



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ & ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟΥ
ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΕ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ**

ΚΟΝΤΟΜΗΤΡΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
ΜΑΡΑΓΚΟΥ ΑΝΔΡΙΑΝΗ

Επιβλέπουσα καθηγήτρια

Αναπλ. Καθ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΚΑΤΣΙΒΕΛΑ

ΧΑΝΙΑ 2009

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Αναπλ. Καθ. Ελευθερία Κατσίβελα
2. MSc Αϊβαλιώτη Μαρία
3. MSc Κοπανάκης Ηλίας

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

Αυτήν την εργασία θα θέλαμε να την αφιερώσουμε στους γονείς μας που απλόχερα μας χάρισαν την πολύτιμη ευκαιρία να ανοίξουμε τα δικά μας φτερά με την δική τους δύναμη

ΘΑΝΑΣΗ ΚΑΙ ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΚΟΝΤΟΜΗΤΡΟΥ

ΓΙΑΝΝΗ ΚΑΙ ΦΑΝΗ ΜΑΡΑΓΚΟΥ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε εκ βαθέως πολλούς από τους ανθρώπους και παράγοντες που συντέλεσαν στην διεκπεραίωση αυτής της εργασίας.

-Πρώτα από όλα την καθηγήτρια μας κ. Κατσίβελα Ελευθερία, αναπληρώτρια καθηγήτρια του τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος του Παραρτήματος Χανίων του ΤΕΙ Κρήτης, για την πολύτιμη βοήθεια της και κυρίως για την ηθική της συμπαράσταση στην διάρκεια των σπουδών μας.

Ακόμα.....

-Την Α' και Β' Δημόσια Οικονομική Υπηρεσία (Δ.Ο.Υ.) του Νομού Χανίων για την παραχώρηση αδείας να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις μας, και ιδιαίτερος την προϊσταμένη κυρία Βλαμάκη και όλους τους εργαζομένους για το ενδιαφέρον στην εργασία μας και την διευκόλυνση της πραγματοποίησης των μετρήσεων μας στους χώρους εργασίας τους.

-Το Πολυτεχνείο Κρήτης και ιδιαίτερα τον κ. Λαζαρίδη Μιχάλη Αναπληρωτή Καθηγητή, υπεύθυνο του Εργαστηρίου Ατμοσφαιρικών Αιωρούμενων Σωματιδίων του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος, για το δανεισμό εργαστηριακού εξοπλισμού για την εκτέλεση της πειραματικής μας διαδικασίας προσδιορισμού αιωρούμενων σωματιδίων στον αέρα.

-Τέλος, το Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Χημείας και Βιοχημικών Διεργασιών του Τ.Ε.Ι Κρήτης Παραρτήματος Χανίων για την παραχώρηση εργαστηριακού εξοπλισμού για την υλοποίηση της πτυχιακής μας εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο στόχος της παρούσας πτυχιακής ήταν ο έλεγχος ποιότητας αέρα κλειστών κλιματιζόμενων χώρων προσδιορίζοντας τις συγκεντρώσεις των ετερότροφων βακτηρίων, των μυκήτων, των ολικών κολοβακτηρίων, αλλά και των εισπνεύσιμων αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα. Πραγματοποιήθηκαν 25 δειγματοληψίες σε εσωτερικούς κλιματιζόμενους χώρους εργασίας σε γραφεία ενός, τεσσάρων και περισσότερων ατόμων με εξυπηρέτηση κοινού σε κτίριο με κεντρικό σύστημα αερισμού και κλιματισμού σε συνθήκες ψύξης κατά την καλοκαιρινή περίοδο, σε συνθήκες θέρμανσης κατά την χειμερινή περίοδο και εν μέρει χωρίς κλιματισμό κατά την φθινοπωρινή περίοδο. Παράλληλα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε μη κλιματιζόμενο χώρο του ίδιου κτιρίου καθώς και μετρήσεις στο εξωτερικό περιβάλλον, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν σαν σημεία αναφοράς. Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας δείχνουν ξεκάθαρα, ότι τις ώρες αιχμής (11:00-14:00) η παρουσία των ετερότροφων βακτηρίων και των PM₁₀ σωματιδίων ήταν ιδιαίτερα αυξημένες. Ενώ οι υψηλές συγκεντρώσεις αερομεταφερόμενων ετερότροφων βακτηρίων είχαν άμεση σχέση με την ύπαρξη ατόμων στους εσωτερικούς χώρους, οι υψηλές συγκεντρώσεις PM₁₀ σωματιδίων επηρεάζονταν τόσο από τις υψηλές συγκεντρώσεις στο εξωτερικό περιβάλλον όσο και από δραστηριότητες στο εσωτερικό περιβάλλον (κάπνισμα, ύπαρξη ατόμων). Όσο αφορά το κεντρικό σύστημα αερισμού - κλιματισμού θεωρείται ότι λόγω της υψηλής συνάθροισης ανθρώπων σε μικρούς χώρους θα έπρεπε να ρυθμιστεί υψηλότερη ροή στην εναλλαγή αέρα από το εξωτερικό προς το εσωτερικό περιβάλλον και να εφαρμοστεί η νομοθεσία της απαγόρευσης του καπνίσματος σε εσωτερικούς χώρους.

ABSTRACT

The aim of the present work was to study the indoor air quality of conditioned rooms with the determination of the concentrations of heterotrophic bacteria, fungi, total coliforms and respirable particulate matter (PM₁₀) in the atmosphere. There were performed 25 samples measurements indoors in conditioned offices where one, four, and more people were present. The samples were taken in a building with central air – conditioning and ventilation system at cooling conditions during the summer, at heating conditions in winter and partly without air condition during the autumn season. In addition, samples were collected at a non conditioned room and outdoors which were used as controls. The results of the current work clearly show that the concentrations of heterotrophic bacteria and respirable particulate matter (PM₁₀) were elevated during the rush hours (11:00 – 14:00). Additionally, high concentrations of airborne heterotrophic bacteria were directly related to the number of people present inside the building. The high concentrations of PM₁₀ particles were affected both by high outdoor concentrations and indoor activities (smoking, presence of people). Concerning the central air conditioning – ventilation system that due to the present of several people in small rooms it should be set at higher infiltration rate and it must be implemented a banning of smoking.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο - ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο - ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	13
2.1 Βιοαεροζόλ.....	13
2.2 Μέγεθος βιοαεροζόλ και μέγεθος μικροοργανισμών.....	14
2.3 Σύνδρομο αρρώστων κτιρίων.....	15
2.3.1 Χημικοί Παράγοντες.....	17
2.3.2 Φυσικοί Παράγοντες.....	19
2.3.3 Βιολογικοί Παράγοντες.....	19
2.4 Αερομεταφερόμενοι παθογόνοι μικροοργανισμοί.....	19
2.5 Αερομεταφερόμενες ασθένειες.....	20
2.5.1 Ασθένειες υπερευαισθησίας.....	20
2.5.2 Μολυσματικές ασθένειες.....	21
2.5.2.1 Νόσος των λεγεωνάριων.....	22
2.6 Εσωτερικοί κλιματιζόμενοι χώροι.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο - ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.....	26
3.1 Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων.....	27
3.2 Διασπορά αέριων ρύπων.....	30
3.3 Ατμοσφαιρικοί ρύποι.....	33
3.3.1 Το διοξείδιο του άνθρακα CO ₂	33
3.3.2 Το μονοξείδιο του άνθρακα CO.....	34
3.3.3 Τα οξείδια του αζώτου NO _x	35
3.3.4 Σωματιδιακοί ρύποι (PM ₁₀).....	35
3.3.5 Μεθάνιο CH ₄	36
3.4 Οριακές τιμές εκπεμπόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα.....	37
3.5 Επιπτώσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο - ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ.....	40
4.1 Ρύπανση εσωτερικών χώρων.....	40

4.1.1	Ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικών χώρων	40
4.1.2	Σχετική υγρασία	43
4.1.3	Θερμοκρασία	44
4.1.4	Ροή Αέρα	44
4.2	Κλιματισμός εσωτερικών χώρων	48
4.2.1	Κλιματισμός και επίδραση στην υγεία	49
4.2.2	Κλιματιστικά και περιβάλλον	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο - ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ		51
5.1	Ελληνική νομοθεσία	51
5.2	Επιτρεπόμενα όρια συγκέντρωσης ρυπαντικών ουσιών	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ		53
6.1	Περιγραφή χώρων και μεθόδου δειγματοληψίας	53
6.2	Όργανα δειγματοληψίας και μετρήσεων	56
6.2.1	Δειγματολήπτης MAS 100	56
6.2.2	Πολυανιχνευτής αερίων	56
6.2.3	Μετρητής αιωρούμενων σωματιδίων PM ₁₀	56
6.2.4	Όργανο μέτρησης μετεωρολογικών παραμέτρων	57
6.3	Καλλιέργεια μικροοργανισμών και υποστρώματα	57
6.3.1	Τρόπος παρασκευής υποστρωμάτων	57
6.3.2	Θρεπτικά Υποστρώματα	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		60
7.1	Καλοκαιρινή περίοδος δειγματοληψιών	60
1η	Δειγματοληψία :12.07.2007	61
2η	Δειγματοληψία :16.07.2007	63
3η	Δειγματοληψία :17.07.2007	65
4η	Δειγματοληψία :18.07.2007	67
5η	Δειγματοληψία :19.07.2007	69
6η	Δειγματοληψία :23.07.2007	71
7η	Δειγματοληψία :25.07.2007	73
8η	Δειγματοληψία :27.07.2007	75
9η	Δειγματοληψία :20.07.2007 – Χρονική μεταβολή	77
10η	Δειγματοληψία :24.07.2007 – Χρονική μεταβολή	81
7.2	Φθινοπωρινή περίοδος δειγματοληψιών	84

11 ^η Δειγματοληψία :20.09.2007	85
12 ^η Δειγματοληψία :21.09.2007	87
13 ^η Δειγματοληψία :25.09.2007	89
14 ^η Δειγματοληψία :26.09.2007	91
15 ^η Δειγματοληψία :27.10.2007	93
16 ^η Δειγματοληψία :24.10.2007 – Χρονική μεταβολή.....	95
17 ^η Δειγματοληψία :28.09.2007 – Χρονική μεταβολή.....	99
18 ^η Δειγματοληψία – έλεγχος ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά.....	102
19 ^η Δειγματοληψία – έλεγχος ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά.....	104
7.3 Χειμερινή περίοδος δειγματοληψιών	106
20 ^η Δειγματοληψία :17.12.2007	107
21 ^η Δειγματοληψία :18.12.2007	109
22 ^η Δειγματοληψία :12.02.2008	111
23 ^η Δειγματοληψία :14.02.2008	113
24 ^η Δειγματοληψία :20.02.2008 – Χρονική μεταβολή.....	115
25 ^η Δειγματοληψία - έλεγχος ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά	119
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ^ο - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	121
8.1 Συμπεράσματα που απορρέουν για την καλοκαιρινή περίοδο	123
8.2 Συμπεράσματα που απορρέουν για την φθινοπωρινή περίοδο.....	125
8.3 Συμπεράσματα που απορρέουν για την χειμερινή περίοδο	127
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	129

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ο έλεγχος ποιότητας αέρα μέσω του προσδιορισμού του αερομεταφερόμενου μικροβιακού και σωματιδιακού φορτίου σε εσωτερικούς κλιματιζόμενους και μη χώρους. Συγκεκριμένα μελετήσαμε βακτήρια, μύκητες και αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας στο κτίριο της Δημόσιας Οικονομικής Υπηρεσίας (Δ.Ο.Υ.) του Νομού Χανίων σε συνθήκες ψύξης κατά την καλοκαιρινή περίοδο, σε συνθήκες θέρμανσης κατά το χειμερινή περίοδο και σε συνθήκες αερισμού κατά την φθινοπωρινή περίοδο με σειρά μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στους ίδιους χώρους και τις τρεις περιόδους. Πραγματοποιήθηκαν επίσης μετρήσεις κατά την φθινοπωρινή περίοδο. Ουσιαστικά έγινε προσδιορισμός των ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων, των ετερότροφων βακτηρίων και των εισπνεύσιμων σωματιδίων PM₁₀ καθώς και των συνθηκών που επικρατούσαν (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ροή αέρα και ταχύτητα αέρα).

Η πειραματική διαδικασία εκτελέστηκε με την βοήθεια εργαστηριακού και επιστημονικού εξοπλισμού που εφοδιαστήκαμε από το εργαστήριο Περιβαλλοντικής Χημείας και Βιοχημικών Διεργασιών του Τομέα Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας του Τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος του ΤΕΙ Κρήτης καθώς και με εξοπλισμό που μας δάνεισε το εργαστήριο Ατμοσφαιρικών Αιωρούμενων Σωματιδίων του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικότερα τα κεφάλαια και τα περιεχόμενα της παρούσας εργασίας.

Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται γενικά στην ύπαρξη των βιοαεροζόλ στην ατμόσφαιρα και αιτιολογεί την επιλογή του κτηρίου της εφορίας σαν σημείο αναφοράς.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται οι αερομεταφερόμενοι μικροοργανισμοί και αερομεταφερόμενες ασθένειες σε εσωτερικούς χώρους διαβίωσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται γενικά στη ρύπανση του αέρα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται πληροφορίες για την ποιότητα αέρα και για τον κλιματισμό των εσωτερικών χώρων και των επιδράσεων του στην υγεία.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται το νομοθετικό πλαίσιο που υπάρχει για την ποιότητα αέρα σε εσωτερικούς χώρους.

Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφεται το πειραματικό μέρος, αναφέρονται δηλαδή τα υλικά και οι αναλυτικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που συνοψίζονται σε μορφή πινάκων και γραφημάτων.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα που απορρέουν από το σχολιασμό των αποτελεσμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας ιδιαίτερα στα τέλη του 20^{ου} αιώνα συνοδεύθηκε από μία εκτεταμένη οικολογική καταστροφή στον πλανήτη μας. Η ατμόσφαιρα δεν έχει πλέον την δυνατότητα αυτοκάθαρσης μέσω των φυσικών μηχανισμών που διαθέτει. Μία από τις μορφές ρύπανσης αποτελεί η σωματιδιακή ύλη. Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ο προσδιορισμός των βιολογικής προέλευσης αιωρούμενων σωματιδίων (βιοαεροζόλ) παρόλο που η ύπαρξη αερομεταφερόμενων παθογόνων μικροοργανισμών (όπως π.χ. του ιού της γρίπης) είναι πολλά χρόνια γνωστή. Η μελέτη της προέλευσης και των επιπτώσεων των βιοαεροζόλ στην ανθρώπινη υγεία έχει αρχίσει να απασχολεί έντονα την επιστημονική κοινότητα και ιδιαίτερα λόγω των αυξημένων κρουσμάτων που αναφέρουν αερομεταφερόμενες ασθένειες από βιοαεροζόλ (π.χ. ιός Embola, βιολογικά όπλα, κτλ) [1].

Η μετακίνηση του αέρα παρέχει τον μηχανισμό για την διασπορά των βιοαεροζόλ (μετακίνηση από την μια θέση στην άλλη). Κάθε κυβικό μέτρο του εσωτερικού ή υπαίθριου αέρα μπορεί να περιέχει χιλιάδες ή ακόμα και εκατομμύρια μικροοργανισμούς και βιολογικά μόρια. Αυτά τα αερομεταφερόμενα βιολογικής προέλευσης μόρια και σωματίδια αναφέρονται συλλογικά ως βιοαεροζόλ. Τα βιοαεροζόλ μπορούν να είναι μικροοργανισμοί ή σωματίδια ή αέρια βιολογικής προέλευσης, τα οποία βρίσκονται στην ατμόσφαιρα. Τα παραδείγματα των βιοαεροζόλ μπορούν να περιλαμβάνουν ιούς, βακτήρια, μύκητες, γύρη, τεμαχισμένα σωματίδια από μικροβιακά κύτταρα ή έντομα, προϊόντα του μεταβολισμού των οργανισμών διαβίωσης (π.χ. περιττώματα εντόμων), πτητικές οργανικές ενώσεις βιολογικής προέλευσης, τοξίνες και άλλα [1].

Τα βιοαεροζόλ μπορούν να επιφέρουν επιπτώσεις στην υγεία μέσω της μετάδοσης ασθενειών αλλεργιών ή και τοξικολογικών αντιδράσεων. Η εισπνοή βιοαεροζόλ από τον άνθρωπο μπορεί να προκαλέσει ασθένειες όπως πνευμονία, άσθμα, ρινίτιδες, αλλεργίες και λοιμώδη νοσήματα του αναπνευστικού συστήματος. Παρόλο που η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) δεν έχει θεσπίσει κάποια ανώτατα επιτρεπτά όρια έκθεσης στην ατμόσφαιρα για βιοαεροζόλ διάφοροι δημόσιοι φορείς παγκόσμια ορίζουν κάποια επιθυμητά όρια. Τα βιοαεροζόλ υπάρχουν, αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται τόσο στους εσωτερικούς όσο και στους εξωτερικούς χώρους. Στους εσωτερικούς χώρους η εισαγωγή τους γίνεται μεταξύ άλλων διαμέσου των συστημάτων ψύξης, θέρμανσης και εξαερισμού καθώς επίσης και από τα παράθυρα, τις πόρτες, τις ρωγμές στους τοίχους και από ένα πλήθος φυσικών και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Επίσης μπορούν να αναπτυχθούν και να πολλαπλασιαστούν σε εσωτερικούς χώρους προερχόμενα από πηγές όπως χαλιά, υφάσματα, υλικά επιπλώσεων, σκόνη, κατοικίδια, φυτά εσωτερικών χώρων κτλ. Τέλος μια από τις πηγές βιοαεροζόλ αποτελεί και ο ίδιος ο άνθρωπος εκτελώντας καθημερινές δραστηριότητες (ομιλία, βήχας). Η θερμοκρασία, η υγρασία, τα θρεπτικά υποστρώματα (π.χ. ξύλο, χαρτί, μπογιά), το οξυγόνο και το φως καθορίζουν την ανάπτυξη των βιοαεροζόλ [1].

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες στο κτίριο της Δημόσιας Οικονομικής Υπηρεσίας (Δ.Ο.Υ) του Νομού Χανίων, το οποίο διαθέτει κεντρικό σύστημα αερισμού και κλιματισμού και μετρήθηκαν οι αερομεταφερόμενοι μικροοργανισμοί

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»

Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

και τα αιωρούμενα σωματίδια στον εσωτερικό χώρο αλλά και στον εξωτερικό χώρο του ίδιου κτιρίου. Οι δειγματοληψίες έγιναν σε γραφείο του 3^{ου} ορόφου 1 ατόμου, σε γραφείο του 3^{ου} ορόφου 4 ατόμων, σε κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου, σε μη κλιματιζόμενη αίθουσα του 2^{ου} ορόφου, σε κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου και τέλος στο εξωτερικό χώρο της εφορίας (parking) όπου ήταν εγκατεστημένη η εισαγωγή του αέρα του συστήματος αερισμού. Τα είδη των μικροοργανισμών που ανιχνεύθηκαν ήταν βακτήρια, μύκητες και κολοβακτήρια. Τέλος εκτός από την ποσοτική αξιολόγηση των παραπάνω μετρήθηκαν και αέριοι ρύποι με τον πολυανιχνευτή αερίων, έγινε επίσης μέτρηση των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ και τέλος με τον αναλυτή μετεωρολογικών παραμέτρων μετρήθηκαν τα ποσοστά της σχετικής υγρασίας, η ταχύτητα του ανέμου, η ροή του αέρα και η θερμοκρασία.

Σκοπός της εργασίας μας ήταν ο έλεγχος της ποιότητας του αέρα εσωτερικών κλιματιζόμενων χώρων εργασίας και η σύγκριση αυτών με ένα μη κλιματιζόμενο χώρο και το εξωτερικό περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο - ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

2.1 Βιοαεροζόλ

Ορίζονται τα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας που βρίσκονται κυρίως σε στερεή ή υγρή μορφή) και έχουν βιολογική προέλευση. Σύμφωνα με το Αμερικάνικο Συνέδριο των Κυβερνητικών Βιομηχανικών Υγιεινολόγων ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ως βιοαεροζόλ ορίζονται τα αερομεταφερόμενα σωματίδια, τα μεγάλα μόρια ή οι πτητικές ενώσεις που περιέχουν ζωή ή ζώντες οργανισμούς ή απελευθερώθηκαν από ζώντες οργανισμούς [1].

Παραδείγματα βιοαεροζόλ είναι:

- Ιοί
- Βακτηρία
- Μύκητες
- Γύρη ανθέων
- Τμήματα από μικροβιακά κύτταρα ή έντομα
- Προϊόντα μεταβολισμού διαφόρων ζώντων οργανισμών (μυκοτοξίνες, βακτηριακές ενδοτοξίνες, περιττώματα εντόμων).

Η συμπεριφορά των βιοαεροζόλ όσο αφορά την αιώρηση, τη διασπορά και την εναπόθεση τους εξαρτάται τόσο από το μέγεθος τους όσο και από τις αρχές της διάχυσης Brown, της βαρύτητας, της τύρβης και του ηλεκτρομαγνητισμού. Η μετακίνηση του αέρα παίζει επίσης έναν πολύ σημαντικό ρόλο στη διασπορά των βιοαεροζόλ.

Τα βιοαεροζόλ μπορεί να προέλθουν από φυσική ή ανθρωπογενή δραστηριότητα και κάθε πηγή μπορεί να προκαλέσει μια μοναδική συνάθροιση βιοαεροζόλ. Η συγκέντρωση των βιοαεροζόλ μπορεί να κυμαίνεται από χαμηλά σχετικά επίπεδα ($\leq 10^2$ CFU/m³) π.χ. σε καθαρά δωμάτια ή χειρουργεία νοσοκομείων έως πολύ υψηλά επίπεδα (10^5 έως 10^{10} CFU/m³). Στον Πίνακα 2.1 αναφέρονται μερικά παραδείγματα πηγών εκπομπής βιοαεροζόλ καθώς και οι συγκεντρώσεις τους στις διαφορετικές πηγές. Η συγκέντρωση των ζώντων βακτηρίων και μυκήτων ανά κυβικό μέτρο αέρα δίνεται σε αριθμό σχηματιζόμενων αποικιών (CFU Colony Forming Unit per m³) [2].

Πίνακας 2.1 Συγκεντρώσεις βιοαεροζόλ σε διαφορετικά περιβάλλοντα [2]

Κατηγορία	Δραστηριότητα	Βακτήρια (CFU/m ³)	Μύκητες (CFU/m ³)
Γεωργία	Κτηνοτροφία	10 ³ -10 ⁵	10 ² -10 ⁸
	Κομποστοποίηση	10 ³ -10 ⁶	10 ² -10 ⁷
	Συγκομιδή	10 ² -10 ³	10 ³ -10 ⁹
Κλιματισμός	Αποθήκευση	10-10 ³	10 ² -10 ⁷
	Θέρμανση, εξαερισμός & κλιματισμός	10-10 ⁴	10-10 ³
Εσωτερικοί χώροι	Τοίχοι	10-10 ³	10-10 ⁴
	Χαλιά	10 ³ -10 ⁶	10 ² -10 ⁵
	Φυτά	10-10 ⁴	10 ² -10 ⁵
	Δωμάτιο εργασίας	10-10 ²	10-10 ²
Βιομηχανία	Τροφίμων	10-10 ³	10 ² -10 ⁴
	Κατασκευών	10 ² -10 ⁶	10 ² -10 ⁶
Επεξεργασία αποβλήτων	Δεξαμενές αερισμού	10 ² -10 ³	10-10 ²
	Ενεργός ιλύς	10 ² -10 ⁶	10-10 ³

2.2 Μέγεθος βιοαεροζόλ και μέγεθος μικροοργανισμών

Το μέγεθος των βιοαεροζόλ ποικίλει και η διάμετρος τους κυμαίνεται από 0,5 έως 30 μm [3]. Βιοαεροζόλ, τα οποία είναι μεγαλύτερα από 30 μm, αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μικρότερες χρονικές περιόδους σε σχέση με τα μικρότερα και κάποια στιγμή εναποτίθενται. Το μέγεθος των βιοαεροζόλ καθώς και το μέγεθος των κυττάρων των μικροοργανισμών που υπάρχουν σε αυτά είναι ένας σημαντικός παράγοντας στον καθορισμό των κινδύνων που συνδέονται με μικροβιακές μολύνσεις και αερομεταφερόμενες ασθένειες.

Το μέγεθος των τριών κατηγοριών μικροοργανισμών παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.2.

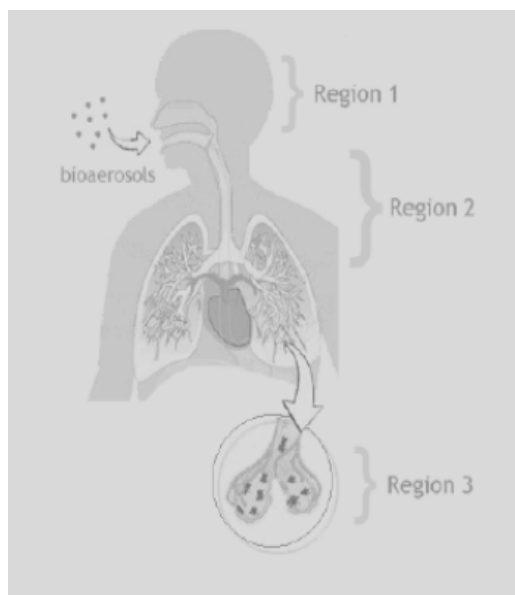
Πίνακας 2.2 Μέγεθος μικροοργανισμών σε μm [1]

Κατηγορία	Μικροοργανισμός	Μέγεθος κυττάρων (μm)
Ακύτταροι	Ιοί	0,025-0,25
Προκαρυωτικοί	Βακτήρια	0,25-2
Ευκαρυωτικοί	Μύκητες, φύκη, πρωτόζωα	1-40

Οι κυριότεροι τρόποι ανθρώπινης έκθεσης σε αερομεταφερόμενους μικροοργανισμούς είναι μέσω:

- Αναπνοής
- Κατάποσης
- Επαφής με το δέρμα

Στο Σχήμα 2.1 διακρίνεται η δυνατότητα διείσδυσης βιοαεροζόλ διαφορετικών μεγεθών μέσα στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου.



Σχήμα 2.1 Διείσδυση βιοαεροζόλ στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου [1]

Η περιοχή 1 αφορά τον οισοφάρυγγα ή κεφάλι και γίνεται απόθεση σωματιδίων με διάμετρο $< 10\mu\text{m}$, η περιοχή 2 αφορά τον λάρυγγα, την τραχεία και τους βρόγχους και γίνεται απόθεση σωματιδίων με διάμετρο $< 7,5\mu\text{m}$ και τέλος η περιοχή 3 αφορά τις κυψελίδες και γίνεται απόθεση σωματιδίων με διάμετρο $< 1-4\mu\text{m}$. Όσο μικρότερο είναι ένα σωματίδιο, τόσο μεγαλύτερος είναι και ο κίνδυνος για την υγεία που περικλείει λόγω του ότι διεισδύει βαθύτερα. Τα μικρότερα σωματίδια παγιδεύονται μέσα στον ιστό των πνευμόνων και δεν αποβάλλονται εύκολα [1].

2.3 Σύνδρομο αρρώστων κτιρίων

Πλέον είναι ευρέως γνωστά τα συμπτώματα δυσφορίας και τα παράπονα που εκφράζονται από εργαζόμενους σε σχετικά νεόδμητα κτίρια γραφείων με κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, όπου δεν ανοίγουν παράθυρα και δεν υπάρχει δυνατότητα ιδιαίτερης ρύθμισης των παραμέτρων κλιματισμού σε κάθε γραφείο ή χώρο εργασίας (sick building syndrome). Θερμική δυσφορία, ερεθισμένα μάτια και βλεννογόνοι, αίσθημα κόπωσης και υπνηλίας είναι μερικά από τα συμπτώματα που μειώνουν την ευεξία και την απόδοση των εργαζομένων [1].

Ο όρος «άρρωστο κτίριο» χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τα νεόκτιστα κτίρια που δεν προορίζονται για βιομηχανική χρήση αλλά για να στεγάσουν υπηρεσίες ή κατοικίες και τα οποία παρουσιάζουν προβλήματα «εσωτερικής ρύπανσης».

«Εσωτερική ρύπανση» θεωρείται η κακή ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων.

Ο όρος «σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου» χρησιμοποιείται για να εκφράσει την κακή κατάσταση της υγείας τουλάχιστον του 50% των ενοίκων, η οποία χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένα ενοχλήματα που αποδίδονται αποκλειστικά και μόνο στην εσωτερική ρύπανση του αέρα του κτιρίου.

Τα κυριότερα συμπτώματα που παρουσιάζουν οι ένοικοι κατά την παραμονή τους σ' ένα άρρωστο κτίριο είναι [1]:

- η δύσπνοια
- ο ξηρός βήχας
- ο πονόλαιμος
- το βράχνιασμα
- η ρινόρροια
- η δακρύρροια
- το φτάρνισμα
- ο ερεθισμός του δέρματος (εξανθήματα)
- οι πονοκέφαλοι
- οι ζαλάδες
- η ναυτία
- η πνευματική κόπωση και σύγχυση
- η σωματική κόπωση
- ο λήθαργος
- οι πεπτικές διαταραχές

Η μακροχρόνια παραμονή σ' ένα άρρωστο κτίριο μπορεί να προκαλέσει λοιμώξεις, όπως:

- ρινίτιδες (αλλεργικές ή μη αλλεργικές)
- ιγμορίτιδες
- ωτίτιδες
- επιπεφυκίτιδες
- πνευμονίες
- δερματίτιδες (εκζέματα)
- παθήσεις του πεπτικού συστήματος

και άλλες ασθένειες όπως:

- νεοπλασίες
- παθήσεις του ήπατος
- παθήσεις των νεφρών
- παθήσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος

Ο αερισμός αποτελεί σημαντικό παράγοντα βελτίωσης της ποιότητας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων, αφού είναι απαραίτητος για την αραίωση και εξαφάνιση των ρύπων από το εσωτερικό περιβάλλον.

Από την άλλη, ο όρος «Ασθένεια Σχετική με το Κτίριο» (Building Related Illness - BRI) χρησιμοποιείται για μια διαγνώσιμη ασθένεια, της οποίας τα συμπτώματα είναι προσδιορίσιμα και αποδίδονται άμεσα στους αερομεταφερόμενους ρυπογόνους παράγοντες του κτιρίου.

Οι βλαπτικοί παράγοντες που ευθύνονται για την εσωτερική ρύπανση ενός άρρωστου κτιρίου είναι οι χημικοί, φυσικοί και βιολογικοί.

2.3.1 Χημικοί Παράγοντες

Οι χημικοί παράγοντες αποτελούν την κυριότερη πηγή εσωτερικής ρύπανσης. Μερικοί από αυτούς αναφέρονται στη συνέχεια [4]:

- Η φορμαλδεΐδη (HCHO): είναι υποπροϊόν καύσης και ευρέως χρησιμοποιούμενη χημική ουσία που βρίσκεται σε πολλά βιομηχανικά προϊόντα. Η παρουσία της φορμαλδεΐδης στους εσωτερικούς χώρους οφείλεται κατά κύριο λόγο στη μεγάλη χρήση ρητινών που την εμπεριέχουν και από τις οποίες απελευθερώνεται. Τέτοιες ρητίνες χρησιμοποιούνται στην κατασκευή μονωτικών υλικών, επίπλων από κόντρα πλακέ, νοβοπάν ή άλλα συνθετικά ξύλα, συνθετικών μοκετών, υφασμάτων επιπλώσεως κ.λπ. Η φορμαλδεΐδη, μαζί με άλλες αλδεΐδες, αποτελεί επίσης ένα από τα προϊόντα που απελευθερώνονται κατά την καύση των τσιγάρων.
- Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO): είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο το οποίο παράγεται κατά την ατελή καύση. Όταν εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη και εμποδίζει την κατανομή του οξυγόνου στα κύτταρα. Ένα μέρος της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα που εντοπίζεται στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον δεδομένου ότι αποτελεί προϊόν αφενός μεν της οδικής κυκλοφορίας, αφετέρου δε της βιομηχανικής δραστηριότητας και των κεντρικών συστημάτων θέρμανσης. Στους εσωτερικούς χώρους το μονοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνεται κατά την καύση των τσιγάρων, καθώς επίσης και από τη χρήση μαγειρικών συσκευών αερίου.
- Τα οξείδια του αζώτου (NO-NO₂): απελευθερώνονται στον εσωτερικό χώρο με τη χρήση μαγειρικών συσκευών αερίου.
- Ο αμιάντος: αποτελεί τη συλλογική ονομασία ορισμένων ορυκτών ινώδους μορφής και κρυσταλλικής δομής. Ο αμιάντος ως πρώτη ή δευτερεύουσα ύλη εντοπίζεται σε περισσότερες από 3.000 διαφορετικές τεχνικές εφαρμογές. Αναμιγνύεται με διάφορες συγκολλητικές ουσίες, όπως το τσιμέντο, και χρησιμοποιείται σαν οικοδομικό υλικό με τη μορφή των φύλλων και των σωλήνων αμιαντοτσιμέντου. Επίσης χρησιμοποιείται ως μονωτικό υλικό στα πλακάκια, τους φούρνους, τις σόμπες, τα ηλεκτρικά σίδερα και άλλα προϊόντα. Η απελευθέρωση του στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων οφείλεται στη σταδιακή γήρανση του υλικού, καθώς επίσης και στις παρεμβάσεις συντήρησης.
- Οι τεχνητές ορυκτές ίνες: χρησιμοποιούνται σαν θερμομονωτικά υλικά σε υποκατάσταση του αμιάντου. Τέτοιες ίνες είναι ο πετροβάμβακας και ο υαλοβάμβακας. Η απελευθέρωση του στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων οφείλεται κύρια στις παρεμβάσεις συντήρησης.
- Την καύση προϊόντων καπνού: ένα σημαντικό μέρος της ρύπανσης του εσωτερικού αέρα οφείλεται και στα προϊόντα καύσης του καπνού των τσιγάρων, της πίπας και των πούρων. Ο καπνός που παράγεται αποτελεί ένα μείγμα αερίων, αιωρούμενων στερεών σωματιδίων και οργανικών ουσιών που προέρχονται από την ατελή καύση τόσο του καπνού, όσο και του χαρτιού των τσιγάρων. Στον καπνό του τσιγάρου έχουν εντοπισθεί περίπου 4.300 χημικές ουσίες, ορισμένες από τις οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν διάφορα πνευμονικά νοσήματα αλλά και καρκίνο στους παθητικούς καπνιστές. Ο καπνός του τσιγάρου στους

κλειστούς εσωτερικούς χώρους αυξάνει τις συγκεντρώσεις τόσο των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων, όσο και των άλλων αέριων ρύπων όπως της νικοτίνης, των αρωματικών υδρογονανθράκων, του μονοξειδίου του άνθρακα κ.λπ.

Ο καπνός του τσιγάρου περιέχει μεγάλο αριθμό (περίπου σαράντα) καρκινογόνων ουσιών. Η καύση ενός τσιγάρου δημιουργεί 10^{12} σωματίδια μέσης διαμέτρου 0,2 μm που εισπνεόμενα εισέρχονται στα βαθύτερα σημεία των κυψελίδων των πνευμόνων οδηγώντας τουλάχιστον σε μακροχρόνια προβλήματα άσθματος. Ειδικότερα, στατιστικές δείχνουν ότι το 30% των περιπτώσεων άσθματος και το 30% των ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος συνδέονται με τους αερίους ρυπαντές του καπνίσματος.

- Οι πτητικές οργανικές ουσίες: χημικές ουσίες όπως το τριχλωροαιθυλένιο, το τριχλωροαιθάνιο, το τριχλωρομεθάνιο καθώς και άλλοι αλογονωμένοι διαλύτες, εξαερώνονται με τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων από διάφορα προϊόντα (χρώματα, πλαστικά, κόλλες κλπ) στα οποία υπάρχουν ως διαλύτες.
- Τα στερεά σωματίδια: σε μη αεριζόμενους κλειστούς εσωτερικούς χώρους έχει παρατηρηθεί υψηλή συγκέντρωση στερεών αιωρούμενων σωματιδίων τα οποία αποτελούν και το τελικό προϊόν της εκφυλιστικής διαδικασίας των υλικών.

Στον Πίνακα 2.3 παρουσιάζονται συνοπτικά μερικοί χημικοί παράγοντες με τις αντίστοιχες πηγές εκπομπής, τα κύρια συμπτώματα, τα όρια έκθεσης και τον τρόπο μέτρησης.

Πίνακας 2.3 Χημικοί παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη του συνδρόμου «των άρρωστων κτιρίων» [4]

Χημικός Παράγοντας	Πηγές	Συμπτώματα	Όρια έκθεσης WHO	Όρια έκθεσης Π.Δ. 90/99	Τρόπος μέτρησης
Διοξείδιο του άνθρακα	Καύση- εκπονή- ανεπαρκής εξαερισμός	Καρδιαγγειακό & αναπνευστικό σύστημα	1800 mg/m ³ (8h)	9000 mg/m ³ (8hr)	Υπέρυθρη φασματομετρία-χημικός αισθητήρας
Μονοξείδιο του άνθρακα	Καύση- εξωτερικός αέρας-καπνός τσιγάρου	Παρεμπόδιση μεταφοράς οξυγόνου- καρδιαγγειακό, αναπνευστικό & νευρικό σύστημα- δηλητηρίαση	10 mg/m ³ (8h)	55 mg/m ³ (8hr)	Ηλεκτροχημικός ή καταλυτικός ανιχνευτής
Διοξείδιο του αζώτου	Καύση- εξωτερικός αέρας-καπνός Τσιγάρου	Καρδιαγγειακό, αναπνευστικό & ανοσοποιητικό σύστημα	0,15 mg/m ³ (24h) 0,40 mg/m ³ (1h)	9 mg/m ³ (8hr)	Χημειοφωταύγεια
Διοξείδιο του θείου	Καύση ενώσεων που περιέχουν θείο (S)- εξωτερικός αέρας	Ερεθισμός- αναπνευστικό σύστημα	5,2 mg/m ³ (8h)	5 mg/m ³ (8hr)	Ηλεκτροχημικός ανιχνευτής
Όζον	Λάμπες UV- φωτοτυπικά μηχανήματα- laser εκτυπωτές	Ερεθισμός- αναπνευστικό σύστημα	100-120 μg/m ³ (8hr)	200 μg/m ³ (8hr)	Ηλεκτροχημικός ανιχνευτής

Πτητικές οργανικές ενώσεις	Εξωτερικός αέρας-καπνός τσιγάρου-κατασκευαστικά υλικά-καταναλωτικά προϊόντα	Ερεθισμός - αναπνευστικό σύστημα	1 mg/m ³ (8hr)		Ανιχνευτής φωτιστισμού
Φορμαλδεΐδη	Συνθετικά ξύλα-υφάσματα- καύση-καπνός τσιγάρου	Ερεθισμός-αναπνευστικό σύστημα	0,1 mg/m ³ (8hr)	2,5 mg/m ³ (8hr)	Καταλυτικός ανιχνευτής
Ραδόνιο 226	Έδαφος- οικοδομικά υλικά	Αναπνευστικό σύστημα	4 pCiL ⁻¹		Ανιχνευτής ακτινοβολίας
Σωματίδια (PM ₁₀ , PM _{2.5} , PM ₁)	Καπνός τσιγάρου-καύση- συσκευές διατήρησης υγρασίας	Ερεθισμός- αλλεργία-αναπνευστικό σύστημα		Ολικά 10mg/m ³ (8h) Αναπνεύσιμα: 5mg/m ³ (8h)	Φωτόμετρο σκέδασης

2.3.2 Φυσικοί Παράγοντες

Εκτός από τους χημικούς παράγοντες υπάρχουν και οι φυσικοί παράγοντες όπως το ραδόνιο. Το ραδόνιο αποτελεί προϊόν ραδιενεργούς μετάπτωσης του ραδίου 226 και σε ίχνη αποτελεί συστατικό στοιχείο των βράχων και του εδάφους. Απελευθερώνεται σε αέρια μορφή στους κλειστούς εσωτερικούς χώρους των κτιρίων από τα κατασκευαστικά υλικά και το νερό. Το ραδόνιο είναι αέριο, άχρωμο, άοσμο και χημικώς αδρανές όπως τα ευγενή αέρια και δεν μπορεί να ανιχνευθεί χωρίς ευαίσθητες ειδικές συσκευές. Δεν απορροφάται, δεν οξειδώνεται ή κατακάθεται και ως εκ τούτου διέρχεται με σχετική ευκολία δια του πορώδους εδάφους, βρίσκοντας το δρόμο προς τους κατοικημένους χώρους μέσω κυρίως υπόγειων χώρων. Επειδή διαλύεται του υπόγεια ύδατα και πηγάδια μεταφέρεται με τον υδρολογικό κύκλο στα σπίτια. Υψηλές συγκεντρώσεις από ραδόνιο παρατηρούνται κυρίως στους μη αεριζόμενους υπόγειους χώρους όπου το στοιχείο απελευθερώνεται από το έδαφος [4].

2.3.3 Βιολογικοί Παράγοντες

Οι βιολογικοί παράγοντες ρύπανσης εσωτερικών χώρων, είναι επίσης υπεύθυνοι για τη ρύπανση του εσωτερικού αέρα των κτιρίων. Είναι κυρίως βακτήρια, ιοί και μύκητες. Αυτοί οι βιολογικοί ρυπαντές του εσωτερικού αέρα προέρχονται κυρίως από τα κλιματιστικά συστήματα με πύργους ψύξης καθώς επίσης από τους ανθρώπους και τα ζώα [4].

2.4 Αερομεταφερόμενοι παθογόνοι μικροοργανισμοί

Τα βιοαεροζόλ μπορούν να θεωρηθούν συστατικά της ατμόσφαιρας λόγω της μόνιμης ύπαρξής τους σε οποιοδήποτε δείγμα αέρα. Η ύπαρξή τους στην ατμόσφαιρα κατά κανόνα δεν δημιουργεί κανένα απολύτως πρόβλημα, ιδιαίτερα όταν περιέχονται σε μικρές

συγκεντρώσεις. Παρόλα αυτά μερικές κατηγορίες βιοαεροζόλ περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς ή τα προϊόντα μεταβολισμού τους και μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα υγείας όπως ασθένειες, αλλεργίες, τοξικολογικές αντιδράσεις και αναπνευστικά προβλήματα.

Ο πιο συχνός παθογόνος μικροοργανισμός εσωτερικών χώρων είναι οι μύκητες, οι οποίοι και τα βακτήρια. Οι μύκητες δημιουργούν σπόρια, τα οποία διασπείρονται εύκολα με τον αέρα. Επίσης μερικοί μύκητες παράγουν τοξικές μυκοτοξίνες ή πτητικές οργανικές ενώσεις. Στελέχη των γενών *Penicillium*, *Aspergillus* και *Alternaria* είναι εκείνα που δημιουργούν τα περισσότερα προβλήματα υγείας σε εσωτερικούς χώρους.

Επίσης μερικά γένη βακτηρίων είναι υπεύθυνα για την παραγωγή τοξικών ενδοτοξινών και πτητικών οργανικών ενώσεων.

Αναλυτική αναφορά σχετικά με παθογόνους μικροοργανισμούς σε κλειστούς κλιματιζόμενους χώρους γίνεται στη συνέχεια στο κεφάλαιο 2.6 [4].

2.5 Αερομεταφερόμενες ασθένειες

Βιοαεροζόλ που περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς μπορούν να μεταδώσουν μολυσματικές ασθένειες μέσω του αέρα, ενώ μυκοτοξίνες ή ενδοτοξίνες μπορούν να δημιουργήσουν τοξικολογικές αντιδράσεις. Οι αερομεταφερόμενες ασθένειες μπορούν να χωριστούν σε 2 βασικές κατηγορίες [1]:

- Σε ασθένειες υπερευαισθησίας (αλλεργίες)
- Σε μολυσματικές ασθένειες

2.5.1 Ασθένειες υπερευαισθησίας

Οι ασθένειες υπερευαισθησίας οφείλονται σε βιοαεροζόλ ποικίλης προέλευσης που δρουν σαν αντιγόνα και προκαλούν μια αλλεργική ανταπόκριση του ανοσοποιητικού συστήματος του οργανισμού.

Στον Πίνακα 2.4 παρουσιάζονται οι γνωστότερες ασθένειες υπερευαισθησίας και η πηγή προέλευσης.

Πίνακας 2.4 Γνωστότερες ασθένειες υπερευαισθησίας - πηγή προέλευσης [1]

Ασθένειες υπερευαισθησίας	Πηγή προέλευσης
Άσθμα του άρρωστου κτιρίου	– Αερομεταφερόμενοι μύκητες – Γλυκοπρωτεΐνες μυκήτων – Βακτηριακές προτεάσες – Φύκος <i>Clorococcus</i> – Γύρη από το φυτό αμβροσία – Ακάρεα οικιακής σκόνης ή / και απο σκόνη από γάτες
Αλλεργική ρινίτιδα	– Αερομεταφερόμενοι μύκητες – Γλυκοπρωτεΐνες μυκήτων

	<ul style="list-style-type: none"> - Φύκος <i>Clorococcus</i> - Γύρη από το φυτό αμβροσία - Ακάρια της οικιακής σκόνης ή / και σκόνη από γάτες
Αλλεργική πνευμονίτιδα (αλλεργική βρογχολίτιδα)	<ul style="list-style-type: none"> - Αερομεταφερόμενοι μύκητες του γένους <i>Penicillium</i>, <i>Sporobolomyces</i> - Βακτήρια του γένους <i>Thermoactinomyces</i> - Πρωτόζωα του γένους <i>Acanthamoeba</i>
Πυρετός προερχόμενος από υγραντήρες εσωτερικών χώρων (humidifier fever)	Διασπορά κυττάρων μέσω του υγραντήρα <ul style="list-style-type: none"> - Βακτηρίων - Μυκήτων - Αμοιβάδων

2.5.2 Μολυσματικές ασθένειες

Οι μολυσματικές ασθένειες οφείλονται στην προσβολή του σώματος από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Στον Πίνακα 2.5 παρουσιάζονται οι γνωστότερες μολυσματικές ασθένειες και η πηγή προέλευσης τους.

Πίνακας 2.5 Γνωστότερες μολυσματικές ασθένειες - πηγή προέλευσης [1]

Μολυσματικές ασθένειες	Πηγή προέλευσης
Γρίπη	Ιός <ul style="list-style-type: none"> - γρίπης <i>Influenza</i> - <i>Parainfluenza</i>
Φαρυγγίτιδα	Βακτήριο <i>Chlamydia pneumoniae</i>
Φυματίωση	Βακτήριο <i>Mycobacterium tuberculosis</i>
Ασθένεια των λεγεωνάριων	Βακτήριο <i>Legionella pneumophila</i>
Πυρετός Pontiac	Βακτήριο <i>Legionella pneumophila</i>
Πνευμονία	<ul style="list-style-type: none"> - Βακτήριο <i>Streptococcus pneumoniae</i> - Ιό <i>Respiratory Syncytial Virus</i>
Διφθερίτιδα	Βακτήριο <i>Corynebacterium diphtheria</i>
Μηνιγγίτιδα	Βακτήρια <ul style="list-style-type: none"> - <i>Neisseria meningitides</i> - <i>Haemophila influenza</i>
Ιλαρά	Ιός <i>Morbillivirus</i>
Μαγουλάδες	Ιός <i>Paramyxovirus</i>
Ανεμοβλογιά	Ιός <i>Varicella-zoster</i>
Ασθένεια ιστοπλάσμωση	Μύκητας <i>Histoplasma</i>
Κρυπτοκοκκικές λοιμώξεις	Ζύμη <i>Cryptococcus neoformans</i>
Ακτινομυκητίαση	Βακτήριο <i>Actinomyces israeli</i>
Πνευμονικό Σύνδρομο	Ιός <i>Hanta</i>
Πανούκλα (πανώλη)	Βακτήριο <i>Yersinia pestis</i>

2.5.2.1 Νόσος των λεγεωνάριων

Το καλοκαίρι του 1976, στο ξενοδοχείο «Bellevue-Staford» της Φιλαδέλφειας των ΗΠΑ, μια ανεξήγητη μορφή πνευμονίας εκδηλώθηκε κατά τη διάρκεια της ετήσιας συνέλευσης των Αμερικανών απόστρατων λεγεωνάριων. Οι αρχές που ασχολούνταν με τη διερεύνηση της υπόθεσης υπέθεσαν ότι επρόκειτο για «χημικό πόλεμο από άγνωστους εχθρούς». Η νόσος, προσέβαλε 221 ανθρώπους και προκάλεσε 34 θανάτους. Η περίοδος επώασης και εκδήλωσης της ασθένειας κυμαίνεται από 2 μέχρι 10 μέρες. Οι εργαστηριακές έρευνες που ακολούθησαν προσδιόρισαν την ύπαρξη του gram -αρνητικού αερόβιου βακτηριδίου *Legionella pneumophila*. Το βακτηρίδιο της *Λεγεωνέλλας* βρίσκεται σε μικρούς αριθμούς στο φυσικό μας υγρό περιβάλλον (λίμνες, ποταμοί, φράγματα). Μπορεί να επιβιώσει σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών (από 6-60°C). Δεν μπορεί να πολλαπλασιαστεί σε θερμοκρασίες κάτω των 20 βαθμών, ενώ θερμοκρασίες άνω των 60 βαθμών σκοτώνουν το βακτηρίδιο [7,5].

