

**Π.3.2 Τελική έκθεση αποτελεσμάτων συλλογής
δεδομένων από το δίκτυο αισθητήρων ποιότητας
ατμόσφαιρας εσωτερικού – εξωτερικού
περιβάλλοντος**



Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή- Σκοπός	3
2. Μεθοδολογία	4
2.1. Προετοιμασία εκστρατείας μετρήσεων	4
2.2. Δειγματοληψία - Εξοπλισμός - Έλεγχος ποιότητας μετρήσεων.....	5
2.3. Συλλογή στοιχείων με ερωτηματολόγια	7
2.4. Μέθοδοι επεξεργασίας αποτελεσμάτων	8
3. Αποτελέσματα	10
3.1. Στατιστικά στοιχεία συμμετεχόντων (ερωτηματολόγια)	10
3.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά δείγματος.....	10
3.1.2 Χαρακτηριστικά δείγματος ανά εποχή	12
3.2. Συνολική έκθεση σε αέριους ρύπους (θερμή περίοδος)	19
3.2.1. Μετρήσεις ποιότητας αέρα στις κατοικίες	19
3.2.2 Μετρήσεις προσωπικής έκθεσης	24
3.3. Συνολική έκθεση σε αέριους ρύπους (ψυχρή περίοδος)	29
3.3.1. Μετρήσεις ποιότητας αέρα στις κατοικίες	29
3.3.2. Μετρήσεις προσωπικής έκθεσης	32
3.4. Συνολική Αποτίμηση Προσωπικής Έκθεσης και Οικιών	36
3.4.1. Αποτίμηση της προσωπικής έκθεσης σε ρύπους μέσω του δείκτη AQI.....	36
3.4.2. Χάρτες συγκεντρώσεων ρύπων προσωπικής έκθεσης	37
3.5. Παράγοντες που επηρεάζουν την προσωπική έκθεση	46
3.5.1. Εποχική διακύμανση	46
3.5.2. Προσωπικές παράμετροι που επηρεάζουν την έκθεση σε ρύπους	48
3.5.3. Χαρακτηριστικά κατοικίας που επηρεάζουν την έκθεση σε ρύπους	59
4. Γενικά Συμπεράσματα	65

1. Εισαγωγή- Σκοπός

Η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί μία παγκόσμια πρόκληση που επηρεάζει την υγεία και την ευημερία εκατομμυρίων ανθρώπων σε όλο τον κόσμο. Είναι αποδεδειγμένο ότι η έκθεση σε ατμοσφαιρικούς ρύπους, όπως τα αιωρούμενα σωματίδια (πχ. PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀, οι πτητικές οργανικές ενώσεις, το διοξείδιο του αζώτου κ.α. μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (WHO ambient air quality database, 2022 update: status report), που κυμαίνονται από αναπνευστικές παθήσεις έως καρδιαγγειακές παθήσεις. Κατά συνέπεια, η μελέτη της ποιότητας του αέρα και της προσωπικής έκθεσης σε αυτούς τους ρύπους, τόσο σε εσωτερικούς χώρους όσο και στην εξωτερική ατμόσφαιρα, είναι υψίστης σημασίας για τον μετριασμό των κινδύνων που ενέχουν.

Στο πλαίσιο του έργου *“Έξυπνο, εξειδικευμένο περιβαλλοντικό παρατηρητήριο στην Μεσσηνία” (ISEO)*, μελετήθηκε η προσωπική έκθεση 141 εθελοντών (και 98 κατοικίες τους) σε αέριους ρύπους στην ευρύτερη περιοχή της Μεσσηνίας. Οι δειγματοληψίες περιλάμβαναν τόσο τεχνικές μέτρησης σε πραγματικό χρόνο για την ποσοτικοποίηση της έκθεσης (αισθητήρες καταγραφής συγκέντρωσης αέριων ρύπων), όσο και συλλογή δεδομένων μέσω ερωτηματολογίων. Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι που εξετάστηκαν είναι: αιωρούμενα σωματίδια (PM_{2.5}, PM₁₀), πτητικές οργανικές ενώσεις (TVOCs), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), διοξείδιο του αζώτου (NO₂) καθώς και οι παράμετροι της θερμοκρασίας και υγρασίας. Οι παράγοντες αυτοί επιλέχθηκαν τόσο γιατί αποτελούν τους κυριότερους ρύπους εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος όσο και γιατί έχουν συνδεθεί με δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, ιδιαίτερα σε ευπαθείς ομάδες πληθυσμού. Καθώς ο προσδιορισμός της έκθεσης ενός ατόμου σε ατμοσφαιρικούς ρύπους απαιτεί πληροφορίες τόσο για τα διαφορετικά επιμέρους περιβάλλοντα στα οποία κινείται, όσο και για τις δραστηριότητες που διεξάγει, η έρευνα περιλάμβανε και την καταγραφή της τοποθεσίας και της δραστηριότητας των εθελοντών σε πραγματικό χρόνο. Επίσης η πειραματική μελέτη περιλάμβανε και τη συλλογή δεδομένων μέσω ανώνυμων ερωτηματολογίων που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά των κατοικιών, τις συνήθειες των κατοίκων αλλά και στα προσωπικά χαρακτηριστικά και την κοινωνικό-οικονομική κατάσταση των συμμετεχόντων εθελοντών.

Η σημασία αυτής της μελέτης έγκειται όχι μόνο στην ικανότητά της να απεικονίσει τα επίπεδα ρύπων στην περιοχή της Μεσσηνίας, αλλά και στην ικανότητά της να προωθεί την ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους για την υγεία που συνδέονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Με τη συμμετοχή της κοινότητας απευθείας στη

διαδικασία συλλογής δεδομένων (Επιστήμη των Πολιτών), δίνεται η δυνατότητα στα άτομα να γίνουν ενεργοί συμμετέχοντες στην περιβαλλοντική παρακολούθηση και υπεράσπιση.

Σκοπός της παρούσας έκθεσης είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων συλλογής δεδομένων από το δίκτυο των φορητών και στατικών αισθητήρων που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της έκθεσης του πληθυσμού σε ατμοσφαιρικούς ρύπους, για την περιοχή μελέτης (νομός Μεσσηνίας) και τις δύο χρονικές περιόδους (Θερμή: Ιούνιος- Οκτώβριος 2022; Ψυχρή: Νοέμβριος 2022-Μάρτιος 2023). Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η συνολική εικόνα συμμετοχής των πολιτών της Μεσσηνίας, δηλαδή τα στατιστικά στοιχεία των εθελοντών (φύλο, ηλικία, απασχόληση, τοποθεσία). Στην συνέχεια, δίνονται στατιστικά στοιχεία για τις συγκεντρώσεις των υπό εξέταση ρύπων, όπως καταγράφηκαν από α) την συσκευή FLOW που έφερε κάθε εθελοντής επάνω του κατά το διάστημα της συμμετοχής τους και β) την συσκευή AIRTHINX που τοποθετήθηκε στην κατοικία του κάθε εθελοντή για την ίδια χρονική περίοδο. Επιπλέον, εξετάζονται οι παράγοντες που ενδεχομένως επηρεάζουν την προσωπική έκθεση στην αέρια ρύπανση και σχετίζονται με τον τρόπο ζωής και τις καθημερινές δραστηριότητες του ατόμου.

2. Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την υλοποίηση της μελέτης περιλάμβανε την προετοιμασία και οργάνωση της εκστρατείας των μετρήσεων για τις δύο περιόδους, την ενημέρωση και επιλογή των συμμετεχόντων εθελοντών, την επιλογή και κατάλληλη προετοιμασία του μετρητικού εξοπλισμού, τις μετρήσεις και συλλογή δεδομένων από ερωτηματολόγια καθώς και την μετέπειτα επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων. Η μεθοδολογία αυτή έχει εφαρμοστεί στο παρελθόν, σε μεγάλης κλίμακας ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα (ICARUS-HORIZON2020, HEALS-FP7, BUMA-FP6). Τα επιμέρους στάδια της μεθοδολογίας περιγράφονται συνοπτικά στην συνέχεια.

2.1. Προετοιμασία εκστρατείας μετρήσεων

Η προετοιμασία της εκστρατείας των μετρήσεων περιγράφεται αναλυτικά στο Παραδοτέο Π.1.1 (Αποτύπωση περιοχής εφαρμογής έρευνας και επιλογή εθελοντών για την εκτίμηση της προσωπικής έκθεσης). Συνοπτικά, περιλάμβανε την δημιουργία ενός *φυλλαδίου ενημέρωσης του κοινού*, με σκοπό την προσέλκυση εθελοντών που θα συμμετέχουν στις μετρήσεις (βλ. Π.1.1, Παράρτημα). Στο φυλλάδιο αυτό παρουσιάζονται με απλό και κατανοητό στο ευρύ κοινό, όλες οι πληροφορίες σχετικά με *τον σκοπό των μετρήσεων, τον*

χρόνο, τον τρόπο διεξαγωγής, τις προϋποθέσεις συμμετοχής, τις υποχρεώσεις των συμμετεχόντων κ.α. Έγινε ιδιαίτερα σαφής η διασφάλιση της ανωνυμίας των συμμετεχόντων καθώς και η τήρηση του κανονισμού προστασίας προσωπικών δεδομένων. Το φυλλάδιο αυτό μοιράστηκε στους αρμόδιους φορείς (δήμος, περιφέρεια, υπηρεσίες, πολίτες) και κοινοποιήθηκε στον ευρύτερο πληθυσμό της Μεσσηνίας (εφημερίδες, ραδιόφωνο, μέσα κοινωνικής δικτύωσης κ.α.).

Παράλληλα, δημιουργήθηκαν κριτήρια επιλογής περιοχών, κατοικιών και εθελοντών. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν κατοικίες σε περιοχές από α) αστικό περιβάλλον (πόλη Καλαμάτας), περιβάλλον κωμόπολης (π.χ. Μεσσήνη) και χωριά β) διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες (παραθαλάσσιες και ορεινές περιοχές) και γ) είδος δραστηριοτήτων (π.χ. αγροτικές, βιομηχανικές, εμπορικές). Οι εθελοντές που συμμετείχαν επιλέχθηκαν με τις προϋποθέσεις να είναι άνω των 18 ετών και να διαθέτουν Smartphone με Bluetooth με iOS 7 ή Android 4.0 και πάνω (για λόγους συνδεσιμότητας του φορητού εξοπλισμού που έφεραν επάνω τους. Η επιλογή τους έγινε με τρόπο ώστε να καλυφθούν διαφορετικές ηλικιακές ομάδες (18-30ετών/30-45 ετών/45-65ετών/άνω των 65 ετών), συμπεριλαμβανομένων και των δύο φύλων (άντρες, γυναίκες), καθώς και ομάδες από διαφορετικά είδη επαγγελματικής απασχόλησης (π.χ. υπάλληλος γραφείου, οδηγός, εργάτης, εργαζόμενος σε νοσοκομείο/σχολείο, οικιακά). Από όλους τους εθελοντές ζητήθηκε η συμπλήρωση/υπογραφή της φόρμας συγκατάθεσης (βλ. Π.1.1, Παράρτημα Β). Ακολούθησε η τελική επιλογή των συμμετεχόντων, η ενημέρωσή τους και η δημιουργία του εβδομαδιαίου προγράμματος μετρήσεων για όλη την περίοδο της πειραματικής εκστρατείας.

2.2. Δειγματοληψία - Εξοπλισμός - Έλεγχος ποιότητας μετρήσεων

Η πειραματική εκστρατεία μετρήσεων προσωπικής έκθεσης στους ατμοσφαιρικούς ρύπους VOC, NO₂, CO₂, PM₁₀, PM_{2.5} πραγματοποιήθηκε σε δύο περιόδους: την θερμή περίοδο (Ιούνιος- Οκτώβριος 2022) και την ψυχρή περίοδο (Νοέμβριος 2022-Μάρτιος 2023) με διάρκεια μία εβδομάδα για κάθε συμμετέχοντα. Ο αριθμός των εθελοντών που συμμετείχαν την θερμή περίοδο ήταν 94, και την ψυχρή περίοδο 74, με αντίστοιχο αριθμό κατοικιών τις θερμή περίοδο 66, και την ψυχρή περίοδο 64.

Κατά τη διάρκεια της περιόδου των μετρήσεων, ζητήθηκε από κάθε συμμετέχοντα να έχει μία φορητή συσκευή με αισθητήρα ποιότητας αέρα χαμηλού κόστους (Plume Labs Flow II) και να καταγράφει τη δραστηριότητά του/της σε ημερολόγιο καταγραφής δραστηριοτήτων

TAD, ώστε να συλλεχθεί η απαραίτητη πληροφορία για τις πιθανές πηγές ρύπανσης στις οποίες εκτίθενται κατά την καθημερινές τους δραστηριότητες. Η τοποθεσία του κάθε εθελοντή επίσης καταγράφεται σε αληθινό χρόνο συνεχώς. Αντίστοιχα, μία συσκευή καταγραφής συγκέντρωσης αέριων ρύπων (AIRTHINX) τοποθετήθηκε στο εσωτερικό της κατοικίας (σαλόνι) κάθε εθελοντή (τοποθετήθηκε μία συσκευή και στην περίπτωση συμμετοχής περισσότερων από έναν εθελοντών ανά κατοικία). Ζητήθηκε επίσης από τους κατοίκους να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο της κατοικίας ώστε να συλλεχθούν πληροφορίες για πιθανές πηγές ρύπων. Τα δεδομένα των μετρήσεων αέριων ρύπων, φυσικών παραμέτρων και γεωγραφικού στίγματος συλλέγονταν σε πραγματικό χρόνο καθόλη τη διάρκεια της πειραματικής εκστρατείας, σε ειδική πλατφόρμα συλλογής δεδομένων (dashboard), όπου και διατηρούνται ανώνυμα.

Όπως προαναφέρθηκε, για την πραγματοποίηση των μετρήσεων, χρησιμοποιήθηκαν οι συσκευές Plume Labs Flow II και AIRTHINX. Οι λόγοι επιλογής τους και η αναλυτική περιγραφή τους έχουν δοθεί αναλυτικά στο Παραδοτέο Π.2.1 (Καταγραφή καινοτόμων τεχνολογιών αποτύπωσης περιβαλλοντικών παραμέτρων, επιλογή, σχεδιασμός και υλοποίηση δικτύου μετρήσεων). Οι νέες τεχνολογίες αισθητήρες χαμηλού ή μεσαίου κόστους που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση των ρύπων προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα στην μελέτη της ποιότητας του αέρα. Παρόλα αυτά, ένα μειονέκτημά τους είναι ότι υστερούν ως προς τις πρότυπες μεθόδους στην ακρίβεια και στην πιστότητα. Για τη χρήση τους σε ένα σύστημα παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα είναι η απαραίτητος ο έλεγχος της απόδοσής τους. Για την διασφάλιση της αξιοπιστίας όλων των αισθητήρων και των συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική μελέτη του παρόντος έργου, ήταν αναγκαίο να πραγματοποιηθεί έλεγχος της ποιότητας των μετρήσεών τους (Quality Assurance/Quality Control), συγκρίνοντας τα αποτελέσματά τους με αυτά που προέρχονται από πρότυπα όργανα αναφοράς. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει την ορθή χρήση των αισθητήρων χαμηλού/μέσου κόστους στην παρούσα μελέτη, αλλά και στην περαιτέρω χρήση τους σε μελλοντικές μελέτες έκθεσης. Στο Παραδοτέο 2.2 (Ανάπτυξη πρωτόκολλου διασφάλισης ποιότητας μετρήσεων των αισθητήρων (QA/QC)), παρουσιάστηκε αναλυτικά η ανάπτυξη ενός πρωτόκολλου διασφάλισης ποιότητας των μετρήσεων των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται σε αντίστοιχης χωρικής κλίμακας μελέτες έκθεσης σε αέριους ρύπους. Επιπλέον, δόθηκαν τα αποτελέσματα από τις δοκιμές που διεξήχθησαν στο εργαστήριο για τον έλεγχο της λειτουργίας και απόδοσης των αισθητήρων FLOW και AIRTHINX που χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις των ρύπων PM_{10} , $PM_{2.5}$, VOC, NO_2 και CO_2 .

2.3. Συλλογή στοιχείων με ερωτηματολόγια

Σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση της έκθεσης του συμμετέχοντος πληθυσμού στην αέρια ρύπανση παίζει η συλλογή πληροφορίας σχετικά με τα ατομικά τους χαρακτηριστικά, τον τρόπο ζωής και τις δραστηριότητές τους αλλά και τα χαρακτηριστικά της κατοικίας τους. Για τον σκοπό αυτόν δημιουργήθηκαν δύο ερωτηματολόγια και ένα ημερολόγιο καταγραφής δραστηριοτήτων (βλ. Παράρτημα 1.2, Έντυπα καταγραφής δραστηριοτήτων και δομών δραστηριοποίησης – Ερωτηματολόγια) και συγκεκριμένα:

- **Ερωτηματολόγιο συλλογής πληροφοριών για την κατοικία** των εθελοντών, τις δραστηριότητές που λαμβάνουν χώρα σε αυτήν, τις συνήθειες και τον τρόπο ζωής των εθελοντών) *προσαρμοσμένων στα χαρακτηριστικά της υπό μελέτης περιοχής και των υπό εξέταση πληθυσμιακών ομάδων.*
- **Ερωτηματολόγιο συμμετέχοντα εθελοντή, το οποίο** αποτελείται από τρία μέρη. Το πρώτο αφορά κοινωνικο-δημογραφικά στοιχεία, το δεύτερο ερωτήσεις χρόνου και τοποθεσίας και το τρίτο πληροφορίες για το ιατρικό ιστορικό. Οι ερωτήσεις του πρώτου μέρους έχουν σκοπό να αντλήσουν δεδομένα όπως φύλο, ηλικία, επαγγελματική κατάσταση, ιδιότητα και οικογενειακή κατάσταση. Οι ερωτήσεις του δεύτερου μέρους αφορούν χρονικά διαστήματα και τοποθεσίες, δηλαδή πόσο χρόνο περνούν οι εθελοντές σε εσωτερικό/εξωτερικό χώρο, στον χώρο εργασίας, στο σπίτι, αν εργάζονται σε βάρδιες ή βραδινές ώρες, εάν αθλούνται, πόσο συχνά αθλούνται, πού αθλούνται, με ποια μέσα μεταφοράς μετακινούνται και πόσο χρόνο περνούν μέσα σε αυτά. Το τρίτο μέρος έχει ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, σχετικά με νοσήματα και κάπνισμα.
- **Ημερολόγιο καταγραφής δραστηριοτήτων** (Time Activity Diary) το οποίο οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώνουν για τις επτά ημέρες των μετρήσεων κατά τον βέλτιστο δυνατό τρόπο, ώστε να συλλεχθεί η απαραίτητη πληροφορία για τις πιθανές πηγές ρύπανσης στις οποίες εκτίθενται κατά την καθημερινές τους δραστηριότητες

Σημειώνεται ότι σε κανένα από τα παραπάνω έγγραφα δεν αναφέρεται το όνομα του συμμετέχοντα αλλά μόνο ο κωδικός συμμετοχής του και η συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση των πληροφοριών για τους σκοπούς του ερευνητικού έργου είναι αρμοδιότητα αυστηρά των ερευνητών του ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος και μόνο.

2.4. Μέθοδοι επεξεργασίας αποτελεσμάτων

Για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα MS-Excel και IBM SPSS Statistics. Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια ψηφιοποιήθηκαν σε κατάλληλη μορφή και επεξεργάστηκαν μέσα από τα παραπάνω προγράμματα σε συνδυασμό με τις μετρήσεις των ρύπων ώστε να εξαχθούν αντίστοιχα συμπεράσματα.

Για τις παραμέτρους που χωρίστηκαν σε δύο ομάδες (π.χ. φύλο, περιοχή, μεταφορά, παθήσεις, κ.ο.κ.) χρησιμοποιήθηκε το Mann-Whitney U-Test. Για τις παραμέτρους που χωρίστηκαν σε παραπάνω από δύο ομάδες χρησιμοποιήθηκε το Kruskal-Wallis Test, το οποίο επίσης χρησιμοποιήθηκε για να συγκρίνουμε τα δεδομένα θερμής περιόδου με ψυχρής, ανεξαρτήτως από τα ερωτηματολόγια. Πιο συγκεκριμένα:

- Το Mann-Whitney U-Test είναι ένα μη-παραμετρικό στατιστικό τεστ. Το χρησιμοποιούμε σε δείγμα που δεν ακολουθεί κανονική κατανομή, όταν έχουμε μικρό αριθμό δείγματος, όταν έχουμε μια εξαρτημένη ποσοτική μεταβλητή και μια ανεξάρτητη ποιοτική μεταβλητή η οποία χωρίζει το δείγμα σε δύο ομάδες. Το Mann Whitney δεν εξετάζει διαφορές μεταξύ των μέσων όρων, αλλά εξετάζει διαφορές ως προς την κατάταξη-κατανομή των δύο δειγμάτων (Rank).
- Το Independent t-test είναι το αντίστοιχο παραμετρικό τεστ του Mann-Whitney U-Test. Το χρησιμοποιούμε σε δείγμα που ακολουθεί κανονική κατανομή, όταν οι διακυμάνσεις του πληθυσμού είναι ίσες, οι ομάδες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και θέλουμε να ελέγξουμε τη διαφορά των μέσων μεταξύ των κατηγοριών της κατηγορικής μεταβλητής με βάση τη ποσοτική μεταβλητή.
- Το Kruskal-Wallis Test είναι ένα μη-παραμετρικό στατιστικό τεστ. Το χρησιμοποιούμε σε δείγμα που δεν ακολουθεί κανονική κατανομή, όταν έχουμε μικρό αριθμό δείγματος, όταν έχουμε μια εξαρτημένη ποσοτική μεταβλητή και μια ανεξάρτητη ποιοτική μεταβλητή η οποία χωρίζει το δείγμα σε παραπάνω από δύο ομάδες. Το Kruskal-Wallis Test δεν εξετάζει διαφορές μεταξύ των μέσων όρων, αλλά εξετάζει διαφορές ως προς την κατάταξη-κατανομή των δύο δειγμάτων (Ranking).
- Το One-Way ANOVA είναι το αντίστοιχο παραμετρικό τεστ του Kruskal-Wallis Test. Το χρησιμοποιούμε σε δείγμα που ακολουθεί κανονική κατανομή, όταν οι διακυμάνσεις του πληθυσμού είναι ίσες, οι ομάδες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και θέλουμε να ελέγξουμε τη διαφορά των μέσων μεταξύ των κατηγοριών της κατηγορικής μεταβλητής με βάση τη ποσοτική μεταβλητή.

