



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ  
2023-2024**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΣΕ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟ  
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ**

**ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΧΑΤΖΗΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ**

μερy 22066

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΕΒΡΕΝΟΓΛΟΥ  
ΛΕΥΚΟΘΕΑ**

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL OF PUBLIC HEALTH  
DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH POLICY

POSTGRADUATE PROGRAM (MSc)  
OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH  
2023 - 2024

POSTGRADUATE DIPLOMA THESIS

---

## **Title**

**AIR QUALITY IN TERTIARY HOSPITAL**

**STUDENT: CHARIKLEIA CHATZIATHANASIOU**

**Registration Number: 22066**

**SUPERVISOR: LEUKOTHEA EVRENOGLOU**

**Athens, July 2024**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ  
2023-2024**

**ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΣΕ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟ  
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ**

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή**

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι  
Εξεταστική Επιτροπή

A/α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Λευκοθέα Εβρένογλου	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια (ΔΕΠ)	
2	Ιωάννα Δαμικούκα	Επίκουρη Καθηγήτρια (ΔΕΠ)	
3	Όλγα Κάβουρα	Επίκουρη Καθηγήτρια (ΔΕΠ)	

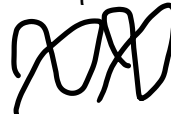
## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Χαρίκλεια Χατζηαθανασίου του Αθανασίου, με αριθμό μητρώου 22066, φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Επαγγελματική και Περιβαλλοντική Υγεία του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η δηλούσα



Χαρίκλεια Χατζηαθανασίου

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

# Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία που εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Περιβαλλοντική και Επαγγελματική Υγεία» του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής κατά τα έτη 2023-2024 κατέστη ολοκληρωμένη χάρη στη υποστήριξη κι άριστη συνεργασία με την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα Λευκοθέα Εβρένογλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας, την οποία και ευχαριστώ θερμώς για τις επισημάνσεις και την βοήθεια καθώς και για τον χρόνο που διέθεσε.

Χρωστάω ένα μεγάλο ευχαριστώ στο γιο μου Θωμά Κλάγκο, φοιτητή στη σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ, για την πολύτιμη βοήθειά του στην στατιστική ανάλυση του θέματός μου.

Θέλω να ευχαριστήσω την κα Ψαρουδάκη Ζωή, Βιοπαθολόγο- Κλινικό Μικροβιολόγο, διευθύντρια ΕΣΥ του Μικροβιολογικού Εργαστηρίου του ΓΝΑ «Ευαγγελισμός» για την προθυμία και την πολύτιμη βοήθειά της στην ανάπτυξη του μικροβιακού μέρους της εργασίας μου.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους μου για την αμέριστη συμπαράσταση και τις συμβουλές τους και κυρίως τον κ. Μαγουλά Μιχάλη, Τεχνολόγο Ιατρικών Εργαστηρίων στο Νοσοκομείο «Ευαγγελισμός» για την στήριξη και τις λύσεις που μου έδωσε σε κρίσιμα προβλήματα που αντιμετώπισα.

Τέλος, πολλές ευχαριστίες χρωστάω και σε όλους τους εργαζόμενους των τμημάτων που μελετήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία για την συμμετοχή τους και την άριστη συνεργασία τους, καθώς και στην υπόλοιπη οικογένειά μου για την στήριξη και την εμπύχωση που μου έδωσαν.

*Αφιερωμένη στον πολυαγαπημένο μου γιο,*

*Θωμά*

## Περίληψη

Η ποιότητα του αέρα σε εσωτερικούς χώρους είναι ένα θέμα που έχει προσελκύσει το επιστημονικό ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια τόσο παγκοσμίως όσο και στη χώρα μας. Η απουσία μιας συστηματικής και μακροχρόνιας συλλογής δεδομένων μετρήσεων ρυπαντικών και μολυσματικών παραγόντων του αέρα σε εσωτερικούς χώρους παρεμποδίζει την βελτίωση της ποιότητας και την πρόβλεψη και πρόληψη δυσμενών καταστάσεων που προκαλούν βλάβες στην υγεία.

Η παρούσα μελέτη που πραγματοποιήθηκε από Δεκέμβριο 2023 έως Φεβρουάριο 2024, παρά την μικρή της διάρκεια ανέδειξε διαφορές στην ποιότητα του αέρα ανάμεσα σε διαφορετικούς χώρους του ίδιου νοσοκομείου, κατέγραψε σποραδικές υπερβάσεις προτύπων σε διάφορους χημικούς ρύπους και βιολογικού παράγοντα, αποτύπωσε τα προβλήματα που επισήμαναν οι ίδιοι οι εργαζόμενοι και πρότεινε ένα σκεπτικό βελτίωσης της ποιότητας του αέρα επ' ωφελεία όλων των διαμενόντων μέσα σε αυτό.

## Λέξεις-κλειδιά

Ποιότητα αέρα εσωτερικών χώρων, θερμική άνεση, αέριοι χημικοί ρυπαντές, Ασπέργιλλος, HVAC συστήματα, αερισμός στα νοσοκομεία, ερωτηματολόγιο για τους εργαζομένους

## **Abstract**

Indoor Air Quality (IAQ) is a topic that has attracted scientific attention in recent years both globally and in our country. The absence of a systematic and long-term collection of measurement data on indoor air pollutants and contaminants hampers the improvement of quality indoors and the prediction and prevention of adverse situations causing unhealthy effects.

The current study conducted from December 2023 to February 2024, despite its short duration, highlighted differences in air quality between different areas of the same hospital, recorded sporadic exceedances of standards in various chemical pollutants and biological agent, captured the problems pointed out by the employees themselves and proposed a rationale schedule for improving air quality for the benefit of all residents in it.

## **Keywords**

Indoor air quality (IAQ), thermal comfort, gaseous chemical pollutants, Aspergillus, HVAC systems, ventilation in hospitals, questionnaire for the employees



# Πίνακας περιεχομένων

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	iv
Ευχαριστίες .....	v
Περίληψη.....	vii
Λέξεις-κλειδιά .....	viii
Abstract .....	viii
Keywords.....	vii
Πίνακας Πινάκων.....	xii
Πίνακας Εικόνων.....	xvii
Πίνακας γραφημάτων.....	xix
Συντομογραφίες- Ακρωνύμια/ Abbreviations- Acronyms .....	xxi
<b>A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>1</b>
Εισαγωγή.....	2
<b>Κεφάλαιο 1. Ποιότητα αέρα εσωτερικού περιβάλλοντος .....</b>	<b>5</b>
1.1 Εισαγωγή.....	5
1.2. Ποιότητα εσωτερικών χώρων .....	8
1.2.1. Η θερμοκρασία του αέρα .....	11
1.2.2. Η σχετική υγρασία.....	12
1.2.3. Το μικροβιακό φορτίο .....	17
1.2.4. Αερισμός εσωτερικών χώρων.....	21
1.2.5. Συστήματα HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning) σε κτίρια .....	23
<b>Κεφάλαιο 2. Αέριοι χημικοί ρυπαντές .....</b>	<b>28</b>
2.1 Εισαγωγή.....	28
2.2. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ) .....	33

2.3. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO).....	36
2.4. Το διοξείδιο του αζώτου (NO <sub>2</sub> ).....	40
2.5. Το διοξείδιο του θείου (SO <sub>2</sub> ).....	42
2.6. Το όζον (O <sub>3</sub> ).....	45
2.7. Τα μικροσωματίδια (particles) Pm <sub>10</sub> και Pm <sub>2,5</sub> .....	48
2.8. Οργανικές πτητικές ενώσεις (volatile organic compounds- VOCs).....	54
<b>Κεφάλαιο 3. Σύνδρομο Άρρωστου Κτηρίου .....</b>	<b>60</b>
3.1. Εισαγωγή.....	60
3.2. Συμπτωματολογία του SBS συνδρόμου .....	61
3.3. Αιτιολογία .....	62
3.4. Επιδημιολογικά στοιχεία .....	64
3.5. Διαχείριση του SBS συνδρόμου.....	65
3.6. SBS και Ασθένειες σχετιζόμενες με τα κτίρια.....	69
<b>Κεφάλαιο 4. Ποιότητα αέρα στα νοσοκομεία .....</b>	<b>72</b>
4.1. Θερμική άνεση στα νοσοκομεία .....	72
4.2. Η σχετική υγρασία στα νοσοκομεία .....	74
4.3. Συστήματα HVAC στα νοσοκομεία.....	76
4.4. Μικροβιακό φορτίο στα νοσοκομεία .....	78
4.5. Ασπέργιλλος .....	79
<b>ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>84</b>
<b>Κεφάλαιο 5. Περιοχή μελέτης .....</b>	<b>85</b>
<b>Κεφάλαιο 6. Μεθοδολογία- Τρόπος δειγματοληψίας.....</b>	<b>89</b>
<b>Κεφάλαιο 7. Αποτελέσματα .....</b>	<b>95</b>
7.1. Εισαγωγή.....	95
7.2. Ανάλυση μετρήσεων αέριων χημικών ρύπων .....	96
7.2.1. Αποτελέσματα για το CO <sub>2</sub> .....	96

7.2.2. Αποτελέσματα για το CO.....	97
7.2.3. Αποτελέσματα για το NO <sub>2</sub> .....	99
7.2.4. Αποτελέσματα για τα Pm <sub>2,5</sub> .....	101
7.2.5. Αποτελέσματα για τα Pm <sub>10</sub> .....	104
7.2.6. Αποτελέσματα για τα VOCs .....	106
7.3. Μετρήσεις για τον βιολογικό παράγοντα Ασπέργιλλο .....	107
7.4. Αποτελέσματα από το ερωτηματολόγιο.....	111
7.5. Σύνδεση αέριων χημικών ρύπων και ερωτηματολογίου.....	148
Κεφάλαιο 8. Συζήτηση .....	153
Κεφάλαιο 9. Συμπεράσματα .....	164
Βιβλιογραφία.....	169
Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	169
Β. ΞΕΝΗ ΒΙΒΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	171
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	187
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β .....	203
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ .....	212

## Πίνακας Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΟΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΗVAC ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΠΗΓΗ: ΚΑΠΕ, N.D.).....	24
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΗVAC ΚΑΤΑΤΑΣΣΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΘΕΣΗ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΕΝΟΙΚΟΥΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΠΗΓΗ: ΚΑΠΕ, N.D.).....	24
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. ΣΧΕΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ , ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO <sub>2</sub> ΚΑΙ ΤΥΠΟΥ ΗVAC (ΠΗΓΗ: : ΚΑΠΕ, N.D.).....	27
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ CO (ΣΕ PPMS) ΚΑΙ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ (ΠΗΓΗ: BURMAN, 2020).....	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. NATIONAL AMBIENT AIR QUALITY STANDARDS (ΠΗΓΗ: AMHERST, N.D.).....	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 6. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ VOCS ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΟΥ (ΠΗΓΗ: EPA.GOV, 2023).....	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 7. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΣΤΟ SICK BUILDING SYNDROME (ΠΗΓΗ: CHANG ET AL., 1993).....	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 8. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ASHRAE STANDARD 170 ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ (ΠΗΓΗ: SPAEDER, 2021).....	77
ΠΙΝΑΚΑΣ 9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ CO <sub>2</sub> .....	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ CO.....	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 11. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ . ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ NO <sub>2</sub> .....	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 12. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΜΙΚΡΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ PM <sub>2,5</sub> .....	102
ΠΙΝΑΚΑΣ 13. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ PM <sub>2,5</sub> ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 14. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ PM <sub>2,5</sub> ΚΑΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ.....	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 15. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ PM <sub>2,5</sub> ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΥ ΠΑΡΟΝΤΩΝ	104
ΠΙΝΑΚΑΣ 16. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΜΙΚΡΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ PM <sub>10</sub>	105
ΠΙΝΑΚΑΣ 17. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΑ VOCS.....	107
ΠΙΝΑΚΑΣ 18. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ CFU/M <sup>3</sup> ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ L1 ΚΑΙ L2.....	109

ΠΙΝΑΚΑΣ 19. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ CFU ΚΑΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ L1 ΚΑΙ L2.....	110
ΠΙΝΑΚΑΣ 20. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ CFU ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ PM <sub>2.5</sub> ΚΑΙ PM <sub>10</sub> ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ L1 ΚΑΙ L2.....	110
ΠΙΝΑΚΑΣ 21. ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ.....	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 22. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΒΑΘΜΙΑΔΑ.....	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 23.ΟΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΕΛΕΒΑΝ ΜΕΡΟΣ ΣΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 24. ΤΟ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΑΝΑ ΤΟΠΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 25. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑΣ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ.....	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 26. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ....	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 27. ΟΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ Η/Υ ΗΜΕΡΗΣΙΩΣ.....	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 28. ΟΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΣ.....	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 29. Η ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΚΑΠΝΙΣΤΕΣ, ΜΗ ΚΑΠΝΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥΣ ΚΑΠΝΙΣΤΕΣ.....	121
ΠΙΝΑΚΑΣ 30. ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΞΗΡΟΥ ΛΑΙΜΟΥ/ΒΗΧΑ	124
ΠΙΝΑΚΑΣ 31. ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΔΥΣΧΕΡΕΙΑΣ.....	124
ΠΙΝΑΚΑΣ 32. ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΙΣΘΗΣΗΣ ΑΠΟΠΝΙΚΤΙΚΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	124
ΠΙΝΑΚΑΣ 33. ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΡΙΝΙΚΗΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ/ΚΑΤΑΡΡΟΗΣ.....	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 34. ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΟΦΘΑΛΜΙΚΗΣ ΞΗΡΟΤΗΤΑΣ/ΕΡΥΘΡΟΤΗΤΑΣ.....	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 35. ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΞΗΡΟΤΗΤΑΣ/ΕΡΥΘΡΟΤΗΤΑΣ ΔΕΡΜΑΤΟΣ.....	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 36. ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΠΟΝΟΚΕΦΑΛΟΥ/ΖΑΛΗΣ	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 37. ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΚΟΥΡΑΣΗΣ/ΥΠΙΝΗΛΙΑΣ	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 38. ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ.....	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 39. ΠΟΣΟΣΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΗΣΥΧΙΑΣ/STRESS.....	127

ΠΙΝΑΚΑΣ 40. ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΑΤΑ LINKERT ΚΑΙ ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ.....	128
ΠΙΝΑΚΑΣ 41. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΦΥΛΟ.....	129
ΠΙΝΑΚΑΣ 42. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	130
ΠΙΝΑΚΑΣ 43. ΟΙ ΜΕΣΟΙ ΌΡΟΙ ΤΩΝ ΑΠΟΨΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΑΝΑ ΦΥΛΟ.....	132
ΠΙΝΑΚΑΣ 44. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	133
ΠΙΝΑΚΑΣ 45. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	134
ΠΙΝΑΚΑΣ 46. ΟΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 47. ΟΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 48. ΟΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 49. ΟΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	136
ΠΙΝΑΚΑΣ 50. ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ ΩΣ ΜΕΤΡΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 51. Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΙΛΤΡΩΝ ΗΕΡΑ ΩΣ ΜΕΤΡΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 52. Η ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΗVAC ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΩΣ ΜΕΤΡΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 53. Η ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΩΣ ΜΕΤΡΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 54. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΦΥΛΟΥ-ΠΙΝΟΚΕΦΑΛΟΥ.....	138
ΠΙΝΑΚΑΣ 55. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΦΥΛΟΥ- ΚΟΥΡΑΣΗΣ.....	139
ΠΙΝΑΚΑΣ 56. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΦΥΛΟΥ- ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ.....	139
ΠΙΝΑΚΑΣ 57. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΦΥΛΟΥ- STRESS.....	139
ΠΙΝΑΚΑΣ 58. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΦΥΛΟΥ- ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	140

ΠΙΝΑΚΑΣ 59. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΦΥΛΟΥ- ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	140
ΠΙΝΑΚΑΣ 60. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΦΥΛΟΥ- ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	141
ΠΙΝΑΚΑΣ 61. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΦΥΛΟΥ-ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	141
ΠΙΝΑΚΑΣ 62. ΚΟΛΜΟΓΟΡΟΒ-ΣΜΙΡΝΟΒ ΤΕΣΤ ΓΙΑ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ	142
ΠΙΝΑΚΑΣ 63. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΣ ΞΗΡΟΥ ΛΑΙΜΟΥ.....	142
ΠΙΝΑΚΑΣ 64. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΣ ΔΥΣΑΡΕΣΤΗΣ/ΑΠΟΠΝΙΚΤΙΚΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	142
ΠΙΝΑΚΑΣ 65. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΣ ΟΦΘΑΛΜΙΚΗΣ ΞΗΡΟΤΗΤΑΣ/ΕΡΥΘΡΟΤΗΤΑΣ.....	143
ΠΙΝΑΚΑΣ 66. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	143
ΠΙΝΑΚΑΣ 67. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΖΕΣΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	143
ΠΙΝΑΚΑΣ 68. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΚΡΥΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	144
ΠΙΝΑΚΑΣ 69. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΞΗΡΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	144
ΠΙΝΑΚΑΣ 70. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΥΓΡΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	144
ΠΙΝΑΚΑΣ 71. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΘΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΑΠΟΠΝΙΚΤΙΚΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	145
ΠΙΝΑΚΑΣ 72. ΚΟΛΜΟΓΟΡΟΒ-ΣΜΙΡΝΟΒ ΤΕΣΤ ΓΙΑ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΓΙΑ ΤΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	145
ΠΙΝΑΚΑΣ 73. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΧΡΗΣΗΣ Η/Υ ΜΕ ΟΦΘΑΛΜΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	146
ΠΙΝΑΚΑΣ 74. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΧΡΗΣΗΣ Η/Υ ΜΕ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΠΟΝΟΚΕΦΑΛΟΥ.....	146
ΠΙΝΑΚΑΣ 75. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ/ΚΑΘΑΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΡΙΝΙΚΩΝ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ.....	147

ΠΙΝΑΚΑΣ 76. ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ-ΡΙΝΙΚΩΝ.....	147
ΠΙΝΑΚΑΣ 77. ΒΑΘΜΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ CRAMER'S TEST.....	147
ΠΙΝΑΚΑΣ 78. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΩΡΩΝ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ ΜΕ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΚΟΥΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΑΝΤΛΗΣΗΣ.....	148
ΠΙΝΑΚΑΣ 79. ΒΑΘΜΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ CRAMER'S TEST ΓΙΑ ΩΡΕΣ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ- ΚΟΥΡΑΣΗ.....	148
ΠΙΝΑΚΑΣ 80. ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΩΡΩΝ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ- ΚΟΥΡΑΣΗΣ.....	148
ΠΙΝΑΚΑΣ 81. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ CO <sub>2</sub> ΚΑΙ ΠΟΝΟΚΕΦΑΛΟΥ.....	149
ΠΙΝΑΚΑΣ 82. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ CO <sub>2</sub> ΚΑΙ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΣΥΤΚΕΝΤΡΩΣΗΣ.....	149
ΠΙΝΑΚΑΣ 83. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ CO <sub>2</sub> ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΣΗΣ ΑΠΟΠΝΙΚΤΙΚΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	150
ΠΙΝΑΚΑΣ 84. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ NO <sub>2</sub> ΚΑΙ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ.....	150
ΠΙΝΑΚΑΣ 85. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ PM <sub>2,5</sub> ΚΑΙ ΠΟΝΟΚΕΦΑΛΟΥ.....	150
ΠΙΝΑΚΑΣ 86. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ PM <sub>10</sub> ΚΑΙ ΟΦΘΑΛΜΙΚΩΝ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ.....	151
ΠΙΝΑΚΑΣ 87. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ PM <sub>10</sub> ΚΑΙ ΠΟΝΟΚΕΦΑΛΟΥ.....	151
ΠΙΝΑΚΑΣ 88. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ VOCS ΚΑΙ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ.....	151
ΠΙΝΑΚΑΣ 89. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΣΗΣ ΑΠΟΠΝΙΚΤΙΚΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	152
ΠΙΝΑΚΑΣ 90. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΣΗΣ ΥΓΡΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	152
ΠΙΝΑΚΑΣ 91. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΥ.....	152



## Πίνακας Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΘΕΝΤΩΝ (ΠΗΓΗ: KLEPEIS N., ET AL, 2001).....	6
ΕΙΚΟΝΑ 2. "ΠΡΑΣΙΝΑ ΚΤΙΡΙΑ" (ΠΗΓΗ: GREEN <b>BUILDING</b> CONSULTANT).....	7
ΕΙΚΟΝΑ 3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ (ΠΗΓΗ: MUJEEBOU, 2019).....	9
ΕΙΚΟΝΑ 4. ΝΟΜΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΑΝΔΡΕΣ ΓΥΜΝΟΥΣ ΧΩΡΙΣ ΕΝΤΟΝΗ ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ (ΠΗΓΗ: APPLYERGONOMICS.WORDPRESS.COM, 2017).....	13
ΕΙΚΟΝΑ 5. ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΕΝΑ ΧΩΡΟ (ΠΗΓΗ: PEPPERSHEATINGANDAIR.COM, 2021).....	15
ΕΙΚΟΝΑ 6. ΟΔΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΙΩΝ (ΠΗΓΗ: LEUNG, 2021).....	19
ΕΙΚΟΝΑ 7. ΣΧΕΣΗ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΠΗΓΗ: ARUNDEL ET AL., 1986).....	20
ΕΙΚΟΝΑ 8. ΤΟ MILLENNIUM DOME, ΧΩΡΟΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΛΟΝΔΙΝΟ (ΠΗΓΗ: DESIGNING BUILDINGS,2021).....	22
ΕΙΚΟΝΑ 9. ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ HVAC ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΖΩΝΩΝ (ΠΗΓΗ: SEYAM, 2018).....	26
ΕΙΚΟΝΑ 10. Η DATA ANALYSIS ΚΑΤΕΔΕΙΞΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΟ (ΠΗΓΗ: WANG ET AL., 2020).....	29
ΕΙΚΟΝΑ 11. ΟΔΟΙ ΕΚΘΕΣΗΣ ΑΠΟ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΡΥΠΑΝΤΕΣ (ΠΗΓΗ: NAIDU ET AL., 2021).....	31
ΕΙΚΟΝΑ 12. ΖΩΝΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΡΥΠΑΝΤΩΝ-ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ (ΠΗΓΗ: THE LANCET COMMISSIONS, 2018).....	32
ΕΙΚΟΝΑ 13. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ CO <sub>2</sub> ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ (ΠΗΓΗ: DFROBOT, 2023).....	36
ΕΙΚΟΝΑ 14. ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ O <sub>2</sub> ΚΑΙ CO <sub>2</sub> ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑ CO (ΠΗΓΗ: ΕΚΠΑ-ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ, 2016).....	37
ΕΙΚΟΝΑ 15. ΩΡΙΑΙΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΡΥΠΙΩΝ ΣΕ MG/M <sup>3</sup> ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (ΠΗΓΗ: RAVINA M, AL. ET,2022).....	41

ΕΙΚΟΝΑ 16. ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΙΣ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΩΝ ΗΠΑ (ΠΗΓΗ: ΕΡΑ, 2023).....	43
ΕΙΚΟΝΑ 17. Ο ΤΡΟΠΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΟΞΙΝΗΣ ΒΡΟΧΗΣ (ΠΗΓΗ: ΕΡΑ, 2023).....	44
ΕΙΚΟΝΑ 18. ΠΗΓΕΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ (ΠΗΓΗ: ΕΡΑ.ΓΟΒ, 2023).....	46
ΕΙΚΟΝΑ 19. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΕΝΟΣ ΚΟΚΚΟΥ ΑΜΜΟΥ, ΜΙΑΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΤΡΙΧΑΣ, PM <sub>10</sub> ΚΑΙ PM <sub>2,5</sub> (ΠΗΓΗ: ΕΡΑ.ΓΟΒ., 2023).....	49
ΕΙΚΟΝΑ 20. ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΑ PM <sub>2,5</sub> (ΠΗΓΗ: NAN ET AL., 2023).....	52
ΕΙΚΟΝΑ 21. ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΤΩΝ VOCS ΣΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ (ΠΗΓΗ: SCHÜTZE, ET AL., 2017).....	56
ΕΙΚΟΝΑ 22. ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕΝΕΣ ΒΛΑΒΕΣ ΑΠΟ VOCS (ΠΗΓΗ: RAJABI ET AL., 2020).....	58
ΕΙΚΟΝΑ 23. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΡΕΥΝΑΣ SBS ΣΥΝΔΡΟΜΟΥ (ΠΗΓΗ: HEDGE ET AL., 1989).....	67
ΕΙΚΟΝΑ 24. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΥΓΙΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΜΑΤΙΚΩΝ ΑΤΟΜΩΝ (NAG, 2019).....	70
ΕΙΚΟΝΑ 25. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ (ΠΗΓΗ: FENG ET AL, 2022).....	73
ΕΙΚΟΝΑ 26. ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ PMV ΔΕΙΚΤΗ (ΠΗΓΗ: GUENTHER, 2023).....	74
ΕΙΚΟΝΑ 27. ΣΧΕΣΗ PMV ΚΑΙ PPD ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΠΗΓΗ: GUENTHER, 2023).....	75
ΕΙΚΟΝΑ 28. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ HVAC ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ (ΠΗΓΗ: IONEL, 2023).....	95
ΕΙΚΟΝΑ 29. ΕΙΣΟΔΟΣ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΝΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΟ ΕΠΙΘΗΛΙΟ (ΠΗΓΗ: DAGENAIS ET AL., 2009).....	80
ΕΙΚΟΝΑ 30. ΑΣΠΕΡΓΙΛΛΩΜΑ (ΠΗΓΗ: GR.DREAMSTIME.COM, N.D.).....	81
ΕΙΚΟΝΑ 31. ΚΤΙΡΙΑ ΤΟΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ (ΠΗΓΗ: HTTPS://WWW.EVAGGELISMOS-HOSP.GR/, X.X.).....	86
ΕΙΚΟΝΑ 32. AEROQUAL S500 (ΠΗΓΗ: JJS TECHNICAL SERVICES, 2002).....	89
ΕΙΚΟΝΑ 33. ΤΥΠΟΙ ΚΕΦΑΛΩΝ (ΠΗΓΗ: GAS-SENSING.COM, 2012).....	91

ΕΙΚΟΝΑ 34. MICROFLOW 90 (ΠΗΓΗ: <a href="http://www.quest-tech.com.cn/desktopmodules/eshop/blob/microflow90-aquaria.pdf">HTTP://WWW.QUEST-TECH.COM.CN/DESKTOPMODULES/ESHOP/BLOB/MICROFLOW90-AQUARIA.PDF</a> ).....	110
ΕΙΚΟΝΑ 35. ΚΑΤΑ LINKERT ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥΣ.....	123
ΕΙΚΟΝΑ 36. ΚΑΤΑ LINKERT SCALE ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΨΕΩΝ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	131
ΕΙΚΟΝΑ 37. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΑΝΤΩΝ ΣΕ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (ΠΗΓΗ: KUMAR P. ET AL., 2023).....	154
ΕΙΚΟΝΑ 38. ΟΙ ΜΕΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PM <sub>2,5</sub> ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ ΣΤΗΝ ΙΝΔΙΑ (ΠΗΓΗ: TAUSHIBA A., ET AL., 2023).....	158

## Πίνακας γραφημάτων

ΓΡΑΦΗΜΑ 1. Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ CO <sub>2</sub> .....	97
ΓΡΑΦΗΜΑ 2. Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ CO.....	99
ΓΡΑΦΗΜΑ 3. Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ NO <sub>2</sub> .....	101
ΓΡΑΦΗΜΑ 4. Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PM <sub>2,5</sub> .....	103
ΓΡΑΦΗΜΑ 5. Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ PM <sub>10</sub> .....	106
ΓΡΑΦΗΜΑ 6. Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ VOCS.....	107
ΓΡΑΦΗΜΑ 7. Η ΕΚΑΤΟΣΤΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΝΑ ΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	112
ΓΡΑΦΗΜΑ 8. Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΑΝΑ ΦΥΛΟ.....	112
ΓΡΑΦΗΜΑ 9. Η ΗΛΙΚΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ.....	113

ΓΡΑΦΗΜΑ 10. ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΑΝΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΒΑΘΜΙΔΑ.....	114
ΓΡΑΦΗΜΑ 11. ΤΟ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ΕΡΩΤΩΜΕΝΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	115
ΓΡΑΦΗΜΑ 12. Η ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΩΡΩΝ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ.....	117
ΓΡΑΦΗΜΑ 13. ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ.....	118
ΓΡΑΦΗΜΑ 14. ΤΟ ΠΛΗΘΟΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ.....	119
ΓΡΑΦΗΜΑ 15. ΟΙ ΟΜΑΔΕΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΤΙΚΩΝ.....	120
ΓΡΑΦΗΜΑ 16. Η ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΟ ΚΑΠΝΙΣΜΑ.....	121
ΓΡΑΦΗΜΑ 17. ΟΙ ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΑΤΑ LINKERT ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΤΟΥ SBS ΣΥΝΔΡΟΜΟΥ.....	128
ΓΡΑΦΗΜΑ 18. Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΦΥΛΟ.....	129
ΓΡΑΦΗΜΑ 19. Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	130
ΓΡΑΦΗΜΑ 20.. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΨΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑ ΦΥΛΟ.....	132
ΓΡΑΦΗΜΑ 21. ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΨΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΒΑΘΜΙΔΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ	133
ΓΡΑΦΗΜΑ 22. Η ΑΠΟΨΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥΣ.....	134

## Συντομογραφίες- Ακρωνύμια/ Abbreviations- Acronyms

ABPA: Allergic Bronchopulmonary Aspergillosis, Αλλεργική Βρογχοπνευμονική Ασπεργίλλωση

ANSI: American National Standards institute, Αμερικάνικο Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Αμερικανική Εταιρεία Μηχανικών Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού

ASTM: American Society for Testing and Materials, Αμερικανική Εταιρεία Δοκιμών και Υλικών

BETX: benzene, ethylbenzene, toluene, xylene, βενζόλιο, τουλουόλιο, αιθυλοβενζόλιο, ξυλένια

BRD: Building Related Disease, Ασθένειες που σχετίζονται με το κτίριο

BREM:

CASRN: Chemical Abstracts Service Registry Number, Μοναδικός Αριθμός Αναγνώρισης της Αμερικάνικης Χημικής Εταιρείας

CDC: Centers for Disease Control, Κέντρα Ελέγχου και Πρόληψης Ασθενειών

CFU: Colony Forming Unit, μονάδα σχηματισμού αποικίας

CIBSE: Chartered Institution of building Services Engineers, Ορκωτό Ίδρυμα Μηχανικών Υπηρεσιών Δόμησης

DGNB: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Γερμανική Εταιρεία για τα Βιώσιμα Κτίρια

US EPA: U.S. Environmental Protection Agency, Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ

GBD: Global Burden of Disease, Παγκόσμιο Βάρος Νόσων

HCFCs: hydrochlorofluorocarbons, υδροχλωροφθοράνθρακες

HEPA filter: high efficiency particulate air filter, φίλτρο σωματιδίων αέρα υψηλής απόδοσης

HSE: Health and Safety Executive, Υπηρεσία Υγείας και Ασφάλειας

HVAC: Heating, Ventilation, and Air Conditioning, Θέρμανση, Εξαερισμός και Κλιματισμός

IAQ: Indoor air quality, Ποιότητα αέρα εσωτερικού χώρου

IARC: International Agency for Research on Cancer, Διεθνής Οργανισμός Έρευνας για τον Καρκίνο

IEQ: Indoor Environmental Quality, Περιβαλλοντική Ποιότητα Εσωτερικού Χώρου

IRIS: Institutional Repository for Information Sharing, Θεσμικό αποθετήριο για Ανταλλαγή Πληροφοριών

Kee.gr: Ελληνικό Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας

LEED: Leadership in Energy and Environmental Design, Ηγεσία στον Ενεργειακό και Περιβαλλοντικό Σχεδιασμό

LOAEL: lowest observed adverse effect level, χαμηλότερο παρατηρούμενο επίπεδο ανεπιθύμητων ενεργειών

NATIONAL OBSERVATORY: Εθνικό Παρατηρητήριο

NHAPS: The National Human Activity Pattern Survey, Εθνική Έρευνα Προτύπων Ανθρώπινης Δραστηριότητας

NIOSH: National Institute of Occupational Safety and Health, Εθνικό Ινστιτούτο για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία

NLM: National Library of Medicine, Εθνική Βιβλιοθήκη Ιατρικής

NOAEL: No observed adverse effect level, Το επίπεδο μη παρατηρούμενων δυσμενών επιπτώσεων

OSHA: Occupational Safety and Health Administration, Διοίκηση Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία

PAHO: Pan American Health Organization, Παναμερικανικός Οργανισμός Υγείας

PAHs: Polycyclic aromatic hydrocarbons, Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες

ppm: parts per million, μέρη ανά εκατομμύριο

REHVA: Representatives of European Heating and Ventilation Associations, Εκπρόσωποι Ευρωπαϊκών Ενώσεων Θέρμανσης και Κλιματισμού

RH: Relative Humidity, Σχετική Υγρασία

SBS: Sick Building Syndrome, Σύνδρομο Άρρωστου Κτιρίου

SGC 2: Sabouraud Gentamicin Chloramphenicol 2 agar

SOA: Secondary organic aerosol, Δευτερογενές οργανικό αεροζόλ

UK: United Kingdom, Ηνωμένο Βασίλειο

USA: United States of America, ΗΠΑ

WHO: World Health Organization, Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας

ΜΜΜΟ: Μονάδα Μεταμόσχευσης Μυελού των Οστών

## **A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**



## Εισαγωγή

Κάθε φορά που κάποιος σκέφτεται την ποιότητα του αέρα που αναπνέει κι ανησυχεί για την επίδρασή του στην υγεία, συνήθως έχει κατά νου εικόνες από εκ- βιομηχανοποιημένες, πολυπληθείς πόλεις και καμινάδες που εκπέμπουν καπναέρια ή αυτοκινητόδρομους μέσα στους οποίους συχνά βρίσκεται εγκλωβισμένος. Ταυτόχρονα εφησυχασμένος, αυθόρμητα μπορεί να θεωρήσει ότι στο σπίτι ή στο χώρο εργασίας του απολαμβάνει την ασφάλεια και την ενδεδειγμένη για την υγεία του ποιότητα αέρα.

Η πεποίθηση αυτή χρήζει όμως περαιτέρω ελέγχου ως την ορθότητά της, μελετώντας αρχικά τον τρόπο που αναπνέει κανείς: Πρόκειται για μια θεμελιώδη ανθρώπινη λειτουργία που εκτελείται κατά βάση αυτόνομα, ρυθμιζόμενη από κέντρο του ανθρώπινου εγκεφάλου και χωρίς προσπάθεια, με δυνατότητα όμως να παρέμβασης και ρύθμισης της ταχύτητά της (πχ. με την ομιλία, το τραγούδι την γυμναστική ή με το κράτημα της αναπνοής) και με στόχο την ανταλλαγή αερίων με το εξωτερικό περιβάλλον: πρόσληψη του  $O_2$  του ατμοσφαιρικού αέρα, που είναι πηγή ενέργειας για τα κύτταρα κι αποβολή του  $CO_2$  που αποτελεί απόβλητο της κυτταρικής αναπνοής.

Ο όγκος του αέρα που εισέρχεται στους πνεύμονες ποικίλει ανάλογα με το φύλο, την σωματοδομή, την εν γένει κατάσταση της υγείας του ατόμου και το υψόμετρο διαβίωσης, όμως κατά μέσο όρο θεωρείται ότι ένας άνδρας εισπνέει 500ml αέρα/αναπνοή (ενώ αντίστοιχα μία γυναίκα 400 ml/αναπνοή) που αντιστοιχεί σε 6 lt/min και 8,6 m<sup>3</sup> ημερησίως. Σύμφωνα με την Environmental Protection Agency των ΗΠΑ (EPA), ένας ενήλικος άνδρας με 16ωρη μέτρια δραστηριότητα και 8ωρη ανάπαυση καταναλώνει περίπου 22,8 m<sup>3</sup> αέρα ημερησίως (με μερική συγκέντρωση  $CO_2$  0,004%). (Pleil J., *et al.*, 2021).

Η διαχείριση της ποιότητας του αέρα εσωτερικών χώρων είναι αναγκαία καθώς ο σύγχρονος τρόπος ζωής επιβάλλει την παραμονή σε κλειστούς χώρους τον περισσότερο χρόνο. Η εργασία σε ένα υγιεινό κλειστό περιβάλλον συμβάλει στην ασφάλεια της υγείας, την ευεξία και την αύξηση της παραγωγικότητας του εργαζομένου.

Ένα τριτοβάθμιο νοσοκομείο που αποτελεί σημαντικό πυλώνα μιας σύγχρονης κοινωνίας θα πρέπει να μεριμνά για την βελτίωση της υγείας των ασθενών που περιθάλπει και την πρόληψη των ασθενειών, να φροντίζει για την διασφάλιση ενός υγιεινού κι ασφαλούς περιβάλλοντος

εργασίας του ανθρώπινου δυναμικού του και να βελτιώνει διαρκώς τις δομές, την υλικοτεχνική υποδομή και την επάρκεια του συνόλου των εργαζομένων σε μία προσπάθεια βελτίωσης της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας.

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την ποιότητα του αέρα σε ένα τέτοιο περιβάλλον προκειμένου να αξιολογήσει την παρούσα κατάσταση και να καταγράψει προβλήματα που αναδείχθηκαν και να εγείρει προβληματισμούς για διορθωτικά μέτρα που θα μπορούσαν να αναληφθούν.

Ένα νοσοκομείο αποτελεί ένα ιδιαίτερο, ευαίσθητο και περίπλοκο κτιριακό σύστημα με ποικίλες λειτουργίες, που οφείλει εκ της αποστολής του να πληρεί αυστηρές προδιαγραφές περιβαλλοντικών συνθηκών εντός του, καθώς οφείλει να διασφαλίζει την υγεία όλων των εργαζομένων και κυρίως να μεριμνά για την βελτίωση της υγείας των ασθενών που περιθάλπει. Στο πλαίσιο αυτό και με δεδομένη την αλληλεπίδραση με το εξωτερικό περιβάλλον, η μελέτη της ποιότητας του αέρα στο συγκεκριμένο μεγάλο νοσοκομείο που εδράζει στο κέντρο μίας αστικής μεγαλούπολης όπως η Αθήνα έχει σαν στόχους να διερευνήσει κατά πόσο:

- υπάρχει εναρμόνιση με τα διεθνή standards ποιότητας, εάν παρατηρούνται υπερβάλλουσες τιμές σε κάποιο από τους χημικούς ρυπαντικούς παράγοντες που μετρήθηκαν και ποιος είναι ο πιο καθοριστικός ρύπος,
- υπάρχει συσχέτιση και σε ποιο βαθμό των παρατηρούμενων επιπέδων ρύπων ανάμεσα στον εξωτερικό και τον εσωτερικό αέρα,
- υπάρχουν διαφορές στις μετρήσεις ρύπων ανάμεσα στα διάφορα πεδία μελέτης που έχουν διαφορετική δραστηριότητα κι εδράζονται σε διαφορετικά κτίρια,
- να καταγραφούν οι μέσες τιμές κι οι διασπορές των τιμών που μετρήθηκαν,
- να αποτυπωθεί ένα τμήμα της μικροβιακής επίπτωσης σε ευαίσθητους χώρους όπου φιλοξενούνται αιματολογικοί ασθενείς μέσω της μέτρησης μυκήτων στους χώρους,
- να γίνει συσχέτισή τους με τα αιωρούμενα μικροσωματίδια των οποίων αποτελούν συστατικό στοιχείο και να παρατηρηθούν τυχόν διαφορές ανάμεσα στους δύο χώρους,
- να καταγραφούν τα πιο συχνά εμφανιζόμενα συμπτώματα στους εργαζομένους κατά την εργασία τους κι οι παράγοντες που τα επηρεάζουν,
- να καταγραφούν οι απόψεις τους για την θερμική άνεση στο χώρο εργασίας τους και των μέτρων βελτίωσης που εκείνοι προβάλλουν.

Στο θεωρητικό μέρος της αναπτύσσονται:

- το κεφάλαιο της ποιότητας του αέρα, όπου καθορίζονται οι παράμετροι αξιολόγησης της ποιότητας, όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, ο αερισμός και τα συστήματα HVAC κι η ρύπανση των εσωτερικών χώρων,
- το κεφάλαιο των αέριων χημικών ρυπαντών, όπου αναλύονται βασικοί ρυπαντές που μετρήθηκαν σε αυτή τη μελέτη, όπως CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, VOCs και οι SO<sub>2</sub> και O<sub>3</sub> που έγινε προσπάθεια μέτρησης αλλά με μηδενικά αποτελέσματα και δεν παρουσιάζονται στη μελέτη,
- το κεφάλαιο του συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου, όπου αναπτύσσονται η συμπτωματολογία, η αιτιολογία, επιδημιολογικά στοιχεία κι η διαχείριση του συνδρόμου,
- το κεφάλαιο της ποιότητας του αέρα στα νοσοκομεία, όπου αναπτύσσονται οι ενότητες θερμική άνεση, σχετική υγρασία, τρόπος λειτουργίας συστημάτων HVAC, μικροβιακό φορτίο κι ο Ασπέργιλλος σε ξεχωριστή ενότητα γιατί αποτελεί μέρος της μελέτης

Στο πειραματικό μέρος αναπτύσσονται:

- το κεφάλαιο περιοχή μελέτης, όπου αναλύεται το profile των χώρων που έγιναν οι μετρήσεις,
- το κεφάλαιο μεθοδολογία- τρόπος δειγματοληψίας,
- το κεφάλαιο που αναλύει τους στόχους της μελέτης,
- το κεφάλαιο των αποτελεσμάτων, με τις ενότητες της ανάλυσης των μετρήσεων των αέριων χημικών ρυπαντών, του βιολογικού παράγοντα Ασπέργιλλος και του ερωτηματολογίου που διανεμήθηκε στους εργαζόμενους στους χώρους μελέτης
- το κεφάλαιο της συζήτησης,
- το κεφάλαιο των συμπερασμάτων της μελέτης
- στο τέλος παρατίθεται παράρτημα με τις μετρήσεις των αέριων χημικών ρύπων, του Ασπεργίλλου και ο τύπος του ερωτηματολογίου που συμπλήρωσαν οι εργαζόμενοι.

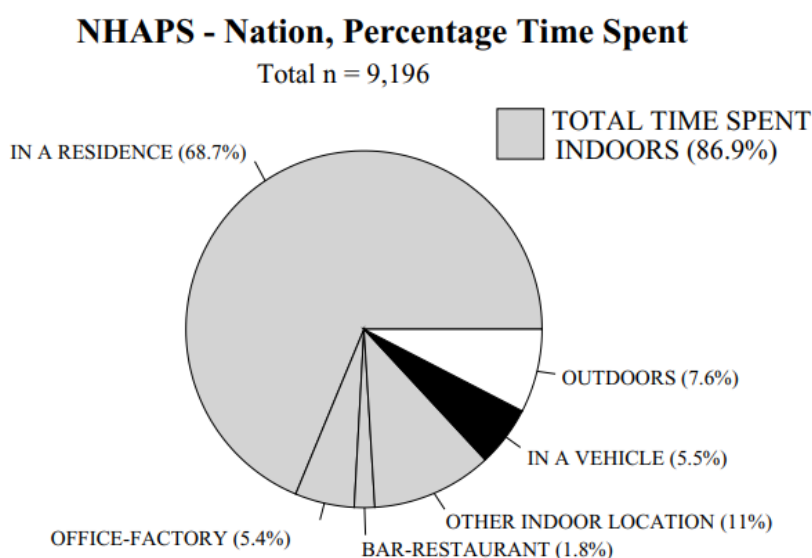
# Κεφάλαιο 1. Ποιότητα αέρα εσωτερικού περιβάλλοντος

## 1.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία 200 χρόνια, η ανάπτυξη των επιστημών και η τεχνολογική πρόοδος έχουν μεταβάλλει την φύση της ανθρώπινης εργασίας, μετατοπίζοντας τον χώρο εργασίας από τα χωράφια και τις φάρμες σε γραφεία πολυώροφων κτιρίων ή σε μεγάλες ή μικρότερες βιομηχανικές μονάδες, στα οποία όλοι συρρέουν και αποχωρούν ταυτόχρονα. Η έντονη αστικοποίηση έχει μεταβάλει και την μορφή των κατοικιών, από ανεξάρτητες με μεγάλους οικοπεδικούς και κοινόχρηστους χώρους, σε διαμερίσματα συγκροτημάτων ομοιόμορφων κατασκευών αναπτυσσόμενων καθ' ύψος (πολυκατοικίες και ουρανοξύστες). Οι πρώτες μελέτες διερεύνησης του νέου τρόπου ζωής πραγματοποιήθηκαν από κοινωνιολόγους που μελετούσαν την ανθρώπινη δραστηριότητα και τον «διαθέσιμο χρόνο» που αποδίδεται σε κάθε μία δραστηριότητα. Αργότερα, μηχανικοί περιβάλλοντος έκαναν τις πρώτες διερευνήσεις σχετικά με την ανθρώπινη έκθεση σε ρυπαντικούς παράγοντες σχετιζόμενους με την ανθρώπινη δραστηριότητα σε διάφορα μικροπεριβάλλοντα. Ο Ott ( Ph environmental engineering, Stanford University) υπολόγισε ότι ένας μέσος εργαζόμενος Αμερικανός δαπανά 2% του χρόνου του σε εξωτερικό περιβάλλον, 6% σε μετακινήσεις με το αυτοκίνητό του και 92% σε εσωτερικά περιβάλλοντα. Αντίστοιχα, διαπίστωσε ότι σύντομους, με μικρή σημαντικότητα χρόνους να καταναλώνουν σε εξωτερικά περιβάλλοντα κάτοικοι άλλων 11 διαφορετικών χωρών παγκοσμίως και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο άνθρωπος είναι «εσωτερικό είδος» (indoor species) (Robinson J. P., *et al.*, 1972).

Η πρώτη μεγάλης κλίμακας σημαντική έρευνα συσχέτισης έκθεσης σε ρυπαντές και ανθρώπινης δραστηριότητας έγινε σε 48 πολιτείες των ΗΠΑ από το 1992 έως το 1994 από το University of Mariland με την υποστήριξη της EPA. Πρόκειται για την National Human Activity Pattern Survey (NHAPS), κατά την οποία καταγράφηκαν τηλεφωνικά ερωτηματολόγια με 24ωρη λεπτομερή καταγραφή των δραστηριοτήτων 9363 Αμερικανών (όπως παθητικό κάπνισμα, καύση ξύλου, αγορά πετρελαίου και χρήση αυτοκινήτου) και του βαθμού έκθεσης σε περιβαλλοντικούς ρυπαντές (PAHs, VOCs, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CO, μικροσωματίδια) σε συγκεκριμένο τόπο δραστηριότητας.

Διαπιστώθηκε ότι οι Αμερικανοί καταναλώνουν το 86% του χρόνου τους σε εσωτερικούς χώρους και 6% σε μετακινήσεις με αυτοκίνητα, συνήθειες που δεν μεταβάλλονται στο χρόνο τις τελευταίες δεκαετίες, ούτε διαφοροποιούνται ιδιαίτερα ανάλογα με την περιοχή διαμονής (εικ.1). Με την χρήση μαθηματικών μοντέλων εκτίμησης της έκθεσης μπόρεσαν να προσδιορίσουν με μεγάλη ακρίβεια την διασπορά της έκθεσης σε ρυπαντές σε ένα πληθυσμό, καθώς και της πιθανής μεταβολής της, όταν αλλάζει μια συμπεριφορά σε μια δραστηριότητα (πχ, διακοπή καπνίσματος), αφού οι μηχανισμοί εκπομπών και μεταφοράς των ρυπαντών είναι ίδιοι σε κάθε μικροπεριβάλλον (Klepeis N., *et al*, 2001). Η NHAPS αποτέλεσε την βάση για μετέπειτα έρευνες εκτίμησης της διάρκειας της έκθεσης σε ρυπαντές, σε σχέση με την διάρκεια της κάθε ανθρώπινης δραστηριότητα σε ένα δεδομένο εσωτερικό χώρο, καθώς καταγράφονταν μετρήσεις συγκεντρώσεων ρυπαντών σε αυτόν.



Εικόνα 1. Αποτύπωση ποσοστιαίας διαμόρφωσης του διαθέσιμου χρόνου των ερωτηθέντων (πηγή: Klepeis N., *et al*, 2001).

Ως εσωτερικός χώρος νοείται ο χώρος εντός δομημένου κτίσματος, σταθερά συνδεδεμένου με το έδαφος, που εσωκλείεται από τοίχους και οπωσδήποτε από στέγη (Daikou, A., 2005) και προορίζεται:

- I. για την διαμονή ανθρώπων ή ζώων μόνιμη ή προσωρινή,
- II. για την άσκηση επαγγελματών και γενικότερα εργασιών
- III. για την λειτουργία μηχανημάτων υπό προστατευόμενες συνθήκες
- IV. για την αποθήκευση αγαθών και προϊόντων

Ο σχεδιασμός κάθε κτιρίου πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις ικανοποίησης λειτουργικών και ενεργειακών κριτηρίων. Ως προς την δεύτερη κατηγορία, στόχος είναι κάθε κτίριο να δομείται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζει την άνετη, ασφαλή και υγιεινή παραμονή εργαζομένων, ή την άνετη διαβίωση κατοίκων, καθώς και την ασφάλεια των εντός του διαφόρων άλλων αγαθών (ζωικό κεφάλαιο ή μηχανολογικός εξοπλισμός).

Από την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70, για λόγους ενεργειακής εξοικονόμησης τα κτίρια κατασκευάζονταν με ερμητικά κλειστά παράθυρα κι η ανταλλαγή αέρα με το εξωτερικό περιβάλλον ήταν ελάχιστη. Η επιλογή αυτή σύντομα οδήγησε στην διαπίστωση ότι ο αέρας στο εσωτερικό ενός κτιρίου ήταν πιο επιβαρυσμένος από τον αέρα που το περιβάλε.

Τα τελευταία χρόνια, έχει υιοθετηθεί το μοντέλο του «βιώσιμου, πράσινου κτιρίου» (εικ.2) (sustainable, green building), όπου η δόμηση με υλικά φιλικά στο περιβάλλον σε συνδυασμό με την χαμηλή απαίτηση σε ενέργεια και τις πρακτικές περιορισμού της ρύπανσης εντός του κτιρίου οδηγούν σε ένα μικρότερο αποτύπωμα στο περιβάλλον (wikipedia, n.d.).



Εικόνα 2. "Πράσινα κτίρια" (πηγή: Green **building** consultant)

Διεθνείς πιστοποιημένοι οργανισμοί όπως οι ANSI, ASTM και ASHARE έχουν διαμορφώσει πρότυπα και κώδικες υποχρεωτικούς και προαιρετικούς που μπορούν να υιοθετηθούν σε πρακτικές κατασκευής «πράσινων και βιώσιμων κτιρίων» (2012 IgCC, ASRAE 189.1, ICC700) (EPA, 2023) για την ορθή χρήση ενέργειας, νερού και υλικών κατασκευής, την διαχείριση

δημιουργίας αποβλήτων και την μείωση των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων κατά την λειτουργία τους, μέσα από ξεκάθαρους και μετρήσιμους στόχους (Vierra, 2023). Τα μοντέλα αυτά αναθεωρούνται διαρκώς και εμπλουτίζονται υπό το πρίσμα της βελτίωσης της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος με άμεσο αντίκτυπο στην υγεία των διαμενόντων σε αυτά, καθώς και με έμμεσο με την μείωση των εκπομπών ρύπων και της μικρότερης συμβολής στην κλιματική αλλαγή και στις αρνητικές συνέπειες που αυτή προκαλεί στην ανθρώπινη υγεία (πρώτος θάνατος, καρδιαγγειακά και πνευμονολογικά προβλήματα). Σε μελέτες έχει διαπιστωθεί ότι τα «πράσινα» κτίρια έχουν μικρότερα επίπεδα περιβαλλοντικών ρύπων όπως PMs, VOCs, PHAs και αλλεργιογόνων και οι διαμένοντες δηλώνουν καλύτερο επίπεδο υγείας (Allen JG, *et al*, 2015).

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική προσβλέπει στην εναρμόνιση των κτιρίων με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται και στην εκμετάλλευση των θετικών παραμέτρων του, όπως η ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, οι δροσεροί άνεμοι για φυσική ψύξη κι η κατάλληλη βλάστηση για δροσισμό (kee.gr, n.d.)

Στη χώρα μας, υπάρχει νομοθέτικό πλαίσιο θέσπισης κινήτρων για την δημιουργία κτιρίων ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης, όπως δυνατότητα αύξησης του συντελεστή δόμησης κατά 10%, κατόπιν τεκμηρίωσης της περιβαλλοντικής απόδοσης σύμφωνα με διεθνώς αναγνωρισμένα πρωτόκολλα περιβαλλοντικής αξιολόγησης όπως LEED, BREAM και DGNB ( Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2020).

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο με ψήφισμα του στις 13/03/2019 υπενθυμίζοντας ότι η κακή ποιότητα αέρα εσωτερικών χώρων ευθύνεται για το 10% των μη μεταδοτικών ασθενειών σε παγκόσμιο επίπεδο και για μία μειωμένη παραγωγικότητα σε εργασιακά περιβάλλοντα συστήνει να οριστούν εναρμονισμένα πρότυπα εκπομπών ρύπων και μέτρα για την καταπολέμηση των πηγών ρύπανσης εσωτερικών χώρων από όλα τα κράτη μέλη (European Union, 2019)

## **1.2. Ποιότητα εσωτερικών χώρων**

Η ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικού χώρου ( Indoor Environmental Quality- IEQ) ορίζεται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, ο θόρυβος, ο φωτισμός, η παρουσία οσμών, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η ποιότητα του αέρα και του νερού και οι μικροοργανισμοί (εικ. 3).



Εικόνα 3. Παράγοντες διαμόρφωσης ποιότητας των εσωτερικών χώρων (πηγή: Mujeebou, 2019)

Η ρύπανση εσωτερικών χώρων αναφέρεται στις μεταβολές που συμβαίνουν ως προς την συγκέντρωση, την διάρκεια ή την ποσότητα των παραπάνω παραγόντων σε τέτοιο βαθμό που δύναται να επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα της ζωής, με βλάβες μόνιμες ή παροδικές στην υγεία και δυσμενείς επιδράσεις στην παραγωγικότητα ή τις ικανότητες των διαμενόντων μέσα σε αυτούς τους χώρους.

Οι πηγές ρύπανσης μπορεί να είναι ανθρωπογενείς, δηλαδή να οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα, ή να είναι αποτέλεσμα φυσικής δραστηριότητας (πχ. ηφαίστεια) κι ανάλογα με τις επιπτώσεις που προκαλούν μπορεί να είναι μικρής, μεσαίας ή υψηλής επικινδυνότητας. Επίσης, μπορεί να είναι περιοδικής εκπομπής των ρύπων μόνο κατά την λειτουργία μηχανημάτων ή κατά την άσκηση μιας ανθρώπινης δραστηριότητας (πχ, χρήση Η/Υ, καθαριστικά) ή συνεχούς εκπομπής από μόνιμα στοιχεία που υπάρχουν στο χώρο (πχ, οικοδομικά υλικά, έπιπλα). Οι πιο σημαντικές πηγές ρύπανσης εσωτερικών χώρων είναι:

- συσκευές θέρμανσης, φωτισμού και καύσης,
- δομικά υλικά, χρώματα, διαλυτικά και μονωτικά υλικά,
- προϊόντα καθαρισμού, προσωπικής υγιεινής, απολυμαντικά και βιοκτόνα,
- το κάπνισμα,



- ρύποι της εξωτερικής ατμόσφαιρας που εισέρχονται στον εσωτερικό χώρο από ανοίγματα ή χαραμάδες,
- το έδαφος που αποτελεί φυσική εκπομπή του ραδιενεργού ραδονίου,
- οι ηλεκτρικές κι ηλεκτρονικές συσκευές , τα κινητά και τα καλώδια,
- ο άνθρωπος, τα κατοικίδια ή άλλα ζώα που υπάρχουν στο χώρο ως δυνητικοί φορείς μολυσματικών παραγόντων,
- τα οικιακά απορρίμματα (kee.gr, χ.χ.)

Οι ρύποι είναι είτε ουσίες είτε μορφές ενέργειας που υπάρχουν στον χώρο και δημιουργούν τις αρνητικές επιπτώσεις που προαναφέρθηκαν. Διακρίνονται σε φυσικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, ο φωτισμός, ο θόρυβος κι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και σε χημικούς παράγοντες που αφορούν στους ρύπους που δημιουργούνται από πηγές εντός ή και εκτός του χώρου μέσα στον οποίο μπορούν να παρεισφρήσουν.

Οι χημικοί παράγοντες μπορούν να έχουν μία άμεση πηγή ρύπανσης που οφείλεται σε κάποια ανθρώπινη δραστηριότητα ή συμπεριφορά όπως το μαγείρεμα, η χρήση καθαριστικών, διαλυτών, το κάπνισμα κ.α. και μπορούν να θεωρηθούν πρωτογενείς ή να δημιουργηθούν ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων μεταξύ πρωτογενών ρύπων.

Η Ποιότητα αέρα εσωτερικών χώρων (Indoor Air Quality- IAQ), που περιλαμβάνεται στην ευρύτερη έννοια της IEQ, ορίζεται ως εκείνη η παράμετρος των ιδιοτήτων του αέρα, που βρίσκεται τόσο εντός όσο και γύρω από μία κτιριακή δομή, που επηρεάζουν την υγεία και την ασφάλεια των διαμενόντων για μικρό ή μεγάλο διάστημα εντός αυτής. Βασική αρχή της αποδεκτής IAQ ενός κτιρίου, σύμφωνα με την American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (γνωστή ως ASHRAE) είναι οι γνωστοί ρυπογόνοι παράγοντες που μετρούνται σε αυτό να βρίσκονται κάτω από θεσπισμένα αποδεκτά όρια για την ανθρώπινη υγεία και το 80% των διαμενόντων στο κτίριο να μην εκφράζει δυσαρέσκεια ([www.mlsi.gov.cy](http://www.mlsi.gov.cy)). Η IAQ είναι αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα σε πηγές και δεξαμενές βλαπτικών ουσιών και ροών αέρα μέσα στους χώρους του κτιρίου αλλά και αλληλεπιδράσεων με το εξωτερικό περιβάλλον.

Η επιτρεπόμενη διακύμανση θερμοκρασίας, ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας, το σύστημα αερισμού και η ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων θα εξεταστούν στις επόμενες ενότητες, καθώς είναι περιβαλλοντικά κριτήρια του εσωτερικού χώρου ενός κτιρίου που επηρεάζουν την υγεία και την παραγωγικότητα των εργαζομένων σε αυτά (Sarbu, 2013).

### 1.2.1. Η θερμοκρασία του αέρα

Σε εργασιακά περιβάλλοντα είναι επιθυμητός ο έλεγχος της διακύμανσης της θερμοκρασίας ώστε να επιτυγχάνεται η θερμική άνεση (thermal comfort) του εργαζομένου, δηλαδή η υποκειμενική έκφραση ικανοποίησής του ως προς το θερμικό περιβάλλον που τον περιβάλλει, ακόμα και όταν οι εργασιακές συνθήκες είναι επίπονες και απαιτητικές, με στόχο την προσδοκώμενη παραγωγικότητά του και την συγκέντρωσή του στο έργο που επιτελεί.

Η θερμοκρασία του αέρα είναι συνιστώσα τριών σημαντικών παραμέτρων: α) της θερμικής συναγωγής λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας που υπάρχει ανάμεσα στα αντικείμενα του χώρου, β) της θερμικής αγωγής λόγω της κίνησης του αέρα εντός του χώρου και γ) της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπει κάθε αντικείμενο που βρίσκεται σε θερμοκρασία άνω των  $-273,15^{\circ}\text{C}$  (απόλυτο μηδέν). Το ανθρώπινο σώμα εκπέμπει και αυτό θερμότητα και η ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον γίνεται αμφίδρομα με στόχο την εσωτερική θερμοκρασιακή εξισορρόπηση μέσω μηχανισμών όπως η εφίδρωση (Charmeg, 2017).

Σε πολλά εργασιακά περιβάλλοντα, η αυξημένη θερμοκρασία του αέρα οφείλεται όχι μόνο σε εποχιακές διακυμάνσεις αλλά και στην φύση της εργασίας (πχ. φούρνοι, εργοστάσια) και τα λειτουργούντα μηχανήματα κατά την παραγωγική διαδικασία. Γενικά, η θερμοκρασιακή άνεση εξαρτάται από παράγοντες όπως η γεωγραφική διαμόρφωση (διαφορετική στην Αφρική και διαφορετική σε βόρειες, ψυχρές χώρες), η ευαλωτότητα του ατόμου (άλλη για μεσήλικες και άλλη για παιδιά, ηλικιωμένους ή ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού), όπως και η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα που πρέπει να είναι γύρω στους  $20^{\circ}\text{C}$  ( $18-24^{\circ}\text{C}$  ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος) η οποία αναγνωρίζεται ως η ενδεδειγμένη στην επιθυμητή θερμική άνεση που δεν δημιουργεί δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ).

Σύμφωνα με τον Health and Safety Executive (HSE) του Ηνωμένου Βασιλείου (UK) η αποδεκτή ζώνη θερμικής άνεσης κυμαίνεται από  $13^{\circ}\text{C}$  (όταν η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι έντονη) έως  $30^{\circ}\text{C}$  (σε καθιστικές δραστηριότητες) (HSE.gov.UK). Για εργασίες εκτελούμενες σε εξωτερικό περιβάλλον δεν έχουν οριστεί παρόμοια όρια. Οι εργαζόμενοι σε συνθήκες θερμοκρασιακής δυσανεξίας εμφανίζουν ακούσιες ή εκούσιες πρακτικές αντιμετώπισης όπως:

α) μεταβάλλοντας την ποσότητα του ρουχισμού τους,

- β) πίνοντας περισσότερα ζεστά ή κρύα ροφήματα,
- γ) αλλάζοντας θέση εργασίας ή απομακρυνόμενοι από μία πηγή δυσάρεστης θερμότητας,
- δ) εμφανίζοντας δυσκολίες συγκέντρωσης ή αυξάνοντας τα διαστήματα αποχής από το έργο τους (HSE.gov.UK)

Οι μέθοδοι ελέγχου της θερμοκρασίας σε ένα κτίριο μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- α) έλεγχος στην πηγή: αυξάνοντας ή μειώνοντας την θερμοκρασία μονώνοντας το χώρο,
- β) έλεγχος του περιβάλλοντος: αυξάνοντας τον αερισμό με φυσικό ή τεχνητό τρόπο
- γ) απομάκρυνση του εργαζομένου από την πηγή θερμότητας
- δ) περιορισμός του χρόνου εργασίας σε αντίξοες θερμοκρασιακές συνθήκες
- ε) χορήγηση μέσων ατομικής προστασίας (κατάλληλος ρουχισμός, ανεμιστήρες)
- στ) τακτικός προληπτικός έλεγχος της υγείας του εργαζομένου

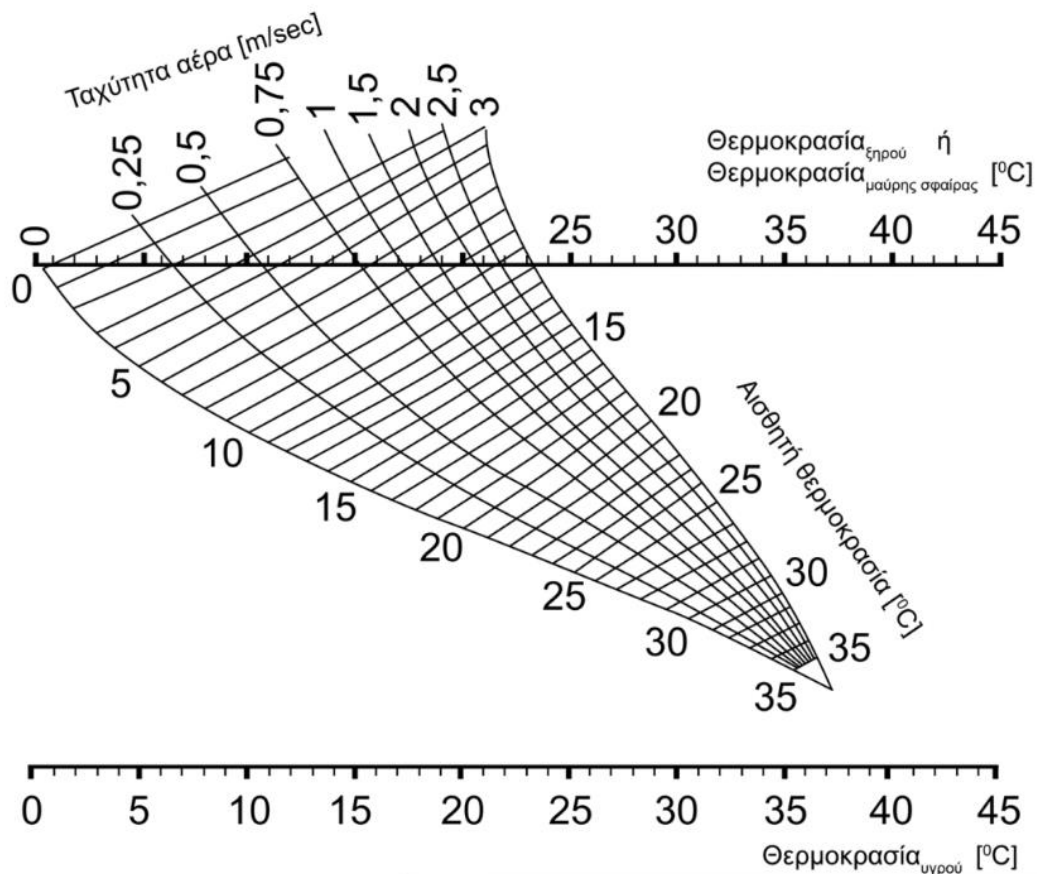
### 1.2.2. Η σχετική υγρασία

Η υγρασία είναι η παρουσία νερού υπό μορφή υδρατμών στον αέρα του περιβάλλοντος και αποτελεί αναπόφευκτο συστατικό του. Αποτελεί έναν από τους 4 φυσικούς παράγοντες διαμόρφωσης του μικροκλίματος ενός εσωτερικού χώρου που επηρεάζει την θερμική άνεση όσων διαμένουν σ' αυτό και τις συνθήκες ασφάλειας και υγείας τους. Οι άλλοι είναι η θερμοκρασία και η ταχύτητα του αέρα και η ακτινοβολία από εκπομπές θερμικά ακτινοβολούντων επιφανειών, ή μηχανημάτων.

Για την εκτίμηση της συμβολής της στην ποιότητα του αέρα εσωτερικών χώρων υπολογίζεται η απόλυτη υγρασία (absolute humidity) που ορίζεται ως ο λόγος της μάζας των υδρατμών προς τον όγκο του αέρα μέσα στον οποίο βρίσκονται, αλλά περισσότερο υπολογίζεται η **σχετική υγρασία** (relative humidity- **RH**), που ορίζεται ως ο λόγος της μάζας των υδρατμών που περιέχονται σε ένα δεδομένο όγκο αέρα, προς την μάζα των υδρατμών που θα περιέχονταν στον ίδιο όγκο αέρα εάν αυτός ήταν κορεσμένος, δηλαδή είχε την μέγιστη συγκέντρωση υδρατμών (hmu, 2019). Η σχετική υγρασία μας δείχνει τον βαθμό κορεσμού του αέρα σε ένα χώρο, εκφράζεται ποσοστιαία (%) και καταμετρείται με υγρόμετρα.

Οι μετρήσεις θερμοκρασίας κι υγρασίας σε ένα εσωτερικό περιβάλλον μας βοηθούν να υπολογίσουμε την ενεργό ή πραγματική ή αποτελεσματική θερμοκρασία του χώρου που διαφέρει από την καταμετρημένη θερμοκρασία πχ. όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 30°C κι η υγρασία είναι 50%, τότε η ενεργός θερμοκρασία κατεβαίνει στους 26°C. Για τον υπολογισμό της Ενεργούς Θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται κατάλληλα νομογράμματα κι από τον ΠΟΥ έχουν προταθεί οριακές τιμές στους 19,5 °C για τον χειμώνα και 22°C για το καλοκαίρι για δωρη επαγγελματική έκθεση. Επίσης, συστήνεται η θερμοκρασιακή διαφορά του αέρα του χώρου σε σχέση με τις επιφάνειες των τοίχων και των παραθύρων να μην υπερβαίνει τους 2-3 °C (εικ. 4). Παράμετροι που διαμορφώνουν συνθήκες θερμοκρασιακής άνεσης εκτός από τον φόρτο εργασίας (kcal/kg/h) είναι :

- η μεταβολή του ρυθμού αερισμού και του κλιματισμού σε θερμά κι υγρά περιβάλλοντα,
- η χρήση κατάλληλου ιματισμού κι η μόνωση του χώρου σε θερμά και ξηρά αλλά και σε ψυχρά περιβάλλοντα (applyergonomics.wordpress.com, 2017)



Εικόνα 4. Νομόγραμμα υπολογισμού της αισθητής θερμοκρασίας για άνδρες γυμνούς χωρίς έντονη σωματική εργασία (πηγή: applyergonomics.wordpress.com, 2017)

Άλλος δείκτης που χρησιμοποιείται είναι εκείνος της αισθητής θερμοκρασίας (Α.Θ.) που καθορίζει και το βαθμό δυσφορίας που αναπτύσσει ο εργαζόμενος σε ένα δυσμενές περιβάλλον κι ορίζεται από την μαθηματική σχέση:

$$A.Θ. = Θ - 0,4 * (Θ - 10) * (1 - 0,01 * Υ)$$

Όπου: Α.Θ. είναι η αισθητή θερμοκρασία σε °C,

Θ είναι η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου σε °C,

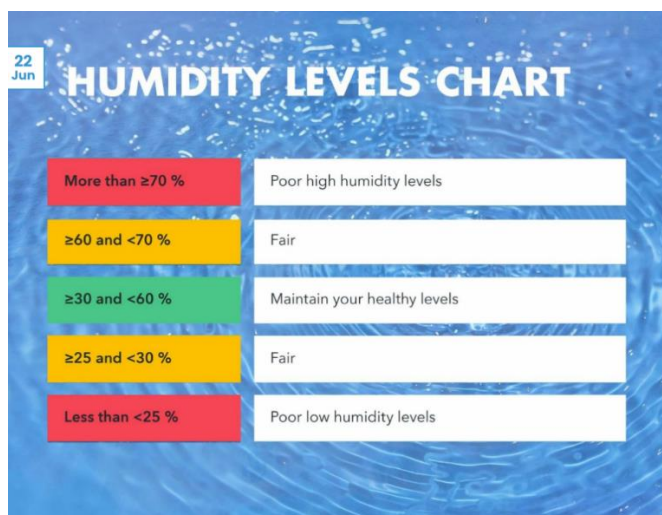
και Υ είναι η σχετική υγρασία σε εκατοστιαίες μονάδες (Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων Κύπρου, 2022)

Η διακύμανση της υγρασίας μέσα σε εργασιακά περιβάλλοντα πρέπει να εναρμονίζεται με τις ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού και την φύση της εργασίας καθ' όλο το χρόνο εκτέλεσης των καθηκόντων του. Σε κανονικά επίπεδα (40%- 50%) είναι απαραίτητη για την σωστή λειτουργία του ανθρώπινου σώματος.

Όταν η θερμοκρασία του δέρματος διατηρείται στους 33 °C και του σώματος στους 37 °C, υπάρχει θερμική ευεξία, ενώ η θερμοκρασία του σώματος ανεβαίνει όταν η αισθητή θερμοκρασία (που δεν αντιστοιχεί στην θερμοκρασία περιβάλλοντος) ξεπεράσει τους 31°C (hmu, 2019).

Το ανθρώπινο σώμα παράγει θερμότητα λόγω μεταβολικών καύσεων κι από την μυϊκή δραστηριότητα κατά την άσκηση της εργασίας. Για μέτρια εργασία η θερμοκρασία του σώματος ανεβαίνει στους 38°C και για εντονότερη στους 39°C. Επειδή ο άνθρωπος ανήκει στους ομοιόθερμους οργανισμούς, είναι αναγκαία η ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον προκειμένου να διατηρηθεί ένα ισοζύγιο θερμότητας μέσω θερμορυθμιστικών μηχανισμών ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε ένα δεδομένο εσωτερικό περιβάλλον.

Η θερμότητα αποβάλλεται από το ανθρώπινο σώμα μέσω του δέρματος με 3 τρόπους : α) με την μεταφορά της με ρεύματα αέρα (μεγάλα ή ανεπαίσθητα) που υπάρχουν στο περιβάλλον, β) με ανταλλαγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από το θερμότερο (ανθρώπινο σώμα) προς το ψυχρότερο (περιβάλλον γύρω του) και γ) μέσω εξάτμισης της υγρασίας που υπάρχει πάνω στην επιφάνεια του δέρματος. Τα αποδεκτά επίπεδα υγρασίας σε ένα χώρο είναι 30-50% (εικ. 5). Σε υψηλότερα ποσοστά το άτομο αισθάνεται πιο ζεστό το χώρο (peppersheatingandair.com, 2021).



Εικόνα 5. Τα επίπεδα υγρασίας σε ένα χώρο (πηγή: peppersheatingandair.com, 2021)

Η εφίδρωση, που απελευθερώνει υγρό μέσω των ιδρωτοποιών αδένων κι αποτελεί μια αυτόματη φυσιολογική αντίδραση του εγκεφάλου στην προσπάθεια να αποβάλλει την υπερβολική θερμότητα, μειώνεται όταν η υγρασία του περιβάλλοντος χώρου είναι υψηλή

Σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας κι υψηλής υγρασίας είναι πιθανό να υποσταλεί ο φυσιολογικός μηχανισμός θερμορύθμισης του οργανισμού με εκδήλωση θερμικής καταπόνησης των εργαζομένων κι αδυναμίας ανταπόκρισης σε σύνθετες παραγωγικές διαδικασίες, που μπορεί να οδηγήσουν σε ατυχήματα κατά την εργασία ή βλάβες στην υγεία.