Οι θερμοκρασίες που ευνοούν πολύ την ανάπτυξη της *Λεγεωνέλλας* είναι μεταξύ 20 και 45°C. Επομένως η *Λεγεωνέλλα* μπορεί να επιβιώσει σε κρύο νερό και να αρχίσει να πολλαπλασιάζεται όταν η θερμοκρασία του νερού ανεβεί σε ικανοποιητικά επίπεδα. Η *Λεγεωνέλλα* ως βακτήριο μπορεί εύκολα να πολλαπλασιαστεί και να αναπτυχθεί σε συστήματα κρύου και ζεστού νερού και σε οποιεσδήποτε άλλες εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν και αποθηκεύουν νερό. Τα συμπτώματα της «νόσου των λεγεωνάριων» είναι πυρετός, κεφαλαλγία, μυαλγίες, ανορεξία, κακουχία, ενώ αν προσβληθούν οι πνεύμονες σημειώνονται φαινόμενα καρδιακής ανεπάρκειας. Πάντως η ανίχνευση του συγκεκριμένου βακτηρίου κρίνεται από τους επιστήμονες εξαιρετικά δυσχερές, ενώ θεωρείται υπεύθυνο για ένα ποσοστό της τάξης του 10%-15% των πνευμονιών.

Τα κλιματιστικά μετατρέπονται σε τόπο συσσώρευσης παθογόνων μικροοργανισμών από την αναπνοή και τον ιδρώτα των ανθρώπων. Τα βακτήρια αυτά επαναπροωθούνται με το ίδιο σύστημα κλιματισμού στον αέρα των χώρων διαβίωσης ή εργασίας. Ένας από τους πιο συχνούς τρόπους είναι με τα λεπτότατα σταγονίδια των κεντρικών κλιματιστικών μηχανημάτων, ενώ η μετάδοση μπορεί να γίνει και με τα σταγονίδια που εκπέμπονται με το ντους, το τζακούζι, το SPA όπου αναπνέουμε ατμούς, στα σιντριβάνια νερού και κατά το πλύσιμο των χεριών.

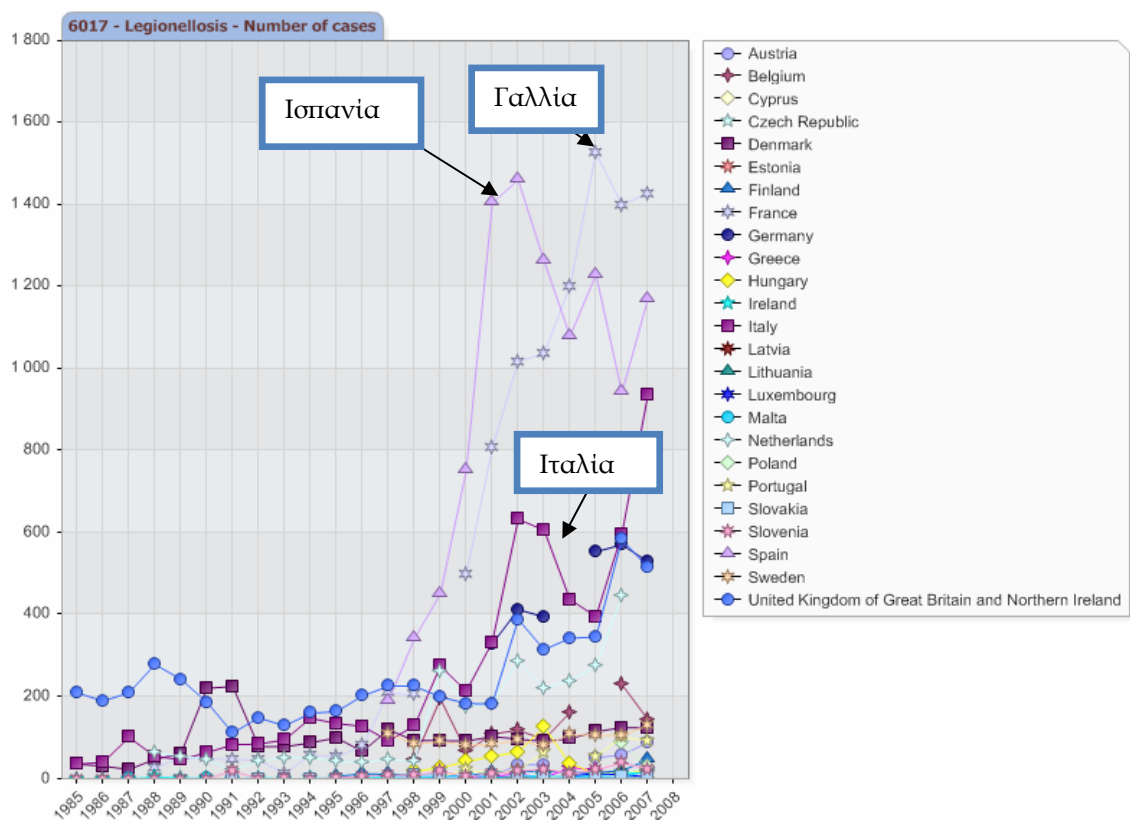
Ο κίνδυνος προσβολής των ατόμων, με προβληματικό κυρίως ανοσοποιητικό σύστημα, είναι μεγάλος. Τα πλέον επικίνδυνα για την επώαση τέτοιου είδους μικροβίων είναι τα γυάλινα κτίρια, όπου δεν υπάρχει ο κατάλληλος εξαερισμός και τα πάντα εξαρτώνται από το σύστημα κλιματισμού.

Ο ίδιος μικροοργανισμός ήταν υπεύθυνος και για μια προηγούμενη επιδημία πνευμονίας, στο ίδιο ξενοδοχείο της Φιλαδέλφειας το 1974, αλλά και για την πνευμονοπάθεια που παρουσιάστηκε το 1968 σε 144 εργαζόμενους και επισκέπτες ενός νοσοκομείου της πόλης Πόντιακ του Μίτσιγκαν και ονομάστηκε «Pontiac Fever».

Η ασθένεια των λεγεωνάριων είναι ένα είδος πνευμονίας που προσβάλλει τους πνεύμονες, μπορεί όμως να προσβάλει και το στομάχι, τα έντερα, τα νεφρά και το κεντρικό νευρικό σύστημα. Αντίθετα, ο «Pontiac Fever» μοιάζει με γρίπη με πυρετό, ρίγος, μυαλγία, πονοκέφαλο, βήχα, ναυτία, άπνοια και δεν δημιουργεί πνευμονία.

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 1985 και έπειτα έχουν σημειωθεί σοβαρά καταγεγραμμένα κρούσματα της «νόσου των κλιματιστικών» και χώρες υψηλότερου κινδύνου θεωρούνται η Ισπανία και η Γαλλία και ακολουθούν η Δανία, η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο μαζί με το Βόρειο Ιρλανδία. Στο Σχήμα 2.2 παρουσιάζονται τα κρούσματα της νόσου των Λεγεωνάριων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 1985 έως το 2007 [6].

Στις ΗΠΑ, όπως έχει επιστημονικά διαπιστωθεί, στα 250.000 ετησίως κρούσματα πνευμονικών λοιμώξεων ένα ποσοστό 7% αφορά τη «νόσο της Legionella».



Σχήμα 2.2 Περιστατικά της νόσου των Λεγεωνάριων στις χώρες της ευρωπαϊκής ένωσης την περίοδο 1985-2007 σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας [6]

2.6 Εσωτερικοί κλιματιζόμενοι χώροι

Ρύπανση προερχόμενη από μη ορθά συντηρούμενα κλιματιστικά συστήματα από βιολογικούς παράγοντες και κατά συνέπεια η επιμόλυνση του αέρα των κλιματιζόμενων χώρων από τους παράγοντες αυτούς, αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα για την ανθρώπινη υγεία. Οι βιολογικοί παράγοντες παρουσιάζουν μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ τους και έχουν γίνει αντικείμενο επισταμένων μελετών από ιδιωτικούς, κρατικούς και διεθνείς φορείς. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency - EPA) οι βιολογικοί ρύποι περιλαμβάνουν βακτήρια, μύκητες, ιούς, ακάρεα, έντομα, βιολογικές εκκρίσεις, γύρη φυτών κ.α. όπως προαναφέρθηκαν. Στην ίδια αναφορά τονίζεται ότι τα κεντρικά κλιματιστικά συστήματα μπορεί να αποτελέσουν εστίες ανάπτυξης και διάδοσης των βιολογικών ρύπων.

Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας θεωρεί ότι τα συστήματα κλιματισμού μπορεί να αποτελέσουν εστία βιολογικών ρύπων, ιδίως όταν δεν συντηρούνται σωστά.

Η ASHRAE (Αμερικάνικη Ομοσπονδία Μηχανικών Θέρμανσης Κατάψυξης και Κλιματισμού), φορέας των ΗΠΑ με παγκόσμια αναγνώριση όσον αφορά τις εφαρμογές των συστημάτων κλιματισμού, έχει επισταμένως ασχοληθεί με το θέμα των βιολογικών ρύπων στον αέρα εσωτερικών χώρων. Η πρόσφατη τοποθέτηση της ASHRAE (Αμερικάνικη Ομοσπονδία Μηχανικών Θέρμανσης Κατάψυξης και Κλιματισμού), ειδικά για την περίπτωση της λεγεωνέλας παρέχει με εξαιρετικό τρόπο εγκατάστασης [6].

Μία εκτενής αναφορά στα πιο συχνά παθογόνα είδη μικροοργανισμών που έχουν σαν οδό μεταφοράς τον αέρα, αναφέρονται στην διεύθυνση της Αεροβιολογικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου της Πεννσυλβάνια των Η.Π.Α, στο διαδίκτυο. Επίσης η Επιτροπή για την Ασφάλεια των Καταναλωτικών Προϊόντων των ΗΠΑ έχει εκδώσει αναλυτική αναφορά σχετικά με τις επιπτώσεις των διαφόρων βιολογικών ρύπων που μεταφέρονται μέσω του αέρα στην ανθρώπινη υγεία [8].

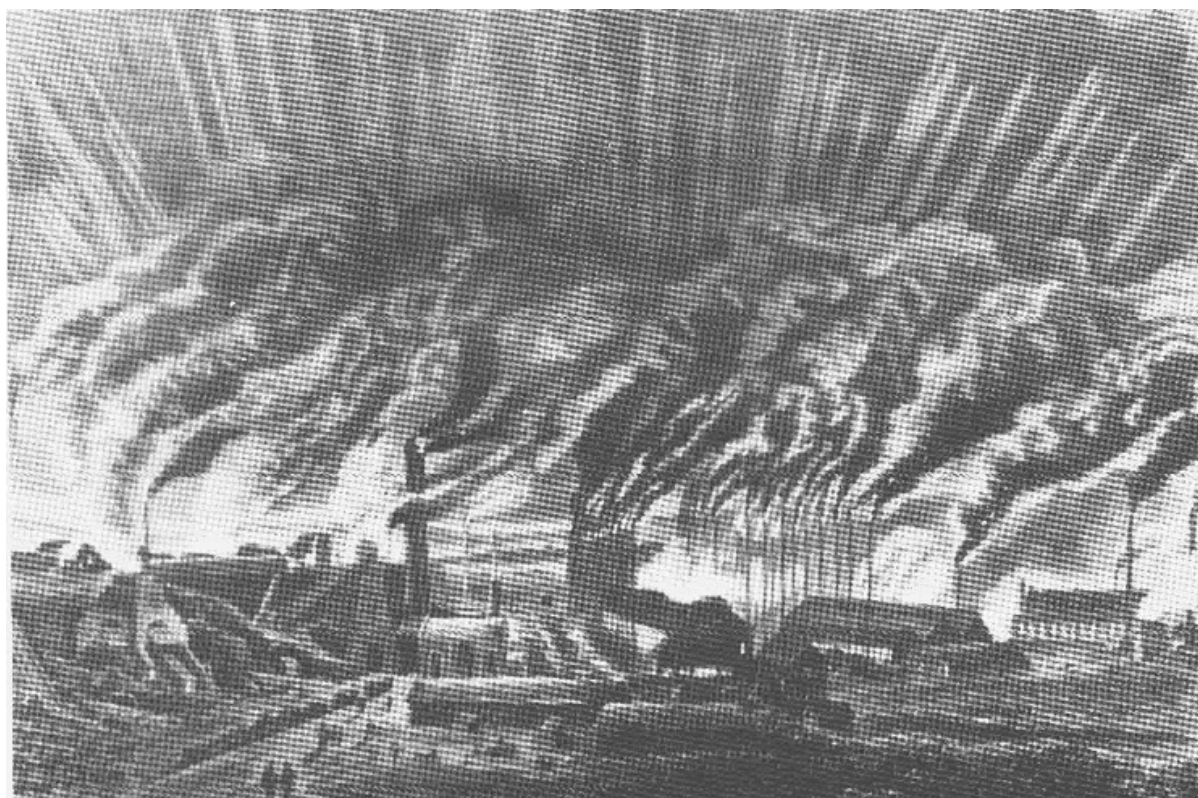
Στον Πίνακα 2.6 παρουσιάζεται μια σύντομη επισκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με μελέτες που έχουν γίνει όσον αφορά τον εντοπισμό παθογόνων μικροοργανισμών σε κλιματιστικά συστήματα και τις επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη υγεία.

Πίνακας 2.6 Εντοπισμός παθογόνων μικροοργανισμών σε συστήματα κλιματισμού [6]

Είδος Βιολογικού Παράγοντα	Σημείο Ανίχνευσης	Επιπτώσεις
<i>Penicillium</i> spp. (μύκητες)	Κεντρική μονάδα, φίλτρα, αέρας εσωτερικών χώρων	Αλλεργίες
<i>Cladosporium</i> spp. (μύκητες)	Κεντρική μονάδα, φίλτρα, αέρας εσωτερικών χώρων	Μυκητίαση
<i>Aspergillus</i> spp. (μύκητες)	Κεντρική μονάδα, φίλτρα, αέρας εσωτερικών χώρων	Ασπεργίλλωση
<i>Trichoderma</i> spp., <i>Ulocladium</i> spp., <i>Rhizopus</i> spp., <i>Mucor</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Chaetomium</i> spp. (μύκητες) <i>Pseudomonas</i> spp., (βακτήρια)	Φίλτρα	<ul style="list-style-type: none"> • Κοινές αλλεργίες • Αλλεργική βρογχίτιδα • Ασπεργίλλωση • Λοιμώξεις αναπνευστικού Συστήματος
<i>Legionella</i> spp. (βακτήρια)	Πύργοι ψύξης, εξατμιστικοί συμπυκνωτές, λεκάνες συμπυκνωμάτων, αέρας εσωτερικών χώρων	Νόσος λεγεωνάριων (βαριά μορφή πνευμονίας)
Ακάρεα	Αέρας εσωτερικών χώρων, χαλιά, σημεία συσσώρευσης σκόνης	<ul style="list-style-type: none"> • Ασθμα • Αλλεργίες
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (βακτήριο)	Υγραντήρες	Ευκαιριακές λοιμώξεις
<i>Acinetobacter</i> (βακτήρια)	Υγραντήρες	Ευκαιριακές λοιμώξεις
<i>Dermatophagoides</i> spp. (ακάρεα)	Σκόνη	Αλλεργίες
<i>Penicillium</i> spp., <i>Aspergillus</i> spp., <i>Cladosporium herbarum</i> (μύκητες)	Μονώσεις κλιματιστικών συστημάτων	<ul style="list-style-type: none"> • Αλλεργίες, • Μυκητίαση
<i>Staphylococcus</i> spp. (βακτήρια)	Αέρας εσωτερικών χώρων	Ευκαιριακές λοιμώξεις
<i>Rhodotorula</i> spp. (μύκητες)	Υγραντήρες	Βρογχικό άσθμα
<i>Actinomycetes</i> (βακτήρια)	Γενικά σε συστήματα κλιματισμού, φίλτρα	Εξωγενής αλλεργική βρογχίτιδας
Μυκοτοξίνες (μεταβολίτες μυκήτων)	Αέρας εσωτερικών χώρων	<ul style="list-style-type: none"> • Ερεθισμός αναπνευστικής οδού • Πονοκέφαλοι • Διάρροια • Κόπωση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο - ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Η περιβαλλοντική ρύπανση δεν είναι νέο φαινόμενο. Ένας από τους λόγους που ανάγκαζαν τις πρώτες φυλές σε νομαδική ζωή ήταν η ανάγκη να απομακρύνονται περιοδικά από την δυσσομία την οποία δημιουργούσαν τα απόβλητα των ζώων και των ανθρώπων. Η ανακάλυψη της φωτιάς δημιούργησε πρόσθετα προβλήματα γεμίζοντας τον αέρα στις περιοχές κατοικίας με προϊόντα ατελούς καύσης. Η ανακάλυψη της καμινάδας μετατόπισε το πρόβλημα προς την ευρύτερη περιοχή και είχε σαν αποτέλεσμα η ατμόσφαιρα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές να είναι καπνώδης. Χαρακτηριστική είναι η αναφορά του Ρωμαίου φιλόσοφου Σενέκα το 61 μετά Χριστόν στην κακή ποιότητα του αέρα στην Ρώμη. Αναφορές από τον Μεσαίωνα περιγράφουν τα προβλήματα καπνού που δημιουργούσε η καύση του κάρβουνου με αποτέλεσμα ο Βασιλιάς Εδουάρδος ο 1^{ος} να απαγορεύσει το 1307 την χρήση του κάρβουνου στις ασβεστοκάμινους του Λονδίνου. Η βιομηχανική επανάσταση τον 19^ο αιώνα οδήγησε στην εντατική χρήση του κάρβουνου κυρίως και σε μικρότερο βαθμό του πετρελαίου για την παραγωγή ενέργειας με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολύ μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα από τον καπνό και την στάχτη [9].



Σχήμα 3.1 Χαρακτική η οποία εμφανίζει ένα χυτήριο στην βιομηχανική περιοχή Saar της Γερμανίας 1876 [9].

Παρόλο που η ατμοσφαιρική ρύπανση δεν μπορεί να θεωρηθεί αποκλειστικό προνόμιο της σύγχρονης εποχής, μια σειρά από μεγάλα επεισόδια τις τελευταίες δεκαετίες μας υπενθύμισαν το μέγεθος του προβλήματος και την ανάγκη ελέγχου της ποιότητας του αέρα που αναπνέουμε. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η πόλη Donora των Ηνωμένων Πολιτειών όπου κατά την διάρκεια ενός τετραήμερου επεισοδίου ρύπανσης σημειώθηκαν 20 θάνατοι

και 6000 ασθένειες οι οποίες συνδέθηκαν με την αέρια ρύπανση. Για να εκτιμηθεί σωστά το μέγεθος του προβλήματος θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι ο πληθυσμός της πόλης ήταν μόλις 14000 κάτοικοι. Το μεγαλύτερο, όμως, επεισόδιο συνέβη στο Λονδίνο το 1952 όταν μια εβδομάδα υψηλών επιπέδων ρύπανσης είχε σαν αποτέλεσμα να συμβούν 4000 θάνατοι (σύγκριση των ρυθμών θανάτου πριν και μετά το επεισόδιο) οι οποίοι αποδόθηκαν στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

Ατμοσφαιρική ρύπανση ονομάζεται η παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Όταν επικρατούν υψηλά επίπεδα ρύπανσης έχει επικρατήσει στην καθομιλουμένη να λέγεται ότι έχουμε «Νέφος». Αντίστοιχα στην Αγγλική γλώσσα μιλάμε για SMOG (αιθαλομίχλη). Η λέξη είναι σύνθετη και προέρχεται από τις λέξεις SMOKE (αιθάλη) και FOG (ομίχλη). Η βιομηχανική αιθαλομίχλη προκαλείται σχεδόν αποκλειστικά από την κατανάλωση καυσίμων υλών, ειδικά κάρβουνου, σε στατικές πηγές όπως είναι οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας και τα χυτήρια. Τα βασικά συστατικά της βιομηχανικής αιθαλομίχλης είναι τα οξειδία του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια. Συνδυάζεται συνήθως με υψηλή σχετική υγρασία και συχνά ονομάζεται και *Νέφος Αιθαλομίχλης*. Αντίθετα, η ατμοσφαιρική ρύπανση σε πολλές πόλεις προκαλείται από εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου και υδρογονανθράκων, τα οποία με την παρουσία του ηλιακού φωτός αντιδρούν μεταξύ τους σχηματίζοντας την *φωτοχημική αιθαλομίχλη*. Αν και υπάρχει συμβολή από στατικές πηγές, η φωτοχημική αιθαλομίχλη συνδέεται κυρίως με εκπομπές από τροχοφόρα (Σχήμα 3.2) [9].



Σχήμα 3.2 Φωτοχημική αιθαλομίχλη στο σύγχρονο Los Angeles (αριστερά) και επεισόδιο μαύρου καπνού την δεκαετία του 30 στο Pittsburgh (δεξιά) [9].

3.1 Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων

Αντίθετα με την κοινή αντίληψη, το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγόμενων αέριων ρύπων προέρχεται από καθαρά φυσικές πηγές. Με τον όρο φυσικές πηγές αναφερόμαστε στις πηγές εκπομπών αερίων ρύπων που δεν οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Παρ' όλα

αυτά οι ανθρωπογενείς εκπομπές είναι κυρίως υπεύθυνες για τα μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα που εμφανίσθηκαν. Αυτό οφείλεται βεβαίως στην ανατροπή της φυσικής ισορροπίας αλλά επίσης και στην μεγάλη πυκνότητα των εκπομπών από ανθρωπογενείς εκπομπές οι οποίες συγκεντρώνονται σε μικρές γεωγραφικές περιοχές (κυρίως αστικές περιοχές και βιομηχανικές ζώνες). Αντίθετα, η καλή διασπορά των φυσικών πηγών ανά την υφήλιο προσφέρει τη δυνατότητα καλύτερης ανάμιξης των ρύπων με τον καθαρό αέρα. Κατά συνέπεια, με κάποιες μικρές εξαιρέσεις, οι εκπομπές αερίων ρύπων από φυσικές πηγές από μόνες τους δεν οδηγούν σε υψηλές συγκεντρώσεις [10].

Οι σημαντικότερες φυσικές πηγές είναι:

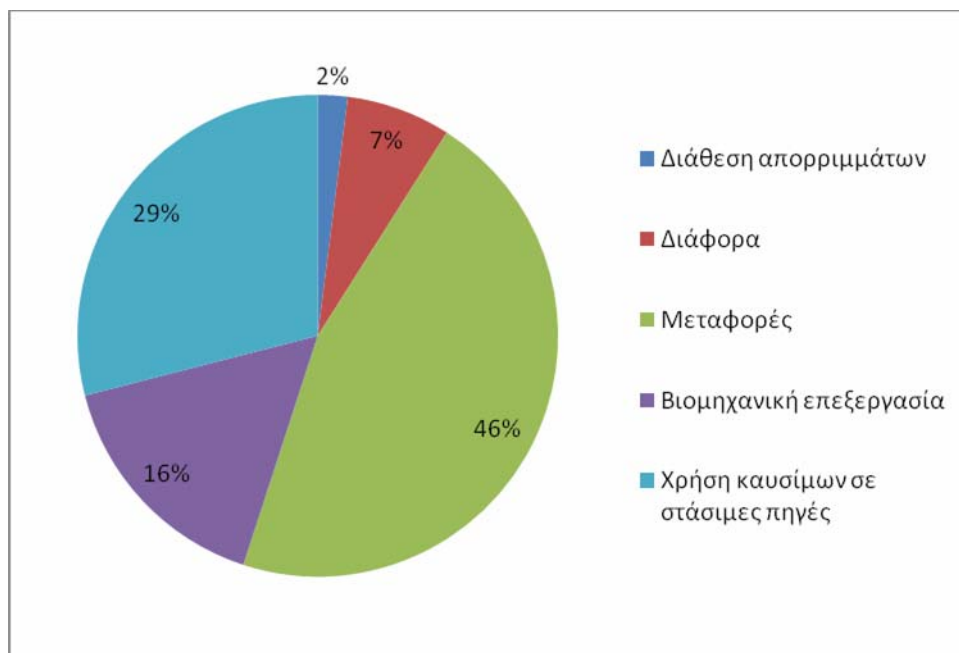
1. Τα ηφαίστεια (κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, διοξείδιο του θείου, υδρόθειο και μεθάνιο) (Σχήμα 3.3).
2. Οι πυρκαγιές δασών (κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα).
3. Οι ωκεανοί και γενικότερα οι θαλάσσιες εκτάσεις (κυρίως χλωριούχο νάτριο και θειικά άλατα).
4. Η βιολογική αποσύνθεση των φυτών και των ζώων (κυρίως υδρογονάνθρακες, αμμωνία και υδρόθειο).
5. Η αποσάθρωση του εδάφους (αιωρούμενα σωματίδια).
6. Τα φυτά και τα δέντρα (κυρίως υδρογονάνθρακες).

Η ανθρωπογενής ρύπανση διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες [10]:

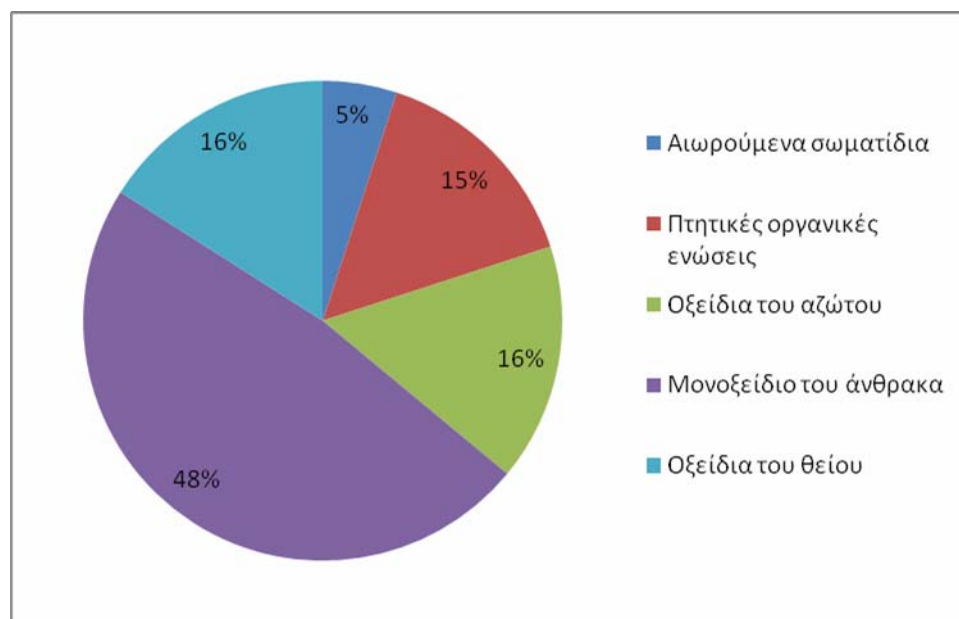
1. Κοινωνική ονομάζεται η περιβάλλουσα ή εξωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση την οποία υφίσταται το σύνολο του πληθυσμού.
2. Επαγγελματική ονομάζεται η ρύπανση του εργασιακού περιβάλλοντος την οποία υφίστανται συγκεκριμένες ομάδες ή κατηγορίες εργαζομένων.
3. Προσωπική ρύπανση (κάπνισμα, διάφορα σπρέι κτλ).



Σχήμα 3.3 Η αποσάθρωση του εδάφους από τον άνεμο και οι εκρήξεις ηφαιστείων αποτελούν σημαντικές φυσικές πηγές ρύπανσης [9].



Σχήμα 3.4 Κατανομή των ανθρωπογενών πηγών που εκπέμπονται από αυτές στην ατμόσφαιρα [10]



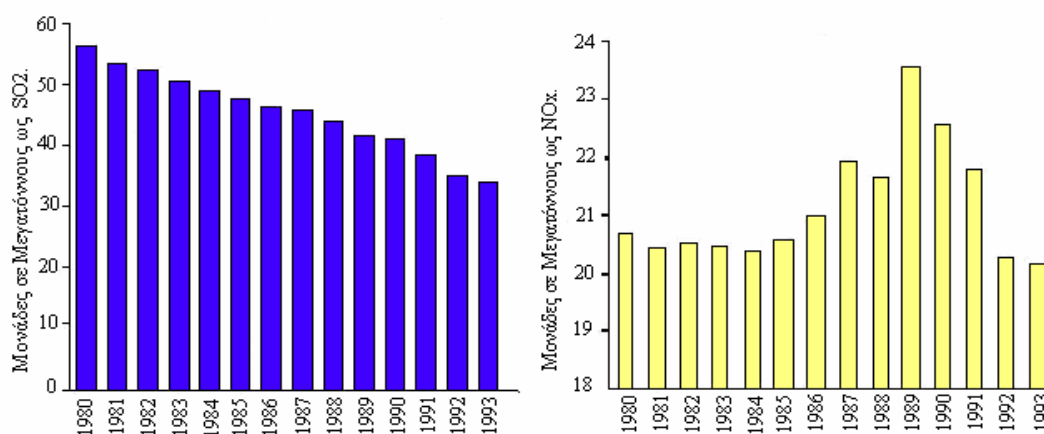
Σχήμα 3.5 Κατανομή των εκπομπών αέριων ρύπων που εκπέμπονται από αυτές στην ατμόσφαιρα [10]

Οι κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές εκπομπής αέριων ρύπων είναι:

- Μεταφορές.
- Παραγωγή και μεταφορά ενέργειας.
- Βιομηχανικές πηγές (καύσεις, επεξεργασία).
- Κεντρική θέρμανση.

Στο Σχήμα 3.4 εμφανίζεται η κατανομή των ανθρωπογενών εκπομπών των πρωτογενών ρύπων ανά κατηγορία πηγής. Όπως είναι φανερό από το σχήμα αυτό, οι μεταφορές και οι βιομηχανικές δραστηριότητες (συμπεριλαμβανομένης και της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας) είναι μαζί υπεύθυνες για ποσοστό μεγαλύτερο του 90% των εκπομπών πρωτογενών ρύπων.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα και για την μείωση των εκπομπών έχουν υπογραφεί διάφορες διεθνείς συνθήκες (π.χ. Γενεύη, 1979, Βιέννη 1985, Νέα Υόρκη 1992 κ.α.). Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να επιτευχθεί κάποια πρόοδος και να βελτιωθούν ορισμένες παράμετροι του προβλήματος. Ενδεικτικά παρουσιάζονται στο σχήμα 3.6 οι εκπομπές του διοξειδίου του θείου και των οξειδίων του αζώτου στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατά την χρονική περίοδο των ετών από 1980 - 1993. Όπως φαίνεται στο σχήμα αυτό οι τάσεις είναι πτωτικές, ιδιαίτερα για τις εκπομπές του διοξειδίου του θείου.



Σχήμα 3.6 Εξέλιξη των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) και των οξειδίων του αζώτου (NO_x) στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης [9].

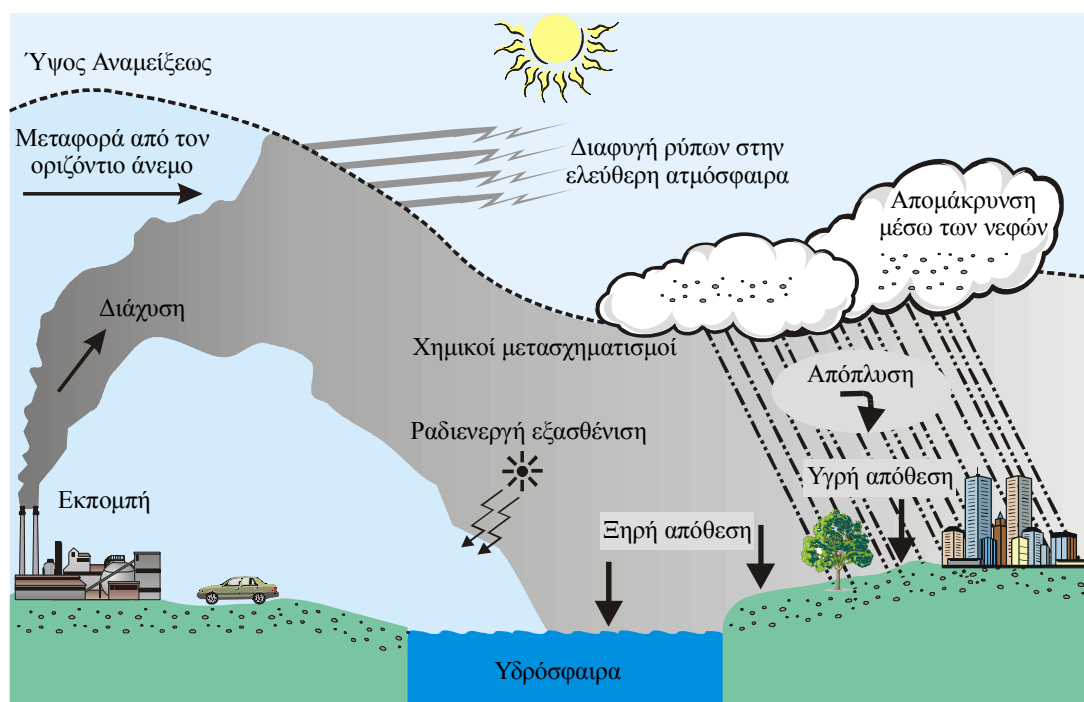
3.2 Διασπορά αέριων ρύπων

Μια ποικιλία ατμοσφαιρικών μηχανισμών είναι υπεύθυνη για την μεταφορά και τον μετασχηματισμό των αέριων ρύπων που εκλύονται στην ατμόσφαιρα. Το Σχήμα 2.9 δείχνει σχηματικά τις διαδικασίες οι οποίες συντελούν στην διασπορά των αέριων ρύπων που εκπέμπονται από μία καμινάδα [10].

α. Οι αέριοι ρύποι όταν εξέρχονται από την καμινάδα είναι κατά κανόνα θερμότεροι από τον περιβάλλοντα αέρα. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την αρχική ροή που έχουν τα καυσαέρια όταν φθάνουν στην κορυφή της καμινάδας έχει σαν αποτέλεσμα ο θύσανος να ανυψώνεται μέχρι ενός ορισμένου ύψους. Το ύψος αυτό είναι βέβαια υψηλότερο του φυσικού (κατασκευαστικού) ύψους της καμινάδας και ονομάζεται ενεργό ύψος της καμινάδας. Η διαφορά ανάμεσα στο φυσικό και στο ενεργό ύψος της καμινάδας ονομάζεται αρχική ανύψωση του θυσάνου.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η αρχική ανύψωση του θυσάνου έχει πολύ μεγάλη σημασία στην ποιότητα του αέρα της περιοχής γιατί μπορεί να αυξήσει το ενεργό ύψος της καμινάδας με ένα συντελεστή 2 έως 10 φορές σε σχέση με το κατασκευαστικό ύψος της καμινάδας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέγιστη συγκέντρωση εδάφους είναι χονδρικά αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου του ενεργού ύψους εκπομπής, είναι φανερό ότι η ανύψωση του θυσάνου μπορεί, στη ακραία περίπτωση, να μειώσει τις συγκεντρώσεις εδάφους με ένα συντελεστή της τάξης του 100.

β. Ο καπνός μεταφέρεται μακριά από την πηγή από τον μέσο οριζόντιο άνεμο. Η οριζόντια μεταφορά αποτελεί τον πλέον σημαντικό μηχανισμό απομάκρυνσης και αραιώσης των ρύπων. Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η ταχύτητα του ανέμου είναι πολύ χαμηλή (άπνοια) οι συνθήκες διασποράς είναι άσχημες και υπάρχει αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης επεισοδίου ρύπανσης σε περιοχές με μεγάλη πυκνότητα εκπομπών. Τέτοιες συνθήκες εμφανίζονται συνήθως κοντά στο κέντρο αντικυκλωνικών συστημάτων.



Σχήμα 3.7 Σχηματική περιγραφή των ατμοσφαιρικών διεργασιών που επηρεάζουν τη διασπορά των ρύπων από μία στατική πηγή εκπομπής [10]

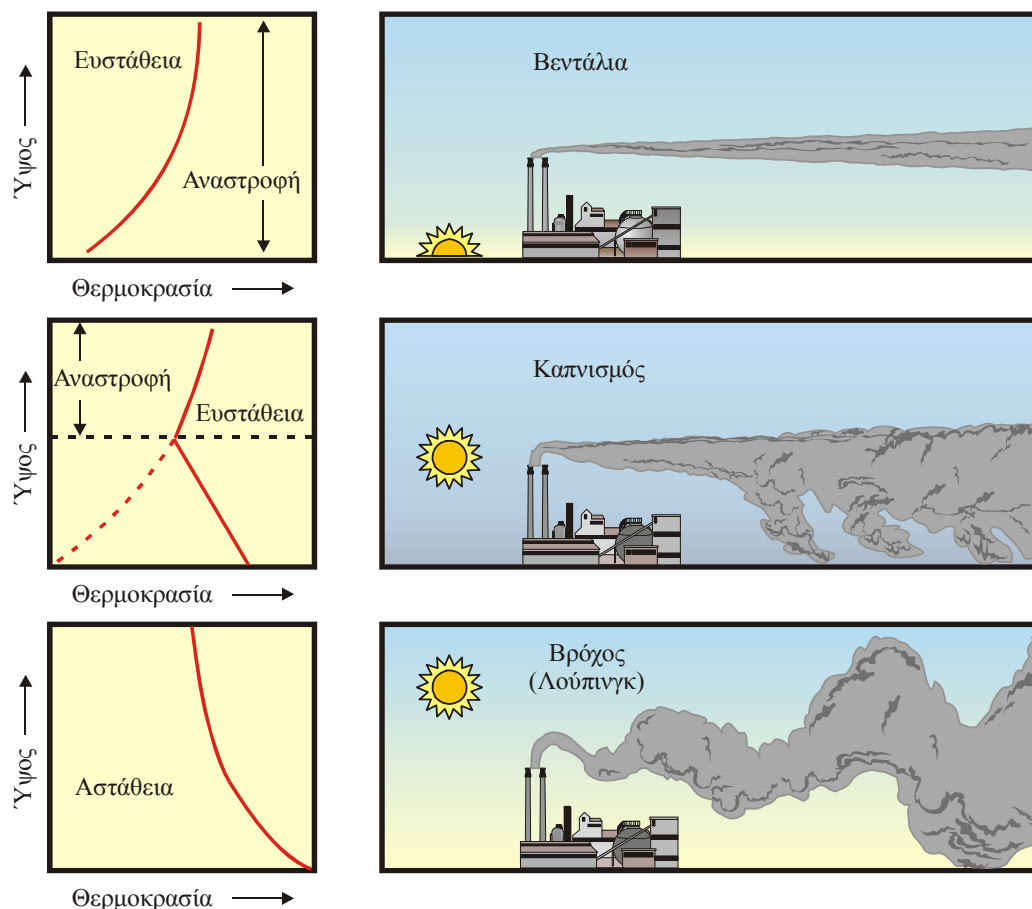
γ. Οι αναταράξεις του αέρα (τυρβώδεις στρόβιλοι) είναι υπεύθυνες για την κατακόρυφη μεταφορά και την διαπλάτυνση του θυσάνου, με τελικό αποτέλεσμα την αραιώση. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται διάχυση. Η κλίμακα και η ένταση της αραιώσης εξαρτώνται από τον βαθμό ανατάραξης της ατμόσφαιρας (Σχήμα 3.8). Σε συνθήκες ευστάθειας οι τυρβώδεις στρόβιλοι είναι μικρότερης κλίμακας και η κατακόρυφη διάχυση γίνεται αργά ενώ σε συνθήκες μεγάλης αστάθειας οι τυρβώδεις στρόβιλοι είναι μεγαλύτεροι και η διάχυση πολύ έντονη. Η διάχυση των ρύπων γίνεται μέχρι ένα συγκεκριμένο ύψος από την επιφάνεια της γης, το οποίο ονομάζεται ύψος ανάμειξης. Το στρώμα το οποίο περιέχεται ανάμεσα στην

επιφάνεια της γης και το ύψος ανάμειξης ονομάζεται στρώμα ανάμειξης.

δ. Η μεταφορά των ρύπων από την ατμόσφαιρα στο έδαφος ονομάζεται απόθεση.

Γενικά ξεχωρίζουμε τρεις διαφορετικούς τύπους απόθεσης:

- Καθίζηση ονομάζεται η πτώση λόγω βαρύτητας των σχετικά μεγάλων και βαρέων σωματιδίων.
- Ξηρή απόθεση υφίστανται τα μικρά σωματίδια και οι αέριες ενώσεις οι οποίες ακολουθούν αδρανώς τις κινήσεις του αέρα και κατακρατούνται, όταν έρθουν σε επαφή, από την υποκείμενη επιφάνεια.



Σχήμα 3.8 Η κατακόρυφη ανάπτυξη του θύσανου για διαφορετικές συνθήκες ευστάθειας στην ατμόσφαιρα. Η ευστάθεια ορίζεται από την θερμοβαθμίδα (την μεταβολή της θερμοκρασίας με το ύψος), η οποία φαίνεται στην αριστερά πλευρά του σχήματος [10].

3. Υγρή απόθεση λαμβάνει χώρα σε περίπτωση υετού οπότε μπορεί να συμβεί κάποιο από τα παρακάτω ενδεχόμενα: Είτε σάρωση των ρύπων οι οποίοι βρίσκονται στην ατμόσφαιρα από την βροχή ή το χιόνι (απόπλυση) είτε πρόσληψη των ρύπων σε ένα προηγούμενο στάδιο από τα μικρά σταγονίδια του νέφους, τα οποία αργότερα ενώνονται μεταξύ τους φτιάχνοντας σταγόνες βροχής.

Σε κάθε περίπτωση είναι πολύ σημαντικό όταν μελετάμε τους αέριους ρύπους και τις επιπτώσεις τους να ξεχωρίσουμε από την μία την αέρια ρύπανση και τις επιπτώσεις της σε τοπικό επίπεδο και από την άλλη την αποτιθέμενη ρύπανση με τις αντίστοιχες επιπτώσεις σε

παγκόσμιο επίπεδο. Ο λόγος για τον οποίο είναι τόσο σημαντικός αυτός ο διαχωρισμός είναι ότι η κλίμακα των δύο φαινομένων είναι πολύ διαφορετική. Οι επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης είναι περισσότερο τοπικό πρόβλημα και οι επιδράσεις είναι συνήθως μεγαλύτερες στις περιοχές κοντά στην πηγή της ρύπανσης. Από την άλλη πλευρά, η επίδραση της διασποράς ρύπων εξαπλώνεται σε πολλές εκατοντάδες ή χιλιάδες χιλιόμετρα ή και όλων των πλανητών.

ε. Κατά τον χρόνο της παραμονής τους στην ατμόσφαιρα οι ρύποι υφίστανται διάφορους χημικούς μετασχηματισμούς λόγω αντιδράσεων είτε μεταξύ τους είτε με τα συστατικά της καθαρής ατμόσφαιρας. Η ατμόσφαιρα είναι ένα αποτελεσματικό εργαστήριο αντιδράσεων μέσα στο οποίο διοχετεύονται χημικά ενεργά συστατικά με αποτέλεσμα την παραγωγή ενός αριθμού καινούργιων ουσιών. Οι καινούργιες ουσίες παράγονται από αέρια και υγρά, τα οποία αντιδρούν μεταξύ τους και με τα σωματίδια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα. Οι χημικές αντιδράσεις των ρύπων μπορεί να δώσουν και ουσίες, οι οποίες δεν είναι ρύποι. Σε πολλές περιπτώσεις όμως στα προϊόντα των χημικών αντιδράσεων περιλαμβάνονται και νέοι ρύποι, οι οποίοι ονομάζονται δευτερογενείς ρύποι σε αντιδιαστολή με αυτούς που εκπέμπονται απευθείας από τις πηγές οι οποίοι ονομάζονται πρωτογενείς ρύποι.

στ. Ένα μέρος της ρύπανσης διαφεύγει από το στρώμα ανάμειξης στην ελεύθερη ατμόσφαιρα. Η απουσία αναταρακτικών κινήσεων στην ελεύθερη ατμόσφαιρα έχει σαν αποτέλεσμα η διάχυση και η κατακόρυφη μεταφορά των ρύπων να γίνεται με πολύ βραδύτερους ρυθμούς. Από την άλλη μεριά, οι αντίστοιχοι ατμοσφαιρικοί μηχανισμοί είναι μεγαλύτερης χωρικής και χρονικής κλίμακας με αποτέλεσμα τα φαινόμενα να επηρεάζουν ευρύτερες περιοχές της γης.

3.3 Ατμοσφαιρικοί ρύποι

Στη συνέχεια γίνεται μία σύντομη αναφορά στους σημαντικότερους ατμοσφαιρικούς ρύπους [10].

3.3.1 Το διοξείδιο του άνθρακα CO₂

Το CO₂, αν και όχι άμεσα τοξικό, αποτελεί εκτός από συστατικό του αέρα και ένα αέριο ρύπο εκτεταμένης κλίμακας με έμμεσες επιδράσεις στην εξέλιξη της ζωής στον πλανήτη. Τα αποτελέσματα της εκπομπής CO₂ είναι μακροπρόθεσμα.

Η εκπομπή CO₂ προέρχεται, είτε από φυσικές πηγές είτε από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια σταθερή αύξηση του CO₂ της ατμόσφαιρας που παράγεται από τις ποικίλες διεργασίες καύσης. Σύμφωνα με μερικούς επιστήμονες, το CO₂ της ατμόσφαιρας μπορεί και να διπλασιαστεί στο άμεσο μέλλον. Το προβλεπόμενο αποτέλεσμα της αύξησης αυτής είναι η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Το φαινόμενο αυτό συνεπάγεται μια σταδιακή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης που θα προκαλέσει ευρείας κλίμακας κλιματικές αλλαγές με πιθανό λιώσιμο των πάγων, πλημμυρίζοντας παράκτιες περιοχές και γενικότερα μεταβάλλοντας την ισορροπία στον

πλανήτη.

Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί και ένα άλλο φαινόμενο που είναι επίσης συνέπεια της καύσης των στερεών καυσίμων και το οποίο δημιουργεί αντίθετα αποτελέσματα από αυτά του θερμοκηπίου. Η ατμοσφαιρική καπνομίχλη και η σωματιδιακή ύλη, προϊόντα καύσης και αυτά, μπορούν να προκαλέσουν ελαφρά ψύξη της ατμόσφαιρας λόγω παρεμπόδισης της ηλιακής ακτινοβολίας προς τη Γη. Στις μέρες μας υπάρχει συστηματική παρακολούθηση των ατμοσφαιρικών επιπέδων του CO₂ σε παγκόσμια κλίμακα και για το περιορισμό των εκπομπών του, έχει θεσπιστεί στο πρωτόκολλο του Κιότο αλλά και με οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Από την άλλη πλευρά είναι γνωστό το πόσο σημαντικό ρόλο παίζει η ύπαρξη του CO₂ για τη ζωή σε αυτόν τον πλανήτη. Τα φυτά χρειάζονται CO₂ για τη φωτοσύνθεση. Με άλλα λόγια ολόκληρη η τροφική αλυσίδα από την οποία εξαρτάται ο άνθρωπος, βασίζεται σε αυτό. Το φυτικό βασίλειο δείχνει να ωφελείται από τις αυξήσεις του CO₂ αλλά δεν θα πρέπει να παρασύρεται κανείς καθώς μια περαιτέρω αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 1 – 2 βαθμούς Kelvin εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, ενδέχεται να έχει σημαντικότερες συνέπειες στο παγκόσμιο κλίμα.