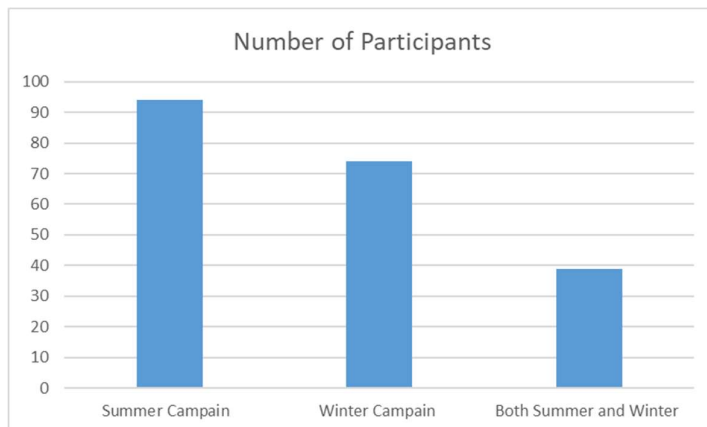
- Το Wilcoxon test. Ο έλεγχος αυτός χρησιμοποιείται για τον έλεγχο διαφορών ανάμεσα σε ζεύγη παρατηρήσεων, όταν οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή του Paired Samples t test δεν ισχύουν. Για την εφαρμογή δηλαδή, δεν απαιτείται η κανονικότητα στην κατανομή της διαφοράς των δύο ομάδων. Στην περίπτωση που η υπό μελέτη μεταβλητή είναι ποσοτική ή διατεταγμένη, τότε καταλληλότεροι είναι: ο έλεγχος σημείου (sign test) και ο έλεγχος των προσημασμένων θέσεων του Wilcoxon (Wilcoxon signed-rank), που υπολογίζουν αν υπάρχουν διαφορές στη διάμεσο της μεταβλητής ανάμεσα στις δύο καταστάσεις.

3. Αποτελέσματα

3.1. Στατιστικά στοιχεία συμμετεχόντων (ερωτηματολόγια)

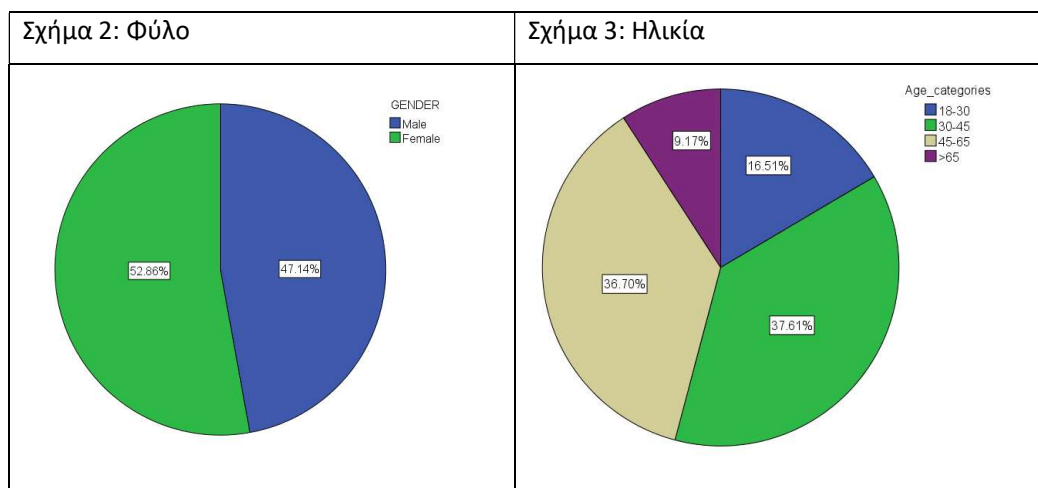
Στη συλλογή δεδομένων κατά την θερμή και ψυχρή περίοδο, κατά το χρονικό διάστημα Ιουνίου 2022 έως Μαρτίου 2023, συμμετείχαν 94 εθελοντές σε 66 κατοικίες και 74 εθελοντές σε 64 κατοικίες αντίστοιχα.

Σχήμα 1: Συμμετοχή κατοίκων ανά εκστρατεία

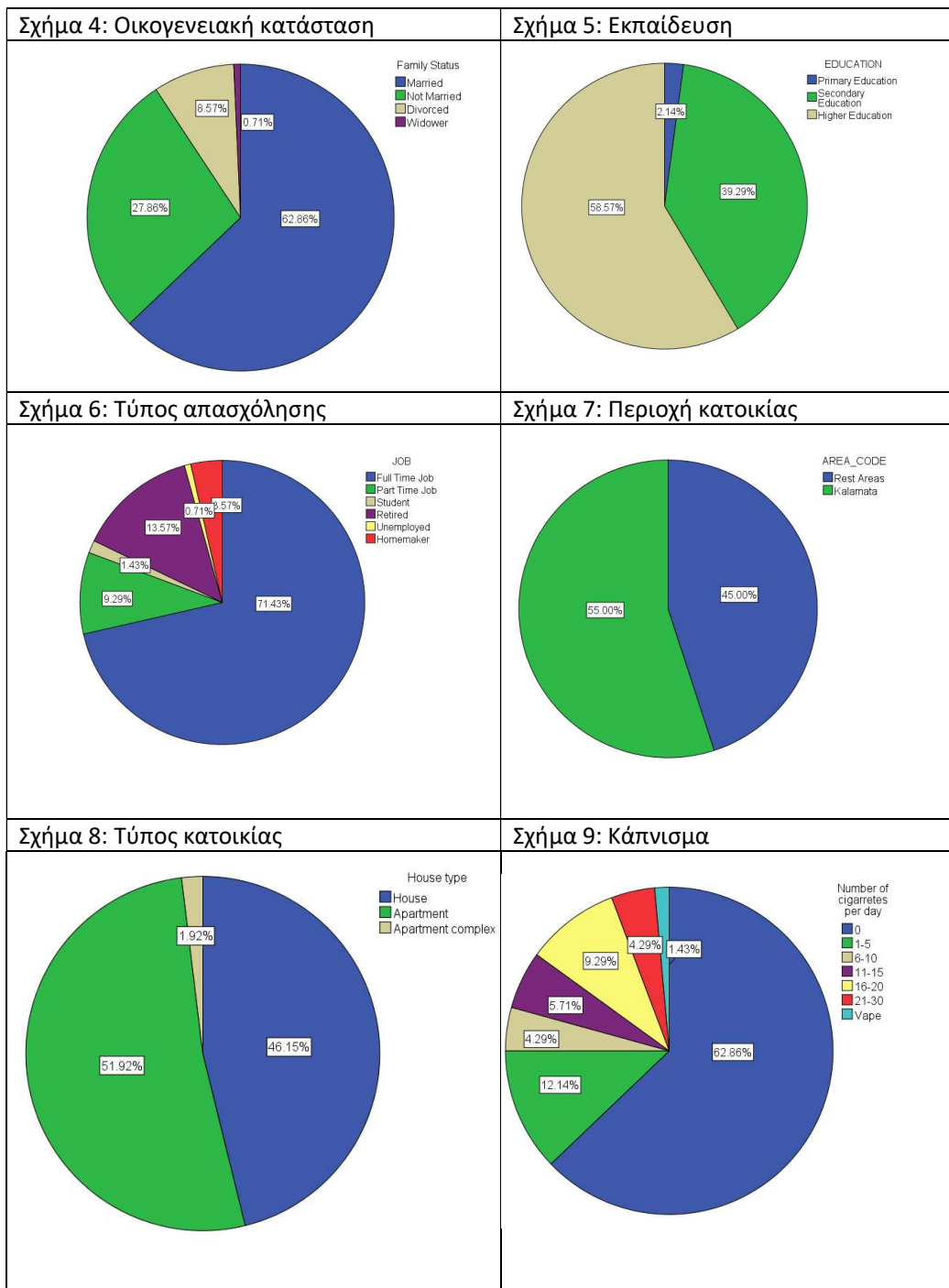


3.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά δείγματος

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα γενικά αποτελέσματα της έρευνας μέσω ερωτηματολογίων. Η μέση ηλικία των συμμετεχόντων είναι 47.2 ετών, η ποσοστωση γυναικών/αντρών στο δείγμα είναι περίπου ίση (Σχήμα 2), περισσότερο από το 85% είναι άνω των 30 ετών (Σχήμα 3), το 62% δηλώνουν ότι συμβιώνουν (Σχήμα 4), περίπου το 60% έχει αποκτήσει ανώτατη μόρφωση (Σχήμα 5) και έχουν κυρίως (71%) πλήρους χρόνου απασχόληση, (Σχήμα 6).



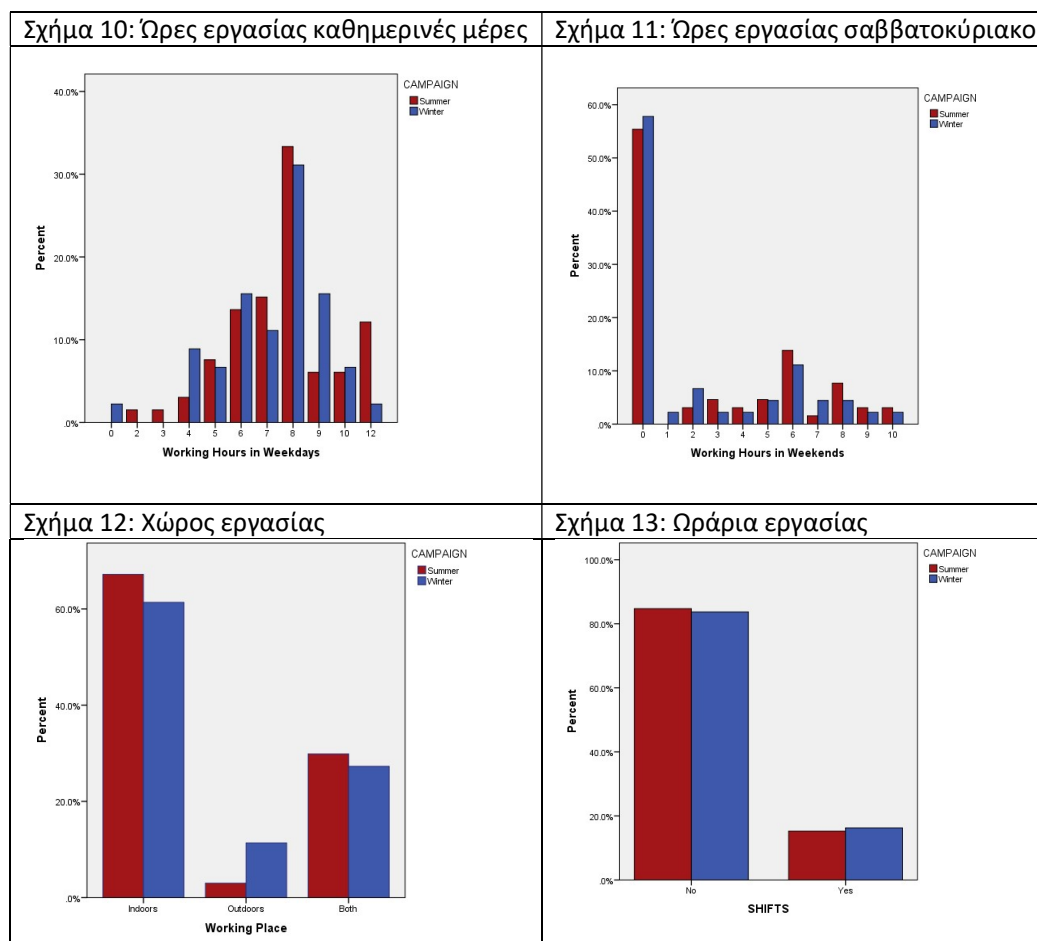
Σχετικά με τον τόπο διαμονής περίπου οι μισοί διαμένουν στην πόλη της Καλαμάτας (55%) ενώ οι υπόλοιποι στις γύρω περιοχές/χωριά (Σχήμα 7), επίσης το 52% κατοικεί σε διαμερίσματα ενώ το 46% σε μονοκατοικίες (Σχήμα 8) με το 63% να δηλώνουν μη καπνιστές (Σχήμα 9).



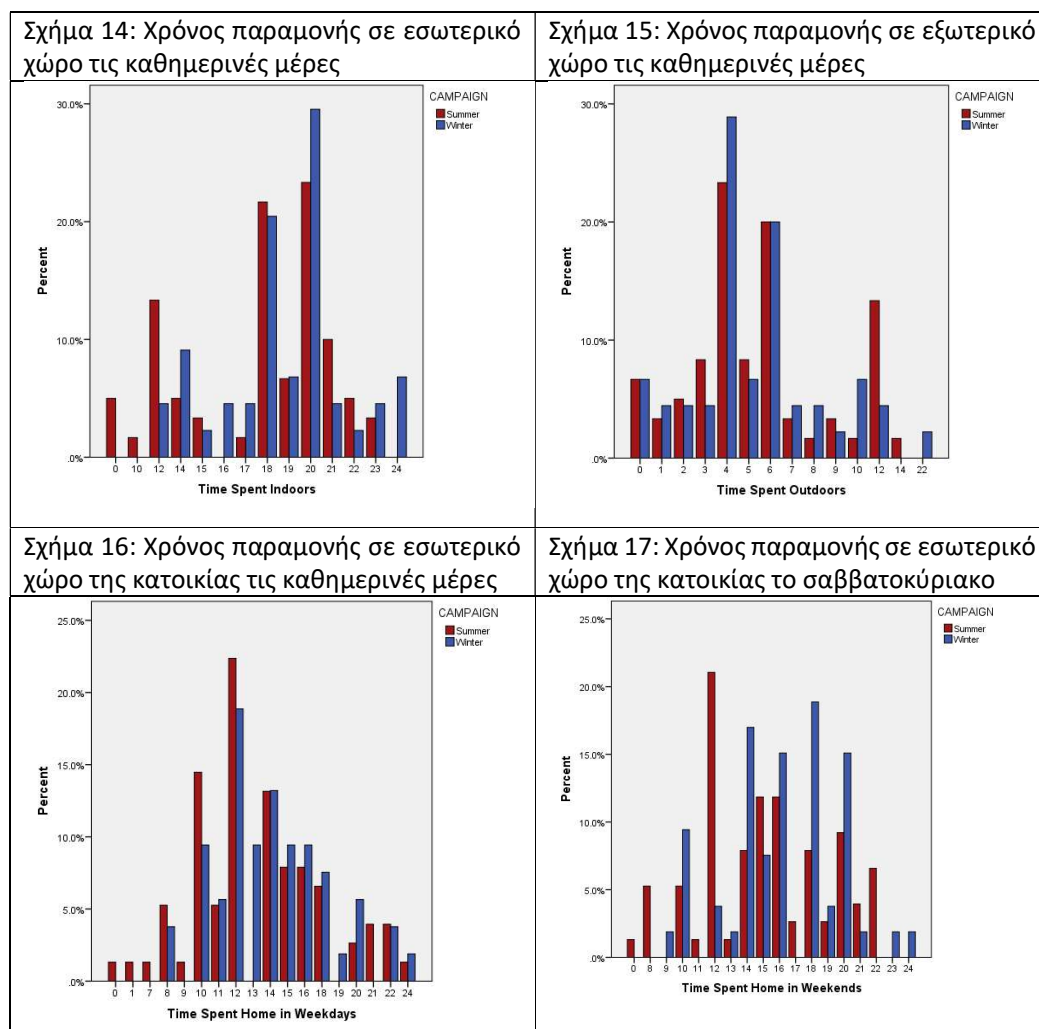
3.1.2 Χαρακτηριστικά δείγματος ανά εποχή

3.1.2.1 Ερωτηματολόγια συμμετεχόντων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας από τα ερωτηματολόγια συμμετεχόντων, ξεχωριστά για την θερμή και την ψυχρή περίοδο εκστρατείας. Οι συμμετέχοντες εργάζονται κατά μέσο όρο 7,8 ώρες (θερμή περίοδο) και 7,2 ώρες (ψυχρή περίοδο) τις καθημερινές μέρες (Σχήμα 10), ενώ 2,6 και 2,3 ώρες αντίστοιχα τα σαββατοκύριακα (Σχήμα 11). Και στις δυο περιόδους το 65% εργάζεται σε εσωτερικούς χώρους, το 6% σε εξωτερικούς, το 30% και στους δυο (Σχήμα 12), ενώ περίπου το 80% έχει πρωινό ωράριο (Σχήμα 13).

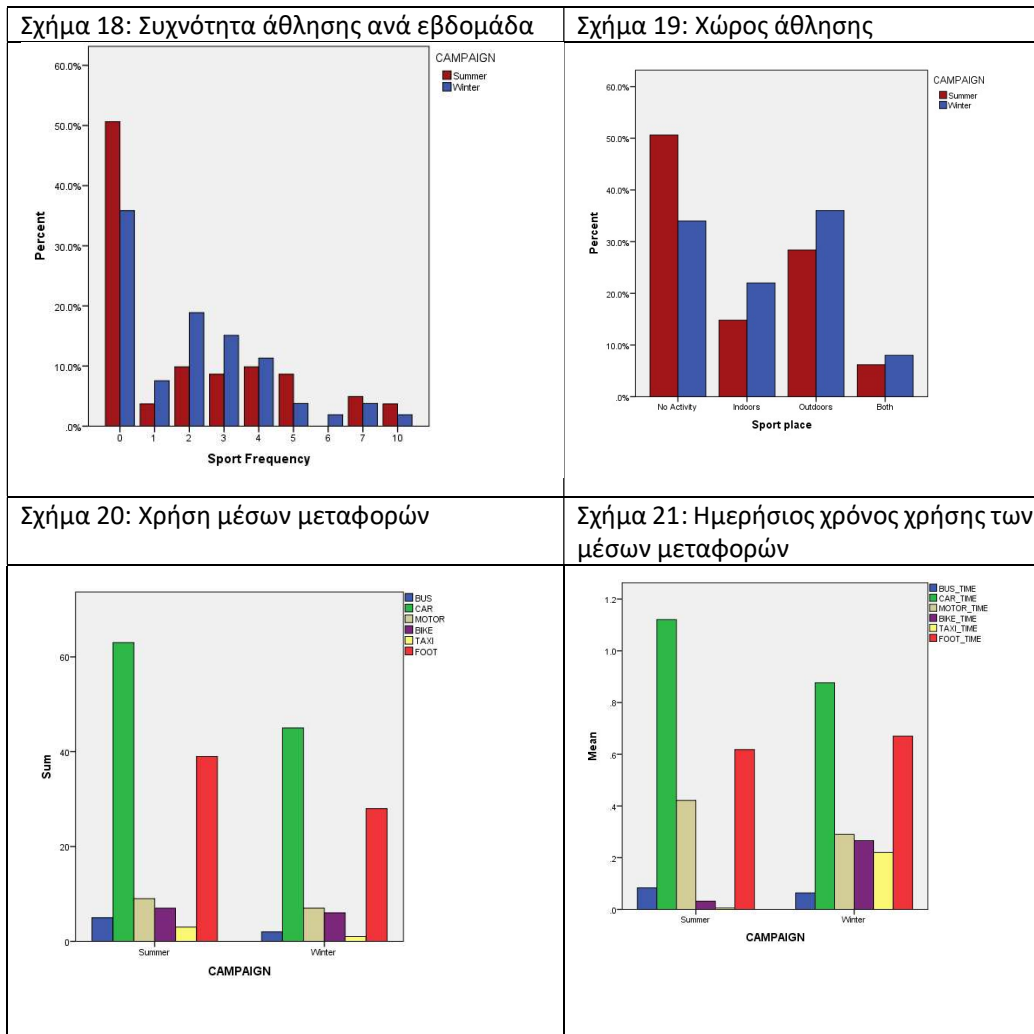


Στα γραφήματα 14 έως 17 παρουσιάζεται η κατανομή ωρών σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους για τις δυο εκστρατείες. Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες παραμένουν σε εσωτερικό χώρο κατά μέσο όρο 17,1 ώρες (θερμή περίοδο) και 18,7 ώρες (ψυχρή περίοδο) τις καθημερινές μέρες (Σχήμα 14) ενώ σε εξωτερικό χώρο 5,6 ώρες (θερμή περίοδο) και 5,5 ώρες (ψυχρή περίοδο) (Σχήμα 15). Στον εσωτερικό χώρο της κατοικίας τους δήλωσαν ότι βρίσκονται κατά μέσο όρο 13,4 ώρες (θερμή περίοδο) και 14,3 ώρες (ψυχρή περίοδο) τις καθημερινές μέρες (Σχήμα 16), ενώ 15,1 ώρες (θερμή περίοδο) και 16,1 ώρες (ψυχρή περίοδο) το σαββατιάτικο (Σχήμα 17).

