ ανά έτος με τις αντίστοιχες ενδεικτικές οριακές τιμές. Με κόκκινη γραφή σημειώνονται οι υπερβάσεις των ενδεικτικών οριακών τιμών.

ΣΤΑΘΜΟΙ	2003 (ενδεικτική οριακή τιμή 54 $\mu g/m^3$)	2004 (ενδεικτική οριακή τιμή 52 $\mu g/m^3$)	2005 (ενδεικτική οριακή τιμή 50 $\mu g/m^3$)	2006 (ενδεικτική οριακή τιμή 48 $\mu g/m^3$)	2007 (ενδεικτική οριακή τιμή 46 $\mu g/m^3$)
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	83	88	89	86	100
ΑΘΗΝΑΣ	61	64	62	61	67
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ	69	70	71	68	65
ΠΕΙΡΑΙΑΣ1	54	64	66	66	72
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	47	50	48	45	43
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	44	49	41	41	41
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	46	43	45	44	43
ΜΑΡΟΥΣΙ	36	43	39	35	29
ΛΙΟΣΙΑ	35	42	38	36	35
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	31	32	32	30	34
ΖΩΓΡΑΦΟΥ	22	19	20	19	17
ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	11	9	12	13	13
ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	19	22	23	23	22
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	40	37	40	38	36
ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2	54	42	50	47	72
ΓΟΥΔΙ	45	41	45	44	42

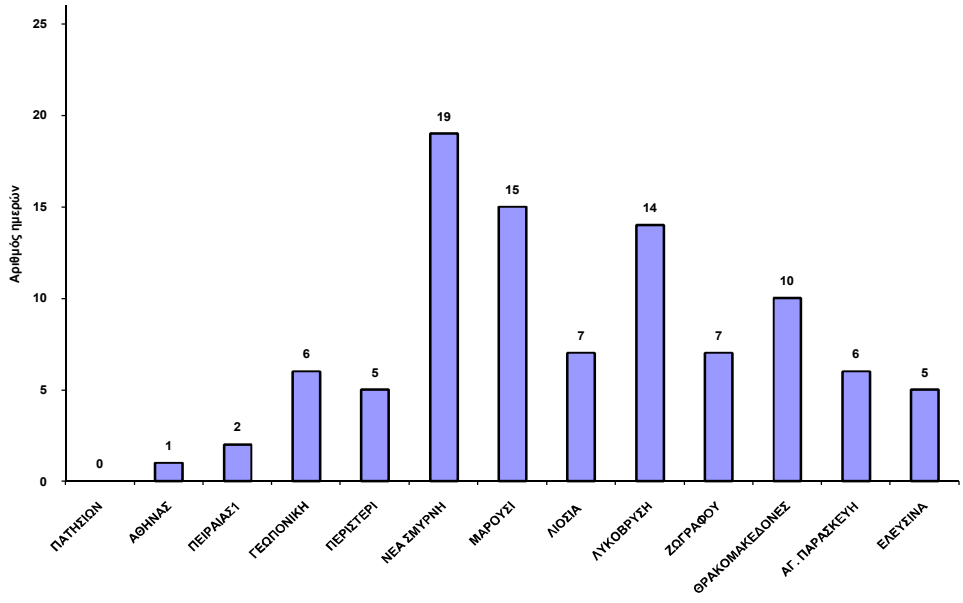
- **Υπερβάσεις του ορίου που αφορά στη μέση ωριαία τιμή**

Υπέρβαση της ενδεικτικής οριακής τιμής ($230 \mu g/m^3$, να μην υπερβαίνεται περισσότερο από 18 φορές το χρόνο) σημειώθηκε μόνο στο σταθμό ΠΑΤΗΣΙΩΝ. Υπήρξε υπέρβαση της ενδεικτικής οριακής τιμής στο σταθμό αυτό 64 φορές.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

3.9.4 Όζον

- **Υπερβάσεις του ορίου ενημέρωσης**



Σχήμα 3: Αριθμός ημερών για το 2007 με ωριαία τιμή όζοντος μεγαλύτερη από 180 μg/m^3

- **Υπερβάσεις του ορίου συναγερμού**

Στον επόμενο Πίνακα 5.3 δίνονται για το 2007, ανά σταθμό μέτρησης οι ημερομηνίες και ο αριθμός των ωρών στη διάρκεια των οποίων σημειώθηκε υπέρβαση του ορίου συναγερμού (240 μg/m^3). Σημειώνεται ότι για τη λήψη εκτάκτων μέτρων θα πρέπει να καταγραφεί υπέρβαση του ορίου συναγερμού για τρεις συνεχόμενες ώρες.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 24: Ημερομηνίες και διάρκεια υπέρβασης σε ώρες του ορίου συναγερμού ανά σταθμό για το έτος 2007

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ (ΩΡΕΣ)
Ν.ΣΜΥΡΝΗ	24/7	2
ΛΙΟΣΙΑ	24/7	2
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	30/8	2
ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	22/6	1
	23/6	1
	25/6	2
	25/6	1
ΜΑΡΟΥΣΙ	24/7	1
	25/7	1
	30/8	1
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	24/7	2
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	24/7	3

Από τον Πίνακα αυτό προκύπτει ότι σημειώθηκε υπέρβαση του ορίου συναγερμού για τρεις συνεχόμενες ώρες την Τρίτη 24 Ιουλίου στο σταθμό ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ από 15:00-17:00. Στις 24 και 25 Ιουλίου, εκτός από τη συνήθη καθημερινή ενημέρωση του κοινού μέσω τις ιστοσελίδας του υπουργείου και του γραφείου τύπου εκδόθηκαν και τα εξής:

- Η προβλεπόμενη ανακοίνωση του Υπουργείου Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης με οδηγίες και συστάσεις για τη αποφυγή μετακινήσεων ευπαθών ομάδων πληθυσμού και σωματικής άσκησης από τα παιδιά.
- Οι προβλεπόμενες συστάσεις του ΥΠΕΧΩΔΕ, για μείωση της χρήσης των ΙΧ αυτοκινήτων και χρησιμοποίηση των ΜΜΜ, για αποφυγή διακίνησης υγρών καυσίμων, για ανεφοδιασμό των οχημάτων με καύσιμο μετά τη δύση του ήλιου, και κατά το δυνατόν αποφυγή λειτουργίας μονάδων και επιχειρήσεων που εκπέμπουν οργανικούς πτητικούς υδρογονάνθρακες

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

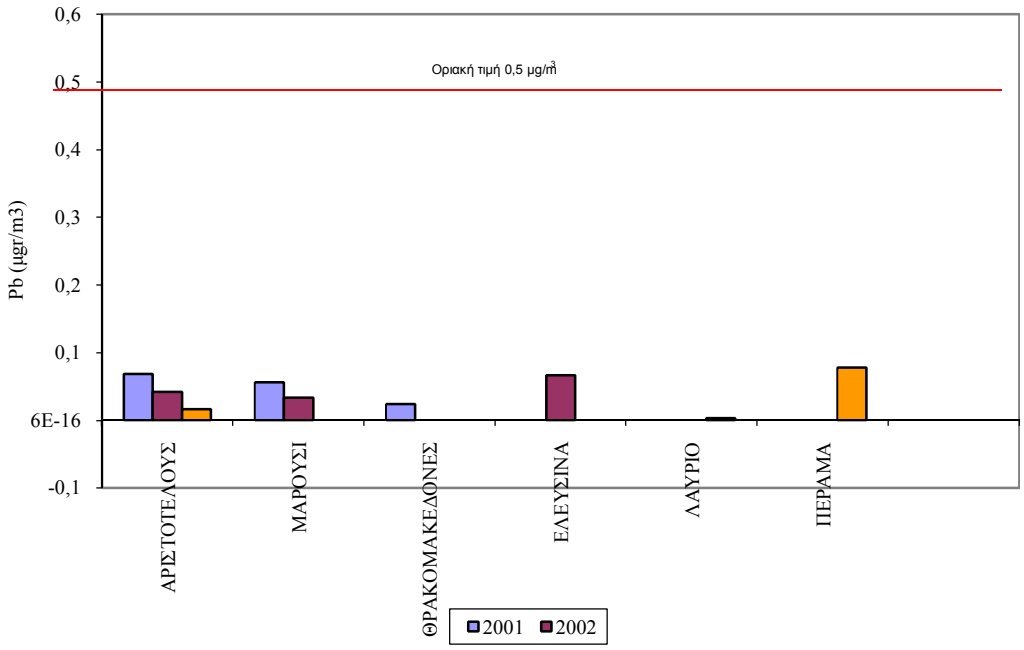
3.9.5 Μονοξείδιο του άνθρακα

Για το ρύπο αυτό το 2007 δεν υπήρξε υπέρβαση του ορίου.

3.9.6 Μόλυβδος

Από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν το 2001 και 2002 καθώς και ενδεικτικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν το 2004 προκύπτει ότι **οι συγκεντρώσεις μολύβδου, είναι χαμηλότερες από τα όρια κατά μια τάξη μεγέθους** (Σχήμα 5.3).

Για το λόγο αυτό δεν απαιτείται η διενέργεια συστηματικών μετρήσεων μολύβδου, σύμφωνα με την Οδηγία 1999/30/ΕΚ.



Σχήμα 4: Μέσες ετήσιες τιμές μολύβδου στα $ΑΣ_{10}$ σωματίδια.

3.9.7 Νικέλιο (Ni) , Αρσενικό (As), Κάδμιο (Cd)

Στο πλαίσιο της προετοιμασίας, για την εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας 107/2004/ΕΚ που θέτει τιμές στόχους για νικέλιο, αρσενικό και κάδμιο πραγματοποιήθηκαν ενδεικτικές μετρήσεις το 2004, σε διάφορες θέσεις της περιοχής Αττικής. Οι τιμές στόχοι θα ισχύσουν από 31.12.2012. Από τις ενδεικτικές μετρήσεις προέκυψε ότι και για τους τρεις ρύπους οι τιμές ήταν κάτω από τις αντίστοιχες τιμές στόχους όπως προκύπτει από τον επόμενο Πίνακα 25.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 25: Ενδεικτικές μετρήσεις για Νικέλιο, Αρσενικό και Κάδμιο, σε ng/m^3, για το έτος 2004.

Ρύπος	Τιμή στόχος	Αριστοτέλους	Πέραμα	Λαύριο
Ni	20	9,3	16,3	3,1
As	6	<1,5	<2	<0,5
Cd	5	0,6	1,8	0,4

3.9.8 Βενζόλιο

Το όριο που προβλέπεται από την οδηγία για το βενζόλιο (69/2000/ΕΚ) θα ισχύσει από 1/1/2010 (Παράρτημα IV). Μέχρι τότε τίθενται ενδεικτικές οριακές τιμές ανά έτος που σταδιακά μειώνονται έτσι ώστε να επιτευχθεί συμμόρφωση με τα νέα όρια από 1/1/2010. Δεν υπήρξε υπέρβαση της ενδεικτικής οριακής τιμής για το 2007 (8 μg/m^3).

3.9.9 Βενζο(α)πυρένιο

Στο πλαίσιο της προετοιμασίας, για την εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας 107/2004/ΕΚ που θέτει τιμή στόχο για βενζο(α)πυρένιο πραγματοποιήθηκαν ενδεικτικές μετρήσεις το 2004, σε διάφορες θέσεις της περιοχής Αττικής. Η τιμή στόχος που δίνεται θα ισχύσουν από 31.12.2012. Από τις ενδεικτικές μετρήσεις, προέκυψε ότι και για τον ρύπο αυτό οι τιμές ήταν κάτω από την αντίστοιχη τιμή στόχο (1ng/m^3), όπως προκύπτει από τον επόμενο Πίνακα.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 26: Ενδεικτικές μετρήσεις για βενζο(α)πυρένιο , σε ng/m^3 για το έτος 2004.

Αριστοτέλους	**Πέραμα**	**Λαύριο**
0,9	0,4	<0,3

3.10 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Από τις συγκρίσεις των συγκεντρώσεων των μετρούμενων ρύπων με τα ισχύοντα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας και τις οριακές ενδεικτικές τιμές που καθορίζονται στις Κοινοτικές Οδηγίες, προκύπτουν υπερβάσεις σε ορισμένους ρύπους. Η κατάσταση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ανά ρύπο στην Αθήνα κατά το έτος 2007 ήταν:

Αιωρούμενα σωματίδια $ΑΣ_{10}$: Τα αιωρούμενα σωματίδια $ΑΣ_{10}$, παρουσιάζουν υπερβάσεις των ορίων της νέας οδηγίας της Ε.Ε. στην πλειονότητα των σημείων μέτρησης. Είναι από τους ρύπους για τους τέθηκαν όρια σε επίπεδο Ε.Ε και αποτελούν πρόβλημα για τα περισσότερα κράτη μέλη.

Διοξείδιο του θείου (SO_2): Ο ρύπος αυτός που παλαιότερα αποτελούσε πρόβλημα, έχει καταπολεμηθεί και δεν ξεπερνάει τα όρια σε καμιά θέση μέτρησης.

Διοξείδιο του αζώτου (NO2): Παρουσιάζει υπερβάσεις της ενδεικτικής μέσης ετήσιας τιμής και αν δεν μειωθούν οι τιμές τότε θα υπάρξει υπέρβαση και των ορίων που θα ισχύσουν από 1-1-2010 βάσει της νέας οδηγίας .

Όζον (O_3): Για το ρύπο αυτό, το 2007 παρουσιάστηκαν υπερβάσεις του ορίου ενημέρωσης κατά κύριο λόγο στους περιφερειακούς σταθμούς μέτρησης. Υπέρβαση του ορίου συναγερμού σημειώθηκε μόνο σε ένα σταθμό για μία μόνο ώρα.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

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 Ε.Ε.

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO): Για το 2007 δεν σημειώθηκε υπέρβαση της οριακής τιμής.

Μόλυβδος(Pb): Δεν αποτελεί πρόβλημα διότι βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Βενζόλιο: Για το ρύπο αυτό δεν σημειώθηκε υπέρβαση της ενδεικτικής τιμής για το 2007. Αν δεν μειωθούν οι τιμές τότε θα υπάρξει υπέρβαση των ορίων που θα ισχύσουν από 1-1-2010 βάση της νέας οδηγίας.

Άρα για το λεκανοπέδιο της Αττικής προβληματικοί μπορούν να χαρακτηριστούν οι εξής ρύποι: Τα αιωρούμενα σωματίδια, το διοξείδιο του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και το όζον.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ

4.1 ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ (1994- 2007)

Η διαχρονική εξέλιξη των τιμών δείχνει 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 (ΚΕΚ), στα μέτρα ελέγχου εκπομπής ρύπων από διάφορες πηγές, στη χρήση καυσίμων με καλύτερες τεχνικές προδιαγραφές , στη λειτουργία των μέσων σταθερής τροχιάς , στη διευκόλυνση της κυκλοφορίας τω Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, στη διείσδυση του φυσικού αερίου στον οικιακό και τριτογενή τομέα, στην ολοκλήρωση των μεγάλων κυκλοφοριακών έργων 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:

I. Για το διοξείδιο του θείου, υπάρχει σημαντική τάση μείωσης των τιμών που συνδέεται με τη μείωση της περιεκτικότητας του πετρελαίου ντίζελ θέρμανσης σε θείο και του πετρελαίου ντίζελ κίνησης και στην αμόλυβδη βενζίνη.

II. Για το διοξείδιο του αζώτου υπάρχει τάση μικρής μείωσης των τιμών τα τελευταία χρόνια.

III. Για το μονοξείδιο του αζώτου υπάρχει τάση σταθεροποίησης ή ελαφρής μείωσης των τιμών

IV. Για το μονοξείδιο του άνθρακα, παρουσιάζεται γενικά τάση μείωσης ή σταθεροποίησης των τιμών σε μικρό αριθμό σταθμών. Σημειώνεται ότι για

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

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

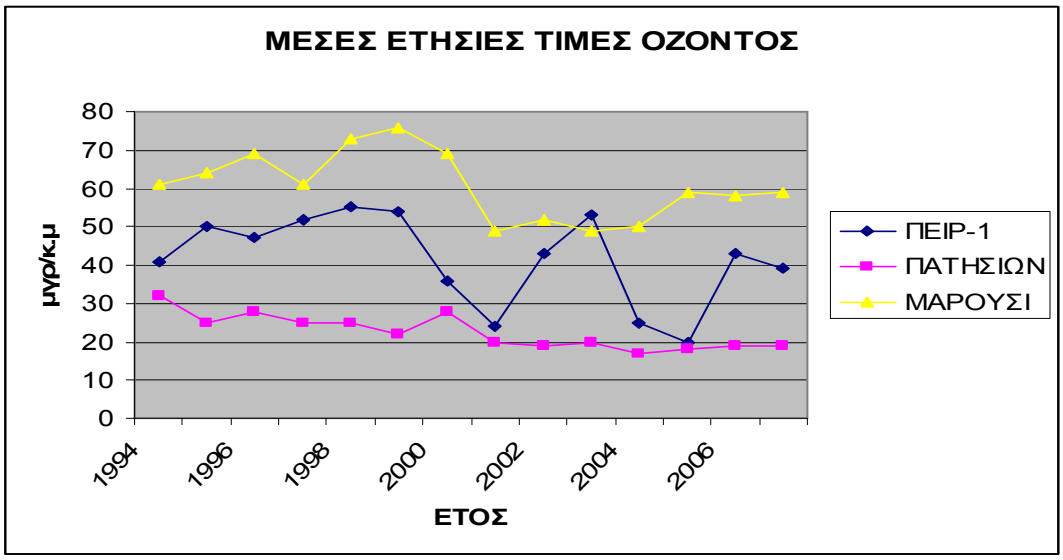
V. Για το όζον υπάρχει γενικώς μια τάση σταθεροποίησης των τιμών. Σημειώνεται ότι για το σταθμό Λιοσίων οι τιμές του 1997 προέκυψαν από μικρό αριθμό μετρήσεων και δεν είναι αντιπροσωπευτικές ενώ η αναγκαστική αλλαγή της θέσης του σταθμού δεν επιτρέπει τη σύγκριση των τιμών για το 1997 και 1998 με αυτές των προηγούμενων ετών.

VI. Για τα αιωρούμενα σωματίδια ($A\Sigma_{10}$),παρατηρείται σταθερότητα στις τιμές ρύπανσης από το ρύπο αυτό στους περισσότερους σταθμούς, παρόλο που η χρονική διάρκεια των μετρήσεων είναι μικρή.

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των τιμών των συγκεντρώσεων ειδικά για τους ρύπους που αποτελούν πρόβλημα για την περιοχή της Αττικής, οι οποίοι είναι το Όζον, το Διοξείδιο του Αζώτου, το Μονοξείδιο του άνθρακα και τα Αιωρούμενα Σωματίδια, για τρεις χαρακτηριστικούς σταθμούς. Ο ένας από τους σταθμούς αντιπροσωπεύει τις συγκεντρώσεις των ρύπων στην ατμόσφαιρα για το κέντρο της Αθήνας και οι άλλοι δύο τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις για τα Βόρεια προάστια της Αθήνας και του Πειραιά.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΤΙΜΩΝ ΟΖΟΝΤΟΣ ($\mu g/m^3$)



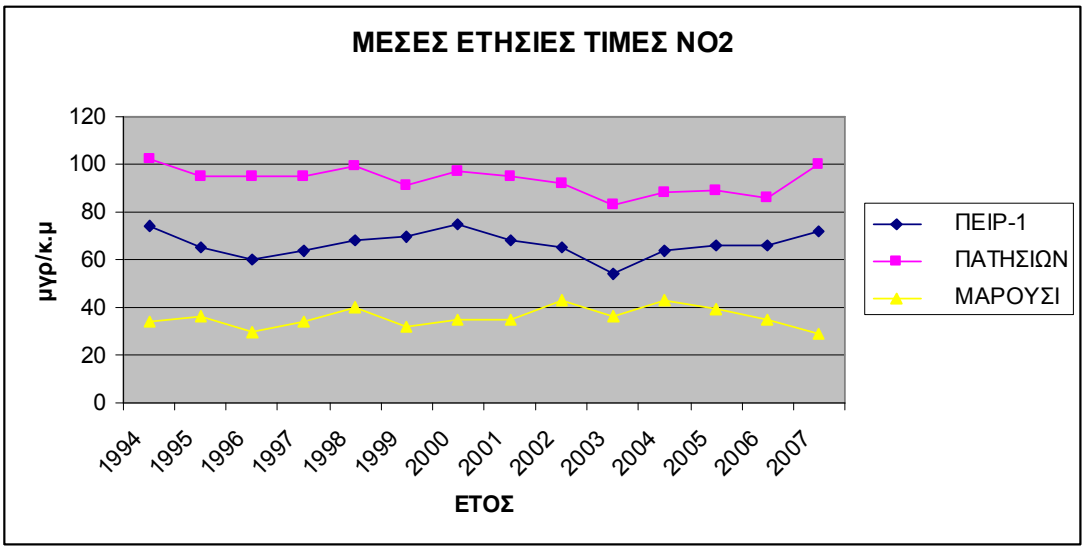
Σχήμα 5: Χρονόγραμμα για την διαχρονική μεταβολή των μέσων ετήσιων τιμών Όζοντος σε (μγρ/κ.μ)

Για την παρουσίαση της διαχρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων του όζοντος στην ατμόσφαιρα της Αττικής έχουν χρησιμοποιηθεί οι μέσες ετήσιες τιμές του ρύπου αυτού από το 1994 έως το 2007 για τους σταθμούς του Αμαρουσίου, του Πειραιά και της Πατησίων. Παρατηρούμε (σχήμα 5) ότι, υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις μέσες ετήσιες τιμές των συγκεντρώσεων του όζοντος και στους τρεις σταθμούς. Ενώ αναμένουμε στα προάστια, τόσο στον Πειραιά όσο και στα Βόρεια, να υπάρχει μείωση του ρυπογόνου αερίου σε σχέση με το κέντρο της Αθήνας, αυτό δεν ισχύει, διότι το όζον παρουσιάζει στην εκτός πολεοδομικού συγκροτήματος περιοχή υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με το πολεοδομικό συγκρότημα , λόγω της φυσικοχημικής του συμπεριφοράς να μεταφέρεται από την πόλη στην περιφέρεια. Υπάρχει μια τάση σταθεροποίησης των μέσων ετήσιων τιμών του όζοντος και στους τρεις σταθμούς μέτρησης κοντά στις τιμές που ίσχυαν το 1994. Από το 2000 και μετά αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές του ρύπου

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

αρχίζουν να μειώνονται στους σταθμούς Αμαρουσίου , Πατησίων και Πειραιά λόγω της εφαρμογής των μέτρων για την μείωση των τιμών. Επίσης μεταξύ των προαστίων παρατηρούμε ότι στα Βόρεια προάστια οι μέσες τιμές του όζοντος από το 1994 έως το 2007 είναι σημαντικά πιο αυξημένες σε σχέση με τα Νότια προάστια. Εκτός από το έτος 2003 παρατηρούμε ότι στην περιοχή του Πειραιά η μέση ετήσια τιμή του ρύπου ξεπερνά την αντίστοιχη μέση ετήσια τιμή του σταθμού στην Πατησίων.