3.3.2 Το μονοξείδιο του άνθρακα CO

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο, ελάχιστα διαλυτό στο νερό και αναφλέξιμο. Είναι ένας από τους μαζικότερα παραγόμενους ρύπους. Γενικά στις αστικές περιοχές η κύρια ποσότητα CO προέρχεται από την ατελή καύση των υδρογονανθράκων που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα. Αυτή η ατελής καύση συμβαίνει όταν υπάρχει ανεπαρκής ποσότητα οξυγόνου ή χρόνου για την πλήρη μετατροπή των υδρογονανθράκων και ανθράκων σε CO₂ (πλήρης καύση).

Η τοξική δράση του CO σχετίζεται με το αναπνευστικό σύστημα. Ανταγωνίζεται έντονα την δέσμευση του οξυγόνου από την αιμοσφαιρίνη του αίματος, τον μεταφορέα δηλαδή του οξυγόνου στους ιστούς ενός οργανισμού, παράγοντας καρβοξυαιμοσφαιρίνη, ένα μόριο που δεν έχει πλέον την ικανότητα δέσμευσης και μεταφοράς οξυγόνου.

Όταν η αιμοσφαιρίνη έλθει σε επαφή με οξυγόνο σχηματίζει οξυαιμοσφαιρίνη, η οποία μεταφέρει το O₂ στους ιστούς για τις αναγκαίες καύσεις του οργανισμού. Η χημική συγγένεια του CO με την ενεργή θέση της αιμοσφαιρίνης για τη δέσμευση του O₂ είναι 210 φορές μεγαλύτερη από αυτήν του O₂, με αποτέλεσμα να αρκούν αρκετά μικρές μερικές πιέσεις CO για να δεσμεύσουν ισχυρά σημαντική ποσότητα αιμοσφαιρίνης σχηματίζοντας καρβοξυαιμοσφαιρίνη (HbCO).

Έτσι παρεμποδίζεται η μεταφορά οξυγόνου από τους πνεύμονες στους ιστούς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της φυσικής και πνευματικής ικανότητας του ανθρώπου καθώς και σοβαρές επιπτώσεις στα διάφορα λειτουργικά όργανα και κυρίως στον εγκέφαλο.

3.3.3 Τα οξείδια του αζώτου NO_x

Η μεγάλη μάζα των οξειδίων του αζώτου προέρχεται από καύσεις σε υψηλές θερμοκρασίες. Η παράγωγή του NO κατά τις καύσεις ευνοείται από την αύξηση της θερμοκρασίας, γι' αυτό και μια από τις σπουδαιότερες πηγές του είναι οι θερμικοί σταθμοί. Από την άλλη, μια σύγκριση της ανά μονάδα βάρους παραγόμενης ποσότητας NO από διάφορα συνηθισμένα καύσιμα, τα κατατάσσει με την ακόλουθη φθίνουσα σειρά δυναμικότητας παραγωγής NO: άνθρακας > πετρέλαιο > φυσικό αέριο.

Αν και οι ανθρώπινες δραστηριότητες εκλύουν σαφώς λιγότερες ποσότητες οξειδίων του αζώτου από τις διάφορες βιολογικές δραστηριότητες, οι εκπομπές αυτές συγκεντρώνονται στο περιορισμένο περιβάλλον των αστικών και βιομηχανικών περιοχών, με αποτέλεσμα να γίνονται πολύ επικίνδυνες. Η παρουσία τους στην ατμόσφαιρα είναι συνδυασμένη με μια μεγάλη ποικιλία αναπνευστικών προβλημάτων και είναι υπεύθυνα για τη δημιουργία των φωτοχημικών οξειδωτικών.

Υπάρχουν σοβαρές αρνητικές επιδράσεις των NO_x στην υγεία με σημαντικότερη τη σοβαρή συμμετοχή τους στην εμφάνιση οξείας βρογχίτιδας σε νήπια και παιδιά προσχολικής ηλικίας. Τέτοια φαινόμενα έχουν παρατηρηθεί όταν τα επίπεδα του NO₂ κυμαίνονται σε 24ωρη βάση, από 118 έως 156 mg/m³ (0,063 έως 0,083 ppm) και για μια περίοδο έκθεσης άνω των 6 μηνών.

Έχουν επίσης αναφερθεί αρνητικές επιδράσεις στα φυτά, π.χ πτώση των φύλλων, μείωση της παραγωγής πορτοκαλιών κ.α. όταν τα επίπεδα NO₂ ήταν κοντά στα 470 mg/m³ (0,25ppm) για μια περίοδο διάρκειας άνω των 8 μηνών. Ακόμα σχετίζονται και με εκτεταμένη διάβρωση υλικών και κατασκευών.

3.3.4 Σωματιδιακοί ρύποι (PM₁₀)

Τα σωματίδια σε μελέτες σχετικές με την ατμοσφαιρική ρύπανση, είναι ένας πολύ ευρύς όρος που καλύπτει όλες τις ουσίες στην ατμόσφαιρα που δεν είναι αέρια. Τα σωματίδια είναι συνδυασμοί πολλών μορίων, μερικές φορές παρόμοιων και άλλες διαφορετικών μεταξύ τους. Περιλαμβάνουν σκόνη, σωματίδια καπνού, ιόντα, συμπλέγματα μορίων, κ.α. Μερικά από αυτά τα σωματίδια λειτουργούν σαν πυρήνες, στους οποίους συμπυκνώνονται ατμοί. Μερικά σωματίδια αντιδρούν χημικά με αέρια της ατμόσφαιρας ή ατμούς και σχηματίζουν διάφορες συνθέσεις. Όταν δύο σωματίδια συγκρούονται μεταξύ τους στον αέρα τείνουν να συγκολληθούν εξαιτίας ελκτικών δυνάμεων δημιουργώντας έτσι σταδιακά όλο και μεγαλύτερα συσσωματώματα. Όσο μεγαλύτερο γίνεται το σωματίδιο, τόσο μεγαλώνει το βάρος του και επομένως οι πιθανότητες του για βαρυτική εναπόθεση στο έδαφος αυξάνεται. Η διαδικασία κατά την οποία ένα σωματίδιο της ατμόσφαιρας επικάθεται στη Γη λέγεται εναπόθεση.

Οι οπτικές και τοξικολογικές ιδιότητες των σωματιδίων εξαρτώνται έντονα από το μέγεθός και την σύστασή τους. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζονται τα σωματίδια με

αεροδυναμική μικρότερη από 10 μm (PM_{10}). Τα σωματίδια αυτά σχηματίζονται κυρίως από προϊόντα καύσης, ατμοσφαιρική σκόνη, στάχτες και συμπύκνωση υδρατμών. Είναι πολύ βαριά ώστε να επηρεαστούν από την κίνηση Brown (η οποία οφείλεται στις συγκρούσεις τους με τα μόρια αερίων), αλλά εναποτίθενται τόσο αργά ώστε να παραμένουν στην ατμόσφαιρα για ολόκληρους μήνες. Αυτά τα σωματίδια είναι η αιτία της ομίχλης και της μείωσης της ορατότητας. Συμμετέχουν επίσης σε ατμοσφαιρικές αντιδράσεις, συγκρούσεις και συσσωματώσεις.

Η κυριότερη ανησυχία για τη σωματιδιακή ύλη που περιπλανάται στην ατμόσφαιρα προέρχεται από το γεγονός ότι τα PM_{10} σωματίδια κάποιου μεγέθους εισπνέονται και κατακρατιούνται από το ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα. Η τοξικολογία των σωματιδίων απαιτεί τη γνώση τόσο του μεγέθους των σωματιδίων όσο και της χημικής τους σύνθεσης. Σωματίδια μεγαλύτερα από 10 μm κατακρατιούνται από τη μύτη, ενώ αυτά κάτω των 2,5 μm συνήθως εναποτίθενται στην τραχεία των πνευμόνων.

Ένα άλλο θέμα που σχετίζεται με τη σωματιδιακή ύλη είναι η σοβαρή απορρόφηση και διασπορά της ηλιακής ακτινοβολίας που υφίσταται από αυτήν. Το θέμα έχει άμεση σχέση με τη διατήρηση και εξέλιξη της ζωής στον πλανήτη και επομένως είναι μείζονος σημασίας. Μια τέτοια διασπορά και απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας τείνει να ελαττώσει τη θερμοκρασία του πλανήτη σε αντίθεση με το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

3.3.5 Μεθάνιο CH_4

Στη φύση το μεθάνιο είναι πάρα πολύ διαδεδομένο. Είναι το κύριο συστατικό των αερίων που βγαίνουν από το έδαφος, κυρίως κοντά στις πετρελαιοπηγές. Το αέριο που βρίσκεται στα ανθρακωρυχεία, κλεισμένο μέσα σε αεροστεγείς θαλάμους, αποτελείται από μεθάνιο μέχρι 90%. Ακόμα το μεθάνιο σχηματίζεται κατά τη ζύμωση της κυτταρίνης στα έλη. Βρίσκεται μέσα στον πρόλοβο των μηρυκαστικών και προέρχεται από τη ζύμωση της κυτταρίνης. Μεγάλες ποσότητες μεθανίου περιέχουν τα αέρια καύσιμα που προέρχονται από την ξηρή απόσταξη ξύλων και λιθανθράκων. Ανακαλύφθηκε από το Βόλτα το 1778 κατά την έκλυση του από τα έλη, γι' αυτό και ονομάστηκε «ελογενές αέριο»

Το μεθάνιο παρασκευάζεται εργαστηριακά και βιομηχανικά. Βιομηχανικά παράγεται: π.χ. κατά την ξηρή απόσταξη των λιθανθράκων, από τα φυσικά αέρια που βγαίνουν από το έδαφος κ.α.

Εργαστηριακά παρασκευάζεται: π.χ. κατά τη διάσπαση του ανθρακαργιλίου με νερό, από ατμούς τετραχλωράνθρακα και υδρογόνου κ.α.

Το μεθάνιο είναι ένα αέριο άχρωμο, άοσμο, πολύ ελαφρύ, λίγο διαλυτό στο νερό, διαλυτό όμως στους οργανικούς διαλύτες. Είναι ο απλούστερος υδρογονάνθρακας.

Χρησιμοποιείται κυρίως,

- ως αέριο καύσιμο στη βιομηχανία και ως θερμαντική ύλη (φυσικό αέριο).

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

- για τη παρασκευή υδρογόνου, ακετυλενίου, χλωροπαράγωγων (όπως το φρέον, που χρησιμοποιείται στις ψυκτικές μηχανές)
- για τη παρασκευή αιθάλης, που χρησιμοποιείται για τη παρασκευή χρωμάτων, καρμπόν, σινικής και τυπογραφικής μελέτης.

Το μεθάνιο και με τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα, αποτελούν τον βασικό παράγοντα σταδιακής αύξησης της θερμοκρασίας στον πλανήτη μας, μια διαδικασία που μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα.

3.4 Οριακές τιμές εκπεμπόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα

Στη συνέχεια αναφέρονται οι ανώτατες επιτρεπτές τιμές των ατμοσφαιρικών ρύπων :

Πίνακας 3.1 Οριακές τιμές για το μονοξείδιο του άνθρακα ΟΔΗΓΙΑ 2000/69/EC [11]

	Περίοδος αναφοράς για τον υπολογισμό του μέσου όρου	Οριακή τιμή	Αριθμός υπερβάσεων	Προθεσμία συμμόρφωσης προς την οριακή τιμή
Μέση τιμή 8ώρου για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	8 ώρες	10mg/m ³	Καμία	1 ^η Ιανουαρίου 2005

$$1 \text{ ppm} = 1,16 \text{ mg/m}^3 \text{ στους } 20^\circ \text{ C}$$

Πίνακας 3.2 Οριακές τιμές για το διοξείδιο του αζώτου ΟΔΗΓΙΑ 1999/30/EK [11]

	Περίοδος αναφοράς για τον υπολογισμό του μέσου όρου	Οριακή τιμή	Αριθμός υπερβάσεων	Προθεσμία συμμόρφωσης προς την οριακή τιμή
Ωριαία οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	1 ώρα	200μg/m ³	<18	1 ^η Ιανουαρίου 2010
Ετήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	Ημερολογιακό έτος	40μg/m ³	Καμία	1 ^η Ιανουαρίου 2010

$$1 \text{ ppb} = 1,91 \text{ μg/m}^3 \text{ στους } 20^\circ \text{ C}$$

Πίνακας 3.3 Οριακές τιμές για το όζον ΟΔΗΓΙΑ COM (2000) 613 final [11]

	Περίοδος αναφοράς για τον υπολογισμό του μέσου όρου	Οριακή τιμή	Αριθμός υπερβάσεων	Προθεσμία συμμόρφωσης προς την οριακή τιμή
Μέγιστη τιμή 8ώρου για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	24 ώρες	120μg/m ³	Όχι περισσότερες από 26 ανά ημερολογιακό έτος	2010

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
 Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

1 ppb=2,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στους 20° C

Πίνακας 3.4 Οριακές τιμές για τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ ΟΔΗΓΙΑ 1999/30/ΕΚ [11]

	Περίοδος αναφοράς για τον υπολογισμό του μέσου όρου	Οριακή τιμή	Αριθμός υπερβάσεων	Προθεσμία συμμόρφωσης προς την οριακή τιμή
24ωρη οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	24 ώρες	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Όχι περισσότερες από 35 ανά ημερολογιακό έτος	1 ^η Ιανουαρίου 2005
Ετήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	Ημερολογιακό έτος	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Καμία	1 ^η Ιανουαρίου 2005

ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Πίνακας 3.5 Οριακές τιμές για τα αιωρούμενα σωματίδια PM_{2,5} [12]

Περίοδος αναφοράς	Τιμή ορίου για τα αιωρούμενα σωματίδια (PM ₁₀)
Μέση ετήσια τιμή	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Μέση ημερήσια τιμή	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Πίνακας 6 Οριακές τιμές για το διοξείδιο του θείου ΟΔΗΓΙΑ 1999/30/ΕΚ [9]

	Περίοδος αναφοράς για τον υπολογισμό του μέσου όρου	Οριακή τιμή	Αριθμός υπερβάσεων	Προθεσμία συμμόρφωσης προς την οριακή τιμή
Ωριαία οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	1 ώρα	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Όχι περισσότερες από 24 ανά ημερολογιακό έτος	1 ^η Ιανουαρίου 2005
24ωρη οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	24 ώρες	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Όχι περισσότερες από 3 ανά ημερολογιακό έτος	1 ^η Ιανουαρίου 2005

1 ppb=2,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στους 20°C

3.5 Επιπτώσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει μεγάλες επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στον άνθρωπο [10]:

1. **Υλικά.** Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να διαβρώσει τα υλικά και να καταστρέψει ιστορικά αλλά και σύγχρονα κτίρια και μνημεία. Κύρια υπεύθυνη για αυτές τις καταστροφές είναι η *όξινη βροχή*, η οποία οφείλεται στην οξίνιση του νερού της βροχής λόγω διάλυσης

στις σταγόνες ενώσεων του θείου και το αζώτου. Και η φυσική βροχή είναι ελαφρά όξινη λόγω του διοξειδίου του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα αλλά η παρουσία των προαναφερθέντων ρύπων επιδεινώνει την κατάσταση.

2. Φυτά. Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να ξεράνει τα φυτά ή να περιορίσει την ανάπτυξή τους. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος προέρχεται και πάλι από την όξινη βροχή αλλά σ' αυτή την περίπτωση σημαντική είναι και η συνεισφορά από τους ρύπους που υπάρχουν στον αέρα. Παραδείγματος χάριν, όταν τα επίπεδα του διοξειδίου του θείου ή του όζοντος είναι υψηλά, έχει παρατηρηθεί υπανάπτυξη ή και νέκρωση ορισμένων φυτών.

3. Ορατότητα. Όπως είναι γνωστό η αιθαλομίχλη μειώνει την ορατότητα.

4. Ανθρώπινη υγεία. Οι σημαντικότερες επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης εμφανίζονται στην υγεία των ανθρώπων και ιδιαίτερα σε συγκεκριμένες ευπαθείς ομάδες. Χαρακτηριστικά μπορούμε να αναφέρουμε τα παρακάτω παραδείγματα:

α) Το μονοξείδιο του άνθρακα αντιδρά με την αιμογλομίνη του αίματος και σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσει σε ανωμαλίες της όρασης, κακή εκτίμηση του χώρου και του χρόνου και πιθανόν σε αναισθησία.

β) Το διοξείδιο του θείου επιδρά στο αναπνευστικό σύστημα, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων

γ) Κάποιες ενώσεις υδρογονανθράκων έχουν καρκινογόνο δράση.

δ) Το όζον είναι εξαιρετικά τοξικό και έκθεση του ατόμου σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει ζάλη, εμετούς κ.ά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο - ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

4.1 Ρύπανση εσωτερικών χώρων

Ως ρύπανση εσωτερικών χώρων ορίζεται η παρουσία ρυπαντών, όπως σκόνη, χημικές ουσίες και μύκητες που εντοπίζονται μέσα στους χώρους και σε αρκετές περιπτώσεις μπορεί να επιφέρουν βλαβερές συνέπειες. Ειδικά για κάποιον που αντιμετωπίζει αναπνευστικά προβλήματα, όπως άσθμα, είναι πολύ σημαντικό να ελέγχει τακτικά ότι οι χώροι που διαβιώνει είναι καθαροί.

Τα βασικά συμπτώματα που προκαλούνται από τη ρύπανση των εσωτερικών χώρων, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2.3 είναι :

- Ξηρότητα στα μάτια
- Δερματικοί ερεθισμοί
- Φαγούρα στη μύτη
- Ζαλάδα και ναυτία

Ο καλύτερος τρόπος να προφυλαχθούμε από τις ρυπαντικές ουσίες στην ατμόσφαιρα των δωματίων μας είναι να περιορίζουμε τις αιτίες που τις προκαλούν. Αν και είναι πολλοί οι λόγοι που μπορούν να προκαλέσουν αυτή την ρύπανση εσωτερικών χώρων, οι κυριότεροι σχετίζονται με:

- Καπνό από τσιγάρο
- Σκόνη και τρίχες από κατοικίδια ζώα
- Μούχλα και βακτήρια

Φροντίζοντας όσο μπορούμε τα παραπάνω να είναι ελεγχόμενα, προστατεύουμε σε μεγάλο βαθμό τον αέρα των εσωτερικών χώρων. Επιπλέον, είναι καλό να βελτιώνουμε τον αερισμό των χώρων, ανανεώνοντας τον αέρα των δωματίων με εξωτερικό αέρα. Σε μερικές περιπτώσεις, εξίσου αποτελεσματικός μπορεί να είναι και ένας ιονιστής αέρα [4].

4.1.1 Ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικών χώρων

Οι άνθρωποι περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους μέσα σε κλειστούς χώρους, αεριζόμενους ή μη. Μάλιστα στα ψυχρά κλίματα οι άνθρωποι ζουν σε κλειστούς χώρους περισσότερο από το 90% του χρόνου τους. Έτσι η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα στους κλειστούς χώρους αποτέλεσε και αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης σημασίας [4].

Το πρόβλημα της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα έγινε ιδιαίτερα σημαντικό τα τελευταία χρόνια επειδή η πολιτική της εξοικονόμησης ενέργειας στη θέρμανση και ψύξη των κτηρίων οδήγησε σε ερμητικά κλειστά παράθυρα και πόρτες που ελαχιστοποιούν ή ακόμα και δεν επιτρέπουν το φυσικό εξαερισμό του χώρου, καθώς επίσης και στη χρήση στην κατασκευή των κτηρίων συνθετικών και μη οικολογικών υλικών. Μετρήσεις συγκέντρωσης ρυπαντών σε κλειστούς χώρους πολλές φορές δείχνουν ότι τα επίπεδα ρύπανσης είναι υψηλότερα αυτών του εξωτερικού αέρα από τέσσερις μέχρι εκατό φορές.

Πολλές φορές ορισμένα κτίρια χαρακτηρίζονται ότι δημιουργούν στους ενοίκους τους το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου υπονοώντας ότι οι άνθρωποι μετά από κάποιο χρόνο παραμονής μέσα σ' αυτό αισθάνονται πονοκεφάλους, ερεθισμό στα μάτια, στο λαιμό και στη μύτη, ξηροδερμία, δυσκολία συγκέντρωσης στο χώρο εργασίας. Τα συμπτώματα αυτά έχουν άμεση συσχέτιση με τη διάρκεια παραμονής μέσα στο κτίριο και αποδεικνύεται ότι αποτελούν απόρροια της κακής ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα των εσωτερικών χώρων του κτηρίου.

Οι πηγές δημιουργίας ρυπαντικών ουσιών σε εσωτερικούς χώρους είναι γενικά η καύση, η θέρμανση με ξύλα, το κάπνισμα (CO , NO_x , σωματίδια), η λειτουργία φωτοτυπικών μηχανημάτων, στεγνοκαθαριστήρια (O_3), οι θερμοσίφωνες αερίου, οι εκπομπές φορμαλδεΐδης από οικοδομικά υλικά, ο αμιάντος, το οξείδιο του μολύβδου που περιέχεται στα μη οικολογικά χρώματα και το αέριο ραδόνιο.

Οι κυριότερες ρυπαντικές ουσίες κλειστών χώρων είναι το CO , CO_2 , NO_x , υγρασία (που ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών), αιωρούμενα σωματίδια, φορμαλδεΐδη, πτητικές οργανικές ενώσεις, μόλυβδος, αμιάντος και ραδόνιο και οι πάσης φύσεως ακτινοβολίες όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα. Για τις παραπάνω ρυπαντικές ουσίες αλλά και για άλλες ενώσεις έχουν θεσπιστεί επιτρεπόμενα όρια συγκέντρωσης. Ενδεικτικές τιμές αυτών των συγκεντρώσεων, από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.

Σε έναν κλειστό χώρο χωρίς άλλες πηγές ρύπανσης, η αναπνοή του ανθρώπου παράγει διοξείδιο του άνθρακα, CO_2 και έτσι απαιτείται ανανέωση του χώρου. Για παράδειγμα, ένας ενήλικας άνθρωπος αποβάλλει με την αναπνοή του $0,025 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$. Αν ληφθεί υπόψη ότι η επιτρεπόμενη μέγιστη συγκέντρωση CO_2 σε εργασιακούς χώρους γραφείων είναι $0,08\%$ (κατά ASHRAE 600-800 ppm), αυτό οδηγεί στην απλή σχέση ότι κάθε εργαζόμενος απαιτεί καθαρό αέρα παροχής όγκου V ίσο με: $V = 30 \text{ m}^3/\text{h}$ δηλαδή στο χώρο πρέπει να εισάγονται 30 m^3 την ώρα φρέσκου αέρα την ώρα για να διατηρείται η ατμόσφαιρα σε υγιή επίπεδα. Πράγματι υποδεικνύεται ως η ελάχιστη τιμή ανανέωσης του αέρα σε εργασιακούς χώρους γραφείων ίση με 25 ως $100 \text{ m}^3/\text{h}$ ανά εργαζόμενο μη καπνιστή ή γενικά έξι φορές τον όγκο του γραφείου ανά ώρα. Για ένα τυπικό κτίριο με φυσικό αερισμό με κλειστά παράθυρα εκτιμούνται οι ακόλουθοι ρυθμοί εναλλαγής αέρα ανά ώρα σε όγκους δωματίου (Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1 Όρια συγκέντρωσης ρυπαντικών ουσιών σε κλειστούς χώρους [4]

Ρυπαντική ουσία	Μέση συγκέντρωση	Συνιστώμενη τιμή κατά ASHRAE
Ίνες αμιάντου	0,2 ίνες/ml για ίνες $>5\mu\text{m}$	0,2 ίνες/ml
CO	10 mg/m^3 για 8ωρη έκθεση 30 mg/m^3 για ωριαία έκθεση 60 mg/m^3 για ημίωρη έκθεση	9ppm
Φορμαλδεΐδη (HCHO)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,1-0,4ppm
NO_2	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ετησίως 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για 1 ώρα	
O_3	235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ωριαία τιμή 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για 8 ώρες	0,08ppm
SO_2	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ετησίως	

	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για 24 ώρες	
	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για 10 λεπτά	
Pb	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για 1 έτος	
Εισπνεόμενα σωματίδια (<1 μm)	55-110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ετησίως	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	150-350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για 24 ώρες	

Πίνακας 4.2 Ρυθμός εναλλαγής αέρα με φυσικό εξαερισμό (μέσω σχισμών) [4]

Είδος δωματίου	Ρυθμός εναλλαγής αέρα την ώρα(m^3/h)
Κλειστά παράθυρα ή πόρτα(μέσω σχισμών)	0,5
Παράθυρο ή πόρτα στη μία πλευρά	1
Παράθυρα ή πόρτα σε δύο πλευρές	1,5
Παράθυρα ή πόρτες σε τρεις πλευρές	2
Προθάλαμος	2

Ο ρυθμός αύξησης της συγκέντρωσης ενός ρύπου σε όγκο εσωτερικού χώρου (Vdc/dt) ισούται με τον ρυθμό που ο ρύπος εισέρχεται στον όγκο από το εξωτερικό περιβάλλον (Qc_a), συν τον ρυθμό που οι ρύποι εισάγονται από εσωτερικές πηγές (E), μείον το ρυθμό με τον οποίον ο ρύπος χάνεται λόγω χημικών αντιδράσεων ($k c V$). Ο συντελεστής του ρυθμού αντιδράσεων συμβολίζεται με k και στον Πίνακα 4.3 δίνονται οι μέσες τιμές των συντελεστών αντιδράσεων για ρύπους που συναντάμε σε εσωτερικούς χώρους. Υποθέτουμε ότι τα συστατικά μέσα στον όγκο του εσωτερικού χώρου είναι καλά αναμειγμένα και γράφουμε την εξίσωση ισορροπίας της μάζας ως συνάρτηση του ρυθμού διεξόδου από τον εξωτερικό χώρο, τις εσωτερικές πηγές και τις καταβόθρες ακολούθως [4] :

$$V \frac{dc}{dt} = Qc_a + E - Qc - kcV$$

Όπου Q (m^3/s) είναι ο ρυθμός διεξόδου από τον εξωτερικό χώρο και C_a (g/m^3) είναι η συγκέντρωση των ρύπων στον εξωτερικό χώρο.

Πίνακας 4.3 Συντελεστές μέσων ρυθμών αντιδράσεων για ορισμένους ρύπους [4]

Ρύποι	$k(\text{s}^{-1})$
CO	0,0
HCHO	$1,11 \cdot 10^{-4}$
NO	0,0
NO _x (σαν NO ₂)	$4,17 \cdot 10^{-5}$
Ραδόνιο	$2,11 \cdot 10^{-6}$
SO ₂	$6,39 \cdot 10^{-5}$

4.1.2 Σχετική υγρασία

Σχετική υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα ονομάζεται ο λόγος της μάζας των υδρατμών που περιέχονται σε ένα καθορισμένο όγκο αέρα προς τη μάζα των υδρατμών που βρίσκονται στον όγκο αυτό εάν ήταν κορεσμένος από υδρατμούς κάτω από τις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Η σχετική υγρασία σχετίζεται με το λόγο της τάσης υδρατμών προς την τάση ισορροπίας στην ίδια θερμοκρασία. Επομένως μπορούμε να εκφράσουμε την σχετική υγρασία ως [9,13]:

$$RH = 100 \times \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2O}^s}$$

Όπου ο πολλαπλασιασμός με 100 γίνεται, γιατί συνήθως η RH εκφράζεται σε μέρη ανά εκατό. Η σχετική υγρασία είναι μια σημαντική παράμετρος που έχει άμεση σχέση με την καθημερινή μας ζωή. Κρύος αρκτικός αέρας περιέχει πολύ μικρή ποσότητα υδρατμών. Κορεσμένος αέρας σε θερμοκρασία -25°C περικλείει μόνο 0,5 γραμμάρια υδρατμών σε κάθε κιλό αέρα. Όταν αυτός ο αέρας εισαχθεί σε ένα εσωτερικό χώρο σε θερμοκρασία 20°C , τότε η χωρητικότητά του σε υδρατμούς αυξάνεται κατά 29 φορές και φτάνει την τιμή των 14,7g/kg. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να έχουμε :

$$RH = 100 \frac{0,5 \text{ g/kg}}{14,7 \text{ g/kg}} = 3\%$$

Αυτές οι πολύ μικρές τιμές της σχετικής υγρασίας έχουν άμεσα αποτελέσματα στην ποιότητα ζωής σε εσωτερικούς χώρους. Φυτά που υπάρχουν μέσα στο σπίτι ξηραίνονται λόγω της γρήγορης εξάτμισης της υγρασίας από το χώμα. Επίσης το δέρμα των ανθρώπων ξηραίνεται, υπάρχει επίδραση στις υγρές μεμβράνες της μύτης και του λάρυγγα και λόγω αυτών των επιδράσεων βακτήρια μπορούν πιο εύκολα να περάσουν στο ανθρώπινο σώμα. Από την άλλη πλευρά υψηλές τιμές της σχετικής υγρασίας σε ζεστές ημέρες του καλοκαιριού προκαλούν δυσφορία και αναπνευστικά προβλήματα ιδίως στις ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού, οι οποίες είναι οι ηλικιωμένοι άνθρωποι και τα παιδιά. Όταν η θερμοκρασία είναι υψηλή, ο κυριότερος τρόπος μείωσης της θερμοκρασίας του σώματος είναι μέσω της εφίδρωσης. Όταν η υγρασία του αέρα είναι χαμηλή τότε η εξάτμιση του ιδρώτα από το δέρμα γίνεται γρήγορα και έχουμε την αίσθηση ότι η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από την πραγματική της τιμή. Στην περίπτωση που η σχετική υγρασία του αέρα είναι υψηλή, τότε η εφίδρωση είναι δύσκολη και το σώμα δεν μπορεί να μειώσει εύκολα τη θερμοκρασία του [9,13].

Όπως έχουμε αναφέρει, η κύρια πηγή υδρατμών στην ατμόσφαιρα είναι η επιφάνεια του πλανήτη και κυρίως η θάλασσα. Επομένως η ποσότητα των υδρατμών είναι μεγαλύτερη πάνω από τον ισημερινό και μικρότερη σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη. Αυτό είναι άμεσο αποτέλεσμα της θερμοκρασίας του αέρα που με την σειρά της καθορίζει την υδροχωρητικότητα του αέρα. Η σχετική υγρασία κλειστών εσωτερικών χώρων πρέπει να κυμαίνεται από 40 έως 60%.

4.1.3 Θερμοκρασία

Ως πηγές θερμότητας είναι: η θερμοκρασία του αέρα, ο άνεμος, η υγρασία, η ακτινοβολία από τον ήλιο, τις μηχανές και τις διάφορες εργασίες. Η θερμοκρασιακή ισορροπία του σώματος συντελείται με τη λειτουργία της θερμορύθμισης και είναι αποτέλεσμα της παραγωγής και αποβολής θερμότητας. Για την καλή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού η εσωτερική θερμοκρασία του σώματος θα πρέπει να διατηρείται γύρω στους 37°C [9,15].

Οι παράμετροι που υπεισέρχονται στην εκτίμηση του θερμικού περιβάλλοντος είναι:

- κλιματολογικοί παράγοντες: θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα αέρα, θερμική ακτινοβολία
- άλλοι παράγοντες: βαρύτητα εργασίας, ένδυση, διάρκεια εργασίας.
-

Εάν οι μικροκλιματικές συνθήκες του χώρου εργασίας προσδιορίζονται από κλιματιστικά, θα πρέπει αυτά να ρυθμίζονται κατάλληλα, ώστε :

- η ταχύτητα του αέρα να μην είναι μεγαλύτερη από 0,2 m/sec
- η ενδεδειγμένη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικών & εξωτερικών χώρων θα πρέπει να συμφωνούν με τις τιμές του πιο κάτω πίνακα:
-

Πίνακας 4.4 Θερμοκρασίες εσωτερικών χώρων [8]

	Χειμώνας (°C)	Καλοκαίρι (°C)
Εξωτερική θερμοκρασία	οποιαδήποτε	20 έως 30
Εσωτερική θερμοκρασία	20	20 έως 25

Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών χώρων δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 5°C.

4.1.4 Ροή Αέρα

Σε πολλές μελέτες που έχουν γίνει μέχρι τώρα έχει διαπιστωθεί ότι είναι πολύ δύσκολο να εξασφαλιστεί ένας φυσικός αερισμός που να είναι άνετος και επαρκής. Επίσης δεν είναι εύκολο να κατασκευαστεί ένα κτίριο με προσδιορισμένη στάθμη στεγανότητας γιατί οι διαφυγές αέρα που θα υπάρξουν θα είναι κατά τεκμήριο απρόβλεπτες.

Οι ανάγκες σε αερισμό μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με το χρόνο και το χώρο. Από την άλλη πλευρά, ο αερισμός που προέρχεται από διαρροές των όψεων και των στεγών δεν είναι δυνατό να ελέγχεται. Η ταχύτητα του ανέμου και η θερμοκρασία του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος ποικίλλουν πολύ στη διάρκεια του έτους και αυτό ανεξάρτητα από τις ανάγκες για αερισμό. Δεδομένου ότι η ολική ποσότητα των διαρροών αέρα από τις όψεις και τις στέγες δεν μπορεί να τροποποιηθεί, ο αερισμός αυξάνει ενόσω ο άνεμος και το κρύο εντείνονται.

Στις περιπτώσεις κτιρίων περιορισμένου ύψους, το φαινόμενο του ανέμου κυριαρχεί. Αυτό σημαίνει ότι στις κατοικίες που δεν περιλαμβάνουν σύστημα αερισμού, τα ρεύματα αέρα μεταξύ των χώρων εξαρτώνται από τη διεύθυνση του ανέμου οπότε είναι δυνατό ο αέρας που προέρχεται από την κουζίνα, το μπάνιο ή το WC να εισέρχεται σε όλη την κατοικία όταν

οι άνεμοι έχουν αυτή την διεύθυνση. Είναι φανερό ότι επιβάλλεται να εφαρμοστεί μια στρατηγική που να θέτει το πρόβλημα του αερισμού. Έτσι παρουσιάζονται δυο όψεις του θέματος:

- Από τη μια πλευρά τα κτίρια πρέπει να εμφανίζουν μια λογική στεγανότητα όσον αφορά στον αέρα,
- Από την άλλη πλευρά, πρέπει να ενσωματώνονται στην εγκατάσταση διατάξεις μηχανικού ή φυσικού αερισμού.

Η στάθμη στεγανότητας στον αέρα εξαρτάται από το κλίμα και σε κάποιο ποσοστό από το σύστημα αερισμού που επιλέγεται. Οι απαιτήσεις στεγανότητας στον αέρα δεν μπορεί να είναι πολύ αυστηρές στην περίπτωση φυσικού αερισμού ή σε ένα σύστημα αερισμού με υποπίεση ή στην περίπτωση αερισμού με υπερπίεση. Τα μικτά συστήματα αερισμού με υποπίεση και υπερπίεση είναι πολύ ενδιαφέροντα ιδιαίτερα στην περίπτωση που διασυνδέονται με ανάκτηση θερμότητας. Όταν το κτίριο περιλαμβάνει διατάξεις ανάκτησης της θερμότητας όλες οι διεισδύσεις από τις όψεις και τις στέγες που δεν ελέγχονται προκαλούν αθέλητη σπατάλη ενέργειας. Πρακτικά οι απαιτήσεις για στεγάνωση πρέπει να είναι πολύ αυστηρές στην περίπτωση που το σύστημα αερισμού είναι σύνθετο και έχει αναπτυγμένες διατάξεις ανάκτησης θερμότητας [9].

Μέθοδοι εφαρμογής αερισμού στα κτίρια

Η διείσδυση αέρα στο περίβλημα ενός κτιρίου που οφείλεται σε εξωτερική υπερπίεση ή η διείσδυση που οφείλεται σε εσωτερική υποπίεση αποτελούν χαρακτηριστικά στοιχεία κάθε κτιρίου. Η καταγραφή των μεθόδων αερισμού ενός κτιρίου περιλαμβάνει γενικά τα ακόλουθα στοιχεία [8]:

• Φυσικός Αερισμός

Πλεονεκτήματα: Απλή, φθηνή εγκατάσταση. Χωρίς κινητά μέρη στο σύστημα. Χωρίς δαπάνη ηλεκτρικού ρεύματος.

Μειονεκτήματα: Ο αερισμός επηρεάζεται από τον άνεμο, τη θερμοκρασία και την ανθρώπινη συμπεριφορά στο άνοιγμα των παραθύρων ή στις ειδικές συνθήκες αερισμού που οι ένοικοι επιθυμούν. Ιδιαίτερη επίδραση έχει η αεροστεγανότητα του κτιρίου και η κατανομή των διεισδύσεων. Κτίρια με διαρροές επηρεάζονται από υπερβολικό αερισμό και από ελκυσμό. Αντίθετα σε περίπτωση υπερβολικά αεροστεγούς κτιρίου υπάρχει κίνδυνος ανεπαρκούς αερισμού με αποτέλεσμα το σχηματισμό συμπυκνώσεων και προβλημάτων από τη μόλυνση του αέρα των χώρων. Στους χώρους απαιτείται η χρήση κατακόρυφων αεραγωγών ιδιαίτερα σε κτίρια με πολλούς ορόφους.

• Φυσικός αερισμός με έλεγχο της λειτουργίας του.

Ο αυτόματος έλεγχος της παροχής ή της εξαγωγής των ροών αέρα ανάλογα με την ανεμοπίεση ή τη θερμοκρασία που επικρατεί.

Πλεονεκτήματα: Χαμηλό κόστος που εξαρτάται από τον αυτοματισμό του συστήματος εισροής.

Μειονεκτήματα: Τα αποτελέσματα παρόμοιων συστημάτων στον αερισμό και στην κατανάλωση ενέργειας δεν έχουν αξιολογηθεί με σαφήνεια. Προβλήματα θα μπορούσαν να εμφανιστούν στον έλεγχο της ροής του αέρα και στο ποσοστό αλλαγής αέρα ιδιαίτερα όταν το κτίριο δεν είναι επαρκώς αεροστεγές και οι δυνάμεις που καθορίζουν τη λειτουργία του συστήματος περιορισμένες. Το σύστημα αυτό απαιτεί την εγκατάσταση κατακόρυφων σωληνώσεων αερισμού ιδιαίτερα στην περίπτωση κτιρίων με πολλούς ορόφους.

• *Αερισμός με ανεμιστήρες εξαερισμού*

Πλεονεκτήματα. Ο αερισμός εξαρτάται κυρίως από την ταχύτητα του ανεμιστήρα. Η αποσυμπίεση του κτιρίου μειώνει τον κίνδυνο συμπύκνωσης υγρασίας που προέρχεται από το εξωτερικό μέρος του κτιρίου. Αποτελεί μηχανικό σύστημα αερισμού χαμηλού κόστους. Σε αεροστεγές περίβλημα τα κατάλληλα τοποθετημένα στόμια εισροής του αέρα μπορεί να εξασφαλίσουν αερισμό με κατάλληλη διανομή και έλεγχο. Είναι εύκολη η εφαρμογή του και επιδέχεται ανάκτηση της θερμότητας στην εξαγωγή του αέρα (π.χ. σύζευξη με αντλία θερμότητας για την παραγωγή θερμού νερού).

Μειονεκτήματα: Υπάρχει κίνδυνος ανεπαρκούς αερισμού σε διάφορα σημεία του κτιρίου αν αυτό εμφανίζει σημεία μεγάλης στεγανότητας ιδιαίτερα σε θέσεις κοντά στην έξοδο. Οι είσοδοι αέρα πρέπει να έχουν τις κατάλληλες διαστάσεις και να είναι τοποθετημένες σε σημεία που να περιορίζεται η ταχύτητα του αέρα σε θέσεις που εμφανίζονται ρεύματα. Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται από τη λειτουργία του ανεμιστήρα έχουν ως αποτέλεσμα τον περιορισμό ιδιαίτερα δραστικών σφραγισμάτων του κελύφους. Οι αγωγοί εισροής αέρα πρέπει να καθαρίζονται σχετικά συχνά.

• *Μηχανικό σύστημα αερισμού με παροχή καθαρού αέρα*

Πλεονεκτήματα: Όταν το κτίριο είναι αεροστεγές τότε ο αερισμός έχει εξαιρετικά αποτελέσματα σε όλο το κτίριο. Δυνατότητες διευθέτησης του συστήματος παροχής αέρα με προθέρμανση και φιλτράρισμα. Η παροχή αέρα μπορεί να γίνεται από σημείο που δεν έχει ρυπασμένο αέρα. Εύκολη εφαρμογή ανάληψης θερμότητας.

Μειονεκτήματα: Ακριβή εγκατάσταση ιδιαίτερα σε υφιστάμενα κτίρια. Απαιτεί κτίρια χωρίς διαρροές. Πολύ ευαίσθητο σύστημα σε διακυμάνσεις της πίεσης. Οι θόρυβοι από τους ανεμιστήρες ίσως να αποτελούν πρόβλημα. Οι διατάξεις παροχής αέρα πρέπει να εφαρμόζονται κατάλληλα ώστε να αποφεύγονται ρύποι στις επιφάνειες που συνήθως προκαλούνται από ρεύματα αέρα. Οι αεραγωγοί πρέπει να καθαρίζονται συχνά.

Για να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία ενός εξαερισμού πρέπει εκτός από τη σωστή πίεση ο εξαεριστήρας να πληροί δυο βασικούς κανόνες [8]:

1. Το μηχάνημα να είναι τοποθετημένο σε σημείο που να επιτυγχάνεται η καλύτερη απόδοση κατά την εκκένωση του εσωτερικού επιβαρυσμένου αέρα.

2. Ο καθαρός αέρας πρέπει να έρχεται σε επαρκή ποσότητα χωρίς να ενοχλεί από πλευράς άνεσης.

Το καλύτερο σημείο εφαρμογής του εξαεριστήρα είναι στο πιο ψηλό σημείο του χώρου που θα εξαεριστεί και όσο γίνεται πιο κοντά στις πηγές εκπομπής ρύπων. Οι εισοδοί του αέρα πρέπει να βρίσκονται στον ίδιο χώρο που θα τοποθετηθεί και ο εξαεριστήρας από την απέναντι πλευρά και όσο γίνεται μακρύτερα και σε χαμηλά σημεία. Ο αέρας που ανανεώνεται μπορεί έτσι να διασχίσει το σύνολο του χώρου. Η ταχύτητα του αέρα στο άνοιγμα θα έπρεπε να είναι ίση με 1 m/sec. για να εξασφαλίζεται ταχύτητα του αέρα στο χώρο του κτιρίου ίση με 0.12 m/sec. Ανάλογα με την παροχή του ανεμιστήρα ανά sec μπορεί να υπολογιστεί η αναγκαία διατομή ανοίγματος.

Περιορισμός των απωλειών θερμότητας από αερισμό

Ο περιορισμός των απωλειών από αερισμό μπορεί να γίνει με τους ακόλουθους τρόπους [5, 6, 8] :

- Τεχνικά μέσα. Με την εφαρμογή ταινιών στεγάνωσης τόσο στα υφιστάμενα όσο και στα νέα κτίρια. Με την αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων με νέα. Με την εφαρμογή διατάξεων ανάσχεσης ιδιαίτερα στις εξωτερικές θύρες των κτιρίων παλαιών ή νέων καθώς και με την εφαρμογή περιστροφικών θυρών.

- Μη τεχνικά μέσα. Με περιορισμό του αερισμού. Με κλείσιμο των εσωτερικών θυρών.

Πιέσεις του αέρα που ασκούνται στα κτίρια

Η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζεται από τη μορφή του εδάφους, από το ύψος του κτιρίου, από την πολεοδομική διαμόρφωση του χώρου. Η γνώση της κυκλοφορίας των ανέμων διευκολύνει την αντιμετώπιση τόσο των στατικών προβλημάτων που εμφανίζονται στα κτίρια με γυάλινες όψεις όσο και σε θέματα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και το δροσισμό στις περιπτώσεις παθητικών ηλιακών κτιρίων.

Υπάρχουν γενικά δυο τρόποι προσδιορισμού των διεισδύσεων αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων [8]:

- Μέθοδος ανίχνευσης αερίων. Με τη μέθοδο αυτή εισάγεται στο χώρο ένα αδρανές και άοσμο αέριο που δεν επηρεάζει ούτε επηρεάζεται από τα υλικά και την κατάσταση του κτιρίου. Εφόσον το αέριο αυτό δεν ασκεί κάποια χημική αντίδραση είναι δυνατό να μετριέται η συγκέντρωση που εμφανίζει στο χώρο σε συσχέτιση με το εισαγόμενο αέριο και τη διείσδυση του αέρα από τις χαραμάδες.

- Μέθοδος της υπερπίεσης. Με τις μετρήσεις αυτές προσδιορίζεται η στεγανότητα μιας συγκεκριμένης κατασκευής. Οι διάφοροι κανονισμοί δίνουν τις απαιτήσεις σε ένα από τα δυο πιο πάνω στοιχεία ώστε να εξασφαλίζονται τα σχετικά περιθώρια διεισδύσεων αέρα στα κτίρια.

4.2 Κλιματισμός εσωτερικών χώρων

Στα περισσότερα δημόσια κτίρια εφαρμόζεται το Σύστημα Θέρμανσης-εξαερισμού κλιματισμού (HVAC System). Το HVAC (που προφέρεται ως τέσσερα χωριστά γράμματα) προέρχεται από τα αρχικά γράμματα των λέξεων: θέρμανση (Heating-H), εξαερισμό (Ventilation-V) και κλιματισμό (Air Conditioning-AC) και περιλαμβάνει γενικά ποικίλα ενεργά μηχανολογικά/ηλεκτρολογικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί ο θερμικός έλεγχος των κτιρίων. Ο έλεγχος του θερμικού περιβάλλοντος αποτελεί βασικό στόχο ουσιαστικά για όλα τα κτίρια που κατοικούνται. Για πολλές χιλιετίες, ο έλεγχος αυτός απλά περιοριζόταν στην προσπάθεια να εξασφαλιστεί η επιβίωση κατά τη διάρκεια των ψυχρών χειμώνων. Στο σύγχρονο κόσμο, οι προσδοκίες του θερμικού ελέγχου πηγαίνουν αρκετά πέρα από την επιβίωση και περιλαμβάνουν τις σύνθετες θεωρήσεις για θερμική άνεση και ποιότητα του αέρα, που επηρεάζουν την υγεία, την ικανοποίηση και την παραγωγικότητα των ατόμων που καταλαμβάνουν τους χώρους του κάθε κτιρίου [6,9,12].

Ένα σύστημα θέρμανσης ("H" του HVAC) σχεδιάζεται για να προσθέτει θερμική ενέργεια σε ένα χώρο ή κτίριο, προκειμένου να διατηρείται κάποια επιλεγμένη θερμοκρασία αέρα, η οποία σε άλλη περίπτωση δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί λόγω της ροής της θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον (απώλεια θερμότητας) [6,9,12].

Ένα σύστημα εξαερισμού ("V") έχει ως σκοπό του το να κυκλοφορεί τον αέρα σε ένα χώρο, ώστε να τον κινεί χωρίς να χρειάζεται να αλλάξει η θερμοκρασία του. Τα συστήματα εξαερισμού μπορούν, και σε ορισμένες περιπτώσεις πρέπει, να χρησιμοποιούνται για να βελτιώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και, κατ' αυτόν τον τρόπο, τα επίπεδα άνεσης των ενοίκων [6, 9, 12].

Ένα σύστημα ψύξης, που δεν περιλαμβάνεται ρητά ως έννοια στο αρκτικόλεξο HVAC, σχεδιάζεται για να αφαιρεί θερμική ενέργεια από ένα χώρο ή κτίριο. Αυτό είναι ανάγκη να γίνεται προκειμένου να διατηρείται κάποια επιλεγμένη θερμοκρασία του αέρα, χαμηλότερη συγκριτικά με αυτή που, αλλιώς, θα επικρατούσε λόγω της αναπόφευκτης ροής θερμότητας τόσο από τις εσωτερικές πηγές της, όσο και από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του χώρου (κέρδος θερμότητας). Οι ψυκτικές διατάξεις εξετάζονται συνήθως ως τμήμα του "AC", σε σχέση με τα αρχικά HVAC. Το "AC" υποδηλώνει τον κλιματισμό (Air-Conditioning). Ένα σύστημα κλιματισμού, σύμφωνα με τον ορισμό της ASHRAE (Αμερικάνικη Ομοσπονδία των Μηχανικών Θέρμανσης, Κατάψυξης και Κλιματισμού), είναι μία συνάθροιση συνιστωσών, με μια καθορισμένη δομή και λειτουργία, που πρέπει να εκπληρώνει τέσσερις στόχους ταυτόχρονα.

