



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ
ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**Επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης,
διερεύνηση της κατά αιτία θνησιμότητας
στους κατοίκους της περιοχής που γειτνιάζει
με τον Ατμοηλεκτρικό Σταθμό Μεγαλόπολης
και διερεύνηση συμπτωματολογίας αναπνευστικού
σε εργαζόμενους, γενικό πληθυσμό και παιδιά**

Β. Μακρόπουλος, Σ. Δρίβας, Β. Δρακόπουλος, Δ. Πινότση, Κ. Καμπόση και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης



Επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης,
διερεύνηση της κατά αιτία θνησιμότητας
στους κατοίκους της περιοχής που γειτνιάζει
με τον Ατμοηλεκτρικό Σταθμό Μεγαλόπολης
και διερεύνηση συμπτωματολογίας αναπνευστικού
σε εργαζόμενους, γενικό πληθυσμό και παιδιά

Υπεύθυνος μελέτης

Βασ. Μακρόπουλος, Καθηγητής Βιομηχανικής και Επαγγελματικής Υγιεινής Εθνικής Σχολής Δημόσιας Υγείας

Ερευνητική ομάδα

Σπύρος Δρίβας, Ειδικός Ιατρός Εργασίας, Υπεύθυνος Κέντρου Υγείας και Υγιεινής της Εργασίας, Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας

Βασίλης Δρακόπουλος, Ειδικός Ιατρός Εργασίας, Κέντρο Υγείας και Υγιεινής της Εργασίας, Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας

Δήμητρα Πινότση, Στατιστικός, Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας

Κωνσταντίνα Καμπόση, Ειδικός Ιατρός Εργασίας, Κέντρο Υγείας και Υγιεινής της Εργασίας, Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας

Θ.Κ. Κωνσταντινίδης, Ειδικός Ιατρός Εργασίας, Αν. Καθηγητής Υγιεινής, Διευθυντής Εργαστηρίου Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περιεχόμενα

	Σελίδα
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Μέθοδοι και υλικά	4
Περιβαλλοντικές μετρήσεις	4
Μελέτη θνησιμότητας	4
Σπιρομετρήσεις	4
Μέθοδος - στατιστική ανάλυση	5
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α	
Επιδημιολογική διερεύνηση συμπτωματολογίας από το αναπνευστικό σε εργαζόμενους και κατοίκους της περιοχής της Μεγαλόπολης	6
 1 Λειτουργικός Έλεγχος της Αναπνοής	6
1.1 Εισαγωγή	6
1.2 Σπιρομέτρηση	7
1.2.1 Πνευμονικοί όγκοι και χωρητικότητες	11
1.2.2 Διαταραχές όγκων και χωρητικότητων	13
1.2.3 Τρόποι και μέθοδοι μέτρησης όγκων και χωρητικότητων	13
1.3 Ελάχιστες προδιαγραφές οργάνων σπιρομέτρησης	13
 2 Μελέτη πεδίου	15
2.1 Σπιρομετρικές εξετάσεις και ιατρικά ιστορικά	16
2.1.1 Μέθοδος - στατιστική ανάλυση - Δείγμα	16
2.2 Δημογραφικά	17
2.3 Ιατρικό ιστορικό	22
2.4 Επιδράσεις στο ανώτερο αναπνευστικό σύστημα	22
2.4.1 Ποσοστό ατόμων με πτώση των σπιρομετρικών ευρημάτων	22
2.4.2 Λόγοι συμπληρωματικής πιθανότητας (odds ratios) και συναρτήσεις κινδύνου (risk ratios)	25
2.4.3 Μέση τιμή προβλεπόμενων σπιρομετρικών ευρημάτων	32
2.5 Συμπεράσματα	38
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β	
Επιδημιολογική διερεύνηση συμπτωματολογίας από το αναπνευστικό σε παιδιά των περιοχών που γειτνιάζουν στον ΑΗΣ Μεγαλόπολης	43
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ	
Ατμοσφαιρική ρύπανση και διερεύνηση της κατά αιτία θνησιμότητας στους κατοίκους της περιοχής που γειτνιάζει με τον ΑΗΣ Μεγαλόπολης	58
 1 ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	58
1.1 Εισαγωγή	58
1.1.1 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ	58
1.1.1.1 Μέσες ετήσιες τιμές συγκέντρωσης SO ₂ στο σταθμό της Μεγαλόπολης	59

1.1.1.2	Μέσες μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης SO ₂ στο σταθμό της Μεγαλόπολης	60
1.1.1.3	Μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης SO ₂ στο σταθμό της Μεγαλόπολης	62
1.1.1.4	Οριακές τιμές τιμών συγκέντρωσης SO ₂	64
1.1.2	Αιωρούμενα σωματίδια	66
1.1.2.1	Μέσες ετήσιες τιμές συγκέντρωσης ΑΣ ₁₀ στο σταθμό της Μεγαλόπολης	66
1.1.2.2	Μέσες μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης ΑΣ ₁₀ στο σταθμό της Μεγαλόπολης	68
1.1.2.3	Μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης ΑΣ ₁₀ στο σταθμό της Μεγαλόπολης	69
1.1.2.4	Οριακές τιμές συγκέντρωσης ΑΣ ₁₀	71
1.1.3	Διοξείδιο του αζώτου	72
1.1.3.1	Μέσες ετήσιες τιμές συγκέντρωσης NO ₂ σε Ίσαρη, Ελληνικό και Λεοντάρι	72
1.1.3.2	Μέσες μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO ₂ ανά σταθμό	73
1.1.3.3	Μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης NO ₂ ανά σταθμό	75
1.1.3.4	Οριακές τιμές συγκέντρωσης NO ₂	77
2	ΜΕΛΕΤΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	79
2.1	Εισαγωγή	79
2.2	Μορφή και περιεχόμενο της έρευνας	79
2.3	Πληθυσμιακά δεδομένα	80
2.4	Εγγραφές θανάτων	80
2.5	Εγκυρότητα των στοιχείων	81
2.6	Ομαδοποίηση των αιτιών θανάτου	81
2.7	Υπολογισμοί συντελεστών θνησιμότητας	82
2.8	Κατάστρωση πινάκων επιβίωσης και υπολογισμός προσδόκιμου επιβίωσης	84
2.9	Βάση δεδομένων θνησιμότητας	89
2.10	Αποτελέσματα	90
2.10.1	Δημογραφικά δεδομένα	90
2.10.2	Θνησιμότητα	92
2.10.3	Αναλυτικές εγγραφές	99
2.11	Πίνακες επιβίωσης, προσδόκιμο επιβίωσης	101
	ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	103
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	109

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Επανειλημμένα έχει επισημανθεί η διασύνδεση του εργασιακού με το ευρύτερο περιβάλλον, ως ένα ακόμα βασικό στοιχείο ένταξης κάθε παραγωγικής δραστηριότητας στον κοινωνικό-πολιτικό και περιβαλλοντικό ιστό, που την περιβάλλει. Κατά προέκταση η Ιατρική της Εργασίας εξελίσσεται μεθοδολογικά και ιδεολογικο-μορφωτικά συνδράμοντας στη διερεύνηση της επίδρασης των βλαπτικών παραγόντων του εργασιακού και του ευρύτερου περιβάλλοντος, στην κατάσταση υγείας όχι μόνο των εργαζομένων αλλά και των κατοίκων της περιοχής μέσα στην οποία εντάσσεται κάθε παραγωγική διαδικασία. Η διάσταση αυτή των επιστημονικών δράσεων του πεδίου της Ιατρικής της Εργασίας εδράζεται και στην προσέγγιση ότι τα ζητήματα υγείας που εμφανίζονται σε εργαζόμενους (κατά την παραγωγή και υπό συνθήκες έκθεσης σε περιβάλλον τεχνόσφαιρας, από τους ενδογενείς βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος), με αντίστοιχη μορφή πιθανόν να παρουσιαστούν και στους κατοίκους της περιοχής. Τέτοια πολυεπίπεδα παραδείγματα εφαρμογών των δράσεων της Ιατρικής της Εργασίας (εργασιακή υγεία – δημόσια υγεία) είναι από παλιά γνωστά με κυριότερα την εξόρυξη και τις χρήσεις αμιάντου, αλλά και πλέον πρόσφατα, όπως τα προβλήματα υγείας τα σχετιζόμενα με τη συμπτωματολογία από το αναπνευστικό σε εργαζόμενους σε ορυχεία επιφανειακής εξόρυξης λιγνίτη και στους συνοδούς ατμοηλεκτρικούς σταθμούς, αλλά και σε κατοίκους περιοχών που γειτνιάζουν με αυτές τις παραγωγικές μονάδες.

Μια τέτοια ενδεικτική περίπτωση είναι και η Μεγαλόπολη, όπου χρησιμοποιείται ως καύσιμο από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς το κοίτασμα λιγνίτη-τύρφης της περιοχής.

Η Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Νομού Αρκαδίας ανέθεσε στο ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε την υλοποίηση της μελέτης « **Έρευνα για την Υγιεινή και ασφάλεια των κατοίκων της περιοχής Μεγαλόπολης λόγω της μόλυνσης του περιβάλλοντος**».

Η μελέτη στην ανάπτυξη της περιλαμβάνει τρεις ενότητες ως βασικά εργαλεία διερεύνησης της κατάστασης υγείας των κατοίκων της περιοχής λόγω μόλυνσης του περιβάλλοντος:

- I. Επιδημιολογική διερεύνηση συμπτωματολογίας από το αναπνευστικό σε δείγμα εργαζομένων και κατοίκων της περιοχής της Μεγαλόπολης.**
- II. Επιδημιολογική διερεύνηση συμπτωματολογίας από το αναπνευστικό σε παιδιά των περιοχών που γειτνιάζουν στον ΑΗΣ Μεγαλόπολης.**
- III. Ατμοσφαιρική ρύπανση και διερεύνηση της κατά αιτία θνησιμότητας στους κατοίκους της περιοχής που γειτνιάζει με τον ΑΗΣ Μεγαλόπολης.**

I. Επιδημιολογική διερεύνηση συμπτωματολογίας από το αναπνευστικό σε εργαζόμενους και κατοίκους της περιοχής της Μεγαλόπολης.

Η πολύχρονη λειτουργία της μονάδας, απαιτεί διερεύνηση σε επιδημιολογική βάση της συμπτωματολογίας από το αναπνευστικό στους εργαζόμενους, αλλά και στους κατοίκους της περιοχής.

Η έρευνα αυτή, προσεγγίζει το ζήτημα στους εργαζόμενους των παραγωγικών μονάδων, ως επαγγελματικά εκτιθέμενους στους ατμοσφαιρικούς ρύπους, με συγκριτική ομάδα από κατοίκους της συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής.

Με την τεχνική της τυχαιοποίησης, σε συνδυασμό με τη διαστρωμάτωση ως προς την ηλικία, το φύλο, τις καπνισματικές συνήθειες και άλλες παραμέτρους όπως προσδιορίζονται από τη σύγχρονη βιβλιογραφία, ελέγχθηκε και δείγμα κατοίκων της περιοχής μη επαγγελματικά εκτιθεμένων.

Εκτός από την προσέγγιση αυτήν που έχει το χαρακτήρα της μελέτης χρονικής στιγμής, θα δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων, ώστε στο μέλλον, μετά από εφαρμογή συγκεκριμένων προληπτικών μέτρων να μπορεί να γίνει διαχρονική εκτίμηση της πορείας της κατάστασης της υγείας των εργαζομένων, αλλά και των κατοίκων της περιοχής.

Αντίστοιχη μελέτη θα είναι εφικτό να γίνει και για τους μη επαγγελματικά εκτιθέμενους.

II. Επιδημιολογική διερεύνηση συμπτωματολογίας από το αναπνευστικό σε παιδιά, των περιοχών που γειτνιάζουν στον ΑΗΣ Μεγαλόπολης.

Από τη βιβλιογραφία έχει επισημανθεί ότι από τις πλέον ευαίσθητες ομάδες πληθυσμού για την εμφάνιση συμπτωματολογίας από το αναπνευστικό σχετιζόμενης με την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι οι νεαρές ηλικιακές ομάδες.

Αρχικά έγινε έλεγχος σπιρομετρικών παραμέτρων, με μια έρευνα που έχει το χαρακτήρα της μελέτης χρονικής στιγμής. Έτσι ωστόσο θα δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων, ώστε στο μέλλον, μετά από εφαρμογή συγκεκριμένων προληπτικών μέτρων να μπορεί να γίνει διαχρονική εκτίμηση της πορείας της νοσηρότητας των παιδιών της περιοχής.

III. Ατμοσφαιρική ρύπανση και διερεύνηση της κατά αιτία θνησιμότητας στους κατοίκους της περιοχής που γειτνιάζει με τον ΑΗΣ Μεγαλόπολης.

Έχει επισημανθεί πολλαπλά από τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία ότι το πρότυπο νοσηρότητας και θνησιμότητας του πληθυσμού σχετίζεται με την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Η πιθανή περιβαλλοντική επιβάρυνση οφείλεται κυρίως στη λειτουργία του ατμοηλεκτρικού σταθμού της Μεγαλόπολης. Ελήφθησαν και επεξεργάστηκαν στοιχεία από τους σταθμούς μέτρησης της ΔΕΗ στη Μεγαλόπολη και σε διάφορες γειτνιάζουσες περιοχές.

Αυτή η ενότητα της έρευνας αφορά τη διερεύνηση σε πληθυσμιακή βάση της κατά αιτία θνησιμότητας του πληθυσμού του Δήμου Μεγαλόπολης σε σύγκριση με το σύνολο του πληθυσμού της ελληνικής επικράτειας.

Έτσι προσεγγίζεται το ζήτημα από τη σκοπιά της διερεύνησης του προτύπου θνησιμότητας και της πιθανής σχέτισής του με τα επίπεδα των ατμοσφαιρικών ρύπων στην περιοχή. Έγινε διαχείριση εκτεταμένης σειράς μετρήσεων στον ατμοσφαιρικό αέρα (αέριας και σωματιδιακής ρύπανσης) στην περιοχή, ώστε να προκύψουν διαχρονικές σειρές για τη διερεύνηση των τάσεων και τη σύγκριση με τις αντίστοιχες τάσεις στο πρότυπο θνησιμότητας των κατοίκων της περιοχής.

Το δεύτερο μέρος αυτής της ενότητας αποτελεί διερεύνηση του προτύπου της κατά αιτία θνησιμότητας του πληθυσμού της περιοχής, με χρήση των εγγραφών των πιστοποιήσεων θανάτου για τη χρονική περίοδο που είναι αυτές οι καταγραφές ήταν διαθέσιμες.

Τα ενδεικτικά αποτελέσματα, όπως περιγράφονται στο σχετικό κεφάλαιο, επισημαίνουν την αναγκαιότητα περαιτέρω μελέτης, λόγω του σχετικά μικρού πληθικού αριθμού των εγγραφών των πιστοποιήσεων θανάτου στο Δήμο Μεγαλόπολης, ώστε να μπορούμε να οδηγηθούμε σε πλέον ασφαλή συμπεράσματα.

Μέθοδοι και υλικά

Περιβαλλοντικές μετρήσεις

Τα δεδομένα της ποιότητας του αέρα διατέθηκαν από τους σταθμούς μέτρησης της ΔΕΗ στη Μεγαλόπολη και σε διάφορες γειτνιάζουσες περιοχές. Τα στοιχεία καλύπτουν την περίοδο 1997-2005 για την περιοχή της Μεγαλόπολης και από Απρίλιο 2005 ως Δεκέμβριο 2005 των περιοχών Ίσαρη, Ελληνικού και Λεονταρίου. Τα διαθέσιμα στοιχεία για τη Μεγαλόπολη περιλαμβάνουν δεδομένα από μετρήσεις διοξειδίου του θείου (SO_2) και αιωρούμενων σωματιδίων ($\text{A}\Sigma_{10}$). Για τους λοιπούς σταθμούς (εκτός Μεγαλόπολης) διατέθηκαν δεδομένα από μετρήσεις συγκεντρώσεων διοξειδίου του αζώτου (NO_2). Τα δεδομένα περιλαμβάνουν μετρήσεις ανά ώρα, ημέρα, μήνα και έτος.

Μελέτη θνησιμότητας

Πραγματοποιήθηκε μελέτη γενικής θνησιμότητας του πληθυσμού της πόλης της Μεγαλόπολης. Τα στοιχεία ελήφθησαν από τις εγγραφές που διατηρεί η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας για τους θανάτους και για τα πληθυσμιακά δεδομένα τη χρονική περίοδο 1999-2003 και από τα πιστοποιητικά θανάτου των τελευταίων 40 ετών των κατοίκων του Δήμου Μεγαλόπολης και των Δημοτικών Διαμερισμάτων από τα αρχεία της Ληξιαρχικής Υπηρεσίας του Δήμου.

Σπироμετρήσεις

Έγιναν δειγματοληπτικές σπироμετρήσεις και ελήφθησαν Ιατρικά Ιστορικά. Το δείγμα αποτελείται από 291 άτομα και έχει χωριστεί σε τέσσερις ομάδες εκτεθειμένων και μια ομάδα μαρτύρων. Η πρώτη ομάδα εκτεθειμένων αποτελείται από τους εργαζόμενους στο εργοστάσιο της ΔΕΗ και κατοίκους της Μεγαλόπολης η δεύτερη ομάδα αποτελείται από τους εργαζόμενους στη ΔΕΗ που δεν είναι κάτοικοι Μεγαλόπολης, η τρίτη ομάδα αποτελείται από αυτούς που δεν εργάζονται στη ΔΕΗ αλλά είναι κάτοικοι Μεγαλόπολης και η τέταρτη ομάδα αποτελείται από κατοίκους της Τρίπολης που δεν εργάζονται στη ΔΕΗ. Η ομάδα μαρτύρων αποτελείται από κατοίκους της Τρίπολης, υπαλλήλους δυο Δημοσίων Υπηρεσιών.

Μέθοδος - στατιστική ανάλυση

Υπολογίστηκαν περιγραφικά στατιστικά μέτρα και όπου χρειάστηκε τα δεδομένα απεικονίστηκαν γραφικά. Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των ποσοτικών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test). Στην περίπτωση συγκρίσεων περισσότερων από δύο υποομάδων έγινε έλεγχος ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA). Για τη σύγκριση των ποιοτικών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος χ^2 με τροποποίηση κατά Mantel-Haenszel. Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση των στατιστικών πακέτων SPSS και MINITAB καθώς και του EXCEL.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α

ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΕ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΟΥΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ

1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΟΗΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σπιρομέτρηση είναι ένα μέρος του λειτουργικού ελέγχου της αναπνοής και αποτελεί μια ιατρική διαγνωστική εξέταση που μετρά τις διάφορες πτυχές της αναπνοής και της πνευμονικής λειτουργίας. Εκτελείται με ένα σπιρόμετρο και μια πρόσθετη συσκευή που καταγράφει το ποσό του αέρα ένα άτομο εισπνέει ή εκπνέει και την ταχύτητα με την οποία ο αέρας κινείται μέσα ή έξω από τους πνεύμονες.

Υπάρχουν δύο τύποι σπιρομέτρων, εκείνα που μετρούν την ποσότητα του εκπνεόμενου ή εισπνεόμενου αέρα σε έναν ορισμένο χρόνο (όγκου) και εκείνα που μετρούν την ταχύτητα της ροής του όγκου του εισπνεόμενου ή εκπνεόμενου αέρα (ροής).

Τα σπιρόμετρα όγκου (υγρά και ξηρά) καταγράφουν τον βίαιο εκπνεόμενο όγκο του αέρα σε ένα κύλινδρο, ένα πλαστικό κώδωνα ή ένα πλαστικό διάφραγμα, το οποίο στη συνέχεια κινεί μια γραφίδα η οποία καταγράφει μια καμπύλη σε μια κινούμενη γραφική παράσταση εγγράφου.

Τα σπιρόμετρα ροής μετρούν την ταχύτητα ροής του αέρα και υπολογίζουν έπειτα τον όγκο με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Καταγράφουν την ταχύτητα ροής σε πολύ σύντομα διαστήματα (30-300 φορές το δευτερόλεπτο) και χρησιμοποιούν τα στοιχεία που λαμβάνονται για να αναπαραστήσουν την ταχύτητα ροής σε κάθε σημείο του χρόνου και του όγκου. Οι πιο κοινοί τύποι σπιρομέτρων ροής είναι οι πνευμοταχογράφοι.

1.2 ΣΠΙΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

Η δυναμική σπιρομέτρηση περιλαμβάνει τη βιαία, ταχεία και πλήρη εκπνοή του αέρα μετά από τη μεγαλύτερη δυνατή εισπνοή.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη ροή αέρα κατά τη διάρκεια αυτής της τεχνικής χωρίζονται σε δύο ομάδες, στις μηχανικές ιδιότητες των πνευμόνων και στις αντιστάσεις των αεραγωγών.

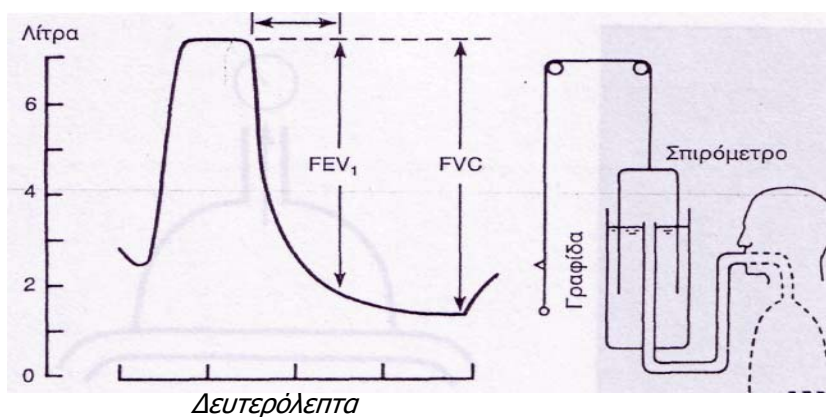
Οι μηχανικές ιδιότητες των πνευμόνων αναφέρονται στη διατασιμότητα και στις ελαστικές δυνάμεις επαναφοράς των πνευμόνων. Η διατασιμότητα αποτελεί το λόγο της μεταβολής του όγκου του αέρα στους πνεύμονες προς τη μεταβολή της πίεσης που την προκάλεσε. Οι ελαστικές δυνάμεις επαναφοράς αναφέρονται στην τάση των πνευμόνων να επιστρέψουν στη θέση ηρεμίας ή χαλάρωσης τους. Όσο περισσότερο ο πνευμονικός ιστός είναι διατεταμένος, τόσο ισχυρότερες είναι οι ελαστικές πιέσεις επαναφοράς και τόσο μεγαλύτερη είναι η μέγιστη ροή αέρα στους αεραγωγούς. Οι ελαστικές πιέσεις επαναφοράς και η μέγιστη ροή είναι μέγιστες, όταν οι πνεύμονες είναι πλήρως διατεταμένοι και μικρότερες, όταν οι πνεύμονες είναι σχεδόν άδαιοι. Σε ασθενείς με εμφύσημα, υπάρχουν μικρές ελαστικές πιέσεις επαναφοράς, λόγω απώλειας ιστού (Cherniack RM, 1992 49 /id).

Η διάμετρος των αεραγωγών παίζει το μεγαλύτερο ρόλο. Όσο πιο μικρή είναι η διάμετρος των αεραγωγών, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση. Υπάρχουν δύο παράγοντες που επηρεάζουν τη διάμετρο των αεραγωγών. Ο πρώτος είναι ο όγκος των πνευμόνων. Οι αεραγωγοί είναι ευρύτεροι και μεγαλύτεροι κατά τη διάρκεια πλήρους εισπνοής, σε σχέση με το τέλος της εκπνοής. Ο δεύτερος παράγων που επηρεάζει τη διάμετρο των αεραγωγών είναι η σύσπαση των μυών του βρογχικού δέντρου. Όταν αυτοί ερεθιστούν, συσπώνται και μειώνουν τη διάμετρο των αεραγωγών (Cherniack RM, 1992 49 /id).

Πιο αναλυτικά οι μετρήσεις που προκύπτουν από την σπιρομέτρηση είναι οι εξής:

- **Βίαια εκπνεόμενος όγκος**

Ο βίαια εκπνεόμενος όγκος στο πρώτο δευτερόλεπτο (Forced expiratory volume FEV₁) είναι ο όγκος του αέρα που εκπνέεται στο πρώτο δευτερόλεπτο μιας βίαιης και πλήρους εκπνοής μετά από μέγιστη εισπνοή. Η βίαια ζωτική χωρητικότητα (Forced vital capacity FVC) είναι ο όγκος μιας βίαιης και πλήρους εκπνοής μετά από μέγιστη εισπνοή. Η ζωτική χωρητικότητα (Vital capacity) είναι ο ολικός όγκος του αέρα που μπορεί να εκπνευστεί μετά μία βαθιά και πλήρη εισπνοή.



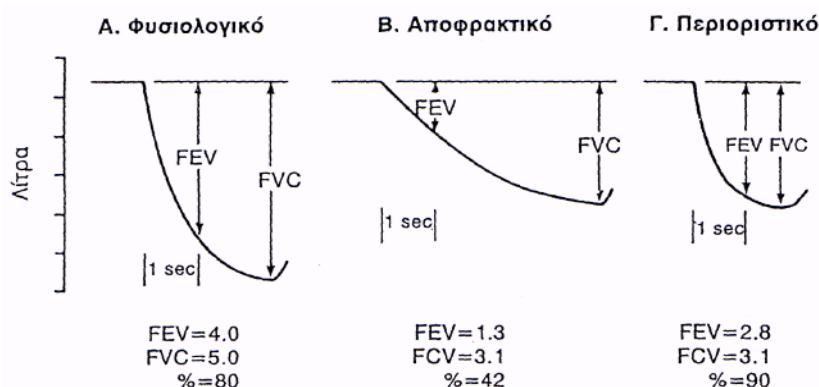
Εικόνα 1. Μέτρηση του βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο της ζωτικής χωρητικότητας (FVC).

Ένας απλός τρόπος για να γίνουν οι μετρήσεις αυτές παρουσιάζεται στην Εικόνα 1. Ο εξεταζόμενος κάθεται αναπαυτικά μπροστά σε ένα σπιρόμετρο που έχει μικρή αντίσταση. Εισπνέει όσο μπορεί περισσότερο και στη συνέχεια εκπνέει όσο πιο δυνατά και όσο πιο πολύ μπορεί. Όταν ο κώδωνας του σπιρομέτρου κινείται προς τα επάνω, η γραφίδα του

κυματογράφου κινείται προς τα κάτω και έτσι καταγράφεται ο εκπνεόμενος όγκος αέρα ως προς το χρόνο.

Η Εικόνα 2.Α παρουσιάζει μια φυσιολογική καταγραφή. Ο όγκος που εκπνεύστηκε στο 1 sec ήταν 4.0 λίτρα και ο ολικός όγκος που εκπνεύστηκε ήταν 5.0 λίτρα. Επομένως, οι δυο αυτοί όγκοι είναι: ο βίαια εκπνεόμενος όγκος σε 1 sec (FEV_1) και η ζωτική χωρητικότητα. Η ζωτική χωρητικότητα που μετριέται με τη δυναμική εκπνοή μπορεί να είναι μικρότερη από αυτήν που μετριέται με την ήρεμη, βραδεία εκπνοή και γι' αυτό γενικά χρησιμοποιείται ο όρος βίαιη ζωτική χωρητικότητα (forced vital capacity, FVC). Ο φυσιολογικός λόγος της FEV_1 δια της FVC είναι περίπου 80%.

Η FEV μπορεί να μετρηθεί και σε άλλους χρόνους, όπως στο 2^ο ή 3^ο sec, αλλά η μέτρηση στο 1^ο sec είναι η πιο χρήσιμη και πιο διαδεδομένη {West B.J, 1995 50 /id}.



Εικόνα 2. Φυσιολογικής - Αποφρακτικής - Περιοριστικής μορφολογίας εκπνευστικό σπироγράφημα. (West B.J, 1995 50 /id).

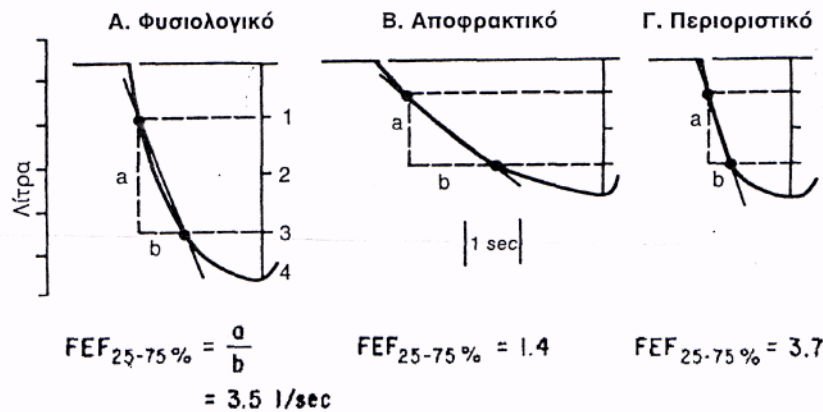
Η Εικόνα 2.Β δείχνει την καταγραφή ενός αρρώστου με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Ο τρόπος με τον οποίο ο αέρας εκπνέεται είναι πολύ βραδύτερος, έτσι μόνο 1.3 λίτρα έχουν εκπνευστεί στο πρώτο δευτερόλεπτο. Επιπλέον, ο συνολικός όγκος που εκπνεύστηκε ήταν μόνο 3,1 λίτρα. Ο FEV_1/FVC ήταν μειωμένος στο 42%. Αυτές οι μετρήσεις είναι τυπικές *αποφρακτικού* (obstructive) συνδρόμου.

Συγκριτικά τώρα με την καμπύλη της εικόνας 2.Γ, που παρουσιάζει τον τύπο καταγραφής από έναν άρρωστο με πνευμονική ίνωση. Εδώ η ζωτική χωρητικότητα ήταν μειωμένη στα 1.3 λίτρα, αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό της (90%) είχε εκπνευστεί στο πρώτο δευτερόλεπτο. Αυτές οι τιμές δείχνουν *περιοριστική* νόσο (σύνδρομο).

Η δοκιμασία πολύ συχνά χρησιμοποιείται για να εκτιμηθεί η δραστηριότητα των βρογχοδιασταλτικών φαρμάκων. Επί υποψίας μεταβλητής απόφραξης των αεραγωγών, τότε η δοκιμασία θα πρέπει να γίνει προ και μετά τη χορήγηση εισπνεόμενου βρογχοδιασταλτικού φαρμάκου. Ο FEV_1 και η FVC συνήθως αυξάνονται στους αρρώστους με βρογχόσπασμο. Αύξηση του FEV_1 μεγαλύτερη από 12% θεωρείται ως *κριτήριο ανατρεψιμότητας* (Pocket Guide for asthma Management and Prevention National Health, Lung and Blood Institute, National Institute of Health, Bethesda, MD, NIH Publication no. 96-3659B; 1997).

• Βίαια εκπνευστική ροή (FEF_{25-75})

Η παράμετρος αυτή (Forced expiratory flow) υπολογίζεται από τη δυναμική εκπνοή, όπως δείχνει η Εικόνα 1. Σημειώνουμε το μέσο ήμισυ (του όγκου) του συνόλου της εκπνοής και υπολογίζουμε τη διάρκεια του. Η $FEF_{25-75\%}$ είναι ο όγκος σε λίτρα διαιρούμενος δια του χρόνου σε δευτερόλεπτα. Η συσχέτιση της FEF_{25-75} με τη FEV_1 είναι πολύ καλή σε αρρώστους με αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Οι μεταβολές της FEF_{25-75} είναι συχνά μεγαλύτερες, αλλά και το εύρος των φυσιολογικών τιμών είναι μεγαλύτερο. Κυρίως επηρεάζεται όταν υπάρχουν βλάβες στους μικρούς περιφερικούς αεραγωγούς (εσωτερικής διαμέτρου <2 χιλιοστών) και είναι συχνά η πρώτη παράμετρος που επηρεάζεται σε πρώιμες βλάβες των περιφερικών αεραγωγών, αποτελώντας έτσι μία απλή και γρήγορη εξέταση για την διαπίστωση πρώιμης βλάβης των μικρών αεραγωγών.



Εικόνα 3. Υπολογισμός της μέσης εκπνευστικής ροής (%FEF₂₅₋₇₅) από τη δυναμική σπιρομέτρηση.

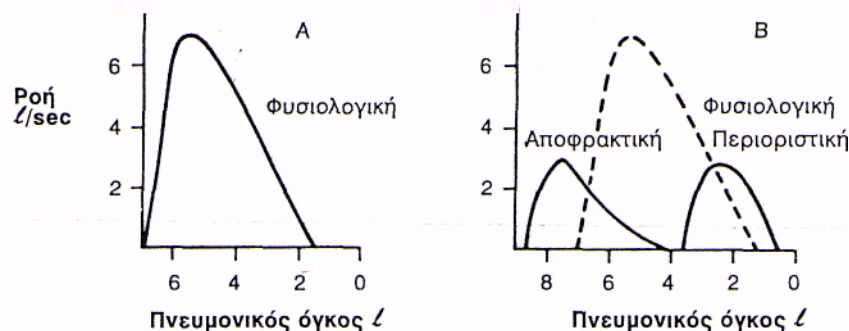
• Ερμηνεία των δοκιμασιών της βίαιης εκπνοής

Η βίαιη ζωτική χωρητικότητα (ή η δυναμική ζωτική χωρητικότητα, FVC) είναι μια έκφραση του όγκου παλμού και κάθε μείωση του επηρεάζει την αναπνευστική ικανότητα. Αίτια μείωσης αυτού του όγκου παλμού περιλαμβάνουν νοσήματα του θωρακικού τοιχώματος, όπως η κυφοσκολίωση, η αγκυλοποιητική σπονδυλίτιδα και οι οξείς τραυματισμοί, νοσήματα που επηρεάζουν τους αναπνευστικούς μυς, όπως η πολιομυελίτιδα ή η μυϊκή δυστροφία, παθήσεις της υπεζωκοτικής κοιλότητας, όπως ο πνευμοθώρακας ή η πάχυνση του υπεζωκότα, παθολογικές καταστάσεις των πνευμόνων όπως η ίνωση, η οποία μειώνει την ενδοτικότητα τους, χωροκατακτητικές εξεργασίες, όπως κύστες ή η αύξηση του όγκου αίματος στους πνεύμονες, όπως συμβαίνει στην αριστερή καρδιακή ανεπάρκεια. Επιπρόσθετα, υπάρχουν νοσήματα των αεραγωγών όπως το άσθμα και η χρόνια βρογχίτιδα, που προκαλούν πρόωμη σύγκλεισή τους στη διάρκεια της εκπνοής και επομένως μειώνουν τον όγκο που μπορεί να εκπνευστεί.

Ο βίαια εκπνεόμενος όγκος (και οι σχετικοί δείκτες όπως η FEF₂₅₋₇₅) επηρεάζεται από την αντίσταση των αεραγωγών στη διάρκεια της δυναμικής εκπνοής. Κάθε αύξηση της αντίστασης μειώνει την αναπνευστική ικανότητα. Τα αίτια αύξησης των αντιστάσεων περιλαμβάνουν τον βρογχόσπασμο (στο άσθμα, στην εισπνοή ερεθιστικών ουσιών και στις αλλοιώσεις των αεραγωγών στη χρόνια βρογχίτιδα), την απόφραξη του αυλού των αεραγωγών (στην εισπνοή ξένου σώματος ή εκσεσημασμένη αύξηση βρογχικών εκκρίσεων) και σε καταστροφικές αλλοιώσεις του πνευμονικού παρεγχύματος.

• Η εκπνευστική καμπύλη Ροής – Όγκου

Αν καταγράψουμε τη ροή και τον όγκο στη διάρκεια της δυναμικής εκπνοής, λαμβάνουμε μία καμπύλη σαν αυτήν που παρουσιάζει η Εικόνα 4.Α.

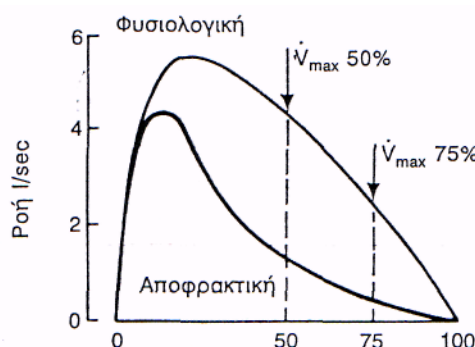


Εικόνα 4. Εκπνευστικές καμπύλες Ροής-Όγκου: (Α) Φυσιολογική. (Β) Αποφρακτικής και περιοριστικής μορφολογίας.

Η Εικόνα 4.B παρουσιάζει τυπικής μορφολογίας καμπύλες σε αποφρακτικές και περιοριστικές πνευμονοπάθειες. Σε αποφρακτικές νόσους, όπως στη χρόνια βρογχίτιδα και το εμφύσημα, η μέγιστη εκπνοή τυπικά αρχίζει και τερματίζεται σε παθολογικά υψηλούς πνευμονικούς όγκους και οι ροές είναι πολύ χαμηλότερες του φυσιολογικού. Επιπλέον, η καμπύλη μπορεί να έχει μία σκαφοειδή (scooped-out) εμφάνιση. Αντίθετα, ασθενείς με περιοριστικές νόσους, όπως η διάμεση ίνωση, αναπνέουν σε χαμηλούς πνευμονικούς όγκους. Η εικόνα δείχνει απόλυτους πνευμονικούς όγκους, αν και αυτό δεν μπορεί να μετρηθεί από τη δυναμική εκπνοή. Επιπροσθέτως λοιπόν χρειάζεται η μέτρηση του υπολειπόμενου όγκου.