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΤΙΜΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ($\mu g / m^3$)



Σχήμα 6: Χρονόγραμμα για την διαχρονική μεταβολή των μέσων ετήσιων τιμών Διοξειδίου του Αζώτου σε (μγρ/κ.μ)

Για την παρουσίαση της διαχρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου στο περιβάλλον έχουν χρησιμοποιηθεί οι μέσες ετήσιες τιμές του ρύπου αυτού από το 1994 έως το 2007 για τους σταθμούς Αμαρουσίου, Πειραιά και Πατησίων. Παρατηρούμε σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις των μέσων ετήσιων τιμών του διοξειδίου αζώτου και στους τρεις σταθμούς μέτρησης. Στο σταθμό της οδού Πατησίων οι μέσες ετήσιες τιμές ξεπερνάνε κατά πολύ την ενδεικτική οριακή μέση ετήσια τιμή η οποία

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

έχει οριστεί με βάση κοινοτική οδηγία να είναι τα 46 μγρ/κ.μ για τον έτος 2007.Στο σταθμό του Πειραιά από το 2004 μέχρι το 2007 οι μέσες ετήσιες τιμές ξεπερνάνε κατά πολύ την ενδεικτική οριακή μέση ετήσια τιμή . Αντίθετα για την περιοχή του Αμαρουσίου το Διοξείδιο του Αζώτου φαίνεται να μην αποτελεί πρόβλημα καθώς κατά τα τελευταία 13 έτη δεν έχει σημειωθεί καμία υπέρβαση της ενδεικτικής οριακής μέσης ετήσιας τιμής.

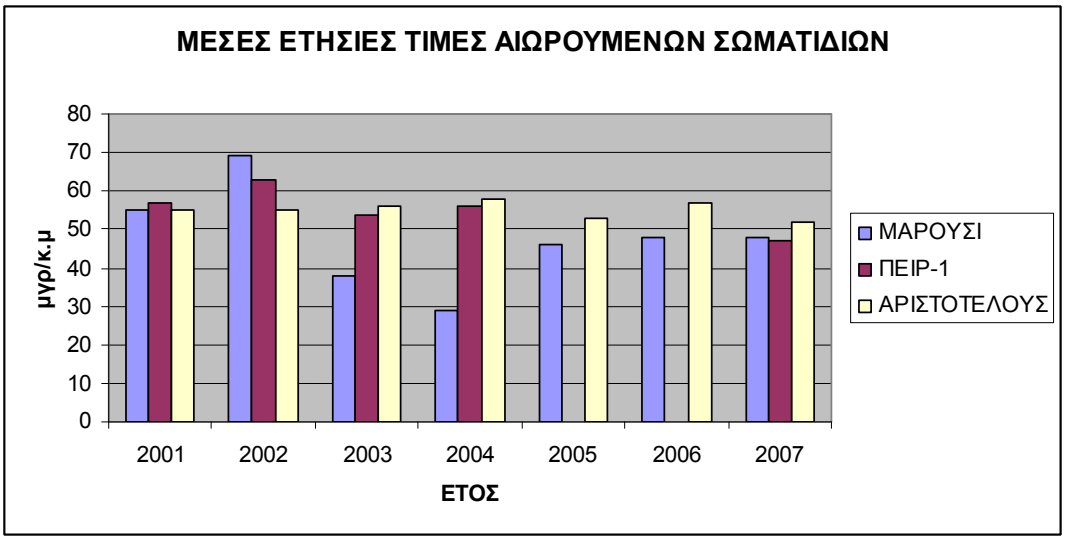
Υπερβάσεις ορίου που αφορά στη μέση ετήσια τιμή

Πίνακας 27: Σύγκριση μέσων ετήσιων τιμών NO_2 σε $\mu g/m^3$ ανά έτος με τις αντίστοιχες ενδεικτικές οριακές τιμές.

ΣΤΑΘΜΟΙ	**2003** (ενδεικτική οριακή τιμή 54 $\mu g/m^3$)	**2004** (ενδεικτική οριακή τιμή 52 $\mu g/m^3$)	**2005** (ενδεικτική οριακή τιμή 50 $\mu g/m^3$)	**2006** (ενδεικτική οριακή τιμή 48 $\mu g/m^3$)	**2007** (ενδεικτική οριακή τιμή 46 $\mu g/m^3$)
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	83	88	89	86	100
ΠΕΙΡΑΙΑΣ1	54	64	66	66	72
ΜΑΡΟΥΣΙ	36	43	39	35	29

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΤΙΜΩΝ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ($\mu g/m^3$)



Σχήμα 7: Ραβδόγραμμα για τη διαχρονική μεταβολή των μέσων ετήσιων τιμών $ΑΣ_{10}$ (μγρ/κ.μ)

Υπερβάσεις ορίου που αφορά στη μέση ετήσια τιμή $ΑΣ_{10}$

	ΠΕΙ-1	ΜΑΡ	ΑΡΙ
2001	57	55	55
2002	63	69	55
2003	54	38	56
2004	56	29	58
2005	54	46	53
2006		48(2)	57(3)
2007	47(4)	48(2)	52(4)

Πίνακας 28: Σύγκριση μέσων ετήσιων τιμών $ΑΣ_{10}$ σε $μg/m^3$ ανά έτος με την μέση ετήσια οριακή τιμή 40 $μg/m^3$

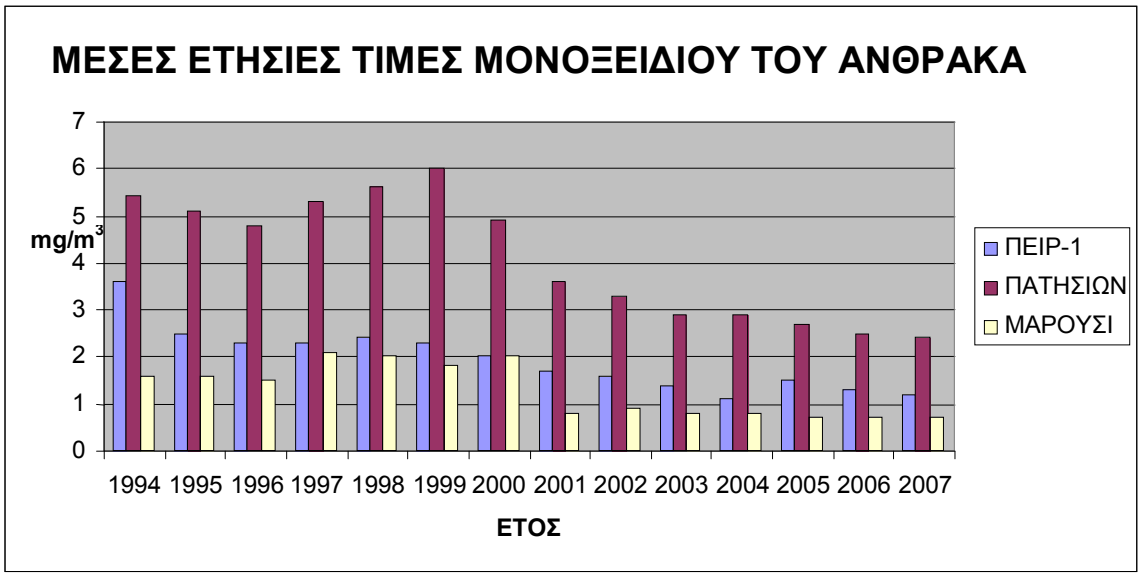
Με κόκκινη γραφή σημειώνονται οι υπερβάσεις της οριακής τιμής

Για το 2007 στις παρενθέσεις εμφανίζεται η εκτιμώμενη συνεισφορά μεταφοράς σκόνης σε $μg/m^3$ από απομακρυσμένες ξηρές περιοχές (π.χ. Σαχάρα) στη μετρούμενη συγκέντρωση της μέσης τιμής $ΑΣ_{10}$.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Για την παρουσίαση της διαχρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα έχουν χρησιμοποιηθεί οι μέσες ετήσιες τιμές για τους σταθμούς του Αμαρουσίου, Πειραιά και Αριστοτέλους. Από το έτος 2001 έως και το 2007(σχήμα 7). Στην οδό Αριστοτέλους και στον Πειραιά οι μέσες ετήσιες τιμές δείχνουν ότι υπάρχει του ορίου των 40 (μγρ/κ.μ) για την συγκεκριμένη περίοδο μετρήσεων. Για τον σταθμό Αμαρουσίου από το 2003 έως το 2007 δεν υπάρχει υπέρβαση της ενδεικτικής μέσης ετήσιας τιμής.

ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΤΙΜΩΝ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ(mg/m^3 **)**



Σχήμα 8: Ραβδόγραμμα για την διαχρονική μεταβολή των μέσων ετήσιων τιμών Μονοξειδίου του Άνθρακα σε (mg/m^3)

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΙΜΕΣ ΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

	Οριακή τιμή
Μέγιστη ημερήσια οκτάωρη τιμή	**10 mg/m^3**

Πίνακας 29: Τιμές ορίων για το μονοξείδιο του άνθρακα σύμφωνα με την οδηγία 2000/69/ΕΚ

Για το ρύπο αυτό το 2007 δεν υπήρξε υπέρβαση του ορίου σε κανέναν σταθμό. Για την παρουσίαση της διαχρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχουν χρησιμοποιηθεί οι μέσες ετήσιες τιμές του ρύπου αυτού από το 1994 έως και το 2007 για τους σταθμούς του Πειραιά, Αμαρουσίου και Πατησίων (Σχήμα 8). Οι συγκεντρώσεις του συγκεκριμένου ρύπου παρουσιάζονται κατά πολύ αυξημένες στην περιοχή των οδών Πατησίων και Πειραιά σε σχέση με τις τιμές του σταθμού Αμαρουσίου. Κατά τα τελευταία έτη υπάρχει σημαντική τάση για μείωση των μέσων ετήσιων τιμών του μονοξειδίου του άνθρακα και για τους τρεις σταθμούς μέτρησης.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

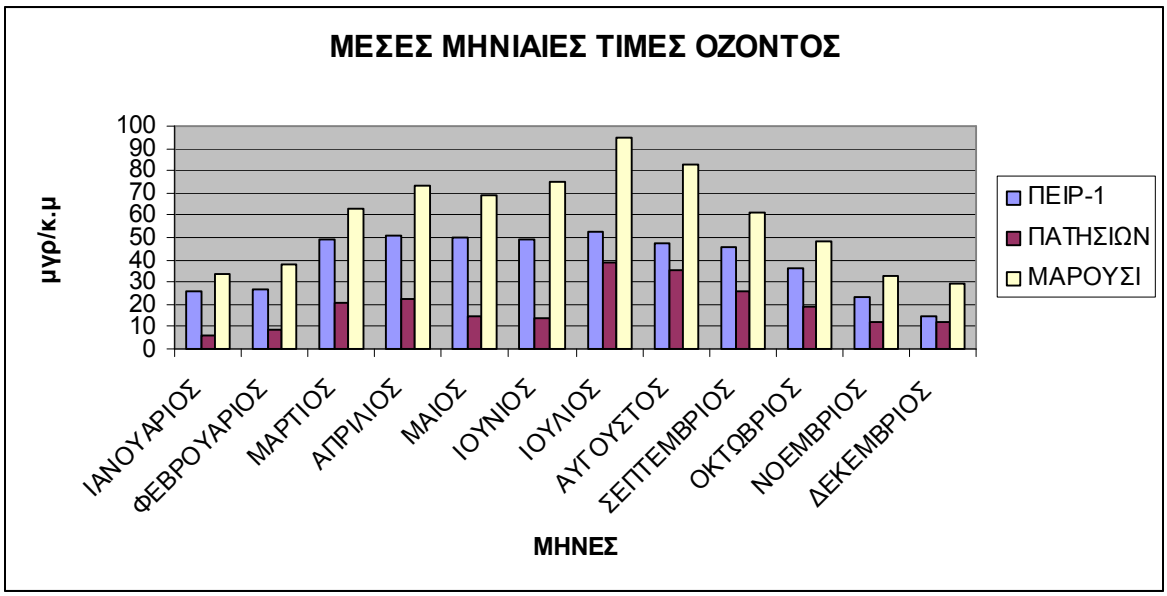
4.2 ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται οι μηνιαίες μεταβολές των συγκεντρώσεων των ρύπων του όζοντος, του διοξειδίου του αζώτου, των αιωρούμενων σωματιδίων και του μονοξειδίου του άνθρακα για τους τρεις χαρακτηριστικούς σταθμούς του κέντρου της Αθήνας, των βορείων προαστίων και του Πειραιά, καθόλη την διάρκεια του έτους 2007. Για τον σκοπό αυτόν έχουν χρησιμοποιηθεί οι μέσες μηνιαίες τιμές για τους τέσσερις ρύπους κατά το έτος 2007.

Στα επόμενα Σχήματα εμφανίζεται η μηνιαία μεταβολή για ρύπους σε κάποιους χαρακτηριστικούς σταθμούς. Από τα Σχήματα είναι φανερό ότι, από τους πρωτογενείς ρύπους το (CO) παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές τους μήνες του χειμώνα. Αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη κυκλοφορία που παρατηρείται τους χειμερινούς μήνες και τις χειρότερες συνθήκες λειτουργίας των μηχανών των αυτοκινήτων (ξεκίνημα με κρύα μηχανή). Το CO το καλοκαίρι παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές λόγω της μειωμένης κυκλοφορίας αυτοκινήτων. Από τους δευτερογενείς ρύπους το όζον (O_3) και διοξείδιο του αζώτου (NO_2) παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές τους καλοκαιρινούς μήνες. Σαφή μηνιαία μεταβολή δεν παρουσιάζουν και οι τιμές των αιωρούμενων σωματιδίων ($ΑΣ_{10}$,$ΑΣ_{2.5}$), λόγω των διαφόρων πηγών τους. Οι αυξημένες τιμές της συγκέντρωσης των δευτερογενών ρύπων και κυρίως του όζοντος τους καλοκαιρινούς μήνες οφείλονται στην αυξημένη ηλιοφάνεια των μηνών αυτών, δεδομένου ότι αυτοί οι ρύποι σχηματίζονται από φωτοχημικές διεργασίες στις οποίες καθοριστικό ρόλο παίζει η ηλιακή ακτινοβολία.

ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ ($\mu g / m^3$)

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

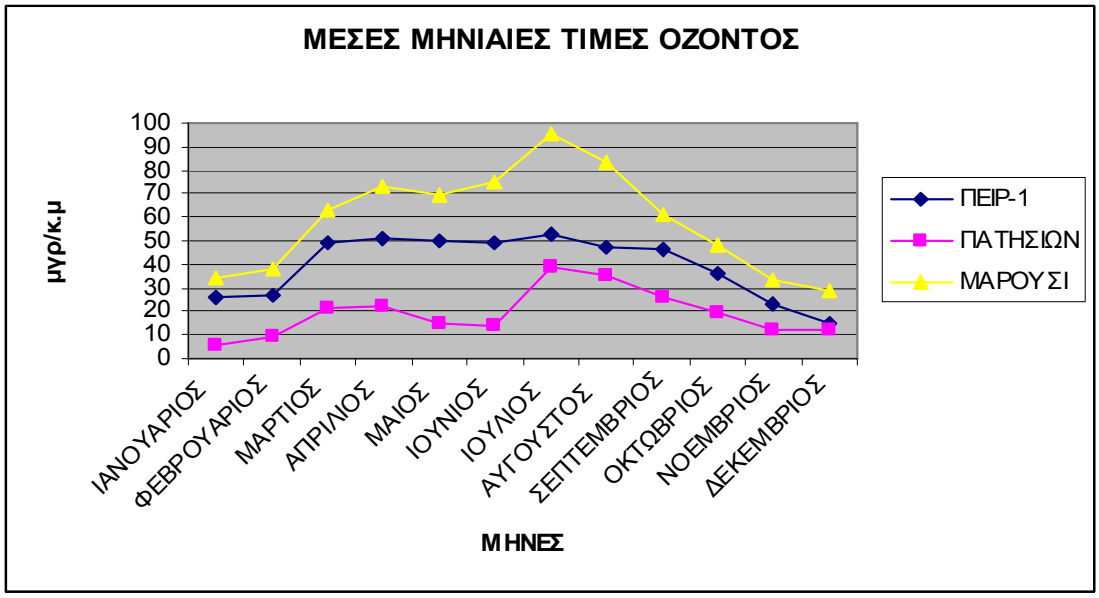


Σχήμα 9: Ραβδόγραμμα για τη μεταβολή των μέσων μηνιαίων τιμών Όζοντος σε (μγρ/κ.μ)

Για το έτος 2007 παρατηρούμε ότι οι τιμές του όζοντος είναι αυξημένες στον Πειραιά και Μαρούσι σε σχέση με τις τιμές στην Πατησίων. Παρατηρούμε σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις του ρύπου για τους τρεις σταθμούς μέτρησης με υψηλότερες αυτές των προαστίων.

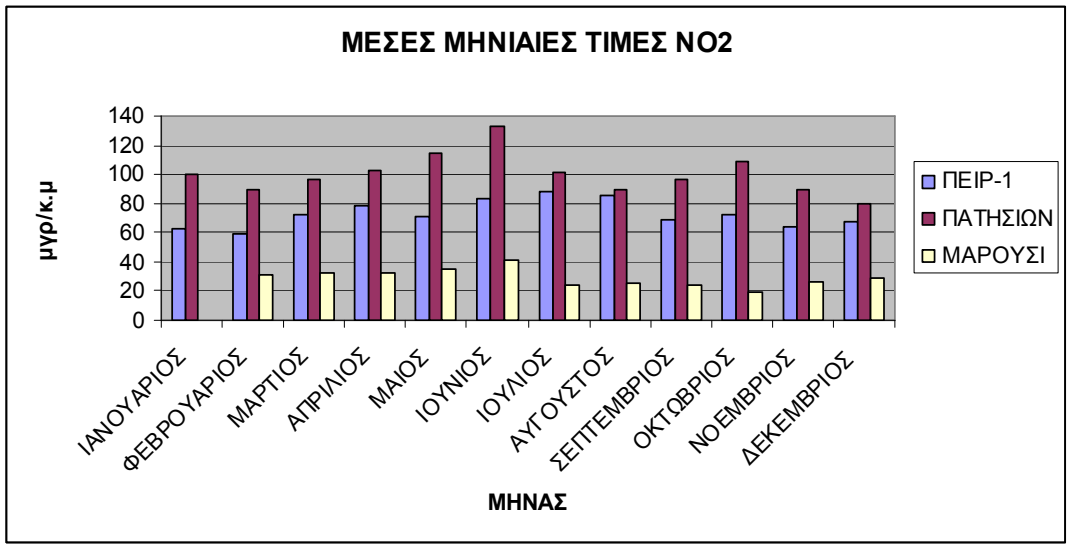
Το όζον είναι δευτερογενής ρύπος , δηλαδή είναι το αποτέλεσμα αλυσίδας χημικών αντιδράσεων οι οποίες ευνοούνται κάτω από συνθήκες έντονης ηλιοφάνειας και υψηλών θερμοκρασιών. Αυτός είναι ο λόγος που κατά τους θερινούς μήνες παρουσιάζονται οι υψηλότερες συγκεντρώσεις του ρύπου αυτού και για τους τρεις σταθμούς μέτρησης (Σχήμα 9, Σχήμα 10).