Συμπτώματα που παρατηρούνται σε τέτοιες καταστάσεις είναι:

- εξάντληση,
- κεφαλαλγία,
- αίσθημα θερμότητας,
- έντονη δίψα/ξηροστομία,
- αύξηση της αρτηριακής πίεσης,
- ταχύπνοια/αναπνευστική δυσχέρεια,
- ερυθρότητα/ ξηρότητα δέρματος,
- οφθαλμικά συμπτώματα (διαστολή οφθαλμική κόρης),
- μυϊκές συσπάσεις (κράμπες),
- απώλεια συνείδησης/ λιποθυμία

Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι υπερβολικά υψηλή και το σώμα αρχίζει να θερμαίνεται, ο πιο αποτελεσματικός μηχανισμός ομοιόστασης, σε συνδυασμό με την αγγειοδιαστολή και την αύξηση του ρυθμού αναπνοής, είναι η εξάτμιση, στην οποία κρίσιμο ρόλο παίζει η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Εάν ο μηχανισμός αυτός ανασταλεί, το σώμα αδυνατεί να κρυώσει και εμφανίζονται προβλήματα υγείας όπως εξανθήματα, οιδήματα, κράμπες, εξάντληση με πιο σοβαρά καρδιαγγειακά ή εγκεφαλικά επεισόδια ή πρόωρος θάνατος (Davis *et al*, 2017). Έτσι, σε περιπτώσεις υψηλής θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας άνω του 70% το άτομο προσλαμβάνει περισσότερη θερμότητα από αυτή που μπορεί να αποβάλλει και εμφανίζει μια παθολογική κατάσταση που καλείται θερμική εξάντληση, γνωστότερη ως θερμοπληξία (greenpharmacies, 2014). Η θερμοπληξία χρήζει νοσηλείας γιατί προκαλεί σοβαρές βλάβες σε όργανα του σώματος, ιδιαίτερα στις ευάλωτες ομάδες (παιδιά, ηλικιωμένοι, άτομα με χρόνια αναπνευστικά και καρδιολογικά νοσήματα, διαβητικούς) και σοβαρά συμπτώματα όπως:

- αύξηση της θερμοκρασίας σώματος στο ανώτατο όριο επιβίωσης (41-42<sup>0</sup>C)
- αυξημένος ρυθμός αναπνοής και σφυγμών
- δίψα, διάρροιες, έμετοι, μυϊκοί σπασμοί
- αρρυθμία, σύγχυση, απώλεια συνείδησης, κώμα

Σε τέτοιες καταστάσεις, το άτομο πρέπει να ελαττώσει την φυσική του δραστηριότητα, να προσλάβει μεγάλες ποσότητες υγρών και να μετατοπιστεί σε πιο δροσερό περιβάλλον.

Το άσθμα και οι αλλεργικές αντιδράσεις του ανοσοποιητικού συστήματος επιδεινώνονται σε υγρά περιβάλλοντα με δύο τρόπους, αρχικά, καθώς ο αέρας καθίσταται πυκνότερος και βαρύτερος εμφανίζονται δυσκολίες στην αναπνοή και οι αεραγωγοί της αναπνευστικής οδού στενεύουν, προκαλώντας παροξυσμικό βήχα και δευτερευόντως, η υψηλή σχετική υγρασία ευνοεί την ανάπτυξη ακάρεων, μυκήτων και των σπορίων τους και αυξάνει τα επίπεδα περιβαλλοντικών ρυπαντών όπως το όζον. Μια παρατεταμένη έκθεση σε αυτά οδηγεί σε επιδείνωση της κατάστασης του ασθενούς.

Χαμηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας μπορεί να προκαλέσουν ερεθισμό των ματιών, ξηρότητα των βλεννογόνων στόματος και μύτης, εκζέματα, ερυθρότητα του δέρματος και ασθένειες οφειλόμενες σε αερομεταφερόμενους μικροοργανισμούς όπως ρινίτιδες και πνευμονίες. Σε χειρουργημένους ασθενείς μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στον μηχανισμό της αιμόστασης.

Σε πολλές έρευνες διερεύνησης του αντίκτυπου στην ανθρώπινη υγεία περιβαλλοντικών παραγόντων, η υγρασία αντιμετωπίζεται ως συνεργικός παράγοντας στην θερμοκρασία του χώρου. Παρόλα αυτά, έχει επισημανθεί η συσχέτιση καρδιαγγειακών και πνευμονολογικών προβλημάτων με μέρες όπου συνδυάζονται οι υψηλές θερμοκρασίες με αντίστοιχα υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας. Ως μεμονωμένη παράμετρος, η υγρασία φαίνεται να επηρεάζει την νοσηρότητα περισσότερο σε «κρύες» παρά σε «ζεστές» χώρες, γεγονός που αποδίδεται στην καλύτερη προσαρμοστικότητα των ανθρώπων που ζουν σε ζεστά κλίματα ως προς τις μεταβολές της υγρασίας (Kong, D., *et al*, 2019). Μελέτες διερεύνησης καρδιαγγειακών προβλημάτων και θερμοκρασίας έχουν δείξει θετική συσχέτιση, όμως αντίστοιχες μελέτες για την συσχέτιση με την υγρασία έχουν δώσει αντικρουόμενα αποτελέσματα.

### 1.2.3. Το μικροβιακό φορτίο

Σε κάθε κτίριο και γενικότερα σε κάθε δομημένο περιβάλλον παρατηρείται ένα πολύπλοκο σύστημα μικροοργανισμών και παραπροϊόντων τους που αποτελείται από βακτήρια, ιούς, μύκητες, άλλους μονοκύτταρους μικροοργανισμούς και χημικές ουσίες που εκκρίνουν όπως σπόρια, τοξίνες, σε ζώσα και λειτουργική ή ανενεργή κατάσταση που εν γένει καλείται μικροβίωμα. Είναι διαφορετικό στη σύσταση και την συγκέντρωση σε κάθε εσωτερικό χώρο γιατί επηρεάζεται από παράγοντες όπως οι τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, ο σχεδιασμός, τα οικοδομικά υλικά κι ο τρόπος συντήρησης του χώρου, οι δραστηριότητες που ασκούνται εντός του, οι συμπεριφορές των ατόμων μέσα σε αυτόν κι η ύπαρξη κατοικιδίων (EPA.gov, 2024).

Το σύστημα αυτό που ονομάζεται και βιοαερόλυμα είναι βιολογικής προέλευσης από ζώα, φυτά κι ανθρώπους που ενδημούν στο χώρο, από συστατικά του ίδιου του χώρου κι από οργανικά απορρίμματα, με πηγές τόσο εσωτερικές όσο κι εξωτερικές (Kim KH *et al.*, 2018). Τα στοιχεία που το αποτελούν έχουν μπορεί να είναι σε ζώσα ή νεκρή κατάσταση, παθογόνα ή μη. Έχουν πολύ μικρό μέγεθος (από 0,001 έως 100μm) και ελάχιστο βάρος που τα καθιστά εύκολα αερομεταφερόμενα από τον ένα χώρο στον διπλανό του. Οι μικροοργανισμοί βρίσκονται σε δυναμική κατάσταση, καθώς εισέρχονται κι εξέρχονται ανάλογα με τις συνθήκες από τον χώρο και εντοπίζονται είτε να κατακάθονται σε επιφάνειες, είτε να βρίσκονται σε κίνηση ή αιώρηση ανάλογα με τον αερισμό του χώρου και την παρουσία σκόνης. Η έκθεση σε βιοαεροζόλ μπορεί να γίνει με άμεσο ή με έμμεσο τρόπο και δύναται να οδηγήσει σε μολυσματικές ασθένειες, με τις αναπνευστικές λοιμώξεις να είναι οι συνηθέστερες και αυτές που εγείρουν περισσότερες



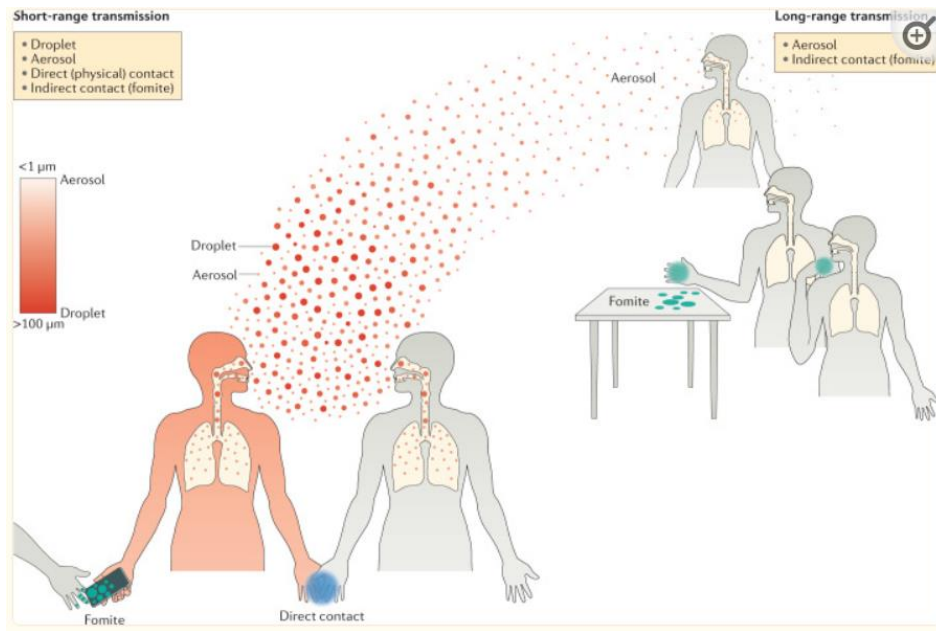
προσοχής. Η πρόκληση ασθένειας εξαρτάται από τα βιολογικά χαρακτηριστικά, την κατανομή του μεγέθους, την χημική σύνθεση και από την ποσότητα του εισπνεόμενου βιοαερολύματος. Τα βιοαερολύματα σχετίζονται με ασθένειες όπως η φυματίωση, η νόσος των Λεγεωνάριων, η βακτηριακή πνευμονία, η γρίπη και με αλλεργίες και άσθμα .

Η μικροβιακή ανάπτυξη μπορεί να αυξηθεί από την παρουσία υγρασίας πάνω σε υλικά που απορροφούν νερό, συμπυκνωμένων ατμών, ή διαρροών νερού που ευνοούν την ανάπτυξη μούχλας. Ο τακτικός καθαρισμός, ο έλεγχος της υγρασίας, ο αερισμός του χώρου, η συντήρηση των φίλτρων αέρα σε HVAC συστήματα είναι ενέργειες που μπορούν να εξασφαλίσουν σε μεγάλο βαθμό την υγεία των διαμενόντων μέσα σε αυτό.

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν καταδείξει την έξαρση αναπνευστικών λοιμώξεων κατά τους χειμερινούς μήνες, όταν οι άνθρωποι διαμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε περιβάλλον με χαμηλά επίπεδα υγρασίας (Arundel *et al.*, 1986). Μικροοργανισμοί που επιβιώνουν σε RH <30% είναι οι rhinovirus , οι rotavirus, οι influenza virus. Γενικά, οι ιοί είναι μικροοργανισμοί μεγέθους 20-300 nm, που ενώ μπορούν να πολλαπλασιαστούν μόνο μέσα σε ένα ξενιστή, μπορούν να επιβιώνουν για ώρες στο περιβάλλον, γεγονός που οφείλεται στην μικρή αδράνεια λόγω του μικρού μεγέθους τους και να μεταφέρονται μέσω των σταγονιδίων του αέρα ή των μικροσωματιδίων που αιωρούνται στον αέρα. Η παρουσία υδρόφοβων ομάδων λιπιδίων στην κυτταρική τους μεμβράνη μπορεί να ερμηνεύσει ικανοποιητικά την ικανότητα επιβίωσης σε περιβάλλοντα χαμηλής συγκέντρωσης υγρασίας (Kim, 2007). Κατά το βήξιμο ή φτέρνισμα μολυσμένων ατόμων δημιουργούνται αεροζόλ που περιέχουν τους ιούς και τους μεταφέρουν πολλά μέτρα μακριά και η υγρασία επηρεάζει την κινητικότητα και το βαθμό καθίζησης των αεροζόλ.

Η μετάδοση των αναπνευστικών ιών σε ένα κλειστό χώρο μπορεί να ακολουθήσει 4 οδούς:

- α) την άμεση φυσική επαφή με ένα μολυσμένο άτομο,
- β) την έμμεση επαφή μέσω μολυσμένων επιφανειών ή αντικειμένων,
- γ) την λιγότερο συνήθη, μέσω της γαστρεντερικής οδού (κόπρανα, στόμα)
- δ) την επαφή μέσω των σταγονιδίων του αέρα (droplets) ή δημιουργίας aerosols (εικ. 6).



Εικόνα 6. Οδοί μετάδοσης αναπνευστικών ιών (πηγή: Leung, 2021)

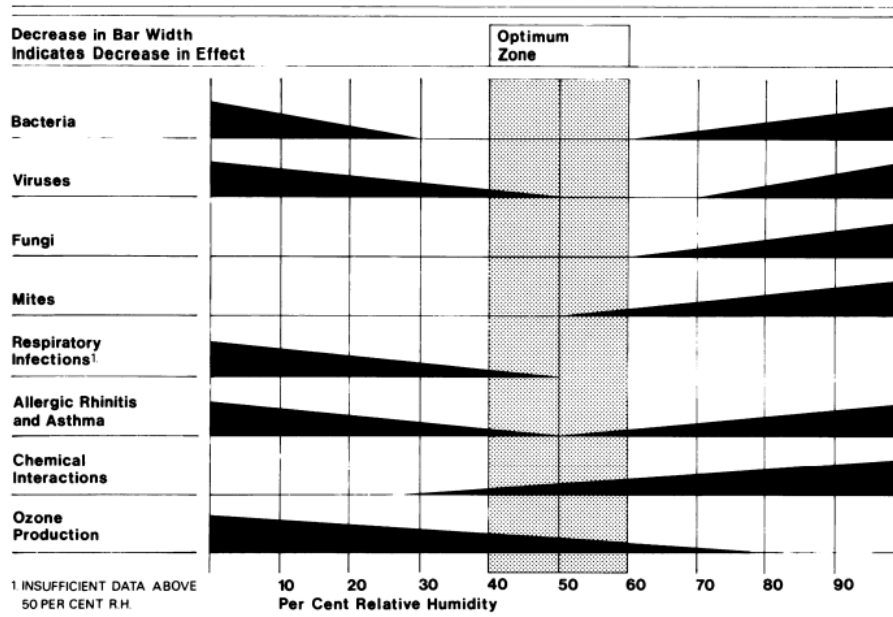
Ο όρος αεροζόλ δημιουργήθηκε από μηχανικούς για να ορίσει ένα σύστημα δύο φάσεων που περιλαμβάνει ξηρά ή υγρά σωματίδια οιασδήποτε προέλευσης, αιωρούμενα μέσα σε ένα αέριο σώμα (Leung, 2021).

Η κύρια διαφορά μεταξύ σταγονιδίων και αεροζόλ εντοπίζεται στο μέγεθος, με το δεύτερο να είναι μικρότερο των  $5\mu\text{m}$ , ενώ τα σταγονίδια έχουν μέγεθος  $5-100\mu\text{m}$ . Σαν συνέπεια, παρατηρείται ότι η ταχύτητα καθίζησης στο έδαφος είναι διαφορετική (από ύψος 2 μέτρων σωματίδιο μεγέθους  $10\mu\text{m}$  φθάνει στο έδαφος σε 10 min, ενώ από το ίδιο ύψος σωματίδιο μεγέθους  $1\mu\text{m}$  χρειάζεται 16 ώρες). Επομένως, ενώ το μικρότερο σωματίδιο δεν μπορεί να φέρει πλήθος ιών, η αιώρησή του για μεγάλο χρονικό διάστημα το καθιστά πιο αποτελεσματικό στην μεταδοτικότητα (Randall *et al.*, 2021).

Σύμφωνα με το Εθνικό Ινστιτούτο Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας των ΗΠΑ (National Institute for Occupational Safety and Health -NIOSH) των ΗΠΑ η ανώτατη αποδεκτή τιμή ολικού μικροβιακού φορτίου σε βιοαεροζόλ είναι  $1000\text{ CFU}/\text{m}^3$  ([www.mlsi.gov.cy](http://www.mlsi.gov.cy)).

Η δομή της κυτταρικής μεμβράνης των adenovirus coxsackie virus ευνοεί την επιβίωσή τους υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας ( $\text{RH} >70\%$ ). Άλλα παθογόνα μικρόβια όπως η *Serratia marcescens* (δυσνητικό ενδονοσοκομειακό παθογόνο), η *Brucella suis* και ο *Staphylococcus*

*albus* και οι μύκητες, δείχνουν να σχετίζονται θετικά με την υψηλή σχετική υγρασία ενός χώρου (εικ. 7).



Εικόνα 7. Σχέση σχετικής υγρασίας και παραγόντων χαμηλής ποιότητας περιβάλλοντος (πηγή: Arundel et al., 1986)

#### 1.2.4. Αερισμός εσωτερικών χώρων

Ο σωστός αερισμός ενός κτιρίου είναι ουσιώδης παράμετρος της ποιότητας των περιβαλλοντικών ιδιοτήτων υγιεινής και ασφάλειας ενός κτιρίου, γιατί ανανεώνει τον αέρα των εσωτερικών χώρων με επαρκή, φρέσκο αέρα προερχόμενο από το εξωτερικό περιβάλλον και ταυτόχρονα απομακρύνει οσμές, αέρια και ρύπους που έχουν συσσωρευτεί εντός και διατηρεί ένα αποδεκτό ισοζύγιο θερμότητας και επιπέδων σχετικής υγρασίας εντός του κτιρίου, συμβάλλοντας στην θερμική άνεση των διαμενόντων, εργαζομένων ή επισκεπτών (CIBSE, 2015).

Η συμβολή του στο συνολικό κόστος ενεργειακών απαιτήσεων ανέρχεται στο 25-30% του συνολικού, ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου και ο σωστός σχεδιασμός συστημάτων αερισμού οδηγεί σε μακροχρόνια εξοικονόμηση ενέργειας και κόστους. Το κόστος κατασκευής και συντήρησης σε περίοδο 15-20 χρόνων αποσβένεται από την σταθερότητα της παραγωγικότητας των εργαζομένων.

Η ταχύτητα ροής αέρα επηρεάζει θετικά την μεταφορά θερμότητας ανάμεσα σε επιφάνειες με θερμοκρασιακές διαφορές και εξαρτάται από το υλικό τους, τον όγκο τους και των προσανατολισμό τους μέσα στο χώρο. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα σε μια επιφάνεια και τον αέρα που εφάπτεται, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ταχύτητα του αέρα. Η ταχύτητα ροής του αέρα επηρεάζει και την θερμική άνεση όσων βρίσκονται εντός του χώρου άλλοτε θετικά, όταν είναι επιθυμητή η απώλεια θερμότητας μέσα σε ένα ζεστό περιβάλλον και άλλοτε αρνητικά μέσα σε ένα πιο κρύο περιβάλλον, οπότε γίνεται αντιληπτό ένα ρεύμα αέρα.

Ενώ η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα θεωρείται κατά κανόνα μικρότερη του εξωτερικού, εμφανίζεται με τις εξής ροές:

- α) 0 m/s, είναι ο στάσιμος αέρας που δημιουργεί μια αποπνικτική αίσθηση,
- β) 0,1 m/s, είναι περισσότερο αποδεκτή,
- γ) από 0,1 έως 0,15 m/s ή και περισσότερο, μπορεί να δημιουργήσει αίσθημα ψύχους σε ένα κρύο περιβάλλον το χειμώνα,
- δ) > 0,3 m/s, μπορεί να δημιουργήσει αίσθημα ψύχους σε ένα κρύο περιβάλλον το καλοκαίρι,
- ε) 0,8 έως 1 m/s, μπορεί να δημιουργήσει αίσθημα ψύχους σε ένα ζεστό περιβάλλον

Οι ταχύτητες ροών αέρα μέσα σε ένα κλειστό χώρο μπορεί να είναι ιδιαίτερα έντονες. Κάνοντας ένα πείραμα το 1999, όταν οι συντηρητές άνοιξαν τους κεντρικούς αεραγωγούς οροφής στο Millennium Dome στο Greenwich Λονδίνου (εικ.8) και έκλεισαν όλες τις πόρτες και τα ανοίγματα μπόρεσαν να πετάξουν ένα χαρταετό μέσα στον χώρο που με διάμετρο 320 μέτρων είναι ο μεγαλύτερος κλειστός, θολωτός χώρος στον κόσμο (DESIGNING BUILDINGS,2021).

Η συμβολή του στο συνολικό κόστος ενεργειακών απαιτήσεων ανέρχεται στο 25-30% του συνολικού, ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου και ο σωστός σχεδιασμός συστημάτων αερισμού οδηγεί σε μακροχρόνια εξοικονόμηση ενέργειας και κόστους. Το κόστος κατασκευής και συντήρησης σε περίοδο 15-20 χρόνων αποσβένεται από την σταθερότητα της παραγωγικότητας των εργαζομένων.



Εικόνα 8. Το Millennium Dome, χώρος εκδηλώσεων στο Λονδίνο (πηγή: DESIGNING BUILDINGS,2021)

Ο αερισμός μπορεί να γίνει:

- α) με φυσικό τρόπο, όπου οι φυσικές ροές του αέρα λόγω θερμοκρασιακών διαφορών μπορούν να ενισχυθούν και από τον εξωτερικό μέσω ανοιγμάτων (παράθυρα, ρωγμές)
- β) με αποκλειστικά μηχανικό τρόπο, χωρίς άνοιγμα των παραθύρων και εφαρμογή πυκνής μόνωσης, χρήση ανεμιστήρων, φίλτρων, αγωγών και HVAC συστημάτων ,
- γ) με συνδυασμό των δύο παραπάνω

Ενώ ο φυσικός αερισμός ενός κτιρίου είναι προτιμητέος, ο μηχανικός κρίνεται επιβεβλημένος:

- α) όταν η ρυμοτομία της περιοχής είναι τέτοια που δεν ευνοεί τη δημιουργία ρευμάτων αέρα (πυκνή δόμηση),
- β) όταν δεν υπάρχουν παράθυρα ή δεν είναι λειτουργικά από τον σχεδιασμό τους ή για λόγους ασφαλείας,
- γ) όταν το κτίριο βρίσκεται σε περιοχή με ατμοσφαιρική ρύπανση,
- δ) όταν η διαρρύθμιση του κτιρίου είναι τέτοια που παρεμποδίζει την φυσική ροή του αέρα.

### **1.2.5. Συστήματα HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning) σε κτίρια**

Το ακρωνύμιο HVAC αναφέρεται σε ένα σύστημα θέρμανσης (**H**eating), αερισμού (**V**entilation) και κλιματισμού ή δροσισμού ενός κτιρίου (**A**ir conditioning). Πολλοί προσθέτουν και την ψύξη (**R**efrigeration) δημιουργώντας το ακρωνύμιο HVACR. Τα συστήματα HVAC είναι κεντρικά, ή τοπικά ή συνδυασμός τους μηχανολογικά συστήματα εφαρμοσμένα σε κάθε τύπο κτιρίου (βιομηχανικό, εμπορικό/υπηρεσιών, οικιστικό) για την επίτευξη απαιτήσεων περιβαλλοντικών κριτηρίων και ικανοποίησης ανθρώπων που τα ενδιατούν (Seyam, 2018).

Από χιλιετίες, βασική μέριμνα ήταν η θερμική θωράκιση για την επιβίωση κατά τους χειμερινούς μήνες, όμως στον σύγχρονο κόσμο έχουν αναπτυχθεί πιο ολοκληρωμένες και σύνθετες θεωρήσεις πάνω στην θερμική άνεση και την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Βασική αρχή λειτουργίας των HVAC (ΚΑΠΕ, n.d.), σύμφωνα με την ASHARE, είναι να δημιουργηθεί μία σειρά διατάξεων που θα εκπληρώνει ταυτόχρονα τέσσερις βασικούς στόχους ελέγχου του εσωτερικού αέρα :

- της θερμοκρασίας,
- της υγρασίας,
- της κυκλοφορίας
- και της αποδεκτής ποιότητας

Το σύστημα θέρμανσης (heating) προσθέτει θερμική ενέργεια στο κτίριο για την αναπλήρωση των απωλειών θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον, το σύστημα αερισμού (Ventilation) κυκλοφορεί τον αέρα εντός κτιρίου χωρίς να μεταβάλλει την

θερμοκρασία του και το σύστημα δροσισμού αφαιρεί θερμική ενέργεια από το εσωτερικό του κτιρίου για να εξισορροπήσει τις ροές θερμού αέρα είτε από πηγές του εσωτερικού περιβάλλοντος είτε από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό.

Ο σωστός και εργονομικός σχεδιασμός σε συνδυασμό με τον τακτικό έλεγχο και συντήρηση είναι σημαντικός γιατί τα συστήματα HVAC:

- καταλαμβάνουν σημαντικό χώρο σε όγκο και επιφάνεια των συνολικών διαστάσεων ενός κτιρίου (πίνακας 1),
- το ύψος των δαπανών εγκατάστασης και λειτουργίας είναι απότοκο του αρχικού σχεδιασμού
- η πρωτεραιοποίηση στην ικανοποίηση ή την ενόχληση των διαβιούντων μέσα στο κτίριο είναι η μεγαλύτερη σε σχέση με όλα τα θέματα λειτουργίας (εικ. 13)
- επηρεάζει το ενεργειακό αποτύπωμα του κτιρίου και την συμβολή του στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατ'επέκταση στην κλιματική αλλαγή

Πίνακας 1. Οι απαιτήσεις σε χώρο των HVAC σε διάφορους τύπους κτιρίων (πηγή: ΚΑΠΕ, n.d.)

Συνολική Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Κατοχή Ανάλογη των			
	Κατοικιών	Ιδρυμάτων	Γραμμών Παραγωγής	Εργαστηρίων
1.000	6%	8%	9%	11%
5.000 - 10.000	4%	6%	7%	10%
50.000	3%	4%	5%	8%

Πίνακας 2. Προβλήματα στην λειτουργία των HVAC κατατάσσονται στην πρώτη θέση από τους ενοίκους των κτιρίων (πηγή: ΚΑΠΕ, n.d.)

Πηγή του προβλήματος	Σχετική συχνότητα
HVAC	5,4
Ανελκυστήρες	2,7
Σχέδιο κτιρίου	1,5
Αποβάθρες φόρτωσης	1,2
Ποιότητα εσωτερικού αέρα	1,0
Υπηρεσίες καθαρισμού	1,0

Κατά τον σχεδιασμό μίας εγκατάστασης HVAC το κτίριο μπορεί να χωριστεί σε θερμικές ζώνες, αφού διαφορετικοί χώροι μέσα σε αυτό όχι μόνο έχουν διαφορετικές περιβαλλοντικές απαιτήσεις συναρτήσει του χρόνου, αλλά υφίστανται και διαφορετικές εκθέσεις σε εξωτερικές συνθήκες (πχ, η ηλιακή ακτινοβολία δεν έχει την ίδια πρόσβαση σε όλα τα σημεία του κτιρίου ή τα παράθυρα αλλού ανοίγονται και αλλού όχι). Με τον τρόπο αυτό γίνεται καλύτερος και ευκολότερος έλεγχος της θερμοκρασίας του μέσου μεταφοράς της θερμότητας (αέρας) κι υπάρχει η δυνατότητα να κλείνει το σύστημα σε μέρη του κτιρίου και σε ώρες που δεν υπάρχουν διαμενόντες επιτυγχάνοντας ενεργειακή εξοικονόμηση.

Τα HVAC συστήματα απαρτίζονται ανάλογα με το είδος τους είτε μερικώς είτε από όλο τον εξής εξοπλισμό:

- κιβώτια διανομής και ελέγχου του εισερχόμενου αέρα
- φίλτρα καθαρισμού του εισερχόμενου αέρα
- ανεμιστήρες τροφοδοσίας του αέρα στους εσωτερικούς χώρους
- ανεμιστήρες εξάτμισης/ απομάκρυνσης του αέρα των εσωτερικών χώρων
- αγωγοί μεταφοράς
- σύστημα ανατροφοδότησης με φρέσκο αέρα
- συσκευές εκπομπής θερμότητας
- σπείρες θέρμανσης/ψύξης
- πύργοι ψύξης
- λέβητες
- συστήματα υγραποίησης/αφύγρανσης

Τα HVAC ταξινομούνται σε :

- συγκεντρωμένα ή κεντρικά συστήματα κλιματισμού
- αποκεντρωμένα ή τοπικά συστήματα κλιματισμού
- ή μεικτό σύστημα συνδυασμού των δύο προηγούμενων

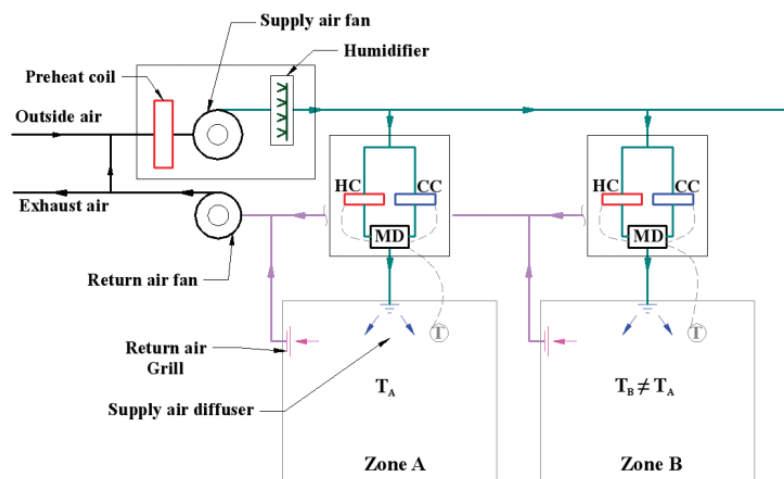
Τα πρώτα έχουν συγκεντρωμένο τον μηχανολογικό και ηλεκτρολογικό έλεγχο σε μία κεντρική μονάδα που διαθέτει έναν ανεμιστήρα, σπείρες θέρμανσης ή/και δροσισμού (λέβητες, ψυκτικές μονάδες), φίλτρα, υγραντήρες σε ένα ξεχωριστό δωμάτιο εγκαταστάσεων και ένα δίκτυο αγωγών μεταφοράς φορτίων θέρμανσης/ψύξης σε όλους τους χώρους του κτιρίου. Η διανομή των φορτίων μπορεί να γίνει είτε με σταθερό, ενιαίο για όλους τους χώρους, είτε με μεταβλητό παραγόμενο όγκο, ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε χώρου, είτε τέλος με συστήματα διπλού



αγωγού, ενός που μεταφέρει ζεσταμένο αέρα και ενός με δροσιμένο, που καταλήγουν και αναμειγνύονται σε ένα κιβώτιο ανάμειξης που βρίσκεται στην ψευδοροφή του κάθε χώρου ανάλογα με τις θερμοκρασιακές απαιτήσεις του (εικ. 9). Μπορούν να χρησιμοποιούν ως μέσο κλιματισμού αποκλειστικά μόνο νερό (κεντρική θέρμανση, καλοριφέρ), μόνο αέρα ή συνδυασμό τους.

Τα τοπικά συστήματα κλιματισμού (air conditioners) αφορούν σε μία μικρού μεγέθους μονάδα κλιματισμού, που χρησιμοποιείται περισσότερο ως ψυκτική και λιγότερο ως θερμαντική ή για αφύγρανση ενός περιορισμένου χώρου του κτιρίου, η οποία προσλαμβάνει αέρα από τον χώρο, τον ψυχαίνει και τον αποδίδει ξανά πίσω στο χώρο. Τα τοπικά συστήματα είναι απλά στη χρήση και χαμηλού κόστους, αλλά με μικρότερες αποδόσεις και δεν μπορούν να δράσουν συνεργικά με ένα κεντρικό σύστημα. Τοπικά συστήματα αερισμού λογίζονται τα παράθυρα και τα ανοίγματα ενός κτιρίου, οι ανεμιστήρες οροφής ή επιδαπέδιοι ή οι αντλίες θερμότητας.

Η επιλογή του κατάλληλου HVAC συστήματος επηρεάζεται από τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και το βαθμό μόνωσης του κελύφους του κτιρίου και αποδίδει διαφορετικές εκπομπές CO<sub>2</sub> (πίνακας 3). Γενικά, η ψύξη ενός κτιρίου αποδίδει λιγότερες εκπομπές από την θέρμανση ή τον αερισμό όπως και ένα σύστημα μεταβλητού όγκου αέρα κλιματισμού σε σχέση με ένα σταθερό (Korolija et al., 2009)



Εικόνα 9. Μέρη ενός κεντρικού συστήματος HVAC πολλαπλών ζωνών (πηγή: Seyam, 2018)

Πίνακας 3. Σχέση κόστους, εκπομπών CO<sub>2</sub> και τύπου HVAC (πηγή: : ΚΑΠΕ, n.d)

Συστήματα	ΚΟΣΤΟΣ			Εκπομπές CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup> /έτος
	Επένδυσης €/m <sup>2</sup>	Ενέργειας €/m <sup>2</sup> /έτος	Συντήρησης	
<b>Συγκεντρωμένα</b>				
Εξαερισμός και Θέρμανση - Όχι Κλιματισμός	100	1.9	Μέτριο	30
Σταθερού Όγκου (Μονοζωνικά)	160	3.0	Μέτριο	50
Μεταβλητού Όγκου Αέρα (VAV)	180	2.4*	Μέτριο έως Υψηλό	40*
Διπλού Αγωγού	210	3.4	Μέτριο	55
<b>Μερικώς Συγκεντρωμένα Αέρα/Νερού</b>				
Συγκεντρωμένου Αέρα με Αναθέρμανση	200	3.1	Μέτριο έως Υψηλό	50
Μονάδες Επαγωγής	160	3.2	Υψηλό	50
Μονάδες Fan Coil	170	3.2	Υψηλό	50
Μοναδιαία Αντλία Θερμότητας	130	3.2	Μέτριο έως Υψηλό	55
<b>Τοπικά</b>				
Θέρμανση και τοπικός Εξαερισμός - Όχι Κλιματισμός	90	1.1	Χαμηλό	17
Διαμέσω του Τοίχου Μονάδες	70**	3.5	Χαμηλό	75
Διασπασμένα Συστήματα	85**	3.5	Μέτριο έως Υψηλό	75
Μεμονωμένες Αντιστρεπτές Αντλίες Θερμότητας	110	3.0	Μέτριο έως Υψηλό	55
Μεταβλητού Όγκου Ψυκτικού Μέσου	130	2.8	Μέτριο έως Υψηλό	50

## Κεφάλαιο 2. Αέριοι χημικοί ρυπαντές

### 2.1 Εισαγωγή

Χημικοί ρυπαντές ορίζονται εκείνες οι χημικές ουσίες που απελευθερώνονται στο περιβάλλον λόγω ανθρώπινης δραστηριότητας και σε πάνω από συγκεκριμένες συγκεντρώσεις για τον καθένα μπορούν να προκαλέσουν ανεπιθύμητες επιπτώσεις στο περιβάλλον ή/και στην ανθρώπινη υγεία σε σύντομο ή πιο μακροχρόνιο διάστημα.

Ήταν το 1985 όταν οι επιστήμονες, διαπιστώνοντας την ύπαρξη μίας τρύπας  $29 \times 10^3$  km<sup>2</sup> στο στρώμα του όζοντος στην στρατόσφαιρα πάνω από την Ανταρκτική ανακάλυψαν την γενεσιουργό αιτία που ήταν οι χλωροφθοράνθρακες (Chlorofluorocarbons-HCFCs) που χρησιμοποιούνταν ευρέως ως ψυκτικά μέσα κι άρχισαν να στρέφουν το βλέμμα τους στην πληθώρα των χημικών ενώσεων που είναι διασκορπισμένες πάνω στη γη (The World Counts, 2023). Αποτέλεσε το εναρκτήριο γεγονός για την εντατική έρευνα για τους χημικούς ρυπαντές.

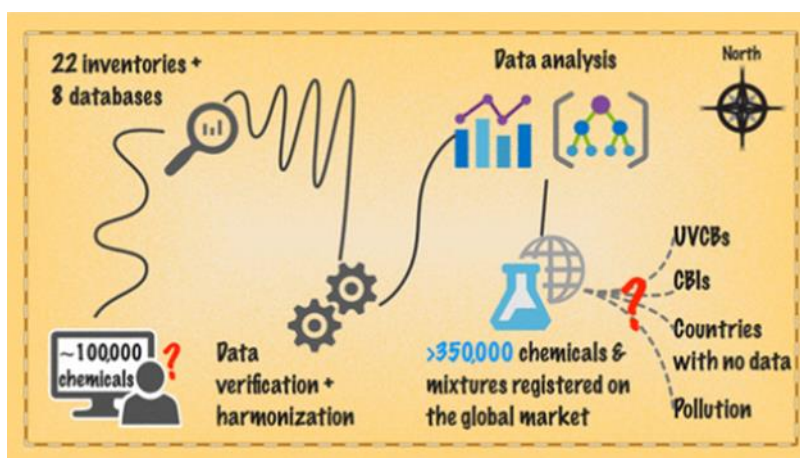
Η ρύπανση στην γη είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ανθρωπογενή δραστηριότητα. Όταν 17.000 χρόνια πριν ο άνθρωπος από κυνηγός μεταβλήθηκε σε γεωργός αναπτύχθηκαν οι πρώτες αγροτικές κοινότητες, η οποίες καταγράφονται από την αρχαιότητα στην αρχαία Ελληνική περίοδο μέχρι και την Ρωμαϊκή περίοδο με την εξόρυξη μετάλλων από τα διάφορα ορυχεία. Η κατεργασία τους προκαλούσαν ατμοσφαιρική ρύπανση με τις εκπομπές σωματιδίων μολύβδου και αντιμονίου σε όλη την Ευρώπη από τις εργασίες που εκτελούσαν όπως σκάψιμο, πλύση με νερό (τεχνική «guinea montium») και φωτιές προκαλώντας προβλήματα των κατοίκων από την κατανάλωση ρυπασμένου νερού (όπως διαπιστώθηκε από αναλύσεις σε ιζήματα λιμνών, θαλασσών, οστρακοειδών και ανθρώπινων οστών και από καταγραφές ιστορικών της εποχής όπως ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος) (Silva-Sánchez *et al.*, 2023).

Στους αιώνες που ακολούθησαν παρατηρήθηκε εντατικοποίηση της γεωργίας και της αστικοποίησης, ενώ η εκβιομηχάνιση των τελευταίων δύο αιώνων επέφερε ανάπτυξη και πρόοδο, άνοδο του βιοτικού επιπέδου, καλύτερη ποιότητα ζωής στην ανθρωπότητα. Όμως, επέφερε και δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον που

άρχισαν να παρατηρούνται τις τελευταίες δεκαετίες. Η παραγωγή πληθώρας αγαθών, η αύξηση της καύσης ορυκτών καυσίμων για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών και οι νέες επιταγές του «ευ ζην» συνετέλεσαν στην αύξηση των εκπομπών του άνθρακα κατά 98%, του μεθανίου (CH<sub>4</sub>) κατά 24% και των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) κατά 18% (Medium, 2020) που με τη σειρά τους προκάλεσαν περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως αύξηση της θερμοκρασίας της γης, όξυνση των ωκεανών, όξινη βροχή, αποψίλωση των δασών, εξάλειψη ειδών από το φυτικό και ζωικό κεφάλαιο.

Παράλληλα, δημιουργήθηκαν χημικές ενώσεις που δεν υπήρχαν στο παρελθόν, που κατά ή μετά την χρήση τους απελευθερώνονταν στο περιβάλλον αντιδρώντας με άλλες και δημιουργώντας νέες. Στις ΗΠΑ 1500 νέες συνθετικές χημικές ενώσεις παράγονται κάθε χρόνο. Η καταγραφή όλων των χημικών ενώσεων προσκρούει σε διαφορετική αντιμετώπιση ανάμεσα σε κράτη και ισχύοντες κανονισμούς.

Οι χημικές ενώσεις ή μείγματά τους που είναι καταγεγραμμένες παγκοσμίως για παραγωγή ή/και χρήση ανέρχονται σε 350.000, αριθμός τριπλάσιος από εκείνο προηγούμενης καταγραφής από τον Chemical Abstracts Service Registry Numbers-CASRN (ήταν 150.000 καταγραφές στις αναπτυγμένες χώρες), ενώ άλλες 50.000 παραμένουν αδήλωτες γιατί θεωρούνται εμπιστευτικές και άλλες 70.000 δεν είναι σαφώς δηλωμένες (εικ.10). Η υποκαταγραφή οφείλεται στην μη συμπερίληψη τομέων της βιομηχανίας όπως φαρμάκων, καλλυντικών, λιπασμάτων και εντομοκτόνων.



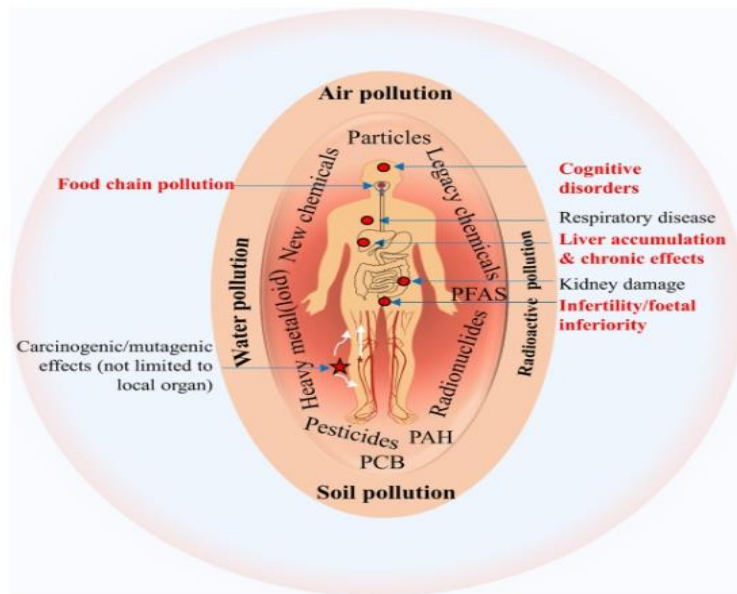
Εικόνα 10. Η data analysis κατέδειξε περισσότερες χημικές ενώσεις από το αναμενόμενο (πηγή: Wang et al., 2020)

Στην EU δεν υπάρχει υποχρωτικότητα καταγραφής των πολυμερών των χημικών ενώσεων, ενώ στην Ινδία καταγράφονται μόνο οι επικίνδυνες από τις ουσίες που εισάγονται στη χώρα. Η πλειονότητα των χημικών ουσιών είναι παράγωγα του πετρελαίου ή πολυμερή τους. Ο μεγάλος αυτός αριθμός, που αντιστοιχεί σε 300kg/ έτος για άτομο πάνω στη γη σύμφωνα με την UNEP , καταδεικνύει την ανάγκη δημιουργίας ενός ολοκληρωμένου και ενιαίου συστήματος διαχείρησής τους για την αποτύπωση της επίπτωσης στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία και την ενωμέρωση των πολιτών για πιθανούς κινδύνους (Wang *et al.*, 2020).

Η απελευθέρωση χημικών ουσιών στο περιβάλλον υπολογίζεται σε 220 δις τόνοι/έτος, το 20% των οποίων οφείλεται σε αέρια του θερμοκηπίου κι η διασπορά τους είναι εκπληκτική: από τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας έως τα μεγαλύτερα βάθη των ωκεανών και τις ψηλότερες κορυφές των βουνών, σε αέρα, έδαφος και νερό. Έχουν ανιχνευθεί χημικές ουσίες βιομηχανικής προέλευσης σε ιστούς και αίμα νεογνών και το μητρικό γάλα, σε υδρόβια ζώα και φυτά και σε τρόφιμα.

Οι πρόωροι θάνατοι οφειλόμενοι σε περιβαλλοντική ρύπανση υπολογίζονται σε 9-10 εκατομμύρια/έτος, ένα μέγεθος τρομακτικό εάν σκεφτούμε ότι αντίστοιχα τα θύματα της πανδημίας του Covid 19 την πρώτη χρονιά ήταν 2 εκατομμύρια. Παράλληλα, ασθένειες νευρολογικής φύσεως (άνοια, νόσος Αλτσχάιμερ) ή αναπαραγωγικές δυσλειτουργίες αποδίδονται στην παρουσία χημικών στο άμεσο περιβάλλον, που σε χαμηλές συγκεντρώσεις προκαλούν χρόνια τοξικότητα. Καρδιαγγειακά κι αναπνευστικά νοσήματα, δερματικές παθήσεις, ενδοκρινολογικές διαταραχές κι η εκδήλωση καρκίνου έχουν αποδοθεί στη χρόνια έκθεση ή/και στην βιοσυσσώρευση κάποιων από αυτές στο συκώτι ή τους νεφρούς. Οι οδοί έκθεσης (Naidu *et al.*, 2021)σε χημικούς ρυπαντές είναι:

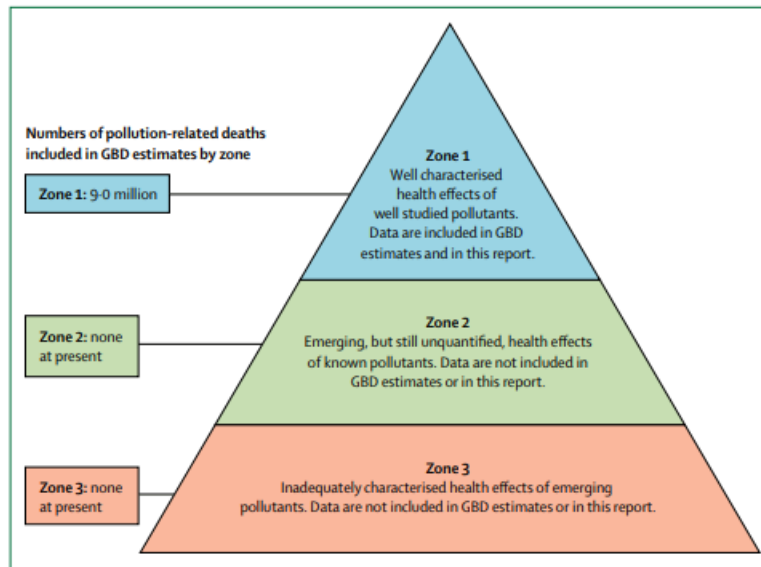
- άμεση, μέσω κατανάλωσης με νερό, τροφές, φάρμακα
- έμμεση, από την παρουσία σε ρυπασμένο εργασιακό, οικιακό ή άλλο περιβάλλον (εικ. 11)



Εικόνα 11. Οδοί έκθεσης από χημικούς ρυπαντές (πηγή: Naidu et al., 2021)

Σύμφωνα με την Επιτροπή Lancet για την ρύπανση και την υγεία (The Lancet Commissions, 2018) η κατηγοριοποίηση όλων των ρυπαντών που μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία για μεθολογικούς λόγους μπορεί να ακολουθήσει τις εξής ζώνες:

- Ζώνη 1, αφορά σε καλά τεκμηριωμένα κι αποδεδειγμένα ζεύγη ρύπου-ασθένειας μη μολυσματικής προέλευσης που έχουν καταγραφεί στην παγκόσμια επιβάρυνση ασθενειών (Global Burden of Disease-GBD) ,
- Ζώνη 2, αφορά σε γνωστούς ρύπους που πιθανώς ενέχονται σε νέες επιπτώσεις που ανακαλύπτονται πρόσφατα αλλά δεν έχει πλήρως η συσχέτιση ρύπου - ασθένειας και δεν έχει εκτιμηθεί η GBD. Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει ρύπους που σχετίζονται με τα κτίρια (πχ, συσχέτιση των  $PM_{2.5}$  με τον διαβήτη και νευρολογικές ασθένειες όπως ο αυτισμός στα παιδιά κι η άνοια στους ηλικιωμένους).
- Ζώνη 3, αφορά σε νέους, αναδύομενους ρυπαντές, συνήθως χημικούς των οποίων οι επιπτώσεις στην υγεία μόλις πρόσφατα έχουν παρατηρηθεί από έρευνες παρακολούθησης της υγείας, με νευροτοξική δράση ή αφορούν σε ενδοκρινικούς διατάρακτες (εικ.12).



Εικόνα 12. Ζώνες κατηγοριοποίησης ρυπαντών-ασθενειών (πηγή: The Lancet Commissions, 2018)

Η αρόσιμη γη τα τελευταία 40 χρόνια έχει μειωθεί κατά το 1/3 λόγω φαινομένων διάβρωσης, ερημοποίησης, εξάπλωσης της αστικοποίησης και ρύπανσης από βαρέα μέταλλα, λιπάσματα, βιοκτόνα και πλαστικά κι οι απώλειες στη βιοποικιλότητα έχουν υπολογιστεί σε εξαφάνιση κατά 78% των ειδών των εντόμων και 40% των φυτικών ειδών από την εντατική χρήση εντομοκτόνων. Η παρατηρούμενη διαταραχή του κύκλου του αζώτου κι η αυξημένη συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα έχει προκαλέσει την εξαφάνιση του 24% των επαπειλούμενων ειδών στο χερσαίο και θαλάσσιο οικοσύστημα, ενώ οι αυξημένες ατμοσφαιρικές τιμές όζοντος θεωρούνται υπεύθυνες για την μειωμένη παραγωγή δημητριακών λόγω οξείδωσης. Αέριοι χημικοί ρυπαντές όπως το CO<sub>2</sub> συμβάλουν στη κλιματική αλλαγή με σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

Οι ρύποι που εκλύονται απευθείας στην ατμόσφαιρα ονομάζονται αέριοι ρυπαντές και ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους διακρίνονται σε :

- πρωτογενείς, που απελευθερώνονται άμεσα από την πηγή εκπομπής, πχ, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>.
- δευτερογενείς, που σχηματίζονται μετά από αντιδράσεις των πρωτογενών ρύπων με συστατικά της ατμόσφαιρας, πχ, O<sub>3</sub>.

Στη συνέχεια, από την πληθώρα των αέριων ρύπων που υπάρχουν, θα αναλυθούν εκείνοι σχετίζονται με την παρούσα έρευνα: το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>), το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), το όζον

(O<sub>3</sub>), τα αιωρούμενα μικροσωματίδια Pm<sub>10</sub> και Pm<sub>2,5</sub> και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs).

## 2.2. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

Το CO<sub>2</sub> σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας είναι άχρωμο, άγευστο κι άοσμο αέριο, που σε πίεση 1 Atm και θερμοκρασίες κάτω από -78,51<sup>0</sup>C γίνεται στερεό (ξηρός πάγος) και σε θερμοκρασία 31,1<sup>0</sup>C υγροποιείται με συμπίεση. Είναι μια σταθερή σε γενικές γραμμές ένωση κι υπό κατάλληλες συνθήκες μπορεί να μετατραπεί σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Είναι συστατικό της ατμόσφαιρας σε μικρή συγκέντρωση (0,0395%) κι επειδή συμμετέχει στην φωτοσύνθεση των φυτών θεωρείται περιοριστικός παράγοντας της ζωής πάνω στη γη. Κατά την εκπνοή ανθρώπων και ζώων απελευθερώνεται CO<sub>2</sub>, ανέρχεται περίπου στο 3,8% του εμπνεόμενου αέρα. Η συγκέντρωση του στον αέρα μετριέται σε μέρη στο εκατομμύριο (parts per million-ppm) και παρατηρείται εποχιακή διακύμανσή της (μειώνεται την άνοιξη και το καλοκαίρι λόγω αυξημένης φωτοσυνθετικής δραστηριότητας) και είναι αυξημένη σε αστικές περιοχές ή βιομηχανικές ζώνες. Παρόλο που η δημιουργία του γίνεται κι από φυσικές διεργασίες (ηφαιστειακή δραστηριότητα), οι εκπομπές του από ανθρώπινες δραστηριότητες είναι πολύ μεγαλύτερες κι υπολογίζονται σε 27 δις τόνους/έτος και θεωρείται ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου που έχει συμβάλει στην κλιματική αλλαγή (wikipedia, n.d.).

Τα επίπεδα του CO<sub>2</sub> ποικίλουν ανάλογα με την εποχή, την ώρα μέσα στη μέρα και το περιβάλλον (αστική, βιομηχανική ή αγροτική περιοχή) που γίνονται οι μετρήσεις. Οι μέσες συγκεντρώσεις του CO<sub>2</sub> σε εξωτερικούς χώρους τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί, αυξανόμενες συστηματικά κατά 1,88 ppm/έτος κατά τα τελευταία 43 χρόνια, ενώ κατά την τελευταία δεκαετία ο ρυθμός αύξησης έχει επιταχυνθεί κατά 2,4 ppm/έτος, καθιστώντας αυτό τον ρυθμό τον μεγαλύτερο ρυθμιστή της κλιματικής κρίσης (Global Monitoring Laboratory, 2023) . Σε αστικοποιημένες περιοχές με αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση οι μέγιστες τιμές συγκέντρωσης μπορούν να ανέλθουν σε 600 ppm, σχηματίζοντας ζώνες εντατικής ρύπανσης βοηθούμενες από τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες (αυξημένη ηλιοφάνεια) . Οι πόλεις καταγράφουν έως και 10 <sup>0</sup>C υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με γειτονικές μη δομημένες περιοχές εμφανίζοντας το φαινόμενο της «αστικής θερμικής νησίδας», όπου κατά την νύκτα τα κτίρια απελευθερώνουν όλη την ηλιακή ενέργεια που έχουν εγκλωβίσει υπό την μορφή της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο είναι το μέγεθος της πόλης και τα υλικά δόμησης, η



τοπογραφία κι οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, η έλλειψη πρασίνου κι η περιορισμένη κυκλοφορία αέριων μαζών κι η ανθρωπογενής δραστηριότητα. Το φαινόμενο αυτό συμβάλει σε αυξημένες εκπομπές CO<sub>2</sub> λόγω αυξημένων αναγκών κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη (κλιματιστικά) (NELLES, 2022).

Στον ανθρώπινο οργανισμό, το CO<sub>2</sub> σχηματίζεται σε κυτταρικό επίπεδο ως υποπροϊόν του μεταβολισμού της γλυκόζης και του O<sub>2</sub> για την παραγωγή ενέργειας κι εν συνεχεία μεταφέρεται μέσω της κυκλοφορίας στις κυψελίδες των πνευμόνων όπου κι αποβάλλεται. Αποτελεί ρυθμιστικό παράγοντα του pH του αίματος κι αυξημένες συγκεντρώσεις οδηγούν σε αναπνευστική οξέωση λόγω αύξησης των H<sup>+</sup> και μείωσης του pH με συμπτώματα όπως ταχυκαρδία, δύσπνοια, σύγχυση, ζάλη, πονοκεφάλους σε οξεία φάση (κατάσταση υπερκαπνίας). Είναι επικίνδυνη κατάσταση σε άτομα με αναπνευστικά προβλήματα (νόσος ΧΑΠ), ενώ όταν οι συγκεντρώσεις του CO<sub>2</sub> αυξηθούν σταδιακά τα συμπτώματα μπορεί να είναι ήπια ή να μην γίνεται αντιληπτή (Patel *et al.*, 2022).

Κατά την αναπνοή σε κατάσταση ηρεμίας, οι άνθρωποι εισπνέουν 500ml αέρα 0,04% περιεκτικότητας σε CO<sub>2</sub> με ρυθμό 16-20 αναπνοές/μίν, ενώ εκπνέουν τον αντίστοιχο όγκο με 5% περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub>. Σε κλειστά περιβάλλοντα όπως είναι τα κτίρια, κατά την αναπνοή καταναλώνεται το διαθέσιμο O<sub>2</sub>, ενώ αυξάνεται η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στον χώρο. Αυτός είναι ο λόγος που έχουν ανιχνευθεί συγκεντρώσεις της τάξης των 4,000 - 5,000 ppm σε σχολεία ή 10,000 ppm σε υποβρύχια. Για να εξισορροπηθεί το ισοζύγιο O<sub>2</sub> - CO<sub>2</sub> είναι απαραίτητο να υπάρχει κάποιο σύστημα εξαερισμού κι αερισμού με φρέσκο αέρα ιδιαίτερα σε πλήρως μονωμένα περιβάλλοντα. Έχουν καταγραφεί μικρής σημαντικότητας επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία με συγκεντρώσεις της τάξης 1,000 - 20,000 ppm όπως πονοκέφαλοι, σύγχυση και έλλειψη συγκέντρωσης συνδεδεμένες με το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου, ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οι επιπτώσεις είναι σημαντικότερες (δύσπνοια, ζάλη, ταχύπνοια) και μη αναστρέψιμες. Τέλος, επίπεδα >100,000 ppm προκαλούν ασφυξία, απώλεια συνείδησης και θάνατο (Pleil JD *et al.*, 2022).

Στους εσωτερικούς χώρους, η μέτρηση των συγκεντρώσεων του CO<sub>2</sub> αποτελεί ένα από τα εργαλεία μέτρησης της ποιότητας του εσωτερικού αέρα, καθώς έχει χρησιμοποιηθεί για δεκαετίες:

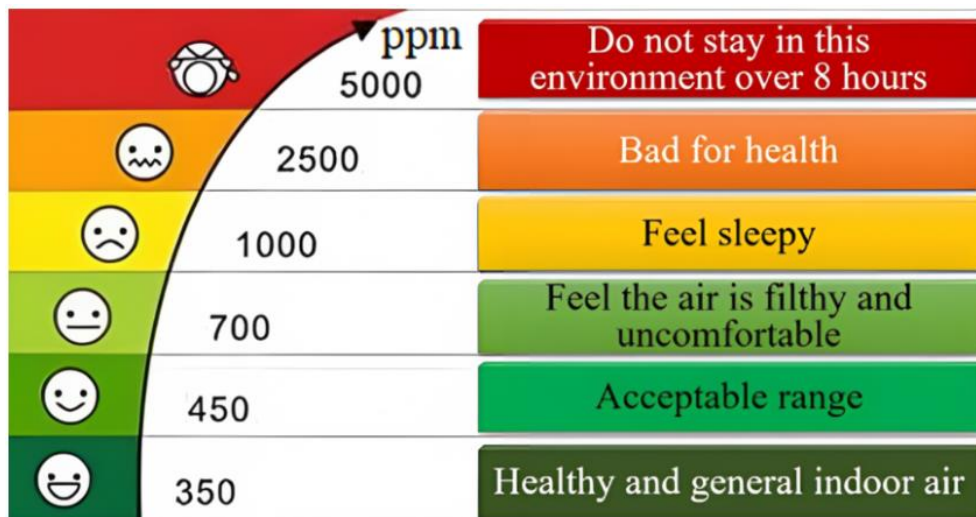
- ως δείκτης της αντίληψης και της αποδοχής των διαμενόντων σε ένα κτίριο για τις παραγόμενες βιοεκροές (οσμές) λόγω της ανθρώπινης παρουσίας ,

- ως κριτήριο του σωστού ρυθμού εξαερισμού ενός κτιρίου, που ορίζεται σε 7,5-10L/sec και άτομο
- ως δείκτης της κατάλληλης διάχυσης κι αερισμού ενός χώρου,
- ως δείκτης κινδύνου μετάδοσης μολυσματικών παραγόντων όπως ιοί, βακτήρια, μύκητες σε νοσοκομειακές υποδομές, καθώς υψηλές συγκεντρώσεις του ρύπου συνεπάγονται χαμηλούς ρυθμούς αερισμού κι άρα υψηλό κίνδυνο μετάδοσης παθογόνων
- ως δείκτης εκτίμησης νέων μολύνσεων από την εισπνοή αέρα που έχει εκπνεύσει μολυσμένο άτομο (rebreathed fraction), από τη δημιουργία αεροζόλ παθογόνων στον αέρα
- ως δείκτης του ρυθμού πρόσληψης φρέσκου αέρα κατ'απαίτηση από HVAC συστήματα.

Σύμφωνα με το Υπουργείο Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγιεινής (Occupational Safety and Health Administration- OSHA) και το Εθνικό Ινστιτούτο Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγιεινής (National Institute for Occupational Safety and Health-NIOSH) των ΗΠΑ τα όρια συγκεντρώσεων του CO<sub>2</sub> θα πρέπει να εκτιμώνται συναρτήσει της χρονικής διάρκειας της έκθεσης:

- έως 5,000 ppm, για συνεχή 8ωρη εργασία σε 40ωρη εβδομαδιαία απασχόληση
- έως 30,000 ppm, για μικρής διάρκειας έκθεση (15 min), όριο που δεν θα πρέπει να ξεπερνιέται σε οποιαδήποτε στιγμή κατά την άσκηση της εργασίας.

Σε κτίρια γραφείων, η ASHRAE έχει ορίσει όρια αποδεκτής συγκέντρωσης το διπλάσιο από εκείνο του εξωτερικού αέρα δηλαδή 800 ppm, όμως τα αποδεκτά όρια εξαρτώνται και από άλλους παράγοντες όπως ο τύπος του κτιρίου, η πυκνότητα ανθρώπινης παρουσίας και ο τύπος της δραστηριότητάς τους εντός του κτιρίου. Σε αίθουσες σχολείων με νέους μαθητές οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 1,000-1,500 ppm και σε εμπορικούς χώρους ή πανεπιστημιακές αίθουσες οι τιμές ανεβαίνουν σε 2,500 ppm, ενώ σε «πράσινα κτίρια» είναι 600 ppm (εικ. 13).



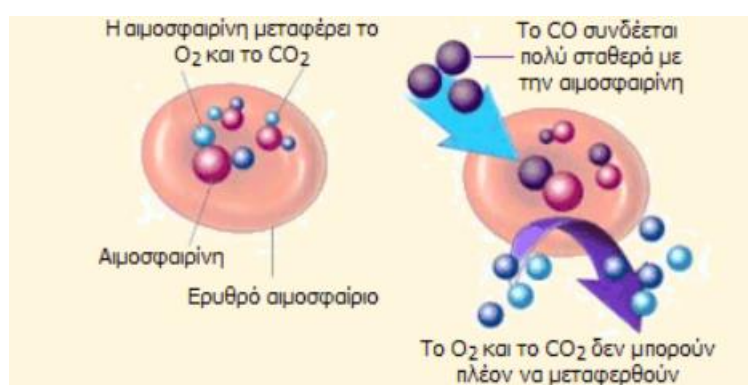
Εικόνα 13. Επιπτώσεις συγκεντρώσεων CO<sub>2</sub> στην ανθρώπινη υγεία (πηγή: DFRobot, 2023)

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι το CO<sub>2</sub> δεν είναι ρύπος αλλά πρέπει να παρακολουθείται η συγκέντρωσή του για τυχόν αύξηση κι ότι δεν είναι δείκτης της ποιότητας του αέρα εσωτερικού χώρου γιατί η τελευταία είναι συνάρτηση κι άλλων παραγόντων όπως άλλων ρύπων ή/και μολυσματικών παραγόντων που συνυπάρχουν κι η απομάκρυνση του δεν συνεπάγεται οπωσδήποτε συνεπακόλουθη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα (ASHRAE.org, 2022).

### 2.3. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα (Carbon monoxide-CO), που σχηματίζεται από ένα άτομο άνθρακα κι ένα οξυγόνο, είναι ένα άχρωμο, άγευστο κι άοσμο αέριο με μεγάλη σταθερότητα, καθώς οξειδώνεται πολύ αργά σε CO<sub>2</sub> στην τροπόσφαιρα. Η παρουσία του δεν γίνεται εύκολα αντιληπτή σε ένα κλειστό χώρο γιατί δεν προκαλεί κανένα ερεθισμό των αισθητηρίων οργάνων μας (μάτια, μύτη). Έχει την ιδιότητα να συνδέεται στενά με την αιμοσφαιρίνη του αίματος, μία σιδηρούχος μεταλλοπρωτεΐνη που βρίσκεται στα ερυθρά αιμοσφαίρια. Η βασική λειτουργία της τελευταίας είναι η μεταφορά του O<sub>2</sub> από τους πνεύμονες στα κύτταρα των ιστών (1g αιμοσφαιρίνης δεσμεύει 1,34 ml O<sub>2</sub>) κι η δέσμευση κι αντίστοιχη μεταφορά του CO<sub>2</sub> που παράγεται μετά τον μεταβολισμό της γλυκόζης από τα κύτταρα των ιστών στους πνεύμονες για να απομακρυνθεί με την εκπνοή. Η παρουσία CO ανακόπτει αυτό τον φυσιολογικό κύκλο,

καθώς το CO έχει 200 έως 250 φορές μεγαλύτερη συγγένεια με την αιμοσφαιρίνη σε σχέση με το O<sub>2</sub> με αποτέλεσμα να καταλαμβάνει την θέση του σχηματίζοντας την ανθρακυλαιμοσφαιρίνη (carboxyhaemoglobin- Hb-CO) (εικ. 14). Το 20% σε O<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας έχει την ίδια ικανότητα σύνδεσης με την αιμοσφαιρίνη με αέρα περιεκτικότητας 0,1% CO. Επίσης, το τελευταίο έχει μεγάλη συγγένεια με κάθε πρωτεΐνη που διαθέτει η κάθε ομάδα αίμας, όπως το κυτόχρωμα στα μιτοχόνδρια των κυττάρων, αναστέλλοντας την κυτταρική αναπνοή.



Εικόνα 14. Διαταραχή του κύκλου μεταφοράς O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> από την παρουσία CO (πηγή: ΕΚΠΑ-Τμήμα Χημείας, 2016)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι μια ένωση γνωστή από την αρχαιότητα για την τοξική και ασφυξιογόνο δράση της, καθώς πρώτος ο Γαλιανός παρατήρησε ότι η χρήση κάρβουνου και ξύλου τους χειμερινούς μήνες σε όχι καλά αεριζόμενα δωμάτια «άλλαξε τη σύσταση της ατμόσφαιρας» και προκαλούσε πονοκέφαλο, ζάλη, λιποθυμία και τελικά θάνατο. Ιστορικά, έχουν καταγραφεί δύο τέτοια περιστατικά δηλητηρίασης από CO δύο βυζαντινών αυτοκρατόρων, του Ιουλιανού του «παραβάτη» και του Ιωβιανού και γι' αυτή του την ιδιότητα έχει χαρακτηριστεί ως «σιωπηλός δολοφόνος» (silent killer). Στη ναζιστική Γερμανία έχει χρησιμοποιηθεί ως ασφυκτικό αέριο για την εξόντωση των Εβραίων. Χρησιμοποιείται στην βιομηχανία για την παρασκευή χημικών, φαρμάκων κι αρωμάτων (ΕΚΠΑ-Τμήμα Χημείας, 2016).

Στην ατμόσφαιρα βρίσκεται σε ίχνη με συγκέντρωση 0,1 ppm και προέρχεται από την οξείδωση του CH<sub>4</sub> και από τις ηφαιστειακές εκρήξεις και δασικές πυρκαγιές κι είναι το δεύτερο μετά το CO<sub>2</sub> σε αφθονία αέριο ρυπαντής στην ατμόσφαιρα. Σε αστικά περιβάλλοντα θεωρείται ανθρωπογενής ρύπος και προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων για μεταφορές και θέρμανση. Υπολογίζεται ότι το 68% των εκπομπών CO στις ΗΠΑ προέρχεται από την καύση

ορυκτών καυσίμων από μηχανές εσωτερικής καύσης, με τα οχήματα να συμβάλουν σε ποσοστό συμβάλουν σε ποσοστό 58%, τα αεροπλάνα σε ποσοστό 2,5% και την βιομηχανική παραγωγή σε ποσοστό 11% (Jaffe, 1970).

Σε εσωτερικά περιβάλλοντα, εκπομπές CO μπορούν να εντοπιστούν (American Lung Association, n.d.) σε:

- συσκευές αερίου, φούρνους, κλιβάνους, θερμοσίφωνες, στεγνωτήρια ρούχων
- τζάκια, στόφες, ξυλόσομπες, καλοριφέρ λαδιού ή κηροζίνης
- ψησταριές με κάρβουνα, φορητές εστίες ψησίματος
- μηχανές κουρέματος γκαζόν, κηπευτικά ηλεκτρικά εργαλεία
- γκαράζ από εκπομπές αερίων αυτοκινήτων

Ο WHO συστήνει τα εξής επιτρεπόμενα όρια για κλειστούς χώρους:

- 9-10 ppm για συνεχή δωρη έκθεση
- 25-35 ppm για μέγιστη ωριαία έκθεση
- 90-100 ppm για έκθεση μικρότερη των 15 λεπτών

Η OSHA για εργαζομένους σε δωρη βάρδια προτείνει ως όριο τα 50 ppm CO και την απομάκρυνσή τους από την πηγή έκθεσης όταν το όριο υπερβεί τα 100 ppm, ενώ στη φορτοεκφόρτωση πλοίων η μέγιστη στιγμιαία τιμή δεν μπορεί να υπερβεί τα 200 ppm (OSHA, 2012).

Το CO βρίσκεται σε ίχνη στο αίμα υγείων μη καπνιστών σε ποσοστό 0,4-1% και 2-3% στους καπνιστές ως αποτέλεσμα του μεταβολισμού. Ως βιοδείκτης για την ανίχνευση του CO χρησιμοποιείται η μέτρηση της περιεκτικότητας σε Hb-CO στο αίμα και δευτερευόντως η μέτρηση του CO στην εκπνοή (Olson K, 2008). Μετά τη λήψη σωστού ιστορικού για τον χρόνο έκθεσης, η διάγνωση τίθεται όταν εντοπιστούν υψηλά επίπεδα Hb-CO στο αίμα. Ο βαθμός κινδύνου δηλητηρίασης από CO εξαρτάται από τα επίπεδα συγκέντρωσής του στο χώρο κι από τον χρόνο έκθεσης σε αυτό (πίνακας 4). Γενικά, επίπεδα Hb-CO > 2% για μη καπνιστές και >9% για καπνιστές αποτελούν ένδειξη δηλητηρίασης από CO.

Πίνακας 4. Συσχέτιση συγκέντρωσης CO (σε ppm) και βλαβών στην υγεία (πηγή: Burman, 2020)

ppm	%COHb <sup>6</sup>	Effects on the body
≤5	≤1	Normal
10	1.8	Normal
25	3.5	Maximum allowed in the workplace
30-60	5-10	Maximum safe level
60-150	10-20	Headache, breathless
150-300	20-30	Add dizziness, nausea, impaired dexterity
300-650	30-50	Add vomiting, confusion and loss of consciousness
700-1000	50-65	Organ impairment, coma, fatal if not treated
>1000	>65	Fatal

Όταν η έκθεση αφορά σε υψηλά επίπεδα τα συμπτώματα είναι μη-ειδικά, ποικίλα, ανάλογα με την βαρύτητα από ήπια, ενοχλητικά έως το θάνατο και σχετίζονται με την υποξεία στην εγκεφαλική και καρδιακή λειτουργία καθώς και την εμφάνιση νευρολογικών συμπτωμάτων: πονοκέφαλος, ναυτία, σύγχυση, έλλειψη συγκέντρωσης, επιληπτικές κρίσεις, κόπωση και πόνος στο στήθος, ζάλη και λιποθυμία. Άτομα με συνοσηρότητες εμφανίζουν αναπνευστικά προβλήματα: δύσπνοια, δυσφορία, ταχύπνοια. Μπορούν να προκληθούν οφθαλμικές και νεφρικές βλάβες όπως αιμορραγίες αμφιβληστροειδούς κι ακράτεια.. Το χαρακτηριστικό χρώμα κερασιού στα χείλη δεν είναι συνηθισμένο σύμπτωμα, αλλά θεωρείται μεταθανάτιο εύρημα.

Κάθε χρόνο στις ΗΠΑ αναφέρονται 400,00 περιπτώσεις δηλητηρίασης κι αφορά το 50% του συνόλου των δηλητηριάσεων. Αρκεί μία εισπνοή καθαρού CO για να επιφέρει το θάνατο, γι' αυτό και αποτελεί την πιο συνηθισμένη αιτία θανάτου στις πυρκαγιές, με το 30-40% των θυμάτων να πεθαίνει πριν φτάσει στο νοσοκομείο και από τους νοσηλευόμενους παθαίνει το 2%, το 10% αναρρώνει μερικώς , ενώ το 23-47% μετά 2 -40 μέρες μετά την νοσηλεία αναπτύσσει μόνιμα νευρολογικά προβλήματα, όπως δυσκολία στην εκτέλεση διανοητικών λειτουργιών, αμνησία, διαταραχές στη βάδιση και την ομιλία, κατάθλιψη (Hanley *et al.*, 2023).

Η χρόνια έκθεση σε CO επιφέρει συμπτώματα όπως της γρίπης ή της γαστρεντερίτιδας, με πονοκέφαλο, ζάλη και ναυτία χωρίς πυρετό, πόνο στο στομάχι και δύσπνοια. Ομάδες υψηλού κινδύνου είναι τα νεογνά και τα έμβρυα, άτομα άνω των 65 ετών, άτομα που ζουν σε μεγάλα υψόμετρα, ασθενείς με καρδιολογικά κι αναπνευστικά προβλήματα, οι καπνιστές και άτομα με μικρή σωματική διάπλαση και τα κατοικίδια. Οι επαγγελματικές ομάδες που κινδυνεύουν

περισσότερο είναι οι πυροσβέστες, οι μηχανικοί αυτοκινήτων, οι οδηγοί και οι συγκολλητές μετάλλων.

Η θεραπεία είναι η χορήγηση υπερβαρικού οξυγόνου για επίπεδα Hb-CO >25-30% με συνοδά συμπτώματα νευρολογικά, καρδιακής προσβολής, σοβαρής οξέωσης, όταν ο ασθενής είναι μεγαλύτερος από 35 ετών (CDC, n.d.).

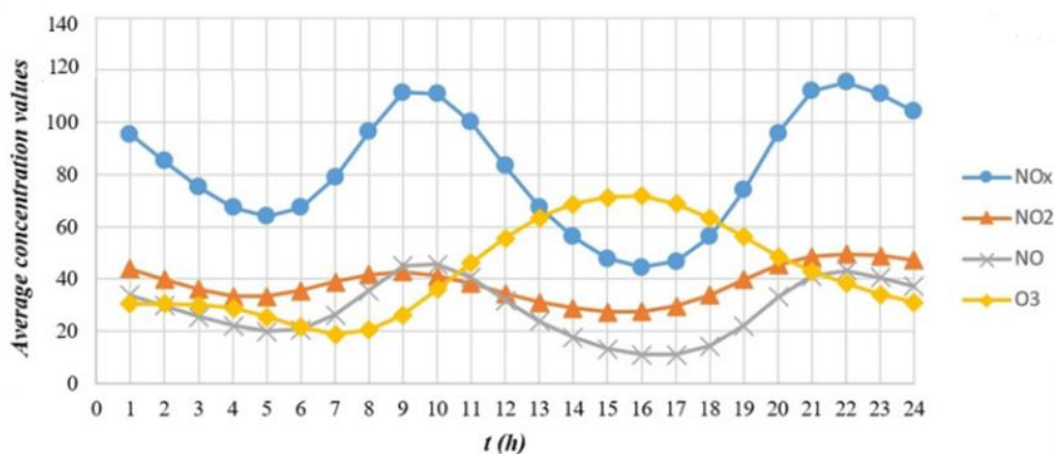
## 2.4. Το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>)

Το διοξείδιο του αζώτου (nitrogen dioxide-NO<sub>2</sub>) ανήκει σε μία ομάδα 7 οξειδίων που απαντώνται στην ατμόσφαιρα και ονομάζονται οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>). Μεταφέρονται μέσω των ανέμων σε μεγάλες αποστάσεις ρυπαίνοντας σε ακτίνα μεγαλύτερη από την πηγή εκπομπής τους. Αυτό μαζί με το μονοξείδιο του αζώτου (NO) απαρτίζουν τις δύο μεγάλες ενώσεις του αζώτου σε αέρια μορφή που σχετίζονται με ανθρωπογενείς δραστηριότητες και είναι ένας από τους 6 κρίσιμους ρυπαντές που παρακολουθούνται για τον έλεγχο των συγκεντρώσεών τους για την βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού και του εξωτερικού αέρα (Jarvis *et al.*, 2010).

Σε συνθήκες περιβάλλοντος έχει σημείο ζέσεως 21,15 °C, επομένως είναι αέριο με έντονο πορτοκαλί-καφέ χρώμα, πτητικό και βαρύτερο του αέρα ενώ σε χαμηλότερες θερμοκρασίες ή υπό πίεση εμφανίζεται ως καφεκίτρινο υγρό. Έχει χαρακτηριστική, έντονη, πικάντικη, χλωριώδη οσμή που γίνεται εύκολα αντιληπτή σε αντίθεση με το CO. Είναι δυσδιάλυτο στο νερό, αλλά αντιδρά με αυτό για το σχηματισμό νιτρικού οξέος, έντονα οξειδωτικό και διαβρωτικό.