- **Μέγιστες Ροές από την καμπύλη Ροής – Όγκου**

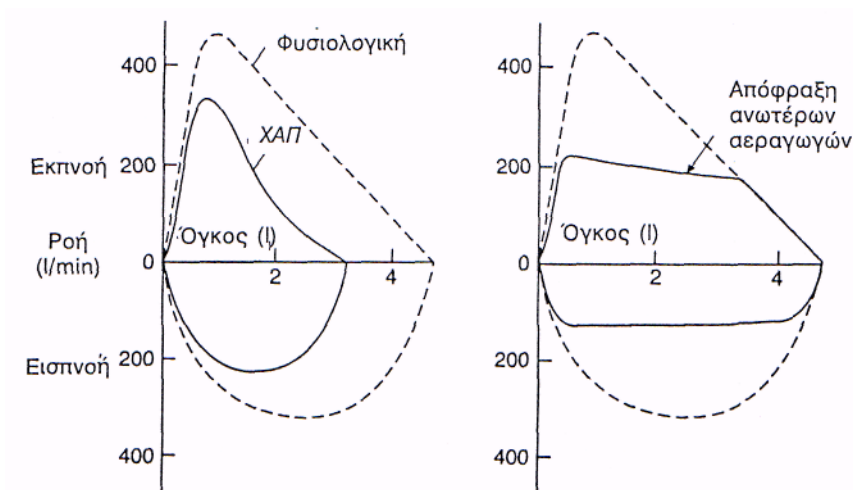
Η μέγιστη ροή ($V_{\max}$) συχνά μετράται, όταν έχει εκπνευστεί το 50% ($V_{\max 50\%}$ ή FEF_{50}) ή το 75% ($V_{\max 75\%}$ ή FEF_{75}) της ζωτικής χωρητικότητας. Η Εικόνα 5 παρουσιάζει ένα παράδειγμα της τυπικής παθολογικής καταγραφής που απαντάται στη χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Όσο αργότερα στην εκπνοή μετριέται η ροή, τόσο περισσότερο η μέτρηση εκφράζει την αντίσταση των μικρότερων αεραγωγών. Μερικές μελέτες έδειξαν ότι υπήρχε παθολογική τιμή της $V_{\max 75}$ όταν οι άλλοι δείκτες της δυναμικής εκπνοής, όπως η FEV_1 ή $FEF_{25.75\%}$ ήταν φυσιολογικές (Cosio M, 1978 20733 /id).



Εικόνα 5. Παράδειγμα εκπνευστικής καμπύλης ροής-όγκου στη χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Τα βέλη δείχνουν τη μέγιστη εκπνευστική ροή, όταν το 50% και το 75% της ζωτικής χωρητικότητας έχουν εκπνευστεί.

- **Εισπνευστική καμπύλη Ροής – Όγκου**

Η καμπύλη ροής - όγκου συχνά καταγράφεται και κατά τη διάρκεια της εισπνοής. Η καμπύλη αυτή δεν επηρεάζεται από τη δυναμική συμπίεση των αεραγωγών, επειδή οι πιέσεις στη διάρκεια της εισπνοής πάντοτε εκτείνουν τους βρόγχους. Εντούτοις, η καμπύλη είναι χρήσιμη στην ανίχνευση απόφραξης των ανώτερων αεραγωγών, η οποία επιπεδώνει την καμπύλη λόγω του ότι η μέγιστη ροή περιορίζεται (Εικόνα 6). Στα αίτια περιλαμβάνονται η στένωση της γλωττίδας ή της τραχείας ως αποτέλεσμα συμπίεσης από νεοπλασία. Η εκπνευστική καμπύλη ροής - όγκου επιπεδώνεται επίσης από αμετάβλητη (fixed) απόφραξη των ανώτερων αεραγωγών.



Εικόνα 6. Εκπνευστικές και εισπνευστικές καμπύλες ροής - όγκου. Σε φυσιολογικά άτομα και σε αρρώστους με χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, οι εισπνευστικές ροές είναι φυσιολογικές (ή περίπου φυσιολογικές). Σε σταθερή (fixed) απόφραξη των ανωτέρων αεραγωγών, αμφότερες οι εισπνευστικές και οι εκπνευστικές ροές είναι μειωμένες.

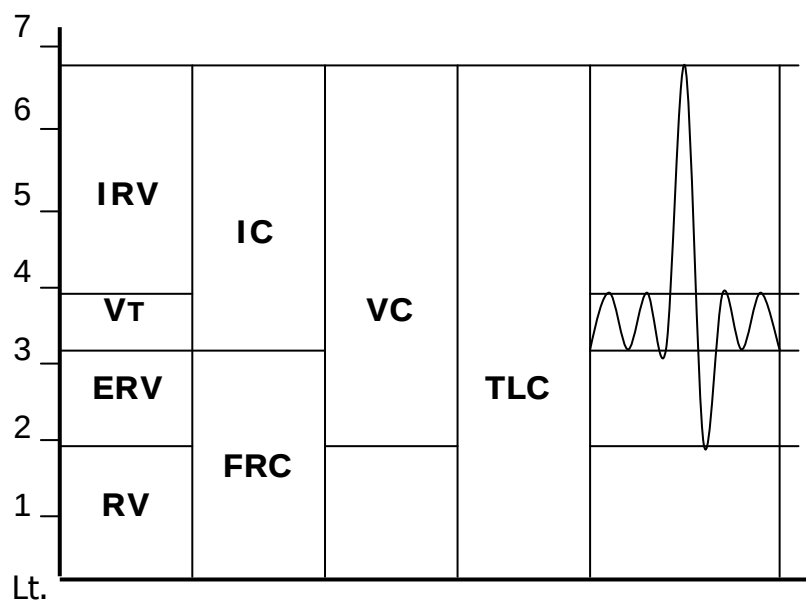
1.2.1 Πνευμονικοί όγκοι και χωρητικότητες

Ολική Πνευμονική Χωρητικότητα (Total Lung Capacity, TLC)

Ο μεγαλύτερος όγκος αέρα που, μπορεί να χωρέσει στους πνεύμονες, στο τέλος, βαθιάς εισπνοής ονομάζεται ολική πνευμονική χωρητικότητα (Total Lung Capacity ή TLC).

Η TLC αποτελείται από πολλούς μικρότερους όγκους, οι απόλυτες τιμές των οποίων ποικίλουν ακόμα και μεταξύ φυσιολογικών ατόμων. Εξαρτώνται από παραμέτρους όπως το φύλο, η ηλικία, το ύψος, η επιφάνεια του σώματος του ατόμου και κυρίως, από την σωστή ή μη προσπάθεια και συνεργασία του ατόμου κατά την μέτρηση.

Οι όγκοι και οι χωρητικότητες που αποτελούν την TLC περιγράφονται στην παρακάτω εικόνα.



Η TLC προσδιορίζεται μετρώντας την ζωτική χωρητικότητα (Vital Capacity, VC) και προσθέτοντας σ' αυτήν τον υπολειπόμενο όγκο (Residual Volume, RV).

Η TLC είναι το άθροισμα της Ζωτικής Χωρητικότητας και του Υπολειπόμενου Όγκου αέρα ($TLC = VC + RV$) και η τιμή της εξαρτάται από τις μεταβολές των τιμών των παραμέτρων αυτών.

Στο σημείο αυτό υπάρχει ισορροπία μεταξύ της ελαστικής δύναμης επαναφοράς του πνεύμονα και της ελαστικής δύναμης επαναφοράς του θωρακικού κλωβού από τη μία, και της δύναμης που εξασκούν οι εισπνευστικοί μύες από την άλλη. Είναι το σημείο όπου οι πνεύμονες λαμβάνουν το μεγαλύτερο όγκο τους, ενώ οι μυϊκές ίνες βρίσκονται στην μέγιστη θέση συσπάσεώς τους. Στους ασθενείς με πνευμονική ίνωση, λόγω της αυξημένης ελαστικής επαναφοράς του πνεύμονα, το σημείο ισορροπίας αυτό μετακινείται και έτσι μειώνεται ο TLC. Το αντίθετο ακριβώς συμβαίνει στους εμφυσηματικούς ασθενείς όπου η δύναμη ελαστικής επαναφοράς του πνεύμονα είναι μειωμένη και επομένως το σημείο ισορροπίας μετακινείται με κατεύθυνση προς το θωρακικό τοίχωμα. Ο TLC αυξάνεται, ιδιαίτερα σε ασθενείς με μεγάλες εμφυσηματικές φυσαλίδες {Hughes JBM, 1999 4706 /id}

Ζωτική Χωρητικότητα (Vital Capacity, VC)

Είναι η ποσότητα του αέρα την οποία μπορεί να εκπνεύσει ένα άτομο μετά από την βαθύτερη εισπνοή. Η Ζωτική Χωρητικότητα (Vital Capacity, VC) αποτελεί το 70% περίπου της ολικής πνευμονικής χωρητικότητας (TLC), προσδιορίζεται δε από το άθροισμα της εισπνευστικής χωρητικότητας (inspiratory capacity, IC) και του εφεδρικού εκπνευστικού όγκου (expiratory reserve volume, ERV), δηλαδή $VC = IC + ERV$.

Εισπνευστική Χωρητικότητα (Inspiratory Capacity, IC)

Είναι η ποσότητα του αέρα που μπορεί να εισπνεύσει το άτομο από το επίπεδο της ήρεμης εκπνοής. Η IC είναι το 60% της TLC (ολικής πνευμονικής χωρητικότητας), είναι δε το άθροισμα του αναπνεόμενου όγκου αέρα (tidal volume) και του εφεδρικού εισπνευστικού όγκου (Inspiratory Reserve Volume, IRV), δηλαδή: $IC = VT + IRV$.

Λειτουργική Υπολειπόμενη Χωρητικότητα (Functional Residual Capacity, FRC)

Είναι ο όγκος του αέρα τον οποίο μπορεί να εκπνεύσει το άτομο πέρα από το επίπεδο της ήρεμης εκπνοής, είναι ίση δηλαδή με τον όγκο των πνευμόνων στο τέλος της ήρεμης εκπνοής.

Στους υγιείς, η FRC αντιπροσωπεύει τη θέση εκείνη στην οποία το αναπνευστικό σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία: οι ελαστικές ιδιότητες του πνεύμονα (οι οποίες τείνουν να τον συμπιέζουν) είναι ίσες με τις ελαστικές ιδιότητες του θωρακικού κλωβού (και αντίθετα), οι οποίες τείνουν να τον εκπτύξουν. Επίσης στους υγιείς η FRC αποτελεί περίπου το 40 με 50% της TLC. Στους ασθενείς με νόσο των αεραγωγών (άσθμα, ΧΑΠ), η FRC συχνά αυξάνει σημαντικά, με αποτέλεσμα το παραπάνω σημείο ισορροπίας μεταξύ των ελαστικών ιδιοτήτων να μετακινείται. Επιπροσθέτως, ποικίλου βαθμού δυναμική υπερδιάταση μπορεί να επισυμβεί μετά από προσαρμογή στην στένωση των αεραγωγών, σαν συνέπεια σοβαρής μείωσης στην εκπνευστική ροή (Hughes JBM, 1999 4706 /id).

Εφεδρικός Εκπνευστικός Όγκος (Expiratory Reserve Volume, ERV)

Είναι ο όγκος αέρα τον οποίο μπορεί να εκπνεύσει το άτομο πέρα από το επίπεδο της ήρεμης εκπνοής και αποτελεί περίπου το 15% της TLC.

Υπολειπόμενος Όγκος (Residual Volume, RV)

Είναι ο όγκος του αέρα που παραμένει στους πνεύμονες μετά το τέλος της μεγαλύτερης δυνατής εκπνοής και αποτελεί περίπου το 25% της TLC.

Αναπνεόμενος Όγκος (Total Volume, VT)

Είναι ο όγκος αέρα που εισπνέουμε ή εκπνέουμε σε μια ήρεμη εισπνοή ή εκπνοή αντίστοιχα.

Εφεδρικός Εισπνευστικός Όγκος (Inspiratory Reserve Volume, IRV)

Είναι ο μεγαλύτερος όγκος αέρα που μπορεί να εισπνεύσει ένα άτομο πέρα από την λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (FRC) αν σ' αυτή προστεθεί ο αναπνεόμενος όγκος αέρα (VT).

1.2.2 Διαταραχές όγκων και χωρητικότητων

Οι διάφορες μεταβολές των πνευμονικών όγκων που καταγράφονται δηλώνουν μεταβολές της ελαστικότητας των πνευμόνων ή του θώρακα ή αδυναμία των αναπνευστικών μυών Έτσι διαταραχές στην ισορροπία των ελαστικών δυνάμεων παρουσιάζουν διαταραχές καταγραφής των όγκων. Ελάττωση της ζωτικής χωρητικότητας (VC) έχουμε όταν ελαττώνεται η διατασιμότητα των πνευμόνων ή του θώρακα (π.χ. σε βλάβες μυοσκελετικές, νευρομυϊκές, κυφοσκολίωση, σ.Guillain-Barre, κλπ.). Σε διάμεσες βλάβες του πνευμονικού παρεγχύματος, πνευμονία, πνευμονικό οίδημα (καρδιογενές και μη καρδιογενές) ατελεκτασία, πνευμονοκονιώσεις, κολλαγονικά νοσήματα, κλπ. Σε αποφρακτικές πνευμονοπάθειες, πνευμονικό εμφύσημα, κυρίως λόγω αύξησης του υπολειπόμενου όγκου (RV). Η TLC είναι μειωμένη σε ασθενείς με μειωμένη την ζωτική χωρητικότητα (VC) και τον υπολειπόμενο όγκο (RV). Στις νευρομυϊκές παθήσεις και στις παθήσεις του πνευμονικού παρεγχύματος ελαττώνεται η ενδοτικότητα (διατασιμότητα) του πνεύμονα.

Στις αποφρακτικές πνευμονοπάθειες, π.χ. πνευμονικό εμφύσημα, ιδιαίτερα κατά την επιβάρυνση της νόσου, η ζωτική χωρητικότητα μειώνεται ενώ ο υπολειπόμενος όγκος αυξάνεται. Σαν συνέπεια η TLC είναι είτε φυσιολογική είτε μέτρια αυξημένη. Επομένως, η φυσιολογική ή μέτρια αυξημένη TLC δεν σημαίνει ότι ο αερισμός είναι φυσιολογικός ή ότι η συνολική επιφάνεια των πνευμόνων για διάχυση είναι κανονική σε έκταση ή ιδιότητες. {Cherniack RM, 1992 49 /id}. Ακτινολογικές μετρήσεις δίνουν αξιόλογες προσεγγίσεις (όχι όμως σαν μέθοδος ρουτίνας), διότι ο ακτινολογικός όγκος του θώρακα (ελάχιστος τόσο ο όγκος του πνευμονικού παρεγχύματος, όσο και ο καρδιακός και ο ενδοαγγειακός όγκος) σχετίζεται πολύ με τον ολικό πνευμονικό όγκο αέρα.

1.2.3 Τρόποι και μέθοδοι μέτρησης όγκων και χωρητικότητων

Οι περισσότεροι όγκοι του πνεύμονα μπορούν να μετρηθούν με το σπιρόμετρο. Αυτό είναι ένα όργανο με το οποίο καταγράφονται οι μεταβολές των πνευμονικών όγκων σε συνάρτηση με το χρόνο. Για τη μέτρηση της υπολειπόμενης λειτουργικής χωρητικότητας (FRC), του υπολειπόμενου όγκου (RV) και της ολικής πνευμονικής χωρητικότητας (TLC) σε ασθενείς στους οποίους υποπτευόμαστε πως έχουν προσβληθεί από ή /και περιοριστικό σύνδρομο χρησιμοποιούνται οι μέθοδοι αραίωσης αερίων με ήλιο ή έκπλυση του αζώτου, με πληθυσμογραφία και με την ακτινογραφία θώρακος.

Επικρατεί η άποψη πως η μέθοδος με αραίωση του ήλιου είναι η πιο εύχρηστη και συνεπώς χρησιμοποιείται πολύ.

1.3 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΟΡΓΑΝΩΝ ΣΠΙΡΟΜΕΤΡΗΣΗΣ

Οι ελάχιστες προδιαγραφές που πρέπει να τηρεί ένα σπιρόμετρο για να χρησιμοποιηθεί για σπιρομέτρηση είναι η δυνατότητα μέτρησης της ζωτικής χωρητικότητας (VC), της βίαιης ζωτικής χωρητικότητας (FVC), του βίαιου εκπνευστικού όγκου στο πρώτο (FEV₁) και στο πρώτο μισό δευτερόλεπτο (FEV_{0,5}), των εκπνευστικών ροών στη μεσότητα της βίαιης ζωτικής χωρητικότητας (FEF_{25-75%}) και να παρέχει στιγμιαίες ροές σε διάφορα

σημεία της καμπύλης ροής-όγκου. Η ζωτική (VC) και η βίαιη ζωτική χωρητικότητα (FVC) είναι ο όγκος αέρα που εκπνέεται από τη θέση της ολικής πνευμονικής χωρητικότητας (TLC) και μετρείται σε λίτρα BTPS (θερμοκρασία σώματος και ατμοσφαιρική πίεση κεκορεσμένη με υδρατμούς). Το σπιρόμετρο πρέπει να μετρά τουλάχιστον μέχρι 7 λίτρα με ακρίβεια $\pm 3\%$ ή 50 ml αέρα (τα σπιρόμετρα ροής πρέπει να έχουν δυνατότητα μέτρησης από 0 έως 12 λίτρα / δευτερόλεπτο). Πρέπει να μετρά όγκο τουλάχιστον για 15 δευτερόλεπτα (για την ζωτική χωρητικότητα τουλάχιστον για 30 δευτερόλεπτα). Όσον αφορά τις ροές (FEF_{25-75%}) πρέπει να μετρά από 0-12 l/sec και η αντίσταση ροής κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας να είναι μικρότερη από 1,5 cm H₂O/Lt/sec κατά τη μέγιστη ροή.

Το σπιρόμετρο πρέπει να διαθέτει ή να έχει δυνατότητα σύνδεσης με καταγραφικό μηχανισμό για να τις καμπύλες όγκου-χρόνου και ροής-όγκου. Η καταγραφή των καμπυλών πρέπει να γίνεται για διαγνωστικούς λόγους, για την αξιολόγηση του σπιρομέτρου και για την μέτρηση ή/και επιβεβαίωση των σπιρομετρικών όγκων με το χέρι.

Η ικανότητα ακριβούς μέτρησης του όγκου πρέπει να ελέγχεται καθημερινά -σε επιδημιολογικές μελέτες με μεγάλο αριθμό ατόμων να ρυθμίζεται μετά από 4ωρη λειτουργία- με μια σύριγγα εισαγωγής αέρα 3 λίτρων.

Επιπλέον πρέπει να γίνεται έλεγχος του καταγραφικού συστήματος κάθε 3 μήνες.

Η εξέταση πρέπει να γίνεται μετά από κατάλληλη εκπαίδευση (εξήγηση της εξέτασης και επίδειξη). Πρέπει να ενθαρρύνεται ο εξεταζόμενος να συνεχίσει να εκπνέει μέχρι την έξοδο και της τελευταίας ποσότητας αέρα. Όταν η καμπύλη όγκου-χρόνου επιπεδωθεί για 2 τουλάχιστον δευτερόλεπτα ο όγκος αέρα έχει πλήρως εκπνευσθεί.

Η διάρκεια της εκπνοής πρέπει να είναι τουλάχιστον 6 και στην περίπτωση αποφρακτικής πνευμονοπάθειας μέχρι 15 δευτερόλεπτα (ή και περισσότερο). Η εξέταση διακόπτεται σε περίπτωση εμφάνισης βήχα ή αισθήματος έντονης ζάλης στον εξεταζόμενο.

Ο μέγιστος αριθμός προσπαθειών για τον εξεταζόμενο δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 8, γιατί κατόπιν μπορεί να προκληθεί «κεντρική κόπωση» ή και βρογχόσπασμος εξαιτίας των έντονων εκπνευστικών προσπαθειών.

Η σπιρομέτρηση και οι υπόλοιπες εξετάσεις του λειτουργικού ελέγχου της αναπνοής πρέπει να γίνονται σε κατάλληλη θερμοκρασία του χώρου της εξέτασης (μεταξύ 17 και 40 °C). Στα σπιρόμετρα με «επανεισπνοή» πρέπει να γίνεται χρήση του ρινοπίεστρου. Η θέση (όρθια ή καθιστή) στην οποία γίνεται η σπιρομέτρηση πρέπει να αναγράφεται στο τελικό αποτέλεσμα.

Οι σπιρομετρικές τιμές λαμβάνονται από μια σειρά 3 αποδεκτών εκπνευστικών καμπυλών. Οι τελικές τιμές που θα καταγραφούν πρέπει να είναι η μεγαλύτερη τιμή της FVC και η μεγαλύτερη τιμή της FEV₁, ανεξάρτητα από το αν οι τιμές αυτές προέρχονται από την ίδια προσπάθεια. Οι άλλες μετρήσεις (όπως η FEF_{25-75%} και οι στιγμιαίες εκπνευστικές ροές) λαμβάνονται από την καλύτερη μέτρηση. Η καλύτερη σπιρομέτρηση αντιστοιχεί στην προσπάθεια με τα καλύτερα κριτήρια αποδοχής για την και το άθροισμα της FVC + FEV₁ είναι το μεγαλύτερο.

Αποδεκτή μέτρηση της FVC είναι αυτή που πληροί τα κριτήρια ολοκλήρωσης της δοκιμασίας, δηλαδή ελάχιστη διάρκεια μεγαλύτερη των 6 δευτερολέπτων, επιπέδωση της καμπύλης όγκου-χρόνου επί 2 λεπτά και ικανοποιητική έναρξη της προσπάθειας. Όταν ο εξεταζόμενος βήξει κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας, όταν κάνει χειρισμό του Valsava, όταν υπάρχει διαρροή αέρα, όταν αποφράσσει με τη γλώσσα του το επιστόμιο και όταν η τεχνητή οδοντοστοιχία παρεμποδίζει τη ροή του αέρα δια μέσω του επιστομίου η δοκιμασία δεν είναι αποδεκτή.

Κριτήρια επαναληψιμότητας (για την FVC και την FEV₁) είναι η μη αύξηση της διαφοράς -μεταξύ των δύο αποδεκτών προσπαθειών με τις μεγαλύτερες τιμές- περισσότερο από 5% ή 100 ml.

2 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΔΙΟΥ

Η σπιρομέτρηση πραγματοποιήθηκε με το σπιρόμετρο όγκου ξηρού τύπου (Vitalograph) του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. το οποίο περιλαμβάνει μηχανισμό καταγραφής με γραφίδα πάνω σε ειδικό καταγραφικό χαρτί (για να μπορούν να ελεγχθούν και με χειρωνακτικό τρόπο οι καταγραφείσες τιμές) της καμπύλης όγκου-χρόνου. Επιπλέον περιλαμβάνει ειδικό ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής και δυνατότητα σύγκρισης των μετρούμενων σπιρομετρικών τιμών με τις φυσιολογικές τιμές αναφοράς της Ευρωπαϊκής Κοινότητας Άνθρακα και Χάλυβα (ECCS).

Προσδιορίστηκαν οι τιμές της ζωτικής χωρητικότητας (VC), της βίαιης ζωτικής χωρητικότητας (FVC), του βίαιου εκπνευστικού όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο (FEV₁), του δείκτη Tiffeneau (T) $FVC_1 / FVC \%$ και η τιμή της εκπνευστικής ροής στη μεσότητα της βίαιης ζωτικής χωρητικότητας (FEF_{25-75%})

Πριν από κάθε συνεδρία σπιρομετρήσεων ή/και μετά από 4ωρη λειτουργία του σπιρόμετρου γινόταν βαθμονόμηση με μια σύριγγα 3 λίτρων για τρεις τουλάχιστον φορές και ελέγχονταν τα διαγράμματα και οι αναγραφείσες τιμές.

Στο σπιρόμετρο εισάγονταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος του χώρου διεξαγωγής της σπιρομέτρησης, το φύλο, η ηλικία, και το ύψος των εξεταζομένων. Η θέση των εξεταζόμενων ήταν η ορθία σύμφωνα με τις προδιαγραφές του οργάνου.

Ενθαρύνονταν η λήψη μιας άνετης στάσης του εξεταζόμενου, επεξηγείτο ο τρόπος και η διαδικασία της εξέτασης και γινόταν επίδειξη του τρόπου εξέτασης. Εκτελούνταν 3 αποδεκτές προσπάθειες σπιρομέτρησης.

Οι σπιρομετρικές τιμές συγκρίθηκαν και αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας ως φυσιολογικές τιμές αναφοράς, τις τιμές της «Ευρωπαϊκής Κοινότητας Άνθρακα και Χάλυβα» (ECCS) και της «Reference values for children and adolescents *Quanjer PhH, Borsboom GJJM, Brunekreef B, Zach M, Forche G, Cotes JE, Sanchis J, Paoletti P. Spirometric reference values for white European children and adolescents: Polgar revisited. Pediat Pulmonol 1995; 19: 135-142*» για τα παιδιά.

2.1 ΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΙΑΤΡΙΚΑ ΙΣΤΟΡΙΚΑ

2.1.1 Μέθοδος-στατιστική ανάλυση-Δείγμα

Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των ποσοτικών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test). Στην περίπτωση συγκρίσεων περισσότερων από δύο υποομάδων έγινε έλεγχος ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA). Για τη σύγκριση των ποιοτικών μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος χ^2 με τροποποίηση κατά Mantel-Haenszel. Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση των στατιστικών πακέτων SPSS και MINITAB καθώς και του EXCEL.

Η έρευνα διεξήχθη στις περιοχές της Μεγαλόπολης και της Τρίπολης κατά το χρονικό διάστημα 2005-2006.

Το δείγμα αποτελείται από 291 άτομα και έχει χωριστεί σε δύο ομάδες εκτεθειμένων και δύο ομάδες μαρτύρων. Η μία ομάδα αποτελείται από τους εργαζόμενους στο εργοστάσιο της ΔΕΗ και κατοίκους της Μεγαλόπολης (εκτεθειμένοι-ομάδα Α) η δεύτερη ομάδα αποτελείται από τους εργαζόμενους στη ΔΕΗ που δεν είναι κάτοικοι Μεγαλόπολης (μάρτυρες-ομάδα Α₁), η τρίτη ομάδα αποτελείται από αυτούς που δεν εργάζονται στη ΔΕΗ αλλά είναι κάτοικοι Μεγαλόπολης (εκτεθειμένοι-ομάδα Β) και η τέταρτη ομάδα αποτελείται από κατοίκους της Τρίπολης που δεν εργάζονται στη ΔΕΗ (μάρτυρες-ομάδα Β₁).

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για να προσδιοριστεί η ομάδα εκτεθειμένων ήταν:

- ο τόπος διαμονής (μόνιμοι κάτοικοι Μεγαλόπολης)
- ο χώρος εργασίας (εργαζόμενοι στη ΔΕΗ)

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η συχνότητα και η σχετική συχνότητα των εκτεθειμένων και των μαρτύρων.

Πίνακας 1. Συχνότητα και σχ. Συχνότητα (%) των εκτεθειμένων και των μαρτύρων

Ομάδα	Συχνότητα	Σχ. Συχνότητα (%)
A	76	26,1
A ₁	73	25,1
B	95	32,6
B ₁	47	16,2

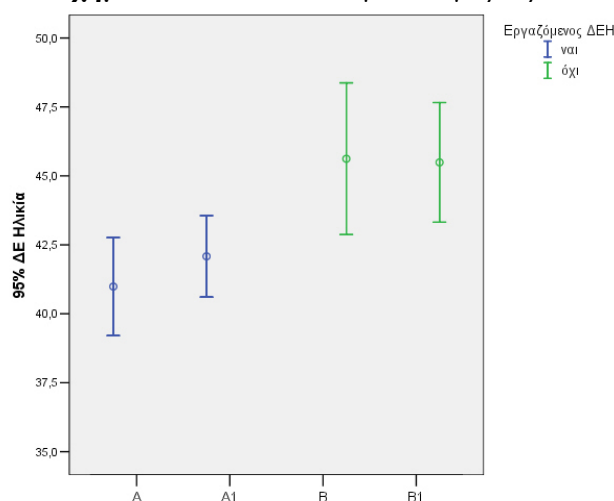
2.2 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ

Δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ηλικία μεταξύ των ομάδων A(40,1±7,7) και A₁(42,1±6,3), μεταξύ των ομάδων B(45,6±13,5) και B₁(45,5±7,4). Αντίθετα διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των ηλικιών μεταξύ των ομάδων A(40,1±7,7) και B₁(45,5±7,4). Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται η μέση ηλικία των εκτεθειμένων και των μαρτύρων η τυπική της απόκλιση καθώς και το εύρος των ηλικιών.

Πίνακας 2. Μέση ηλικία (μ), τυπική απόκλιση (s) και εύρος (R) εκτεθειμένων και μαρτύρων

Ομάδα	μ	s	R
A	40,1	7,7	33
A ₁	42,1	6,3	33
B	45,6	13,5	60
B ₁	45,5	7,4	29

Σχήμα 1. Ηλικία εκτεθειμένων-μαρτύρων



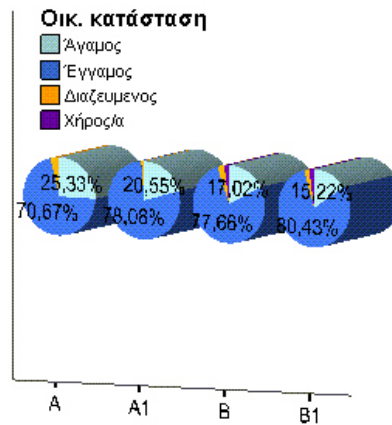
Στον πίνακα 3 παρουσιάζεται η συχνότητα και η σχετική συχνότητα των εκτεθειμένων και των μαρτύρων ανά φύλο. Το πλήθος των ανδρών εργαζόμενων στο δείγμα είναι αρκετά μεγαλύτερο από αυτό των γυναικών σε αντιστοιχία με την κατανομή των εργαζομένων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ.

Πίνακας 3. Συχνότητα και σχ. Συχνότητα (%) των εκτεθειμένων και των μαρτύρων ανά φύλο

Ομάδα	Φύλο	Συχνότητα	Σχ. συχνότητα
A	Άνδρες	66	88,0
	Γυναίκες	9	12,0
A ₁	Άνδρες	69	94,5
	Γυναίκες	4	5,5
B	Άνδρες	55	57,9
	Γυναίκες	40	42,1
B ₁	Άνδρες	29	61,7
	Γυναίκες	18	38,3

Στο επόμενο σχήμα 2 παρουσιάζεται η οικογενειακή κατάσταση των εκτεθειμένων – μαρτύρων. Η πλειοψηφία και στις τέσσερις υπό μελέτη ομάδες είναι έγγαμοι με ποσοστό άνω του 70%.

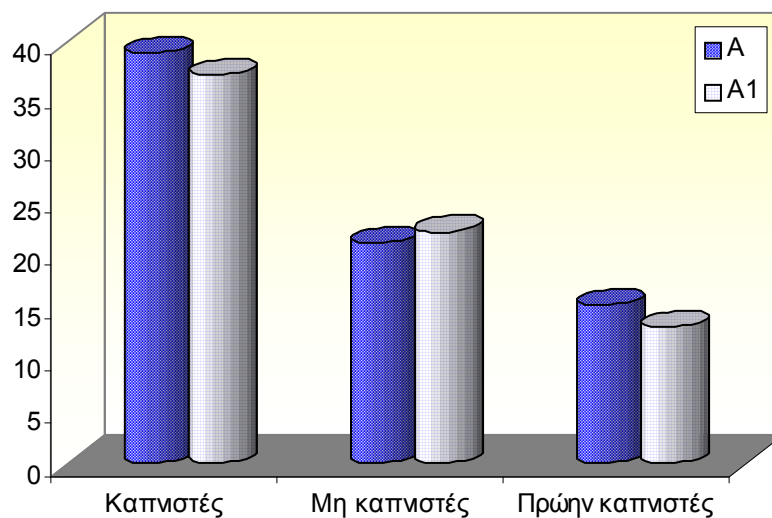
Σχήμα 2. Οικογενειακή κατάσταση

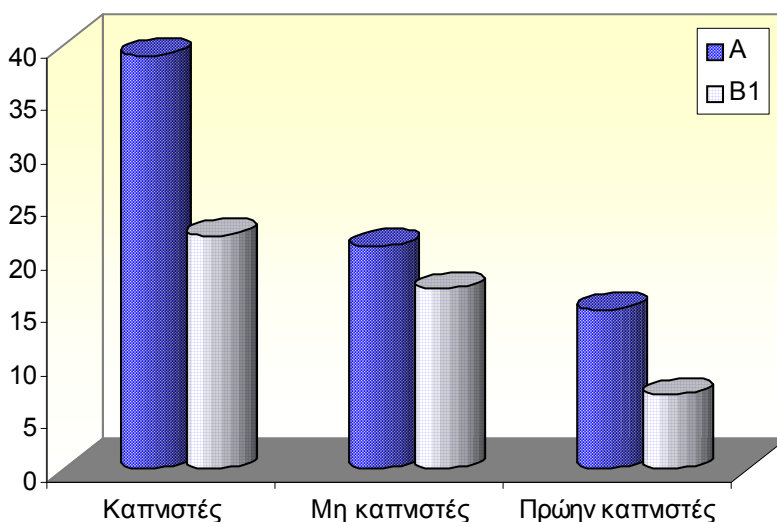
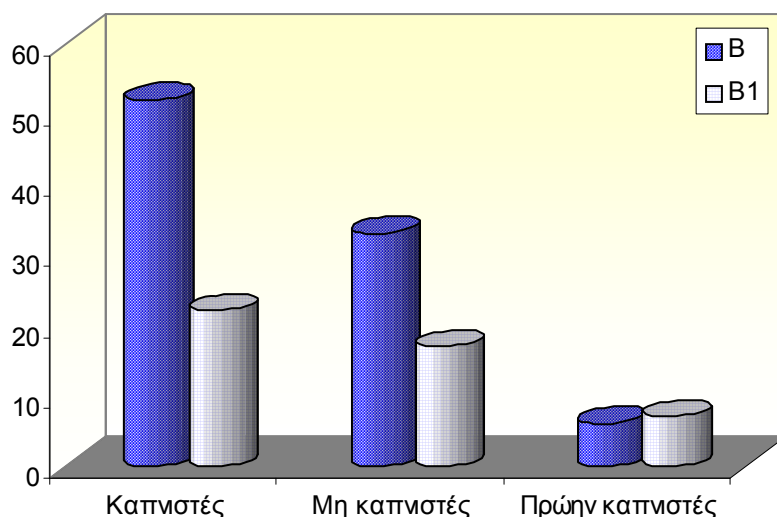


Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται οι καπνιστικές συνήθειες των εκτεθειμένων και των μαρτύρων. Στην ομάδα A το 52% καπνίζει ενώ στην ομάδα A₁ το 50,7% καπνίζει. Στην ομάδα B το 54,7% καπνίζει ενώ στην ομάδα B₁ το 46,8% καπνίζει.

Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ποσοστών των καπνιστών των ομάδων των εκτεθειμένων και των μαρτύρων (A-A₁ p-value=0,873, B-B₁ p-value=0,373, A-B₁ p-value=0,576).

Σχήμα 3. Καπνιστική συνήθεια





Πίνακας 4. Καπνιστική συνήθεια των εκτεθειμένων και των μαρτύρων

Ομάδα	Καπνιστές		Μη καπνιστές		Πρώην καπνιστές	
	N	%	N	%	N	%
A	39	52,0	21	20,0	15	20,0
A ₁	37	50,7	22	30,1	13	17,8
B	52	54,7	33	34,7	6	6,3
B ₁	22	46,8	17	36,2	7	14,9

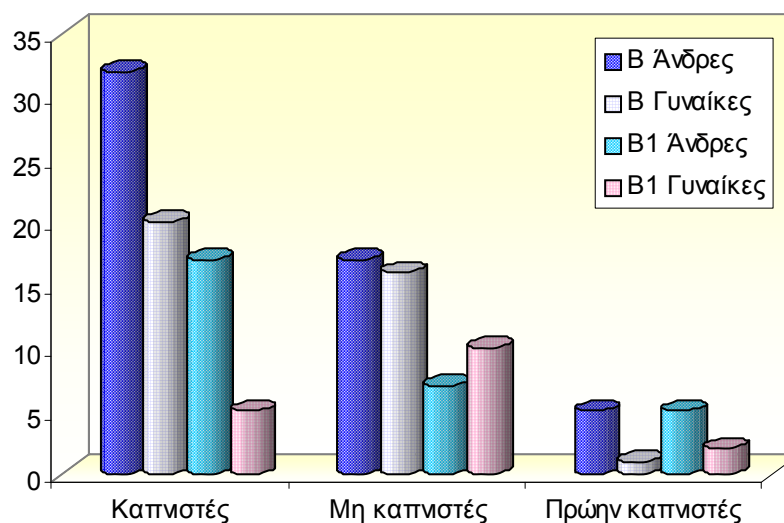
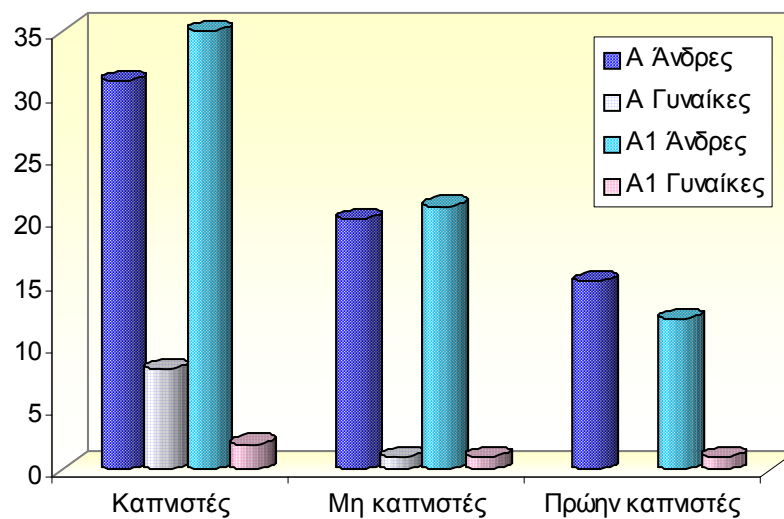
Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι καπνιστικές συνήθειες των εκτεθειμένων και των μαρτύρων ανά φύλο. Διαπιστώθηκε ότι οι καπνιστικές συνήθειες των ανδρών καπνιστών δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών ομάδων (A-A₁ p-value=0,662 και B-B₁ p-value=0,969) καθώς επίσης και οι καπνιστικές συνήθειες των γυναικών καπνιστριών μεταξύ των ομάδων A και A₁ (p-value=0,151). Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των καπνιστικών συνηθειών των

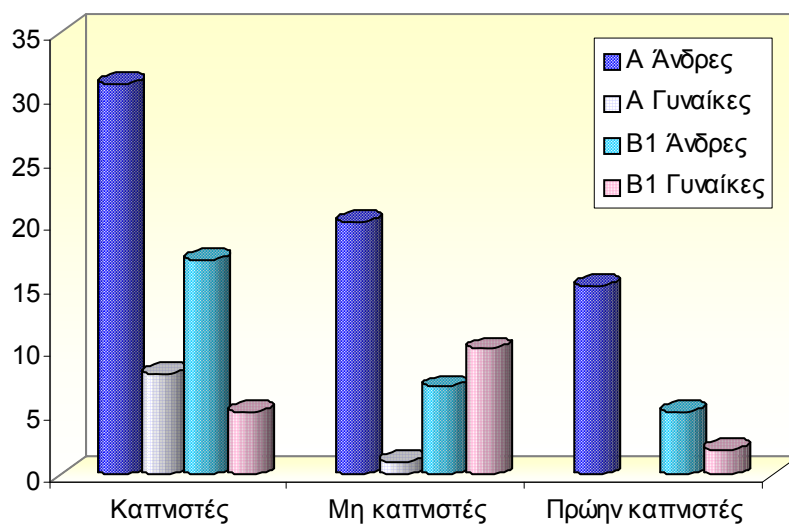
γυναικών μεταξύ των ομάδων B και B₁ (p-value=0,025 για δικατάληκτο έλεγχο). Το ποσοστό των γυναικών που καπνίζουν στην ομάδα B είναι μεγαλύτερο με στατιστικά σημαντική διαφορά από το ποσοστό των γυναικών που καπνίζουν στην ομάδα B₁.