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ



Σχήμα 10: Χρονόγραμμα για τις μέσες μηνιαίες τιμές Όζοντος για το έτος 2007

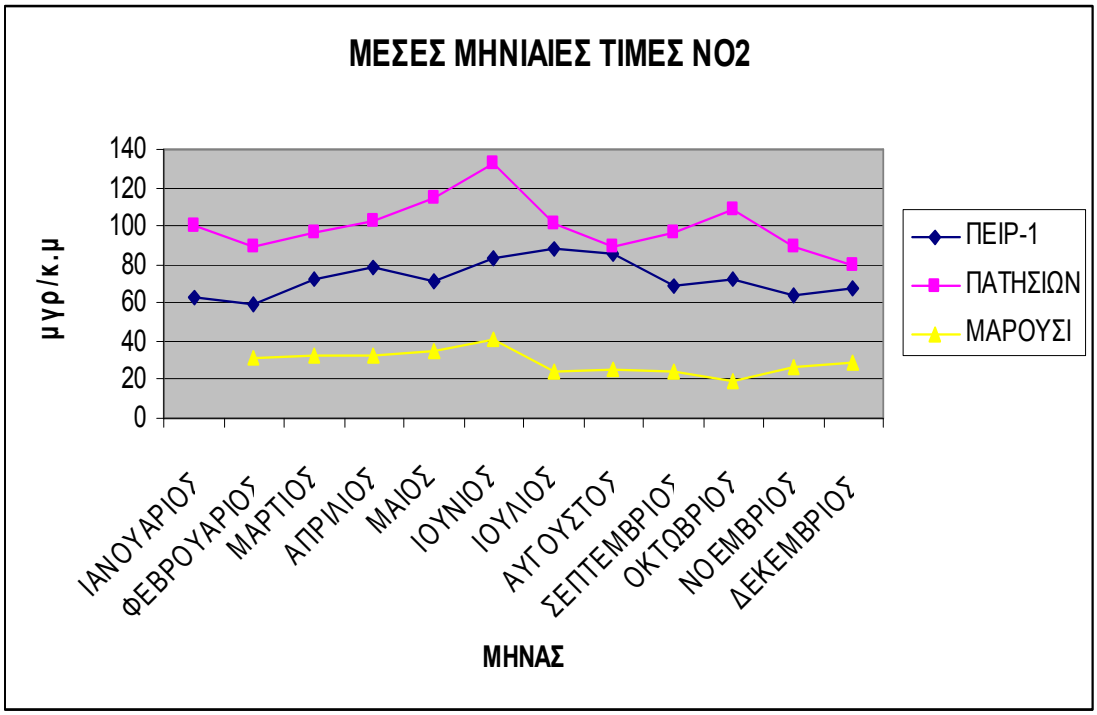
ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ($\mu g/m^3$)



Σχήμα 11: Ραβδόγραμμα για την μηνιαία μεταβολή των μέσων μηνιαίων τιμών διοξειδίου του αζώτου σε (μγρ/κ.μ)

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

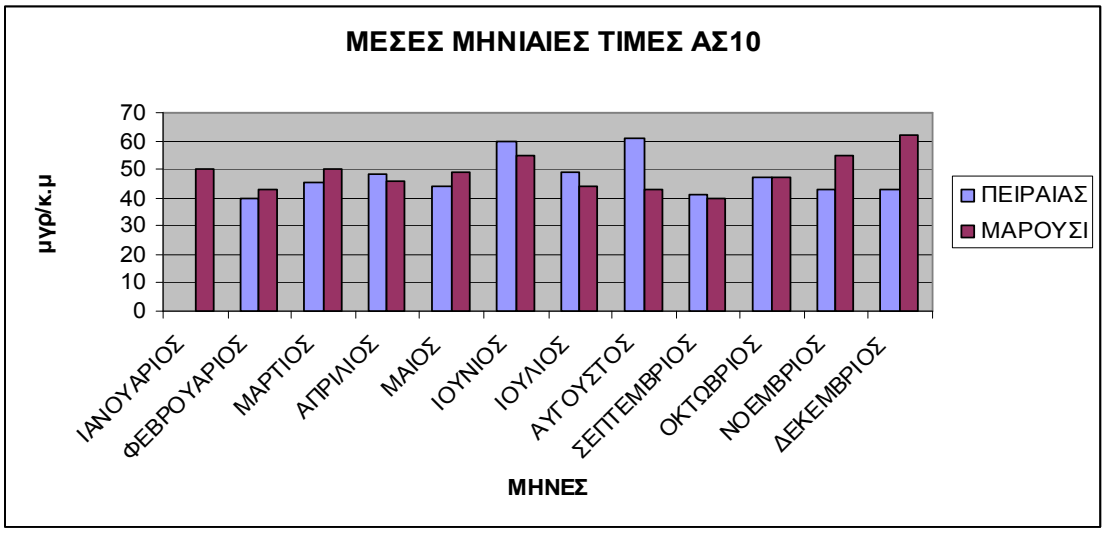
Το διοξείδιο του αζώτου είναι, όπως το όζον, δευτερογενής ρύπος, αφού η χρήση καυσίμων (αυτοκίνητα, φορτηγά, βιομηχανικοί καυστήρες κ.α.) παράγει μονοξείδιο του αζώτου το οποίο με χημικές αντιδράσεις και την παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου. Επομένως αναμένεται αύξηση των τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Στο σχήμα 11 στον σταθμό της Πατησίων κατά το έτος 2007 φαίνεται να υπάρχει αυτή η αναμενόμενη αύξηση των τιμών του ρύπου, το ίδιο συμβαίνει και στον σταθμό του Πειραιά. Όμως για την περιοχή του Αμαρουσίου φαίνεται να υπάρχει αντιθέτως μείωση των τιμών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο). Αυτό οφείλεται στην σημαντική μείωση της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων κατά τους θερινούς μήνες λόγω των καλοκαιρινών διακοπών.



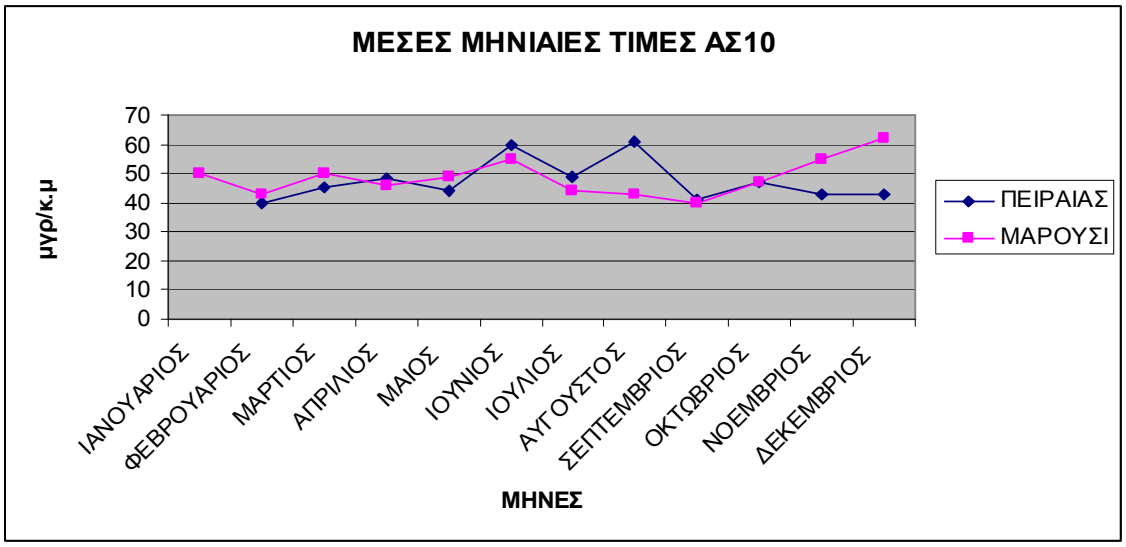
Σχήμα 12: Χρονόγραμμα για τις μέσες μηνιαίες τιμές NO_2 για το έτος 2007

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ($\mu g/m^3$)



Σχήμα 13: Ραβδόγραμμα για την μηνιαία μεταβολή των μέσων μηνιαίων τιμών $ΑΣ_{10}$ σε (μγρ/κ.μ) για το έτος 2007.



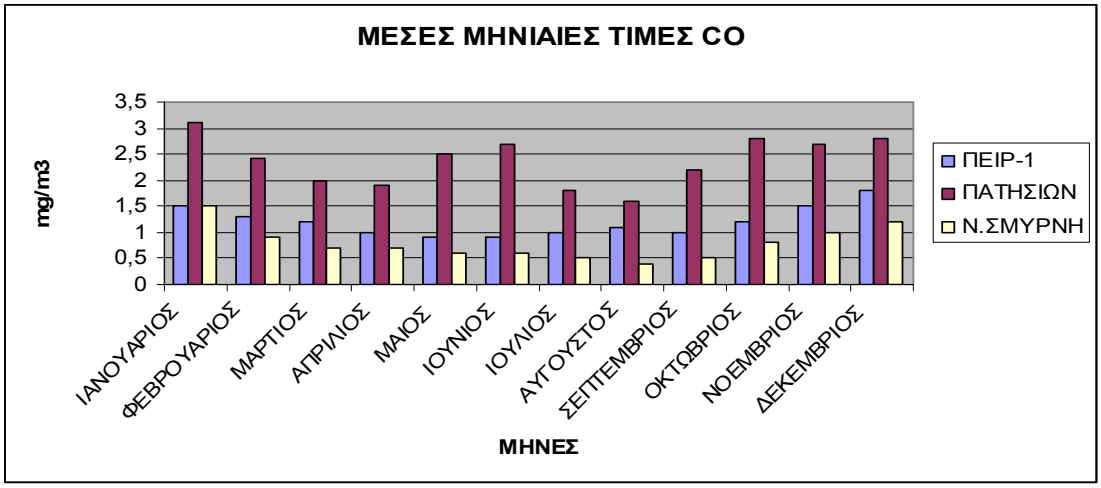
Σχήμα 14: Χρονόγραμμα για τις μέσες μηνιαίες τιμές $ΑΣ_{10}$ για το έτος 2007

Για τα αιωρούμενα σωματίδια δεν υπάρχει σαφής μηνιαία μεταβολή τόσο για την περιοχή του Πειραιά όσο για την περιοχή του Αμαρουσίου. Αυτό συμβαίνει διότι οι πηγές που παράγουν τους ρύπους ποικίλλουν και οφείλονται τόσο σε φυσικά αίτια όσο και σε ανθρωπογενή.

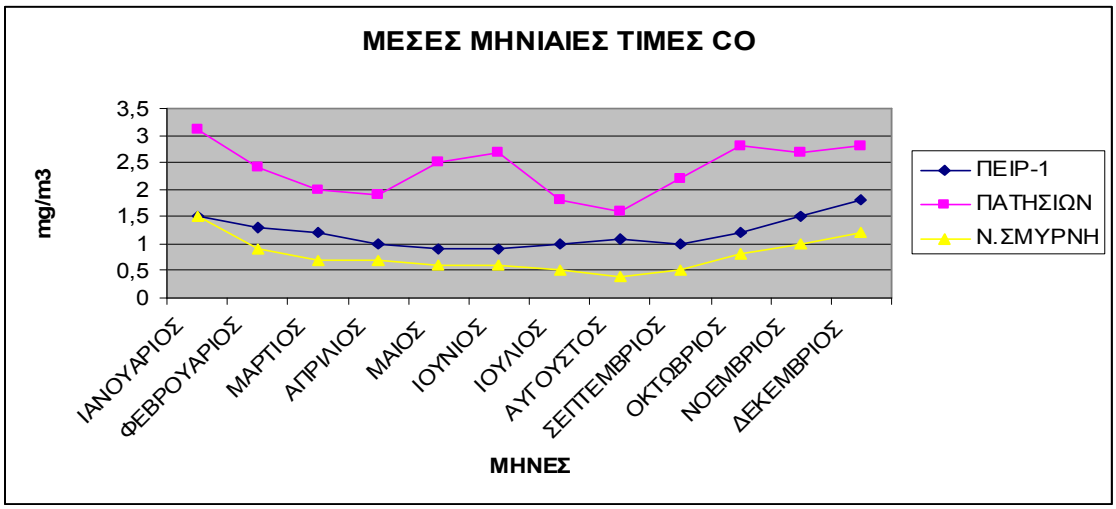
ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Για το κέντρο της Αθήνας το ΥΠΕΧΩΔΕ δεν έχει μετρήσεις για το έτος 2007 σε κανένα σταθμό του.

ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (mg/m^3)



Σχήμα 15: Ραβδόγραμμα για την μηνιαία μεταβολή των μέσων μηνιαίων τιμών CO σε (mg/m3) για το έτος 2007.



Σχήμα 16: Χρονόγραμμα για τις μέσες μηνιαίες τιμές CO για το έτος 2007

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

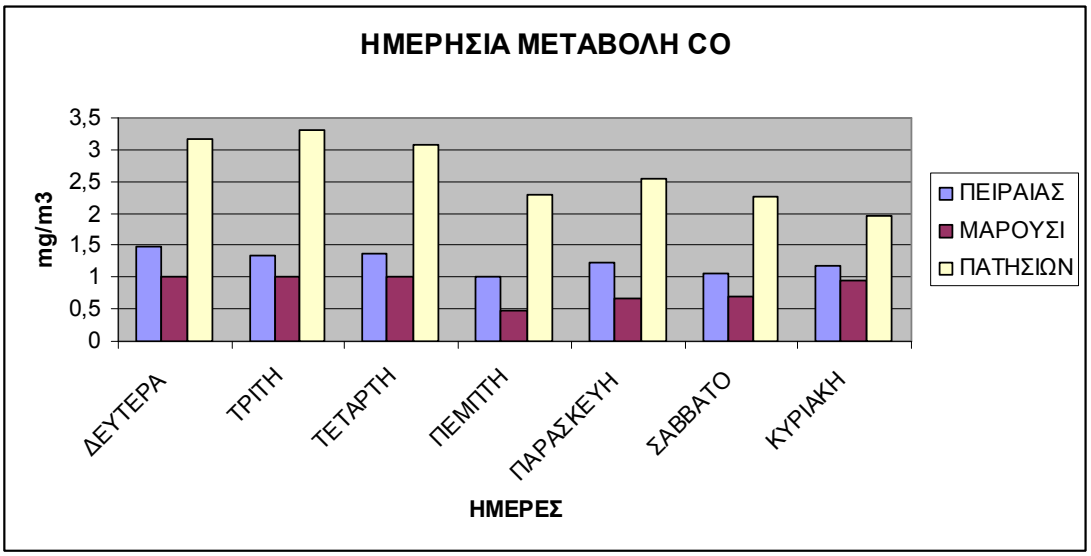
Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι πρωτογενής ρύπος, δηλαδή παράγεται από την ατελή καύση της καύσιμης ύλης σε βενζινοκίνητες μηχανές. Επηρεάζεται άμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα (κυκλοφοριακή κίνηση) η οποία κατά τους χειμερινούς μήνες είναι αυξημένη. Σημαντικός επίσης λόγος της αύξησης των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα κατά τους χειμερινούς μήνες είναι οι χειρότερες συνθήκες λειτουργίας των μηχανών καθώς για παράδειγμα το ξεκίνημα ενός αυτοκινήτου με κρύα μηχανή παράγει μεγαλύτερη ποσότητα του ρυπογόνου αερίου. Στο σχήμα 15 βλέπουμε σαφή μείωση των τιμών του ρύπου κατά τους θερινούς μήνες και στους τρεις σταθμούς. Το ΥΠΕΧΩΔΕ για το έτος 2007 δεν έχει εκδώσει τιμές μονοξειδίου του άνθρακα για τον σταθμό του Αμαρουσίου.

4.3 ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2007

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται οι ημερήσιες μεταβολές των συγκεντρώσεων των ρύπων του μονοξειδίου του άνθρακα, του όζοντος, των αιωρούμενων σωματιδίων και του διοξειδίου του αζώτου για τους τρεις χαρακτηριστικούς σταθμούς του κέντρου και των προαστίων, βόρεια και νότια, καθ' όλη την διάρκεια του έτος 2007. Οι γραφικές παραστάσεις που παρουσιάζονται παρακάτω στηρίζονται σε επιλογή δείγματος μεγέθους περίπου ίσου με το 10% του συνόλου των μετρήσεων.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ CO(mg/m^3) ΠΕΙΡΑΙΑ - ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ - ΠΑΤΗΣΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ 2007

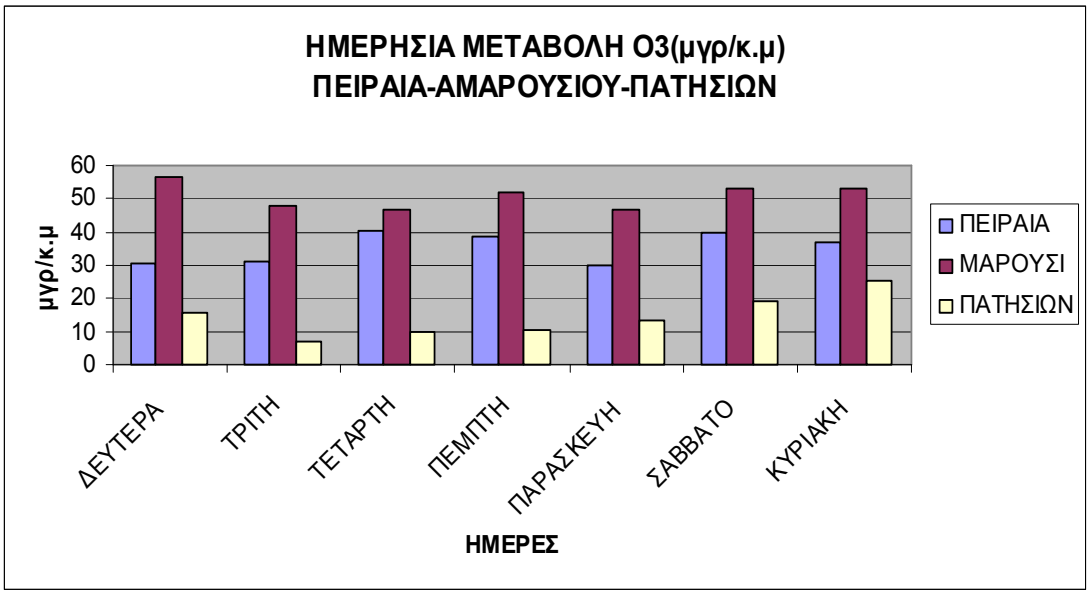


Σχήμα 17: Ραβδόγραμμα για τις μέσες ημερήσιες τιμές των συγκεντρώσεων του CO(mg/m^3)

Από το παραπάνω σχήμα παρατηρούμε ότι υπάρχει σημαντική μείωση των τιμών των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα κατά την διάρκεια του Σαββατοκύριακου. Κυρίως την Κυριακή η μείωση των τιμών του είναι ιδιαίτερα αισθητή.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ ($\mu g / m^3$)

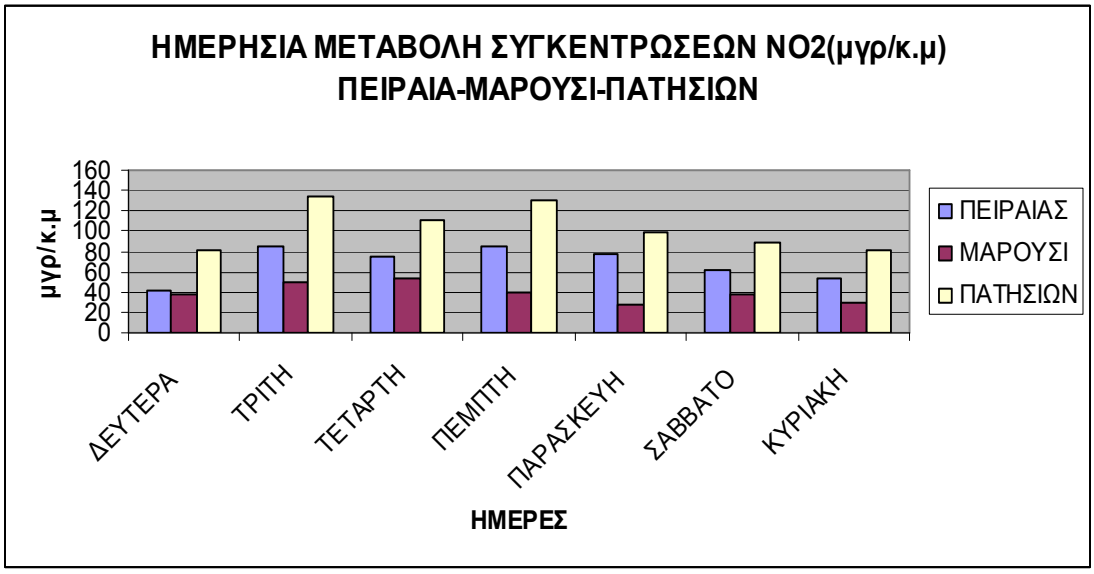


Σχήμα 18: Ραβδόγραμμα για τις μέσες ημερήσιες τιμές των συγκεντρώσεων του O_3(μγρ/κ.μ)

Από το παραπάνω σχήμα βλέπουμε ότι στον σταθμό του Αμαρουσίου, οι συγκεντρώσεις του ρύπου εμφανίζονται αυξημένες κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου. Στους άλλους δύο σταθμούς, Πειραιά και Πατησίων δεν υπάρχει σαφής ένδειξη για μείωση των τιμών κατά την διάρκεια του Σαββατοκύριακου.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ($\mu g / m^3$)

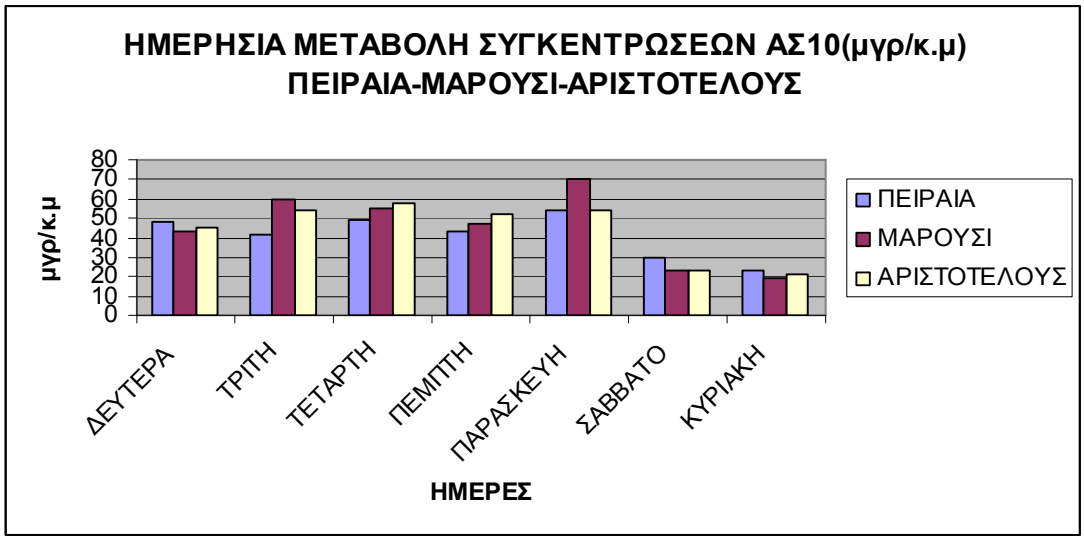


Σχήμα 19: Ραβδόγραμμα για τις μέσες ημερήσιες τιμές των συγκεντρώσεων του NO_2 (μγρ/κ.μ)