Σε αστικά περιβάλλοντα, συμμετέχει μαζί με το NO, το O<sub>3</sub>, τις OH και πτητικές ενώσεις στο φωτοχημικό κύκλο, όπου κατά την έκθεση στο ηλιακό φως διεγείρονται ουσίες δημιουργώντας δραστικές ρίζες που οδηγούν στο σχηματισμό φωτοχημικής καπνομίχλης ή νέφους. Αρχικά, το NO που εκπέμπεται από φυσικές πηγές, αλλά κυρίως από μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων αντιδρά με το τροποσφαιρικό O<sub>3</sub> κι οξειδώνεται γρήγορα προς NO<sub>2</sub>, το οποίο αντιδρά με ελεύθερες ρίζες OH<sup>·</sup> σχηματίζοντας HNO<sub>3</sub> και O<sub>3</sub> και πτητικές ενώσεις αντιδρούν με NO<sub>x</sub> σχηματίζοντας εκ νέου NO, NO<sub>2</sub> για να ξεκινήσει ένας νέος φωτοχημικός κύκλος. Οι αντιδράσεις αυτές επηρεάζονται από θερμοκρασία, υγρασία, παρουσία ανέμων. Κατά τους χειμερινούς μήνες, θερμοκρασιακές αναστροφές μπορούν να πυροδοτήσουν την παραγωγή NO<sub>2</sub>, ενώ κατά τους καλοκαιρινούς τα υψηλά επίπεδα O<sub>3</sub> παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας κι

άπνοιας συμβάλουν στην αύξηση της συγκέντρωσης του NO<sub>2</sub>. Σε 5ετη μελέτη των φωτοχημικών αντιδράσεων σε αστικά περιβάλλοντα στο Τορίνο της Ιταλίας (Ravina M, *et al.*, 2022) διαπιστώθηκε ότι όταν αυξάνεται η συγκέντρωση του O<sub>3</sub> μειώνονται τα επίπεδα NO<sub>x</sub> και αντιστρόφως (εικ. 15).



Εικόνα 15. Ωριαίες διακυμάνσεις ρύπων σε μg/m<sup>3</sup> σε αστικό περιβάλλον (πηγή: Ravina M, al. et,2022)

Σε εσωτερικούς χώρους οι κύριες πηγές είναι:

- θερμαντικά μέσα και συσκευές καύσης ξύλου, κάρβουνου, αερίου, πετρελαίου (τζάκια, σόμπες),
- εισροές εξωτερικού αέρα όταν το κτίριο γειτνιάζει με περιβάλλοντα με αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση (μεγαλουπόλεις, αυτοκινητόδρομοι),
- σε νοσοκομειακά περιβάλλοντα εκτός από την προηγούμενη πηγή σημαντικά συμβάλει η ύπαρξη κι ο τρόπος λειτουργίας και συντήρησης των HVAC συστημάτων κι ο αερισμός των χώρων (Chen *et al.*, 2009),
- το κάπνισμα, αρωματικά sticks και κεριά,
- βιομηχανικά ατυχήματα.

Τα επίπεδα του NO<sub>2</sub> σε εσωτερικούς χώρους είναι υψηλότερα κατά τους χειμερινούς μήνες εξαιτίας της θέρμανσης.

Η κύρια οδός έκθεσης είναι η εισπνοή και λιγότερο συνηθισμένη η δερματική επαφή (Jarvis *et al.*, 2010). Τα συμπτώματα που έχουν παρατηρηθεί είναι:



- ήπια έως μέτρια φλεγμονή των αεραγωγών και βρογχοσυστολή ιδιαίτερα σε άτομα με πνευμονική νόσο,
- επιρρέπεια σε λοιμώξεις του αναπνευστικού κι αλλεργική ευαισθητοποίηση σε ακάρεα ή γύρη,
- φλεγμονές σε μάτια, μύτη από οξεία έκθεση
- επιβάρυνση της πνευμονικής λειτουργίας σε άτομα με ΧΑΠ κι άσθμα
- μεγαλύτερη επιρρέπεια σε γυναίκες παρά σε άντρες λόγω μεγαλύτερης παραμονής σε εσωτερικούς χώρους .

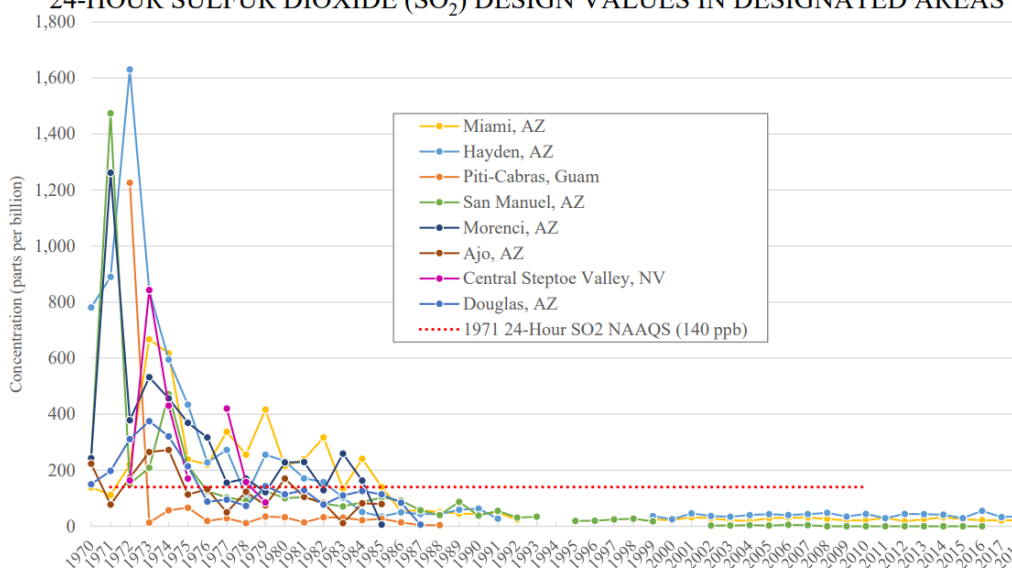
Σύμφωνα με τα πρότυπα ποιότητας αέρα εσωτερικών χώρων του ΠΟΥ η μέση ετήσια συγκέντρωση του NO<sub>2</sub> είναι τα 40 μg/ m<sup>3</sup> , ενώ η μέση ωριαία συγκέντρωση δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 200 μg/ m<sup>3</sup>.

## 2.5. Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>)

Το διοξείδιο του θείου (sulfur dioxide- SO<sub>2</sub>) είναι αέριο άχρωμο, με έντονη οσμή «καϊόμενου θείου» αντιληπτή σε συγκεντρώσεις 0,3-1ppm και σημείο βρασμού -10 °C. Είναι ένα αέριο με αναγωγικές κι οξειδωτικές ιδιότητες και λευκαντική δράση. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία για την παρασκευή θειικού οξέος (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>), ως διαλύτης κι ως ψυκτικό μέσο στο παρελθόν, στη βιομηχανία τροφίμων ως συντηρητικό, καθώς έχει αντιμικροβιακές κι αντιοξειδωτικές ιδιότητες (είναι το πρόσθετο E220), στην οινοποίηση πάλι με τις παραπάνω ιδιότητες για το κρασί και στην υγιεινή του εξοπλισμού του οινοποιείου καθώς δεν επιτρέπεται η χρήση χλωρίνης. Έχει χρησιμοποιηθεί ως λευκαντικό χαρτοπολλτού και ξυλοπολλτού και σε μυοκτονίες.

Απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από φυσικές ή ανθρωπογενείς πηγές. Φυσικές πηγές είναι η ηφαιστειακή δραστηριότητα, οι πυρκαγιές και τα έλη που παράγουν H<sub>2</sub>S και παρουσία OH<sup>-</sup> σχηματίζεται το SO<sub>2</sub>. Ανθρωπογενείς πηγές είναι η καύση ορυκτών καυσίμων για κίνηση και θέρμανση, η καύση άνθρακα σε ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες, η διύλιση πετρελαίου, η τήξη θειούχων μεταλλευμάτων στη μεταλλουργία (Wikipedia, n.d.). Τα τελευταία χρόνια γίνεται η αποθείωση στα καύσιμα των μηχανών εσωτερικής καύσης με αποτέλεσμα την δραστική μείωση των εκπομπών SO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα (εικ. 16).

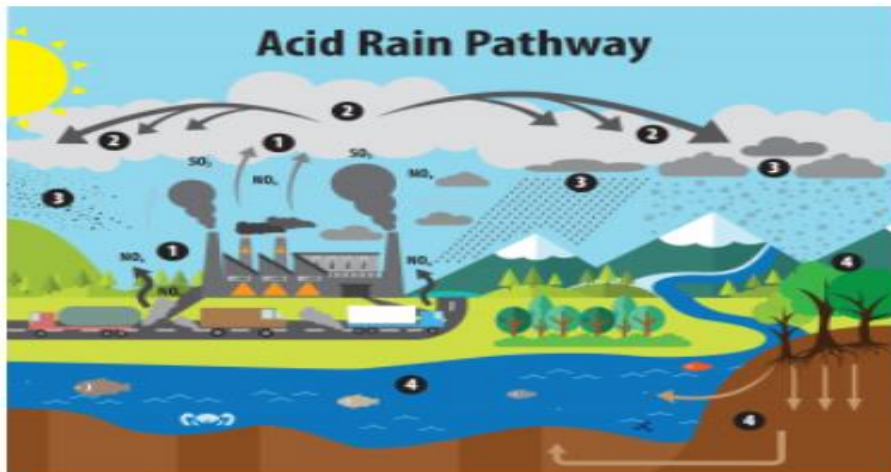
US EPA REGION 9 AIR QUALITY TRENDS, 1970-2018  
24-HOUR SULFUR DIOXIDE (SO<sub>2</sub>) DESIGN VALUES IN DESIGNATED AREAS\*



Εικόνα 16. Τα αποτελέσματα της αποθείωσης των καυσίμων στις νοτιοδυτικές περιοχές των ΗΠΑ (πηγή: EPA, 2023)

Σύμφωνα με τον ΠΟΥ, είναι ένας από τους κρίσιμους αέριους χημικούς ρυπαντές που επηρεάζει το κλίμα, το φυσικό περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Είναι ευδιάλυτο στο νερό δημιουργώντας H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> που κατακρημνίζεται υπό την μορφή «όξινης βροχής», που είναι ένα μετεωρολογικό φαινόμενο που χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη όξυνση (πτώση του pH) από αυτή που έχει φυσιολογικά η βροχή και προκαλεί βλαβερές επιπτώσεις σε αμφίβια, ψάρια και τα αυγά τους, πλαγκτόν, δάση, καλλιέργειες και πολιτιστικά, ιστορικά μνημεία, πχ, μετατρέποντας μαρμάρινα αγάλματα σε γύψο (εικ. 17).

Τα συνιστάμενα επίπεδα βραχυχρόνιας έκθεσης σε SO<sub>2</sub> ετησίως είναι τα 40 µg/m<sup>3</sup> με ενδιάμεσους στόχους τα 50 µg/m<sup>3</sup> και τα 125 µg/m<sup>3</sup> για μετρίως ρυπασμένα και πολύ ρυπασμένα αστικά περιβάλλοντα αντίστοιχα (WHO, 2021). Σε εργασιακά περιβάλλοντα, σύμφωνα με τον OSHA, το επιτρεπόμενο όριο έκθεσης για 8ωρη βάρδια είναι τα 5 ppm και για ωριαία έκθεση τα 3 ppm. Δόση άνω των 100 ppm είναι άμεσα θανατηφόρα λόγω απόφραξης των αεραγωγών.



Εικόνα 17. Ο τρόπος σχηματισμού της όξινης βροχής (πηγή: EPA, 2023)

Η κύρια οδός έκθεσης του ανθρώπου είναι η εισπνοή. Καθώς το  $\text{SO}_2$  φθάνει στους βλεννογόνους των πνευμόνων, παρουσία υγρασίας, μετατρέπεται σε  $\text{H}_2\text{SO}_3$  που είναι ένα έντονα ερεθιστικό οξύ. Οι υγιείς ενήλικες εμφανίζουν ερεθισμός των αεραγωγών και βαθμιαία φτάρνισμα, πονόλαιμο, βήχα και βρογχόσπασμο, δύσπνοια, πνευμονικό οίδημα και πνευμονίτιδα σε συγκεντρώσεις άνω των 20 ppm, όπου είναι και το όριο για την επιβολή προστατευτικών αναπνευστικών μέσων. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις μπορεί να εμφανιστεί ένας τύπος άσθματος λόγω έκθεσης σε χημικές ουσίες γνωστός ως RADS (Reactive Airway Dysfunction Syndrome)

Ομάδες υψηλού κινδύνου είναι τα παιδιά γιατί λαμβάνουν μεγαλύτερη δόση σε σχέση με ένα ενήλικα μέσα στον ίδιο χώρο, λόγω μεγαλύτερης αναλογίας επιφάνειας πνεύμονα/βάρος σώματος, και οι ασθματικοί ασθενείς που έχουν 3 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα αυξημένης υπεραπόκρισης των αεραγωγών στο  $\text{SO}_2$  (Johanson,G. 2020). Επίσης, μπορεί να επιδεινώσει χρόνιες πνευμονικές παθήσεις (ΧΑΠ).

Σε περίπτωση δερματικής επαφής προκαλεί ερεθισμό των ματιών ή έγκαυμα του κερατοειδή και λύση του δέρματος εάν είναι σε υγρή μορφή από κρυσπαγήματα. Η κατάποση μέσα σε τροφές που το περιέχουν ως συντηρητικό δεν θεωρείται επιβλαβής για την ανθρώπινη υγεία αλλά έχουν αναφερθεί συμπτώματα όπως ναυτία, έμετος και κοιλιακό άλγος από εισπνοή μεγάλης ποσότητας.

Η χρόνια έκθεση οδηγεί σε μειωμένη οσφρητική ικανότητα, επιρρόπεια σε λοιμώξεις του αναπνευστικού συστήματος και μείωση της πνευμονικής λειτουργίας. Δεν έχουν αναφερθεί αναπαραγωγικές ή αναπτυξιακές επιπτώσεις από την έκθεση σε  $\text{SO}_2$ . Ανήκει στην ομάδα 3

της λίστας κατά IARC ως προς την καρκινογένειά του δηλαδή είναι αταξινομητο λόγω έλλειψης στοιχείων. Η θεραπεία μετά από έκθεση συνίσταται στην υποστήριξη της πνευμονικής και καρδιακής λειτουργίας και παροχή οξυγόνου. Σε περίπτωση δερματικής επαφής πρέπει να καθαριστεί το σημείο του δέρματος σχολαστικά για την αποφυγή λοιμώξεων ή να ξεπλυθεί το μάτι με άφθονο νερό. Δεν προκαλεί καθυστερημένες επιπτώσεις στην υγεία (ATSDR, n.d.).

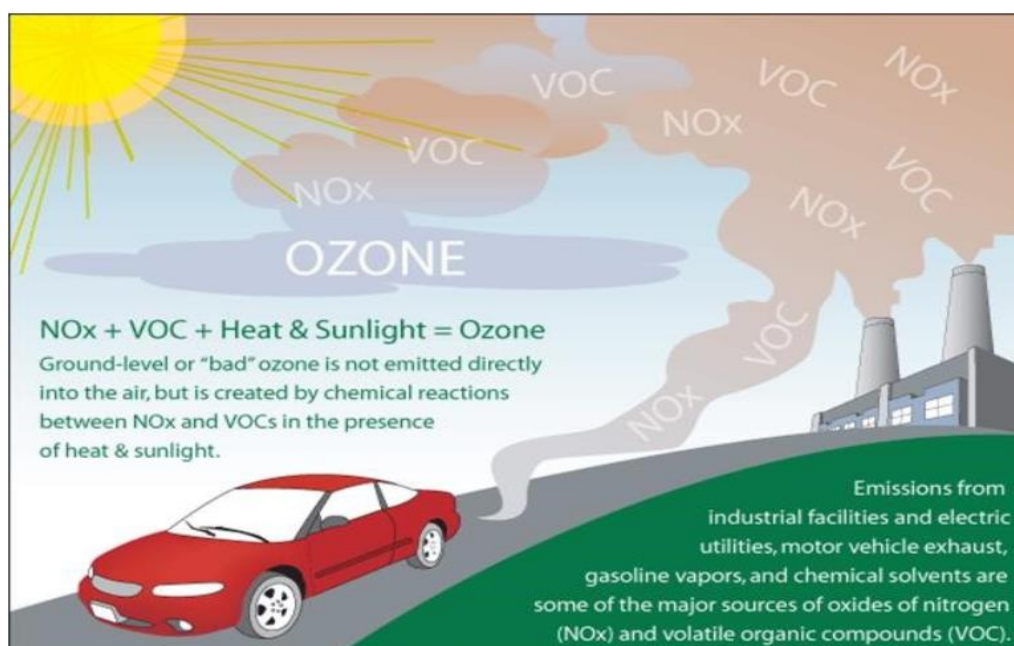
## 2.6. Το όζον (O<sub>3</sub>)

Το όζον είναι αέριο που γίνεται αντιληπτό σε μεγάλες συγκεντρώσεις ή/και σε μεγάλα στρώματα της ατμόσφαιρας και σε κανονικές συνθήκες πίεσης (1 Atm) και θερμοκρασίας (~20<sup>0</sup>C ) έχει ελαφρά κυανό χρώμα κι έντονη οσμή παραπλήσια του χλωρίου. Είναι ασταθές, ισχυρά οξειδωτικό κι ισχυρά τοξικό και διασπάται εύκολα στην κατώτερη ατμόσφαιρα σε O<sub>2</sub>.

Εντοπίζεται σε ποσοστό 90% στη στρατόσφαιρα (15-20 km πάνω από την επιφάνεια της γης) σε πολύ μικρή ή συγκέντρωση (0,1-1,1 ppbv) σε μία διάχυτη περιοχή που συνυπάρχει με άλλα μόρια της ατμόσφαιρας, όμως για να επισημανθεί η σημαντικότητά του καλείται αυτή η περιοχή οζονόσφαιρα, που θεωρητικά είναι μια λεπτή στοιβάδα πάχους 3 mm εάν όλο το τροποσφαιρικό όζον μπορούσε να συγκεντρωθεί σε μία στοιβάδα καθαρού όζοντος σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Στην στρατόσφαιρα απορροφά τις υπεριώδεις ακτινοβολίες (UV) του ήλιου που προκαλούν οξειδωτικές βλάβες στα κύτταρα των οργανισμών πάνω στη γη και έτσι δρα σαν προστατευτικό φίλτρο. Η σύνθεση (από το O<sub>2</sub> παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας) και η καταστροφή του (από OH<sup>-</sup>, NO<sup>-</sup>) στην στρατόσφαιρα βρίσκονταν σε ισορροπία για εκατομμύρια χρόνια έως τις τελευταίες δεκαετίες όπου με την ευρεία χρήση χλωροφθορανθράκων (chlorofluorocarbons-CFCs) που χρησιμοποιούνταν ως ψυκτικά υγρά, οι τελευταίοι ανέρχονταν στην στρατόσφαιρα και με την ενέργεια από τις υπεριώδεις ακτινοβολίες δημιουργούσαν αλυσιδωτές αντιδράσεις όπου καταστρέφονταν τα μόρια του O<sub>3</sub>. Την ίδια συμπεριφορά έχει και το οξείδιο του αζώτου (NO). Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε η «τρύπα του όζοντος» κυρίως στην Ανταρκτική γιατί οι εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν εκεί (~ -80<sup>0</sup>C) και το ανάγλυφο της περιοχής (ψηλά βουνά) εγκλωβίζουν σε παγοκρυστάλλους τους προαναφερθέντες ρύπους που κατά τους εαρινούς μήνες (Οκτώβριος και Νοέμβριος για την περιοχή) αρχίζουν να τήκονται και να ξεκινούν αλυσιδωτές αντιδράσεις καταστροφής του O<sub>3</sub> (Βαλαβανίδης *et al.*, 2016).

Στην τροπόσφαιρα απαντάται το 10% της συνολικής του συγκέντρωσης κι είναι το πιο επικρατών φωτοχημικό οξειδωτικό στην ατμόσφαιρα. Είναι δευτερογενής ρύπος αφού σχηματίζεται από τις αντιδράσεις πρωτογενών ρύπων που εκλύονται στην ατμόσφαιρα (εικ. 18) κυρίως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες με την ηλιακή ακτινοβολία κατά τις θερμές μέρες (NO<sub>x</sub>, VOCs). Τα οχήματα και τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας είναι δύο τέτοιες, ενώ φυσικές πηγές θεωρούνται οι πυρκαγιές. Μέρος του προέρχεται κι από το στρατοσφαιρικό όζον. Μετά τον σχηματισμό του το O<sub>3</sub>, μπορεί να μεταφερθεί με τους ανέμους, να μειωθεί μέσω αντιδράσεων ή να εναποτεθεί σε επιφάνειες. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται κατά τις απογευματινές ώρες τους ζεστούς μήνες λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας σε αστικές περιοχές που περικλείονται από βουνά, χαρακτηριστική περίπτωση το φωτοχημικό νέφος στο λεκανοπέδιο της Αθήνας στη δεκαετία του '80 οπότε και καθιερώθηκε ο δακτύλιος για τα οχήματα στο κέντρο της πόλης για να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο (EPA.gov, 2023).

Το O<sub>3</sub> που βρίσκεται στο επίπεδο του εδάφους (ground level ozone) έχει οριστεί ένας από τους κρίσιμους αέριους ρυπαντές, ο έλεγχος των οποίων είναι σημαντικός για την διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας και έχουν θεσπιστεί πρότυπα ποιότητας αέρα για το όζον εδάφους με τα πρόσφατα (2015) αναθεωρημένα ανώτατα όρια στα 70ppb σε σχέση με τα προηγούμενα (75 ppb το 2009), ως η τέταρτη υψηλότερη ημερήσια μέγιστη συγκέντρωση δωρου, κατά μέσο όρο για τρία συνεχόμενα χρόνια.



Εικόνα 18. Πηγές σχηματισμού όζοντος (πηγή: EPA.gov, 2023)

Σε μεγάλες επιδημιολογικές μελέτες, αποδείχθηκε θετική συσχέτιση ανάμεσα στις συγκεντρώσεις του O<sub>3</sub> στον αέρα και τις επιπτώσεις στην λειτουργία των πνευμόνων με σοβαρότερες τις κρίσεις άσθματος ιδιαίτερα στα παιδιά , την χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (COPD), τις αναπνευστικές λοιμώξεις, το οξειδωτικό stress, βρογχοσυστολή και την αύξηση των διακομιδών στα επείγοντα στα νοσοκομεία. Οι ασθενείς παρουσιάζουν πόνο κατά την βαθιά εισπνοή, βήχα, συριγμό, δύσπνοια, ταχύπνοια. Επίσης, έχει παρατηρηθεί σχέση αιτίου-αιτιατού ανάμεσα σε μικρής διάρκειας έκθεση στο O<sub>3</sub> (6-8 ώρες) και το μεταβολικό σύνδρομο (με αλλαγές στην ομοιόσταση σακχάρου-ινσουλίνης, υψηλή πίεση και λιπίδια του αίματος) και ανάμεσα σε μακράς διάρκειας έκθεση στο O<sub>3</sub> και πνευμονική λειτουργία.

Το 2016, η μελέτη της παγκόσμιας επιβάρυνσης ασθένειας (global burden of disease-GBD) απέδωσε στη ρύπανση από όζον 234,000 θανάτους και 3,8 εκατομμύρια DALYs. Μία DALY είναι μια μονάδα μέτρησης του χρόνου, χρήσιμη για την σύγκριση της βαρύτητας ανόμοιων ασθενειών, που αντιπροσωπεύει την απώλεια ενός χρόνου πλήρους υγείας και προκύπτει από το άθροισμα των χαμένων χρόνων λόγω πρόωρου θανάτου και των χρόνων που παρατηρείται οποιασδήποτε μορφής ανικανότητα/βλάβη στην υγεία (WHO, n.d.). Σε μελέτη για την συσχέτιση καρδιαγγειακών ασθενειών και ατμοσφαιρικού όζοντος σε 70 πόλεις της Κίνας , καταγράφησαν 6,444,441 προσαγωγές στα επείγοντα με περιστατικά οξείας στεφανιαίας νόσου, εμφράγματος και καρδιακής ανεπάρκειας κατά την τριετία 2015-2017, ενώ τα επίπεδα δωρης έκθεσης στο όζον κατά μέσο όρο ήταν 79 ppb, κάτω από τα επιτρεπτά όρια που έχει θεσπίσει ο WHO (100 ppb) και ανά 10 ppb αύξηση συγκέντρωσης παρατηρήθηκε αντίστοιχα 0,75% αύξηση του οξέως εμφράγματος του μυοκαρδίου (Cardiology, 2023). Παρόλα αυτά, έχει αναθεωρηθεί η συσχέτιση ανάμεσα σε μικρής διάρκειας έκθεση στο O<sub>3</sub> και καρδιαγγειακά νοσήματα και θνητότητα γιατί δεν αποδείχθηκε ως σχέση αιτίου- αιτιατού σε επιδημιολογικές μελέτες παρά μόνο σε τοξικολογικές μελέτες σε ζώα, καθώς συνυπάρχουν και άλλοι αέριοι ρυπαντές (Pm<sub>10</sub>, Pm<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>) που μπορούν να προκαλέσουν παρόμοιες βλάβες. Τα αποτελέσματα είναι υποδηλωτικά, αλλά ανεπαρκή για να στοιχειοθετήσουν μία θετική συσχέτιση, καθώς σε πολλές μελέτες παρεμβάλλονταν ως συγχυτικός παράγοντας τα εισπνεόμενα μικροσωματίδια. Τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι και οι εργαζόμενοι σε εξωτερικό περιβάλλον, καθώς και τα άτομα με πνευμονολογικά νοσήματα βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο κατά την έκθεσή τους στο O<sub>3</sub> (EPA.gov, 2023).

Η παρακολούθηση των επιπέδων του O<sub>3</sub> σε εσωτερικά περιβάλλοντα είναι σημαντική καθώς οι άνθρωποι περνούν το 90% του χρόνου τους σε αυτά. Τα επίπεδα συγκεντρώσεων είναι σαφώς

χαμηλότερα των εξωτερικών, της τάξης των 4-6 ppb και τον μεταξύ τους λόγο (I/O) να είναι 25%. Η συγκέντρωση του O<sub>3</sub> σε ένα χώρο εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- από τον ρυθμό αερισμού του κτιρίου με φρέσκο αέρα.
- από το ρυθμό εξαερισμού του εσωτερικού αέρα,
- από τη συχνότητα ανακύκλωσης του αέρα,
- από την αντίδρασή του με επιφάνειες που τις οξειδώνει, με NO<sub>x</sub>, με VOCs σχηματίζοντας νέα παραπροϊόντα,
- από την διείσδυση του εξωτερικού όζοντος μέσα στο κτίριο από ανοίγματα, ρωγμές,
- από τον αριθμό των διαμενόντων στο χώρο, καθώς ο ρουχισμός τους και τα μαλλιά συμβάλλουν στη μείωση του O<sub>3</sub>,
- μπορεί να δημιουργηθεί από συσκευές όπως laser εκτυπωτές και φωτοτυπικά μηχανήματα, φορητούς ιονιστές και καθαριστές αέρα.

Θεωρητικά, τα κτίρια αποτελούν προστατευτικό παράγοντα για τους διαμένοντες από το εξωτερικό όζον αφού αυτό «καταναλώνεται» κατά τις αντιδράσεις του με επιφάνειες στο εσωτερικό του κτιρίου, η δε χρήση φίλτρου ενεργού άνθρακα σε κτίρια με μηχανικό σύστημα HVAC για τον καθαρισμό του εισερχόμενου αέρα μειώνει ικανοποιητικά την συγκέντρωση του O<sub>3</sub> στο εσωτερικό περιβάλλον, μειώνοντας ταυτόχρονα και την δημιουργία παραπροϊόντων από τις αντιδράσεις του που και εκείνα δημιουργούν κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία (Nazaroff *et al.*, 2021).

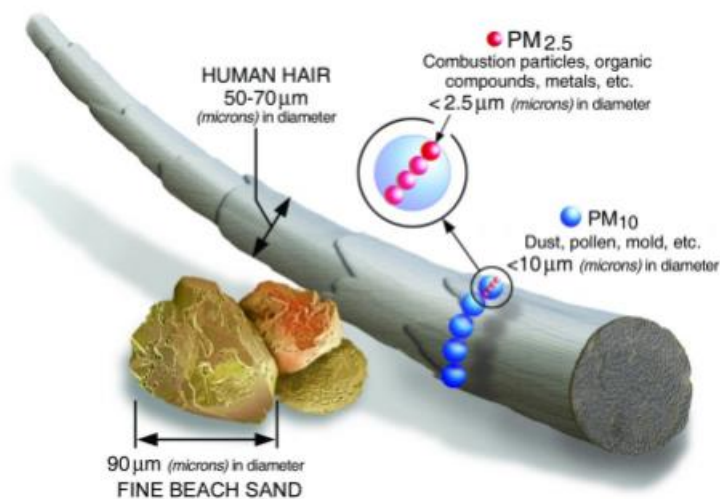
## **2.7. Τα μικροσωματίδια (particles) Pm<sub>10</sub> και Pm<sub>2,5</sub>**

Η σωματιδιακή ύλη που υπάρχει στον αέρα είναι ένα μείγμα στερεών και υγρών σωματιδίων, ποικίλου μεγέθους, σχήματος και σύνθεσης που αιωρείται μέσα σε αέρια της ατμόσφαιρας δημιουργώντας αεροζόλ που παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στη χημεία της ατμόσφαιρας, επηρεάζοντας το ενεργειακό ισοζύγιο ακτινοβολίας, τον υδρολογικό κύκλο, την βιολογική αναπαραγωγή, επηρεάζουν με τις εναποθέσεις τους το έδαφος και με την διείσδυση στην αναπνευστική οδό την ανθρώπινη υγεία. Τόσο τα αέρια της ατμόσφαιρας, όσο και τα σωματίδια όταν εκπέμπονται απευθείας σε αυτή καλούνται πρωτογενή, όπως είναι η ορυκτή σκόνη και το θαλασσινό αλάτι, ή σωματίδια από την καύση ξύλου ή από πυρκαγιές. Όταν είναι αποτέλεσμα

χημικών αντιδράσεων παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας των πρωτογενών καλούνται δευτερογενή (National Observatory of Athens, n.d.).

Ως μικροσωματίδιο (particulate matter-PM) ορίζεται οποιαδήποτε ουσία, εκτός του νερού, που αιωρείται στην ατμόσφαιρα και έχει διατάσεις μεγαλύτερες από εκείνες των μορίων και ανάλογα με το μέγεθός του είναι ορατό ή αόρατο με γυμνό οφθαλμό. Παρατηρείται υπό την μορφή μικρών σταγονιδίων, μικρών στερεών τεμαχίων ή στερεών επικαλυπτόμενων με υγρό. Το σχήμα των PMs ποικίλει και είναι ανομοιομορφο αλλά για πρακτικούς λόγους τα θεωρούμαι σφαιρικά, ενώ κριτήριο διαχωρισμού τους αποτελεί το μέγεθός τους (η διάμετρος της σφαίρας τους) γιατί καθορίζει τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά τους: τον βαθμό ικανότητας μεταφοράς στον αέρα, την ταχύτητα επικάθισης στο έδαφος και την ικανότητα διείσδυσης βαθιά στους ανθρώπινους αναπνευστικούς αεραγωγούς (Green Facts, n.d.). Κατατάσσονται σε:

- ολικά αιωρούμενα στερεά (total suspended particles\_TSP) διαμέτρου  $\leq 70 \mu\text{m}$ ,
- αδρό κλάσμα με διάμετρο  $\leq 10 \mu\text{m}$  και  $\geq 2,5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ),
- λεπτά αιωρούμενα σωματίδια με διάμετρο  $\leq 2,5 \mu\text{m}$  ή μικρότερα ( $\text{PM}_{2,5}$ )
- εξαιρετικά λεπτά αιωρούμενα σωματίδια με διάμετρο  $\leq 1 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_1$ ) (εικ. 19)



Εικόνα 19. Σύγκριση μεγέθους ενός κόκκου άμμου, μίας ανθρώπινης τρίχας,  $\text{PM}_{10}$  και  $\text{PM}_{2,5}$  (πηγή: Epa.gov., 2023)

Τα περισσότερο ενδιαφέροντα από επιδημιολογικής άποψης για τις βλάβες που προκαλούν στην ανθρώπινη υγεία είναι τα αερομεταφερόμενα μικροσωματίδια  $\text{PM}_{10}$  και  $\text{PM}_{2,5}$ . Απαντώνται κυρίως στην κατώτερη τροπόσφαιρα καθώς οι πηγές εκπομπής τους βρίσκονται κοντά στο



έδαφος και οι χρόνοι παραμονής τους στην ατμόσφαιρα δεν επιτρέπουν την άνοδό τους σε ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας.

Οι πηγές προέλευσης των PMs (Zeb B.*et al.*, 2018) είναι:

- η γεωλογία του εδάφους, κατά την διάβρωση και αποσάθρωση του σχηματίζονται αργιλοπυριτικά, ασβεστολιθικά άλατα, ιχνοστοιχεία μετάλλων, οξειδία Fe/Si, σκόνη, άμμος, τέφρα από ηφαιστειακές δραστηριότητες,
- οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες, κατά την καύση ντίζελ, άνθρακα πετρελαίου και βιομάζας και απορριμμάτων, η βιομηχανική δραστηριότητα, η παραγωγή ενέργειας, η οικοδομική δραστηριότητα και την κυκλοφορία οχημάτων στις πόλεις εκπέμπεται αιθάλη που περιέχει ανθρακούχα, θειικά σωματίδια. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες δημιουργούν πλήθος και πρωτογενών και δευτερογενών μικροσωματιδίων,
- άλλες βιολογικές δραστηριότητες (γύρη, σπόρια, ζωική και φυτική αποσύνθεση, ιοί, βακτήρια, μύκητες) που επηρεάζονται από μετεωρολογικές παραμέτρους.

Σε εσωτερικούς χώρους οι πηγές προέλευσης μπορεί να είναι από προϊόντα καύσης (τζάκια, σόμπες κα), αρωματικά χώρου, προϊόντα καθαρισμού, ηλεκτρικές σκούπες, φωτοτυπικά μηχανήματα και εκτυπωτές laser, καπνός από τσιγάρο κάθε τύπου, γύρη, σπόρια, σκόνη, η διεύδυση του ρυπασμένου εξωτερικού αέρα εντός του κτιρίου.

Στις αστικές περιοχές τα μικροσωματίδια εμφανίζονται στις μέγιστες συγκεντρώσεις κατά την περίοδο του χειμώνα. Το μεγαλύτερο κλάσμα τόσο των PM<sub>10</sub> όσο και των PM<sub>2.5</sub> αντιστοιχεί σε συστατικά του ανθρακικού αερολύματος όπου ο στοιχειώδης και ο οργανικός άνθρακας αφορά στο 20-35% των PM<sub>10</sub> και 20-45% των PM<sub>2.5</sub> και συνολικά το 70-80% των μικροσωματιδίων <100 nm οφείλεται στην καύση παραγώγων πετρελαίου, στην κίνηση των οχημάτων και του σχηματισμού δευτερογενών μικροσωματιδίων με φωτοχημικές διεργασίες, ενώ θειικά, νιτρικά και αμμωνιακά και άλλα ανόργανα υδατοδιαλυτά ιόντα εντοπίζονται σε μικρότερες συγκεντρώσεις. Τέλος, τα ιχνοστοιχεία των βαρέων μετάλλων που ενέχονται για την τοξική τους επίδραση στην ανθρώπινη υγεία λόγω της βιοσυσσωρεύσής τους, ποικίλουν χωρικά και χρονικά, ανάλογα με το περιβάλλον (αστικό, περιαστικό, βιομηχανικό) και τις δραστηριότητες που υπερισχύουν (Abdeen Z.*et al.*, 2014).

Οι αναθεωρημένες κατεθυντήριες οδηγίες του ΠΟΥ (2021) για την ποιότητα του αέρα έχουν ορίσει τα εξής γενικά όρια:

- για τα PM<sub>10</sub>, μέση ετήσια επιτρεπόμενη συγκέντρωση 15 µg/m<sup>3</sup> και μέση ημερήσια επιτρεπόμενη συγκέντρωση 45 µg/m<sup>3</sup>,
- για τα PM<sub>2,5</sub>, μέση ετήσια επιτρεπόμενη συγκέντρωση 5 µg/m<sup>3</sup> και μέση ημερήσια επιτρεπόμενη συγκέντρωση 15 µg/m<sup>3</sup>.

Σε 117 χώρες και 6,000 πόλεις παρακολουθείται η ποιότητα του αέρα για τα PMs δημιουργώντας μια μεγάλη βάση δεδομένων και έχει παρατηρηθεί συσχέτιση ανάμεσα στο κοινωνικοοικονομικό επίπεδο και τις συγκεντρώσεις τους, αφού στις «φτωχές» χώρες μόνο το 1% επιτυγχάνουν τους παραπάνω στόχους, ενώ στις «πλούσιες» μόνο το 17% υπερβαίνει τα παραπάνω όρια (WHO.int, 2022). Για τους εσωτερικούς χώρους δεν έχουν θεσπιστεί παρόμοια πρότυπα, ενώ στις ΗΠΑ έχουν θεσπιστεί πρωτεύοντα όρια που αφορούν στην προστασία ευαίσθητων ομάδων πληθυσμού όπως είναι οι ηλικιωμένοι, τα παιδιά, οι ασθματικοί και καρδιαγγειακοί ασθενείς και δευτερεύοντα όρια που αφορούν σε περιβαλλοντικό αντίκτυπο σε γλωρίδα, πανίδα, κατασκευές (πίνακας 5).

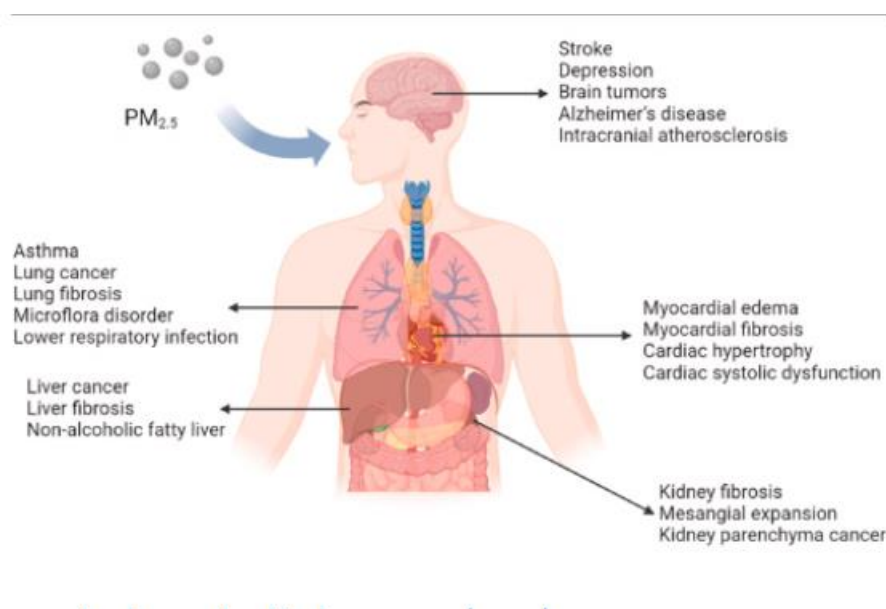
Πίνακας 5. National Ambient Air Quality Standards (πηγή: Amherst, n.d.)

PM	Primary/Secondary*	Averaging Time	Level	Form
PM <sub>2.5</sub>	Primary	1 year	12.0 µg/m <sup>3</sup>	Annual mean, averaged over 3 years
	Secondary	1 year	15.0 µg/m <sup>3</sup>	Annual mean, averaged over 3 years
	Primary and secondary	24 hours	35 µg/m <sup>3</sup>	98th percentile, averaged over 3 years
PM <sub>10</sub>	Primary and secondary	24 hours	150 µg/m <sup>3</sup>	Not to be exceeded more than once per year on average over 3 years

Καθώς τα μικροσωματίδια εισπνέονται μέσω της μύτης και της στοματικής κοιλότητας, τα μεν PM<sub>10</sub> μπορούν να φθάσουν έως το ανώτερο τμήμα της τραχείας όπου μακροφάγα και

επιθηλιακά κύτταρα μπορούν να τα απομακρύνουν, ενώ τα  $PM_{2.5}$  μπορούν να φθάσουν βαθύτερα στις κυψελίδες του βρογχικού δέντρου. Η έκθεση σε PMs προκαλεί μείωση της αναπνευστικής ικανότητας με εμφάνιση βήχα, δύσπνοιας και ερεθισμού των αεραγωγών, αλλεργική ρινίτιδα. Η διείσδυση των  $PM_{2.5}$  βαθύτερα προκαλεί κυτταρικές βλάβες όπως φλεγμονώδης απόκριση, οξειδωτικό stress και απόπτωση των βρογχοκυψελιδικών κυττάρων που οδηγούν σε χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ), ίνωση, εμφάνιση ή επιδείνωση του άσθματος, μειωμένη αναπνευστική ικανότητα και επηρέπεια σε λοιμώξεις του κατώτερου αναπνευστικού. Από μελέτες έχει παρατηρηθεί συσχέτιση κάποιων τοξικών συστατικών των  $PM_{2.5}$  με καρκίνο των πνευμόνων. Μπορούν να διαλυθούν στο υπεζωκοτικό υγρό και μέσω της μικροκυκλοφορίας να φθάσουν στην καρδιά και τον εγκέφαλο (Nan, *et al*, 2023).

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν συσχετίσει τα  $PM_{2.5}$  με καρδιακές αρρυθμίες, αύξηση των λιπιδίων του αίματος και πρόωρους θανάτους σε ασθενείς με βεβαρυμένο καρδιολογικό ή πνευμονολογικό ιστορικό (Nan, *et al*, 2023). Σε πειράματα σε ζώα έχει διαπιστωθεί συσχέτιση με μυοκαρδιακή ίνωση, καρδιακή υπερτροφία που οφείλεται στη πρόκληση μεταβολικών βλαβών στα μιτοχόνδρια των καρδιακών κυττάρων και απόπτωση των τελευταίων (εικ. 20).



Εικόνα 20. Βλάβες στην ανθρώπινη υγεία από τα  $PM_{2.5}$  (πηγή: Nan *et al.*, 2023)

Παρόμοιος μηχανισμός φλεγμονώδους απόκρισης έχει παρατηρηθεί στο ήπαρ με βλάβες στο μεταβολισμό των λιπιδίων, των πρωτεϊνών και των επιπέδων ινσουλίνης και στη νεφρική

λειτουργία με νεφραγγειακή υπέρταση και νεοπλασίες του νεφρικού παρεγχύματος. Οι νευρολογικές διαταραχές που αποδίδονται στην μακροχρόνια έκθεση σε  $PM_{2.5}$  είναι γνωστική δυσλειτουργία, αλλαγές της δομής και του όγκου του εγκεφάλου, εμφάνιση κατάθλιψης ή όγκων και σε πειράματα σε ποντίκια έχει προκαλέσει αθηροσκλήρυνση και αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια. Οι περιγεννητικές βλάβες από  $PM_{2.5}$  αφορούν στη μείωση της ποιότητας του σπέρματος στους άνδρες και σε βλάβες στην αγγείωση του πλακούντα στις έγκυες γυναίκες, επηρεάζοντας την θρέψη, την καρδιακή και εγκεφαλική λειτουργία του εμβρύου (Nan *et al.*, 2023).

Οι τοξικές δράσεις αφορούν σε υποομάδες των  $PM_{2.5}$  όπως βαρέα μέταλλα, νιτρικά και θειϊκά ιόντα και οργανικές ενώσεις όπως τα PHAs (πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες) και παράγωγά τους OHCs (οργανικές αλογονούχες ενώσεις που περιέχονται σε φυτοφάρμακα) που ενέχονται σε ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων και φλεγμονών στον πνεύμονα. Η συνύπαρξη με άλλους ρύπους λειτουργεί συνεργικά σε παιδιά με άσθμα ή σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο (Nan *et al.*, 2023).

Λόγω της μεγάλης ετερογένειας των PMs οι μελέτες νοσηρότητας και θνησιμότητας σε αστικές εριοχές για χημικά συστατικά είναι δύσκολες και διαφέρουν μεταξύ τους. Έχει παρατηρηθεί ότι η εγκυρότητά τους αυξάνεται σε περιοχές μελέτης όπου υπάρχουν πυκνοί σταθμοί ημερήσιας παρακολούθησης των ατμοσφαιρικών ρύπων παράλληλα με την παρακολούθηση της επίπτωσης σε βραχυχρόνια (short-term) και μακροχρόνια (long-term) έκθεση, λαμβάνοντας υπόψη περιβαλλοντικά και κτιριακά χαρακτηριστικά και συμπληρώνονται την χρήση σχετικού ερωτηματολογίου. Η μέτρηση της χημικής σύστασης των PMs ξεκίνησε πρόσφατα από τις αρχές του 2000 και διαφέρει σε κάθε χώρα (Yang *et al.*, 2018).

Σε μελέτη εκτίμησης της επιβάρυνσης της θνησιμότητας από την μακροχρόνια έκθεση σε  $PM_{2.5}$  στο λεκανοπέδιο της Αττικής κατά τα έτη 2007-2018 επιβεβαιώθηκε η μόνιμη υπέρβαση των ετήσιων standards του ΠΟΥ, αφού τα PMs μαζί με το όζον είναι οι δύο επικρατέστεροι ρύποι του λεκανοπεδίου. Η επιβάρυνση στην θνησιμότητα υπολογίστηκε σε 4752 θανάτους το 2007 και 2424 το 2018 από την μακροχρόνια έκθεση. Η παρατηρούμενη μείωση των τελευταίων χρόνων οφείλεται στην οικονομική κρίση που οδήγησε στην ελάττωση των ενεργειακών δαπανών για θέρμανση και κίνηση, στην ανανέωση του στόλου των οχημάτων με νέα βελτιωμένης τεχνολογίας στην πρόληψη και έγκυρη θεραπεία των ασθενών με καρδιολογικά και πνευμονολογικά νοσήματα (Begou, 2022).

## 2.8. Οργανικές πτητικές ενώσεις (volatile organic compounds-VOCs)

Οργανικές ενώσεις που αποτελούν την ομάδα των πτητικών οργανικών ενώσεων (volatile organic compounds-VOCs) είναι εκείνες που έχουν χαμηλό σημείο βρασμού σε συνηθισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες (εδώ δεν αφορά τις συνηθισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας αλλά ευρύτερα όρια ) και εμφανίζουν υψηλή τάση ατμών, δηλαδή σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος εσωτερικών χώρων όπου ενδιατούν άνθρωποι, πολλά μόριά τους έχουν την τάση να εξατμίζονται (από την υγρή φάση) ή να εξαχνώνονται (από την στερεή φάση) προς τον αέρα περιβάλλοντος. Σύμφωνα με την EPA, «VOC μπορεί να είναι οποιαδήποτε ένωση του άνθρακα εκτός από τις εξής: CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, τα ανθρακικά μέταλλα και το ανθρακικό αμμώνιο, που μπορεί να εξατμιστεί κάτω από φυσιολογικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης στην ατμόσφαιρα ενός εσωτερικού χώρου» (EPA.gov, 2023).

Τα VOCs κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το σημείο βρασμού τους (boiling point-bp) σε πολύ πτητικές ενώσεις (VVOCs) με 0 °C < bp < 100 °C που λόγω της ιδιότητά τους απαντώνται κυρίως ως αέρια, σε πτητικές (VOCs) με 100°C < bp < 250 °C, που η παρουσία τους στον αέρα είναι μικρότερη και σε ημιπτητικές (semi-VOCs) με bp > 250 °C που δύσκολα απαντώνται σε αέρια φάση αλλά περισσότερο σε στερεή ή υγρή (πίνακας 6).

Πίνακας 6. Κατηγοριοποίηση των VOCs σύμφωνα με τον ΠΟΥ (πηγή: EPA.gov, 2023)

Description	Abbreviation	Boiling Point Range (°C)	Example Compounds
Very volatile (gaseous) organic compounds	VVOC	<0 to 50-100	Propane, butane, methyl chloride
Volatile organic compounds	VOC	50-100 to 240-260	Formaldehyde, d-Limonene, toluene, acetone, ethanol (ethyl alcohol) 2-propanol (isopropyl alcohol), hexanal
Semi volatile organic compounds	SVOC	240-260 to 380-400	Pesticides (DDT, chlordane, plasticizers (phthalates), fire retardants (PCBs, PBB))

Τα VOCs παράγονται τόσο από φυσικές πηγές όπως είναι η βλάστηση, οι δασικές πυρκαγιές, όσο και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες που εκτελούνται:

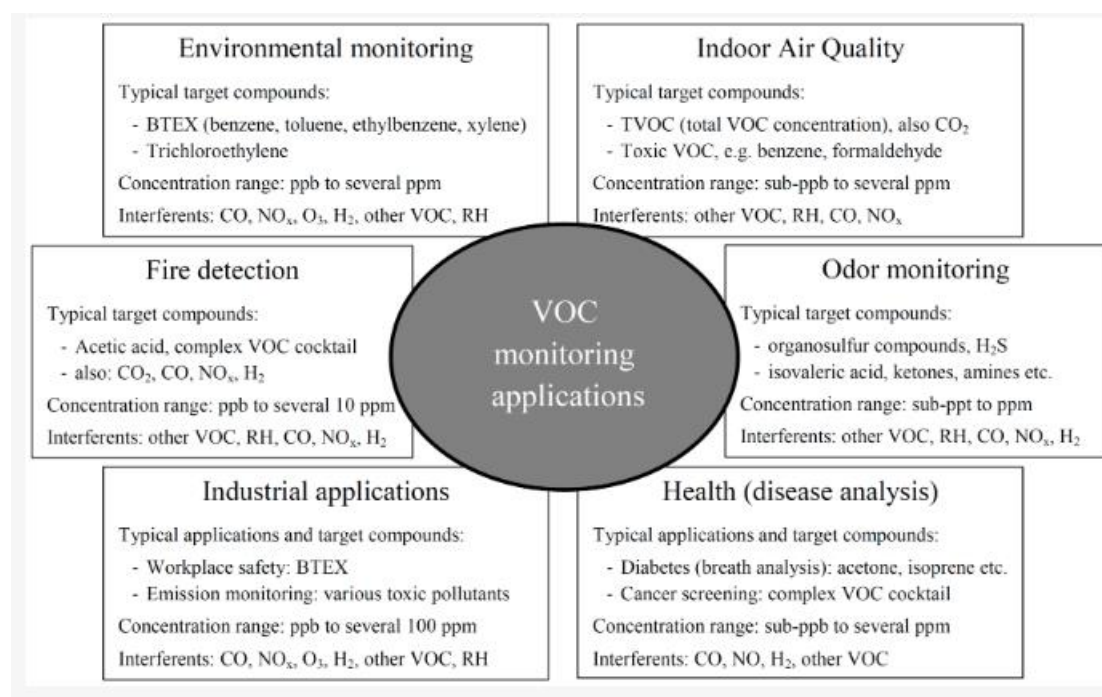
- σε εξωτερικό περιβάλλον, με την καύση άνθρακα και βιομάζας, την κυκλοφορία οχημάτων, την βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου, την βιομηχανική παραγωγή χημικών προϊόντων, χρωμάτων και διαλυτών και την χρήση φυτοφαρμάκων και εντομοκτόνων στον αγροτικό τομέα,
- σε εσωτερικά περιβάλλοντα όπως είναι οι κατοικίες, οι εργασιακοί χώροι όπου τα VOCs εκπέμπονται τόσο από υλικά κατασκευής και εξοπλισμού των κτιρίων όσο και από προϊόντα γενικής χρήσης. Τέτοια είναι χρώματα, διαλύτες, βερνίκια, κόλλες, συντηρητικά ξύλου, οικοδομικά υλικά, έπιπλα, εξοπλισμός γραφείου όπως είναι τα φωτοτυπικά μηχανήματα και οι laser εκτυπωτές, καθαριστικά και απολυμαντικά, φυτοφάρμακα και εντομοκτόνα, sprays, αρώματα, αποσμητικά και καλλυντικά και το κάπνισμα (EPA.gov, 2023).

Τα VOCs παρόλο που βρίσκονται σε ίχνη συγκεντρώσεων στην ατμόσφαιρα παίζουν σημαντικό ρόλο στην χημεία, αφού αντιδρούν με υδροξυλική ρίζα OH για να σχηματίσουν ρίζα υπεροξειδίου HO<sub>2</sub> και οργανική υπεροξυ ρίζα που αντιδρούν με το NO<sub>2</sub> παίρνοντας τη θέση του O<sub>3</sub> με αποτέλεσμα την συσσώρευση του τελευταίου στην ατμόσφαιρα. Αυτές οι φωτοχημικές αντιδράσεις σε αστικά περιβάλλοντα λαμβάνουν χώρα με έντονο ρυθμό κατά τις μεσημεριανές ώρες σε μέρες με ηλιοφάνεια και σε αστικές περιοχές με αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση σε ώρες αιχμής και εκτός από το όζον παράγονται και δευτερεύοντα οργανικά αεροζόλ (secondary organic aerosols-SOA). Η αύξηση των μέσων θερμοκρασιών στον πλανήτη έχει προκαλέσει την αύξηση των εκπομπών VOCs στην ατμόσφαιρα. Ως αποτέλεσμα φέρουν την ανάπτυξη φωτοχημικού νέφους, την μείωση της ορατότητας, την όξυνση της ατμόσφαιρας συμβάλλοντας στην κλιματική αλλαγή.

Τα VOCs σε παγκόσμια κλίμακα προέρχονται από βιογενείς πηγές και είναι παράγοντες των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων της ατμόσφαιρας, όμως σε αστικά περιβάλλοντα προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (ρύπανση) και επηρεάζονται και από τις κλιματολογικές συνθήκες. Ως προς την χημική τους σύσταση, σύμφωνα με μελέτη σε 20 μεγάλου/μεσαίου μεγέθους πόλεις της Κίνας (Chen,P. *et al.*, 2022) υπερτερούν τα αλκάνια (σε ποσοστό 37,5%) που εκπέμπονται από τις εξατμίσεις των οχημάτων, οι αλουδρογονάνθρακες (22%) που εκπέμπονται από πετροχημικές βιομηχανίες, τα αλκένια (14%) και οι αρωματικοί

υδρογονάνθρακες (12%). Οι τελευταίοι συμβάλουν σημαντικά στα υψηλά επίπεδα όζοντος περισσότερο σε περιαστικές περιοχές παρά στο κέντρο των πόλεων και στη δημιουργία SOA, ιδιαίτερα εκείνοι που εκλύονται από την χρήση διαλυτών. Η συμβολή από την καύση βιομάζας ήταν περιορισμένη (6%) στο εξωτερικό περιβάλλον.

Σε μελέτη της EPA διαπιστώθηκε ότι οι συγκεντρώσεις 12 κοινών VOCs ήταν 2 έως 5 φορές υψηλότερες σε σπίτια παρά στον άμεσο εξωτερικό τους χώρο ανεξάρτητα από την περιοχή που βρίσκονταν (αστική, αγροτική ή βιομηχανική) και η έκθεση των διαμενόντων μέσα σε αυτά ήταν υψηλή γιατί τα VOCs παρέμεναν στον αέρα για μακρό χρονικό διάστημα και μετά το πέρας της δραστηριότητας που προκάλεσε την εκπομπή τους (πχ, καθαριότητα). Τα γενικά όρια του ΠΟΥ για κάθε είδους VOCs είναι το 1ppm, ενώ για κρίσιμους ρυπαντές επικίνδυνους για την ανθρώπινη υγεία αυτής της κατηγορίας είναι πολύ χαμηλότερα: 0.1 mg/m<sup>3</sup> (81 ppb) για την φορμαλδεΐδη, 0.01 mg/m<sup>3</sup> (1.9 ppb) για το ναφθαλίνιο και 5 μg/m<sup>3</sup> (1.6 ppb) για το βενζόλιο (Schütze, *et al.*, 2017). Η παρακολούθηση των VOCs μεμονωμένων ή μειγμάτων τους σε εσωτερικούς χώρους απαιτεί μια συνολική προσέγγιση όπως και τον έλεγχο των οσμών, καθώς αυτές αποδίδουν στο περιβάλλον μια «γλυκιά και ευχάριστη» αλλά ανθυγιεινή μυρωδιά (εικ. 21).



Εικόνα 21. Τρόποι παρακολούθησης των VOCs σε εσωτερικούς χώρους (πηγή: Schütze, *et al.*, 2017)

Οι οδοί έκθεσης σε VOCs είναι επί το πλείστον η εισπνοή και δευτερευόντως η δερματική επαφή και η κατάποση. Η ετερογένεια των VOCs και η διαφορετικού βαθμού έκθεση προκαλεί επιπτώσεις που μπορεί να κυμαίνονται από πολύ σοβαρές και απειλητικές για την υγεία έως πιο ήπιες ή αναστρέψιμες βλάβες. Η EPA έχει κατατάξει ανάμεσα στις 189 επικίνδυνες ουσίες (EPA.gov, 2022) το βενζόλιο, το τουλουόλιο, το στυρένιο, το ακρυλονιτρίλιο, το ξυλένιο είτε ως τεκμηριωμένες (βενζόλιο), είτε ύποπτες για καρκινογόνες ή μεταλλαξιογόνες και νευροτοξικές δράσεις (Li *et al.*, 2021).

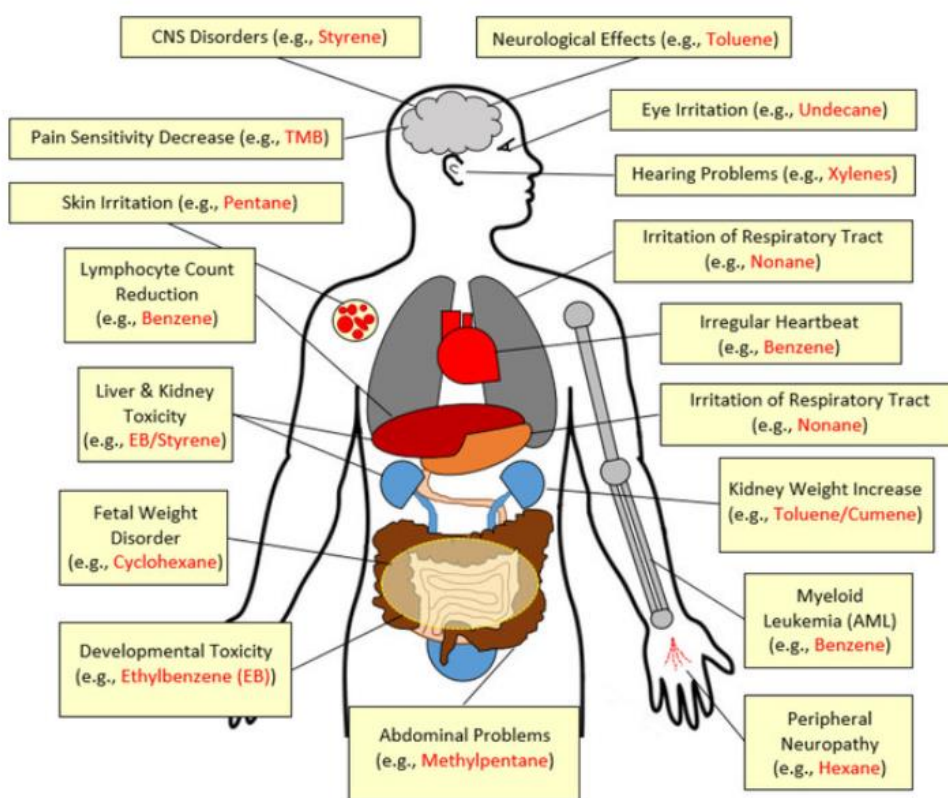
Το βενζόλιο είναι ένας αρωματικός υδρογονάνθρακας, που σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας είναι άχρωμο, με ευχάριστη οσμή, υγρό, εύφλεκτο, δυσδιάλυτο στο νερό. Είναι φυσικό συστατικό του αργού πετρελαίου, εκπέμπεται από βενζινοκινητήρες και τον καπνό του τσιγάρου και δίνει πλήθος παραγώγων όπως η φαινόλη, το τουλουόλιο, το στυρόλιο και η ανιλίνη που χρησιμοποιούνται σε χημικά, χρώματα, πλαστικά, εντομοκτόνα και φαρμακευτικά προϊόντα. Έχει γνωστή καρκινογόνο και μεταλλαξιογόνο δράση, καθώς οι μεταβολίτες του δημιουργούν οξυγονούχες ελεύθερες ρίζες στα κύτταρα προκαλώντας οξειδωτικές βλάβες στο DNA. Κατατάσσεται στην ομάδα 1 κατά IARC των καρκινογόνων ουσιών μαζί με το βουταδιένιο και το τριχλωροαιθυλένιο. Τα ακρυλαμίδιο, ισοπρένιο, στυρόλιο κατατάσσονται στην ομάδα 2 ως πιθανά καρκινογόνα και τα ακρολεΐνη, τουλουόλιο, ξυλόλιο στην ομάδα 3 ως ύποπτες για καρκινογένεση λόγω έλλειψης επαρκών αποδείξεων.

Σε εσωτερικούς χώρους γίνεται παρακολούθηση για τον έλεγχο των συγκεντρώσεων των BETX ουσιών (βενζόλιο, τουλουόλιο, αιθυλοβενζόλιο, ξυλένια) σε συνδυασμό με τις μικροκλιματικές συνθήκες και τις συνθήκες αερισμού που επικρατούν (Σφέτσα, Α., 2022). Οι BETX αφορούν στο 95% του συνόλου των VOCs που εκπέμπονται από κινητήρες αυτοκινήτων (λέγονται και υδρογονάνθρακες της βενζίνης) και η μέση ετήσια βιομηχανική παράγωγή τους ανέρχεται σε 167 τρις lbs.. Οι BETX βρέθηκαν σε αξιοσημείωτες συγκεντρώσεις στον αέρα σε βιομηχανικούς και αστικούς εργασιακούς χώρους, σε βερνίκια, καθαριστικά και λευκαντικά και σε κατοικίες καθώς και σε βιοδείκτες (πχ. σε ούρα, αίμα και αναπνοή) σε εκτεθειμένα άτομα, με το τουλουόλιο να υπερτερεί. Επειδή τα VOCs έχουν πολύ μικρό χρόνο ημιζωής στο αίμα και αναπνοή συνήθως ανιχνεύονται οι μεταβολίτες τους στα ούρα. Η κύρια καταβόθρα τους είναι η ατμόσφαιρα όμως έχουν εντοπιστεί και μικρότερα κλάσματά τους στο πόσιμο νερό και σε ιζήματα του εδάφους.

Λιγότερο σοβαρές βλάβες από την εμφάνιση καρκίνου έχουν αναφερθεί (εικ. 22) όπως η φλεγμονή των αεραγωγών, άσθμα, χρόνια βρογχίτιδα και μειωμένη αναπνευστική



λειτουργικότητα σε παιδιά και ηλικιωμένους. Επίσης, έχουν καταγραφεί ερεθισμός των ματιών και του δέρματος, εκζέματα και συμπτώματα του ΚΝΣ όπως πονοκέφαλοι, ναυτία, ζάλη, απώλεια μνήμης και απνίες. Η επαγγελματική έκθεση σε VOCs μπορεί να προκαλέσει βλάβες γεννητικών οργάνων, χρωμοσωμιακές ανωμαλίες στο σπέρμα με δυσμενή αναπαραγωγικά αποτελέσματα και αυθόρμητες αποβολές. Χρόνια έκθεση στο βενζόλιο προκάλεσε αιματοξικότητα με εμφάνιση αναιμίας, και μη-Hodgkin λεμφώματος. Από επαγγελματική έκθεση σε τουλουόλιο έχει παρατηρηθεί νεφρική και ηπατική τοξικότητα, γαστρεντερικές διαταραχές και καρδιακές αρρυθμίες και έχει σαν στόχο τον εγκέφαλο, ενώ δεσμεύεται από τον λιπώδη ιστό. Στον γενικό πληθυσμό, οι περισσότερες μελέτες αφορούσαν το παθητικό κάπνισμα, καθώς εκλύονται 4000 διαφορετικές χημικές ενώσεις (πολλές από αυτές VOCs) και τις συνθήκες μαγειρέματος (Li *et al.*, 2021).



Εικόνα 22. Παρατηρούμενες βλάβες από VOCs (πηγή: Rajabi *et al.*, 2020)

Οι μελέτες παρακολούθησης που έχουν γίνει έως τώρα αφορούν στην έκθεση σε ένα μόνο VOC παράγοντα, ενώ στη πραγματικότητα η έκθεση μπορεί να αφορά σε μείγμα τους. Ωστόσο, οι

συγκεντρώσεις των VOCs είναι υψηλότερες σε βιομηχανικούς χώρους και σε νέα και ανακαινισμένα κτίρια.

## Κεφάλαιο 3. Σύνδρομο Άρρωστου Κτιρίου

### 3.1. Εισαγωγή

Το «Σύνδρομο του Άρρωστου Κτιρίου» (Sick Building Syndrome-SBS) είναι ένας ορισμός που αναγνωρίστηκε και υιοθετήθηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization-WHO) το 1983, όταν από χρόνια είχε υπάρξει μια έντονη ανησυχία για τις επιπτώσεις στην υγεία του σύγχρονου τρόπου ζωής, που επέβαλλε να περνάμε το 80-90% του χρόνου μας σε κλειστά περιβάλλοντα διαφόρων τύπων κτιρίων. Τότε, διαπιστώθηκε ότι στο 30% των κτιρίων σύγχρονης κατασκευής με απομόνωση του εσωτερικού τους από το εξωτερικό περιβάλλον, οι ένοικοι μπορεί να παραπονεθούν για επιπτώσεις στην υγεία τους προερχόμενες από την ποιότητα του χώρου που βρίσκονται ζουν ή εργάζονται.

Το SBS δεν είναι μία αναγνωρισμένη νόσος αλλά ένας συμβατός και αποδεκτός όρος με τον οποίο περιγράφεται η παρατηρούμενη αυξημένη παρουσία μίας ομάδας μη ειδικών, γενικών συμπτωμάτων ασαφούς αιτιολογίας σε αξιοσημείωτο αριθμό ατόμων που εργάζονται στον ίδιο χώρο και εκδηλώνουν επανειλημμένως και με συστηματικό τρόπο παράπονα για τα συμπτώματα αυτά. Χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του συνδρόμου είναι η χωροχρονική παράμετρος: τα συμπτώματα εμφανίζονται με την προσέλευση και εντείνονται με την παρατεταμένη παραμονή στην εργασία, μειώνονται ή βελτιώνονται σταδιακά μετά την αποχώρηση, ενώ μπορούν να εξαλειφθούν κατά τις περιόδους όπου ο εργαζόμενος παίρνει την άδειά του (παράμετρος-χρόνος). Αφορά κυρίως σε κτίρια χωρίς φυσικό αερισμό, αλλά και με μεγάλη μόνωση για ελαχιστοποίηση των ενεργειακών απωλειών.

Η πρώτη δημοσίευση για το SBS γίνεται το 1984 από τον Finnegan *et al.* που διερεύνησε τις αιτίες του συνδρόμου από επιδημιολογική σκοπιά και έως το 1986 αναφερόταν αποκλειστικά σε ιατρικά περιοδικά, ενώ έκτοτε και ιδιαίτερα από το 1987 απαντώνταν συχνότερα σε περιοδικά επαγγελματικής και περιβαλλοντικής υγείας και από το 1990 σε περιοδικά μηχανικής και κατασκευών, καθώς έγινε αντιληπτό ότι το αίτιο του συνδρόμου ήταν το ίδιο το κτίριο. Όλα αυτά τα χρόνια έχουν γίνει χιλιάδες έρευνες και δημοσιεύσεις κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες με προεξάρχουσες τις ΗΠΑ και την Δανία, με εστίαση κυρίως στις πηγές κινδύνου για το SBS και τις επιπτώσεις σε ομάδες πληθυσμού όπως εργαζόμενους γραφείου, γυναίκες και παιδιά, καθώς και σε παρεμβάσεις μετριασμού του φαινομένου σε χώρους εργασίας ή προβλέψεις ήδη από τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου για την εξάλειψή του (Wang *et al.*, 2022).

### 3.2. Συμπτωματολογία του SBS συνδρόμου

Τα συμπτώματα μπορεί να εμφανίζονται κατά την εργασία είτε σε συγκεκριμένο χώρο ή και κατά την μετακίνηση του εργαζομένου σε διαφορετικούς χώρους του κτιρίου. Το SBS σχετίζεται με κτίρια κυρίως υπηρεσιών (εκπαιδευτικά ιδρύματα, νοσηλευτικά ιδρύματα, δημόσιες υπηρεσίες ή ιδιωτικά κτίρια), αποκλείοντας τα βιομηχανικά κτίρια για να αποφεύγονται συγχυτικοί παράγοντες λόγω εκπομπών ρυπαντικών παραγόντων κατά την παραγωγική διαδικασία που μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στην υγεία (Wang *et al.*, 2022).

Τα συμπτώματα αυτά κατατάσσονται:

- σε νευρολογικά: πνευματική ή σωματική κόπωση, αδυναμία συγκέντρωσης, αδυναμία μνήμης ,πονοκέφαλοι, ζαλάδες, ναυτίες, υπνηλία,
- σε δερματικά: ερυθρότητα, ξηρότητα και εκζέματα
- ερεθισμός των βλεννογόνων των ματιών , της μύτης και του λαιμού, βραχνάδα , αλλοίωση της φωνής
- άλλα μη ειδικά, ρινόρροια , δακρύρροια, σφίξιμο στο στήθος, βαριά ανάσα
- ανωμαλίες στην γεύση και την όσφρηση (πίνακας 7)

Στις βόρειες χώρες έχει παρατηρηθεί εποχική διακύμανση της έντασης του SBS συνδρόμου, με έξαρση κατά τους χειμερινούς μήνες καταδεικνύοντας μια πιθανή συσχέτιση με το ηλιακό φως, ενώ περιγράφουν τους πονοκεφάλους όχι σαν τυπικές ημικρανίες αλλά σαν ήπια πίεση ή «βαρύ κεφάλι». Το περισσότερο σύνηθες σύμπτωμα είναι η αίσθηση συμφόρησης ή μπουκώματος στην μύτη χωρίς φτέρνισμα ή ρινόρροια, ενώ η ξηρότητα στο λαιμό μπορεί να συνοδεύεται από δίψα και η ξηρότητα των οφθαλμών ταλαιπωρεί τους χρήστες φακών επαφής (Burge, 2004).

Πίνακας 7. Συμπτώματα στο Sick Building Syndrome (πηγή: Chang *et al.*, 1993)

- 
1. Mucosal irritation of the eyes, nose or throat dryness, stinging, smarting, irritation, hoarseness, changed voice
  2. Skin irritation: reddening, stinging, smarting, irritation, dryness
  3. Neurotoxic reaction
    - Mental fatigue
    - Impaired memory
    - Lethargy, drowsiness
    - Reduced ability to concentrate
    - Headache
    - Dizziness, feeling of intoxication
    - Nausea
  4. Nonspecific reaction
    - Rhinorrhea and watery eyes
    - Chest tightness
    - Abnormal breath sounds such as wheezing
  5. Odor and taste complaints
    - Reduced sense of smell
    - Perception of unpleasant odors or tastes

### 3.3. Αιτιολογία

Σύμφωνα με την EPA (EPA, 2014), χημικοί ή βιολογικοί παράγοντες που προέρχονται από εσωτερικές ή εξωτερικές πηγές μπορεί να είναι οι αιτίες του SBS συνδρόμου και οφείλονται σε:

- ανεπαρκή αερισμό, καθώς μετά την πετρελαϊκή κρίση το 1973 από τις αραβικές χώρες και την εκτίναξη της τιμής του πετρελαίου υιοθετήθηκαν νέοι κανονισμοί στην ποσότητα και τον ρυθμό αερισμού των κτιρίων από τα 15 κυβικά πόδια ανά λεπτό και ανά εργαζόμενο μειώθηκε στα 5 κυβικά πόδια ανά λεπτό και ανά εργαζόμενο. Τα τελευταία χρόνια, η ASHRAE παρατηρώντας τις δυσμενείς επιπτώσεις στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα, αναθεώρησε τα πρότυπα αερισμού, συστήνοντας ξανά το προηγούμενο όριο και ανεβάζοντας το στα 20 κυβικά πόδια ανά λεπτό και ανά εργαζόμενο σε χώρους γραφείων και στα 60 κυβικά πόδια ανά λεπτό και ανά εργαζόμενο σε κλειστούς χώρους όπου επιτρέπεται το κάπνισμα,
- στον σύγχρονο σχεδιασμό των κτιρίων (γυάλινα με διπλά τζάμια), που καθώς για λόγους ενεργειακής επάρκειας επιβάλλεται να υπάρχει πλήρης απομόνωση του εσωτερικού από εξωτερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες και ο αέρας να ανακυκλώνεται διαρκώς εσωτερικά στο κτίριο με συστήματα HVAC, αλλά η διάχυσή του να μην κατανέμεται ομοιόμορφα στο εσωτερικό,
- στη χρήση νέων υλικών κατασκευής με μεγαλύτερη διάρκεια και αντοχή, που μπορεί να εκπέμπουν χημικούς ρύπους. Τέτοια είναι η φορμαλδεΐδη και PVC προϊόντα

σε έπιπλα, χρώματα, διαλύτες, κόλλες, ταπετσαρίες και μοκέτες. Το ραδόνιο και ο αμίαντος παράγοντες που αναγνωρισμένα συνδέονται με καρκινικές βλάβες στον άνθρωπο δεν συγκαταλέγονται στους χημικούς παράγοντες που προκαλούν το SBS σύνδρομο γιατί οι επιπτώσεις τους γίνονται αντιληπτές όχι σε εύλογο χρονικό διάστημα κατά την εργασία αλλά συνήθως χρόνια μετά από την αποχώρηση από αυτή,

- στο κάπνισμα εντός κτιρίου όπου εκπέμπονται πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds-VOCs) οι οποίες μπορούν να μεταφερθούν σε άλλους χώρους μέσω της ανακύκλωσης του αέρα (THIRUMALAIKOLUNDUSUBRAMANIAN *et al.*, 1991),
- στις σύγχρονες πρακτικές καθαρισμού και υγιεινής των χώρων (ECDC, n.d.) με τη χρήση καθαριστικών, απολυμαντικών και εντομοκτόνων σε ευρεία χρήση για την αποφυγή μολυσματικών ασθενειών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η υπερβολική χρήση απολυμαντικών κατά την περίοδο της Covid 19 πανδημίας, αφού σε περιβαλλοντική μελέτη σε κινεζικό νοσοκομείο ο ιός ανιχνεύθηκε συχνότερα στα γάντια (15,4% των δειγμάτων), σε πληκτρολόγια Η/Υ και σε πόμολα. Το αποτέλεσμα της υπερβολικής χρήσης είναι η ανάπτυξη μικροβιακών αντοχών σε νοσοκομειακά παθογόνα μικρόβια ή η εξάπλωση άλλων ιογενών λοιμώξεων, η χρήση αιθανόλης και ισοπροπανόλης να προκαλούν αναπνευστικά και δερματικά προβλήματα σε εργαζόμενους σε νοσοκομεία και σε παιδιά και να επηρεάζουν δυσμενώς το υδάτινο οικοσύστημα και τον πληθυσμό των ψαριών και κατ'έκταση την άγρια ζωή παράγοντες που δεν βιοσυσσωρεύονται (Ghafoor *et al.*, 2021),
- σε χημικούς ρύπους εκλυόμενους από τον λειτουργικό εξοπλισμό όπως Η/Υ, laser printers, fax και φωτοτυπικά μηχανήματα
- σε χημικούς ρύπους προερχόμενους από το εξωτερικό περιβάλλον όπως εκπομπές CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> και NO<sub>2</sub> που δημιουργούνται κατά την κίνηση οχημάτων στους δρόμους ή την παρουσία garage ή ανοικτού χώρου στάθμευσης αυτοκινήτων ή από προϊόντα καύσης για θέρμανση ή άλλους σκοπούς,
- σε σκόνη και βιολογικούς παράγοντες που μπορεί να είναι βακτήρια, ιοί, μύκητες, ακάρεα, γύρη ή άλλοι αλλεργικοί παράγοντες. Αυτοί μπορούν να μεταφέρονται από το εξωτερικό περιβάλλον μέσω HVAC συστημάτων ή ανοιγμάτων του κτιρίου (πόρτες, παράθυρα, ρωγμές), είτε από άλλα άτομα συνυπάρχοντα στον ίδιο χώρο, είτε λόγω της ατελούς κυκλοφορίας του αέρα, είτε της παρουσίας στάσιμων νερών, ή χαλασμένων σωληνώσεων,

- σε αυξημένα επίπεδα θορύβου χαμηλής συχνότητας, δονήσεων, που μπορεί να οφείλονται στις ομιλίες των διαμενόντων, στη χρήση μηχανημάτων, στην κυκλοφορία οχημάτων έξω από το κτίριο. Η αίσθηση του θορύβου είναι υποκειμενική παράμετρος, διαφορετική για τον καθένα και επηρεάζεται και από ψυχολογικούς παράγοντες
- στη συνεχή χρήση τεχνητού φωτισμού, συχνά μεγάλης έντασης για την απρόσκοπτη και ασφαλή εργασία. Έχει παρατηρηθεί ότι εκείνοι που εργάζονται δίπλα σε παράθυρα τείνουν να έχουν λιγότερα συμπτώματα ερεθισμού ή ξηρότητας των οφθαλμών τους (Rostron, 2008),
- στους υδροθερμικούς παράγοντες θερμοκρασία, υγρασία και ροή του αέρα που επηρεάζουν εκτός από την θερμική άνεση των εργαζομένων και την κατανομή και εναπόθεση χημικών ρυπαντών στο χώρο.