Πίνακας 5. Καπνιστική συνήθεια των εκτεθειμένων και των μαρτύρων ανά φύλο

Ομάδα	Φύλο	Καπνιστές		Μη καπνιστές		Πρώην καπνιστές	
		N	%	N	%	N	%
A	Άνδρες	31	47,0	20	30,3	15	22,7
	Γυναίκες	8	88,9	1	11,1	-	-
A ₁	Άνδρες	35	50,7	21	30,4	12	17,4
	Γυναίκες	2	50,0	1	25,0	1	25,0
B	Άνδρες	32	58,2	17	30,9	5	9,1
	Γυναίκες	20	50,0	16	40,0	1	2,5
B ₁	Άνδρες	17	58,6	7	24,1	5	17,2
	Γυναίκες	5	27,8	10	55,6	2	11,1

Σχήμα 4. Καπνιστική συνήθεια ανά φύλο



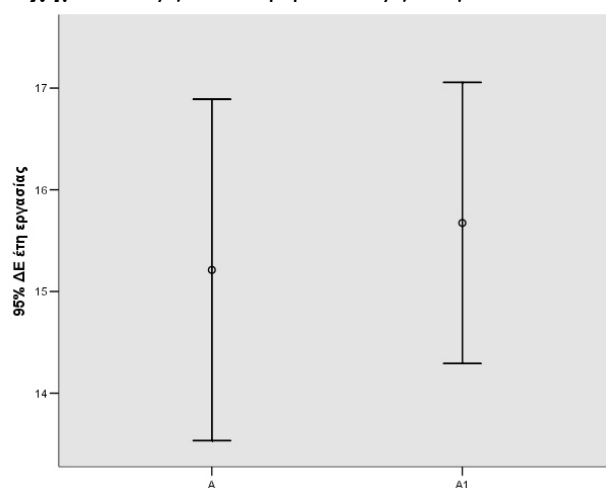


Στον πίνακα 6 και στο σχήμα 5 φαίνεται η εργασιακή ηλικία των εργαζόμενων στη ΔΕΗ. Ο έλεγχος που διενεργήθηκε δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των εργασιακών ηλικιών μεταξύ των δύο ομάδων εργαζομένων.

Πίνακας 6. Μέση ηλικία (μ), τυπική απόκλιση (s) και εύρος (R) εκτεθειμένων και μαρτύρων εργαζομένων στη ΔΕΗ

Ομάδα	μ	s	R
A	15,2	7,2	27,8
A ₁	15,7	5,6	24,8

Σχήμα 5. Εργασιακή ηλικία εργαζομένων ΔΕΗ



2.3 ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Η λήψη του ιατρικού ιστορικού γινόταν από τον ιατρό εργασίας, ο οποίος έδινε τις απαραίτητες διευκρινήσεις όπου χρειαζόταν και εντοπιζόταν κυρίως σε τυχόν αναπνευστικά συμπτώματα.

Πίνακας 7. Σχ. συχνότητα (%) αναφοράς συμπτώματος ή νόσου στο ιατρικό ιστορικό εκτεθειμένων-μαρτύρων

Συμπτώματα	A (n=75)	A ₁ (n=73)	B (n=40)*	B ₁ (n=47)
Χρόνια βρογχίτιδα	1,3	5,5	2,5	4,3
Βρογχικό άσθμα	6,7	6,8	12,5	2,1
Βήχας ξηρός	1,3	-	7,5	4,3
Βήχας παραγωγικός	21,3	12,3	2,5	6,4
Βήχας πρωινός	2,7	-	2,5	-
Βήχας συνεχής	18,7	11,0	5,0	6,4
Καυσalgία	2,7	1,4	-	-
Βράγχος φωνής	1,3	5,5	2,5	4,3
Ξηρότητα οφθαλμών	4,0	1,4	-	2,1
Ερεθισμός οφθαλμών	12,0	1,4	10,0	4,3
Καυσalgία οφθαλμών	12,0	5,5	10,0	-
Δακρύρροια	12,0	8,2	12,5	4,3
Ερεθισμός ρινικού βλεννογόνου	1,3	2,7	2,5	-
Ρινόρροια	5,3	8,2	-	2,1
Ρινική συμφόρηση	13,3	19,2	15,0	10,6
Διαταραχές όσφρησης	1,3	-	-	-
Κεφαλαλγίες	12,0	20,6	32,5	21,4
Δερματίτιδα εξ' επαφής	4,0	6,8	-	-
Οσφυ-ισχιαλγίες	45,3	37,0	42,5	27,7
Αρθραλγίες	-	4,1	2,5	2,1
Γαστρίτις	17,3	5,5	20,0	17,0
Έλκος	10,7	13,7	5,0	14,9
Στεφανιαία νόσος	-	-	-	-
Αρτηριακή πίεση	10,7	6,8	7,5	6,4
Σακχαρώδης διαβήτης	2,7	1,4	-	-
Αλλεργίες	14,7	9,6	10,0	14,9

* Έχει ληφθεί το ιστορικό από 40 άτομα της ομάδας B₁

2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΝΩΤΕΡΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Στον πίνακα 7 αναφέρεται ο επιπολασμός της χρόνιας βρογχίτιδας στον υπό μελέτη πληθυσμό. Τα ποσοστά αναφοράς χρόνιας βρογχίτιδας ήταν πολύ μικρά και δεν διενεργήθηκε περαιτέρω ανάλυση για την αξιολόγησή τους.

2.4.1 Ποσοστό ατόμων με πτώση των σπυρομετρικών ευρημάτων

Στις ομάδες εκτεθειμένων - μαρτύρων διενεργήθηκαν σπυρομετρήσεις προκειμένου για να διαπιστωθούν ενδεχόμενες βλάβες στο αναπνευστικό τους σύστημα. Καταγράφηκαν οι ενδείξεις που αφορούν στη ζωτική χωρητικότητα (VC), στη βίαια εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα (FVC) και στον βίαια εκπνεόμενο όγκο στο πρώτο

δευτερόλεπτο (FEV₁). Οι ενδείξεις που καταγράφηκαν αφορούν στην ποσοστιαία απόκλιση της μέτρησης από την αναμενόμενη τιμή ανάλογα με το φύλο, την ηλικία και το ύψος του εργαζόμενου.

Στον πίνακα 8 παρουσιάζονται το πλήθος και το ποσοστό των ατόμων με ζωτική χωρητικότητα (VC) μικρότερη ή μεγαλύτερη του 100% της προβλεπόμενης των εκτεθειμένων και των μαρτύρων.

Πίνακας 8. Ζωτική χωρητικότητα (VC) επί ποσοστού του προβλεπόμενου

Ομάδα	<100%		≥100%	
	N	%	N	%
A	21	28,0	54	72,0
A ₁	16	21,6	57	78,1
B	40	42,1	55	57,9
B ₁	13	27,7	34	72,3

Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα ποσοστά πτώσης της ζωτικής χωρητικότητας μεταξύ των ομάδων A και A₁ (p-value=0,804) και των ομάδων A και B₁ (p-value=0,967). Αντίθετα διαπιστώθηκε με στατιστικά σημαντική διαφορά μεγαλύτερο ποσοστό των εκτεθειμένων της ομάδας B με πτώση της ζωτικής χωρητικότητας σε σχέση με την ομάδα των μαρτύρων B₁ (p-value=0,040).

Στον πίνακα 9 παρουσιάζονται το πλήθος και το ποσοστό των ατόμων με βίαια εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα (FVC) μικρότερη ή μεγαλύτερη του 100% της προβλεπόμενης των εκτεθειμένων και των μαρτύρων.

Πίνακας 9. Βίαια εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα (FVC) επί ποσοστού του προβλεπόμενου

Ομάδα	<100%		≥100%	
	N	%	N	%
A	25	33,3	50	66,7
A ₁	22	30,1	51	69,9
B	40	42,1	55	57,9
B ₁	14	29,8	33	70,2

Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα ποσοστά πτώσης της FVC μεταξύ των ομάδων A και A₁ (p-value=0,676), των ομάδων B και B₁ (p-value=0,071) και των ομάδων A και B₁ (p-value=0,680).

Στον πίνακα 10 παρουσιάζονται το πλήθος και το ποσοστό των ατόμων με βίαια εκπνεόμενο όγκο στο πρώτο δευτερόλεπτο (FEV1) μικρότερο ή μεγαλύτερο του 100% της προβλεπόμενης των εκτεθειμένων και των μαρτύρων.

Πίνακας 10. Βίαια εκπνεόμενο όγκο στο πρώτο δευτερόλεπτο (FEV1) επί ποσοστού του προβλεπόμενου

Ομάδα	<100%		≥100%	
	N	%	N	%
A	24	32,0	51	68,0
A ₁	24	32,9	49	67,1
B	47	49,5	48	50,5
B ₁	17	36,2	30	63,8

Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα ποσοστά πτώσης του FEV1 μεταξύ των ομάδων A και A₁ (p-value=0,909), των ομάδων B και B₁ (p-value=0,063) και των ομάδων A και B₁ (p-value=0,637).

Στον πίνακα 11 παρουσιάζονται το πλήθος και το ποσοστό των ατόμων με βίαιη εκπνευστική ροή στα 25-75% του FEF (FEF₂₅₋₇₅) μικρότερη ή μεγαλύτερη του 100% της προβλεπόμενης των εκτεθειμένων και των μαρτύρων.

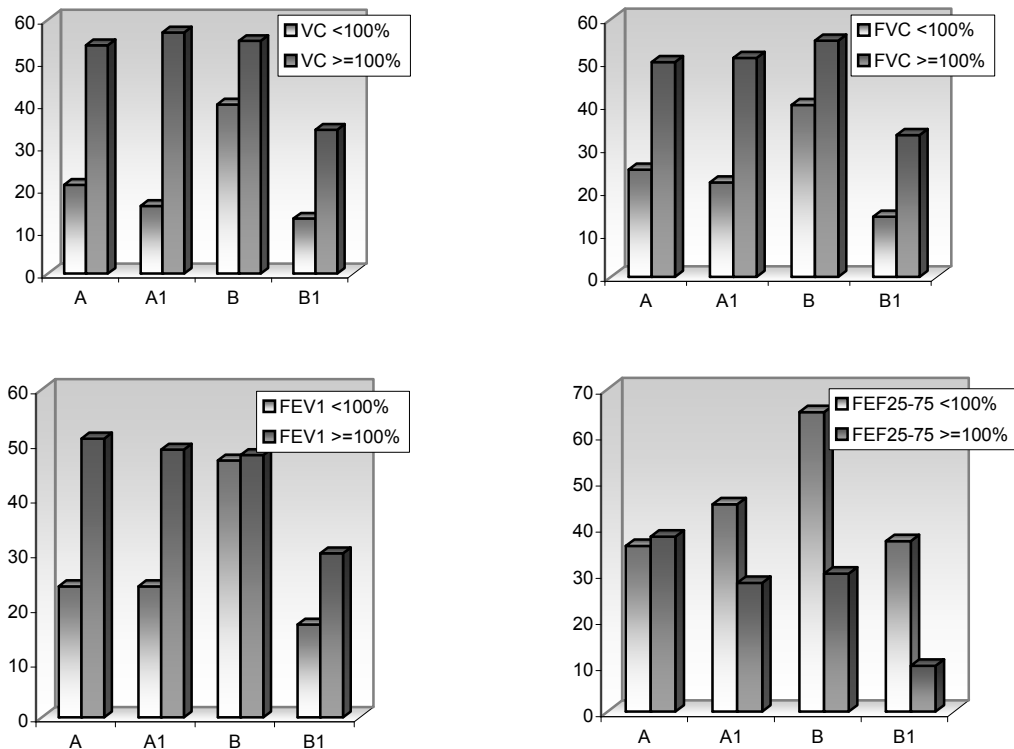
Πίνακας 11. Βίαιη εκπνευστική ροή στα 25-75% του FEF (FEF₂₅₋₇₅) επί ποσοστού του προβλεπόμενου

Ομάδα	<100%		≥100%	
	N	%	N	%
A	36	48,0	38	50,7
A ₁	45	61,6	28	38,4
B	65	68,4	30	31,6
B ₁	37	78,7	10	21,3

Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα ποσοστά πτώσης του FEF₂₅₋₇₅ μεταξύ των ομάδων A και A₁ (p-value=0,092) και μεταξύ των ομάδων B και B₁ (p-value=0,911). Αντίθετα διαπιστώθηκε με στατιστικά σημαντική διαφορά μεγαλύτερο ποσοστό των μαρτύρων της ομάδας A με πτώση της βίαιη εκπνευστική ροή στα 25-75% του FEF σε σχέση με την ομάδα των μαρτύρων B₁ (p-value<0,01).

Στο σχήμα 6 παρουσιάζονται γραφικά τα ποσοστά των ατόμων με τα προβλεπόμενα σπυρομετρικά ευρύματα.

Σχήμα 6. Ποσοστό <100% και ≥100% των σπυρομετρικών ενθυμάτων



2.4.2 Λόγοι συμπληρωματικής πιθανότητας (odds ratios) και συναρτήσεις κινδύνου (risk ratios)

Στους πίνακες 17 ως 20 παρουσιάζονται οι πίνακες συνάφειας στους οποίους έχει υπολογιστεί το ποσοστό των ατόμων με προβλεπόμενες σπυρομετρικές ενδείξεις μικρότερες από το 100% και μεγαλύτερες από το 100% στις ομάδες A και A₁

Από την παρατήρηση των πινάκων προκύπτει ότι:

- Η ομάδα A έχει μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων με πτώσης της ζωτικής χωρητικότητας κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα A₁ (πίνακας 17)
- Η ομάδα A έχει μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων με πτώσης της βίαια εκπνεόμενης ζωτικής χωρητικότητας κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα A₁ (πίνακας 18)
- Η ομάδα A έχει ίδιο ποσοστό ατόμων με πτώσης του βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο κάτω του 100% με την ομάδα A₁ (πίνακας 19)
- Η ομάδα A έχει μικρότερο ποσοστό ατόμων με πτώσης της βίαιης εκπνευστικής ροής στα 25-75% κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα A₁ (πίνακας 20)

Πίνακας 17. Ποσοστό πτώσης της ζωτικής χωρητικότητας (VC) στις ομάδες A και A₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
A	21	56,8	54	48,6	75	50,7
A ₁	16	43,2	57	51,4	73	49,3
Σύνολο	37	100,0	111	100,0	148	100,0

Πίνακας 18. Ποσοστό πτώσης της βίαια εκπνεόμενης ζωτικής χωρητικότητας (FVC) στις ομάδες A και A₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
A	25	53,2	50	49,5	75	50,7
A ₁	22	46,8	51	50,5	73	49,3
Σύνολο	47	100,0	101	100,0	148	100,0

Πίνακας 19. Ποσοστό πτώσης του βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο (FEV₁) στις ομάδες A και A₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
A	24	50,0	51	51,0	75	50,7
A ₁	24	50,0	49	49,0	73	49,3
Σύνολο	48	100,0	100	100,0	148	100,0

Πίνακας 20. Ποσοστό πτώσης της βίαιης εκπνευστικής ροής στα 25-75% του FEF στις ομάδες A και A₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
A	36	44,4	38	57,6	75	50,7
A ₁	45	55,6	28	42,4	73	49,3
Σύνολο	81	100,0	66	100,0	148	100,0

Στους πίνακες 21 ως 24 παρουσιάζονται οι πίνακες συνάφειας στους οποίους έχει υπολογιστεί το ποσοστό των ατόμων με προβλεπόμενες σπιρομετρικές ενδείξεις μικρότερες από το 100% και μεγαλύτερες από το 100% στις ομάδες B και B₁

Από την παρατήρηση των πινάκων προκύπτει ότι:

- Η ομάδα B έχει μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων με πτώσης της ζωτικής χωρητικότητας κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα B₁ (πίνακας 21)
- Η ομάδα B έχει μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων με πτώσης της βίαια εκπνεόμενης ζωτικής χωρητικότητας κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα B₁ (πίνακας 22)

- Η ομάδα B έχει μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων με πτώσης του βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα B₁ (πίνακας 23)
- Η ομάδα B έχει μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων με πτώσης της βίαιης εκπνευστικής ροής στα 25-75% κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα B₁ (πίνακας 24)

Πίνακας 21. Ποσοστό πτώσης της ζωτικής χωρητικότητας (VC) στις ομάδες B και B₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
B	40	75,5	55	61,8	95	66,9
B ₁	13	24,5	34	38,2	47	33,1
Σύνολο	53	100,0	89	100,0	142	100,0

Πίνακας 22. Ποσοστό πτώσης της βίαια εκπνεόμενης ζωτικής χωρητικότητας (FVC) στις ομάδες B και B₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
B	40	74,1	55	62,5	95	66,9
B ₁	14	25,9	33	37,5	47	33,1
Σύνολο	54	100,0	88	100,0	142	100,0

Πίνακας 23. Ποσοστό πτώσης του βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο (FEV₁) στις ομάδες B και B₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
B	47	73,4	48	61,5	95	66,9
B ₁	17	26,6	30	38,5	47	33,1
Σύνολο	64	100,0	78	100,0	142	100,0

Πίνακας 24. Ποσοστό πτώσης της βίαιης εκπνευστικής ροής στα 25-75% του FEF στις ομάδες B και B₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
B	65	63,7	30	75,0	95	66,9
B ₁	37	36,3	10	25,0	47	33,1
Σύνολο	102	100,0	40	100,0	142	100,0

Στους πίνακες 25 ως 28 παρουσιάζονται οι πίνακες συνάφειας στους οποίους έχει υπολογιστεί το ποσοστό των ατόμων με προβλεπόμενες σπιρομετρικές ενδείξεις μικρότερες από το 100% και μεγαλύτερες από το 100% στις ομάδες A και B₁

Από την παρατήρηση των πινάκων προκύπτει ότι:

- Η ομάδα Α έχει μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων με πτώσης της ζωτικής χωρητικότητας κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα B₁ (πίνακας 25)
- Η ομάδα Α έχει μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων με πτώσης της βίαια εκπνεόμενης ζωτικής χωρητικότητας κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα B₁ (πίνακας 26)
- Η ομάδα Α έχει μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων με πτώσης του βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα B₁ (πίνακας 27)
- Η ομάδα Α έχει μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων με πτώσης της βίαιης εκπνευστικής ροής στα 25-75% κάτω του 100% σε σχέση με την ομάδα B₁ (πίνακας 28)

Πίνακας 25. Ποσοστό πτώσης της ζωτικής χωρητικότητας (VC) στις ομάδες Α και B₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
A	21	61,8	54	61,4	75	61,5
B ₁	13	38,2	34	38,6	47	38,5
Σύνολο	34	100,0	88	100,0	122	100,0

Πίνακας 26. Ποσοστό πτώσης της βίαια εκπνεόμενης ζωτικής χωρητικότητας (FVC) στις ομάδες Α και B₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
A	25	64,1	50	60,2	75	61,5
B ₁	14	35,9	33	39,8	47	38,5
Σύνολο	39	100,0	83	100,0	122	100,0

Πίνακας 27. Ποσοστό πτώσης του βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο (FEV₁) στις ομάδες Α και B₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
A	24	58,5	51	63,0	75	61,5
B ₁	17	41,5	30	37,0	47	38,5
Σύνολο	41	100,0	81	100,0	122	100,0

Πίνακας 28. Ποσοστό πτώσης της βίαιης εκπνευστικής ροής στα 25-75% του FEF στις ομάδες Α και B₁

	<100%		≥100%		Σύνολο	
Ομάδα	N	%	N	%	N	%
A	36	49,3	38	79,2	74	61,2
B ₁	37	50,7	10	20,8	47	38,8
Σύνολο	73	100,0	48	100,0	121	100,0

Για τα παραπάνω δεδομένα διενεργήθηκαν χ^2 έλεγχοι και δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Στον πίνακα 29 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των λόγων συμπληρωματικής πιθανότητας (odds ratios).

Πίνακας 29. Λόγοι συμπληρωματικής πιθανότητας (odds ratio) και διαστήματα εμπιστοσύνης, μεταξύ των ομάδων των εκτεθειμένων και των μαρτύρων

Σπυρομετρικά ευρήματα	A-A ₁	B-B ₁	A-B ₁
VC	1,39 (0,66-2,93)	1,90 (0,89-4,06)	1,02 (0,45-2,30)
FVC	1,15 (0,58-2,32)	1,71 (0,81-3,62)	1,18 (0,54-2,59)
FEV1	0,96 (0,48-1,91)	1,73 (0,84-3,54)	0,83 (0,39-1,79)
FEF ₂₅₋₇₅	0,59 (0,31-1,14)	0,59 (0,26-1,33)	0,26 (0,11-0,59)

Από τον πίνακα 29 προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Για τους κατοίκους Μεγαλόπολης που εργάζονται στη ΔΕΗ (ομάδα Α) συγκριτικά με τους εργαζόμενους στη ΔΕΗ που δεν είναι κάτοικοι της Μεγαλόπολης (ομάδα Α₁) προκύπτει ότι:
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Α είναι ίση με 1,28 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Α₁
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Α είναι ίση με 1,11 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Α₁
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Α είναι ίση με 0,96 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Α₁
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Α είναι ίση με 0,79 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Α₁

Οι παραπάνω ερμηνείες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα άτομα της ομάδας Α έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να παρουσιάσουν πτώση της VC και της FVC σε σχέση με τα άτομα της ομάδας Α₁

- Για τους κατοίκους Μεγαλόπολης που δεν εργάζονται στη ΔΕΗ (ομάδα Β) συγκριτικά με τους κατοίκους της Τρίπολης που επίσης δεν εργάζονται στη ΔΕΗ (ομάδα Β₁) προκύπτει ότι:
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Β είναι ίση με 1,90 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Β₁
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Β είναι ίση με 1,71 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Β₁
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Β είναι ίση με 1,73 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Β₁
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Β είναι ίση με 0,59 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Β₁

Οι παραπάνω ερμηνείες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα άτομα της ομάδας Β έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να παρουσιάσουν πτώση της VC, της FVC και του FEV1 σε σχέση με τα άτομα της ομάδας Β₁

- Για τους κατοίκους Μεγαλόπολης που εργάζονται στη ΔΕΗ (ομάδα Α) συγκριτικά με τους κατοίκους της Τρίπολης που δεν εργάζονται στη ΔΕΗ (ομάδα Β₁) προκύπτει ότι:
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Α είναι ίση με 1,02 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Β₁
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Α είναι ίση με 1,18 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Β₁
 - Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας Α είναι ίση με 0,83 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας Β₁

- Η συμπληρωματική πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας A είναι ίση με 0,26 φορές την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁

Οι παραπάνω ερμηνείες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα άτομα της ομάδας A έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να παρουσιάσουν πτώση της FVC σε σχέση με τα άτομα της ομάδας B₁

Στον πίνακα 30 παρουσιάζονται οι συναρτήσεις κινδύνου (risk ratios).

Πίνακας 30. Συναρτήσεις κινδύνου εμφάνισης πτώσης των σπυρομετρικών ενδείξεων (risk ratios) και διαστήματα εμπιστοσύνης, μεταξύ των ομάδων των εκτεθειμένων και των μαρτύρων

Σπυρομετρικά ευρύματα	A-A ₁	B-B ₁	A-B ₁
VC	1,28 (0,73-2,25)	1,52 (0,91-2,56)	1,01 (0,56,1,82)
FVC	1,11 (0,69-1,78)	1,41 (0,86-2,33)	1,12 (0,65-1,93)
FEV1	0,97 (0,61-1,55)	1,37 (0,89-2,10)	0,89 (0,54-1,46)
FEF ₂₅₋₇₅	0,79 (0,59-1,06)	0,87 (0,71-1,06)	0,62 (0,47-0,82)

Από τον πίνακα 30 προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Για τους κατοίκους Μεγαλόπολης που εργάζονται στη ΔΕΗ (ομάδα A) συγκριτικά με τους εργαζόμενους στη ΔΕΗ που δεν είναι κάτοικοι της Μεγαλόπολης (ομάδα A₁) προκύπτει ότι:
 - Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας A είναι 28% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας A₁
 - Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας A είναι 11% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας A₁
- Για τους κατοίκους Μεγαλόπολης που δεν εργάζονται στη ΔΕΗ (ομάδα B) συγκριτικά με τους κατοίκους της Τρίπολης που επίσης δεν εργάζονται στη ΔΕΗ (ομάδα B₁) προκύπτει ότι:
 - Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας B είναι 52% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁

- Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας B είναι 41% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁
 - Η πιθανότητα της πτώσης του προβλεπόμενης βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο ενός ατόμου της ομάδας B είναι 37% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁
- Για τους κατοίκους Μεγαλόπολης που εργάζονται στη ΔΕΗ (ομάδα A) συγκριτικά με τους κατοίκους της Τρίπολης που δεν εργάζονται στη ΔΕΗ (ομάδα B₁) προκύπτει ότι:
- Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας A είναι 1% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁
 - Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας A είναι 12% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁

2.4.3 Μέση τιμή προβλεπόμενων σπυρομετρικών ευρημάτων

Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται περιγραφικά στατιστικά μέτρα για την μέση προβλεπόμενη ζωτική χωρητικότητα (VC) στις τέσσερις ομάδες.

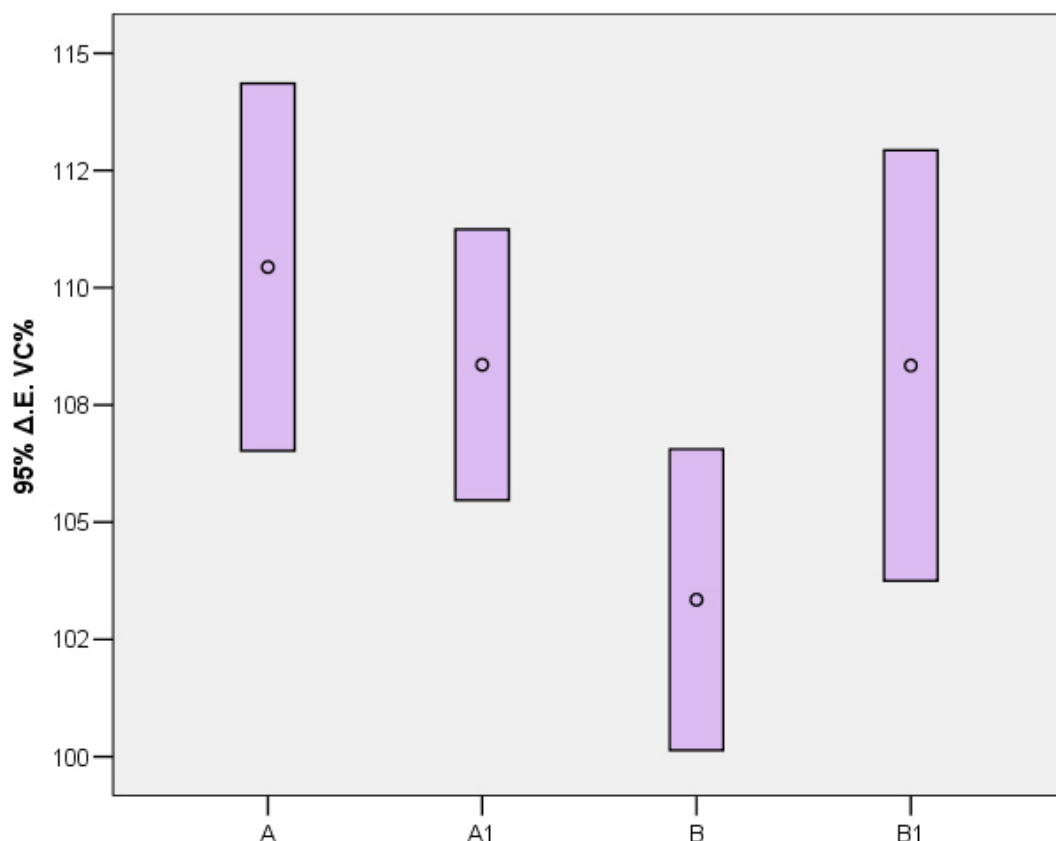
Πίνακας 12. Μέση ζωτική χωρητικότητα (μ), τυπική απόκλιση (s) ελάχιστη και μέγιστη τιμή εκτεθειμένων και μαρτύρων

Ομάδα	μ	s	min	max
A	110,4	17,0	84	186
A ₁	108,4	12,4	78	145
B	103,4	15,8	62	150
B ₁	108,3	15,6	78	143

Η μέση ζωτική χωρητικότητα των εκτεθειμένων ατόμων της ομάδας A είναι 110,4% και είναι υψηλότερη από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας A₁ (108,4%) και από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας B₁ (108,3%). Αντίθετα η μέση ζωτική χωρητικότητα των εκτεθειμένων ατόμων της ομάδας B είναι 103,4% και είναι χαμηλότερη από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας B₁(108,3%). Ο έλεγχος δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών της ζωτικής χωρητικότητας μεταξύ

των ομάδων A και A₁ (p-value=0,397), των ομάδων B και B₁ (p-value=0,077) και των ομάδων A και B₁ (p-value=0,496).

Σχήμα 7. 95% διάστημα εμπιστοσύνης περί την μέση ζωτική χωρητικότητα



Στον πίνακα 13 παρουσιάζονται περιγραφικά στατιστικά μέτρα για την μέση προβλεπόμενη βίαια εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα (FVC) στις τέσσερις ομάδες.

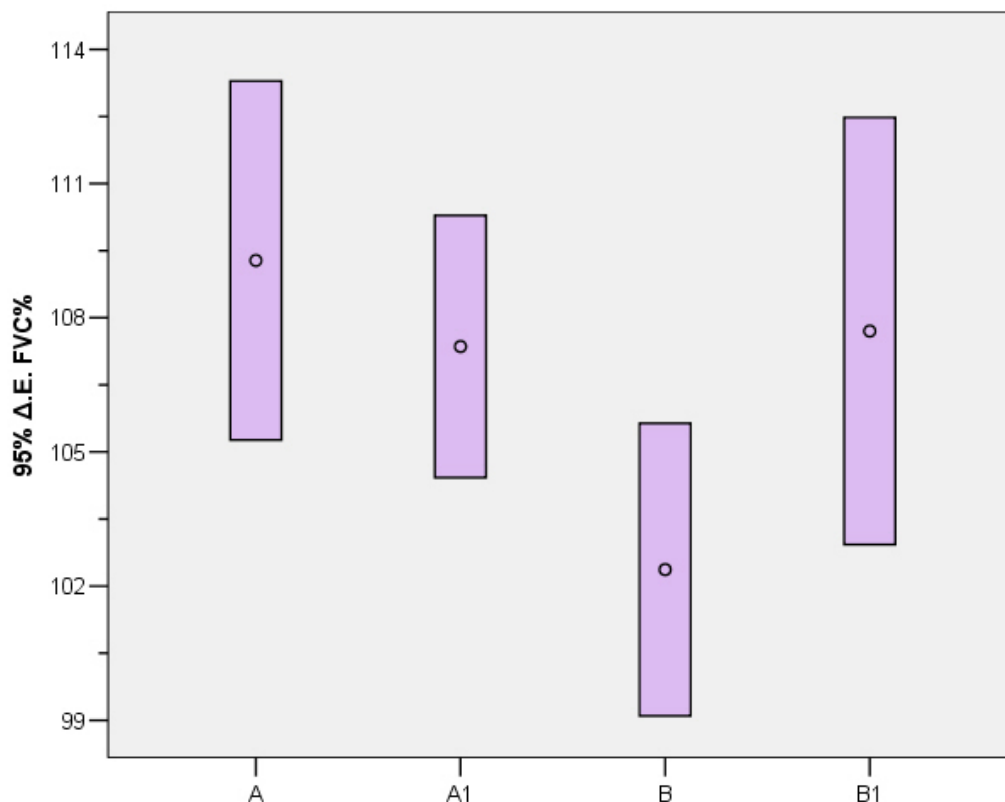
Πίνακας 13. Μέση βίαια εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα (μ), τυπική απόκλιση (s) ελάχιστη και μέγιστη τιμή εκτεθειμένων και μαρτύρων

Ομάδα	μ	s	min	max
A	109,3	17,4	77	186
A ₁	107,4	12,6	77	143
B	102,4	16,1	59	150
B ₁	107,7	16,3	73	143

Η μέση βίαια εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα των εκτεθειμένων ατόμων της ομάδας A είναι 109,3% και είναι υψηλότερη από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας A₁ (107,4%) και από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας B₁ (107,7%). Αντίθετα η μέση προβλεπόμενη βίαια εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα των εκτεθειμένων ατόμων της ομάδας B είναι 102,4% και είναι χαμηλότερη από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας B₁(107,7%). Ο έλεγχος δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών

της βίαια εκπνεόμενης ζωτικής χωρητικότητας μεταξύ των ομάδων A και A₁ (p-value=0,442), των ομάδων B και B₁ (p-value=0,066) και των ομάδων A και B₁ (p-value=0,619).

Σχήμα 8. 95% διάστημα εμπιστοσύνης περί την μέση βίαια εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα



Στον πίνακα 14 παρουσιάζονται περιγραφικά στατιστικά μέτρα για τον προβλεπόμενο μέσο βίαια εκπνεόμενο όγκο στο πρώτο δευτερόλεπτο (FEV1) στις τέσσερις ομάδες.

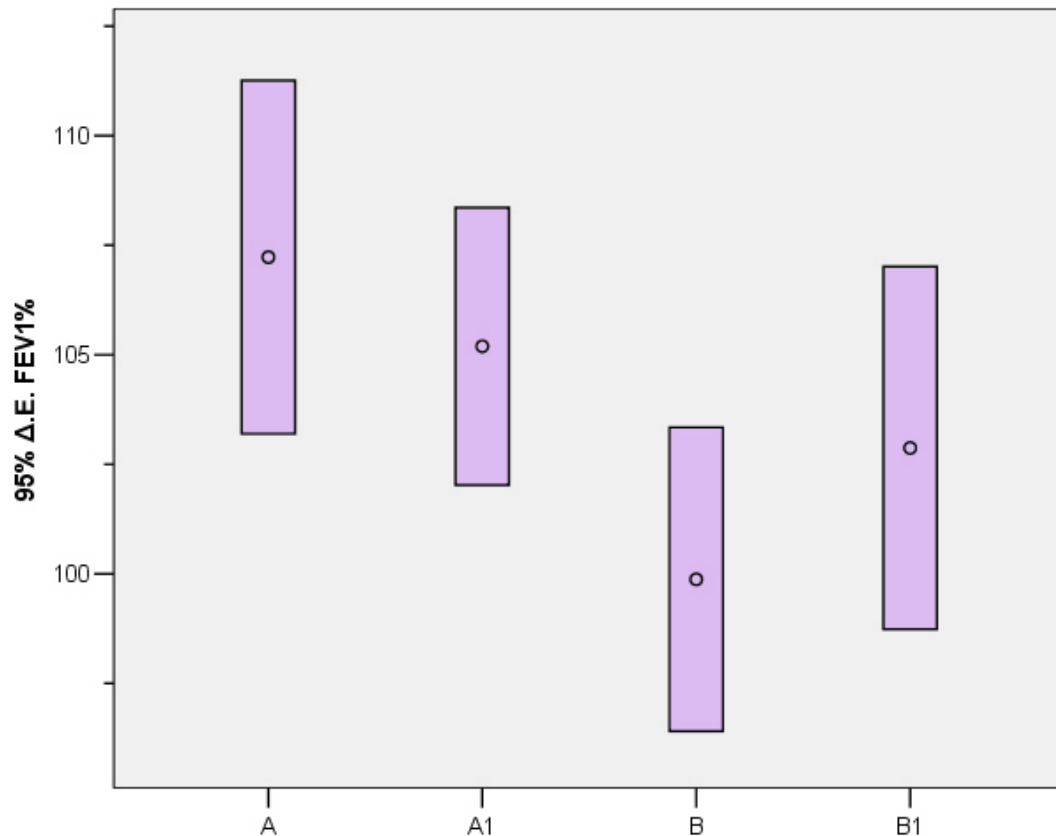
Πίνακας 14. Μέσος βίαια εκπνεόμενος όγκος στο πρώτο δευτερόλεπτο (μ), τυπική απόκλιση (s) ελάχιστη και μέγιστη τιμή εκτεθειμένων και μαρτύρων

Ομάδα	μ	s	min	max
A	107,2	17,5	68	194
A ₁	105,2	13,6	76	136
B	99,9	17,0	54	151
B ₁	102,9	14,1	60	132

Ο μέσος βίαια εκπνεόμενος όγκος στο πρώτο δευτερόλεπτο των εκτεθειμένων ατόμων της ομάδας A είναι 107,2% με προβλεπόμενη μέση τιμή υψηλότερη από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας A₁ (105,2%) και από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας B₁ (102,9%). Αντίθετα ο προβλεπόμενος μέσος βίαια εκπνεόμενος όγκος στο πρώτο δευτερόλεπτο των εκτεθειμένων ατόμων της ομάδας B είναι 99,9% (οριακά κάτω από το 100%) και είναι χαμηλότερη από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας

B₁(102,9%). Ο έλεγχος δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών του βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο μεταξύ των ομάδων A και A₁ (p-value=0,719) και των ομάδων B και B₁ (p-value=0,674). Αντίθετα έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων προβλεπόμενων ποσοστών μεταξύ των ομάδων και των ομάδων A και B₁ (p-value<0,01).