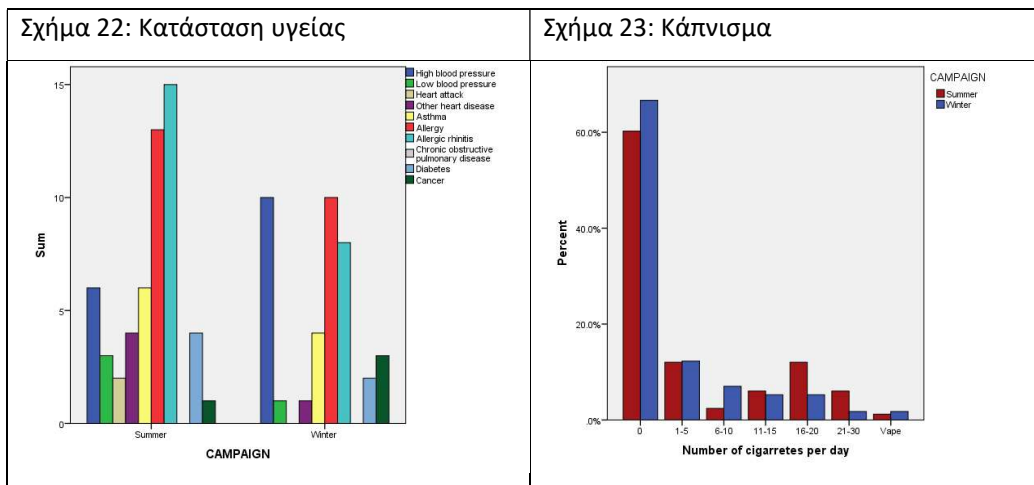


Όσον αφορά την σωματική άθληση ένα πολύ σημαντικό ποσοστό τόσο στην θερμή (50%) όσο και την ψυχρή περίοδο (36%) δήλωσαν ότι δεν αθλούνται καθόλου. Πιο συχνά (~9%) από 2 έως 5 φορές κυρίως ασκούνται την θερμή περίοδο, ενώ το ~18% από 2 έως 4 την ψυχρή (Σχήμα 18). Στο Σχήμα 19 παρουσιάζεται ότι περίπου το 30% αθλείται σε εξωτερικό χώρο ενώ το 20% σε εξωτερικό. Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων και για τις δυο περιόδους

χρησιμοποιεί ως μέσο μεταφοράς το αυτοκίνητο (Σχήμα 20) με ημερήσιο χρόνο χρήσης κατά τη θερμή περίοδο 1,1 ώρες ενώ 0,8 ώρες την ψυχρή (Σχήμα 21). Επίσης σημαντικό ποσοστό έχει και η μετακίνηση με τα πόδια με ημερήσιο χρόνο χρήσης 0,6 ώρες και στις δυο περιόδους.

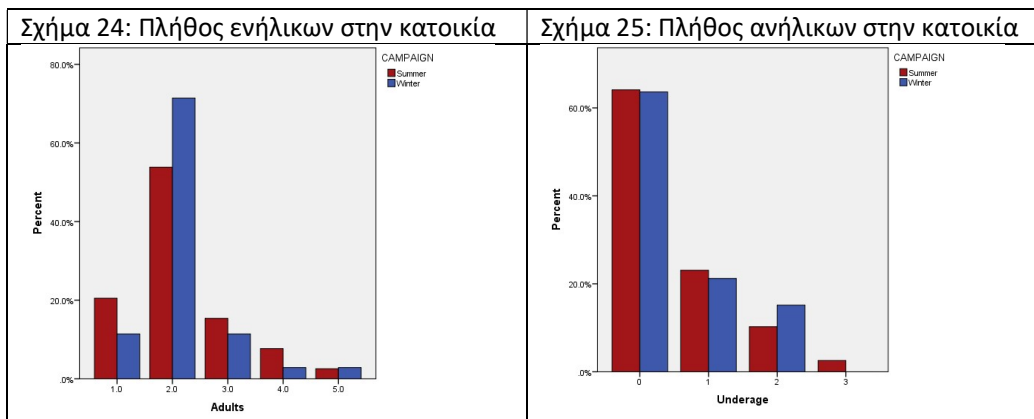


Σχετικά με τα συμπτώματα υγείας και για τις δυο περιόδους οι συχνότερες αναφορές περιλαμβάνουν την αλλεργική ρινίτιδα, τις αλλεργίες και την υψηλή αρτηριακή πίεση (Σχήμα 22). Στο Σχήμα 23, φαίνεται διακριτά ότι πάνω από το 60% των συμμετεχόντων είναι μη καπνιστές. Από την ομάδα των καπνιστών οι περισσότεροι (12%) κάνουν 1-5 τσιγάρα την μέρα.



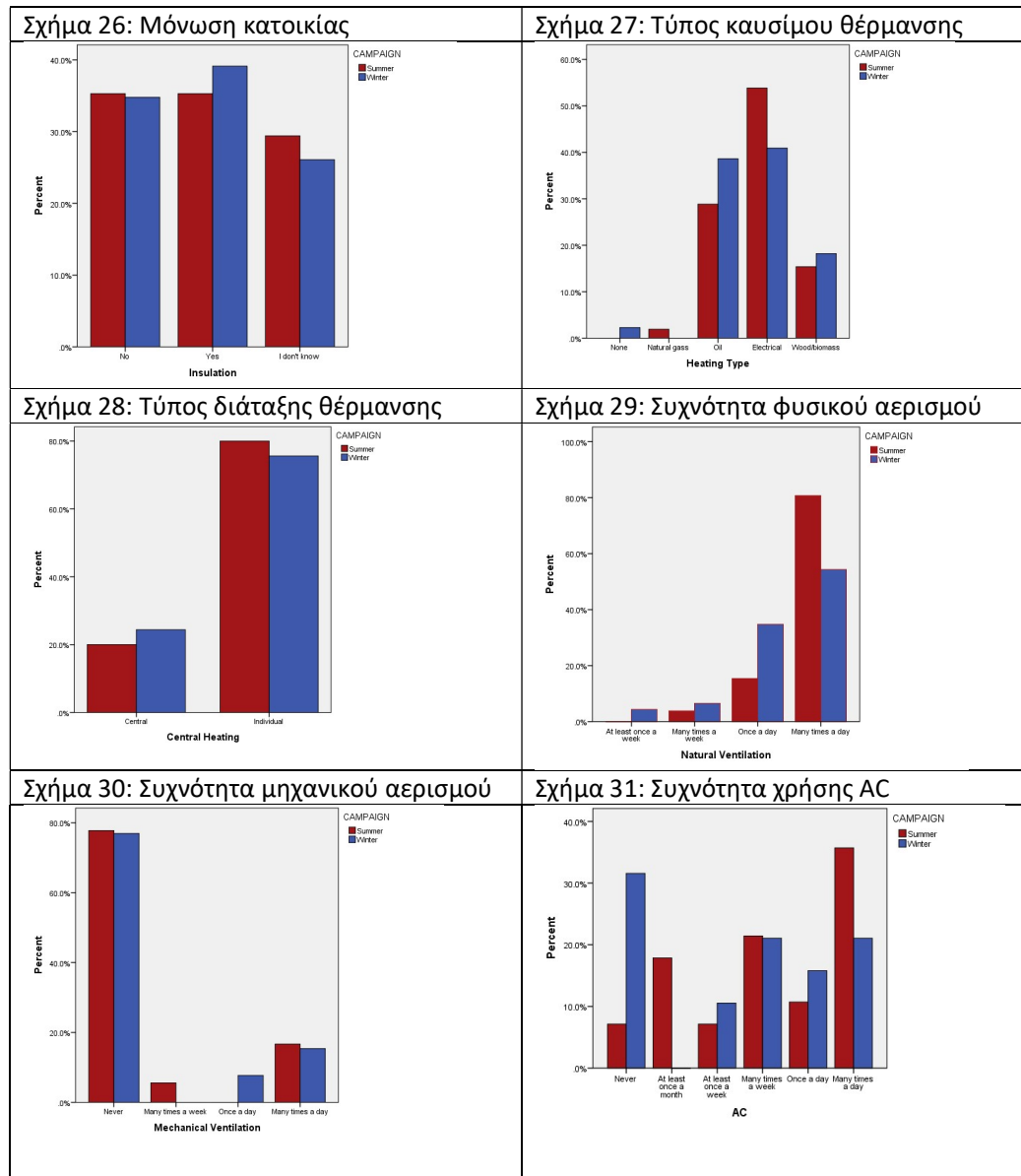
3.1.2.2 Ερωτηματολόγια κατοικιών

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας από τα ερωτηματολόγια κατοικιών, ξεχωριστά για την θερμή και την ψυχρή περίοδο εκστρατείας. Στις περισσότερες κατοικίες της έρευνας κατοικούν 2 ενήλικες (Σχήμα 24). Επίσης τα νοικοκυριά που συμμετείχαν δεν είχαν ανήλικα άτομα σε ποσοστό 65% ενώ μόλις το 20% είχε ένα ανήλικο άτομο (Σχήμα 25).

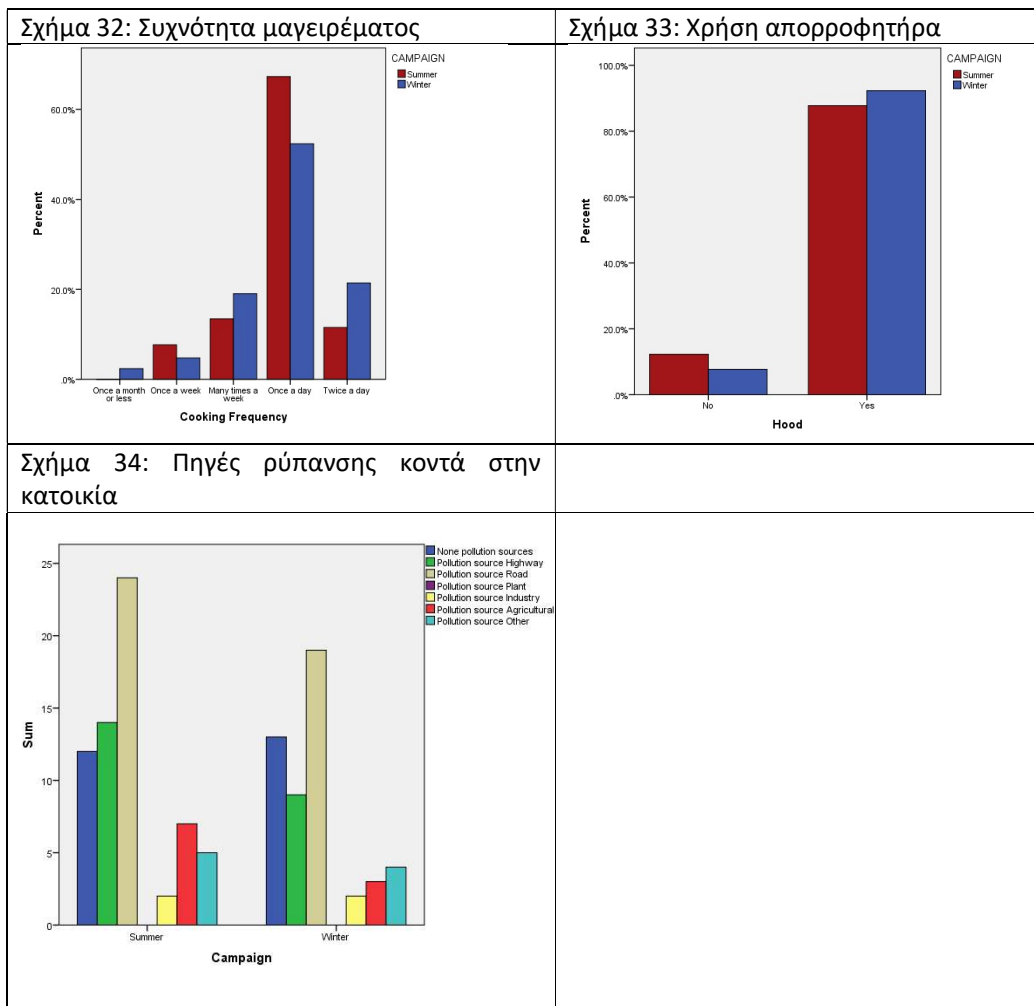


Σχετικά με τα χαρακτηριστικά κατασκευής των κατοικιών το 35% διαθέτει μόνωση (Σχήμα 26), το 40-53% έχει σαν πρώτη επιλογή θέρμανσης το ηλεκτρικό ρεύμα και ακολουθεί το πετρέλαιο με ποσοστό 28-38% (Σχήμα 27), διαθέτει αυτόνομο τύπο θέρμανσης το 78% (Σχήμα 28). Κατά την διάρκεια τη θέρμης περιόδου το 81% δήλωσε ότι αερίζει με φυσικό τρόπο την κατοικία τους πολλές φορές στην διάρκεια της μέρας, ενώ κατά την ψυχρή περίοδο αυτό το ποσοστό μειώνεται στο 54% (Σχήμα 29). Κατά πλειοψηφία δεν χρησιμοποιείται

μηχανικός αερισμός στις κατοικίες (80%) (Σχήμα 30), ενώ παρατηρείται χρήση κλιματιστικού τόσο για ψύξη (93%) όσο και για θέρμανση (68%) (Σχήμα 31).

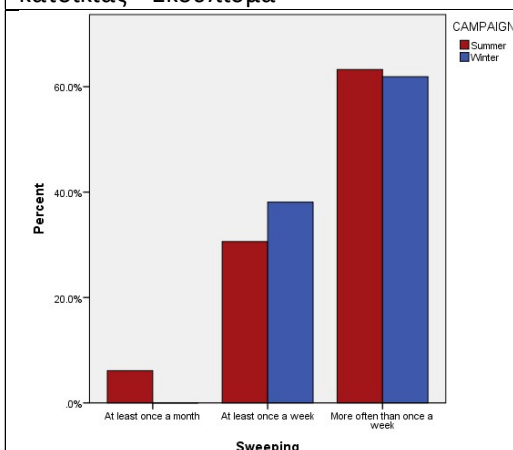


Σχετικά με τις δραστηριότητες στο εσωτερικό των κατοικιών παρατηρείται μεγαλύτερο ποσοστό μαγειρέματος, μια φορά την ημέρα, κατά την θερμή περίοδο 67% συγκριτικά με την ψυχρή 52% (Σχήμα 32), ενώ και στις δυο περιόδους γίνεται χρήση του απορροφητήρα σε ποσοστό άνω του 80% (Σχήμα 33). Για κύρια πηγή ρύπανσης στην περιοχή της κατοικίας και για τις δυο περιόδους καταγράφηκε η ύπαρξη τόσο οδών μεγάλης αλλά και μικρής κυκλοφορίας αυτοκινήτων και ακολουθούν οι αγροτικές δραστηριότητες (Σχήμα 34).

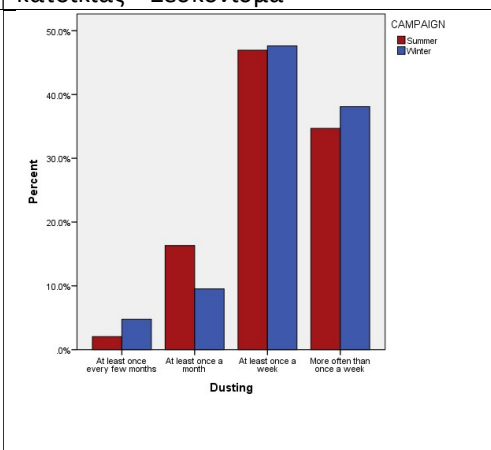


Στα Σχήματα 35 έως 38 παρουσιάζονται οι συχνότητες ανά τύπο καθαρισμού του εσωτερικού των κατοικιών. Η εικόνα είναι κοινή μεταξύ των δυο περιόδων, όπου το 60% σκουπίζει περισσότερο από μια φορά την εβδομάδα (Σχήμα 35), το 81% ξεσκονίζει (Σχήμα 36) και το 86% σφουγγαρίζει (Σχήμα 37) τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα. Αντίθετα, μόνο το 10% δεν κάνει χρήση καθαριστικών προϊόντων στο εσωτερικό των κατοικιών (Σχήμα 38).

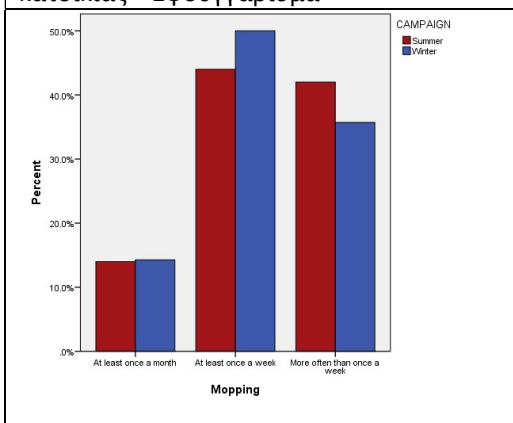
Σχήμα 35: Συχνότητα καθαρισμού της κατοικίας – Σκούπισμα



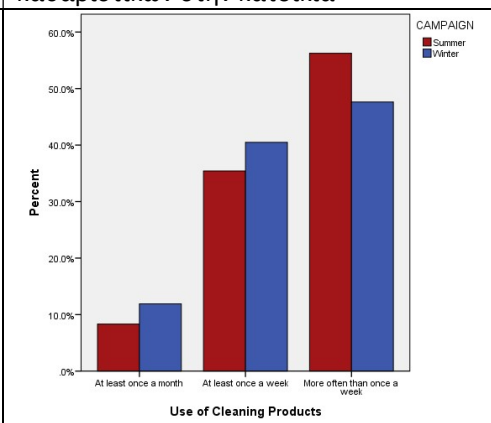
Σχήμα 36: Συχνότητα καθαρισμού της κατοικίας – Ξεσκόνισμα



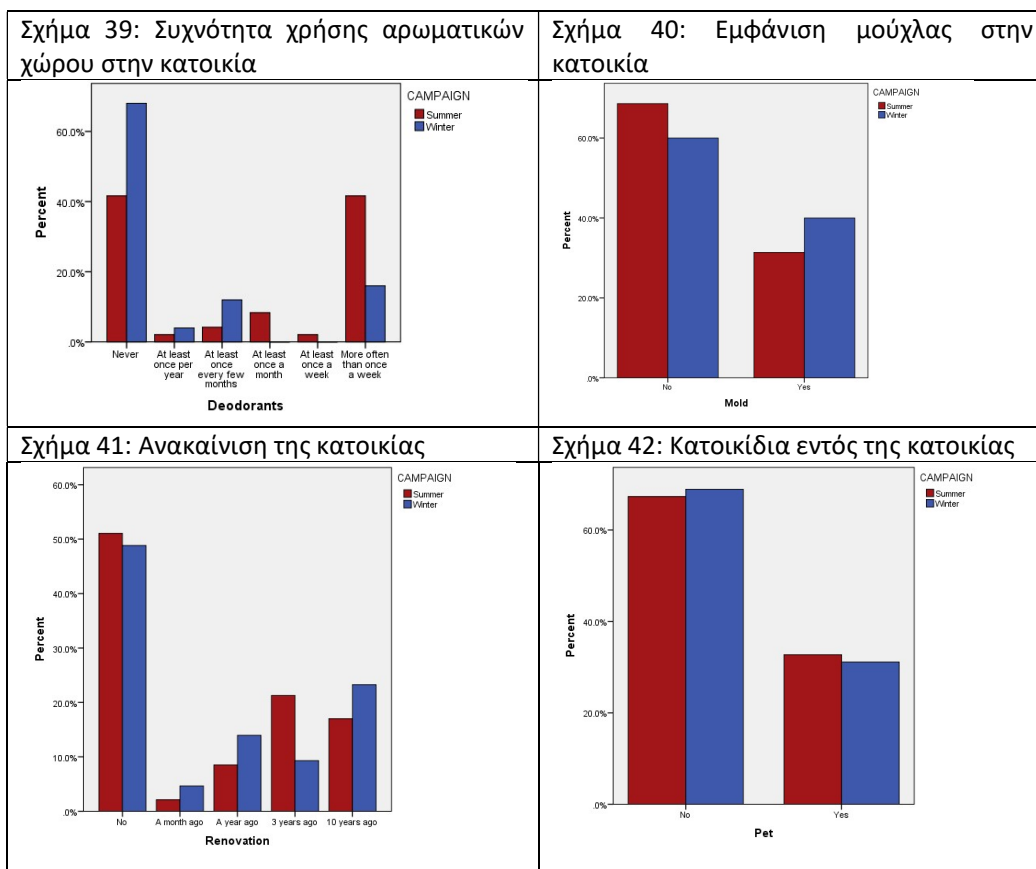
Σχήμα 37: Συχνότητα καθαρισμού της κατοικίας – Σφουγγάρισμα



Σχήμα 38: Συχνότητα χρήσης καθαριστικών στην κατοικία



Όσον αφορά την χρήση αρωματικών χώρου γίνεται χρήση πολλές φορές την εβδομάδα στο 42% των κατοικιών κατά την θερμή περίοδο ενώ μόλις το 16% κατά την ψυχρή, ενώ δεν χρησιμοποιούν καθόλου αρωματικά στο 42% και στο 68% αντίστοιχα (Σχήμα 39). Ένα σημαντικό ποσοστό που φτάνει το 40% εμφανίζει μούχλα τόσο την θερμή όσο και την ψυχρή περίοδο (Σχήμα 40) ενώ ταυτόχρονα στην πλειοψηφία των κατοικιών της έρευνας δεν έχει γίνει κάποια ανακαίνιση πρόσφατα (Σχήμα 41). Το 32% των κατοικιών επιτρέπουν την παρουσία κατοικίδιων στον εσωτερικό τους χώρο (Σχήμα 42).