### 3.4. Επιδημιολογικά στοιχεία

Το SBS σύνδρομο απαντάται συχνότερα:

- σε εργαζόμενους σε γυάλινα, κλειστά κτίρια με μηχανικό αερισμό παρά σε παλαιότερης κατασκευής με φυσικό αερισμό. Σε μελέτη στη Σουηδία, βρέθηκε ότι οι ίδιοι εργαζόμενοι όταν μετακινήθηκαν από ένα κτίριο με φυσικό αερισμό σε άλλο με HVAC σύστημα αύξησαν τις ημέρες απουσιασμού λόγω ασθένειας. Ακόμη, στην Ολλανδία μετρήθηκε στο 34% η μείωση του ποσοστού απουσιασμού από την εργασία λόγω SBS στα άτομα που είχαν την δυνατότητα να ελέγχουν το εργασιακό τους περιβάλλον (Burge, 2004),
- φαίνεται να υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στη θέση στην ιεραρχική κλίμακα της εργασίας, καθώς τα παράπονα των εργαζομένων ήταν αυξημένα στην κατώτερη κλίμακα. Ο βαθμός ικανοποίησης στην εργασία και η πίεση σε ορισμένες θέσεις ήταν παράγοντες που αύξαναν τα παράπονα καθώς τα υψηλότερα ποσοστά παραπόνων διατυπώνονταν από διοικητικούς υπαλλήλους με δουλειά ρουτίνας που καταναλώναν πολλές ώρες μπροστά από οθόνες Η/Υ,
- οι γυναίκες εργαζόμενες δηλώνουν κατά 20% περισσότερο συχνά παράπονα που αποδίδονται στο SBS σύνδρομο σε σχέση με τους άνδρες συναδέλφους

τους (BRASCHE *et al.*, 2001). Η τάση αυτή φαίνεται να αποδίδεται σε ψυχολογικούς, κοινωνικούς ή επαγγελματικούς παράγοντες, που ωθούν τις γυναίκες στο να δηλώνουν ευκολότερα παρόμοια παράπονα, ενώ ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι από τη φύση της εργασίας τους είναι πιο εκτεθειμένες σε VOCs,

- οι εργαζόμενοι μεγαλύτερης ηλικίας τείνουν να εμφανίζουν με μεγαλύτερη συχνότητα SBS σύνδρομο, πιθανότατα λόγω επιβαρυσμένου ιατρικού ιστορικού (Suzuki *et al.*, 2021), όπως επίσης και εργαζόμενοι που παραμένουν στην ίδια θέση εργασίας για πολλά χρόνια,
- απαντάται συχνότερα σε χώρους με πολυάριθμο προσωπικό.

### **3.5. Διαχείριση του SBS συνδρόμου**

Η διερεύνηση της πραγματικής παρουσίας των συμπτωμάτων λόγω του «άρρωστου κτιρίου» είναι δύσκολη, αφενός γιατί αυτά απαντώνται συχνά και στον γενικό πληθυσμό, αφετέρου γιατί είναι δύσκολο να διαγνωστούν με αντικειμενικά test, καθώς ορισμένα μπορούν να αποδοθούν και σε ψυχολογικούς παράγοντες ή να προκληθούν και από εξωτερικούς του κτιρίου παράγοντες. Σύμφωνα με τον Leaman, το SBS σύνδρομο δεν είναι παρά ένας δείκτης ατελέσφορης διαχείρισης της διοίκησης της εταιρείας που εδράζει στο κτίριο και ότι μεγάλοι όμιλοι δεν αντιμετωπίζουν τέτοια προβλήματα, ενώ σύγχρονες προσεγγίσεις απαιτούν την κατανόηση και την διερεύνηση των προβλημάτων των εργαζομένων και όχι την απόρριψη και την συγκάλυψή τους (Rostron, 2008). Η θεμελίωση του SBS συνδρόμου προϋποθέτει τα συμπτώματα να έχουν μία σταθερή παρουσία στο συγκεκριμένο κτίριο σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό και να μην οφείλονται σε μία παροδική δυσλειτουργία (πχ, παροδική βλάβη στο HVAC σύστημα).

Η πιο ενδεδειγμένη μέθοδος είναι η επί τόπου επιθεώρηση του χώρου για τον έλεγχο της συντήρησης των HVAC συστημάτων, της παρουσίας μούχλας ή υδραυλικών προβλημάτων, της διαχείρισης του αερισμού, της αποτύπωσης του ανθρώπινου δυναμικού και των λειτουργιών που επιτελούν, τις συνήθειές τους και τις μεθόδους καθαρισμού των χώρων που ακολουθούν. Επίσης, γίνεται επισκόπηση των



παραμέτρων σχεδιασμού του κτιρίου και ο έλεγχος της εφαρμογής της νομοθεσίας για τα πρότυπα ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος που έχουν υιοθετηθεί.

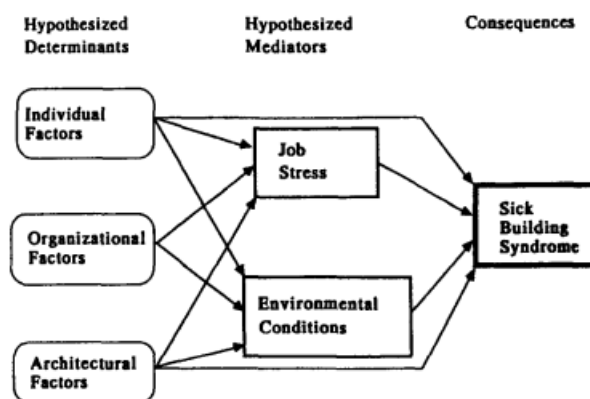
Σε δεύτερο στάδιο, γίνεται η διερεύνηση μέσω ερωτηματολογίων προς το προσωπικό για να καθοριστεί ο μέσος όρος των καταγραφόμενων συμπτωμάτων ανά εργαζόμενο και η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Η καταγραφή των απόψεων των εργαζομένων για το πόσο τους επηρεάζει το περιβάλλον τους και τα διοικητικά μέτρα που λαμβάνονται, εναρμονιζόμενα με την κείμενη νομοθεσία, είναι σημαντική. Η καταγραφή της χρονικής έκθεσης του κάθε εργαζόμενου σε πηγές κινδύνου για SBS σύνδρομο όπως οι οθόνες, τα φωτοτυπικά μηχανήματα, καθαριστικά και κάπνισμα είναι επίσης χρήσιμη.

Συνήθως, η μέτρηση των πιθανών ρυπαντικών ή μολυσματικών παραγόντων σε ένα χώρο του κτιρίου από μόνη της δεν είναι η ενδεδειγμένη προσέγγιση του προβλήματος γιατί οι μετρήσεις σπάνια δίνουν υψηλές τιμές υπέρβασης των ορίων, αποκαλύπτουν όμως την παρουσία στον αέρα πλήθους πτητικών ουσιών (συχνότερες φορμαλδεΐδη, τουλουόλιο) και δίνουν μία εικόνα της ποιότητας του αέρα στον χώρο. Η αίσθηση ξηρότητας στον αέρα για παράδειγμα μπορεί να αποδοθεί και σε αυξημένη θερμοκρασία περιβάλλοντος και ύπαρξη πολλών μικροσωματιδίων εκτός από τα χαμηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας. Σε συνδυασμό όμως με το προηγούμενο στάδιο μπορεί να τεκμηριώσει μια πιθανή συσχέτιση αιτίου και επίπτωσης ανάμεσα στην ποιότητα του περιβάλλοντος και τα συμπτώματα και να προσδιοριστούν τα διορθωτικά μέτρα που πρέπει να ληφθούν.

Σύμφωνα με πανεπιστήμιο στο Οντάριο του Καναδά (Joshi, 2008) η διερεύνηση του SBS συνδρόμου πρέπει να διεξάγεται σε πέντε στάδια :

1. επιθεώρηση του χώρου και καταγραφή πηγών ρύπανσης
2. διενέργεια μετρήσεων παραμέτρων θερμικής άνεσης όπως θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ροή αέρα
3. μέτρηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> ως δείκτη επαρκούς αερισμού
4. μέτρηση της συγκέντρωσης των CO, O<sub>3</sub>, φορμαλδεΐδη, μικροσωματίδια
5. έλεγχος του HVAC συστήματος για την ύπαρξη κατάλληλων φίλτρων, την συντήρησή του και την σωστή λειτουργία του και έλεγχος της πιθανής παρουσίας βιολογικών παραγόντων στο νερό του συστήματος.

Σύμφωνα με έρευνα σε 4.373 υπαλλήλους στο Ηνωμένο Βασίλειο (Hedge *et al.*, 1989), ένα ολοκληρωμένο μοντέλο διερεύνησης θα πρέπει να περιλαμβάνει ατομικές, οργανωτικές και αρχιτεκτονικές παραμέτρους ελέγχου κατά τον σχεδιασμό του (εικ. 23).



Εικόνα 23. Σχεδιασμός μοντέλου έρευνας SBS συνδρόμου (πηγή: Hedge et al., 1989)

Οι ατομικές αφορούν σε φύλο, ηλικία, χρόνια προϋπηρεσίας στη θέση, εργασιακό stress, παθητικό κάπνισμα και διάρκεια χρήσης οπτικών οθονών ημερησίως. Οι οργανωτικές αφορούν σε φύση της εργασίας, πλήθος συναδέλφων στο χώρο, εργονομικά θέματα και οι αρχιτεκτονικές αφορούν σε φωτισμό, αερισμό και υγραποίηση. Στη συγκεκριμένη μελέτη, φάνηκε τα πιο ευάλωτα κτίρια να είναι εκείνα με HVAC συστήματα που χρησιμοποιούν το νερό καθώς προκύπτουν θέματα συντήρησης και η κατάσταση εξομαλύνεται όταν υπάρχει και η δυνατότητα και φυσικού αερισμού με παράθυρα και εκείνα που γίνεται ύγρανση με ψεκασμό. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι εκείνοι οι εργαζόμενοι που δήλωναν περισσότερα περιβαλλοντικά προβλήματα ήταν εκείνοι που παραπονούνταν συχνότερα για SBS συμπτώματα και θεωρούσαν ότι βίωναν εργασιακό stress. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το SBS σύνδρομο είναι πολύπλοκο και πολυπαραγοντικό και ότι πρέπει να διερευνηθούν οι μακροχρόνιες επιπτώσεις του στους εργαζομένους.

Τα διορθωτικά μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα είναι: να αυξηθούν οι ρυθμοί ανανέωσης του αέρα ή να διοχετεύεται απευθείας στο εξωτερικό περιβάλλον εάν είναι πολύ επιβαρυσμένος,

- να συντηρηθεί το HVAC σύστημα και τα φίλτρα αέρα και να ελεγχθούν οι διαρροές,
- να αλλάξουν η επίπλωση, τα συνθετικά δάπεδα και ταπετσαρίες,

- να φυλάσσονται σε καλά αεριζόμενους, ξεχωριστούς χώρους διαλύτες, χρώματα, κόλλες, καθαριστικά, απολυμαντικά και εντομοκτόνα,
- να μην ηλεκτροδοτούνται συσκευές όταν βρίσκονται σε αδράνεια,
- να υιοθετηθούν προστατευτικά μέτρα για τον θόρυβο και να ενισχυθεί ο φυσικός φωτισμός όπου είναι εφικτό,
- να περιοριστεί το κάπνισμα μόνο σε συγκεκριμένους καλά αεριζόμενους χώρους,
- να ενημερωθεί και να εκπαιδευτεί το προσωπικό για τα θέματα ποιότητας του εσωτερικού χώρου.

Η πανδημία του Covid-19 έθεσε σε εγρήγορση όλους τους διεθνείς οργανισμούς (WHO, ASHRAE, REHVA) σε μία προσπάθεια πρόληψης της εξάπλωσής της, εκδίδοντας και επικαιροποιώντας κανονισμούς για την πρόληψη του κινδύνου σε επίπεδο αερισμού, καθαριότητας και περιβαλλοντικών παραμέτρων για μία σειρά κτιρίων όπως νοσοκομεία, σχολεία, μονάδες περίθαλψης ηλικιωμένων κ.α. Από το 2005 που ο WHO εστίασε σε 4 χημικούς ρυπαντές (όζον, μικροσωματίδια, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), φθάσαμε στο τέλος του 2020 όπου 124 από τα 195 κράτη θέσπισαν κανονισμούς για την ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων αναγνωρίζοντας το πρόβλημα. Οι κανονισμοί αυτοί πάντως ήταν διαφορετικοί για τον καθένα ανάλογα με τους στόχους τους. Η επιμένουσα όμως επίπτωση στην υγεία των ανθρώπων ώθησε τον WHO στην αναθεώρηση προς τα κάτω των οδηγιών για τα όρια συγκέντρωσης των PM<sub>2,5</sub> και PM<sub>10</sub>, καθώς πάνω σε αυτά προσκολλώνται βακτήρια και ιοί όπως ο Covid19 και εν συνεχεία διασπείρονται στο χώρο. Στο μέλλον, κρίνεται αναγκαίο πρότυπα ποιότητας του εσωτερικού αέρα των κτιρίων πρέπει να αναπτυχθούν και να υιοθετηθούν (Guanqiong *et al.*, 2022).

Οι οικονομικές επιπτώσεις του SBS δεν είναι ευκαταφρόνητες, καθώς στην Αγγλία το 1990 μία κοινοβουλευτική επιτροπή υπολόγισε ότι σε ένα κυβερνητικό κτίριο που εργάζονται 2500 άτομα, εάν κάθε άτομο απουσίαζε μία μέρα το χρόνο λόγω κάποιου SBS συμπτώματος και μία ώρα το μήνα παραπονιόταν για το περιβάλλον εργασίας του, αυτό κόστιζε στην κυβέρνηση £400,000 ανά έτος (Burge, 2004). Παρεμβάσεις για την βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα, όπως η χρήση βελτιωμένου συστήματος φιλτραρίσματος του με HEPA φίλτρα αυξάνει κατά 3,1% την παραγωγικότητα και μειώνει κατά 60% τις μέρες απουσιασμού για αυτό το λόγο.

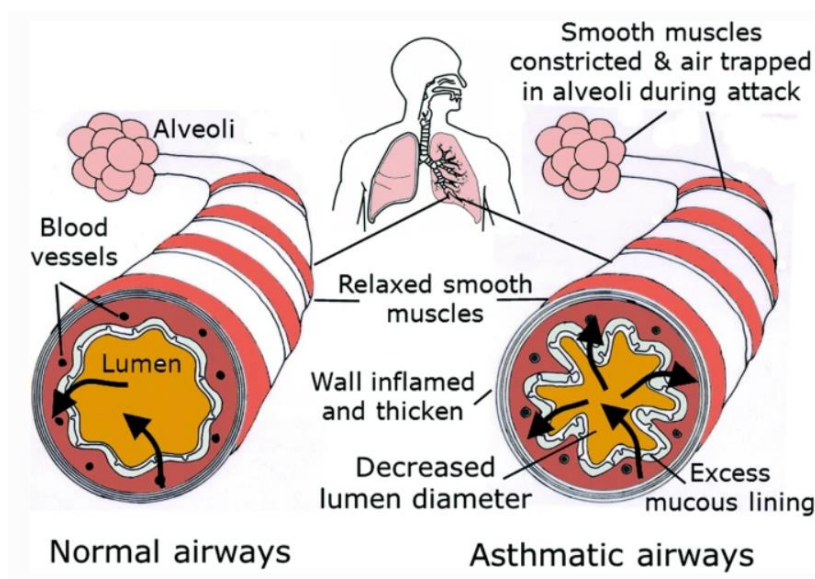
### 3.6. SBS και Ασθένειες σχετιζόμενες με τα κτίρια

Το SBS διαφοροποιείται και ετεροπροσδιορίζεται σε σχέση με κάποια ασθένεια σχετιζόμενη με το κτίριο (Building-Related Diseases- BRD) στο γεγονός ότι είναι ασαφής η αιτιολογία του συνδρόμου, ενώ στην δεύτερη περίπτωση το αίτιο πρόκλησης της ασθένειας είναι συγκεκριμένο και γνωστό. Ο όρος BRD (Cleveland Medicine, n.d.) αναφέρεται σε νοσήματα που οι μηχανισμοί πρόκλησής τους που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε:

- αλλεργικής ή ανοσολογικής αιτιολογίας
- λόγω μολύνσεων
- από εκθέσεις σε συγκεκριμένους χημικούς ρυπαντές

Δεν είναι απίθανο να συνυπάρχουν δύο ή περισσότεροι μηχανισμοί που δρουν συνεργικά στην εκδήλωση της ασθένειας, αφού μπορεί να υπάρχουν δύο ή περισσότερες πηγές μέσα στο ίδιο κτίριο. Τα συμπτώματα είναι περισσότερο αναγνωρίσιμα και μετρήσιμα, πιο ειδικά της νόσου και μεγαλύτερης βαρύτητας σε σχέση με εκείνα του SBS συνδρόμου. Παραδείγματα BDR ακολουθούν παρακάτω.

Το επαγγελματικό άσθμα, που αποδίδεται στην έκθεση του εργαζομένου σε χημικές ουσίες, βιολογικούς παράγοντες ή ρύπανση σε συνδυασμό με πρακτικές ακατάλληλου αερισμού του χώρου είναι ανοσολογικής αιτιολογίας και χαρακτηριστικό του είναι η παρατηρούμενη βελτίωση της υγείας με την απομάκρυνση της πηγής κινδύνου ή την απομάκρυνση από την εργασία (Lee KM, 2023). Βασικά χαρακτηριστικά του είναι η βλάβη στους αεραγωγούς (συνήθως πρόσκαιρη), η χρόνια φλεγμονή και η υπερδιέγερση από ερεθίσματα (εικ. 24). Στις ΗΠΑ, το 4,3% του συνολικού πληθυσμού υποφέρει από άσθμα και το 15% των περιπτώσεων αποδίδεται στο εργασιακό περιβάλλον, ενώ το κόστος για τα ασφαλιστικά ταμεία ξεπερνά τα \$ 4 δις (Seltzer, 1994). Υπαίτιοι παράγοντες μπορεί να είναι το κάπνισμα, τα μικροσωματίδια, αέριοι χημικοί ρυπαντές (VOCs, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), βακτήρια και ιοί. Η διάγνωση τίθεται με την ύπαρξη συρρίτσας αναπνοής, βρογχοσπασματος, βρογχίτιδας ή ψευδομεμβρανώδους λαρυγγίτιδας και την διενέργεια αναπνευστικών test (σπιρομέτρηση κατά την έξαρση) και έλεγχος της IgE ανοσοσφαιρίνης που στο 80% των ασθενών είναι υψηλή. Η θεραπεία αντιμετώπισης είναι η φαρμακευτική χορήγηση ανισταμινικών, αντιβρογχοσπασμωδικών και ανοσοθεραπείας.



Εικόνα 24. Απεικόνιση αεραγωγών υγιών και ασθματικών ατόμων (Nag, 2019)

Η πνευμονίτιδα υπερευαισθησίας οξεία ή χρόνια είναι αντίδραση σε ένα αλλεργιογόνο που βρίσκεται στο χώρο εργασίας συνήθως και απαντάται συχνότερα σε αγρότες, κτηνιατρικούς εργάτες ή εργαζόμενους σε βιομηχανίες αλεύρων, χημικές ή ηλεκτρονικές. Το αλλεργιογόνο μπορεί να είναι μύκητες σε υγραντήρες, κλιματιστικά συστήματα, μούχλα σε σανό, άχυρα. Τα συμπτώματα προσομοιάζουν με της γρίπης στην οξεία φάση αλλά σε χρόνια φάση μπορεί να είναι επίμονος βήχας, δύσπνοια, κόπωση και σε τελικό στάδιο να αναπτυχθεί κυστική ίνωση που είναι μόνιμη βλάβη στους πνεύμονες (American Lung Association, n.d.). Τα αντιγόνα που προκαλούν την νόσο είναι μύκητες ή τα σπόρια τους, πρωτόζωα βακτήρια και ενδοτοξίνες που προσκολλώνται σε μικροσωματίδια διαμέτρου 1-5 $\mu$ m και εισέρχονται στο κατώτερο τμήμα του αναπνευστικού συστήματος. Η διάγνωση γίνεται με κλινικά και εργαστηριακά ευρήματα. Η θεραπεία τέτοιων ασθενών είναι η απομάκρυνσή τους από το επικίνδυνο εργασιακό περιβάλλον.

Η νόσος των λεγεωνωριών, που διαγνώστηκε αρχικά σε Αμερικανούς στρατιώτες το 1976 που συνεδρίαζαν σε ένα ξενοδοχείο στην Φιλαδέλφεια των ΗΠΑ, οφείλεται στο βακτήριο Λεγιονέλλα και είναι μία εμπύρετη λοίμωξη που μοιάζει με γρίπη ή πνευμονία (WIKIPEDIA, n.d.). Το 16% των μολυνθέντων τότε κατέληξε., ενώ ετησίως διαγιγνώσκονται 50.00- 100.000 νέα κρούσματα. Η Λεγιονέλλα είναι ένα αερομεταφερόμενο βακτήριο που βρίσκεται σε μολυσμένα νερά σε ψυκτικούς

πύργους, νεφελοποιητές, υγραντήρες και συστήματα ψύξης και η διάγνωση τίθεται με την διαπίστωση μιας επιδημίας σε συνδυασμό με εργαστηριακά ευρήματα (ορολογικός έλεγχος και καλλιέργειες ανθρώπινων υγρών ή ιστών). Είναι συχνά νοσοκομειακό παθογόνο.

Ο μόλυβδος που υπήρχε σε χρώματα, σωληνώσεις, πλαστικά και προκαλεί την μολυβδίαση, και ο αμίαντος που προκαλεί καρκινογένεση είναι πλέον αναγνωρισμένες επαγγελματικές ασθένειες που αφορούν σε βιομηχανικά περιβάλλοντα.

## Κεφάλαιο 4. Ποιότητα αέρα στα νοσοκομεία

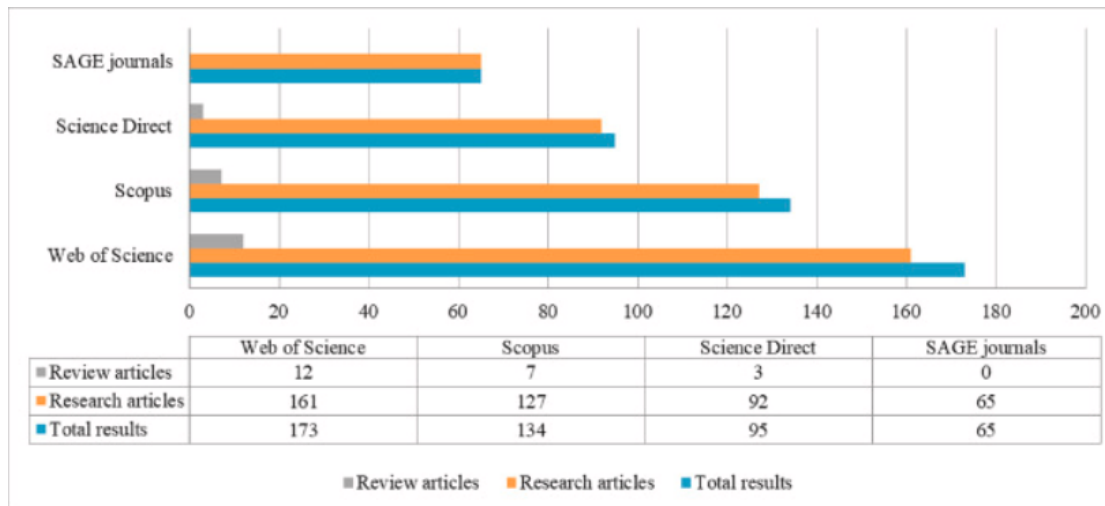
Η αποδεκτή ποιότητα του αέρα σύμφωνα με το πρότυπο 62.1 της ASHRAE ορίζεται ότι συμβαίνει όταν «ο αέρας του χώρου δεν περιέχει γνωστούς ρύπους σε επιβλαβείς για την υγεία συγκεντρώσεις όπως αυτές ορίζονται από επίσημους αρμόδιους φορείς, ενώ ταυτόχρονα η πλειοψηφία (άνω του 80%) των ατόμων που βρίσκονται εντός του χώρου δεν εκφράζουν δυσαρέσκεια για τον αέρα που αναπνέουν» (IRIS PAHO, 2023). Τα νοσοκομεία διαθέτουν πολύπλοκες εγκαταστάσεις και συστήματα που απαιτούν ένα ελεγχόμενο περιβάλλον για την εύρυθμη λειτουργία τους επομένως ο έλεγχος της ποιότητας του αέρα θα πρέπει να διενεργείται:

- στην πηγή έκλυσης του ρυπογόνου ή μολυσματικού παράγοντα,
- στην οδό έκθεσης από την πηγή έως τον άνθρωπο σύμφωνα με τις παρατηρούμενες ροές αέρα εντός του χώρου,
- στο HVAC σύστημα που ενισχύει τις προαναφερθείσες ροές και τέλος
- στο προσωπικό, σε επισκέπτες και ασθενείς όπου το κάθε άτομο έχει και διαφορετικό βαθμό έκθεσης.

### 4.1. Θερμική άνεση στα νοσοκομεία

Σε δομές παροχής υγείας όπως είναι τα νοσοκομεία είναι κρίσιμη η ανάγκη δημιουργίας και διατήρησης ενός άνετου περιβάλλοντος τόσο για τους ασθενείς, που αποτελούν μία ανομοιογενή ομάδα με διάφορα νοσήματα, αλλά με κοινό χαρακτηριστικό την ευαλωτότητα μικρού ή μεγάλου βαθμού, όσο και για τους εργαζομένους που εντέλλονται να αποδώσουν τα μέγιστα των δυνατοτήτων τους για την ανάρρωση των πρώτων. Τα νοσοκομεία υποδιαιρούνται σε διαφορετικούς λειτουργικούς τομείς, όπως τα χειρουργεία, οι μονάδες εντατικής περίθαλψης, τα εργαστηριακά τμήματα, ο διοικητικός τομέας, οι διάφορες κλινικές περίθαλψης. Οι προαπαιτήσεις του κάθε τομέα είναι διαφορετικές ως προς την θερμική άνεση και ο σχεδιασμός και η διαρρύθμιση των χώρων παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην θερμική άνεση (Feng *et al*, 2022).

Οι δημοσιεύσεις πάνω στο θέμα είναι πολλές, αυξανόμενες από το 2012 και μετά και αντανακλούν το αυξημένο ενδιαφέρον για το θέμα ιδιαίτερα σε χώρες όπως η UK, η Ιταλία και η Κίνα (εικ. 25).



Εικόνα 25. Βιβλιογραφική ανασκόπηση για την θερμική άνεση σε νοσοκομεία (πηγή: Feng *et al.*, 2022)

Σύμφωνα με έρευνες πάνω στο θέμα, παρατηρούνται διαφορές αντίληψης της θερμικής άνεσης ανάμεσα σε ασθενείς, επισκέπτες και εργαζομένους στον ίδιο χώρο. Οι πρώτοι επιθυμούν υψηλότερες θερμοκρασίες στους χώρους ανάρρωσης με προτιμητέο εύρος 22,5-24,5<sup>0</sup>C σε έρευνα στην Ιταλία (Zaniboni *et al.*, 2020), δηλώνοντας υποθερμία που μπορεί να δικαιολογηθεί από μετεγχειρητικές καταστάσεις όπως οι αιμορραγίες, από μικρότερους μεταβολικούς ρυθμούς, ή από παθολογικές καταστάσεις που οδηγούν στην μείωση του αιματοκρίτη τους, ενώ οι εργαζόμενοι επιθυμούν χαμηλότερες θερμοκρασίες στους χώρους εργασίας τους, που μπορεί να δικαιολογηθεί από αυξημένη φυσική δραστηριότητα, από τον τύπο του ρουχισμού τους, ή από τον συνωστισμό σε ένα χώρο, διαφορές που εντείνονταν κατά τους χειμερινούς μήνες. Διαφορές παρατηρούνται στο επίπεδο θερμικής ικανοποίησης τόσο σε διαφορετικά τμήματα του ίδιου νοσοκομείου, με τις νοσηλεύτριες να θεωρούν «ελαφρώς ζεστό» τον χώρο εργασίας και τους διοικητικούς υπαλλήλους να τον θεωρούν ικανοποιητικό, όσο και σε διαφορετικά σημεία μέσα στον ίδιο χώρο ενός τμήματος, με τις νοσηλεύτριες να έχουν την αίσθηση του κρύου όταν εργάζονται κάτω από τον κλιματισμό, ενώ δεν δηλώνουν την ίδια αίσθηση για άλλα σημεία του χώρου, όπου δεν υπάρχει μεταφορά αέρα. Παράμετροι που επηρεάζουν την θερμική αίσθηση σε ένα χώρο είναι η σχετική υγρασία, το σύστημα αερισμού και ο φωτισμός. Ο θόρυβος είναι μία σημαντική παράμετρος στην εκτίμηση της ποιότητας του περιβάλλοντος ενός νοσοκομείου, αλλά δεν επηρεάζει την θερμική άνεση.

Τα νοσοκομεία καταναλώνουν το 43% της ενέργειας για την θέρμανσή τους και οι στρατηγικές για την εξοικονόμηση ενέργειας θα πρέπει να ξεκινούν από το σχεδιασμό, την κατασκευή και



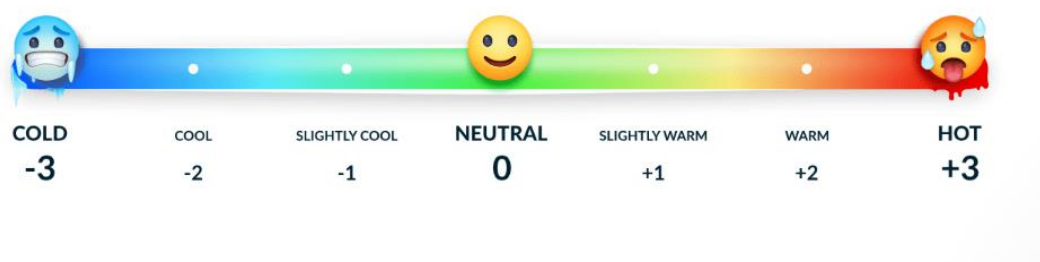
με μελέτη των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής και να συνεχίζονται με την αναβάθμιση των υπαρχόντων συστημάτων HVAC, με την χρήση αλγορίθμων και IoT για μια πιο ενδεδειγμένη διερεύνηση της θερμικής ικανοποίησης και την υιοθέτηση καινοτόμων πιο προσωποποιημένων λύσεων σε μικροπεριβάλλοντα του νοσοκομείου.

## 4.2. Η σχετική υγρασία στα νοσοκομεία

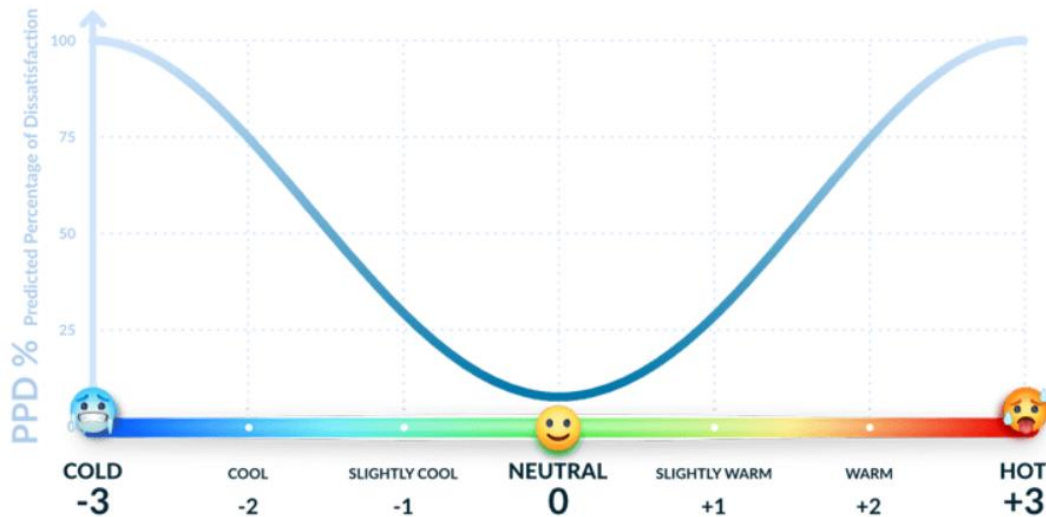
Οι πρώτες μελέτες διερεύνησης της θερμικής ικανοποίησης σε χώρους εργασίας υιοθετούσαν δυο δείκτες που δημιούργησε ο Poul Ole Fanger (Δανός καθηγητής μηχανικής περιβάλλοντος 1934-2006):

A) τον δείκτη *προσδοκώμενη μέση ψήφος* (predicted mean vote-PMV), όπου κατέτασσε την αίσθηση που αποκόμιζαν οι εργαζόμενοι σε 7 βαθμίδες (Guenther, 2023), λαμβάνοντας υπόψη μόνο τις παραμέτρους θερμοκρασία δέρματος και εφίδρωση (εικ. 26) και

B) τον δείκτη *προσδοκώμενο ποσοστό δυσαρεστημένων* (predicted percentage of dissatisfied-PPD), που εκφράζει την εκατοστιαία αναλογία των δυσφορούντων εργαζομένων σε ένα χώρο εργασίας. Ο τελευταίος, σύμφωνα με το PMV/PPD μοντέλο, δεν θα έπρεπε να ξεπερνά το 20% για τους εργαζομένους σε ένα χώρο (εικ. 27)



Εικόνα 26. Διαβάθμιση του PMV δείκτη (πηγή: Guenther, 2023)



Εικόνα 27. Σχέση PMV και PPD σε χώρους εργασίας (πηγή: Guenther, 2023)

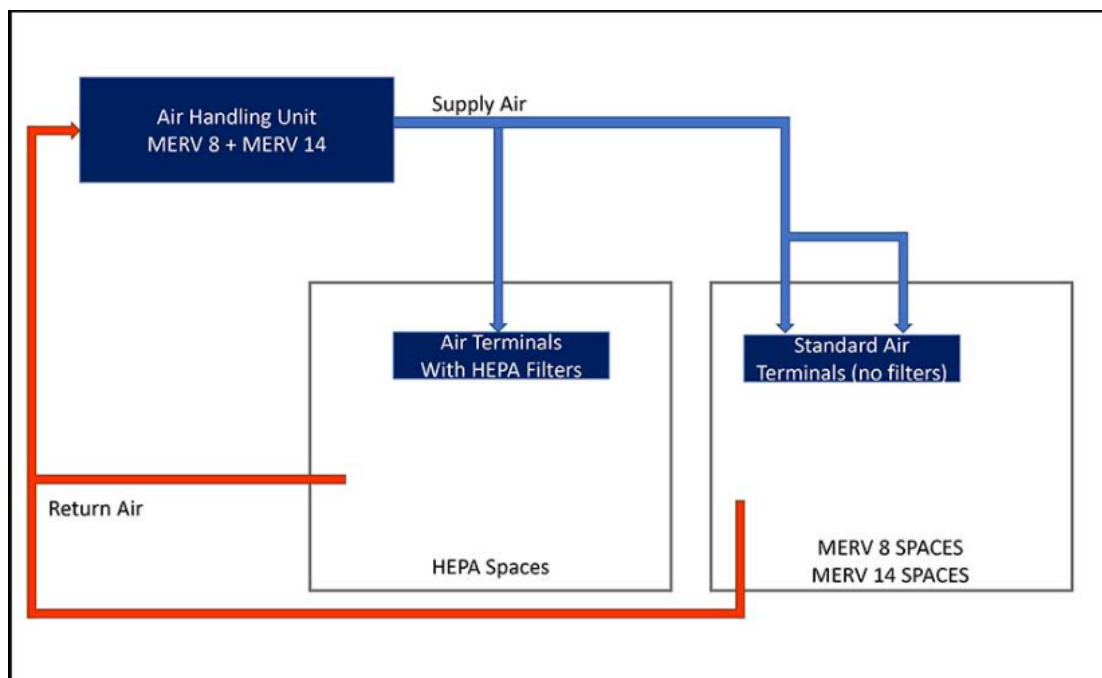
Οι δείκτες αυτοί βοήθησαν στον καθορισμό ορίων της θερμικής άνεσης, αλλά με την πάροδο του χρόνου οι ερευνητές εξέλιξαν αυτό το μοντέλο λαμβάνοντας υπόψη και άλλες παραμέτρους που επηρεάζουν την θερμική άνεση, όπως είναι οι εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες, η μεταβολή της συμπεριφοράς των εργαζομένων στις εσωτερικές συνθήκες (πχ. άνοιγμα παραθύρων, χρήση τεχνητού αερισμού) και η σχετική υγρασία που έχει ένα μετρήσιμο αντίκτυπο στην υγεία τους.

Διεθνή standards σαν τα ASHRAE 55, EN 16798, ISO 7730 έχουν υιοθετηθεί από πολλές χώρες για την κατασκευή κτιρίων που να ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένα επιτρεπτά όρια υγρασίας σε κτίρια με φυσικό ή τεχνητό αερισμό ή συνδυασμό τους. Γενικά, έχει παρατηρηθεί ότι η ικανοποίηση των εργαζομένων αυξάνεται σε λιγότερο υγρά περιβάλλοντα (Amaripadath *et al*, 2023). Οι αποκλίσεις στην αίσθηση θερμικής άνεσης σε ένα χώρο με μικρή ή μεγάλη συγκέντρωση υγρασίας για την ίδια θερμοκρασία μπορεί να υπερβαίνουν τους 4°C.

Τα νοσοκομεία παρουσιάζουν πολυπλοκότητα ως προς τις απαιτήσεις σχετικής υγρασίας ανάλογα με το τμήμα τους, με περιπτώσεις πιο αυστηρών ορίων και αποδεκτής διακύμανσης της σχετικής υγρασίας. Έτσι, σε μονάδες περίθαλψης εγκαυματιών ή σε κλινικές ασθενών με COPD, η υψηλή RH φαίνεται να δρα ευεργετικά, ενώ παρατηρήθηκαν αυξημένα περιστατικά μολύνσεων σε ογκολογικούς και μετεγχειρητικούς ασθενείς όταν η RH ήταν χαμηλότερη από 40%. Η χαμηλή RH δυσκολεύει και το σωστό καθαρισμό σε ένα χώρο (Ashrae.org, n.d.).

### 4.3. Συστήματα HVAC στα νοσοκομεία

Τα νοσοκομεία αποτελούν πολύπλοκες ως προς την λειτουργικότητα και τις απαιτήσεις τους κτιριακές δομές, που οφείλουν να εξασφαλίζουν και να προάγουν την υγιεινή, την ασφάλεια και την ευεξία των ασθενών, των εργαζομένων και των επισκεπτών σε αυτά. Είναι μονάδες με μεγάλο αριθμό ξεχωριστών ή συγκοινωνούντων χώρων (ακόμη και κτιρίων), όπου επιτελούνται διαφορετικής φύσεως εργασίες και όπου αλλού επιβάλλεται ο αέρας να είναι άσηπτος (χειρουργεία, μονάδες εγκαυμάτων, μεταμοσχεύσεων), αλλού ο αέρας να απομακρύνεται άμεσα στο εξωτερικό περιβάλλον και αλλού μπορεί να υφίστανται ανακύκλωση και φιλτράρισμα. Από το 2010 έχει αναπτυχθεί και διαρκώς ανανεώνεται το μοντέλο ποιότητας Ansi/ASHRAE/ASHE/Standard 170 για τις νοσοκομειακές υποδομές (Ionel, 2023) που ορίζει τις προαπαιτήσεις σχεδιασμού των HVAC σε αυτές. Το φιλτράρισμα του αέρα γίνεται σε δύο αρχικά στάδια, με προ φιλτράρισμα με MERV-8, που απομακρύνει αποτελεσματικά το 70-85% των μικροσωματιδίων μεγέθους 3-10 μm και δεύτερο με MERV-14 που απομακρύνει τα μικροσωματίδια μεγέθους 0,3-1 μm. Σε ευαίσθητους χώρους ακολουθεί τρίτο στάδιο φιλτραρίσματος με HEPA φίλτρα που απομακρύνει το 99,97% των μικροσωματιδίων 0,3μm. (εικ. 28).



Εικόνα 28. Σχεδιασμός HVAC σε νοσοκομεία (πηγή: Ionel, 2023)

Στον πίνακα 8 αναφέρονται οι απαιτήσεις ASHRAE Standard170 για διάφορους νοσοκομειακούς χώρους και οι απαιτούμενες ελάχιστες αλλαγές του αέρα σε ημερήσια βάση.

Πίνακας 8. Απαιτήσεις ASHRAE Standard 170 σε χώρους του νοσοκομείου (πηγή: SPAEDER, 2021)

Τύπος δωματίου	Σχέση Πίεσης σε Παρακαείμενες Περιοχές	Ελάχιστες συνολικές αλλαγές αέρα ανά ώρα	Όλος ο αέρας του δωματίου εξαντλείται ακριβώς έξω;	Ελάχιστη απόδοση φίλτρου
Αίθουσα απομόνωσης αερομεταφερόμενων λοιμώξεων	Αρνητικός	12	Ναί	MERV-14
Χώρος αναμονής δωματίου έκτακτης ανάγκης	Αρνητικός	12	Ναί	MERV-8
Δωμάτιο ματιών λείζερ	Θετικός	15	Καμία απαίτηση	MERV-14
Χειρουργείο	Θετικός	20	Καμία απαίτηση	MERV-16
Αίθουσα γενικών εξετάσεων	Καμία απαίτηση	4	Καμία απαίτηση	MERV-8

Η αρνητική πίεση αέρα σε ένα χώρο χρησιμοποιείται ως μέθοδος ελέγχου των λοιμώξεων, όπου βασικός στόχος είναι να μην μεταδίδεται μολυσματική ασθένεια από τον χώρο αυτό σε παρακαείμενους, κάθε φορά που ανοίγουν οι πόρτες του. Έτσι, ενώ ο αέρας εισέρχεται στο εν λόγω χώρο λόγω μικρότερης πίεσης, παγιδεύεται, ρέει και εξέρχεται μόνο από συγκεκριμένη δίοδο.

Η θετική πίεση σε ένα χώρο αναγκάζει τον καθαρό αέρα να εισέλθει και να περάσει μόνο μία φορά πάνω από τον ασθενή, να εξέλθει από το χώρο χωρίς να επανακυκλοφορήσει μέσα σε αυτόν και μαζί με αυτόν τα δυνητικά παθογόνα μικρόβια που δεν εισέρχονται ξανά εντός του χώρου (airinnovations.com, n.d.)

Η φιλοσοφία είναι ότι ο αέρας πρέπει να ρέει από τον καθαρότερο προς τον λιγότερο καθαρό χώρο, η διαφορά πίεσης ανάμεσα στους χώρους πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,5 Pa, οι πόρτες και τα ανοίγματα να είναι σφραγισμένα.

#### 4.4. Μικροβιακό φορτίο στα νοσοκομεία

Οι αερομεταφερόμενοι μικροοργανισμοί σε ένα ευαίσθητο περιβάλλον όπως ένα τριτοβάθμιο μεγάλο νοσοκομείο αποτελούν ένα πιθανό αίτιο πρόκλησης ενδονοσοκομειακών λοιμώξεων, καθώς οι ασθενείς αποτελούν εξ ορισμού μία ευαίσθητη και ευπαθή ομάδα ως προς τις λοιμώξεις. Επιπλέον, από απομονώσεις σε καλλιέργειες δειγμάτων ασθενών έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη γονιδίων σε στελέχη μικροβίων που τα καθιστά ανθεκτικά σε θεραπείες με αντιβιοτικά. Τα βιοαερολύματα αντιστοιχούν στο 5-34% του συνόλου της ρύπανσης που υπάρχει σε εσωτερικούς χώρους (Abdolmajid G. *et al.*, 2016). Από το σύνολο των διαφόρων ειδών μικροβίων που έχουν απομονωθεί σε βιοαερολύματα ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν εκείνα που είναι παθογόνα για τον άνθρωπο όπως ο *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), το *Clostridium difficile*, gram αρνητικοί βακτήρια όπως η *Bordetella pertussis*, οι μύκητες *Penicillium*, *Cladosporium* και *Alternaria spp*, η οικογένεια των *Aspergillus* και οι ιοί της γρίπης.

Η μετάδοση μίας λοίμωξης σε νοσοκομειακά περιβάλλοντα μπορεί να γίνει με κάποια από τις ακόλουθες οδούς έκθεσης ή με συνδυασμό τους:

- με άμεση επαφή με μολυσμένο άτομο,
- με την κατάποση μολυσμένης τροφής/νερού,
- με την εισπνοή σταγονιδίων, που είναι και η πιο συνηθισμένη οδός μετάδοσης.

Για την αποφυγή εμφάνισης ενδημικών κρουσμάτων λοίμωξης συστήνεται ο αέρας στους χώρους ενός νοσοκομείου να διοχετεύεται με μηχανικό σύστημα αερισμού, να υπάρχει η δυνατότητα αύξησης του αερισμού και εφαρμογής διαφορετικής πίεσης ανάμεσα σε γειτονικούς χώρους (θετική ή αρνητική), ο περιορισμός της ανθρώπινης παρουσίας και ο σχολαστικός καθαρισμός.

Σε βιβλιογραφική ανασκόπηση διερεύνησης της σύστασης των βιοαερολυμάτων σε νοσοκομειακά περιβάλλοντα και της επάρκειας των HVAC συστημάτων σε αυτά (Stockwell R. *et al.*, 2019) διαπιστώθηκε ότι παρόλο που η σύσταση αυτή δεν διέφερε από χώρο σε χώρο υπήρχαν διαφορές ως προς την συγκέντρωση των βιοαερολυμάτων. Σε θαλάμους ασθενών με αυξημένο αριθμό κλινών υπήρχαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις βακτηριών και μυκήτων σε σχέση με άλλους χώρους πχ, γραφεία ή κλειστές μονάδες, ενώ αντίθετα μικρότερες συγκεντρώσεις εντοπιζόνταν σε χώρους που το HVAC σύστημα ήταν ενισχυμένο με πρόσθετα μέτρα όπως απομόνωση, αυξημένος αερισμός ή χρήση φίλτρων HEPA.

## 4.5. Ασπέργιλλος

Οι ασπέργιλλοι είναι ευκαιριακά παθογόνοι μύκητες ευρέως διαδεδομένοι στη φύση, που ευδοκούν σε υγρό περιβάλλον στο έδαφος, σε αποσυντιθέμενα λαχανικά και φυτά. Στην πλειονότητά τους δεν προκαλούν νόσο σε άνθρωπο και ζώα, καθώς καθημερινά εισπνέουμε σπόρια τους χωρίς να αρρωστήσουμε. Ανήκουν στους νηματοειδείς μύκητες, ή αλλιώς υφομύκητες και σχηματίζουν κυλινδρικούς σχηματισμούς που αναπτύσσονται με διακλαδώσεις προς όλες τις κατευθύνσεις, ενώ κατά τη φάση της αναπαραγωγής τους σχηματίζουν σπόρια που ονομάζονται κονίδια. Έχουν την ικανότητα να ζουν σαπροφυτικά μέσα σε ένα ξενιστή (άνθρωπος) και να επιβιώνουν προκαλώντας βλάβες στον ξενιστή. Επιβιώνουν άριστα σε δυσμενή περιβάλλοντα με θερμοκρασίες 50 °C και άνω και με χρήση υπερϊώδους ακτινοβολίας. Βρίσκονται σε εξωτερικά και εσωτερικά περιβάλλοντα με υγρασία, στο νερό και τον αέρα (Sarvatin, 2023).

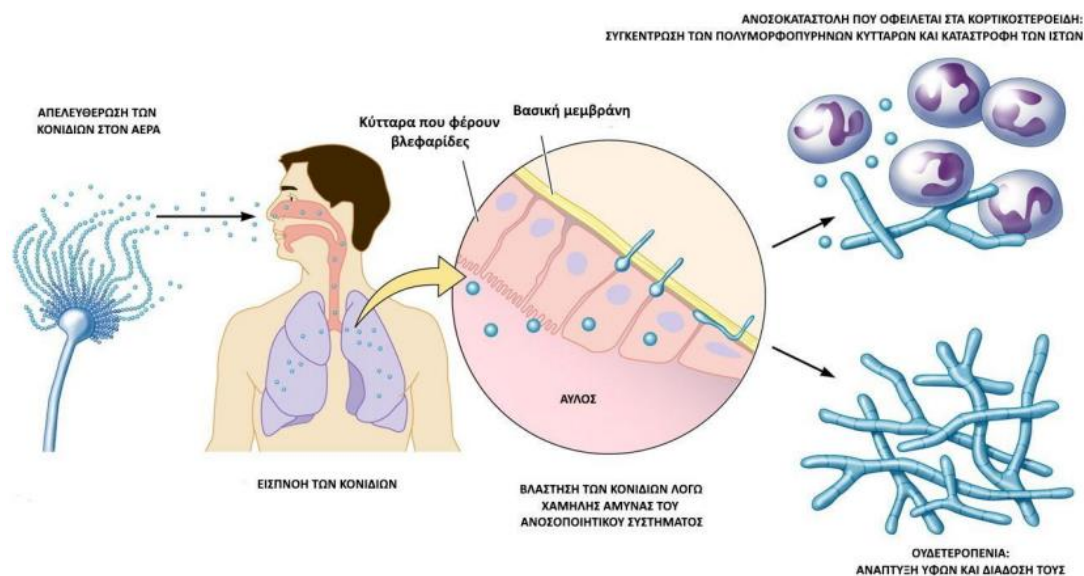
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον άνθρωπο έχει το είδος *Aspergillus fumigatus*, που σε ποσοστό 80% και δευτερευόντως ο *Aspergillus flavus*, προκαλεί μολύνσεις στον άνθρωπο με προεξάρχουσα μια σοβαρή νόσο την διεισδυτική ασπεργίλλωση σε αιματολογικούς ή γενικότερα ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς μέσα σε νοσοκομεία με ποσοστό θνητότητας που κυμαίνεται από 50% έως 90%, εάν δεν αντιμετωπιστεί εγκαίρως. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται η παρουσία του και σε μονάδες ΜΕΘ και σε κλινικές με ουδετεροπενικούς ασθενείς που λαμβάνουν δια βίου ανοσοκατασταλτικά φάρμακα. Σε πολλές χώρες έχει παρατηρηθεί η αντοχή στις αζόλες, που είναι έως σήμερα τα αντιμυκητιασικά φάρμακα εκλογής για τον ασπέργιλλο (Loeffert *et al.*, 2017). Η εμφάνιση μυκητιασικής λοίμωξης σε ασθενείς υψηλού κινδύνου στα νοσοκομεία είναι πολυπαραγοντική και εξαρτάται από:

- τον μυκητιακό φόρτο του αέρα υπό την μορφή κονιδίων,
- τα επίπεδα κυτταρικής ανοσίας ενός εκάστου ασθενούς,
- από το πλήθος των ασθενών στο θάλαμο,
- από την δυνατότητα ή μη παροχής αέρα υψηλής καθαρότητας με τη χρήση φίλτρων HEPA και την πυκνότητά του,
- την εξασφάλιση ή μη θετικής πίεσης αέρα στο χώρο.

Τα κονίδια είναι μικρού μεγέθους ~1-2 μm συμμετρικά, σφαιρικά σωματίδια, που σχηματίζονται πάνω σε κονιδοφόρους, μπορούν εύκολα να αποσπαστούν από αυτούς και να γίνουν αερομεταφερόμενα. Είναι ανθεκτικά σε θερμοκρασίες έως 80 °C και επιβιώνουν για χρόνια. Δεν

έχουν δική τους κινητική ικανότητα αλλά μπορούν να ίπτανται για μεγάλο διάστημα λόγω του μικρού τους βάρους και των ρευμάτων του αέρα που υπάρχουν στο χώρο. Η παρουσία υδρόφοβων ομάδων εξωτερικά της σφαίρας τους τα βοηθά να παραμένουν στον αέρα γιατί δεν συνενώνονται με σταγονίδια που υπάρχουν στο χώρο. Τα κονίδια του *Aspergillus fumigatus* έχουν την μικρότερη ταχύτητα επικάθισης συγκρινόμενα με άλλα σπόρια 0,03 cm/sec και όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ρεύματος του αέρα, τόσο μειώνονται οι πιθανότητες εισόδου και ενσφήνωσης στους βλεννογόνους.

Η κύρια οδός είναι η εισπνοή των κονιδίων του μύκητα που διέρχονται με ευκολία το κροσσωτό επιθήλιο της ανώτερης αναπνευστικής οδού και φθάνουν έως το βρογχικό δέντρο, όπου και προσπαθούν να προσκολληθούν στα τοιχώματα του πνευμονικού επιθηλίου με τη βοήθεια πρωτεάσης πάνω στο κυτταρικό τους τοίχωμα που λύει το επιθήλιο (εικ. 29). Εκεί σε υγιείς οργανισμούς φαγοκυτταρώνονται από μακροφάγα και καταστρέφονται με τη βοήθεια των λεμφοκυττάρων προτού εκβλαστήσουν ως υφές, ή ενεργοποιείται το συμπλήρωμα για να αντιμετωπίσει σε δεύτερο στάδιο τις υφές. Στελέχη του *Aspergillus fumigatus* παράγουν τοξίνες και ένζυμα όπως η γλοιιοτοξίνη και η καταλάση που διευκολύνουν την μηχανική προσκόλληση και επιφέρουν βλάβες στην ανοσολογική απόκριση του ατόμου (Καμπούρης *et al.*, 2001). Το άτομο εμφανίζει πυρετό, βήχα, θωρακικό άλγος και δύσπνοια και δεν ανταποκρίνεται στη συνήθη θεραπεία. Ο μύκητας μέσω της κυκλοφορίας μπορεί να μεταφερθεί σε εγκέφαλο, καρδιά νεφρούς και δέρμα που είναι δείκτης βαριάς πρόγνωσης.



Εικόνα 29. Είσοδος και βλάστηση των κονιδίων στο πνευμονικό επιθήλιο (πηγή: Dagenais *et al.*, 2009)



Άλλες βλάβες που παρατηρούνται από ασπεργίλλους (CDC, 2021) είναι:

- αλλεργική ιγμορίτιδα με απόφραξη στα ιγμόρεια και αλλεργική παραρρινκολπίτιδα με καταρροή, πονοκέφαλο,
- αλλεργική βρογχοπνευμονική ασπεργίλλωση (ABPA) με φλεγμονή στους πνεύμονες, βήχα, συριγμό, καφεόχρα πτύελα, συνήθης σε ασθματικούς ή με ινοκυστική νόσο ασθενείς
- δερματική ασπεργίλλωση λόγω λύσης του δέρματος μετά από χειρουργική επέμβαση ή έγκαυμα
- χρόνια πνευμονική ασπεργίλλωση, με παρουσία ή μη ασπεργιλώματος με συμπτώματα όπως απώλεια βάρους, χρόνιος βήχας, κόπωση και αιμόπτυση στο 50-80% των προσβεβλημένων ατόμων. Το ασπεργίλλωμα (εικ. 30) δημιουργείται όταν υπάρχει καταστροφή του πνευμονικού ιστού (πχ, λόγω φυματίωσης, κυστικής ίνωσης ή σαρκοείδωσης) και αναπτύσσεται στη κατεστραμμένη κοιλότητα. Είναι μία άμορφη μάζα που προσκολλάται στα τοιχώματα της κοιλότητας και αποτελείται από το μύκητα και τα κονιδιαία του, βλέννα και κατεστραμμένα κύτταρα που αποικίζουν την κοιλότητα ζώντας αδρανώς και σαπροφυτικά για μήνες ή και χρόνια (Chakraborty *et al.*, 2022).



Εικόνα 30. Ασπεργίλλωμα (πηγή: gr.dreamstime.com, n.d.)



Σε μονάδες υγειονομικής περίθαλψης κρούσματα μόλυνσης με ασπέργιλλο παρατηρούνται όταν:

- τα συστήματα εξαερισμού δεν λειτουργούν σωστά,
- τα φίλτρα αέρα δεν αντικαθίστανται συχνά,
- ανοίγουν παράθυρα,
- υπάρχει υγρασία σε ψευδοροφές, γυψοσανίδες, τοιχοποιία,
- υπάρχουν περιττώματα περιστεριών σε μπαλκόνια,
- στις κουζίνες δεν γίνεται σωστά η παρασκευή φαγητού,
- υπάρχουν καλλωπιστικά φυτά μέσα σε πτέρυγες
- υπάρχουν μοκέτες στο χώρο και γίνεται καθαρισμός με ηλεκτρική σκούπα που διασκορπίζει μικροσωματίδια και μικροοργανισμούς,
- πιθανή παρουσία σκόνης,
- γίνονται εργασίες ανακαίνισης, επισκευών, κατεδάφισης εντός ή κοντά στις μονάδες υγειονομικής περίθαλψης (CDC, 2017)

Τα φίλτρα HEPA είναι αποτελεσματικά σε ποσοστό 99,97% για την συγκράτηση σπορίων ασπεργίλλου και φιλτράρουν τον αέρα με ταχύτητα 300-800 ft<sup>3</sup>/min. Η διάρκεια ζωής τους μπορεί να επιμηκυνθεί εάν συνδυαστούν με προφίλτρο μιας χρήσης.

Οι συστάσεις για τον έλεγχο της ποιότητας αέρα σε υγειονομικές μονάδες συνοψίζονται σε:

- οι υπάρχουσες κατασκευές να πληρούν τα πρότυπα κατασκευής,
- να παρακολουθούνται τα HVAC συστήματα, να ελέγχονται τα φίλτρα τους για τυχόν διαρροές και να καθαρίζονται,
- να απομακρύνεται η παρατηρούμενη υγρασία,
- να ελέγχονται η είσοδος αέρα στο σύστημα και η οδός εξαγωγής του η απόστασή τους από το έδαφος (> από 3 ft) και η μεταξύ τους απόσταση (η δεύτερη να είναι ψηλότερα και μακρύτερα κατά 25 ft από την πρώτη),
- να απομακρύνονται φωλιές πτηνών κοντά στην είσοδο του αέρα στο σύστημα,
- να χρησιμοποιούνται φορητές μονάδες φίλτρων αέρα HEPA όταν υπάρχει υποψία κρουσμάτων,
- να σφραγίζονται τα παράθυρα και οι πόρτες των δωματίων να κλείνουν με αυτόματο μηχανισμό,

- να εφαρμόζεται σχέδιο έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση δυσλειτουργίας του HVAC συστήματος με προτεραιότητα σε κλινικές με ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς και απενεργοποίηση του συστήματος σε διοικητικούς ή άλλους μικρότερης σπουδαιότητας χώρους,
- να χρησιμοποιείται εγκεκριμένο αντιμυκητιασικό βιοκτόνο για καθαρισμό,
- οι ασθενείς να χρησιμοποιούν μάσκες υψηλής προστασίας KN 75 εάν είναι επιβεβλημένο να απομακρυνθούν από το δωμάτιό τους,
- σε περιπτώσεις εργασιών να δημιουργείται αρνητική πίεση αέρα στο χώρο εργασίας, να περιορίζεται με φραγμούς για περιορισμό της σκόνης, ή τέλος να απομακρύνονται οι ασθενείς. .

Η δειγματοληψία αέρα για την ανίχνευση αερολυμάτων αποτελούμενων από μικροσωματίδια και μικροοργανισμούς είναι ένα από τα μέτρα ελέγχου και αξιολόγησης των HVAC συστημάτων και της απόδοσης των φίλτρων HEPA, καθώς και των πρακτικών καθαρισμού που εφαρμόζονται στις κλινικές με ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς. Οι μετρήσεις θα πρέπει να συγκρίνονται με αντίστοιχες του εξωτερικού αέρα που θεωρητικά ορίζεται ως πιο «βρώμικος». Έως σήμερα δεν έχουν οριστεί πρότυπα που να συνδέουν το ανιχνεύσιμο πλήθος των σπορίων ενός μύκητα με ποσοστά πιθανότητας λοίμωξης από αυτόν, όμως αποδεκτά όρια θεωρούνται τα  $<0,1 \text{ cfu/m}^3$  για κλινικές με ανοσοκατεσταλμένους/αιματολογικούς ασθενείς και  $15 \text{ cfu/m}^3$  για τις υπόλοιπες.

Σε χώρους με φίλτρα HEPA θα πρέπει να συλλέγονται μεγάλοι όγκοι αέρα σε σύντομο χρονικό διάστημα για να αυξηθούν οι πιθανότητες ανίχνευσης μικρού αριθμού σπορίων και να υπολογίζεται η συμβολή της ανθρώπινης δραστηριότητας (περπάτημα, καθάρισμα, εργασίες κατασκευής) καθώς και η εποχιακή διακύμανση. Σε μελέτη κατά την εκσκαφή του χώρου έχουν μετρηθεί  $500 \text{ cfu/m}^3$  *Aspergillus fumigatus*, σε αντίστιξη με  $4 \text{ cfu/m}^3$  πριν τις εργασίες.

## **B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## Κεφάλαιο 5. Περιοχή μελέτης

Το υπό μελέτη νοσοκομείο αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα δημόσια θεραπευτήρια της χώρας και σύμφωνα με τον Οργανισμό του (ΦΕΚ Β' 3485/31,12,2012) είναι ΝΠΙΔ με συνολική δύναμη 943 κλινών, παρέχοντας «υπηρεσίες περίθαλψης υψηλού επιπέδου για κάθε πολίτη, με συνέπεια και υπευθυνότητα» ταυτόχρονα με την εφαρμογή προγραμμάτων επιστημονικής έρευνας, κατάρτισης και εκπαίδευσης γιατρών και άλλων λειτουργών της υγείας (<https://www.evangelismos-hosp.gr/>, χ.χ.).

Από το 1881 που θεμελιώθηκε συνεχώς αναπτύσσεται έως σήμερα, δημιουργώντας νέα κτίρια και πτέρυγες (εικ. 31):

- Στις 16 Απριλίου 1884 άρχισε να λειτουργεί με δύο κλινικές και 48 κλίνες. Αυτό το κτίριο τώρα αποτελεί το «παλαιό κτίριο» και στεγάζει διοικητικές υπηρεσίες και εξωτερικά ιατρεία διαφόρων κλινικών. Εκεί εντοπίζεται το γραφείο προσωπικού, που αποτελεί ένα από τα πεδία μελέτης (**location 5 - L5**).
- Στις 5 Απριλίου 1950 αποπερατώθηκε το «κτίριο ΑΧΕΠΑ», ονοματοδοσία που του προσδόθηκε προς τιμή των εξ Αμερικής ομογενών που συνεισέφεραν οικονομικά για το σκοπό με το ποσό 630,000 \$ εκείνη την εποχή. Στο κτίριο αυτό προστέθηκαν επιπλέον όροφοι το 1964 και είναι πλέον 11όροφο. Αυτό διαθέτει τις εξής περιοχές μελέτης αυτής της διπλωματικής εργασίας:
  - I. Μονάδα Μεταμόσχευσης Μυελού των Οστών (MMMO<sub>2</sub>) στον 10<sup>ο</sup> όροφο (**location 1 - L1**)
  - II. Αιματολογική κλινική στον 7<sup>ο</sup> όροφο (**location 2 - L2**)
  - III. Εργαστήριο Αιματολογικής κλινικής (**location 3 - L3**)
- Το Νοέμβριο του 2005 αποπερατώθηκε το νέο εξαώροφο κτίριο εργαστηρίων γνωστό ως «Γυάλινο Κτίριο» όπου εδράζεται το Βιοχημικό τμήμα του Βιοπαθολογικού Εργαστηρίου που αποτελεί το **location 4 - L4** της παρούσας έρευνας.

Το Νοσοκομείο διαθέτει ακόμα την «πτέρυγα Ιωάννου Διαμαντή Πατέρα» (θεμελίωση 18 Ιουλίου 1977) που είναι συνέχεια του κτιρίου Πατέρα και ενώνεται με αυτό σε όλους σχεδόν τους ορόφους και το κτίριο των Νέων Χειρουργείων (θεμελίωση 16 Σεπτεμβρίου 2014) δωρεά

της Εθνικής τράπεζας και αναπτύσσεται παραπλεύρως και άνωθεν του παλαιού κτιρίου και επικοινωνεί με αυτό. Τα δύο τελευταία κτίρια δεν έχουν συμπεριληφθεί στην έρευνα.



Εικόνα 31. Κτίρια του Νοσοκομείου (πηγή: <https://www.evangelismos-hosp.gr/>, χ.χ.)

Το **L1** πεδίο μελέτης εμβαδού  $30 \text{ m}^2$  αποτελεί τμήμα της ΜΜΜΟ<sub>2</sub> κλινικής (το υπόλοιπο αφορά σε δωμάτια ασθενών που διαχωρίζονται σαφώς και απομονώνονται από το υπόλοιπο τμήμα με πόρτα εισόδου που παραμένει κλειστή). Απαρτίζεται από τη νοσηλευτική στάση όπου γίνεται η προετοιμασία της νοσηλείας και το γραφείο των ιατρών που λειτουργεί και ως εξωτερικό ιατρείο όπου παρακολουθούνται και δίνονται οδηγίες σε ασθενείς και συγγενείς. Μικρός χώρος δίπλα στη νοσηλεία που λειτουργεί ως αποθηκευτικός και ξεκούρασης των νοσηλευτών χώρος και έτερος μικρός χώρος ως γραφείο της προϊσταμένης νοσηλεύτριας συνολικού εμβαδού  $12 \text{ m}^2$  χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη ως control room (**L1-0**) όπου δεν υπήρχε η ανθρώπινη δραστηριότητα κατά την διάρκεια των μετρήσεων. Η κλινική λειτουργεί σε 24ωρη βάση και το δυναμικό του προσωπικού ανέρχεται σε 5 ιατρούς αιματολόγους και 14 νοσηλευτές που εργάζονται σε κυκλικό ωράριο. Διαθέτει παράθυρα που διατηρούνται κλειστά κατά κανόνα και η πόρτα εισόδου παραμένει πάντα κλειστή και ανοίγει κατ' επίκληση. Διαθέτει κλιματιστική μονάδα θετικής πίεσης με ψυχρά και ζεστά νερά και απόλυτα φίλτρα HEPA 99%. Έξω από την κλινική υπάρχει χώρος αναμονής ασθενών και συγγενών εμβαδού περίπου  $30 \text{ m}^2$

που έχει μεγάλα παράθυρα που συνήθως είναι ανοικτά για τον αερισμό του χώρου και στη μελέτη ορίστηκε ως **L1-εξ.χ.** για την μελέτη για τον ασπέργιλλο. Ο χώρος αυτός επικοινωνεί με το υπόλοιπο κτίριο. Έξω από τα παράθυρα γίνονταν μετρήσεις των αέριων χημικών ρύπων στον αέρα και το εξωτερικό περιβάλλον ορίστηκε ως **Εξ. X-1**.

Το **L2** πεδίο μελέτης είναι τμήμα της αιματολογικής κλινικής, η οποία διαχωρίζεται σαφώς από το υπόλοιπο κτίριο με δύο πόρτες εισόδου εκατέρωθεν της ανάπτυξης της κλινικής που ανοίγουν κατ' επίκληση. Είναι ένα δκλινο δωμάτιο νοσηλείας αιματολογικών ασθενών εμβαδού 44 m<sup>2</sup> με παράθυρα και πόρτα που οδηγεί σε μπαλκόνι, τα οποία ήταν ανοικτά ή κλειστά ανάλογα με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων όλα τα κρεβάτια ήταν κατελιμμένα και υπήρχαν συνοδοί και επισκέπτες. Ως control room (**L2-0**) θεωρήθηκε κλειστός χώρος εμβαδού 12 m<sup>2</sup> που λειτουργεί ως αποθηκευτικός και δεν υπάρχει ανθρώπινη δραστηριότητα εντός του. Ως **L2-εξ.χ.** για την μελέτη για τον ασπέργιλλο ορίστηκε χώρος εμβαδού 20 m<sup>2</sup> αναμονής ασθενών-συγγενών έξω από την κλινική με παράθυρο που ανοίγει κατά το δοκούν, που αποτελεί ταυτόχρονα και διάδρομο επικοινωνίας με το υπόλοιπο κτίριο και **Εξ. X-2** ορίστηκε το έξω από το παράθυρο περιβάλλον όπου μετρήθηκαν οι αέριοι χημικοί ρύποι στον αέρα για το **L2** πεδίο μελέτης. Το προσωπικό που εργάζεται στο **L2** ανέρχεται σε 17 νοσηλεύτες που δουλεύουν σε κυκλικό ωράριο 24h/7d και 15 ιατρούς αιματολόγους που εφημερεύουν σε 24ωρη βάση βάσει προγράμματος, ενώ η κλινική διαθέτει εντός της και κουζίνα που καλύπτει τις ανάγκες σίτισης των ασθενών με ανάλογο προσωπικό.

Το **L3** πεδίο μελέτης είναι ένα εργαστήριο στον ίδιο όροφο και δίπλα από την αιματολογική κλινική με 5 άτομα προσωπικό (εργαστηριακοί υπάλληλοι και καθαριότητα). Είναι δίχωρο, εμβαδού 33 m<sup>2</sup> που λειτουργεί μόνο σε πρωινό πενθήμερο ωράριο και δέχεται για εξετάσεις εξωτερικούς ασθενείς. Διαθέτει 2 μπαλκονόπορτες που είναι συχνά ανοικτές. Στο **L3** πεδίο μελέτης δεν έχουν γίνει μετρήσεις απογευματινές ώρες για λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Το **Εξ. X-3** είναι ο χώρος στο μπαλκόνι του εργαστηρίου και το εργαστήριο δεν διαθέτει άλλους χώρους οπότε δεν μπορούσαμε να ορίσουμε **control room**.

Τα **L2** και **L3** πεδία δεν διαθέτουν φίλτρα HEPA αλλά fan coil οροφής με ψυχρό και ζεστό νερό.

Το **L4** πεδίο μελέτης βρίσκεται στον 3<sup>ο</sup> όροφο του κτιρίου εργαστηρίων συνολικού εμβαδού 590 m<sup>2</sup> και ορίζεται ως ο χώρος παραλαβής και επεξεργασίας δειγμάτων. Πρόκειται για ανοικτό χώρο εμβαδού 31 m<sup>2</sup>, με παράθυρα που μένουν κατά το πλείστον κλειστά, όπου και εντοπίζεται η μέγιστη ίσως ανθρώπινη δραστηριότητα του εργαστηρίου καθόλο το 24ωρο. Βρίσκεται σε άμεση επαφή χωρίς χωρίσματα με το διάδρομο του εργαστηρίου. Ως control room (**L4-0**)

ορίστηκε χώρος κλειστός, εμβαδού 20 m<sup>2</sup> παραπλεύρως του κυρίως εργαστηρίου που χρησιμοποιείται ως αποθηκευτικός και ιματισμού. Οι μετρήσεις αερίων χημικών ρύπων στον αέρα εξωτερικού περιβάλλοντος έγιναν έξω από τα παράθυρα του μεγάλου δωματίου όπου είναι τοποθετημένοι και λειτουργούν σε 24ωρη βάση ευμεγέθεις και αρκετοί βιοχημικοί αναλυτές που είναι πάντα ανοικτά και ορίστηκε στη μελέτη ως **Εξ. X-4**. Το βιοχημικό εργαστήριο διαθέτει 28 άτομα προσωπικό (ιατροί, βιοχημικοί, τεχνολόγοι, καθαριστές) και λειτουργεί σε 24h/7d βάση. Διαθέτει κασέτες οροφής νερού και κεντρική κλιματιστική μονάδα.

Το **L5** πεδίο μελέτης (γραφείο προσωπικού) βρίσκεται στον 3<sup>ο</sup> όροφο του παλαιότερου κτιρίου του νοσοκομείου. Είναι ένας χώρος εμβαδού 91 m<sup>2</sup> και ύψους 6 m, που χωρίζεται με πόρτα από το υπόλοιπο κτίριο, διαθέτει δε 4 μεγάλα παράθυρα εκ των οποίων τα 2 είναι λειτουργικά και ανοίγουν κατά περίπτωση. Στο χώρο υπάρχει πληθώρα Η/Υ και εκτυπωτών και μεγάλος όγκος χαρτικής ύλης πάνω στα γραφεία των διοικητικών υπαλλήλων που ανέρχονται 12 άτομα. Ο χώρος εκτός από την πρωινή πενθήμερη βάρδια λειτουργεί και σε απογευματινή πενθήμερη βάρδια λόγω αναγκών διεκπεραίωσης του υπερβολικού φόρτου εργασίας. Το L5 διαθέτει κλιματιστική ντουλάπα και κλιματιστικές μονάδες τύπου split units.