Σχήμα 9. 95% διάστημα εμπιστοσύνης περί τον μέσο βίαια εκπνεόμενο όγκο στο πρώτο δευτερόλεπτο



Στον πίνακα 15 παρουσιάζονται περιγραφικά στατιστικά μέτρα για τον λόγο FEV₁/FVC (δείκτης Tiffeneau T) στις τέσσερις διαφορετικές ομάδες.

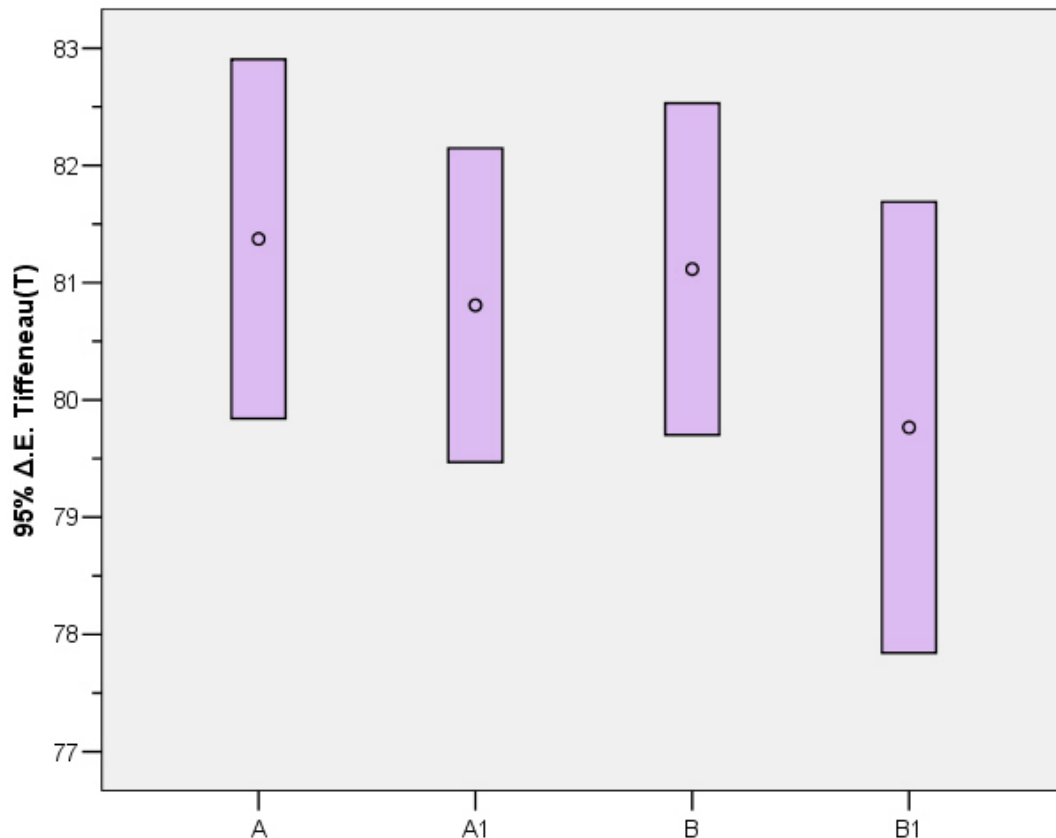
Πίνακας 15. Μέσος δείκτης T% (μ), τυπική απόκλιση (s) ελάχιστη και μέγιστη τιμή εκτεθειμένων και μαρτύρων

Ομάδα	μ	s	min	max
A	81,4	6,7	57	99
A ₁	80,8	5,7	59	91
B	81,1	6,9	58	97
B ₁	79,8	6,6	64	95

Ο μέσος δείκτης T των εκτεθειμένων ατόμων της ομάδας A είναι 81,4% με μέση τιμή υψηλότερη από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας A₁ (80,8%) και από αυτήν των

μαρτύρων της ομάδας B₁ (79,8%). Ο δείκτης T των εκτεθειμένων ατόμων της ομάδας B είναι 81,1% και είναι και αυτή υψηλότερη από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας B₁(79,8%). Ο έλεγχος δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών του δείκτη T μεταξύ των ομάδων A και A₁ (p-value=0,581), των ομάδων B και B₁ (p-value=0,269) και των ομάδων A και B₁ (p-value=0,194).

Σχήμα 10. 95% διάστημα εμπιστοσύνης περί τον μέσο δείκτη T



Στον πίνακα 16 παρουσιάζονται περιγραφικά στατιστικά μέτρα για τη βίαιη εκπνευστική ροή στα 25-75% του FEF στις τέσσερις διαφορετικές ομάδες.

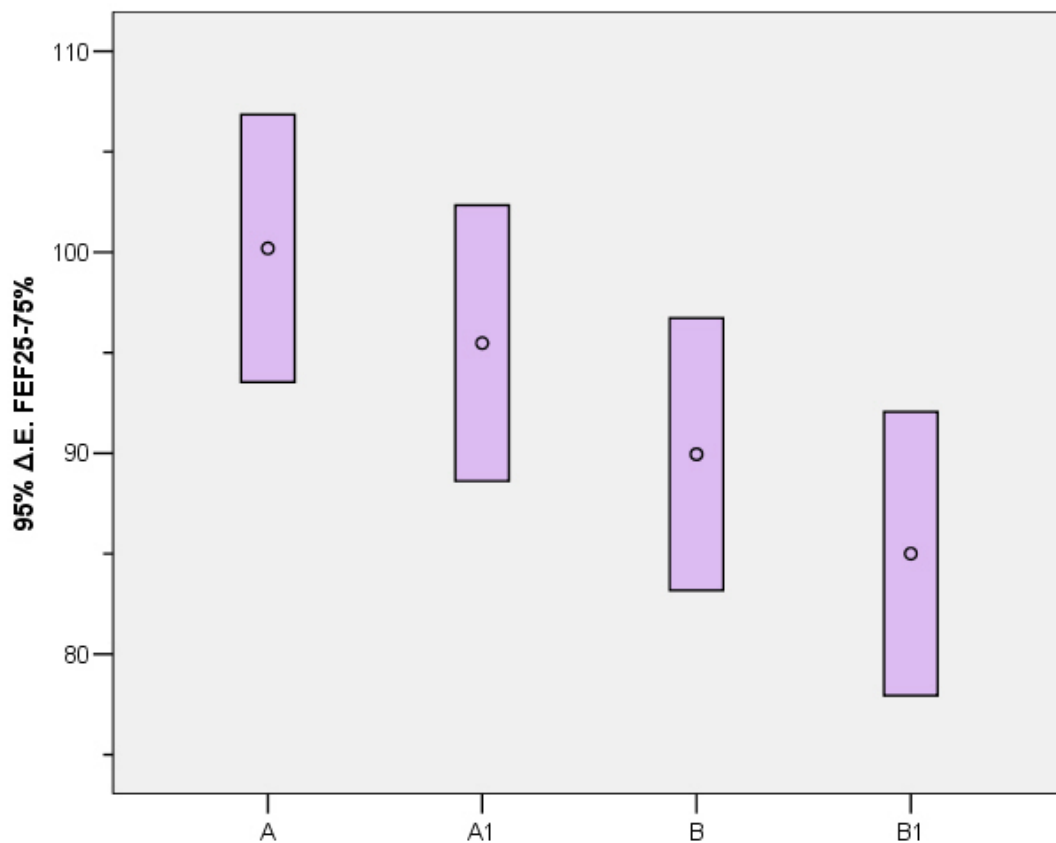
Πίνακας 16. Μέση βίαιη εκπνευστική ροή στα 25-75% του FEF (μ), τυπική απόκλιση (s) ελάχιστη και μέγιστη τιμή εκτεθειμένων και μαρτύρων

Ομάδα	μ	s	min	max
A	100,2	28,7	29	157
A ₁	95,5	29,4	48	168
B	89,9	33,2	30	186
B ₁	85,0	24,0	30	146

Η μέση βίαιη εκπνευστική ροή στα 25-75% του FEF των εκτεθειμένων ατόμων της ομάδας A είναι 100,2% με μέση τιμή υψηλότερη από αυτήν των μαρτύρων της

ομάδας A₁ (95,5%) και από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας B₁ (85,0%). Η μέση βίαη εκπνευστική ροή στα 25-75% του FEF των ατόμων της ομάδας B είναι 89,9% και είναι και αυτή υψηλότερη από αυτήν των μαρτύρων της ομάδας B₁(85,0%). Ο έλεγχος δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών της μέσης βίαης εκπνεόμενης ροής στα 25-75% του FEF μεταξύ των ομάδων A και A₁ (p-value=0,327). των ομάδων B και B₁ (p-value=0,314) Αντίθετα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων ενδείξεων της βίαης εκπνεόμενης ροής στα 25-75% του FEF μεταξύ των ομάδων A και B₁ (p-value=0,003).

Σχήμα 11. 95% διάστημα εμπιστοσύνης περί τη μέση βίαη ροή στα 25-75% του FEF



2.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα ποσοστά πτώσης της ζωτικής χωρητικότητας μεταξύ των ομάδων Α (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και Α₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ **μη** μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) (p-value=0,804) και των ομάδων Α (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και Β₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης **μη** εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) (p-value=0,967). Αντίθετα διαπιστώθηκε με στατιστικά σημαντική διαφορά μεγαλύτερο ποσοστό των εκτεθειμένων της ομάδας Β (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης **μη** εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) με πτώση της ζωτικής χωρητικότητας σε σχέση με την ομάδα των μαρτύρων Β₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης **μη** εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) (p-value=0,040).
- Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα ποσοστά πτώσης της FVC μεταξύ των ομάδων Α (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και Α₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ **μη** μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) (p-value=0,676), των ομάδων Β και Β₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης **μη** εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) (p-value=0,071) και των ομάδων Α (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και Β₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης **μη** εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) (p-value=0,680).
- Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα ποσοστά πτώσης του FEV1 μεταξύ των ομάδων Α (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και Α₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ **μη** μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) (p-value=0,909), των ομάδων Β (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης **μη** εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) και Β₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης **μη** εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) (p-value=0,063) και των ομάδων Α (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και Β₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης **μη** εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) (p-value=0,637).
- Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα ποσοστά πτώσης του FEF₂₅₋₇₅ μεταξύ των ομάδων Α (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της

Μεγαλόπολης) και A₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ **μη** μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) (p-value=0,092) και μεταξύ των ομάδων B (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) και B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης **μη** εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) (p-value=0,911). Αντίθετα διαπιστώθηκε με στατιστικά σημαντική διαφορά μεγαλύτερο ποσοστό των εκτεθειμένων της ομάδας A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) με πτώση της βίαιη εκπνευστική ροή στα 25-75% του FEF σε σχέση με την ομάδα των μαρτύρων B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης **μη** εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) (p-value<0,01).

- Τα άτομα της ομάδας A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να παρουσιάσουν πτώση της VC και της FVC σε σχέση με τα άτομα της ομάδας A₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μη μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης).
- Τα άτομα της ομάδας B (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να παρουσιάσουν πτώση της VC, της FVC και του FEV1 σε σχέση με τα άτομα της ομάδας B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ).
- Τα άτομα της ομάδας A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να παρουσιάσουν πτώση της FVC σε σχέση με τα άτομα της ομάδας B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ).
- Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) είναι 28% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας A₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μη μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης).
- Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της

Μεγαλόπολης) είναι 11% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας A₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μη μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης).

- Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας B (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) είναι 52% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ).
- Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας B (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) είναι 41% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ).
- Η πιθανότητα της πτώσης του προβλεπόμενου βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο ενός ατόμου της ομάδας B (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) είναι 37% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ).
- Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) είναι 1% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ).
- Η πιθανότητα της πτώσης της προβλεπόμενης βίαιης ζωτικής χωρητικότητας ενός ατόμου της ομάδας A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) είναι 12% υψηλότερη από την αντίστοιχη πιθανότητα ενός ατόμου της ομάδας B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ).
- Ο έλεγχος δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών της ζωτικής χωρητικότητας μεταξύ των ομάδων A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και A₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ **μη** μονίμων

κατοίκων της Μεγαλόπολης) ($p\text{-value}=0,397$), των ομάδων B (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) και B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) ($p\text{-value}=0,077$) και των ομάδων A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) ($p\text{-value}=0,496$).

- Ο έλεγχος δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών της βίαια εκπνεόμενης ζωτικής χωρητικότητας μεταξύ των ομάδων A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και A₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ **μη** μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) ($p\text{-value}=0,442$), των ομάδων B (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) και B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) ($p\text{-value}=0,066$) και των ομάδων A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) ($p\text{-value}=0,619$).
- Ο έλεγχος δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών του βίαια εκπνεόμενου όγκου στο πρώτο δευτερόλεπτο μεταξύ των ομάδων A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και A₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ **μη** μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) ($p\text{-value}=0,719$) και των ομάδων B (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) και B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) ($p\text{-value}=0,674$). Αντίθετα έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων προβλεπόμενων ποσοστών μεταξύ των ομάδων και των ομάδων A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) ($p\text{-value}<0,01$).
- Ο έλεγχος δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών του δείκτη T μεταξύ των ομάδων A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και A₁ (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ **μη** μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) ($p\text{-value}=0,581$), των ομάδων B (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) και B₁ (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) ($p\text{-value}=0,269$) και των ομάδων A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων

κατοίκων της Μεγαλόπολης) και B_1 (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) ($p\text{-value}=0,194$).

- Ο έλεγχος δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών της μέσης βίαιης εκπνεόμενης ροής στα 25-75% του FEF μεταξύ των ομάδων A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και A_1 (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ **μη** μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) ($p\text{-value}=0,327$) και των ομάδων B (μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) και B_1 (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) ($p\text{-value}=0,314$). Αντίθετα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων ενδείξεων της βίαιης εκπνεόμενης ροής στα 25-75% του FEF μεταξύ των ομάδων A (εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ μονίμων κατοίκων της Μεγαλόπολης) και B_1 (μονίμων κατοίκων της Τρίπολης μη εργαζόμενων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ) ($p\text{-value}=0,003$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β

ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΠΟΥ ΓΕΙΤΝΙΑΖΟΥΝ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ

Από τη βιβλιογραφία έχει επισημανθεί ότι από τις πλέον ευαίσθητες ομάδες πληθυσμού για την εμφάνιση συμπτωματολογίας από το αναπνευστικό σχετιζόμενης με την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι οι νεαρές ηλικιακές ομάδες.

Μία τέτοια ενδεικτική περίπτωση είναι και η Μεγαλόπολη, όπου χρησιμοποιείται ως καύσιμο από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς το κοίτασμα λιγνίτη-τύρφης της περιοχής. Παρά την πολύχρονη λειτουργία της μονάδας, δεν έχει γίνει διερεύνηση σε επιδημιολογική βάση της συμπτωματολογίας από το αναπνευστικό που πιθανόν προκαλείται σε παιδιά των περιοχών που γειτνιάζουν στον ΑΗΣ Μεγαλόπολης.

Αρχικά έγινε έλεγχος των σπυρομετρικών παραμέτρων. Με την τεχνική της τυχαιοποίησης, σε συνδυασμό με τη διαστρωμάτωση ως προς την ηλικία, το φύλο, τις καπνισματικές συνήθειες των γονέων και άλλες παραμέτρους όπως προσδιορίζονται από τη σύγχρονη βιβλιογραφία, ελέγχθηκε δείγμα παιδιών στη Μεγαλόπολη.

Εκτός από την προσέγγιση αυτήν που έχει το χαρακτήρα της μελέτης χρονικής στιγμής, θα δημιουργηθεί μία βάση δεδομένων σε συνεργασία με τοπικούς ιατρικούς φορείς, ώστε στο μέλλον, μετά από εφαρμογή συγκεκριμένων προληπτικών μέτρων να μπορεί να γίνει διαχρονική εκτίμηση της πορείας της νοσηρότητας των παιδιών της περιοχής.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα που ακολουθεί η ηλικία και το φύλο των παιδιών δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά, πράγμα που είναι αναμενόμενο αφού η δειγματοληψία έγινε με την τεχνική της εξομοίωσης των δύο ομάδων ως προς το φύλο και την ηλικία, όπως προαναφέρθηκε. Επίσης ελήφθη υπόψη και η παράμετρος των καπνιστικών συνηθειών των γονέων στη δειγματοληψία.

t-tests for Independent Samples of SEX

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
AGE				
SEX 1	27	14,6296	,742	,143
SEX 2	21	14,3810	,669	,146

Mean Difference = ,2487

Levene's Test for Equality of Variances: F= ,063 P= ,802

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	1,20	46	,235	,207	(-,168; ,665)
Unequal	1,22	44,93	,230	,204	(-,163; ,660)

t-tests for Independent Samples of SEX

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
FEV				
SEX 1	27	3,9507	,849	,163
SEX 2	21	3,4171	,537	,117

Mean Difference = ,5336

Levene's Test for Equality of Variances: F= 5,441 P= ,024

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	2,51	46	,016	,212	(,106; ,961)
Unequal	2,66	44,36	,011	,201	(,128; ,939)

t-tests for Independent Samples of SEX

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
FEVR				
SEX 1	27	3,6587	,528	,102
SEX 2	21	3,1816	,462	,101

Mean Difference = ,4772

Levene's Test for Equality of Variances: F= 1,054 P= ,310

t-test for Equality of Means				95%	
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	3,28	46	,002	,145	(,184; ,770)
Unequal	3,34	45,31	,002	,143	(,189; ,765)

t-tests for Independent Samples of SEX

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
FEVP				
SEX 1	27	107,2966	12,654	2,435
SEX 2	21	107,6284	9,224	2,013

Mean Difference = -,3317

Levene's Test for Equality of Variances: F= 1,670 P= ,203

t-test for Equality of Means				95%	
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	-,10	46	,920	3,285	(-6,946; 6,283)
Unequal	-,10	45,84	,917	3,160	(-6,693; 6,030)

Ενώ είναι σαφές ότι οι σπυρομετρικές παράμετροι στις απόλυτες τιμές τους διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ αρρένων και θηλέων, η εκατοστιαία αναλογία δεν δείχνει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων και όσον αφορά την FEV1 οι τιμές κυμαίνονται περί τις 7 εκατοστιαίες μονάδες πάνω από τις τιμές αναφοράς (γενικού πληθυσμού ίδιας ηλικίας και φύλου).

t-tests for Independent Samples of SEX

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
FVC				
SEX 1	27	4,5541	,988	,190
SEX 2	21	3,8905	,652	,142

Mean Difference = ,6636

Levene's Test for Equality of Variances: F= 3,441 P= ,070

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	2,66	46	,011	,250	(,161; 1,166)
Unequal	2,79	44,95	,008	,238	(,185; 1,142)

t-tests for Independent Samples of SEX

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
FVCR				
SEX 1	27	4,3424	,655	,126
SEX 2	21	3,7905	,549	,120

Mean Difference = ,5519

Levene's Test for Equality of Variances: F= 1,684 P= ,201

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	3,10	46	,003	,178	(,194; ,910)
Unequal	3,17	45,71	,003	,174	(,202; ,902)

t-tests for Independent Samples of SEX

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
FVCP				
SEX 1	27	104,6667	11,705	2,253
SEX 2	21	104,7143	7,970	1,739

Mean Difference = -,0476

Levene's Test for Equality of Variances: F= 2,459 P= ,124

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	-,02	46	,987	2,982	(-6,052; 5,956)
Unequal	-,02	45,31	,987	2,846	(-5,781; 5,685)

Ταυτόσημο πρότυπο φαίνεται να ακολουθείται για την FVC. Ενώ οι σπυρομετρικές παράμετροι στις απόλυτες τιμές τους διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ αρρένων και θηλέων, η εκατοστιαία αναλογία δεν δείχνει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων και για την FVC. Οι τιμές κυμαίνονται περί τις 4 εκατοστιαίες μονάδες πάνω από τις τιμές αναφοράς (γενικού πληθυσμού ίδιας ηλικίας και φύλου).

t-tests for Independent Samples of SEX

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
TIF				
SEX 1	27	86,8597	3,788	,729
SEX 2	21	88,1382	5,099	1,113

Mean Difference = -1,2785

Levene's Test for Equality of Variances: F= 1,156 P= ,288

t-test for Equality of Means				95%	
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	-1,00	46	,324	1,282	(-3,860; 1,303)
Unequal	-,96	35,78	,343	1,330	(-3,977; 1,420)

Όσον αφορά τον δείκτη TIF οι τιμές κυμαίνονται περί το 85-90% των τιμών αναφοράς του γενικού πληθυσμού ίδιας ηλικίας και φύλου.

Μια δεύτερη προσέγγιση με διαφορετική βιοστατιστική ανάλυση επιβεβαιώνει τα ίδια αποτελέσματα, τόσο για την ηλικία όσο και για τις σπυρομετρικές παραμέτρους.

- - - - - O N E W A Y - - - - -

Variable AGE
By Variable SEX

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	,7305	,7305	1,4454	,2354
Within Groups	46	23,2487	,5054		
Total	47	23,9792			

- - - - - O N E W A Y - - - - -

Variable FEV
By Variable SEX

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	3,3633	3,3633	6,3193	,0155
Within Groups	46	24,4826	,5322		
Total	47	27,8459			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	27	3,9507	,8486	,1633	3,6150 T0 4,2864
Grp 2	21	3,4171	,5366	,1171	3,1729 T0 3,6614
Total	48	3,7173	,7697	,1111	3,4938 T0 3,9408

- - - - - O N E W A Y - - - - -

Variable FEVP
By Variable SEX

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	1,3000	1,3000	,0102	,9200
Within Groups	46	5865,2244	127,5049		
Total	47	5866,5244			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	27	107,2966	12,6544	2,4353	102,2907 TO 112,3025
Grp 2	21	107,6284	9,2243	2,0129	103,4295 TO 111,8272
Total	48	107,4417	11,1723	1,6126	104,1977 TO 110,6858

- - - - - O N E W A Y - - - - -

Variable FVC
By Variable SEX

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	5,2018	5,2018	7,0598	,0108
Within Groups	46	33,8937	,7368		
Total	47	39,0955			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	27	4,5541	,9881	,1902	4,1632 TO 4,9449
Grp 2	21	3,8905	,6523	,1423	3,5935 TO 4,1874
Total	48	4,2638	,9120	,1316	3,9989 TO 4,5286

- - - - - O N E W A Y - - - - -

Variable FVCP
By Variable SEX

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	,0268	,0268	,0003	,9873
Within Groups	46	4832,2857	105,0497		
Total	47	4832,3125			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	27	104,6667	11,7047	2,2526	100,0364 TO 109,2969
Grp 2	21	104,7143	7,9696	1,7391	101,0866 TO 108,3420
Total	48	104,6875	10,1398	1,4636	101,7432 TO 107,6318

- - - - - O N E W A Y - - - - -

Variable TIF
By Variable SEX

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	19,3084	19,3084	,9946	,3238
Within Groups	46	892,9783	19,4126		
Total	47	912,2867			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	95 Pct Conf Int for Mean
Grp 1	27	86,8597	3,7878	,7290	85,3613 TO 88,3581
Grp 2	21	88,1382	5,0988	1,1126	85,8173 TO 90,4592
Total	48	87,4191	4,4057	,6359	86,1398 TO 88,6984

Οι τιμές της FEV1 που βρίσκονται κάτω από το 95% των προβλεπόμενων τιμών δείχνουν ότι υφίσταται οριακά στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων με σαφή υπεροχή των αγοριών σε πληθικό αριθμό (περίπου ένα αγόρι στα πέντε), ενώ για τα κορίτσια δεν βρέθηκε να υπάρχει κανένα.

Η επισήμανση αυτή είναι απαραίτητο να ελεγχθεί σε ευρύτερη ομάδα παιδιών, πράγμα που σημαίνει ότι απαιτείται να γίνει νέα έρευνα και να μελετηθεί το ζήτημα και διαχρονικά.

Συνολικά (ανεξαρτήτως φύλου) ένα στα δέκα παιδιά έχει τιμή κάτω από το 95% της αντίστοιχης οριακής τιμής για την FEV1.

SEX by FEV095

		FEV095		Page 1 of 1			
Count		"					
Row Pct		"					
		"		Row			
		"		0" 1" Total			
SEX	1	"	5	"	22	"	27
		"	18,5	"	81,5	"	56,3
	2	"	0	"	21	"	21
		"	0,0	"	100,0	"	43,8
Column		5		43		48	
Total		10,4		89,6		100,0	

Chi-Square	Value	DF	Significance
Pearson	4,34109	1	,03720
Continuity Correction	2,58339	1	,10799
Likelihood Ratio	6,20276	1	,01275
Mantel-Haenszel test for linear association	4,25065	1	,03924
Fisher's Exact Test:			
One-Tail			,04715
Two-Tail			,05903
Minimum Expected Frequency -	2,188		
Cells with Expected Frequency < 5 -	2 OF	4 (50,0%)	

Number of Missing Observations: 0

Ταυτόσημο αποτέλεσμα φαίνεται ότι προκύπτει και για το φύλο των παιδιών που λαμβάνουν τιμές μικρότερες από το 100% των προβλεπόμενων για την ίδια σπироμετρική παράμετρο. Συνολικά (ανεξαρτήτως φύλου) ένα στα πέντε παιδιά έχει τιμή κάτω από την αντίστοιχη οριακή τιμή για την FEV1.

SEX by FEV100

Page 1 of 1

	Count	FEV100	Row Pct	Row Total
SEX	1	9	33,3	27
	2	1	4,8	21
	Column Total	10	20,8	48

Chi-Square	Value	DF	Significance
Pearson	5,84662	1	,01561
Continuity Correction	4,24261	1	,03942
Likelihood Ratio	6,71463	1	,00956
Mantel-Haenszel test for linear association	5,72481	1	,01673
Fisher's Exact Test:			
One-Tail			,01634
Two-Tail			,02852
Minimum Expected Frequency -	4,375		
Cells with Expected Frequency < 5 -	1 OF	4 (25,0%)	

Number of Missing Observations: 0

Ωστόσο, για την FVC δεν παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των δύο φύλων, αλλά για το σύνολο των παιδιών φαίνεται ότι περί το 15% λαμβάνουν τιμές υποδεέστερες κατά 5% από τις αντίστοιχες για ηλικία και φύλο τιμές αναφοράς και περί το 27% συναντώνται με τιμές μικρότερες από το 100% των τιμών αναφοράς.

SEX by FVC095

		FVC095		Page 1 of 1
		Count		
		Row Pct		
			0"	1" Row Total
SEX		1	5"	22"
			18,5"	81,5"
		2	2"	19"
			9,5"	90,5"
Column Total		7	41	48
		14,6	85,4	100,0

Chi-Square	Value	DF	Significance
Pearson	,76721	1	,38108
Continuity Correction	,21503	1	,64285
Likelihood Ratio	,79603	1	,37228
Mantel-Haenszel test for linear association	,75123	1	,38609
Fisher's Exact Test:			
One-Tail			,32674
Two-Tail			,44522
Minimum Expected Frequency -	3,063		
Cells with Expected Frequency < 5 -	2 OF	4 (50,0%)	

Number of Missing Observations: 0

SEX by FVC100

Page 1 of 1

	Count	FVC100		Row
	Row Pct			Total
		0	1	
SEX				
1		9	18	27
		33,3	66,7	56,3
2		4	17	21
		19,0	81,0	43,8
Column		13	35	48
Total		27,1	72,9	100,0

Chi-Square	Value	DF	Significance
Pearson	1,22072	1	,26922
Continuity Correction	,60450	1	,43687
Likelihood Ratio	1,25015	1	,26352
Mantel-Haenszel test for linear association	1,19529	1	,27426
Minimum Expected Frequency -	5,688		

Number of Missing Observations: 0

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑ ΑΙΤΙΑ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΥΣ ΚΑΤΟΙΚΟΥΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΥ ΓΕΙΤΝΙΑΖΕΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ

1 ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα δεδομένα της ποιότητας του αέρα διατέθηκαν από τους σταθμούς μέτρησης της ΔΕΗ στη Μεγαλόπολη και σε διάφορες γειτνιάζουσες περιοχές. Τα δεδομένα καλύπτουν την περίοδο 1997-2005 για την περιοχή της Μεγαλόπολης και από Απρίλιο 2005 ως Δεκέμβριο 2005 των περιοχών Ίσαρη, Ελληνικού και Λεονταρίου.

Τα διαθέσιμα στοιχεία για τη Μεγαλόπολη περιλαμβάνουν δεδομένα από μετρήσεις διοξειδίου του θείου (SO_2) και αιωρούμενων σωματιδίων ($\text{A}\Sigma_{10}$). Για τους λοιπούς σταθμούς (εκτός Μεγαλόπολης) διατέθηκαν δεδομένα από μετρήσεις συγκεντρώσεων διοξειδίου του αζώτου (NO_2). Τα δεδομένα περιλαμβάνουν μετρήσεις ανά ώρα, ημέρα, μήνα και έτος.

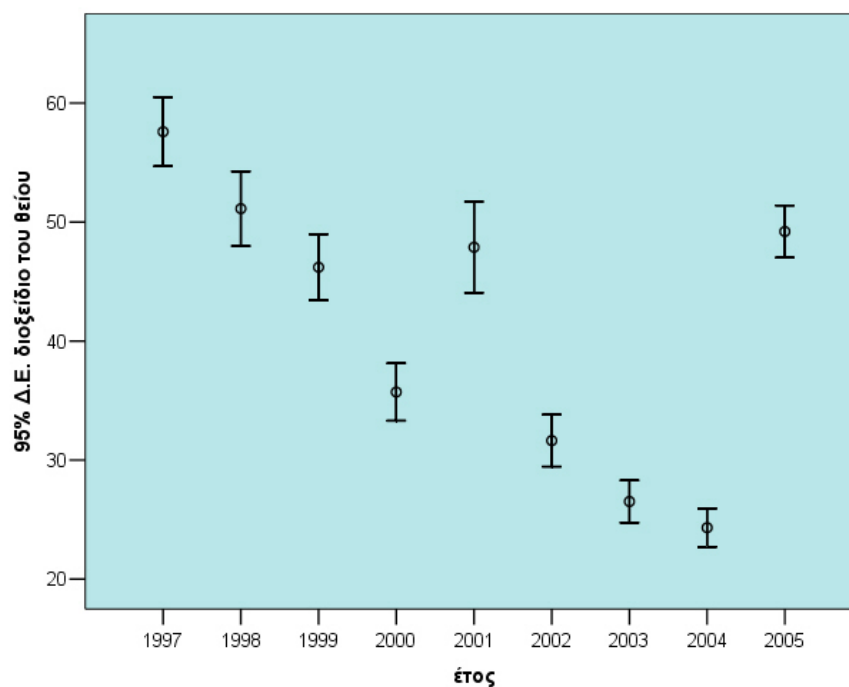
1.1.1 Διοξείδιο του θείου SO_2

Το διοξείδιο του θείου (SO_2) είναι άχρωμο, αέριο, άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις αλλά με έντονη ερεθιστική οσμή σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις. Οι πηγές έκλυσης του SO_2 είναι εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, βιομηχανίες, κεντρικές θερμάνσεις, διυλιστήρια πετρελαίου, χημικές βιομηχανίες και χαρτοβιομηχανίες. Αναφορικά με τις επιδράσεις επηρεάζει κυρίως άτομα με αναπνευστικά προβλήματα από μόνο του ή ως συνέργεια με τα σωματίδια.

1.1.1.1 Μέσες ετήσιες τιμές συγκέντρωσης SO_2 στο σταθμό της Μεγαλόπολης

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι μέσες ετήσιες μετρήσεις SO_2 στο σταθμό της Μεγαλόπολης κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος 1997-2005.

Σχήμα 1. Διαστήματα εμπιστοσύνης μέσων ετησίων τιμών SO_2 σε $\mu g/m^3$

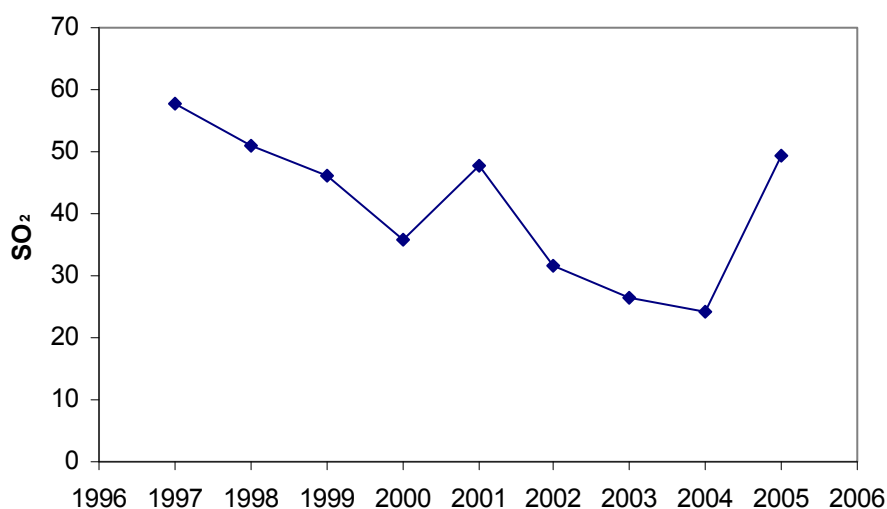


Το 1997 σημειώθηκε η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης SO_2 ($54,6 \pm 137,1$) της μελετούμενης 9-ετίας με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις συγκεντρώσεις των ετών που ακολούθησαν. Υψηλές τιμές συγκέντρωσης παρατηρήθηκαν και κατά τα έτη 1998, 2001 και 2005 με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις συγκεντρώσεις των υπολοίπων ετών (p -value<0,01).

Πίνακας 1. Διαχρονική μεταβολή μέσων ετησίων τιμών SO_2 σε $\mu g/m^3$

Έτος	Πλήθος	$\mu(SO_2)$	$\sigma(SO_2)$
1997	8.614	57,60	137,06
1998	8.588	51,13	148,24
1999	8.759	46,21	132,46
2000	8.783	35,72	115,67
2001	4.666	47,89	133,57
2002	7.952	31,64	99,34
2003	7.820	26,52	80,27
2004	8.735	24,32	76,88
2005	8.760	49,21	104,27
Διαχρονική τάση		-6,6%	

Σχήμα 2. Διαχρονική μεταβολή μέσων ετησίων τιμών SO_2 σε $\mu g/m^3$



Όπως διαπιστώνουμε από την παρατήρηση του πίνακα 1 και του σχήματος 1 η συγκέντρωση του SO_2 κατά τα έτη 1997 ως και 2000 ακολουθεί πτωτική πορεία. Το 2001 αυξάνεται για να ακολουθήσει και πάλι πτωτική πορεία μέχρι το έτος 2004 και να ανέβει πάλι το έτος 2005. Η διαχρονική εξέλιξη των τιμών παρόλο που δείχνει αυξομειώσεις των μέσων ετήσιων τιμών ρύπανσης από χρόνο σε χρόνο, η τάση εξέλιξης είναι γενικά πτωτική της τάξης του 6,6%.

1.1.1.2 Μέσες μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης SO_2 στο σταθμό της Μεγαλόπολης

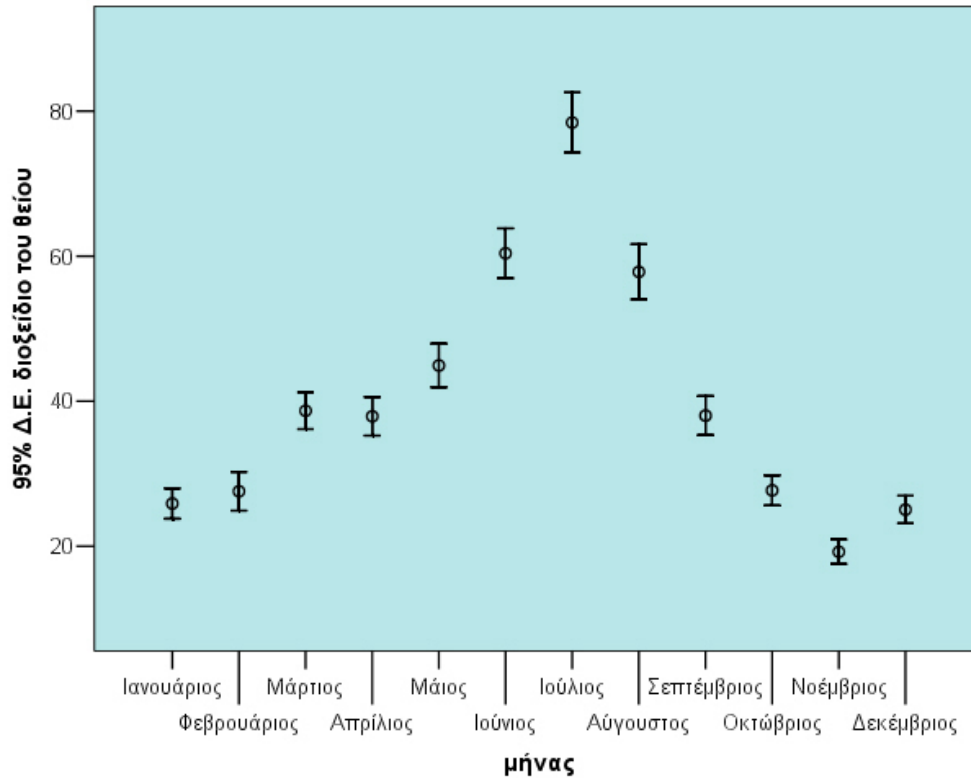
Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες μετρήσεις SO_2 στο σταθμό της Μεγαλόπολης κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος 1997-2005.