3.2. Συνολική έκθεση σε αέριους ρύπους (θερμή περίοδος)

3.2.1. Μετρήσεις ποιότητας αέρα στις κατοικίες

Σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες οδηγίες από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (2021 AQG's, WHO) για τα Αιωρούμενα Σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 10 μm (PM_{10}) το όριο για το εξωτερικό περιβάλλον για τον μέσο όρο της ημερήσιας συγκέντρωσης τους είναι 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα Αιρούμενα Σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$) το όριο για το εξωτερικό περιβάλλον για τον μέσο όρο της ημερήσιας συγκέντρωσης τους είναι 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Επειδή δεν υπάρχουν θεσπισμένα όρια για τους εσωτερικούς χώρους γίνεται ενδεικτική σύγκριση με την παραπάνω οδηγία.

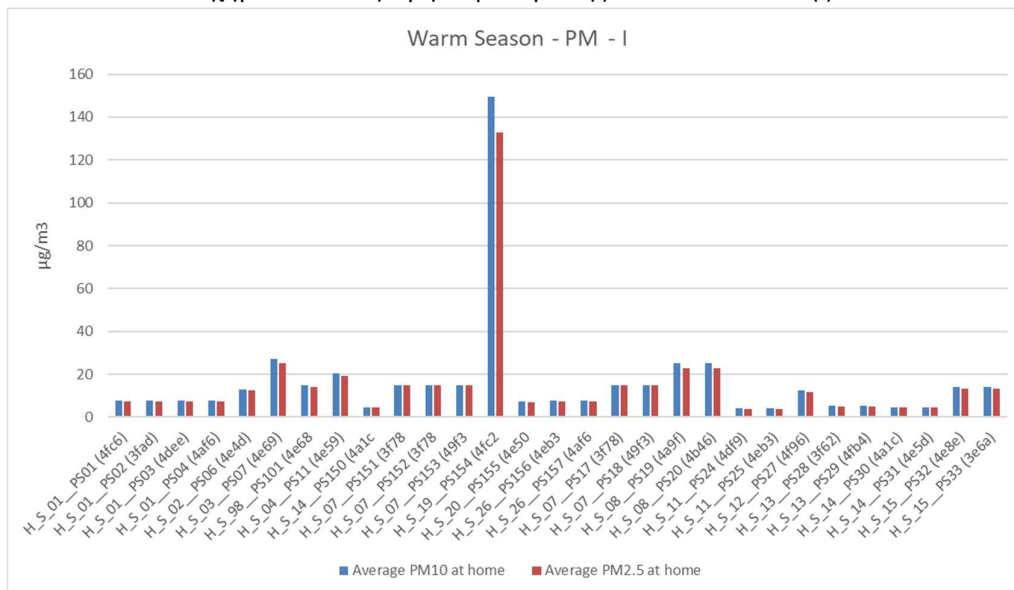
Σύμφωνα με σύσταση από το ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers) η προτεινόμενη συγκέντρωση για το CO_2 είναι 1100 ppm, σε εσωτερικό περιβάλλον, όπου στο ενδεχόμενο της παρατεταμένης παραμονής – έκθεσης κάποιου σε περιβάλλον με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ενδέχεται να εμφανιστούν συμπτώματα δυσφορίας.

Για τα TVOC δεν υπάρχει συγκεκριμένη οδηγία καθώς περιλαμβάνουν ένα πλήθος ενώσεων. Θεσπισμένα όρια υπάρχουν για μεμονωμένες χημικές ενώσεις.

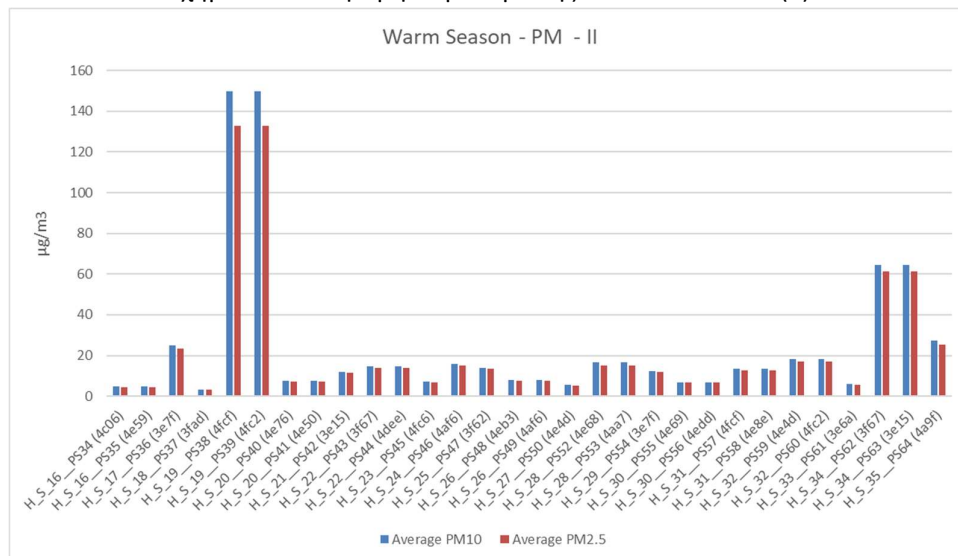
3.2.1.1. PM

Στις συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων PM_{10} και $PM_{2.5}$ παρατηρούνται διακυμάνσεις αναμεσά στις κατοικίες των συμμετεχόντων. Η μέση τιμή PM_{10} στις κατοικίες για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα $18.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και οι τιμές κυμαίνονται από 0.2 έως $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η μέση τιμή $PM_{2.5}$ στις κατοικίες για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα $17.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και οι τιμές κυμαίνονται από 0.2 έως $133 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Στα Σχήματα 43 έως 45 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές PM ανά κατοικία συμμετέχοντα.

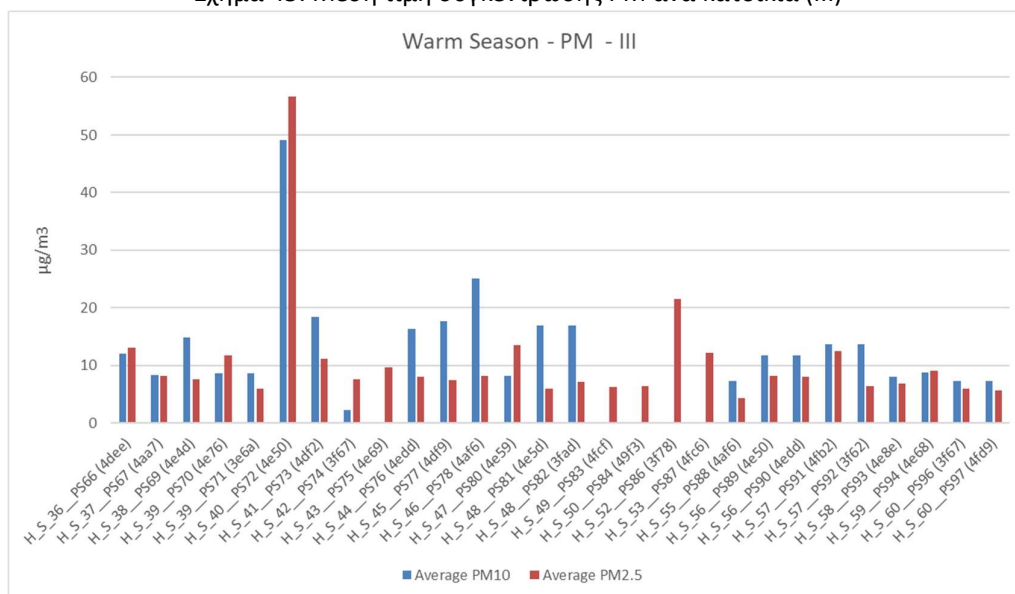
Σχήμα 43: Μέση τιμή συγκέντρωσης PM ανά κατοικία (I)



Σχήμα 44: Μέση τιμή συγκέντρωσης PM ανά κατοικία (II)



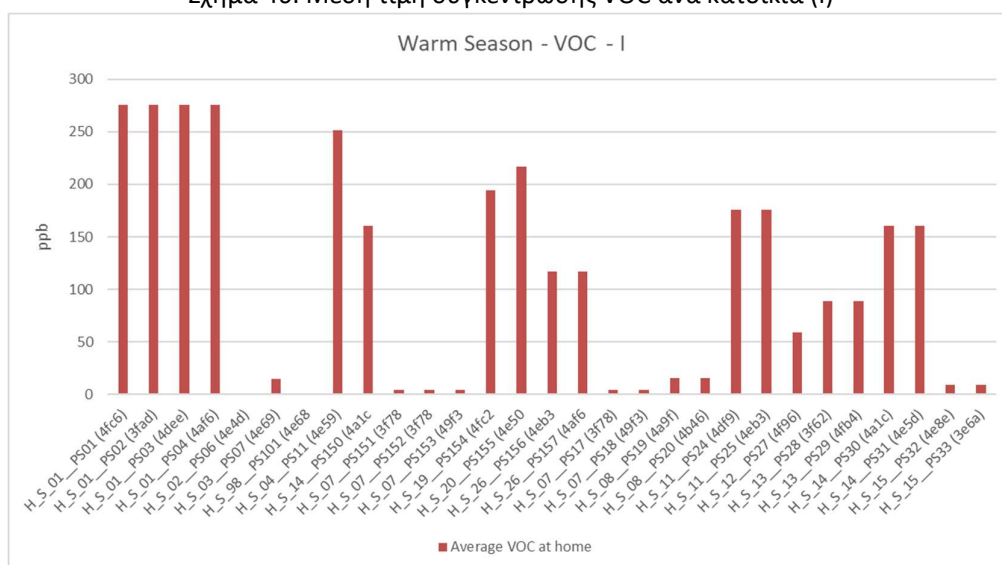
Σχήμα 45: Μέση τιμή συγκέντρωσης PM ανά κατοικία (III)



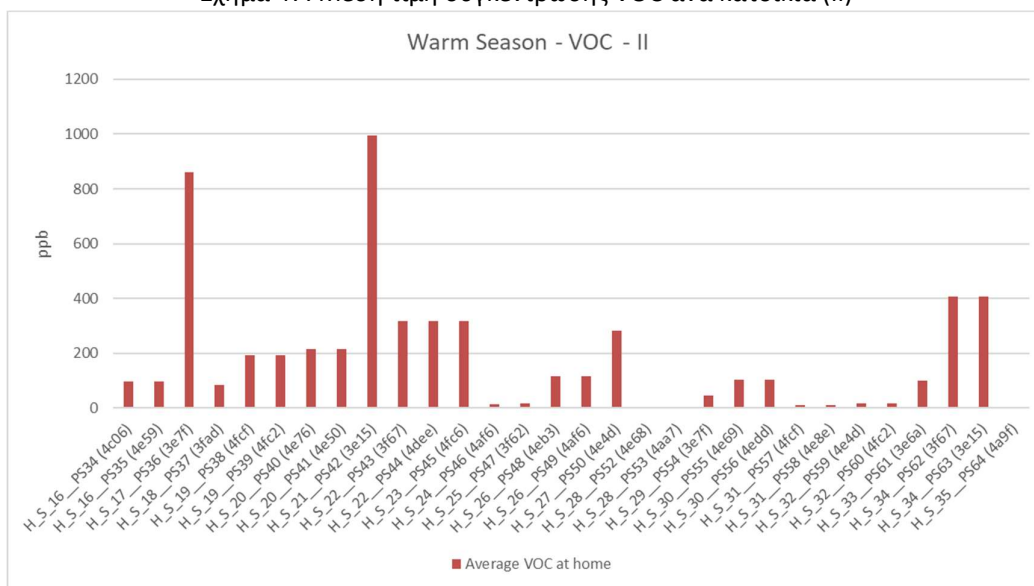
3.2.1.2. VOCs

Στις συγκεντρώσεις πτητικών οργανικών ενώσεων VOCs παρατηρούνται διακυμάνσεις αναμεσά στις κατοικίες των συμμετεχόντων. Η μέση τιμή VOCs στις κατοικίες για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 139 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 996 ppb. Στα Σχήματα 46 έως 48 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές VOCs ανά κατοικία συμμετέχοντα.

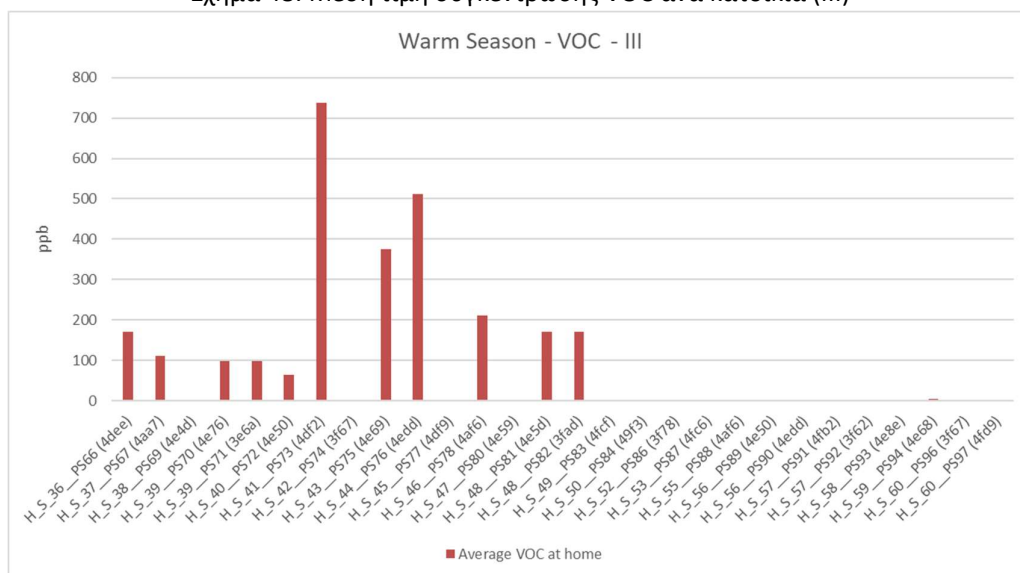
Σχήμα 46: Μέση τιμή συγκέντρωσης VOC ανά κατοικία (I)



Σχήμα 47: Μέση τιμή συγκέντρωσης VOC ανά κατοικία (II)



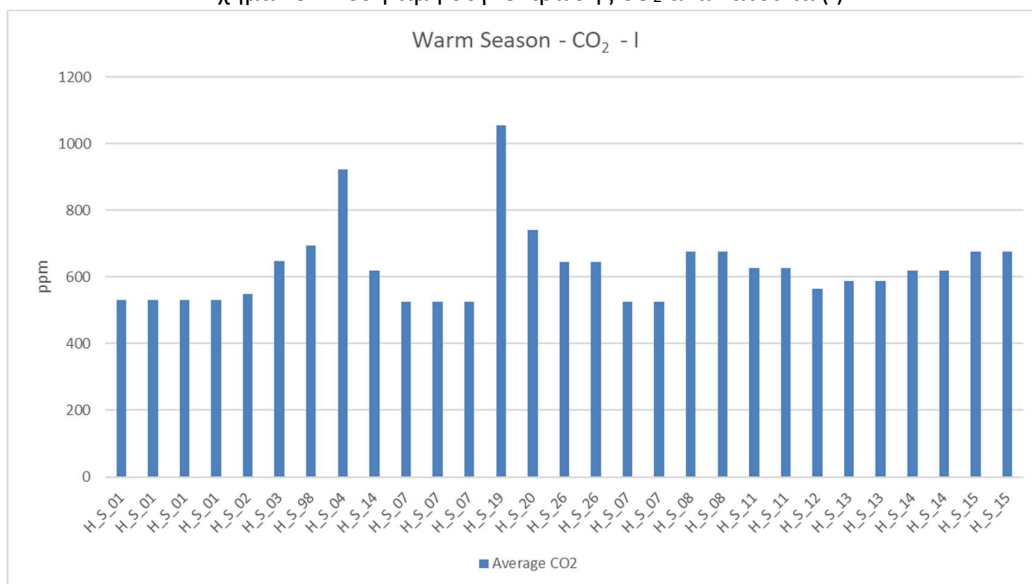
Σχήμα 48: Μέση τιμή συγκέντρωσης VOC ανά κατοικία (III)



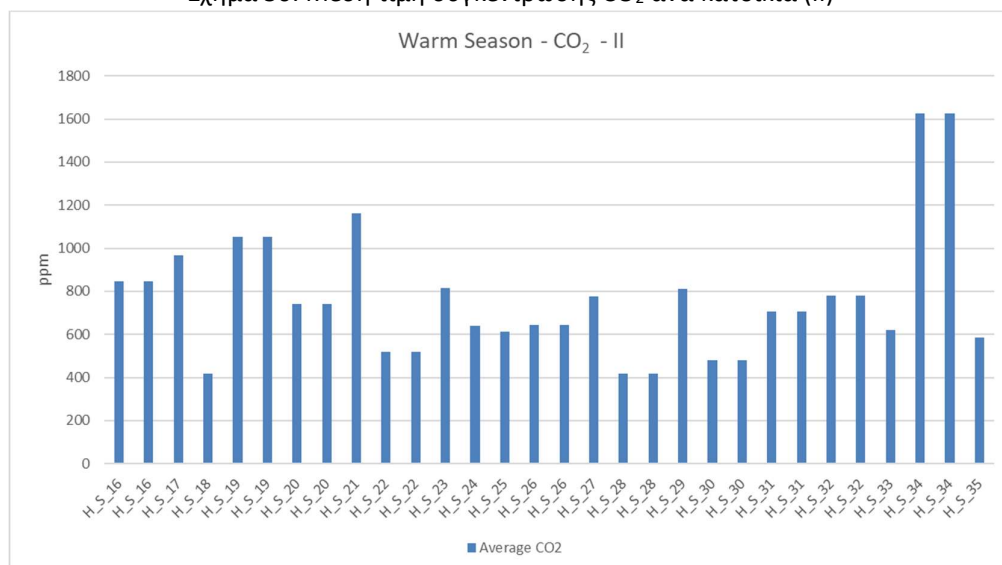
3.2.1.3. CO₂

Στις συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα CO₂ παρατηρούνται διακυμάνσεις αναμεσα στις κατοικίες των συμμετεχόντων και υψηλές τιμές (> 1000 ppm) σε ορισμένες περιπτώσεις όπως HS19, HS34 και HS41. Η μέση τιμή CO₂ στις κατοικίες για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 745 ppm και οι τιμές κυμαίνονται από 415 έως 2671 ppm. Στα Σχήματα 49 έως 51 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές CO₂ ανά κατοικία.