Ως control room (**L5-0**) ορίστηκε μικρός, κλειστός χώρος, εμβαδού 12 m<sup>2</sup> που οροθετείται από κλειστές πόρτες απέναντι από το L5 και αποτελεί προθάλαμο άλλου τμήματος. Ως **Εξ. X-4** ορίστηκε ο έξω από τα παράθυρα του διαδρόμου του κτιρίου αέρας για την μέτρηση των αερίων χημικών ρύπων.

Τέλος, το ίδιο το νοσοκομείο εδράζεται στο κέντρο της Αθήνας, γειτνιάζει με λεωφόρους με μεγάλη κυκλοφοριακή κίνηση σε όλο το 24ωρο και χαίρει μεγάλης επισκεψιμότητας καθημερινά.

## Κεφάλαιο 6. Μεθοδολογία- Τρόπος δειγματοληψίας

Για την μελέτη των αέριων χημικών ρύπων χρησιμοποιήθηκε ο φορητός μετρητής Aeroqual S 500 (εικ. 32).



Εικόνα 32. Aeroqual S500 (πηγή: JJS Technical Services, 2002)






Ο μετρητής αυτός διαθέτει την τεχνολογία κεφαλής αισθητήρα (εικ.33) με δυνατότητα εναλλαγής που προσαρμόζεται στη βάση του μετρητή, καθώς και οθόνη για την παρακολούθηση των αποτελεσμάτων (JJS Technical Services, 2002). Στη μελέτη της ποιότητας του αέρα προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα:

- είναι μικρού μεγέθους και φορητός,
- δίνει την δυνατότητα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο των ρύπων,
- ο χρήστης μπορεί να μετρήσει έως 30 ρύπους χρησιμοποιώντας την κατάλληλη κάθε φορά κεφαλή,



- η εναλλαγή των αισθητήρων γίνεται άμεσα και δεν απαιτείται κάθε φορά βαθμονόμηση,
- είναι κατάλληλος για μετρήσεις τόσο σε εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους,
- οι κεφαλές των αισθητήρων εσωκλείουν ένα ανεμιστήρα διαρκούς ή περιοδικής κατά περίπτωση λειτουργίας που δεσμεύει και αποδίδει στον αισθητήρα το προκαθορισμένο όγκο αέρα, εξασφαλίζοντας μετρήσεις υψηλής ακρίβειας,
- μπορεί να μετρήσει είτε αιωρούμενα σωματίδια (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>), είτε αέρια (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, VOCs, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, Cl<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>), είτε τέλος θερμοκρασία και υγρασία δίνοντας μία ολοκληρωμένη εικόνα της ποιότητας του εξεταζόμενου αέρα ή του βαθμού της περιβαλλοντικής ρύπανσης,
- το αποτέλεσμα δίνεται σε σύντομο χρόνο,
- η μπαταρία που διαθέτει επιτρέπει μία μεγάλη χρονική αυτονομία στις μετρήσεις,
- έχει τη δυνατότητα μεταφοράς των αποτελεσμάτων σε PC

Σε αυτή την έρευνα με τον Aeroqual S 500 μετρήθηκαν οι εξής ρύποι: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, VOCs, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> σε ppm, τα αιωρούμενα σωματίδια (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) σε µg/l, η θερμοκρασία (°C), η υγρασία (RH %) του κάθε χώρου και έγινε καταμέτρηση των ατόμων που ήταν παρόντα κατά τις μετρήσεις. Να σημειωθεί ότι ενώ πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> δεν κατέστη δυνατό να ληφθούν τιμές για αυτούς τους ρύπους ίσως λόγω όχι χαμηλής ευαισθησίας του οργάνου μέτρησης και επομένως δεν καταγράφονται στα αποτελέσματα.

Type	Description	Design
GSS	Our gas sensitive semiconductor (GSS) sensor uses proprietary sensing material, built in automatic baseline correction (ABC) and interference rejection. This combination results in ppb resolution and a highly linear response.	
GSE	Our gas sensitive electrochemical (GSE) sensors generate nano-amp currents proportional to the gas concentration. Aeroqual uses low noise electronics to capture these signals resulting in low detection levels.	
LPC	Our laser particle counter (LPC) for Particulate Matter (PM) measurements uses optimized signal processing using low noise electronics, we add algorithms to correct for interferences, e.g. humidity.	
NDIR	Our non-dispersive infrared (NDIR) sensor uses infra-red light, a narrow band-pass filter and photodiode to measure the intensity of light at the gas absorption band. The light intensity is proportional to the gas concentration.	
PID	Our photoionization detector (PID) sensor uses a krypton filled UV lamp to ionize VOC gas molecules and generate a current that is proportional to the VOC concentration. The PID sensor responds to a wide range of VOCs and is industry recognized.	

Εικόνα 33. Τύποι κεφαλών (πηγή: GAs-Sensing.com, 2012)

Η έρευνα διενεργήθηκε χρονικά εντός 3μήνου από το Δεκέμβριο του 2023 έως και τον Φεβρουάριο του 2024. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μέσα σε μία εβδομάδα για καθένα από τους προηγούμενους μήνες στις 5 προαναφερμένες περιοχές μελέτης πρωινές και απογευματινές ώρες (με εξαίρεση το L3 με μόνο πρωινές μετρήσεις) και συγκεκριμένα από 11-12-2023 έως 18-12-2023, από 8-1-2024 έως 15-1/2024 και από 1-2-2024 έως 8-2/2024. Οι χώροι επιλέχθηκαν με κριτήριο την αντιπροσωπευτικότητα της φύσης της εργασίας του κάθε τμήματος (διοικητική, νοσηλευτική/θεραπευτική, ή διαγνωστική μορφή εργασίας), και την ένταση της ανθρώπινης δραστηριότητας εντός τους. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν στο κέντρο του κάθε δωματίου μακριά από εμπόδια όπως έπιπλα, από εξόδους HVAC, παραθύρων ή άλλων κλιματιστικών μονάδων και μακριά από το ηλιακό φως. Γίνονταν δε στο ύψος της αναπνευστικής ζώνης των εργαζομένων του κάθε χώρου πχ, στα 110 cm για τους καθημερινούς υπαλλήλους, στα 150 cm για εργαζόμενους σε όρθια στάση.

Έγιναν 534 μετρήσεις για κάθε ένα από τους 6 αέριους χημικούς ρύπους (συνολικά 3204), 366 μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας των χώρων και 168 καταμετρήσεις του συνόλου της ανθρώπινης παρουσίας μέσα σε αυτούς τη χρονική στιγμή της μέτρησης κατά την προαναφερθείσα χρονική περίοδο (βλ. παράρτημα Α).

Για την μελέτη επιβάρυνσης βιολογικής αιτιολογίας, ως έναν από τους παράγοντες διαμόρφωσης της ποιότητας του αέρα εσωτερικών χώρων, προτιμήθηκε η διερεύνηση ενός παράγοντα του *A. Fumigatus* προς το σύνολο των μυκήτων που εντοπίστηκαν στο χώρο. Ως τμήμα των βιοαερολυμάτων, που με τη σειρά τους αποτελούν μέρος των αιωρούμενων μικροσωματιδίων κρίθηκε απαραίτητη και η μέτρηση της συγκέντρωσης των PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> των ίδιων χώρων στο ίδιο χρονικό διάστημα, καθώς και η καταγραφή των περιβαλλοντικών συνθηκών θερμοκρασία και υγρασία που επηρεάζουν τον σχηματισμό των βιοαερολυμάτων μυκήτων, βακτηρίων και ιών.

Η μελέτη περιορίστηκε στους L1 και L2 χώρους, καθώς η παρουσία μυκήτων σε χώρους όπου κινούνται αιματολογικοί, ανοσοκατεσταλμένοι ασθενείς ενέχει κινδύνους για την πορεία της υγείας τους, ενώ οι εργαζόμενοι που κατά παραδοχή είναι υγιείς δεν διατρέχουν τον ίδιο κίνδυνο. Διενεργήθηκε για 3 συνεχόμενες εβδομάδες από 9-1-2024 έως 7-2-2024, οπότε και ελήφθησαν δείγματα αέρα καθημερινά επί 2 φορές (πρωί και απόγευμα).

Χρησιμοποιήθηκε ο φορητός δειγματολήπτης βιολογικής πρόσκρουσης αέρα Microflow 90 της εταιρείας Aquaria (εικ. 34) (aquariasrl.com, 2015), όπου αέρας εισέρχεται μέσω διάτρητης κεφαλής 380 σπών με σταθερή ταχύτητα και συγκεκριμένο όγκο και προσκρούει σε τρυβλίο Petri διαμέτρου 90 mm που περιέχει εκλεκτικό θρεπτικό υλικό Sabouraud Gentamicin Chloramphenicol 2 agar (SGC 2) της εταιρείας Biomerieux, το οποίο είναι κατάλληλο για την καλλιέργεια, απομόνωση και ταυτοποίηση παθογόνων και μη παθογόνων μυκήτων και ταυτόχρονα αναστέλλει την ανάπτυξη ενός ευρέος φάσματος Gram θετικών και Gram αρνητικών βακτηρίων. Στη συνέχεια το τρυβλίο αφαιρούνταν από την συσκευή και ετίθετο σε επώαση. Η δειγματοληψία γινόταν στο κέντρο του δωματίου όσο το δυνατόν μακριά από ρεύματα αέρα HVAC ή άλλα εμπόδια πάλι στο ύψος της αναπνευστικής ζώνης.

Στη μελέτη έχουν χρησιμοποιηθεί δύο διάτρητες κεφαλές ξεχωριστά για τους δύο χώρους, οι οποίες αποστειρώνονταν στους 121°C για 18min πριν από κάθε δειγματοληψία με παράλληλη απολύμανση με διάλυμα αλκοόλης 70% της σπής εισόδου του αέρα του μηχανήματος, εξασφαλίζοντας την εξάλειψη πιθανότητας επιμόλυνσης από την μία μέτρηση στην άλλη.



Εικόνα 34. Microflow 90 (πηγή: <http://www.quest-tech.com.cn/desktopmodules/eshop/blob/microflow90-aquaria.pdf>)

Η ταχύτητα πρόσκρουσης του αέρα ορίστηκε σε 100 l/min, τέτοια ώστε να μην δημιουργεί ρεύματα αέρα στο χώρο. Στον L1 χώρο που θεωρήθηκε πιο «καθαρός» λόγω των φίλτρων HEPA που διαθέτει και την σχετική απομόνωση του χώρου, προσροφήθηκε όγκος αέρα 250 l για 2,5 min κάθε φορά, ενώ στον εξωτερικό από τον L1 χώρο, στον L2 και τον έξω από τον L2 προσροφήθηκε όγκος 100 l για 1 min. Σε κάθε δειγματοληψία συλλέγονταν 2 δείγματα, όπου το ένα τρυβλίο επωαζόταν στους 37°C για 2-4 μέρες και το άλλο παρέμενε σε θερμοκρασία δωματίου για 5-7 μέρες. Με το τέλος της επώασης γινόταν μακροσκοπικός έλεγχος, καταγραφή των αποικιών εκφρασμένες σε CFU/m<sup>3</sup> ανά λεπτό και μικροσκοπικός έλεγχος με lactophenol blue stain για καθορισμό του γένους των μυκήτων.

Συνολικά, έγιναν 336 δειγματοληψίες αέρα στους L1 και L2 χώρους και επιπλέον 672 μετρήσεις (από 168 για κάθε παράγοντα) της θερμοκρασίας, της υγρασίας, των αιωρούμενων σωματιδίων PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> στο προαναφερόμενο διάστημα (βλ. παράρτημα Β).

Τέλος, δόθηκε ερωτηματολόγιο (βλ. παράρτημα Γ) στους εργαζομένους των χώρων μελέτης για να αποτυπώσουν τους απόψεις τους για την ποιότητα του αέρα στο χώρο εργασίας τους υπό τον τίτλο «Ερωτηματολόγιο για την ποιότητα του αέρα σε χώρους εργασίας στο νοσοκομείο». Το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε στο Google forms όμως κατόπιν επιθυμίας των συμμετεχόντων διαμοιράστηκε σε έντυπη μορφή. Τηρήθηκε η απαίτηση προστασίας των προσωπικών δεδομένων και η ανωνυμία τους. Έχει έκταση 15 ερωτήσεων που έχουν κατηγοριοποιηθεί ως εξής:

- ερωτήσεις που αφορούν σε δημογραφικά στοιχεία (φύλο, ηλικία, βαθμίδα εκπαίδευσης, κάπνισμα),

- ερωτήσεις που αφορούν σε εργασιακές συνθήκες/συνήθειες (θέση εργασίας, χρόνος απασχόλησης, χώρος απασχόλησης, προϋπηρεσία, χρόνος χρήσης Η/Υ, χρήση απολυμαντικών/καθαριστικών),
- ερωτήσεις τύπου Linkert καταγραφής της συχνότητας εμφάνισης συμπτωμάτων κατά την διάρκεια απασχόλησή τους στην εργασία τους, ερωτήσεις καταγραφής των απόψεών τους για την ατμόσφαιρα που επικρατεί στο χώρο εργασίας, του βαθμού ικανοποίησής τους από τις επικρατούσες συνθήκες και ερωτήσεις που τους ζητείται να προτείνουν ή όχι και ποια μέτρα βελτίωσης της ποιότητας του αέρα στο χώρο εργασίας τους.

Η εθελοντική συμμετοχή των εργαζομένων στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου υπήρξε υψηλή καθώς απάντησαν οι 80 από τους συνολικά 99 εργαζομένους στους συγκεκριμένους χώρους μελέτης (ποσοστό 81%).

Ακολούθησε καταγραφή των αποτελεσμάτων σε φύλλα Excel και στη συνέχεια τα δεδομένα αναλύθηκαν και μετρήθηκαν με στατιστική ανάλυση των μετρήσεων με το IBM SPSS version 29.0.2.0 (2 0) πακέτο που χορηγήθηκε από τις ηλεκτρονικές υπηρεσίες του Μεταπτυχιακού τμήματος του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής .

## Κεφάλαιο 7. Αποτελέσματα

### 7.1. Εισαγωγή

Η μέτρηση των αέριων χημικών ρύπων, της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ανθρώπινης παρουσίας ή μη όπως περιεγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο καταγράφεται αναλυτικά σε υπολογιστικά φύλλα Excel ανά εβδομάδα, καθημερινά πρωί και απόγευμα (Παράρτημα Α). Κατόπιν, δημιουργήθηκε για κάθε ρύπο χωριστά ένας πίνακας υπολογισμού:

- του μέσου όρου των συγκεντρώσεων σε κάθε χώρο μελέτης (στήλη 2),
- του μέσου όρου των συγκεντρώσεων στο χώρο που ορίστηκε ως control room για κάθε προαναφερόμενο χώρο (σημ. ο L3 δεν διαθέτει τέτοιο ως εκ του σχεδιασμού του) (στήλη 3),
- του μέσου όρου των συγκεντρώσεων του ίδιου ρύπου στον εξωτερικό από αυτό χώρο (στήλη 4),
- του μέσου όρου της θερμοκρασίας του κάθε χώρου (στήλη 5),
- του μέσου όρου της σχετικής υγρασίας του χώρου (στήλη 6),
- του μέσου όρου των εργαζομένων που ήταν παρόντες κατά τις μετρήσεις (στήλη 7),
- του λόγου των συγκεντρώσεων εσωτερικού/εξωτερικό χώρο (στήλη 8),
- του λόγου των συγκεντρώσεων εσωτερικού/control χώρου (στήλη 9),
- της ελάχιστης παρατηρηθείσας τιμής συγκέντρωσης του κάθε ρύπου (στήλη 10),
- της μέγιστης παρατηρηθείσας τιμής συγκέντρωσης του κάθε ρύπου (στήλη 11).

Οι στήλες 5,6 και 7 είναι κοινές για όλους τους ρύπους. Ο μεγαλύτερος μέσος όρος θερμοκρασίας χώρου βρίσκεται στον L1 (μ.ο. 25,067) και ο μικρότερος στον L3 (μ.ο. 21,847). Για την υγρασία ο μεγαλύτερος μέσος όρος βρίσκεται στον L3 (μ.ο. 44,373) και ο μικρότερος στον L1 (μ.ο. 38,35). Ως προς την ανθρώπινη παρουσία είναι μεγαλύτερη στον L2 (μ.ο. 10,238) και ακολουθεί ο L5 (μ.ο. 6,033).

Κάθε πίνακας ακολουθείται από ένα γράφημα αποτύπωσης του μέσου όρου συγκεντρώσεων του κάθε ρύπου παρουσίας και απουσίας ανθρώπινης δραστηριότητας.

## 7.2. Ανάλυση μετρήσεων αέριων χημικών ρύπων

### 7.2.1. Αποτελέσματα για το CO<sub>2</sub>

Για το CO<sub>2</sub> (πίνακας 9), ο μεγαλύτερος μέσος όρος συγκεντρώσεων παρατηρήθηκε στον L5 (591,5 ppm) και ακολουθούν κατά σειρά οι L2 (556,36 ppm), L1 (474,43 ppm), L3 (471,27 ppm) και L4 (431,6 ppm). Η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στον L5 (890 ppm) και η μικρότερη στον L3 (347 ppm).

Σε όλους τους χώρους οι συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> ήταν υψηλότερες σε σχέση με τις αντίστοιχες έξω από αυτούς, με τον μεγαλύτερο λόγο εσωτερικού/εξωτερικό χώρο 1,189 να απαντάται στον L5 (στήλη 8), που οδηγεί στην υπόνοια παρουσίας εσωτερικών πηγών αυτού του ρύπου.

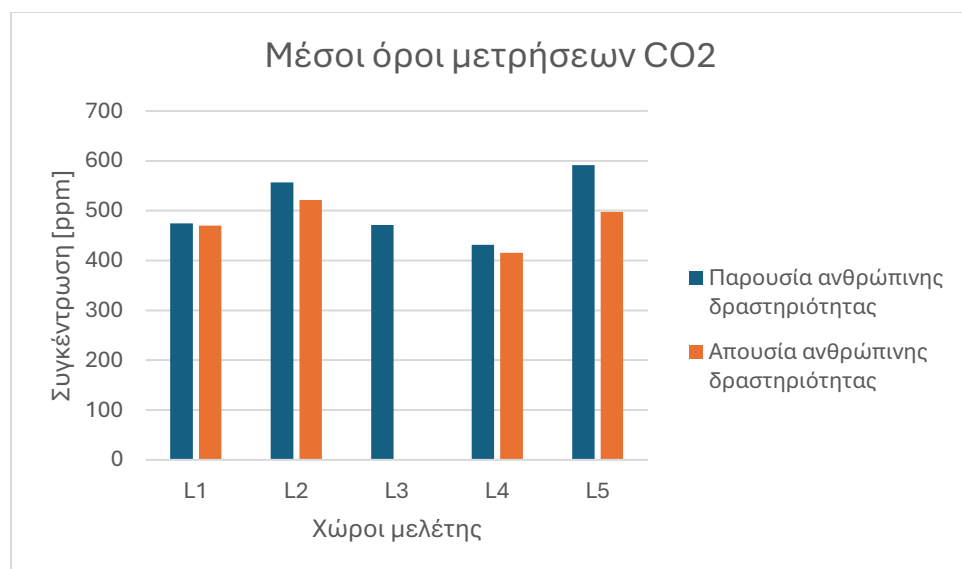
Σε όλους τους χώρους οι συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> ήταν υψηλότερες σε σχέση με τους αντίστοιχους τους χώρους control με τον μεγαλύτερο λόγο 1,27 να απαντάται στον L2/L2-0 και ακολούθως με 1,24 ο λόγος σε L5/L5-0 1,24 (στήλη 9). Επομένως, όπως φαίνεται και από το γράφημα 1 η παρουσία ανθρώπινης δραστηριότητας επηρεάζει τις συγκεντρώσεις αυτού του ρύπου, αφού οι L2 και L5 χώροι έχουν ταυτόχρονα και τους μεγαλύτερους μέσους όρους ανθρώπινης παρουσίας (10,24 και 6,03 αντίστοιχα).

Παρατηρήθηκαν οι εξής υπερβάσεις του κατά ΠΟΥ ανώτατου ημερήσιου ορίου των 800 ppm: στον L5 χώρο (890 ppm), στον L2 χώρο (853 ppm), στον L2-0 (905 ppm), ενώ από 700 έως 799 ppm που είναι δείκτης αισθήματος δυσφορίας παρατηρήθηκαν 4 φορές στον L5 (794-785-717-710 ppm), 2 φορές στον L2 (767-745 ppm) και 2 φορές στον L2-0 (772-720 ppm).

Συμπερασματικά, κατά μέσο όρο όλες οι συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> σε όλους τους χώρους ήταν εντός των ορίων, όμως παρατηρήθηκαν και σποραδικές υπερβάσεις και υψηλότεροι μέσοι όροι σε χώρους που υπήρχε η πιο έντονη ανθρώπινη παρουσία ή σε περιπτώσεις που τα παράθυρα ήταν κλειστά διότι οι θερμοκρασίες εξωτερικού περιβάλλοντος ήταν χαμηλές και δεν βοηθούσαν στη θερμική άνεση των ατόμων. Επομένως, κρίνεται αναγκαία η βελτίωση του αερισμού των χώρων με φυσικό ή μηχανικό τρόπο για μείωση των συγκεντρώσεων του CO<sub>2</sub> και επίτευξη ενός υγιεινότερου εσωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 9. Αποτελέσματα μετρήσεων για τον CO<sub>2</sub>

CO <sub>2</sub> (ppm)	Μ.Ο. Χώρω ν μελέτη ς	Μ.Ο. Χώρω ν Control	Μ.Ο. Εξωτερικών Χώρω ν	Μ.Ο. Θ/σίας °C) Χώρω ν	Μ.Ο. RH (%) Χώρω ν	Μ.Ο. Παρόν των	Εσ. Χ./ Εξ. Χ.	Εσ. Χ./ Control Χώρος	Ελάχισ τη τιμή	Μέγισ τη τιμή
L1	474,43	470,02	458,39	25,07	38.35	5,52	1,035	1,01	392	640
L2	556,36	521,45	438,90	24,76	44.25	10,23	1,267	1,067	407	853
L3	471,22		445,93 33	21,84	44.37	3,13	1,057		347	626
L4	431,6	415,62	420,90 48	23,02	42.1	4,38	1,025	1,038	360	654
L5	591,5	497,6	476,3	25,0	42.84	6,03	1,242	1,189	385	890



Γράφημα 1. Η επιρροή της ανθρώπινης παρουσίας στις συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub>

## 7.2.2. Αποτελέσματα για το CO

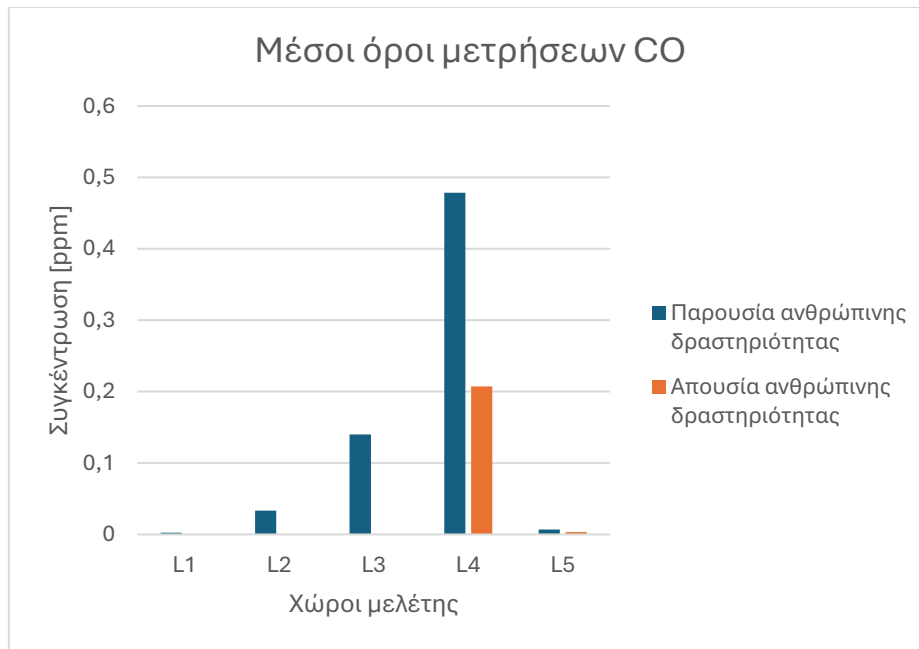
Για το CO (πίνακας 10), οι μέσοι όροι συγκεντρώσεων ήταν σαφώς χαμηλοί και κάτω από τα όρια 8 ppm για δωρη έκθεση του ΠΟΥ, από 0,002 ppm σε L1 που είναι ένας τελείως κλειστός



χώρος έως 0,140 ppm στον L3 και 0,479 ppm στον L4 χώρο που είχαν συχνά ανοικτά τα παράθυρα. Στους τελευταίους χώρους παρατηρήθηκαν και οι μέγιστες συγκεντρώσεις CO. Χαρακτηριστικό είναι ότι στον L1 παρατηρείται σχεδόν μηδενική συγκέντρωση στον εσωτερικό και η μέγιστη στον εξωτερικό χώρο (2,711 ppm) και άρα ένας κλειστός χώρος με φίλτρα HEPA δεν επηρεάζεται από τους ρύπους του εξωτερικού χώρου. Οι λόγοι συγκεντρώσεων CO εσωτερικού/εξωτερικό ήταν για όλους τους χώρους <1. Η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης (3,4 ppm) εντοπίστηκε στον L4 χώρο και με δεδομένο ότι τα παράθυρα ήταν κατά βάση ανοικτά μπορεί να αποδοθεί επιρροή από το εξωτερικό περιβάλλον. Δεν παρατηρήθηκε υπέρβαση σε καμία μέτρηση, στους control χώρους οι μέσοι όροι ήταν πολύ χαμηλοί και η ανθρώπινη παρουσία δεν επηρέαζε σημαντικά τις συγκεντρώσεις CO (γράφημα 2). Οι οριακές τιμές επαγγελματικής έκθεσης για το CO είναι 20 ppm για μακροχρόνια έκθεση και 100 ppm η ανώτατη οριακή τιμή (ΔΑΪΚΟΥ Α., 2019) που δεν ξεπεράστηκαν σε καμία μέτρηση. Επομένως, για το CO η ποιότητα του αέρα των χώρων μελέτης κρίνεται ικανοποιητική χωρίς την ανάγκη λήψης κάποιων μέτρων παρέμβασης.

Πίνακας 10. Αποτελέσματα μετρήσεων για τον CO

CO (ppm)	M.O. Χώρος v μελέτης	M.O. Χώρος v Control	M.O. Εξωτερικών Χώρων v	M.O. Θ/σίας °C Χώρος v	M.O. RH (%) Χώρος v	M.O. Παρόντων	Εσ. X./ Εξ. X.	Εσ. X./ Control Χώρος	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
L1	0,002	0	2,711	25,07	38.35	5,52	0,0009		0	0,1
L2	0,033	0	1,586	24,76	44.25	10,23	0,021		0	0,8
L3	0,140		0,667	21,84	44.37	3,13	0,210		0	1,0
L4	0,479	0,207	1,892	23,02	42.1	4,38	0,253	2,310	0	3,4
L5	0,007	0,003	0,757	25,0	42.84	6,03	0,009	1,933	0	0,1



Γράφημα 2. Η επιρροή της ανθρώπινης παρουσίας στις συγκεντρώσεις CO

### 7.2.3. Αποτελέσματα για το NO<sub>2</sub>

Για τα NO<sub>2</sub> (πίνακας 11), ο μεγαλύτερος μέσος όρος συγκεντρώσεων παρατηρήθηκε στον L2 (0,044 ppb) και ακολουθούν κατά σειρά οι L5 (0,039 ppb), L3 (0,033ppb), L1 (0,029 ppb) και L4 (0,028 ppb).

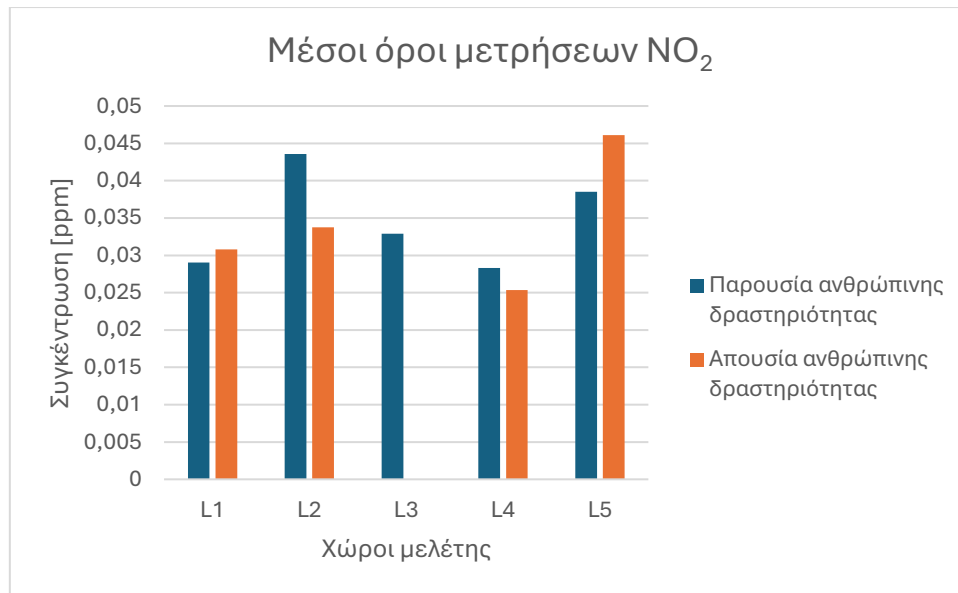
Οι λόγοι μέσων όρων συγκεντρώσεων εσωτερικού/εξωτερικό χώρο είναι όλοι >1 με εξαίρεση τον L5 χώρο (μ.ο. 0,829), γεγονός που καταδεικνύει ότι υπάρχουν και εσωτερικές πηγές δημιουργίας του ρύπου. Να σημειωθεί ότι ο L5 χώρος είναι ο πλησιέστερος σε λεωφόρο ταχείας κυκλοφορίας (Βασιλίσσης Σοφίας) και τα παράθυρά του ανοίγουν προς αυτή. Οι λόγοι εσωτερικού/control είναι <1 σε L1 και L5 και >1 σε L2 και L4, επομένως δεν μπορεί να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα για την συμβολή της ανθρώπινης παρουσίας στις συγκεντρώσεις του NO<sub>2</sub>. Οι μέγιστες τιμές για κάθε χώρο ήταν L1 (0,204 ppb), L2 (0,132 ppb), L3 (0,1 ppb), L4 (0,101 ppb) και L5 (0,6 ppb).

Οι οριακές τιμές επαγγελματικής έκθεσης στο NO<sub>2</sub> είναι 0,5 ppb για μακροχρόνια έκθεση και 0,1 ppb για βραχυχρόνια (ΔΑΪΚΟΥ Α., 2019). Σε καμία μέτρηση δεν υπήρξε υπέρβαση του ορίου μακροχρόνιας έκθεσης. Αντίθετα, υπερβάσεις της βραχυχρόνιας έκθεσης των 0,1 ppb έγιναν σε :

- L1, L1-0 το ίδιο βράδυ (0,204 και 0,15 ppm αντίστοιχα, με L1 Εξ. Χ. 0,082 ppm), άρα υπήρχαν υψηλότερες τιμές στον εσωτερικό χώρο από τον εξωτερικό περιβάλλον λόγω βλάβης στο σύστημα από διακοπές ρεύματος,
- L2 0,132 ppm, L2-0 0,121 ppm ενώ L2 Εξ. Χ. 0,048 το ίδιο πρωινό, όπου και εδώ επαληθεύεται η διαφορά μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος,
- το ίδιο βράδυ οι συγκεντρώσεις ήταν L2 0,126 ppm, L2-0 0,115 ppm, L2 Εξ. Χ.0,111 ppm, που ουσιαστικά ήταν οι τιμές μεταξύ τους συγκρίσιμες,
- L2 0,102 ppm, ενώ L2-0 ήταν 0,092 ppm και το L2 Εξ. Χ. 0,039 ppm το ίδιο πρωινό,
- L4 0,108 ppm, L4-0,101 ppm και L4 Εξ. Χ. 0,111 ppm πάλι χωρίς μεγάλες διαφορές,
- L5 0,112 ppm, L5-0 0,060 ppm και L5 Εξ. Χ. 0,07ppm.
- δεν διαπιστώθηκε υπέρβαση στον L3 χώρο.

Πίνακας 11. Αποτελέσματα . μετρήσεων NO<sub>2</sub>

	Μ.Ο. Χώρω ν μελέτη ς	Μ.Ο. Χώρω ν Control	Μ.Ο. Εξωτε ρικών Χώρω ν	Μ.Ο. Θ/σίας °C) Χώρω ν	Μ.Ο. RH (%) Χώρω ν	Μ.Ο. Παρόν των	Εσ. Χ./ Εξ. Χ.	Εσ. Χ./ Contro l Χώρος	Ελάχισ τη τιμή	Μέγισ τη τιμή
L1	0,029	0,031	0,029	25,07	38.35	5,52	1,018	0,942	0	0,204
L2	0,044	0,034	0,022	24,76	44.25	10,23	1,953	1,290	0	0,132
L3	0,033		0,023	21,84	44.37	3,13	1,445		0	0,1
L4	0,028	0,025	0,024	23,02	42.1	4,38	1,178	1,117	0	0,101
L5	0,039	0,046	0,046	25,0	42.84	6,03	0,829	0,836	0	0,6



Γράφημα 3. Η επιρροή της ανθρώπινης παρουσίας στις συγκεντρώσεις NO<sub>2</sub>

#### 7.2.4. Αποτελέσματα για τα Pm<sub>2,5</sub>

Για τα Pm<sub>2,5</sub> (πίνακας 12), εμφανίζονται μεγάλες διαφορές στους μέσους όρους των συγκεντρώσεων ανάμεσα στους διάφορους χώρους από πολύ υψηλές στον L3 (12,2 μg/m<sup>3</sup>) και L5 (9,3 μg/m<sup>3</sup>), μικρότερες σε L2 (6,19 μg/m<sup>3</sup>) και L4 (5,02 μg/m<sup>3</sup>) και πολύ μικρές στον L1 (0,857 μg/m<sup>3</sup>). Οι control χώροι ακολουθούν τους προηγούμενους στις συγκεντρώσεις με αποτέλεσμα ο λόγος τους να είναι από 0,87 έως 1,51 σε L1, L2, L4 και L5 όπου σημειώνεται και ο μεγαλύτερος λόγος (γράφημα 4) και επομένως η ανθρώπινη παρουσία δεν είναι κρίσιμη για τις συγκεντρώσεις των Pm<sub>2,5</sub> και η συμβολή της είναι μικρή με εξαίρεση τον L5 χώρο. Ως προς τα αναθεωρημένα standard του ΠΟΥ, που είναι 5 μg/m<sup>3</sup> η μέση ετήσια επιτρεπόμενη συγκέντρωση, υπάρχουν υπερβάσεις των μέσων όρων συγκεντρώσεων σε όλους τους χώρους εκτός από τον L1 για το 3μηνο διάστημα που διήρκησε η μελέτη.

Επίσης, ως προς τη μέση ημερήσια επιτρεπόμενη συγκέντρωση 15 μg/m<sup>3</sup> του ΠΟΥ, διαπιστώθηκαν οι κάτωθι υπερβάσεις:

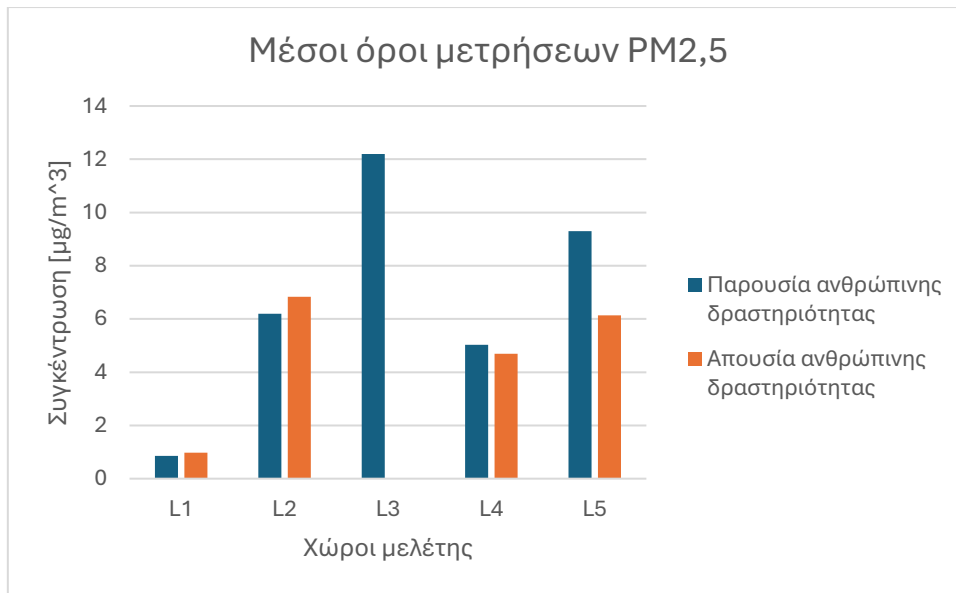
- 2 φορές στον L2 16 και 17 μg/m<sup>3</sup>,
- 6 φορές στον L2-0 16, 17 (δισ), 18, 19 και 21 μg/m<sup>3</sup>,
- 4 φορές στον L3 16, 20, 34 και 45 μg/m<sup>3</sup>,
- 5 φορές στον L5 21, 23, 26, 36 και μg/m<sup>3</sup>,
- 1 φορά στον L5-0 32 μg/m<sup>3</sup>

Στους L5 και L3 οι μέσοι όροι συγκεντρώσεων εσωτερικού χώρου ήταν υψηλότεροι από τους αντίστοιχους εξωτερικούς (με λόγους 1,68 και 1,47 αντίστοιχα), ενώ ο «πιο καθαρός» χώρος είναι ο L1 με λόγο 0,137, όπου παρατηρείται η μικρότερη συμβολή από το εξωτερικό περιβάλλον και καταδεικνύει ότι η πρόσθετη προστασία (φίλτρα HEPA) δρα ευεργετικά .

Μετά από έλεγχο κανονικότητας με Kolmogorov-Smirnov test για τις παραμέτρους θερμοκρασία, σχετική υγρασία, αριθμός προσωπικού έγινε συσχέτιση ανάμεσα σε αυτές και τις συγκεντρώσεις Pm<sub>2.5</sub> (πίνακες 13-15), όπου διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική (p= 0,002) αρνητική συσχέτιση με την θερμοκρασία (σε χαμηλότερες θερμοκρασιακές τιμές οι συγκεντρώσεις είναι υψηλότερες), ενώ δεν βρέθηκαν συσχετίσεις με υγρασία και αριθμό προσωπικού. Η τελευταία επιβεβαιώνει και προηγούμενη διαπίστωση σχέσης με μέσους όρους συγκεντρώσεων του ρύπου ανάμεσα σε χώρους μελέτης και τους control χώρους τους. Συμπερασματικά, θα μπορούσε να γίνει μια αξιολόγηση για παρεμβατικά μέτρα, ώστε να μειωθούν οι σποραδικές υπερβάσεις των ορίων.

Πίνακας 12. Αποτελέσματα μετρήσεων για τα μικροσωματίδια Pm<sub>2.5</sub>

Pm <sub>2.5</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	M.O. Χώρο ν μελέτη ς	M.O. Χώρο ν Control	M.O. Εξωτε ρικών Χώρο ν	M.O. Θ/σίας °C) Χώρο ν	M.O. RH (%) Χώρο ν	M.O. Παρόν των	Εσ. X/ Εξ. X.	Εσ. X/ Control	Ελάχισ τη τιμή	Μέγισ τη τιμή
L1	0,857	0,976	6,262	25,07	38,35	5,52	0,137	0,878	0	3
L2	6,190	6,833	6,571	24,76	44,25	10,23	0,942	0,906	1	17
L3	12,2		8,267	21,84	44,37	3,13	1,476		2	45
L4	5,024	4,690	5,833	23,02	42,1	4,38	0,861	1,071	1	11
L5	9,3	6,133	5,533	25,0	42,84	6,03	1,681	1,516	1	32



Γράφημα 4. Η επιρροή της ανθρώπινης παρουσίας στις συγκεντρώσεις PM<sub>2,5</sub>

Πίνακας 13..Συσχέτιση συγκεντρώσεων PM<sub>2,5</sub> και θερμοκρασίας

**Correlations**

			Τιμη	Θερμοκρασία
Spearman's rho	Τιμη	Correlation Coefficient	1,000	-,234**
		Sig. (2-tailed)	.	,002
		N	171	171
	Θερμοκρασία	Correlation Coefficient	-,234**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,002	.
		N	171	171

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Πίνακας 14. Συσχέτιση συγκεντρώσεων PM<sub>2,5</sub> και υγρασίας

**Correlations**

			Τιμη	Υγρασία
Spearman's rho	Τιμη	Correlation Coefficient	1,000	,026
		Sig. (2-tailed)	.	,739
		N	171	171
	Υγρασία	Correlation Coefficient	,026	1,000
		Sig. (2-tailed)	,739	.
		N	171	171

Πίνακας 15. Συσχέτιση συγκεντρώσεων Pm<sub>2.5</sub> και αριθμού παρόντων

			<b>Correlations</b>	
			Τιμη	Αρ. Προσωπικού
Spearman's rho	Τιμη	Correlation Coefficient	1,000	,101
		Sig. (2-tailed)	.	,190
		N	171	171
Αρ. Προσωπικού	Αρ. Προσωπικού	Correlation Coefficient	,101	1,000
		Sig. (2-tailed)	,190	.
		N	171	171

### 7.2.5. Αποτελέσματα για τα Pm<sub>10</sub>

Για τα Pm<sub>10</sub>, όλοι οι χώροι μελέτης εμφανίζουν υψηλές τιμές συγκεντρώσεων σχεδόν διπλάσιες σε σχέση με τα Pm<sub>2.5</sub>. Επίσης, όλοι οι χώροι δεν έχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους με εξαίρεση τον L1 όπου οι συγκεντρώσεις είναι σαφώς χαμηλότερες (πίνακας 16). Οι τιμές στους control χώρους είναι παραπλήσιες με αποτέλεσμα να μην είναι η ανθρώπινη παρουσία δείκτης που επηρεάζει τις συγκεντρώσεις των Pm<sub>10</sub> (γράφημα 5). Οι λόγοι συγκεντρώσεων εσωτερικού/εξωτερικού χώρου είναι από 0,80 στον L4 έως 1,33 στον L5 με εξαίρεση πάλι τον L1 που εμφανίζει ένα πολύ χαμηλό λόγο 0,117, που δείχνει ότι ο χώρος αυτός λόγω ιδιαίτερων συνθηκών δεν επηρεάζεται από το εξωτερικό περιβάλλον. Οι υπερβάσεις ως προς τη μέση ημερήσια επιτρεπόμενη συγκέντρωση των 45 µg/m<sup>3</sup> σύμφωνα με τα αναθεωρημένα standard του ΠΟΥ ήταν από 1 φορά στους L2 (51µg/m<sup>3</sup>), L2-0 (97 µg/m<sup>3</sup>), L3 (60 µg/m<sup>3</sup>) και L5 (64µg/m<sup>3</sup>).

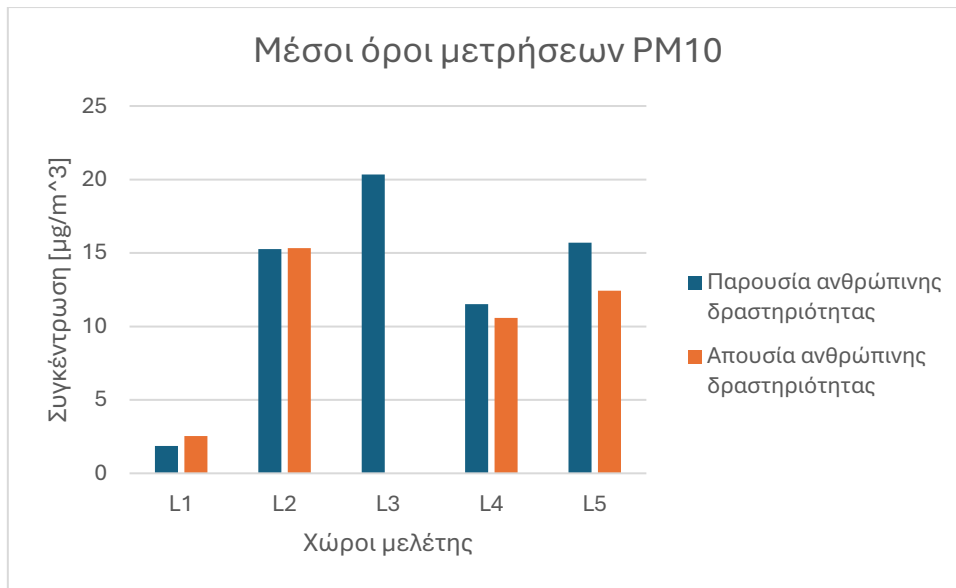
Πίνακας 16. Αποτελέσματα μετρήσεων για τα μικροσωματίδια Pm<sub>10</sub>

Pm <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	Μ.Ο. Χώρων μελέτης	Μ.Ο. Χώρων Control	Μ.Ο. Εξωτερι κών Χώρων	Μ.Ο. Θ/σίας (°C) Χώρων	Μ.Ο. RH (%) Χώρων	Μ.Ο. Παρόν των	Εσ. Χ./ Εξ. Χ.	Εσ. Χ./ Control Χώρος	Ελάχισ τη τιμή	Μέγισ τη τιμή
L1	1,857	2,548	15,857	25,07	38,35	5,52	0,117	0,729	0	10
L2	15,263	15,333	16,523	24,76	44,25	10,23	0,923	0,906	1	51
L3	20,333		16,8	21,84	44,37	3,13	1,21		2	60
L4	11,524	10,571	14,31	23,02	42,1	4,38	0,805	1,09	1	40
L5	15,7	12,433	11,767	25,0	42,84	6,03	1,334	1,263	1	32

Δεν παρατηρήθηκε κάποια υπέρβαση στους L1 και L4 χώρους. Η ανθρώπινη παρουσία είχε μεγαλύτερη επίπτωση στον L5 χώρο, ενώ αντίθετα στον L1 χώρο οι συγκεντρώσεις Pm<sub>2.5</sub> δεν φαίνονταν να επηρεάζονται από την ανθρώπινη παρουσία, γεγονός που θα μπορούσε να αποδοθεί στην αποτελεσματικότητα των πρόσθετων μέτρων προστασίας του χώρου (φίλτρα HEPA).

Οι λόγοι των συγκεντρώσεων Pm<sub>2.5</sub>/Pm<sub>10</sub> για τους εσωτερικούς χώρους είναι για L1 0,461, για L2 0,41, για L3 0,60, για L4 0,436 και για L5 0,592 που δεν δείχνουν μία επικράτηση των αιωρούμενων Pm<sub>2.5</sub>. Οι αντίστοιχοι για τους εξωτερικούς χώρους είναι για L1 0,39, για L2 0,398, για L3 0,49, για L4 0,40 και για L5 0,47, που είναι λίγο χαμηλότεροι από τους πρώτους, που μπορεί να αποδοθεί στην ύπαρξη εσωτερικών πηγών έκθεσης. Και εδώ τεκμαίρεται η πιθανή παρουσία εσωτερικών πηγών δημιουργίας Pm<sub>10</sub> που θα μπορούσε να βελτιωθεί με παρεμβατικά μέτρα





Γράφημα 5. Η επιρροή της ανθρώπινης παρουσίας στις συγκεντρώσεις Pm<sub>10</sub>

### 7.2.6. Αποτελέσματα για τα VOCs

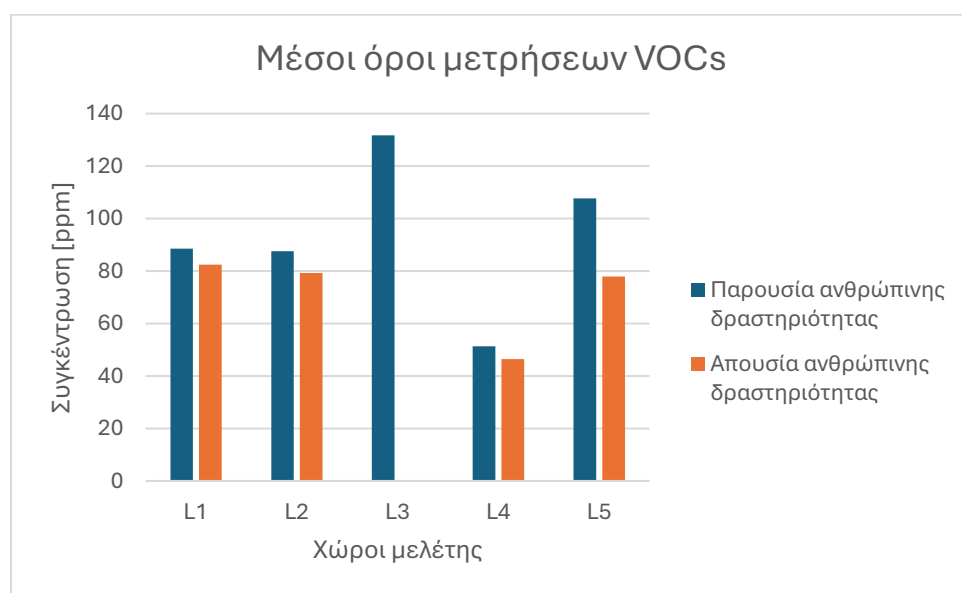
Τέλος για τα VOCs (πίνακας 17), οι L3 και L5 χώροι εμφανίζουν υψηλές τιμές συγκεντρώσεων (131,69 και 107,7 ppm αντίστοιχα) και ο L4 την χαμηλότερη (51,35 ppm). Όλοι οι χώροι έχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις από τους αντίστοιχους control χώρους τους (γράφημα 6), με λόγους συγκεντρώσεων από 1,058 στον L4 έως 1,49 στον L5. Άρα, η ανθρώπινη παρουσία συμβάλει σε κάποιο βαθμό στη συγκέντρωση των VOCs.

Εξίσου υψηλότερες ήταν οι συγκεντρώσεις τους σε σχέση με τις συγκεντρώσεις VOCs που μετρήθηκαν στους αντίστοιχους εξωτερικούς χώρους με λόγους από 1,074 σε L1 έως 1,38 στον L5.

Οι μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων ανά χώρο είναι κατά σειρά 384,5 ppm στον L3, 332,1 ppm στον L2, 279,8 ppm στον L1, 195,7 ppm στον L5 και 89,7 ppm στον L4 χώρο. Οι πηγές των VOCs επομένως σε αυτούς τους χώρους κρίνεται απαραίτητο να εντοπιστούν και να αντιμετωπιστούν.

Πίνακας 17. Αποτελέσματα μετρήσεων για τα VOCs

VOCs (ppm/m <sup>3</sup> )	Μ.Ο. Χώρων μελέτης	Μ.Ο. Χώρων Control	Μ.Ο. Εξωτερικών Χώρων	Μ.Ο. Θ/σίας °C) Χώρων	Μ.Ο. RH (%) Χώρων	Μ.Ο. Παρόντων	Εσ. Χ./ Εξ. Χ.	Εσ. Χ./ Control Χώρος	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
L1	88,51	82,42	63,82	25,07	38,35	5,52	1,39	1,07	29,4	279,8
L2	87,60	79,28	64,48	24,76	44,25	10,23	1,36	1,10	36,8	332,1
L3	131,69		89,15	21,84	44,37	3,13	1,48		50,2	384,5
L4	51,35	46,48	48,51	23,02	42,1	4,38	1,06	1,10	20,7	89,7
L5	107,7	77,96	72,07	25,0	42,84	6,03	1,49	1,38	36,1	195,7



Γράφημα 6. Η επιρροή της ανθρώπινης παρουσίας στις συγκεντρώσεις VOCs

### 7.3. Μετρήσεις για τον βιολογικό παράγοντα Ασπέργιλλο

Στον L1 χώρο, οι καλλιέργειες των δειγμάτων δεν ανέπτυξαν σε κανένα τρυβλίο κάποια αποικία *Aspergillus fumigatus* σε θ 37 °C και σε θερμοκρασία δωματίου. Ο *Aspergillus fumigatus* επίσης

δεν εντοπίστηκε εντός του L2 χώρου. Εντοπίστηκε όμως μία φορά στον L1 εξωτερικό χώρο αναμονής ασθενών στις 27 Ιανουαρίου το πρωί και ο αριθμός αποικιών ήταν  $130 \text{ cfu/m}^3$  ανά λεπτό και ακόμη μία φορά στον L2 εξωτερικό χώρο αναμονής ασθενών στις 31 Ιανουαρίου το απόγευμα με αριθμό αποικιών  $80 \text{ cfu/m}^3$  ανά λεπτό.

Στον L1 χώρο υπήρξε ανάπτυξη  $4 \text{ cfu/m}^3$  και  $10 \text{ cfu/m}^3$  *Penicillium* ανά λεπτό σε δύο διαφορετικές μέρες, στις 9 και 11 Ιανουαρίου όπου γινόταν το «ξεστόλισμα» και καθαρισμός του χώρου από τον χριστουγεννιάτικο διάκοσμο. Στον L2 χώρο εντοπίστηκαν 12 διαφορετικές φορές το *Penicillium*, 9 φορές το *Cladosporium*, από 1 φορά *Aspergillus Niger* και *Aspergillus Flavus* και 9 φορές άλλοι περιβαλλοντικοί μύκητες.

Συνολικά (παράρτημα Β), σε όλους τους χώρους (L1 Εσ. Χ, L1 Εξ. Χ, L2 Εσ. Χ και L2 Εξ. Χ) καταμετρήθηκαν 37 φορές το *Penicillium*, 24 φορές το *Cladosporium*, 21 φορές άλλοι περιβαλλοντικοί μύκητες, ενώ από την ομάδα των ασπέργιλλων εντοπίστηκαν 3 φορές ο *Aspergillus Niger*, 2 φορές ο *Aspergillus Flavus* και από 1 φορά οι *Aspergillus Terreus* και *Aspergillus Glaucus* group.

Οι υπερβάσεις των προτύπων του ΠΟΥ των  $50 \text{ cfu/m}^3$  που σημειώθηκαν ήταν 3 φορές στον L1 Εξ. Χ. 3 φορές στον L2 Εσ. Χ. και 4 φορές στον L2 Εξ. Χ. (βλ. παράρτημα Β).

Ο συνολικός αριθμός αποικιών για όλη την περίοδο μετρήσεων ήταν (παράρτημα Β):

- για τον L1 εσωτερικό χώρο  $32 \text{ cfu/m}^3$  (συνολικός χρόνος δειγματοληψίας 10 min ανά ημέρα),
- για τον L1 εξωτερικό χώρο  $890 \text{ cfu/m}^3$  (συνολικός χρόνος δειγματοληψίας 4 min ανά ημέρα),
- για τον L2 εσωτερικό χώρο  $670 \text{ cfu/m}^3$  (συνολικός χρόνος δειγματοληψίας 4 min ανά ημέρα),
- για τον L2 εξωτερικό χώρο  $950 \text{ cfu/m}^3$  (συνολικός χρόνος δειγματοληψίας 4 min ανά ημέρα)

Οι αντίστοιχοι μέσοι όροι των αποικιών ήταν για L1 εσωτερικό χώρο  $0,190 \text{ cfu/m}^3$ , για L1 εξωτερικό χώρο  $5,297 \text{ cfu/m}^3$ , για L2 εσωτερικό χώρο  $4,036 \text{ cfu/m}^3$  και για L2 εξωτερικό χώρο  $5,828 \text{ cfu/m}^3$ .

Από την ταυτόχρονη μέτρηση των  $\text{Pm}_{2.5}$  και  $\text{Pm}_{10}$  στους ίδιους χώρους παρατηρείται μία αντιστοίχιση των μέσων όρων τους με τους προηγούμενους, για L1 εσωτερικό χώρο ο μέσος όρος PMs είναι  $1,952 \mu\text{g/m}^3$ , για L1 εξωτερικό χώρο είναι  $12,464 \mu\text{g/m}^3$ , για L2 εσωτερικό χώρο

14,226  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  και για L2 εξωτερικό χώρο 14,392  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , που μπορεί να ερμηνευτεί ως δείκτης συσχέτισης ανάμεσα στην παρουσία κάποιου βιολογικού παράγοντα όπως οι μύκητες και στην συγκέντρωση των μικροσωματιδίων στο χώρο.

Οι λόγοι αριθμού αποικιών εσωτερικού προς εξωτερικό χώρο είναι 0,0359 για L1 εσ. X. /L1 εξ. X. και 0,693 για L2 εσ. X./L2 εξ. X. Επομένως, ο L1 χώρος εμφανίζεται «πιο καθαρός» από τον L2 χώρο, γεγονός που εγείρει προβληματισμούς για μέτρα πρόληψης που θα μπορούσαν να ληφθούν για τον L2 χώρο.

Συνεπώς, θα πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω η ποιότητα του αέρα γενικότερα ως προς το βιοαερόλυμα τόσο στον L2 χώρο, όσο και στους έξω από L1 και L2 χώρους γιατί αποτελούν χώροι πολύωρης αναμονής ευαίσθητων ως προς αυτό τον παράγοντα ασθενών.

Για τις συσχετίσεις που ακολουθούν προηγήθηκε έλεγχος των μεταβλητών θερμοκρασίας, υγρασίας, αριθμού αποικιών CFU/ $\text{m}^3$  μυκήτων και συγκέντρωσης PMs με Kolmogorov-Smirnov test, όπου διαπιστώθηκε ότι καμία από αυτές τις συνεχείς μεταβλητές δεν ακολουθεί κανονική κατανομή, κατά συνέπεια χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής Spearman.

Η διερεύνηση της σχέσης αριθμού αποικιών με τη θερμοκρασία στους εσωτερικούς χώρους L1 και L2 έδειξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με  $p$  value <0,001 και βαθμό συσχέτισης -0,328 που θεωρείται μετρίως αρνητική και επομένως οι δύο μεταβλητές μπορούν να θεωρηθούν αντιστρόφως ανάλογες, που ερμηνεύει την αύξηση των μυκήτων κατά τις κρύες χειμωνιάτικες μέρες (πίνακας 18).

Πίνακας 18. Διερεύνηση συσχέτισης CFU/ $\text{m}^3$  και θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους L1 και L2

<b>Correlations</b>				
			CFU	Θερμοκρασία
Spearman's rho	CFU	Correlation Coefficient	1,000	-,328**
		Sig. (2-tailed)	.	<,001
		N	168	168
	Θερμοκρασία	Correlation Coefficient	-,328**	1,000
		Sig. (2-tailed)	<,001	.
		N	168	168

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( $p$  value < 0.002) ανάμεσα σε καταμετρηθέν αριθμό αποικιών και υγρασία και ασθενώς θετικό βαθμό συσχέτισης 0,236, που ερμηνεύεται ως όσο αυξανόταν η μία μεταβλητή αντίστοιχα αυξανόταν και η άλλη (πίνακας 19).

Πίνακας 19. Διερεύνηση συσχέτισης CFU και υγρασίας στους εσωτερικούς χώρους L1 και L2

			CFU	Υγρασία
Spearman's rho	CFU	Correlation Coefficient	1,000	,236**
		Sig. (2-tailed)	.	,002
		N	168	168
	Υγρασία	Correlation Coefficient	,236**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,002	.
		N	168	168

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Η ίδια εικόνα παρουσιάζεται στη διερεύνηση της σχέσης αριθμού αποικιών με τη συγκέντρωση των μικροσωματιδίων  $Pm_{2.5}$  και  $Pm_{10}$  στους εσωτερικούς χώρους L1 και L2. Υπάρχει μια στατιστικά σημαντική συσχέτιση με  $p$  value < 0,001 και θετικό βαθμό συσχέτισης 0,388 που ερμηνεύεται ως μέτρια θετική (πίνακας 20). Δεδομένης της μεγάλης διαφοράς στον αριθμό αποικιών ανάμεσα στους δύο χώρους, αυτές οι συσχετίσεις αντικατοπτρίζουν περισσότερο την κατάσταση που επικρατεί στον L2 χώρο.

Πίνακας 20. Διερεύνηση συσχέτισης CFU και μικροσωματιδίων  $Pm_{2.5}$  και  $Pm_{10}$  στους εσωτερικούς χώρους L1 και L2

			CFU	PM
Spearman's rho	CFU	Correlation Coefficient	1,000	,388**
		Sig. (2-tailed)	.	<,001
		N	168	168
	PM	Correlation Coefficient	,388**	1,000
		Sig. (2-tailed)	<,001	.
		N	168	168

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

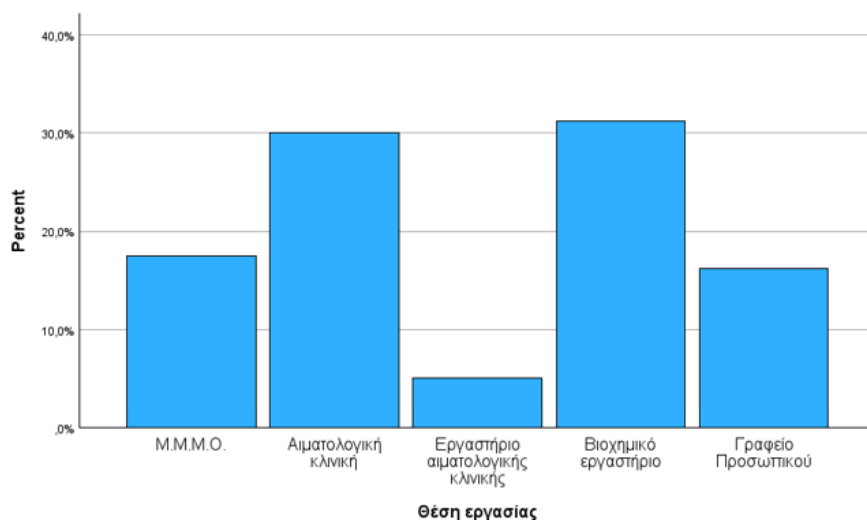
#### 7.4. Αποτελέσματα από το ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο (παράρτημα Γ) διανεμήθηκε αυστηρά σε εργαζόμενους στους 5 χώρους μελέτης για τους οποίους έχουν ίδια άποψη, προκειμένου να υπάρχει ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στα αποτελέσματα των μετρήσεων και των απόψεών τους, αμέσως μετά το πέρας των μετρήσεων.

Ο βαθμός συμμετοχής τους ανά χώρο καταγράφεται στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 21) και συνολικά ανέρχεται σε 81%, ένα υψηλό ποσοστό που υποδηλώνει το ενδιαφέρον και την ευαισθησία τους για την ποιότητα του αέρα. Το μεγαλύτερο πλήθος εργαζομένων ήταν στους L2 (24 άτομα) και L4 (25 άτομα) χώρους. Σε εκατοστιαία αναλογία η μικρότερη συμμετοχή (66,67%) ήταν στον L2 χώρο, ενώ επί των συμμετεχόντων το 31,3% προέρχεται από τον L4 χώρο, το 30% προέρχεται από τον L2, το 17,5% από τον L1, το 16,3% από τον L5 και το 5% του συνόλου των συμμετεχόντων προέρχεται από τον L3 χώρο (γράφημα 7).

Πίνακας 21. Συμμετοχή των εργαζομένων στην συμπλήρωση του ερωτηματολογίου

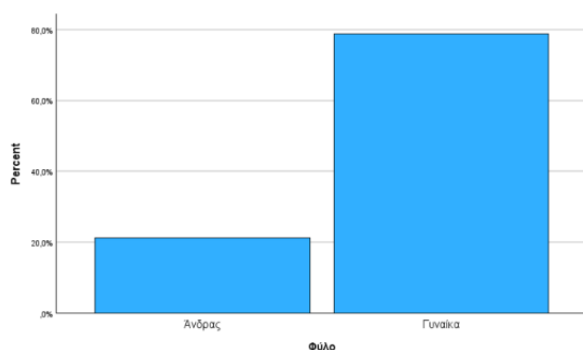
Χώροι μελέτης	Σύνολο εργαζομένων	Συμμετοχή στο ερωτηματολόγιο	Ποσοστό επί του συνόλου (%)	Ποσοστό επί των συμμετεχόντων (%)
L1	20	14	70	17,5
L2	36	24	66,67	30,0
L3	4	4	100	5
L4	26	25	96	31,3
L5	13	13	100	16,3
Σύνολο	99	80	100	100



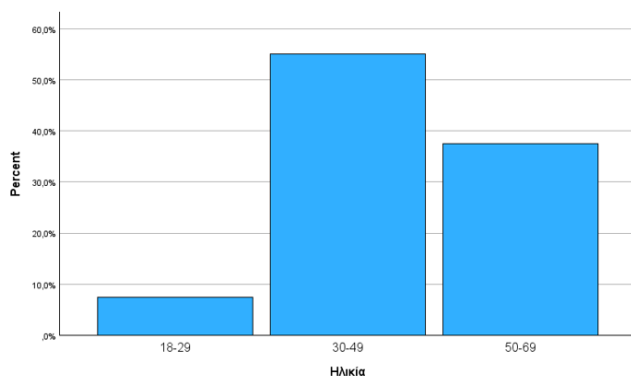
Γράφημα 7. Η εκατοστιαία κατανομή ανά θέση εργασίας

Συνολικά, απάντησαν 17 (ποσοστό 21%) άνδρες και 63 γυναίκες (ποσοστό 78,8%) (γράφημα 8) και η μεγάλη διαφορά στη συμμετοχή ως προς το φύλο οφείλεται στο γεγονός ότι στους χώρους μελέτης υπερτερούν οι γυναίκες. Η ηλικία των εργαζομένων κατανεμήθηκε σε 3 ηλικιακά group:

- α) 18-29 ετών ήταν 6 άτομα (ποσοστό 7,5% επί του συνόλου),
- β) 30-49 ετών ήταν 44 άτομα, που ήταν και η πολυπληθέστερη ομάδα (ποσοστό 55%)
- γ) 50-69 ετών ήταν 30 άτομα (ποσοστό 37,5%) (γράφημα 9)



Γράφημα 8. Η συμμετοχή ανά φύλο



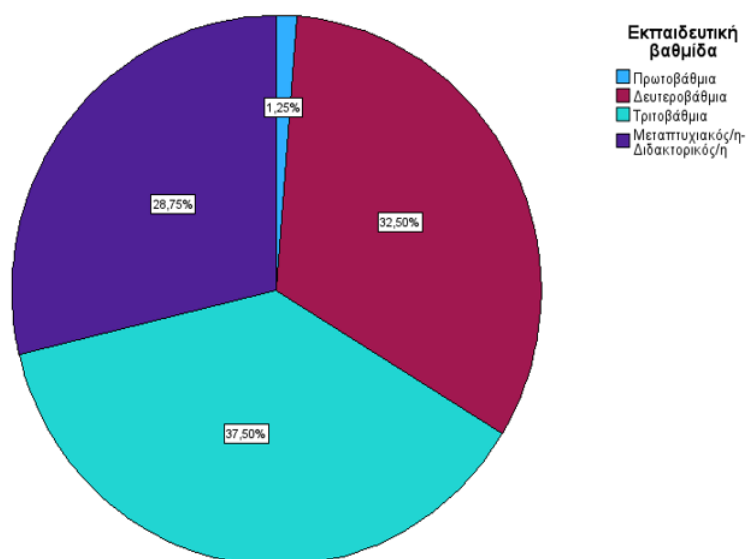
Γράφημα 9. Η ηλικιακή κατανομή

Η εικόνα των εργαζομένων ως προς την εκπαιδευτική βαθμίδα που ανήκουν παρουσιάζει μια ομοιομορφία ως προς την κατανομή με εξαίρεση την πρωτοβάθμια εκπαίδευση (γράφημα 10). Στην τελευταία ανήκει 1 άτομο, 26 άτομα είναι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, 30 άτομα τριτοβάθμιας και 23 άτομα κατέχουν μεταπτυχιακό ή διδακτορικό τίτλο σπουδών (πίνακας 22).

Πίνακας 22. Κατανομή ως προς την εκπαιδευτική βαθμίδα

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Πρωτοβάθμια	1	1,3	1,3	1,3
	Δευτεροβάθμια	26	32,5	32,5	33,8
	Τριτοβάθμια	30	37,5	37,5	71,3
	Μεταπτυχιακός/η- Διδακτορικός/η	23	28,7	28,7	100,0
	Total	80	100,0	100,0	



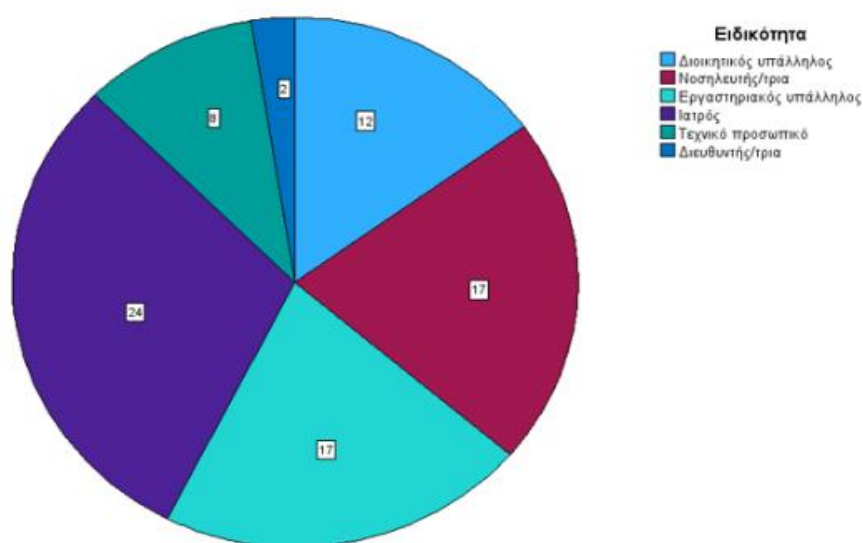


Γράφημα 10. Ποσοστά εργαζομένων ανά εκπαιδευτική βαθμίδα

Με κριτήριο την ειδικότητά τους (πίνακας 23), η πολυπληθέστερη ομάδα που απάντησε στο ερωτηματολόγιο ήταν οι γιατροί (24 άτομα) και ακολουθούν οι νοσηλεύτριες και οι εργαστηριακοί υπάλληλοι (από 17 άτομα έκαστη ομάδα), οι διοικητικοί υπάλληλοι (12 άτομα) και οι μικρότερες ομάδες ήταν το λοιπό τεχνικό προσωπικό (8 άτομα) και οι διευθυντές (2 άτομα), όπως φαίνεται και από το γράφημα 11.

Πίνακας 23. Οι συχνότητες ανά ειδικότητα εργασίας των εργαζομένων που έλαβαν μέρος στο ερωτηματολόγιο

		Ειδικότητα			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Διοικητικός υπάλληλος	12	15,0	15,0	15,0
	Νοσηλεύτης/τρια	17	21,3	21,3	36,3
	Εργαστηριακός υπάλληλος	17	21,3	21,3	57,5
	Ιατρός	24	30,0	30,0	87,5
	Τεχνικό προσωπικό	8	10,0	10,0	97,5
	Διευθυντής/τρια	2	2,5	2,5	100,0
	Total	80	100,0	100,0	



Γράφημα 11. Το πλήθος των ερωτώμενων ανά ειδικότητα εργασίας

Η πλειοψηφία των εργαζομένων (57 άτομα που αντιστοιχεί στο 71% του συνόλου) εργάζεται αποκλειστικά σε ένα χώρο μελέτης που υπάρχει ένα συγκεκριμένο σύστημα HVAC, ενώ 12 άτομα εργάζονται συχνά και σε άλλο χώρο του ίδιου κτιρίου, 10 άτομα συχνά και σε άλλο χώρο διαφορετικού κτιρίου όπου επικρατούν διαφορετικές συνθήκες HVAC(πίνακας 24).

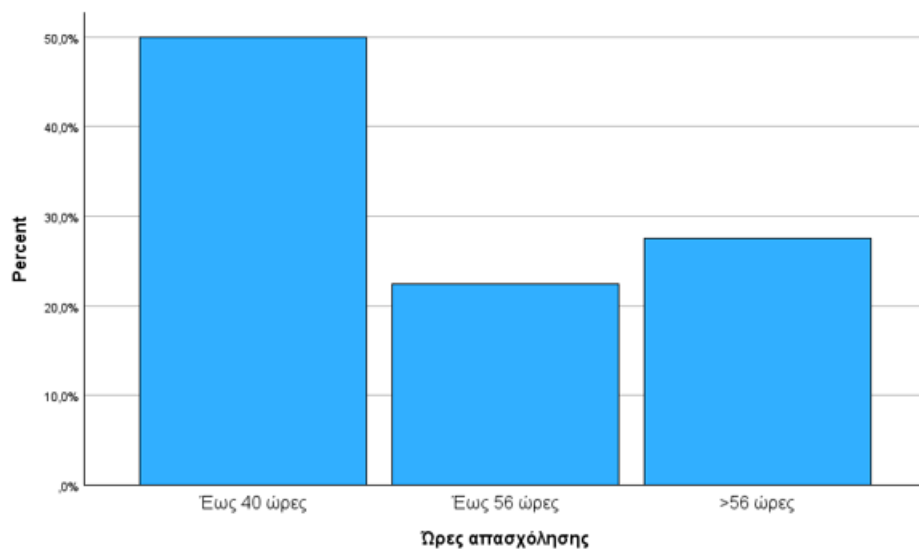
Πίνακας 24. Το πλήθος των εργαζομένων ανά τόπο εργασίας

		<b>Τόπος εργασίας</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Στον ίδιο χώρο	57	71,3	71,3	71,3
	Συχνά και σε άλλο χώρο ίδιου κτηρίου	12	15,0	15,0	86,3
	Συχνά και σε άλλο χώρο διαφορετικού κτηρίου	10	12,5	12,5	98,8
	Και σε ίδιο και σε διαφορετικό	1	1,3	1,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Οι εργαζόμενοι ρωτήθηκαν για τις ώρες απασχόλησής τους εβδομαδιαίως στους χώρους μελέτης και οι μισοί δήλωσαν ότι εργάζονται σε δωρο ωράριο ημερησίως, ενώ οι άλλοι μισοί έχουν κλιμακούμενη υπερωριακή απασχόληση, 18 άτομα πάνω από 40 και έως 56 ώρες, ενώ 22 άτομα εργάζονται πάνω από 56 ώρες εβδομαδιαίως (πίνακας 25, γράφημα 12).