Αυτοί είναι ο έλεγχος:

- της θερμοκρασίας του αέρα,
- της υγρασίας του αέρα,
- της κυκλοφορίας του αέρα και
- της ποιότητας του αέρα.

4.2.1 Κλιματισμός και επίδραση στην υγεία

Άτομα ευαισθητοποιημένα σε θέματα υγείας δίνουν όλο και μεγαλύτερη προσοχή στην ποιότητα του αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος. Μπορεί να υποστείτε συνέπειες στην υγεία σας από αερομεταφερόμενα μικρόβια σε μικρό χρονικό διάστημα αφού εκτεθείτε σε αυτά ή και χρόνια αργότερα. Ο κλιματισμός έχει τη δυνατότητα να αποτρέπει ή να μειώνει ορισμένες από τις συνέπειες αυτές.

Ο τρόπος με τον οποίο κατασκευάζονται σπίτια και κτίρια με στόχο τη διατήρηση ενέργειας έχει μειώσει το φυσικό εξαερισμό και την κυκλοφορία φρέσκου αέρα όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα. Όταν σταματά ο εξαερισμός ενός σπιτιού, μειώνεται η ενέργεια που απαιτείται για την ψύξη και τη θέρμανσή του. Αυτό όμως ταυτόχρονα σημαίνει ότι τα επίπεδα υγρασίας παραμένουν στο εσωτερικό του σπιτιού, ανακυκλώνοντας τον ίδιο αέρα και τα ίδια μικρόβια μέρα με την ημέρα. Σκόνη, καπνός, βακτήρια, ιοί, μούχλα, μύκητες και αέρια κυκλοφορούν σε όλο το σπίτι [12].

Η σκόνη προέρχεται από το δέρμα, τα μαλλιά, τα ρούχα ή από τα παπούτσια όταν μπαίνουμε. Η μούχλα και οι μύκητες ακολουθούν τη σκόνη. Τα αέρια μπορεί να προκληθούν από βαφές, μπογιές, βερνίκια και κόλλες.

Μερικές από τις επιλογές για να μειωθεί η συγκέντρωση μικροβίων στον αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος είναι ο εξαερισμός, η χρήση φίλτρων και ο έλεγχος των επιπέδων υγρασίας. Επίπεδα υγρασίας ύψους 50% τουλάχιστον μειώνουν σημαντικά τα ποσοστά επιβίωσης του ιού της γρίπης. Ο κλιματισμός προσφέρει τις επιλογές αυτές. Κάθε μονάδα κλιματιστικού διαθέτει φίλτρο. Ο τύπος του φίλτρου εξαρτάται από τον τύπο του συστήματος κλιματισμού. Ένα σύστημα με ενσωματωμένη δυνατότητα εξαερισμού απαιτεί ένα λιγότερο αποδοτικό φίλτρο. Η αποδοτικότητα ενός φίλτρου υπολογίζεται βάσει του ποσοστού συλλογής σωματιδίων [12].

4.2.2 Κλιματιστικά και περιβάλλον

Οι συνθήκες καύσωνα που επικρατούν στη χώρα μας, έχουν δημιουργήσει νέες συνθήκες κλιματολογικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές. Το 35% της επικράτειας κινδυνεύει από ερημοποίηση και πολλοί λένε πως σύντομα θα έχουμε στην Ελλάδα κλιματολογικές συνθήκες Βόρειας Αφρικής.

Αποτέλεσμα είναι οι περισσότεροι να καταφεύγουν στη δροσιά του κλιματιστικού και μάλιστα με υπερβάλλοντα ζήλο. Σε μερικά μαγαζιά μάλιστα επικρατούν πολικές συνθήκες. Οι διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον συνήθως ξεπερνούν τους 15 βαθμούς Κελσίου, αν και με διαφορές πάνω από 10 βαθμούς Κελσίου δημιουργούν προβλήματα υγείας ισοθερμικού σοκ και κρυολογήματα. Επιπλέον συμβάλλουν στην καταστροφή του περιβάλλοντος λόγω των υψηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, του μεγάλου κόστους αφού ο λογαριασμός του ρεύματος μπορεί εύκολα να αυξηθεί κατά 50% κατά τους θερινούς μήνες και στην αύξηση της θερμότητας του περιβάλλοντος μέχρι και 4 βαθμούς Κελσίου σε σύγκριση με το περιβάλλοντα χώρο γύρω τους [12].

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

Σε ότι αφορά τη χώρα μας, η χρήση των κλιματιστικών αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς και με ανάλογη επίπτωση στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. **Συγκεκριμένα, το 1995 παρήχθησαν 99.235 τόνοι CO₂, ενώ προβλέπεται ότι το 2010 οι εκπομπές να ανέλθουν στους 2.923.568 τόνους!**

Ο φυσικός αερισμός, η μόνωση και οι ανεμιστήρες οροφής μπορούν να αντικαταστήσουν τη χρήση κλιματιστικών.

Επιπλέον, εάν υπήρχαν περισσότερα δένδρα στις πόλεις, χιλιάδες πολίτες δεν θα κατέφευγαν στα κλιματιστικά λόγω της συμβολής τους στη μείωση της μέσης θερμοκρασίας της περιοχής. Ένα πλατάνι που διαπνέει ημερησίως 0,2 τόνους νερό έχει ψυκτική ικανότητα ισοδύναμη με δύο ψυκτικά μηχανήματα των 12.000 BTU.

Μερικοί απλοί κανόνες ορθολογικής χρήσης κλιματιστικών είναι οι ακόλουθοι:

- Η μείωση των ωρών λειτουργίας.
- Η ρύθμιση της θερμοκρασίας στους 27-29° C.
- Η αγορά κλιματιστικών με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση (ενεργειακή σήμανση «Α»).
- Το κλείσιμο των παραθύρων και πορτών κατά την διάρκεια λειτουργίας των κλιματιστικών.
- Η αποφυγή αγοράς κλιματιστικών που περιέχουν απαγορευμένες ψυκτικές ουσίες π.χ. R₂₂.
- Απαγόρευση καπνίσματος σε κλειστούς κλιματιζόμενους χώρους (κτίρια, αυτοκίνητα, κ.λ.π).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο - ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

5.1 Ελληνική νομοθεσία

Η ελληνική νομοθεσία περιλαμβάνει διατάξεις που αφορούν την διατήρηση της ποιότητας αέρα εσωτερικών χώρων σε αποδεκτά επίπεδα, με σκοπό την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Οι ακόλουθες διατάξεις έχουν εφαρμογή σε εργασιακούς χώρους, τόσο σε βιομηχανικούς χώρους, όπου πολλές φορές εφαρμόζονται ειδικότερα μέτρα, όσο και σε χώρους γραφείων, ξενοδοχείων, εστιατορίων, συνάθροισης κοινού κλπ.

Η Γενική Δ/ση Συνθηκών και Υγιεινής της Εργασίας και το Σώμα Επιθεώρησης Εργασίας (ΣΕΠΕ) είναι αρμόδια για τα θέματα ασφάλειας και υγιεινής των εργαζομένων κατά την εργασία τους.

Η χώρα μας έχει εναρμονίσει εγκαίρως στην νομοθεσία της για θέματα ασφάλειας και υγιεινής στην εργασία με το αντίστοιχο κοινοτικό δίκαιο μετά από εκτεταμένη διαβούλευση στα πλαίσια του Συμβουλίου Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΣΥΑΕ).

Πίνακας 5.1 Νομοθεσία για θέματα ποιότητας αέρα εσωτερικών χώρων [14]

Π.Δ. 162/2007	Προστασία της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά τη διάρκεια της εργασίας τους
Π.Δ. 90/99 και Π.Δ. 162/2007	Καθορίζονται οριακές τιμές επαγγελματικής έκθεσης εργαζομένων σε χημικούς παράγοντες
Π.Δ. 90/99, 338/01, 339/01 και 162/2007	Αναφέρονται στη προστασία των εργαζομένων από κινδύνους σχετικούς με την υγεία και την ασφάλεια τους που προέρχονται ή μπορεί να προέλθουν από την έκθεση τους σε χημικούς παράγοντες
Π.Δ. 16/1996	Προσδιορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας στους χώρους εργασίας σε συμμόρφωση με την Κοινοτική οδηγία 89/654/ΕΟΚ
Π.Δ. 77/93	Προστασία της υγείας από φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες.
Π.Δ. 307/86	Προστασία της υγείας από χημικούς παράγοντες
Έγγραφο Υ1/οικ.2393-17/5/	Σχετικά με την πρόληψη της νόσου των Λεγεωνάριων (Δ/ση Δημόσιας Υγιεινής του Υπ. Υγείας)

5.2 Επιτρεπόμενα όρια συγκέντρωσης ρυπαντικών ουσιών

Οι κυριότερες ρυπαντικές ουσίες κλειστών χώρων όπως αναφέραμε προηγούμενα, είναι: το CO, CO₂, NO_x, η υγρασία (ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών), τα αιωρούμενα σωματίδια, η φορμαλδεΰδη, οι πτητικές οργανικές ενώσεις, ο μόλυβδος, ο αμίαντος, το ραδόνιο και οι πάσης φύσεως ακτινοβολίες. Για τις παραπάνω ρυπαντικές ουσίες αλλά και για άλλα στοιχεία έχουν θεσπιστεί επιτρεπόμενα όρια συγκέντρωσης. Ενδεικτικές τιμές αυτών των συγκεντρώσεων, από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, παρουσιάζονται στον

πίνακα 5.2.

Πίνακας 5.2 Όρια συγκέντρωσης ρυπαντικών ουσιών σε κλειστούς χώρους [13]

Ρυπαντική ουσία	Μέση συγκέντρωση	Συνιστώμενη τιμή κατά ASHRAE
Ίνες αμιάντου	0,2 ίνες /ml για ίνες >5μm	0,2 ίνες/ml
CO	10 mg/m ³ για 8ωρη έκθεση 30 mg/m ³ για ωριαία έκθεση 60 mg/m ³ για ημίωρη έκθεση	9ppm
Φορμαλδεΐδη(HCHO)	120μg/m ³	0,1-0,4ppm
NO ₂	40μg/m ³ ετησίως 200μg/m ³ για 1 ώρα	
O ₃	235μg/m ³ ωριαία τιμή 120 μg/m ³ για 8 ώρες	0,08ppm
SO ₂	50μg/m ³ ετησίως 125 μg/m ³ για 24 ώρες 500μg/m ³ για 10 λεπτά	
Pb	0,5 μg/m ³ για 1 έτος	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

6.1 Περιγραφή χώρων και μεθόδου δειγματοληψίας

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός των παρακάτω παραμέτρων όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1 Προσδιοριζόμενοι παράμετροι

Παράμετρος	Δείκτης
Αερομεταφερόμενο μικροβιακό φορτίο	Ετερότροφα βακτήρια Μύκητες Ολικά κολοβακτήρια
Εισπνεύσιμα αιωρούμενα σωματίδια	PM ₁₀
Αέρια	O ₂ , CO ₂ , CO, CH ₄ , NO
Μετεωρολογικοί παράμετροι	Σχετική υγρασία Θερμοκρασία Ταχύτητα αέρα Ροή αέρα

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε κλιματιζόμενους και μη κλιματιζόμενους χώρους από δείγματα αέρα που συλλέχτηκαν μέσα από μια σειρά δειγματοληψιών στο χώρο όπου στεγάζεται η Εφορία Χανίων. Το κτίριο αυτό επιλέχθηκε λόγω του ότι διαθέτει ένα κεντρικό σύστημα κλιματισμού και εξαερισμού της εταιρείας Manufacturer τύπος Fyrogenis FHWC 1203-5H του οποίου η ψυκτική απόδοση είναι 315 KW, η απορρόφηση ισχύος 102 KW, ο τύπος του φρέον R22 και τέλος ο τύπος του ψυκτελαίου Sumiso 3GS.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 25 δειγματοληψίες,

- 10 μετρήσεις κατά τη περίοδο του καλοκαιριού (από τις 12.07.2007 – 27.07.2007)
- 9 μετρήσεις κατά τη περίοδο του φθινοπώρου (από τις 20.09.2007 – 05.10.2007)
- 6 μετρήσεις την περίοδο του χειμώνα (από τις 17.12.2007 – 22.02.2008)

Στον Πίνακα 6.2 παρουσιάζονται αναλυτικά οι ημερομηνίες δειγματοληψίας

Πίνακας 6.2 Ημερομηνίες δειγματοληψίας

	Αριθμός δειγματοληψίας	Ημερομηνία
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	1 ^η δειγματοληψία	12.07.2007
	2 ^η δειγματοληψία	16.07.2007
	3 ^η δειγματοληψία	17.07.2007
	4 ^η δειγματοληψία	18.07.2007
	5 ^η δειγματοληψία	19.07.2007
	6 ^η δειγματοληψία	20.07.2007
	7 ^η δειγματοληψία	23.07.2007

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

	8 ^η δειγματοληψία	24.07.2007
	9 ^η δειγματοληψία	25.07.2007
	10 ^η δειγματοληψία	27.07.2007
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	11 ^η δειγματοληψία	20.09.2007
	12 ^η δειγματοληψία	21.09.2007
	13 ^η δειγματοληψία	24.09.2007
	14 ^η δειγματοληψία	25.09.2007
	15 ^η δειγματοληψία	26.09.2007
	16 ^η δειγματοληψία	27.09.2007
	17 ^η δειγματοληψία	28.09.2007
	18 ^η δειγματοληψία	04.10.2007
	19 ^η δειγματοληψία	05.10.2007
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	20 ^η δειγματοληψία	17.12.2007
	21 ^η δειγματοληψία	18.12.2007
	22 ^η δειγματοληψία	12.02.2008
	23 ^η δειγματοληψία	14.02.2008
	24 ^η δειγματοληψία	20.02.2008
	25 ^η δειγματοληψία	22.02.2008

Τα δείγματα συλλέχθηκαν από τους χώρους του κτιρίου της εφορίας που αναφέρονται συνοπτικά στον ακόλουθο Πίνακα 6.3.

Πίνακας 6.3 Χώροι δειγματοληψίας

Χώρος – Άτομα	Εμβαδόν (m ²)	Σύστημα κλιματισμού	Κάπνισμα
Γραφείο 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	7×7 ή 3×6	Fyrogenis 4 αγωγοί 15×15	οχι
Γραφείο 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	8×7	Fyrogenis 4 αγωγοί 5×15	οχι
Κοινόχρηστος χώρος 2 ^{ου} ορόφου	21×10	Fyrogenis 12 αγωγοί 5×15	ναι
Μη κλιματιζόμενη αίθουσα 2 ^{ου} ορόφου	2×6		ναι
Κοινόχρηστος χώρος 1 ^{ου} ορόφου	35×19	Fyrogenis 12 αγωγοί 10×10	ναι
Εξωτερικό περιβάλλον (parking)	—		ναι

Οι δειγματοληψίες στον εξωτερικό χώρο χρησιμοποιήθηκαν σαν σημεία αναφοράς, ώστε να μπορούν να συγκριθούν τα αποτελέσματα.

Επιπλέον πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις καταγραφής της χρονικής μεταβολής της ποιότητας του αέρα όπου επαναλαμβανόμενες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τις ώρες 9:00 – 11:00 – 13:00 το μεσημέρι στους κλιματιζόμενους χώρους του γραφείου 1^{ου} ατόμου του 3^{ου} ορόφου και του κοινόχρηστου χώρου του 1^{ου} ορόφου, στον μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον..

Αυτό πραγματοποιήθηκε κατά τις εξής ημερομηνίες :

- 20.07.2007

- 24.07.2007
- 24.09.2007
- 28.09.2007
- 20.02.2008

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει όμως να επισημανθεί ότι ο κλιματισμός του κτιρίου δεν λειτουργούσε τις εξής ημερομηνίες: στις 26.09.2007, στις 24.09.2007 κατά την μέτρηση στις 13:00 και τέλος στις 18.12.2007.

Επίσης, υπήρξαν δειγματοληψίες κατά τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν τριβλία τα οποία περιείχαν ποσότητα αντιβιοτικού έτσι ώστε να διερευνηθεί η ύπαρξη μικροοργανισμών που διέθεταν ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά. Αυτές οι ημερομηνίες είναι οι παρακάτω:

- 04.10.2007
- 05.10.2007
- 22.02.2008

Κατά τις ημερομηνίες 20-09-2007, 21-09-2007, 24-09-2007, 25-09-2007, 26-09-2007, 27-09-2007, 28-09-2007, 4-10-2007 και 5-10-2007 αντί του γραφείου 1^{ος} ατόμου στον 3^ο όροφο πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε άλλο αντίστοιχο γραφείο. Αυτό είχε εμβαδόν 6×3 m² και 1 αεραγωγό διαστάσεων 15×15. Επίσης συνδεόταν με 1 πόρτα με ένα μικρό χολ και διέθετε 1 παράθυρο.

Κατά τις ημερομηνίες 04-10-2007, 05-10-2007, 17-12-2007, 18-12-2007 12-02-2008, 14 02-2008 και 22-02-2008 πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε γραφείο 4-5 ατόμων μη καπνιστών εναλλακτικά στις μετρήσεις του γραφείου 4 ατόμων του 3^{ου} ορόφου. Το γραφείο αυτό είχε εμβαδόν 7×13 m², διέθετε 1 αεραγωγό διαστάσεως 15×15, 1 πόρτα και 3 παράθυρα. Τα παράθυρα κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών ήταν κλειστά.

Να προστεθεί, ότι εκτός από τον χώρο της Εφορίας Χανίων, δείγματα συλλέχθηκαν μια φορά σε δωμάτιο ξενοδοχείου αλλά και στο ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης (Τ.Ε.Ι.) - Παράρτημα Χανίων στο γραφείο της αναπληρώτριας καθηγήτριας Κατσίβελας Ελευθερίας. Στους 2 αυτούς χώρους λειτούργησαν αυτόνομα κλιματιστικά.

6.2 Όργανα δειγματοληψίας και μετρήσεων

Για την εκτέλεση της δειγματοληπτικής μας διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα:

- Δειγματολήπτης μικροβιακού φορτίου MAS 100
- Πολυανιχνευτής αερίων
- Μετρητής PM₁₀
- Όργανο μέτρησης μετεωρολογικών παραμέτρων

Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη αναφορά για το κάθε όργανο δηλαδή για τον τρόπο λειτουργίας και χρήσης του κάθε ενός.

6.2.1 Δειγματολήπτης MAS 100

Το κύριο όργανο που αποτέλεσε το σημείο αναφοράς για την έρευνα μας ήταν ο δειγματολήπτης μικροβιακού φορτίου MAS 100 που ουσιαστικά αναρροφεί έναν συγκεκριμένο όγκο αέρα που του έχουμε ορίσει εμείς μέσω μίας διάτρητης πλάκας 400 οπών. Ο όγκος αυτός διοχετεύεται με πρόσκρουση σε ένα τριβλίο με θρεπτικό υπόστρωμα σε συγκεκριμένο χρόνο με μία σταθερή ροή 100 λίτρα το λεπτό (L/min). Η ταχύτητα πρόσκρουσής είναι < 20 m/sec, με κατακόρυφη ταχύτητα αέρα 0,45 m/sec. Ο δειγματολήπτης MAS 100 (Merk Γερμανίας) είναι μια απλούστερη μορφή της αντίστοιχης συσκευής Andersen και αντιστοιχεί στο επίπεδο αυτής. Το τριβλίο περιέχει στερεό θρεπτικό υπόστρωμα με άγαρ και είναι διαμέτρου 90mm. Μετά τη συλλογή τα τριβλία επωάζονται και οι αποικίες καταμετρούνται σε CFUs (Colony Forming Units). Η συγκέντρωση των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών υπολογίζεται σε cfu/m².

6.2.2 Πολυανιχνευτής αερίων

Ο πολυανιχνευτής (Polytector της εταιρείας GfG) αερίων διαθέτει ειδική προειδοποιητική σειρήνα που ενεργοποιείται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων. Αποτελείται από αισθητήρες που μετρούν τους εκπεμπόμενους ρύπους στον αέρα και συγκεκριμένα τις συγκεντρώσεις οξυγόνου (O₂ σε %v/v), μεθανίου (CH₄ σε %LEL), διοξειδίου του άνθρακα (CO₂ σε ppm), μονοξειδίου του άνθρακα (CO σε ppm) και μονοξειδίου του αζώτου (NO σε ppm).

6.2.3 Μετρητής αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀

Επιπλέον πολύτιμη ήταν και η βοήθεια που μας προσέφερε και ο μετρητής των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ σε mg/m³ στην ατμόσφαιρα. Αφορά δηλαδή τον προσδιορισμό του εισπνεύσιμου κλάσματος των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀. Αυτό πραγματοποιήθηκε με το αυτόματο φορητό όργανο Dust Trak της εταιρείας TSI, το οποίο ήταν εξοπλισμένο με ειδική PM₁₀ κεφαλή. Έχει αισθητήρα που καταμετρούσε τα σωματίδια που υπήρχαν στην ατμόσφαιρα. Μονάδα μέτρησης είναι τα mg/m³.

6.2.4 Όργανο μέτρησης μετεωρολογικών παραμέτρων

Τέλος ένα άλλο εξίσου σημαντικό όργανο ήταν το VelociCalc της εταιρείας TSI και αυτό που μας βοηθούσε να καταγράψουμε τις συνθήκες που υπήρχαν σε κάθε χώρο. Αποτελούμενο από μία κεραία 0,80 cm που στο άκρο της είχε πολύ ευαίσθητους και εύθραυστους αισθητήρες που μετρούσαν τη ροή του αέρα (flowrate σε m^3/h), την θερμοκρασία (T σε $^{\circ}C$), την υγρασία (RH %) και την ταχύτητα του ανέμου (m/s) του κάθε χώρου. Ανεξάρτητα όμως των ιδιοτήτων του κάθε οργάνου όλα τα όργανα πρέπει να είναι πάντα τοποθετημένα στην κατάλληλη θέση χωρίς να επηρεάζονται από εξωτερικούς παράγοντες ώστε να υπάρχει εγκυρότητα στις μετρήσεις μας.

6.3 Καλλιέργεια μικροοργανισμών και υποστρώματα

6.3.1 Τρόπος παρασκευής υποστρωμάτων

Τα αποστειρωμένα τριβλία περιείχαν κατάλληλα θρεπτικά υποστρώματα σύστασης ανάλογης με την κατηγορία των προσδιοριζόμενων μικροοργανισμών. Η διαδικασία για την παρασκευή των υποστρωμάτων είναι η ζύγιση των κατάλληλων θρεπτικών υλικών στις κατάλληλες αναλογίες που αναφέρονται στη συνέχεια. Στη συνέχεια προστίθεται απιονισμένο νερό, ακολουθεί διάλυση με ανάδευση στους $\sim 50^{\circ}C$, μεταφορά σε ειδικές pyrex φιάλες και αποστείρωση στο αυτόκαυστο για 20 λεπτά στους $121^{\circ}C$ και πίεση 1,2 bar. Αφού τελειώσει η διαδικασία της αποστείρωσης περιμένουμε τα θρεπτικά υποστρώματα να ψυχθούν μέχρι περίπου $50^{\circ}C$ και τοποθετούνται σε αποστειρωμένα τριβλία στον θάλαμο κάθετης νηματικής ροής μέχρι να σταθεροποιηθούν. Στη συνέχεια τα τοποθετούμε για 24 ώρες σε θερμοκρασία $4^{\circ}C$ μέχρι να χρησιμοποιηθούν στην δειγματοληψία μας. Μετά τη συλλογή τα τριβλία επωάζονται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία το κάθε υπόστρωμα ώστε να επιτευχτεί η ανάπτυξη των αποικιών. Οι αποικίες καταμετρούνται και οι συγκεντρώσεις υπολογίζονται σε cfu/ m^3 . Ο βέλτιστος αριθμός αποικιών ανά τριβλίο κυμαίνεται από 20 έως 80 αποικίες.

6.3.2 Θρεπτικά Υποστρώματα

Στον Πίνακα 6.4 παρουσιάζονται τα θρεπτικά υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανίχνευση και μέτρηση των αντίστοιχων μικροοργανισμών.

Πίνακας 6.4 Θρεπτικά Υποστρώματα και Μικροοργανισμοί

Θρεπτικά Υποστρώματα	Μικροοργανισμοί
Malt Extract Agar (MEA)	Μύκητες
Membrane Laysyl sulphate Agar (MLSA)	Θερμοανθεκτικά κοπρανώδη Κολοβακτήρια και Ολικά κολοβακτήρια
Mc Conkey Agar(εναλλακτικά)	Ολικά κολοβακτήρια
Trypton Soy Agar (TSA)	Ετερότροφα βακτήρια

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η σύσταση των θρεπτικών υποστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν.

Το Malt Extract Agar είναι ένα επιλεκτικό μέσο για την ανίχνευση των μυκήτων. Για την δημιουργία του συγκεκριμένου υποστρώματος ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία: σε 2 gr Malt Extract Broth προσθέτουμε 100 ml απιονισμένο νερό και μετά την πλήρη διάλυση τους, 1,5 gr Agar. Στη συνέχεια μετά από καλή ανάδευση, τοποθετείται σε κλίβανο αποστείρωσης στους 121 °C και 1,2 bar πίεση για 15 min. Στη συνέχεια το υπόστρωμα τοποθετείται στα τριβλία και κατόπιν αφού ολοκληρωθεί η δειγματοληψία με το δειγματολήπτη MAS 100, τα τριβλία επωάζονται σε επωαστικό θάλαμο για 72h στους 20 °C και καταμετρούνται οι αναπτυχθέντες μύκητες. Τα συστατικά του Malt Extract Agar αναφέρονται στον Πίνακα 6.5.

Πίνακας 6.5 Σύσταση του υποστρώματος MEA

Συστατικά	Συγκέντρωση (g/L)
Malt Extract	17
Mycological Peptone	3
pH	5,4 ± 0,2
Agar	15

Το Trypton Soy Agar (Merk Germany) είναι ένα επιλεκτικό μέσο για την ανίχνευση και απομόνωση των ετερότροφων βακτηρίων. Για την δημιουργία του συγκεκριμένου υποστρώματος ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία: σε 3 gr Trypton Soy Broth προσθέτουμε 100 ml απιονισμένο νερό και μετά την πλήρη διαλυση τους, 1,5 gr Agar. Στη συνέχεια μετά από καλή ανάδευση, τοποθετείται σε κλίβανο αποστείρωσης στους 121 °C και 1,2 bar πίεση για 15 min. Στη συνέχεια το υπόστρωμα τοποθετείται στα τριβλία και κατόπιν αφού ολοκληρωθεί η δειγματοληψία με το δειγματολήπτη MAS 100, τα τριβλία επωάζονται σε επωαστικό θάλαμο για 48h στους 37 °C για τον προσδιορισμό των αλλόχθων ετερότροφων βακτηρίων. Καταμετρούνται όλες οι αποικίες που αναπτύσσονται ανεξάρτητα από το χρώμα. Τα συστατικά του Trypton Soy Agar αναφέρονται στον Πίνακα 6.6.

Πίνακας 6.6 Σύσταση του υποστρώματος TSA

Συστατικά	Συγκέντρωση (g/L)
Trypton (Casein Digest USP)	17
Soy Peptone	3
Sodium chloride	5
Dipotassium phosphate	2,5
Dextrose	2,5
pH	7,4 ± 0,2
Agar	15

Το Membrane Lauryl Sulphate Agar (Lab M,England) είναι ένα επιλεκτικό μέσο για την ανίχνευση και απομόνωση των ολικών κολοβακτηρίων (Total Coliforms) στους 37 °C για 24h. Εναλλακτικά, χρησιμοποιήθηκε ένα διαφορετικό υπόστρωμα το Mc Conkey Agar. Τα ολικά κολοβακτήρια περιλαμβάνουν τα αερόβια και προαιρετικά αναερόβια που βρίσκονται

στο γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των άλλων θερμόαιμων ζώων. Τα συστατικά του Membrane Lauryl Sulphate Agar και του Mc Conkey Agar αναφέρονται στον Πίνακα 6.7.

Πίνακας 6.7 Σύσταση υποστρώματος Membrane Layryl Sulphate Agar και Mc Conkey Agar

Συστατικά MLSA	Συγκέντρωση (g/L)
Peptone	39
Yeast Extract	6
Lactose	30
Phenol Red	0,2
Sodium Layryl Sulphate	1
pH	7,4 ± 0,2
Agar	15

Για την προετοιμασία του θρεπτικού υποστρώματος διαλύουμε 5,15 gr (Mc Conkey Agar) και 1,5 gr Agar σε 100 ml απιονισμένο νερό ώστε να δημιουργηθεί ένα ομοιογενές μείγμα. Όσον αφορά το υπόστρωμα Membrane Layryl Sulphate Agar, ισχύει η ίδια διαδικασία, με τη μόνη διαφορά ότι η αναλογία του είναι 7,62 gr διαλυμένα συν επιπλέον 1,5 gr Agar ανά 100 ml απιονισμένου νερού.

Έπειτα τα τοποθετούμε σε κλίβανο αποστείρωσης στους 121°C και 1,2 bar πίεση για 15 min. Τα αποστειρωμένα διαλύματα, τοποθετούνται σε τριβλία. Στη συνέχεια τα τριβλία με το υπόστρωμα διατηρούνται σε συνθήκες δωματίου μέχρι να στερεοποιηθούν και να στεγνώσουν. Μπορούν να διαφυλαχθούν στο ψυγείο έως ότου χρησιμοποιηθούν για τη δειγματοληψία. Τέλος τα τριβλία επωάζονται σε επωαστικό θάλαμο στους 37°C για 24h. Οι αποικίες των κολοβακτηρίων που αναπτύσσονται και καταμετρώνται χρησιμοποιώντας το υπόστρωμα Mc Conkey Agar έχουν χρώμα ροζ, μωβ ή κόκκινο ενώ χρησιμοποιώντας το υπόστρωμα Membrane Layryl Sulphate Agar έχουν χρώμα κίτρινο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν.

7.1 Καλοκαιρινή περίοδος δειγματοληψιών

Κατά την καλοκαιρινή περίοδο πραγματοποιήθηκαν 10 δειγματοληψίες στο χρονικό διάστημα από τις 12.07.2007 έως 27.07.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα στο κτίριο όπου στεγάζεται η εφορία Χανίων, του Δήμου Χανίων, το οποίο διαθέτει ένα κεντρικό σύστημα κλιματισμού, όπως προαναφέρθηκε. Οι δειγματοληψίες στο κτίριο της εφορίας ξεκίνησαν στις 16.07.2007 και ολοκληρώθηκαν στις 27.07.2007. Επίσης, στις 12.07.2007 πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε γραφείο του Τεχνολογικού Ιδρύματος Κρήτης – Παράρτημα Χανίων και σε ενοικιαζόμενο δωμάτιο ξενοδοχείου στην περιοχή των Χανίων, τα οποία διέθεταν αυτόνομες μονάδες κλιματισμού.

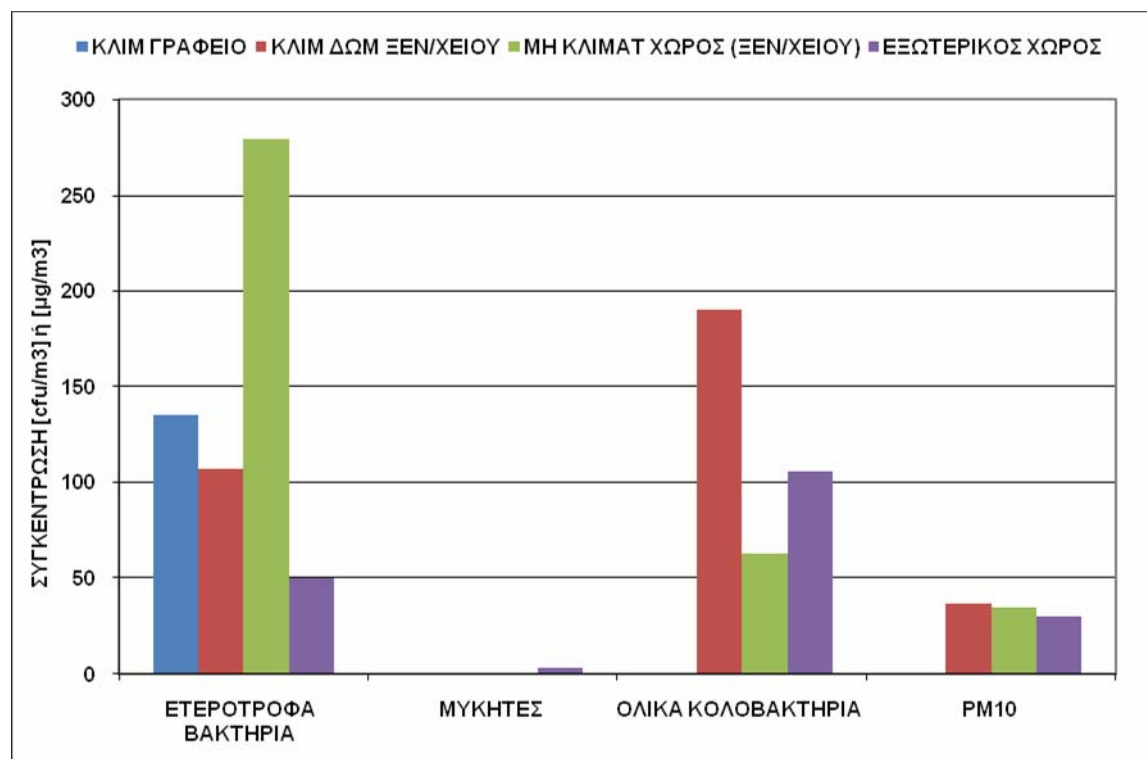
Αναλυτικά παρουσιάζονται οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών κατά την καλοκαιρινή περίοδο:

Πίνακας 7.1 Ημερομηνίες δειγματοληψίας κατά την καλοκαιρινή περίοδο

Δειγματοληψία	Ημερομηνία	Ωρα δειγματοληψίας
1 ^η	12.07.2007	11:00-13:00
2 ^η	16.07.2007	11:00-13:00
3 ^η	17.07.2007	11:00-13:00
4 ^η	18.07.2007	11:00-13:00
5 ^η	19.07.2007	11:00-13:00
6 ^η	20.07.2007	9:00, 11:00, 13:00
7 ^η	23.07.2007	11:00-13:00
8 ^η	24.07.2007	9:00, 11:00, 13:00
9 ^η	25.07.2007	11:00-13:00
10 ^η	27.07.2007	11:00-13:00

Κατά τις ημερομηνίες 20.07.2007 & 24.07.2007 οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με στόχο την χρονική καταγραφή της ποιότητας του αέρα κατά την διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας σε συγκεκριμένες ώρες (9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ). Στη συνέχεια παρατίθεται ο σχολιασμός των διαγραμμάτων για τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν σε όλους τους χώρους ανά ημέρα μετρήσεων.

1η Δειγματοληψία :12.07.2007



Διάγραμμα 7.1 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ για τις 12.07.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε γραφείο του Τ.Ε.Ι, σε δωμάτιο ξενοδοχείου, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η πρώτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 12.07.2007 και για τις ώρες μεταξύ 11:00 και 13:00 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, κλιματιζόμενο γραφείο 12 m², δωμάτιο ξενοδοχείου 14 m², μη κλιματιζόμενος χώρος (που στη προκειμένη περίπτωση είναι δωμάτιο ξενοδοχείου χωρίς κλιματισμό) 14 m², εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 22,6°C έως 31,8°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.2.

Πίνακας 7.2 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την 1^η δειγματοληψία 12.07.2007

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Ατομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Κλιμ. Γραφείο	31,8	30,9	0,06	3	0,03	δπ
Κλιμ. Δωμ. Ξενοδοχείου	22,6	67,6	0,10	2	0,02	31

Μη Κλιμ. χώρος (Ξενοδοχείου)	31,5	45,7	0,03	2	0	35
Εξωτερικό Περιβάλλον	30,7	45,8	0,35	0	0	30

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50, 100 και 250 L και για τα ολικά κολοβακτήρια 1.000, 1.250 και 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.1. Παρατηρούμε σύμφωνα με το διάγραμμα, ότι τα ολικά κολοβακτήρια είναι σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, ενώ αυτά που παρουσιάζονται σε αυξημένες συγκεντρώσεις είναι τα ετερότροφα βακτήρια του μη κλιματιζόμενου χώρου και οι συγκεντρώσεις των μυκήτων στο κλιματιζόμενο δωμάτιο του ξενοδοχείου. Για τον εξωτερικό χώρο παρατηρούμε ότι αυξημένη είναι η συγκέντρωση των μυκήτων ενώ ακολουθεί μετά η συγκέντρωση των ετερότροφων βακτηρίων ενώ η συγκέντρωση των ολικών κολοβακτηρίων είναι πραγματικά σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.3 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

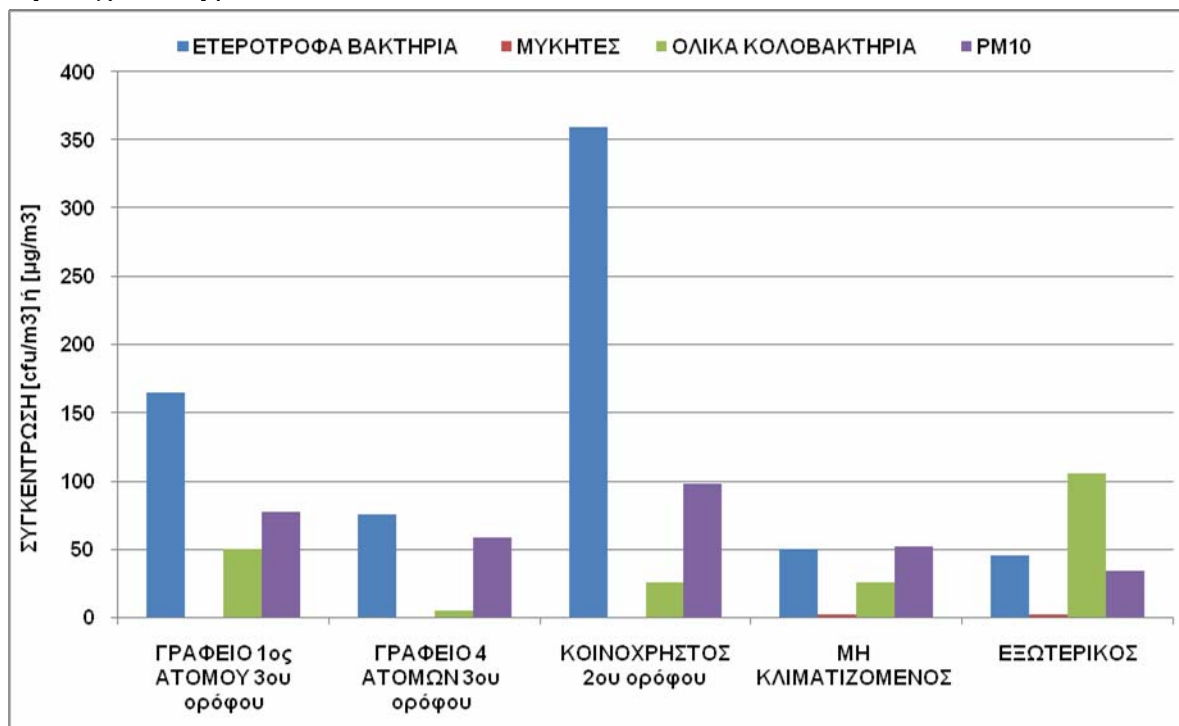
Πίνακας 7.3 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 1^η δειγματοληψία 12.07.2007

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Κλιμ. Γραφείο	Κλιμ. Δωμ. Ξενοδοχείου	Μη Κλιμ. Δωμ. Ξενοδοχείου
Ετερότροφα Βακτήρια	2,7	2	5,6
Μύκητες	0	1,7	0,6
Ολ. Κολοβακτήρια	0	0	0,3
PM₁₀	δπ	1,2	1,2

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Αναλογίες συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος υψηλότερες του 2 δείχνουν σημαντική επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα. Στην συγκεκριμένη δειγματοληψία ιδιαίτερα επιβαρημένη με ετερότροφα βακτήρια εμφανίζεται η ποιότητα του αέρα του μη κλιματιζόμενου δωματίου, ενώ όσον αφορά τους αερομεταφερόμενους μύκητες, τα ολικά κολοβακτήρια και τα PM₁₀, η επιβάρυνση είναι στα φυσιολογικά όρια.

2η Δειγματοληψία :16.07.2007



Διάγραμμα 7.2 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 16.07.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε επιλεγμένα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου που βρίσκονται στο χώρο όπου στεγάζεται η εφορία Χανίων, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η δεύτερη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 16.07.2007 και για τις ώρες μεταξύ 11:00 και 13:00 το μεσημέρι. Στόχος παραμένει ο ίδιος, ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων – 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 26,6°C έως 28,7°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.4.

Πίνακας 7.4 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την 2^η δειγματοληψία 16.07.2007

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	27,1	38,3	0,07	3	0	77
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	26,6	38,8	0,15	21,3	0	58
Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	28	39,6	0,18	40	0	98

Μη κλιμ. χώρος	28,7	39,4	0,11	7	0	52
Εξωτερικός χώρος	28	38,7	0,80	δπ	0,01	34

δπ : Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L ενώ για τα ολικά κολοβακτήρια 2000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.2. Παρατηρούμε ότι οι υψηλότερες συγκεντρώσεις των ετερότροφων βακτηρίων ήταν στο του κοινόχρηστο χώρο του 2ου ορόφου και αμέσως μετά με αρκετή διαφορά ακολουθούν οι τιμές των ετερότροφων βακτηρίων στο γραφείο 1^{ος} ατόμου στον 3^ο όροφο. Στον κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου δεν πραγματοποιήθηκαν καθόλου μετρήσεις στη συγκεκριμένη δειγματοληψία και γι αυτό και δεν υπάρχουν στο γράφημα δεδομένα. Τα αιωρούμενα σωματίδια έχουν ξεπεράσει το επιτρεπτό όριο των 40 μg/m³ και βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα, με τη μεγαλύτερη συγκέντρωσή τους να παρατηρείται στον κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου (98 μg/m³). Τα ολικά κολοβακτήρια έχουν πάρα πολύ μικρές συγκεντρώσεις σε όλους τους χώρους.

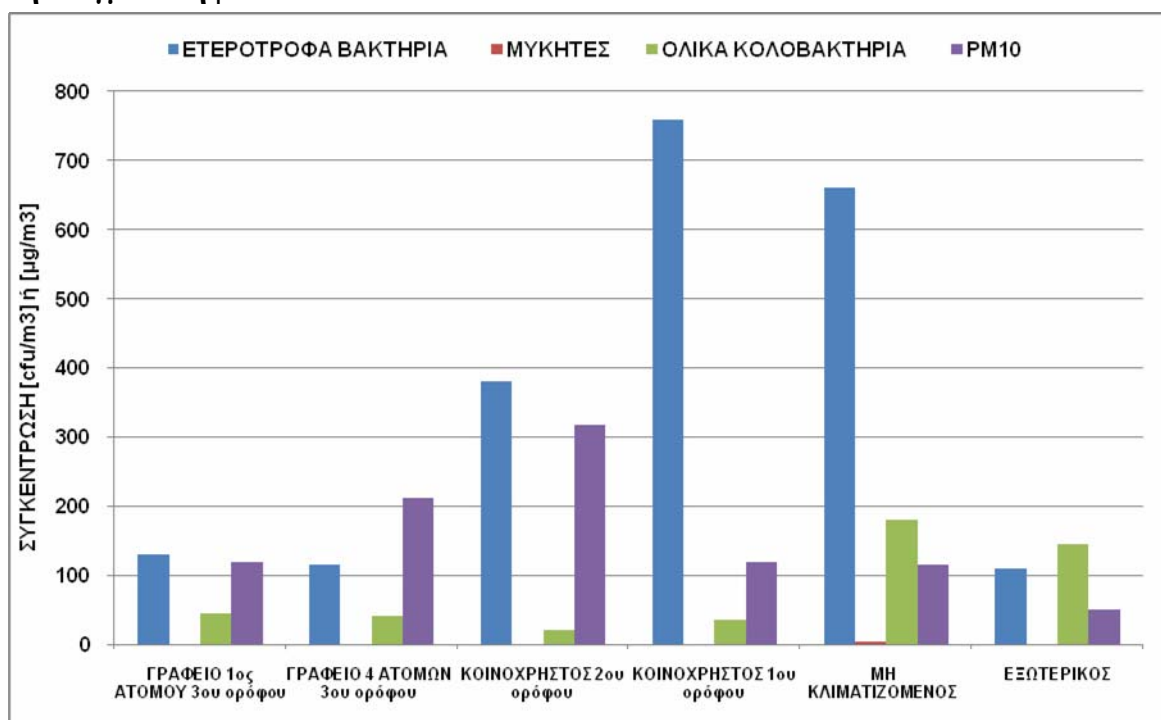
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.5 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.5 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 2^η δειγματοληψία 16.07.2007

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	3,5	1,5	8	1
Μύκητες	0,5	0,05	0,2	0,2
Ολ. Κολοβακτήρια	0	0	0,25	1
PM₁₀	2,3	1,7	3	1,5

Αναλογίες συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος υψηλότερες του 2 δείχνουν σημαντική επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα. Στην συγκεκριμένη δειγματοληψία ιδιαίτερα επιβαρημένη με ετερότροφα βακτήρια εμφανίζεται η ποιότητα του αέρα του κοινόχρηστου χώρου του 2^{ου} ορόφου και το γραφείο 1^{ος} ατόμου, ενώ όσον αφορά τους αερομεταφερόμενους μύκητες και τα ολικά κολοβακτήρια η επιβάρυνση είναι στα φυσιολογικά όρια. Τα PM₁₀ εμφανίζουν μεγαλύτερη επιβάρυνση στο γραφείο του 1 ατόμου στον 3^ο όροφο και στον κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου.

3η Δειγματοληψία :17.07.2007



Διάγραμμα 7.3 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 17.07.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε επιλεγμένα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου που βρίσκονται στο χώρο όπου στεγάζεται η εφορία Χανίων, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η τρίτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 17.07.2007 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:30 το μεσημέρι. Στόχος παραμένει εξίσου ο ίδιος, ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων – 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 25,2°C έως 28,3°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.6.

Πίνακας 7.6 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την 3^η δειγματοληψία 17.07.2007

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Ατομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	25,2	44,5	0,04	3	0,02	119
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	27,5	38,6	0,28	7	0,01	211
Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	28,3	44,1	0,09	25	0,03	317
Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	27,7	43,7	0,14	38	0,02	118

Μη κλιμ. χώρος	28,3	55,1	0,08	10	0	115
Εξωτερικός χώρος	28	55,7	0,30	δπ	0,01	51

δπ : Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.3. Παρατηρούμε αυξημένες τις συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων στον κοινόχρηστο χώρο του 1ου ορόφου. Τα ολικά κολοβακτήρια σε όλους τους χώρους έχουν πάρα πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Όσο για τις συγκεντρώσεις των μυκήτων, υπάρχει μια αυξητική τάση στον μη κλιματιζόμενο χώρο. Αυτό που αξίζει ιδιαίτερη προσοχή είναι τα επίπεδα διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ (5-317 μg/m³) που είναι πολύ υψηλά και ξεπερνάνε με πολλές μονάδες παραπάνω το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από τον νόμο και το οποίο είναι της τάξεως των 40 (μg/m³).