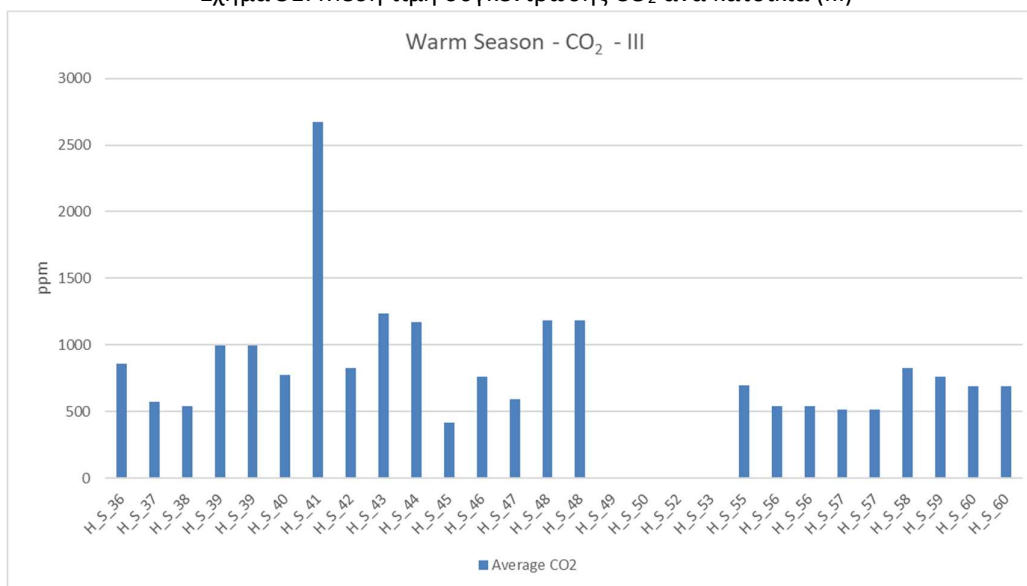
Σχήμα 49: Μέση τιμή συγκέντρωσης CO₂ ανά κατοικία (I)



Σχήμα 50: Μέση τιμή συγκέντρωσης CO₂ ανά κατοικία (II)



Σχήμα 51: Μέση τιμή συγκέντρωσης CO₂ ανά κατοικία (III)



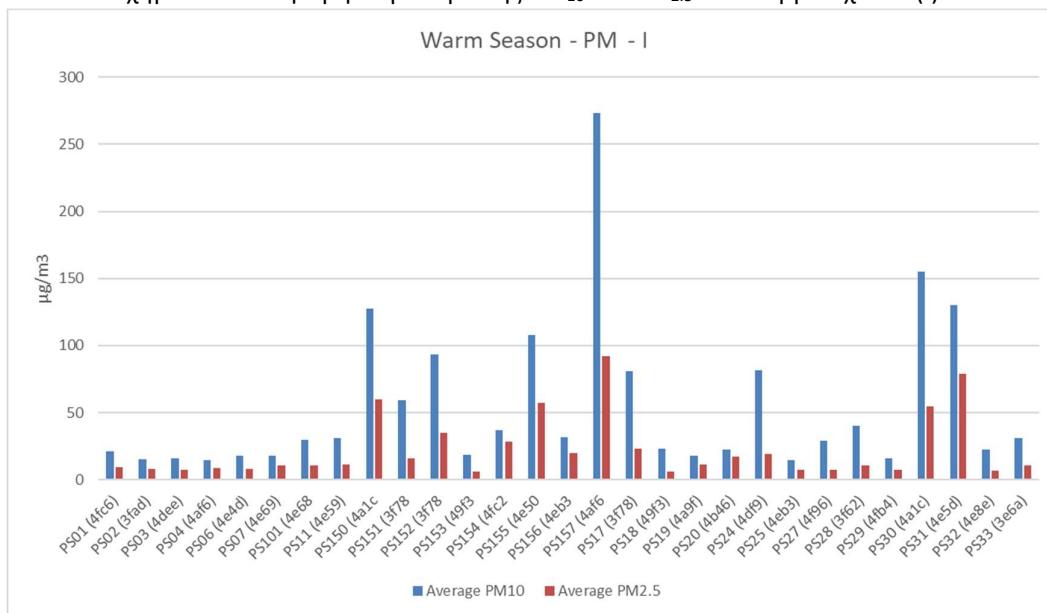
3.2.2 Μετρήσεις προσωπικής έκθεσης

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μέσες τιμές συγκέντρωσης από τους ρύπους που μετρήθηκαν από τους φορητούς αισθητήρες για την εκτίμηση της προσωπικής τους έκθεσης κατά την διάρκεια της θέρμης περιόδου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ανά συμμετέχοντα για τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ / PM_{2.5}, πτητικών οργανικών ενώσεων VOCs και διοξείδιο του αζώτου NO₂, μετά την διόρθωση των τιμών όπως παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία στο Παραδοτέο 2.2.

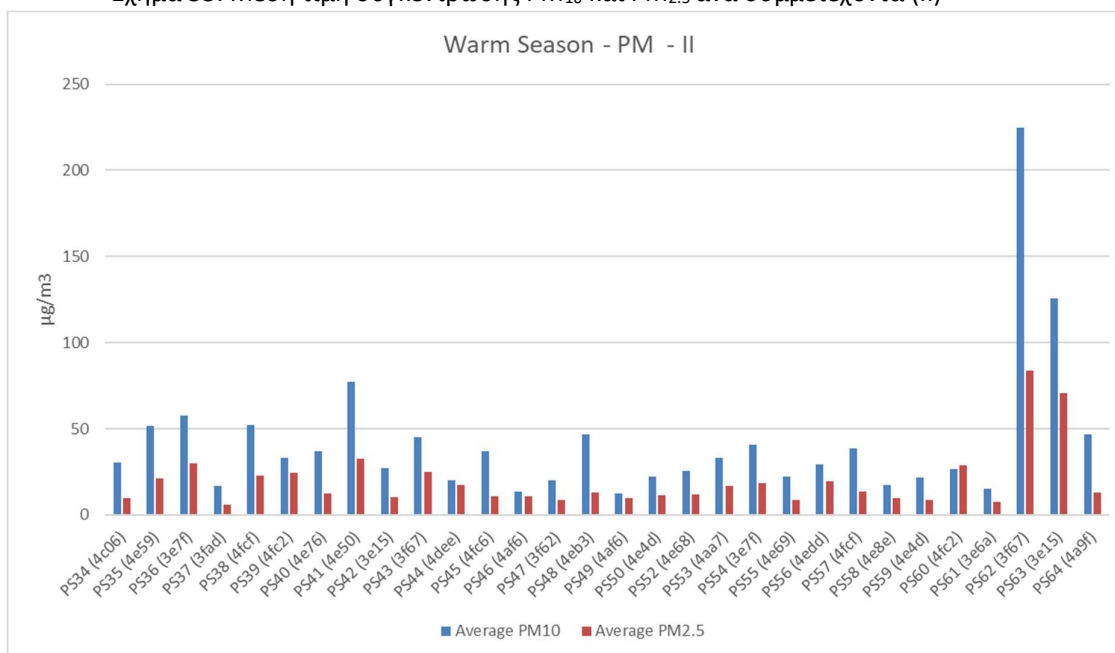
3.2.2.1. PM

Στις συγκεντρώσεις αιρούμενων σωματιδίων PM₁₀ / PM_{2.5} παρατηρούνται διακυμάνσεις αναμεσα στους συμμετέχοντες. Η μέση τιμή PM₁₀ για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 43.6 μg/m³ και οι τιμές κυμαίνονται από 2.5 έως 1871 μg/m³. Η μέση τιμή PM_{2.5} για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 17.6 μg/m³ και οι τιμές κυμαίνονται από 1.6 έως 327 μg/m³. Στα Σχήματα 52 έως 54 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές PM ανά συμμετέχοντα.

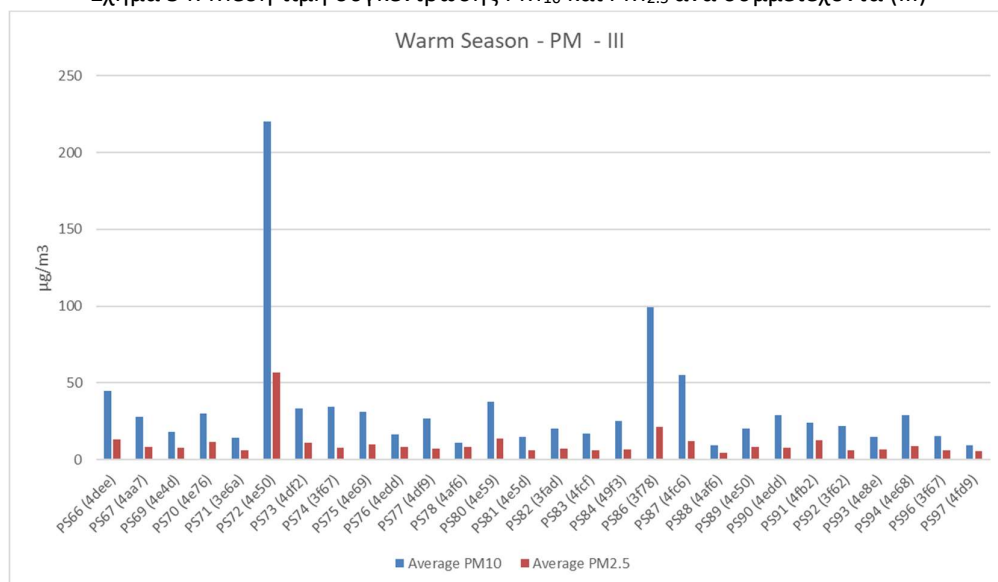
Σχήμα 52: Μέση τιμή συγκέντρωσης PM₁₀ και PM_{2.5} ανά συμμετέχοντα (I)



Σχήμα 53: Μέση τιμή συγκέντρωσης PM₁₀ και PM_{2.5} ανά συμμετέχοντα (II)



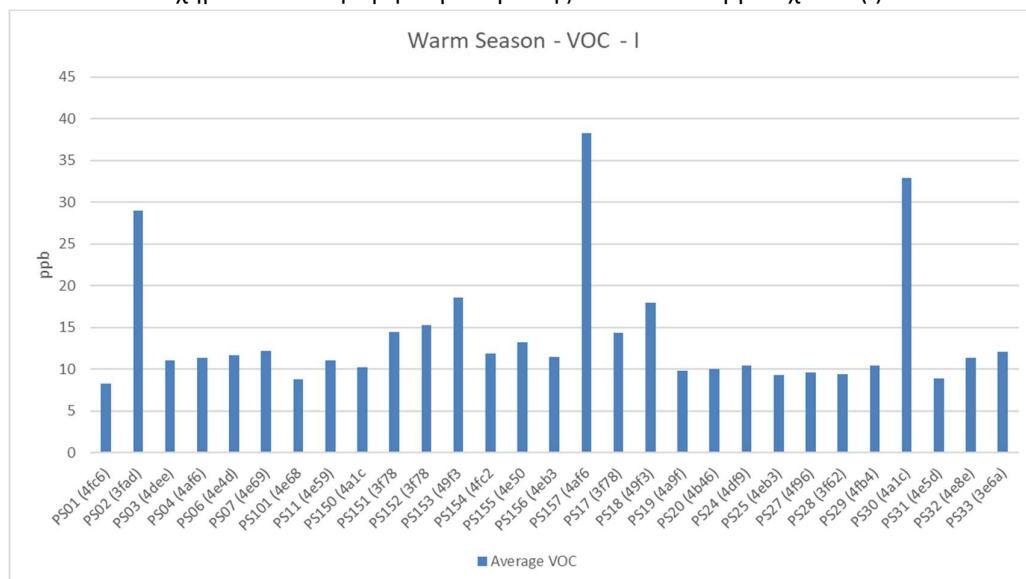
Σχήμα 54: Μέση τιμή συγκέντρωσης PM₁₀ και PM_{2.5} ανά συμμετέχοντα (III)



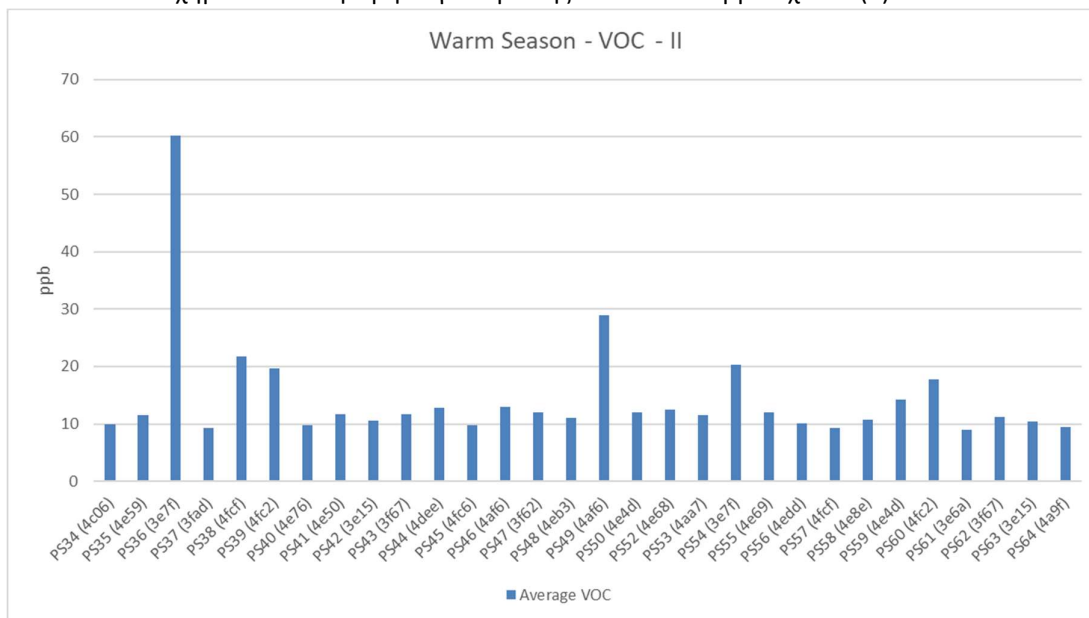
3.2.2.2. VOCs

Στις συγκεντρώσεις πτητικών οργανικών ενώσεων VOCs παρατηρείται μια ομοιογενής εικόνα κατά την διάρκεια της θέρμης περιόδου εκτός από συγκεκριμένες περιπτώσεις όπως οι συμμετέχοντες PS02, PS36, PS157, PS78 και PS80. Η μέση τιμή VOCs για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 14.4 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0.4 έως 2423 ppb. Στα Σχήματα 55 έως 57 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές VOCs ανά συμμετέχοντα.

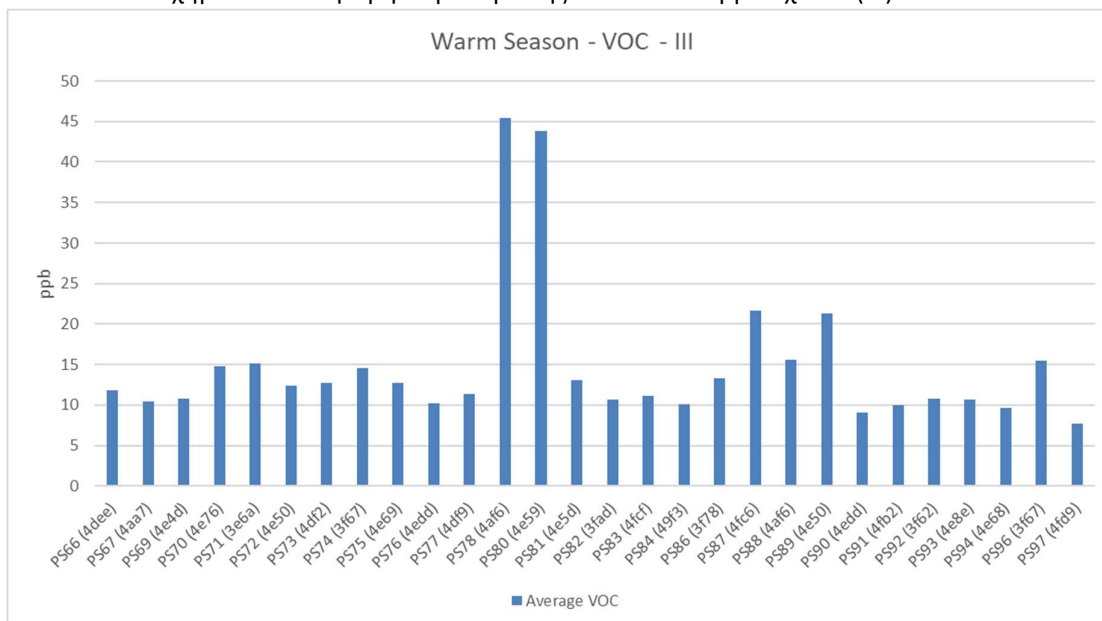
Σχήμα 55: Μέση τιμή συγκέντρωσης VOCs ανά συμμετέχοντα (I)



Σχήμα 56: Μέση τιμή συγκέντρωσης VOCs ανά συμμετέχοντα (II)



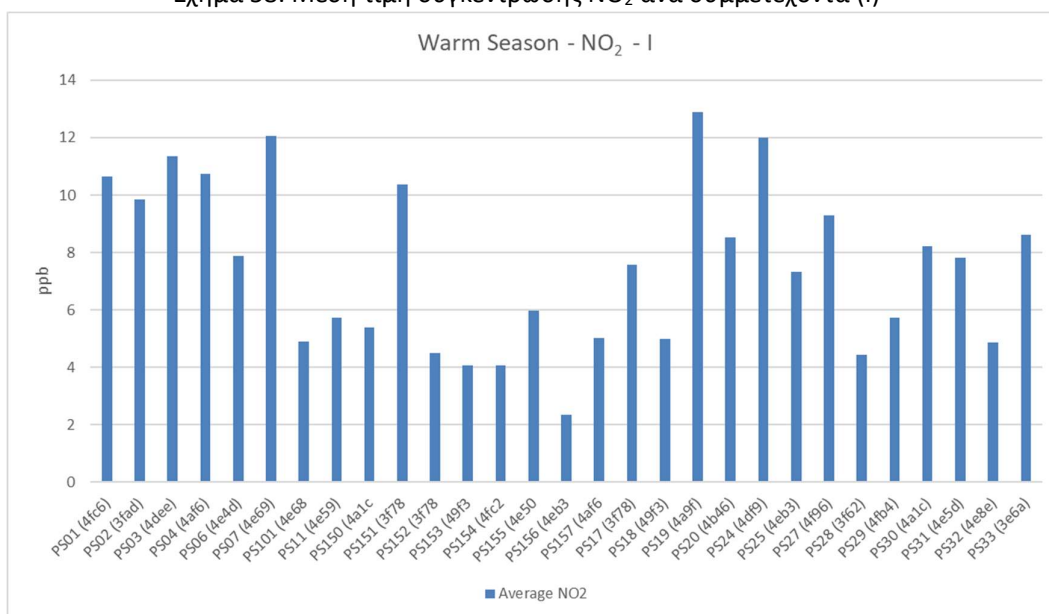
Σχήμα 57: Μέση τιμή συγκέντρωσης VOCs ανά συμμετέχοντα (III)



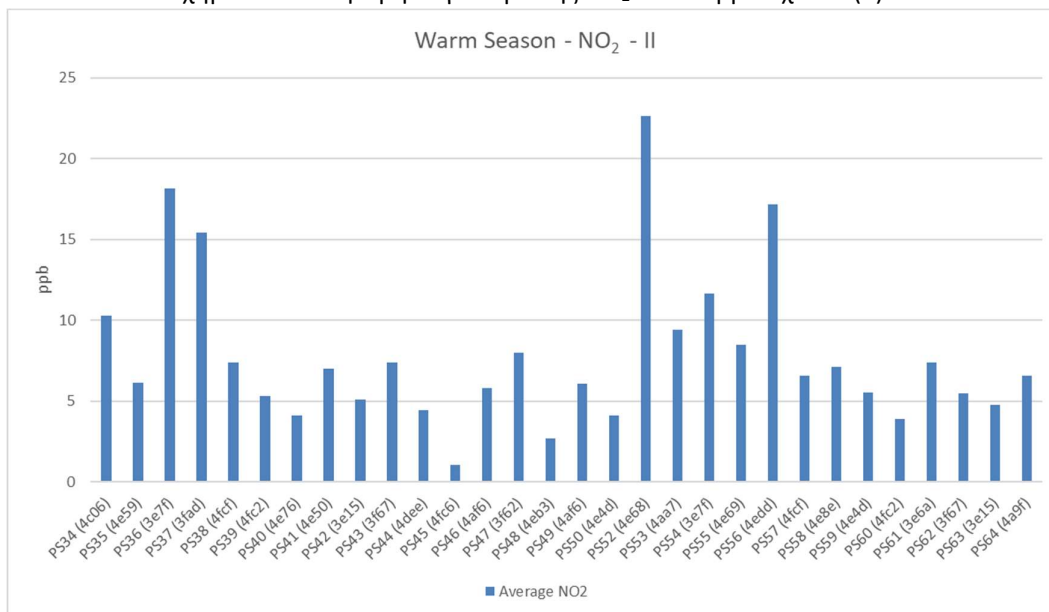
3.2.2.3. NO₂

Στις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου NO₂ παρατηρούνται διακυμάνσεις αναμεσα στους συμμετέχοντες. Η μέση τιμή NO₂ για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 7.5 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 399 ppb. Στα Σχήματα 58 έως 60 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές NO₂ ανά συμμετέχοντα.