Από το σχήμα 19 φαίνεται πως υπάρχει μείωση των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα κατά την διάρκεια του Σαββατοκύριακου, σε σχέση με τις υπόλοιπες μέρες και κυρίως την Κυριακή αφού η κυκλοφορία των αυτοκινήτων την ημέρα αυτή παρουσιάζει σημαντική ελάττωση.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ($\mu g / m^3$)



Σχήμα 20: Ραβδόγραμμα για τις μέσες ημερήσιες τιμές των συγκεντρώσεων των $ΑΣ_{10}$(μγρ/κ.μ)

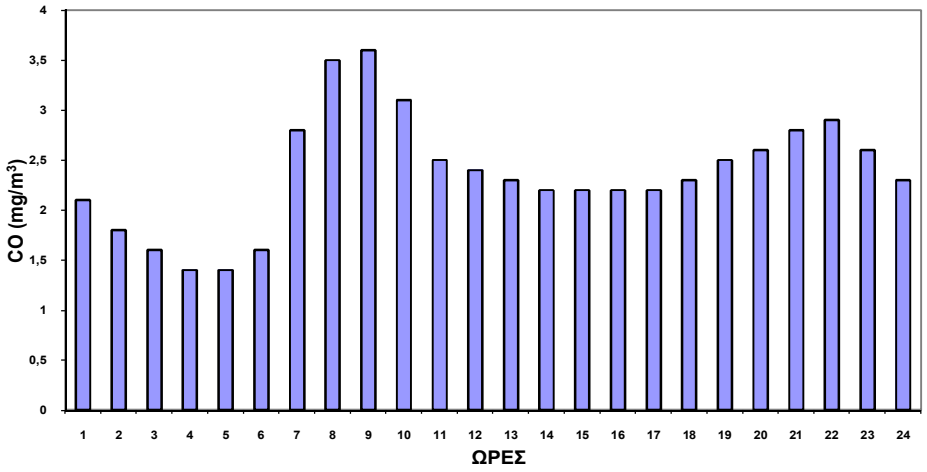
Από την επιλογή του δείγματος από το σύνολο των ημερών του έτους 2007 για τις τιμές των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων στους σταθμούς μέτρησης της οδού Αριστοτέλους, του Αμαρουσίου και του Πειραιά προέκυψε το Ραβδόγραμμα του παραπάνω σχήματος. Παρατηρούμε ότι κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου και κυρίως την Κυριακή, υπάρχει σημαντική μείωση των συγκεντρώσεων του ρύπου και στους τρεις σταθμούς μέτρησης. Στα μέσα της Εβδομάδας δεν υπάρχει σαφής ένδειξη για αύξηση ή μείωση των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων και για τους τρεις σταθμούς.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

4.4 ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται οι ωριαίες μεταβολές συγκεντρώσεων των ρύπων του όζοντος, του διοξειδίου του αζώτου και του μονοξειδίου του άνθρακα καθ' όλη την διάρκεια του έτους 2007. Για τα αιωρούμενα σωματίδια δεν είναι δυνατή η παρουσίαση των ωριαίων μεταβολών τους καθώς τα στοιχεία που παρέχει το ΥΠΕΧΩΔΕ είναι οι μέσες ημερήσιες τιμές για όλες τις ημέρες του έτους.
Στα επόμενα Σχήματα, δίνεται η ωριαία μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων στη διάρκεια του έτους 2007, σε χαρακτηριστικές θέσεις μέτρησης.

ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ CO



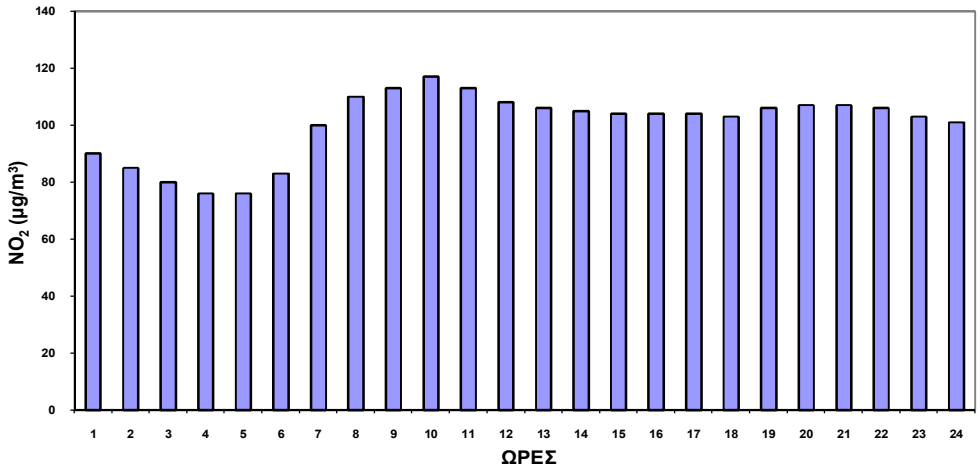
Σχήμα 21: Ωριαία μεταβολή CO στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.

Το μονοξείδιο του άνθρακα εκπέμπεται από τις εξατμίσεις των βενζινοκίνητων μηχανών κυρίως. Επομένως τις ώρες αιχμής όπου η κυκλοφορία των αυτοκινήτων είναι αυξημένη ο ρύπος αυτός παρουσιάζει τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του στην ατμόσφαιρα. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 21, μεγαλύτερες τιμές για τον ρύπο CO, παρουσιάζονται γενικά το πρωί (7-12) και το βράδυ (9-11). Αυτό οφείλεται στο ότι

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

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.

ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ NO_2

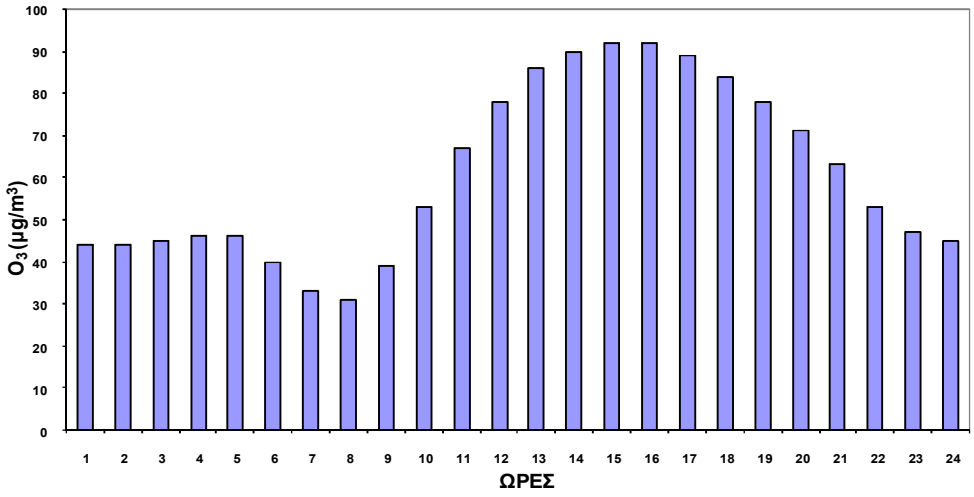


Σχήμα 22: Ωριαία μεταβολή NO_2 στο σταθμό Πατησίων για το έτος 2007.

Το διοξείδιο του Αζώτου παρουσιάζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις του μέσα στη διάρκεια της ημέρας κατά τις πρωινές ώρες 10:00 με 11:00. Ο σχηματισμός του μονοξειδίου του Αζώτου (NO) συμβαίνει κατά τις 7:00 με 8:00 τις πρωινές ώρες όπου οι συνθήκες το ευνοούν (αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση, λειτουργία κεντρικής θέρμανσης κ.α.) Η χρονική υστέρηση των μέγιστων τιμών του διοξειδίου του αζώτου, ως δευτερογενής ρύπος που παράγεται από διάφορες χημικές αντιδράσεις του μονοξειδίου του αζώτου, ως δευτερογενής ρύπος που παράγεται από διάφορες χημικές αντιδράσεις του μονοξειδίου του αζώτου, είναι λογική, αφού αυτές οι χημικές αντιδράσεις χρειάζονται χρόνο και επιταχύνονται με την αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Για τον ίδιο λόγο το διοξείδιο του αζώτου παρουσιάζει αύξηση των τιμών του γύρω στις 22:00 το βράδυ το οποίο είναι απόρροια της δημιουργίας μονοξειδίου του αζώτου γύρω στις 20:00 όπου υπάρχει πάλι αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση και λειτουργία κεντρικής θέρμανσης. Η αύξηση αυτή όμως δεν είναι τόσο μεγάλη όσο τις πρωινές ώρες καθώς απουσιάζει η ηλιακή ακτινοβολία.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΩΡΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ O_3



Σχήμα 23: Ωραία μεταβολή O_3 στο σταθμό Λυκόβρυση για το έτος 2007.

Για το O_3 (σχήμα 23) το ημερήσιο μέγιστο εμφανίζεται τις μεταμεσημβρινές ώρες, όταν η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσιάζει το μέγιστο. Στις 12:00 έχουμε την μέγιστη ακτινοβολία ενώ οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του όζοντος στην ατμόσφαιρα συμβαίνουν περίπου στις 16:00. Αντίθετα τις πρωινές ώρες όπου η ακτινοβολία και κατά συνέπεια η θερμοκρασία βρίσκονται σε χαμηλότερες τιμές, ο σχηματισμός του όζοντος στην ατμόσφαιρα επιβραδύνεται με αποτέλεσμα να έχουμε την μεγαλύτερη μείωση των συγκεντρώσεων του στο περιβάλλον κατά τις 8:00 το πρωί.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

Από τις γραφικές παραστάσεις των διαχρονικών, μηνιαίων και ημερησίων μεταβολών των συγκεντρώσεων των βασικότερων ρύπων για το έτος 2007 στην ατμόσφαιρα της Αθήνας και του Πειραιά, γίνεται γνωστό πως η μεταβολή των συγκεντρώσεων τους επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες.

Στην παρούσα εργασία θα ελέγξουμε πως επηρεάζεται η συγκέντρωση των ρύπων από τρεις μόνο βασικούς παράγοντες στο κέντρο της Αθήνας και στον Πειραιά, οι οποίοι είναι:

I. Η θέση του σταθμού μέτρησης. Αναμένεται οι σταθμοί στο κέντρο της Αθήνας να επιβαρύνονται περισσότερο από ορισμένους ρύπους σε σχέση με τους σταθμούς στα Νότια προάστια.

II. Η εποχή κατά την οποία καταγράφονται οι συγκεντρώσεις των ρύπων. Φαίνεται πως οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν επηρεάζουν άμεσα τις μεταβολές των συγκεντρώσεων των ρύπων.

III. Η ημέρα της εβδομάδας, αφού τις εργάσιμες ημέρες η επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από τους ρύπους λόγω αυξημένης κυκλοφοριακής κίνησης αναμένεται να είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τις αργίες.

Στο κεφάλαιο αυτό, με την βοήθεια της Στατιστικής Συμπερασματολογίας, γίνονται έλεγχοι για την ύπαρξη ή όχι διαφορών στις τιμές των ρύπων που οφείλονται στους παραπάνω παράγοντες. Οι ρύποι που χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση των ελέγχων αυτών είναι αυτοί που μέχρι και το έτος 2007 αποτελούσαν πρόβλημα σύμφωνα με το ΥΠΕΧΩΔΕ, για το λεκανοπέδιο της Αττικής. Τα δείγματα θεωρούνται ανεξάρτητα. Κάθε φορά προκύπτουν δύο ομάδες τιμών (Κέντρο-Πειραιάς, Χειμώνας-Καλοκαίρι, Εργάσιμη-Μη Εργάσιμη ημέρα), για τις οποίες πραγματοποιούνται έλεγχοι για τις διαφορές στις μέσες τιμές και τις διακυμάνσεις τους. Καθώς τα δείγματα είναι ανεξάρτητα χρησιμοποιούνται

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

παραμετρικές τεχνικές με την βοήθεια του στατιστικού προγράμματος S.P.S.S. Η εντολή που χρησιμοποιείται μέσα από το στατιστικό S.P.S.S είναι Independent-Samples T-test (Analyze, Compare Means, Independent-Samples T, Test). Η απαίτηση των παραμετρικών τεχνικών για ύπαρξη κανονικής κατανομής στον πληθυσμό από τον οποίο προέρχονται τα δείγματα παρακάμπτεται εφόσον τα δείγματα είναι αρκετά μεγάλα (μεγαλύτερα ή ίσα από 30 μετρήσεις), οπότε το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα της Θεωρίας Πιθανοτήτων εξασφαλίζει την ικανοποίηση των προϋποθέσεων, δηλαδή την ύπαρξη κανονικής κατανομής στον πληθυσμό. Στην περίπτωση κατά την οποία το δείγμα που λαμβάνεται είναι μικρότερο από 30 παρατηρήσεις, πραγματοποιείται έλεγχος κανονικότητας της κατανομής του πληθυσμού από τον οποίο προέρχεται το δείγμα. Αυτό γίνεται με την εντολή (Analyze, Descriptive Statistics, Explore). Ο έλεγχος για την ύπαρξη διαφοράς μεταξύ των δύο πληθυσμών που ελέγχουμε κάθε φορά, γίνεται με την βοήθεια του t-test και ισοδυναμεί με τον έλεγχο της ύπαρξης διαφοράς μεταξύ των αντίστοιχων μέσων τιμών, εφόσον ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις που ορίζει η παραμετρική στατιστική. Το επίπεδο σημαντικότητας για κάθε έλεγχο επιλέγεται να είναι το α=0,05. Κάθε φορά ελέγχεται και η ύπαρξη διαφοράς μεταξύ των διακυμάνσεων των δύο πληθυσμών, ώστε να επιλέγεται το κατάλληλο στατιστικό.

5.1 ΟΖΟΝ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ

Με σκοπό την διαπίστωση της ύπαρξης διαφοράς στις συγκεντρώσεις όζοντος στην ατμόσφαιρα ανάμεσα στις περιοχές του κέντρου της Αθήνας και του Πειραιά, λαμβάνεται δείγμα από τις μέσες ημερήσιες τιμές του ρύπου για τις δύο περιοχές. Το δείγμα προέκυψε από τις 365 μέσες ημερήσιες τιμές συγκεντρώσεων του ρύπου που έχουν καταγραφεί από τα όργανα μέτρησης του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ το έτος 2007 για κάθε τοποθεσία. Για την περιοχή του κέντρου της Αθήνας έχει ληφθεί δείγμα μεγέθους 36 (10% περίπου του συνολικού πληθυσμού) από τον σταθμό της οδού Πατησίων, ενώ για τον Πειραιά έχει ληφθεί ίδιου μεγέθους δείγμα από τις αντίστοιχες μετρήσεις του

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

σταθμού ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1. Το δείγμα καλύπτει όλες τις εποχές του έτους κι όλες τις ημέρες της εβδομάδας (Εργάσιμες, μη εργάσιμες). Η επιλογή τυχαίου δείγματος έγινε με την βοήθεια του στατιστικού προγράμματος MINITAB (Calc. ,Random Data, Sample from Columns, …). Το μέγεθος των δειγμάτων (≥ 30) επιτρέπει να προχωρήσουμε στην εφαρμογή του t-test χωρίς προηγουμένως να εξασφαλίσουμε την προσαρμογή των πληθυσμών στην κανονική κατανομή, δεδομένου ότι τα δείγματα είναι και ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Πίνακας 30:Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη.

ΡΥΠΟΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	N	Mean	Std.dev	Std.error.mean
OZON	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	36	19,4557	15,53452	2,58909
	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	36	35,0292	15,96918	2,66153

Στον πίνακα 30 δίνεται μια σύντομη περιγραφική στατιστική των παρατηρήσεων από την οποία φαίνεται ότι η μέση ημερήσια τιμή των συγκεντρώσεων του όζοντος για το έτος 2007 στο κέντρο της Αθήνας (Πατησίων) είναι περίπου 19,45 μγρ/κ.μ ενώ η αντίστοιχη τιμή για τον Πειραιά είναι περίπου 35 μγρ/κ.μ.

Από την εντολή Independent – Sample T – test προκύπτει ο παρακάτω πίνακας. Σε αυτόν τον πίνακα δίνονται τα αποτελέσματα του στατικού ελέγχου για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών. Ο έλεγχος της ισότητας των διακυμάνσεων (Levene's Test for Equality of Variances) υποδεικνύει ότι δεν μπορούμε να προχωρήσουμε στην απόρριψή της. Η τιμή F του στατιστικού είναι0,248 με P- τιμή 0,620(μεγαλύτερη από 0,05), άρα για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του t-test που αντιστοιχούν στην περίπτωση των ίσων διακυμάνσεων.(Equal Variances Assumed).

Τα αποτελέσματα t = -4,194 με 70 βαθμούς ελευθερίας (df) και p – τιμή για τον αμφίπλευρο έλεγχο πολύ κοντά στο μηδέν (Sig. 2 – tailed), συνάγουν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μεγάλη διαφορά στις συγκεντρώσεις του όζοντος στην ατμόσφαιρα ανάμεσα στην περιοχή του κέντρου της Αθήνας και του Πειραιά με υψηλότερες συγκεντρώσεις στον Πειραιά. Η διαφορά των μέσων τιμών στα δύο δείγματα είναι 15,57 μγρ/κ.μ με τυπικό αντίστοιχο σφάλμα 3,7 μγρ/κ.μ (Mean Difference – Std Error Difference). Το 95%

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά στις μέσες συγκεντρώσεις (95% Confidence Interval of the Difference) κυμαίνεται από - 22,97 μέχρι – 8,16, και καθώς το μηδέν δεν ανήκει στο διάστημα εμπιστοσύνης δείχνει επίσης ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συγκεντρώσεις του όζοντος στις δύο περιοχές.

ΡΥΠΟΣ	OZON	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	0,248 0,620	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	-4,194 70 0,000 -15,57373 3,71313	-4,194 69,947 0,000 -15,57373 3,71313
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	-22,97933 -8,16813	-22,97933 -8,16813

Πίνακας 31: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του όζοντος στο κέντρο της Αθήνας και του Πειραιά.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΟΧΗΣ

Για να μελετηθεί η επίδραση της εποχής στις συγκεντρώσεις του όζοντος στην ατμόσφαιρα, λαμβάνεται δείγμα από τις μέσες ημερήσιες τιμές του ρύπου για 15 ημέρες του Ιανουαρίου (Χειμώνας) του έτους 2007 και 15 ημέρες του Ιουλίου (Καλοκαίρι) του 2007 από τον σταθμό του Πειραιά. Για να εφαρμοστεί το t- test, λόγω του σχετικά μικρού δείγματος από κάθε πληθυσμό, ελέγχεται κι η προϋπόθεση της ύπαρξης κανονικής κατανομής στον πληθυσμό από τον οποίο προέρχονται τα δείγματα. Τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού παρουσιάζονται στον πίνακα .

Πίνακας 32: .Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007.

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk	
OZON		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0,178	15	0,2	0,940	15	0,383
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0,152	15	0,2	0,949	15	0,502

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Από τα test των Kolmogorov – Smirnov και Shapiro – Wilk (πίνακας πάνω) μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι, τόσο οι παρατηρήσεις από τον χειμώνα, όσο κι οι παρατηρήσεις από το καλοκαίρι ακολουθούν την κανονική κατανομή αφού η p – τιμή του στατιστικού για κάθε έλεγχο ξεπερνά το 0,05.

Στη συνέχεια προχωρούμε στην εφαρμογή του t- test από το οποίο προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες.

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	N	Mean	Std.Deviation	Std.error.mean
OZON	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	36	20,0026	8,89801	2,29746
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	36	54,8968	13,29731	3,43335

Πίνακας 33: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

Στον πίνακα 33, φαίνεται ότι η μέση ημερήσια συγκέντρωση του όζοντος στην ατμόσφαιρα του Πειραιά κατά την διάρκεια του χειμώνα είναι περίπου 20 μγρ/κ.μ με τυπική απόκλιση 8,9 μγρ/κ.μ , ενώ η αντίστοιχη τιμή για το καλοκαίρι είναι περίπου 54,9 μγρ/κ.μ με τυπική απόκλιση 13,3 μγρ/κ.μ .

ΡΥΠΟΣ	OZON	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	1,459 0,237	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	-8,447 28 0,000 -34,89419 4,13113	-8,447 24,444 0,000 -34,89419 4,13113
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	-43,35642 -26,43197	-43,41224 -26,37615

Πίνακας 34: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του όζοντος στην ατμόσφαιρα τον χειμώνα και το καλοκαίρι από τον σταθμό του Πειραιά.