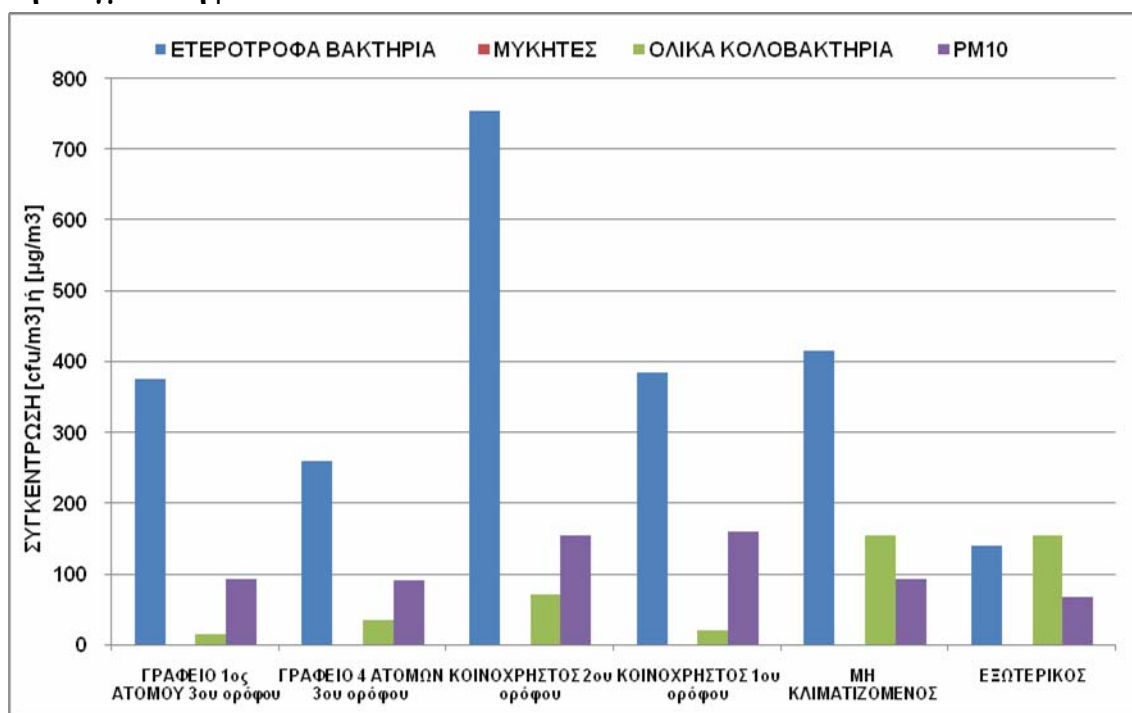
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.7 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.7 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 3^η δειγματοληψία 17.07.2007

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	1	1	4,5	7	6
Μύκητες	0,3	0,3	0,1	0,2	1
Ολ. Κολοβακτήρια	0	0	0,5	0,5	3,5
PM₁₀	2,5	4	6	2	2

Αναλογίες συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος υψηλότερες του 2 δείχνουν σημαντική επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα. Στην συγκεκριμένη δειγματοληψία ιδιαίτερα επιβαρημένη με ετερότροφα βακτήρια εμφανίζεται η ποιότητα του αέρα του μη κλιματιζόμενου χώρου και των 2 κοινόχρηστων χώρων. Όσον αφορά τους αερομεταφερόμενους μύκητες και τα ολικά κολοβακτήρια η επιβάρυνση είναι στα φυσιολογικά όρια με εξαίρεση τον μη κλιματιζόμενο χώρο όπου παρατηρείται αυξημένη αναλογία συγκέντρωσης των ολικών κολοβακτηρίων. Τα PM₁₀ εμφανίζουν μεγαλύτερη επιβάρυνση στο κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου και στο γραφείο των 4 ατόμων, αλλά γενικά και στους υπόλοιπους χώρους έχουν αναλογίες συγκέντρωσης διπλάσιες σε σχέση με το εξωτερικό περιβάλλον.

4η Δειγματοληψία :18.07.2007



Διάγραμμα 7.4 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 18.07.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε επιλεγμένα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου που βρίσκονται στο χώρο όπου στεγάζεται η εφορία Χανίων, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η τέταρτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 18.07.2007 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:30 το μεσημέρι. Στόχος, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στις προηγούμενες δειγματοληψίες είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων – 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1ου ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και μια δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 26°C έως 28,9°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.8.

Πίνακας 7.8 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την 4^η δειγματοληψία 18.07.2007

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	26	41,8	0,08	4	0,01	92
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	27,5	39,3	0,18	8	0,01	90
Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	28,1	47,9	0,04	30	0,03	154
Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	27	43,1	0,04	50	0,02	160

Μη κλιμ. χώρος	28,8	56,9	0,04	40	0	92
Εξωτερικός χώρος	28,3	62	0,13	δπ	0	67

δπ : Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.4. Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι τα ετερότροφα βακτήρια παρουσιάζουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σύγκριση με τα κολοβακτήρια και τους μύκητες σε όλους τους χώρους. Συγκεκριμένα ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου έχει υψηλότερες συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων. Αυτό που συνεχίζει να παραμένει αμετάβλητο καθ' όλη την πορεία των δειγματοληψιών είναι τα επίπεδα των ολικών κολοβακτηρίων, τα οποία είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα έως και σε αυτήν την δειγματοληψία στις 18.07.2007. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση μυκήτων εμφανίζεται στον κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου. Τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ (67 – 160 μg/m³) και σε αυτήν την μέρα της δειγματοληψίας ξεπέρασαν το επιτρεπτό όριο των 40 (μg/m³) και εμφανίστηκαν σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα.

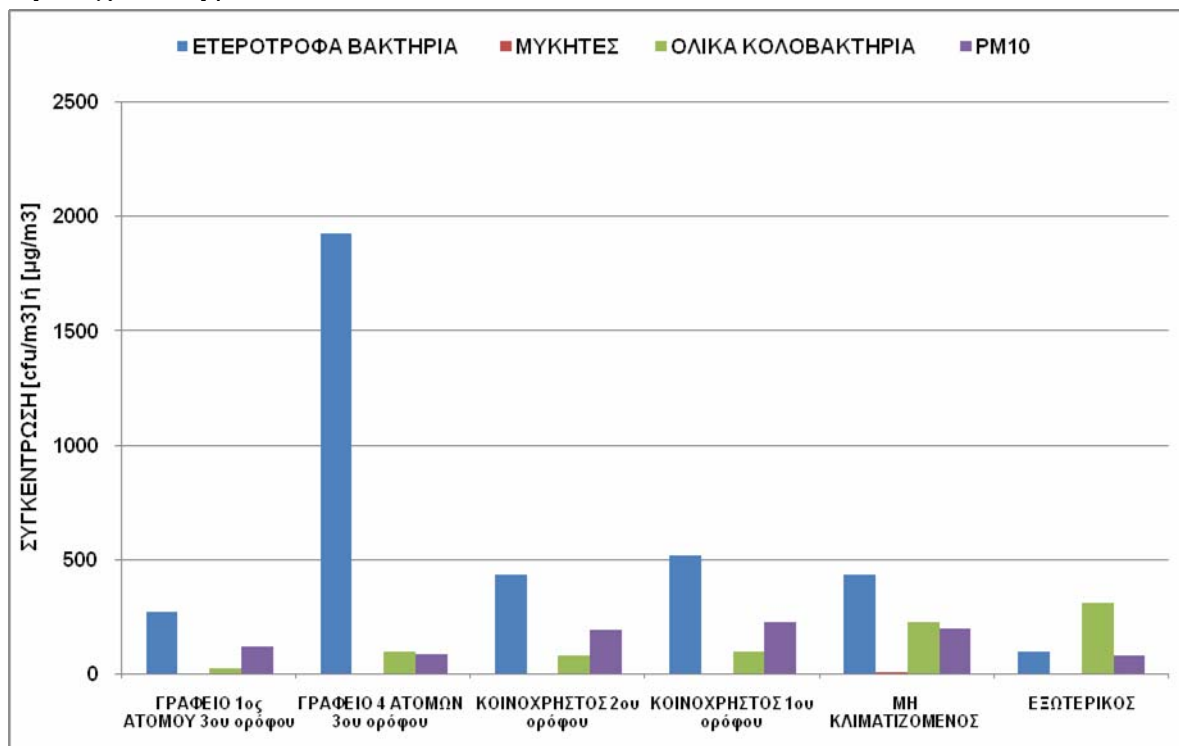
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.9 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.9 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 4^η δειγματοληψία 18.07.2007

Προσδιοριζόμεν. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	2,5	2	5	3	3
Μύκητες	0,09	0,22	0,45	0,13	1
Ολ. Κολοβακτήρια	0	0	0	0	0
PM₁₀	1,5	1,5	2,3	2,4	1,4

Αναλογίες συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος υψηλότερες του 2 δείχνουν σημαντική επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα. Στην συγκεκριμένη δειγματοληψία ιδιαίτερα επιβαρημένη με ετερότροφα βακτήρια εμφανίζεται η ποιότητα του αέρα του κοινόχρηστου χώρου του 2^{ου} ορόφου, ενώ όσον αφορά τους αερομεταφερόμενους μύκητες και τα ολικά κολοβακτήρια η επιβάρυνση είναι στα φυσιολογικά όρια. Τα PM₁₀ εμφανίζουν μεγαλύτερη επιβάρυνση στο κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου και στον κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου.

5η Δειγματοληψία :19.07.2007



Διάγραμμα 7.5 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 19.07.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε επιλεγμένα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου που βρίσκονται στο χώρο όπου στεγάζεται η εφορία Χανίων, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η πέμπτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 19.07.2007 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:15 το μεσημέρι. Στόχος, όπως πάντα ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων – 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και πραγματοποίηση δειγματοληψίας από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 26,9°C έως 30,5°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.10.

Πίνακας 7.10 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την 5^η δειγματοληψία 19.07.2007.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	26,9	40,2	0,13	3	0,01	120
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	27,2	39,6	0,09	5	0,01	83
Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	28,3	46,2	0,13	42	0,03	189

Κοινόχρ. χώρος 1^{ου} ορόφου	27,8	42,4	0,01	40	0,03	222
Μη κλιμ. χώρος	29,3	50,6	0,04	10	0,01	196
Εξωτερικός χώρος	30,5	53,9	0,75	δπ	0	77

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.5. Παρατηρούμε τα αποτελέσματα της δειγματοληψίας στις 19.07.2007 και αυτό που κάνει εντύπωση είναι η ραγδαία αύξηση της συγκέντρωσης των ετερότροφων βακτηρίων στο γραφείο των 4 ατόμων του 3^{ου} ορόφου. Στους υπόλοιπους χώρους ήταν σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα και κυμαινόταν από 430 έως 1925 CFU/m³ για τα ετερότροφα βακτήρια και από 20 έως 225 CFU/m³ για τους μύκητες. Κατά την ίδια ημερομηνία οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων ήταν πολύ υψηλές και ακόμη και στο εξωτερικό περιβάλλον ήταν 77 μg/m³ ξεπερνώντας το επιτρεπτό όριο κατά 1,9 φορές. Να προσθέσουμε ότι εκείνη την μέρα υπήρξε ιδιαίτερα κινητικότητα του κοινού στους χώρους της Εφορίας Χανίων.

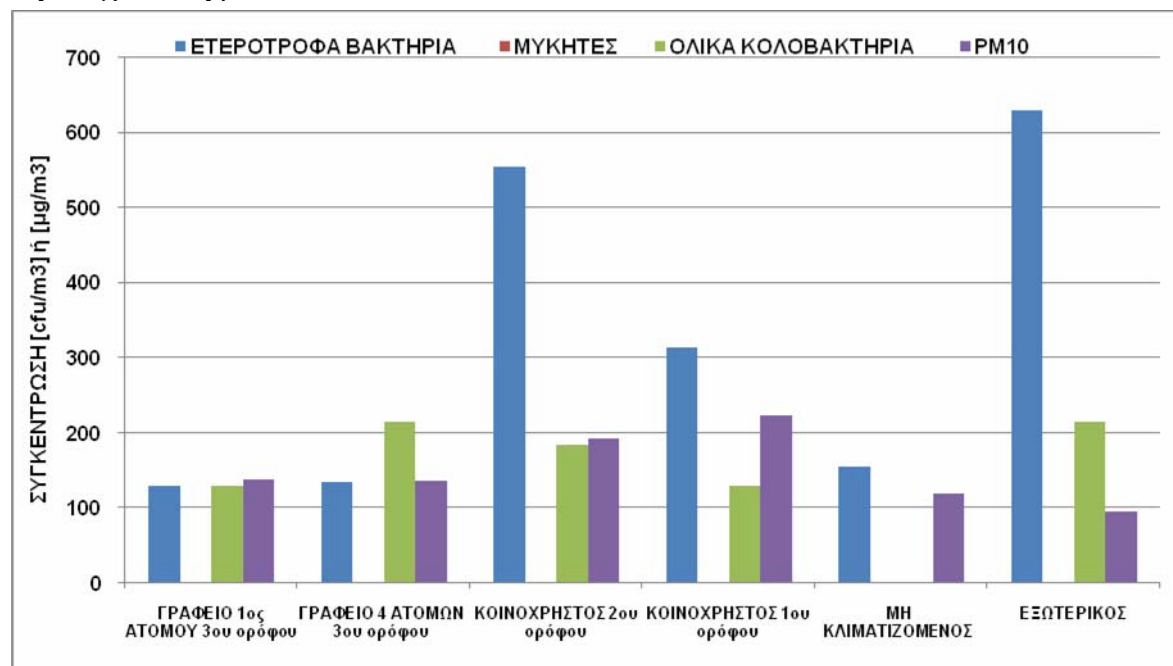
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.11 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.11 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 5^η δειγματοληψία 19.07.2007.

Προσδιοριζόμενες Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	3	20	4,5	5,5	4,5
Μύκητες	0,06	0,30	0,25	0,30	0,7
Ολ. Κολοβακτήρια	0	0	1	6	9
PM₁₀	1,5	1	2,5	3	2,5

Αναλογίες συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος υψηλότερες του 2 δείχνουν σημαντική επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα. Στην συγκεκριμένη δειγματοληψία ιδιαίτερα επιβαρημένη με ετερότροφα βακτήρια εμφανίζεται η ποιότητα του αέρα του κοινόχρηστου χώρου του 1^{ου} ορόφου, ενώ όσον αφορά τους αερομεταφερόμενους μύκητες η επιβάρυνση είναι στα φυσιολογικά όρια. Τα ολικά κολοβακτήρια παρουσιάζουν ιδιαίτερα επιβαρυμένη ποιότητα του αέρα στον μη κλιματιζόμενο χώρο αλλά και στον κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου. Τα PM₁₀ εμφανίζουν επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα στο κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου.

6η Δειγματοληψία :23.07.2007



Διάγραμμα 7.6 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 23.07.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε επιλεγμένα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου που βρίσκονται στο χώρο όπου στεγάζεται η εφορία Χανίων, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η έκτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 23.07.2007 και για τις ώρες μεταξύ 11:00 και 14:30 το μεσημέρι. Ο στόχος παραμένει ο ίδιος και είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων – 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1ου ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και μια δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 27,9°C έως 37,5°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.12.

Πίνακας 7.12 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την 6^η δειγματοληψία 23.07.2007.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	28,6	35,9	0,03	2	0,03	139
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	29	36,9	0,15	8	0,04	136
Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	30	43,7	0,08	45	0,04	193
Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	27,9	38,9	0,09	50	0,04	224
Μη κλιμ. χώρος	29,4	37,5	2,77	10	0,01	120

Εξωτερικός χώρος	32,1	34,5	0,53	δπ	0,02	95
-------------------------	------	------	------	----	------	----

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.6. Βλέπουμε ότι όλες οι συγκεντρώσεις των προσδιοριζόμενων παραμέτρων (ετερότροφα βακτήρια, μύκητες και αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ είναι σε υψηλά επίπεδα. Ιδιαίτερη υψηλή είναι η συγκέντρωση των ετερότροφων βακτηρίων στον εξωτερικό χώρο, όπου παρατηρείται να είναι αρκετά αυξημένη και η συγκέντρωση των PM₁₀ (95 μg/m³). Η μόνη συγκέντρωση όπου συνεχίζει να βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα είναι των ολικών κολοβακτηρίων.

Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.13 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.13 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 6^η δειγματοληψία 23.07.2007.

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^ο ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^ο ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^ο ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^ο ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	0,2	0,2	0,8	0,5	0,2
Μύκητες	0,6	1	0,9	0,6	0
Ολ. Κολοβακτήρια	0	0	0	0	0
PM₁₀	1,5	1,5	2	2,5	1,3

Αναλογίες συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος υψηλότερες του 2 δείχνουν σημαντική επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα. Στην συγκεκριμένη δειγματοληψία τα ετερότροφα βακτήρια, οι μύκητες και τα ολικά κολοβακτήρια βρίσκονται σε φυσιολογικές τιμές. Τα PM₁₀ παρουσιάζουν υψηλή αναλογία συγκέντρωσης στον κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου.

7η Δειγματοληψία :25.07.2007



Διάγραμμα 7.7 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 25.07.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε επιλεγμένα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου που βρίσκονται στο χώρο όπου στεγάζεται η εφορία Χανίων, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η εβδομη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 25.07.2007 και για τις ώρες μεταξύ 10:30 και 14:00 το μεσημέρι. Ο στόχος παραμένει ο ίδιος και είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων – 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος του 2^{ου} ορόφου και μια δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 28,3°C έως 33°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.14.

Πίνακας 7.14 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την 7^η δειγματοληψία 25.07.2007.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	28,3	36,2	0,16	3	0,04	164
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	29,5	35,5	0,17	10	0,04	450
Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	29,7	38,3	0,23	30	0,06	379
Κοινοχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	29,8	35,3	0,24	35	0,04	293
Μη κλιμ. χώρος	32,5	29,9	0,09	10	0,03	161

Εξωτερικός χώρος	33	30,5	0,17	δπ	0,03	209
-------------------------	----	------	------	----	------	-----

δπ : Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.7.

Παρατηρούμε ότι στο γραφείο 1 ατόμου του 3^{ου} ορόφου υπάρχει αυξημένο το ποσοστό συγκέντρωσης μυκήτων. Επίσης στο γραφείο 4 ατόμων του 3^{ου} ορόφου μετρήθηκε μεγάλη συγκέντρωση σωματιδίων PM₁₀, ενώ στον κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η υψηλή συγκέντρωση των ετερότροφων βακτηρίων, αλλά και οι μύκητες και τα PM₁₀ βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Στο μη κλιματιζόμενο χώρο, παρατηρήθηκε επίσης υψηλή συγκέντρωση βακτηρίων PM₁₀. Τα ολικά κολοβακτήρια και σε αυτή την ημέρα των δειγματοληψιών, βρίσκονται σε εξαιρετικά χαμηλά ποσοστά σε σχέση με τα υπόλοιπα (από 0 – 10,5 CFU/m³).

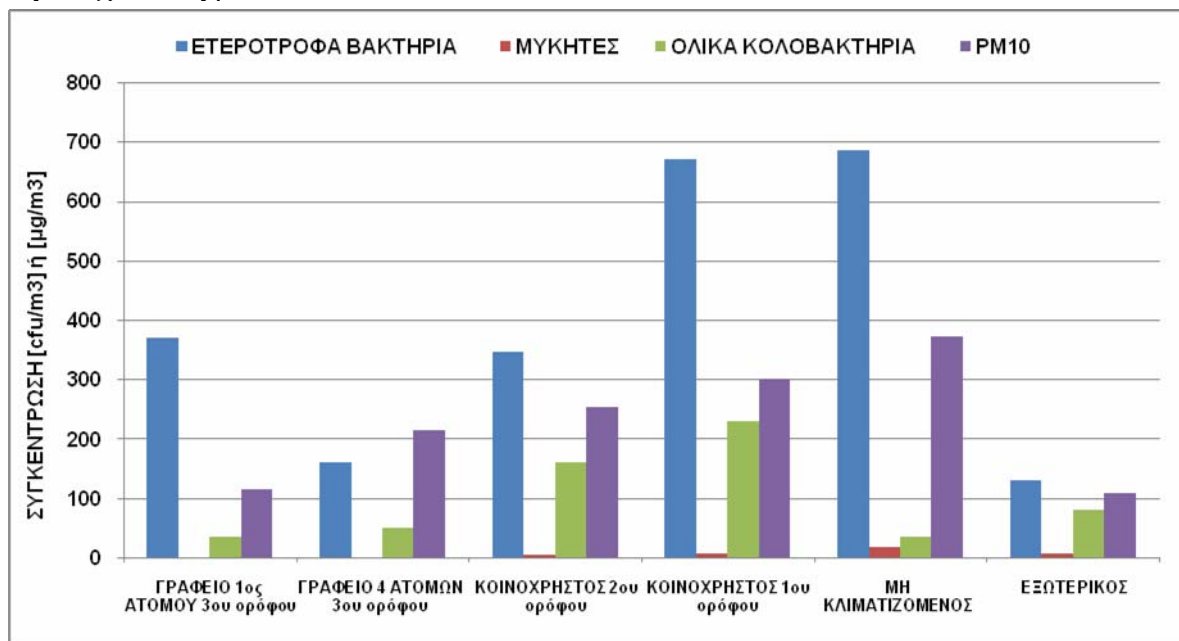
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.15 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.15 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 7^η δειγματοληψία 27.07.2007.

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	2,4	1,6	5	3	4
Μύκητες	8	0,25	3	0,25	0,5
Ολ. Κολοβακτήρια	0,2	0,3	0	0,3	1
PM₁₀	0,8	2	1,8	1,4	0,8

Αναλογίες συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος υψηλότερες του 2 δείχνουν σημαντική επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα. Στην συγκεκριμένη δειγματοληψία τα ετερότροφα βακτήρια παρουσιάζουν ιδιαίτερα επιβαρυνμένη την ποιότητα του αέρα στον κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου. Οι μύκητες και τα ολικά κολοβακτήρια παρουσιάζουν φυσιολογικές τιμές αναλογιών συγκέντρωσης, ενώ και η αναλογία συγκέντρωσης των PM₁₀ βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα.

8η Δειγματοληψία :27.07.2007



Διάγραμμα 7.8 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 27.07.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε επιλεγμένα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου που βρίσκονται στο χώρο όπου στεγάζεται η εφορία Χανίων, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η όγδοη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 27.07.2007 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:00 το μεσημέρι. Ο στόχος δεν θα μπορούσε να είναι άλλος από τον προσδιορισμό των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων – 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος του 2^{ου} ορόφου και μια δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 28,2°C έως 29,5°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.16.

Πίνακας 7.16 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την 8^η δειγματοληψία 27.07.2007.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Ατομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	28,6	40,4	0,13	2	0,01	114
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	29,3	39,8	0,20	6	0,01	215
Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	29	43,2	0,08	30	0,01	253
Κοινοχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	28,2	45	0,07	35	0,02	301
Μη κλιμ. χώρος	29,5	48,5	0,01	15	0,02	372

Εξωτερικός χώρος	29	68	0,36	δπ	0	109
-------------------------	----	----	------	----	---	-----

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.8. Παρατηρούμε ότι σε όλους τους χώρους αυξημένες ήταν οι συγκεντρώσεις των ετερότροφων βακτηρίων, με ιδιαίτερα αυξημένα επίπεδα στον μη κλιματιζόμενο χώρο του 2^{ου} ορόφου και στο κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου. Τα ολικά κολοβακτήρια παραμένουν σε χαμηλές συγκεντρώσεις με μικρή αύξηση στον μη κλιματιζόμενο χώρο του 2^{ου} ορόφου. Η συγκέντρωση των μυκήτων είναι υψηλή στον κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου καθώς και στον μη κλιματιζόμενο χώρο του 2^{ου} ορόφου από (685 CFU/m³).

Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.17 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.17 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 8^η δειγματοληψία 27.07.2007.

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	3	1	2.5	5	5
Μύκητες	0.4	0.6	2	3	0.5
Ολ. Κολοβακτήρια	0.07	6.5	1.3	1	3
PM₁₀	1	2	2.5	3	3.5

Αναλογίες συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος υψηλότερες του 2 δείχνουν σημαντική επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα. Στην συγκεκριμένη δειγματοληψία τα ετερότροφα βακτήρια παρουσιάζουν ιδιαίτερα επιβαρυνμένη την ποιότητα του αέρα στον κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου και στον μη κλιματιζόμενο χώρο. Οι μύκητες σε όλους τους χώρους εκτός από τον κοινόχρηστο του 1^{ου} ορόφου παρουσιάζουν φυσιολογικές τιμές, ενώ τα ολικά κολοβακτήρια στο γραφείο 4 ατόμων του 3^{ου} ορόφου παρουσιάζουν ιδιαίτερα να έχουν επιβαρύνει την ποιότητα του αέρα. Τα PM₁₀ έχουν υψηλή αναλογία της συγκέντρωσής τους στον κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου.

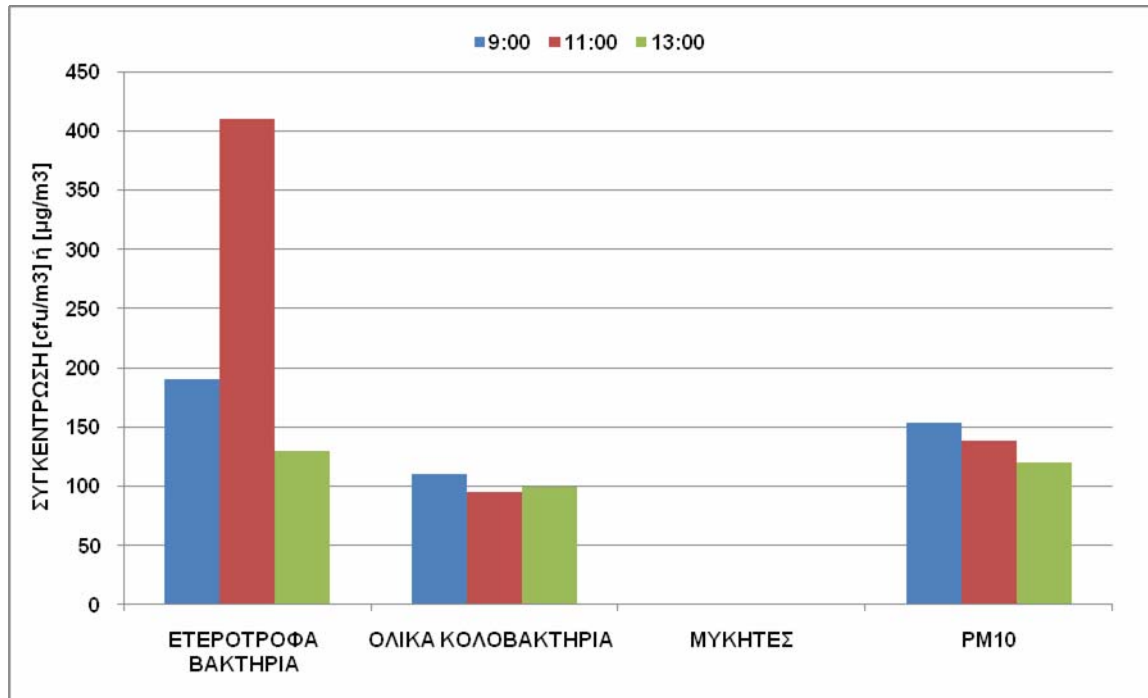
9η Δειγματοληψία :20.07.2007 – Χρονική μεταβολή

Όπως προαναφέραμε και στην αρχή του κεφαλαίου, κατά τις ημερομηνίες 20.07.2007 & 24.07.2007 οι δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την χρονική καταγραφή της ποιότητας του αέρα για συγκεκριμένες ώρες (9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ). Αυτό έγινε με σκοπό την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας με τρόπο πιο λεπτομερή. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα αυτών των δειγματοληψιών. Οι χώροι που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- το γραφείο 1 ατόμου του 3ου ορόφου,
- ο κοινόχρηστος χώρος του 1ου ορόφου,
- ο μη κλιματιζόμενος χώρος του 2ου ορόφου και
- το εξωτερικό περιβάλλον.

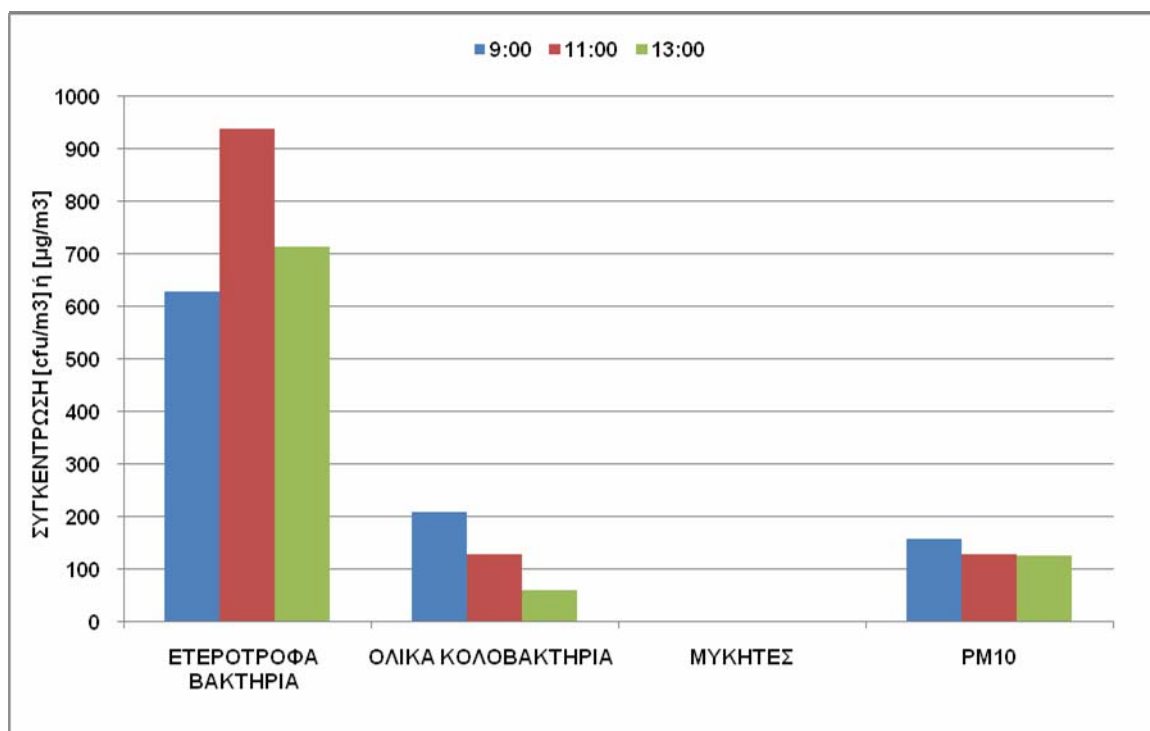
Η δειγματοληπτική διαδικασία αποτελούνταν από 3 σειρές μετρήσεων κατά τις προαναφερθείσες ώρες (στις 9:00 πμ, στις 11:00 πμ & στις 13:00 μμ) την καλοκαιρινή περίοδο.

Στα ακόλουθα Διαγράμματα, 7.9 έως 7.12, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της χρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων στις 20.07.2007.

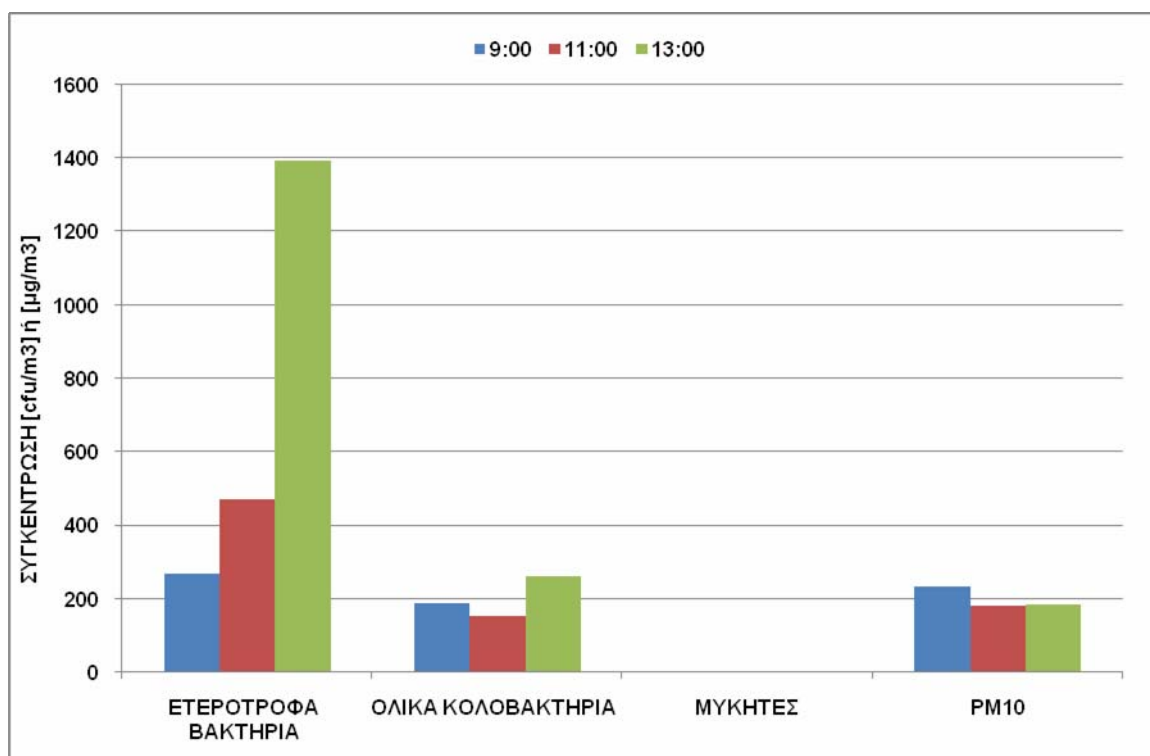


Διάγραμμα 7.9 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 20.07.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε κλιματιζόμενο γραφείο του 1^{ου} ατόμου στον 3^ο όροφο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.

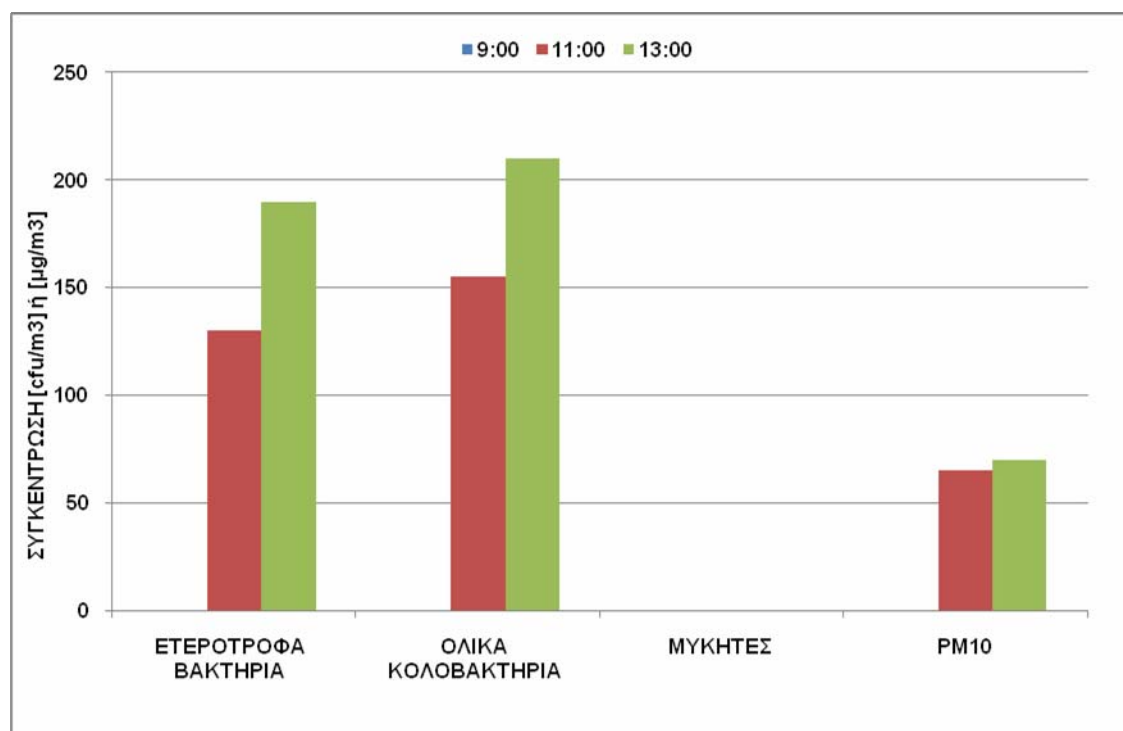
«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή



Διάγραμμα 7.10 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 20.07.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε κλιματιζόμενο κοινόχρηστο χώρο 1^{ου} ορόφου και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.11 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 20.07.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε μη κλιματιζόμενο χώρο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.12 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 20.07.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται στον εξωτερικό χώρο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.

Στον Πίνακα 7.18 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι συνθήκες που επικρατούσαν κατά τις μετρήσεις.

Πίνακας 7.18 Επικρατούσες συνθήκες στους χώρους δειγματοληψίας.

Χώροι-Ωρα	Άτομα	T(°C)	RH (%)	Ταχύτ. Αέρα (m/s)	CO ₂ (%)	Καπνιστές
Γραφ.1ατόμου 9:00	2	27,9	38,1	0,14	0,03	Όχι
11:00	3	26,5	39,5	0,15	0,02	Όχι
13:00	4	29	35,5	0,27	0,02	Όχι
Κοινόχρ. χώρος 9:00	40	28,5	36,4	0,06	0,03	Ναι
11:00	50	27,2	39,4	0,12	0,03	Ναι
13:00	25	27	39,3	0,09	0,02	Ναι
Μη κλιμ. χώρος 9:00	8	28,4	40,6	0,02	0,04	Ναι
11:00	10	28,6	41,4	0,11	0,02	Ναι
13:00	15	29,1	43,1	0,01	0,02	Ναι
Εξωτ.Περιβάλλον 9:00	δπ	δπ	δπ	δπ	δπ	δπ
11:00	δπ	30,9	41	0,64	0	----
13:00	δπ	28,7	48,9	0,57	0	----

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας το O₂ μετρήθηκε 20,9%, το CO₂ 0,02-0,03% ενώ οι συγκεντρώσεις των CH₄, NO και CO ήταν μηδενικές. Στη συγκεκριμένη ημέρα τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ έχουν υπερβολικά αυξημένες συγκεντρώσεις και οι τιμές

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»

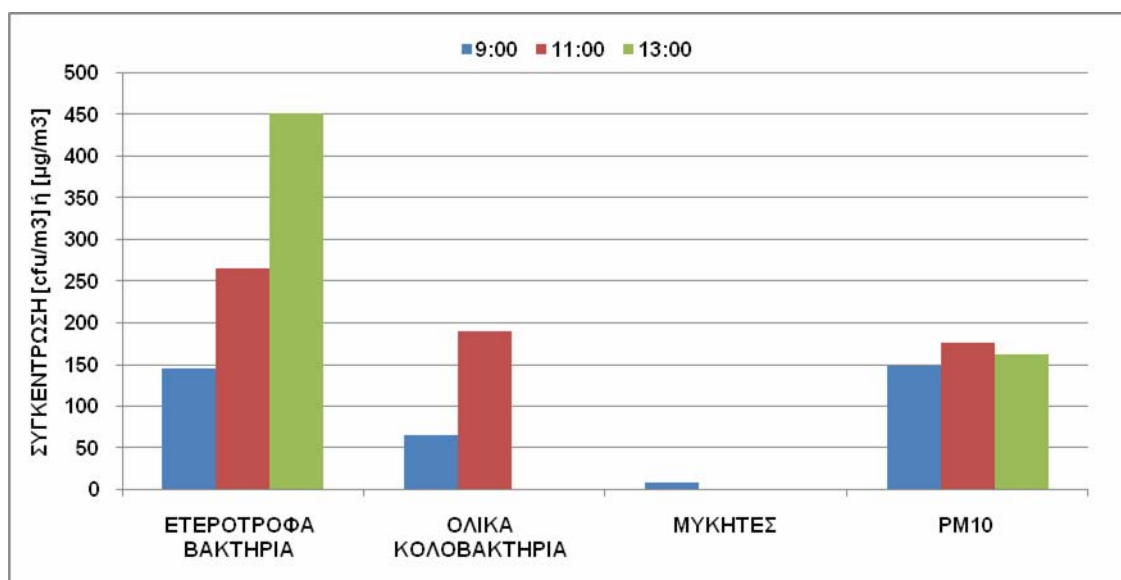
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

κυμαίνονται από 120 έως 159 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια 2000 L. Όπως φαίνεται από τα 4 διαγράμματα στο κλιματιζόμενο γραφείο 1 ατόμου οι συγκεντρώσεις των ετερότροφων βακτηρίων λαμβάνουν την μέγιστη τιμή στις 11:00 πμ. Αντίθετα στο κοινόχρηστο κλιματιζόμενο χώρο, στον μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον παρουσιάζεται μια αύξουσα τάση μεταξύ 9:00 πμ και 13:00 μμ ώρα. Αντίθετα η συγκέντρωση των μυκήτων στους κλιματιζόμενους χώρους παρουσιάζει μια φθίνουσα τάση κατά τη διάρκεια των ωρών εργασίας, ενώ στον μη κλιματιζόμενο και στο εξωτερικό περιβάλλον μετρήθηκε το αντίθετο, μια αύξουσα τάση.

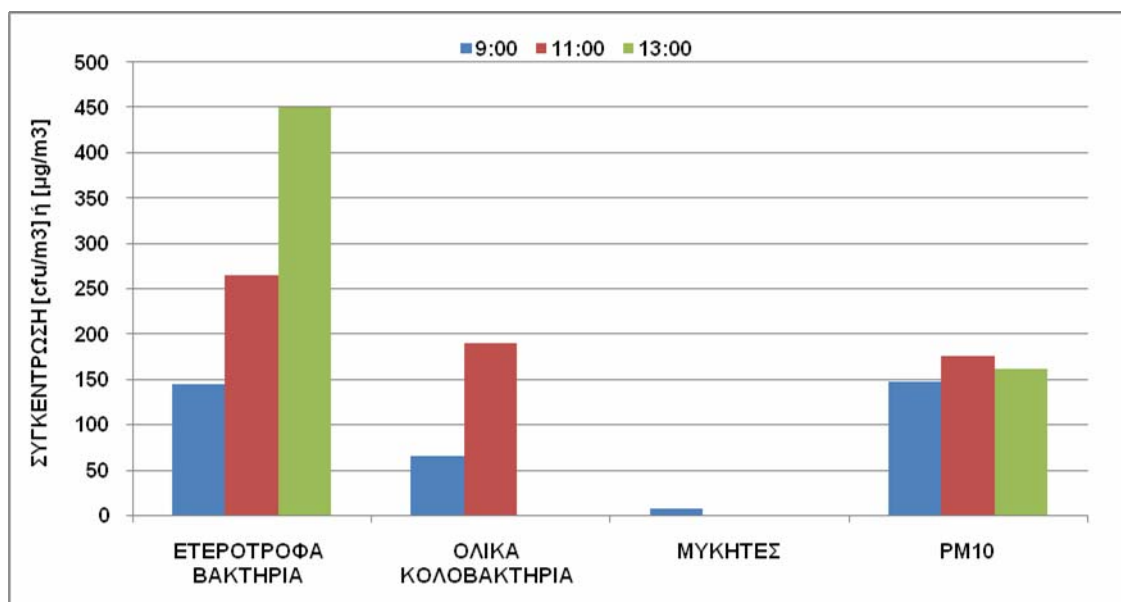
Η χρονική μεταβολή των εισπνεύσιμων PM_{10} σωματιδίων στους κλιματιζόμενους και μη κλιματιζόμενους εσωτερικούς χώρους μειώνεται σταδιακά από τις 9:00πμ έως 13:00 μμ ώρα, ενώ αντίθετα στο εξωτερικό περιβάλλον παρατηρείται μια μικρή αύξηση κατά το ίδιο χρονικό διάστημα.

10η Δειγματοληψία :24.07.2007 – Χρονική μεταβολή

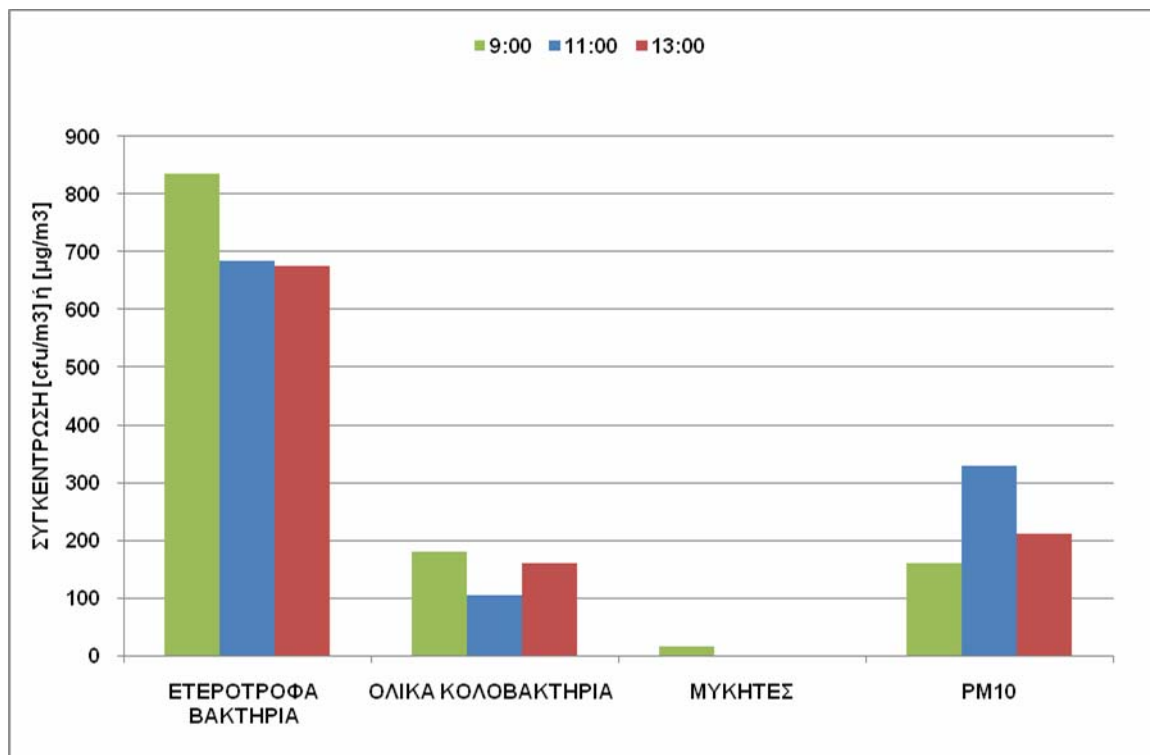
Στα ακόλουθα Διαγράμματα, 7.13 έως 7.16, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της χρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων στις 24.07.2007.



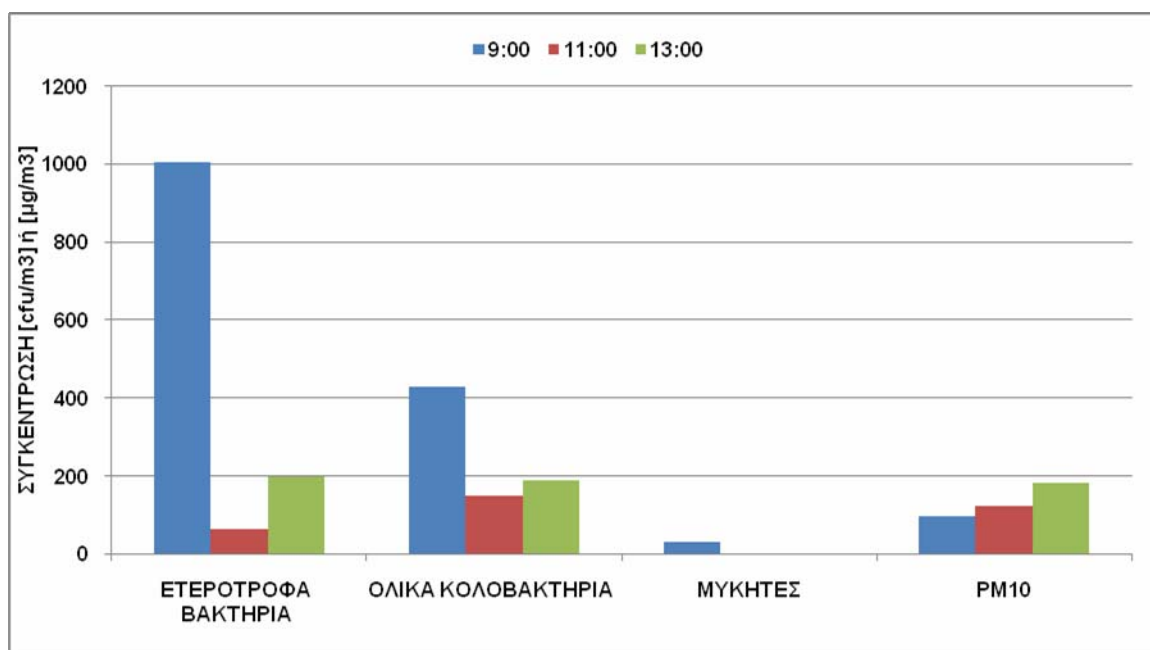
Διάγραμμα 7.13 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 24.07.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε κλιματιζόμενο γραφείο του 1^{ου} ατόμου στον 3^ο όροφο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.14 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 24.07.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε κοινόχρηστο χώρο 1^{ου} ορόφου και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.15 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 24.07.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε μη κλιματιζόμενο χώρο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.16 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 24.07.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται στο εξωτερικό περιβάλλον και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.