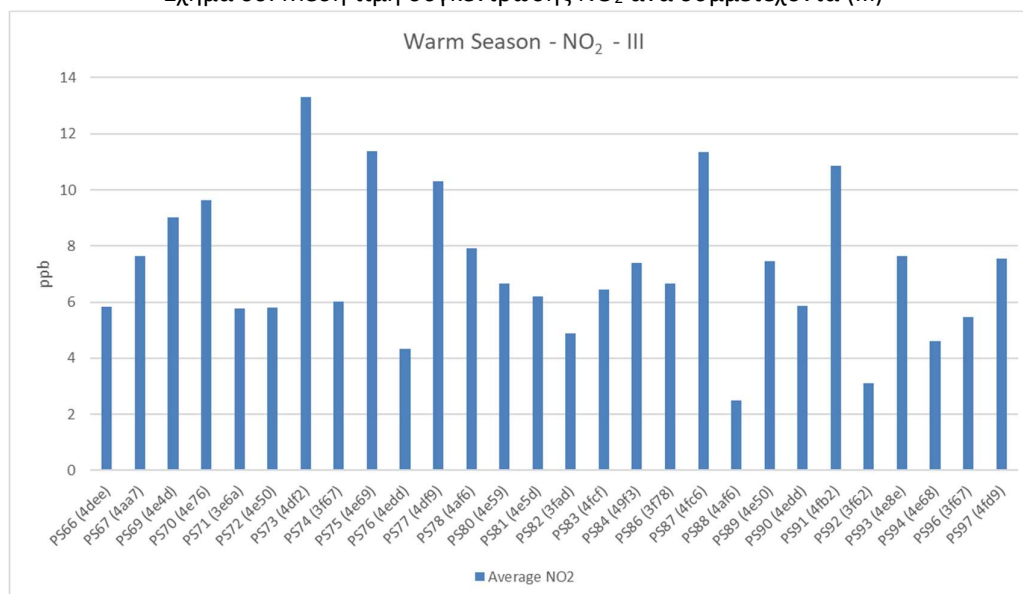
Σχήμα 58: Μέση τιμή συγκέντρωσης NO₂ ανά συμμετέχοντα (I)



Σχήμα 59: Μέση τιμή συγκέντρωσης NO₂ ανά συμμετέχοντα (II)



Σχήμα 60: Μέση τιμή συγκέντρωσης NO₂ ανά συμμετέχοντα (III)



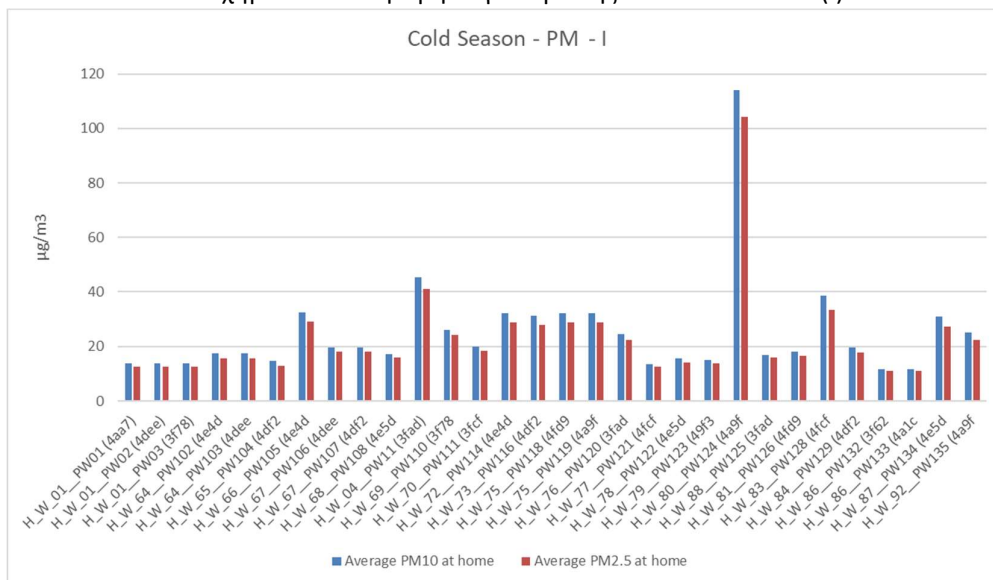
3.3. Συνολική έκθεση σε αέριους ρύπους (ψυχρή περίοδος)

3.3.1. Μετρήσεις ποιότητας αέρα στις κατοικίες

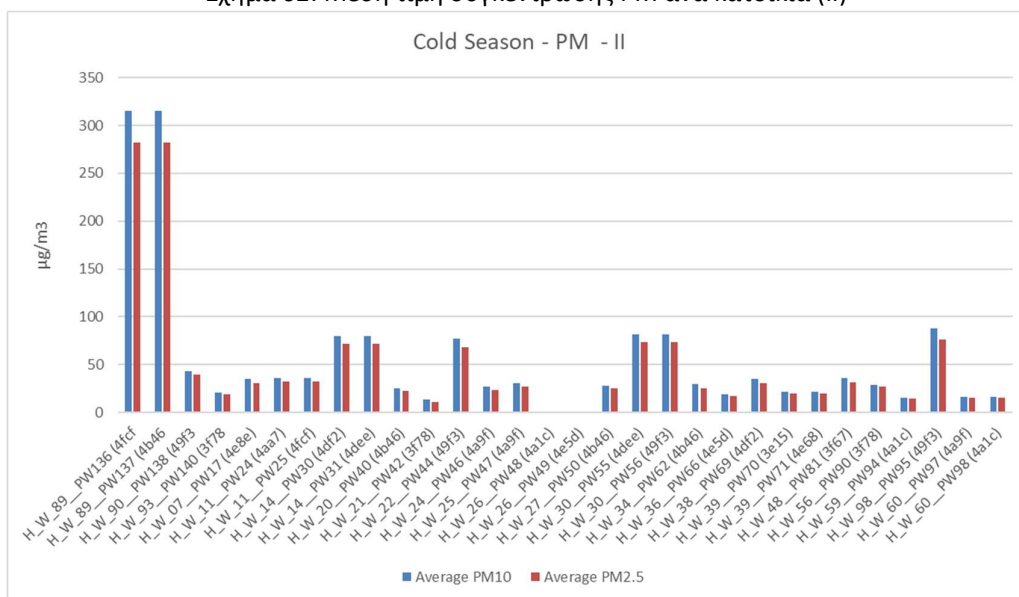
3.3.1.1. PM

Στις συγκεντρώσεις αιρούμενων σωματιδίων PM₁₀ και PM_{2.5} παρατηρούνται διακυμάνσεις αναμεσά στις κατοικίες των συμμετεχόντων. Η μέση τιμή PM₁₀ στις κατοικίες για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα 41.5 μg/m³ και οι τιμές κυμαίνονται από 11.6 έως 315 μg/m³. Η μέση τιμή PM_{2.5} στις κατοικίες για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα 37.3 μg/m³ και οι τιμές κυμαίνονται από 10.6 έως 282 μg/m³. Στα Σχήματα 61 έως 62 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές PM ανά κατοικία συμμετέχοντα.

Σχήμα 61: Μέση τιμή συγκέντρωσης PM ανά κατοικία (I)



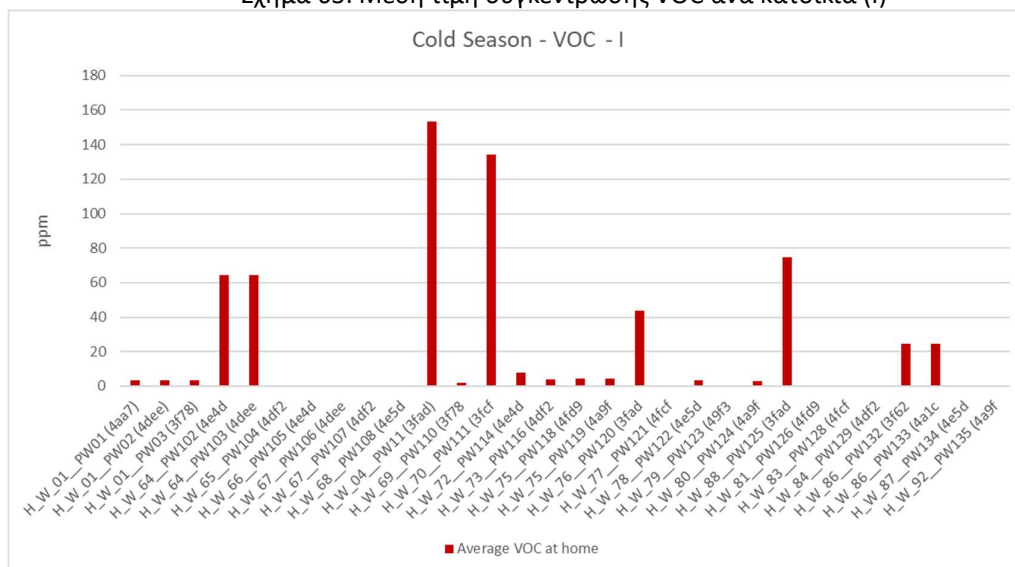
Σχήμα 62: Μέση τιμή συγκέντρωσης PM ανά κατοικία (II)



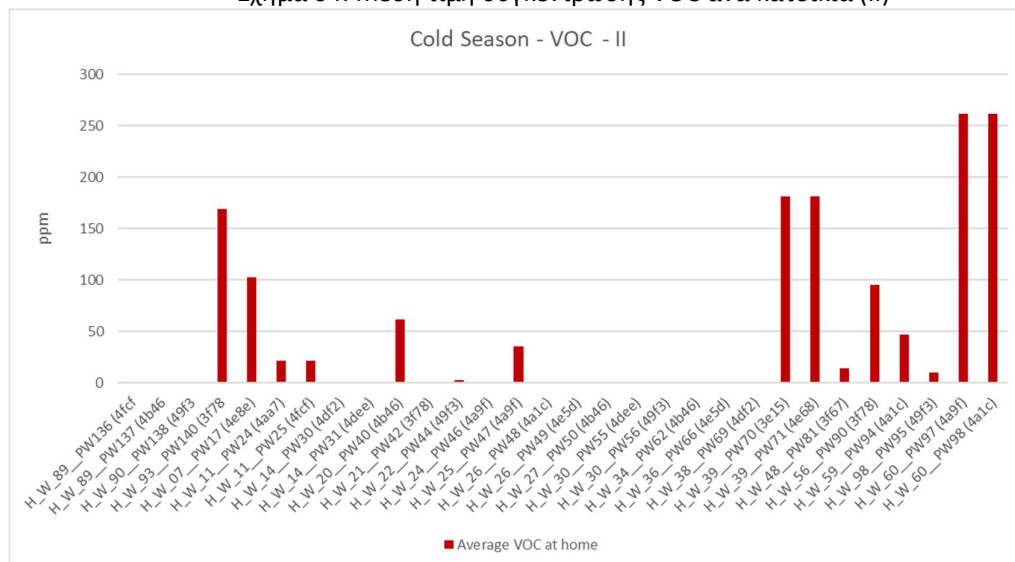
3.3.1.2. VOCs

Στις συγκεντρώσεις πτητικών οργανικών ενώσεων VOCs παρατηρούνται διακυμάνσεις μεταξύ των κατοικιών των συμμετεχόντων. Η μέση τιμή VOCs στις κατοικίες για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα 36.1 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 262 ppb. Στα Σχήματα 63 έως 64 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές VOCs ανά κατοικία συμμετέχοντα.

Σχήμα 63: Μέση τιμή συγκέντρωσης VOC ανά κατοικία (I)



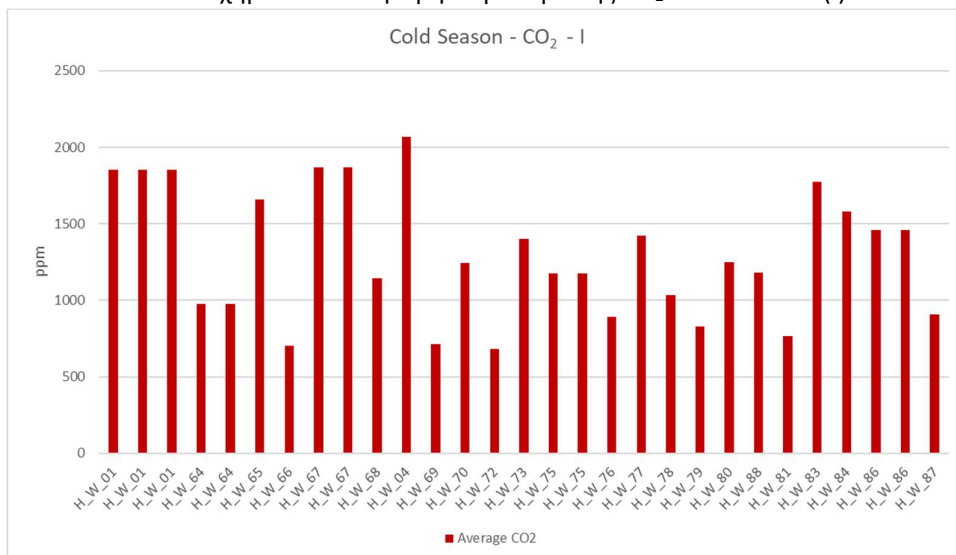
Σχήμα 64: Μέση τιμή συγκέντρωσης VOC ανά κατοικία (II)



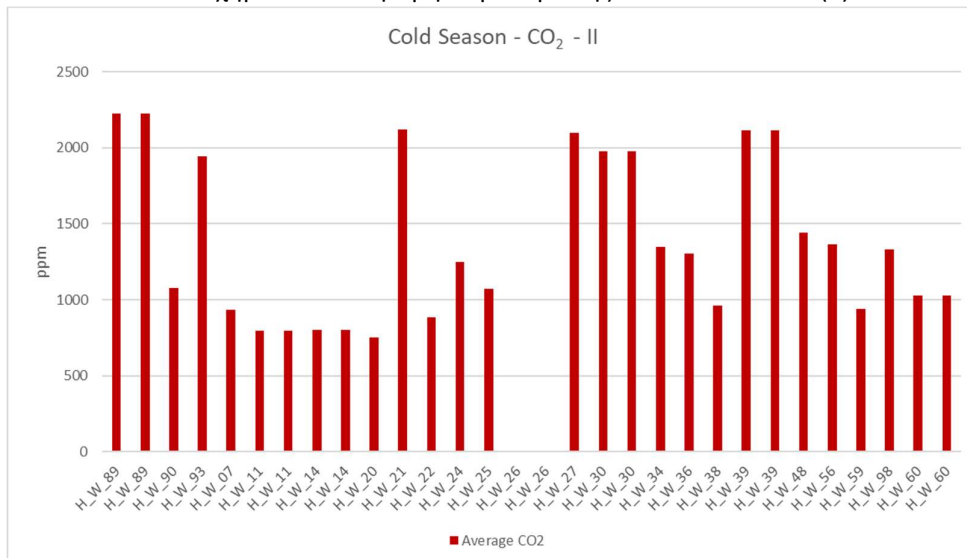
3.3.1.3. CO₂

Στις συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα CO₂ παρατηρούνται διακυμάνσεις αναμεσα στις κατοικίες των συμμετεχόντων και υψηλές τιμές (> 1500 ppm) σε ορισμένες περιπτώσεις όπως HW1, HW65, HW67, HW04 και HW83. Η μέση τιμή CO₂ στις κατοικίες για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα 1340 ppm και οι τιμές κυμαίνονται από 684 έως 2223 ppm. Στα Σχήματα 65 και 66 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές CO₂ ανά κατοικία.

Σχήμα 65: Μέση τιμή συγκέντρωσης CO₂ ανά κατοικία (I)



Σχήμα 66: Μέση τιμή συγκέντρωσης CO₂ ανά κατοικία (II)



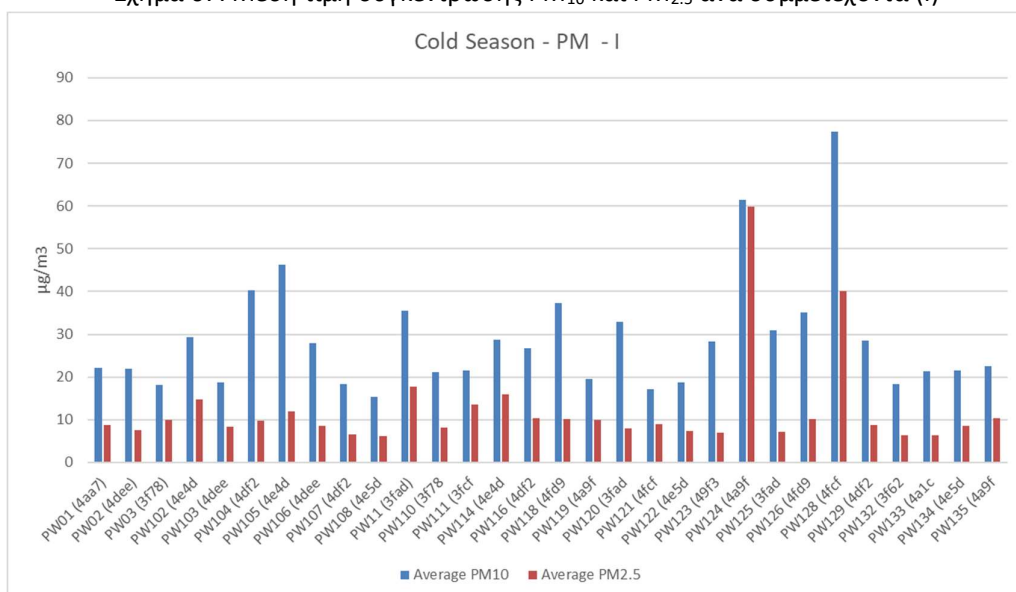
3.3.2. Μετρήσεις προσωπικής έκθεσης

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μέσες τιμές συγκέντρωσης από τους ρύπους που μετρήθηκαν από τους φορητούς αισθητήρες για την εκτίμηση της προσωπικής τους έκθεσης κατά την διάρκεια της ψυχρής περιόδου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ανά συμμετέχοντα για τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ και PM_{2.5}, πτητικών οργανικών ενώσεων VOCs και διοξείδιο του αζώτου NO₂, μετά την διόρθωση των τιμών (βλ. αναλυτικά στο Παραδοτέο 2.2).

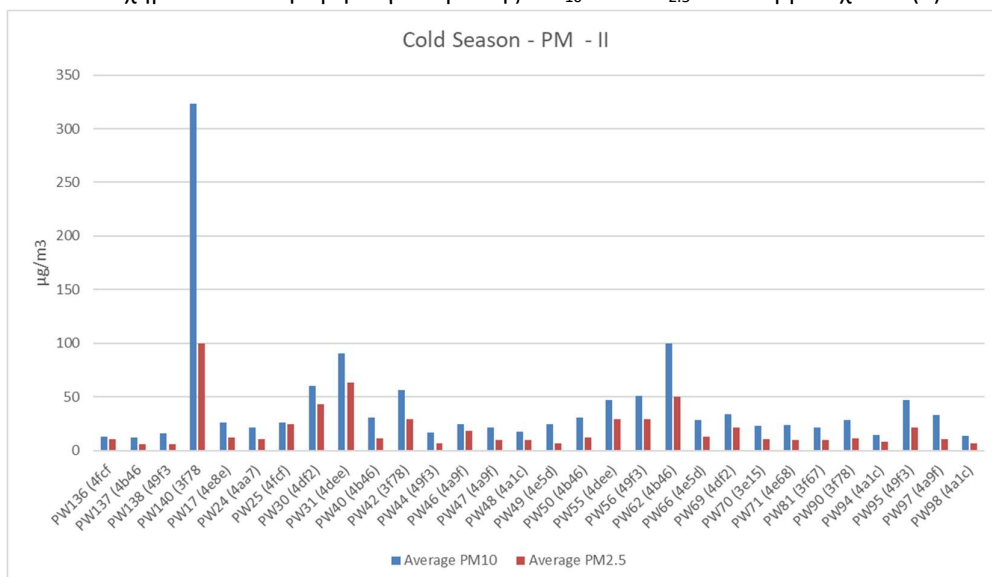
3.3.2.1. PM

Στις συγκεντρώσεις αιρούμενων σωματιδίων PM_{10} / $PM_{2.5}$ παρατηρούνται διακυμάνσεις μεταξύ των συμμετεχόντων. Η μέση τιμή PM_{10} για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα $35.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και οι τιμές κυμαίνονται από 2.6 έως $2618 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η μέση τιμή $PM_{2.5}$ για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα $16.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και οι τιμές κυμαίνονται από 5.4 έως $343 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Στα Σχήματα 67 και 68 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές PM ανά συμμετέχοντα.