Πίνακας 2. Μεταβολή μέσων μηνιαίων τιμών SO_2 σε $\mu g/m^3$

Μήνας	Πλήθος	$\mu(SO_2)$	$\sigma(SO_2)$
Ιανουάριος	5.850	25,87	81,48
Φεβρουάριος	5.362	27,57	99,94
Μάρτιος	5.842	38,67	98,73
Απρίλιος	5.574	37,91	101,37
Μάιος	5.955	44,92	118,41
Ιούνιος	6.468	60,39	141,22
Ιούλιος	6.694	78,43	172,92
Αύγουστος	6.696	57,83	158,61
Σεπτέμβριος	6.468	38,00	110,45
Οκτώβριος	6.696	27,69	86,98
Νοέμβριος	6.131	19,22	67,62
Δεκέμβριος	4.941	25,04	68,36

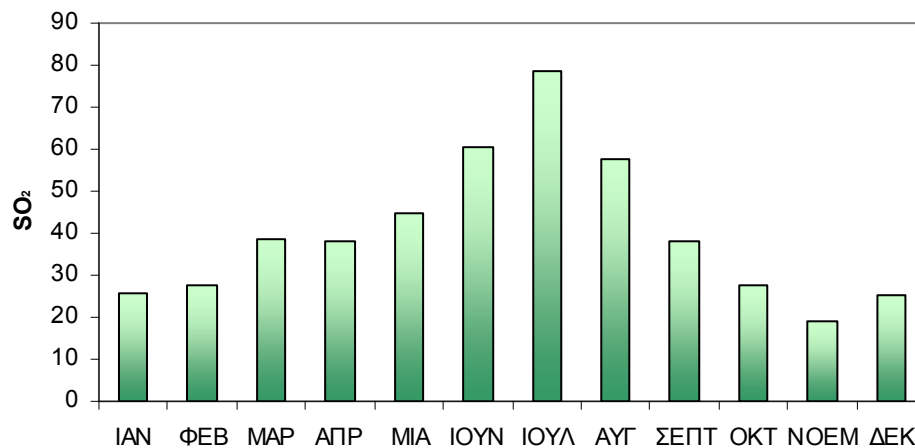
Οι μήνες με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι οι καλοκαιρινοί μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) με μεγαλύτερη συγκέντρωση αυτήν του Ιουλίου ($78,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Σχήμα 3. Διαστήματα εμπιστοσύνης μέσων μηνιαίων τιμών SO_2 σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Η μέση τιμή της συγκέντρωσης του SO_2 κατά το μήνα Ιούλιο (για τα εξεταζόμενα έτη) είναι η υψηλότερη από όλους τους άλλους μήνες με στατιστικά σημαντική διαφορά ($p\text{-value} < 0,01$).

Σχήμα 4. Μεταβολή μέσων μηνιαίων τιμών SO_2 σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



1.1.1.3 Μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης SO₂ στο σταθμό της Μεγαλόπολης

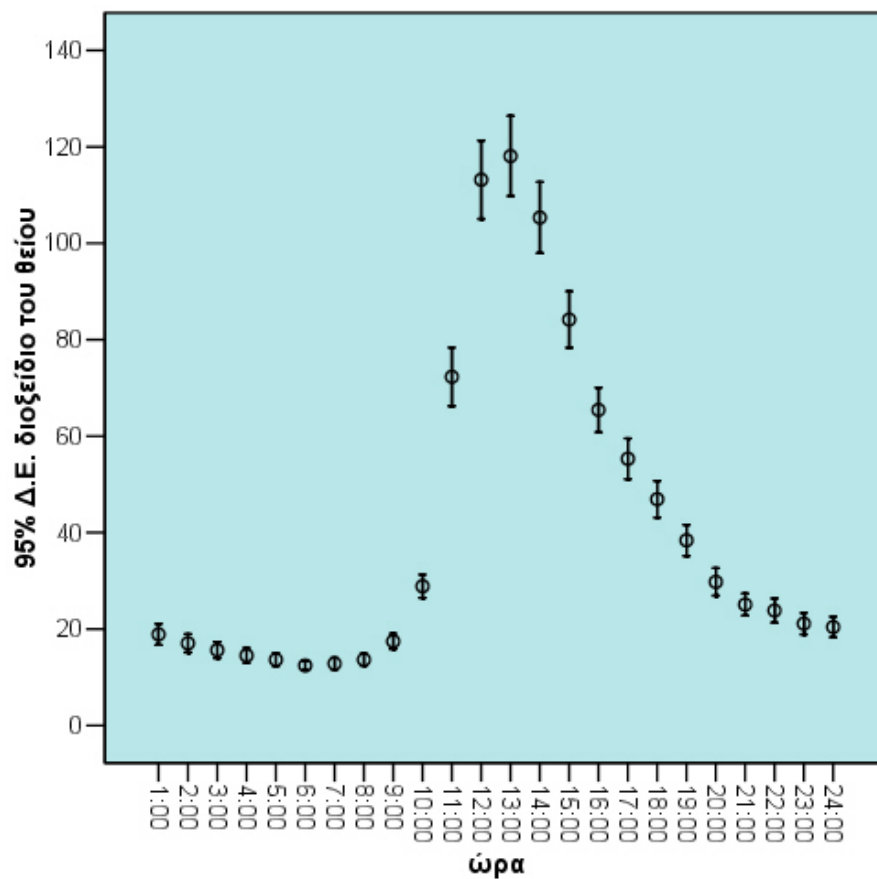
Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι μέσες ωριαίες μετρήσεις SO₂ στο σταθμό της Μεγαλόπολης κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος 1997-2005.

Πίνακας 3. Διαχρονική μεταβολή μέσων μηνιαίων τιμών SO₂ σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$

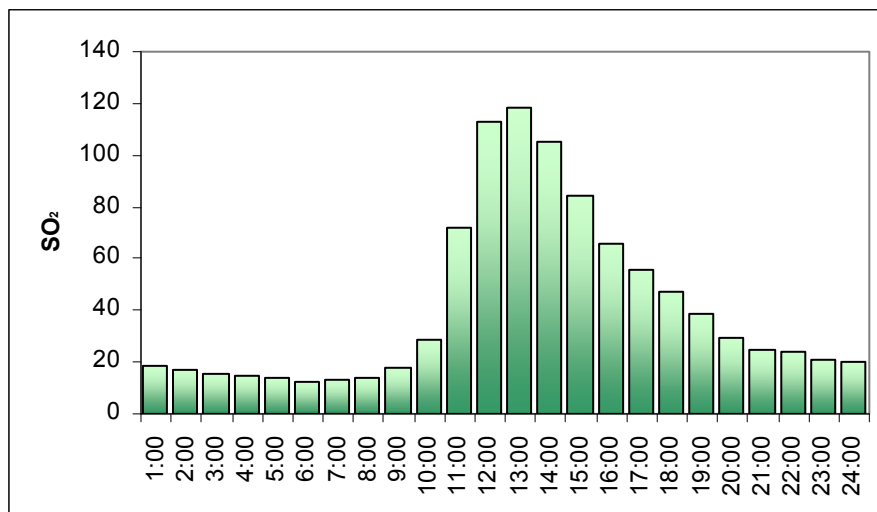
Ωρα	Πλήθος	$\mu(\text{SO}_2)$	$\sigma(\text{SO}_2)$
1:00	3031	18,89	61,74
2:00	3032	17,06	53,50
3:00	3032	15,63	47,59
4:00	3032	14,51	42,83
5:00	3032	13,65	37,15
6:00	3031	12,44	28,91
7:00	3031	12,83	33,83
8:00	3029	13,65	34,31
9:00	3029	17,45	45,18
10:00	3026	28,88	67,62
11:00	3026	72,30	170,02
12:00	3025	113,18	228,24
13:00	3026	118,08	232,81
14:00	3025	105,32	207,56
15:00	3025	84,18	164,09
16:00	3026	65,44	129,62
17:00	3026	55,31	118,43
18:00	3026	46,92	106,81
19:00	3026	38,39	90,39
20:00	3027	29,77	80,10
21:00	3028	25,08	63,96
22:00	3028	23,84	70,68
23:00	3028	21,12	62,35
24:00	3030	20,42	59,80

Η συγκέντρωση του SO₂ είναι σχετικά σταθερή από τις 1:00π.μ. ως τις 9:00π.μ., αρχίζει να αυξάνεται από τις 11:00π.μ και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της στις 13:00μ.μ. όπως φαίνεται και στα σχήματα 5 και 6.

Σχήμα 5. Διαστήματα εμπιστοσύνης μέσω ωριαίων τιμών SO_2 σε $\mu g/m^3$



Σχήμα 6. Μεταβολή μέσω ωριαίων τιμών SO_2 σε $\mu g/m^3$



1.1.1.4 Οριακές τιμές συγκέντρωσης SO₂

Θεωρήθηκαν οι οριακές τιμές του έτους 2005. Σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/EK οι τιμές ορίων για το διοξείδιο του θείου που ισχύουν από 1.1.2005 είναι:

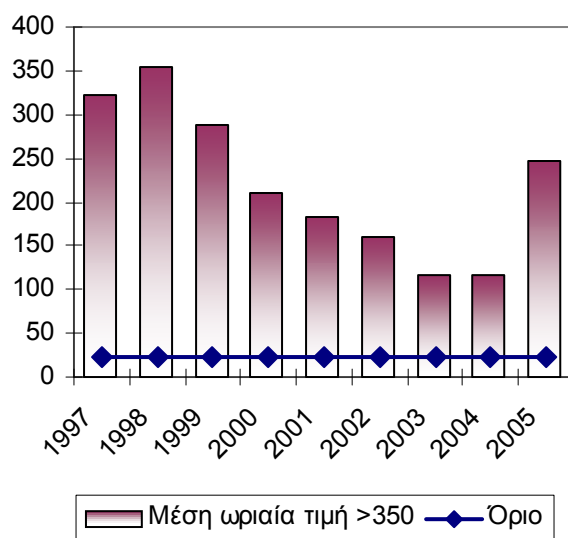
	Οριακή τιμή
Μέση ωριαία τιμή , να μην υπερβαίνει περισσότερο από 24 φορές το χρόνο	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Μέση ημερήσια τιμή , να μην υπερβαίνει περισσότερο από 3 φορές το χρόνο	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Η συχνότητα με την οποία οι μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης SO₂ έχουν υπερβεί τις οριακές τιμές παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα 4.

Πίνακας 4. Συχνότητα υπέρβασης του ορίου των 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ των μέσων ωριαίων τιμών

	Μέση ωριαία τιμή >350	
Έτος	Πλήθος	%
1997	322	3,7
1998	354	4,0
1999	289	3,3
2000	211	2,4
2001	184	3,1
2002	161	1,8
2003	116	1,3
2004	116	1,3
2005	246	2,8

Σχήμα 6. Συχνότητα υπέρβασης επιτρεπτού ορίου μέσων ωριαίων τιμών συγκέντρωσης SO₂



Η συχνότητα με την οποία οι μέσες ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης SO₂ έχουν υπερβεί τις οριακές τιμές παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα 5.

Πίνακας 5. Συχνότητα υπέρβασης του ορίου των 125μg/m³ των μέσων ημερήσιων τιμών

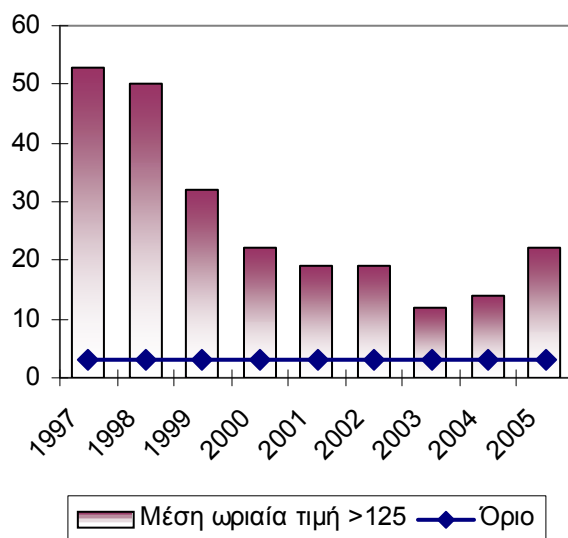
Έτος	Μέση ημερήσια τιμή >125	
	Πλήθος	%
1997	53	14,7
1998	50	13,9
1999	32	8,7
2000	22	6,0
2001 ¹	19	6,1
2002 ²	19	6,0
2003 ³	12	3,4
2004	14	3,8
2005	22	6,0

¹ Διαθέσιμες μετρήσεις για 309 ημέρες του χρόνου

² Διαθέσιμες μετρήσεις για 318 ημέρες του χρόνου

³ Διαθέσιμες μετρήσεις για 351 ημέρες του χρόνου

Σχήμα 7. Συχνότητα υπέρβασης επιτρεπτού ορίου μέσων ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης SO₂



1.1.2 Αιωρούμενα σωματίδια

Τα σωματίδια είναι υλικά σε στερεή ή υγρή φάση που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Οι ανθρωπογενείς πηγές αιωρούμενων σωματιδίων είναι βιομηχανικές δραστηριότητες, παραγωγή τσιμέντου, γύψου, χυτήρια μεταλλεύματος, αυτοκίνητα (κυρίως πετρελαιοκίνητα οχήματα και δίκυκλα), πυρκαγιές, αγροτικές δραστηριότητες, κατασκευές. Μικρότερα σε μέγεθος σωματίδια δημιουργούνται στην ατμόσφαιρα από αντιδράσεις αερίων ρύπων. Οι αντιδράσεις αυτές επιταχύνονται παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας και σε υψηλές θερμοκρασίες. Οι επιδράσεις στην υγεία εξαρτώνται πολύ από το μέγεθος των σωματιδίων και τη σύστασή τους. Τα σωματίδια με διάμετρο μεγαλύτερη από 10 μm εναποτίθενται σε διάφορα σημεία της αναπνευστικής οδού. Τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 10 μm ($\text{A}\Sigma_{10}$) εισχωρούν βαθύτερα και ειδικά αυτά με διάμετρο ίση ή μικρότερη από 4 μm εναποτίθενται στις κυψελίδες, δηλαδή στις περιοχές ανταλλαγής των αερίων και μπορούν να επηρεάσουν την αναπνοή, να προκαλέσουν νόσους του αναπνευστικού ή και να περάσουν στη συστηματική κυκλοφορία και να προκαλέσουν βλάβες σε διάφορα όργανα. Ομάδα υψηλού κινδύνου αποτελούν ηλικιωμένοι, παιδιά και άτομα που πάσχουν από άσθμα.

1.1.2.1 Μέσες ετήσιες τιμές συγκέντρωσης $\text{A}\Sigma_{10}$ στο σταθμό της Μεγαλόπολης

Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται οι μέσες ετήσιες μετρήσεις $\text{A}\Sigma_{10}$ στο σταθμό της Μεγαλόπολης κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος 1997-2005.

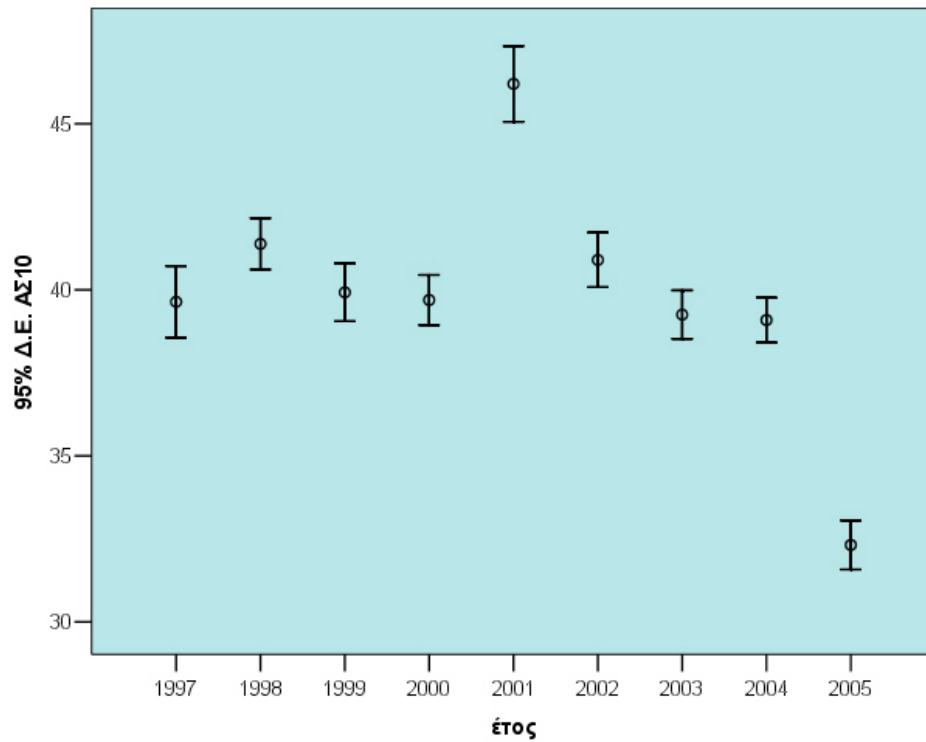
Πίνακας 6. Διαχρονική μεταβολή μέσων ετησίων τιμών $\text{A}\Sigma_{10}$ σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Έτος	Πλήθος	$\mu(\text{A}\Sigma_{10})$	$\sigma(\text{A}\Sigma_{10})$
1997	8.614	39,64	51,01
1998	8.588	41,38	36,56
1999	8.759	39,92	41,60
2000	8.783	39,69	36,00
2001	4.666	46,20	39,71
2002	7.952	40,90	37,35
2003	7.820	39,25	32,92
2004	8.735	39,09	32,18
2005	8.760	32,32	35,30
Διαχρονική τάση		-1,6%	

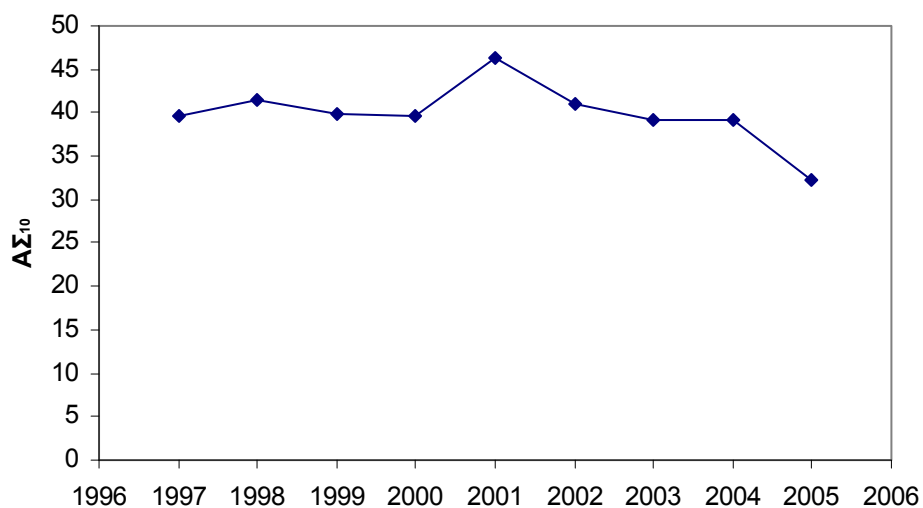
Κατά το έτος 2001 σημειώθηκε η μεγαλύτερη μέση τιμή συγκέντρωσης $\text{A}\Sigma_{10}$ ($46,20 \pm 39,71$) της μελετούμενης 9-ετίας με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις συγκεντρώσεις των υπολοίπων ετών. Η χαμηλότερη μέση τιμή συγκέντρωσης παρατηρήθηκε το έτος 2005 ($32,32 \pm 35,30$). Κατά τη διάρκεια των υπολοίπων ετών η

συγκέντρωση AS_{10} είναι σχεδόν σταθερή και η μέση τιμή της κυμαίνεται από $39,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ το 2004 ως $41,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ το 1998. Η διαχρονική τάση παρουσιάζεται πτωτική της τάξης του 1,6%

Σχήμα 8. Διαστήματα εμπιστοσύνης μέσω ετησίων τιμών AS_{10} σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Σχήμα 9. Διαχρονική μεταβολή μέσω ετησίων τιμών AS_{10} σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



1.1.2.2 Μέσες μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης AS_{10} στο σταθμό της Μεγαλόπολης

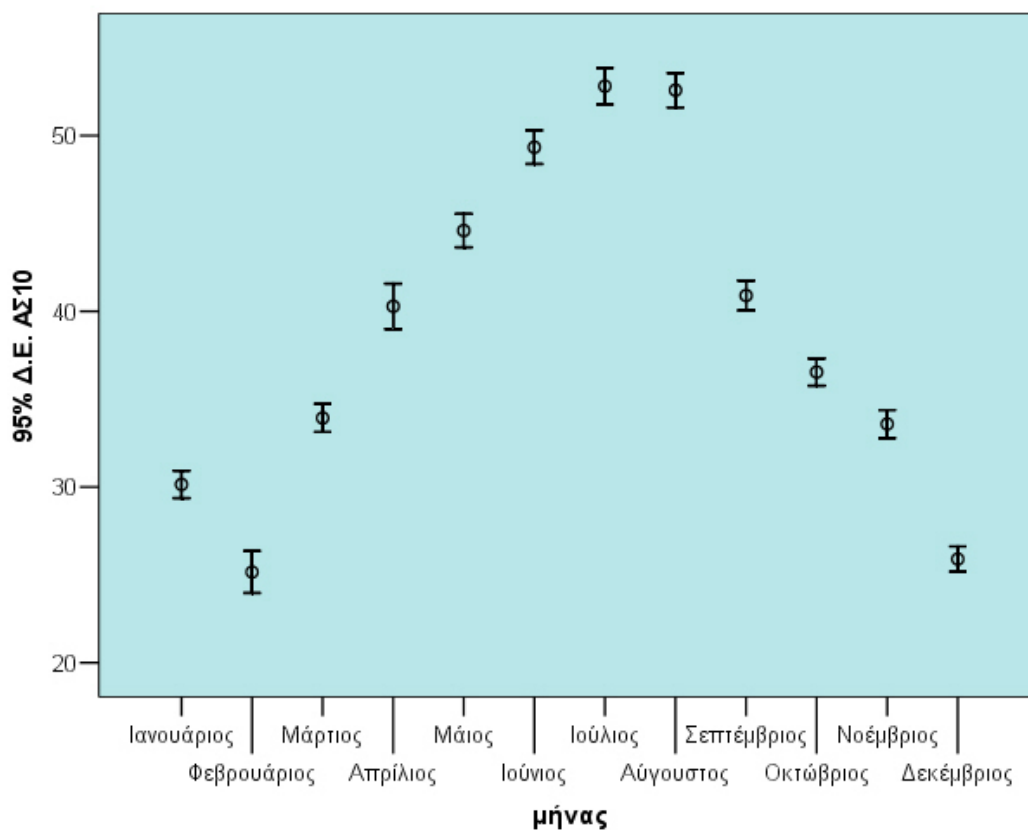
Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες μετρήσεις AS_{10} στο σταθμό της Μεγαλόπολης κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος 1997-2005.

Πίνακας 7. Διαχρονική μεταβολή μέσων μηνιαίων τιμών AS_{10} σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Μήνας	Πλήθος	$\mu(AS_{10})$	$\sigma(AS_{10})$
Ιανουάριος	5.850	30,15	30,38
Φεβρουάριος	5.362	25,16	44,56
Μάρτιος	5.842	33,92	31,09
Απρίλιος	5.574	40,29	49,28
Μάιος	5.955	44,59	37,40
Ιούνιος	6.468	49,34	39,31
Ιούλιος	6.694	52,82	43,66
Αύγουστος	6.696	52,59	40,97
Σεπτέμβριος	6.468	40,90	34,90
Οκτώβριος	6.696	36,54	32,36
Νοέμβριος	6.131	33,58	31,82
Δεκέμβριος	4.941	25,90	25,73

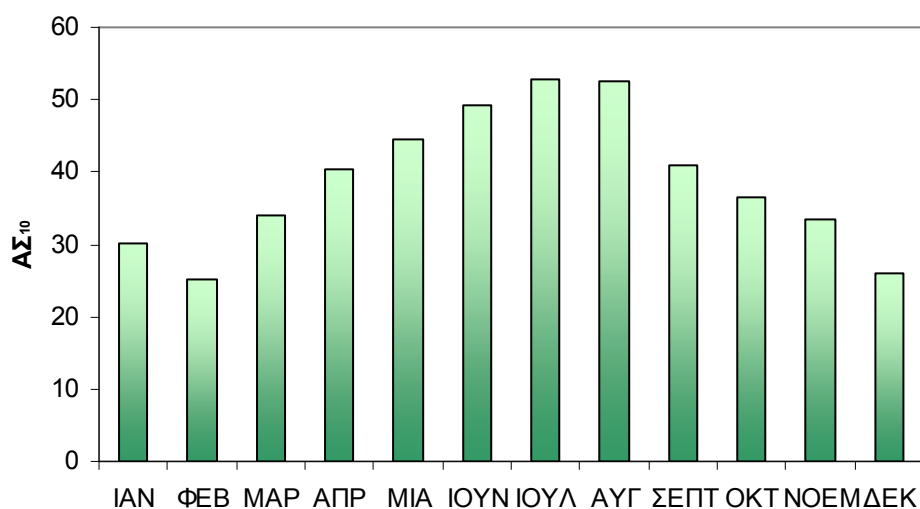
Οι μήνες με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι οι καλοκαιρινοί μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) με μεγαλύτερη μέση συγκέντρωση αυτήν του Ιουλίου ($52,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Σχήμα 10. Διαστήματα εμπιστοσύνης μέσων μηνιαίων τιμών AS_{10} σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Η μέση τιμή της 9-ετίας της συγκέντρωσης του AS_{10} κατά το μήνα Ιούλιο είναι η υψηλότερη από όλους τους άλλους μήνες με στατιστικά σημαντική διαφορά ($p\text{-value} < 0,01$). Η χαμηλότερη συγκέντρωση καταγράφηκε το μήνα Φεβρουάριο.

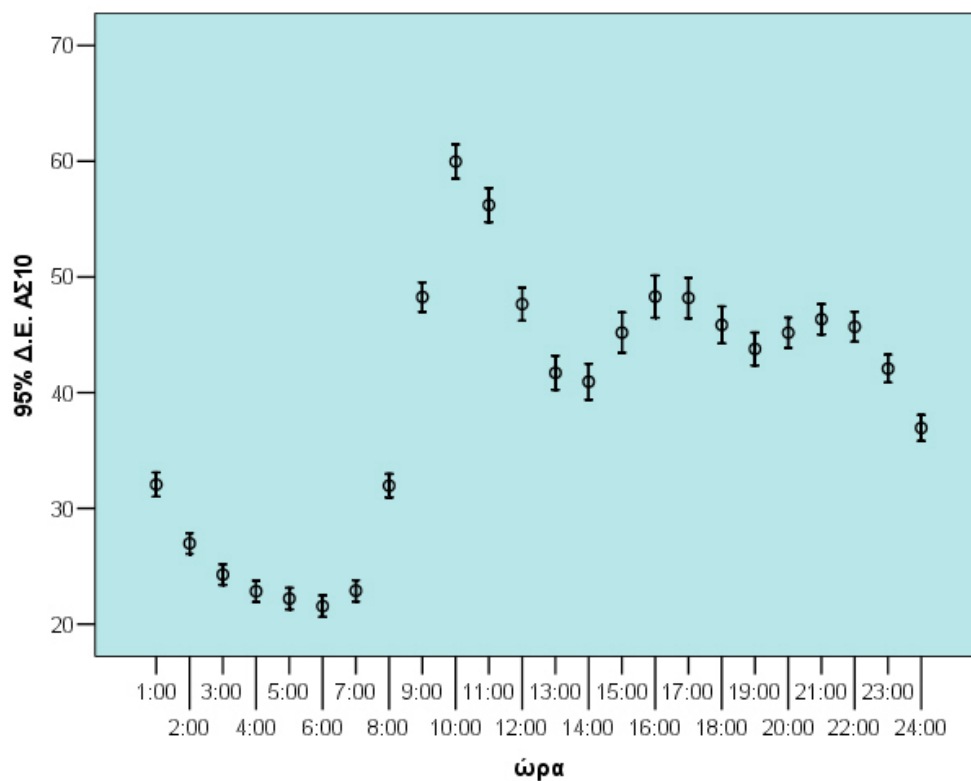
Σχήμα 11. Μεταβολή μέσων μηνιαίων τιμών AS_{10} σε $\mu g/m^3$



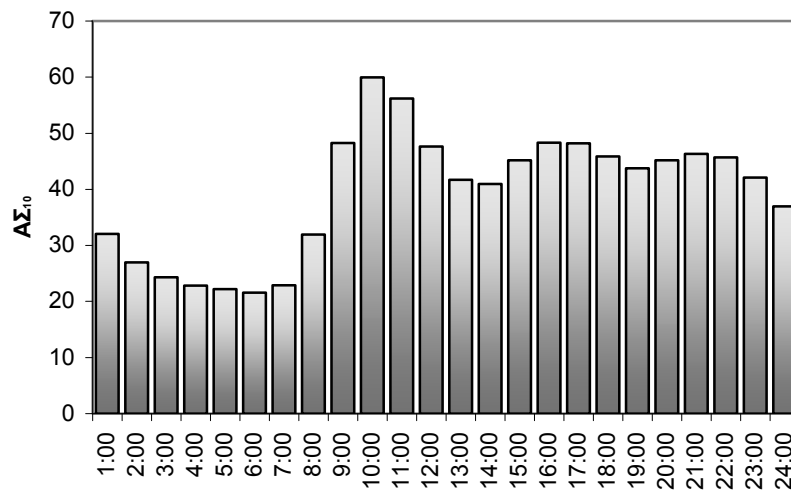
1.1.2.3 Μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης AS_{10} στο σταθμό της Μεγαλόπολης

Στον πίνακα 8 παρουσιάζονται οι μέσες ωριαίες μετρήσεις AS_{10} στο σταθμό της Μεγαλόπολης κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος 1997-2005.

Σχήμα 12. Διαστήματα εμπιστοσύνης μέσων ωριαίων τιμών AS_{10} σε $\mu g/m^3$



Σχήμα 13. Μεταβολή μέσων ωριαίων τιμών σε $A\Sigma_{10} \mu\text{g}/\text{m}^3$



Πίνακας 8. Διαχρονική μεταβολή μέσων ωριαίων τιμών $A\Sigma_{10}$ σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ωρα	Πλήθος	$\mu(A\Sigma_{10})$	$\sigma(A\Sigma_{10})$
1:00	3.031	32,06	29,34
2:00	3.032	26,98	25,43
3:00	3.032	24,28	24,87
4:00	3.032	22,83	26,11
5:00	3.032	22,20	26,00
6:00	3.031	21,55	26,06
7:00	3.031	22,89	25,84
8:00	3.029	31,96	28,38
9:00	3.029	48,27	35,70
10:00	3.026	59,97	41,47
11:00	3.026	56,21	41,07
12:00	3.025	47,65	40,61
13:00	3.026	41,71	41,26
14:00	3.025	40,95	43,59
15:00	3.025	45,19	48,63
16:00	3.026	48,30	51,37
17:00	3.026	48,19	49,25
18:00	3.026	45,85	45,02
19:00	3.026	43,78	39,83
20:00	3.027	45,18	36,50
21:00	3.028	46,35	36,67
22:00	3.028	45,70	36,84
23:00	3.028	42,08	33,82
24:00	3.030	36,95	31,70

Η συγκέντρωση $A\Sigma_{10}$ είναι σχετικά σταθερή από τις 2:00π.μ. ως τις 7:00π.μ., αρχίζει να αυξάνεται από τις 9:00π.μ και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της στις 10:00π.μ. όπως φαίνεται και στα σχήματα 12 και 13.

1.1.2.4 Οριακές τιμές συγκέντρωσης ΑΣ₁₀

Θεωρήθηκαν οι οριακές τιμές του έτους 2005. Σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/ΕΚ οι τιμές ορίων για τα ΑΣ₁₀ που ισχύουν από 1.1.2005 είναι:

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

Η συχνότητα με την οποία οι μέσες ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης ΑΣ₂ έχουν υπερβεί τις οριακές τιμές παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα 9.

Πίνακας 9. Συχνότητα υπέρβασης του ορίου των 50μg/m³ των μέσων ημερήσιων τιμών

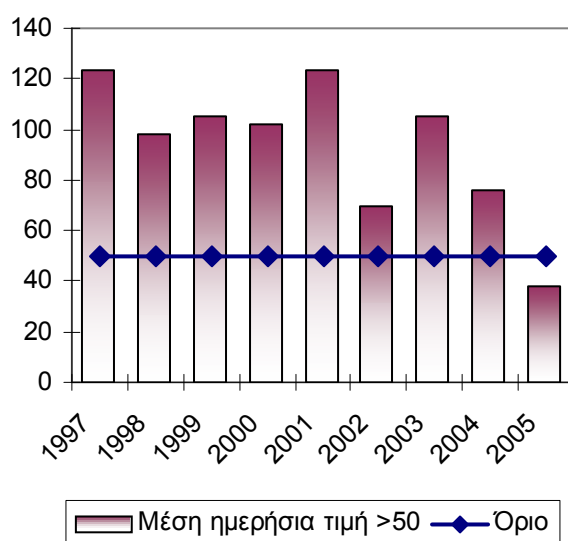
	Μέση ημερήσια τιμή >50	
Έτος	Πλήθος	%
1997	123	34,2
1998	98	27,3
1999	105	28,8
2000	102	27,9
2001 ¹	123	39,8
2002 ²	70	22,0
2003 ³	105	29,9
2004	76	20,8
2005	38	10,4

¹ Διαθέσιμες μετρήσεις για 309 ημέρες του χρόνου

² Διαθέσιμες μετρήσεις για 318 ημέρες του χρόνου

³ Διαθέσιμες μετρήσεις για 351 ημέρες του χρόνου

Σχήμα 14. Συχνότητα υπέρβασης επιτρεπτού ορίου μέσων ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης ΑΣ₁₀



Πίνακας 10. Μέση ετήσια συγκέντρωση AS_{10} και τυπική απόκλιση

Έτος	$\mu(AS_{10})$	$\sigma(AS_{10})$
1997	39,64	51,01
1998	41,38	36,56
1999	39,92	41,60
2000	39,69	36,00
2001	46,20	39,71
2002	40,90	37,35
2003	39,25	32,92
2004	39,09	32,18
2005	32,32	35,30

Στον τον πίνακα 10 παρατηρούμε ότι η μέση ετήσια τιμή έχει υπερβεί το όριο των $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τα έτη 1998, 2001 και 2002. Τις υπόλοιπες χρονιές κυμαίνεται οριακά γύρω από το όριο και κατά το έτος 2005 εμφανίζεται η μικρότερη συγκέντρωση ($32,32\mu\text{g}/\text{m}^3$).

1.1.3 Διοξείδιο του αζώτου NO_2

Το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) είναι αέριο με καφεκίτρινο χρώμα και ιδιάζουσα οσμή. Σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνει το χαρακτηριστικό χρώμα του στην όψη του ουρανού. Η χρήση καυσίμων κυρίως σε αυτοκίνητα αλλά και σε βιομηχανικούς καυστήρες ή σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής παράγει μονοξείδιο του αζώτου. Αυτό με διάφορες χημικές αντιδράσεις που ενισχύονται με την παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου. Το NO_2 αποτελεί σημαντικό ρύπο για τη δημιουργία όξινης βροχής. Σε υψηλές συγκεντρώσεις βλάπτει ανθρώπους και βλάστηση. Στα παιδιά μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικές ασθένειες. Στους ασθματικούς προκαλεί δυσκολία στην αναπνοή.

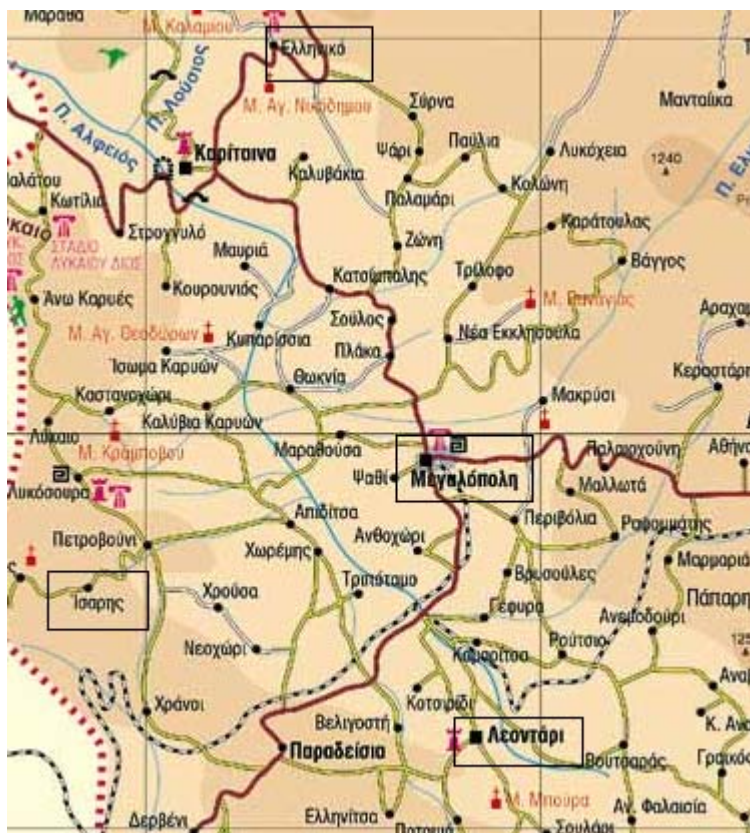
1.1.3.1 Μέσες ετήσιες τιμές συγκέντρωσης NO_2 στους σταθμούς Ίσαρη, Ελληνικό και Λεοντάρι

Στον πίνακα 11 παρουσιάζονται οι μέσες συγκεντρώσεις NO_2 για το χρονικό διάστημα Απρίλιος-Δεκέμβριος 2005 στους τρεις διαφορετικούς σταθμούς Ίσαρη, Ελληνικό και Λεοντάρι (βλ. σχήμα 15).