Στον πίνακα 34 από τον έλεγχο της υπόθεσης για την ισότητα των διακυμάνσεων προκύπτει ότι δεν προχωρούμε στην απόρριψη της, αφού η F του στατιστικού είναι 1,459 με σημαντικότητα 0,237 (μεγαλύτερη από 0,05), άρα για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών θα

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του t – test που αντιστοιχούν στην περίπτωση των ίσων διακυμάνσεων .(Equal Variances Assumed).
Από τον έλεγχο της υπόθεσης για την ισότητα των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών προκύπτει τιμή στατιστικού ίση με – 8,447 με p – τιμή για τον αμφίπλευρο έλεγχο (Sig. 2-tailed) μηδέν. Η διαφορά στις μέσες τιμές των δύο δειγμάτων είναι -34,89419 μγρ/κ.μ με τυπικό σφάλμα 4,13μγρ/κ.μ. Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά στις μέσες τιμές συγκεντρώσεις κυμαίνεται από -43,36 μέχρι -26,43. Η p – τιμή για τον αμφίπλευρο έλεγχο μικρότερη από 0,05, αλλά και το γεγονός ότι το διάστημα εμπιστοσύνης δεν περιέχει το μηδέν μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται. Άρα συμπεραίνουμε ότι υπάρχει διαφορά στις συγκεντρώσεις του όζοντος στο περιβάλλον ανάμεσα στο χειμώνα και το καλοκαίρι, στην περιοχή του Πειραιά, με υψηλότερες συγκεντρώσεις κατά την διάρκεια του καλοκαιριού.

Στην συνέχεια προχωρούμε στον αντίστοιχο έλεγχο για την περιοχή του κέντρου της Αθήνας, συγκεκριμένα της οδού Πατησίων. Με τον ίδιο τρόπο που επιλέχθηκε δείγμα από τις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του όζοντος στον σταθμό του Πειραιά, επιλέγεται δείγμα από τον σταθμό της οδού Πατησίων κι έτσι προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες.

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΟΖΟΝ		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0,29	15	0,001	0,82	15	0,007
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0,161	15	0,2	0,924	15	0,225

Πίνακας 35: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για χειμώνα και καλοκαίρι του έτους 2007 από τον σταθμό της οδού Πατησίων.

Από τον πίνακα 35 προκύπτει ότι οι παρατηρήσεις που έχουν παρθεί τον χειμώνα δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή, ενώ οι παρατηρήσεις του καλοκαιριού ακολουθούν την κανονική κατανομή. Οπότε δεν μπορούμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή παραμετρικών τεχνικών για την σύγκριση των μέσων τιμών των πληθυσμών.
Γι' αυτόν το λόγο αποφασίζεται να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο μη παραμετρική στατιστική ανάλυση βασισμένη στις τάξεις μεγέθους (Ranks)

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

των παρατηρήσεων. Τα δείγματα θεωρούνται ανεξάρτητα. Από την εντολή (Analyze , Nonparametric tests, 2 Independent Samples), πραγματοποιείται ο έλεγχος με μηδενική υπόθεση H0 : Οι συγκεντρώσεις του όζοντος το χειμώνα δεν τείνουν να είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις το καλοκαίρι. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τάξεις μεγέθους για τις συγκεντρώσεις του όζοντος τον χειμώνα και το καλοκαίρι για την οδό Πατησίων.

Ranks

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	N	Means Rank	Sum of Ranks
OZON	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	15	8,8	132
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	15	22,2	333

Πίνακας 36: Τάξεις μεγέθους (Ranks) για τις συγκεντρώσεις όζοντος τον χειμώνα και το καλοκαίρι

Test statistics

ΡΥΠΟΣ	OZON
Mann-Whitney U	12
Wilcoxon W	132
Z	-4,169
Asymp.Sig. (2-tailed)	0,000

Πίνακας 37: Έλεγχος του Mann-Whitney U test στον έλεγχο υποθέσεων για την ύπαρξη διαφοράς των τιμών όζοντος μεταξύ χειμώνα-καλοκαιριού.

Στον πίνακα 37 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου. Δίνονται οι τιμές των Mann-Whitney U στατιστικού, καθώς και του ισοδύναμου Wilcoxon W. Καταγράφονται επίσης η τιμή της κανονικής προσέγγισης Z η οποία είναι ίδια και για τα δύο στατιστικά, καθώς και η πιθανότητα σφάλματος τύπου I (Δηλαδή να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση ενώ είναι σωστή). Η τιμή του U στατιστικού είναι 12, ενώ η τιμή του W στατιστικού είναι 132. Η πιθανότητα σφάλματος τύπου I είναι πολύ κοντά στο μηδέν (Asymp. Sig 2-tailed), η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, κατά συνέπεια

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

δεχόμαστε ότι υπάρχει διαφορά στις συγκεντρώσεις του όζοντος ανάμεσα στον χειμώνα και το καλοκαίρι για τον σταθμό της Πατησίων.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Για να διαπιστωθεί κατά πόσο η κυκλοφοριακή κίνηση επιδρά στις συγκεντρώσεις όζοντος στην ατμόσφαιρα πραγματοποιείται ο παρακάτω έλεγχος. Λαμβάνεται δείγμα της μέσης ημερησίας συγκέντρωσης όζοντος στην ατμόσφαιρα από 12 εργάσιμες ημέρες του 2007 και 12 μη εργάσιμες. Επιλέγουμε ως εργάσιμη ημέρα την Τρίτη, όπου κι εξαιτίας του ωραρίου των εμπορικών καταστημάτων η κίνηση αναμένεται ιδιαίτερα αυξημένη. Ως μη εργάσιμη ημέρα επιλέγουμε την Κυριακή, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό των Κατοίκων του λεκανοπεδίου της Αττικής δεν εργάζεται, οπότε και περιορίζει τις μετακινήσεις του με το αυτοκίνητο. Οι τιμές τόσο για εργάσιμη ημέρα, όσο και για μη εργάσιμη προέρχονται από τον σταθμό του Πειραιά ΙΙ, ώστε να μην επιδρά η τοποθεσία του σταθμού. Επίσης και για τις δύο ημέρες το δείγμα το οποίο λαμβάνεται αφορά σε τρεις συγκεκριμένους μήνες του 2007 (Απρίλιος, Μάιος, Ιούνιος), για τους οποίους αναμένεται να μην υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις στις κλιματολογικές συνθήκες, ώστε να μην επιδρά στις συγκεντρώσεις του όζοντος διαφορά στην θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Αρχικά πραγματοποιείται ο έλεγχος για την ύπαρξη κανονικής κατανομής στους πληθυσμούς από τους οποίους προέρχονται τα δείγματα. Στον πίνακα 38 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού. Παρόλο που στο test Shapiro-Wilk η p- τιμή ελέγχου είναι μικρότερη από το επίπεδο σημαντικότητας που έχουμε ορίσει (0,05), το test Kolmogorov-Smirnov με αντίστοιχη τιμή στατιστικού 0,229 και p- τιμή 0,084 μας επιτρέπει την εφαρμογή του t-test.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
OZON		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,216	12	0,127	0,895	12	0,137
	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,229	12	0,084	0,794	12	0,008

Πίνακας 38: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του έτους 2007 από τον σταθμό του Πειραιά.

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	N	Mean	Std.dev	Std .Error. Mean
OZON	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	12	51,8566	14,30086	4,12830
	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	12	50,4140	12,70398	3,66732

Πίνακας 39: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

ΡΥΠΟΣ	OZON	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	1,238 0,278	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	0,261 22 0,796 1,44264 5,52197	0,261 21,699 0,796 1,44264 5,52197
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	-10,009222 12,89450	-10,01845 12,90373

Πίνακας 40: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του όζοντος στην ατμόσφαιρα για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του έτους 2007 από τον σταθμό του Πειραιά.

Ο πίνακας 39 δίνει μια σύντομη περιγραφική στατιστική των παρατηρήσεων, από την οποία προκύπτει ότι κατά τις εργάσιμες ημέρες υπάρχουν υψηλότερες

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

συγκεντρώσεις του όζοντος στην ατμόσφαιρα. Η διαφορά αυτή δεν είναι πολύ μεγάλη.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται ο στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του όζοντος στην ατμόσφαιρα για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα. (Πίνακας 40).

Ο έλεγχος για την ισότητα των διακυμάνσεων υποδεικνύει ότι για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του t-test που αντιστοιχούν στην περίπτωση των ίσων διακυμάνσεων (p = 0,278 > 0,05). Από τον έλεγχο της υπόθεσης για την ισότητα των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών προκύπτει τιμή στατιστικού ίση με 0,261 με p – τιμή του ελέγχου 0,796. Η διαφορά των μέσων τιμών στα δύο δείγματα είναι 1,44 μγρ/κ.μ με τυπικό σφάλμα 5,52 μγρ/κ.μ . Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά στις μέσες τιμές κυμαίνεται από -10 μέχρι 12,89. Η p – τιμή του ελέγχου που ξεπερνά κατά πολύ την τιμή του επιπέδου σημαντικότητας που έχουμε ορίσει, αλλά και το γεγονός ότι το διάστημα εμπιστοσύνης περιέχει το μηδέν, μας επιτρέπουν να συμπεράνουμε ότι οι συγκεντρώσεις του όζοντος στην ατμόσφαιρα στην περιοχή του Πειραιά δεν επηρεάζονται από την κυκλοφοριακή κίνηση.

Στην συνέχεια προχωρούμε στον αντίστοιχο έλεγχο για την περιοχή του κέντρου της Αθήνας, καθώς εκεί αναμένεται η επίδραση της κυκλοφοριακής κίνησης να είναι εντονότερη. Με τον ίδιο τρόπο που επιλέχθηκε δείγμα από τις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις όζοντος στον Σταθμό Πειραιά Ι, επιλέγεται δείγμα από τον σταθμό της οδού Πατησίων κι έτσι προκύπτουν, ο πίνακας 41 για τον έλεγχο κατανομής των πληθυσμών.

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
OZON		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,173	12	0,2	0,912	12	0,225
	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,247	12	0,042	0,840	12	0,028

Πίνακας 41 : Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του 2007 από τον σταθμό της Πατησίων.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Από τον πίνακα 41 προκύπτει ότι για τον πληθυσμό ο οποίος εκφράζει την μη εργάσιμη ημέρα δεν μπορούμε να υποθέσουμε ότι ακολουθεί την κανονική κατανομή, οπότε μπορούμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή των μη παραμετρικών τεχνικών, βασισμένα στις τάξεις μεγέθους των παρατηρήσεων, για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών.

Τα δείγματα θεωρούνται ανεξάρτητα. Από την εντολή (Analyze , Nonparametric tests, 2 Independent Samples), πραγματοποιείται ο έλεγχος με μηδενική υπόθεση H0 : Οι συγκεντρώσεις του όζοντος την εργάσιμη ημέρα δεν τείνουν να είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις την μη εργάσιμη ημέρα στο κέντρο της Αθήνας.. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τάξεις μεγέθους για τις συγκεντρώσεις του όζοντος τον χειμώνα και το καλοκαίρι για την οδό Πατησίων.

Ranks

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	N	Means Rank	Sum of Ranks
OZON	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	12	11,08	133
	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	12	13,92	167

Πίνακας 42: Τάξεις μεγέθους (Ranks) για τις συγκεντρώσεις όζοντος την εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του έτους 2007 στην οδό Πατησίων

Test statistics

ΡΥΠΟΣ	OZON
Mann-Whitney U	55
Wilcoxon W	133
Z	-0,981
Asymp.Sig. (2-tailed)	0,326

Πίνακας 43: Έλεγχος του Mann-Whitney U test στον έλεγχο υποθέσεων για την ύπαρξη διαφοράς των τιμών όζοντος μεταξύ εργάσιμης – μη εργάσιμης ημέρας.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Στον πίνακα 43 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου. Δίνονται οι τιμές των Mann-Whitney U στατιστικού, καθώς και του ισοδύναμου Wilcoxon W. Καταγράφονται επίσης η τιμή της κανονικής προσέγγισης Z η οποία είναι ίδια και για τα δύο στατιστικά, καθώς και η πιθανότητα σφάλματος τύπου I (Δηλαδή να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση ενώ είναι σωστή). Η τιμή του U στατιστικού είναι 55, ενώ η τιμή του W στατιστικού είναι 133. Η πιθανότητα σφάλματος τύπου I είναι 0,326 (Asymp. Sig 2-tailed), ενώ η μηδενική υπόθεση δεν μπορεί να απορριφθεί σε επίπεδο σημαντικότητας α = 0,05. Κατά συνέπεια δεχόμαστε ότι δεν υπάρχει διαφορά στις συγκεντρώσεις του όζοντος ανάμεσα στην εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα για τον σταθμό της Πατησίων, με βάση αυτά τα στατιστικά στοιχεία.

5.2 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ

Με σκοπό την διαπίστωση της ύπαρξης διαφοράς στις συγκεντρώσεις διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα ανάμεσα στις περιοχές του κέντρου της Αθήνας και του Πειραιά, λαμβάνεται δείγμα από τις μέσες ημερήσιες τιμές του ρύπου για τις δύο περιοχές. Το δείγμα προέκυψε από τις 365 μέσες ημερήσιες τιμές συγκεντρώσεων του ρύπου που έχουν καταγραφεί από τα όργανα μέτρησης του ΥΠΕΧΩΔΕ το έτος 2007 για κάθε τοποθεσία. Για την περιοχή του κέντρου της Αθήνας έχει ληφθεί δείγμα μεγέθους 36 (10% περίπου του συνολικού πληθυσμού) από τον σταθμό της οδού Πατησίων, ενώ για τον Πειραιά έχει ληφθεί ίδιου μεγέθους δείγμα από τις αντίστοιχες μετρήσεις του σταθμού ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1. Το δείγμα καλύπτει όλες τις εποχές του έτους κι όλες τις ημέρες της εβδομάδας (Εργάσιμες, μη εργάσιμες). Η επιλογή τυχαίου δείγματος έγινε με την βοήθεια του στατιστικού προγράμματος MINITAB (Calc. ,Random Data, Sample from Columns, …). Το μέγεθος των δειγμάτων (≥ 30) επιτρέπει να προχωρήσουμε στην εφαρμογή του t – test χωρίς προηγουμένως να εξασφαλίσουμε την

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

προσαρμογή των πληθυσμών στην κανονική κατανομή, δεδομένου ότι τα δείγματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.

ΡΥΠΟΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	N	Mean	Std.dev	Std.error.mean
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	36	100,6647	32,22504	5,37084
ΑΖΩΤΟΥ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	36	70,2203	15,10811	2,51802

Πίνακας 44: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

Από τον πίνακα 44 με τα περιγραφικά στατιστικά μεγέθη των δύο δειγμάτων, παρατηρούμε ότι οι μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου παρουσιάζονται αρκετά υψηλότερες στην περιοχή του κέντρου της Αθήνας σε σχέση με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στον Πειραιά.

ΡΥΠΟΣ	ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΖΩΤΟΥ	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	15,59 0,000	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	5,132 70 0,000 30,444 5,93181	5,132 49,677 0,000 30,444 5,93181
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	18,61383 42,27506	18,52814 42,36075

Πίνακας 45: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO2) στο κέντρο της Αθήνας και του Πειραιά.

Τα αποτελέσματα του t – test για τον έλεγχο της ισότητας των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών παρουσιάζονται στον πίνακα 45 . Από τον έλεγχο του Levene (F=15,59, P=0,000) προκύπτει ότι θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα που υποθέτουν ότι οι διακυμάνσεις των δύο μεταβλητών είναι

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

άνισες. Η τιμή t=5,132 του στατιστικού και με παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας μηδέν, αλλά και το 95% διάστημα εμπιστοσύνης, από 18,52 μέχρι 42,36, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μέσους των δύο πληθυσμών. Κατά συνέπεια οι μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου στο κέντρο της Αθήνας κατά το έτος 2007 ήταν πολύ υψηλότερες από αυτές στον Πειραιά, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τα γραφήματα των χρονικών διακυμάνσεων του ρύπου (κεφάλαιο 3).

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΟΧΗΣ

Για να μελετηθεί η επίδραση της εποχής στις συγκεντρώσεις του όζοντος στην ατμόσφαιρα, λαμβάνεται δείγμα από τις μέσες ημερήσιες τιμές του ρύπου για 15 ημέρες του Ιανουαρίου (Χειμώνας) του έτους 2007 και 15 ημέρες του Ιουλίου (Καλοκαίρι) του 2007 από τον σταθμό του Πειραιά. Για να εφαρμοστεί το t – test, λόγω του σχετικά μικρού δείγματος από κάθε πληθυσμό, ελέγχεται κι η προϋπόθεση της ύπαρξης κανονικής κατανομής στον πληθυσμό από τον οποίο προέρχονται τα δείγματα. Τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού παρουσιάζονται στον πίνακα .

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΑΖΩΤΟΥ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0,191	15	0,144	0,943	15	0,415
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0,166	15	0,2	0,954	15	0,598

Πίνακας 46: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007 στον Πειραιά.

Από τα test των Kolmogorov – Smirnov και Shapiro – Wilk (πίνακας πάνω) μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι, τόσο οι παρατηρήσεις από τον χειμώνα, όσο

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

κι οι παρατηρήσεις από το καλοκαίρι ακολουθούν την κανονική κατανομή αφού η p – τιμή του στατιστικού για κάθε έλεγχο ξεπερνά το 0,05. Αφού και τα δείγματα είναι και ανεξάρτητα, μπορούμε να εφαρμόσουμε το t – test.

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	N	Mean	Std.Deviation	Std.error.mean
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	15	65,5551	13,56726	3,50305
ΑΖΩΤΟΥ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	15	75,4039	11,16052	2,88163

Πίνακας 47: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

Στον παραπάνω πίνακα, έχουμε μία σύντομή περιγραφική στατιστική των δύο δειγμάτων. Παρατηρούμε ότι οι μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου παρουσιάζονται μεγαλύτερες κατά το καλοκαίρι από τον χειμώνα στην Περιοχή του Πειραιά.

ΡΥΠΟΣ	ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΖΩΤΟΥ	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	2,282 0,142	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	-2,171 28 0,039 -9,84873 4,53599	-2,171 26,996 0,039 -9,84873 4,53599
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	-19,14028 -0,55719	-19,15587 -0,54160

Πίνακας 48: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO2) τον χειμώνα και τι καλοκαίρι από τον σταθμό του Πειραιά.

Τα αποτελέσματα του t – test για τον έλεγχο της ισότητας των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών παρουσιάζονται στον πίνακα 48. Από τον έλεγχο του Levene (F=2,282, P=0,142) προκύπτει ότι θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα που υποθέτουν ότι οι διακυμάνσεις των δύο μεταβλητών είναι ίσες. Η τιμή t = -2,171 του στατιστικού και με παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας 0,039, αλλά και το 95% διάστημα εμπιστοσύνης, από – 19,14

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

μέχρι -0,55, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μέσους των δύο πληθυσμών. Κατά συνέπεια οι μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου το χειμώνα κατά το έτος 2007 ήταν χαμηλότερες από αυτές το καλοκαίρι στον Πειραιά.

Στην συνέχεια προχωρούμε στον αντίστοιχο έλεγχο για την περιοχή του κέντρου της Αθήνας, συγκεκριμένα της οδού Πατησίων. Με τον ίδιο τρόπο που επιλέχθηκε δείγμα από τις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου στον σταθμό του Πειραιά, επιλέγεται δείγμα από τον σταθμό της οδού Πατησίων κι έτσι προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες.

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΑΖΩΤΟΥ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0,174	15	0,2	0,948	15	0,486
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0,173	15	0,2	0,927	15	0,249

Πίνακας 49: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για χειμώνα και καλοκαίρι του έτους 2007 από τον σταθμό της οδού Πατησίων.

Από τα test των Kolmogorov – Smirnov και Shapiro – Wilk (πίνακας πάνω) μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι, τόσο οι παρατηρήσεις από τον χειμώνα, όσο κι οι παρατηρήσεις από το καλοκαίρι ακολουθούν την κανονική κατανομή αφού η p – τιμή του στατιστικού για κάθε έλεγχο ξεπερνά το 0,05. Αφού και τα δείγματα είναι και ανεξάρτητα, μπορούμε να εφαρμόσουμε το t – test.

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	N	Mean	Std.Deviation	Std.error.mean
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	15	102,3331	20,11631	5,19401
ΑΖΩΤΟΥ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	15	98,2891	35,38493	9,13635

Πίνακας 50: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΡΥΠΟΣ	ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΖΩΤΟΥ	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	6,875 0,014	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	0,385 28 0,703 4,04402 10,50955	0,385 22,194 0,704 4,04402 10,50955
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	-17,48381 25,57185	-17,74043 25,82847

Πίνακας 51: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO2) τον χειμώνα και τι καλοκαίρι από τον σταθμό της Πατησίων.

Τα αποτελέσματα του t – test για τον έλεγχο της ισότητας των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών παρουσιάζονται στον πίνακα 51. Από τον έλεγχο του Levene (F=6,875 , P=0,014) προκύπτει ότι θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα που υποθέτουν ότι οι διακυμάνσεις των δύο μεταβλητών είναι άνισες. Η τιμή t = 0,385 του στατιστικού και με παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας 0,703, αλλά και το 95% διάστημα εμπιστοσύνης, από – 17,48 μέχρι 25,57 , το οποίο περιέχει το μηδέν, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μέσους των δύο πληθυσμών. Κατά συνέπεια οι μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου το χειμώνα κατά το έτος 2007 δεν διαφέρουν από αυτές το καλοκαίρι στο Κέντρο της Αθήνας.

.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Για να διαπιστωθεί κατά πόσο η κυκλοφοριακή κίνηση επιδρά στις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα πραγματοποιείται ο παρακάτω έλεγχος. Λαμβάνεται δείγμα της μέσης ημερησίας συγκέντρωσης

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

του διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα από 12 εργάσιμες ημέρες του 2007 και 12 μη εργάσιμες. Επιλέγουμε ως εργάσιμη ημέρα την Τρίτη, όπου κι εξαιτίας του ωραρίου των εμπορικών καταστημάτων η κίνηση αναμένεται ιδιαίτερα αυξημένη. Ως μη εργάσιμη ημέρα επιλέγουμε την Κυριακή, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων του λεκανοπεδίου της Αττικής δεν εργάζεται, οπότε και περιορίζει τις μετακινήσεις του με το αυτοκίνητο. Οι τιμές τόσο για εργάσιμη ημέρα, όσο και για μη εργάσιμη προέρχονται από τον σταθμό του Πειραιά Ι, ώστε να μην επιδρά η τοποθεσία του σταθμού. Επίσης και για τις δύο ημέρες το δείγμα το οποίο λαμβάνεται αφορά σε έξι συγκεκριμένους μήνες του 2007 (Από Ιανουάριο έως και Ιούνιο).