Στον Πίνακα 7.19 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι συνθήκες που επικρατούσαν κατά τις μετρήσεις.

Πίνακας 7.19 Επικρατούσες συνθήκες στους χώρους δειγματοληψίας.

Χώροι-Ωρα	Άτομα	T (°C)	RH (%)	Ταχύτ. Αέρα (m/s)	CO ₂ (%)	Καπνιστές
Γραφ.1ατόμου 9:00	4	28,7	34,3	0,07	0,04	Όχι
11:00	3	27,5	38,4	0,11	0,02	Όχι
13:00	2	28,9	37,1	0,17	0,02	Όχι
Κοινόχρ. χώρος 9:00	45	27,8	36,4	0,20	0,04	Ναι
11:00	55	28,7	37,7	0,13	0,04	Ναι
13:00	45	29	38	0,13	0,03	Ναι
Μη κλιμ. χώρος 9:00	10	30,4	31,9	0,26	0,02	Ναι
11:00	7	29,5	39,9	0,13	0,04	Όχι
13:00	9	30	37,8	0,09	0,04	Ναι
Εξωτ. Περιβάλλον 9:00	δπ	30,8	32,7	0,16	0,03	Ναι
11:00	δπ	32	42,9	0,28	0,04	Ναι
13:00	δπ	30,6	44,2	0,27	0,02	Ναι

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας το O₂ μετρήθηκε 20,9%, το CO₂ 0,02-0,04% ενώ οι συγκεντρώσεις των CH₄, NO και CO ήταν μηδενικές. Στη συγκεκριμένη ημέρα τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ έχουν υπερβολικά αυξημένες συγκεντρώσεις και οι τιμές κυμαίνονται από 95 έως 299 μg/m³. Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια 2000 L.

Όπως φαίνεται από τα 4 διαγράμματα οι συγκεντρώσεις των ετερότροφων βακτηρίων στους 2 κλιματιζόμενους χώρους αυξάνονται μεταξύ 9⁰⁰ και 13⁰⁰, ενώ στον μη κλιματιζόμενο και στον εξωτερικό χώρο μειώνονται. Παρόμοια είναι και η χρονική μεταβολή των συγκεντρώσεων των μυκήτων, ενώ οι συγκεντρώσεις των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζουν αυξομειώσεις.

7.2 Φθινοπωρινή περίοδος δειγματοληψιών

Κατά τη διάρκεια των φθινοπωρινών μετρήσεων πραγματοποιήθηκαν 9 δειγματοληψίες από 20.09.2007 έως 04.10.2007, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.19. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η ίδια με την αντίστοιχη των καλοκαιρινών μετρήσεων. Στις φθινοπωρινές μετρήσεις ο κλιματισμός δεν λειτουργούσε όλες τις ημέρες. Συγκεκριμένα ο κλιματισμός δεν λειτουργούσε στις 26/09/2007. Κατά την 16^η και 17^η δειγματοληψία μετρήθηκε η μεταβολή της ποιότητας του αέρα, ενώ και κατά την 18^η και 19^η δειγματοληψία, μετρήθηκε η ανθεκτικότητα σε αντιβιοτικά των αερομεταφερόμενων μικροβίων. Παρακάτω γίνεται μια πλήρης περιγραφή διαγραμματικά των αποτελεσμάτων των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν συγκεντρωτικά ανά ημερομηνία σε όλους τους χώρους.

Αναλυτικά παρουσιάζονται οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών κατά την καλοκαιρινή περίοδο:

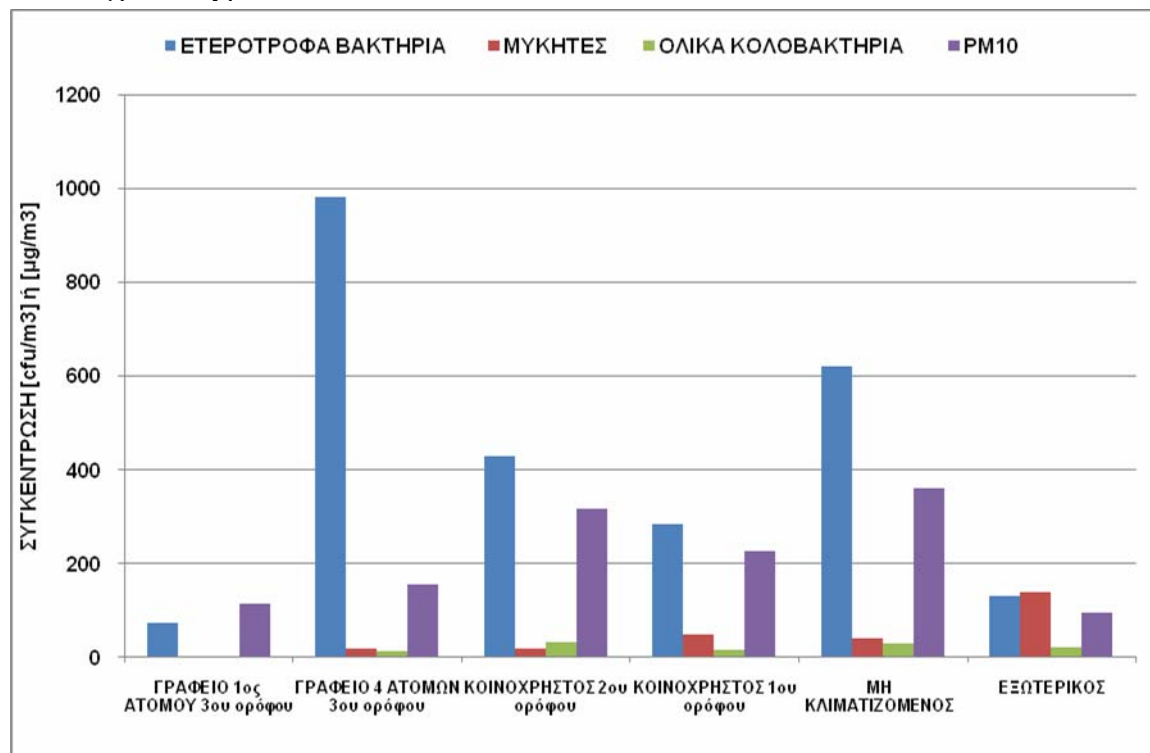
Πίνακας 7.20 Ημερομηνίες δειγματοληψίας κατά την φθινοπωρινή περίοδο

Δειγματοληψία	Ημερομηνία	Ωρα δειγματοληψίας
11η	20.09.2007	10:00-13:30
12η	21.09.2007	10:00-13:30
13η	24.09.2007	10:00-13:30
14η	25.07.2007	10:00-13:30
15η	26.09.2007	10:00-13:30
16η	27.09.2007	9:00, 10:00, 13:30
17η	28.09.2007	9:00, 10:00, 13:30
18η	04.10.2007	10:00-14:00
19η	05.10.2007	10:00-14:00

Κατά τις ημερομηνίες 20-09-07, 21-09-2007, 25-09-2007, 26-09-2007, 27-09-2007, οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν μεταξύ 10:00 και 13:30. Όσο αφορά τις μετρήσεις στις 24-09-2007 και 28-09-2007 μετρήθηκε η χρονική μεταβολή της ποιότητας του αέρα στις 9:00,11:00,13:00 επαναλαμβάνοντας τις μετρήσεις για το κάθε χώρο τις συγκεκριμένες ώρες. Τέλος στις 4-10-2007 και 5-10-2007 τα πειράματα έγιναν μεταξύ 10:00-14:00 και εξετάστηκε και η ανθεκτικότητα σε αντιβιοτικά.

Παρακάτω παρατίθεται ο σχολιασμός των διαγραμμάτων για τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν σε όλους τους χώρους ανά ημέρα μετρήσεων.

11^η Δειγματοληψία :20.09.2007



Διάγραμμα 7.16 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ για τις 20.09.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε γραφεία της Α' και Β' Δ.Ο.Υ Χανίων, σε κοινόχρηστο χώρο, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η ενδέκατη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 20.09.2007 και για τις ώρες μεταξύ 11:00 και 13:00 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων - 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 26,3 °C έως 28,3 °C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.21.

Πίνακας 7.21 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την δειγματοληψία 20.09.2007.

Χώροι	T °C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	26,3	43,1	0,20	2	0,01	116
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	27,8	41,6	0,11	11	0,02	156
Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	27,8	43,2	0,06	50	0,02	318
Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	27	53,7	0,18	40	0,02	226
Μη κλιμ. χώρος	28,2	47,4	0,08	5	0	360
Εξωτερικός χώρος	28,3	52,8	0,27	δπ	0	95

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.16.

Παρατηρούμε αυξημένες τις συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων στον κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου. Τα ολικά κολοβακτήρια σε όλους τους χώρους έχουν πάρα πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Όσο για τις συγκεντρώσεις των μυκήτων, υπάρχει μια αυξητική τάση στον μη κλιματιζόμενο χώρο. Αυτό που αξίζει ιδιαίτερη προσοχή είναι τα επίπεδα διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ (116-318 μg/m³) που είναι πολύ υψηλά και ξεπερνάνε με πολλές μονάδες παραπάνω το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από τον νόμο και το οποίο είναι της τάξεως των 40 (μg/m³).

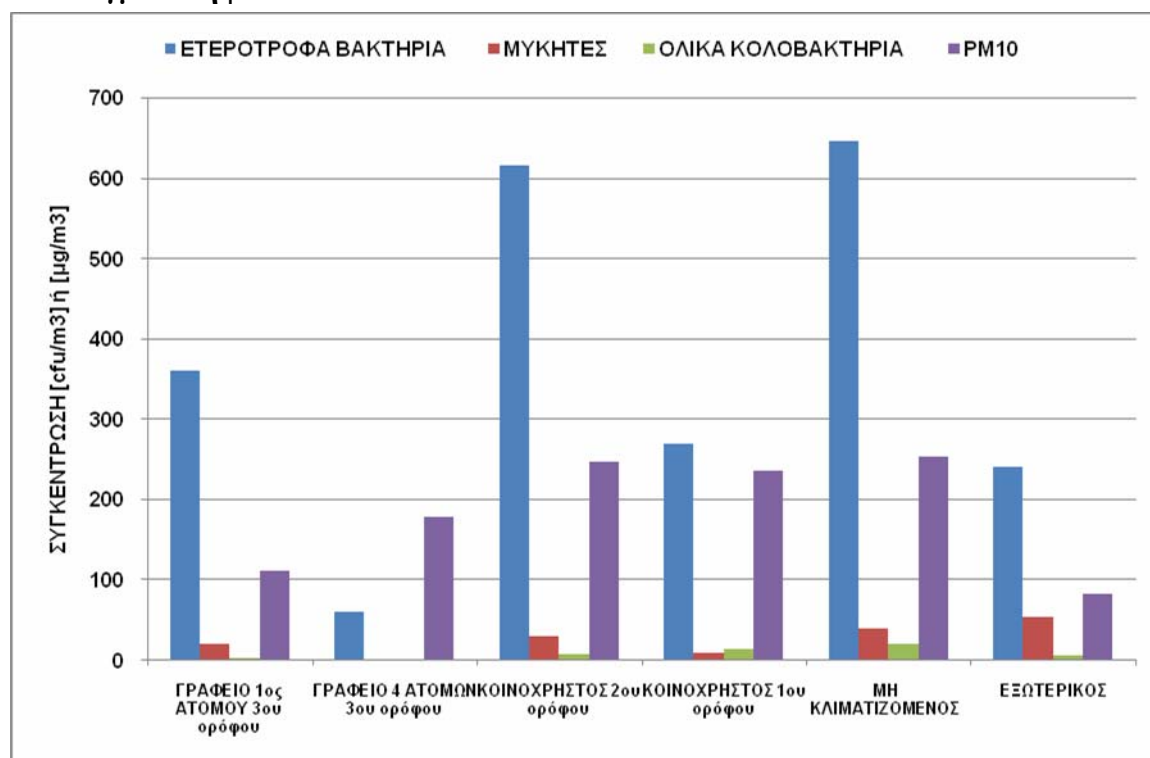
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.22 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.22 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την φθινοπωρινή δειγματοληψία (20.09.2007).

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	0,6	7,5	3	2	4,7
Μύκητες	0	0,14	0,14	0,18	0,30
Ολ. Κολοβακτήρια	0,16	0,7	1,6	2,5	1,4
PM₁₀	1,2	1,6	3	2,5	4

Όσον αφορά τα ετερότροφα βακτήρια μετρήθηκαν στην συγκεκριμένη ημερομηνία ιδιαίτερα υψηλές τιμές σε όλους τους χώρους εκτός του κλιματιζόμενου γραφείου ενός ατόμου. Η πιο υψηλή συγκέντρωση με αναλογία εσωτερικού προς εξωτερικό περιβάλλον 7,5 σημειώθηκε στο γραφείο των 4 ατόμων, όπου κατά τη δειγματοληψία ο αριθμός των ατόμων ήταν έως 40 άτομα. Η αμέσως επόμενη επιβαρυνόμενη αίθουσα με αναλογία συγκέντρωσης ετερότροφων βακτηρίων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος 4,7 ήταν ο μη κλιματιζόμενος χώρος. Αντίστοιχα υψηλές συγκεντρώσεις αερομεταφερόμενων PM₁₀ σωματιδίων (από 1,2 μέχρι 4 μg/m³) μετρήθηκαν σε όλους τους χώρους, ακόμη και στο εξωτερικό περιβάλλον. Η μεγαλύτερη υπέρβαση σημειώθηκε όμως επίσης στον μη κλιματιζόμενο χώρο. Οι συγκεντρώσεις των αερομεταφερόμενων μυκήτων και κολοβακτηρίων είναι χαμηλές.

12^η Δειγματοληψία :21.09.2007



Διάγραμμα 7.17 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ για τις 21.09.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε γραφεία της Α' και Β' Δ.Ο.Υ Χανίων, σε κοινόχρηστο χώρο, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η δωδέκατη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 21.09.2007 και για τις ώρες μεταξύ 11:00 και 13:00 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων - 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 25,5°C έως 27,4°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.23.

Πίνακας 7.23 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την δειγματοληψία 21.09.2007.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	27,4	44,5	0,17	3	0,01	112
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	27	41,4	0,16	4	0,01	178
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	26,8	45,8	0,05	50	0,02	247
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	25,5	49,4	0,01	7	0,02	253
Μη κλιμ. χώρος	26,7	45,5	0,01	7	0,02	253

Εξωτερικός χώρος	25,5	63,5	0,45	δπ	0	83
-------------------------	------	------	------	----	---	----

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.17.

Παρατηρούμε αυξημένες τις συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων στον κοινόχρηστο χώρο του 2ου ορόφου. Τα ολικά κολοβακτήρια σε όλους τους χώρους έχουν πάρα πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Όσο για τις συγκεντρώσεις των μυκήτων κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων. Αυτό που αξίζει ιδιαίτερη προσοχή είναι τα επίπεδα διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ (83-247 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) που είναι πολύ υψηλά και ξεπερνάνε με πολλές μονάδες παραπάνω το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από τον νόμο και το οποίο είναι της τάξεως των 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

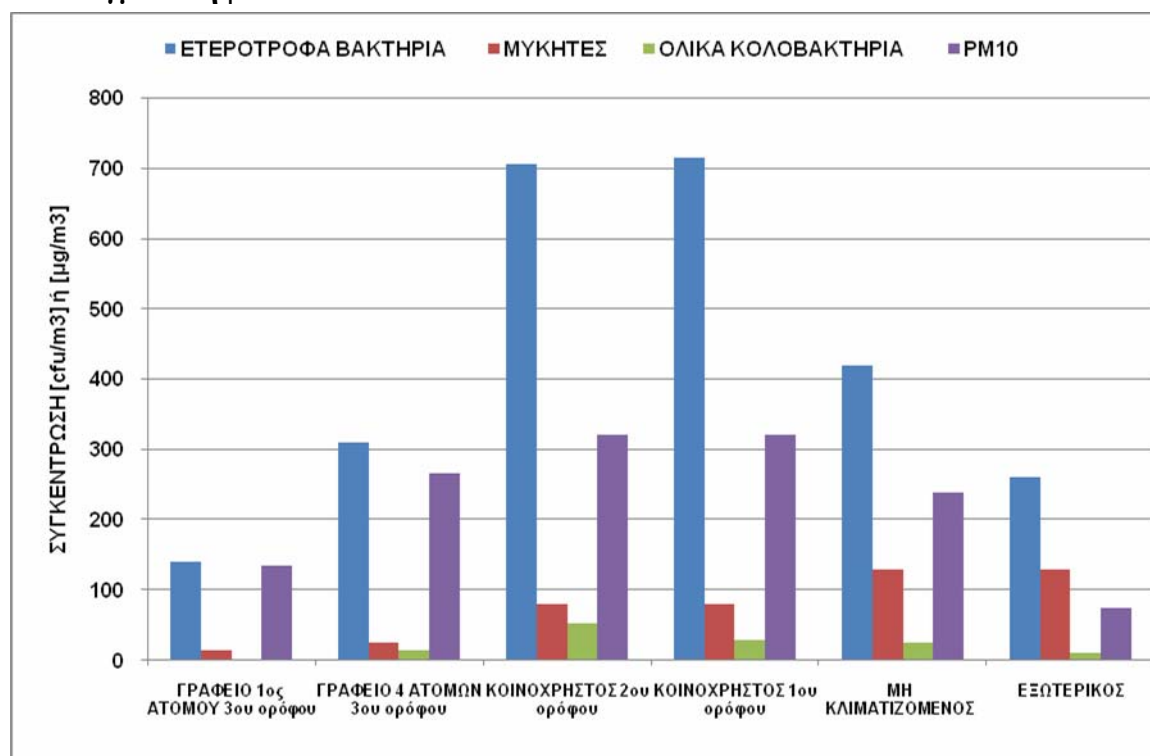
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.24 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.24 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την φθινοπωρινή δειγματοληψία (21.09.2007).

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	1,5	0,25	2,6	1,3	2,7
Μύκητες	0,4	0	0,55	0	0,7
Ολ. Κολοβακτήρια	0,4	0	1,2	0	3,5
PM₁₀	1,4	2	3	3	3

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 7.17 και τους Πίνακες 7.23 και 7.24, κατά τη 12^η δειγματοληψία στις 21/09/2007 οι συγκεντρώσεις των ετερότροφων βακτηρίων (από 60 έως 645 CFU/m³) είναι υπερβολικά υψηλές. Μόνο στο κλιματιζόμενο γραφείο των 4 ατόμων παρατηρείται η μικρότερη συγκέντρωση. Αντίστοιχα, οι συγκεντρώσεις των εισπνεύσιμων PM₁₀ σωματιδίων είναι ιδιαίτερα υψηλές σε όλους τους χώρους ακόμα και στο εξωτερικό περιβάλλον. Οι συγκεντρώσεις των αερομεταφερόμενων μυκήτων και κολοβακτηρίων δεν σημειώνουν υπερβάσεις.

13^η Δειγματοληψία :25.09.2007



Διάγραμμα 7.18 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ για τις 25.09.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε γραφεία της Α' και Β' Δ.Ο.Υ Χανίων, σε κοινόχρηστο χώρο, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η δέκατη τρίτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 25.09.2007 και για τις ώρες μεταξύ 11:00 και 13:00 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων - 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 23,2°C έως 28°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.25.

Πίνακας 7.7 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την δειγματοληψία 25.09.2007.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	23,2	44,7	0,17	3	0,03	135
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	25,9	45,3	0,02	12	0,06	266
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	26,3	48,7	0,14	50	0,04	321
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	28	45,7	0,15	45	0,04	320
Μη κλιμ. χώρος	26,7	47,1	0,45	4	0,02	239
Εξωτερικός χώρος	25	47,6	0,42	δπ	0	74

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.18.

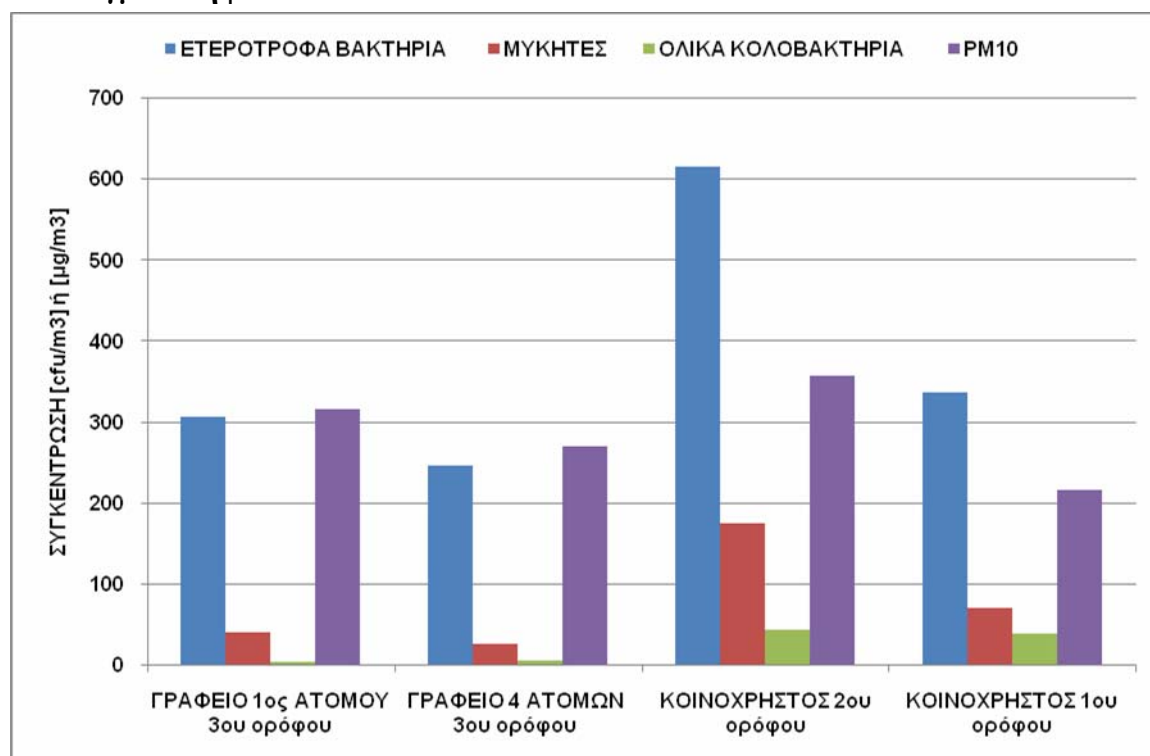
Παρατηρώντας προσεκτικά τα αποτελέσματα παρατηρούμε μια αύξηση των ετερότροφων βακτηρίων στους κοινόχρηστους χώρους του 1^{ου} και 2^{ου} ορόφου. Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις των μυκήτων είναι χαμηλές σε όλους τους χώρους με μια μικρή αναμενόμενη αύξηση στον μη κλιματιζόμενο χώρο. Τέλος τα ολικά κολοβακτηρίδια και εδώ κυμαινόταν σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε όλους τους χώρους. Σε αντίθεση οι τιμές των PM₁₀ είναι υψηλές σε όλους τους χώρους και κυμαίνονται από 135 μg/m³ στο κλιματιζόμενο γραφείο 1 ατόμου μέχρι 320 μg/m³ στον κλιματιζόμενο κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου, τη στιγμή που η συγκέντρωση των PM₁₀ στο εξωτερικό περιβάλλον ήταν 74 (μg/m³).

Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.26 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.8 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την φθινοπωρινή δειγματοληψία (25.09.2007).

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	0,5	1,2	3	1,8	1,2
Μύκητες	0,5	1,5	0,3	1,8	1,9
Ολ. Κολοβακτήρια	0	2,5	0	0	0
PM ₁₀	3	1,6	3,5	3,7	1,2

14^η Δειγματοληψία :26.09.2007



Διάγραμμα 7.19 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ για τις 26.09.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε γραφεία της Α' και Β' Δ.Ο.Υ Χανίων και σε κοινόχρηστο χώρο.

Η δέκατη τέταρτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 26.09.2007 και για τις ώρες μεταξύ 11:00 και 13:00 το μεσημέρι. Είναι αξιοσημείωτο να σημειωθεί ότι ο κλιματισμός ήταν κλειστός. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων - 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου και ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 26,6°C έως 29,4°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.27.

Πίνακας 7.27 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την δειγματοληψία 26.09.2007.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	28,4	46,5	0,12	4	0,05	315
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	29,4	45	0,03	8	0,04	269
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	28,9	49,2	0,10	50	0,04	357
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	26,6	50,9	0,05	55	0,02	215
Μη κλιμ. χώρος	24,8	46,3	0,32	6	0,02	248
Εξωτερικός χώρος	26,7	50	0,67	δπ	0	61

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.19.

Παρατηρούμε αυξημένες τις συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων στον κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου. Τα ολικά κολοβακτήρια σε όλους τους χώρους έχουν πάρα πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Όσο για τις συγκεντρώσεις των μυκήτων κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων. Αυτό που αξίζει ιδιαίτερη προσοχή είναι τα επίπεδα διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ (215-357 μg/m³) που είναι πολύ υψηλά και ξεπερνάνε με πολλές μονάδες παραπάνω το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από τον νόμο και το οποίο είναι της τάξεως των 40 (μg/m³).

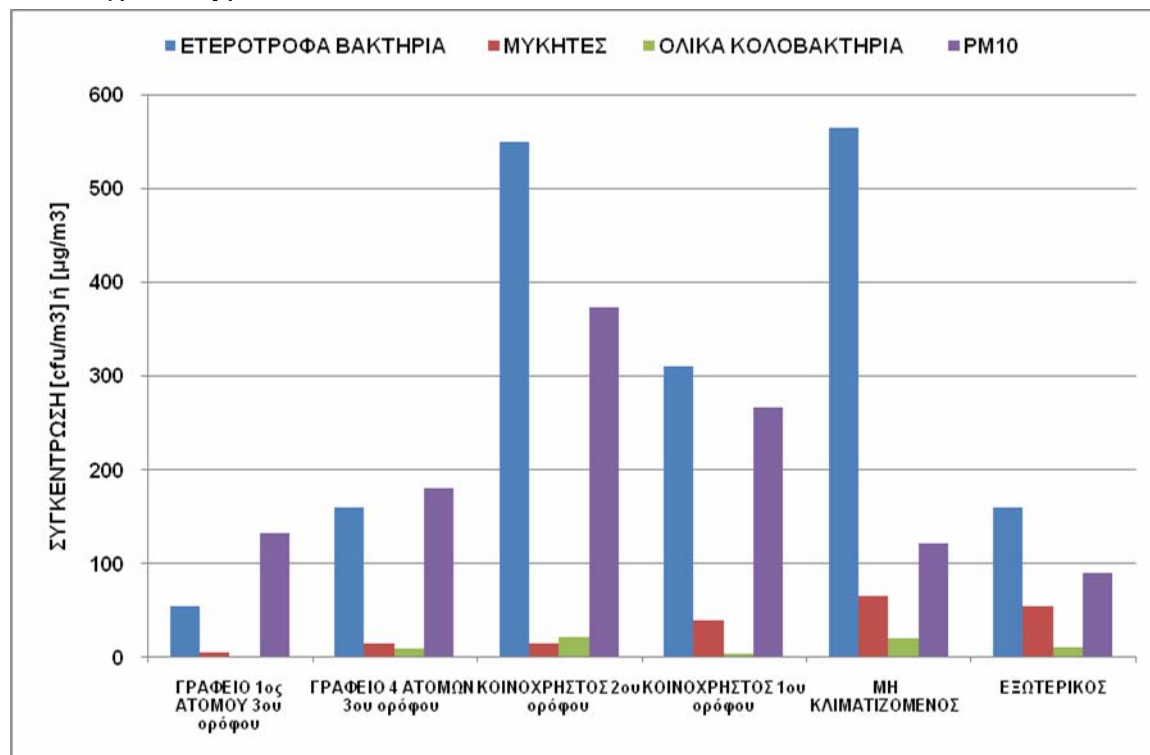
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.28 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.28 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την φθινοπωρινή δειγματοληψία (26.09.2007).

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	0,5	1,8	0,4	2,1	1,9
Μύκητες	0,3	0,8	1,2	0,5	1,5
Ολ. Κολοβακτήρια	0	0,2	0	0	0,8
PM₁₀	0,8	1,2	2,5	1,7	3

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 7.19 και τους Πίνακες 7.27 και 7.28, η ποιότητα του αέρα εμφανίζεται ιδιαίτερα επιβαρυνμένη σε αυτή την ημέρα, όπου δεν λειτουργούσε ο κλιματισμός. Υψηλές θερμοκρασίες και συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων και εισπνεύσιμων σωματιδίων μετρήθηκαν σε όλους τους εργασιακούς χώρους. Επίσης υψηλές συγκεντρώσεις μυκήτων μετρήθηκαν στον αέρα κοινόχρηστου χώρου 1^{ου} ορόφου.

15^η Δειγματοληψία :27.10.2007



Διάγραμμα 7.20 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ για τις 27.10.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε γραφεία της Α' και Β' Δ.Ο.Υ Χανίων, σε κοινόχρηστο χώρο, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η δέκατη πέμπτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 27.10.2007 και για τις ώρες μεταξύ 11:00 και 13:30 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων - 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 24,8°C έως 27,1°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.29.

Πίνακας 7.29 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την φθινοπωρινή δειγματοληψία (27.09.2007).

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Ατομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	24,8	49,9	0,18	2	0,02	132
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	27,1	44	0,44	5	0,04	180
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	26,5	46,7	0,20	25	0,03	373
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	26	46,9	0,12	20	0,02	266

Μη κλιμ. χώρος	28,8	44,7	0,11	8	0,02	122
Εξωτερικός χώρος	27,1	51,3	0,47	δπ	0,02	90

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 250 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.17.

Παρατηρούμε αυξημένες τις συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων στον κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου και στον μη κλιματιζόμενο. Τα ολικά κολοβακτήρια σε όλους τους χώρους έχουν πάρα πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Όσο για τις συγκεντρώσεις των μυκήτων κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων. Αυτό που αξίζει ιδιαίτερη προσοχή είναι τα επίπεδα διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ (90-373 μg/m³) που είναι πολύ υψηλά και ξεπερνάνε με πολλές μονάδες παραπάνω το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από τον νόμο και το οποίο είναι της τάξεως των 40 (μg/m³).

Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.30 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.30 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την φθινοπωρινή δειγματοληψία (27.09.2007).

Προσδιοριζόμεν. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	1,5	1,8	2,5	0,9	0,7
Μύκητες	0,2	0,8	0,4	0,6	1,4
Ολ. Κολοβακτήρια	0,02	0	0	0,3	0
PM₁₀	1,8	1,5	2	1,3	2,5

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των μετρήσεων, κατά τη συγκεκριμένη δειγματοληψία παρατηρούνται πολύ υψηλές τιμές ετερότροφων βακτηρίων και PM₁₀ σωματιδίων. Ιδιαίτερα επιβαρυνμένη είναι η ποιότητα του αέρα στους 2 κοινόχρηστους χώρους και στον μη κλιματιζόμενο.

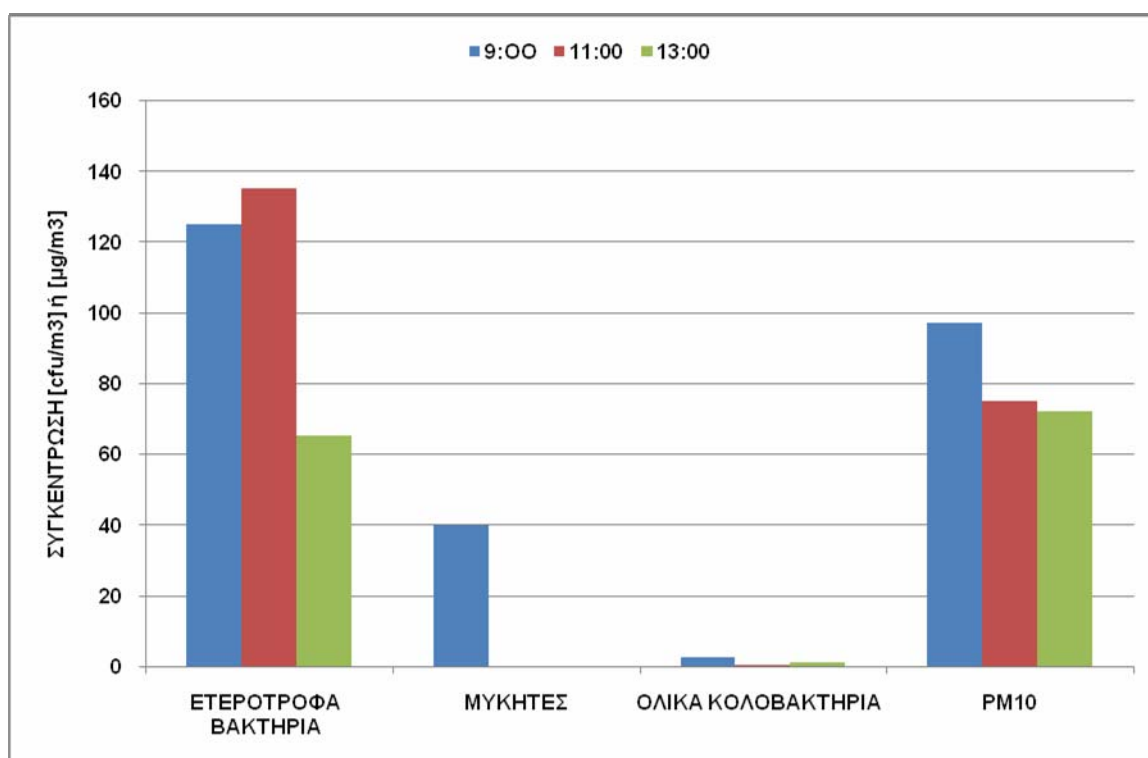
16η Δειγματοληψία :24.10.2007 – Χρονική μεταβολή

Κατά τις ημερομηνίες 24.09.2007 & 24.09.2007 οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την χρονική καταγραφή της ποιότητας του αέρα για συγκεκριμένες ώρες (9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ). Αυτό έγινε με σκοπό την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας με τρόπο πιο λεπτομερή. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα αυτών των δειγματοληψιών. Οι χώροι που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- το γραφείο 1 ατόμου του 3ου ορόφου,
- ο κοινόχρηστος χώρος του 1ου ορόφου,
- ο μη κλιματιζόμενος χώρος του 2ου ορόφου και
- το εξωτερικό περιβάλλον.

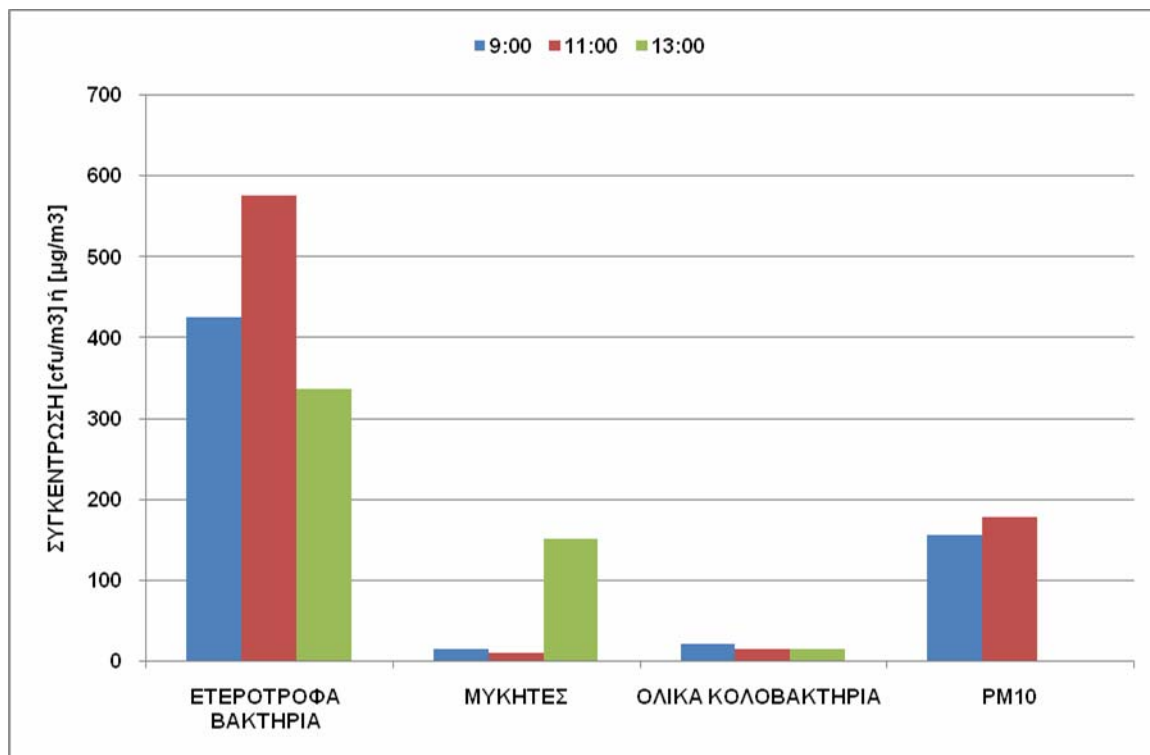
Η δειγματοληπτική διαδικασία αποτελούνταν από 3 σειρές μετρήσεων κατά τις προαναφερθείσες ώρες (στις 9:00 πμ, στις 11:00 πμ & στις 13:00 μμ) την φθινοπωρινή περίοδο.

Στα ακόλουθα Διαγράμματα, 7.21 έως 7.24, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της χρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων στις 24.09.2007.

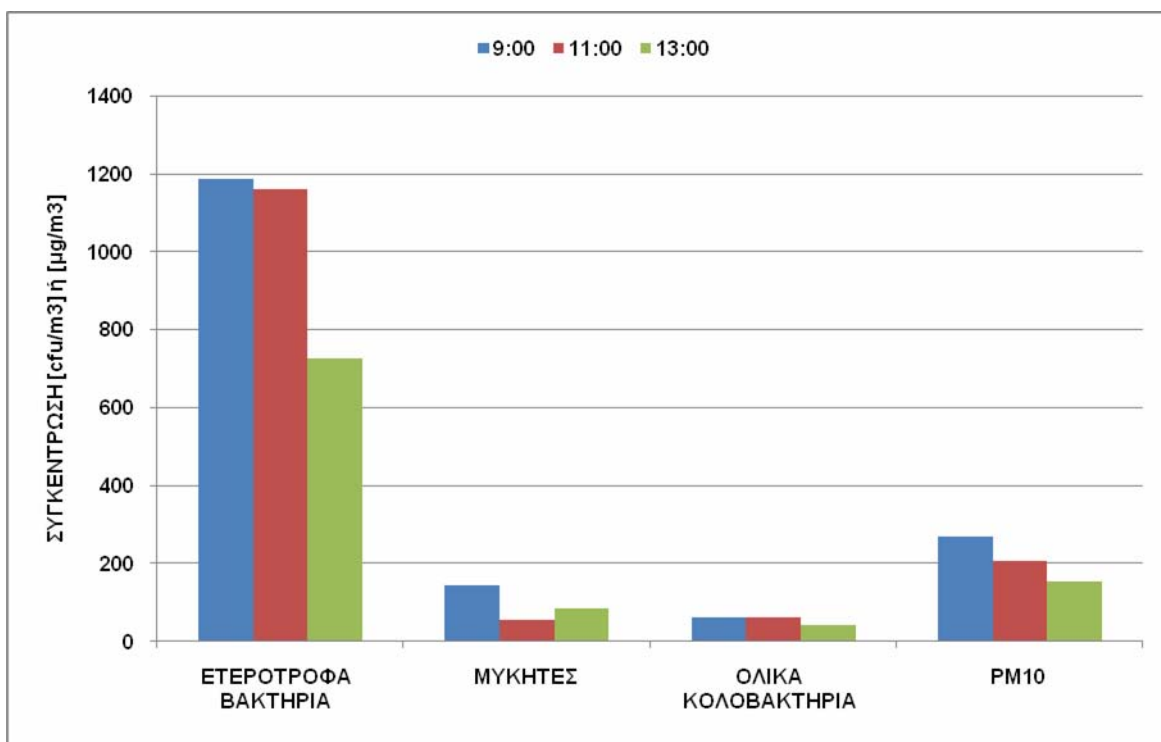


Διάγραμμα 7.21 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 24.09.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε κλιματιζόμενο γραφείο του 1^{ου} ατόμου στον 3^ο όροφο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.

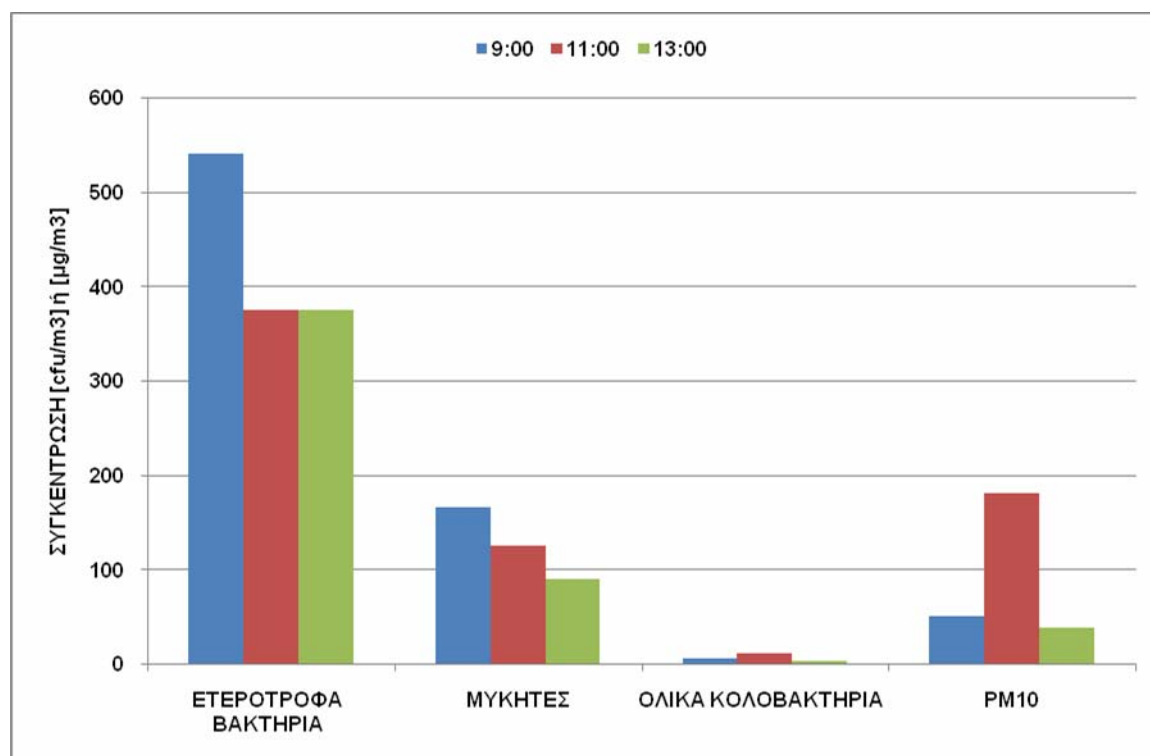
«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
 Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή



Διάγραμμα 7.22 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 24.09.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε μη κλιματιζόμενο χώρο στο κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.23 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 24.09.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε μη κλιματιζόμενο χώρο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.24 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 24.09.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται στον εξωτερικό χώρο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.

Στον Πίνακα 7.31 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι συνθήκες που επικρατούσαν κατά τις μετρήσεις.

Πίνακας 7.31 Επικρατούσες συνθήκες στους χώρους δειγματοληψίας.

Χώροι-Ωρα	Άτομα	T(°C)	RH (%)	Ταχύτ. Αέρα (m/s)	CO ₂ (%)	Καπνιστές
Γραφ.1ατόμου 9:00	2	27,9	38,1	0,14	0,03	Όχι
11:00	3	26,5	39,5	0,15	0,02	Όχι
13:00	4	29	35,5	0,27	0,02	Όχι
Κοινόχρ. Χώρος 9:00	40	28,5	36,4	0,06	0,03	Ναι
11:00	50	27,2	39,4	0,12	0,03	Ναι
13:00	25	27	39,3	0,09	0,02	Ναι
Μη κλιμ. χώρος 9:00	8	28,4	40,6	0,02	0,04	Ναι
11:00	10	28,6	41,4	0,11	0,02	Ναι
13:00	15	29,1	43,1	0,01	0,02	Ναι
Εξωτ. Περιβάλλον 9:00	δπ	δπ	δπ	δπ	δπ	Δπ
11:00	δπ	30,9	41	0,64	0	----
13:00	δπ	28,7	48,9	0,57	0	----

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας το O₂ μετρήθηκε 20,9%, το CO₂ 0,02-0,03% ενώ οι συγκεντρώσεις των CH₄, NO & CO ήταν μηδενικές. Στη συγκεκριμένη ημέρα τα αιωρούμενα

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

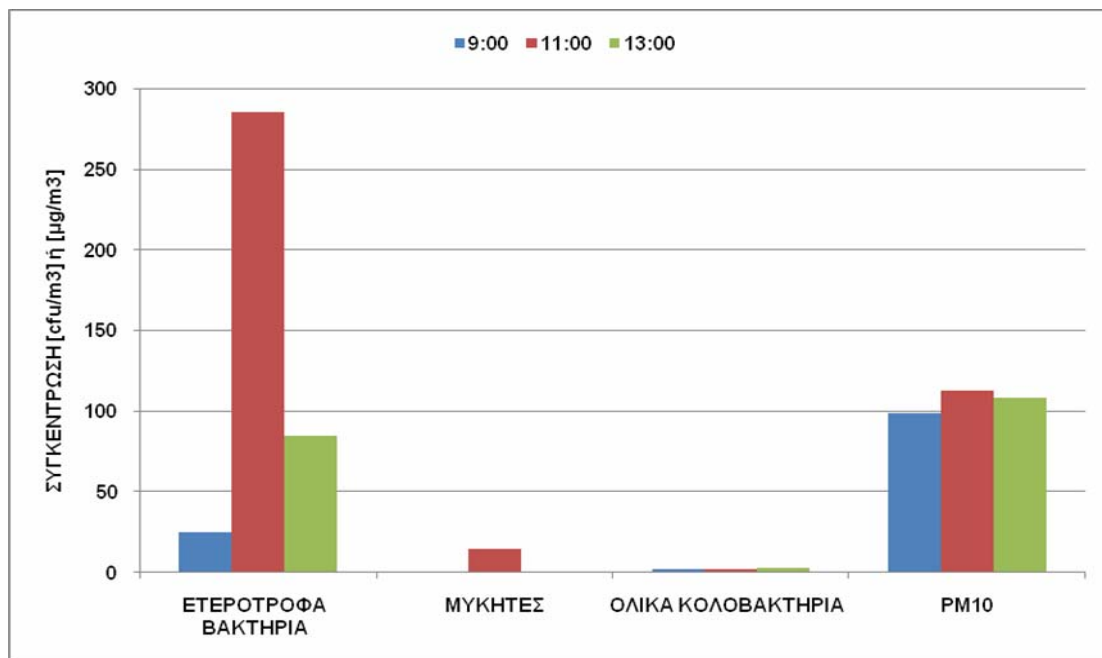
σωματίδια PM_{10} έχουν υπερβολικά αυξημένες συγκεντρώσεις και οι τιμές κυμαίνονται από 155-178 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50, 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια 2000L.