Πίνακας 11. Μέση συγκέντρωση NO_2 σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ανά σταθμό

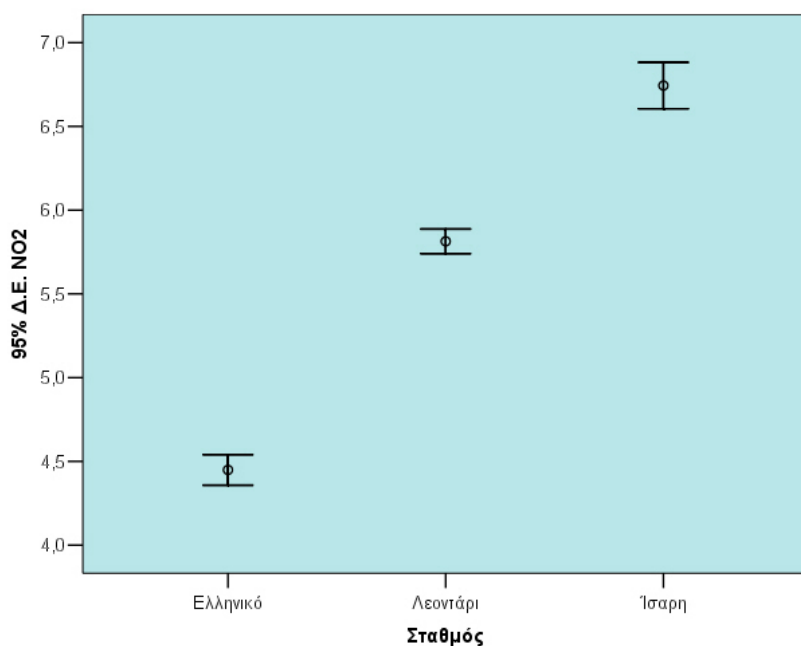
Περιοχή	Πλήθος	$\mu(\text{NO}_2)$	$\sigma(\text{NO}_2)$
Ελληνικό	5.971	4,45	3,60
Ίσαρη	6.030	6,74	5,48
Λεοντάρι	5.695	5,81	2,82

Η μεγαλύτερη μέση συγκέντρωση NO_2 καταγράφηκε στο σταθμό Ίσαρη ($6,74 \pm 5,48$) ακολουθεί το Λεοντάρι ($5,81 \pm 2,82$) και η μικρότερη μέση συγκέντρωση καταγράφηκε στο Ελληνικό ($4,45 \pm 3,60$) όπως φαίνεται και στο σχήμα 16.



Σχήμα 15. Χάρτης ευρύτερης περιοχής Μεγαλόπολης συμπεριλαμβανομένων και των περιοχών Ίσαρης, Ελληνικό και Λεοντάρι

Σχήμα 16. Διαστήματα εμπιστοσύνης μέσων τιμών NO_2 σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



1.1.3.2 Μέσες μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO₂ ανά σταθμό

Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες μετρήσεις NO₂ ανά διαφορετικό σταθμό κατά το διάστημα Απριλίου-Δεκεμβρίου 2005.

Πίνακας 12. Μεταβολή μέσων μηνιαίων τιμών NO₂ σε μg/m³

Σταθμός	Μήνας	Πλήθος	μ(NO ₂)	σ(NO ₂)
Ελληνικό	Απρίλιος	704	4,95	3,45
	Μάιος	729	3,90	5,07
	Ιούνιος	700	4,76	3,26
	Ιούλιος	736	3,95	3,67
	Αύγουστος	744	3,84	2,49
	Σεπτέμβριος	697	3,91	2,19
	Οκτώβριος	744	5,20	4,02
	Νοέμβριος	678	5,23	3,63
	Δεκέμβριος	239	4,19	2,82
Ίσαρη	Απρίλιος	696	6,45	3,49
	Μάιος	729	6,25	3,48
	Ιούνιος	717	8,73	8,84
	Ιούλιος	744	6,97	6,00
	Αύγουστος	733	7,28	6,95
	Σεπτέμβριος	719	6,96	6,36
	Οκτώβριος	744	6,21	2,77
	Νοέμβριος	709	5,69	2,77
	Δεκέμβριος	239	4,92	,91
Λεοντάρι	Απρίλιος	704	6,30	2,16
	Μάιος	714	6,36	2,72
	Ιούνιος	685	6,33	1,91
	Ιούλιος	672	6,66	3,89
	Αύγουστος	744	5,96	2,76
	Σεπτέμβριος	600	4,83	1,45
	Οκτώβριος	681	5,10	4,38
	Νοέμβριος	671	5,20	1,16
	Δεκέμβριος	224	4,57	1,61

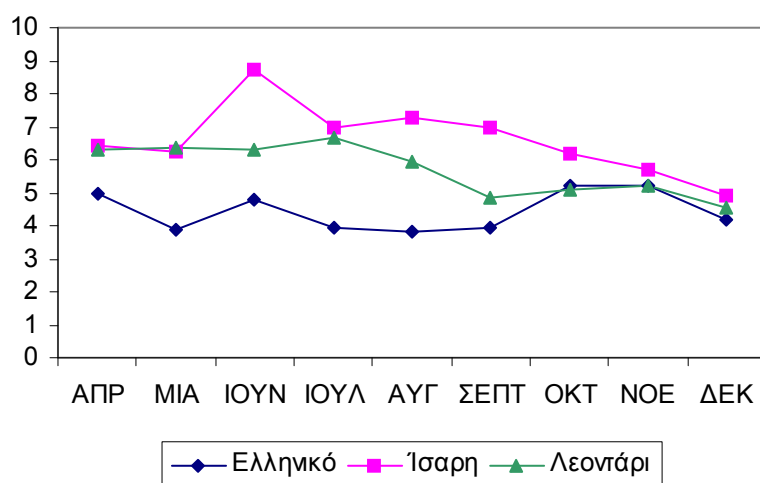
Στην περιοχή του Ελληνικού οι μήνες με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση είναι ο Οκτώβριος (5,20±4,02) και ο Νοέμβριος (5,23±3,63).

Στην περιοχή του Ίσαρη οι μήνες με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση είναι ο Ιούνιος (8,73±8,84) και ο Αύγουστος (7,28±6,95).

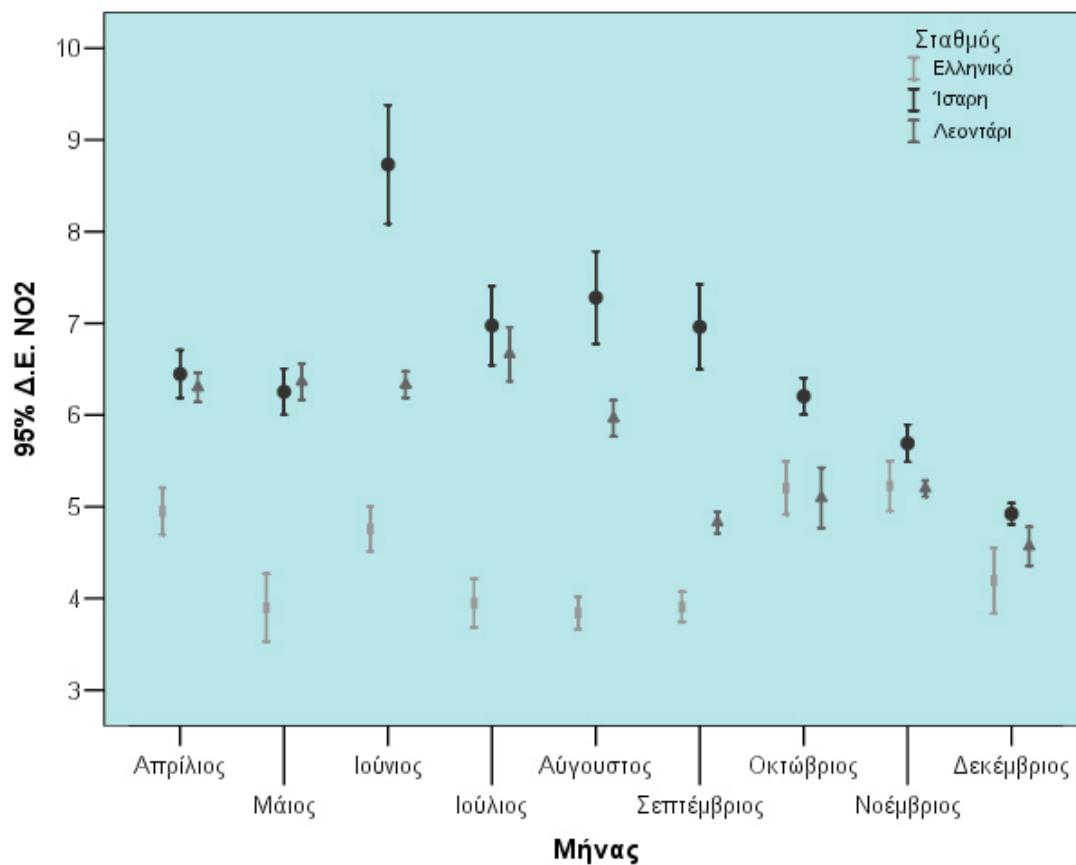
Στην περιοχή του Λεονταρίου οι μήνες με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση είναι ο Μάιος (6,36±2,72) και ο Ιούλιος (6,66±3,89).

Η πορεία της συγκέντρωσης NO₂ στο εξεταζόμενο χρονικό διάστημα παρουσιάζεται στα σχήματα 17 και 18.

Σχήμα 17. Μεταβολή μέσων μηνιαίων τιμών NO_2 σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



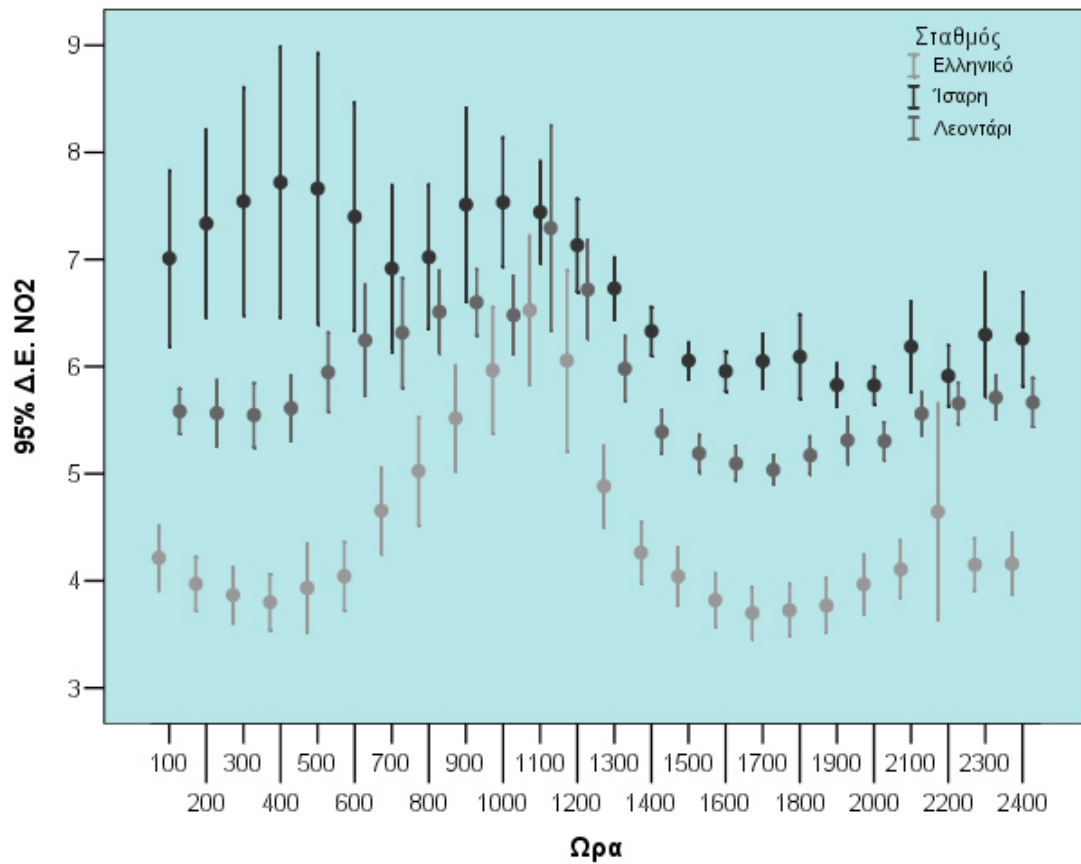
Σχήμα 18. Μεταβολή μέσων μηνιαίων τιμών NO_2 σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



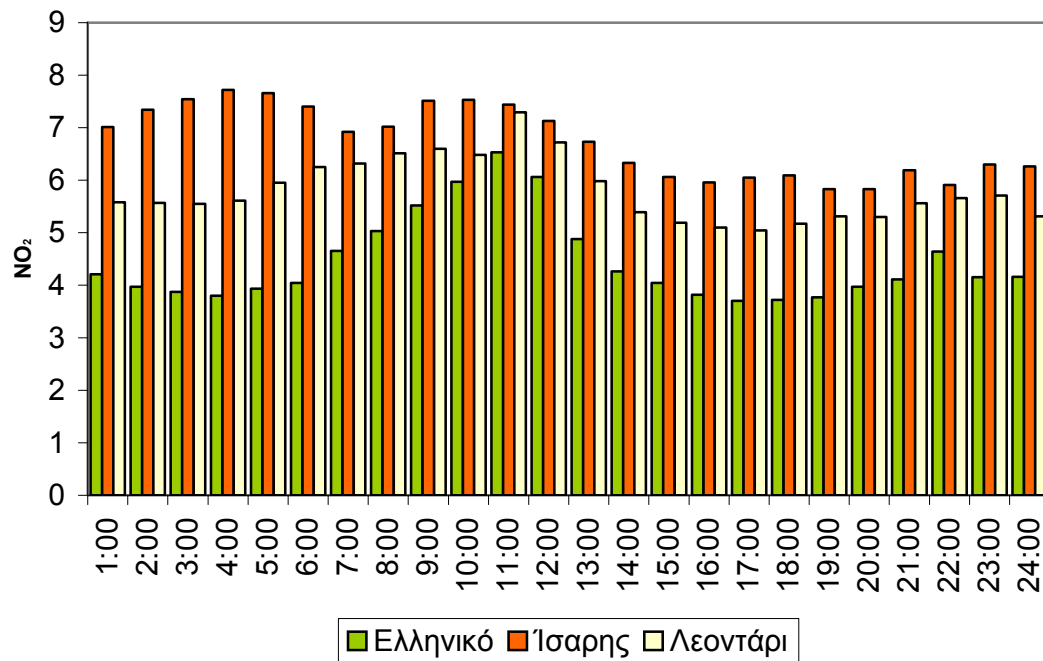
1.1.3.3 Μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης NO_2 ανά σταθμό

Στον πίνακα 13 παρουσιάζονται οι μέσες ωριαίες μετρήσεις NO_2 στους τρεις διαφορετικούς σταθμούς κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος Απρίλιος-Δεκέμβριος 2005.

Σχήμα 19. Διαστήματα εμπιστοσύνης μέσων ωριαίων τιμών NO_2 σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Σχήμα 20. Μεταβολή μέσων ωριαίων τιμών σε NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Πίνακας 13. Μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης NO₂ σε μg/m³ ανά σταθμό

Ωρα	μ(NO ₂) - Ελληνικό	μ(NO ₂) - Ίσαρης	μ(NO ₂) - Λεοντάρι
1:00	4,21	7,01	5,58
2:00	3,97	7,34	5,57
3:00	3,87	7,54	5,55
4:00	3,80	7,72	5,61
5:00	3,93	7,66	5,95
6:00	4,04	7,40	6,25
7:00	4,65	6,92	6,32
8:00	5,03	7,02	6,51
9:00	5,52	7,51	6,60
10:00	5,97	7,53	6,48
11:00	6,53	7,44	7,29
12:00	6,06	7,13	6,72
13:00	4,88	6,73	5,98
14:00	4,26	6,33	5,39
15:00	4,04	6,06	5,19
16:00	3,82	5,96	5,10
17:00	3,70	6,05	5,04
18:00	3,72	6,09	5,17
19:00	3,77	5,83	5,31
20:00	3,97	5,83	5,30
21:00	4,11	6,19	5,56
22:00	4,64	5,91	5,66
23:00	4,15	6,30	5,71
24:00	4,16	6,26	5,31

Στο σταθμό Ελληνικό η συγκέντρωση NO₂ είναι σχετικά σταθερή από τις 1:00π.μ. ως τις 7:00π.μ., αρχίζει να αυξάνεται από τις 8:00π.μ και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της στις 11:00π.μ. όπως φαίνεται και στα σχήματα 19 και 20.

Στο σταθμό Ίσαρης η συγκέντρωση λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της στις 4:00π.μ. όπως φαίνεται και στα σχήματα 19 και 20.

Στο σταθμό Λεοντάρι η συγκέντρωση NO₂ λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της στις 11:00π.μ. όπως φαίνεται και στα σχήματα 19 και 20.

1.1.3.4 Οριακές τιμές συγκέντρωσης NO₂

Στον ακόλουθο πίνακα καταγράφονται οι τιμές ορίων για το NO₂, σύμφωνα με την οδηγία 199/30/ΕΚ. Τα όρια αυτά θα ισχύουν μέχρι 1/1/2010.

	Ενδεικτική οριακή τιμή για $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για το έτος 2005
Μέση ωριαία τιμή , να μην υπερβαίνει περισσότερο από 18 φορές το χρόνο	250
Μέση ετήσια τιμή	50

Η συχνότητα με την οποία οι μέσες ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης NO₂ έχουν υπερβεί τις οριακές τιμές παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα 9.

***Πίνακας 14.** Συχνότητα υπέρβασης του ορίου των $250\mu\text{g}/\text{m}^3$ των μέσων ωριαίων τιμών ανά σταθμό*

	Μέση ωριαία τιμή >250	
Σταθμός	Πλήθος	%
Ελληνικό	9	0,2
Ίσαρης	-	-
Λεοντάρι	1	0,0

Αν και το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα είναι εννέα μήνες κι όχι ένα έτος όπως ορίζει η οδηγία που καθορίζει τις οριακές τιμές οι υπερβάσεις των μέσων ωριαίων τιμών στο εξεταζόμενο 9-μηνο είναι αυτές που παρουσιάζονται στον πίνακα 14 και είναι σπανιότερες από τη συχνότητα που έχει οριστεί από την οδηγία για το έτος.

Η μέση τιμή συγκέντρωσης NO₂ του εννιαμήνου Απρίλιος-Δεκέμβριος 2005 ήταν $4,45\pm 3,60$ για το Ελληνικό, $6,74\pm 5,48$ για τον Ίσαρη και $5,81\pm 2,82$ για το Λεοντάρι. Σε κανέναν από τους τρεις σταθμούς η συγκέντρωση του NO₂ δεν υπερβαίνει το όριο των $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ (μέση ετήσια τιμή).

2 ΜΕΛΕΤΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η προστασία της υγείας των πολιτών της χώρας είναι νομοθετική επιταγή, κοινωνική υποχρέωση και ιατρική υπευθυνότητα. Η γνώση της νοσηρότητας και θνησιμότητας του πληθυσμού είναι το πρώτο βήμα για την άσκηση πολιτικής και λήψη μέτρων προστασίας της υγείας των πολιτών. Στα πλαίσια αυτά ο Δήμος Μεγαλόπολης, ανέθεσε στο Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας τη μελέτη των προβλημάτων υγείας της πόλης της Μεγαλόπολης. Α.Ε. Τα μέλη της ερευνητικής ομάδας επισκέφθηκαν περιοδικά και κατά περίπτωση την Μεγαλόπολη κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της μελέτης και συνέλεξαν στοιχεία από αρμόδιες υπηρεσίες της πόλης και του Νομού. Η έκθεση της μελέτης παραδόθηκε στο Δήμο Μεγαλόπολης. Η έκθεση περιέχει ουσιαστικά τα προκαταρκτικά περιγραφικά στοιχεία της θνησιμότητας για τη χρονική περίοδο 1999-2003, με ανάλυση του υλικού από τα αρχεία της Ληξιαρχικής Υπηρεσίας του Δήμου Μεγαλόπολης, καθώς και των πινακοποιημένων δεδομένων από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας.

2.2 ΜΟΡΦΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στην παρούσα φάση της έρευνας μελετήσαμε τη γενική θνησιμότητα του πληθυσμού της πόλης της Μεγαλόπολης.

Για την διερεύνηση των δυνάμεων της φθοράς του πληθυσμού του Δήμου Μεγαλόπολης και του συνόλου του ελληνικού πληθυσμού (ώστε να είναι εύληπτη και παραστατική η σύγκριση) κατά την μελετώμενη χρονική περίοδο, αναζητήσαμε τις εγγραφές που διατηρεί η Ε.Σ.Υ.Ε. τόσο για τα πληθυσμιακά δεδομένα, όσο και για τους θανάτους.

Τα δεδομένα αυτά είναι απαραίτητα για την αναγωγή των θανάτων ως προς τον πληθυσμό αναφοράς τους, τόσο για τον υπολογισμό των συντελεστών θνησιμότητας, όσο και για την κατάστρωση των πινάκων επιβίωσης.

Στις ετήσιες εκδόσεις *Στατιστική Επετηρίδα της Ελλάδος* [ΕΣΥΕ 2006] και *Στατιστική της Φυσικής Κίνησης του Πληθυσμού της Ελλάδος* [ΕΣΥΕ 2006], περιλαμβάνονται στοιχεία που αναφέρονται στον υπολογιζόμενο πληθυσμό και στις καταγραφές των θανάτων κατά έτος. Τα ίδια δεδομένα περιλαμβάνονται και στις ετήσιες εκδόσεις της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας *World Health Statistics Annual*

[WHO 2006], όπως αποστέλλονται με ετήσιες εκθέσεις του Υπουργείου Υγείας και Πρόνοιας.

2.3 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε επειδή ακριβώς στηρίζεται στη διαχρονική θνησιμότητα, απαιτούσε στοιχεία για τον πληθυσμό, ώστε να γίνεται η αναγωγή των θανάτων στα επιμέρους σύνολα αναφοράς. Ενδιέφερε επομένως η κατανομή του πληθυσμού της Ελλάδας κατά φύλο και ηλικία κατ' έτος τόσο ημερολογιακό όσο και ηλικιακό. Τέτοιοι πίνακες, όπως είναι γνωστό, δεν είναι διαθέσιμοι, γιατί δεν είναι εφικτό να γίνεται ετήσια απογραφή του πληθυσμού. Οι απογραφές του πληθυσμού γίνονται ανά δεκαετία. Όστε, διαθέσιμα στοιχεία υπήρχαν μόνο για το 2001, (απογραφή πληθυσμού, που πραγματοποιήθηκε κατά τη χρονιά αυτήν).

Εκτός όμως από τα στοιχεία των απογραφών, ετησίως υπολογίζεται από την Ε.Σ.Υ.Ε. ένας πίνακας που αφορά τον υπολογιζόμενο πληθυσμό της Ελλάδας κατά φύλο και ηλικία. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με βάση τις ετήσιες εγγραφές γεννήσεων και θανάτων σε σχέση με τον πληθυσμό της πλησιέστερης απογραφής πληθυσμού, λαμβανομένης υπόψη και της ετήσιας μεταναστευτικής κίνησης. Έτσι προκύπτει ο υπολογιζόμενος πληθυσμός για το μέσο (30η Ιουνίου) κάθε έτους, κατά πενταετείς πληθυσμιακές ομάδες. Εξαίρεση αποτελεί η πρώτη πενταετής ομάδα ηλικιών για την οποία σημειώνονται στο ηλικιακό έτος 0 (δεν έχουν ακόμη συμπληρώσει το πρώτο έτος) οι γεννηθέντες ζώντες, ενώ το υπόλοιπό της (1-4 έτη) αφορά όλα τα άτομα που έχουν συμπληρώσει το πρώτο έτος της ηλικίας τους έως και αυτά που συμπλήρωσαν το 4ο έτος της ηλικίας τους.

2.4 ΕΓΓΡΑΦΕΣ ΘΑΝΑΤΩΝ

Όπως αναφέρθηκε, οι θάνατοι (και οι γεννήσεις άλλωστε) υφίστανται λεπτομερή καταγραφή, ως προς πληθώρα δημογραφικών στοιχείων του θανόντος και αυτές οι συνεχείς εγγραφές αποτελούν συστατικό στοιχείο της οργανωμένης κοινωνίας. Αυτό που ενδιέφερε να μελετηθεί ήταν πρωτίστως η ηλικία και το φύλο του θανόντος, αλλά και η αιτία θανάτου σε κάθε περιστατικό. Η αιτία θανάτου καταγράφεται επίσης στις ληξιαρχικές εγγραφές, όμως μέχρι το 1951 σημειωνόταν σύμφωνα με τη δήλωση του προσώπου που ανέφερε το θάνατο. Από τη χρονιά αυτήν και μεταγενέστερα γενικεύεται στην Ελλάδα η υποχρεωτική έκδοση του ιατρικού

πιστοποιητικού θανάτου, στο οποίο σημειώνεται και η αιτία θανάτου από τον γιατρό που πιστοποιεί τον θάνατο.

Στοιχεία αντλήθηκαν και πάλι από τις ετήσιες εκδόσεις της Ε.Σ.Υ.Ε. *Στατιστική Επετηρίδα της Ελλάδος και Στατιστική της Φυσικής Κίνησης του Πληθυσμού της Ελλάδος* [ΕΣΥΕ 2006], όπου περιλαμβάνονται στοιχεία για τον πληθυσμό. Ιδιαίτερα αξιοποιήθηκε ο πίνακας που έχει τίτλο: *Θάνατοι στην Ελλάδα κατά έτος, κατά φύλο και ηλικία του θανόντος και κατά αιτία θανάτου*.

Στον πίνακα αυτόν, η αιτία θανάτου είναι καταγραμμένη σύμφωνα με τον *Συνεπτυγμένο Κατάλογο της Διεθνούς Στατιστικής Ταξινόμησης των Νόσων, των Κακώσεων και Αιτιών Θανάτου (I.C.D.)*. Καθώς συντελούνταν αλλαγές στα εγχειρίδια της I.C.D. ανά δεκαετία, προέκυψαν Συνεπτυγμένοι Κατάλογοι που δεν περιέχουν ομόλογες αιτίες θανάτου.

Οι ηλικιακές ομάδες στις οποίες κατανέμονται οι θάνατοι είναι πεναετείς, όπως και για τα πληθυσμιακά δεδομένα, με εξαίρεση τα πρώτα πέντε έτη της ζωής για τα οποία υπάρχει καταγραφή κατά έτος ηλικίας.

2.5 ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η αξιοπιστία των εγγραφών που τηρεί η Ε.Σ.Υ.Ε. συζητάται. Για μεν τα πληθυσμιακά δεδομένα όσον αφορά τις απογραφές δεν τίθενται ιδιαίτερες αμφισβητήσεις, αλλά και για τις εγγραφές των θανάτων ως απολύτων αριθμών δεν μπορεί είναι διανοητό να υπάρχουν διαφυγές, παρά μόνο ελάχιστες εξαιρέσεις.

Άλλο ζήτημα που αφορά την φερεγγυότητα των δεδομένων και σχετίζεται ακριβώς με την δήλωση της αιτίας θανάτου είναι το ποσοστό των θανάτων από άγνωστη είτε ασαφή αιτία. Παρά το γεγονός ότι μειώνεται σημαντικά στην περίοδο μελέτης, ωστόσο παραμένει σχετικά υψηλό. Εμπειρικές έρευνες έδειξαν ότι μεγάλο μέρος αυτών των θανάτων οφείλεται σε νεοπλασίες και νοσήματα του κυκλοφορικού συστήματος.

Αλλά και για τις περιπτώσεις που σημειώνεται η αιτία θανάτου τα λάθη δεν λείπουν. Είτε από λανθασμένη συμπλήρωση του ιατρικού πιστοποιητικού θανάτου, είτε από λάθος διάγνωση, που επίσης δεν μπορεί να αποκλεισθεί.

2.6 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΙΤΙΩΝ ΘΑΝΑΤΟΥ

Όσο ευρύτερες είναι οι ομάδες των αιτιών θανάτου, τόσο μειώνονται τα σφάλματα, αφού οι δυνατές μεταθέσεις από τη μια διάγνωση στην άλλη λιγοστεύουν.

Χωρίς αυτό βέβαια να λύνει το πρόβλημα των λανθασμένων εγγραφών. Η συγκεκριμένη ομαδοποίηση που καταστρώθηκε για τις ανάγκες της εξαίρεσης των αιτιών θανάτου, όπως έχει διαπιστωθεί και εμπειρικά μειώνει σημαντικά τα πιθανά σφάλματα διάγνωσης και κωδικοποίησης.

Στον Πίνακα I φαίνονται οι ευρείες ομάδες αιτιών θανάτου που χρησιμοποιήθηκαν μαζί με τους αντίστοιχους κωδικούς αριθμούς των Συνεπτυγμένων Καταλόγων των I.C.D., που είναι περίπου ίδιες με τις ταξινομήσεις που ακολούθησαν και άλλες παρεμφερείς μελέτες.

Εκδοση	Κωδικοί Νοσημάτων	Σύμβολο	Ομάδες Νοσημάτων
ICD-7 ICD-8 ICD-9	B1-B17 B1-B18 01-07	COM	Λοιμώδεις και παρασιτικές νόσοι
ICD-7 ICD-8 ICD-9	B18-B19 B19-B20 08-17	NEO	Νεοπλάσματα
ICD-7 ICD-8 ICD-9	B22, B24-B29 B25-B30 25-30	CIR	Νοσήματα κυκλοφορικού συστήματος
ICD-7 ICD-8 ICD-9	B30-B32 B31-B33 31-32	RES	Νοσήματα αναπνευστικού συστήματος
ICD-7 ICD-8 ICD-9	BE47-BE50 ή BN47-BN50 BN47-BN50 47-56 ή E47-E56	EXT	Εξωτερική αιτία κακώσεως

Πίνακας I

2.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Για την περιγραφή της έντασης των δυνάμεων φθοράς διαχρονικά, επειδή οι ειδικοί κατά ηλικία συντελεστές θνησιμότητας είναι εξαιρετικά αναλυτικοί κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστούν συνοπτικοί συντελεστές θνησιμότητας. Τέτοιος είναι ο *αδρός συντελεστής θνησιμότητας* (CDR, crude death rate) ο οποίος όπως προαναφέρθηκε ορίζεται ως:

$${}^t m = \frac{{}^t D}{{}^t \bar{P}} \cdot K$$

όπου ${}^t m$ παριστάνει την θνησιμότητα κατά την ημερολογιακή χρονιά t , ενώ ${}^t D$ είναι οι θάνατοι που συνέβησαν κατά τη διάρκεια του έτους αυτού, ${}^t \bar{P}$ είναι ο μέσος πληθυσμός κατά το έτος t και K είναι ένας συντελεστής ίσος με 1000, ώστε να γίνεται άμεσα αναγωγή της θνησιμότητας σε θανάτους ανά 1000 κατοίκους.

Ο αδρός συντελεστής θνησιμότητας όμως δεν είναι αξιόπιστος για διαχρονικές συγκρίσεις επειδή ακριβώς δεν λαμβάνει υπόψη την κατά ηλικία δομή του πληθυσμού και την κατά ηλικία ένταση του θανάτου.

Για τον λόγο αυτόν, χρησιμοποιείται η μέθοδος της *σταθεροποίησης* ή *προτυποποίησης* ή *προτύπωσης* (standardization) για τον υπολογισμό του *σταθεροποιημένου* ή *προτυποποιημένου συντελεστή θνησιμότητας* (SMR - standardized mortality rate), ο υπολογισμός του οποίου προκύπτει από τη σχέση:

$${}^s m = \frac{\sum {}^s p_x \cdot {}^t m_x}{\sum {}^s p_x}$$

όπου ${}^t m_x$ παριστάνει τον ειδικό συντελεστή θνησιμότητας στην ηλικία x κατά την ημερολογιακή χρονιά t και ${}^s p_x$ το μέγεθος του *τυπικού* ή *πρότυπου πληθυσμού* στην ηλικία x . Στους υπολογισμούς που έγιναν, ως πρότυπος πληθυσμός λήφθηκε ο πληθυσμός της απογραφής του 1971, γιατί αποτελεί ενδεικτική ενδιάμεση κατανομή της δομής του πληθυσμού της μελετώμενης χρονικής περιόδου χωρίς τα στοιχεία της ωρίμανσης του πληθυσμού.

Ωστόσο, κρίθηκε ότι στη φάση αυτή τη μελέτης δεν ήταν απαραίτητο να εφαρμοσθεί η τεχνική της προτύπωσης, αλλά στη συνέχεια της μελέτης θα εφαρμοσθούν πρόσθετες δημογραφικές και επιδημιολογικές τεχνικές, όπως είναι και οι ακόλουθες.

Έτσι ωστόσο χρησιμοποιείται ένα μοναδικό πρότυπο της κατά ηλικία δομής του πληθυσμού για μια εκτενή σχετικά χρονική περίοδο. Λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβολή που συντελέσθηκε διαχρονικά στην πληθυσμιακή πυραμίδα του ελληνικού πληθυσμού, κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί και ένα κινητό πρότυπο πληθυσμιακής στάθμισης ως προς την ηλικία. Τέτοιο πρότυπο περιλαμβάνει ο συγκριτικός δείκτης θνησιμότητας (ICM - index of comparative mortality), ο τύπος του οποίου είναι:

$$I_{cm} = \frac{\sum w_x \cdot {}^t m_x}{\sum w_x \cdot {}^s m_x}$$

όπου ${}^t m_x$ παριστάνει τον ειδικό συντελεστή θνησιμότητας στην ηλικία x κατά την ημερολογιακή χρονιά t ενώ ${}^s m_x$ παριστάνει τον αντίστοιχο ειδικό συντελεστή θνησιμότητας στην ηλικία x κατά την πρότυπη ή αρχική ημερολογιακή χρονιά s και w_x είναι το μέγεθος που ορίζει τις πληθυσμιακές σταθμίσεις και ισούται με:

$$w_x = \frac{1}{2} \left(\frac{{}^s p_x}{\sum {}^s p_x} \cdot \frac{{}^t p_x}{\sum {}^t p_x} \right)$$

όπου ${}^s p_x$ είναι ο πληθυσμός του πρότυπου ή αρχικού έτους στην ηλικία x κατά την ημερολογιακή χρονιά s ενώ ${}^t p_x$ είναι ο πληθυσμός που αντιστοιχεί στην ηλικία x κατά το καθένα έτος t (από τις μετέπειτα ημερολογιακές χρονιές) για το οποίο υπολογίζεται ο δείκτης συγκριτικής θνησιμότητας. Η στάθμιση επομένως όσον αφορά τον πληθυσμό στη μέθοδο αυτή γίνεται ως προς τον πληθυσμό του αρχικού έτους της σειράς των δεδομένων.

Επίσης υπολογίσθηκε ο συντελεστής αναλογικής θνησιμότητας για τα έτη που υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα.

Οι εκδοχές συνοπτικής διαχρονικής εξέλιξης της θνησιμότητας στην Ελλάδα μελετήθηκαν συγκριτικά, ώστε να εκτιμηθεί και η αξιοπιστία της καθεμιάς, τόσο για το σύνολο του πληθυσμού.

Ακολούθως υπολογίσθηκαν οι συνοπτικοί συντελεστές θνησιμότητας διαχρονικά για τις έξι ευρείες ομάδες αιτιών θανάτου κατά φύλο και συνολικά.

2.8 ΚΑΤΑΣΤΡΩΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ ΕΠΙΒΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΔΟΚΙΜΟΥ ΕΠΙΒΙΩΣΗΣ

Στη μελέτη αυτήν, η κατάστρωση των πινάκων επιβίωσης αποτελεί προαπαιτήση για την εκτίμηση της επίδραση της ειδικής σε συνάρτηση με το φύλο και την ηλικία θνησιμότητας στο προσδόκιμο επιβίωσης του ελληνικού πληθυσμού.

Καταστρώθηκαν καταρχήν πίνακες επιβίωσης με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα, δηλαδή τα στοιχεία για τον πληθυσμό και τα στοιχεία για τους θανάτους που καταγράφονται με τις συνεχείς εγγραφές στα Ληξιαρχεία της χώρας και στη συνέχεια συγκεντρώνονται από την Ε.Σ.Υ.Ε.

Θεωρώντας ένα απλοποιημένο μοντέλο ενός μικρού πληθυσμού περιγράφεται παρακάτω η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε. Ας υποθεθεί ότι 100 άτομα γεννήθηκαν ταυτόχρονα την 1η Ιανουαρίου ενός έτους (του έτους 0) και στη συνέχεια πεθαίνουν στο μέσο κάθε έτους ανά είκοσι μέχρι να εξαντληθεί όλος ο πληθυσμός των 100. Ο αρχικός πληθυσμός δηλαδή στην αρχή του έτους 0 είναι 100, οι θνήσκοντες κατά τη διάρκεια του ίδιου έτους είναι 20, επομένως οι επιζώντες κατά την έναρξη του επομένου έτους (του έτους 1) είναι:

$$100 - 20 = 80$$

και ο μέσος όρος των επιζώντων κατά τη διάρκεια του έτους 0 είναι:

$$\frac{100 + 80}{2} = 90$$

Οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται για να παραστήσουν τα μεγέθη που περιγράφηκαν μέχρι εδώ, είναι:

- αριθμός του καθενός έτους x
- πληθυσμός που βρίσκεται εν ζωή στην αρχή του κάθε έτους l_x
- θάνατοι που συνέβησαν κατά τη διάρκεια της καθεμιάς χρονιάς d_x
- μέσος αριθμός επιζώντων κατά το μέσο του έτους L_x

Για την κατάστρωση ενός πίνακα επιβίωσης νοούνται και κάποια άλλα μεγέθη τα οποία παράγονται από τα προαναφερθέντα:

- η πιθανότητα επιβίωσης του πληθυσμού που βρίσκεται εν ζωή στην αρχή του κάθε έτους κατά τη διάρκεια του έτους. Συμβολίζεται με p_x και ισούται με τους θανάτους που συνέβησαν κατά τη διάρκεια του έτους x (δηλαδή το μέγεθος d_x) προς τον αρχικό πληθυσμό του έτους που είναι l_x
- τα έτη ζωής που συμπλήρωσε ο πληθυσμός από τη χρονιά x μέχρι τον θάνατο και του τελευταίου εναπομένοντος μέλους της γενιάς. Η ποσότητα αυτή παρίσταται με το σύμβολο T_x και για τον υπολογισμό της θα διερευνήσουμε δύο οδούς.