Πίνακας 25. Κατανομή της εβδομαδιαίας απασχόλησης

		<b>Ωρες απασχόλησης</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Έως 40 ώρες	40	50,0	50,0	50,0
	Έως 56 ώρες	18	22,5	22,5	72,5
	>56 ώρες	22	27,5	27,5	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

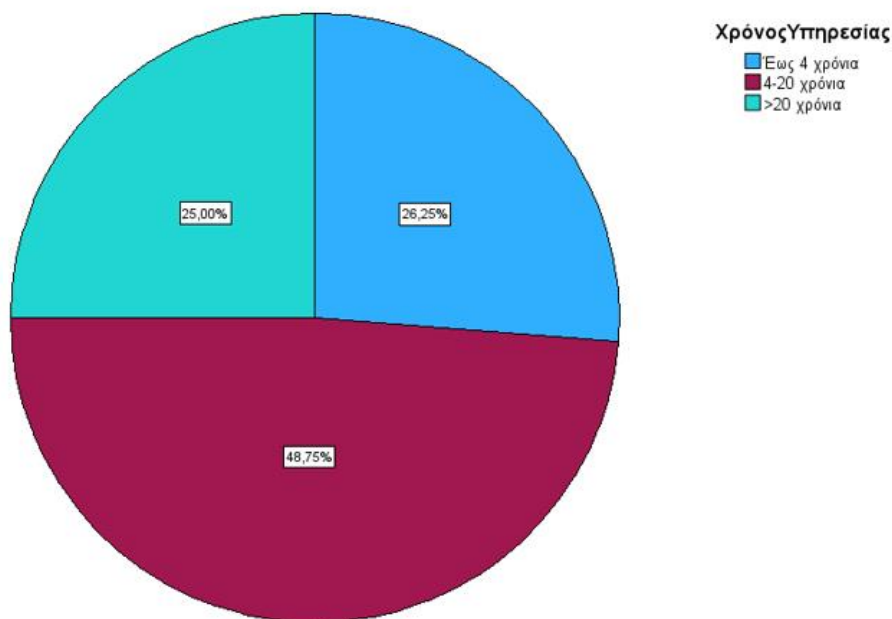


Γράφημα 12. Η ποσοστιαία κατανομή των ωρών απασχόλησης των εργαζομένων

Ο χρόνος που έχουν εργαστεί σε αυτούς τους χώρους είναι σημαντικός παράγοντας για την εκτίμησή τους και η πλειοψηφία τους (σε ποσοστό 74%) έχει δουλέψει πάνω από 4 χρόνια παράγοντας που τους προσδίδει μεγάλη εμπειρία. Πιο συγκεκριμένα, 20 άτομα εργάζονται πάνω από 20 χρόνια και 39 άτομα εργάζονται από 4 έως 20 χρόνια και 21 άτομα εργάζονται σε αυτούς τους χώρους έως 4 χρόνια (πίνακας 26, γράφημα 13).

Πίνακας 26. Κατανομή του χρόνου υπηρεσίας των εργαζομένων

Χρόνος Υπηρεσίας					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Έως 4 χρόνια	21	26,3	26,3	26,3
	4-20 χρόνια	39	48,8	48,8	75,0
	>20 χρόνια	20	25,0	25,0	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

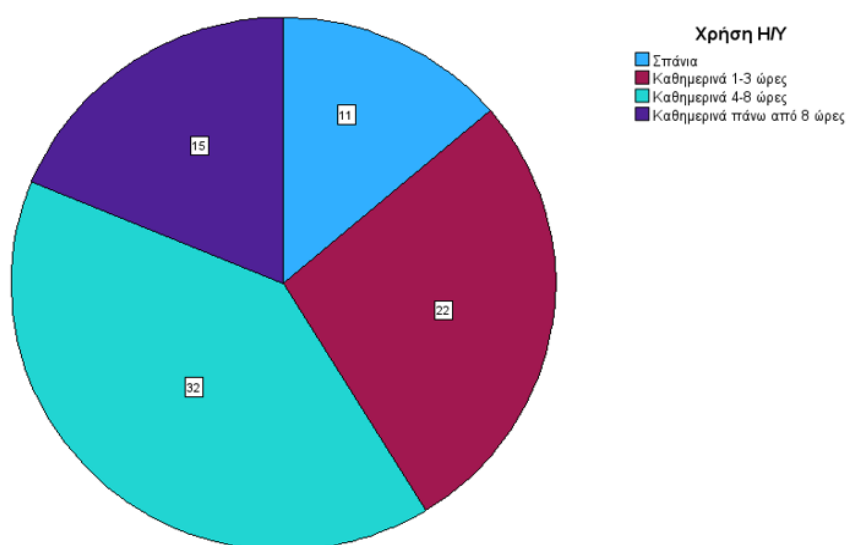


Γράφημα 13. Ποσοστιαία κατανομή του χρόνου υπηρεσίας των εργαζομένων

Ζητήθηκε από τους εργαζομένους να καταγράψουν την συχνότητα χρήσης Η/Υ και απολυμαντικών ημερησίως στα πλαίσια των καθηκόντων τους, καθώς αξιολογούνται ως παράγοντες που επηρεάζουν τα οφθαλμικά συμπτώματα και την εμφάνιση πονοκέφαλου η πολύωρη ενασχόληση με Η/Υ και τα δερματικά ή τα αναπνευστικά συμπτώματα η υπερβολική χρήση απολυμαντικών και καθαριστικών. Η χρήση των Η/Υ είναι καθημερινή για 4-8 ώρες για την πλειοψηφία των εργαζομένων (32 άτομα ή 40% επί του συνόλου), ενώ για 1-3 ώρες καθημερινά απασχολούνται στους Η/Υ 22 άτομα, πάνω από 8 ώρες 15 άτομα και μόλις 11 απασχολούνται σπάνια (πίνακας 27 και γράφημα 14). Είναι προφανές ότι στα άτομα που απασχολούνται 4-8 ή και πλέον των 8 ωρών ημερησίως συγκαταλέγονται και τα 13 άτομα που είναι διοικητικοί υπάλληλοι, ο καθένας από τους οποίους εργάζεται αποκλειστικά μπροστά από ένα Η/Υ που κατά δήλωσή τους δεν διαθέτουν και προστατευτικά φίλτρα.

Πίνακας 27. Οι συχνότητες της χρήσης Η/Υ ημερησίως

		Χρήση Η/Υ			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Σπάνια	11	13,8	13,8	13,8
	Καθημερινά 1-3 ώρες	22	27,5	27,5	41,3
	Καθημερινά 4-8 ώρες	32	40,0	40,0	81,3
	Καθημερινά πάνω από 8 ώρες	15	18,8	18,8	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

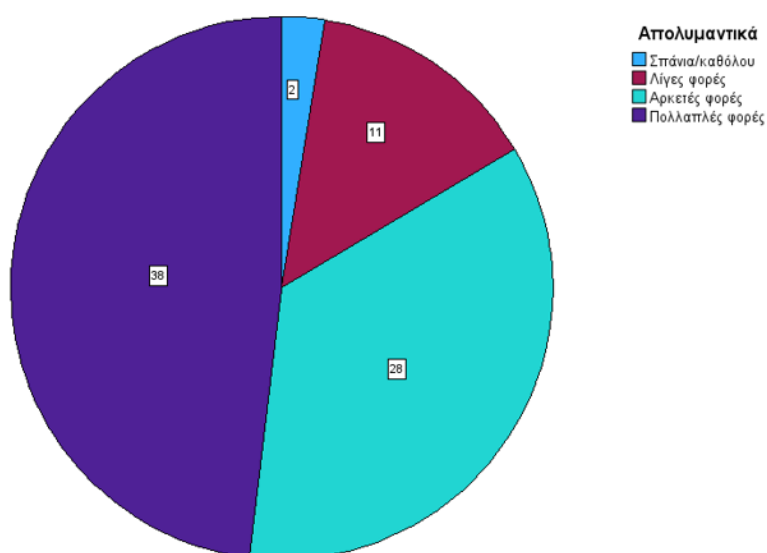


Γράφημα 14. Το πλήθος των εργαζομένων ως προς τη χρήση Η/Υ

Η χρήση καθαριστικών και απολυμαντικών δηλώθηκε ότι γίνεται πολλαπλές φορές ημερησίως από 38 άτομα (ποσοστό 47,5%), και αρκετές φορές από 28 άτομα, επομένως το 72% των εργαζομένων έχει κάνει από αρκετή έως μεγάλη χρήση απολυμαντικών, ενώ λίγες φορές τα χρησιμοποιούν 11 άτομα και σπάνια ή και καθόλου 2 άτομα ( πίνακας 28, γράφημα 15). Να σημειωθεί ότι μόνο 8 άτομα δήλωσαν ότι ανήκουν στο λοιπό τεχνικό προσωπικό όπου συγκαταλέγεται και ο τομέας της καθαριότητας οι οποίοι προδήλως κάνουν μεγάλη χρήση καθαριστικών και απολυμαντικών ως εκ της φύσεως της εργασίας τους.

Πίνακας 28. Οι συχνότητες χρήσης απολυμαντικών ημερησίως

		Απολυμαντικά			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Σπάνια/καθόλου	2	2,5	2,5	2,5
	Λίγες φορές	11	13,8	13,9	16,5
	Αρκετές φορές	28	35,0	35,4	51,9
	Πολλαπλές φορές	38	47,5	48,1	100,0
	Total	79	98,8	100,0	
Missing	System	1	1,3		
Total		80	100,0		

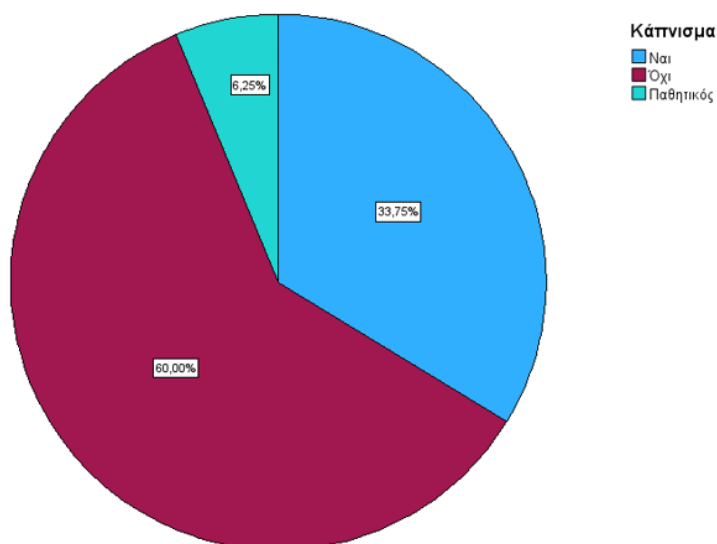


Γράφημα 15. Οι ομάδες των εργαζομένων ως προς την χρήση απολυμαντικών και καθαριστικών

Οι εργαζόμενοι ρωτήθηκαν για τη συνήθεια του καπνίσματος και η πλειοψηφία (48 άτομα) δήλωσε ότι δεν καπνίζουν, ενώ 5 άτομα δήλωσαν ότι είναι παθητικοί καπνιστές στο χώρο εργασίας τους και άλλα 27 άτομα δήλωσαν ότι είναι καπνιστές χωρίς να υποδηλώνεται ότι η συνήθεια αυτή γίνεται εντός του χώρου εργασίας τους. Το πλήθος των καπνιστών είναι αρκετά υψηλό δεδομένης της φύσης του χώρου (πίνακας 29, γράφημα 16). Πάντως, να σημειωθεί ότι το κάπνισμα απαγορεύεται αυστηρά σε όλους τους χώρους του νοσοκομείου ακόμη και τους εξωτερικούς κατόπιν σχετικής υπουργικής απόφασης και εφαρμογής της από την διοίκηση του νοσοκομείου και έχει προβλεφθεί ανάλογο πρόστιμο προς τους παραβάτες-υπαλλήλους και τους διευθυντές των όλων των τμημάτων που φέρουν ευθύνη για την εφαρμογή της.

Πίνακας 29. Η κατανομή των εργαζομένων σε καπνιστές, μη καπνιστές και παθητικούς καπνιστές

		Κάπνισμα			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ναι	27	33,8	33,8	33,8
	Όχι	48	60,0	60,0	93,8
	Παθητικός	5	6,3	6,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	



Γράφημα 16. Η ποσοστιαία κατανομή των εργαζομένων με κριτήριο το κάπνισμα

Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τους εργαζομένους να αναφέρουν την συχνότητα εμφάνισης κάποιων συμπτωμάτων που μπορεί να θεωρηθούν απόρροια του SBS συνδρόμου κατά την άσκηση των καθηκόντων τους στον χώρο εργασίας τους τους τελευταίους 6 μήνες. Πιο συγκεκριμένα, τους δόθηκε μια κατά Linkert scale (εικ. 35) με τα ακόλουθα συμπτώματα:

- ξηρός λαιμός/ξηρός βήχας,
- αναπνευστική δυσχέρεια/ταχύπνοια,
- δυσάρεστη οσμή στο χώρο/αποπνικτική ατμόσφαιρα,



- ρινική συμφόρηση/ρινική καταρροή,
- οφθαλμική ξηρότητα/ερυθρότητα/ δακρύρροια,
- ξηρότητα- ερυθρότητα δέρματος/εξάνθημα/φαγούρα,
- πονοκέφαλος/ζάλη/ναυτία,
- υπνηλία/κούραση/εξάντληση,
- νωθρότητα/έλλειψη συγκέντρωσης,
- ανησυχία/stress,

και πλέγμα πολλαπλών απαντήσεων τις εξής επιλογές συχνότητας εμφάνισης από τις οποίες μπορούσαν να επισημάνουν μία ανά σύμπτωμα:

- καθόλου/σπάνια,
- 1-2 φορές,
- 1 φορά κάθε μήνα,
- κάθε εβδομάδα

Συνολικά, έγκυρες θεωρήθηκαν 78 απαντήσεις καθώς 2 απορρίφθηκαν λόγω κενών απαντήσεων (πίνακας 14) και οι τιμές βαθμών των πολλαπλών απαντήσεων ήταν:

- καθόλου/σπάνια 1,
- 1-2 φορές 2,
- 1 φορά κάθε μήνα 3,
- κάθε εβδομάδα 4

12. Κατά τους 6 τελευταίους μήνες αναφέρετε τη συχνότητα εμφάνισης των ακόλουθων συμπτωμάτων στο χώρο εργασίας σας

Να επισημαίνεται μόνο μία απαντητική σειρά.

	Καθόλου/ σπάνια	1-2 φορές	1 φορά κάθε μήνα	Κάθε βδομάδα
Ξηρός λαιμός/ Ξηρός βήχας	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Αναπνευστική δυσχέρεια/ ταχύπνοια	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Δυσάρεστη οσμή/ αποπνικτική ατμόσφαιρα	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ρινική συμφόρηση/ ρινική καταρροή	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Οφθαλμική ξηρότητα/ ερυθρότητα/ δακρύρροια	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ξηρότητα/ ερυθρότητα δέρματος/ εξάνθημα/ φαγούρα	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Πονοκέφαλος/ ζάλη/ναυτία	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Υπνηλία/ κούραση/ εξάντληση	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Νωθρότητα/ έλλειψη συγκέντρωσης	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ανησυχία/ stress	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Εικόνα 35. Κατά Linkert αναφορά συμπτωμάτων των εργαζομένων στο χώρο εργασίας τους

Τα ποσοστά των ατόμων που απάντησαν στις δεδομένες επιλογές συχνότητας ανά σύμπτωμα ακολουθούν στους παρακάτω πίνακες (πίνακες 30-39):

Πίνακας 30. Ποσοστά συχνοτήτων εμφάνισης ξηρού λαιμού/βήχα

		<b>Ξηρός λαιμός</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου/σπάνια	34	42,5	43,0	43,0
	1-2 φορές	25	31,3	31,6	74,7
	1 φορά κάθε μήνα	8	10,0	10,1	84,8
	Κάθε βδομάδα	12	15,0	15,2	100,0
	Total	79	98,8	100,0	
Missing	System	1	1,3		
Total		80	100,0		

Πίνακας 31. Ποσοστά συχνοτήτων εμφάνισης αναπνευστικής δυσχέρειας

		<b>Αναπνευστικά</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου/σπάνια	63	78,8	78,8	78,8
	1-2 φορές	11	13,8	13,8	92,5
	Κάθε βδομάδα	6	7,5	7,5	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 32. Ποσοστά συχνοτήτων εμφάνισης αίσθησης αποπνικτικής ατμόσφαιρας

		<b>Αποπνικτική</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου/σπάνια	34	42,5	42,5	42,5
	1-2 φορές	22	27,5	27,5	70,0
	1 φορά κάθε μήνα	11	13,8	13,8	83,8
	Κάθε βδομάδα	13	16,3	16,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 33. Ποσοστά συχνότητας εμφάνισης ρινικής συμφόρησης/καταρροής

		<b>Ρινικά</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου/σπάνια	32	40,0	40,0	40,0
	1-2 φορές	28	35,0	35,0	75,0
	1 φορά κάθε μήνα	11	13,8	13,8	88,8
	Κάθε βδομάδα	9	11,3	11,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 34. Ποσοστά συχνότητας εμφάνισης οφθαλμικής ξηρότητας/ερυθρότητας

		<b>Οφθαλμικά</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου/σπάνια	38	47,5	48,1	48,1
	1-2 φορές	11	13,8	13,9	62,0
	1 φορά κάθε μήνα	12	15,0	15,2	77,2
	Κάθε βδομάδα	18	22,5	22,8	100,0
	Total	79	98,8	100,0	
Missing	System	1	1,3		
Total		80	100,0		

Πίνακας 35. Ποσοστά συχνότητας εμφάνισης ξηρότητας/ερυθρότητας δέρματος

		<b>Δερματικά</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου/σπάνια	51	63,7	63,7	63,7
	1-2 φορές	14	17,5	17,5	81,3
	1 φορά κάθε μήνα	7	8,8	8,8	90,0
	Κάθε βδομάδα	8	10,0	10,0	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 36. Ποσοστά συχνοτήτων εμφάνισης πονοκέφαλου/ζάλης

		<b>Πονοκέφαλος</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καμία απάντηση	1	1,3	1,3	1,3
	Καθόλου/σπάνια	22	27,5	27,5	28,7
	1-2 φορές	28	35,0	35,0	63,7
	1 φορά κάθε μήνα	12	15,0	15,0	78,8
	Κάθε βδομάδα	17	21,3	21,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 37. Ποσοστά συχνοτήτων εμφάνισης κούρασης/υπνηλίας

		<b>Κούραση</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καμία απάντηση	1	1,3	1,3	1,3
	Καθόλου/σπάνια	13	16,3	16,3	17,5
	1-2 φορές	21	26,3	26,3	43,8
	1 φορά κάθε μήνα	12	15,0	15,0	58,8
	Κάθε βδομάδα	33	41,3	41,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 38. Ποσοστά συχνοτήτων εμφάνισης έλλειψης συγκέντρωσης

		<b>Συγκέντρωση</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου/σπάνια	32	40,0	40,0	40,0
	1-2 φορές	19	23,8	23,8	63,7
	1 φορά κάθε μήνα	17	21,3	21,3	85,0
	Κάθε βδομάδα	12	15,0	15,0	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

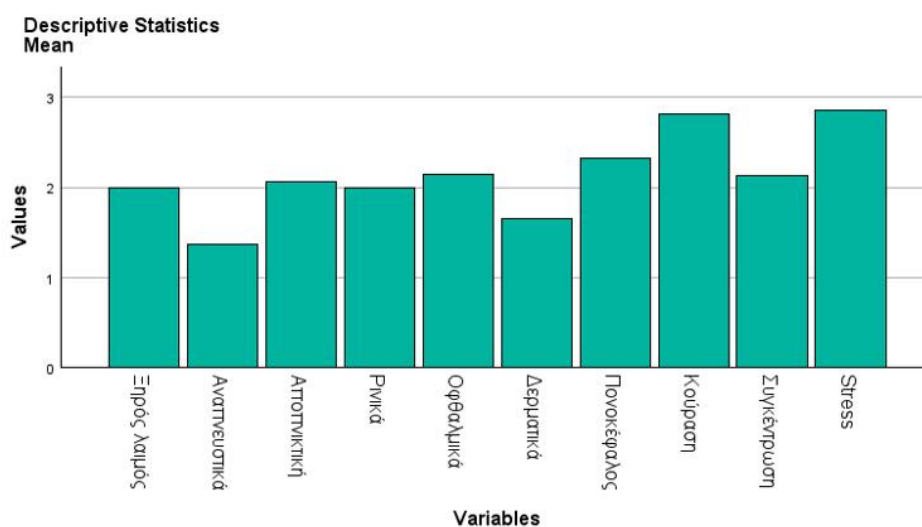
Πίνακας 39. Ποσοστά συχνοτήτων εμφάνισης ανησυχίας/stress

		<b>Stress</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου/σπάνια	14	17,5	17,5	17,5
	1-2 φορές	18	22,5	22,5	40,0
	1 φορά κάθε μήνα	11	13,8	13,8	53,8
	Κάθε βδομάδα	37	46,3	46,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Συγκριτικά, το πιο επικρατές σύμπτωμα (πίνακας 40) ήταν το stress με μέση τιμή 2,86 και τυπική απόκλιση 1,181 και ακολουθούν κατά σειρά το αίσθημα κούρασης (μέση τιμή 2,81- τυπική απόκλιση 1,152), ο πονοκέφαλος (μέση τιμή 2,32- τυπική απόκλιση 1,099), τα οφθαλμικά συμπτώματα (μέση τιμή 2,14- τυπική απόκλιση 1,246 που ήταν και η μεγαλύτερη), η νωθρότητα και η έλλειψη συγκέντρωσης (μέση τιμή 2,13- τυπική απόκλιση 1,109), η οσμηρή ή αποπνικτική ατμόσφαιρα ( μέση τιμή 2,06- τυπική απόκλιση 1,109), ο ξηρός λαιμός ή ξηρός βήχας (μέση τιμή 2,00- τυπική απόκλιση 1,069). Λιγότερο συχνά εμφανίζονται κατά σειρά η ρινική συμφόρηση ή καταρροή, ξηρότητα ή ερυθρότητα ή φαγούρα ή εξάνθημα στο δέρμα και τέλος η αναπνευστική δυσχέρεια ή η ταχύπνοια (γράφημα 17). Από το σύνολο των συμπτωμάτων εκείνο που εμφανίζει μεγάλη μέση τιμή χωρίς να είναι η μεγαλύτερη, αλλά μικρή τυπική απόκλιση είναι ο πονοκέφαλος που μπορεί να θεωρηθεί ως το αξιολογούμενο πιο σημαντικό σύμπτωμα.

Πίνακας 40. Μέσες τιμές κατά Linkert και τυπικές αποκλίσεις συμπτωμάτων.

Descriptive Statistics						
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	
Ξηρός λαιμός	78	1	4	2,00	1,069	
Αναπνευστικά	78	1	4	1,37	,839	
Αποπνικτική	78	1	4	2,06	1,109	
Ρινικά	78	1	4	1,99	1,000	
Οφθαλμικά	78	1	4	2,14	1,246	
Δερματικά	78	1	4	1,65	1,017	
Πονοκέφαλος	78	1	4	2,32	1,099	
Κούραση	78	1	4	2,81	1,152	
Συγκέντρωση	78	1	4	2,13	1,109	
Stress	78	1	4	2,86	1,181	
Valid N (listwise)	78					



Γράφημα 17. Οι μέσες τιμές κατά Linkert της συχνότητας εμφάνισης συμπτωμάτων του SBS συνδρόμου

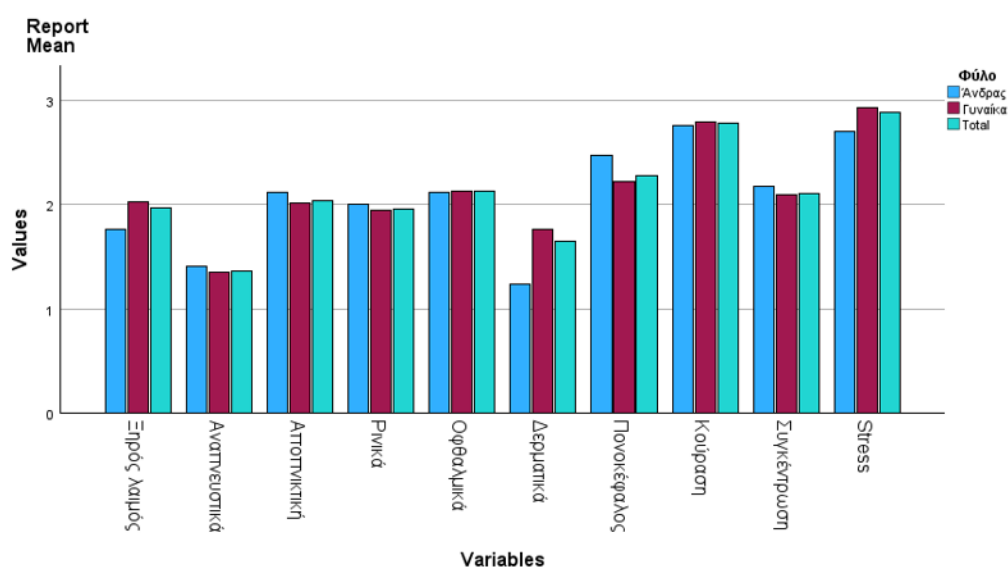
Συγκρίθηκαν οι μέσοι όροι των συμπτωμάτων με το φύλο (πίνακας 41). Οι μεγαλύτερες διαφορές ανά φύλο ήταν κατά σειρά με τις γυναίκες να παραπονούνται περισσότερο για τα δερματικά συμπτώματα, που ίσως να οφείλονται στο ότι γυναίκες απασχολούνται συνήθως στον καθαρισμό των χώρων (διαφορά 0,52 ανάμεσα στους μέσους όρους των φύλων), τον ξηρό λαιμό (διαφορά 0,27 ανάμεσα στους μέσους όρους των φύλων) και το stress (διαφορά 0,23), ενώ οι

άνδρες παραπονούνται περισσότερο για πονοκεφάλους (διαφορά 0,25 ανάμεσα στους μέσους όρους των φύλων).

Πίνακας 41. Καταγραφή των συμπτωμάτων ανά φύλο

		Report									
Mean	Φύλο	Ξηρός λαιμός	Αναπνευστικά	Αποπνικτική	Ρινικά	Οφθαλμικά	Δερματικά	Πονοκέφαλος	Κούραση	Συγκέντρωση	Stress
	Άνδρας	1,76	1,41	2,12	2,00	2,12	1,24	2,47	2,76	2,18	2,71
	Γυναίκα	2,03	1,35	2,02	1,95	2,13	1,76	2,22	2,79	2,10	2,94
	Total	1,97	1,36	2,04	1,96	2,13	1,65	2,28	2,79	2,11	2,89

Συμπτώματα που δεν εμφανίζουν μεγάλες διαφορές ως προς την συχνότητα εμφάνισης στα δύο φύλα είναι τα οφθαλμικά, τα ρινικά και τα αναπνευστικά συμπτώματα και η κούραση (γράφημα 18).



Γράφημα 18. Η εμφάνιση συμπτωμάτων ανά φύλο

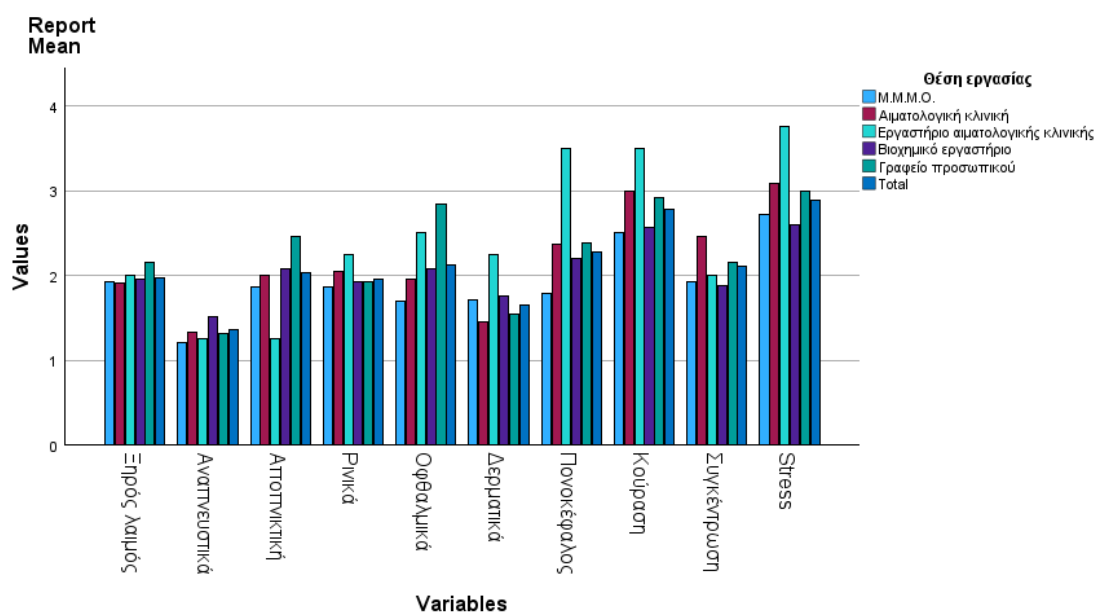
Έγινε συσχέτιση της θέσης εργασίας με τα συμπτώματα (πίνακας 42), όπου όλοι οι χώροι ανεξαιρέτως έχουν τους μεγαλύτερους μέσους όρους στη μεταβλητή «stress» και αμέσως μετά στη «κούραση», ενώ οι χαμηλότεροι μέσοι όροι ήταν τα αναπνευστικά και δερματικά συμπτώματα. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι εργαζόμενοι στο εργαστήριο της αιματολογικής κλινικής παρουσιάζουν μέσους όρους που υπερβαίνουν του συνόλου στα κριτήρια «stress»,



«κούραση», «πονοκέφαλος» και το ίδιο αλλά σε μικρότερο βαθμό παρατηρείται στους εργαζομένους στην αιματολογική κλινική (γράφημα 19).

Πίνακας 42. Καταγραφή των συμπτωμάτων ανά θέση εργασίας

Mean	Report										
	Θέση εργασίας	Ξηρός λαιμός	Αναπνευστικά	Αποπνικτική	Ριικά	Οφθαλμικά	Δερματικά	Πονοκέφαλος	Κούραση	Συγκέντρωση	Stress
M.M.M.O.		1,93	1,21	1,86	1,86	1,69	1,71	1,79	2,50	1,93	2,71
Αιματολογική κλινική		1,91	1,33	2,00	2,04	1,96	1,46	2,38	3,00	2,46	3,08
Εργαστήριο αιματολογικής κλινικής		2,00	1,25	1,25	2,25	2,50	2,25	3,50	3,50	2,00	3,75
Βιοχημικό εργαστήριο		1,96	1,52	2,08	1,92	2,08	1,76	2,20	2,56	1,88	2,60
Γραφείο προσωπικού		2,15	1,31	2,46	1,92	2,85	1,54	2,38	2,92	2,15	3,00
Total		1,97	1,36	2,04	1,96	2,13	1,65	2,28	2,79	2,11	2,89



Γράφημα 19. Η εμφάνιση συμπτωμάτων ανά θέση εργασίας

Κατόπιν, ζητήθηκε από τους εργαζομένους να αποτυπώσουν σε μία κλίμακα τύπου Linkert scale τις απόψεις τους για την ατμόσφαιρα του χώρου εργασίας τους κατά τους τελευταίους 6 μήνες με τις εξής μεταβλητές:

- ευχάριστη/ικανοποιητική,
- ζεστή/αρκετά ζεστή,
- κρύα/αρκετά κρύα,
- ξηρή,
- υγρή, βαριά/αποπνικτική/οσμηρή

και με πλέγμα πολλαπλών απαντήσεων με τις εξής επιλογές και τιμές βαθμών:

- σπάνια/καθόλου 1,
- κάποιες φορές 2,
- τις περισσότερες φορές 3,
- πάντα/σχεδόν πάντα 4

Οι εργαζόμενοι σημείωναν μία απάντηση ανά μεταβλητή (εικ. 36)

13. Κατά τους τελευταίους 6 μήνες η ατμόσφαιρα του χώρου εργασίας σας θεωρείτε ότι είναι:

Να επισημαίνεται μόνο μία απάντηση ανά σειρά.

	Πάντα/ σχεδόν πάντα	Τις περισσότερες φορές	Κάποιες φορές	Σπάνια/ καθόλου
Ευχάριστη/ ικανοποιητική	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ζεστή/αρκετά ζεστή	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Κρύα/αρκετά κρύα	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ξηρή	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Υγρή	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Βαριά/ αποπνικτική/ οσμηρή	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Εικόνα 36. Κατά Linkert scale αποτύπωση των απόψεων των εργαζομένων ως προς την ποιότητα της ατμόσφαιρας στο χώρο εργασίας

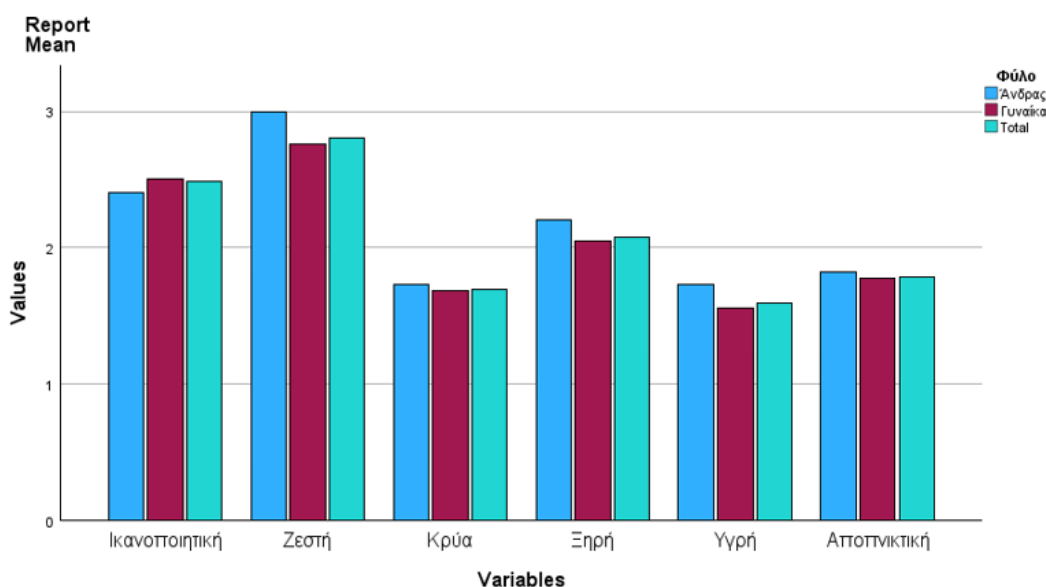
Έγινε συσχέτιση των μέσων όρων ανά φύλο για κάθε μεταβλητή (πίνακας 43) και οι περισσότεροι δήλωσαν ότι εργάζονται σε ένα περισσότερο ζεστό περιβάλλον ή ικανοποιητικό περιβάλλον, ενώ τους λιγότερους βαθμούς συγκέντρωσε το υγρό και το κρύο περιβάλλον (γράφημα 20). Διαφορές ανάμεσα στα φύλα παρατηρήθηκαν ως προς το ζεστό και το ξηρό περιβάλλον που επισημαίνουν περισσότερο οι άνδρες.

Πίνακας 43. Οι μέσοι όροι των απόψεων για την ποιότητα της ατμόσφαιρας ανά φύλο

**Report**

Mean

Φύλο	Ικανοποιητική ή	Ζεστή	Κρύα	Ξηρή	Υγρή	Αποπνικτική ή
Άνδρας	2,40	3,00	1,73	2,20	1,73	1,82
Γυναίκα	2,51	2,76	1,68	2,05	1,56	1,77
Total	2,49	2,81	1,69	2,08	1,59	1,78

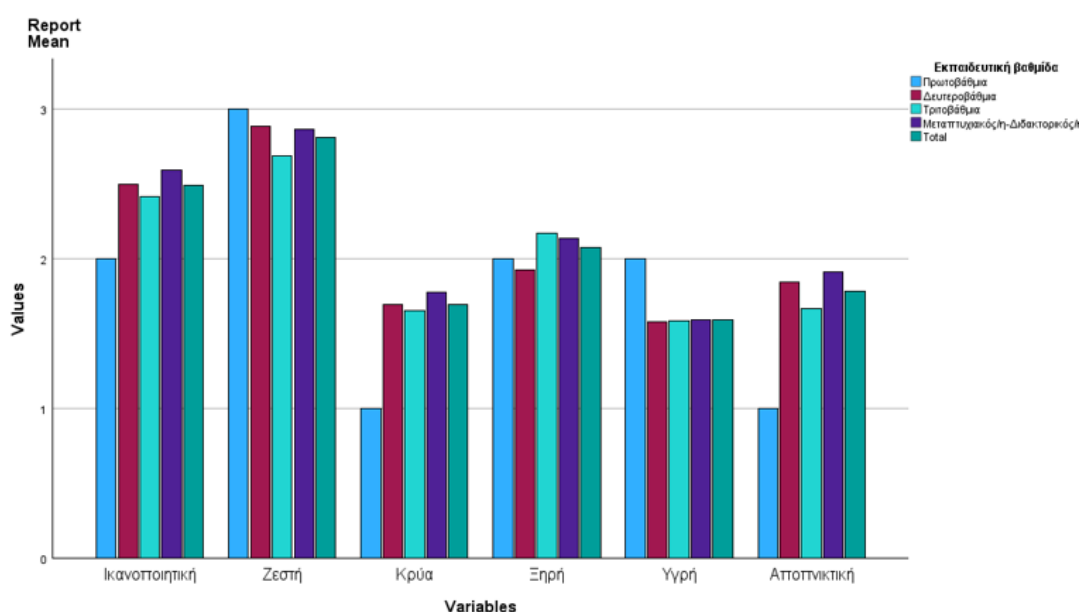


Γράφημα 20.. Αποτύπωση των απόψεων για την ποιότητα ανά φύλο

Η διερεύνηση των απόψεων για την ατμόσφαιρα με κριτήριο την εκπαιδευτική βαθμίδα αποτυπώνεται στον πίνακα 28 και τα άτομα που ανήκουν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση έχουν μέσους όρους με τις μεγαλύτερες αποκλίσεις από το σύνολο, ενώ άτομα με μεταπτυχιακό ή διδακτορικό τίτλο έχουν μεγαλύτερους μέσους όρους από το σύνολο σε όλες τις μεταβλητές . Ο μέγιστος μέσος όρος παρατηρείται σε άτομα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που θεωρούν ζεστό το εργασιακό περιβάλλον και έπονται οι της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που καταδεικνύουν την ίδια άποψη, ενώ ο μικρότερος μέσος όρος παρατηρείται πάλι σε άτομα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που δηλώνουν ότι το περιβάλλον εργασίας είναι λιγότερο κρύο ή αποπνικτικό σε αντίθεση με τις άλλες ομάδες που εμφανίζουν μια ομοιογένεια απόψεων για αυτές τις μεταβλητές (πίνακας 44, γράφημα 21). Η φύση της εργασίας (περισσότερο ή λιγότερο εργώδης) θα μπορούσε να ερμηνεύσει τα παραπάνω αποτελέσματα.

Πίνακας 44. Συσχέτιση εκπαιδευτικής βαθμίδας και ποιότητας της ατμόσφαιρας του εργασιακού χώρου

Mean	Εκπαιδευτική βαθμίδα	Ικανοποιητική	Ζεστή	Κρύα	Ξηρή	Υγρή	Αποπνικτική
	Πρωτοβάθμια	2,00	3,00	1,00	2,00	2,00	1,00
	Δευτεροβάθμια	2,50	2,88	1,69	1,92	1,58	1,85
	Τριτοβάθμια	2,41	2,69	1,66	2,17	1,59	1,67
	Μεταπτυχιακός/η- Διδακτορικός/η	2,59	2,86	1,77	2,14	1,59	1,91
	Total	2,49	2,81	1,69	2,08	1,59	1,78

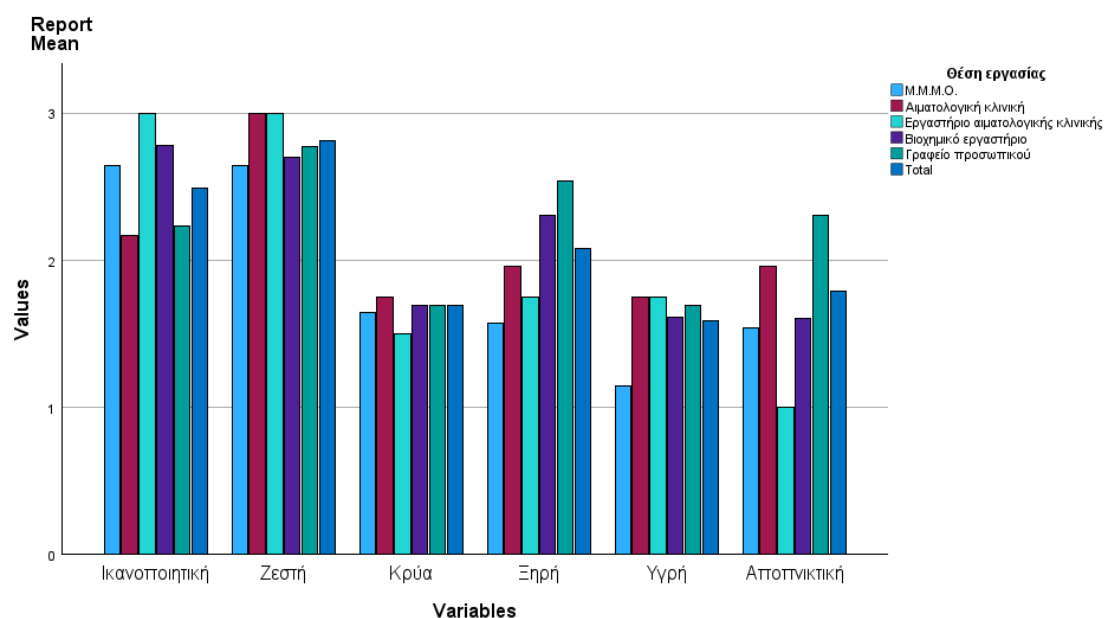


Γράφημα 21. Αποτίμηση των απόψεων για το εργασιακό περιβάλλον σε σχέση με την εκπαιδευτική βαθμίδα των εργαζομένων

Επίσης, διερευνήθηκαν και ποιες μεταβολές παρατηρούνται στις απόψεις για τον εργασιακό χώρο ανάλογα με τη θέση εργασίας (πίνακας 45) με πιο ικανοποιημένους να είναι οι εργαζόμενοι στο εργαστήριο της αιματολογικής κλινικής και να ακολουθούν κατά σειρά οι εργαζόμενοι στο βιοχημικό εργαστήριο, στην Μ.Μ.Μ.Ο. κλινική, στο γραφείο προσωπικού και τέλος στην αιματολογική κλινική. Το κριτήριο «ζεστό περιβάλλον» εμφανίζει τους υψηλότερους μέσους όρους σε όλους τους χώρους, ενώ είναι αξιοπρόσεκτη η διαφορά ανάμεσα στο γραφείο προσωπικού και τους άλλους χώρους ως προς το κριτήριο «αποπνικτική ατμόσφαιρα» (γράφημα 22).

Πίνακας 45. Συσχέτιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας και της θέσης εργασίας

Report						
Mean						
Θέση εργασίας	Ικανοποιητική	Ζεστή	Κρύα	Ξηρή	Υγρή	Αποπνικτική
M.M.M.O.	2,64	2,64	1,64	1,57	1,14	1,54
Αιματολογική κλινική	2,17	3,00	1,75	1,96	1,75	1,96
Εργαστήριο αιματολογικής κλινικής	3,00	3,00	1,50	1,75	1,75	1,00
Βιοχημικό εργαστήριο	2,78	2,70	1,70	2,30	1,61	1,60
Γραφείο προσωπικού	2,23	2,77	1,69	2,54	1,69	2,31
Total	2,49	2,81	1,69	2,08	1,59	1,78



Γράφημα 22. Η άποψη των εργαζομένων για την ατμόσφαιρα του εργασιακού περιβάλλοντος σε σχέση με τη θέση εργασίας τους

Οι ερωτώμενοι εξέφρασαν στο επόμενο ερώτημα πάλι κατά Linkert scale το βαθμό ικανοποίησής τους για τέσσερις μετρήσιμες περιβαλλοντικές παραμέτρους «θερμοκρασία-υγρασία- αερισμός – συνωστισμός» και ως απαντήσεις ήταν το «καθόλου», το «μέτρια» και το «πολύ». Ο αερισμός και ο συνωστισμός είναι οι παράγοντες που έχουν τα χαμηλότερα ποσοστά ικανοποίησης, (πίνακες 46-49), που αξιολογούνται όταν συνδυαστούν και με τις μετρήσεις του CO<sub>2</sub> που έχουν αναλυθεί παραπάνω.

Πίνακας 46. Οι συχνότητες ως προς την θερμοκρασία του εργασιακού χώρου

		<b>Θερμοκρασία</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου	10	12,5	12,5	12,5
	Μέτρια	51	63,7	63,7	76,3
	Πολύ	19	23,8	23,8	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 47. Οι συχνότητες ως προς την υγρασία του εργασιακού χώρου

		<b>Υγρασία</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου	6	7,5	7,5	7,5
	Μέτρια	54	67,5	67,5	75,0
	Πολύ	20	25,0	25,0	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 48. Οι συχνότητες ως προς τον αερισμό του εργασιακού χώρου

		<b>Αερισμός</b>			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου	20	25,0	25,0	25,0
	Μέτρια	44	55,0	55,0	80,0
	Πολύ	16	20,0	20,0	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 49. Οι συχνότητες ως προς τον συνωστισμό του εργασιακού χώρου

		Συνωστισμός			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Καθόλου	20	25,0	25,0	25,0
	Μέτρια	38	47,5	47,5	72,5
	Πολύ	21	26,3	26,3	98,8
	4	1	1,3	1,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Τέλος, ζητήθηκε από τους εργαζομένους να επιλέξουν ανάμεσα στα κάτωθι μέτρα βελτίωσης της ποιότητας του αέρα στο χώρο εργασίας τους (πίνακες 50-53):

- αύξηση του φυσικού αερισμού (άνοιγμα παραθύρων),
- τοποθέτηση φίλτρων HEPA στο χώρο,
- συχνότερη συντήρηση- καλύτερη ρύθμιση του HVAC συστήματος του νοσοκομείου,
- προσθήκη επιπλέον κλιματιστικής μονάδας,
- άλλο μέτρο (περιγράψτε το),
- τίποτα από τα παραπάνω.

Πίνακας 50. Το άνοιγμα των παραθύρων ως μέτρο βελτίωσης της ποιότητας του εργασιακού χώρου

<b>Άνοιγμα παραθύρων</b>					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Όχι	29	36,3	36,3	36,3
	Ναι	51	63,7	63,7	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 51. Η εγκατάσταση φίλτρων HEPA ως μέτρο βελτίωσης της ποιότητας του εργασιακού χώρου

<b>Φίλτρα HEPA</b>					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Όχι	41	51,2	51,2	51,2
	Ναι	39	48,8	48,8	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 52. Η συντήρηση του HVAC συστήματος ως μέτρο βελτίωσης της ποιότητας του εργασιακού χώρου

<b>Συντήρηση HVAC</b>					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Όχι	25	31,3	31,3	31,3
	Ναι	55	68,8	68,8	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Πίνακας 53. Η προσθήκη επιπλέον κλιματιστικής μονάδας ως μέτρο βελτίωσης της ποιότητας του εργασιακού χώρου

<b>Προσθήκη_κλιματισμού</b>					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Όχι	51	63,7	63,7	63,7
	Ναι	29	36,3	36,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	



Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων (68,8%) ζήτησε πιο συχνή συντήρηση ή/και καλύτερη ρύθμιση του υπάρχοντος HVAC συστήματος και ακολούθως το συχνότερο άνοιγμα των παραθύρων (63,7%) και την τοποθέτηση φίλτρων HEPA (48,8%), ενώ λιγότερα άτομα (36,3%) ζήτησαν προσθήκη επιπλέον κλιματιστικής μονάδας. Τέσσερα άτομα δεν συνέστησαν κανένα μέτρο βελτίωσης, ενώ 3 άτομα ζήτησαν ο πρώτος ανακαίνιση του χώρου, ο δεύτερος ζήτησε την επιδιόρθωση παραθύρων που δεν ανοίγουν και ο τρίτος μείωση της παρουσίας ατόμων στον εργασιακό χώρο. Οι περισσότεροι ζητούσαν σε διάφορους συνδυασμούς περισσότερα του ενός από τα προαναφερόμενα μέτρα.

Η επαγωγική στατιστική ανάλυση για την διερεύνηση πιθανών συσχετίσεων ανάμεσα σε φύλο και τα συμπτώματα πονοκέφαλος, κούραση, συγκέντρωση και stress έγινε με το κριτήριο Chi-Square Test και διαπιστώθηκε ότι δεν μπορεί να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα ως προς μία στατιστικά σημαντική συσχέτιση, καθώς η p value ήταν  $> 0.005$  σε όλες τις περιπτώσεις (πίνακες 54-57).

Πίνακας 54. Διερεύνηση συσχέτισης φύλου-πονοκέφαλου

<b>Chi-Square Tests</b>			
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,153 <sup>a</sup>	4	,386
Likelihood Ratio	3,993	4	,407
Linear-by-Linear Association	,653	1	,419
N of Valid Cases	80		

a. 5 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,21.

Πίνακας 55. Διερεύνηση συσχέτισης φύλου- κούρασης

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,624 <sup>a</sup>	4	,328
Likelihood Ratio	4,860	4	,302
Linear-by-Linear Association	,008	1	,929
N of Valid Cases	80		

a. 5 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,21.

Πίνακας 56. Διερεύνηση συσχέτισης φύλου- έλλειψης συγκέντρωσης

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	1,969 <sup>a</sup>	3	,579
Likelihood Ratio	1,991	3	,574
Linear-by-Linear Association	,073	1	,787
N of Valid Cases	80		

a. 3 cells (37,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,55.

Πίνακας 57. Διερεύνηση συσχέτισης φύλου- stress

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,736 <sup>a</sup>	3	,434
Likelihood Ratio	2,568	3	,463
Linear-by-Linear Association	,511	1	,475
N of Valid Cases	80		

a. 3 cells (37,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,34.

Η διερεύνηση πιθανής συσχέτισης ανάμεσα στο φύλο και το βαθμό ικανοποίησης ως προς τις μεταβλητές θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός και συνωστισμός δεν απέδωσε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το Chi-Square Test (η p value ήταν > 0.005), αφού προηγήθηκε έλεγχος κανονικότητας με το One-Sample Kolmogorov-Smirnov τεστ (πίνακες 58-61). Επομένως, για καμία από τις παραπάνω μεταβλητές δεν υπάρχει ασφαλές συμπέρασμα ότι επηρεάζεται από το φύλο.

Πίνακας 58. Διερεύνηση συσχέτισης φύλου- θερμοκρασίας στο χώρο εργασίας

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	,540 <sup>a</sup>	2	,763
Likelihood Ratio	,504	2	,777
Linear-by-Linear Association	,176	1	,675
N of Valid Cases	80		

a. 2 cells (33,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,13.

Πίνακας 59. Διερεύνηση συσχέτισης φύλου- υγρασίας στο χώρο εργασίας

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,293 <sup>a</sup>	2	,318
Likelihood Ratio	2,510	2	,285
Linear-by-Linear Association	2,218	1	,136
N of Valid Cases	80		

a. 3 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,28.

Πίνακας 60. Διερεύνηση συσχέτισης φύλου- αερισμού στο χώρο εργασίας

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,239 <sup>a</sup>	2	,198
Likelihood Ratio	3,081	2	,214
Linear-by-Linear Association	2,839	1	,092
N of Valid Cases	80		

a. 2 cells (33,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,40.

Πίνακας 61. Διερεύνηση συσχέτισης φύλου-συνωστισμού στο χώρο εργασίας

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,455 <sup>a</sup>	2	,293
Likelihood Ratio	2,330	2	,312
Linear-by-Linear Association	2,043	1	,153
N of Valid Cases	79		

a. 2 cells (33,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,30.

Η συσχέτιση της θέσης εργασίας με τα συμπτώματα ξηρός λαιμός, οσμηρή/αποπνικτική ατμόσφαιρα και οφθαλμικά έγινε εφαρμόζοντας το μη παραμετρικό έλεγχο Chi-Square Test, καθώς προηγήθηκε το Kolmogorov- Smirnov test (πίνακας 62) και διαπιστώθηκε ότι δεν ακολουθούν κανονική κατανομή. Όλες οι συσχετίσεις δεν απέδειξαν κάποια στατιστική σημαντικότητα γιατί ήταν όλες οι  $p$  value > 0005 (πίνακες 63-65).

Με τον ίδιο τρόπο διερευνήθηκε η συσχέτιση ανάμεσα στη θέση εργασίας και την αίσθηση που έχουν για τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο εργασίας τους (πίνακας 66-71) και σε καμμία περίπτωση δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( η  $p$  value ήταν > 0.005)

Πίνακας 62. Kolmogorov- Smirnov τεστ για κανονική κατανομή

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Ξηρός λαϊμός	Αποπνικτική	Οφθαλμικά	Ικανοποιητική	Ζεστή	Κρύα	Ξηρή	Υγρή	Αποπνικτική	
N		79	80	79	78	78	78	78	78	79	
Normal Parameters <sup>a, b</sup>	Mean	1,97	2,04	2,13	2,49	2,81	1,69	2,08	1,59	1,78	
	Std. Deviation	1,074	1,107	1,244	,833	,685	,631	,864	,711	,943	
Most Extreme Differences	Absolute	,248	,251	,298	,233	,316	,290	,241	,322	,266	
	Positive	,248	,251	,298	,233	,261	,261	,241	,322	,266	
	Negative	-,182	-,174	-,183	-,218	-,316	-,290	-,208	-,203	-,177	
Test Statistic		,248	,251	,298	,233	,316	,290	,241	,322	,266	
Asymp. Sig. (2-tailed) <sup>c</sup>		<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	
Monte Carlo Sig. (2-tailed) <sup>d</sup>	Sig.	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
		Upper Bound	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. Lilliefors' method based on 10000 Monte Carlo samples with starting seed 1335104164.

Πίνακας 63. Διερεύνηση συσχέτισης θέσης εργασίας-συμπτώματος ξηρού λαϊμού

### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	5,692 <sup>a</sup>	12	,931
Likelihood Ratio	6,158	12	,908
Linear-by-Linear Association	,272	1	,602
N of Valid Cases	79		

a. 14 cells (70,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,41.

Πίνακας 64. Διερεύνηση συσχέτισης θέσης εργασίας-συμπτώματος δυσάρεστης/αποπνικτικής ατμόσφαιρας

### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	13,183 <sup>a</sup>	12	,356
Likelihood Ratio	15,390	12	,221
Linear-by-Linear Association	1,690	1	,194
N of Valid Cases	80		

a. 14 cells (70,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,55.

Πίνακας 65. Διερεύνηση συσχέτισης θέσης εργασίας-συμπτώματος οφθαλμικής ξηρότητας/ερυθρότητας

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,847 <sup>a</sup>	12	,542
Likelihood Ratio	10,037	12	,613
Linear-by-Linear Association	4,564	1	,033
N of Valid Cases	79		

a. 14 cells (70,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,56.

Πίνακας 66. Διερεύνηση συσχέτισης θέσης εργασίας-ικανοποιητικής ατμόσφαιρας

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	14,991 <sup>a</sup>	16	,525
Likelihood Ratio	17,323	16	,365
Linear-by-Linear Association	,111	1	,739
N of Valid Cases	78		

a. 17 cells (68,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,05.

Πίνακας 67. Διερεύνηση συσχέτισης θέσης εργασίας-ζεστής ατμόσφαιρας

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	16,974 <sup>a</sup>	12	,151
Likelihood Ratio	20,954	12	,051
Linear-by-Linear Association	,176	1	,675
N of Valid Cases	78		

a. 14 cells (70,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,10.

Πίνακας 68. Διερεύνηση συσχέτισης θέσης εργασίας-κρύας ατμόσφαιρας

### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	3,953 <sup>a</sup>	8	,861
Likelihood Ratio	5,338	8	,721
Linear-by-Linear Association	,000	1	,992
N of Valid Cases	78		

a. 7 cells (46,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,36.

Πίνακας 69. Διερεύνηση συσχέτισης θέσης εργασίας-ξηρής ατμόσφαιρας

### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	19,819 <sup>a</sup>	16	,228
Likelihood Ratio	24,736	16	,075
Linear-by-Linear Association	,925	1	,336
N of Valid Cases	79		

a. 19 cells (76,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,10.

Πίνακας 70. Διερεύνηση συσχέτισης θέσης εργασίας-υγρής ατμόσφαιρας

### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	15,118 <sup>a</sup>	12	,235
Likelihood Ratio	16,373	12	,175
Linear-by-Linear Association	1,772	1	,183
N of Valid Cases	78		

a. 13 cells (65,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,05.

Πίνακας 71. Διερεύνηση συσχέτισης θέσης εργασίας-αποπνικτικής ατμόσφαιρας

### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	19,819 <sup>a</sup>	16	,228
Likelihood Ratio	24,736	16	,075
Linear-by-Linear Association	,925	1	,336
N of Valid Cases	79		

a. 19 cells (76,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,10.

Για τα συμπτώματα πονοκέφαλος, ρινικά, αναπνευστικά και δερματικά έχει γίνει το One-Sample Kolmogorov-Smirnov test (πίνακας 72), όπου δεν παρατηρήθηκε κανονικότητα για καμία από τις μεταβλητές.

Πίνακας 72. Kolmogorov-Smirnov test για κανονική κατανομή για τα συμπτώματα

### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Αναπνευστικά	Ρινικά	Δερματικά	Πονοκέφαλος	
N		80	80	80	80	
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	1,36	1,96	1,65	2,28	
	Std. Deviation	,830	,999	1,008	1,125	
Most Extreme Differences	Absolute	,456	,235	,378	,234	
	Positive	,456	,235	,378	,234	
	Negative	-,331	-,168	-,259	-,150	
Test Statistic		,456	,235	,378	,234	
Asymp. Sig. (2-tailed) <sup>c</sup>		<,001	<,001	<,001	<,001	
Monte Carlo Sig. (2-tailed) <sup>d</sup>	Sig.	<,001	<,001	<,001	<,001	
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000	,000	,000	,000
		Upper Bound	,000	,000	,000	,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. Lilliefors' method based on 10000 Monte Carlo samples with starting seed 2048628469.

Ακολούθησαν οι προσπάθειες συσχέτισης ανάμεσα σε χρήση Η/Υ και συμπτώματα οφθαλμικά και πονοκέφαλο χωρίς να μπορεί να αποδειχθεί συσχέτιση, γιατί το p value ήταν > 0,005 (πίνακες 73-74)



Πίνακας 73. Διερεύνηση συσχέτισης χρήσης Η/Υ με οφθαλμικά συμπτώματα

### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,801 <sup>a</sup>	9	,367
Likelihood Ratio	11,584	9	,238
Linear-by-Linear Association	4,279	1	,039
N of Valid Cases	79		

a. 11 cells (68,8%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,53.

Πίνακας 74. Διερεύνηση συσχέτισης χρήσης Η/Υ με εμφάνιση πονοκέφαλου

### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	16,726 <sup>a</sup>	12	,160
Likelihood Ratio	16,924	12	,152
Linear-by-Linear Association	,400	1	,527
N of Valid Cases	80		

a. 14 cells (70,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,14.

Αντιθέτως, βρέθηκε συσχέτιση ανάμεσα σε χρήση απολυμαντικών/καθαριστικών και ρινικών συμπτωμάτων με  $p$  value = 0.025 (πίνακας 75). Το είδος της συσχέτισης που βρέθηκε αποτυπώνεται στον πίνακα 76, όπου στην πρώτη στήλη είναι οι μέσοι όροι των απαντήσεων στα ρινικά και η δεύτερη ο μέσος όρος των απαντήσεων στα απολυμαντικά για κάθε απάντηση στα ρινικά. Παρατηρείται ότι όσοι χρησιμοποιούν από σπάνια έως 1-2 φορές απολυμαντικά εμφανίζουν συχνότερα ρινικά συμπτώματα σε σχέση με αυτούς που κάνουν πιο συχνή χρήση, η οποία φαίνεται να τους ευεργετεί. Ο βαθμός συσχέτισης είναι μέτριος Cramer's V 0.025 (πίνακας 77)

Πίνακας 75. Διερεύνηση συσχέτισης χρήσης απολυμαντικών/καθαριστικών με εμφάνιση ρινικών συμπτωμάτων

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	19,046 <sup>a</sup>	9	,025
Likelihood Ratio	13,659	9	,135
Linear-by-Linear Association	1,928	1	,165
N of Valid Cases	79		

a. 12 cells (75,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,23.

Πίνακας 76. Τρόπος συσχέτισης απολυμαντικών-ρινικών

**Report**

Απολυμαντικά

Ρινικά	Mean	N	Std. Deviation
Καθόλου/σπάνια	3,38	32	,793
1-2 φορές	3,39	28	,629
1 φορά κάθε μήνα	2,90	10	1,197
Κάθε βδομάδα	3,11	9	,782
Total	3,29	79	,803

Πίνακας 77. Βαθμός συσχέτισης Cramer's test

**Symmetric Measures**

	Value	Approximate Significance
Nominal by Nominal	Phi	,491
	Cramer's V	,283
N of Valid Cases	79	

Επιπλέον, βρέθηκε συσχέτιση ανάμεσα στις ώρες απασχόλησης και το αίσθημα κόπωσης και εξάντλησης με p value 0,043 (πίνακας 78) και βαθμό συσχέτισης 0,043 (πίνακας 79). Από τον πίνακα 80 φαίνεται ότι καθώς αυξάνονται οι ώρες απασχόλησης, αυξάνονται αντίστοιχα και οι μέσοι όροι της εμφάνισης των παραπάνω συμπτωμάτων.

Πίνακας 78. Διερεύνηση συσχέτισης ωρών απασχόλησης με εμφάνιση συμπτωμάτων κούρασης και εξάντλησης

#### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	15,945 <sup>a</sup>	8	,043
Likelihood Ratio	15,759	8	,046
Linear-by-Linear Association	2,124	1	,145
N of Valid Cases	80		

a. 8 cells (53,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,23.

Πίνακας 79. Βαθμός συσχέτισης Cramer's test για ώρες απασχόλησης-κούραση

#### Symmetric Measures

		Value	Approximate Significance
Nominal by Nominal	Phi	,446	,043
	Cramer's V	,316	,043
N of Valid Cases		80	

Πίνακας 80. Τρόπος συσχέτισης ωρών απασχόλησης- κούρασης

#### Report

Κούραση			
Ώρες απασχόλησης	Mean	N	Std. Deviation
έως 40 ώρες	2,78	40	1,165
έως 56 ώρες	2,11	18	1,183
>56 ώρες	3,36	22	,953
Total	2,79	80	1,187

## 7.5. Σύνδεση αέριων χημικών ρύπων και ερωτηματολογίου

Ακολούθησαν προσπάθειες συσχέτισης των μετρήσεων των ρύπων με συμπτώματα και αίσθηση της ατμόσφαιρας του χώρου εργασίας από τους εργαζόμενους. Ενδεικτικά, παρατίθενται παρακάτω οι εξής: CO<sub>2</sub> – πονοκέφαλος, CO<sub>2</sub> –έλλειψη συγκέντρωσης, CO<sub>2</sub> –

αίσθηση αποπνικτικής ατμόσφαιρας (πίνακες 81-83), NO<sub>2</sub> – αναπνευστικά (πίνακας 84), Pm<sub>2,5</sub> – πονοκέφαλος (πίνακας 85), Pm<sub>10</sub>- οφθαλμικά, Pm<sub>10</sub>- πονοκέφαλος (πίνακες 86-87), VOCs- αναπνευστικά (πίνακας 88). Σε όλους τους πίνακες το *p* value ήταν >0,05 εκτός από τους πίνακες 85 και 87, που δηλώνει ότι βρέθηκε συσχέτιση ανάμεσα σε Pm<sub>2,5</sub> και Pm<sub>10</sub> με τον πονοκέφαλο που δηλώνουν ότι αισθάνονται οι εργαζόμενοι και επομένως φαίνεται **πιθανώς** να υπάρχει αιτιώδης σχέση η οποία θα πρέπει να αποδειχθεί και με άλλο τρόπο.

Πίνακας 81. Διερεύνηση συσχέτισης CO<sub>2</sub> και πονοκέφαλου

			CO2	Πονοκέφαλος
Spearman's rho	CO2	Correlation Coefficient	1,000	,054
		Sig. (2-tailed)	.	,633
		N	80	80
	Πονοκέφαλος	Correlation Coefficient	,054	1,000
		Sig. (2-tailed)	,633	.
		N	80	80

Πίνακας 82. Διερεύνηση συσχέτισης CO<sub>2</sub> και έλλειψης συγκέντρωσης

			CO2	Συγκέντρωση
Spearman's rho	CO2	Correlation Coefficient	1,000	,162
		Sig. (2-tailed)	.	,152
		N	80	80
	Συγκέντρωση	Correlation Coefficient	,162	1,000
		Sig. (2-tailed)	,152	.
		N	80	80

Πίνακας 83. Διερεύνηση συσχέτισης CO<sub>2</sub> και αίσθησης αποπνικτικής ατμόσφαιρας

			CO <sub>2</sub>	Αποπνικτική
Spearman's rho	CO <sub>2</sub>	Correlation Coefficient	1,000	,132
		Sig. (2-tailed)	.	,244
		N	80	80
	Αποπνικτική	Correlation Coefficient	,132	1,000
		Sig. (2-tailed)	,244	.
		N	80	80

Πίνακας 84. Διερεύνηση συσχέτισης NO<sub>2</sub> και αναπνευστικών συμπτωμάτων

			NO <sub>2</sub>	Αναπνευστικά
Spearman's rho	NO <sub>2</sub>	Correlation Coefficient	1,000	-,031
		Sig. (2-tailed)	.	,784
		N	80	80
	Αναπνευστικά	Correlation Coefficient	-,031	1,000
		Sig. (2-tailed)	,784	.
		N	80	80

Πίνακας 85. Διερεύνηση συσχέτισης PM<sub>2,5</sub> και πονοκεφάλου

			PM <sub>2_5</sub>	Πονοκέφαλος
Spearman's rho	PM <sub>2_5</sub>	Correlation Coefficient	1,000	,243*
		Sig. (2-tailed)	.	,030
		N	80	80
	Πονοκέφαλος	Correlation Coefficient	,243*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,030	.
		N	80	80

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Πίνακας 86. Διερεύνηση συσχέτισης Pm<sub>10</sub> και οφθαλμικών συμπτωμάτων

			PM10	Οφθαλμικά
Spearman's rho	PM10	Correlation Coefficient	1,000	,218
		Sig. (2-tailed)	.	,053
		N	80	79
	Οφθαλμικά	Correlation Coefficient	,218	1,000
		Sig. (2-tailed)	,053	.
		N	79	79

Πίνακας 87. Διερεύνηση συσχέτισης Pm<sub>10</sub> και πονοκεφάλου

			PM10	Πονοκέφαλος
Spearman's rho	PM10	Correlation Coefficient	1,000	,243*
		Sig. (2-tailed)	.	,030
		N	80	80
	Πονοκέφαλος	Correlation Coefficient	,243*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,030	.
		N	80	80

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Πίνακας 88. Διερεύνηση συσχέτισης VOCs και αναπνευστικών συμπτωμάτων

			VOCs	Πονοκέφαλος
Spearman's rho	VOCs	Correlation Coefficient	1,000	,079
		Sig. (2-tailed)	.	,485
		N	80	80
	Πονοκέφαλος	Correlation Coefficient	,079	1,000
		Sig. (2-tailed)	,485	.
		N	80	80

Από την προσπάθεια συσχέτισης της θερμοκρασίας με την αίσθηση αποπικτικής ατμόσφαιρας δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική p value (πίνακας 89), ενώ η συσχέτιση μέτρησης υγρασίας και αίσθησης υγρής ατμόσφαιρας ήταν όπως αναμενόταν ισχυρά σημαντική με p value 0,007 (πίνακας 90). Η διερεύνηση συσχέτισης του αριθμού των εργαζομένων και της αίσθησης συνωστισμού έδωσε p value 0,072 κι άρα μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση (πίνακας 91).

Πίνακας 89. Διερεύνηση συσχέτισης θερμοκρασίας και αίσθησης αποπνικτικής ατμόσφαιρας

**Correlations**

			Μετρ_Θερμοκρασία	Αποπνικτική
Spearman's rho	Μετρ_Θερμοκρασία	Correlation Coefficient	1,000	,145
		Sig. (2-tailed)	.	,204
		N	80	79
	Αποπνικτική	Correlation Coefficient	,145	1,000
		Sig. (2-tailed)	,204	.
		N	79	79

Πίνακας 90. Διερεύνηση συσχέτισης υγρασίας και αίσθησης υγρής ατμόσφαιρας

**Correlations**

			Μετρ_Υγρασία	Υγρή
Spearman's rho	Μετρ_Υγρασία	Correlation Coefficient	1,000	,304**
		Sig. (2-tailed)	.	,007
		N	80	78
	Υγρή	Correlation Coefficient	,304**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,007	.
		N	78	78

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Πίνακας 91. Διερεύνηση συσχέτισης παρουσίας προσωπικού και συνωστισμού

**Correlations**

			Προσωπικο	Συνωστισμός
Spearman's rho	Προσωπικο	Correlation Coefficient	1,000	-,203
		Sig. (2-tailed)	.	,072
		N	80	79
	Συνωστισμός	Correlation Coefficient	-,203	1,000
		Sig. (2-tailed)	,072	.
		N	79	79

## Κεφάλαιο 8. Συζήτηση

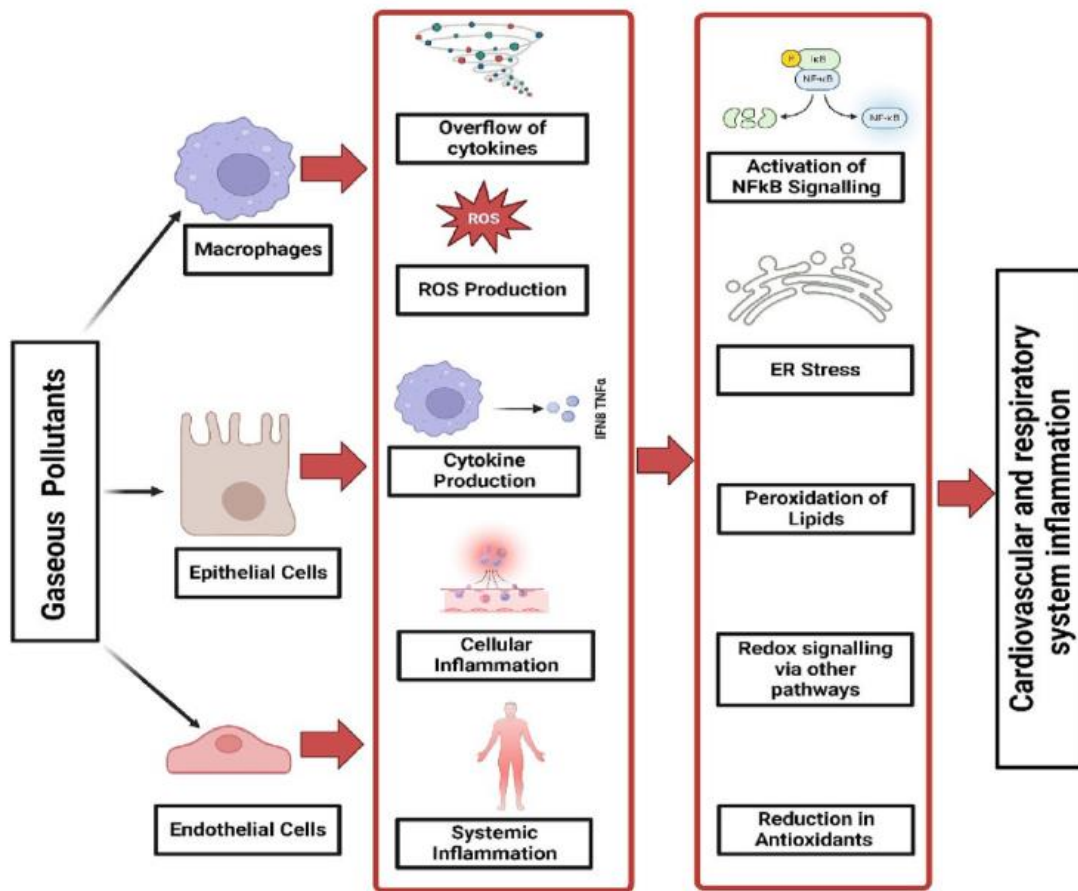
Η διαπίστωση- μετά την έρευνα NHAPS στις ΗΠΑ- της μεγάλης συμβολής της ποιότητας του αέρα των εσωτερικών χώρων στην ανθρώπινη υγεία και ευεξία έχει στρέψει το ενδιαφέρον των επιστημόνων εκτός από τον εξωτερικό αέρα και προς την έρευνα και εκτίμηση κινδύνου ως προς τη φύση, τη σύνθεση και τις προκαλούμενες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία διαφόρων ρυπογόνων και μολυσματικών παραγόντων που έχουν παρατηρηθεί σε διάφορους τύπους κτιρίων τις δύο τελευταίες δεκαετίες κυρίως. Ο WHO το 2006 σε μία δημοσίευση για ενημέρωση σχετικά μιας μικρής ομάδας ρύπων (μικροσωματίδια, όζον, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) αναγνώρισε για πρώτη φορά τον αντίκτυπο της ρύπανσης εσωτερικών χώρων στην ανθρώπινη υγεία, αποφαίνοντας ότι είναι η αιτία θανάτου 1,5 εκατομμυρίων ανθρώπων ετησίως στις αναπτυσσόμενες χώρες και ότι συμβάλει κατά 3% στο παγκόσμιο βάρος της νόσου (National Library of Medicine, 2010). Οι κατευθυντήριες οδηγίες του WHO εστιάζουν σε μία σειρά χημικών ουσιών, σε βιολογικούς παράγοντες (υγρασία, μούχλα) και σε δραστηριότητες όπως η καύση εντός εσωτερικών χώρων. Σύμφωνα με αυτές θα πρέπει:

- να αναζητηθούν οι πηγές και οι οδοί έκθεσης ,
- να μελετηθούν η κινητική και ο μεταβολισμός του ρύπου,
- να αξιολογηθούν τοξικολογικά, επιδημιολογικά και κλινικά δεδομένα για τις επιπτώσεις στη υγεία,
- να προσδιοριστούν οι συγκεντρώσεις ρύπων που δεν προκαλούν δυσμενείς επιπτώσεις (NOAEL) ή το χαμηλότερο επίπεδο συγκεντρώσεων όπου παρατηρούνται δυσμενείς για την υγεία επιπτώσεις (LOAEL).

Η αξιολόγηση των κινδύνων γίνεται μετά από μέσα από το πρίσμα της ρεαλιστικής προσέγγισης ανάμεσα στην απόλυτη ασφάλεια που είναι δύσκολο να υπολογιστεί για όλες τις περιπτώσεις δόσης-απόκρισης γιατί δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα και τον αποδεκτό κίνδυνο έκθεσης του πληθυσμού που είναι αποτέλεσμα κοινής συναίνεσης των επιστημόνων. Πάντως, κατά την αξιολόγηση κινδύνου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και ειδικές περισσότερο ευπαθείς ομάδες του γενικού πληθυσμού (παιδιά, έγκυες, ηλικιωμένοι, ασθενείς) όπως και οι κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Υπάρχουν δεδομένα που δείχνουν ότι ποικίλοι αέριοι ρυπαντές (PMs, VOCs, CO, CO<sub>2</sub>, μικρόβια) συνδέονται ισχυρά με καρδιαγγειακά, παιδιατρικά, νευρολογικά, πνευμονολογικά και αλλεργικά προβλήματα. Επίσης, μετά την έκθεση πυροδοτούνται ανοσολογικοί μηχανισμοί που οδηγούν σε οξειδωτικό stress , την δημιουργία



ROS ελεύθερων ριζών και φλεγμονώδεις αποκρίσεις που οδηγούν σε γενετικές μεταλλάξεις σε μοριακό επίπεδο με επιβαρυντικές επιπτώσεις σε υγιείς ιστούς (εικ. 37) (Kumar P., *et al.*, 2023).