Σχήμα 67: Μέση τιμή συγκέντρωσης PM_{10} και $PM_{2.5}$ ανά συμμετέχοντα (I)



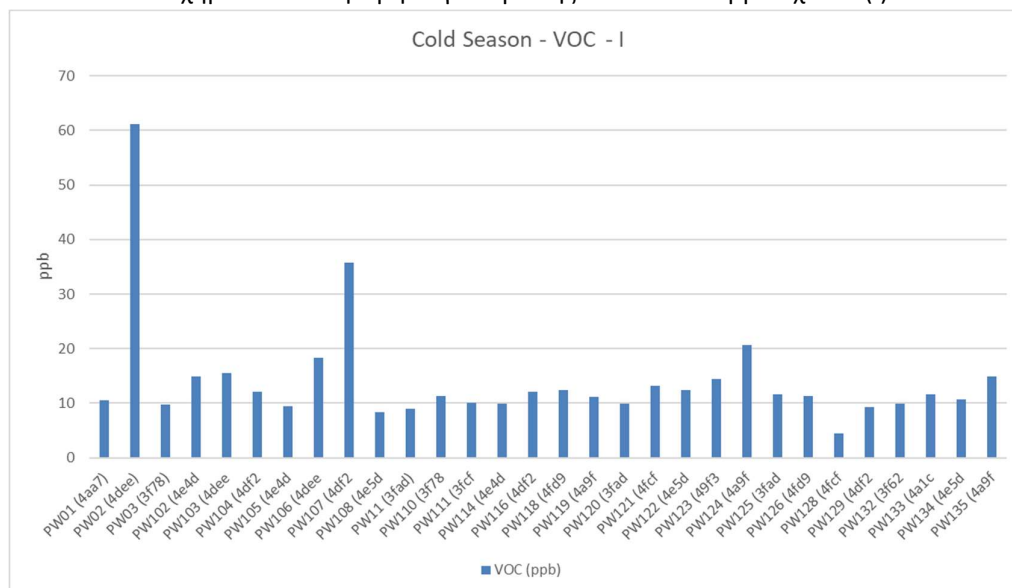
Σχήμα 68: Μέση τιμή συγκέντρωσης PM_{10} και $PM_{2.5}$ ανά συμμετέχοντα (II)



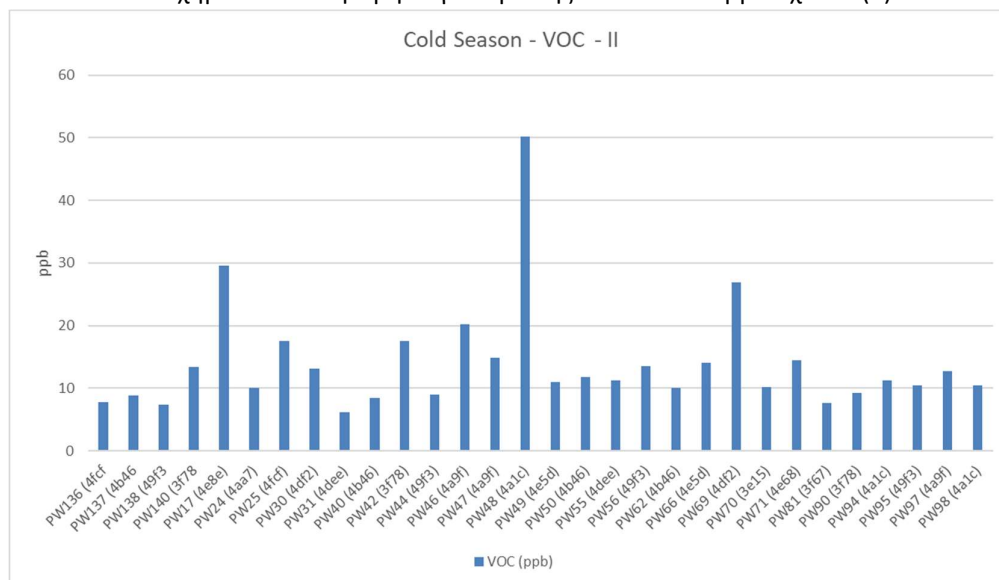
3.3.2.2. VOCs

Στις συγκεντρώσεις πτητικών οργανικών ενώσεων VOCs παρατηρείται μια ομοιογενής εικόνα με μικρές διαφοροποιήσεις κατά την διάρκεια της ψυχρής περιόδου εκτός από συγκεκριμένες περιπτώσεις όπως οι συμμετέχοντες PW02, PS107 και PW124. Η μέση τιμή VOCs για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα 14.1 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0.3 έως 3011 ppb. Στα Σχήματα 69 και 70 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές VOCs ανά συμμετέχοντα.

Σχήμα 69: Μέση τιμή συγκέντρωσης VOCs ανά συμμετέχοντα (I)



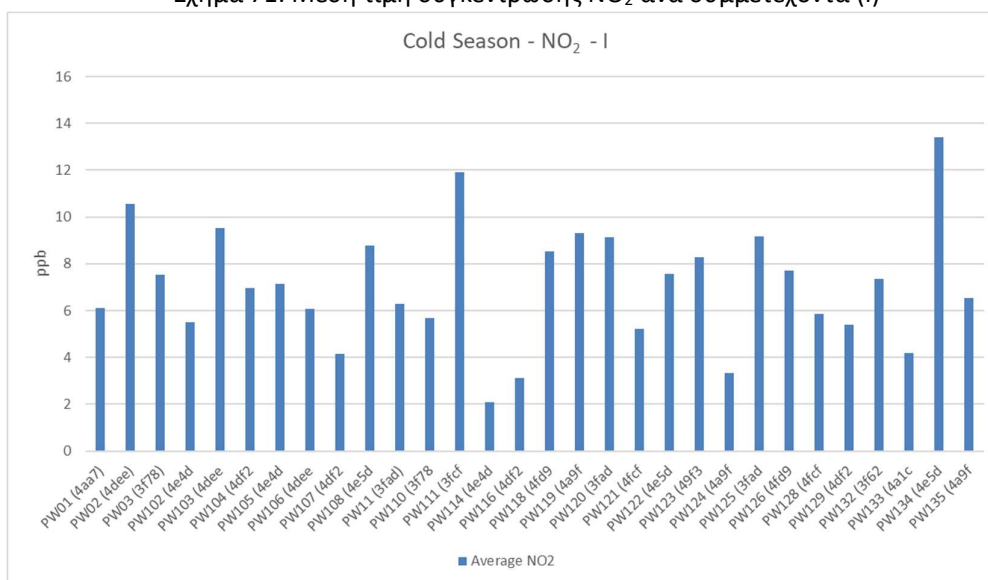
Σχήμα 70: Μέση τιμή συγκέντρωσης VOCs ανά συμμετέχοντα (II)



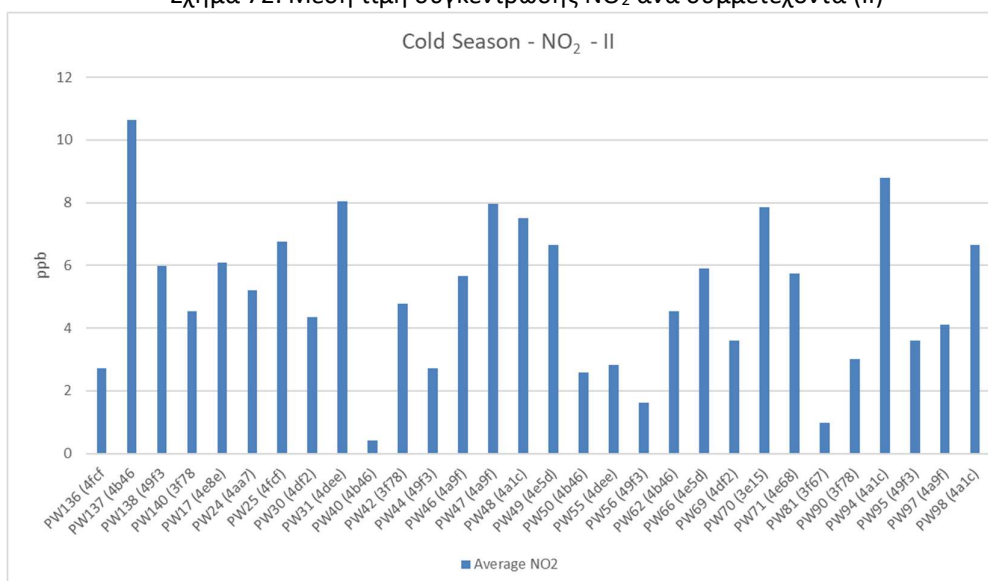
3.3.2.3. NO₂

Στις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου NO₂ παρατηρούνται διακυμάνσεις αναμεσα στους συμμετέχοντες. Η μέση τιμή NO₂ για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα 6.1 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από μη ανιχνεύσιμο έως 95.4 ppb. Στα Σχήματα 71 και 72 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές NO₂ ανά συμμετέχοντα.

Σχήμα 71: Μέση τιμή συγκέντρωσης NO₂ ανά συμμετέχοντα (I)



Σχήμα 72: Μέση τιμή συγκέντρωσης NO₂ ανά συμμετέχοντα (II)



3.4. Συνολική Αποτίμηση Προσωπικής Έκθεσης και Οικιών

3.4.1. Αποτίμηση της προσωπικής έκθεσης σε ρύπους μέσω του δείκτη AQI

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τους φορητούς αισθητήρες για την Θερμή και Ψυχρή περίοδο, χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του δείκτη AQI (Air Quality Index) σύμφωνα με τον Οργανισμό Προστασίας του Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών (US.EPA of Office of Air Quality Planning and Standards). Ο δείκτης AQI είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται διεθνώς για την προστασία της δημόσιας υγείας. Ο βασικός σκοπός του δείκτη AQI είναι να παρέχει πληροφορίες σχετικά με ποιότητα του αέρα. Είναι ένας εύκολος τρόπος έκφρασης πολύπλοκων δεδομένων αέριων ρύπων σε αριθμητική κλίμακα ή σε κατηγορίες χρωμάτων, σε συνάρτηση με την ποιότητα του αέρα. Ως αποτέλεσμα να υπάρχει πολύ καλύτερη και άμεση ανταπόκριση από τους ανθρώπους και τους φορείς στις αλλαγές συγκέντρωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων (πχ. επεισόδια εκπομπών από μηχανές εσωτερικής καύσης, φωτιών - φυσικών καταστροφών), όπως στην πρόληψη και την λήψη αποφάσεων και μέτρων αντιμετώπιση των μεταβολών αυτών. Ο δείκτης εφαρμόστηκε και παρουσιάζεται για τους ρύπους PM₁₀, PM_{2.5} και NO₂ καθώς από τους οργανισμούς για την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας (US.EPA, WHO) δεν έχει υπολογιστεί για όλους τους ρύπους, συνεπώς η εφαρμογή του και η αποτίμηση της ποιότητας του αέρα είναι περιορισμένη για συγκεκριμένους ρύπους (Πίνακας 1). Αναλυτικά ο υπολογισμός για τον κάθε συμμετέχοντα παρουσιάζεται στο Παραδοτέο Π4.1.

Πίνακας 1: Δείκτης AQI για την έκθεση σε PM₁₀, PM_{2.5} και NO₂ ανά περίοδο

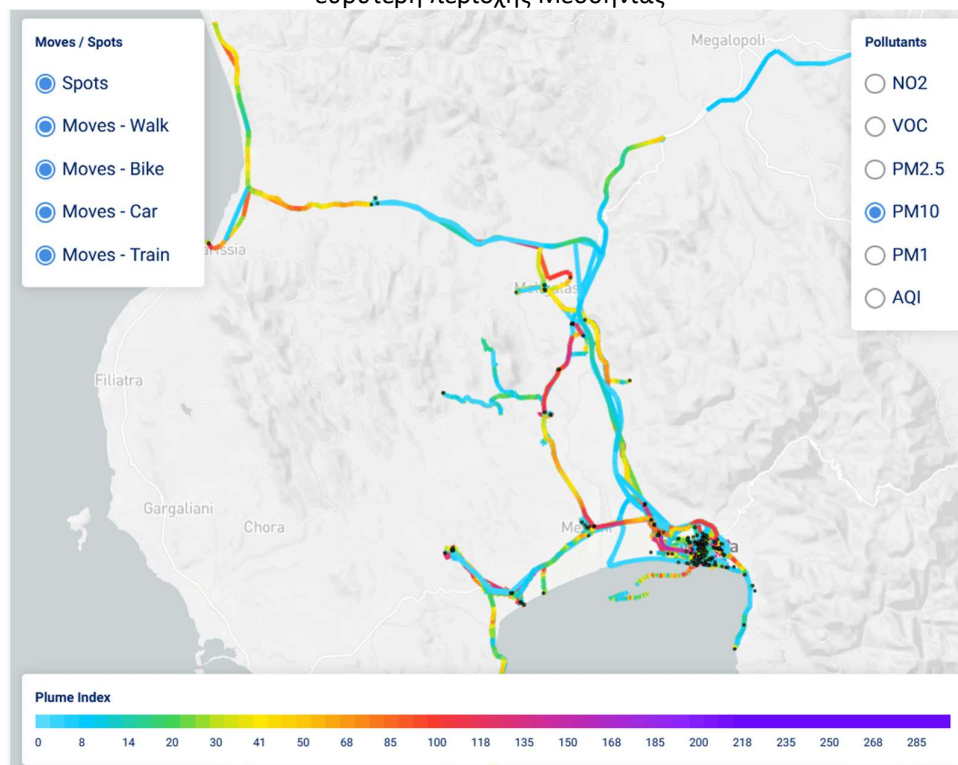
Χρώμα δείκτη AQI	Επίπεδο επικινδυνότητας	Τιμές του δείκτη	Περιγραφή της ποιότητας του αέρα	PM ₁₀		PM _{2.5}		NO ₂	
				Θερμή περίοδος	Ψυχρή περίοδος	Θερμή περίοδος	Ψυχρή περίοδος	Θερμή περίοδος	Ψυχρή περίοδος
Πράσινο	Καλό	0 – 50	Η ποιότητα του αέρα είναι ικανοποιητική και η αέρια ρύπανση ενέχει λίγο ή καθόλου κίνδυνο.	77.1%	89.3%	65.1%	65.3%	99.5%	99.9%
Κίτρινο	Μέτριο	51 – 100	Η ποιότητα του αέρα είναι αποδεκτή. Ωστόσο, υπάρχει πιθανό ρίσκο για κάποιους ανθρώπους και συγκεκριμένα για εκείνους που είναι πιο ευπαθείς στους αέριους ρύπους	15.8%	8.0%	22.8%	26.0%	0.3%	0.1%
Πορτοκαλί	Ανθυγιεινό για ευαίσθητες ομάδες	101 – 150	Άνθρωποι των ευπαθών ομάδων πιθανόν να εμφανίσουν επιπτώσεις στην υγεία. Ο γενικός πληθυσμός είναι λιγότερο πιθανόν να επηρεαστεί.	5.2%	1.6%	6.0%	6.0%	0.2%	0.0%
Κόκκινο	Ανθυγιεινό	151 – 200	Μέρος γενικού πληθυσμού είναι πιθανόν να εμφανίσει επιπτώσεις στην υγεία και για άτομα των ευπαθών ομάδων υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να εμφανίσουν πιο σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία.	1.3%	0.3%	5.8%	2.7%	0.0%	0.0%
Μωβ	Πολύ Ανθυγιεινό	201 – 300	Συναγερμός υγείας. Η επικινδυνότητα για επιπτώσεις στην υγεία είναι αυξημένη για όλους.	0.5%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%
Καφέ	Επικίνδυνο	301≥	Προειδοποίηση υγείας για έκτακτες καταστάσεις: όλοι οι άνθρωποι είναι πιθανότερο να επηρεαστούν.	0%	0.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

3.4.2. Χάρτες συγκεντρώσεων ρύπων προσωπικής έκθεσης

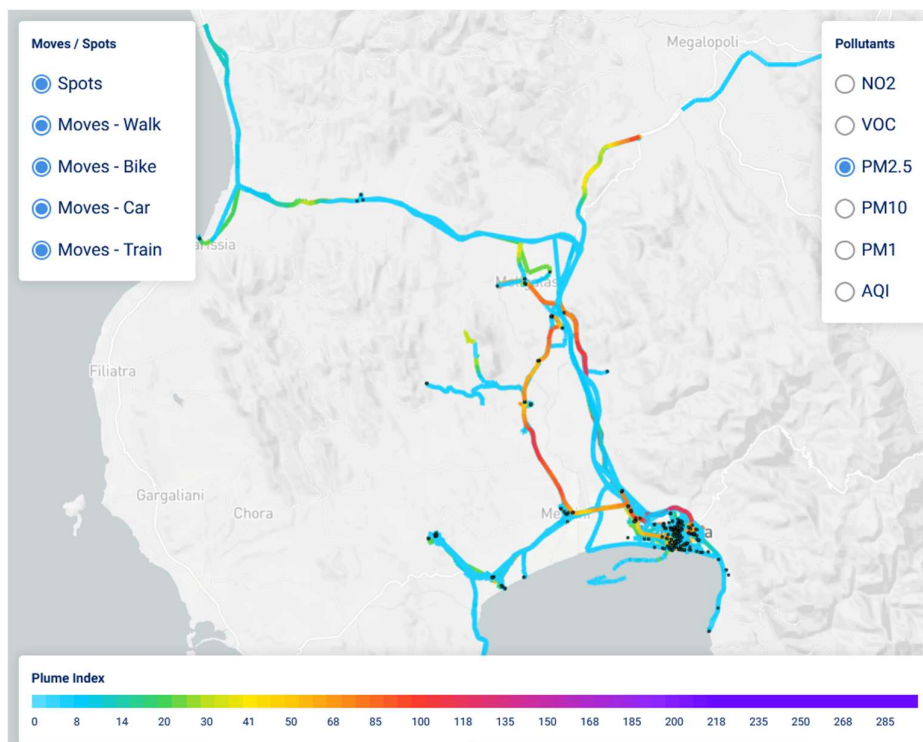
3.4.2.1. Χάρτες θερμής περιόδου

Για την γραφική αναπαράσταση της προσωπικής έκθεσης των συμμετεχόντων δημιουργήθηκαν χάρτες συγκεντρώσεων ανά ρύπο. Στα Σχήματα 73 έως 76 παρουσιάζεται η μέση τιμή της συνολικής έκθεσης όλων των συμμετεχόντων της θερμής περιόδου PM_{10} , $PM_{2.5}$, VOCs και NO_2 στην ευρύτερη περιοχή της Μεσσηνίας. Αντίστοιχα στα Σχήματα 77 έως 80 παρουσιάζεται η μέση συνολική έκθεση όλων των συμμετεχόντων της θερμής περιόδου για τους ρύπους PM_{10} , $PM_{2.5}$, VOCs και NO_2 στην πόλη της Καλαμάτας. Οι προσωπικοί χάρτες των συμμετεχόντων παρέχονται αναλυτικά στο Παραδοτέο Π4.1.

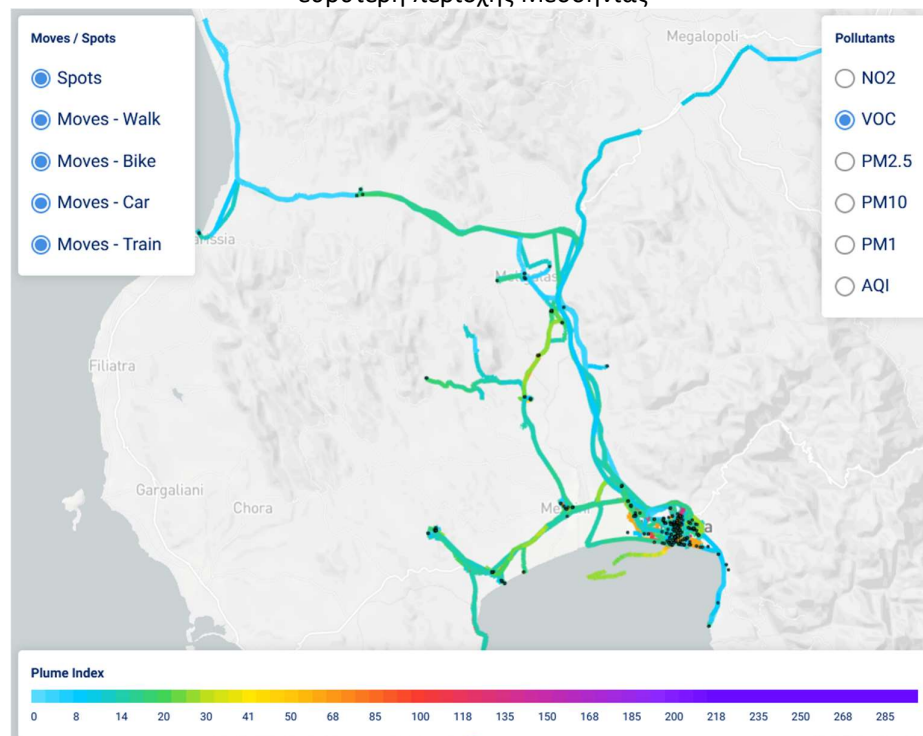
Σχήμα 73: Χάρτης συγκέντρωσης PM_{10} συνολικού δείγματος κατά την θερμή περίοδο στην ευρύτερη περιοχή Μεσσηνίας



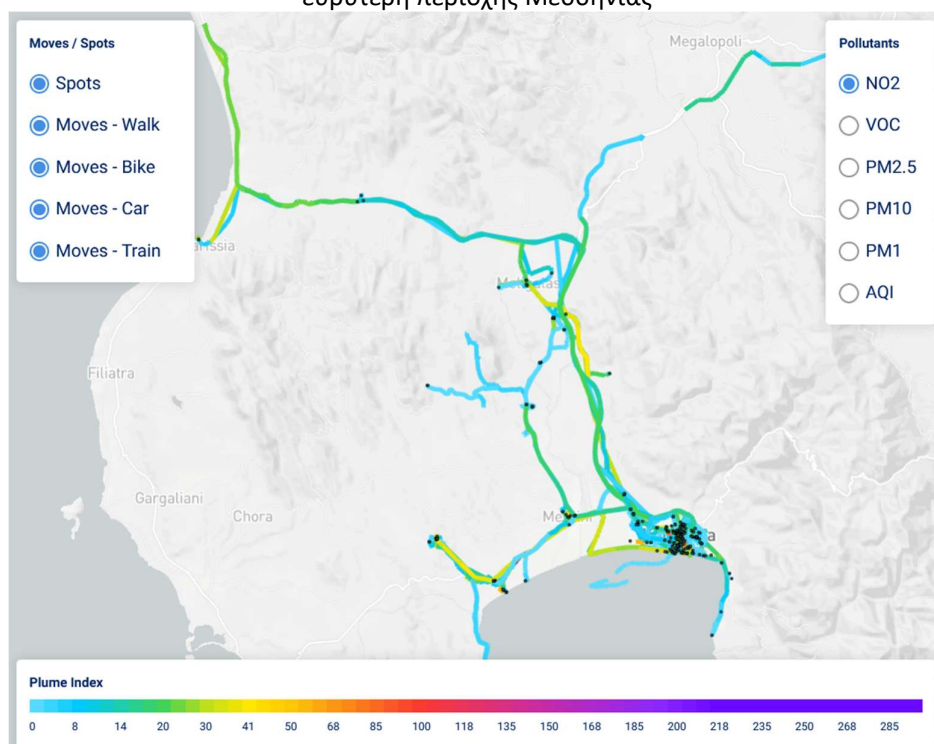
Σχήμα 74: Χάρτης συγκέντρωσης PM_{2.5} συνολικού δείγματος κατά την θερμή περίοδο στην ευρύτερη περιοχή Μεσσηνίας