Μία εκδοχή είναι να λάβουμε υπόψη την πορεία των θανόντων κατ' έτος: συζητώντας για το έτος 0 αυτοί που πέθαναν ήταν δύο (ισοκατανεμημένοι κατά τη διάρκεια του έτους, άρα συμμετρικά ως προς το μέσο του έτους), άρα η χρονική διάρκεια που έζησαν και οι δύο μαζί ισούται με ένα ημερολογιακό έτος. Γενικεύοντας επομένως, η ποσότητα αυτή είναι κατά έτος ηλικίας:

$${}_nT_x = d_x \cdot \left(x - n + \frac{1}{2}\right)$$

όπου n είναι η ηλικία για την οποία γίνεται ο υπολογισμός των συνολικών ετών που έζησε η αρχική φάλαγγα, το x παίρνει τιμές όλες τις μεγαλύτερες του n και ισχύει η εξίσωση:

$$T_x = \sum [d_x \cdot (x - n + \frac{1}{2})]$$

που παριστάνει το άθροισμα των ετών που επέζησε συνολικά η αρχική φάλαγγα μέχρι να λείψει και ο τελευταίος εκπρόσωπός της, δηλαδή για το έτος n και όλα τα επόμενα.

Άλλη πρόσφορη μέθοδος είναι να γίνουν οι υπολογισμοί με βάση το πώς φθίνει στην πορεία της γενεάς προς το θάνατο, η στήλη των L_x δηλαδή των επιζώντων εις το μέσον του έτους. Τότε το ζήτημα είναι απλούστερο και δεν έχουμε παρά να αθροίσουμε συνολικά τη στήλη αυτήν. Ισχύει λοιπόν η σχέση:

$$T_x = \sum L_x$$

Η αναγωγή του συνόλου των ετών που έζησε η γενιά προς τον πληθυσμό με τον οποίο ξεκίνησε, δείχνει το πόσο προσδοκάται ότι θα ζήσει σε έτη ο πληθυσμός αυτός. Είναι δηλαδή:

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

Πρακτική εφαρμογή των υπολογισμών που περιγράφηκαν στο υποθετικό παράδειγμα της γενιάς των 100 ατόμων φαίνεται στον Πίνακα II όπου έγινε υπολογισμός του L_x με τις δύο προαναφερθείσες μεθόδους καθώς και των T_0 και e^0_0 αντίστοιχα (Η στήλη L'_x παριστάνει τον υπολογισμό των ετών ζωής με βάση τους κατά έτος θανόντες).

x	l_x	q_x	d_x	L_x	L'_x
0	100	0,20	20	90	10
1	80	0,30	20	70	30
2	60	0,30	20	50	50
3	40	0,50	20	30	70
4	20	1,00	20	10	90

250	250	T_0
2,5	2,5	e^0_0

Πίνακας II. Κατάστρωση πίνακα επιβίωσης μιας υποθετικής γενιάς με αρχικό πληθυσμό 100 ατόμων και μέγιστο επιβίωσης 5 χρόνια.

Αξίζει να επισημανθεί ότι στον πίνακα αυτόν, ο ρυθμός με τον οποίο εμφανίζονται οι θάνατοι στην πορεία του χρόνου είναι μεν σταθερός σε απόλυτους αριθμούς, αλλά ούτε η θνησιμότητα (κατά τα γνωστά) παραμένει σταθερή, ούτε βέβαια η πιθανότητα επιβίωσης στην αρχή του καθενός έτους, αφού διαρκώς μεταβάλλεται ο πληθυσμός αναφοράς.

Το υποθετικό αυτό παράδειγμα μεταβάλλεται σύμφωνα με τον Πίνακα ΙΙΙ εάν παραλειφθεί ένας θάνατος στην ηλικία 0.

x	l_x	q_x	d_x	L_x	L'_x
0	100	0,19	19	90,5	9,5
1	81	0,25	20	71	30
2	61	0,33	20	51	50
3	41	0,49	20	31	70
4	21	0,95	20	11	90

254,5	249,5	T_0
2,545	2,495	e^0_0

Πίνακας ΙΙΙ. Κατάστρωση πίνακα επιβίωσης μιας υποθετικής γενιάς με αρχικό πληθυσμό 100 ατόμων και μέγιστο επιβίωσης 5 χρόνια. Δεν καταγράφηκε ένας θάνατος στο πρώτο έτος της ζωής.

Η παράλειψη του ενός περιστατικού θανάτου στην ηλικία 0 μετέτρεψε το άτομο αυτό σε αθάνατο. Αναμενόμενο είναι ότι το προσδόκιμο επιβίωσης ελάχιστα μεταβλήθηκε λόγω αυτής της απώλειας εγγραφής. Ωστόσο μεταξύ των δύο μεθόδων υπολογισμού που περιγράφονται η μεταβολή των τιμών τους από τις αρχικές του Πίνακα ΙΙ είναι η μια δεκαπλάσια της άλλης. Στη μέθοδο που υπολογίζει το προσδόκιμο επιβίωσης σύμφωνα με τα έτη που επέζησαν οι θανόντες κατά έτος, ένας θάνατος σε μικρή ηλικία έχει πολύ μικρότερη βαρύτητα.

x	l_x	q_x	d_x	L_x	L'_x
0	100	0,20	20	90	10
1	80	0,25	20	70	30
2	60	0,33	20	50	50
3	40	0,50	20	30	70
4	20	0,95	19	10,5	85,5

250,5	245,5	T_0
2,505	2,455	e^0_0

Κατάστρωση πίνακα επιβίωσης μίας υποθετικής γενιάς με αρχικό πληθυσμό 100 ατόμων και μέγιστο επιβίωσης 5 χρόνια. Δεν καταγράφηκε ένας θάνατος στο τελευταίο έτος της ζωής.

Αντίστοιχα η παράλειψη ενός περιστατικού θανάτου στην ηλικία 4 επίσης ελάχιστα μεταβάλλει το προσδόκιμο επιβίωσης λόγω αυτής της απώλειας εγγραφής.

Μεταξύ των δύο μεθόδων υπολογισμού που περιγράφονται η μεταβολή των τιμών τους από τις αρχικές του Πίνακα II είναι και πάλι η μία δεκαπλάσια της άλλης. Αυτή τη φορά αντίστροφα, στη μέθοδο που υπολογίζει το προσδόκιμο επιβίωσης σύμφωνα με τα έτη που επέζησαν οι θανόντες κατά έτος, ένας θάνατος σε μεγάλη ηλικία έχει πολύ μεγαλύτερη βαρύτητα και αντιμετωπίζει το περιστατικό σαν να μη γεννήθηκε ποτέ, σαν να μην υπήρξε ποτέ.

Για τους συνεπτυγμένους πίνακες επιβίωσης ισχύουν τα ίδια περίπου, μόνο που οι ηλικιακές ομάδες αντί για μεμονωμένα έτη αφορούν πενταετείς ηλικιακές ομάδες. Λόγω της βαρύτητας της βρεφικής θνησιμότητας, αλλά και επειδή ο υπολογισμός της γίνεται διαφορετικά από ότι σε κάθε άλλη ηλικία (αναγωγή των θανάτων στον συνολικό αριθμό των γεννηθέντων ζώντων και όχι στον πληθυσμό κατά το μέσο του έτους, γίνεται ιδιαίτερη μνεία της ηλικίας 0 και στους συνεπτυγμένους πίνακες επιβίωσης.

Όσα αναφέρθηκαν παραπάνω ισχύουν με την προϋπόθεση ότι οι θάνατοι είναι ισοκατανεμημένοι κατά τη διάρκεια του έτους. Η παραδοχή αυτή δεν ευσταθεί, αφού είναι γνωστό εμπειρικά ότι όσο αυξάνει η ηλικία τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα θανάτου, άρα και εντός των πενταετών ηλικιακών ομάδων υπάρχουν τέτοιου τύπου διαφορές. Ειδικά για την ηλικία 0 ισχύει το αντίθετο: η ένταση του θανάτου είναι μεγαλύτερη, πλησιέστερα προς τη στιγμή της γέννησης. Για τον λόγο αυτόν προτείνεται η χρήση των ακολούθων σχέσεων για τον υπολογισμό των επιζώντων κατά το μέσο των ηλικιακών ομάδων 0 και 1-4:

$$L_0 = 0.3 \cdot I_0 + 0.7 \cdot I_1$$

$${}_4L_1 = 1.9 \cdot I_1 + 2.1 \cdot I_5$$

Παρεμφερές ζήτημα τίθεται και για το τέλος του συνεπτυγμένου πίνακα επιβίωσης, όπου εκτός του ότι οι δηλώσεις της ηλικίας δεν θεωρούνται ακριβείς, είναι σαφές ότι δεν πρόκειται να πεθάνουν όλα τα μέλη της πληθυσμιακής ομάδας μέσα σε μία πενταετία. Για τους λόγους αυτούς, το μέγεθος L_{85+} υπολογίζεται με τη βοήθεια της προσεγγιστικής σχέσης:

$$L_{85+} = I_{85+} \cdot \log I_{85+}$$

Για τις πενταετίες του υπόλοιπου συνεπτυγμένου πίνακα επιβίωσης χρησιμοποιούνται οι τύποι:

$${}_5L_x = 5 \cdot \frac{1}{2} (I_x + I_{x+5})$$

Για την εξομάλυνση των τιμών της κατά ημερολογιακό έτος, ειδικής κατά ηλικία θνησιμότητας, εφαρμόστηκε η τεχνική των κινητών μέσων όρων με χρήση τριετιών. Για κάθε ημερολογιακό έτος επομένως ελήφθησαν τα δεδομένα της τριετίας περίξ αυτού, τόσο για τον πληθυσμό, όσο και για τους θανάτους.

Σύμφωνα με την μέθοδο που παρουσιάστηκε, καταστρώθηκαν κατά έτος από το 1957 μέχρι και το 1984, συνεπυγμένοι πίνακες επιβίωσης που αφορούσαν τις τριετίες 1956-1958 μέχρι και 1983-1985, ώστε να επέλθει εξομάλυνση των τιμών των θανάτων.

Από τα δεδομένα ενός πίνακα επιβίωσης, ενδιαφέρον έχει να απεικονισθούν γραφικά η στήλη των επιζώντων στην αρχή του κάθε έτους l_x όπως επίσης και το προσδόκιμο επιβίωσης στις διάφορες ηλικίες x , δηλαδή το μέγεθος e'_x για όσες ηλικίες είναι δυνατό να υπολογισθεί σε έναν συνεπυγμένο πίνακα επιβίωσης.

2.9 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Τα τεχνικά προβλήματα που προέκυψαν τόσο για την περιγραφή της θνησιμότητας όσο και για την κατάστρωση των συνεπυγμένων πινάκων επιβίωσης και των αντίστοιχων με εξαίρεση αιτιών θανάτου, σχετίζονται πρωταρχικά με την ηλεκτρονική καταγραφή των δεδομένων της μελέτης. Το υλικό της μελέτης, όπως προαναφέρθηκε αποτελούν τα πληθυσμιακά στοιχεία και τα δεδομένα θνησιμότητας του ελληνικού πληθυσμού κατά την μελετώμενη χρονική περίοδο, όπως διατηρούνται από τις συνεχείς εγγραφές που συγκεντρώνονται τελικά στην ΕΣΥΕ. Επειδή τα στοιχεία αυτά δεν ήταν εφικτό να βρεθούν σε ηλεκτρονική μορφή, αναπτύχθηκε μία βάση δεδομένων, στην οποία εισήχθησαν οι συγκεντρωτικές εγγραφές (κατά φύλο, ηλικιακή ομάδα και έτος), κατάλληλα διαρθρωμένες, ώστε ευχερώς να χρησιμοποιηθούν για τους απαραίτητους υπολογισμούς.

Η εισαγωγή των δεδομένων έγινε στο πακέτο επεξεργασίας φύλλων εργασίας (spreadsheet package) EXCEL (Microsoft Corporation, 2005) και στη συνέχεια ακολουθήθηκε η διαδικασία εξαγωγής αρχείου (export file procedure), ώστε τα αρχεία που προέκυψαν να είναι αναγνώσιμα από τα περισσότερα βιοστατιστικά πακέτα. Για την εφαρμογή βιοστατιστικών δοκιμασιών έγινε χρήση του SPSS (SPSS Inc., 2005) και του EpiInfo Ver. 6.04 (CDC and WHO 2005).

Ακολούθως έγιναν πολλαπλοί έλεγχοι για να διαπιστωθεί η ορθή εισαγωγή των δεδομένων στα αρχεία. Οι απλές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πολλαπλές διασταυρώσεις των διαφόρων αθροισμάτων. Τα αθροίσματα των στηλών και των γραμμών του καθενός φύλλου εργασίας συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα του πρωτογενούς πίνακα της ΕΣΥΕ. Με τις μεθόδους αυτές πολλά λάθη διορθώθηκαν, ορισμένα από τα οποία δεν αφορούσαν μόνο λανθασμένες εισαγωγές τιμών.

2.10 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

2.10.1 Δημογραφικά δεδομένα

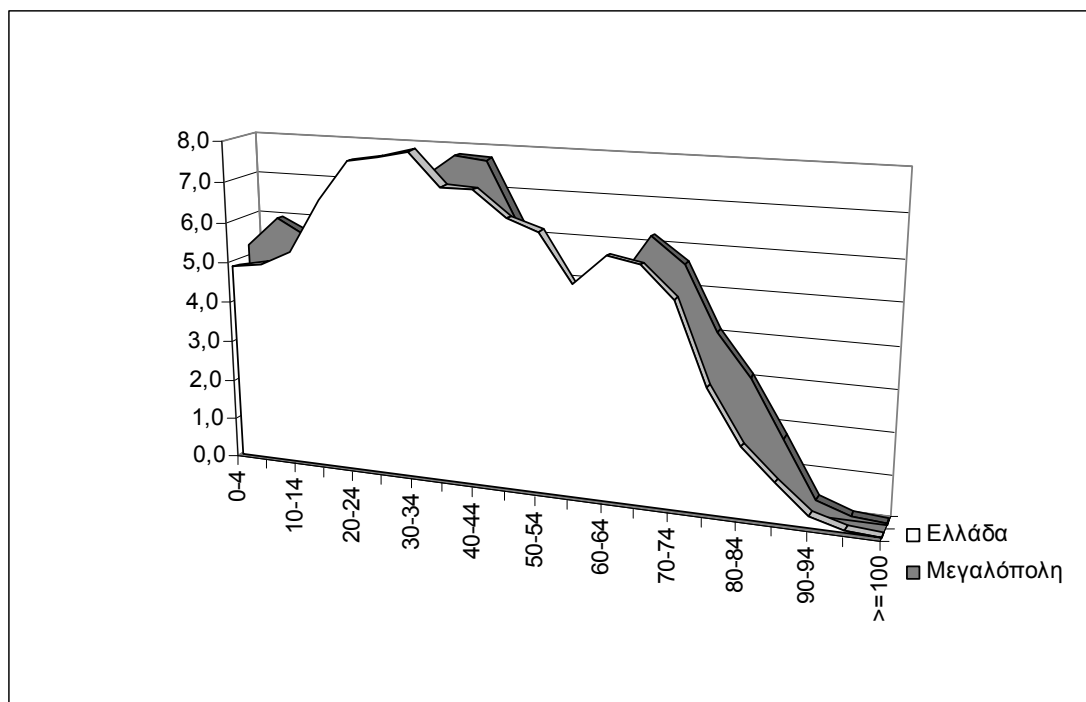
Έχει επισημανθεί πολλαπλά από τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία ότι το πρότυπο νοσηρότητας και θνησιμότητας του πληθυσμού σχετίζεται με την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Μια τέτοια ενδεικτική περίπτωση είναι και η Μεγαλόπολη, όπου χρησιμοποιείται ως καύσιμο από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς το κοίτασμα λιγνιτητύρφης της περιοχής. Παρά την πολύχρονη λειτουργία της μονάδας, δεν έχει γίνει διερεύνηση σε πληθυσμιακή βάση της κατά αιτία θνησιμότητας του πληθυσμού των περιοχών που γειτνιάζουν στον ΑΗΣ Μεγαλόπολης.

Η μελέτη αυτή προσεγγίζει το ζήτημα από τη σκοπιά της διερεύνησης του προτύπου νοσηρότητας ώστε να είναι εφικτή προκαταρκτικά η σχέτισή του με τα επίπεδα των ατμοσφαιρικών ρύπων στην περιοχή.

Στη φάση αυτήν η μελέτη αποτελεί διερεύνηση του προτύπου της κατά αιτία θνησιμότητας του πληθυσμού της περιοχής, με χρήση των εγγραφών των πιστοποιήσεων θανάτου για τη χρονική περίοδο που είναι αυτές οι καταγραφές διαθέσιμες.

Το πρωταρχικό θέμα που είναι σκόπιμο να αναπτυχθεί είναι η ηλικιακή δομή του πληθυσμού του Δήμου Μεγαλόπολης ώστε να γίνεται σύγκριση με την αντίστοιχη δομή του συνόλου της ελληνικής επικράτειας.

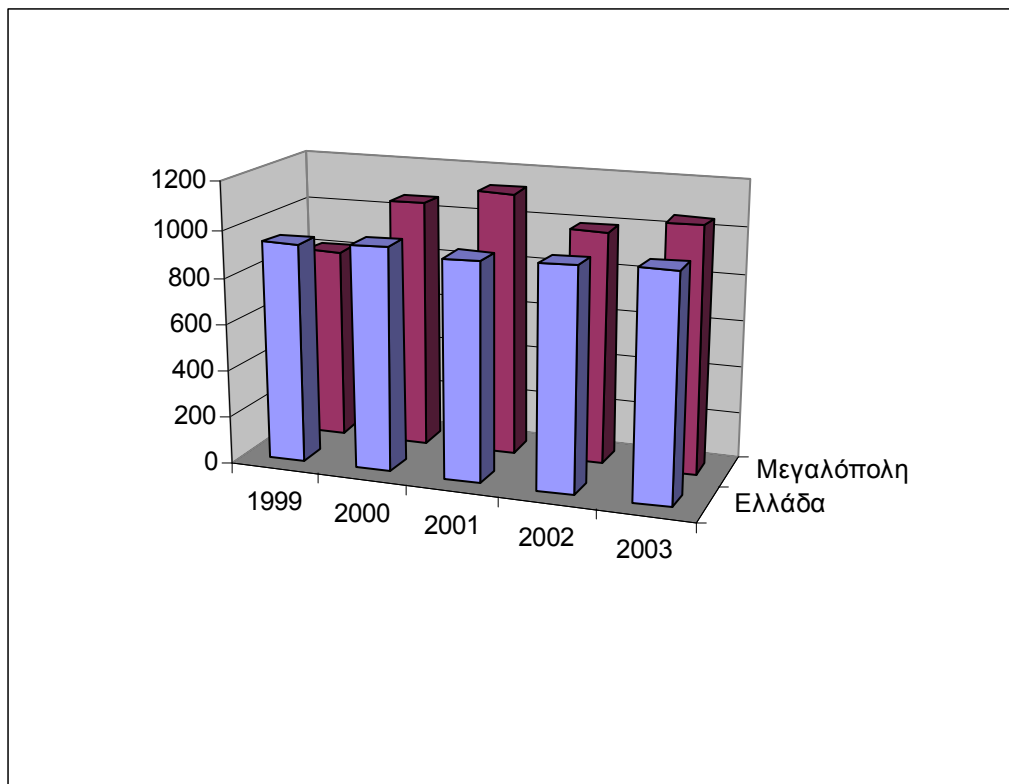


Ηλικιακή δομή του πληθυσμού του Δήμου Μεγαλόπολης (γκρίζα απόχρωση) συγκριτικά με τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας (λευκή απόχρωση) σε εκατοστιαία αναλογία κατά ηλικιακή ομάδα.

Στο παραπάνω γράφημα διακρίνεται η ηλικιακή δομή του πληθυσμού του Δήμου Μεγαλόπολης (γκρίζα απόχρωση) συγκριτικά με τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας (λευκή απόχρωση) σε εκατοστιαία αναλογία κατά ηλικιακή ομάδα. Είναι σαφής αμυδρή υπέρβαση όλων των ηλικιακών ομάδων άνω των 55 ετών του πληθυσμού του Δήμου Μεγαλόπολης σε σχέση με την αντίστοιχη δομή του συνόλου του πληθυσμού της Ελλάδας. Επίσης η κοίλη καμπή που αφορά το χάσμα της γενιάς της κατοχής είναι βαθύτερη για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης και παρατηρείται υστέρηση για τις ηλικίες 45-55 ετών. Αντίθετα υπερέχει ο πληθυσμός του Δήμου Μεγαλόπολης στις ηλικιακές ομάδες 0-10 ετών και 35-50 ετών συγκριτικά με τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας. Δεδομένου ότι δεν προσδοκάται υψηλή θνησιμότητα στις νεαρές ηλικίες που προαναφέρθηκαν, ενώ αντίθετα έντονες αναμένεται ότι είναι οι δυνάμεις φθοράς (λόγω θνησιμότητας) στις ηλικίες άνω των 65 ετών, θα πρέπει να επισημανθεί ότι κατουσίαν ο πληθυσμός του Δήμου Μεγαλόπολης έχει ηπίως πλέον γηρασμένη δομή σε σύγκριση με το σύνολο του πληθυσμού της Ελλάδας.

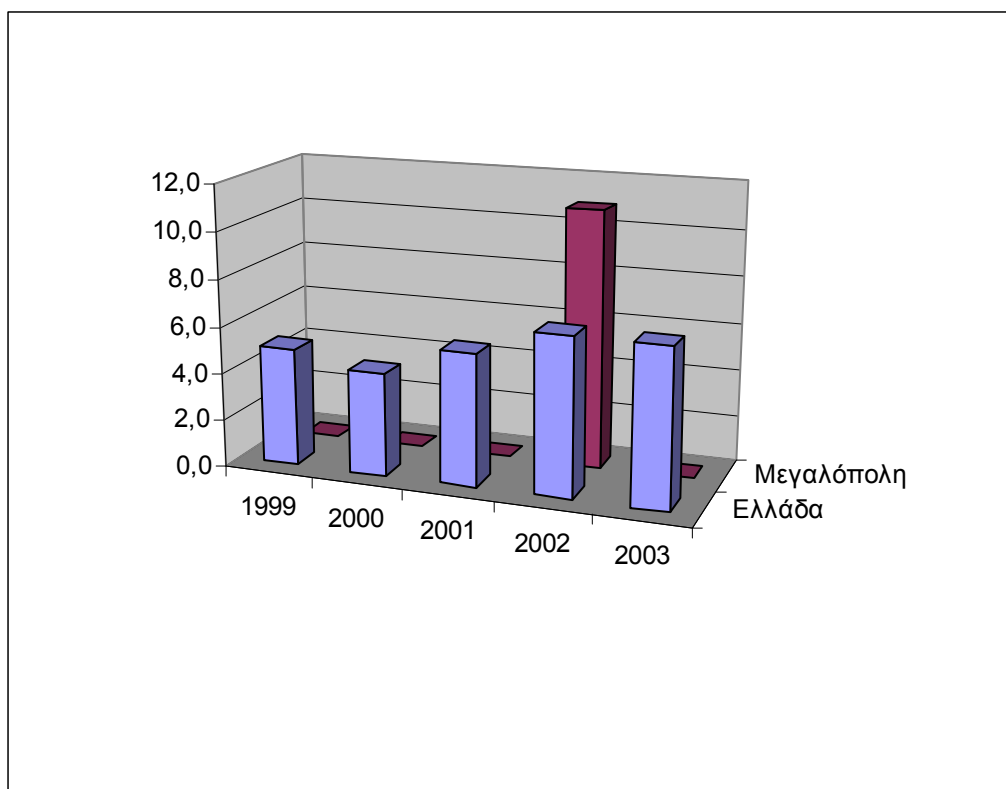
2.10.2 Θνησιμότητα

Η ένταση των δυνάμεων φθοράς του πληθυσμού αποτυπώνεται με τον αδρό συντελεστή θνησιμότητας (όπως περιγράφηκε εισαγωγικά) ανεξαρτήτως αιτίας θανάτου και απεικονίζεται στο γράφημα που ακολουθεί κατά έτος για τη μελετώμενη χρονική περίοδο. Οι τιμές του κατακόρυφου άξονα αφορούν αριθμό θανάτων ανά 100.000 κατοίκους.



Αδρός συντελεστής θνησιμότητας (ανεξαρτήτως αιτίας θανάτου) για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές που αφορούν τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας (θάνατοι ανά 100.000 κατοίκους).

Είναι ευδιάκριτο ότι ήπια ανιούσα τάση διακρίνεται για το σύνολο του ελληνικού πληθυσμού, ενώ για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης οι τιμές εν γένει υπερβαίνουν τις αντίστοιχες τιμές του συνόλου της ελληνικής επικράτειας. Συζήτηση για την τάση δεν νοείται δεδομένου του μικρού χρονικού εύρους που διερευνάται, αλλά προκύπτει η αναγκαιότητα για περαιτέρω μελέτη.

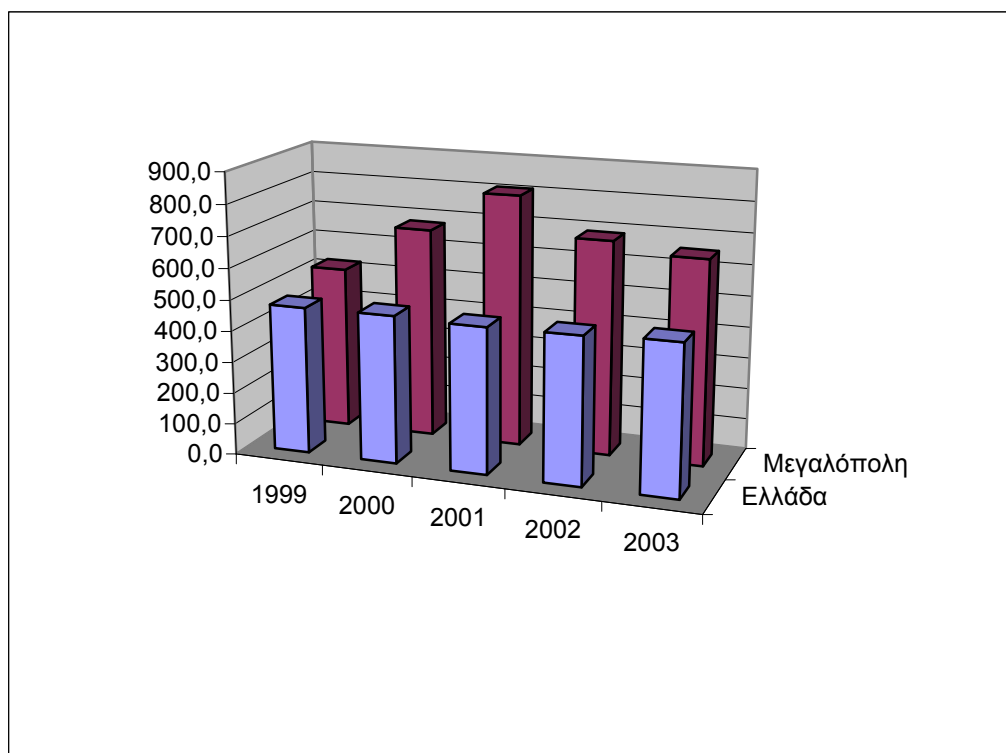


Ειδικός συντελεστής θνησιμότητας (οφειλόμενης σε λοιμώδη νοσήματα) για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές που αφορούν τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας (θάνατοι ανά 100.000 κατοίκους).

Είναι σαφές ότι στο ανωτέρω γράφημα παρουσιάζονται ελαχιστοποιημένες οι τιμές συνολικά, λόγω του προτύπου της φάσης της επιδημιολογικής ή δημογραφικής μετάβασης στο οποίο βρίσκεται ο ελληνικός πληθυσμός. Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό, προσδοκώμενο είναι να έχουν περιορισθεί οι τιμές θνησιμότητας που σχετίζεται με λοιμώδη και παρασιτικά νοσήματα, απότοκο της βελτίωσης των συνθηκών ζωής του ελληνικού πληθυσμού.

Δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ότι διακρίνεται τάση για το σύνολο του ελληνικού πληθυσμού (παρά το γεγονός ότι στη μελετώμενη ημερολογιακή πενταετία παρατηρείται ανιούσα τάση), δεδομένου του σχετικά μικρού πληθικού αριθμού των τιμών της χρονοσειράς. Σε αναλυτικότερες μελέτες για τον ελληνικό πληθυσμό είναι συζητήσιμη η πιθανή ήπια έξαρση λοιμωδών νοσημάτων, που ωστόσο διαχρονικά έχουν περιορισθεί δραματικά. Η συσσώρευση των τιμών που αφορούν αντίστοιχα τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης στο έτος 2002 δεν μπορεί να αξιολογηθεί, ωστόσο ακόμα και όταν ειδωθεί η θνησιμότητα των λοιμωδών νοσημάτων

αθροιστικά για ολόκληρη την πενταετία είναι απολύτως σαφές ότι υστερεί σε σύγκριση με το αντίστοιχο μέγεθος του συνόλου του ελληνικού πληθυσμού.



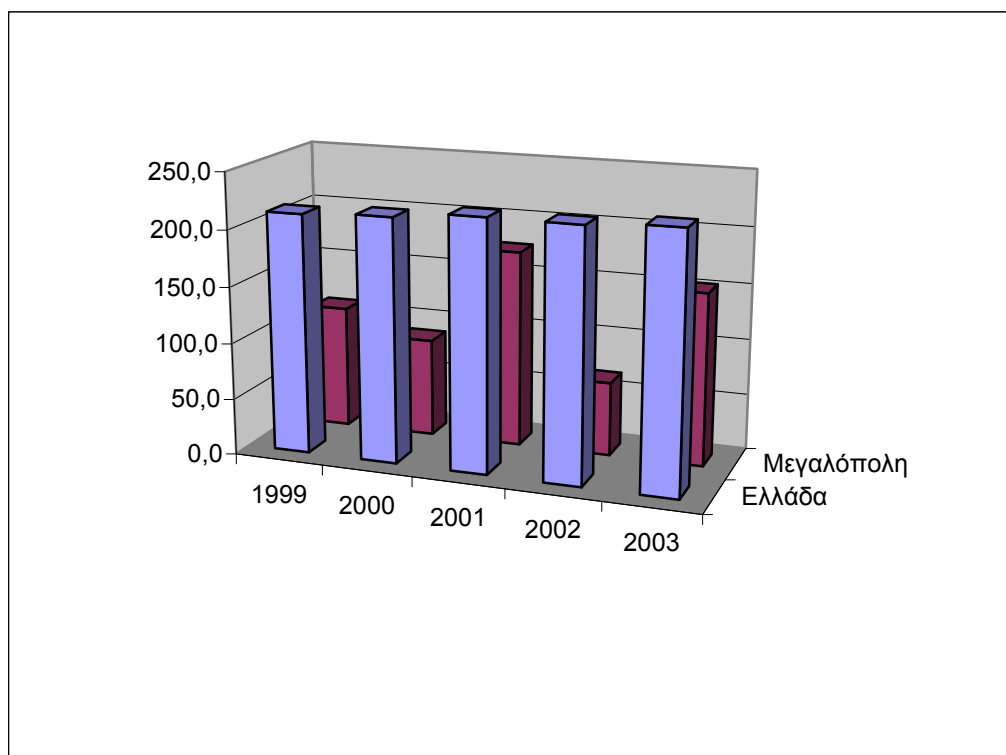
Ειδικός συντελεστής θνησιμότητας (οφειλόμενης σε καρδιαγγειακά νοσήματα) για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές που αφορούν τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας (θάνατοι ανά 100.000 κατοίκους).

Αντίθετα είναι σαφής η υπεροχή των τιμών που αφορούν τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης για τη θνησιμότητα λόγω καρδιαγγειακών νοσημάτων. Θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι πρόκειται για υπερεκτίμηση και άλλωστε η ένταση του λεγόμενου επιδημιολογικού θορύβου των τιμών υπαινίσσεται αυτό που έχει επισημανθεί επανειλημμένα περί διάγνωσης του συρμού (χωρίς σαφή νεκροτομική τεκμηρίωση).

Ωστόσο, θα μπορούσε να σχετίζεται με την χρόνια έκθεση σε περιβαλλοντικούς παράγοντες και πιθανόν να οφείλεται στην ήπια σχετική γήρανση του πληθυσμού της Μεγαλόπολης (σε σύγκριση με το σύνολο του ελληνικού πληθυσμού).

Από έποψη διαχρονικής επιδημιολογικής μελέτης οικολογικού τύπου, υφίσταται ισχυρή ένδειξη συσχέτισης, αφού οι περιβαλλοντικές μετρήσεις

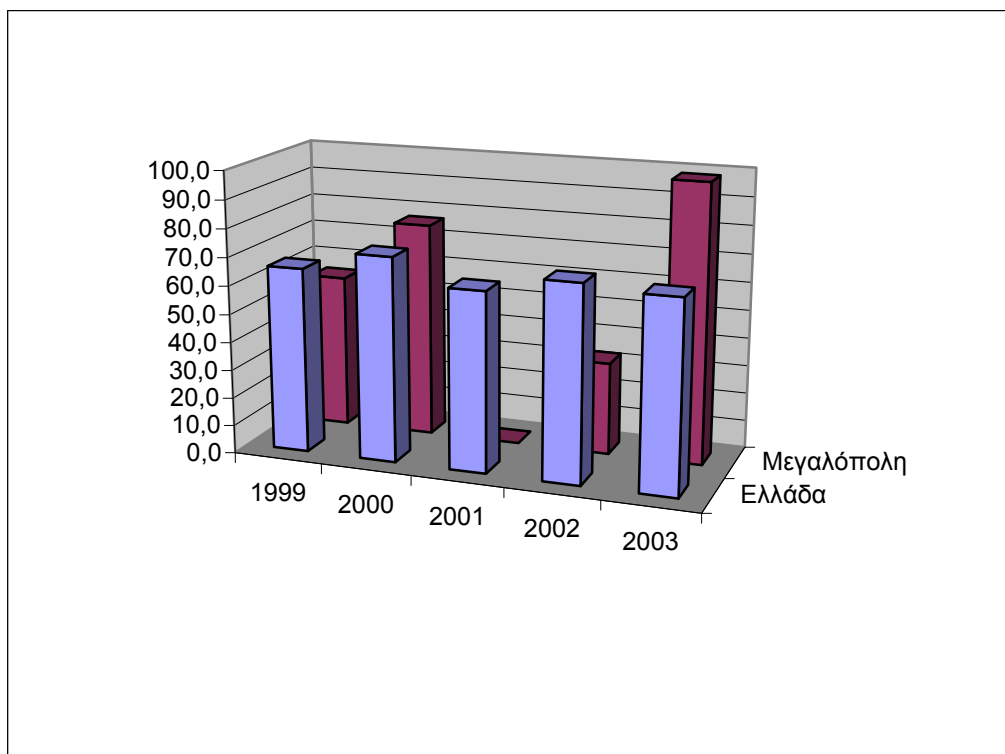
παρουσιάζουν έξαρση τιμών για το 2001, όπως φαίνεται στο επόμενο μέρος του κεφαλαίου αυτού.



Ειδικός συντελεστής θνησιμότητας (οφειλόμενης σε κακοήγη νεοπλάσματα) για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές που αφορούν τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας (θάνατοι ανά 100.000 κατοίκους).

Αντίθετα με τα καρδιαγγειακά νοσήματα, η περιγραφή της αντίστοιχης χρονοσειράς που αφορά τις τιμές της θνησιμότητας λόγω καρκίνου, παρατηρείται υστέρηση για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης σε σύγκριση με το σύνολο του ελληνικού πληθυσμού. Και πάλι υφίσταται έντονος επιδημιολογικός θόρυβος, ενώ θα μπορούσε να συζητηθεί εν' προκειμένω υποεκτίμηση, παρά το γεγονός ότι η βιβλιογραφία αναφέρει ότι στα κακοήγη νεοπλάσματα δεν υφίστανται πλέον διαρροές στην καταγραφή.

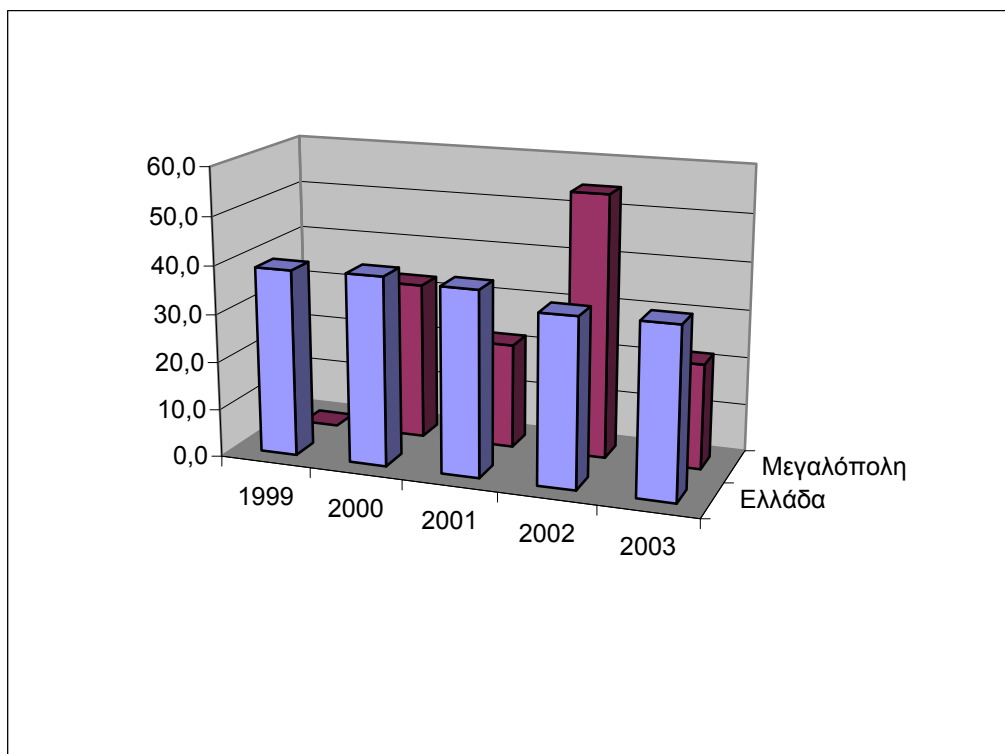
Η ήπια σχετική γήρανση του πληθυσμού της Μεγαλόπολης (σε σύγκριση με το σύνολο του πληθυσμού της ελληνικής επικράτειας) δεν συνάδει με τις χαμηλές τιμές που καταγράφονται στον ειδικό αυτόν επιδημιολογικό συντελεστή.