Εικόνα 37. Η επίδραση των αέριων ρυπαντών σε κυτταρικό επίπεδο (πηγή: Kumar P. *et al.*, 2023)

Τα μέτρα παρέμβασης στην πηγή συνήθως έχουν ευεργετικό αποτέλεσμα και σε συγκεντρώσεις και άλλων ρύπων βελτιώνοντας συνολικά την ποιότητα του αέρα. Η διάκριση της προέλευσης των πηγών από εξωτερικό περιβάλλον ή από εσωτερικής προέλευσης συμβάλει σημαντικά στην βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Σε δεύτερο στάδιο, ο έλεγχος της διασποράς μπορεί να ρυθμιστεί μέσω του HVAC συστήματος ή του επαρκούς αερισμού του χώρου.

Ο τύπος και η χρήση κάθε κτιρίου, τα υλικά κατασκευής, οι συσκευές καύσης ή άλλα μηχανήματα, οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα, οι αλληλεπιδράσεις με το εξωτερικό περιβάλλον, ο σωστός εξαερισμός και φυσικές παράμετροι όπως φως, θερμοκρασία, σχετική υγρασία και κλιματολογικές συνθήκες καθορίζουν ένα πολυπαραγοντικό σύστημα που καθορίζει την ποιότητα του αέρα εντός του χώρου. Οι συγκεντρώσεις των ρύπων μπορούν να μεταβάλλονται ακόμη και μέσα στην ημέρα στο ίδιο κτίριο.

Σε βιβλιογραφική ανασκόπηση (Saraga D. *et al.*, 2023) δημοσιεύσεων για την κατανομή των πηγών ρύπων σε εσωτερικούς χώρους (από Ιανουάριο 2009 έως Δεκέμβριο 2022), το 48% των μελετών αφορούσε κατοικίες, το 29% εκπαιδευτικά ιδρύματα, το 11% κτίρια γραφείων και το 1% σε νοσοκομεία ή μονάδες παροχής υπηρεσιών υγείας. Στο 52% των μελετών έγιναν μετρήσεις μόνο σε εσωτερικούς χώρους και στο 48% τόσο σε εσωτερικούς όσο και στους κείμενους εξωτερικούς. Οι μετρήσεις στο 36% αφορούσαν σε περίοδο δύο ή περισσότερων εποχών και στο 1/3 των μελετών κάποιος ρύπος βρέθηκε να προέρχεται από περισσότερες της μιας πηγές. Το 78% των μελετών ήταν εστιασμένο στην κατανομή των μικροσωματιδίων  $PM_{2.5}$  και  $PM_{10}$  και το 22% σε VOCs.

Η σημειακή δειγματοληψία αέρα εσωτερικών χώρων είναι μία χρονοβόρος και δαπανηρή διαδικασία και τα δεδομένα που συλλέγονται δεν αντιπροσωπεύουν παρά τμήματα ενός κτιρίου. Είναι πιθανόν να μην καταγραφούν γεγονότα αιχμής, που οφείλονται σε εποχικότητα, ανεπαρκή αερισμό ή ανθρώπινες δραστηριότητες. Ωστόσο, έχει χρησιμοποιηθεί πολλαπλές φορές σε μελέτες δημιουργώντας ένα σημαντικό όγκο δεδομένων. Η βελτιστοποίηση της εκτίμησης κινδύνου μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση δικτύου αισθητήρων/οργάνων παρακολούθησης και την συνεκτίμηση της συμβολής φυσικών παραμέτρων.

Η μέτρηση των επιπέδων του  $CO_2$  έχει χρησιμοποιηθεί τα τελευταία χρόνια σε πολλές μελέτες ως δείκτης της ποιότητας του αέρα και του βαθμού αερισμού σε διάφορα εσωτερικά περιβάλλοντα όπως σχολεία ( Fromme H *et al.*, 2008, Mahyuddin N. *et al.*, 2014), κτίρια γραφείων, κατοικίες και νοσοκομεία.

Σε μελέτη (Zhou Q. *et al.*, 2015) για τα επίπεδα  $CO_2$  σε θαλάμους νοσηλείας σε νοσοκομείο στην Κίνα διαπιστώθηκε ότι αυτά μεταβάλλονται ανάλογα με τις συνήθειες των ασθενών ως προς την θερμική άνεσή τους ανάλογα με την εποχιακή διακύμανση. Σε θερμότερες περιόδους που άνοιγαν τα παράθυρα ήταν σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με ψυχρότερες όπου περιορίζονταν στο κεντρικό σύστημα HVAC. Η ίδια επισήμανση υπάρχει και σε αυτή την μελέτη, όπου όταν οι θερμοκρασίες ήταν χαμηλές ή/και ο καιρός ήταν βροχερός τα παράθυρα παρέμεναν κλειστά και οι συγκεντρώσεις  $CO_2$  ήταν μεγαλύτερες. Εξάιρεση αποτέλεσε ο L1 χώρος, που τα παράθυρα ήταν κατά βάση κλειστά. Σημειώνονταν υπερβάσεις των αποδεκτών ορίων των 1000 ppm για την Κίνα στη δεύτερη περίπτωση καθώς και σε ώρες της ημέρας όπου υπήρχε η μεγαλύτερη ανθρώπινη παρουσία και πάντως σε κάθε περίπτωση οι συγκεντρώσεις ήταν υψηλότερες στο εσωτερικό σε σχέση με το εξωτερικό περιβάλλον. Η συμβολή της ανθρώπινης παρουσίας στις αυξημένες συγκεντρώσεις  $CO_2$  διαπιστώθηκε και σε μελέτη

εκτίμησης του βαθμού αερισμού μέσω μετρήσεων συγκεντρώσεων CO<sub>2</sub> (Ha W. *et al.*, 2022) και σε μελέτη σε νοσοκομεία του Ηνωμένου Βασιλείου, όπου επιπλέον διαπιστώθηκε ότι το CO<sub>2</sub> μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης αξιολόγησης του αερισμού του χώρου (Wilson N. *et al.*, 2023). Οι μελέτες αυτές εναρμονίζονται με τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας, καθώς και εδώ οι υψηλότερες συγκεντρώσεις εντοπίστηκαν σε χώρους με έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα και ελλιπή αερισμό (κλειστά παράθυρα λόγω ψύχους) και εντοπίστηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> σε όλους εσωτερικούς σε σχέση με το εξωτερικό περιβάλλον.

Σε μελέτη συγκεντρώσεων CO σε κουζίνες τεσσάρων νοσοκομείων στο Ιράν (MOHAMMADYAN M. *et al.*, 2019) διαπιστώθηκε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις CO ανάμεσα στα νοσοκομεία, ότι δεν υπήρχε θετική συσχέτιση ανάμεσα στις εξωτερικές και εσωτερικές συγκεντρώσεις του ρύπου και ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα (μαγείρεμα, θέρμανση) και ο ανεπαρκής αερισμός επηρέαζαν τις συγκεντρώσεις CO στον εσωτερικό χώρο. Όλες οι συγκεντρώσεις ήταν κάτω από τα αποδεκτά τους όρια όπως συμβαίνει και στη παρούσα μελέτη. Πάντως η ανθρώπινη δραστηριότητα που μελετήθηκε ήταν διαφορετική από αυτή στην παρούσα έρευνα (νοσηλεία, εργαστηριακές και διοικητικές εργασίες) στην οποία δεν διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση, καθώς σε δύο χώρους (L1 και L2) οι τιμές για control χώρους ήταν μηδενικές και άρα δεν υπήρχε λόγος L1/L1-0 και L2/L2-0 ενώ στους άλλους δύο χώρους μελέτης οι λόγοι ήταν 2,31 και 1,933 αντίστοιχα.

Από μελέτη της συσχέτισης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις εκπομπές ρύπων σε νοσοκομεία στο Ιράν (Mahmoudi N. *et al.*, 2024) διαπιστώθηκε ότι η αύξηση της πρώτης τα τελευταία χρόνια οδήγησε σε αντίστοιχη αύξηση της εκπομπής ρύπων, με το CO να είναι τέταρτο κατά σειρά σε κατά κεφαλήν εκπομπή για κάθε ενεργή κλίνη μετά από CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> που σε κάποιο βαθμό συμβάλει και στις συγκεντρώσεις του εσωτερικού χώρου όταν πόρτες και παράθυρα είναι ανοικτά ή ο αερισμός είναι ανεπαρκής (Ibrahim F. *et al.*, 2022). Αντίθετα, εδώ η επιρροή από το εξωτερικό περιβάλλον φάνηκε να είναι ελάχιστη καθώς διαπιστώθηκαν εξαιρετικά μικροί λόγοι συγκεντρώσεων εσωτερικού/εξωτερικό χώρο (από 0,009 έως 0,253).

Στους αέριους χημικούς ρυπαντές είναι σημαντικό να υπολογιστούν και οι μεταξύ τους αντιδράσεις που στην περίπτωση NO<sub>2</sub> και O<sub>3</sub> μπορεί να φθάσει στο 100% οδηγώντας σε ένα συστηματικό προς τα κάτω σφάλμα (bias) έως 20% για το πρώτο. Το ίδιο μπορεί να συμβεί ανάμεσα σε NO<sub>2</sub> και VOCs (Wang J. *et al.*, 2023). Εσωτερικές πηγές NO<sub>2</sub> μπορούν να θεωρηθούν αναισθητικές και απολυμαντικές συσκευές χειρουργικών εργαλείων (Ibrahim F. *et al.*, 2022) που δεν είναι σωστά συντηρημένες.

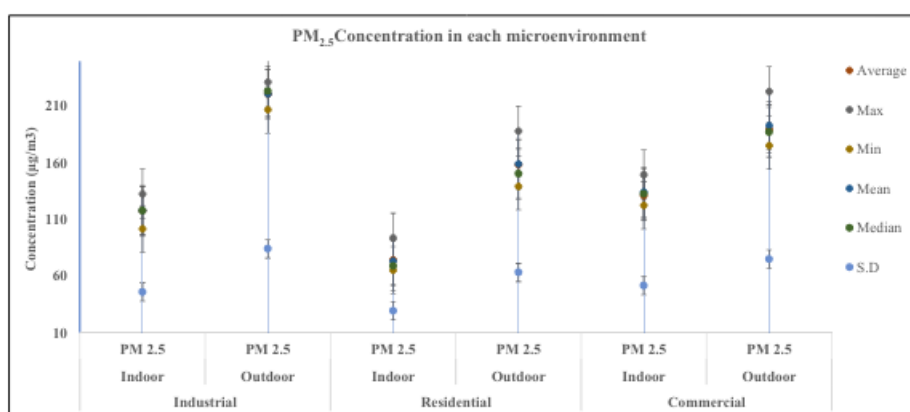
Οι μετρήσεις αυτής της μελέτης ως προς τις μέσες τιμές είναι συγκρίσιμες με εκείνες σε δύο αστικά νοσοκομεία στην Ταϊβάν (Chen H.*et al.*, 2009), με μέσους όρους (54,14 ppb και 32,69 ppb), όμως υπήρχαν σποραδικά πολύ υψηλότερες μεμονωμένες τιμές (0,204 ppm έναντι 75,30 ppb σε εκείνη την μελέτη). Επίσης, οι λόγοι εσωτερικών/εξωτερικών συγκεντρώσεων ήταν <1 στα νοσοκομεία της Ταϊβάν που οφείλονταν σε εξωτερικές πηγές, σε αντίθεση με την παρούσα μελέτη που οι αντίστοιχοι λόγοι για όλους τους χώρους ήταν >1, οπότε θα πρέπει να αναζητηθούν και εσωτερικές πηγές.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει μελέτες συσχέτισης των μικροσωματιδίων Pm<sub>10</sub> και Pm<sub>2,5</sub>, εισαγωγών στα νοσοκομεία για αναπνευστικά και καρδιαγγειακά νοσήματα σε διάφορες πληθυσμιακές ομάδες και θερμοκρασιακών επιδράσεων (πχ. Ren Z. *et al.*, 2021) που οδήγησαν στην θέσπιση εθνικών και διεθνών προτύπων ορίων συγκεντρώσεων τους με στόχο τη μείωση της επιβάρυνσης της δημόσιας υγείας. Με τον καιρό το ενδιαφέρον κέντρισαν και τα εσωτερικά περιβάλλοντα όπως σχολεία, γραφεία, κατοικίες, βιομηχανικοί χώροι και μονάδες υγείας όπου παρατηρήθηκε ότι η έκθεση του πληθυσμού ήταν μεγαλύτερη, οι συγκεντρώσεις Pms ήταν διαφορετικές σε κάθε περιοχή του κόσμου ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες, τις ανθρώπινες δραστηριότητες, την επιρροή του εξωτερικού περιβάλλοντος και τις παρεμβάσεις που γίνονταν προς την βελτίωση της ποιότητας του αέρα (απαγόρευση καπνίσματος, αερισμός, φιλτράρισμα) (Pacqua V.*et al.*, 2022).

Σε μελέτη δύο αστικών νοσοκομείων στο Ιράν (Mohammadyan M. *et al.*, 2019) βρέθηκε θετική συσχέτιση ανάμεσα σε εσωτερικές και εξωτερικές συγκεντρώσεις Pm<sub>2,5</sub> με την ταχύτητα του ανέμου του εξωτερικού περιβάλλοντος να παίζει ένα σημαντικό ρόλο, με τις συγκεντρώσεις στον εσωτερικό χώρο να είναι μικρότερες από τον εξωτερικό (από 0,7 έως 0,92), ενώ αντίθετα στη παρούσα μελέτη οι αντίστοιχοι λόγοι ήταν από 0,829 έως 1,92, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί τόσο στις εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες όσο και σε εσωτερικές πηγές όπως ο ελλειπής αερισμός, η ανθρώπινη παρουσία και η επαναιώρηση της σκόνης. Οι μέσες συγκεντρώσεις στους εσωτερικούς χώρους (45,3 μg/m<sup>3</sup>) ήταν πολλαπλάσια υψηλότερες από εκείνες αυτής της μελέτης και σχεδόν σε όλες τις μετρήσεις είχαν υπερβάσεις των προτύπων.

Σε μελέτη σε μαιευτήριο στην Τζακάρτα (Yulinawati H. *et al.*, 2021) υπήρχαν συχνές υπερβάσεις των προτύπων τόσο στο εξωτερικό όσο και στο εσωτερικό περιβάλλον, ωστόσο κατά την περίοδο των μουσώνων οι συγκεντρώσεις μειώνονταν και υπήρχε αρνητική συσχέτιση Pm<sub>2,5</sub> και υγρασίας στον εσωτερικό χώρο, κάτι που δεν μπορούσε να αποδειχτεί στην παρούσα μελέτη.

Σε άλλη μελέτη (Taushiba A., *et al.*, 2023) σε τρία νοσοκομεία στην Ινδία που εδράζονται σε βιομηχανική, οικιστική και εμπορική περιοχή αντίστοιχα, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις ήταν σε εκείνο της βιομηχανικής περιοχής, οι μέσοι όροι συγκεντρώσεων ήταν και εδώ μεγαλύτεροι από αυτής της μελέτης (εικ. 38), οφειλόμενοι σε περισσότερες ανθρώπινες κινήσεις στους χώρους, ενώ και εδώ οι λόγοι I/O ήταν όλοι <1. Σε μελέτη (Nimra A. *et al.*, 2021) διαπιστώθηκε ότι υψηλότερες συγκεντρώσεις συνδέονταν με αυξημένη ανθρώπινη δραστηριότητα και επισκέψεις που συμφωνεί με τη γενική παρατήρηση σε αυτή την έρευνα, ότι ο L2 χώρος με την μεγαλύτερη ανθρώπινη παρουσία/δραστηριότητα (μ.ο. 10,23) είχε μεγάλο μέσο όρο συγκεντρώσεων αλλά δεν διαπιστώθηκε από τις συσχετίσεις, όπως υπήρχαν και ανάλογες διαφορές ανάμεσα σε πρωινές και βραδινές μετρήσεις που τα άτομα ήταν λιγότερα.



Εικόνα 38. Οι μέσες συγκεντρώσεις Pm<sub>2,5</sub> σε νοσοκομεία στην Ινδία (πηγή: Taushiba A., *et al.*, 2023)

Ανάλογα αποτελέσματα είχε μελέτη σε μεγάλο νοσοκομείο στην Κίνα (Zhou Y., 2022), όπου και για τα Pm<sub>10</sub> οι λόγοι I/O ήταν <1 και οι μεταβολές τους ήταν παρόμοιες με εκείνες των Pm<sub>2,5</sub> και διαπιστώθηκεν υπερβάσεις των προτύπων 1,5-2,5 φορές ιδιαίτερα σε χώρους με έντονη ανθρώπινη παρουσία/δραστηριότητα.

Σε μελέτη για τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ Pm<sub>10</sub> θερμοκρασίας και υγρασίας (Kraus M., 2017) διαπιστώθηκε ότι η σύσταση των αιωρούμενων Pm<sub>10</sub> δημιουργούνται από αιθάλη, θειικά και μεταλλικά άλατα, σωματίδια βιολογικής προέλευσης και επηρεάζεται από την σχετική υγρασία, όπου μία μείωσή της κατά 10% αυξάνει την συγκέντρωση των αιωρούμενων Pm<sub>10</sub> κατά 10 µg/m<sup>3</sup> στο χώρο, ενώ οι μεταβολές της θερμοκρασίας του χώρου αφήνουν ανεπηρέαστα τα Pm<sub>10</sub>.

Σε μελέτη της ποιότητας του αέρα σε τρία νοσοκομεία στη Βηρυτό (Chamseddinea A. *et al.*, 2019), διαπιστώθηκε ότι οι εποχιακές μεταβολές επηρεάζουν τις Pm<sub>10</sub> συγκεντρώσεις, καθώς

την θερμή περίοδο είναι υψηλότερες λόγω επεισοδίων ανεμοκαταιγίδων. Οι λόγοι συγκεντρώσεων  $PM_{2.5}/PM_{10}$  ήταν  $>0,5$  κατά μέσο όρο στους διάφορους νοσοκομειακούς χώρους σε κάθε εποχή, όπως και στο εξωτερικό περιβάλλον γεγονός που υποδεικνύει την επικράτηση των πρώτων που λόγω μεγέθους αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για περισσότερο χρόνο. Αντίθετα, στην παρούσα μελέτη όλοι οι αντίστοιχοι λόγοι ήταν  $<0,5$  δείχνοντας μικρότερη συμβολή των  $PM_{2.5}$  στο σύνολο των αιωρούμενων σωματιδίων. Και στις δύο μελέτες διαπιστώθηκαν σποραδικές υπερβάσεις των προτύπων.

Το χρονικό διάστημα 2017-2020 εκπονήθηκε στο Λέστερ του Ηνωμένου Βασιλείου μελέτη αξιολόγησης των VOCs σε εσωτερικούς χώρους δύο νοσοκομείων (Riveron T *et al.*, 2023), όπου αναλύθηκε και η σύνθεση των πτητικών οργανικών ενώσεων που ανιχνεύθηκαν, σε αντίθεση με την παρούσα μελέτη όπου δεν ήταν δυνατή αυτή η ανάλυση. Διαπίστωσαν ότι οι ενώσεις αυτές απελευθερώνονταν στο εσωτερικό περιβάλλον από ανθρώπινες δραστηριότητες στα πλαίσια της υγειονομικής περίθαλψης και από εισροές από το εξωτερικό περιβάλλον. Ο κίνδυνος έκθεσης ήταν μικρότερος από τα πρότυπα της EPA και OSHA ( $<1$ ), ενώ δεν συμπεριέλαβαν την φορμαλδεΐδη στη μελέτη τους.

Σε άλλη μελέτη των εκπομπών VOCs σε νοσοκομεία (Hytinen M. *et al.*, 2021) οι αλκοόλες που χρησιμοποιούνται ως απολυμαντικά ήταν κυρίαρχες και οι μέσες συγκεντρώσεις ήταν χαμηλές ( $< 55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) και οι μεμονωμένες τιμές  $< 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Είναι αξιοσημείωτο ότι σε μελέτη όπου αξιολογήθηκαν 19 χημικά συστατικά σε συνδυασμό με εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών καθαρισμού και απολύμανσης χώρων, εργαλείων και μηχανημάτων διαπιστώθηκε άτομα που ανήκαν σε ομάδες που εκτελούσαν τέτοιες εργασίες είχαν χαμηλότερη έκθεση σε σχέση με ομάδες αναφοράς, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα της ύπαρξης και άλλων πηγών έκθεσης που δεν είναι τόσο προφανείς και αναγνωρίσιμες, της ικανότητας αερομεταφοράς αυτών των ενώσεων και της θετικής συμβολής της χρήσης ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού ή υγιεινών πρακτικών (Su F. *et al.*, 2018).

Η σύγκριση της παρούσας μελέτης με τις προαναφερόμενες δεν είναι δυνατή γιατί δεν έχουν αναλυθεί κάθε μία από τις VOCs, ενώ εδώ έχουν γίνει μετρήσεις TVOCs.

Η αξία της διερεύνησης διηθητικών μυκητιάσεων όπως η ασπεργίλλωση σε ανοσοκατεσταλμένους ή άλλες ευαίσθητες ομάδες ασθενών έχει επισημανθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Σε βιβλιογραφική ανασκόπηση (Mohammad Sham N. *et al.*, 2021) όπου αναζητήθηκαν μελέτες που αφορούν στο προφίλ των μυκήτων που αναπτύσσονται σε νοσοκομειακά περιβάλλοντα, διαπιστώθηκε ότι τα πιο κοινά είδη που εντοπίστηκαν ήταν των

οικογενειών *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. και *Fusarium* sp. και από την πρώτη οικογένεια τα πιο συχνά εντοπιζόμενα σε θαλάμους ασθενών ήταν τα *A. flavus*, *A. fumigatus* και *A. niger*. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης με το *Penicillium* και το *Cladosporium* να εμφανίζονται συχνότερα και από την οικογένεια των ασπεργίλλων ο *A. Niger* και ο *A. Flavus*, όμως εδώ ο *A. fumigatus* ήταν ο *λιγότερο* συχνά εμφανιζόμενος που εντοπίστηκε μόνο στους χώρους αναμονής ασθενών έξω από τους L1 και L2.

Το κλίμα μίας περιοχής διαμορφώνει το ρυθμό αναπαραγωγής των μυκήτων και έτσι σε ευρωπαϊκές χώρες όπως η Ελλάδα με 4 εναλλασσόμενες εποχές η διάρκεια αναπαραγωγής είναι διπλάσια σε σύγκριση με άλλες περιοχές στον πλανήτη. Η εποχή όπου εντοπίζονται οι υψηλότερες συγκεντρώσεις μυκήτων είναι ο χειμώνας. Η ανασκόπηση ανέδειξε και την παρατήρηση ότι στα δομικά υλικά των νοσοκομείων διαπιστώθηκε η ύπαρξη μυκοτοξινών που δρουν ως δευτερογενείς μεταβολίτες που στην παρούσα μελέτη δεν αξιολογήθηκαν.

Ο αποδεκτός λόγος του αριθμού των αποικιών CFU/m<sup>3</sup> των μυκήτων εσωτερικού/εξωτερικό περιβάλλον σύμφωνα με μελέτη ανασκόπησης των μυκήτων σε εσωτερικά περιβάλλοντα νοσοκομείων (Belizario J., *et al.*, 2021) ανάλογα με τη χώρα είναι από 1 έως 1,5, όπου επιβάλλεται αν αναζητηθούν οι πηγές μόλυνσης και να ληφθούν μέτρα παρέμβασης. Σε αυτή τη μελέτη οι αντίστοιχοι λόγοι ήταν 0,0359 για τον L1 και 0,693 για τον L2, που δεν οδηγούν σε ανάγκη άμεσης παρέμβασης, όμως η διαφορά ανάμεσα στους χώρους μπορεί να οδηγήσει σε προβληματισμούς για την βελτίωση του L2 χώρου, που φιλοξενεί ευαίσθητους ασθενείς.

Σε μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στους αερομεταφερόμενους μύκητες σε χώρους ενός νοσοκομείου (Abbasi F. *et al.*, 2019) επισημαίνεται ότι η ανάπτυξη των μεσόφιλων μυκήτων ευνοείται εξαιτίας του συνηθισμένου μικρού εύρους θερμοκρασιακής διακύμανσης (20-25 °C) εντός του χώρου και ιδιαίτερα κατά τους χειμερινούς μήνες γιατί τα κονίδια (σπόρια), που αποτελούν μια δυνητικά παθογόνο μικροχλωρίδα, βλασταίνουν σε θερμοκρασιακό εύρος 12-37 °C με βέλτιστη σπορογονία και παραγωγή μυκοτοξινών σε εύρος 25-30°C. Έτσι, διαπιστώθηκε συσχέτιση για τους εσωτερικούς χώρους, όπως αντίστοιχα βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τον αριθμό αποικιών να είναι αντιστρόφως ανάλογο της θερμοκρασίας στην παρούσα μελέτη.

Σε εκείνη την μελέτη δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές συγκεντρώσεων ανάμεσα σε διαφορετικούς χώρους και η μέση συγκέντρωση ήταν υψηλή (μ.ο. 227,7 CFU/m<sup>3</sup>), ενώ εδώ υπήρξε μεγάλη διαφορά ανάμεσα σε L1 εσωτερικό χώρο (μ.ο. 0,190 cfu/m<sup>3</sup> ανά min) και L2 (μ.ο. 4,036 cfu/m<sup>3</sup> ανά min).

Σε μελέτη συστηματικής ανασκόπησης και μετα-ανάλυσης των παραμέτρων ποιότητας του αέρα σε εσωτερικά νοσοκομειακά περιβάλλοντα (Hiwar W. *et al.*, 2023) αναφέρεται ότι στις διάφορες μελέτες που συμπεριέλαβαν στη δική τους δεν προέκυπτε συσχέτιση ανάμεσα στους μύκητες και την σχετική υγρασία του χώρου. Αντίθετα, σε αυτή την μελέτη βρέθηκε ένας ασθενώς θετικός βαθμός συσχέτισης.

Σε συστηματική μελέτη διερεύνησης της συσχέτισης αιωρούμενων μικροσωματιδίων και μικροβιακού φορτίου σε χειρουργικούς θαλάμους σε νοσοκομείο της Μαλαισίας (Tan H. *et al.*, 2022) δεν εντοπίστηκε συσχέτιση ανάμεσα στις δύο παραμέτρους για PM<sub>1</sub>, ενώ υπήρχε μια μικρή θετική συσχέτιση για μεγαλύτερα αιωρούμενα σωματίδια Pm<sub>5</sub> και Pm<sub>10</sub>. Ακόμη, αναφέρεται ότι όταν οι χώροι που ελέγχονται έχουν φίλτρα HEPA παρατηρείται απουσία μυκήτων και παρουσία μόνο μικροβίων, γεγονός που επαληθεύεται και στην παρούσα μελέτη αφού ο L1 χώρος που διαθέτει αυτά τα φίλτρα έχει και την ελάχιστη συγκέντρωση αποικιών μυκήτων. Σε αυτή την περίπτωση βρέθηκε μια στατιστικά σημαντική (με p value <0,001) θετική συσχέτιση ανάμεσα σε αριθμό αποικιών με τη συγκέντρωση των μικροσωματιδίων Pm<sub>2.5</sub> και Pm<sub>10</sub> στον χώρο L2 γιατί ο L1 είχε πολύ μικρή συμβολή.

Τα ερωτηματολόγια χρησιμοποιούνται συχνά ως εργαλεία εκτίμησης των παραπόνων των εργαζομένων για την ποιότητα του αέρα στον εργασιακό τους χώρο. Όταν οι εργαζόμενοι οι ανταποκρίνονται σε μεγάλο βαθμό στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου μειώνονται τα σφάλματα δειγματοληψίας και ανάλυσης, καθώς και ένα μικρό μέγεθος δείγματος ερωτώμενων μπορεί να είναι αντιπροσωπευτικό. Η ποιότητα των απαντήσεων που λαμβάνονται εξαρτάται εκτός από άλλους παράγοντες και από την συνάφεια του ερωτώμενου πληθυσμού με το θέμα έρευνας (Sharma H., 2022) που σε αυτή την μελέτη είναι ισχυρή αφού το δείγμα προερχόταν αποκλειστικά από τους χώρους μελέτης και όχι από όλο το νοσοκομείο, αντισταθμίζοντας το μειονέκτημα του μικρού δείγματος.

Σε σχέση με την διερεύνηση της σχέσης παραπόνων εργαζομένων σε νοσοκομείο με το σύνδρομο άρρωστου κτιρίου, ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου αποσκοπεί:

- στην καταγραφή κοινωνικοδημογραφικών χαρακτηριστικών των ερωτώμενων όπως το φύλο, η εκπαίδευση, το κάπνισμα, οι ώρες απασχόλησης, προκειμένου να συνδεθεί το προφίλ του εργαζομένου με τα συμπτώματα που δηλώνουν,
- στην καταγραφή των δηλωθέντων συμπτωμάτων κατά την εργασία και την συχνότητα εμφάνισής τους,



- στην αποτύπωση των απόψεων των εργαζομένων για συγκεκριμένες περιβαλλοντικές παραμέτρους της εργασίας τους, όπως θερμική άνεση, υγρασία, συνωστισμός,
- στην συγκέντρωση και ταξινόμηση των προτάσεών τους για την βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος,
- στην αναζήτηση πιθανών συσχετίσεων ανάμεσα σε συμπτώματα και κρίσεις για την ποιότητα του εργασιακού περιβάλλοντος και αποτελέσματα των μετρήσεων ρυπαντικών και μολυσματικών παραμέτρων.

Σε μελέτη του SBS σε τρία κτίρια ενός μεγάλου νοσοκομείου στην Τουρκία (Sayan H., 2021) η κούραση και το άγχος ήταν τα επικρατούντα παράπονα όπως και σε αυτή την μελέτη. Ο πονοκέφαλος είχε μικρότερη συμμετοχή στα παράπονα και οι γυναίκες εκδήλωναν περισσότερα παράπονα, ενώ σε αυτή την μελέτη δεν βρέθηκαν παρόμοιες συσχετίσεις.

Σε μελέτη (Karahana A. *et al.*, 2022) διερεύνησης της θερμικής άνεσης σε νοσηλευτές που εργάζονται σε κλινικές COVID-19 ενός νοσοκομείου στην Τουρκία, παρουσιάστηκαν παράπονα που αφορούσαν την θερμοκρασία, την υγρασία και τον αερισμό του χώρου και μία γενικότερη δυσφορία όταν φορούσαν πρόσθετο προστατευτικό εξοπλισμό (όπως μάσκες N95, γυαλιά, φόρμες μιας χρήσης, ποδονάρια) για μεγάλο χρονικό διάστημα, ενώ σε αυτή τη μελέτη που διενεργήθηκε στην post-COVID-19 περίοδο, οι εργαζόμενοι δεν διατύπωναν παρόμοια παράπονα γιατί είτε δεν δούλευαν με πρόσθετα ΜΑΠ, είτε δούλευαν για μικρότερο χρονικό διάστημα με αυτές τις συνθήκες. Επίσης και στις δύο μελέτες δεν βρέθηκε συσχέτιση ανάμεσα στην θερμική άνεση και κάποιο από τα δημογραφικά περιγραφικά χαρακτηριστικά τους και το stress.

Σε μελέτη σε προ COVID-19 περίοδο σε Ιταλικό νοσοκομείο (Del Ferraro S. *et al.*, 2015) υπήρχε διαφορά στην αντίληψη της θερμικής άνεσης ανάμεσα σε ασθενείς και νοσηλευτές και υπήρχε κάποια συσχέτιση με το φύλο και την ηλικία, που όμως δεν διαπιστώθηκαν σε αυτή την μελέτη.

Η διερεύνηση του επιπολασμού του SBS σε υγειονομικούς εργαζόμενους σε πανεπιστημιακό νοσοκομείο της Τουρκίας (Karadag M. *et al.*, 2023) με μετρήσεις των ρυπαντικών παραγόντων CO<sub>2</sub> και CO, των περιβαλλοντικών θερμοκρασία και RH, μετρήσεις κορεσμού O<sub>2</sub> και διανομή ερωτηματολογίου στους εργαζόμενους ανέδειξε και εδώ την κούραση/εξάντληση και το πονοκέφαλο ως τα πιο συχνά εμφανιζόμενα συμπτώματα του συνδρόμου και το επίπεδο stress από μέτριο έως υψηλό. Βρέθηκε θετική συσχέτιση SBS συμπτωμάτων της μόνο με την

θερμοκρασία και όχι με την υγρασία και τον χαμηλό αερισμό των χώρων. Επίσης, το CO<sub>2</sub> βρέθηκε σε υψηλές συγκεντρώσεις (>700 ppm) σε ποσοστό 69,4% και παρόλο που δεν δημιουργεί άμεσα συμπτώματα, υποδεικνύει ένα ελλειπή αερισμό και εξηγεί τα συμπτώματα «κούραση» και «πονοκέφαλος».

Σε μελέτη (Awanga M. *et al.*, 2023) αποτυπώνεται ότι η αυξημένη έκθεση σε CO, τα PM<sub>10</sub> και PM<sub>2,5</sub> αυξάνει τον επιπολασμό του συνδρόμου άρρωστου κτιρίου, όπως διαπιστώθηκε και εδώ.

## Κεφάλαιο 9. Συμπεράσματα

Η παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα σε ένα τριτοβάθμιο μεγάλο νοσοκομείο θα πρέπει να αξιολογείται ως υψηλής σπουδαιότητας γιατί βαίνει προς όφελος των εργαζομένων, των επισκεπτών αλλά και των ασθενών που είναι ευάλωτοι σε χημικούς και βιολογικούς ρύπους. Η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των διαφόρων υφιστάμενων συστημάτων αερισμού, θέρμανσης και ψύξης, των κλινικών πράξεων και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα μέσα στα νοσοκομεία, οι χωρικές ιδιαιτερότητες και οι περιβαλλοντικές επιρροές είναι παράμετροι που πρέπει να αξιολογούνται στο πλαίσιο έρευνας για το σύνδρομο άρρωστου κτιρίου ώστε να εκπονούνται σωστά σχέδια προληπτικής διαχείρισης της ποιότητας του αέρα εντός αυτού του τόσο ευαίσθητου χώρου. Στο πλαίσιο αυτό και με δεδομένη την αλληλεπίδραση με το εξωτερικό περιβάλλον, η μελέτη της ποιότητας του αέρα στο συγκεκριμένο μεγάλο νοσοκομείο που εδράζει στο κέντρο μίας αστικής μεγαλούπολης όπως η Αθήνα είχε σαν στόχους να διερευνήσει κατά πόσο:

- υπάρχει εναρμόνιση με τα διεθνή standards ποιότητας, εάν παρατηρούνται υπερβάλλουσες τιμές σε κάποιο από τους χημικούς ρυπαντικούς παράγοντες που μετρήθηκαν και ποιος είναι ο πιο καθοριστικός ρύπος,
- υπάρχει συσχέτιση και σε ποιο βαθμό των παρατηρούμενων επιπέδων ρύπων ανάμεσα στον εξωτερικό και τον εσωτερικό αέρα,
- υπάρχουν διαφορές στις μετρήσεις ρύπων ανάμεσα στα διάφορα πεδία μελέτης που έχουν διαφορετική δραστηριότητα κι εδράζονται σε διαφορετικά κτίρια,
- να καταγραφούν οι μέσες τιμές κι οι διασπορές των τιμών που μετρήθηκαν,
- να αποτυπωθεί ένα τμήμα της μικροβιακής επίπτωσης σε ευαίσθητους χώρους όπου φιλοξενούνται αιματολογικοί ασθενείς μέσω της μέτρησης μυκήτων στους χώρους,
- να γίνει συσχέτισή τους με τα αιωρούμενα μικροσωματίδια των οποίων αποτελούν συστατικό στοιχείο και να παρατηρηθούν τυχόν διαφορές ανάμεσα στους δύο χώρους,
- να καταγραφούν τα πιο συχνά εμφανιζόμενα συμπτώματα στους εργαζομένους κατά την εργασία τους κι οι παράγοντες που τα επηρεάζουν,
- να καταγραφούν οι απόψεις τους για την θερμική άνεση στο χώρο εργασίας τους και των μέτρων βελτίωσης που εκείνοι προβάλλουν.

Η παρούσα μελέτη είχε κάποιους περιορισμούς στον σχεδιασμό και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν που ίσως επηρεάζουν κάποια συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί και μπορούν να αποτραπούν σε μελλοντικές έρευνες. Τέτοια είναι:

- ο χρονικός περιορισμός της έρευνας μόνο στους χειμερινούς μήνες, ενώ μία αντιπαραβολή με άλλες εποχές θα ήταν ενδιαφέρουσα,
- εάν θα ήταν δυνατή μια μόνιμη και σταθερή παρακολούθηση των ρυπαντικών, μολυσματικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων που επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα σε συνδυασμό με εξετάσεις ελέγχου της υγείας των εργαζομένων θα μπορούσαν να επισημανθούν ακριβέστερα οι υπερβάσεις των προτύπων και να γίνει εκτίμηση κινδύνου και να αξιολογηθεί ο βαθμός έκθεσης κάθε εργαζομένου,
- η ταυτόχρονη μέτρηση σε περισσότερους χώρους που παρουσιάζουν ενδιαφέρον όπως χειρουργεία, κουζίνες, επείγοντα δίνει μια πιο ολιστική εικόνα της κατάστασης που επικρατεί σε μια τέτοια πολύπλοκη κτιριακή δομή όπως ένα μεγάλο νοσοκομείο,
- η παράλληλη μέτρηση του ρυθμού αερισμού των χώρων μελέτης διευκολύνει την αξιολόγηση του εσωτερικού/εξωτερικού λόγου,
- θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν τα μικροσωματίδια ανάλογα με το μέγεθός τους σε ultra fine Pm<sub>1</sub>, fine Pm<sub>2,5</sub> και στα VOCs να αναζητηθούν συγκεκριμένες χημικές ενώσεις όπως φορμαλδεΐδη, ισοφλουράνιο (αναισθητικό αέριο), αιθανόλη, ακετόνη κ.α. και να αναζητηθούν οι πηγές εκπομπής για την λήψη παρεμβατικών μέτρων,
- θα μπορούσε να γίνει διερεύνηση της σύνθεσης των Pm<sub>2,5</sub> και Pm<sub>10</sub> με εστίαση στους παράγοντες που επηρεάζουν το βιοαερόλυμα, όπου θα μπορούσαν να ελεγχθούν και βακτήρια και ιοί,

Στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκαν διαφορές στην ποιότητα του αέρα ανάμεσα σε διαφορετικούς χώρους και διαφορετικά κτίρια που διαθέτουν διαφορετικά συστήματα αερισμού σε αυτό το νοσοκομείο. Επίσης, αναδείχθηκε ο «πιο καθαρός» χώρος από αυτούς που μελετήθηκαν (L1) με τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις αέριων χημικών ρύπων που μας καθοδηγεί στην υιοθέτηση πρακτικών και μέτρων που θα βελτιώσει και τους υπόλοιπους χώρους. Ως προς τους αντίστοιχους εξωτερικούς χώρους, οι χώροι που μελετήθηκαν ήταν πιο επιβαρυνμένοι σε όλες τις περιπτώσεις με τρανταχτή εξαίρεση τον L1 όπου ο εσωτερικός υπερτερούσε του εξωτερικού σε ποιότητα, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι

υπάρχουν και εσωτερικές πηγές ρύπανσης και μόλυνσης που πρέπει να αναζητηθούν και να μετριαστούν.

Από τους αέριους χημικούς ρύπους κατηγοριοποιήθηκαν κάποιοι ως μικρότερης σπουδαιότητας (πχ το CO που δεν είχε υψηλές συγκεντρώσεις) και άλλοι ως μεγαλύτερης. Τέτοιοι είναι τα μικροσωματίδια  $PM_{2.5}$  και  $PM_{10}$  που είχαν αξιοσημείωτες συγκεντρώσεις και αρκετές υπερβάσεις των προτύπων και λόγω του γεγονότος ότι συστατικό τους στοιχείο είναι το βιοαερόλυμα που με τη σειρά του είναι ένας κρίσιμος παράγοντας εμφάνισης ενδονοσοκομειακών λοιμώξεων κρίνεται απαραίτητος ένας εμπεριστατωμένος και ενδεδειγμένος έλεγχος της επιβάρυνσης της ποιότητας του αέρα από μικροσωματίδια.

Η μελέτη ενός μολυσματικού παράγοντα όπως ο *Aspergillus fumigatus* ανάδειξε διαφορές ως προς το βιολογικό φορτίο των δύο χώρων που μελετήθηκαν και των άμεσα έξω από αυτούς χώρους αναμονής και βρέθηκαν συσχετίσεις ανάμεσα στη θερμοκρασία και τον αριθμό αποικιών των μυκήτων. Λόγω της ευαισθησίας των ασθενών που φιλοξενούν (αιματολογικοί, ανοσοκατεσταλμένοι ασθενείς) θα πρέπει να ληφθούν μέτρα βελτίωσης του αέρα ως προς αυτό τον παράγοντα ακόμα και στους χώρους αναμονής ασθενών.

Η χρήση ερωτηματολογίου κατέδειξε τις απόψεις των εργαζομένων για το χώρο εργασίας τους, κατέγραψε τα συμπτώματα που βιώνουν και που αισθάνονται ότι οφείλονται σε αυτόν και οδήγησε στην αναγνώριση κάποιων συσχετίσεων ανάμεσα σε συμπτώματα και εργασιακές πρακτικές με θετικό (ρινικά συμπτώματα- χρήση καθαριστικών) ή αρνητικό πρόσημο (κούραση- ώρες απασχόλησης) και συγκεντρώσεις ρύπων (πονοκέφαλος-  $PM_{2.5}$  και  $PM_{10}$ ). Άλλες φορές πάλι η αδυναμία ανάδειξης έντονων παραπόνων για αναπνευστικά προβλήματα θα μπορούσε να τεκμηριωθεί από την υιοθέτηση της χρήσης προστατευτικής μάσκας τύπου KN95 από τους εργαζόμενους σε μεγαλύτερο βαθμό λόγω ευαισθητοποίησης στη post-COVID εποχή. Τα παράπονα για οφθαλμικά συμπτώματα μπορεί να εξηγηθούν από την αύξηση της εργασίας μπροστά από οθόνες οπτικής απεικόνισης σε κάθε είδος δραστηριότητας (διοικητική, νοσηλευτική, ιατρική, εργαστηριακή) τα τελευταία χρόνια και την έλλειψη φίλτρων προστασίας, που συντελούν στην οφθαλμική κόπωση. Η χρήση απολυμαντικών και καθαριστικών φάνηκε ότι δρα ευεργετικά και κατευναστικά στα συμπτώματα των εργαζομένων, επομένως ένα συστηματικό και σχολαστικό πρόγραμμα καθαρισμού πρέπει να εφαρμόζεται καθημερινά.

Η προθυμία συμμετοχής στο ερωτηματολόγιο και οι προτάσεις βελτίωσης του αέρα στο εργασιακό περιβάλλον δείχνουν το ενδιαφέρον και τις ανησυχίες που έχουν οι εργαζόμενοι για αυτό το θέμα παρά το φόρτο εργασίας που έχουν.

Το νομοθετικό πλαίσιο στη χώρα μας στηρίζεται στην ΚΥΑ «μέτρα για την βελτίωση της ποιότητας ατμόσφαιρας» της που υιοθετήθηκε στην προσπάθεια εναρμόνισης και συμμόρφωσης με την κοινοτική οδηγία 2008/50 /ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 2008 «για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη» αφορά στον εξωτερικό ατμοσφαιρικό αέρα, «εξαιρουμένου του αέρα στους χώρους εργασίας όπως ορίζονται στην οδηγία 89/654/ΕΟΚ(3), για τους οποίους ισχύουν οι διατάξεις για την υγεία και την ασφάλεια στους χώρους εργασίας και στους οποίους δεν έχει συχνά πρόσβαση το κοινό» (Υπουργείο Υγείας, 2015). Επομένως, παρατηρείται ένα νομοθετικό έλλειμμα για τον ολοκληρωμένο καθορισμό των κριτηρίων, των προτύπων και των στόχων ποιότητας για εσωτερικούς χώρους (εργασιακούς ή μη) που θα πρέπει να αναπληρωθεί. Έτσι, από την ύπαρξη ΚΥΑ σποραδικά για επιλεγμένους ρύπους σε συγκεκριμένα εργασιακά περιβάλλοντα όπως είναι οι βιομηχανικοί, θα οδηγούμασταν σε μια ολιστική προσέγγιση και τα συμπεράσματα των ερευνών που γίνονται για το θέμα θα δύνανται να αξιολογηθούν και να είναι αξιοποιήσιμα.

Η παράμετρος που επηρεάζει περισσότερο την ποιότητα του αέρα σε ένα νοσοκομείο είναι η κατάσταση λειτουργίας του HVAC συστήματος, γιατί ορίζει τις βασικές παραμέτρους θερμοκρασία, υγρασία και αερισμός που επικρατούν στο χώρο. Οι αγωγοί, τα φίλτρα και τα πηνία του θα πρέπει να επιθεωρούνται τακτικά, να καθαρίζονται και να αντικαθίστανται σύμφωνα με τις προδιαγραφές ώστε να αποδίδει τα μέγιστα με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο αερισμός των χώρων είτε με φυσικό είτε με μηχανικό τρόπο συμβάλει στην ελάττωση των συγκεντρώσεων ρύπων και βιοαερολυμάτων. Επειδή στη χώρα μας επικρατούν ήπιες κλιματολογικές συνθήκες, ο φυσικός αερισμός με συχνότερο άνοιγμα των παραθύρων θα μπορούσε να υιοθετηθεί από τους εργαζόμενους και να ενθαρρύνεται. Σε πιο ευαίσθητα περιβάλλοντα του νοσοκομείου όπου είναι σημαντικός ο έλεγχος της μολυσματικότητας του χώρου, συστήματα φιλτραρίσματος όπως τα φίλτρα HEPA θα μπορούσαν να προσφέρουν επιπλέον υποστήριξη, όπως διαπιστώθηκε και στις διαφορές ανάμεσα σε L1 και L 2 χώρους. Τα τελευταία θα πρέπει να ελέγχονται σε μηνιαία βάση και να αντικαθιστούν όποτε χρειάζεται, γιατί επιβαρύνουν και την λειτουργία του HVAC συστήματος.

Ο τρόπος καθαρισμού των χώρων θα πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να αποφεύγεται η επαναιώρηση της σκόνης και τα απόβλητα να απομακρύνονται τακτικά μέσα σε σφραγισμένους κάδους. Τα απολυμαντικά και τα καθαριστικά που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να ανήκουν στα

εγκεκριμένα, ώστε να μην απελευθερώνονται στο χώρο VOCs ή μείγματα αντιδράσεων τους με άλλες χημικές ουσίες που υπάρχουν στο χώρο.

Η ενημέρωση και εκπαίδευση του προσωπικού για θέματα ποιότητας του αέρα στον εργασιακό χώρο θα πρέπει να είναι συστηματική και να ενθαρρύνεται η εκούσια, ενεργός συμμετοχή του σε δράσεις δημιουργίας ενός υγιεινότερου εσωτερικού περιβάλλοντος πχ. με την κατανόηση της αναγκαιότητας της εξάλειψης του καπνίσματος από τους χώρους του νοσοκομείου. Όταν η ποιότητα του αέρα βελτιωθεί, άμεσα θα ευεργετηθούν όλοι οι διαμένοντες στους χώρους του νοσοκομείου αφού θα βελτιωθεί η υγεία και η ευεξία τους.

# Βιβλιογραφία

## Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2020. Νόμος 4759/άρθρο 115. *Εφημερίδα της Κυβερνήσεως*, Issue Πρώτο.
2. elinyae.gr, 2019. *Ο μόλυβδος*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/Molybdos-b.1103191652000.pdf>
3. kee.gr, χ.χ. *Ρύπανση εσωτερικών χώρων*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [http://www.kee.gr/perivallontiki/polution\\_in.pdf](http://www.kee.gr/perivallontiki/polution_in.pdf)
4. kee.gr, χ.χ. *Ρύπανση εσωτερικών χώρων*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://www.kee.gr/perivallontiki/pol>
5. gr.dreamstime.com, χ.χ. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://gr.dreamstime.com/aspergilloma>
6. <https://www.evangelismos-hosp.gr/>, χ.χ. *Νοσοκομείο Ευαγγελισμός*. [Ηλεκτρονικό].
7. Anon., χ.χ. [Ηλεκτρονικό]  
Available at:  
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC>
8. Wikipedia, χ.χ. *Διοξείδιο του θείου*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://el.wikipedia.org/wiki/>
9. WIKIPEDIA, χ.χ. *Νόσος των Λεγεωναρίων*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://el.wikipedia.org/wiki>
10. www.mlsi.gov.cy, χ.χ. *Κώδικας Πρακτικής για ποιότητα αέρα εσωτερικών χώρων*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at:



[https://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dli/dliup.nsf/AA15464D2FE5770FC2257E0A003C76A3/\\$file/POIOTHTA\\_AERA.pdf](https://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dli/dliup.nsf/AA15464D2FE5770FC2257E0A003C76A3/$file/POIOTHTA_AERA.pdf)

11. Βαλαβανίδης, Θ. Κ., 2016. *Η χημική ένωση του μήνα: Όζον*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [http://195.134.76.37/chemicals/chem\\_ozone.htm](http://195.134.76.37/chemicals/chem_ozone.htm)
12. ΔΑΪΚΟΥ Α., Δ. Σ., 2019. *ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-10/oriakas%20times%202020>
13. Ευαγγελισμός, Ν., χ.χ. [Ηλεκτρονικό].
14. Καμπούρης, Μ. Β. Α., 2001. *Aspergillus fumigatus, A. flavus και A. niger*  
Λοιμογόνοι παράγοντες αεροδυναμικής, ανοσολογικής και μεταβολικής φύσης.  
*ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ*, pp. 20-34.
15. ΚΑΠΕ, χ.χ. *Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Συστήματα HVAC*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [http://www.cres.gr/cres/files/xrisima/ekdoseis/ekdoseis\\_GR22.pdf](http://www.cres.gr/cres/files/xrisima/ekdoseis/ekdoseis_GR22.pdf)
16. Πανεπιστήμιο-hmu, Ε. Μ., 2019. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php>
17. Σφέτσα, Ε., 2022. *ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΠΗΘΗΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ (VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS, VOCs)*. [Ηλεκτρονικό].
18. Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, 2022. *Θερμική καταπόνηση των εργαζομένων*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.mlsi.gov.cy/mlsi/dli/dliup.nsf/AA>
19. Υπουργείο Υγείας, Ελληνική Δημοκρατία, 2015. *Νομοθεσία- Προστασία Ποιότητας Αέρα*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.moh.gov.gr/articles/health/dieythynsh-dhmosias-ygieinhs>
20. Χημείας, Ε.-Τ., 2016. *Η χημική ένωση του μήνα: Μονοξείδιο του άνθρακα*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [http://195.134.76.37/chemicals/chem\\_carbonmonoxide.htm](http://195.134.76.37/chemicals/chem_carbonmonoxide.htm)

## **B. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

21. Cleveland Clinic Journal of Medicine, *χ.χ.* Building-related illness and sick building syndrome: from the specific to the vague. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*.
22. A., D., 2005. *ktiriodomikos-kanonismos.pdf*. [Ηλεκτρονικό].
23. Abbasi, F. S. M., 2019. The effect of temperature on airborne filamentous fungi in the indoor and outdoor space of a hospital. *Environmental Science and Pollution Research*, June.
24. Abdeen Z., Q. R. J. B. a., 2014. Spatial and Temporal Variation in Fine Particulate Matter Mass and Chemical Composition: The Middle East Consortium for Aerosol Research Study. *National Library of Medicine*, 18 June.
25. Abdolmajid G., S. K. F. S. M. F. N. R. V., 2016. Types and Levels of Bioaerosols in Healthcare and Community Indoor Settings in Iran. *Avicenna J Clin Microb Infec.*, 16 September.
26. airinnovations.com, *χ.χ.* *Negative and Positive Pressure Rooms 101- Air Innovations*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://airinnovations.com/blog/negative-positive-pressure-roo>
27. Allen JG, MacNaughton P, Laurent JG, Flanigan SS, Eitland ES, Spengler JD, 2015. Green Buildings and Health. *National Library of Medicine*, 10 July.
28. Amaripadath, D. R. M., 2023. A systematic review on role of humidity as an indoor thermal. *Journal of Building Engineering*, 01 June, Τόμος 68.
29. Amherst, U., *χ.χ.* *Indoor Particulate Matter*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at:  
<https://ehs.umass.edu/sites/default/files/Indoor%20Particulate%20Matter%20fact%20sheet.pdf>
30. Anon., 2017. *Θερμική άνεση σε εσωτερικούς χώρους*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.charmeg.gr/media/docs/AN012\\_1.pdf](https://www.charmeg.gr/media/docs/AN012_1.pdf)

31. Anon., 2021. *What is the ideal level of humidity to keep your house comfortable?*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://peppersheatingandair.com/what-is-the-ideal-level-of-humidity-to-keep-your-house-comfortable/>
32. applyergonomics.wordpress.com, 2017. *ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ*. [Ηλεκτρονικό].
33. aquariasrl.com, 2015. *Active sampler for microbiological Air sampling "Microflow alfa"*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://www.aquariasrl.com/en/campionatore-attivo-per-il-campionamento-microbiologico-dellaria-microflow-alfa/>
34. Arundel, A. e. a., 1986. Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments. *Environmental Health Perspectives*, Τόμος 65, pp. 351-361.
35. ASHRAE.org, 2022. *ASHRAE Position Document on Indoor Carbon Dioxide*.  
[Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/p>
36. Ashrae.org, χ.χ. *HEALTH CARE FACILITIES*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/ipp\\_a19\\_ch09\\_health\\_care\\_facilities.pdf](https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/ipp_a19_ch09_health_care_facilities.pdf)
37. Association, A. L., χ.χ. Carbon Monoxide.
38. Association, A. L., χ.χ. *Hypersensitivity Pneumonitis*. [Ηλεκτρονικό].
39. Athens, N. O. o., χ.χ. *Atmospheric Composition*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <http://apcg.meteo.noa.gr/index.php/research-activity/atmospheric-composition>
40. Awanga, M. Z. R. e. a., 2023. Assessing Indoor Air Quality and Sick Building Syndrome in Public University Buildings: A Cross-Sectional Study of Office Worker Health and Well-Being. *Jurnal Kejuruteraan*, 04 October.
41. Balaras C., D. E. G. A., 2006. HVAC and indoor thermal conditions ih hospital operating rooms. *Energy and Buidings*, 06 September.

42. Begou, P. K., 2022. Burden of Natural-Cause and Cause-Specific Mortality Associated with Long-Term Exposure to PM<sub>2.5</sub>: A Case Study in Attica Region, Greece. *MDPI*, 22 December.
43. Belizario, J. L. L. & P. R., 2021. Fungi in the indoor air of critical hospital areas: a review. *Aerobiologia*, May, Τόμος 37, pp. 379-394.
44. BRASCHE, S., 2001. Why do Women Suffer from Sick Building Syndrome more often than Men? – Subjective Higher Sensitivity versus Objective Causes. *Indoor Air*, Issue 11, pp. 217-222.
45. bu.edu, 2016. *Biological Monitoring*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/mph-modules/exposureassessment/exposureassessment9.html>
46. Burge, P., 2004. Sick Building Syndrome. *BMJ*.
47. Burman, F., 2020. *Carbon Monoxide Safety*. [Ηλεκτρονικό].
48. Cardiology, E. S. o., 2023. *Ozone pollution is linked with increased hospitalisations for cardiovascular disease*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.escardio.org/Th>
49. CDC, 2017. *Biomonitoring Summary-Lead*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.cdc.gov/biomonitoring/Lead\\_BiomonitoringSummary.html](https://www.cdc.gov/biomonitoring/Lead_BiomonitoringSummary.html)
50. CDC, 2017. *Modes of Transmission of Airborne Diseases*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at:  
<https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/background/air.html>  
[Πρόσβαση February].
51. CDC, 2021. *What is aspergillosis?*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.cdc.gov/fungal/diseases/aspergillosis/definition.html>
52. CDC, χχ. *Clinical Guidance for Carbon Monoxide Poisoning*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.cdc.gov/disasters/co\\_guidance.html](https://www.cdc.gov/disasters/co_guidance.html)
53. Chakraborty, R. B., 2022. Aspergilloma. Στο: *StatPearls*. s.l.:s.n.
54. Chamseddinea A., A. I. H. M. E.-F. M., 2019. Seasonal variation of air quality in hospitals with indoor–outdoor. *Building and Environment*, pp. 689-700.

55. Chang, C. R. H. G. M., 1993. The Sick Building Syndrome. I. Definition and Epidemiological Considerations. *Journal of Asthma*, Issue 30, pp. 285-295.
56. Chen H., C. C. L. H., 2009. Indoor Air Distribution of Nitrogen Dioxide and Ozone in Urban Hospitals. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*.
57. Chen, H., 2009. Indoor Air Distribution of Nitrogen Dioxide and Ozone in Urban Hospitals. *Bull Environ Contam Toxicol*, 01 February, Τόμος 83, pp. 147-150.
58. Chen, P. Z. X. W. O. S. M. X. X. W. S. W. Q., 2022. Characteristics of VOCs and their Potentials for O<sub>3</sub> and SOA Formation in a Medium-sized City in Eastern China. *Aerosol and Air Quality Research*, January, 22(01).
59. CIBSE, 2015. *Top Tips - Ventilation in Buildings*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.cibse.org/knowledge-research/knowledge-portal/ventilation-i>
60. consultant, G. B., 2022. *Green Building consultant*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://medium.com/@esgconaultancyintern2/green-building-consultant-in-dubai-8d6ed791569c>
61. Dagenais, T. K., 2009. Pathogenesis of *Aspergillus fumigatus* in Invasive Aspergillosis. *Clin Microbiol Rev.*, 22 July.
62. Davis, R. G. E. K., 2017. Humidity: A review and primer on atmospheric moisture and human health. *Environmental research*, Τόμος 144, pp. 106-116.
63. Del Ferraro S., I. S. ., R. S. M. V., 2015. A field study on thermal comfort in an Italian hospital considering differences in gender and age. *Applied Ergonomics*, Τόμος 50, pp. 177-184.
64. DFRobot, 2023. *How to Design and Construct Indoor Air Quality Monitoring System*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.dfrobot.com/blog-13307.html>
65. ECDC, χ.χ. *Απολύμανση του περιβάλλοντος σε χώρους υγειονομικής περίθαλψης και μη υγειονομικής περίθαλψης που ενδέχεται να έχουν μολυνθεί από τον ιό SARS-CoV-2*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/docu>

66. EPA.gov, 2022. *Initial List of Hazardous Air Pollutants with Modifications*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.epa.gov/haps/initial-list-hazardous-air-pollutants-modification>
67. EPA.gov, 2023. *Ground-level Ozone Basics*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.epa.gov/ground-level-oz>
68. EPA.gov, 2023. *Ground-level Ozone Basics / US EPA*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics>
69. EPA.gov, 2023. *Ozone National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ozone-national-ambient-air-quality-standards-naaqs>
70. EPA.gov, 2023. *Particulate Matter (PM) Basics*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>
71. EPA.gov, 2023. *Technical Overview of Volatile Organic Compounds*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/technical-overview-volatile-organic-compounds>
72. EPA.gov, 2023. *Volatile Organic Compounds' Impact on Indoor Air Quality*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/what-are-volatile-organic-compounds-vocs>
73. EPA.gov, 2024. *The Indoor Microbe*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www-epa-gov.translate.goog/indoor-air->
74. EPA, 2014. *Indoor Air Facts No. 4 (revised) Sick Building Syndrome*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014>
75. EPA, 2023. *Air Quality Trends (1973-2018) Sulfur Dioxide Concentrations*. [Ηλεκτρονικό].
76. EPA, 2023. *What is Acid Rain?*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.epa.gov/acidrain/what->

77. EPA, U., 2023. Green Building Standards. 18 January.
78. European Union, 2019. *Μια Ευρώπη που προστατεύει: καθαρός αέρας για όλους*. s.l., s.n.
79. Facts, G., *χ.χ. Air Pollution Particulate Matter*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.greenfacts.org/en/particulate-matter-pm/level-2/01-presentation.htm>
80. Feng, Y. Y. R. S. S. L. C., 2022. Thermal comfort in hospital buildings – A literature review. *Journal of Building Engineering*, Lanuary, Τόμος 45.
81. Fromme H, H. D. D. S. S. R. K. W. K. M. Z. A. T. D., 2008. Air quality in schools - classroom levels of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), volatile organic compounds (VOC), aldehydes, endotoxins and cat allergen. February.
82. GAs-Sensing.com, 2012. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.gas-sensing.com/downloads/Aeroqual/aeroqual-s-s>
83. Ghafoor, D. K. K. N., 2021. Excessive use of disinfectants against COVID-19 posing a potential threat to living beings. *Current Research in Toxicology*, pp. 159-168.
84. Global Monitoring Laboratory, 2023. THE NOAA ANNUAL GREENHOUSE GAS INDEX (AGGI).
85. Guanqiong, W. Y. e. a., 2022. A review and comparison of the indoor air quality requirements in selected building standards and certifications. *Building and Environment*, Issue 226.
86. Guenther, S., 2023. *What Is PMV? What Is PPD? The Basics of Thermal Comfort*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.simscale.com/blog/what-is-pmv-ppd/>
87. H., S., 2022. How short or long should be a questionnaire for any research? Researchers dilemma in deciding the appropriate questionnaire length. *Saudi J Anaesth.*, pp. 65-68.
88. Ha W., Z. T. E. E. A. H. J. A. C. J. D. C., 2022. Use of carbon dioxide measurements to assess ventilation in an acute care hospital. *Am J Infect Control*, Feb, pp. 229-232.

89. Haleem Khan A., M. K., 2012. Fungal pollution of indoor environments and its management. *Saudi Journal of*, October.
90. Hanley, M. P., 2023. Carbon Monoxide Toxicity. *NIH*, 23 January.
91. Hedge, A. P. R. A. W.-B., 1989. WORK-RELATED ILLNESS IN OFFICES: A PROPOSED MODEL OF THE "SICK BUILDING SYNDROME". *Environment International*, Τόμος 15, pp. 143-158.
92. Hiwar, W. K. M. S. F. F. L. D. S. N. C., 2023. What is the relationship between indoor air quality parameters and airborne microorganisms in hospital environments? A systematic review and meta-analysis. *Indoor Air*, pp. 1308-1322.
93. HSE.gov.UK, χ.χ. *Thermal comfort*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/>
94. HSE.gov.UK, χ.χ. *Thermal comfort in the workplace- Guidance for employers*.
95. HSE, 1997. *Biological monitoring in the workplace-A guide to its practical application to chemical exposure*. [Ηλεκτρονικό].
96. hsl.gov.uk, 2005. *BIOLOGICAL MONITORING METHODS*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.hsl.gov.uk/media/1589/isocyanate\\_metab.pdf](https://www.hsl.gov.uk/media/1589/isocyanate_metab.pdf)
97. Hyttinen, M. R. P. R. J. S. J. & P. P., 2021. VOCs concentrations and emission rates in hospital environment and the impact of sampling locations. *Science and Technology for the Built Environment*, 01 June, p. 986–994.
98. Ibrahim F., S. E. I. A. S. J., 2022. Hospital indoor air quality and its relationships with building design, building operation, and occupant-related factors: A mini-review. *Front Public Health*, November.
99. Ilacqua V., S. N. Z. J. M. D., 2022. Survey of residential indoor particulate matter measurements 1990–2019. *Indoor Air*.
100. Ionel, P., 2023. More than Code: How psychrometrics guide HVAC design, IAQ in healthcare. *ENGINEERED SYSTEMS*, 4 October.
101. IRIS PAHO, 2023. *INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY IN HEALTH CARE FACILITIES*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/57420/PAHODH>



102. Jaffe, L., 1970. The Global Balance of Carbon Monoxide. *Global Effects of Environmental Pollution*.
103. JJS Technical Services, 2002. *User Guide*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://site.jjstech.com/pdf/Kanomax-pdf/S300\\_S500\\_Manual.pdf](https://site.jjstech.com/pdf/Kanomax-pdf/S300_S500_Manual.pdf)
104. Johanson, G., 2020. Are asthmatics more sensitive to irritants?. *Int J Hyg Environ Health*, May.
105. Joshi, S., 2008. The sick building syndrome. *National Library of Medicine*, 12 August.
106. Karadag, M. E. Σ. Σ. A. Z., 2023. The affecting factors and prevalence rate of sick building syndrome in healthcare. *Medicine Science*, pp. 87-93.
107. Karahan A, A. I. S. Ç. B. B. E. E. Ç. A. F. B. K. A. A. B. A. A. D. G. A. A. B. Y., 2022. Determination of thermal comfort among nurses working with personal protective equipment in COVID-19 clinics. *Int J Nurs Pract.*, 28 December.
108. Kim KH, K. E. J. S., 2018. Airborne bioaerosols and their impact on human health. *J Environ Sci (China)*, May.
109. Kim, S. R. M. R. P. e. a., 2007 . Effects of humidity and other factors on the generation and sampling of a coronavirus aerosol. *National Library of Medicine*, 25 July, p. 239–248.
110. KLEPEIS, N. N. W. O. W. e. a., 2001. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *Expo Sci Environ Epidemiol* , 26 July, Issue 11, p. 231–252.
111. Kong, D. L. W. L. B. W. S. Y. M., 2019. Effects of indoor humidity on building occupants' thermal comfort and evidence in terms of climate adaptation. *Building and Environment*, Τόμος 155, pp. 298-307.
112. Korolija, I. Z. M. L. H. N., 2009. Selecting HVAC systems for typical UK office buildings. *ResearchGate*, November.
113. Kraus M., J. I., 2017. Particulate Matter Mass Concentration in Residential Prefabricated Buildings Related to Temperature and Moisture. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, October.

114. Kumar P., S. A. T. S. S. R., 2023. Critical review on emerging health effects associated with the indoor air quality and its sustainable management. *Science of The Total Environment*, 10 May, Τόμος 872.
115. Lee KM, L. S. K. Y. L. S. K. Y. K. D. K. S., 2023. Occupational asthma related to indoor air pollution in a worker at an indoor air gun shooting range: a case report. *Ann Occup Environ Med.*, 19 June.
116. Leung, N., 2021. Transmissibility and transmission of respiratory viruses. *Nat Rev Microbiol*, 19 August, Issue 8, pp. 528-545.
117. Li, A. N. K. K., 2021. A review of environmental occurrence, toxicity, biotransformation and biomonitoring of volatile organic compounds. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 29 January, Τόμος 03, pp. 91-116.
118. Loeffert, S. M. D. H. B. C. D. G. B. W. G. V., 2017. Monitoring of clinical strains and environmental fungal aerocontamination to prevent invasive aspergillosis infections in hospital during large deconstruction work: a protocol study. *BMJ Open*, 25 November.
119. Mahmoudi N., S. M. G. M. F. Z. R., 2024. Environmental sustainability in hospitals: Dual analysis of electrical consumption and pollutant emissions. *Cleaner Engineering and Technology*, April, Τόμος 19.
120. Mahyuddin N., H. A. M., 2014. The spatial distribution of carbondioxide in rooms with particular application to classrooms. *Indoor and Built Environment*, 23(3), p. 433–448.
121. Medium, 2020. *The Effect of Industrialization and Chemical Use on the Health of Inhabitants*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://medium.com/carre4/>
122. MOHAMMADYAN M., B. B. M. M. e. a., 2019. Indoor and Outdoor Carbon Monoxide (CO) Concentrations at Hospital Kitchens. *INTERNATIONAL JOURNAL OF OCCUPATIONAL HYGIENE*, June.
123. Mohammadyan M., K. S. B. A. Z. P. K., 2019. Assessment of indoor air pollution exposure in urban hospital microenvironments. *Air Quality Atmosphere and Health*, February.
124. Mujeebu, A., 2019. *Indoor Environmental Quality*. s.l.:s.n.

125. N. M. Wilson, C. C. A. W. A. F. A. O. G. L. P. N. L. R. P. W. R. G. R. F. A. F. M. D. P., 2023. Quantifying hospital environmental ventilation using carbon dioxide monitoring – a multicentre study. *Anaesthesia*, 07 December, Τόμος 79, pp. 147-155.
126. Nag, P., 2019. Sick Building Syndrome and Other Building-Related Illnesses. *Office Buildings*, 31 December, pp. 53-103.
127. Naidu, R. a., 2021. Chemical pollution: A growing peril and potential catastrophic risk to humanity. *Environmental International*, November, Τόμος 156.
128. Nan, N. S., 2023. Overview of PM2.5 and health outcomes: Focusing on components, sources, and pollutant mixture co-exposure. *Chemosphere*, May.
129. National Library of Medicine, 2010. WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants.. *National Library of Medicine*.
130. Nazaroff, W. W. C., 2021. Indoor ozone: Concentrations and influencing factors. *Wiley Online Library*, 05 October.
131. NELLES, D. S. C., 2022. ΜΙΚΡΑ ΑΕΡΙΑ, ΜΕΓΑΛΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://www.bankofgreece.gr/Publications/mikra\\_aeria\\_megali](https://www.bankofgreece.gr/Publications/mikra_aeria_megali)
132. Nimra A., A. Z. A. N. Z. T. S. S. S., 2021. Characterization of Indoor Air Quality in Relation to Ventilation Practices in Hospitals of Lahore, Pakistan. *Sains Malaysiana*, pp. 1609-1620.
133. OBSERVATORY, T. G. H., γ.γ. *Disability-adjusted life years (DALYs)*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/158>
134. Olson K, S. C., 2008. Carbon monoxide poisoning (acute). *BMJ Clin Evid*, 23 July.
135. OSHA, 2012. *Carbon Monoxide Poisoning*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/carbonmonoxide>
136. OSHWIKI, 2013. *Dermal exposure to dangerous substances*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/dermal-exposure-dangerous-substances>

137. OSHWIKI, 2017. *Young workers*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/young-workers>
138. OSHWIKI, 2020. *Biological monitoring (biomonitoring)*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/biological-monitoring-biomonitoring>
139. OSHWIKI, 2020. *Dangerous substances and vulnerable groups*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/dangerous-substances-and-vulnerable-groups>
140. OSHWIKI, 2022. *Migrant workers*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/migrant-workers>
141. P. Diane Bright, C. U. B. M. J. M. C. U. B., 1992. *Guide for indoor air quality surveys*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA251638.pdf>
142. Patel, S., 2022. Physiology, Carbon Dioxide Retention. *National Library of Medicine*.
143. Patras, U. ο., γ.γ. *Ατμοσφαιρική Υγρασία- upatras eclass*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file>
144. peppersheatingandair.com, 2021. *What is the ideal level of humidity to keep your house comfortable?*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://peppersheatingandair.com/what-is-the-ideal-level-of-humidity-to-keep-your-house-comfortable/>
145. pharmacies, G., 2014. *Διαταραχές Από Την Υψηλή Θερμοκρασία*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://greenpharmacies.gr/en/merotheite-ypeythyna/diataraxes-apo-tin-ypsili-thermokratia-ii/>
146. Pleil JD, A. G. W. M. D. M. M. C., 2021 . The physics of human breathing: flow, timing, volume, and pressure parameters for normal, on-demand, and ventilator respiration. *PubMed*, 27 September.
147. Pleil JD, A. G. W. M. D. M. M. C., 2022. The physics of human breathing: flow, timing, volume, and pressure parameters for normal, on-demand, and ventilator respiration. *National Library of Medicine*, 27 September.

148. Rajabi, H. e. a., 2020. Emissions of volatile organic compounds from crude oil processing – Global emission inventory and environmental release. *The Science of The Total Environment*, April.
149. Randall, K. E. M. L. a., 2021. How did we get here: what are droplets and aerosols and how far do they go? A historical perspective on the transmission of respiratory infectious diseases. *Interface Focus*, 12 October.
150. Ravina M, C. G. P. D. Z. M., 2022. Air quality and photochemical reactions: analysis of NO<sub>x</sub> and NO<sub>2</sub> concentrations in the urban area of Turin, Italy. *Air Qual Atmos Health*, 22 February, pp. 541-558.
151. Registry, A. f. T. S. a. D.,  $\chi\chi$ . *Medical Management Guidelines for Sulfur Dioxide*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/MMG/MMGDetails>
152. Ren Z., L. X. L. T. C. D. J. K. W. X. S. J. Y. H. L. J. M. L., 2021. Effect of ambient fine particulates (PM<sub>2.5</sub>) on hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases in Wuhan, China.. *Respiratory Research*, 28 April.
153. Riveron T., W. M. I. w. e. a., 2023. Characterisation of volatile organic compounds in hospital indoor air and exposure health risk determination. *Building and Environment*, June.
154. Robinson J. P., C. P. S. a., 1972. *Everyday life in 12 countries*. s.l.:s.n.
155. Rostron, J., 2008. Sick building syndrome: A review of causes, consequences and remedies. *SPRINGER LINK*, 01 October, pp. 291-303.
156. Saffell J., N. S., 2023. Improving Indoor Air Quality through Standardization. July, 3(19).
157. Saraga, D. Q. X. D. R. N. C. N. G.-. A. E. J.-S. M. B. G. B. S. K. R. P. K. C. N., 2023. Source apportionment for indoor air pollution: Current challenges and future directions,. *Science of The Total Environment*, Τόμος 900.
158. Sarbu, I. S. C., 2013. Aspects of indoor environmental quality assessment in buildings. <https://www.sciencedirect.com/journal/energy-and-buildings>, May, pp. 410-419.

159. Sarvtin, M. T., 2023. A Review of the Role of Indoor Fungi in Sick Building Syndrome. *International Journal of Medical Laboratory*, pp. 196-207.
160. Sayan, H. D. S., 2021. Evaluation of the relationship between sick building syndrome complaints among hospital employees and indoor environmental quality. *La Medicina del lavoro*, April, pp. 153-161.
161. Schütze, A. και συν., 2017. Highly Sensitive and Selective VOC Sensor Systems Based on Semiconductor Gas Sensors: How to?. *Environments* .
162. Sek Ying CHAIR, S. T. ., Y. H. ., F., 2023. Heating, ventilation, and air-conditioning systems in healthcare: A scoping review. *Journal of Hospital Infection*, 26 August.
163. Seltzer, J., 1994. Building-related illnesses. *J ALLERGY CLIN IMMUNOL*, August, 94(2), pp. 351-361.
164. Seyam, S., 2018. *Types of HVAC Systems*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.intechopen.com/chapters/62059>
165. Sham M.N., A. N. M. L. Y., 2021. Fungus and mycotoxins studies in hospital environment: A scoping review. *Building and Environment*, Τόμος 193.
166. Silva-Sánchez, N. A. X., 2023. Environmental Impact of Roman Mining and Metallurgy and Its Correlation with the Archaeological Evidence: A European Perspective. *Environmental Archaeology The Journal of Human Palaeoecology*, 07 March.
167. SPAEDER, W., 2021. *Hospital HVAC Systems: What Makes Them Unique?*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://wmtspaeder.com/hospital-hvac-systems-what-makes-them-unique/>
168. Stockwell R., B. E. O. P. K. L. L. S., 2019. *Indoor hospital air and the impact of ventilation on bioaerosols: a systematic review*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://espace.library.uq.edu.au/data/UQ\\_1d6ae56/stockw](https://espace.library.uq.edu.au/data/UQ_1d6ae56/stockw)
169. Su F., F. M. S. A. H. P. L. R. S. M. L. X. H. M. V. M., 2018. Exposures to Volatile Organic Compounds among Healthcare Workers: Modeling the Effects of Cleaning. *Annals of Work Exposures and Health*, 07 August, pp. 852-870.