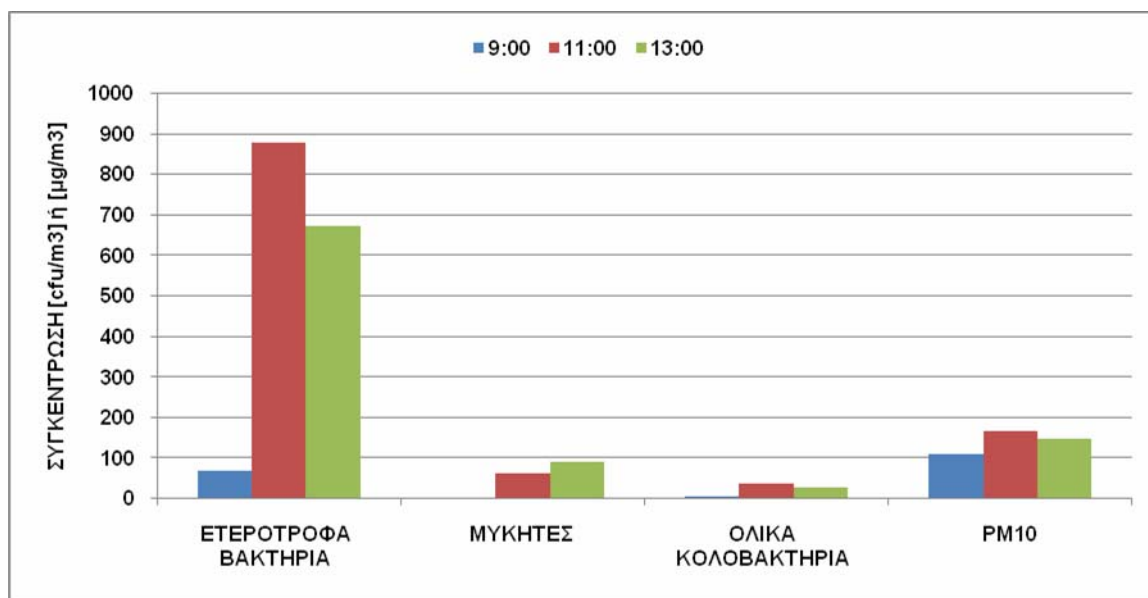
Όπως φαίνεται από τα 4 διαγράμματα, η συγκέντρωση των ετερότροφων βακτηρίων στους κλιματιζόμενους χώρους παρουσιάζει ένα μέγιστο στις 11:00, ενώ στον μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον μια σταδιακή μείωση. Όσον αφορά τα εισπνεύσιμα PM_{10} παρουσιάζεται ένα μέγιστο στις 11:00 στον εξωτερικό χώρο και στον κλιματιζόμενο γραφείο 1^{ος} ατόμου, ενώ στους άλλους 2 χώρους (κλιματιζόμενος και μη) μετρήθηκε μια σταδιακή μείωση μεταξύ 9:00 και 13:00 ώρα. Μια σταδιακή μείωση της συγκέντρωσης των μυκήτων μετρήθηκε στο εξωτερικό περιβάλλον και στον μη κλιματιζόμενο χώρο, ενώ στους 2 κλιματιζόμενους χώρους οι υψηλότερες συγκεντρώσεις μετρήθηκαν στην αρχή λειτουργίας του κλιματιστικού στις 9:00. Οι τιμές των ολικών κολοβακτηρίων ήταν πολύ χαμηλές.

17η Δειγματοληψία :28.09.2007 – Χρονική μεταβολή

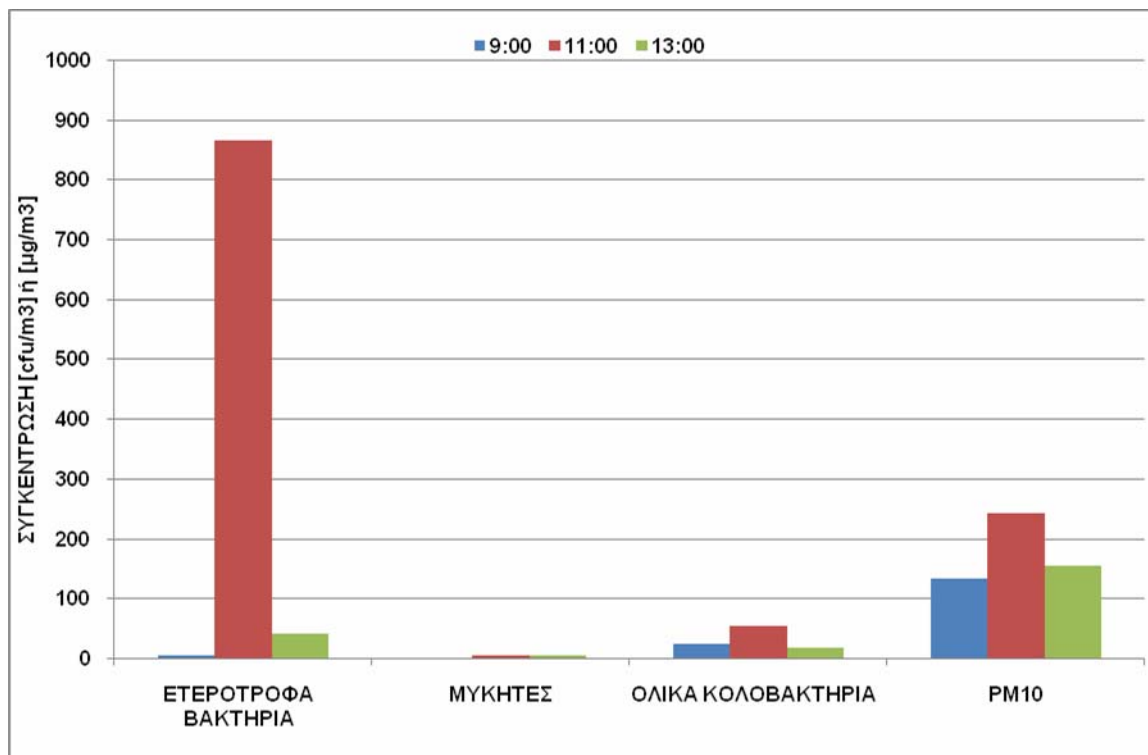
Στα ακόλουθα Διαγράμματα, 7.25 έως 7.28, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της χρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων στις 28.09.2007.



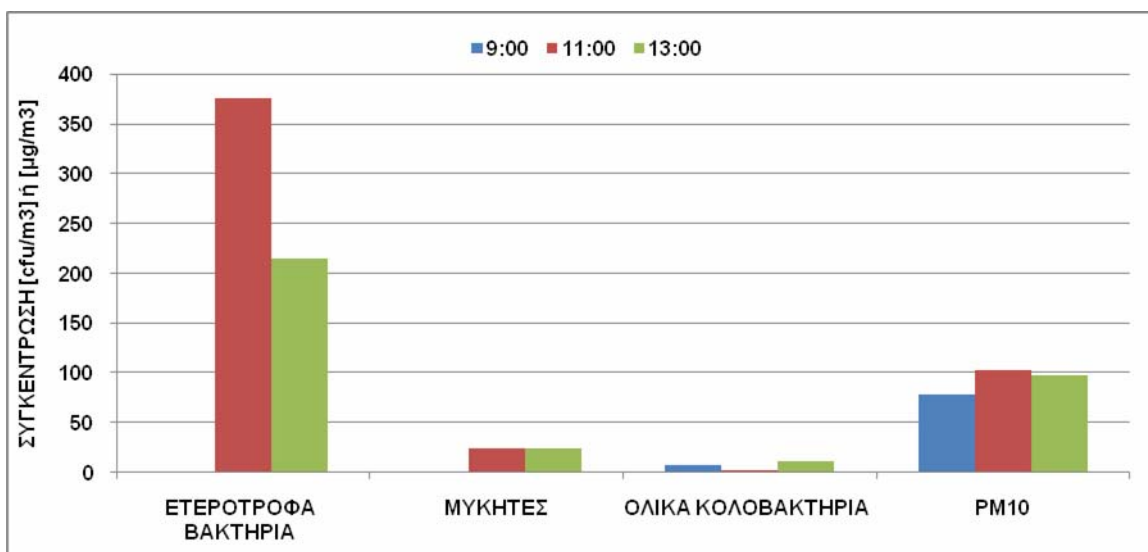
Διάγραμμα 7.25 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 28.09.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε κλιματιζόμενο γραφείο του 1^{ου} απόμνου στον 3^ο όροφο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.26 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 28.09.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε μη κλιματιζόμενο χώρο στο κοινόχρηστο χώρο του 1ου ορόφου και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.27 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 28.09.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε μη κλιματιζόμενο χώρο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.28 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 24.09.2007. Η δειγματοληψία αναφέρεται στον εξωτερικό χώρο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.

Σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας μετρήθηκε το O₂ 20,9%, το CO₂ 0,02-0,03% ενώ οι συγκεντρώσεις των CH₄, NO & CO ήταν μηδενικές. Στη συγκεκριμένη ημέρα τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ έχουν υπερβολικά αυξημένες συγκεντρώσεις και οι τιμές κυμαίνονται από 155-178 µg/m³.

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50,100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια 2000L.

Στον Πίνακα 7.32 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι συνθήκες που επικρατούσαν κατά τις μετρήσεις.

Πίνακας 7.32 Επικρατούσες συνθήκες στους χώρους δειγματοληψίας.

Χώροι-Ωρα	Ατομα	T (°C)	RH (%)	Ταχύτ. Αέρα (m/s)	CO ₂ (%)	Καπνιστές
Γραφ.1ατόμου 9:00	2	24	46,9	0,08	0,047	Όχι
11:00	2	24,4	47,4	0,16	0,05	Όχι
13:00	3	24,3	50,7	0,06	0,02	Όχι
Κοινόχρ.Χώρος 9:00	2	24,2	46,7	0,11	0,02	Ναι
11:00	8	25,5	48,6	0,11	0,04	Ναι
13:00	5	26	46,2	0,05	0,01	ναι
Μη κλιμ.χώρος 9:00	4	24,4	45,6	0,09	0,01	Ναι
11:00	7	49,5	0,10	0,10	0,03	Όχι
13:00	4	25,5	56,2	0,23	0,02	Όχι
Εξωτ.Περιβάλλον 9:00	δπ	24,3	45	0,42	0	Όχι
11:00	δπ	25,8	64,4	0,34	0,02	Όχι
13:00	δπ	25,1	60,3	0,29	0	Όχι

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

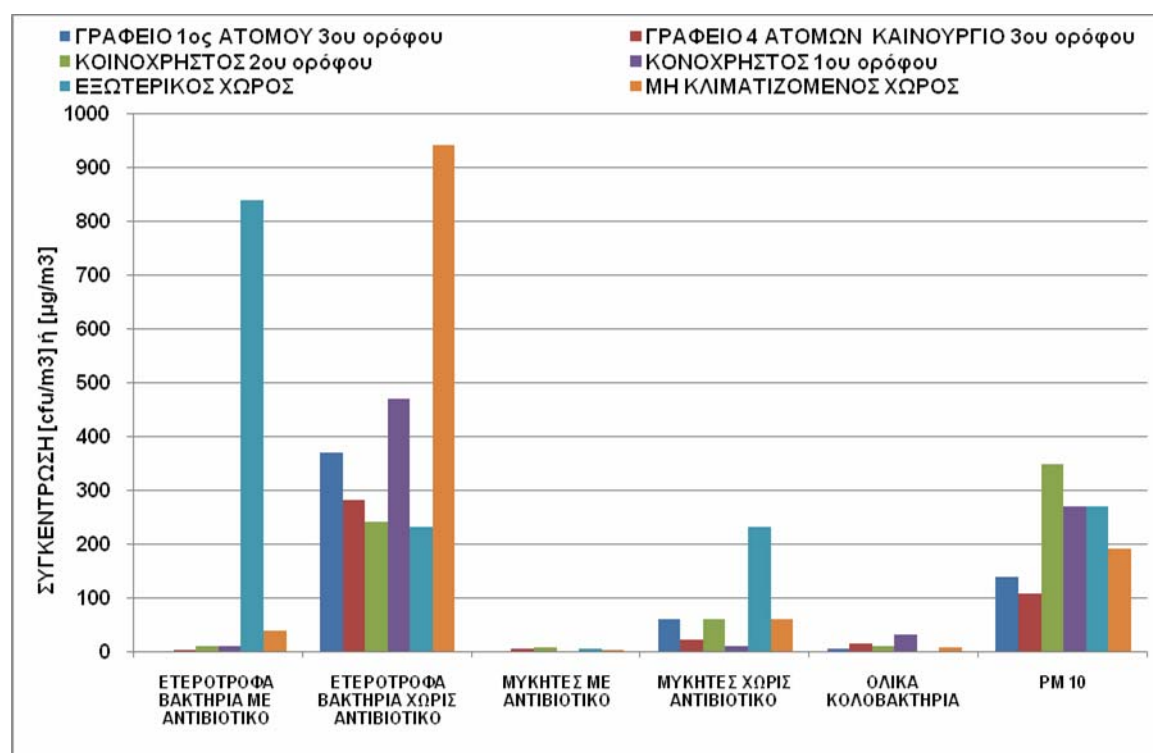
Όπως φαίνεται από τα Διαγράμματα 7.25-7.28 και τον Πίνακα 7.32 η συγκέντρωση των ετερότροφων βακτηρίων παρουσιάζει ένα μέγιστο στις 11:00 ώρα σε όλους τους χώρους (κλιματιζόμενους και μη) και στο εξωτερικό περιβάλλον. Αντίστοιχη ήταν και η χρονική μεταβολή των PM₁₀ σωματιδίων. Οι συγκεντρώσεις των αερομεταφερόμενων μυκήτων και των ολικών κολοβακτηρίων ήταν χαμηλές και παρουσίαζαν μικρές αυξομειώσεις.

18^η Δειγματοληψία – έλεγχος ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά

Στη συγκεκριμένη δειγματοληψία, πραγματοποιήθηκε επιπλέον ο έλεγχος της ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά:

- 1) Στρεπτομυκίνη στα αερομεταφερόμενα ετερότροφα βακτήρια και
- 2) Κυκλοεξιμίδες στους αερομεταφερόμενους μύκητες.

Οι συγκεντρώσεις των αντιβιοτικών που δοκιμάστηκαν ήταν 200 μg στρεπτομυκίνης ανά 1 ml υποστρώματος TSA και 100 μg κυκλοεξιμίδης ανά 1ml θρεπτικού υποστρώματος MEA. Ο όγκος δειγματοληψίας των ετερότροφων βακτηρίων και μυκήτων ήταν 100 L σε θρεπτικό υπόστρωμα χωρίς αντιβιοτικά και 500 L σε θρεπτικό υπόστρωμα με προσθήκη αντιβιοτικών. Ο όγκος για τη δειγματοληψία των ολικών κολοβακτηρίων ήταν 2000 L και σε αυτή τη κατηγορία βακτηρίων δεν ελέγχτηκε η ανθεκτικότητα σε στρεπτομυκίνη.



Διάγραμμα 7.29 Προσδιορισμός αερομεταφερόμενων ετερότροφων βακτηρίων και μυκήτων με και χωρίς χρήση αντιβιοτικών. Επιπλέον προσδιορισμός αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 04/10/2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε κλιματιζόμενα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 04.10.2007 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:30 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ με τη χρήση αντιβιοτικών παρασκευασμάτων. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε κλιματιζόμενα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 23,5°C έως 26,2°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται

στον Πίνακα 7.33.

Πίνακας 7.33 Επικρατούσες συνθήκες στους χώρους δειγματοληψίας.

Χώροι	T(°C)	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (μg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	25,3	43,9	0,12	2	0,04	137
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	26,2	41,3	0,08	10	0,06	107
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	25,3	44,7	0,06	30	0,05	348
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	24,9	45,1	0,22	25	0,05	269
Μη κλιμ. χώρος	3	25,6	46,6	δπ	0,04	270
Εξωτερικός χώρος	δπ	24,5	56,2	δπ	0,02	190

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

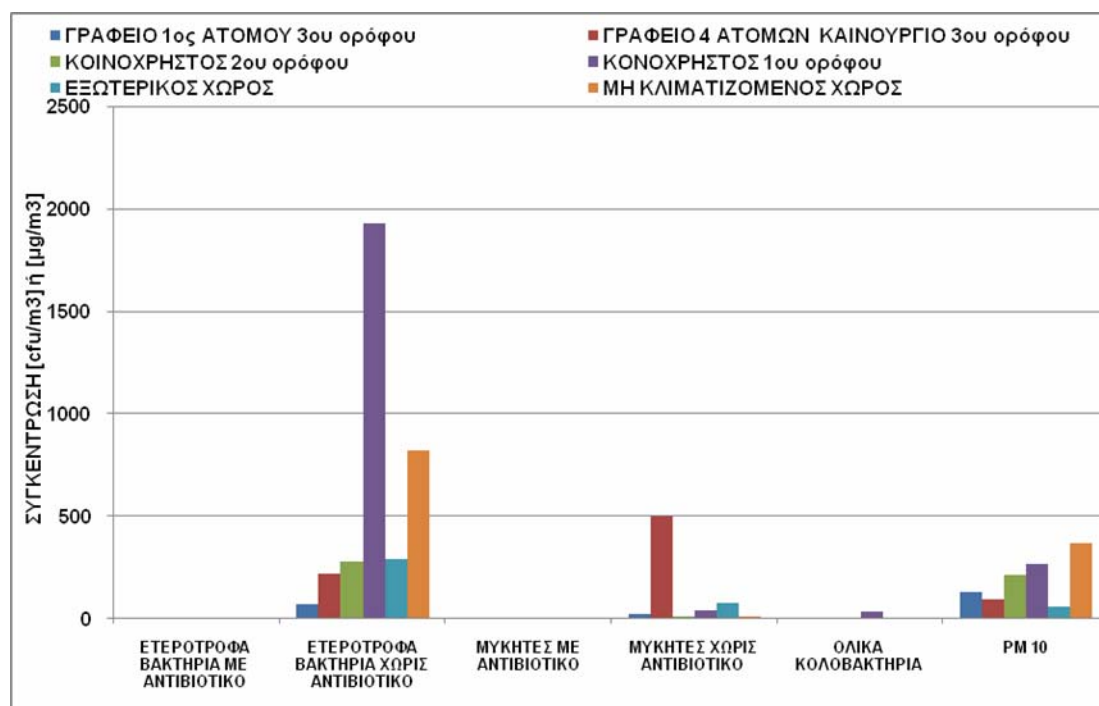
Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 7.29 και τον Πίνακα 7.33 ένα μικρό ποσοστό αερομεταφερόμενων ετερότροφων βακτηρίων και μυκήτων παρουσιάζει ανθεκτικότητα στα δοκιμασθέντα αντιβιοτικά. Σε αυτή τη δειγματοληψία μετρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων και PM₁₀ σωματιδίων σε όλους τους χώρους και στο εξωτερικό περιβάλλον. Στους μη κλιματιζόμενο χώρο, μετρήθηκαν και συγκεντρώσεις μυκήτων αντίστοιχες του εξωτερικού περιβάλλοντος.

19^η Δειγματοληψία – έλεγχος ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά

Στη συγκεκριμένη δειγματοληψία, πραγματοποιήθηκε επιπλέον ο έλεγχος της ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά:

- 1) Στρεπτομυκίνη στα αερομεταφερόμενα ετερότροφα βακτήρια και
- 2) Κυκλοεξιμίδες στους αερομεταφερόμενους μύκητες.

Οι συγκεντρώσεις των αντιβιοτικών που δοκιμάστηκαν ήταν 200 μg στρεπτομυκίνης ανά 1 ml υποστρώματος TSA και 100 μg κυκλοεξιμίδης ανά 1ml θρεπτικού υποστρώματος ΜΕΑ. Ο όγκος δειγματοληψίας των ετερότροφων βακτηρίων και μυκήτων ήταν 100 L σε θρεπτικό υπόστρωμα χωρίς αντιβιοτικά και 500 L σε θρεπτικό υπόστρωμα με προσθήκη αντιβιοτικών. Ο όγκος για τη δειγματοληψία των ολικών κολοβακτηρίων ήταν 2000 L και σε αυτή τη κατηγορία βακτηρίων δεν ελέγχτηκε η ανθεκτικότητα σε στρεπτομυκίνη.



Διάγραμμα 7.30 Προσδιορισμός αερομεταφερόμενων ετερότροφων βακτηρίων και μυκήτων με και χωρίς χρήση αντιβιοτικών. Επιπλέον προσδιορισμός αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 05/10/2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε κλιματιζόμενα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 05.10.2007 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:30 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ με τη χρήση αντιβιοτικών παρασκευασμάτων. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε κλιματιζόμενα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 23,5°C έως 26,1°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται

στον Πίνακα 7.34.

Πίνακας 7.34 Επικρατούσες συνθήκες στους χώρους δειγματοληψίας.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (μg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	25	42,5	0,02	2	0,05	131
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	24,6	44,1	0,06	6	0,02	93
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	26,1	42,3	0,08	4	0,02	212
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	23,5	45,1	0,14	20	0,04	269
Μη κλιμ. χώρος	25,2	44	0,29	5	0,02	365
Εξωτερικός χώρος	δπ	23,8	50,6	δπ	0,02	58

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Και σε αυτήν τη 2^η δειγματοληψία με τη χρήση αντιβιοτικών στα θρεπτικά υποστρώματα ότι ένα πολύ μικρό μόνο ποσοστό αερομεταφερόμενων ετερότροφων βακτηρίων και μυκήτων έχει ανθεκτικότητα στα δοκιμασθέντα αντιβιοτικά στις συγκεντρώσεις που εφαρμόστηκαν. Σε αυτή τη δειγματοληψία, οι κοινόχρηστοι χώροι εμφανίζονται ως πιο επιβαρυσμένοι από αερομεταφερόμενους μικροοργανισμούς και PM₁₀ σωματίδια.

7.3 Χειμερινή περίοδος δειγματοληψιών

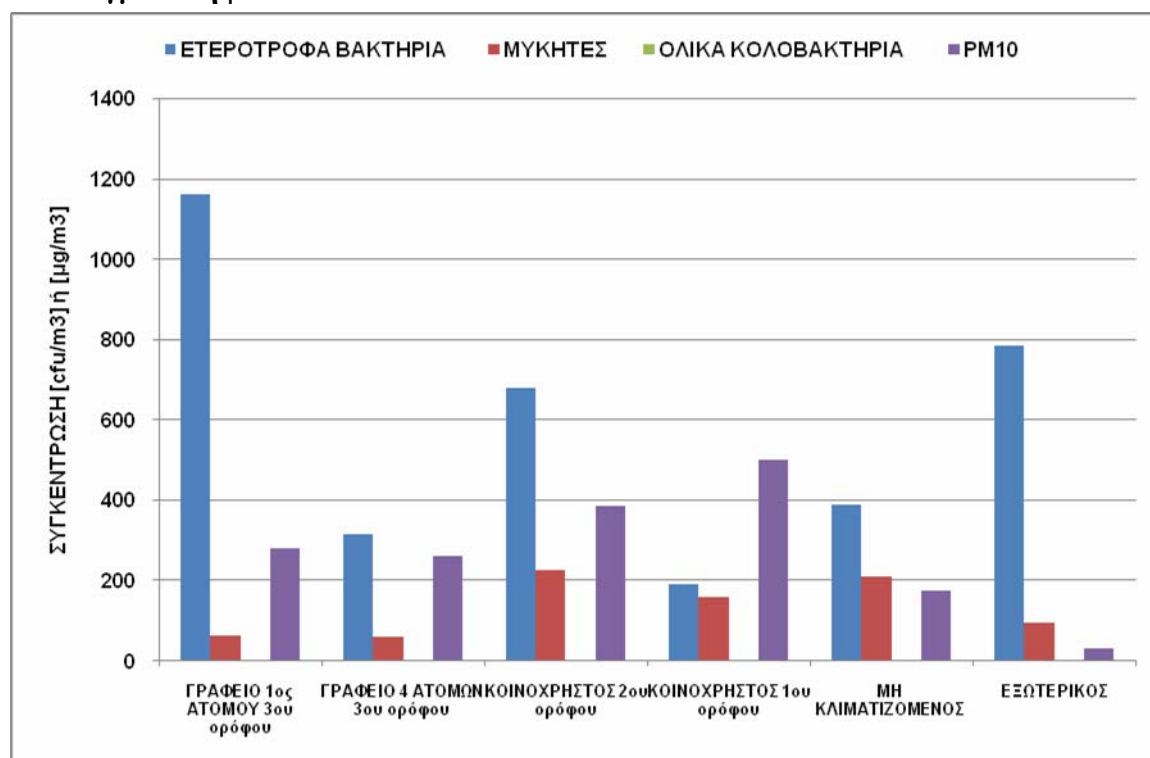
Κατά τη διάρκεια των χειμωνιάτικων μετρήσεων πραγματοποιήθηκαν 6 δειγματοληψίες στις παρακάτω ημερομηνίες: 17-12-07, 18-12-07, 12-02-08, 14-02-08, 20-02-2008, 22-02-2008. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η ίδια με αυτή κατά τις δύο προηγούμενες περιόδους, με τη μόνη διαφορά ότι κατά τη χειμερινή περίοδο μετρήσεων λειτουργούσε η θέρμανση του κτιρίου. Παρακάτω γίνεται μια πλήρης περιγραφή διαγραμματικά των αποτελεσμάτων των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν συγκεντρωτικά ανά ημερομηνία σε όλους τους χώρους.

Πίνακας 7.35 Ημερομηνίες δειγματοληψίας κατά τη χειμερινή περίοδο.

Δειγματοληψία	Ημερομηνία	Ώρα δειγματοληψίας
20 ^η	17.12.2007	10-14
21 ^η	18.12.2007	10-14
22 ^η	12.02.2008	10-14
23 ^η	14.02.2008	10-14
24 ^η	20.02.2008	10-14
25 ^η	22.02.2008	10-14

Κατά τις ημερομηνίες 17.12.2007, 18.12.2007, 12.02.2008 και 14.02.08 οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε όλους τους χώρους, ενώ κατά την 20.02.2008 μετρήθηκε η χρονική μεταβολή της ποιότητας του αέρα σε δύο κλιματιζόμενους χώρους, ένα μη κλιματιζόμενο και έναν εξωτερικό χώρο. Κατά την 25^η δειγματοληψία προσδιορίστηκε επιπλέον η ανθεκτικότητα σε αντιβιοτικά. Παρακάτω παρατίθεται ο σχολιασμός των διαγραμμάτων για τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν σε όλους τους χώρους ανά ημέρα μετρήσεων.

20^η Δειγματοληψία :17.12.2007



Διάγραμμα 7.31 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ για τις 17.12.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε γραφεία της Α' και Β' Δ.Ο.Υ Χανίων, σε κοινόχρηστο χώρο, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η εικοστή δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 17.12.2007 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:00 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων - 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 19,9°C έως 23,2°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.36.

Πίνακας 7.36 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την δειγματοληψία 17.12.2007.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	19,9	42	0,02	2	0,15	280
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	22	48	0,01	7	0,23	262
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	23,2	51	0,02	30	0,11	385
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	21,4	50,3	0,02	50	0,24	501

Μη κλιμ. χώρος	21,3	49,9	0,11	4	0,25	175
Εξωτερικός χώρος	δπ	14,6	68	δπ	0,08	32

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.31.

Παρατηρούμε αυξημένες τις συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων στον κοινόχρηστο χώρο του 1ου ορόφου. Τα ολικά κολοβακτήρια σε όλους τους χώρους έχουν πάρα πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Όσο για τις συγκεντρώσεις των μυκήτων, υπάρχει μια αυξητική τάση στον μη κλιματιζόμενο χώρο. Αυτό που αξίζει ιδιαίτερη προσοχή είναι τα επίπεδα διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ (116-318 μg/m³) που είναι πολύ υψηλά και ξεπερνάνε με πολλές μονάδες παραπάνω το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από τον νόμο και το οποίο είναι της τάξεως των 40 (μg/m³).

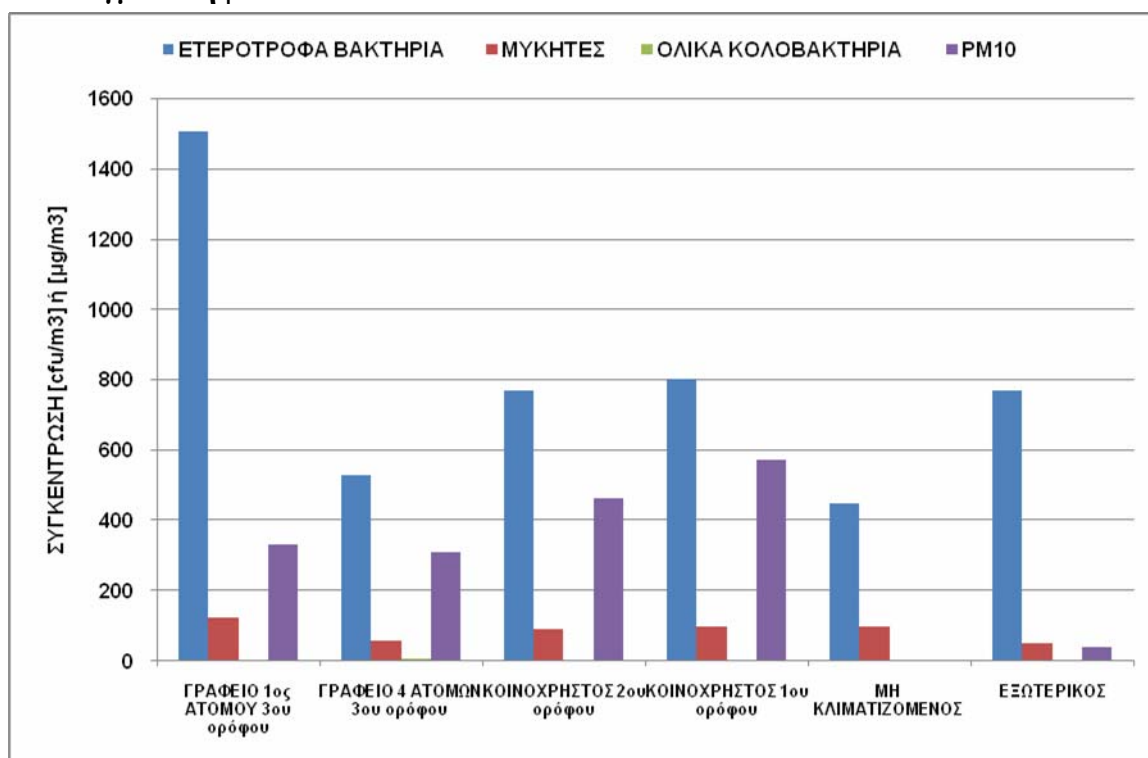
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.37 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.37 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 20^η δειγματοληψία 17.12.2007.

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμου 3^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	0,3	0,01	0,5	0,7	1,1
Μύκητες	1,1	0,4	0,3	0,1	0,9
Ολ. Κολοβακτήρια	0	0	0,01	0	0,2
PM₁₀	2,3	1,8	1,4	2,7	3

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 7.31 και τους Πίνακες 7.36 και 7.37 ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις αερομεταφερόμενων ετερότροφων βακτηρίων προσδιορίστηκαν στο κλιματιζόμενο γραφείο 1^{ου} ατόμου αλλά και στο εξωτερικό περιβάλλον. Στους υπόλοιπους εσωτερικούς (κλιματιζόμενους και μη) χώρους μετρήθηκαν συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων χαμηλότερες αυτών του εξωτερικού περιβάλλοντος. Στη συγκεκριμένη ημέρα μετρήθηκαν ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις PM₁₀ σωματιδίων σε όλους τους εσωτερικούς χώρους σε σχέση με τις αντίστοιχες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Σχετικές υπερβάσεις συγκριτικά με το εξωτερικό περιβάλλον εμφανίζουν οι συγκεντρώσεις των αερομεταφερόμενων μυκήτων στους κοινόχρηστους κλιματιζόμενους χώρους και στον μη κλιματιζόμενο χώρο. Οι τιμές των κολοβακτηρίων τείνουν στο 0.

21^η Δειγματοληψία :18.12.2007



Διάγραμμα 7.32 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ για τις 18.12.2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε γραφεία της Α' και Β' Δ.Ο.Υ Χανίων, σε κοινόχρηστο χώρο, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η εικοστή πρώτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 18.12.2007 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:00 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων - 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 20,2°C έως 24,6°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.38.

Πίνακας 7.38 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την δειγματοληψία 18.12.2007.

Χώροι	T °C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	20,2	59	0,01	4	0,27	331
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	24	52,8	0,01	10	0,35	310
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	24,6	51,1	0,06	70	0,36	464
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	22,8	57,1	0,06	70	0,44	572

Μη κλιμ. χώρος	22,5	51,5	0,15	7	0,31	Δπ
Εξωτερικός χώρος	15,8	71	1,02	δπ	0,13	40

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.31.

Παρατηρούμε αυξημένες τις συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων στον κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου. Τα ολικά κολοβακτήρια σε όλους τους χώρους έχουν πάρα πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Όσο για τις συγκεντρώσεις των μυκήτων, υπάρχει μια αυξητική τάση στον μη κλιματιζόμενο χώρο. Αυτό που αξίζει ιδιαίτερη προσοχή είναι τα επίπεδα διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ (331-571 μg/m³) που είναι πολύ υψηλά και ξεπερνάνε με πολλές μονάδες παραπάνω το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από τον νόμο και το οποίο είναι της τάξεως των 40 (μg/m³).

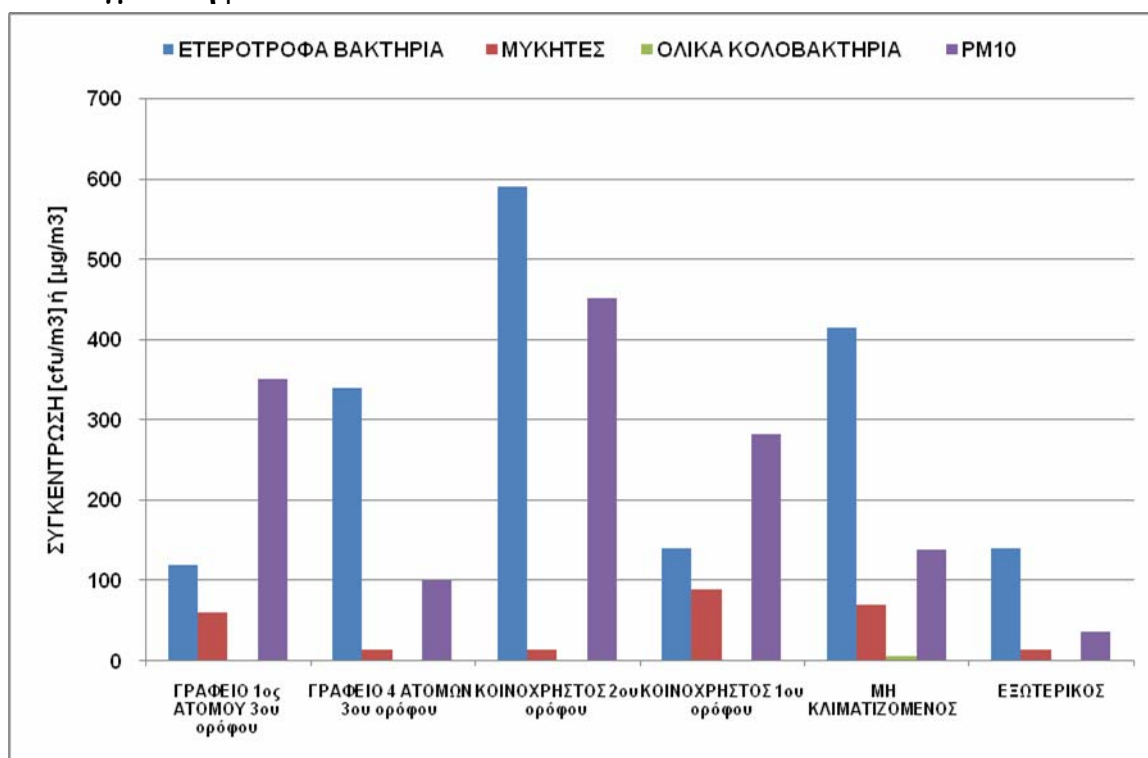
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.39 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.39 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 20^η δειγματοληψία 18.12.2007.

Προσδιοριζόμε. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	1,1	0,6	1,3	0,4	0,9
Μύκητες	0,9	0,4	1,6	1,1	0,3
Ολ. Κολοβακτήρια	0,2	0,01	0,4	0,1	0
PM₁₀	3	2,5	3,5	4	3,2

Στη συγκεκριμένη δειγματοληψία παρατηρήθηκε το ίδιο φαινόμενο όπως στην 20^η δειγματοληψία της προηγούμενης ημέρας. Μετρήθηκαν ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων στον κλιματιζόμενο χώρο ενός ατόμου και στο εξωτερικό περιβάλλον. Οι συγκεντρώσεις στους υπόλοιπους εσωτερικούς χώρους, παρόλο που ήταν σχετικά υψηλές, ήταν χαμηλότερες από αυτήν του εξωτερικού περιβάλλοντος. Επίσης στη συγκεκριμένη ημερομηνία παρατηρήθηκαν υπερβάσεις στις συγκεντρώσεις PM₁₀ σε όλους τους κλιματιζόμενους εσωτερικούς χώρους. Οι συγκεντρώσεις των μυκήτων και κολοβακτηρίων ήταν σε χαμηλά επίπεδα.

22^η Δειγματοληψία :12.02.2008



Διάγραμμα 7.33 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ για τις 12.02.2008. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε γραφεία της Α' και Β' Δ.Ο.Υ Χανίων, σε κοινόχρηστο χώρο, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η εικοστή δεύτερη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 12.02.2008 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:00 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^{ου} ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων - 3^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 19,6°C έως 23,4°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.40.

Πίνακας 7.40 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την δειγματοληψία 12.02.2008.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	19,6	47	0,02	1	0,21	350
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	22,7	42,4	0,01	10	0,26	100
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	23,4	39,2	0,03	30	0,25	452
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	19,9	43,4	0,01	30	0,20	283

Μη κλιμ. χώρος	19	39,3	0,11	7	0,17	138
Εξωτερικός χώρος	22,6	30,3	0,09	δπ	0,20	167

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.33.

Παρατηρούμε αυξημένες τις συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων στον κοινόχρηστο χώρο του 1ου ορόφου. Τα ολικά κολοβακτήρια σε όλους τους χώρους έχουν πάρα πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Όσο για τις συγκεντρώσεις των μυκήτων, υπάρχει μια αυξητική τάση στον μη κλιματιζόμενο χώρο. Αυτό που αξίζει ιδιαίτερη προσοχή είναι τα επίπεδα διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ (100-452 μg/m³) που είναι πολύ υψηλά και ξεπερνάνε με πολλές μονάδες παραπάνω το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από τον νόμο και το οποίο είναι της τάξεως των 40 (μg/m³).

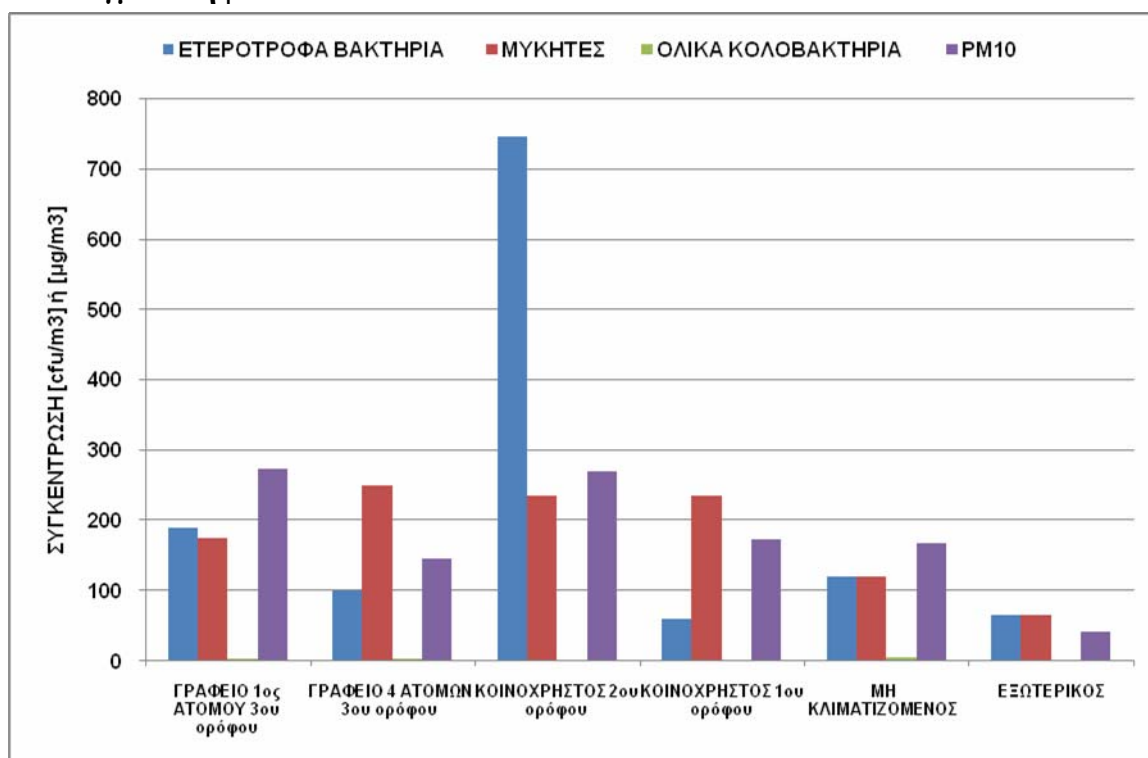
Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.41 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.41 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 22^η δειγματοληψία 12.02.2008.

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	3	1	2.5	5	5
Μύκητες	0.4	0.6	2	3	0.5
Ολ. Κολοβακτήρια	0.07	6.5	1.3	1	3
PM₁₀	1	2	2.5	3	3.5

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των μετρήσεων, οι συγκεντρώσεις των αερομεταφερόμενων βακτηρίων είναι ιδιαίτερα υψηλές σε δύο κλιματιζόμενους χώρους (γραφείο 4 ατόμων και κοινόχρηστος χώρος 2^{ου} ορόφου) και στον μη κλιματιζόμενο χώρο. Οι συγκεντρώσεις των εισπνεύσιμων PM₁₀ σωματιδίων είναι σε όλους τους χώρους ιδιαίτερα υψηλές, ενώ των μυκήτων είναι αυξημένες σε δύο από τους κλιματιζόμενους χώρους (γραφείο 1^{ου} ατόμου και κοινόχρηστος 1^{ου} ορόφου) και στον μη κλιματιζόμενο.

23^η Δειγματοληψία :14.02.2008



Διάγραμμα 7.34 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ για τις 14.02.2008. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε γραφεία της Α' και Β' Δ.Ο.Υ Χανίων, σε κοινόχρηστο χώρο, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η εικοστή τρίτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 12.02.2008 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:00 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀.

Οι χώροι όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είναι οι εξής, το γραφείο 1 ατόμου – 3^ο ορόφου, το γραφείο 4 ατόμων - 3^ο ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 2^ο ορόφου, ο κοινόχρηστος χώρος του 1^ο ορόφου, ο μη κλιματιζόμενος χώρος και δειγματοληψία από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 20,8°C έως 23,8°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.42.

Πίνακας 7.42 Μετεωρολογικοί παράμετροι και συγκέντρωση CO₂, PM₁₀ κατά την δειγματοληψία 14.02.2008.

Χώροι	T °C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (µg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^ο ορόφου	20,8	38,1	0,01	2	0,25	273
Γρ. 4 ατόμων 3 ^ο ορόφου	23,8	37	0,01	7	0,29	145
Κοινόχρ. 2 ^ο ορόφου	25,5	33,8	0,20	70	0,29	270
Κοινόχρ. 1 ^ο ορόφου	23	30,1	0,15	45	0,24	173

Μη κλιμ. χώρος	22,6	30,3	0,09	10	0,20	167
Εξωτερικός χώρος	18	42	0,58	δπ	0,12	42

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50 και 100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια στα 2.000 L.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μικροβιακού φορτίου, όπως και των PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.34.

Αυτό που αξίζει ιδιαίτερη προσοχή είναι τα επίπεδα διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ (173-273 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) που είναι πολύ υψηλά και ξεπερνάνε με πολλές μονάδες παραπάνω το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από τον νόμο και το οποίο είναι της τάξεως των 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Για την καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.43 οι αναλογίες των συγκεντρώσεων των εσωτερικών χώρων προς τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 7.43 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κατά την 23η δειγματοληψία 14.02.2008.

Προσδιοριζόμ. Συγκεντρώσεις	Γρ.1 ατόμου 3 ^ο ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^ο ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^ο ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^ο ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2
Μύκητες	0.6	1	0.9	0.6	0
Ολ. Κολοβακτήρια	0,2	0	0,3	0	0
PM₁₀	2,5	3	1,5	1,2	1,4

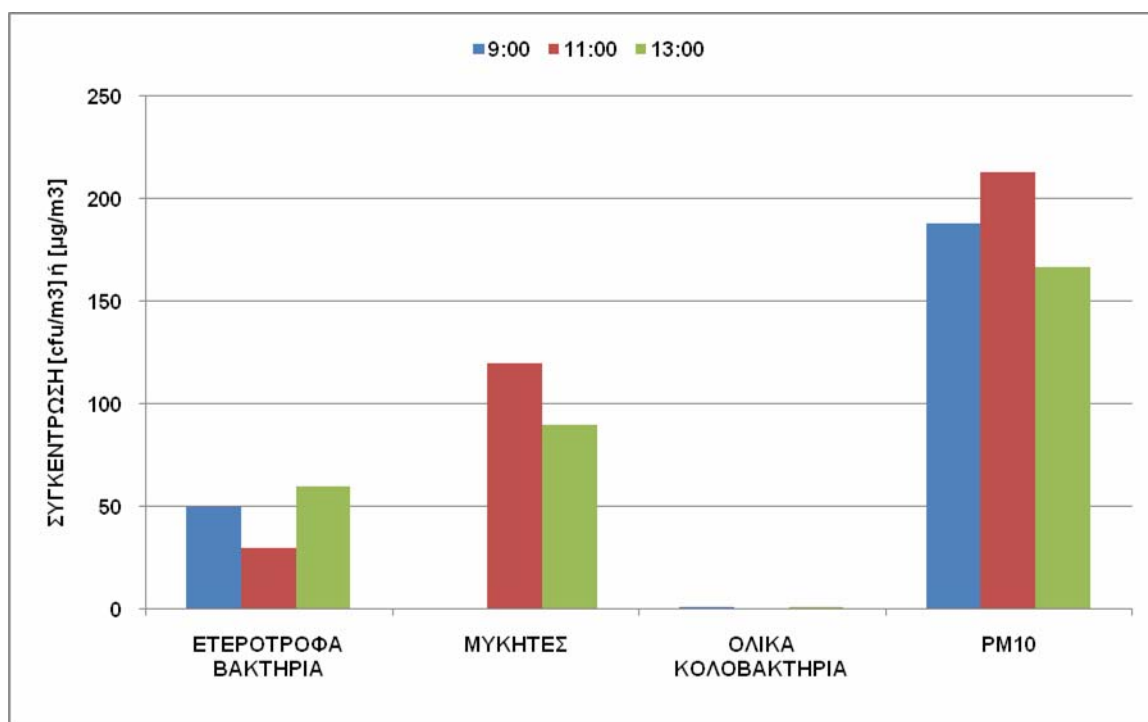
Στη συγκεκριμένη ημερομηνία η ποιότητα του αέρα όσον αφορά τα αερομεταφερόμενα ετερότροφα βακτήρια, τους μύκητες και τα εισπνεύσιμα PM₁₀ σωματίδια στους εσωτερικούς χώρους και ιδιαίτερα στον κοινόχρηστο χώρο του 2^ο ορόφου είναι επιβαρυνμένη (αναλογία ετερότροφων βακτηρίων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος 0,8).