Ειδικός συντελεστής θνησιμότητας (οφειλόμενης σε νοσήματα του αναπνευστικού) για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές που αφορούν τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας (θάνατοι ανά 100.000 κατοίκους).

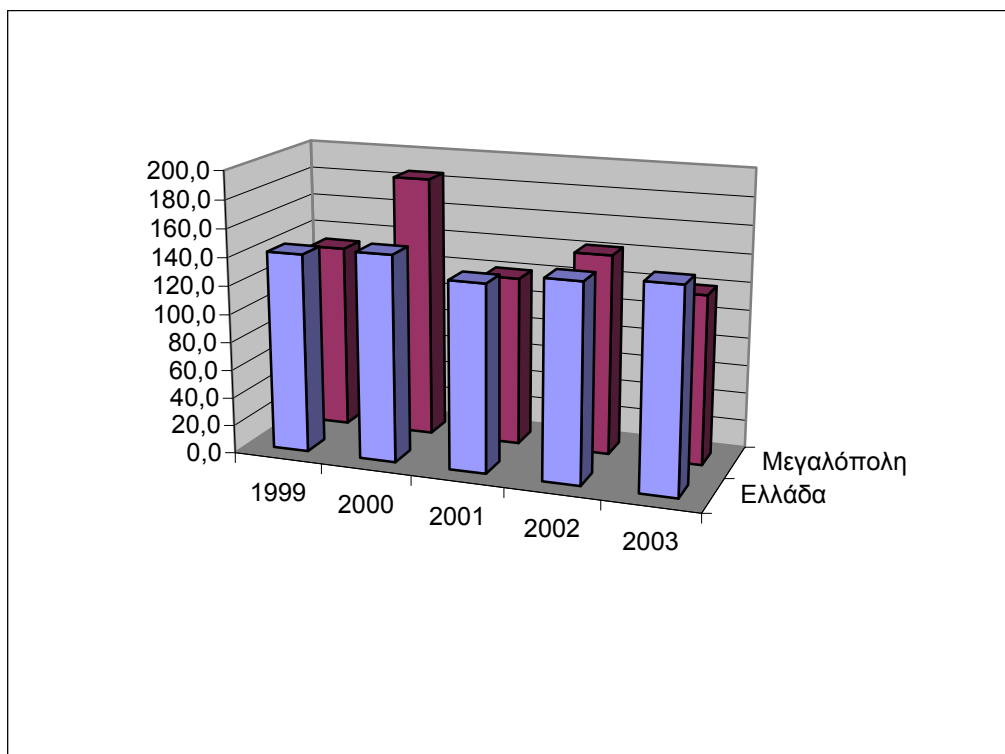
Για ορισμένα έτη εμφανίζεται υπερβάλλουσα θνησιμότητα λόγω νοσημάτων του αναπνευστικού για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης, που δεν μπορεί παρά να επισημανθεί και είναι ένδειξη για παραπέρα ειδική ανάλυση και διερεύνηση πιθανής σχέτισης με περιβαλλοντικούς παράγοντες έκθεσης. Σχετική βιβλιογραφία που αναφέρεται στον πληθυσμό του λεκανοπεδίου Αττικής έχει τεκμηριώσει με πρωτοποριακό τρόπο και σε ελληνικά δεδομένα τα αντίστοιχα δεδομένα της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Να επισημανθεί πάντως ότι η σύγκριση της θνησιμότητας της οφειλόμενης σε νοσήματα του αναπνευστικού για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης δεν γίνεται ουσιαστικά με μη εκτεθέντες (σύνολο ελληνικής επικράτειας), αφού τα 2/3 του ελληνικού πληθυσμού αφορούν την ευρύτερη περιοχή της πρωτεύουσας και της Θεσσαλονίκης.



Ειδικός συντελεστής θνησιμότητας (οφειλόμενης σε εξωτερικές αιτίες κάκωσης) για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές που αφορούν τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας (θάνατοι ανά 100.000 κατοίκους).

Οι εξωτερικές αιτίες κάκωσης (στις οποίες περιλαμβάνονται και τα ατυχήματα), παρουσιάζουν για το σύνολο του ελληνικού πληθυσμού πτωτική τάση, η οποία είναι πλέον ευδιάκριτη σε άλλες μελέτες από τη βιβλιογραφία που διερευνούν μεγαλύτερη χρονοσειρά τιμών. Οι τιμές που αφορούν τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης παρουσιάζουν έντονο επιδημιολογικό θόρυβο (αυξομειώσεις μεγάλου εύρους), επισήμανση που δεν συνάδει με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών από τη βιβλιογραφία που αφορούσαν τον πληθυσμό του Νομού Κοζάνης. Ωστόσο, ενθαρρυντικό είναι το στοιχείο ότι συνολικά για ολόκληρη την πενταετία της μελετώμενης χρονικής περιόδου.



Ειδικός συντελεστής θνησιμότητας (οφειλόμενης στις υπόλοιπες αιτίες θανάτου) για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές που αφορούν τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας (θάνατοι ανά 100.000 κατοίκους).

Άξιο επισημάνσης είναι ότι η θνησιμότητα η οφειλόμενη στις υπόλοιπες αιτίες θανάτου όσον αφορά τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης δεν παρουσιάζει τιμές στην χρονοσειρά που μελετήθηκε, που υπερβαίνουν εγγένει τις αντίστοιχες του συνόλου του ελληνικού πληθυσμού.

Είναι σαφές ότι η υπεροχή των τιμών λόγω καρδιαγγειακών νοσημάτων (που επισημάνθηκε παραπάνω) υπερκαλύπτει τις υπόλοιπες αιτίες θανάτου και δίνει ενδείξεις εγκυρότητας στην καταγραφή.

2.10.3 Αναλυτικές εγγραφές

Με την καταγραφή που έγινε στις ληξιαρχικές εγγραφές του Δήμου Μεγαλόπολης, προέκυψε ο ακόλουθος πίνακας.

<i>ΕΤΟΣ</i>	<i>ΑΡΡΕΝΕΣ</i>	<i>ΘΗΛΕΙΣ</i>	<i>ΣΥΝΟΛΟ</i>
1965	34	26	60
1966	22	29	51
1967	21	27	48
1968	18	20	38
1969	23	26	49
1970	26	29	55
1971	18	26	44
1972	29	23	52
1973	19	29	48
1974	24	27	51
1975	22	22	44
1976	27	24	51
1977	25	27	52
1978	18	35	53
1979	20	26	46
1980	29	28	57
1981	33	25	58
1982	32	35	67
1983	20	34	54
1984	26	26	52
1985	29	31	60
1986	28	32	60
1987	28	27	55
1988	25	23	48
1989	44	25	69
1990	24	34	58
1991	29	21	50
1992	40	33	73
1993	28	33	61
1994	33	25	58
1995	29	23	52
1996	26	24	50
1997	28	40	68
1998	37	26	63
1999	46	54	100
2000	47	65	112
2001	63	74	137
2002	55	59	114
2003	66	56	122
2004	66	49	115
2005	45	53	98
<i>ΣΥΝΟΛΟ</i>	<i>1302</i>	<i>1351</i>	<i>2653</i>

Εμφανής είναι η έξαρση της θνησιμότητας κατά το έτος 2001, που συνάδει με προηγούμενες επισημάνσεις, η οποία πρέπει να συναξιολογηθεί με την έξαρση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κατά το ίδιο έτος.

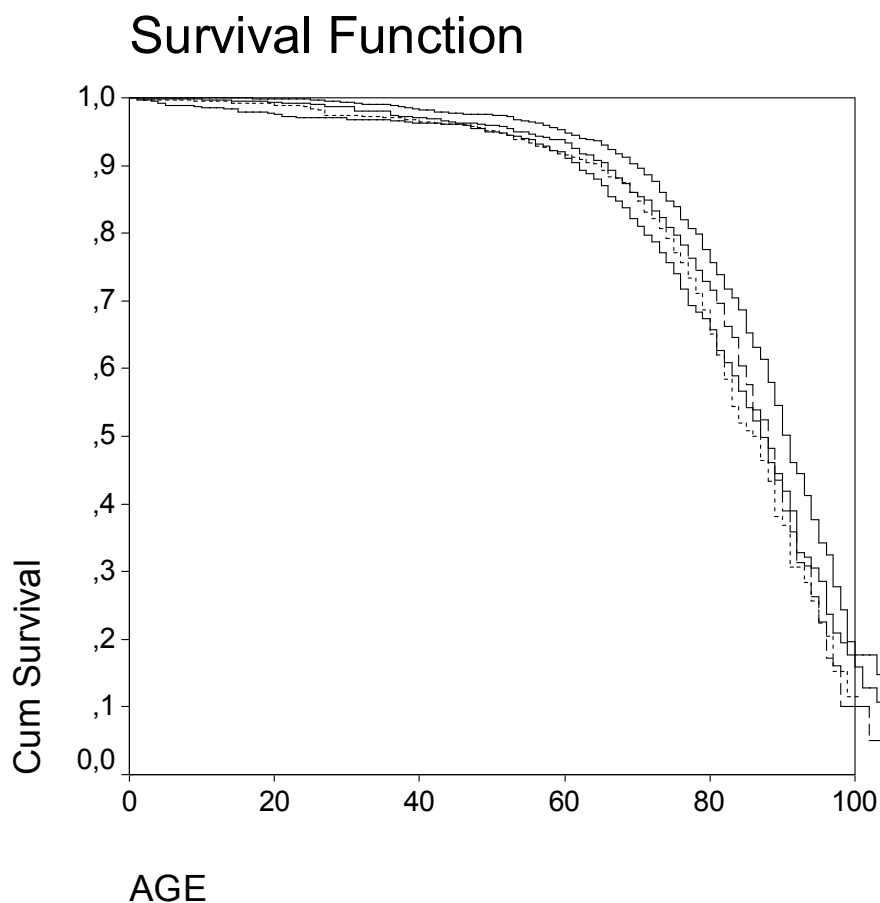
Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης οι μέσες τιμές της ηλικίας θανάτου και οι τυπικές αποκλίσεις, τυπικά σφάλματα, καθώς και τα όρια εμπιστοσύνης κατά ημερολογιακές δεκαετίες.

<i>ΕΤΗ</i>	<i>ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΑΝΑΤΩΝ</i>	<i>ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ</i>	<i>ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ</i>	<i>ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ</i>	<i>95% ΟΡΙΑ</i>	<i>ΕΜΠΙΣΤΟ ΣΥΝΗΣ</i>
1965-1975	537	74,35	17,615	,760	72,86	75,84
1976-1985	548	74,13	16,994	,726	72,70	75,55
1986-1995	584	77,86	14,904	,617	76,65	79,08
1996-2005	978	80,86	13,270	,424	80,03	81,70
<i>ΣΥΝΟΛΟ</i>	<i>2647</i>	<i>77,49</i>	<i>15,655</i>	<i>,304</i>	<i>76,89</i>	<i>78,08</i>

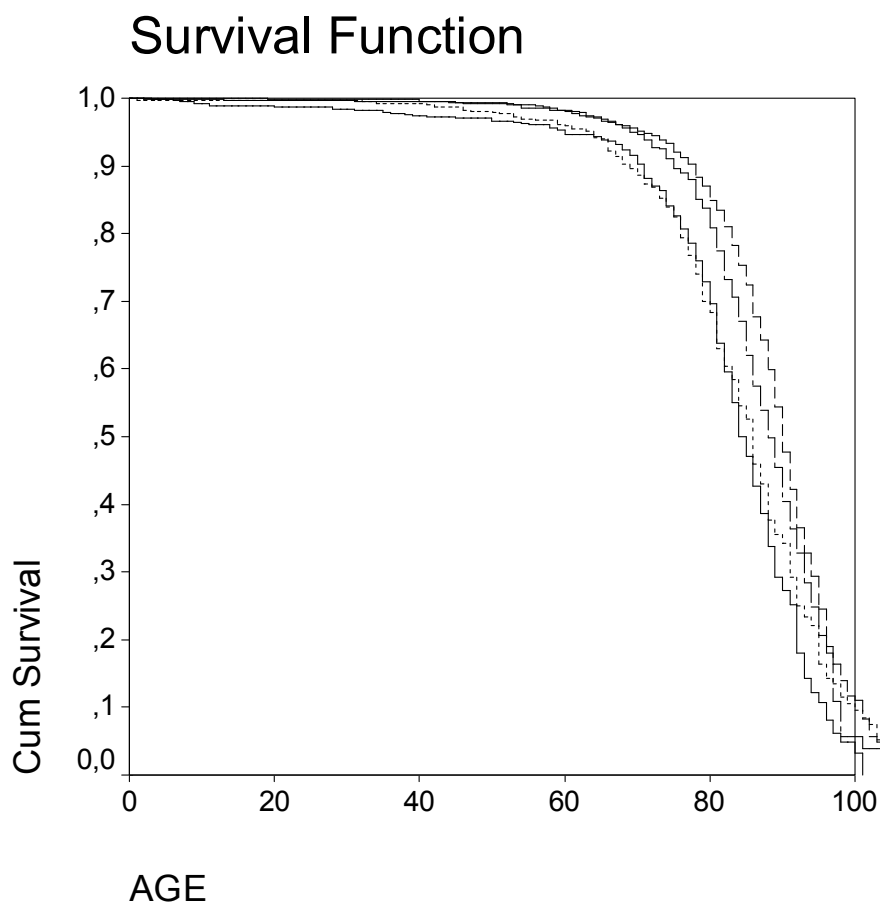
Είναι φανερό ότι προϊόντος του χρόνου ημερολογιακά αυξάνει η μέση τιμή θανάτου, γεγονός που υπονοεί παράταση του προσδόκιμου επιβίωσης και σχετική γήρανση του πληθυσμού.

Η εφαρμογή βιοστατιστικής δοκιμασίας ελέγχου υποθέσεως επιβεβαιώνει τις παρατηρήσεις αυτές και η στατιστική σημαντικότητα είναι ισχυρή ($p < 0.001$).

2.11 Πίνακες επιβίωσης, προσδόκιμο επιβίωσης



Ανάλυση επιβίωσης για τους άρρενες του πληθυσμού του Δήμου Μεγαλόπολης.

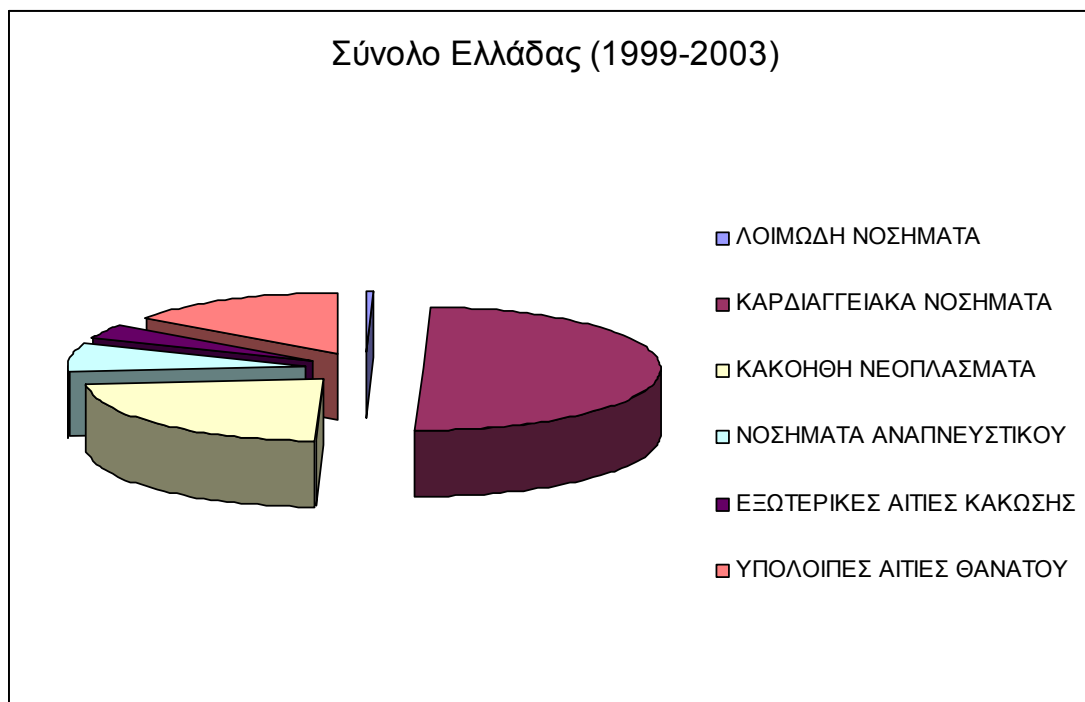


Ανάλυση επιβίωσης για τις θήλεις του πληθυσμού του Δήμου Μεγαλόπολης.

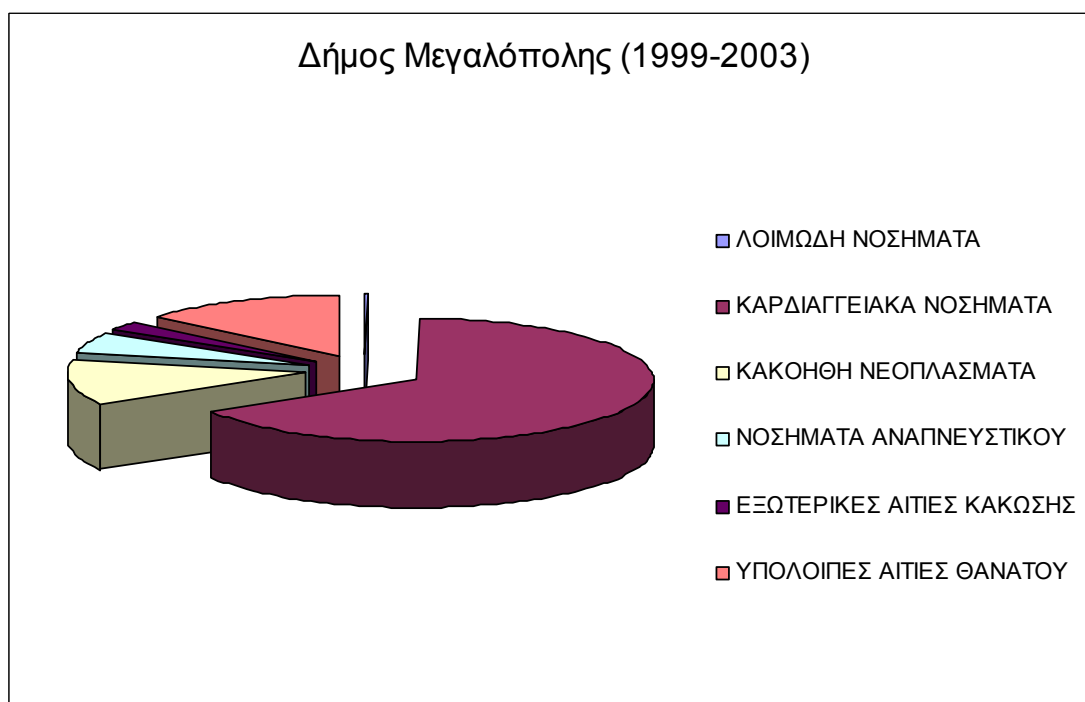
Η ανάλυση επιβίωσης, τεκμηριώνει τα παραπάνω, αφού διακρίνεται ότι τόσο για τους άρρενες, όσο και για τις θήλεις προϊόντος του χρόνου ημερολογιακά, αυξάνει το προσδόκιμο επιβίωσης. Και στις δύο γραφικές απεικονίσεις, οι ακραίες καμπύλες αφορούν τις ακραίες χρονολογικές δεκαετίες της μελετώμενης χρονικής περιόδου.

Λόγω του σχετικά μικρού αριθμού των εγγραφών, δεν μπορεί να γίνει ενδελεχής ανάλυση των καμπυλών επιβίωσης, αλλά δεν είναι ευχερής επίσης και η σύγκριση με τα δεδομένα του συνόλου του ελληνικού πληθυσμού, αφού δεν έχει ακολουθηθεί ταυτόσημο πρότυπο για την κατάστρωση των πινάκων επιβίωσης.

Το αξιοσημάντο είναι ότι διακρίνεται παραστασιακά η αύξηση του προσδόκιμου επιβίωσης στην πορεία του χρόνου ημερολογιακά.



Αναλογική θνησιμότητα (θάνατοι κατά αιτία στο σύνολο των θανάτων) για το σύνολο του πληθυσμού της ελληνικής επικράτειας (μέση τιμή κατά τη χρονική περίοδο 1999-2003).



Αναλογική θνησιμότητα (θάνατοι κατά αιτία στο σύνολο των θανάτων) για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης (μέση τιμή κατά τη χρονική περίοδο 1999-2003).

	Σύνολο Ελλάδας	Δήμος Μεγαλόπολης
ΛΟΙΜΩΔΗ ΝΟΣΗΜΑΤΑ	0,6	0,2
ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ	50,0	66,5
ΚΑΚΟΗΘΗ ΝΕΟΠΛΑΣΜΑΤΑ	23,3	11,7
ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ	7,2	5,2
ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΑΙΤΙΕΣ ΚΑΚΩΣΗΣ	4,0	2,6
ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΑΙΤΙΕΣ ΘΑΝΑΤΟΥ	14,9	13,9

Αναλογική θνησιμότητα (εκατοστιαία αναλογία θανάτων κατά αιτία στο σύνολο των θανάτων) για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης συγκριτικά με το σύνολο του πληθυσμού της ελληνικής επικράτειας (μέση τιμή κατά τη χρονική περίοδο 1999-2003).

Τα προηγούμενα δύο γραφήματα, καθώς και ο παραπάνω πίνακας δείχνουν την εμφανή υστέρηση της αναλογικής θνησιμότητας, όσον αφορά τα κακοήθη νεοπλασμάτα για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης σε σύγκριση με το σύνολο του ελληνικού πληθυσμού και την έντονη παρουσία των καρδιαγγειακών νοσημάτων ως κυρίαρχης αιτίας θανάτου στην περιοχή. Τα στοιχεία αυτά επιβάλλουν την περαιτέρω μελέτη και την διερεύνηση του φαινομένου με προοπτική μελέτη σε μεγαλύτερη χρονοσειρά.

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δεν διαπιστώθηκε αυξημένη επίπτωση νοσηρότητας από το αναπνευστικό σύστημα στις δειγματοληπτικές σπироμετρήσεις που έγιναν στους:

- ✓ εργαζομένους στη ΔΕΗ κατοίκους της Μεγαλόπολης
- ✓ εργαζομένους στη ΔΕΗ, μη μονίμους κατοίκους της Μεγαλόπολης
- ✓ μόνιμους κατοίκους της Μεγαλόπολης μη εργαζομένους στη ΔΕΗ
- ✓ μόνιμους κατοίκους της Τρίπολης (μάρτυρες)

Όσον αφορά τις διάφορες σπироμετρικές παραμέτρους, όπως τη ζωτική χωρητικότητα, διακρίνουμε μια μικρή πτώση των τιμών τους - χωρίς βέβαια αυτό να υποδηλώνει νοσηρή κατάσταση ή νόσο του αναπνευστικού- στατιστικά σημαντική, στους μη εργαζομένους στη ΔΕΗ μόνιμους κατοίκους της Μεγαλόπολης σε σχέση με τους μη εργαζομένους στη ΔΕΗ μόνιμους κατοίκους της Τρίπολης.

Αντίστοιχα το ίδιο διαπιστώνεται για τις τιμές του FEF_{25-75} στους εργαζομένους στη ΔΕΗ μόνιμους κατοίκους της Μεγαλόπολης σε σχέση με τους μη εργαζομένους στη ΔΕΗ μόνιμους κατοίκους της Τρίπολης.

Επιπλέον έχουμε μεγαλύτερη πιθανότητα πτώσης διαφόρων σπироμετρικών τιμών των κατοίκων ή και εργαζόμενων της Μεγαλόπολης σε σχέση με τους κατοίκους της Τρίπολης, χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά της πτώσης.

Εν κατακλείδι διαπιστώνεται πως η μελέτη είναι ενδεικτική και δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα λόγω χρονικών περιορισμών στη διάρκεια παρακολούθησης της κατάστασης υγείας των πληθυσμιακών ομάδων της μελέτης και του εύρους των λειτουργικών εξετάσεων της αναπνοής.

Για το λόγο αυτόν, θα μπορούσε να γίνεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, μελέτη παρακολούθησης τόσο των παιδιών (με διεύρυνση των ηλικιακών ομάδων), καθώς και των κατοίκων της ευρύτερης περιοχής, αλλά και των εργαζόμενων, ώστε να είναι εφικτή μια ανάλυση τόσο διαχρονική (και διατοπική), όσο και ως προς το ηλικιακό πρότυπο.

Παρατηρούνται, όμως, διάφορες τάσεις οι οποίες πρέπει να αξιολογηθούν στην κατεύθυνση της διερεύνησης της επίπτωσης της περιβαλλοντικής ή/και επαγγελματικής έκθεσης των κατοίκων και των εργαζόμενων της Μεγαλόπολης με προοπτικές (σε βάθος χρόνου) και μεγαλύτερης έκτασης επιδημιολογικές και κλινικοεργαστηριακές μελέτες.

Σχετικά με την περιβαλλοντική ρύπανση διαπιστώθηκαν τα εξής:

✓ Αναφορικά με το SO₂ η μεγαλύτερη μέση ετήσια συγκέντρωση του εξεταζόμενου διαστήματος (1997-2005) μετρήθηκε το 1997. Υψηλές τιμές συγκέντρωσης παρατηρήθηκαν και κατά τα έτη 1998, 2001 και 2005. Η διαχρονική εξέλιξη των τιμών παρόλο που δείχνει αυξομειώσεις των μέσων ετήσιων τιμών ρύπανσης από χρόνο σε χρόνο, η τάση εξέλιξης είναι γενικά πτωτική της τάξης του 6,6%. Οι μήνες με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι οι καλοκαιρινοί μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) με μεγαλύτερη συγκέντρωση αυτήν του Ιουλίου (78,43 μg/m³). Η συγκέντρωση του SO₂ είναι σχετικά σταθερή από τις 1:00π.μ. ως τις 9:00π.μ., αρχίζει να αυξάνεται από τις 11:00π.μ και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της στις 13:00μ.μ..

Οι μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης SO₂ κατά το έτος 2005 έχουν υπερβεί την οριακή τιμή των 350μg/m³ 246 φορές (σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/EK είναι η μέση ωριαία τιμή να μην υπερβαίνει περισσότερο από 24 φορές το χρόνο την οριακή τιμή).

Οι μέσες ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης SO₂ κατά το έτος 2005 έχουν υπερβεί την οριακή τιμή των 125μg/m³ 22 φορές (σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/EK είναι η μέση ωριαία τιμή να μην υπερβαίνει περισσότερο από 3 φορές το χρόνο την οριακή τιμή).

✓ Αναφορικά με τα ΑΣ₁₀ η μεγαλύτερη μέση ετήσια συγκέντρωση του εξεταζόμενου διαστήματος (1997-2005) μετρήθηκε το 2001. Η διαχρονική εξέλιξη των τιμών παρόλο που δείχνει αυξομειώσεις των μέσων ετήσιων τιμών ρύπανσης από χρόνο σε χρόνο, η τάση εξέλιξης είναι γενικά πτωτική της τάξης του 1,6%. Οι μήνες με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι οι καλοκαιρινοί μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) με μεγαλύτερη συγκέντρωση αυτήν του Ιουλίου (52,82 μg/m³). Η συγκέντρωση των ΑΣ₁₀ είναι σχετικά σταθερή από τις 2:00π.μ. ως τις 7:00π.μ., αρχίζει να αυξάνεται από τις 9:00π.μ και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της στις 10:00π.μ..

Οι μέσες ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης ΑΣ₁₀ κατά το έτος 2005 έχουν υπερβεί την οριακή τιμή των 50μg/m³ 38 φορές (σύμφωνα με την οδηγία 1999/30/EK είναι η μέση ημερήσια τιμή δεν πρέπει να υπερβαίνει περισσότερο από 35 φορές το χρόνο την οριακή τιμή).

Η μέση ετήσια συγκέντρωση ΑΣ₁₀ κατά το έτος 2005 είναι 32,32μg/m³ και δεν υπερβαίνει την οριακή τιμή συγκέντρωσης που είναι 40μg/m³.

Σχετικά με τη μελέτη Θνησιμότητας πρέπει να αναφέρουμε, ότι όσον αφορά την ηλικιακή δομή του πληθυσμού του Δήμου Μεγαλόπολης συγκριτικά με τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας είναι σαφής η αμυδρή υπέρβαση όλων των ηλικιακών ομάδων άνω των 55 ετών του πληθυσμού του Δήμου Μεγαλόπολης σε σχέση με την αντίστοιχη δομή του συνόλου του πληθυσμού της Ελλάδας. Επίσης η καμπή που αφορά το χάσμα της γενιάς της κατοχής είναι βαθύτερη για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης και παρατηρείται υστέρηση για τις ηλικίες 45-55 ετών. Αντίθετα υπερέχει ο πληθυσμός του Δήμου Μεγαλόπολης στις ηλικιακές ομάδες 0-10 ετών και 35-50 ετών συγκριτικά με τον πληθυσμό του συνόλου της ελληνικής επικράτειας. Συνοπτικά, θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο πληθυσμός του Δήμου Μεγαλόπολης έχει ηπίως πλέον γηρασμένη δομή σε σύγκριση με το σύνολο του πληθυσμού της Ελλάδας.

Αναφορικά με το σύνολο της θνησιμότητας, ανεξαρτήτως αιτίας θανάτου ενώ είναι ευδιάκριτο ότι ήπια ανιούσα τάση παρατηρείται για το σύνολο του ελληνικού πληθυσμού, για τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης οι τιμές ενγένηι υπερβαίνουν τις αντίστοιχες τιμές του συνόλου της ελληνικής επικράτειας.

Άξιο επισημάνσης είναι ότι για τα κακοήγη νεοπλάσματα εμφανίζεται υστέρηση των τιμών που αφορούν τον πληθυσμό του Δήμου Μεγαλόπολης, συγκριτικά με το σύνολο της ελληνικής επικράτειας, ενώ αντίθετα για τα καρδιαγγειακά εμφανίζεται ανάστροφο επιδημιολογικό πρότυπο.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις θα μπορούσαν να σχετίζονται με τη σχετική γήρανση του πληθυσμού της Μεγαλόπολης.

Η ανάλυση επιβίωσης, τεκμηριώνει τα παραπάνω, αφού διακρίνεται ότι τόσο για τους άρρενες, όσο και για τις θήλεις προϊόντος του χρόνου ημερολογιακά, αυξάνει το προσδόκιμο επιβίωσης και η επισημάνση αυτή στις ακραίες χρονολογικές δεκαετίες της μελετώμενης χρονικής περιόδου.

Σχετικά με το λειτουργικό έλεγχο της αναπνοής στα παιδιά, τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ενδεικτικές (μη τεκμηριωτικές) διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο φύλων, που επιτάσσουν περαιτέρω διερεύνηση, τόσο σε μέγεθος δείγματος, όσο και σε χρονική περίοδο.

Ενώ είναι σαφές ότι οι σπυρομετρικές παράμετροι στις απόλυτες τιμές τους διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ αρρένων και θηλέων, η εκατοστιαία αναλογία δεν δείχνει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων και όσον αφορά την FEV1. Οι τιμές κυμαίνονται περί τις 7 εκατοστιαίες μονάδες πάνω από τις τιμές αναφοράς (γενικού πληθυσμού ίδιας ηλικίας και φύλου). Ταυτόσημο πρότυπο φαίνεται να ακολουθείται για την FVC και οι τιμές κυμαίνονται περί τις 4 εκατοστιαίες μονάδες πάνω από τις τιμές αναφοράς (γενικού πληθυσμού ίδιας ηλικίας και φύλου).

Σε αντίθεση με τα παραπάνω, σχετικά με τον δείκτη TIF οι τιμές κυμαίνονται περί το 85-90% των τιμών αναφοράς του γενικού πληθυσμού ίδιας ηλικίας και φύλου.

Μια δεύτερη προσέγγιση με διαφορετική βιοστατιστική ανάλυση με διερεύνηση των ατόμων που λαμβάνουν τιμές κάτω από το 95% και το 100% των προβλεπόμενων τιμών αναφοράς δείχνει τα ακόλουθα:

- ✓ Οι τιμές της FEV1 που βρίσκονται κάτω από το 95% των προβλεπόμενων τιμών δείχνουν ότι υφίσταται οριακά στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων με σαφή υπεροχή των αγοριών σε πληθικό αριθμό (περίπου ένα αγόρι στα πέντε), ενώ για τα κορίτσια δεν βρέθηκε να υπάρχει κανένα.

- ✓ Συνολικά (ανεξαρτήτως φύλου) ένα στα δέκα παιδιά έχει τιμή κάτω από το 95% της αντίστοιχης οριακής τιμής για την FEV1.

- ✓ Ταυτόσημο αποτέλεσμα φαίνεται ότι προκύπτει και για το φύλο των παιδιών που λαμβάνουν τιμές μικρότερες από το 100% των προβλεπόμενων για την ίδια σπυρομετρική παράμετρο. Συνολικά (ανεξαρτήτως φύλου) ένα στα πέντε παιδιά έχει τιμή κάτω από την αντίστοιχη οριακή τιμή για την FEV1.

- ✓ Αντίθετα, για την FVC δεν παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των δύο φύλων, αλλά για το σύνολο των παιδιών φαίνεται ότι περί το 15% λαμβάνουν τιμές υποδεέστερες κατά 5% από τις αντίστοιχες για ηλικία και φύλο τιμές αναφοράς και περί το 27% συναντώνται με τιμές μικρότερες από το 100% των τιμών αναφοράς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γαβριηλίδης Α. 2001. Διδακτορική διατριβή. *Επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο αναπνευστικό σύστημα κατοίκων της επαρχίας Εορδαίας.*

Δρίβας Σ., Ζορμπά Κ. και Κουκουλάκη Θ. [2001], Μεθοδολογικός οδηγός για την εκτίμηση και πρόληψη του επαγγελματικού κινδύνου. Δεύτερη έκδοση. σσ. 236. Εκδ. ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. Αθήνα.

Κουλούρης Ν.: Σπυρομέτρηση, ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ 63,3:7

Barnard C.G., D.I. McBride, H.M. Firth, G. P. Herbison. Assessing individual employee risk factors for occupational asthma in primary aluminium smelting. *Occupa. Environ. Med.* 2004;**61**;604-608.

Bauer TT, Schultze-Werninghaus G, Kollmeier J, Weber A, Eibel R, Lemke B, Schmidt EW. Functional variables associated with the clinical grade of dyspnoea in coal miners with pneumoconiosis and mild bronchial obstruction. *Occup Environ Med.* 2001, 58(12): 794-799.

Becker S, Soukup JM, Gallagher JE. Differential particulate air pollution induced oxidant stress in human granulocytes, monocytes and alveolar macrophages. *Toxicol In Vitro.* 2002, 16(3): 209-218.

Bust S.A: Standardization of Spirometry. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1987, 136:1073-4.

Clausen J.L.: Prediction of Normal Values in Pulmonary Function Testing. *Clinics in Chest Medicine*, 1989, 10:135-43.

Clausen J.L.: The diagnosis of Emphysema, Chronic Bronchitis and Asthma. *Clinics in Chest Medicine*, 1990, 11:405-16.

Dantzker D.R. (Chairman): Standards for the diagnosis and care of patients with obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma. ATS official Statement. *Am. Rev. Respir. Dis.* 134:225-244. 1986.

European Community for Steel and Coal. Official statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J.* 1993, 6(Suppl.16): 5-40.

Gardner R.M., Crapo R. O., Nelson S.B.: Spirometry and flow-Volume Curves. *Clinics in Chest Medicine* 1989, 145-154.

Gardiner K., M. van Tongeren, M. Harrington. Respiratory health effects from exposure to carbon black: results of the phase 2 and 3 cross sectional studies in the European carbon black manufacturing industry. *Occup. Environ. Med.* 2001;**58**:496-503.

Gevenois PA, Sergent G, De Maertelaer V, Gouat F, Yernault JC, De Vuyst P. Micronodules and emphysema in coal mine dust or silica exposure: relation with lung function. *Eur Respir J*. 1998, 12(5): 1020-1024.

Kizil GV, Donoghue AM. Coal dust exposures in the longwall mines of New South Wales, Australia: a respiratory risk assessment. *Occup Med (Lond)*. 2002, 52(3): 137-149.

Montnemery P, Svensson C, Adelroth E, Lofdahl C-G, Andersson M, Greiff L, Persson CGA. Prevalence of nasal symptoms and their relation to self-reported asthma and chronic bronchitis/emphysema. *Eur Respir J* 2001, 17(7): 596-603.

Morgan WK. Coal mining and COPD. *Thorax*. 1998, 53(5):398-407.

Medical Research Council's Committee on Environmental and Occupational Health: Questionnaire on respiratory symptoms. 1986. London.

Ruppel G.: *Manual of Pulmonary Function Testing*, 5th ed., Mosby Year Book In. St. Louis 1991.

Saleh HA, Lund VJ: The nose as a target of air pollution. *Eur Respir Mon* 2001, 18:143-152.

Shim C.: Response to Bronchodilators. *Clinics in Chest Medicine*, 1989, 10:155-64.
Rodenstein O.O., Stanescu D.C.: Reassessment of Lung Volume measurement by Helium dilution and by Body plethysmography in Chronic Airflow obstruction. *Am. Rev. Respir. Dis*. 1982, 126:1040-1044.

Sichletidis L, Tsiotsios I, Daskalopoulou E, Ziomas I, Michailidis C, Chloros A: Environmental pollution impact on the respiratory system of lignite miners. *Am J Respir Crit Care Med* 2001, 163(1): 169.

Wang X, Yu IT, Wong TW, Yano E. Respiratory symptoms and pulmonary function in coal miners: looking into the effects of simple pneumoconiosis. *Am J Ind Med*. 1999, 35(2):124-131.

2005 TLVs and BEIs, Published by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists, (ACGIH).