170. Suzuki, N. a., 2021. Risk factors for the onset of sick building syndrome: A cross-sectional survey of housing and health in Japan. *Building and Environment*.
171. Tan, H. W. K. N. B. e. a., 2022. Systematic study on the relationship between particulate matter and microbial counts in hospital operating rooms. *Environmental Science and Pollution Research*, Τόμος 29, pp. 6710-6721.
172. Taushiba A., Dwivedi S., n Zehra F., et al., 2023. Assessment of indoor air quality and their inter-association in hospitals of northern India—a cross-sectional study. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 04 March, Τόμος 16, pp. 1023-1036.
173. Taushiba, A. ., S. F. P. A., 2023. Assessment of indoor air quality and their inter-association in hospitals of northern India-a cross-sectional study. *Air Quality, aAtmosphere and Health*, May, 16(5), pp. 1023-1036.
174. Team, W., 2021. *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. s.l.:World Health Organization.
175. The Lancet Commissions, 2018. The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet*, February, pp. 462-512.
176. The World Counts, 2023. *Chemical Pollution Examples The Different Kinds of Chemical Pollution*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.theworldcounts.com/stories/chemical-pollution-examples>
177. THIRUMALAIKOLUNDUSUBRAMANIAN, P. S. U. A., 1991. Tight or Sick Building Syndrome. *Energy and Buildings*, Τόμος 15-16, pp. 795-797.
178. Vierra, S., 2023. *Whole Builing Design Guide*. [Ηλεκτρονικό].
179. Wang J., D. W. L. Y. Y. W. Z. M. K. T. S. B., 2023. Quantifying the dynamic characteristics of indoor air pollution using real-time sensors: Current status and future implication. *Environment International*, May, Τόμος 175.
180. Wang, M. L. C. X. H., 2022. Building and Health: Mapping the Knowledge Development of Sick Building Syndrome. *Buildings*, March, 12(3).

181. Wang, Z. W. G.-Y. K., 2020. Toward a Global Understanding of Chemical Pollution: A First Comprehensive Analysis of National and Regional Chemical Inventories. *Environmental Science and Technology*, January, pp. 2575-2584.
182. WHO.int, 2022. *Billions of people still breathe unhealthy air: new WHO data*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.who.int/>
183. WHO, 2021. Recommendations on classical air pollutants. Στο: *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Geneva: s.n.
184. WHO, W. H. O.-., 1996. *Biological Monitoring of Chemical Exposure in the Workplace*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at:  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41856/WHO\\_HPR\\_OCH\\_96.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41856/WHO_HPR_OCH_96.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
185. wikipedia, *χ.χ. el.wikipedia.org*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://el.wikipedia.org/wiki>
186. wikipedia, *χ.χ. Green building*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Green\\_building](https://en.wikipedia.org/wiki/Green_building)
187. Yang, Y. P. H., 2018. Particulate matter components and health: a literature review on exposure assessment. *Journal of Public Health and Emergency*, March.
188. Yulinawati H., K. T. L., 2021. Analysis of indoor and outdoor particulate (PM 2.5 ) at a women and children's hospital in West Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, April.
189. Zaniboni, L. P. G. T. J. G. A., 2020. Subjective and Objective Assessment of Thermal Comfort in Physiotherapy Centers. *Building and Environment*.
190. Zeb B., A. K. A. T. I. I., 2018. On the Morphology and Composition of Particulate Matter in an Urban Environment. *National Library of Medicine*, 17 October, pp. 1431-1447.
191. Zhou Q., L. Z. H. S. J. M. V., 2015. Field-Measurement of CO<sub>2</sub> Level in General Hospital Wards in Nanjing. *Procedia Engineering*, Τόμος 121, pp. 52-58.



- 192.** Zhou Y., Y. G., 2022. Real-time monitoring of pollutants in occupied indoor environments: A pilot study of a hospital in China. *Journal of Building Engineering*.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**

## Α. Μετρήσεις συγκεντρώσεων αέριων χημικών ρύπων στους χώρους μελέτης

Με κόκκινο έχουν επισημανθεί οι υπερβάσεις των ορίων για κάθε ρύπο

Με κίτρινο έχουν επισημανθεί τιμές ανησυχίας

CO2	Πρωί						Βράδυ					
	L1	L1-0	Εξ. Χ-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L1	L1-0	Εξ. Χ-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	570	573	560	25,1	43,1	8	640	640	660	25,1	39,7	3
	584	575	538	28,2	42	7	540	545	594	21,1	49,8	3
	558	561	616	26,4	44,8	6	470	473	550	25,8	50,6	5
	573	576	573	24,6	51	6	567	557	475	25,8	45,1	4
	465	470	443	24,2	52	7	460	465	420	25,3	42	4
	440	430	506	22,7	44,4	4	478	460	430	24,8	37	6
2η εβδομάδα	430	420	448	23,9	39	2	420	402	430	25	32	1
3η εβδομάδα	442	410	443	25	35,7	18	501	485	480	25,1	30	5
	429	441	432	26	33,9	6	428	458	450	25,4	30,4	3
	433	453	400	24,7	35,1	5	440	435	445	25,5	31,9	2
	448	440	400	24,8	34,5	5	433	390	410	25,3	32,1	3
	451	493	483	25,1	33,6	8	433	453	415	25,9	33,4	7
	453	480	407	25	32,7	4	435	454	407	24,8	38,7	3
4η εβδομάδα	413	480	441	24,8	33,2	5	455	413	450	24,6	40,6	6
5η εβδομάδα	485	472	553	24,1	37,8	8	490	418	420	24,7	29,9	8
	516	542	463	24,7	35,4	11	451	418	426	25,3	28,9	5
	523	506	420	24,2	37,6	5	402	420	455	25,4	36,2	2
	594	475	475	25,7	41	12	423	450	397	25,4	38,7	6
	498	579	400	25,2	37,8	7	473	372	362	25,6	38,4	3
	430	475	375	26,2	41,8	7	392	410	400	25,8	44,3	2
6η εβδομάδα	430	392	430	25,8	38,9	9	430	380	367	24,7	35,7	1

CO2	Πρωί						Βράδυ					
	L2	L2-0	Εξ. Χ-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L2	L2-0	Εξ. Χ-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	657	605	560	23,7	49	8	745	720	660	25,7	42,5	15
	594	590	568	20,1	41,5	9	584	570	568	26,5	43,6	12
	667	644	553	24,5	50,9	8	624	617	553	25,8	47,9	12
	767	772	580	24,5	47,8	10	637	629	418	26,8	48,5	11
	483	558	420	24,2	54	8	604	561	420	26,2	43,2	10
	478	433	400	21,3	44	6	485	397	418	23,3	44,1	14
	483	448	428	22,1	42,9	8	506	418	407	23,9	40,9	12
2η εβδομάδα	469	420	375	25,9	33,9	10	490	450	410	25,7	44,9	12
	545	490	447	26,2	41,6	12	614	490	450	24,7	40	9
	682	473	407	25,7	42,3	11	609	503	436	25,1	43,3	8
	611	397	400	24,8	44,7	14	475	420	395	25,8	49,8	11
	445	381	392	24,1	45,6	9	454	402	418	25,7	46	14
	448	418	463	25,8	46,1	10	432	413	453	23,7	46	8
3η εβδομάδα	584	551	397	26,9	57,6	10	469	428	392	24,4	42,8	10
	480	461	458	22,5	41,7	10	433	428	418	24,1	35,6	7
	853	905	385	25,1	38,7	12	497	469	457	24,6	36,6	8
	604	580	382	25,3	40,7	9	558	581	485	23,9	42	10
	624	618	377	23,7	45,6	10	561	584	423	27,1	39,9	12
	651	607	357	24,3	40,3	8	407	440	402	25,4	44,7	8
4η εβδομάδα	586	614	365	25,2	46,3	12	533	508	410	25,1	47,5	9
	501	483	330	25	44,6	11	438	425	397	25,7	48,9	13



CO2	Πρωί						Βράδυ					
	L5	L5-0	Εξ. Χ-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L5	L5-0	Εξ. Χ-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	785	542	518	25,1	42,5	10	692	689	670	25,8	42,6	1
	794	690	514	23,6	38,5	9	649	644	585	25,9	45,6	1
	573	561	550	24,2	59,2	13	493	508	518	25,8	48,7	1
	710	640	609	24,7	48,1	9	551	443	470	25,5	50	1
	593	516	413	25,5	46,9	14	415	426	420	25,2	48,9	1
2η εβδομάδα	589	581	601	24,4	45,8	10	458	428	415	25,7	45,4	1
	525	418	392	25,1	42,9	13	599	493	463	24,6	35,5	2
	689	446	506	25,7	42,3	10	890	468	493	25,5	38,5	2
	465	445	449	25,7	42,3	10	581	445	470	24,4	44,8	1
	428	367	447	24	42,3	11	606	485	443	23,4	34,1	1
3η εβδομάδα	690	489	485	26,1	39,2	9	692	429	397	25	39,1	1
	684	632	624	22,6	34,5	8	435	463	450	24,9	40,8	1
	717	542	375	24,8	42,2	15	385	377	345	24	34,9	1
	611	526	468	26,1	41,6	15	392	380	377	25,5	42,4	1
	662	488	437	25,8	39,9	8	392	367	385	25,4	44,7	1

CO	Πρωί						Βράδυ					
	L1	L1-0	Εξ. Χ-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L1	L1-0	Εξ. Χ-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0	0	1,9	25,1	43,1	8	0	0	3	25,1	39,7	3
	0	0	1,5	28,2	42	7	0	0	3,2	21,1	49,8	3
	0	0	4,1	26,4	44,8	6	0	0	2,9	25,8	50,6	5
	0	0	6,2	24,6	51	6	0	0	4,7	25,8	45,1	4
	0,1	0	4	24,2	52	7	0	0	4,7	25,3	42	4
	0	0	3,3	22,7	44,4	4	0	0	4,8	24,8	37	6
	0	0	10,3	23,9	39	2	0	0	11,5	25	32	1
2η εβδομάδα	0	0	2	25	35,7	18	0	0	2,8	25,1	30	5
	0	0	0,8	26	33,9	6	0	0	6,1	25,4	30,4	3
	0	0	4,7	24,7	35,1	5	0	0	5,1	25,5	31,9	2
	0	0	0,5	24,8	34,5	5	0	0	1,1	25,3	32,1	3
	0	0	0,6	25,1	33,6	8	0	0	1,2	25,9	33,4	7
	0	0	0,1	25	32,7	4	0	0	3,2	24,8	38,7	3
	0	0	2,6	24,8	33,2	5	0	0	2	24,6	40,6	6
3η εβδομάδα	0	0	0	24,1	37,8	8	0	0	0	24,7	29,9	8
	0	0	0	24,7	35,4	11	0	0	0	25,3	28,9	5
	0	0	2,1	24,2	37,6	5	0	0	0	25,4	36,2	2
	0	0	1,6	25,7	41	12	0	0	0	25,4	38,7	6
	0	0	1,8	25,2	37,8	7	0	0	0	25,6	38,4	3
	0	0	1,5	26,2	41,8	7	0	0	4,3	25,8	44,3	2
	0	0	0,8	25,8	38,9	9	0	0	2,9	24,7	35,7	1

CO	Πρωί						Βράδυ					
	L2	L2-0	Εξ. Χ-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L2	L2-0	Εξ. Χ-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0	0	0	23,7	49	8	0	0	0	25,7	42,5	15
	0	0	1,2	20,1	41,5	9	0,1	0	2,8	26,5	43,6	12
	0	0	3,7	24,5	50,9	8	0	0	2,9	25,8	47,9	12
	0,4	0	1	24,5	47,8	10	0	0	4	26,8	48,5	11
	0	0	2,6	24,2	54	8	0	0	0,7	26,2	43,2	10
	0,8	0	3,2	21,3	44	6	0	0	4,7	23,3	44,1	14
	0,1	0	5,7	22,1	42,9	8	0	0	10,7	23,9	40,9	12
2η εβδομάδα	0	0	0,1	25,9	33,9	10	0	0	3,7	25,7	44,9	12
	0	0	0,3	26,2	41,6	12	0	0	2,3	24,7	40	9
	0	0	1,6	25,7	42,3	11	0	0	0,5	25,1	43,3	8
	0	0	0	24,8	44,7	14	0	0	0	25,8	49,8	11
	0	0	0,8	24,1	45,6	9	0	0	0	25,7	46	14
	0	0	0,7	25,8	46,1	10	0	0	1,7	23,7	46	8
3η εβδομάδα	0	0	1,1	26,9	57,6	10	0	0	1,6	24,4	42,8	10
	0	0	0	22,5	41,7	10	0	0	0	24,1	35,6	7
	0	0	0	25,1	38,7	12	0	0	0	24,6	36,6	8
	0	0	0	25,3	40,7	9	0	0	0	23,9	42	10
	0	0	0	23,7	45,6	10	0	0	0	27,1	39,9	12
	0	0	0	24,3	40,3	8	0	0	6,1	25,4	44,7	8
	0	0	0	25,2	46,3	12	0	0	1	25,1	47,5	9
	0	0	0	25	44,6	11	0	0	1,9	25,7	48,9	13

CO	Πρωί						Βράδυ					
	L3	L3-0	Εξ. Χ-3	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L3	L3-0	Εξ. Χ-3	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0		0	23,8	43,8	3						
	0		1,9	23,9	37,9	4						
	0		4,1	21,8	42,6	5						
	0,1		0,5	22,1	55,7	2						
	0		0,7	22,5	63	3						
2η εβδομάδα	0		0	22,6	47,2	5						
	0		0	20,5	43,7	3						
	1		0,8	21,8	47,1	6						
	1		0,7	22,3	45,7	3						
3η εβδομάδα	0		0,4	22,8	42	2						
	0		0	22,3	34,8	2						
	0		0	20	41,9	2						
	0		0	20,4	37,3	2						
	0	0	0	19,7	40,1	3						
	0	0	0,9	21,2	42,8	2						

CO	Πρωί						Βράδυ					
	L4	L4-0	Εξ. Χ-4	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L4	L4-0	Εξ. Χ-4	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0	0	0	24,4	40,1	10	0,5	0,6	0,3	23,5	41,6	2
	0	0	0	23,6	38,5	5	4,1	3,4	2,9	23,1	46,4	3
	0	0	3,5	24,1	48	7	2,4	2,1	2,9	23	58,3	2
	0	0	1,5	23,4	51,3	4	2	1,6	3,9	22,5	54	1
	0,4	0	1,3	22,2	42	9	0	0	3,8	22,3	48,7	3
	0	0	1,3	23,7	36,8	1	0	0	7,4	23,9	38,4	2
	0	0	3,2	24,5	36,8	2	0	0	10,5	21,9	49,7	1
2η εβδομάδα	0	0	0	22,8	45,9	8	0	0	3,2	23,6	37,1	2
	1,1	0	2,5	23,1	43,4	6	0	0	2,3	21,9	45,2	3
	1,1	0	2,5	22,5	45,6	2	0,8	0	4,7	22,6	38,7	2
	0,8	0	0	23,7	41,8	2	3	0	7,1	23,1	43,9	1
	0	0	1,2	24	39,9	8	0	0	4,1	20,8	46,8	3
	0	0	1,7	22,6	41,1	8	0	0	0,6	22,9	42	2
	0	0	0	23,1	42,5	6	3,9	1	7,1	22,4	45,7	3
3η εβδομάδα	0	0	0	23,8	32,8	12	0	0	0	23,7	30	1
	0	0	0	23,7	33,7	6	0	0	0	21,9	34,5	3
	0	0	0	24,5	38,7	8	0	0	0	23,9	35,7	2
	0	0	0	24	39,2	7	0	0	0	22,7	40,5	2
	0	0	0	22,9	41	10	0	0	0	22,1	45,2	5
	0	0	0	23,1	39,7	9	0	0	0	22,4	42,9	1
	0	0	0	21,9	42,4	8	0	0	0	20,9	45,7	2

CO	Πρωί						Βράδυ					
	L5	L5-0	Εξ. Χ-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L5	L5-0	Εξ. Χ-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0	0	0	25,1	42,5	10	0	0	0	25,8	42,6	1
	0	0	0	23,6	39,5	9	0	0	2	25,9	45,6	1
	0	0	3,2	24,2	59,2	13	0	0	2,9	25,8	48,7	1
	0	0	1,7	24,7	48,1	9	0	0	3,9	25,5	50	1
	0	0	1,3	25,5	46,9	14	0	0	0,7	25,2	48,9	1
	0	0	0	24,4	45,8	10	0	0	0	25,7	45,4	1
2η εβδομάδα	0	0	0	25,1	42,9	13	0	0	0	24,6	35,5	2
	0	0	0	25,7	42,3	10	0	0	0	25,5	38,5	2
	0	0	3,6	25,7	42,3	10	0	0	1,4	24,4	44,8	1
	0	0	0	24	42,3	11	0	0	0	23,4	34,1	1
	0	0	0	26,1	39,2	9	0	0	0	25	39,1	1
	0,2	0,1	2	22,6	34,5	8	0	0	0	24,9	40,8	1
3η εβδομάδα	0	0	0	24,8	42,2	15	0	0	0	24	34,9	1
	0	0	0	26,1	41,6	15	0	0	0	25,5	42,4	1
	0	0	0	25,8	39,9	8	0	0	0	25,4	44,7	1
	0	0	0	25,8	39,9	8	0	0	0	25,4	44,7	1
	0	0	0	25,8	39,9	8	0	0	0	25,4	44,7	1

NO2	Πρωί						Βράδυ					
	L1	L1-0	Εξ. X-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L1	L1-0	Εξ. X-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0	0	0,04	25,1	43,1	8	0,022	0,022	0,06	25,1	39,7	3
	0,063	0,068	0,044	28,2	42	7	0,204	0,15	0,082	21,1	49,8	3
	0,085	0,082	0,092	26,4	44,8	6	0,091	0,086	0,092	25,8	50,6	5
	0,069	0,066	0,076	24,6	51	6	0,065	0,069	0,071	25,8	45,1	4
	0,061	0,058	0,056	24,2	52	7	0,024	0,029	0,033	25,3	42	4
	0	0	0	22,7	44,4	4	0	0	0	24,8	37	6
	0	0	0	23,9	39	2	0	0	0	25	32	1
2η εβδομάδα	0,019	0,034	0,022	25	35,7	18	0,017	0,013	0,045	25,1	30	5
	0,02	0,031	0,042	26	33,9	6	0,016	0,03	0,024	25,4	30,4	3
	0,015	0,024	0,03	24,7	35,1	5	0,005	0,012	0	25,5	31,9	2
	0,017	0,014	0,005	24,8	34,5	5	0	0	0	25,3	32,1	3
	0,024	0,018	0,005	25,1	33,6	8	0,013	0,022	0,005	25,9	33,4	7
	0,012	0,03	0,005	25	32,7	4	0,009	0,008	0,008	24,8	38,7	3
3η εβδομάδα	0,021	0,033	0,063	24,8	33,2	5	0,051	0,044	0,015	24,6	40,6	6
	0	0	0	24,1	37,8	8	0,015	0,005	0	24,7	29,9	8
	0,016	0,027	0	24,7	35,4	11	0,008	0,005	0,015	25,3	28,9	5
	0,019	0,033	0,015	24,2	37,6	5	0	0	0,022	25,4	36,2	2
	0,025	0,038	0,022	25,7	41	12	0,012	0,014	0,018	25,4	38,7	6
	0,057	0,042	0,036	25,2	37,8	7	0,027	0,033	0,021	25,6	38,4	3
	0,036	0,051	0,042	26,2	41,8	7	0,014	0,038	0,032	25,8	44,3	2
0,05	0,049	0,04	25,8	38,9	9	0,017	0,016	0,02	24,7	35,7	1	

NO2	Πρωί						Βράδυ					
	L2	L2-0	Εξ. X-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L2	L2-0	Εξ. X-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0,03	0,014	0,018	23,7	49	8	0,024	0,014	0,018	25,7	42,5	15
	0,132	0,121	0,048	20,1	41,5	9	0,126	0,115	0,111	26,5	43,6	12
	0,083	0,077	0,045	24,5	50,9	8	0,092	0,089	0,082	25,8	47,9	12
	0,102	0,092	0,039	24,5	47,8	10	0,034	0,048	0,064	26,8	48,5	11
	0,059	0,036	0,076	24,2	54	8	0,029	0,049	0,043	26,2	43,2	10
	0,009	0,0039	0	21,3	44	6	0	0	0	23,3	44,1	14
	0	0	0	22,1	42,9	8	0	0	0	23,9	40,9	12
2η εβδομάδα	0,055	0,039	0,027	25,9	33,9	10	0,026	0,02	0,013	25,7	44,9	12
	0,025	0,012	0,01	26,2	41,6	12	0,023	0,038	0,01	24,7	40	9
	0,036	0,017	0,016	25,7	42,3	11	0,023	0,038	0	25,1	43,3	8
	0,02	0,018	0,005	24,8	44,7	14	0	0	0	25,8	49,8	11
	0,052	0,01	0	24,1	45,6	9	0,012	0,009	0,008	25,7	46	14
	0,018	0,008	0,008	25,8	46,1	10	0,012	0,009	0,008	23,7	46	8
3η εβδομάδα	0,027	0,02	0,035	26,9	57,6	10	0,008	0,07	0,011	24,4	42,8	10
	0,066	0,015	0	22,5	41,7	10	0,022	0,01	0	24,1	35,6	7
	0,072	0,054	0,011	25,1	38,7	12	0,034	0,029	0,019	24,6	36,6	8
	0,025	0,031	0,015	25,3	40,7	9	0,045	0,02	0,018	23,9	42	10
	0,038	0,026	0,029	23,7	45,6	10	0,041	0,03	0,024	27,1	39,9	12
	0,079	0,047	0,032	24,3	40,3	8	0,055	0,038	0,025	25,4	44,7	8
	0,066	0,041	0,018	25,2	46,3	12	0,062	0,037	0,035	25,1	47,5	9
0,083	0,022	0,006	25	44,6	11	0,085	0,051	0,01	25,7	48,9	13	



NO2	Πρωί						Βράδυ					
	L3	L3-0	Εξ. X-3	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L3	L3-0	Εξ. X-3	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0		0,01	23,8	43,8	3						
	0,1		0,048	23,9	37,9	4						
	0,073		0,045	21,8	42,6	5						
	0,045		0,039	22,1	55,7	2						
	0,069		0,076	22,5	63	3						
1η εβδομάδα	0,0041		0,025									
2η εβδομάδα	0,031		0,015	22,6	47,2	5						
	0,031		0,018	20,5	43,7	3						
	0,011		0	21,8	47,1	6						
	0,018		0,008	22,3	45,7	3						
2η εβδομάδα	0,024		0,012	22,8	42	2						
3η εβδομάδα	0,029		0	22,3	34,8	2						
	0,012		0,011	20	41,9	2						
	0,038		0,032	20,4	37,3	2						
	0,024		0,018	19,7	40,1	3						
3η εβδομάδα	0,017		0,007	21,2	42,8	2						

NO2	Πρωί						Βράδυ					
	L4	L4-0	Εξ. X-4	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L4	L4-0	Εξ. X-4	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0,012	0,011	0,009	24,4	40,1	10	0,034	0,035	0,03	23,5	41,6	2
	0,078	0,085	0,07	23,6	38,5	5	0,108	0,101	0,111	23,1	46,4	3
	0,075	0,08	0,052	24,1	48	7	0,081	0,093	0,066	23	58,3	2
	0,041	0,045	0,039	23,4	51,3	4	0,049	0,055	0,067	22,5	54	1
	0,01	0,015	0	22,2	42	9	0,034	0,039	0,047	22,3	48,7	3
1η εβδομάδα	0,01	0,015	0	23,7	36,8	1	0,009	0,002	0	23,9	38,4	2
2η εβδομάδα	0,001	0	0	24,5	36,8	2	0	0	0	21,9	49,7	1
	0,025	0,015	0,02	22,8	45,9	8	0,012	0,016	0,012	23,6	37,1	2
	0,043	0,018	0,022	23,1	43,4	6	0,025	0,019	0,041	21,9	45,2	3
	0,042	0,008	0,085	22,5	45,6	2	0,034	0,029	0,02	22,6	38,7	2
	0,014	0,025	0,009	23,7	41,8	2	0	0	0	23,1	43,9	1
2η εβδομάδα	0,012	0,005	0,005	24	39,9	8	0,014	0,009	0,008	20,8	46,8	3
3η εβδομάδα	0,017	0,022	0,019	22,6	41,1	8	0,014	0,01	0,008	22,9	42	2
	0,02	0,01	0,012	23,1	42,5	6	0,012	0,01	0,012	22,4	45,7	3
	0,017	0	0	23,8	32,8	12	0,016	0,005	0	23,7	30	1
	0,014	0,009	0,011	23,7	33,7	6	0,029	0,015	0,015	21,9	34,5	3
	0,018	0,014	0,012	24,5	38,7	8	0,022	0,013	0,009	23,9	35,7	2
3η εβδομάδα	0,015	0,012	0,009	24	39,2	7	0,026	0,019	0,02	22,7	40,5	2
3η εβδομάδα	0,026	0,029	0,024	22,9	41	10	0,035	0,031	0,028	22,1	45,2	5
	0,02	0,036	0,037	23,1	39,7	9	0,052	0,049	0,037	22,4	42,9	1
	0,029	0,026	0,01	21,9	42,4	8	0,044	0,034	0,033	20,9	45,7	2

NO2	Πρωί						Βράδυ					
	L5	L5-0	Εξ. Χ-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L5	L5-0	Εξ. Χ-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0,02	0,01	0,01	25,1	42,5	10	0,055	0,053	0,031	25,8	42,6	1
	0,112	0,6	0,7	23,6	39,5	9	0,117	0,1	0,097	25,9	45,6	1
	0,068	0,073	0,082	24,2	59,2	13	0,095	0,092	0,074	25,8	48,7	1
	0,071	0,063	0,039	24,7	48,1	9	0,044	0,05	0,064	25,5	50	1
	0,036	0,037	0,039	25,5	46,9	14	0,02	0,028	0,048	25,2	48,9	1
2η εβδομάδα	0,018	0	0	24,4	45,8	10	0,024	0,041	0,047	25,7	45,4	1
	0,026	0,014	0,012	25,1	42,9	13	0,021	0,007	0,014	24,6	35,5	2
							0	0	0			
							0,019	0,004	0			
	0,023	0,019	0,008	25,7	42,3	10	0,013	0,002	0	25,5	38,5	2
3η εβδομάδα	0,006	0,028	0,01	25,7	42,3	10	0,029	0,01	0	24,4	44,8	1
	0,015	0,008	0,012	24	42,3	11	0,009	0,008	0,011	23,4	34,1	1
	0,035	0,012	0	26,1	39,2	9	0,046	0	0	25	39,1	1
3η εβδομάδα	0,026	0,015	0,002	22,6	34,5	8	0,033	0,012	0,015	24,9	40,8	1
	0,04	0,023	0,03	24,8	42,2	15	0,039	0,031	0,036	24	34,9	1
	0,051	0,037	0,027	26,1	41,6	15	0,042	0,042	0,037	25,5	42,4	1
	0,047	0,014	0,008	25,8	39,9	8	0,033	0,042	0,033	25,4	44,7	1

PM2,5 (μg/μ3)	Πρωί						Βράδυ					
	L1	L1-0	Εξ. Χ-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L1	L1-0	Εξ. Χ-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0	1	4	25,1	43,1	8	1	1	2	25,1	39,7	3
	1	1	2	28,2	42	7	1	1	2	21,1	49,8	3
	1	1	5	26,4	44,8	6	1	1	3	25,8	50,6	5
	0	0	4	24,6	51	6	3	1	2	25,8	45,1	4
	0	0	2	24,2	52	7	0	0	2	25,3	42	4
2η εβδομάδα	0	0	1	22,7	44,4	4	0	0	1	24,8	37	6
	0	1	1	23,9	39	2	1	1	5	25	32	1
	1	1	5	25	35,7	18	1	1	6	25,1	30	5
	1	1	4	26	33,9	6	1	1	8	25,4	30,4	3
	1	1	6	24,7	35,1	5	1	1	7	25,5	31,9	2
3η εβδομάδα	0	0	23	24,8	34,5	5	0	1	6	25,3	32,1	3
	1	1	5	25,1	33,6	8	1	1	5	25,9	33,4	7
	1	1	4	25	32,7	4	1	1	2	24,8	38,7	3
	1	1	5	24,8	33,2	5	1	1	4	24,6	40,6	6
	1	1	10	24,1	37,8	8	1	1	8	24,7	29,9	8
3η εβδομάδα	1	1	13	24,7	35,4	11	2	1	7	25,3	28,9	5
	1	3	13	24,2	37,6	5	1	1	8	25,4	36,2	2
	1	1	15	25,7	41	12	1	1	7	25,4	38,7	6
	1	1	16	25,2	37,8	7	1	1	8	25,6	38,4	3
	1	1	11	26,2	41,8	7	1	1	6	25,8	44,3	2
1	4	8	25,8	38,9	9	1	1	7	24,7	35,7	1	

PM2,5 (μg/m³)	Πρωί						Βράδυ					
	L2	L2-0	Εξ. Χ-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L2	L2-0	Εξ. Χ-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	3	1	3	23,7	49	8	2	1	2	25,7	42,5	15
	2	1	2	20,1	41,5	9	2	1	2	26,5	43,6	12
	1	1	2	24,5	50,9	8	1	1	3	25,8	47,9	12
	3	4	2	24,5	47,8	10	2	3	3	26,8	48,5	11
	2	1	3	24,2	54	8	1	1	1	26,2	43,2	10
	1	1	1	21,3	44	6	1	1	2	23,3	44,1	14
2η εβδομάδα	5	7	1	22,1	42,9	8	3	2	2	23,9	40,9	12
	4	4	3	25,9	33,9	10	5	3	7	25,7	44,9	12
	6	6	5	26,2	41,6	12	5	6	8	24,7	40	9
	6	8	5	25,7	42,3	11	5	5	7	25,1	43,3	8
	9	18	22	24,8	44,7	14	6	5	7	25,8	49,8	11
	5	6	5	24,1	45,6	9	4	3	6	25,7	46	14
3η εβδομάδα	4	3	5	25,8	46,1	10	2	10	2	23,7	46	8
	11	8	9	26,9	57,6	10	4	4	3	24,4	42,8	10
	17	12	15	22,5	41,7	10	11	21	12	24,1	35,6	7
	13	12	24	25,1	38,7	12	12	9	10	24,6	36,6	8
	13	17	8	25,3	40,7	9	10	10	11	23,9	42	10
	14	16	10	23,7	45,6	10	9	10	9	27,1	39,9	12
3η εβδομάδα	13	17	14	24,3	40,3	8	8	6	10	25,4	44,7	8
	16	19	11	25,2	46,3	12	6	7	6	25,1	47,5	9
	7	10	7	25	44,6	11	6	6	6	25,7	48,9	13

PM2,5 (μg/m³)	Πρωί						Βράδυ					
	L3	L3-0	Εξ. Χ-3	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L3	L3-0	Εξ. Χ-3	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	3		3	23,8	43,8	3						
	2		2	23,9	37,9	4						
	2		2	21,8	42,6	5						
	4		3	22,1	55,7	2						
	2		2	22,5	63	3						
2η εβδομάδα	20		10	22,6	47,2	5						
	8		10	20,5	43,7	3						
	45		5	21,8	47,1	6						
	6		5	22,3	45,7	3						
3η εβδομάδα	9		11	22,8	42	2						
	34		15	22,3	34,8	2						
	10		24	20	41,9	2						
3η εβδομάδα	16		14	20,4	37,3	2						
	14		11	19,7	40,1	3						
	8		7	21,2	42,8	2						

PM2,5 (μg/m³)	Πρωί						Βράδυ					
	L4	L4-0	Εξ. Χ-4	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L4	L4-0	Εξ. Χ-4	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	2	2	2	24,4	40,1	10	4	3	3	23,5	41,6	2
	2	2	2	23,6	38,5	5	4	3	3	23,1	46,4	3
	2	1	2	24,1	48	7	2	1	2	23	58,3	2
	1	2	2	23,4	51,3	4	2	1	2	22,5	54	1
	1	1	1	22,2	42	9	1	1	1	22,3	48,7	3
	5	7	2	23,7	36,8	1	6	6	2	23,9	38,4	2
2η εβδομάδα	4	5	2	24,5	36,8	2	6	10	2	21,9	49,7	1
2η εβδομάδα	2	2	3	22,8	45,9	8	6	4	6	23,6	37,1	2
	3	2	2	23,1	43,4	6	5	6	8	21,9	45,2	3
	5	5	6	22,5	45,6	2	6	5	7	22,6	38,7	2
	8	8	8	23,7	41,8	2	6	4	7	23,1	43,9	1
	4	5	5	24	39,9	8	3	2	4	20,8	46,8	3
	3	1	3	22,6	41,1	8	2	1	2	22,9	42	2
3η εβδομάδα	4	3	3	23,1	42,5	6	4	4	3	22,4	45,7	3
3η εβδομάδα	6	5	15	23,8	32,8	12	5	5	7	23,7	30	1
	8	7	24	23,7	33,7	6	7	7	9	21,9	34,5	3
	12	10	10	24,5	38,7	8	8	8	9	23,9	35,7	2
	9	7	10	24	39,2	7	8	7	9	22,7	40,5	2
	7	7	9	22,9	41	10	9	7	10	22,1	45,2	5
	9	11	17	23,1	39,7	9	8	7	7	22,4	42,9	1
3η εβδομάδα	5	6	7	21,9	42,4	8	7	6	7	20,9	45,7	2

PM2,5 (μg/m³)	Πρωί						Βράδυ					
	L5	L5-0	Εξ. Χ-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L5	L5-0	Εξ. Χ-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	2	2	2	25,1	42,5	10	2	1	2	25,8	42,6	1
	3	2	2	23,6	39,5	9	1	1	2	25,9	45,6	1
	2	1	2	24,2	59,2	13	2	1	2	25,8	48,7	1
	3	2	2	24,7	48,1	9	1	1	2	25,5	50	1
	2	2	2	25,5	46,9	14	1	1	1	25,2	48,9	1
	2η εβδομάδα	8	8	7	24,4	45,8	10	8	9	8	25,7	45,4
2η εβδομάδα	11	6	7	25,1	42,9	13	8	8	7	24,6	35,5	2
	36	5	5	25,7	42,3	10	4	6	6	25,5	38,5	2
	26	6	6	25,7	42,3	10	5	4	7	24,4	44,8	1
	4	5	4	24	42,3	11	6	9	5	23,4	34,1	1
	5	11	8	26,1	39,2	9	5	7	7	25	39,1	1
	12	11	9	22,6	34,5	8	6	6	8	24,9	40,8	1
3η εβδομάδα	21	11	9	24,8	42,2	15	6	6	6	24	34,9	1
	55	32	17	26,1	41,6	15	5	6	7	25,5	42,4	1
	23	7	7	25,8	39,9	8	6	7	7	25,4	44,7	1

PM10(μg/m3)	Πρωί						Βράδυ					
	L1	L1-0	Εξ. Χ-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L1	L1-0	Εξ. Χ-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	0	0	7	25,1	43,1	8	1	1	4	25,1	39,7	3
	10	10	8	28,2	42	7	1	1	4	21,1	49,8	3
	1	1	5	26,4	44,8	6	1	1	4	25,8	50,6	5
	0	1	10	24,6	51	6	5	7	12	25,8	45,1	4
	0	0	10	24,2	52	7	0	0	9	25,3	42	4
	1	1	10	22,7	44,4	4	1	1	5	24,8	37	6
	1	2	9	23,9	39	2	1	1	9	25	32	1
2η εβδομάδα	1	1	9	25	35,7	18	1	1	15	25,1	30	5
	2	1	9	26	33,9	6	1	1	17	25,4	30,4	3
	1	1	19	24,7	35,1	5	1	2	16	25,5	31,9	2
	0	1	125	24,8	34,5	5	1	2	21	25,3	32,1	3
	1	3	14	25,1	33,6	8	1	1	16	25,9	33,4	7
	8	12	5	25	32,7	4	1	1	4	24,8	38,7	3
	2	1	9	24,8	33,2	5	1	1	8	24,6	40,6	6
3η εβδομάδα	1	1	17	24,1	37,8	8	1	3	19	24,7	29,9	8
	1	1	24	24,7	35,4	11	1	2	15	25,3	28,9	5
	4	9	19	24,2	37,6	5	1	2	15	25,4	36,2	2
	1	3	20	25,7	41	12	1	2	18	25,4	38,7	6
	3	4	27	25,2	37,8	7	3	3	19	25,6	38,4	3
	2	4	23	26,2	41,8	7	8	3	15	25,8	44,3	2
	3	8	25	25,8	38,9	9	3	6	17	24,7	35,7	1

PM10(μg/m3)	Πρωί						Βράδυ					
	L2	L2-0	Εξ. Χ-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L2	L2-0	Εξ. Χ-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
1η εβδομάδα	6	4	6	23,7	49	8	1	0	5	25,7	42,5	15
	6	4	5	20,1	41,5	9	3	2	4	26,5	43,6	12
	4	4	7	24,5	50,9	8	2	2	4	25,8	47,9	12
	5	7	6	24,5	47,8	10	5	7	2	26,8	48,5	11
	3	1	5	24,2	54	8	1	1	7	26,2	43,2	10
	4	4	3	21,3	44	6	13	10	9	23,3	44,1	14
	13	10	9	22,1	42,9	8	15	12	8	23,9	40,9	12
2η εβδομάδα	10	10	12	25,9	33,9	10	14	9	17	25,7	44,9	12
	30	18	12	26,2	41,6	12	12	9	17	24,7	40	9
	19	15	19	25,7	42,3	11	15	11	16	25,1	43,3	8
	51	97	105	24,8	44,7	14	19	18	22	25,8	49,8	11
	1	15	14	24,1	45,6	9	12	8	14	25,7	46	14
	12	7	13	25,8	46,1	10	6	16	5	23,7	46	8
	12	9	9	26,9	57,6	10	12	10	38	24,4	42,8	10
3η εβδομάδα	30	20	20	22,5	41,7	10	17	30	22	24,1	35,6	7
	25	24	38	25,1	38,7	12	19	17	16	24,6	36,6	8
	23	28	16	25,3	40,7	9	19	17	18	23,9	42	10
	26	26	24	23,7	45,6	10	22	18	19	27,1	39,9	12
	31	30	35	24,3	40,3	8	21	19	18	25,4	44,7	8
	30	35	23	25,2	46,3	12	16	19	16	25,1	47,5	9
	32	24	21	25	44,6	11	24	17	15	25,7	48,9	13

PM10(μg/m3)	Πρωί						Βράδυ					
	L3	L3-0	Εξ. Χ-3	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L3	L3-0	Εξ. Χ-3	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
	6		6	23,8	43,8	3						
	5		6	23,9	37,9	4						
	5		7	21,8	42,6	5						
	4		6	22,1	55,7	2						
	2		4	22,5	63	3						
1η εβδομάδα												
	37		20	22,6	47,2	5						
	22		26	20,5	43,7	3						
	60		14	21,8	47,1	6						
	8		13	22,3	45,7	3						
	16		12	22,8	42	2						
2η εβδομάδα												
	45		20	22,3	34,8	2						
	19		39	20	41,9	2						
	33		35	20,4	37,3	2						
	22		23	19,7	40,1	3						
3η εβδομάδα												
	21		21	21,2	42,8	2						

PM10(μg/m3)	Πρωί						Βράδυ					
	L4	L4-0	Εξ. Χ-4	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L4	L4-0	Εξ. Χ-4	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
	2	2	4	24,4	40,1	10	2	2	3	23,5	41,6	2
	4	3	5	23,6	38,5	5	4	3	4	23,1	46,4	3
	4	3	6	24,1	48	7	4	3	4	23	58,3	2
	2	3	4	23,4	51,3	4	2	3	5	22,5	54	1
	1	1	3	22,2	42	9	1	1	2	22,3	48,7	3
1η εβδομάδα	8	1	4	23,7	36,8	1	9	11	7	23,9	38,4	2
	10	12	9	24,5	36,8	2	10	19	8	21,9	49,7	1
	17	22	19	22,8	45,9	8	16	11	15	23,6	37,1	2
	42	40	85	23,1	43,4	6	15	7	16	21,9	45,2	3
	29	20	25	22,5	45,6	2	15	13	18	22,6	38,7	2
	19	17	16	23,7	41,8	2	21	19	34	23,1	43,9	1
	5	3	9	24	39,9	8	4	5	6	20,8	46,8	3
2η εβδομάδα	6	4	9	22,6	41,1	8	4	3	5	22,9	42	2
	17	22	19	23,1	42,5	6	10	14	12	22,4	45,7	3
	11	9	20	23,8	32,8	12	8	7	11	23,7	30	1
	15	12	38	23,7	33,7	6	12	12	14	21,9	34,5	3
	15	12	15	24,5	38,7	8	11	12	14	23,9	35,7	2
	15	12	17	24	39,2	7	18	15	16	22,7	40,5	2
	14	11	13	22,9	41	10	16	13	18	22,1	45,2	5
3η εβδομάδα	19	18	23	23,1	39,7	9	18	13	16	22,4	42,9	1
	14	17	14	21,9	42,4	8	15	14	16	20,9	45,7	2

PM10(μg/m3)	Πρωί						Βράδυ					
	L5	L5-0	Εξ. Χ-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L5	L5-0	Εξ. Χ-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
	4	2	5	25,1	42,5	10	4	2	3	25,8	42,6	1
	6	5	5	23,6	39,5	9	1	3	3	25,9	45,6	1
	7	4	5	24,2	59,2	13	3	2	3	25,8	48,7	1
	3	4	3	24,7	48,1	9	2	1	2	25,5	50	1
	3	5	2	25,5	46,9	14	2	2	3	25,2	48,9	1
1η εβδομάδα												
	19	17	23	24,4	45,8	10	23	30	32	25,7	45,4	1
	21	16	18	25,1	42,9	13	21	18	13	24,6	35,5	2
	43	15	10	25,7	42,3	10	9	13	12	25,5	38,5	2
	30	15	12	25,7	42,3	10	10	7	13	24,4	44,8	1
2η εβδομάδα	7	11	9	24	42,3	11	11	17	10	23,4	34,1	1
	13	19	18	26,1	39,2	9	11	12	11	25	39,1	1
	28	22	23	22,6	34,5	8	18	14	15	24,9	40,8	1
	32	23	13	24,8	42,2	15	17	14	13	24	34,9	1
	64	32	23	26,1	41,6	15	14	16	19	25,5	42,4	1
3η εβδομάδα	32	17	14	25,8	39,9	8	13	15	18	25,4	44,7	1

VOCs	Πρωί						Βράδυ					
	L1	L1-0	Εξ. Χ-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L1	L1-0	Εξ. Χ-1	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
	145,1	98,2	132,4	25,1	43,1	8	59,3	56,8	53,4	25,1	39,7	3
	106	96	74,6	28,2	42	7	100,5	94,7	59,8	21,1	49,8	3
	134,3	113	4,1	26,4	44,8	6	60,3	64,8	50,6	25,8	50,6	5
	130,4	132,4	72	24,6	51	6	101,2	112,2	75,2	25,8	45,1	4
	99,6	102,2	77,8	24,2	52	7	52	49,7	40,4	25,3	42	4
	45,8	41,3	50,6	22,7	44,4	4	38,4	34,2	28,1	24,8	37	6
η εβδομάδα	32,1	22,6	31,3	23,9	39	2	29,4	25	33,5	25	32	1
	95,2	99,6	66,7	25	35,7	18	279,8	190,5	138,4	25,1	30	5
	105,3	68,4	53	26	33,9	6	112	179	77,2	25,4	30,4	3
	162,2	138,4	83,9	24,7	35,1	5	96,4	63,8	56,6	25,5	31,9	2
	99,6	108,6	66,6	24,8	34,5	5	86,7	57,1	38,6	25,3	32,1	3
	73,3	134,8	58,7	25,1	33,6	8	68,4	102,8	53,5	25,9	33,4	7
	121,9	72,8	42,7	25	32,7	4	31,5	37	40,8	24,8	38,7	3
η εβδομάδα	89,8	107,6	57,9	24,8	33,2	5	75,2	130,4	303,8	24,6	40,6	6
	131,4	101,2	75,2	24,1	37,8	8	54,5	45,5	40,1	24,7	29,9	8
	45,9	35,7	31,7	24,7	35,4	11	41,3	38,4	34,8	25,3	28,9	5
	139,4	100,4	70,2	24,2	37,6	5	48,7	41,6	36,4	25,4	36,2	2
	95,7	69,6	63,1	25,7	41	12	39,2	34,9	41,6	25,4	38,7	6
	72	106,9	62	25,2	37,8	7	90,4	69	58,7	25,6	38,4	3
	123,8	98,8	71,4	26,2	41,8	7	79,8	62,6	73,8	25,8	44,3	2
η εβδομάδα	54,5	69,6	49,6	25,8	38,9	9	69	53,5	49,5	24,7	35,7	1

VOCs	Πρωί						Βράδυ					
	L2	L2-0	Εξ. Χ-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L2	L2-0	Εξ. Χ-2	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
η εβδομάδα	161	154,3	144,6	23,7	49	8	66,4	59,7	61,8	25,7	42,5	15
	143,6	140	102,1	20,1	41,5	9	54,8	50,1	59,8	26,5	43,6	12
	106,9	102	128,5	24,5	50,9	8	86	86,4	82,5	25,8	47,9	12
	125,3	128,5	118,2	24,5	47,8	10	96,4	83,2	75,2	26,8	48,5	11
	98,8	136,4	118,2	24,2	54	8	96,6	72,7	66,6	26,2	43,2	10
	99,6	203,8	65,2	21,3	44	6	36,8	54,5	33,8	23,3	44,1	14
η εβδομάδα	68,4	43,8	75,2	22,1	42,9	8	88,2	49,6	60,3	23,9	40,9	12
	109,8	79,9	95,7	25,9	33,9	10	135,4	82,5	61,4	25,7	44,9	12
	99,4	76,4	90,6	26,2	41,6	12	129,5	96,7	72,7	24,7	40	9
	114,7	86	72	25,7	42,3	11	92,6	67,8	58,2	25,1	43,3	8
	104,4	66	42	24,8	44,7	14	54	37,2	32,4	25,8	49,8	11
	69	51,7	49,2	24,1	45,6	9	42,4	43,2	35,7	25,7	46	14
η εβδομάδα	60,3	53,1	42,9	25,8	46,1	10	60,3	72,7	47,6	23,7	46	8
	66,9	52,1	42,4	26,9	57,6	10	332,1	253,1	120,1	24,4	42,8	10
	74,6	59,8	69	22,5	41,7	10	47,3	40,9	39,9	24,1	35,6	7
	52	45,9	33,8	25,1	38,7	12	43,7	40,1	38,9	24,6	36,6	8
	70,2	79,8	56,6	25,3	40,7	9	48,6	45,9	40,4	23,9	42	10
	66	73,3	47,8	23,7	45,6	10	56,6	52,5	42	27,1	39,9	12
η εβδομάδα	76	68,4	41,2	24,3	40,3	8	55	61,4	46,8	25,4	44,7	8
	94,9	89,7	49,6	25,2	46,3	12	74,6	84,6	58,7	25,1	47,5	9
	62,6	55	45,6	25	44,6	11	57,6	49,2	42,9	25,7	48,9	13

VOCs	Πρωί						Βράδυ					
	L3	L3-0	Εξ. Χ-3	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L3	L3-0	Εξ. Χ-3	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
η εβδομάδα	147,8		144,6	23,8	43,8	3						
	125,6		102	23,9	37,9	4						
	177,7		128,5	21,8	42,6	5						
	132,4		118,2	22,1	55,7	2						
	93,4		81,7	22,5	63	3						
η εβδομάδα	273,3		124,3	22,6	47,2	5						
	159,1		101,8	20,5	43,7	3						
	63,7		49,2	21,8	47,1	6						
	66,9	57,7	49,7	22,3	45,7	3						
η εβδομάδα	384,5		198,3	22,8	42	2						
	116,4		68,7	22,3	34,8	2						
	50,2		33,8	20	41,9	2						
	55		41,2	20,4	37,3	2						
η εβδομάδα	69,6		49,6	19,7	40,1	3						
	59,8		45,6	21,2	42,8	2						



VOCs	Πρωί						Βράδυ					
	L4	L4-0	Εξ. X-4	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L4	L4-0	Εξ. X-4	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
η εβδομάδα	78,3	74,2	60,5	24,4	40,1	10	54,2	58,7	49,2	23,5	41,6	2
	62	54,9	49,7	23,6	38,5	5	47	43	38,8	23,1	46,4	3
	77,1	70,4	60,5	24,1	48	7	65,4	45	42	23	58,3	2
	86	78,4	61,8	23,4	51,3	4	38,4	28,6	40,5	22,5	54	1
	67,2	52,9	97,2	22,2	42	9	28,6	22,9	34,6	22,3	48,7	3
	45,5	34,9	27,2	23,7	36,8	1	28,8	22,6	33,5	23,9	38,4	2
	44,2	40,7	58,8	24,5	36,8	2	32,8	34,7	42,8	21,9	49,7	1
η εβδομάδα	101,3	89,7	72,6	22,8	45,9	8	83,9	60,3	80,9	23,6	37,1	2
	86,4	78,4	72,3	23,1	43,4	6	44,6	38,4	60,9	21,9	45,2	3
	67,2	60,4	71,7	22,5	45,6	2	26,6	31,3	44,6	22,6	38,7	2
	40,8	62,6	40,5	23,7	41,8	2	38	32	31,1	23,1	43,9	1
	55,4	52,9	43,1	24	39,9	8	34,6	50,6	32,8	20,8	46,8	3
	65,6	58,2	41,8	22,6	41,1	8	30,7	24,2	71,4	22,9	42	2
	54,3	49,9	44,7	23,1	42,5	6	27,8	34,2	49,6	22,4	45,7	3
η εβδομάδα	44,6	58,2	61,7	23,8	32,8	12	33,1	24,5	36,9	23,7	30	1
	38,5	30,7	33,8	23,7	33,7	6	67,2	58,2	47,8	21,9	34,5	3
	71,4	65,7	59,1	24,5	38,7	8	67,8	50,6	39,6	23,9	35,7	2
	41,6	33,5	47,8	24	39,2	7	39,2	36,2	35,3	22,7	40,5	2
	50,1	32,8	26,4	22,9	41	10	37,2	30,7	36,1	22,1	45,2	5
	58,7	44,6	41,3	23,1	39,7	9	26	30,4	36,8	22,4	42,9	1
	47,8	45,1	44,3	21,9	42,4	8	20,7	26	35,3	20,9	45,7	2

VOCs	Πρωί						Βράδυ					
	L5	L5-0	Εξ. X-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.	L5	L5-0	Εξ. X-5	θ (οC)	RH (%)	αρ.πρ.
η εβδομάδα	116,3	112	105	25,1	42,5	10	91,9	86,8	84,6	25,8	42,6	1
	72,1	68	64,5	23,6	39,5	9	84,6	77,2	64,3	25,9	45,6	1
	77,2	74	70,8	24,2	59,2	13	69,1	93,1	79,1	25,8	48,7	1
	89,7	92,8	108,2	24,7	48,1	9	54,8	45,5	75,2	25,5	50	1
	68,4	47,3	97,3	25,5	46,9	14	52,7	66,5	52,3	25,2	48,9	1
η εβδομάδα	109,5	132,4	220,8	24,4	45,8	10	341,3	195,7	137,4	25,7	45,4	1
	117,3	82,5	63,1	25,1	42,9	13	198,3	119,1	87,5	24,6	35,5	2
	282	140,5	83,4	25,7	42,3	10	164,6	99,6	69,6	25,5	38,5	2
	194,4	12,56	78,5	25,7	42,3	10	129,5	83,2	61,4	24,4	44,8	1
η εβδομάδα	157,7	104,4	72,7	24	42,3	11	124,4	92,6	64,3	23,4	34,1	1
	81,9	70,7	62,6	26,1	39,2	9	58,7	43,7	34,2	25	39,1	1
η εβδομάδα	81,2	59,3	46,8	22,6	34,5	8	43,9	40,8	35,3	24,9	40,8	1
	36,1	37,2	28,4	24,8	42,2	15	54,5	42,4	36,1	24	34,9	1
	56,1	46,4	41,3	26,1	41,6	15	57,1	44,2	36,8	25,5	42,4	1
	114,7	86	65,4	25,8	39,9	8	51,1	42,4	35,3	25,4	44,7	1

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**

**Β. Μετρήσεις αριθμού αποικιών CFU/m<sup>3</sup> Ασπεργίλλου- μυκήτων στους L1 και L2 χώρους και ταυτοποίηση των γενών των μυκήτων**

Ασπεργίλλ	L1-εσ.χ.							
	Θ 37 πρωί		ΘΔ πρωί		PM2,5 πρωί	PM10 πρωί	Θ 0C πρωί	RH πρωί
	CFU/m <sup>3</sup> ασπ	CFU/m <sup>3</sup> μυκ.	CFU/m <sup>3</sup> ασπ	CFU/m <sup>3</sup> μυκ.				
9-Ιαν	0	0	0	4	1	8	25,5	32,00%
10-Ιαν	0	0	0	0	1	1	25,1	32%
11-Ιαν	0	0	0	10	1	2	24,8	35,00%
15-Ιαν	0	0	0	0	1	2	24,8	33%
16-Ιαν	0	0	0	0	0	0	24,9	47,60%
17-Ιαν	0	0	0	0	1	2	24,3	47,50%
23-Ιαν	0	0	0	4	3	5	25,1	33,20%
24-Ιαν	0	0	0	0	0	0	24,6	32,30%
25-Ιαν	0	0	0	0	1	1	25,2	34,70%
26-Ιαν	0	0	0	4	1	1	24,9	31,90%
27-Ιαν	0	0	0	0	0	0	25	27,90%
28-Ιαν	0	0	0	0	1	1	24,3	35,80%
29-Ιαν	0	0	0	0	7	9	25,4	33,60%
30-Ιαν	0	0	0	0	1	1	24,1	34,60%
31-Ιαν	0	0	0	0	3	8	24,7	35,60%
1-Φεβ	0	0	0	0	1	1	24,1	37,80%
2-Φεβ	0	0	0	0	1	1	24,7	27%
4-Φεβ	0	0	0	0	1	4	24,2	37,60%
5-Φεβ	0	0	0	0	1	3	25,7	41,00%
6-Φεβ	0	0	0	0	1	2	24,2	37,80%
7-Φεβ	0	0	0	0	1	3	26,2	41,80%

Ασπέργιλλος	L1-εσ.χ.							
	Θ37 απογ.		ΘΔ απόγ.		PM2,5 απογ.	PM10 απογ.	Θ 0C απογ.	RH απογ.
	CFU/m3 ασπ	CFU/m3 μικ.	CFU/m3 ασπ	CFU/m3 μικ.				
9-Ιαν	0	0	0	0	0	1	24,5	32,00%
10-Ιαν	0	0	0	10	0	1	25,1	32%
11-Ιαν	0	0	0	0	1	1	25,3	30,40%
15-Ιαν	0	0	0	0	0	1	24	40,60%
16-Ιαν	0	0	0	0	1	4	25	46,20%
17-Ιαν	0	0	0	0	1	2	24,7	45,90%
23-Ιαν	0	0	0	0	2	5	24,8	45,40%
24-Ιαν	0	0	0	0	10	15	21,8	38,90%
25-Ιαν	0	0	0	0	0	1	25,9	34,70%
26-Ιαν	0	0	0	0	1	0	24,8	28,90%
27-Ιαν	0	0	0	0	0	2	24,4	37,70%
28-Ιαν	0	0	0	0	1	1	25,7	32,70%
29-Ιαν	0	0	0	0	1	1	23,8	35,20%
30-Ιαν	0	0	0	0	1	4	24,6	37,80%
31-Ιαν	0	0	0	0	0	1	24,1	34,80%
1-Φεβ	0	0	0	0	1	1	24,7	31,80%
2-Φεβ	0	0	0	0	1	2	24,8	31,50%
4-Φεβ	0	0	0	0	1	1	25,4	36,20%
5-Φεβ	0	0	0	0	1	1	25,4	38,70%
6-Φεβ	0	0	0	0	1	8	26,6	38,40%
7-Φεβ	0	0	0	0	1	3	25,3	40,30%

Ασπέργιλλος	L 1-εξ.χ.							
	Θ 37 πρωί		ΘΔ πρωί		PM2,5 πρωί	PM10 πρωί	Θ 0C πρωί	RH πρωί
	CFU/m3 ασπερ.	CFU/m3 μικ.	CFU/m3 ασπερ.	CFU/m3 μικ.				
9-Ιαν	0	0	0	0	4	15	14	60,00%
10-Ιαν	0	10	0	0	5	14	13,9	64,80%
11-Ιαν	0	0	0	30	8	16	12	69,00%
15-Ιαν	0	0	0	0	8	16	21,5	46,30%
16-Ιαν	0	0	0	0	4	10	22,1	56,80%
17-Ιαν	0	10	0	20	14	59	21,4	55,80%
23-Ιαν	0	0	0	20	17	30	19,9	39,90%
24-Ιαν	0	0	0	0	15	28	20,6	42,40%
25-Ιαν	0	0	0	30	33	47	22,1	39,80%
26-Ιαν	0	0	0	10	10	17	21,9	34,30%
27-Ιαν	130	0	0	160	7	15	23,1	32%
28-Ιαν	0	0	0	30	4	9	19,8	39,70%
29-Ιαν	0	0	0	0	7	17	22,1	36,90%
30-Ιαν	0	0	0	0	12	18	20,1	39,60%
31-Ιαν	0	0	0	0	5	13	21,2	37,90%
1-Φεβ	0	0	0	20	10	17	20	40,50%
2-Φεβ	0	0	0	10	7	13	24,4	29%
4-Φεβ	0	0	0	0	9	15	20,9	40,10%
5-Φεβ	0	0	0	0	7	23	23,8	44,70%
6-Φεβ	0	10	0	20	7	14	22,9	44,10%
7-Φεβ	0	0	0	10	4	13	22,8	47,10%

Ασπέργιλλος	L1-εξ.χ.							
	Θ37 απογ.		ΘΔ απογ.		PM2,5 απογ.	PM10 απογ.	Θ οC απογ.	RH απογ.
	CFU/m3 ασπε	CFU/m3 μυκ.	CFU/m3 ασπερ.	CFU/m3 μυκ.				
9-Ιαν	0	0	0	0	3	5	18,7	55,30%
10-Ιαν	0	10	0	30	4	9	12,9	58,70%
11-Ιαν	0	0	0	10	6	11	11	51,00%
15-Ιαν	0	0	0	10	11	17	11,3	52,50%
16-Ιαν	0	0	0	10	3	9	22,6	54,90%
17-Ιαν	0	0	0	0	9	25	23,8	50,50%
23-Ιαν	0	20	0	10	8	20	18,7	46,30%
24-Ιαν	0	0	0	20	10	20	19,7	48,90%
25-Ιαν	0	10	0	10	10	21	23,3	38%
26-Ιαν	0	0	0	0	6	11	21,2	33,90%
27-Ιαν	0	0	0	10	7	12	22,3	40,10%
28-Ιαν	0	0	0	0	7	13	22,1	37,90%
29-Ιαν	0	10	0	0	6	14	21,7	39,70%
30-Ιαν	0	0	0	10	5	10	22,1	39,90%
31-Ιαν	0	0	0	60	5	10	22,2	35,70%
1-Φεβ	0	0	0	0	8	13	22,7	32,90%
2-Φεβ	0	10	0	10	6	15	22,8	45,80%
4-Φεβ	0	0	0	0	5	9	21,9	41,10%
5-Φεβ	0	0	0	0	5	10	22,4	35,90%
6-Φεβ	0	0	0	120	7	18	22,6	44,90%
7-Φεβ	0	0	0	0	9	19	23,9	44,80%

Ασπέργιλλος	L2- εσ.χ.							
	Θ 37 πρωί		ΘΔ πρωί		PM2,5 πρωί	PM10 πρωί	Θ οC πρωί	RH πρωί
	CFU/m3 ασπ	CFU/m3 μυκ.	CFU/m3 ασπι	CFU/m3 μυκ.				
9-Ιαν	0	0	0	0	4	12	25,9	34,90%
10-Ιαν	0	0	0	0	4	18	25,3	35,10%
11-Ιαν	0	0	0	20	11	30	24,6	34,10%
15-Ιαν	0	0	0	10	15	38	24,9	33%
16-Ιαν	0	10	0	0	12	29	25,1	52,10%
17-Ιαν	0	20	0	30	13	33	24,1	54,70%
23-Ιαν	0	0	0	20	10	20	21,9	45,70%
24-Ιαν	0	0	0	10	11	22	24,8	46,20%
25-Ιαν	0	0	0	10	10	19	25	47,30%
26-Ιαν	0	0	0	10	9	15	24,6	42,70%
27-Ιαν	0	0	0	10	7	15	23,7	37,40%
28-Ιαν	0	0			6	11	20,5	42,50%
29-Ιαν	0	0	0	60	14	25	22,3	40,40%
30-Ιαν	0	10	0	10	5	10	21	42,60%
31-Ιαν	0	0	0	20	6	12	20,5	44,70%
1-Φεβ	0	10	0	20	17	30	22,5	41,70%
2-Φεβ	0	0	0	60	13	25	23,7	37,80%
4-Φεβ	0	0	0	0	13	23	25,3	40,70%
5-Φεβ	0	0	0	0	13	31	23,7	45,60%
6-Φεβ	0	0	0	0	16	30	24,3	40,30%
7-Φεβ	0	0	0	0	7	32	23,9	43,70%

Ασπέργιλλος		L2-εσ.χ.					
Θ37 απογ.		ΘΔ απόγ.					
CFU/m3 ασπερ. Fu	CFU/m3 μυκ.	CFU/m3 ασπερ.	CFU/m3 μυκ.	PM2,5 απογ.	PM10 απογ.	Θ οC απογ.	RH απογ.
0	0	0	50	3	7	25,1	39,40%
0	0	0	0	4	12	24,4	42,80%
0	0	0	10	7	14	24,2	50,60%
0	0	0	0	6	14	23,9	46,90%
0	0	0	10	6	18	25,5	57,80%
0	0	0	0	9	14	24,6	50,00%
0	0	0	0	8	15	24	42,70%
0	0	0	20	10	18	24,2	44,40%
0	0	0	30	16	22	23,7	45,90%
0	0	0	0	14	26	24,5	38,90%
0	0	0	20	8	15	23,5	44,00%
0	0	0	0	4	10	22,7	39,50%
0	0	0	40	8	13	22,9	40,70%
0	0	0	10	12	16	21	44,30%
0	0	0	50	5	9	22,9	41,70%
0	0	0	0	11	17	24,1	35,60%
0	0	0	0	6	14	24,4	46,50%
0	20	0	10	10	19	23,9	42,00%
0	0	0	20	6	21	27,1	39,90%
0	10	0	10	6	16	25,4	44,70%
0	0	0	20	6	24	24,1	47,50%

Ασπέργιλλος		L2-εξ.χ.					
Θ 37 πρωί		ΘΔ πρωί					
CFU/m3 ασπερ.	CFU/m3 μυκ.	CFU/m3 ασπερ.	CFU/m3 μυκ.	PM2,5 πρωί	PM10 πρωί	Θ οC πρωί	RH πρωί
9-Ιαν	0	0	100	2	5	20,2	49,70%
10-Ιαν	0	0	0	15	24	19,8	55,30%
11-Ιαν	0	0	40	19	29	20,4	51,80%
15-Ιαν	0	0	20	23	36	23,1	44,10%
16-Ιαν	0	0	20	10	24	22,4	58,10%
17-Ιαν	0	0	10	49	47	23,2	57,10%
23-Ιαν	0	0	20	13	24	22,2	38,70%
24-Ιαν	0	0	20	15	28	20,9	41,30%
25-Ιαν	0	0	10	14	24	23,8	39,70%
26-Ιαν	0	0	20	9	18	24,1	36,90%
27-Ιαν	0	0	20	7	14	23,1	32,20%
28-Ιαν	0	0	0	2	9	22,5	40,10%
29-Ιαν	0	10	0	6	12	19,5	38,60%
30-Ιαν	0	0	10	7	12	19,9	42,70%
31-Ιαν	0	0	0	5	10	17,5	46,90%
1-Φεβ	0	0	10	9	18	21,2	37,50%
2-Φεβ	0	0	0	12	23	20,7	32%
4-Φεβ	0	0	0	13	24	22,4	41,30%
5-Φεβ	0	0	40	24	52	21,7	42,40%
6-Φεβ	0	0	0	13	27	22,9	39,60%
7-Φεβ	0	0	0	9	25	22,6	49,50%

Ασπέργιλλος	L2-εξ.χ.							
	Θ 37 πρωί		ΘΔ πρωί		PM2,5 πρωί	PM10 πρωί	Θ οC πρωί	RH πρωί
	CFU/m3 ασπε	CFU/m3 μυκ.	CFU/m3 ασπερ.	CFU/m3 μυκ.				
9-Ιαν	0	0	0	100	2	5	20,2	49,70%
10-Ιαν	0	0	0	0	15	24	19,8	55,30%
11-Ιαν	0	0	0	40	19	29	20,4	51,80%
15-Ιαν	0	0	0	20	23	36	23,1	44,10%
16-Ιαν	0	0	0	20	10	24	22,4	58,10%
17-Ιαν	0	0	0	10	49	47	23,2	57,10%
23-Ιαν	0	0	0	20	13	24	22,2	38,70%
24-Ιαν	0	0	0	20	15	28	20,9	41,30%
25-Ιαν	0	0	0	10	14	24	23,8	39,70%
26-Ιαν	0	0	0	20	9	18	24,1	36,90%
27-Ιαν	0	0	0	20	7	14	23,1	32,20%
28-Ιαν	0	0	0	0	2	9	22,5	40,10%
29-Ιαν	0	10	0	0	6	12	19,5	38,60%
30-Ιαν	0	0	0	10	7	12	19,9	42,70%
31-Ιαν	0	0	0	0	5	10	17,5	46,90%
1-Φεβ	0	0	0	10	9	18	21,2	37,50%
2-Φεβ	0	0	0	0	12	23	20,7	32%
4-Φεβ	0	0	0	0	13	24	22,4	41,30%
5-Φεβ	0	0	0	40	24	52	21,7	42,40%
6-Φεβ	0	0	0	0	13	27	22,9	39,60%
7-Φεβ	0	0	0	0	9	25	22,6	49,50%

Μύκητες	L1-Εσ.Χ./πρωί
9-Ιαν	Penicillium
11-Ιαν	Penicillium

Δεν παρατηρήθηκε καμία ανάπτυξη μυκήτων σε L1- Εσ. Χ. το απόγευμα

Μύκητες	L1-Εξ.Χ./πρωί	L1-Εξ.Χ./απογ.
9-Ιαν		
10-Ιαν	Penicillium	Penicillium
11-Ιαν		
15-Ιαν		Περ. μύκητες
16-Ιαν		Penicillium
17-Ιαν	Penicillium	
23-Ιαν	Cladosporium- Περ. μύκητες	Penicillium-Περ. μύκητες
24-Ιαν		Cladosporium
25-Ιαν	Penicillium- Περ. μύκητας	Cladosporium- Περ. μύκητες
26-Ιαν	Penicillium	
27-Ιαν	Asp.calidoustus-Asp.terreus- Penicillium-Περ.μύκητας	Penicillium
28-Ιαν	Penicillium-Cladosporium-Περ. μύκητες	
29-Ιαν		
30-Ιαν		Fonseca lal
31-Ιαν		Cladosporium
1-Φεβ	Περ. μύκητες- Cunninghamella sp.	
2-Φεβ	Cladosporium	Περ. μύκητες
4-Φεβ		
5-Φεβ		
6-Φεβ	Cladosporium- Fonseca lal	Penicillium-Cladosporium
7-Φεβ	Περ. μύκητες	



Μύκητες	L2-Εσ.Χ./πρωί	L2-Εσ.Χ./απογ.
9-Ιαν		
10-Ιαν		
11-Ιαν		
15-Ιαν		
16-Ιαν	Penicillium	Penicillium
17-Ιαν	Penicillium	
23-Ιαν	Penicillium- Περ. μύκητες	
24-Ιαν		Penicillium-Cladosporium
25-Ιαν	Penicillium-Cladosporium- Περ. μύκητες	
26-Ιαν		
27-Ιαν	Penicillium	Cladosporium
28-Ιαν	Περ. μύκητας	
29-Ιαν	Cladosporium	Penicillium-Cladosporium- Περ. μύκητας
30-Ιαν	Penicillium	Cladosporium
31-Ιαν	Penicillium	Asp. Niger- Περ. μύκητες
1-Φεβ	Cladosporium	
2-Φεβ	Penicillium- Περ. μύκητες	
4-Φεβ		Penicillium- Asp. Fonseca Flavus- lal sp.
5-Φεβ		Exophiala dermatitis
6-Φεβ		Cladosporium- Alternaria sp.
7-Φεβ		Cladosporium

Μύκητες	L2-Εξ.Χ./πρωί	L2-Εξ.Χ./απογ.
9-Ιαν		Cladosporium
10-Ιαν		Cladosporium
11-Ιαν		
15-Ιαν	Penicillium-Cladosporium	Penicillium-Cladosporium
16-Ιαν	Penicillium-Cladosporium	Cladosporium
17-Ιαν		
23-Ιαν	⋮	Cladosporium
24-Ιαν	Cladosporium	Περ. μύκητες
25-Ιαν	Penicillium-Cladosporium	Asp. Niger- Penicillium-Cladosporium- Περ. μύκητες
26-Ιαν	Cladosporium	Penicillium
27-Ιαν	Penicillium	Cladosporium-Περ. μύκητες
28-Ιαν	Penicillium	
29-Ιαν		
30-Ιαν	Cladosporium	Penicillium
31-Ιαν		Περ. μύκητες
1-Φεβ	Asp. Niger	
2-Φεβ		
4-Φεβ		
5-Φεβ	Penicillium-Cladosporium- Asp. Glancus group	Penicillium- Περ. μύκητες
6-Φεβ		Alternaria sp.
7-Φεβ		Asp. Flavus- Cladosporium

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ**

**Γ. Ερωτηματολόγιο για την ποιότητα του αέρα στον χώρο εργασίας που δημιουργήθηκε στο Google Forms και διανεμήθηκε στους εργαζομένους του νοσοκομείου**

Ερωτηματολόγιο για την ποιότητα του αέρα σε χώρους εργασίας στο νοσοκομείο  
Το ερωτηματολόγιο αυτό είναι ανώνυμο, οι απαντήσεις θεωρούνται εμπιστευτικές και διενεργείται κατόπιν έγκρισης του επιστημονικού συμβουλίου του νοσοκομείου. Αφορούν στην καταγραφή των απόψεών σας για την ποιότητα του αέρα στον εργασιακό σας χώρο και τις πιθανές επιπτώσεις στην υγεία σας κατά τους τελευταίους 12 μήνες. Ευχαριστώ εκ των προτέρων για το χρόνο σας.

Συμπληρώστε με X το κατάλληλο πεδίο

---

*\* Υποδεικνύει απαιτούμενη ερώτηση*

1. Ηλικία

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

- 18-29  
 30-49  
 50-69

2. Φύλο

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

- Άρρεν  
 Θήλυ

3. Θέση εργασίας

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

- Μ.Μ.Μ.Ο
- Αιματολογική κλινική (7ος όροφος)
- Εργαστήριο αιματολογικής κλινικής
- Βιοχημικό εργαστήριο
- Γραφείο προσωπικού

4. Βαθμίδα εκπαίδευσης

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

- Πρωτοβάθμια
- Δευτεροβάθμια
- Τριτοβάθμια
- Μεταπτυχιακός/η-Διδακτορικός/η

5. Ειδικότητα εργασίας

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

- Διοικητικός υπάλληλος
- Νοσηλεύτης/τρια
- Εργαστηριακός υπάλληλος
- Ιατρός
- Τεχνικό προσωπικό/καθαριότητα
- Διευθυντής/ντρια

6. Μέσος εβδομαδιαίος χρόνος εργασίας *Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

έως 40

ώρες

έως 56

ώρες

> 56 ώρες

7. Χρόνια προϋπηρεσίας στη θέση που κατέχεται τώρα *Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

Έως 4 χρόνια

Από 4 έως 20 χρόνια

Πάνω από 20 χρόνια

8. Καπνιστής/ατμιστής

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

Ναι

Όχι

Παθητικός καπνιστής

9. Η εκτέλεση των καθηκόντων σας γίνεται κατά βάση:

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

Στον ίδιο χώρο

Συχνά και σε άλλο χώρο του ίδιου κτιρίου

Συχνά και σε άλλο χώρο διαφορετικού κτιρίου

10. Χρήση Η/Υ

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

- Όχι καθημερινά/σπάνια
- Καθημερινά 1-3 ώρες
- Καθημερινά 4-8 ώρες
- Καθημερινά πάνω από 8 ώρες

11. Χρήση απολυμαντικών/καθαριστικών μέσα στην ημέρα

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

- 
- 
- 
- 

σπάνια/καθόλου

λίγες φορές

αρκετές φορές

πολλαπλές φορές

12. Κατά τους 6 τελευταίους μήνες αναφέρετε τη συχνότητα εμφάνισης των ακόλουθων συμπτωμάτων στο χώρο εργασίας σας \*

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.*

	Καθόλου / σπάνια	1-2 φορές	1 φορά κάθε μήνα	Κάθε βδομάδα
Ξηρός λαϊμός / ξηρός βήχας	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Αναπνευστική δυσχέρεια / ταχύπνοια	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Δυσάρεστη οσμή / αποπνικτική ατμόσφαιρα	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ρινική συμφόρηση/ ρινική καταρροή	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Οφθαλμική ξηρότητα - ερυθρότητα / δακρύρροια	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ξηρότητα / ερυθρότητα δέρματος/	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



εξάνθημα /  
φαγούρα

Πονοκέφαλος /  
ζάλη /ναυτία

Υπνηλία /  
κούραση /  
εξάντληση

Νωθρότητα /  
έλλειψη  
συγκέντρωσης

Ανησυχία /stress

13. Κατά τους τελευταίους 6 μήνες η ατμόσφαιρα του χώρου εργασίας σας θεωρείτε ότι είναι:

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.*

Πάντα /  
σχεδόν  
πάντα

Τις  
περισσότερες  
φορές

Κάποιες  
φορές

Σπάνια /  
καθόλου

Ευχάριστη /  
ικανοποιητική

Ζεστή /αρκετά  
ζεστή

Κρύα /αρκετά  
κρύα

Ξηρή

Υγρή

Βαριά /  
αποπνικτική /  
οσμηρή

14. Είστε ικανοποιημένος/η από τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο σας ως προς:

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.*

	Καθόλου	Μέτρια	Πολύ
Την θερμοκρασία	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Την υγρασία	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Τον βαθμό αερισμού	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Συνωστισμός	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Προτείνεται μέτρα βελτίωσης της ποιότητας του αέρα στο χώρο εργασίας σας

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

- Αύξηση φυσικού αερισμού (άνοιγμα παραθύρων)
- Τοποθέτηση φίλτρων HEPA στο χώρο
- Συχνότερη συντήρηση/ρύθμιση του HVAC συστήματος του νοσοκομείου
- Προσθήκη επιπλέον κλιματιστικής μονάδας
- Άλλο (περιγράψτε το)

Τίποτα από τα παραπάνω

---

Αυτό το περιεχόμενο δεν έχει δημιουργηθεί και δεν έχει εγκριθεί από την Google.

**Google** Φόρμες