Αρχικά πραγματοποιείται ο έλεγχος για την ύπαρξη κανονικής κατανομής στους πληθυσμούς από τους οποίους προέρχονται τα δείγματα . Στον πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού. Παρόλο που στο test Shapiro-Wilk η p- τιμή(P=0,017) ελέγχου είναι μικρότερη από το επίπεδο σημαντικότητας που έχουμε ορίσει (0,05), το test Kolmogorov-Smirnov με αντίστοιχη τιμή στατιστικού 0,216και p- τιμή 0,127 μας επιτρέπει την εφαρμογή του t-test.

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΑΖΩΤΟΥ	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,216	12	0,127	0,822	12	0,017
	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,119	12	0,2	0,970	12	0,911

Πίνακας 52: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του 2007 από τον σταθμό του Πειραιά.

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	N	Mean	Std.dev	Std .Error. Mean
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	12	77,4429	20,39027	5,88617
ΑΖΩΤΟΥ	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	12	65,3431	19,12851	5,52192

Πίνακας 53: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΡΥΠΟΣ	ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΖΩΤΟΥ	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	0,002 0,961	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	1,499 22 0,148 12,09980 8,07085	1,499 21,911 0,148 12,09980 8,07085
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	-4,63812 28,83771	-4,64207 28,84166

Πίνακας 54: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO2) για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στον σταθμό Πειραιά Ι.

Ο πίνακας 53 δίνει μια σύντομη περιγραφική στατιστική των παρατηρήσεων, από την οποία προκύπτει ότι κατά τις εργάσιμες ημέρες υπάρχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις του Διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα. Η διαφορά αυτή δεν είναι πολύ μεγάλη.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται ο στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα. (Πίνακας 54).

Ο έλεγχος για την ισότητα των διακυμάνσεων υποδεικνύει ότι για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του t-test που αντιστοιχούν στην περίπτωση των ίσων διακυμάνσεων (p = 0,961 > 0,05). Από τον έλεγχο της υπόθεσης για την ισότητα των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών προκύπτει τιμή στατιστικού ίση με 1,499 με p – τιμή του ελέγχου 0,148. Η διαφορά των μέσων τιμών στα

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

δύο δείγματα είναι 12,09 μγρ/κ.μ με τυπικό σφάλμα 8,07 μγρ/κ.μ . Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά στις μέσες τιμές κυμαίνεται από -4,638 μέχρι 28,84. Η p – τιμή του ελέγχου που ξεπερνά κατά πολύ την τιμή του επιπέδου σημαντικότητας που έχουμε ορίσει, αλλά και το γεγονός ότι το διάστημα εμπιστοσύνης περιέχει το μηδέν, μας επιτρέπουν να συμπεράνουμε ότι οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα στην περιοχή του Πειραιά δεν επηρεάζονται από την κυκλοφοριακή κίνηση.

Στην συνέχεια προχωρούμε στον αντίστοιχο έλεγχο για την περιοχή του κέντρου της Αθήνας, καθώς εκεί αναμένεται η επίδραση της κυκλοφοριακής κίνησης να είναι εντονότερη. Με τον ίδιο τρόπο που επιλέχθηκε δείγμα από τις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις διοξειδίου του αζώτου στον Σταθμό Πειραιά Ι, επιλέγεται δείγμα από τον σταθμό της οδού Πατησίων κι έτσι προκύπτουν, ο πίνακας για τον έλεγχο κατανομής των πληθυσμών.

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΑΖΩΤΟΥ	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,168	12	0,2	0,962	12	0,807
	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,165	12	0,2	0,96	12	0,782

Πίνακας 55: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του 2007 από τον σταθμό της Πατησίων.

Από τα test των Kolmogorov – Smirnov και Shapiro – Wilk (πίνακας πάνω) μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι, τόσο οι παρατηρήσεις από την εργάσιμη ημέρα, όσο κι οι παρατηρήσεις από την μη εργάσιμη ημέρα ακολουθούν την κανονική κατανομή αφού η p – τιμή του στατιστικού για κάθε έλεγχο ξεπερνά

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

το 0,05. Αφού και τα δείγματα είναι και ανεξάρτητα, μπορούμε να εφαρμόσουμε το t – test.

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	N	Mean	Std.dev	Std .Error. Mean
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	12	113,77	13,76783	3,97443
ΑΖΩΤΟΥ	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	12	86,7742	26,51001	7,65278

Πίνακας 56: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

ΡΥΠΟΣ	ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΖΩΤΟΥ	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	6,014 0,023	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	3,131 22 0,005 26,99583 8,62329	3,131 16,531 0,006 26,99583 8,62329
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	9,11222 44,87945	8,76291 45,22875

Πίνακας 57: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO2) για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στον σταθμό της Πατησίων.

Στον 55 πίνακα δίνεται μια σύντομη περιγραφική στατιστική των παρατηρήσεων, από την οποία προκύπτει ότι κατά τις εργάσιμες ημέρες υπάρχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις του Διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα στο κέντρο της Αθήνας.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται ο στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα. (Πίνακας 57).

Ο έλεγχος για την ισότητα των διακυμάνσεων υποδεικνύει ότι για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του t-test που αντιστοιχούν στην περίπτωση των άνισων

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

διακυμάνσεων (p = 0,023 < 0,05). Από τον έλεγχο της υπόθεσης για την ισότητα των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών προκύπτει τιμή στατιστικού ίση με 3,131με p – τιμή του ελέγχου 0,005. Η διαφορά των μέσων τιμών στα δύο δείγματα είναι 26,995 μγρ/κ.μ με τυπικό σφάλμα 8,63 μγρ/κ.μ . Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά στις μέσες τιμές κυμαίνεται από 9,11 μέχρι 44,88. Η p – τιμή του ελέγχου που δεν ξεπερνά την τιμή του επιπέδου σημαντικότητας που έχουμε ορίσει, αλλά και το γεγονός ότι το διάστημα εμπιστοσύνης δεν περιέχει το μηδέν, μας επιτρέπουν να συμπεράνουμε ότι οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα στην περιοχή του Κέντρου της Αθήνας επηρεάζονται από την κυκλοφοριακή κίνηση.

5.3 ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ

Για να μελετηθεί η διαφορά στις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ανάμεσα στο κέντρο της Αθήνας και στον Πειραιά λαμβάνεται δείγμα 36 τιμών (μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του ρύπου) από το κέντρο (σταθμό οδού Πατησίων) που αφορούν σε όλες τις εποχές του 2007 και το αντίστοιχο δείγμα από τον σταθμό του Πειραιά.

Προχωρούμε στην εφαρμογή του t ελέγχου, χωρίς των έλεγχο της προσαρμογής των πληθυσμών στην κανονική κατανομή, αφού το μέγεθος του δείγματος είναι ικανοποιητικά μεγάλο.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τα περιγραφικά μεγέθη του πίνακα για τα δείγματα δίνουν υψηλότερες συγκεντρώσεις για τον ρύπο στην περιοχή του κέντρου της Αθήνας.

ΡΥΠΟΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	N	Mean	Std.dev	Std.error.mean
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	36	2,3689	1,02624	0,17104
ΑΝΘΡΑΚΑ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	36	1,2495	0,50656	0,08443

Πίνακας 58: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

Πίνακας 59: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) για τον σταθμό της Πατησίων και του Πειραια το έτος 2007.

ΡΥΠΟΣ	ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	10,57 0,002	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	5,869 70 0,000 1,1194 0,19074	5,869 51,100 0,000 1,1194 0,19074
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	0,73897 1,49982	0,73649 1,50231

Τα αποτελέσματα του t – test ελέγχου παρουσιάζονται στον πίνακα 59 . Το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας του Levene, το οποίο δεν ξεπερνά το 0,05 οδηγεί στο να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του t – test που υποθέτουν άνισες διακυμάνσεις. Η τιμή του στατιστικού για την ισότητα των μέσων των δυο πληθυσμών είναι 5,869 με παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας πολύ κοντά στο μηδέν. Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης κυμαίνεται από 0,73649 έως 1,50231. Κατά συνέπεια η μηδενική υπόθεση του ελέγχου απορρίπτεται και οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα ανάμεσα στις δύο περιοχές. Άλλωστε τα συμπεράσματα του ελέγχου αυτού

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

επιβεβαιώνονται και από τις χρονικές διακυμάνσεις του ρύπου στο κεφάλαιο 2, όπου παρατηρείται σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις του ανάμεσα στις δύο περιοχές.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΟΧΗΣ

Για να ερευνηθεί κατά πόσο οι μεταβολές στην θερμοκρασία και τις κλιματολογικές συνθήκες ανάμεσα στον χειμώνα και το καλοκαίρι επιδρούν στις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, λαμβάνεται τυχαίο δείγμα των μέσων ημερήσιων συγκεντρώσεων του ρύπου, μεγέθους 18 από τον Χειμώνα του 2007 (Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος) και αντίστοιχου μεγέθους δείγμα από το καλοκαίρι(Ιούνιος, Ιούλιος, Αυγουστος), από το κέντρο της Αθήνας (Πατησίων) και από τον Πειραιά.

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ		Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
ΑΝΘΡΑΚΑ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0,192	18	0,078	0,926	18	0,162
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0,156	18	0,2	0,955	18	0,506

Πίνακας 60: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων του μονοξειδίου του άνθρακα για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007 στην Πατησίων.

Από τα test των Kolmogorov – Smirnov και Shapiro – Wilk (πίνακας πάνω) μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι, τόσο οι παρατηρήσεις από τον χειμώνα, όσο κι οι παρατηρήσεις από το καλοκαίρι ακολουθούν την κανονική κατανομή

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

αφού η p – τιμή του στατιστικού για κάθε έλεγχο ξεπερνά το 0,05. Αφού και τα δείγματα είναι και ανεξάρτητα, μπορούμε να εφαρμόσουμε το t – test.

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	N	Mean	Std.Deviation	Std.error.mean
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	18	2,4529	1,03881	0,24485
ΑΝΘΡΑΚΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	18	2,2226	0,90970	0,21442

Πίνακας 61: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

ΡΥΠΟΣ	ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	0,053 0,819	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	0,707 34 0,484 0,23023 0,32546	0,707 33,418 0,484 0,23023 0,32546
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	-0,43119 0,89165	-0,43161 0,89208

Πίνακας 62: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) τον χειμώνα και τι καλοκαίρι από τον σταθμό της Πατησίων.

Στον πίνακα 62 από τον έλεγχο της υπόθεσης για την ισότητα των διακυμάνσεων προκύπτει ότι δεν προχωρούμε στην απόρριψη της, αφού η F του στατιστικού είναι 0,053 με σημαντικότητα 0,819 (μεγαλύτερη από 0,05), άρα για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του t – test που αντιστοιχούν στην περίπτωση των ίσων διακυμάνσεων .(Equal Variances Assumed).

Από τον έλεγχο της υπόθεσης για την ισότητα των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών προκύπτει τιμή στατιστικού ίση με 0,707 με p – τιμή για τον αμφίπλευρο έλεγχο (Sig. 2-tailed) 0,484. Η διαφορά στις μέσες τιμές των δύο δειγμάτων είναι 0,23 μγρ/κ.μ με τυπικό σφάλμα 0,32546 μγρ/κ.μ. Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά στις μέσες τιμές συγκεντρώσεις

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

κυμαίνεται από -0,43119 μέχρι 0,89165. Η p – τιμή για τον αμφίπλευρο έλεγχο είναι μεγαλύτερη από 0,05, αλλά και το γεγονός ότι το διάστημα εμπιστοσύνης περιέχει το μηδέν μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται. Άρα συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει διαφορά στις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα στο περιβάλλον ανάμεσα στο χειμώνα και το καλοκαίρι, στην περιοχή του Κέντρου της Αθήνας .

Στην συνέχεια προχωρούμε στον αντίστοιχο έλεγχο για την περιοχή του Πειραιά. Με τον ίδιο τρόπο που επιλέχθηκε δείγμα από τις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα από τον σταθμό της οδού Πατησίων , επιλέγεται δείγμα κι από τον σταθμό του Πειραιά κι έτσι προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες.

Αρχικά ελέγχεται η απαίτηση των παραμετρικών τεχνικών για προσαρμογή των πληθυσμών των δειγμάτων στην κανονική κατανομή. Τα αποτελέσματα του πίνακα υποδεικνύουν ότι δεν πρέπει να απορρίψουμε την υπόθεση ότι οι πληθυσμοί από τους οποίους προέρχονται τα δείγματα κατανέμονται κανονικά με επίπεδο σημαντικότητας 5%, αφού κανένα p – Value δεν είναι μικρότερο από αυτήν την τιμή.

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΑΝΘΡΑΚΑ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0,171	18	0,175	0,947	18	0,381
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0,110	18	0,2	0,965	18	0,708

Πίνακας 63: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων του μονοξειδίου του άνθρακα για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007 στον Πειραιά.

Γι' αυτόν τον λόγο αποφασίζεται να χρησιμοποιηθεί παραμετρική ανάλυση για των έλεγχο της διαφοράς των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών. Τα δύο δείγματα θεωρούνται ανεξάρτητα. Άρα μπορούμε να εφαρμόσουμε το t – test.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	N	Mean	Std.Deviation	Std.error.mean
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	18	1,4672	0,54338	0,12807
ΑΝΘΡΑΚΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	18	0,9656	0,19671	0,04637

Πίνακας 64: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

ΡΥΠΟΣ	ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	19,311 0,000	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	3,683 34 0,001 0,50167 0,13621	3,683 21,381 0,001 0,50167 0,13621
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	0,22486 0,77848	0,21871 0,78462

Πίνακας 65: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) τον χειμώνα και τι καλοκαίρι από τον σταθμό του Πειραιά.

Τα αποτελέσματα του t – test ελέγχου παρουσιάζονται στον πίνακα 65 . Το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας του Levene, το οποίο δεν ξεπερνά το 0,05 οδηγεί στο να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του t – test που υποθέτουν άνισες διακυμάνσεις. Η τιμή του στατιστικού για την ισότητα των μέσων των δυο πληθυσμών είναι 3,683 με παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας πολύ κοντά στο μηδέν (0,001). Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης κυμαίνεται από 0,21871 έως 0,78462. Κατά συνέπεια η μηδενική υπόθεση του ελέγχου απορρίπτεται και οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα ανάμεσα στις δύο εποχές, χειμώνα και καλοκαίρι στην περιοχή του Πειραιά. Άλλωστε τα συμπεράσματα του ελέγχου αυτού επιβεβαιώνονται και από τις χρονικές διακυμάνσεις του ρύπου στο κεφάλαιο 2, όπου παρατηρείται σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις του ανάμεσα στις δύο εποχές.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Για τον έλεγχο της επίδρασης της κυκλοφοριακής κίνησης στις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα λαμβάνεται το εξής δείγμα : Επιλέγονται οι μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του ρύπου για 7 Τρίτες (η Τρίτη θεωρείται εργάσιμη ημέρα με αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση) μέσα στο έτος 2007 και για 7 αντίστοιχες Κυριακές (μη εργάσιμη ημέρα) από τον σταθμό του Πειραιά. Δηλαδή επιλέγεται κάθε φορά η Τρίτη μαζί με την Κυριακή που έπεται αυτής. Ομοίως επιλέγεται δείγμα κι από τον σταθμό της Πατησίων (Κέντρο Αθήνας), οπότε προκύπτουν δείγματα εξαρτημένα , αφού μετρώνται οι συγκεντρώσεις του ρύπου σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές (Τρίτη με αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση και η Κυριακή με μειωμένη κυκλοφοριακή κίνηση).

Αρχικά πραγματοποιείται ο έλεγχος για το αν οι διαφορές των μετρήσεων $D_i = X_i - Y_i$, i=1,…,7 (με X_i η μέση ημερήσια συγκέντρωση του CO σε mgr/m3 σε μη εργάσιμη ημέρα και Y_i η μέση ημερήσια συγκέντρωση του CO σε mgr/m3 σε εργάσιμη ημέρα), ακολουθούν την κανονική κατανομή. Ο έλεγχος γίνεται με το test Kolmogorov-Smirnov, τα αποτελέσματα του οποίου δίνονται στον πίνακα 66. Η τιμή του παρατηρούμενου επιπέδου σημαντικότητας(μεγαλύτερη από 5%) υποδεικνύει ότι οι διαφορές των μετρήσεων D_i ανταποκρίνονται στην κανονική κατανομή.

Test of Normality

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΔΙΑΦΟΡΑ	0,168	7	0,2	0,961	7	0,830

Πίνακας 66: Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή για τις διαφορές των μετρήσεων

Με δεδομένα τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού μπορούμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή του paired t – test. Δίνοντας διαδοχικά τις

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

εντολές Analyze, Compare Means, Paired – Samples T- test προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες.

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	N	Mean	Std.dev	Std .Error. Mean
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	7	0,9499	0,49657	0,18769
ΑΝΘΡΑΚΑ	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	7	1,1155	0,40388	0,15265

Πίνακας 67: Περιγραφική στατιστική

Στον πίνακα 67 έχουμε μια σύντομη περιγραφική στατιστική για το κάθε δείγμα. Η μέση τιμή για την μη-εργάσιμη ημέρα(Κυριακή) είναι 1,1155,ενώ η μέση τιμή για την εργάσιμη ημέρα(Τρίτη) είναι 0,9499. Με βάση αυτά τα στατιστικά στοιχεία παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ εργάσιμης και μη εργάσιμης ημέρας για το μονοξείδιο του άνθρακα στην περιοχή του Πειραιά.

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson, για την διαπίστωση της ύπαρξης γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών(εργάσιμης, μη-εργάσιμης ημέρας).

ΕΡΓΑΣΙΜΗ ΚΑΙ ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	N	Sig.	Correlation
	7	0,480	0,323

Πίνακας 68: Συντελεστής συσχέτισης για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στην περιοχή του Πειραιά.

Ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson είναι χαμηλά(0,323) με αντίστοιχα πολύ υψηλό επίπεδο σημαντικότητας(0,48) υποδεικνύοντας την μη ύπαρξη γραμμικής συσχέτισης ανάμεσα στις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του CO για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΡΥΠΟΣ	ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ
Paired Differences Mean	0,16555
Std.Dev. Std.Error Mean t df Sig.(2-tailed)	0,52938 0,20009 0,827 6 0,440
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower -0,32404 Upper 0,65514

Πίνακας 69: Στατιστικός έλεγχος CO για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στην περιοχή του Πειραιά.

Στον πίνακα 69 έχουμε τον ζητούμενο στατιστικό έλεγχο. Η μέση τιμή των διαφορών για τις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα, ανάμεσα σε μη εργάσιμες και εργάσιμες ημέρες για την περιοχή του Πειραιά είναι 0,16555 με αντίστοιχο 95% διάστημα εμπιστοσύνης από -0,324 έως 0,65514. Στο διάστημα αυτό συμπεριλαμβάνεται το μηδέν και η τιμή t του στατιστικού είναι 0,827 με παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας 0,440. Άρα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι δεν υπάρχει διαφορά ανάμεσα σε μη εργάσιμες και εργάσιμες ημέρες στην περιοχή του Πειραιά στις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα.

Στην συνέχεια προχωρούμε στον αντίστοιχο έλεγχο για την περιοχή του κέντρου της Αθήνας, συγκεκριμένα της οδού Πατησίων. Με τον ίδιο τρόπο που επιλέχθηκε δείγμα από τις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα στον σταθμό του Πειραιά, επιλέγεται δείγμα από τον σταθμό της οδού Πατησίων κι έτσι προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Test of Normality

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΔΙΑΦΟΡΑ	0,142	7	0,2	0,959	7	0,810

Πίνακας70: Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή για τις διαφορές των μετρήσεων στην Πατησίων

Η τιμή του παρατηρούμενου επιπέδου σημαντικότητας(μεγαλύτερη από 5%) υποδεικνύει ότι οι διαφορές των μετρήσεων D_i ανταποκρίνονται στην κανονική κατανομή (πίνακας 70). Με δεδομένα τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού μπορούμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή του paired t – test. Δίνοντας διαδοχικά τις εντολές Analyze, Compare Means, Paired – Samples T- test προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες.

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	N	Mean	Std.dev	Std .Error. Mean
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	7	0,71564	0,71564	0,27049
ΑΝΘΡΑΚΑ	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	7	1,5345	0,80743	0,30518

Πίνακας 71: Περιγραφική στατιστική

Στον πίνακα 71 έχουμε μια σύντομη περιγραφική στατιστική για το κάθε δείγμα. Η μέση τιμή για την μη-εργάσιμη ημέρα(Κυριακή) είναι 1,5345,ενώ η μέση τιμή για την εργάσιμη ημέρα(Τρίτη) είναι 2,7077. Με βάση αυτά τα στατιστικά στοιχεία παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ εργάσιμης και μη εργάσιμης ημέρας για το μονοξείδιο του άνθρακα στην περιοχή της Πατησίων.

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson, για την διαπίστωση της ύπαρξης γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών (εργάσιμης, μη-εργάσιμης ημέρας).

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΡΓΑΣΙΜΗ ΚΑΙ ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	N	Sig.	Correlation
	7	0,936	-0,038

Πίνακας 72: Συντελεστής συσχέτισης για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στην περιοχή του Πατησίων.

Ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson είναι χαμηλά(-0,038) με αντίστοιχα πολύ υψηλό επίπεδο σημαντικότητας(0,936) υποδεικνύοντας την μη ύπαρξη γραμμικής συσχέτισης ανάμεσα στις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις του CO για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στον σταθμό της οδού Πατησίων.

ΡΥΠΟΣ	ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΑΝΘΡΑΚΑ
Paired Differences Mean	1,17321
Std.Dev. Std.Error Mean t df Sig.(2-tailed)	1,09890 0,41535 2,825 6 0,03
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower 0,15690 Upper 2,18953

Πίνακας 73: Στατιστικός έλεγχος CO για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα στην περιοχή της Πατησίων.

Στον πίνακα 73 έχουμε τον ζητούμενο στατιστικό έλεγχο. Η μέση τιμή των διαφορών για τις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα, ανάμεσα σε εργάσιμες και μη εργάσιμες ημέρες για την περιοχή της Πατησίων είναι 1,17321 με αντίστοιχο 95% διάστημα εμπιστοσύνης από 0,157 έως 2,19. Στο διάστημα αυτό δεν συμπεριλαμβάνεται το μηδέν και η τιμή t του στατιστικού είναι 2,825 με παρατηρούμενο επίπεδο

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

σημαντικότητας 0,03. Άρα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι υπάρχει διαφορά ανάμεσα σε εργάσιμες και μη εργάσιμες ημέρες στην περιοχή του κέντρου της Αθήνας (Πατησίων) στις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον το θετικό πρόσημο της τιμής του t στατιστικού οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μέση ημερήσια συγκέντρωση του μονοξειδίου του άνθρακα κατά την εργάσιμη ημέρα (πρώτη μεταβλητή στο ζεύγος) είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη συγκέντρωση κατά την μη εργάσιμη ημέρα στην περιοχή του Κέντρου της Αθήνας.

5.4 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ

Με σκοπό την διαπίστωση της ύπαρξης διαφοράς στις συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα ανάμεσα στις περιοχές του κέντρου της Αθήνας και του Πειραιά, λαμβάνεται δείγμα από τις μέσες ημερήσιες τιμές του ρύπου για τις δύο περιοχές. Το δείγμα προέκυψε από τις 365 μέσες ημερήσιες τιμές συγκεντρώσεων του ρύπου που έχουν καταγραφεί από τα όργανα μέτρησης του ΥΠΕΧΩΔΕ το έτος 2007 για κάθε τοποθεσία. Για την περιοχή του κέντρου της Αθήνας έχει ληφθεί δείγμα μεγέθους 52 (14% περίπου του συνολικού πληθυσμού) από τον σταθμό της οδού Αριστοτέλους, ενώ για τον Πειραιά έχει ληφθεί ίδιου μεγέθους δείγμα από τις αντίστοιχες μετρήσεις του σταθμού ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1. Το δείγμα καλύπτει όλες τις εποχές του έτους κι όλες τις ημέρες της εβδομάδας (Εργάσιμες, μη εργάσιμες). Η επιλογή τυχαίου δείγματος έγινε με την βοήθεια του στατιστικού προγράμματος MINITAB (Calc. ,Random Data, Sample from Columns, …). Το μέγεθος των δειγμάτων (≥ 30) επιτρέπει να προχωρήσουμε στην εφαρμογή του t – test χωρίς προηγουμένως να εξασφαλίσουμε την προσαρμογή των πληθυσμών στην κανονική κατανομή, δεδομένου ότι τα δείγματα είναι και ανεξάρτητα μεταξύ τους.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 74: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη.

ΡΥΠΟΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	N	Mean	Std.dev	Std.error.mean
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	52	49,1731	14,59079	2,02338
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ	52	55,6538	23,29258	3,23010

Στον πίνακα 74 δίνεται μια σύντομη περιγραφική στατιστική των παρατηρήσεων αιωρούμενων σωματιδίων από την οποία φαίνεται ότι η μέση ημερήσια τιμή των συγκεντρώσεων για το έτος 2007 στο κέντρο της Αθήνας (Αριστοτέλους) είναι περίπου 55,6538 μγρ/κ.μ ενώ η αντίστοιχη τιμή για τον Πειραιά είναι περίπου 49,1731 μγρ/κ.μ.

ΡΥΠΟΣ	ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	5,269 0,024	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	-1,700 102 0,092 -6,48077 3,81151	-1,700 85,684 0,093 -6,48077 3,81151
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	-14,04088 1,07934	-14,05820 1,09666

Πίνακας 75: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων στο κέντρο της Αθήνας και του Πειραιά.

Από την εντολή Independent – Sample T – test προκύπτει ο πίνακας 75.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Σε αυτόν τον πίνακα δίνονται τα αποτελέσματα του στατικού ελέγχου για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών. Ο έλεγχος της ισότητας των διακυμάνσεων (Levene's Test for Equality of Variances) υποδεικνύει ότι μπορούμε να προχωρήσουμε στην απόρριψή της. Η τιμή F του στατιστικού είναι 5,269 με P- τιμή 0,024 (μικρότερη από 0,05), άρα για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του t-test που αντιστοιχούν στην περίπτωση των άνισων διακυμάνσεων.(Equal Variances not Assumed).

Τα αποτελέσματα t = -1,7 με 85,684 βαθμούς ελευθερίας (df) και p – τιμή για τον αμφίπλευρο έλεγχο 0,093 (Sig. 2 – tailed), συνάγουν στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα ανάμεσα στην περιοχή του κέντρου της Αθήνας και του Πειραιά . Η διαφορά των μέσων τιμών στα δύο δείγματα είναι -6,48077 μγρ/κ.μ με τυπικό αντίστοιχο σφάλμα 3,81151 μγρ/κ.μ (Mean Difference – Std Error Difference). Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά στις μέσες συγκεντρώσεις (95% Confidence Interval of the Difference) κυμαίνεται από - 14,05820 μέχρι 1,09666, καθώς το μηδέν ανήκει στο διάστημα εμπιστοσύνης δείχνει επίσης ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στις δύο περιοχές.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΟΧΗΣ

Για να μελετηθεί η επίδραση της εποχής στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα, λαμβάνεται δείγμα από τις μέσες ημερήσιες τιμές του ρύπου για 20 ημέρες του Χειμώνας του έτους 2007 και 20 ημέρες του Καλοκαιριού του 2007 από τον σταθμό του Πειραιά. Για να εφαρμοστεί το t – test, λόγω του σχετικά μικρού δείγματος από κάθε πληθυσμό, ελέγχεται κι η προϋπόθεση της ύπαρξης κανονικής κατανομής στον πληθυσμό από τον οποίο προέρχονται τα δείγματα. Τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού παρουσιάζονται στον πίνακα 76 .

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 76 :Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007.

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0,172	20	0,121	0,921	20	0,103
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0,125	20	0,2	0,933	20	0,180

Από τα test των Kolmogorov – Smirnov και Shapiro – Wilk (πίνακας πάνω) μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι, τόσο οι παρατηρήσεις από τον χειμώνα, όσο κι οι παρατηρήσεις από το καλοκαίρι ακολουθούν την κανονική κατανομή αφού η p – τιμή του στατιστικού για κάθε έλεγχο ξεπερνά το 0,05.

Στη συνέχεια προχωρούμε στην εφαρμογή του t- test από το οποίο προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες.

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	N	Mean	Std.Deviation	Std.error.mean
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	20	45,450	16,67167	3,72790
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	20	59,350	18,40559	4,11562

Πίνακας 77: Περιγραφικά στατιστικά μεγέθη

Στον πίνακα 77,φαίνεται ότι η μέση ημερήσια συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα και συγκεκριμένα για την περιοχή του Πειραιά, κατά την διάρκεια του χειμώνα είναι περίπου 45,45 μγρ/κ.μ με τυπική απόκλιση 16,67 μγρ/κ.μ, ενώ η αντίστοιχη τιμή για το καλοκαίρι είναι περίπου 59,35 μγρ/κ.μ με τυπική απόκλιση 4,11 μγρ/κ.μ .

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΡΥΠΟΣ	ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	Equal Variances Assumed	Equal Variances not Assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F Sig.	0,148 0,702	
t- test for Equality of Means	T Df Sig.(2-tailed) Mean difference Std.Error Difference	-2,503 38 0,017 -13,90000 5,55297	-2,503 37,634 0,017 -13,90000 5,55297
95% Confidence Interval of the Diffrence	Lower Upper	-25,14141 -2,65859	-25,14500 -2,65500

Πίνακας 78: Στατιστικός έλεγχος για τη σύγκριση των μέσων τιμών των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα τον χειμώνα και το καλοκαίρι από τον σταθμό του Πειραιά.

Στον πίνακα 78 από τον έλεγχο της υπόθεσης για την ισότητα των διακυμάνσεων προκύπτει ότι δεν προχωρούμε στην απόρριψη της, αφού η F του στατιστικού είναι 0,148 με σημαντικότητα 0,702 (μεγαλύτερη από 0,05), άρα για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του t – test που αντιστοιχούν στην περίπτωση των ίσων διακυμάνσεων .(Equal Variances Assumed).

Από τον έλεγχο της υπόθεσης για την ισότητα των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών προκύπτει τιμή στατιστικού ίση με – 2,503 με p – τιμή για τον αμφίπλευρο έλεγχο (Sig. 2-tailed) 0,017. Η διαφορά στις μέσες τιμές των δύο δειγμάτων είναι -13,9 μγρ/κ.μ με τυπικό σφάλμα 5,55297μγρ/κ.μ. Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά στις μέσες τιμές συγκεντρώσεις κυμαίνεται από -25,14141 μέχρι -2,65859. Η p – τιμή για τον αμφίπλευρο έλεγχο μικρότερη από 0,05, αλλά και το γεγονός ότι το διάστημα εμπιστοσύνης δεν περιέχει το μηδέν μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

μηδενική υπόθεση απορρίπτεται. Άρα συμπεραίνουμε ότι υπάρχει διαφορά στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στο περιβάλλον ανάμεσα στο χειμώνα και το καλοκαίρι, στην περιοχή του Πειραιά, με υψηλότερες συγκεντρώσεις κατά την διάρκεια του καλοκαιριού.

Στην συνέχεια προχωρούμε στον αντίστοιχο έλεγχο για την περιοχή του κέντρου της Αθήνας, συγκεκριμένα της οδού Αριστοτέλους. Με τον ίδιο τρόπο που επιλέχθηκε δείγμα από τις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στον σταθμό του Πειραιά, επιλέγεται δείγμα από τον σταθμό της οδού Αριστοτέλους κι έτσι προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες. Λόγω του σχετικά μικρού δείγματος από κάθε πληθυσμό, ελέγχεται κι η προϋπόθεση της ύπαρξης κανονικής κατανομής στον πληθυσμό από τον οποίο προέρχονται τα δείγματα. Τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού παρουσιάζονται στον πίνακα .

Test of Normality

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	0,205	20	0,027	0,914	20	0,076
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0,219	20	0,013	0,860	20	0,008

Πίνακας 79: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι του έτους 2007.

Από τον πίνακα 79 προκύπτει ότι οι παρατηρήσεις που έχουν παρθεί τον χειμώνα ακολουθούν την κανονική κατανομή(test Shapiro-Wilk), ενώ οι παρατηρήσεις του καλοκαιριού δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Οπότε δεν μπορούμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή παραμετρικών τεχνικών για την σύγκριση των μέσων τιμών των πληθυσμών.

Γι' αυτόν τον λόγο αποφασίζεται να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο μη παραμετρική στατιστική ανάλυση βασισμένη στις τάξεις μεγέθους (Ranks) των παρατηρήσεων. Τα δείγματα θεωρούνται ανεξάρτητα. Από την εντολή(Analyze , Nonparametric tests, 2 Independent Samples), πραγματοποιείται ο έλεγχος με μηδενική υπόθεση H0 : Οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων το χειμώνα δεν τείνουν να είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις το καλοκαίρι..

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τάξεις μεγέθους για τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων τον χειμώνα και το καλοκαίρι για την οδό Αριστοτέλους.

ΡΥΠΟΣ	ΕΠΟΧΗ	N	Means Rank	Sum of Ranks
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	20	21,35	427
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	20	19,65	393

Πίνακας 80: Τάξεις μεγέθους (Ranks) για τις συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων τον χειμώνα και το καλοκαίρι.

ΡΥΠΟΣ	ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ
Mann-Whitney U	183
Wilcoxon W	393
Z	-0,460
Asymp.Sig.(2-tailed)	0,645

Πίνακας 81: Έλεγχος του Mann-Whitney U test στον έλεγχο υποθέσεων για την ύπαρξη διαφοράς των τιμών αιωρούμενων σωματιδίων μεταξύ χειμώνα-καλοκαιριού.

Στον πίνακα 81 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου. Δίνονται οι τιμές των Mann-Whitney U στατιστικού, καθώς και του ισοδύναμου Wilcoxon W. Καταγράφονται επίσης η τιμή της κανονικής προσέγγισης Z η οποία είναι ίδια και για τα δύο στατιστικά, καθώς και η πιθανότητα σφάλματος τύπου I (Δηλαδή να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση ενώ είναι σωστή). Η τιμή του U στατιστικού είναι 183, ενώ η τιμή του W στατιστικού είναι 393. Η πιθανότητα σφάλματος τύπου I είναι 0,645 (Asymp. Sig 2-tailed), η μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται, κατά συνέπεια δεχόμαστε ότι δεν υπάρχει διαφορά στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

σωματιδίων ανάμεσα στον χειμώνα και το καλοκαίρι για τον σταθμό της Αριστοτέλους.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Για να διαπιστωθεί κατά πόσο η κυκλοφοριακή κίνηση επιδρά στις συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα πραγματοποιείται ο παρακάτω έλεγχος. Λαμβάνεται δείγμα της μέσης ημερησίας συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα από 18 εργάσιμες ημέρες του 2007 και 18 μη εργάσιμες ημέρες. Επιλέγουμε ως εργάσιμη ημέρα την Τρίτη, όπου κι εξαιτίας του ωραρίου των εμπορικών καταστημάτων η κίνηση αναμένεται ιδιαίτερα αυξημένη. Ως μη εργάσιμη ημέρα επιλέγουμε την Κυριακή, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων του λεκανοπεδίου της Αττικής δεν εργάζεται, οπότε και περιορίζει τις μετακινήσεις του με το αυτοκίνητο. Οι τιμές τόσο για εργάσιμη ημέρα, όσο και για μη εργάσιμη προέρχονται από τον σταθμό του Πειραιά Ι, ώστε να μην επιδρά η τοποθεσία του σταθμού.

Αρχικά πραγματοποιείται ο έλεγχος για την ύπαρξη κανονικής κατανομής στους πληθυσμούς από τους οποίους προέρχονται τα δείγματα. Στον πίνακα 82 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού.

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,210	18	0,034	0,835	18	0,005
	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,110	18	0,2	0,983	18	0,974

Πίνακας 82: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του 2007 από τον σταθμό του Πειραιά.

Από τον πίνακα 82 προκύπτει ότι για τον πληθυσμό ο οποίος εκφράζει την εργάσιμη ημέρα δεν μπορούμε να υποθέσουμε ότι ακολουθεί την κανονική κατανομή, οπότε μπορούμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή των

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

μη παραμετρικών τεχνικών, βασισμένα στις τάξεις μεγέθους των παρατηρήσεων, για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών.

Τα δείγματα θεωρούνται ανεξάρτητα. Από την εντολή(Analyze , Nonparametric tests, 2 Independent Samples), πραγματοποιείται ο έλεγχος με μηδενική υπόθεση H0 : Οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων την εργάσιμη ημέρα δεν τείνουν να είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις την μη εργάσιμη ημέρα στον Πειραιά. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τάξεις μεγέθους για τις συγκεντρώσεις του όζοντος τον χειμώνα και το καλοκαίρι για τον Πειραιά.

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	N	Means Rank	Sum of Ranks
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	18	20,81	374,50
	ΜΗ ΕΡΓΑΣΙΜΗ	18	16,19	291,50

Πίνακας 83: Τάξεις μεγέθους (Ranks) για τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων την εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του έτους 2007 στον Πειραιά.

ΡΥΠΟΣ	ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ
Mann-Whitney U	120,5
Wilcoxon W	291,5
Z	-1,315
Asymp.Sig.(2-tailed)	0,189

Πίνακας 84 :Έλεγχος του Mann-Whitney U test στον έλεγχο υποθέσεων για την ύπαρξη διαφοράς των τιμών αιωρούμενων σωματιδίων μεταξύ εργάσιμης – μη εργάσιμης ημέρας στον Πειραιά

Στον πίνακα 84 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου. Δίνονται οι τιμές των Mann-Whitney U στατιστικού, καθώς και του ισοδύναμου Wilcoxon W. Καταγράφονται επίσης η τιμή της κανονικής προσέγγισης Z η οποία είναι ίδια και για τα δύο στατιστικά, καθώς και η πιθανότητα σφάλματος τύπου I (Δηλαδή να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση ενώ είναι σωστή). Η τιμή του U στατιστικού είναι 120,5, ενώ η τιμή του W στατιστικού είναι 291,5. Η πιθανότητα σφάλματος τύπου I είναι 0,189 (Asymp. Sig 2-tailed), η μηδενική υπόθεση δεν μπορεί να απορριφθεί σε επίπεδο σημαντικότητας α = 0,05 , κατά συνέπεια δεχόμαστε ότι δεν υπάρχει

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

διαφορά στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων ανάμεσα στην εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα για τον σταθμό του Πειραιά, με βάση αυτά τα στατιστικά στοιχεία.

Στην συνέχεια προχωρούμε στον αντίστοιχο έλεγχο για την περιοχή του κέντρου της Αθήνας (Αριστοτέλους), καθώς εκεί αναμένεται η επίδραση της κυκλοφοριακής κίνησης να είναι εντονότερη. Με τον ίδιο τρόπο που επιλέχθηκε δείγμα από τις μέσες ημερήσιες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στον Σταθμό Πειραιά Ι, επιλέγεται δείγμα από τον σταθμό της οδού Αριστοτέλους κι έτσι προκύπτει ο πίνακας 85 για τον έλεγχο κατανομής των πληθυσμών.

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	Kolmogorov	Smirnov		Shapiro	Wilk	
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,227	18	0,015	0,847	18	0,008
	ΜΗ-ΕΡΓΑΣΙΜΗ	0,181	18	0,123	0,777	18	0,001

Πίνακας 85: Έλεγχος κανονικότητας των παρατηρήσεων για εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του 2007 από τον σταθμό της Αριστοτέλους.

Από τον πίνακα 85 προκύπτει ότι για τον πληθυσμό ο οποίος εκφράζει την εργάσιμη ημέρα δεν μπορούμε να υποθέσουμε ότι ακολουθεί την κανονική κατανομή, οπότε μπορούμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή των μη παραμετρικών τεχνικών, βασισμένα στις τάξεις μεγέθους των παρατηρήσεων, για την σύγκριση των μέσων τιμών των δύο πληθυσμών.

Τα δείγματα θεωρούνται ανεξάρτητα. Από την εντολή(Analyze , Nonparametric tests, 2 Independent Samples), πραγματοποιείται ο έλεγχος με μηδενική υπόθεση Η0 : Οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων την εργάσιμη ημέρα δεν τείνουν να είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις την μη εργάσιμη ημέρα στο κέντρο της Αθήνας. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τάξεις μεγέθους για τις συγκεντρώσεις του όζοντος τον χειμώνα και το καλοκαίρι για την οδό Αριστοτέλους.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΡΥΠΟΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	N	Means Rank	Sum of Ranks
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ	ΕΡΓΑΣΙΜΗ	18	22,78	410
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΜΗ ΕΡΓΑΣΙΜΗ	18	14,22	256

Πίνακας 86: Τάξεις μεγέθους (Ranks) για τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων την εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα του έτους 2007 στην οδό Αριστοτέλους.

ΡΥΠΟΣ	ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ
Mann-Whitney U	85
Wilcoxon W	256
Z	-2,439
Asymp.Sig.(2-tailed)	0,015

Πίνακας 87: Έλεγχος του Mann-Whitney U test στον έλεγχο υποθέσεων για την ύπαρξη διαφοράς των τιμών αιωρούμενων σωματιδίων μεταξύ εργάσιμης – μη εργάσιμης ημέρας στον σταθμό της οδού Αριστοτέλους.