24^η Δειγματοληψία :20.02.2008 – Χρονική μεταβολή

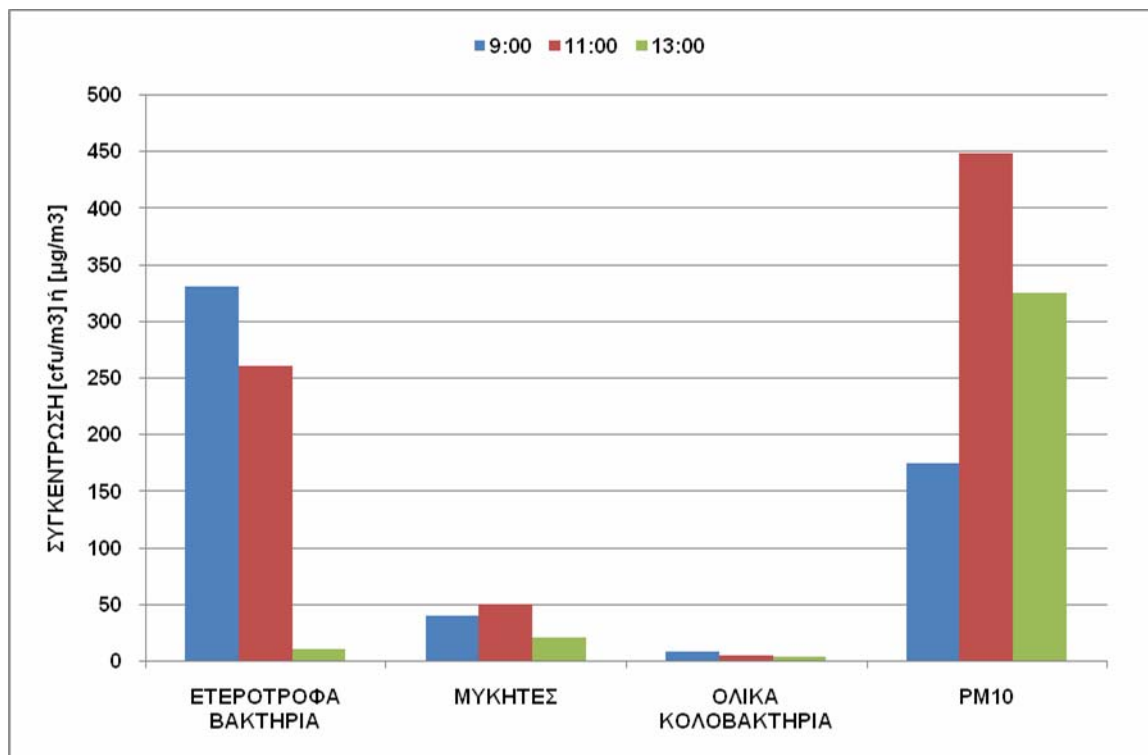
Κατά την ημερομηνία 20.02.2008 η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με σκοπό την χρονική καταγραφή της ποιότητας του αέρα για συγκεκριμένες ώρες (9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ). Αυτό έγινε με σκοπό την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας με τρόπο πιο λεπτομερή. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα αυτής της δειγματοληψίας. Οι χώροι που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- το γραφείο 1 ατόμου του 3^{ου} ορόφου,
- ο κοινόχρηστος χώρος του 1^{ου} ορόφου,
- ο μη κλιματιζόμενος χώρος του 2^{ου} ορόφου και
- το εξωτερικό περιβάλλον.

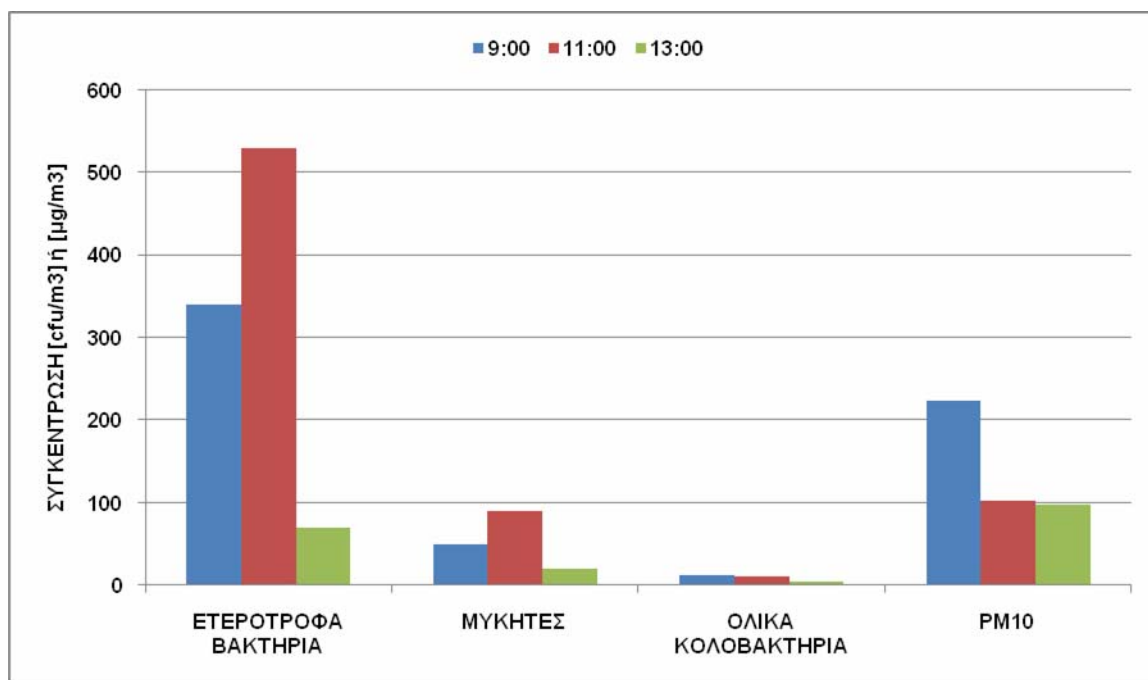
Η δειγματοληπτική διαδικασία αποτελούνταν από 3 σειρές μετρήσεων κατά τις προαναφερθείσες ώρες (στις 9:00 πμ, στις 11:00 πμ & στις 13:00 μμ) την χειμερινή περίοδο. Στα ακόλουθα Διαγράμματα, 7.35 και 7.38, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της χρονικής μεταβολής των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών και PM₁₀ σωματιδίων στις 20.02.2008.



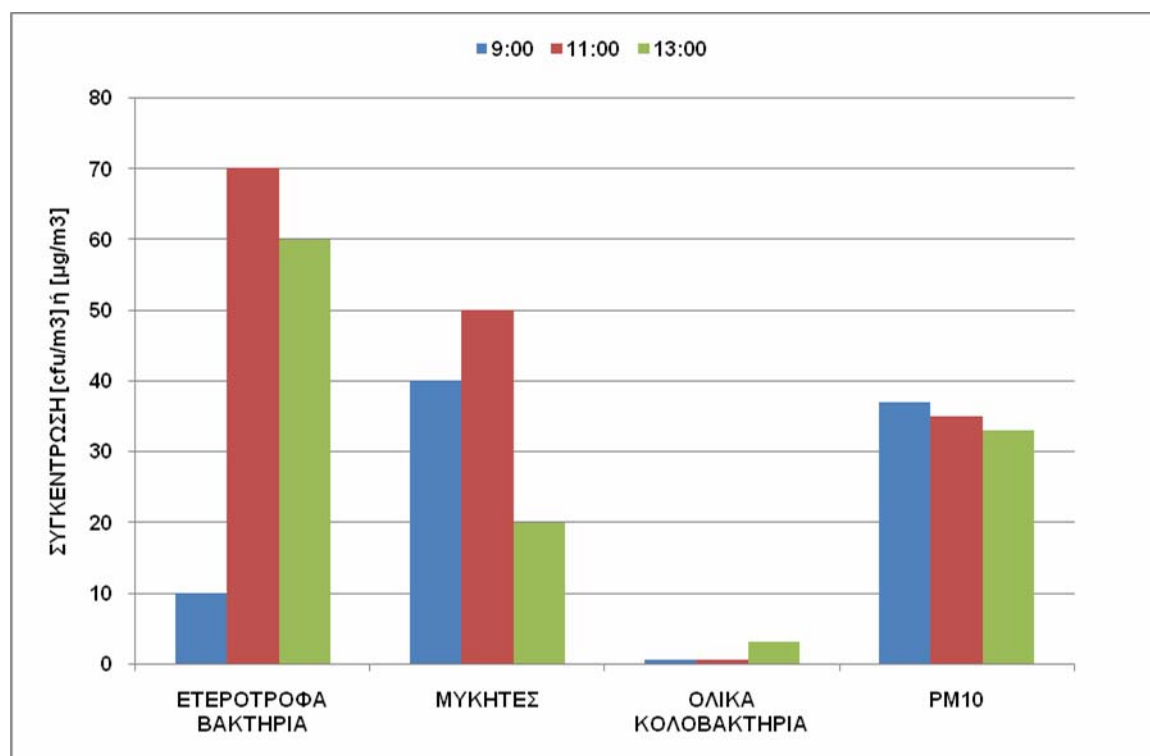
Διάγραμμα 7.35 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 20.02.2008. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε κλιματιζόμενο γραφείο του 1^{ου} ατόμου στον 3^ο όροφο και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.36 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 20.02.2008. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.47 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 20.02.2008. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε μη κλιματιζόμενο χώρο στο κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.



Διάγραμμα 7.48 Προσδιορισμός ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, μυκήτων και αιωρούμενων σωματιδίων PM10 στις 20.02.2008. Η δειγματοληψία αναφέρεται σε εξωτερικό χώρο στο κοινόχρηστο χώρο του 1^{ου} ορόφου και πραγματοποιήθηκε στις ώρες 9:00 πμ, 11:00 πμ, 13:00 μμ.

Σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας μετρήθηκε το O₂ 20,9%, το CO₂ 0,21-0,24% ενώ οι συγκεντρώσεις των CH₄, NO & CO ήταν μηδενικές. Στη συγκεκριμένη ημέρα τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ έχουν υπερβολικά αυξημένες συγκεντρώσεις και οι τιμές κυμαίνονται από 98-325 µg/m³. Οι όγκοι αέρα των δειγματοληψιών ήταν για τα ετερότροφα βακτήρια και τους μύκητες 50,100 L και για τα ολικά κολοβακτήρια 2000L.

Στον Πίνακα 7.44 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι συνθήκες που επικρατούσαν κατά τις μετρήσεις.

Πίνακας 7.44 Επικρατούσες συνθήκες στους χώρους δειγματοληψίας.

Χώροι-Ωρα	Άτομα	T (°C)	RH (%)	Ταχύτ. Αέρα (m/s)	CO ₂ (%)	Καπνιστές
Γραφ.1ατόμου 9:00	2	21,4	45,1	0,11	0,21	Όχι
11:00	3	21,2	45	0,04	0,20	Όχι
13:00	3	20,3	44	0,04	0,21	Όχι
Κοινόχρ. χώρος 9:00	30	22,9	40	0,02	0,24	Ναι
11:00	40	20,6	45,6	0,05	0,22	Ναι
13:00	40	21,3	45	0,04	0,19	Ναι
Μη κλιμ. χώρος 9:00	7	20,1	44	0,10	0,20	Όχι
11:00	10	16,6	51,2	0,02	0,16	Ναι
13:00	6	16,5	49	0,01	0,18	Ναι
Εξωτ. Περιβάλλον 9:00	δπ	18,4	47,4	1,21	0,14	Όχι
11:00	δπ	16,9	46,3	0,35	0,11	Όχι

13:00	δπ	16,4	47	0,19	0,07	Όχι
--------------	----	------	----	------	------	-----

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

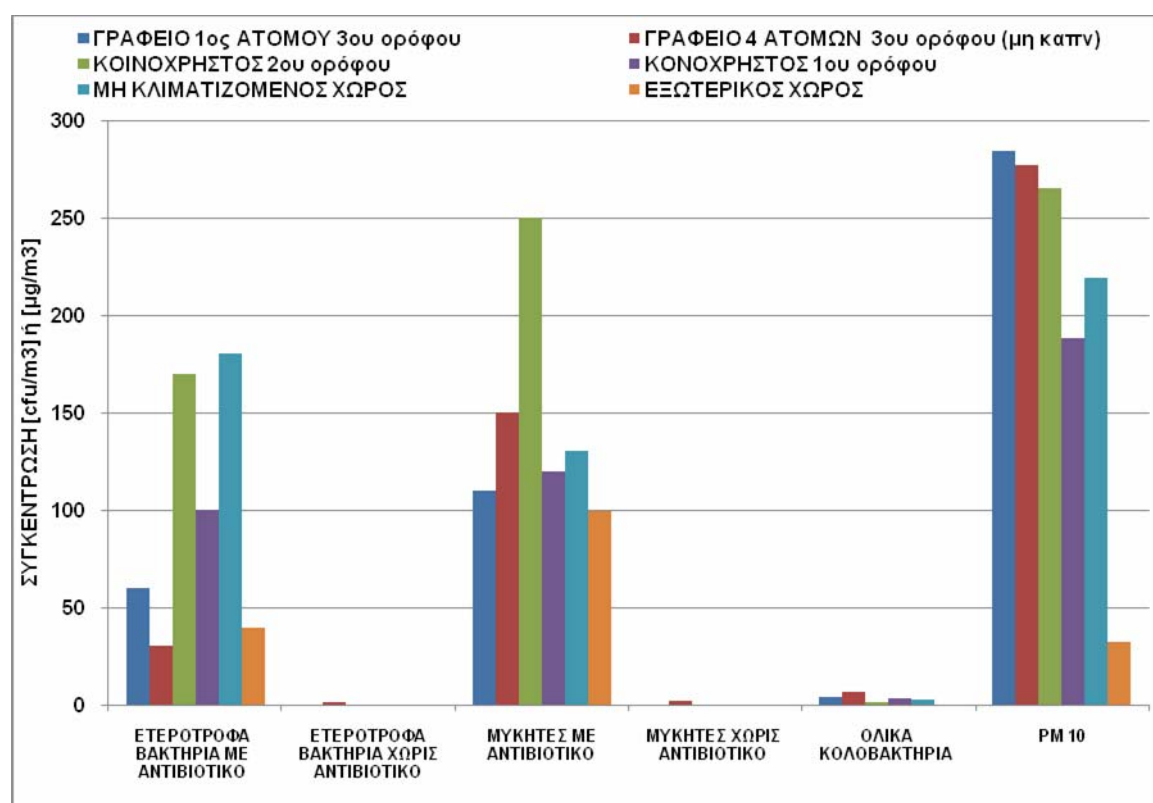
Όπως φαίνεται από τα Διαγράμματα 7.35 – 7.38, η χρονική μεταβολή των ετερότροφων βακτηρίων διαφέρει στους διάφορους εξωτερικούς χώρους και στο εξωτερικό περιβάλλον. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις σημειώθηκαν στον κοινόχρηστο χώρο. Η χρονική μεταβολή των μυκήτων ακολουθεί σε όλους τους εσωτερικούς χώρους την ίδια πορεία όπως στο εξωτερικό περιβάλλον σημειώνοντας την μέγιστη συγκέντρωση στις 11:00 ώρα. Όσον αφορά τα PM₁₀ σωματίδια, η χρονική μεταβολή των συγκεντρώσεων τους στον μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον παρουσιάζει την ίδια εξέλιξη (συγκέντρωση φθίνουσα με το χρόνο). Αντίθετα στους δύο κλιματιζόμενους χώρους παρατηρούνται οι υψηλότερες συγκεντρώσεις στις 11:00 ώρα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι κατά τη συγκεκριμένη ημερομηνία σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας οι συγκεντρώσεις των κολοβακτηρίων είναι μετρήσιμες και οι υψηλότερες παρατηρούνται στο μη κλιματιζόμενο χώρο.

25^η Δειγματοληψία - έλεγχος ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά

Στη συγκεκριμένη δειγματοληψία, πραγματοποιήθηκε επιπλέον ο έλεγχος της ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά:

- 1) Στρεπτομυκίνη στα αερομεταφερόμενα ετερότροφα βακτήρια και
- 2) Κυκλοεξιμίδη στους αερομεταφερόμενους μύκητες.

Οι συγκεντρώσεις των αντιβιοτικών που δοκιμάστηκαν ήταν 200 μg στρεπτομυκίνης ανά 1 ml υποστρώματος TSA και 100 μg κυκλοεξιμίδης ανά 1ml θρεπτικού υποστρώματος MEA. Ο όγκος δειγματοληψίας των ετερότροφων βακτηρίων και μυκήτων ήταν 100 L σε θρεπτικό υπόστρωμα χωρίς αντιβιοτικά και 500 L σε θρεπτικό υπόστρωμα με προσθήκη αντιβιοτικών. Ο όγκος για τη δειγματοληψία των ολικών κολοβακτηρίων ήταν 2000 L και σε αυτή τη κατηγορία βακτηρίων δεν ελέγχθηκε η ανθεκτικότητα σε στρεπτομυκίνη.



Διάγραμμα 7.39 Προσδιορισμός αερομεταφερόμενων ετερότροφων βακτηρίων και μυκήτων με και χωρίς χρήση αντιβιοτικών. Επιπλέον προσδιορισμός αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στις 22/02/2007. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε κλιματιζόμενα γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 22.02.2007 και για τις ώρες μεταξύ 10:00 και 13:30 το μεσημέρι. Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός των ετερότροφων βακτηρίων, ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ με τη χρήση αντιβιοτικών παρασκευασμάτων. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε κλιματιζόμενα

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

γραφεία του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου, σε μη κλιματιζόμενο χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμοκρασία κυμαινόταν από 19,7°C έως 24,9°C. Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων, του CO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.45.

Πίνακας 7.45 Επικρατούσες συνθήκες στους χώρους δειγματοληψίας.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (μg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	23,5	45,1	0,04	2	0,21	284
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	24,9	40,2	0,33	10	0,19	277
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	24,5	40,1	0,18	30	0,17	265
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	20,8	48,9	0,05	30	0,13	188
Μη κλιμ. χώρος	24,3	41,2	0,20	7	0,15	219
Εξωτερικός χώρος	19,7	47,7	0,28	δπ	0,08	33

δπ: Δεν προσδιορίστηκε

Στη συγκεκριμένη δειγματοληψία οι συγκεντρώσεις όλων των μετρηθέντων παραμέτρων στους εξωτερικούς χώρους δεν υπερβαίνουν σημαντικά τις συγκεντρώσεις στο εξωτερικό περιβάλλον και θεωρούνται ότι βρίσκονται στα αναμενόμενα επίπεδα. Επίσης δεν προσδιορίστηκαν καθόλου ετερότροφα βακτήρια με ανθεκτικότητα στην στρεπτομυκίνη. Ανθεκτικότητα στην κυκλοεξιμίδη σε χαμηλή συγκέντρωση 2 CFU/m³ μόνο σε μύκητες στο γραφείο 4 ατόμων μόνο και σε κανένα άλλο χώρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία προσδιορίστηκε το αερομεταφερόμενο μικροβιακό φορτίο, τα εισπνεύσιμα PM₁₀ σωματίδια και σειρά παραμέτρων και αέριων ρύπων σε εσωτερικούς κλιματιζόμενους και μη χώρους καθώς και στο εξωτερικό περιβάλλον, το οποίο θεωρήθηκε ως μάρτυρας. Οι μετρήσεις – δειγματοληψίες έλαβαν χώρα σε κτίριο με κεντρικό σύστημα κλιματισμού και εξαερισμού. Οι χώροι που χρησιμοποιήθηκαν σαν σημεία δειγματοληψίας είναι οι παρακάτω :

- Κλιματιζόμενο γραφείο 1 ατόμου του 3^{ου} ορόφου
- Κλιματιζόμενο γραφείο 4 ατόμων του 3^{ου} ορόφου
- Κλιματιζόμενος κοινόχρηστος χώρος εξυπηρέτησης κοινού του 2^{ου} ορόφου
- Κλιματιζόμενος κοινόχρηστος χώρος εξυπηρέτησης κοινού του 1^{ου} ορόφου
- Μη κλιματιζόμενη αίθουσα του 2^{ου} ορόφου και
- εξωτερικό περιβάλλον σαν σημείο αναφοράς των δειγματοληψιών.

Επίσης, πραγματοποιήθηκε και μια δειγματοληψία σε χώρο με αυτόνομη μονάδα κλιματισμού σε ξενοδοχειακή μονάδα του Νόμου Χανίων και σε ένα κλιματιζόμενο γραφείο του Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Οι υπόλοιπες δειγματοληψίες έλαβαν χώρα στις 3 εν συνέχεια αναγραφόμενες χρονικές περιόδους και πραγματοποιήθηκαν συνολικά συμπεριλαμβανομένης και αυτής 25 δειγματοληψίες.

- Καλοκαιρινή περίοδος (12.07.2007 – 27.07.2007)
- Φθινοπωρινή περίοδος (20.09.2007 – 5.10.2007)
- Χειμερινή περίοδος (17.12.2007 – 22.02.2008).

Γενικότερα διαπιστώθηκε μια έντονη επιβάρυνση του αέρα από υψηλές συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων και αιωρούμενων σωματιδίων και στις 3 περιόδους που πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες.

Όσον αφορά την ύπαρξη υψηλών συγκεντρώσεων βακτηρίων στον αέρα των εσωτερικών κλιματιζόμενων και μη χώρων εργασίας, διαπιστώθηκε ότι η αναλογία των συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος κυμαίνονταν κατά μέσο όρο από 2,6 έως 5,4 την καλοκαιρινή περίοδο, από 1 έως 2,8 την φθινοπωρινή περίοδο και από 0,5 έως 2,3 τη χειμερινή περίοδο. Ιδιαίτερα επιβαρυνμένος ήταν ο αέρας στους χώρους όπου υπήρχε μεγάλη συνάθροιση ατόμων (κοινόχρηστοι χώροι εξυπηρέτησης κοινού) και στο μη κλιματιζόμενο χώρο ο οποίος δεν ήταν συνδεδεμένος στο κεντρικό σύστημα εξαερισμού και κλιματισμού. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις μετρήθηκαν κατά τις ώρες αιχμής εξυπηρέτησης κοινού μεταξύ 11:00 και 14:00.

Η δεύτερη παράμετρος, η οποία έδειξε πολύ υψηλές τιμές, ήταν η συγκέντρωση των εισπνεύσιμων συγκεντρώσεις PM₁₀ σωματιδίων. Οι συγκεντρώσεις των PM₁₀ σωματιδίων σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων στο εξωτερικό περιβάλλον, ιδιαίτερα όμως κατά την καλοκαιρινή περίοδο, σημείωσαν σοβαρές υπερβάσεις στο εξωτερικό περιβάλλον. Το νομοθετικά κατοχυρωμένο ετήσιο ανώτατο όριο για PM₁₀ στην ατμόσφαιρα των PM₁₀

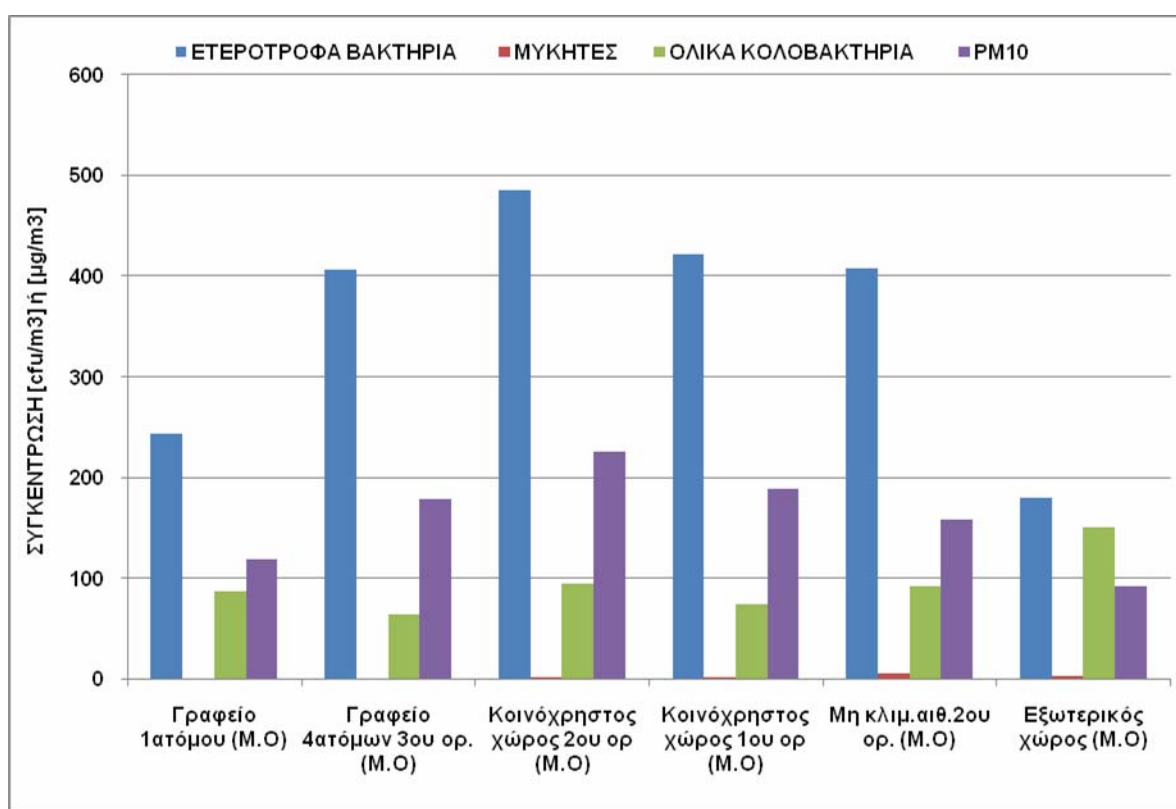
είναι $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Σχεδόν καθημερινά και σε μόνιμη βάση κατά τη διάρκεια των μετρήσεων μετρήθηκαν υπερβάσεις. Ιδιαίτερα κατά τις ημερομηνίες 17.12.2007 και 18.12.2007 μετρήθηκαν οι μέγιστες τιμές, οι οποίες κυμαίνονταν από 501 έως $572 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Θεωρείται ότι στις συγκεκριμένες ημερομηνίες, το νέφος της σκόνης από τη Σαχάρα επηρέαζε τις συγκεντρώσεις. Επίσης η μεγάλη κυκλοφορία αυτοκινήτων στο κέντρο της πόλης (Οδός Τζανακάκη), όπως και άλλες πηγές εκπομπής (π.χ. καυστήρες θέρμανσης κατά τη χειμερινή περίοδο), συνέβαλαν στη δημιουργία των σωματιδίων. Αντίστοιχα υψηλές με υπερβάσεις που κυμαίνονταν από 2 έως 7 φορές υψηλότερες του εξωτερικού περιβάλλοντος ήταν οι συγκεντρώσεις των PM_{10} σωματιδίων στους εσωτερικούς χώρους εργασίας.

Θεωρείται ότι όχι μόνο η συνάθροιση πολλών ατόμων αλλά και άλλες δραστηριότητες και κυρίως το κάπνισμα τσιγάρων επηρέαζε την κακή ποιότητα του αέρα. Όσο αφορά τους δύο άλλους προαναφερόμενους σημαντικούς παράγοντες επικινδυνότητας (αερομεταφερόμενα ετερότροφα βακτήρια και PM_{10}) για την υγεία των εργαζομένων, θεωρείται ότι το σύστημα εξαερισμού θα έπρεπε να ρυθμιστεί με υψηλότερη ροή αέρα. Οι δύο άλλες παράμετροι αερομεταφερόμενων μικροοργανισμών (μεσόφιλων μυκήτων και ολικών κολοβακτηρίων) δεν σημείωσαν σχεδόν σε καμία δειγματοληψία σημαντικές υπερβάσεις. Ειδικά οι συγκεντρώσεις των κολοβακτηρίων ήταν πολύ χαμηλές έως μη μετρήσιμες ενώ οι συγκεντρώσεις μυκήτων ήταν συνήθως υψηλότερες στο εξωτερικό περιβάλλον. Στη συνέχεια σχολιάζεται κάθε περίοδος δειγματοληψιών χωριστά.

8.1 Συμπεράσματα που απορρέουν για την καλοκαιρινή περίοδο

Από τους μέσους όρους των τιμών από τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν κατά τη καλοκαιρινή περίοδο με κλιματισμό προκύπτει το Διάγραμμα 8.1 το οποίο δείχνει μια γενική εικόνα για τη συγκεκριμένη περίοδο και παρουσιάζει τους μέσους όρους των συγκεντρώσεων που μετρήθηκαν στους προαναφερόμενους εσωτερικούς δειγματοληπτικούς χώρους συγκρίνοντας τους με το σημείο αναφοράς, που στη προκειμένη περίπτωση είναι το εξωτερικό περιβάλλον.

Παρακάτω απεικονίζεται το αντίστοιχο διάγραμμα.



Διάγραμμα 8.1. Μέσοι όροι των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων ετερότροφων βακτηρίων, των ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ των 10 δειγματοληψιών κατά στην καλοκαιρινή περίοδο.

Σύμφωνα λοιπόν με το γράφημα, παρατηρούμε ότι το γραφείο 1 ατόμου του 3^{ου} ορόφου, έχει την καλύτερη ποιότητα αέρα. Όλοι οι υπόλοιποι εργασιακοί χώροι σημειώνουν σοβαρές υπερβάσεις, όσον αφορά τις συγκεντρώσεις των ετερότροφων βακτηρίων και των PM₁₀ σωματιδίων. Οι αναλογίες των συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικό χώρου ξεπερνούν το ανώτατο επιτρεπτό νούμερο 2, όπως φαίνεται στον Πίνακα 8.1. Οι μέσοι όροι των μετεωρολογικών παραμέτρων και των συγκεντρώσεων του CO₂ εμφανίζονται στον Πίνακα 8.2.

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

Πίνακας 8.1 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος (Μέσοι όροι καλοκαιρινής περιόδου).

Προσδιοριζόμενοι Παράμετροι	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινοχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	2,6	4,5	5,4	4,1	4,5
Μύκητες	1,8	0,2	1,0	0,7	0,8
Ολικά Κολοβακτήρια	0,0	0,1	0,4	1,5	3,3
PM₁₀	1,6	2,0	3,1	2,2	1,7

Πίνακας 8.2 Μέσοι όροι των μετεωρολογικών παραμέτρων και των συγκεντρώσεων του CO₂ κατά την καλοκαιρινή περίοδο.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (μg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3^{ου} ορόφου	27,04	38,73	0,08	3	0,02	118,20
Γρ. 4 ατόμων 3^{ου} ορόφου	28,67	37,00	0,20	8	0,03	221,75
Κοινόχρ. χώρος 2^{ου} ορόφου	28,65	41,23	0,14	30	0,78	220,20
Κοινόχρ. χώρος 1^{ου} ορόφου	28,10	39,30	0,16	43	0,03	198,75
Μη κλιμ. χώρος	28,10	39,30	0,16	43	0,03	198,75
Εξωτερικός χώρος	29,55	40,53	0,78	22	0,01	117,20

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους Πίνακες 8.1 και 8.2, υπερβάσεις παρουσιάζουν τα αερομεταφερόμενα ετερότροφα βακτήρια (αναλογίες εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος από 2,6 έως 5,4 κατά μέσον όρο) και τα εισπνεύσιμα PM₁₀ σωματίδια σε πολλούς χώρους και σε πολλές ημερομηνίες. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο ο χώρος που παρουσιάζει τις πιο αυξημένες συγκεντρώσεις PM₁₀ είναι ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου.

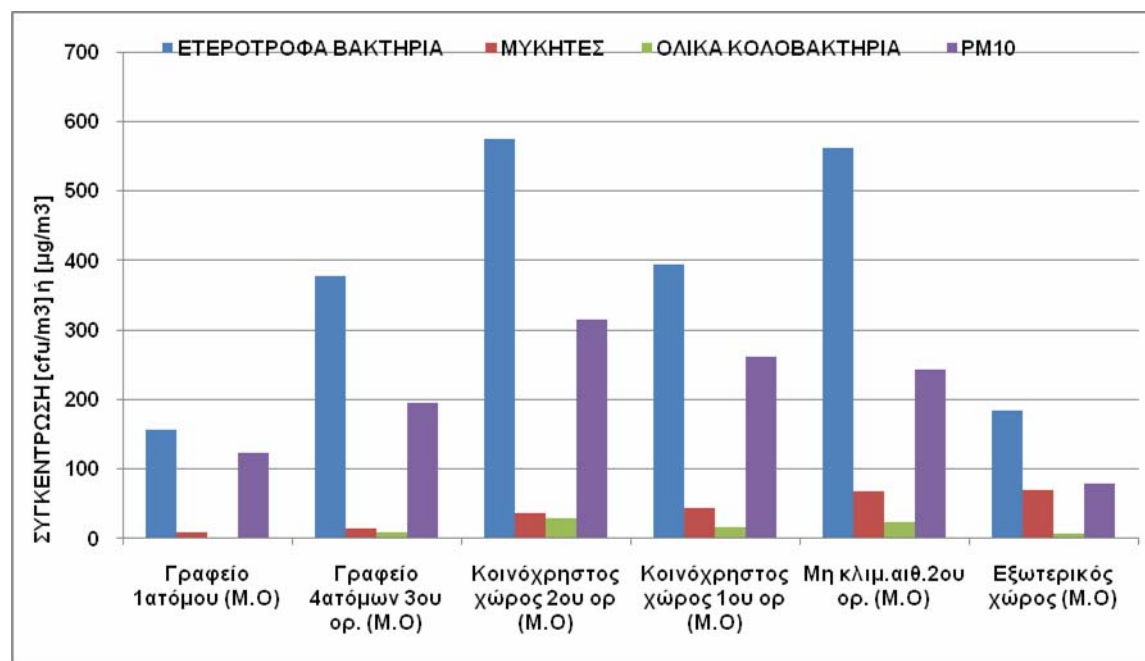
Επίσης όσον αφορά την αποδοτικότητα του κεντρικού συστήματος κλιματισμού διαπιστώνεται ότι η μέση θερμοκρασία στους χώρους είναι πολύ υψηλή, ενώ η σχετική υγρασία επαρκεί οριακά.

Επίσης αυξημένες συγκεντρώσεις CO₂ μετρήθηκαν στον κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου.

8.2 Συμπεράσματα που απορρέουν για την φθινοπωρινή περίοδο

Λαμβάνοντας υπόψη τους μέσους όρους των τιμών από δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν τη φθινοπωρινή περίοδο κυρίως χωρίς κλιματισμό προκύπτει το Διάγραμμα 8.2 το οποίο δίνει μια γενική εικόνα για τη συγκεκριμένη περίοδο και παρουσιάζει τους μέσους όρους των συγκεντρώσεων που μετρήθηκαν στους προαναφερόμενους εσωτερικούς δειγματοληπτικούς χώρους συγκρίνοντας τους με το σημείο αναφοράς, που στη προκειμένη περίπτωση είναι το εξωτερικό περιβάλλον.

Παρακάτω απεικονίζεται το αντίστοιχο διάγραμμα.



Διάγραμμα 8.2. Μέσοι όροι των συγκεντρώσεων των ετερότροφων βακτηρίων, των ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ mg/m³ των 9 δειγματοληψιών κατά την φθινοπωρινή περίοδο.

Σύμφωνα λοιπόν με το γράφημα, παρατηρούμε ότι το γραφείο 1 ατόμου του 3^{ου} ορόφου, έχει την καλύτερη ποιότητα αέρα. Όλοι οι υπόλοιποι εργασιακοί χώροι σημειώνουν σοβαρές υπερβάσεις, όσον αφορά τις συγκεντρώσεις των ετερότροφων βακτηρίων και των εισπνεύσιμων PM₁₀ σωματιδίων. Οι αναλογίες των συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού χώρου ξεπερνούν το ανώτατο επιτρεπτό νούμερο 2, όπως φαίνεται στον Πίνακα 8.3. Οι μέσοι όροι των μετεωρολογικών παραμέτρων και των συγκεντρώσεων του CO₂ εμφανίζονται στον Πίνακα 8.4.

Πίνακας 8.3 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος (Μέσοι όροι φθινοπωρινής περιόδου).

Προσδιοριζόμενοι Παράμετροι	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	1,0	2,7	2,8	1,5	2,3
Μύκητες	0,3	0,6	0,3	0,6	1,1
Ολικά Κολοβακτήρια	0,1	0,8	0,7	0,7	1,2
PM ₁₀	1,9	1,7	2,9	2,6	2,7

Πίνακας 8.4 Μέσοι όροι των μετεωρολογικών παραμέτρων και των συγκεντρώσεων του CO₂ κατά την φθινοπωρινή περίοδο.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτ. Αέρα (m/s)	Άτομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ Χώροι (μg/m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	26,02	46,00	0,17	2,80	0,02	162,00
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	27,44	43,46	0,15	8,00	0,03	209,80
Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	27,26	46,23	0,10	45,00	0,03	323,20
Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	26,25	51,55	0,10	23,50	0,02	239,50
Μη κλιμ. χώρος	27,10	47,28	0,08	26,40	0,02	282,80
Εξωτερικός χώρος	26,82	50,88	0,32	6,00	0,01	157,40

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 8.2 και τους Πίνακες 8.3 και 8.4, η μέση ποιότητα αέρα κατά την φθινοπωρινή περίοδο παρόλο που προσομοιάζει εκείνη της καλοκαιρινής περιόδου, είναι συνολικά αρκετά καλύτερη. Κατά την φθινοπωρινή περίοδο το γραφείο 1^{ος} ατόμου παρουσιάζουν τη καλύτερη ποιότητα αέρα.

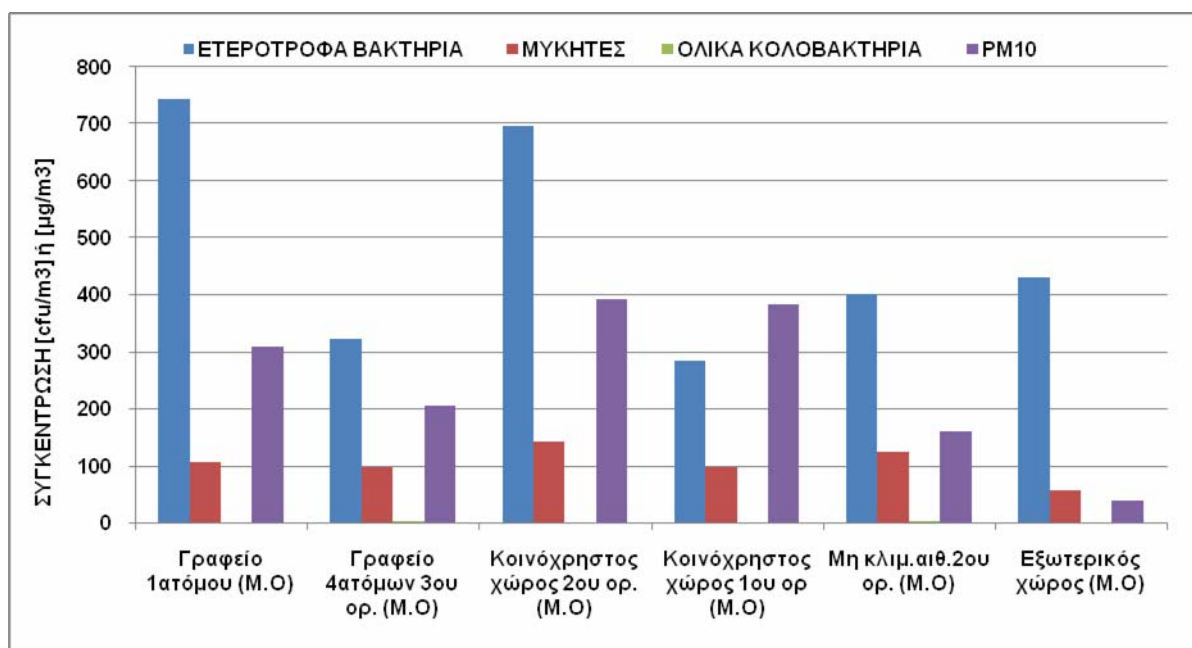
Οι μεγαλύτερες υπερβάσεις ετερότροφων βακτηρίων και PM₁₀ σωματιδίων σημειώνονται στο γραφείο 4 ατόμων, στο κοινόχρηστο χώρο του 2^{ου} ορόφου και στον μη κλιματιζόμενο χώρο.

Κατά την φθινοπωρινή περίοδο, όπως και κατά την καλοκαιρινή περίοδο, οι συγκεντρώσεις των PM₁₀ σωματιδίων στο εξωτερικό περιβάλλον σημειώνουν σοβαρές υπερβάσεις.

8.3 Συμπεράσματα που απορρέουν για την χειμερινή περίοδο

Λαμβάνοντας υπόψη τους μέσους όρους των τιμών από τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν κατά τη χειμερινή περίοδο με θέρμανση προκύπτει το Διάγραμμα 8.3 το οποίο δείχνει μια γενική εικόνα για τη συγκεκριμένη περίοδο και παρουσιάζει τους μέσους όρους των συγκεντρώσεων που μετρήθηκαν στους προαναφερόμενους εσωτερικούς δειγματοληπτικούς χώρους συγκρίνοντας τους με το σημείο αναφοράς, που στη προκειμένη περίπτωση είναι το εξωτερικό περιβάλλον.

Παρακάτω απεικονίζεται το αντίστοιχο διάγραμμα.



Διάγραμμα 8.3 Μέσοι όροι των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων ετερότροφων βακτηρίων των ολικών κολοβακτηρίων, των μυκήτων και των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ των 5 δειγματοληψιών κατά την χειμερινή περίοδο.

Σύμφωνα λοιπόν με το γράφημα, παρατηρούμε ότι το γραφείο 1 ατόμου του 3^{ου} ορόφου και ο κοινόχρηστος χώρος του 2^{ου} ορόφου, έχει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις ετερότροφων βακτηρίων. Όλοι οι εργασιακοί χώροι σημειώνουν σοβαρές υπερβάσεις, μόνο όσον αφορά τις συγκεντρώσεις των ετερότροφων βακτηρίων και των PM₁₀ σωματιδίων. Οι αναλογίες των συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού χώρου ξεπερνούν το ανώτατο επιτρεπτό νούμερο 2, όπως φαίνεται στον Πίνακα 8.5. Οι μέσοι όροι των μετεωρολογικών παραμέτρων και των συγκεντρώσεων του CO₂ εμφανίζονται στον Πίνακα 8.6.

Πίνακας 8.5 Αναλογία συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού περιβάλλοντος (Μέσοι όροι χειμερινής περιόδου).

Προσδιοριζόμενες Παράμετροι	Γρ.1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	Γρ.4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 2 ^{ου} ορόφου	Κοινόχρ. χώρος 1 ^{ου} ορόφου	Μη κλιμ. χώρος
Ετερότροφα Βακτήρια	1,5	0,5	0,9	2,0	2,3
Μύκητες	1,0	0,6	1,3	1,4	0,4
Ολικά Κολοβακτήρια	0,1	0,0	0,2	0,3	0,8
PM ₁₀	2,2	2,3	2,1	2,7	2,5

Πίνακας 8.6 Μέσοι όροι των μετεωρολογικών παραμέτρων και των συγκεντρώσεων του CO₂ κατά την χειμερινή περίοδο.

Χώροι	T°C	RH (%)	Ταχύτητα Αέρα (m/s)	Ατομα	CO ₂ (%v/v)	PM ₁₀ (μg/ m ³)
Γρ. 1 ατόμου 3 ^{ου} ορόφου	20,13	46,53	0,02	2	0,22	308,50
Γρ. 4 ατόμων 3 ^{ου} ορόφου	23,13	45,05	0,01	9	0,28	204,25
Κοινόχρ. 2 ^{ου} ορόφου	24,18	43,78	0,08	50	0,25	392,75
Κοινόχρ. 1 ^{ου} ορόφου	21,78	45,23	0,06	49	0,28	382,25
Μη κλιμ. χώρος	21,35	42,75	0,12	7	0,23	160,00
Εξωτερικός χώρος	18,80	39,48	17,42	δπ	0,13	70,25

Όπως φαίνεται από τους Πίνακες 8.5 και 8.6 κατά την χειμερινή περίοδο μετρήθηκαν πολύ υψηλές συγκεντρώσεις PM₁₀ σωματιδίων σε όλους τους εσωτερικούς χώρους παρόλο που η μέση συγκέντρωση τους στο εξωτερικό περιβάλλον είναι σαφώς πολύ χαμηλότερη από εκείνη της καλοκαιρινής περιόδου.

Κατά την χειμερινή περίοδο μετρήθηκαν πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις κολοβακτηρίων και μυκήτων στους εσωτερικούς χώρους σε σύγκρισή με εκείνους των 2 προηγούμενων περιόδων. Παρόλα αυτά, η αναλογία των συγκεντρώσεων εσωτερικού προς εξωτερικού χώρου είναι αρκετά μικρότερες του 2.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ε. Κατσίβελα 2008 «Βιοαεροζόλ» στο Βιβλίο Μ. Λαζαρίδη «Ποιότητα Αέρα Εσωτερικών Χώρων», Εκδόσεις Τζιόλας, Θεσσαλονίκη.
- [2] Stentzenbach, 2002. . E-Proceedings of the European Aerosol Conference 2008 (EAC 2008), Thessaloniki, Greece.
- [3] Lighthart Atmospheric microbial aerosols. 1994 Μικροβιακά αιωρούμενα σωματίδια [on line]. Διαθέσιμο από www.nla.gov.au [προσβάσιμο στις 4 Ιανουαρίου 2009].
- [4] Μ. Λαζαρίδης 2008 «Ποιότητα Εσωτερικών Χώρων», Εκδόσεις Τζιόλας, Θεσσαλονίκη
- [5] Indoor air pollution and health [Μετάφραση] 2008. Μολυνσή εσωτερικών χώρων [on line]. Διαθέσιμο από www.who.org [προσβάσιμο στις 23 Δεκεμβρίου 2008].
- [6] EPA ASHREA Legionellosis: Position paper, 1998
- [7] Η νόσος των λεγεωναρίων [Μετάφραση] 2007 [on line]. Διαθέσιμο από www.engr.psu.edu [προσβάσιμο στις 17 Μαρτίου 2009].
- [8] Microbes info 2009. Συμβουλές διασφάλισης υγιεινής των κτιρίων [on line]. Διαθέσιμο από www.bio.psu.edu [προσβάσιμο στις 15 Μαΐου 2009].
- [9] Ελληνική ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια, LivePedia 2008. Θερμοκρασία [on line]. Διαθέσιμο από www.livepedia.gr/index.php/Θερμοκρασία [προσβάσιμο στις 8 Ιουνίου 2009], Βικιπαιδεία, η ελευθερή εγκυκλοπαίδεια 2008. Σχετική υγρασία [on line]. Διαθέσιμο από www.elwikipedia.org [προσβάσιμο στις 8 Ιουνίου 2009], Μετρήσεις παραμέτρων κλιματισμού και ατμόσφαιράς 2009. Ροή του αέρα [on line]. Διαθέσιμο από www.grbes.phys.uoa.gr [προσβάσιμο στις 8 Ιουνίου 2009].
- [10] Ι. Γεντεκάκης 1999 «Ατμοσφαιρική Ρύπανση Επιπτώσεις, Έλεγχος και Εναλλακτικές Τεχνολογίες», Εκδόσεις Τζιόλας, Θεσσαλονίκη
- [11] www.europe.int
- [12] Εκπομπή αέριων ρύπων 2008. Ρύπανση της ατμόσφαιρας [on line]. Διαθέσιμο από www.epa.gov [προσβάσιμο στις 11 Οκτωβρίου 2008].
- [13] EPA, ASHRAE, 2002
- [14] Ελληνική νομοθεσία 2005. Επιτρεπόμενα όρια συγκεντρώσεων ρυπαντικών ουσιών [on line]. Διαθέσιμο από www.elinyae.gr [προσβάσιμο στις 4 Μαΐου 2009].

«Προσδιορισμός αερομεταφερόμενου μικροβιακού φορτίου σε κλιματιζόμενους χώρους»
Κοντομήτρου Βασιλική - Μαραγκού Ανδριανή

[15] Μ.Λαζαρίδης 2005 «Ατμοσφαιρική Ρύπανση με στοιχεία μετεωρολογίας», Εκδόσεις
Τζιόλας, Θεσσαλονίκη.