Στον πίνακα 87 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου. Δίνονται οι τιμές των Mann-Whitney U στατιστικού, καθώς και του ισοδύναμου Wilcoxon W. Καταγράφονται επίσης η τιμή της κανονικής προσέγγισης Z η οποία είναι ίδια και για τα δύο στατιστικά, καθώς και η πιθανότητα σφάλματος τύπου I (Δηλαδή να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση ενώ είναι σωστή). Η τιμή του U στατιστικού είναι 85, ενώ η τιμή του W στατιστικού είναι 256. Η πιθανότητα σφάλματος τύπου I είναι 0,015 (Asymp. Sig 2-tailed), η μηδενική υπόθεση μπορεί να απορριφθεί σε επίπεδο σημαντικότητας α = 0,05 , κατά συνέπεια δεχόμαστε ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων ανάμεσα στην εργάσιμη και μη εργάσιμη ημέρα για τον σταθμό της Αριστοτέλους με βάση αυτά τα στατιστικά στοιχεία.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία σκοπό έχει να συμβάλει στη μελέτη της συμπεριφοράς των $NO_2, \text{ΑΣ}_{10}, O_3, CO$ στην ατμόσφαιρα των αστικών περιοχών, του κέντρου της Αθήνας, των βορείων προαστίων και του Πειραιά. Να προσδιορίσει το είδος των κύριων πηγών εκπομπής και να προτείνει τα αξιόπιστα στατιστικά εργαλεία (Περιγραφική στατιστική, Στατιστική Συμπερασματολογία), για την αποτίμηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας σε βεβαρημένες περιοχές , όπως η Πατησίων και ο Πειραιάς. Οι συγκεντρώσεις των αερίων ρύπων που καταγράφονται από τους εγκατεστημένους σταθμούς μέτρησης στα μεγάλα αστικά κέντρα παρέχουν σημαντική πληροφορία σε σχέση με την ποιότητα της ατμόσφαιρας και τους κινδύνους που απορρέουν για τη δημόσια υγεία. Ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στη βελτίωση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος στο κέντρο της Αθήνας , όπου λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης πληθυσμού και δραστηριοτήτων, οι πιέσεις που ασκούνται από την έκλυση αερίων ρύπων είναι πολύ μεγαλύτερες, σε σχέση με τον Πειραιά και των Βορείων Προαστίων. Για το έτος 2007 περισσότερο προβληματικοί ρύποι για την περιοχή της Αθήνας και του Πειραιά μπορούν να χαρακτηριστούν τα αιωρούμενα σωματίδια, το μονοξείδιο του άνθρακα, το όζον και το διοξείδιο του αζώτου, διότι εξακολουθούν να υπερβαίνουν τα όρια που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η διαχρονική μεταβολή των μέσων ετήσιων τιμών (από 1994 έως 2007) των συγκεντρώσεων των βασικών ρύπων (σε μg ή mg/m^3), που παρακολουθούνται από το δίκτυο των σταθμών μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών παρουσιάζεται για τρεις ενδεικτικούς –σε κάθε περίπτωση- σταθμούς. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν οι σταθμοί Πατησίων (ή Αριστοτέλους εναλλακτικά), Αμαρουσίου και Πειραιά. Οι μέσοι όροι αναφέρονται σε ωριαίες τιμές. Αν και οι συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων παρουσιάζουν σημαντικές μηνιαίες και ημερήσιες διακυμάνσεις, οι μέσες ετήσιες τιμές αποτελούν ένα ικανοποιητικό μέτρο για την εκτίμηση των διαχρονικών τάσεων στην αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο αστικό περιβάλλον. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν συνοψίζονται στις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις του τέταρτου κεφαλαίου (χρονογράμματα, ραβδογράμματα) και είναι τα εξής :

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

- Για τις χρονικές διακυμάνσεις όλων των ρύπων που μελετώνται υπάρχει τάση σταθεροποίησης των τιμών τους, ακόμη και μείωσης των συγκεντρώσεων τους κατά τα τελευταία έτη, τόσο για τις περιοχές της Αθήνας, όσο για τον Πειραιά. Οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου(NO2) εμφανίζονται και στους τρεις σταθμούς σταθεροποιημένες σε υψηλότερες τιμές ,αλλά με πτωτικές τάσεις στο κέντρο της πόλης και χαμηλότερες τιμές στην περιφέρεια. Οι συγκεντρώσεις του όζοντος (O_3) εμφανίζουν έντονες διακυμάνσεις σε όλους τους σταθμούς, χωρίς κάποια εμφανή αυξητική ή πτωτική τάση. Σε αντίθεση με τα οξείδια του αζώτου οι συγκεντρώσεις του όζοντος εμφανίζουν χαμηλότερες τιμές στους σταθμούς του κέντρου και υψηλότερες στου Πειραιά. Οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων εμφανίζουν έντονες διακυμάνσεις σε όλους τους εξεταζόμενους σταθμούς με τάσεις σταθεροποίησης ή ελαφριάς μείωσης. Οι συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα(CO) εμφανίζουν μία πτωτική πορεία σε όλους τους υπό εξέταση σταθμούς του δικτύου. Η μικρή αλλά εμφανής αυτή βελτίωση αποδίδεται κυρίως στην ανανέωση του στόλου των αυτοκινήτων και στην εφαρμογή της κάρτας καυσαερίων.
- Για τις μηνιαίες μεταβολές τα συμπεράσματα για κάθε ρύπο διαφέρουν λόγω του ότι οι μεταβολές στις κλιματολογικές συνθήκες διαφέρουν από εποχή σε εποχή και επηρεάζουν διαφορετικά τις συγκεντρώσεις τους στην ατμόσφαιρα. Συγκεκριμένα το όζον τους θερινούς μήνες έχει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ως δευτερογενής ρύπος. Αντιθέτως το διοξείδιο του αζώτου, αν κι αυτός είναι δευτερογενής ρύπος, μειώνονται οι συγκεντρώσεις του το καλοκαίρι, διότι ο ρύπος αυτός επηρεάζεται περισσότερο από την αυξημένη χρήση καυσίμων. Το μονοξείδιο του άνθρακα παρουσιάζει αύξηση τους χειμερινούς μήνες, αφού επηρεάζεται ως πρωτογενής ρύπος από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Τα αιωρούμενα σωματίδια δεν έχουν σαφή μηνιαία μεταβολή.
- Για τις ημερήσιες μεταβολές των συγκεντρώσεων των ρύπων παρατηρείται ότι, για το διοξείδιο του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και τα αιωρούμενα σωματίδια, υπάρχει μείωση των τιμών των συγκεντρώσεων τους και στους τρεις σταθμούς κατά την διάρκεια του Σαββατοκύριακου,

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ιδιαιτέρως την Κυριακή. Σε αντίθεση με τους παραπάνω ρύπους, το Όζον δεν υφίσταται τέτοια μεταβολή, μάλιστα παρατηρείται μικρή αύξηση των τιμών του την ημέρα Κυριακή στους τρεις εξεταζόμενους σταθμούς μέτρησης.

- Παρουσιάζονται οι ωριαίες μεταβολές συγκεντρώσεων των ρύπων του όζοντος, του διοξειδίου του αζώτου και του μονοξειδίου του άνθρακα καθ' όλη την διάρκεια του έτους 2007. Για τα αιωρούμενα σωματίδια δεν είναι δυνατή η παρουσίαση των ωριαίων μεταβολών τους καθώς τα στοιχεία που παρέχει το ΥΠΕΧΩΔΕ είναι οι μέσες ημερήσιες τιμές για όλες τις ημέρες του έτους. Το διοξείδιο του αζώτου και το μονοξείδιο του άνθρακα αυξάνουν τις τιμές των συγκεντρώσεων τους κατά τις ώρες αιχμής της κυκλοφοριακής κίνησης. Το όζον αυξάνει τις συγκεντρώσεις του τις ώρες της ημέρας κατά τις οποίες η ηλιακή ακτινοβολία είναι μέγιστη, είναι ρύπος που επηρεάζεται σημαντικά από τις αυξημένες θερμοκρασίες.

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι από τους πρωινούς ρύπους και προέρχεται κυρίως από τη λειτουργία των καυστήρων κεντρικής θέρμανσης, το ξεκίνημα της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων, μαζί με τα πρώτα μποτιλιαρίσματα. Ο ρύπος αυτός κυριαρχεί από τις 7-10 το πρωί. Δυσκολίες με το πρωινό ξύπνημα παρουσιάζει και το διοξείδιο του αζώτου, που εμφανίζεται γύρω στις 10-12, αφού χρειάζεται ορισμένες ώρες για να σχηματιστεί. Το μεσημέρι κάνει αισθητή την εμφάνιση του το όζον, το οποίο σχηματίζεται από τις ηλιακές ακτινοβολίες και παραμένει στον αττικό ουρανό μέχρι αργά το απόγευμα. Τότε είναι οι ώρες που αρχίζουν πάλι οι υψηλές συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα. Όσο για τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, η μέγιστη τιμή τους ποικίλλει, σε αλληλεξάρτηση με τις κλιματολογικές συνθήκες, αν και γενικά προτιμούν τις βραδινές ώρες, γεγονός που σχετίζεται με την παραγωγή δευτερογενών σωματιδίων από φωτοχημικές αντιδράσεις και πρωτογενών σωματιδίων από δραστηριότητες όπως καύση τζακιών, λειτουργία κεντρικής θέρμανσης κ.α.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα περιγραφικά μέτρα τεσσάρων ρύπων (μονοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του αζώτου, όζοντος κι αιωρούμενων σωματιδίων) σε δύο περιοχές της Αθήνας και στην περιοχή του Πειραιά στη διάρκεια των ετών 1994-2007, προκειμένου να αποκτήσουμε μία πρώτη εικόνα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης τα τελευταία χρόνια και να γίνει σαφές ότι παράγοντες όπως η τοποθεσία, η κυκλοφοριακή κίνηση κι οι κλιματολογικές συνθήκες κάθε εποχής επηρεάζουν τις συγκεντρώσεις των ρύπων στην ατμόσφαιρα του Πειραιά και

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

του κέντρου της Αθήνας. Για αυτόν τον λόγο στο πέμπτο κεφάλαιο προκειμένου να επιβεβαιωθούν τα συμπεράσματα αυτά για κάθε ρύπο χωριστά, χρησιμοποιούμε στατιστικούς ελέγχους υποθέσεων της παραμετρικής και μη-παραμετρικής Στατιστικής Συμπερασματολογίας. Αναλυτικότερα προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου επηρεάζονται σημαντικά από την τοποθεσία και αυξάνονται στο κέντρο της Αθήνας σε σχέση με τον Πειραιά. Η κυκλοφοριακή κίνηση φαίνεται να επηρεάζει τις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου μόνο στο κέντρο της πρωτεύουσας κι όχι την περιοχή του Πειραιά. Τέλος οι τιμές του διοξειδίου του αζώτου επηρεάζονται σημαντικά από την εποχή. Τον χειμώνα έχουν χαμηλότερες τιμές στον Πειραιά σε σχέση με το καλοκαίρι. Ενώ στο κέντρο της Αθήνας φαίνεται οι τιμές του ρύπου να μην μεταβάλλονται σημαντικά.
- Για το όζον επιβεβαιώνεται η υπόθεση ότι παρουσιάζει υψηλότερες συγκεντρώσεις στον Πειραιά σε σχέση με το κέντρο της Αθήνας όπως και το καλοκαίρι σε σχέση με το χειμώνα και στις δύο περιοχές. Η κυκλοφοριακή κίνηση φαίνεται να μην επηρεάζει το όζον στον Πειραιά. Ομοίως στο κέντρο της Αθήνας, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις ανάμεσα στις εργάσιμες και μη-εργάσιμες ημέρες.
- Το μονοξείδιο του άνθρακα επηρεάζεται σημαντικά από τον παράγοντα τοποθεσία, αφού υπάρχει διαφορά στις συγκεντρώσεις του ρύπου μεταξύ των δύο περιοχών. Μάλιστα παρατηρούνται υψηλότερες τιμές στο κέντρο της Αθήνας σε σχέση με τον Πειραιά. Η κυκλοφοριακή κίνηση φαίνεται να επηρεάζει τις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα μόνο στο κέντρο της πρωτεύουσας κι όχι την περιοχή του Πειραιά. Τέλος οι τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα επηρεάζονται σημαντικά από την εποχή. Τον χειμώνα έχουν υψηλότερες τιμές στον Πειραιά σε σχέση με το καλοκαίρι. Ενώ στο κέντρο της Αθήνας φαίνεται οι τιμές του ρύπου να μην μεταβάλλονται σημαντικά.
- Τα αιωρούμενα σωματίδια έχουν συγκεντρώσεις οι οποίες δεν φαίνεται να επηρεάζονται σημαντικά από την τοποθεσία (Κέντρο Αθήνας- Πειραιά). Η κυκλοφοριακή κίνηση φαίνεται να επηρεάζει τις συγκεντρώσεις τους μόνο στο κέντρο της πρωτεύουσας κι όχι την περιοχή του Πειραιά. Τέλος οι τιμές

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

των αιωρούμενων σωματιδίων επηρεάζονται σημαντικά από την εποχή. Το καλοκαίρι έχουν υψηλότερες τιμές στον Πειραιά σε σχέση με τον χειμώνα. Ενώ στο κέντρο της Αθήνας φαίνεται οι τιμές τους να μην μεταβάλλονται σημαντικά.

Το σύγχρονο αθηναϊκό νέφος σπάει τα όρια του κέντρου, καταλαμβάνει όλη την πόλη κι εγκαθίσταται με χαρακτηριστική άνεση στα προάστια. Έτσι, ενώ το παλαιότερο νέφος χτυπούσε κυρίως το κέντρο κι ορισμένες βιομηχανικές περιοχές, σήμερα παρατηρείται μία γεωγραφική επέκταση. Ο μύθος που ήθελε το κέντρο επιβαρυμένο από το νέφος και τον Πειραιά ανάσες καθαρού αέρα έχει καταρριφθεί. Πλέον παρουσιάζονται εξίσου μολυσμένοι, με ίδιους ή διαφορετικούς ρύπους, ανάλογα με τις συνθήκες και το μικροκλίμα τους. Φαίνεται ότι οι ρύποι ακολουθούν πορείες δύσκολα προβλέψιμες και μπορεί να πιάνουν στιγμιαία πολύ μεγάλες τιμές.

Σε κάθε περιοχή κυριαρχούν διαφορετικοί ρύποι ανάλογα με τις εκπομπές του εδάφους, τις χημικές διεργασίες, τις κλιματολογικές συνθήκες και το γεωγραφικό ανάγλυφο. Το διοξείδιο του αζώτου και το μονοξείδιο του άνθρακα προτιμούν το κέντρο της Αθήνας, το όζον τον Πειραιά και τα προάστια γενικότερα, ενώ ο πιο επικίνδυνος ρύπος, τα αιωρούμενα σωματίδια, πάνε παντού.

Είναι επιτακτική η ανάγκη λήψης πρόσθετων μέτρων για τη μείωση των συγκεντρώσεων του O_3 ,των σωματιδίων $PM_{10,}$ του CO και του NO_2 στο αστικό περιβάλλον για την δημόσιας υγείας και την κάλυψη των στόχων των σχετικών Οδηγιών.

- Πρέπει να καταβληθούν σημαντικές ακόμη προσπάθειες προκειμένου να διασφαλισθεί μια μόνιμη πτωτική τους πορεία και να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Παράλληλα, έμφαση πρέπει να δοθεί στην ουσιαστική βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα, όπου λόγω και των δυσμενών μετεωρολογικών και γεωμορφολογικών συνθηκών καταγράφονται ακόμη υψηλές συγκεντρώσεις, κυρίως για το όζον, και τα αιωρούμενα σωματίδια PM_{10} . Για τους ρύπους αυτούς ο αριθμός των ημερών υπέρβασης των ορίων που θέτουν οι σχετικές Ευρωπαϊκές Οδηγίες παραμένει ακόμη σε ιδιαιτέρως υψηλά επίπεδα. Αντίθετα, σημαντική

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

μείωση συγκεντρώσεων έχει επιτευχθεί στην περίπτωση του διοξειδίου του θείου και του μολύβδου.

- Οι βασικές δράσεις για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ταυτίζονται σε μεγάλο βαθμό με τα μέτρα αντιμετώπισης της κλιματικής μεταβολής και έχουν αιχμή το ενεργειακό τομέα που έχει και εδώ το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης για την υποβάθμιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας:
- Η αναδιάρθρωση και διαφοροποίηση της προσφοράς ενέργειας με έμφαση στη διείσδυση του φυσικού αερίου και των ΑΠΕ, τόσο στην ηλεκτροπαραγωγή, όσο και στους τομείς τελικής ζήτησης.
- Η ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα με βάση τις κατευθύνσεις που περιέχονται στο σχετικό Πρόγραμμα του ΥΠΕΧΩΔΕ «ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2000».
- Η προώθηση νέων τεχνολογιών και καυσίμων, καθώς και μη τεχνικών μέτρων στον τομέα των μεταφορών με ειδικότερο στόχο τη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας στο αστικό περιβάλλον.
- Μέτρα για τη βιομηχανία που εκτός από τις δράσεις που αφορούν τη χρήση ενέργειας (υποκατάσταση πετρελαίου με φυσικό αέριο, εξοικονόμηση ενέργειας, προώθηση συμπαραγωγής) περιλαμβάνουν την εφαρμογή Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών στην παραγωγική διαδικασία και Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.

Αυτή η μεταπτυχιακή εργασία σκοπό έχει να συμβάλει στη μελέτη της συμπεριφοράς των κυριότερων ρύπων στην ατμόσφαιρα αστικών περιοχών, να προσδιορίσει το είδος των κύριων πηγών εκπομπής, να προτείνει αξιόπιστα στατιστικά εργαλεία για την αποτίμηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας και να συμβάλει τελικά στην ανάπτυξη στρατηγικών ελέγχου σε βεβαρημένες περιοχές, όπως το λεκανοπέδιο της Αθήνας, με βάση μια μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια. Σίγουρα δεν καλύπτει σε ικανοποιητικό βαθμό και δεν παρουσιάζει επαρκώς το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Αττικής, διότι οι παράγοντες που αποτελούν το συγκεκριμένο πρόβλημα είναι περισσότεροι και αρκετά πολύπλοκοι.

Η μελέτη έγινε για τέσσερις ρύπους, των οποίων οι συγκεντρώσεις υπερβαίνουν τα ισχύοντα νομοθετικά όρια. Όμως κι οι υπόλοιποι συνιστούν στην ρύπανση του

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Αττικού αέρα. Επίσης η εργασία περιορίζεται σε τρεις χαρακτηριστικούς σταθμούς μέτρησης, έναν από το κέντρο της Αθήνας, έναν από τα βόρεια προάστια κι έναν από τον Πειραιά. Επειδή το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ διαθέτει σταθμούς μέτρησης σε όλο το λεκανοπέδιο της Αττικής, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να είχαμε μία αρτιότερη κατανομή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και να διαπιστωθεί ποιες περιοχές επηρεάζονται περισσότερο.

Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει η πρόβλεψη των συγκεντρώσεων των αέριων ρύπων. Η στατιστική ανάλυση των αντίστοιχων χρονοσειρών συγκεντρώσεων, αποτελούν σημαντικά στάδια της όλης διαχείρισης της ποιότητας της ατμόσφαιρας. Τελικός στόχος μιας ολοκληρωμένης στατιστικής ανάλυσης είναι η ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων. Η ανάπτυξη των μοντέλων αυτών βασίζεται σε χρονοσειρές μετρήσεων των ρύπων, καθώς και σε χρονοσειρές άλλων παραμέτρων όπως μετεωρολογικών. Η δυνατότητα να παρέχουν αξιόπιστες προβλέψεις για τα αναμενόμενα επίπεδα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και την υπέρβαση ή μη των προτύπων ποιότητας, εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων εισόδου και την καταλληλότητα των μεταβλητών πού επιλέγονται.

Στο αστικό περιβάλλον, λόγω του πλήθους και του χαμηλού ύψους των σημείων εκπομπής, καθώς και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του μικροκλίματος και των τοπικών μετεωρολογικών συνθηκών, η διάχυση των ρύπων είναι μικρότερη με συνέπεια να καταγράφονται πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις ρύπων και να δημιουργούνται σοβαροί κίνδυνοι για τον εκτιθέμενο πληθυσμό.

Η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης συνδέεται άμεσα με την ανάγκη προστασίας της δημόσιας υγείας, δεδομένου ότι έχει πλέον πλήρως τεκμηριωθεί η σαφής συσχέτιση των αυξημένων συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων με σοβαρά προβλήματα υγείας του πληθυσμού. Παράλληλα η ατμοσφαιρική ρύπανση ευθύνεται για τον ευτροφισμό των υδάτινων αποδεκτών, καθώς και για τις επιπτώσεις της όξινης εναπόθεσης στα φυσικά οικοσυστήματα, στις καλλιέργειες, στα κτίσματα αλλά και στα μνημεία της πολιτιστικής μας κληρονομιάς. Η στατιστική μπορεί αποτελεσματικά να συνεισφέρει, μέσο των μεθόδων της, στην καταπολέμηση της μόλυνσης της ατμόσφαιρας της Αττικής κι όχι μόνο.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Γεντεκάκης, Ι (2003).** Ατμοσφαιρική ρύπανση. Επιπτώσεις, Έλεγχος και Εναλλακτικές τεχνολογίες, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

- **Ξεκαλάκη, Ε.(2001).**Μη Παραμετρική Στατιστική, Αθήνα.
  Πανάρετος, Ι & Ξεκαλάκη Ε.(2000). Εισαγωγή στη Στατιστική Σκέψη, Τόμος ΙΙ (Εισαγωγή στις Πιθανότητες και την Στατιστική Συμπερασματολογία), Αθήνα.

- **Πανάρετος, Ι & Ξεκαλάκη Ε.(2000).** Εισαγωγή στη Στατιστική Σκέψη, Τόμος Ι (Περιγραφική Στατιστική), Αθήνα

- **Τσάντας Ν, Μωυσιάδης Χ, Μπαγιάτης Ν, Χατζηπατέλης Θ. (1999).** Ανάλυση δεδομένων με τη βοήθεια Στατιστικών Πακέτων (SPSS, Excel,S-plus), Αθήνα, Εκδόσεις Ζήτη.

- **Κωτσοβίνου Ν. (1992).** Ρύπανση και Προστασία Περιβάλλοντος, Εκδόσεις Φουντάς, Αθήνα.

- **Ζέρεφος Χ,(1984).** Μαθήματα Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Φυσικής του Περιβάλλοντος. Αριστοτέλειο Παν/μιο Θεσσαλονίκης.

- **Βαρώτσος Κ & Kondratyev (1996).** Φυσικοχημεία Περιβάλλοντος, Τόμος Ι (Ακτινοβολία, Θερμοκήπιο, Κλιματική Αλλαγή), Αθήνα, Εκδόσεις Π. Τραυλός.

- **Αναγνωστόπουλος Α. (1985).** Η Ρύπανση του Περιβάλλοντος, Εκδόσεις Παρατηρητής.

- Ιστοσελίδες: www.minenv.gr, www.eionet.eu.int

- **Sabine Landau and Brian S. Everitt,** *A Handbook of Statistical Analyses using SPSS.* CHAPMAN & HALL/CRC, 2004.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