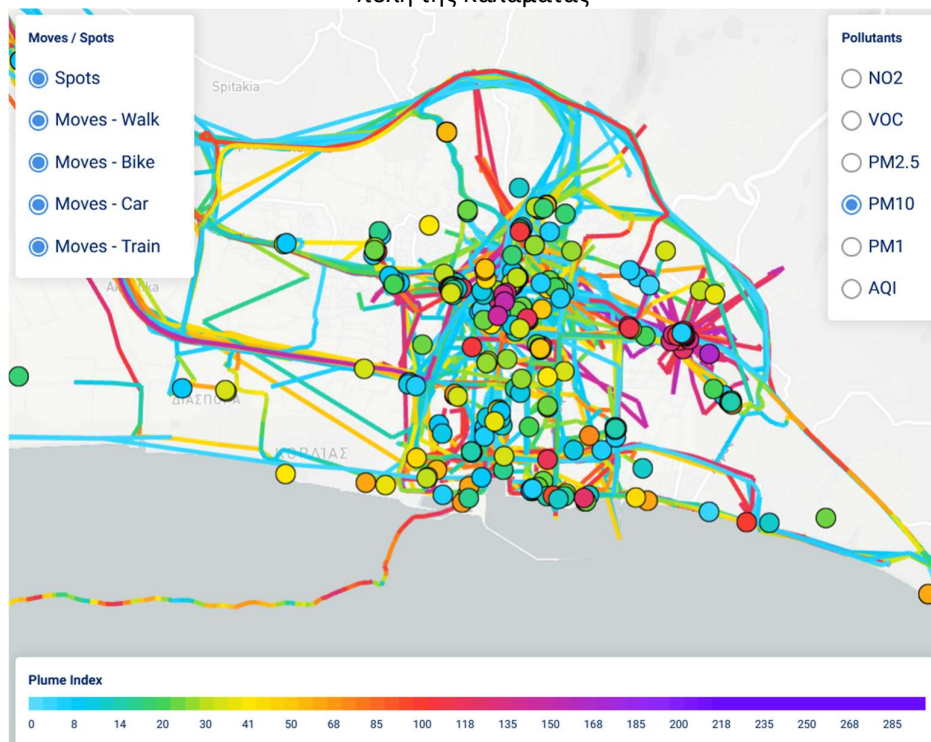
Σχήμα 75: Χάρτης συγκέντρωσης VOCs συνολικού δείγματος κατά την θερμή περίοδο στην ευρύτερη περιοχή Μεσσηνίας



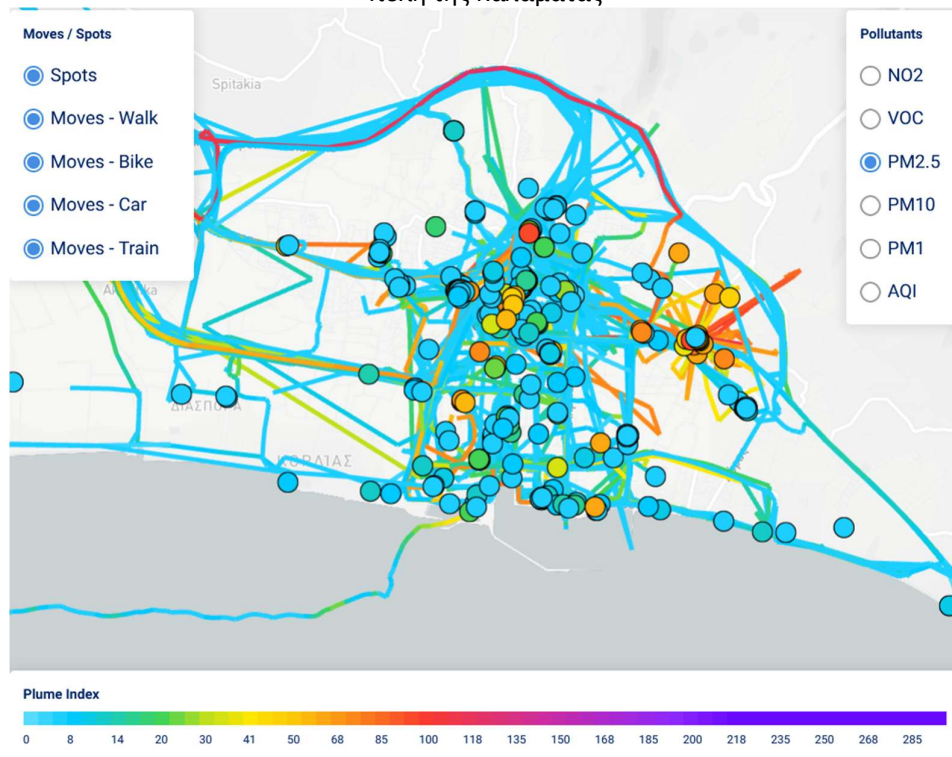
Σχήμα 76: Χάρτης συγκέντρωσης NO₂ συνολικού δείγματος κατά την θερμή περίοδο στην ευρύτερη περιοχή Μεσσηνίας



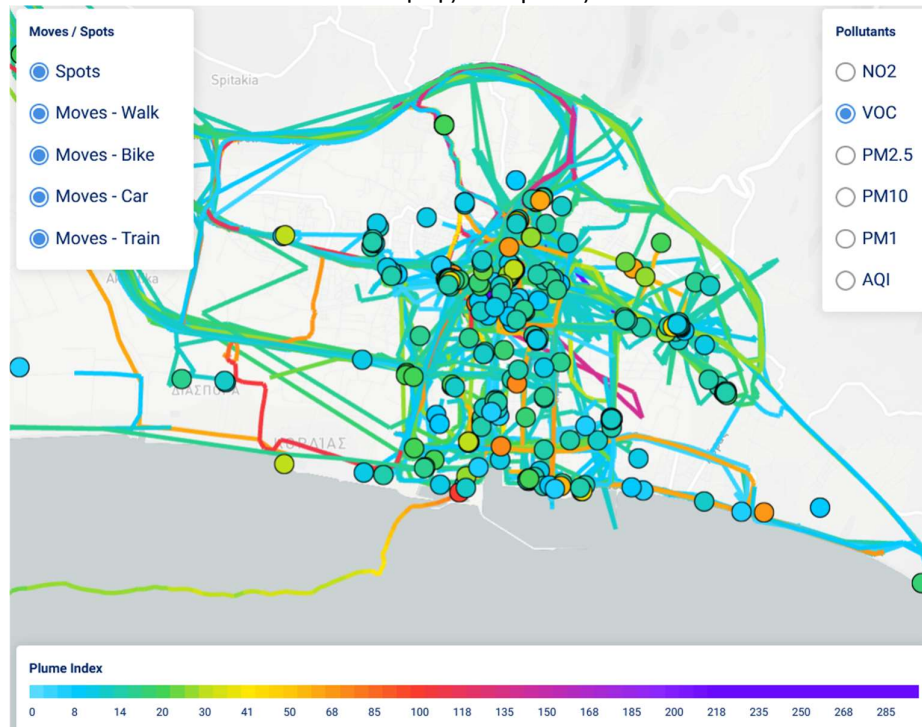
Σχήμα 77: Χάρτης συγκέντρωσης PM₁₀ συνολικού δείγματος κατά την θερμή περίοδο στην πόλη της Καλαμάτας



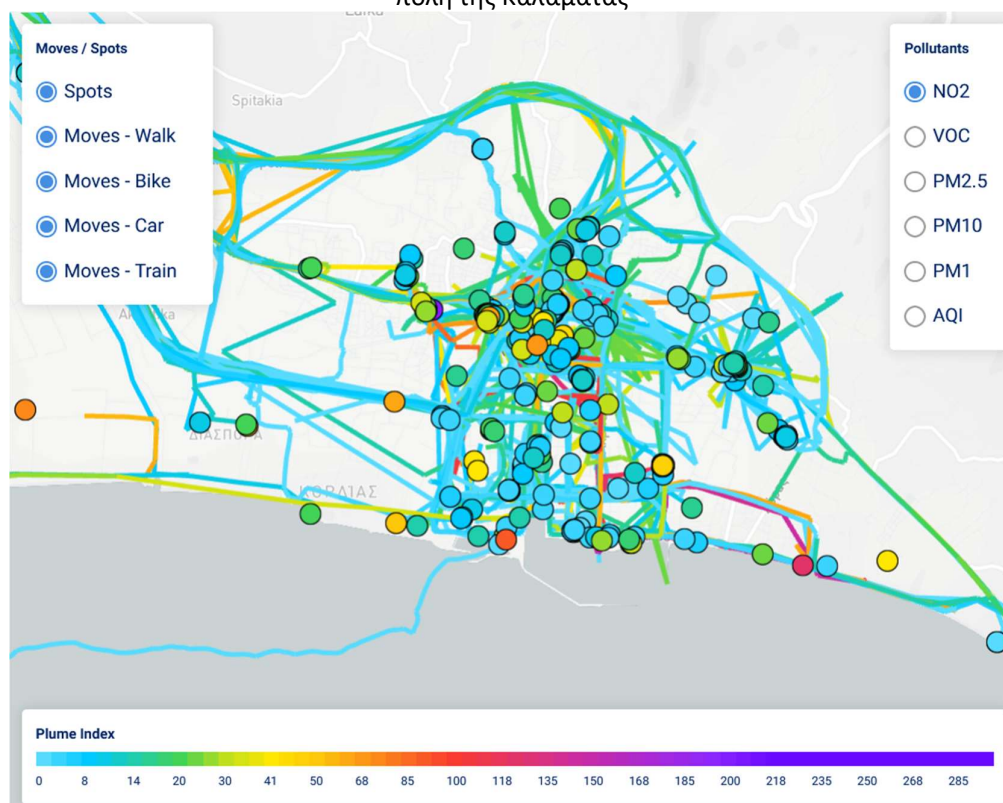
Σχήμα 78: Χάρτης συγκέντρωσης $PM_{2.5}$ συνολικού δείγματος κατά την θερμή περίοδο στην πόλη της Καλαμάτας



Σχήμα 79: Χάρτης συγκέντρωσης VOCs συνολικού δείγματος κατά την θερμή περίοδο στην πόλη της Καλαμάτας



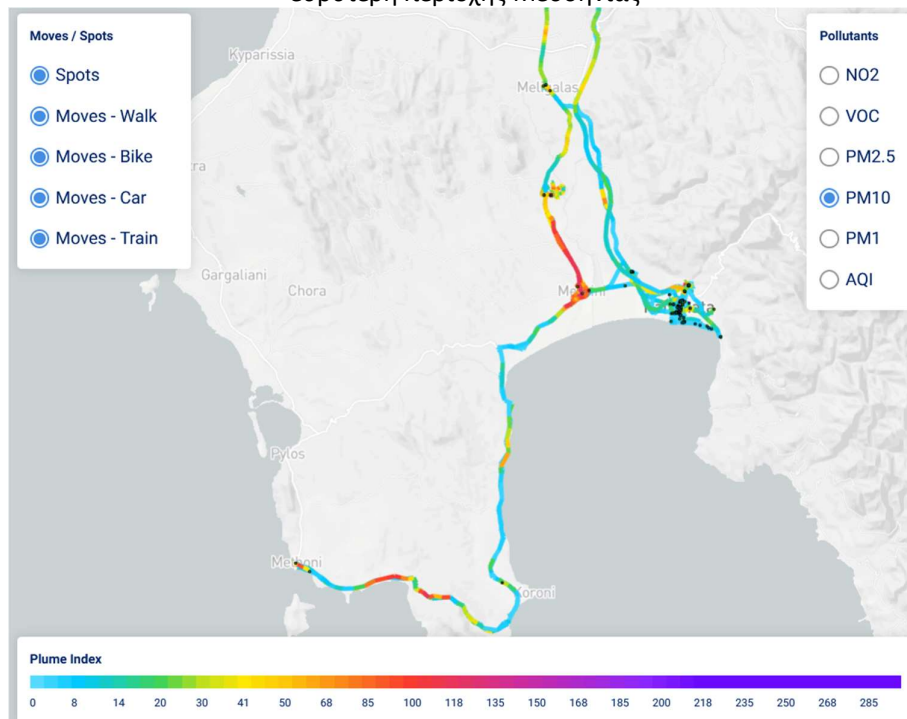
Σχήμα 80: Χάρτης συγκέντρωσης NO₂ συνολικού δείγματος κατά την θερμή περίοδο στην πόλη της Καλαμάτας



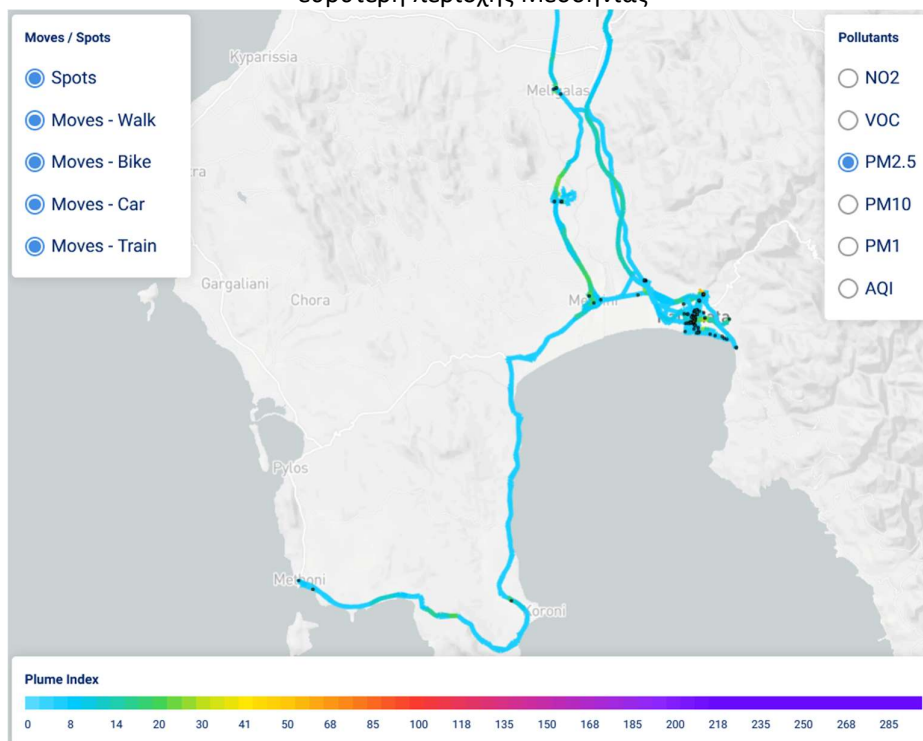
3.4.2.2. Χάρτες ψυχρής περιόδου

Στα Σχήματα 81 έως 84 παρουσιάζεται η μέση συνολική έκθεση όλων των συμμετεχόντων της ψυχρής περιόδου PM₁₀, PM_{2.5}, VOCs και NO₂ στην ευρύτερη περιοχή Μεσσηνίας. Αντίστοιχα στα Σχήματα 85 έως 88 παρουσιάζεται η μέση συνολική έκθεση όλων των συμμετεχόντων της ψυχρής περιόδου για τους ρύπους PM₁₀, PM_{2.5}, VOCs και NO₂ στην πόλη της Καλαμάτας. Οι προσωπικοί χάρτες των συμμετεχόντων παρέχονται αναλυτικά στο Παραδοτέο Π4.1.

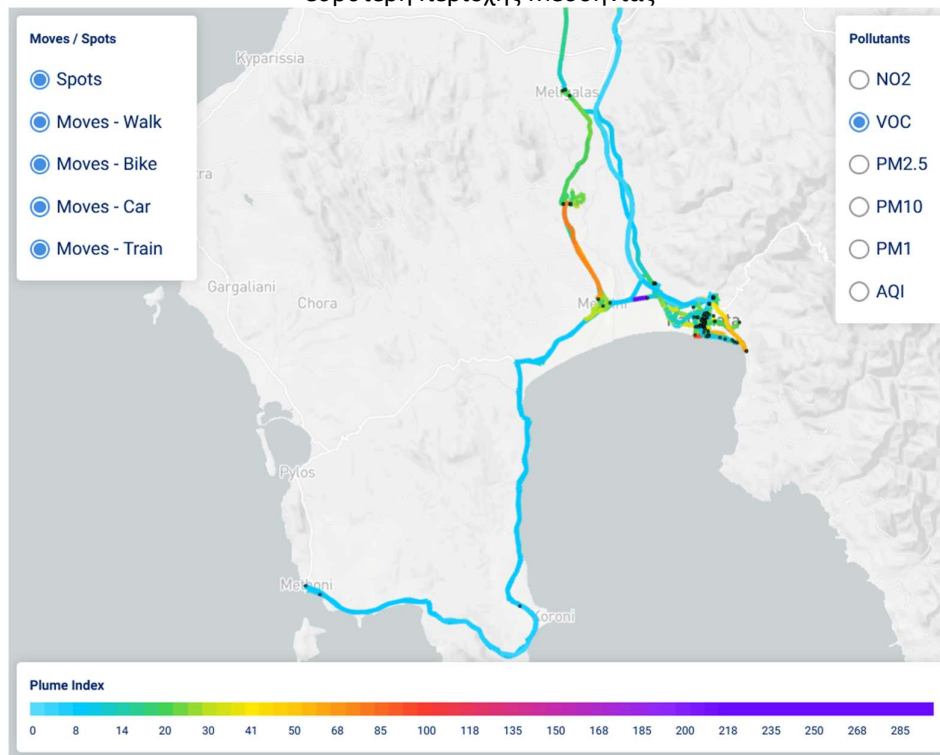
Σχήμα 81: Χάρτης συγκέντρωσης PM_{10} συνολικού δείγματος κατά την ψυχρή περίοδο στην ευρύτερη περιοχή Μεσσηνίας



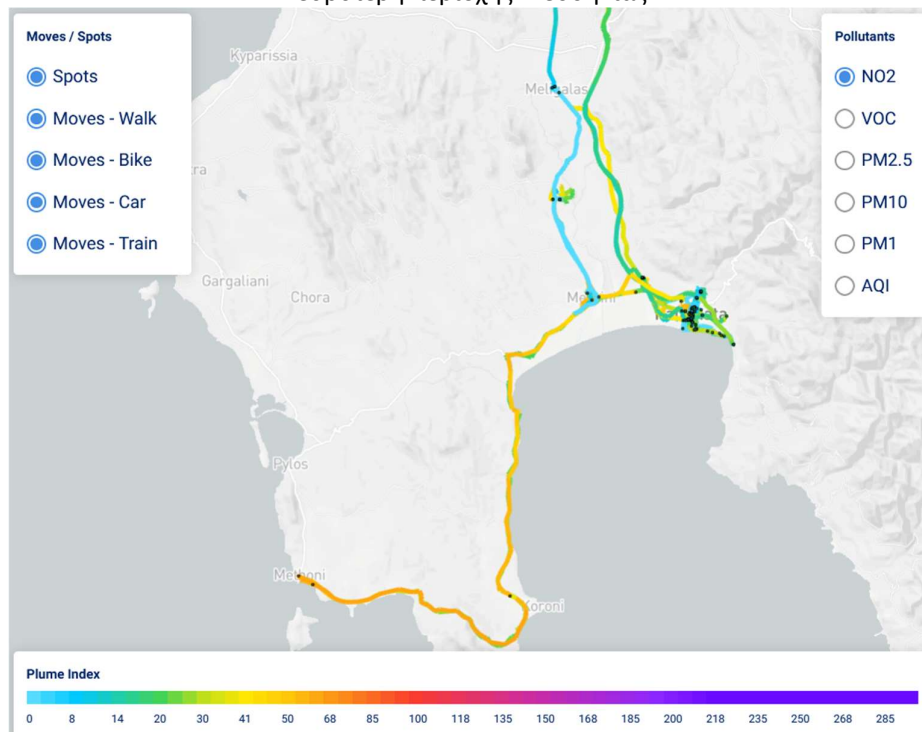
Σχήμα 82: Χάρτης συγκέντρωσης $PM_{2.5}$ συνολικού δείγματος κατά την ψυχρή περίοδο στην ευρύτερη περιοχή Μεσσηνίας



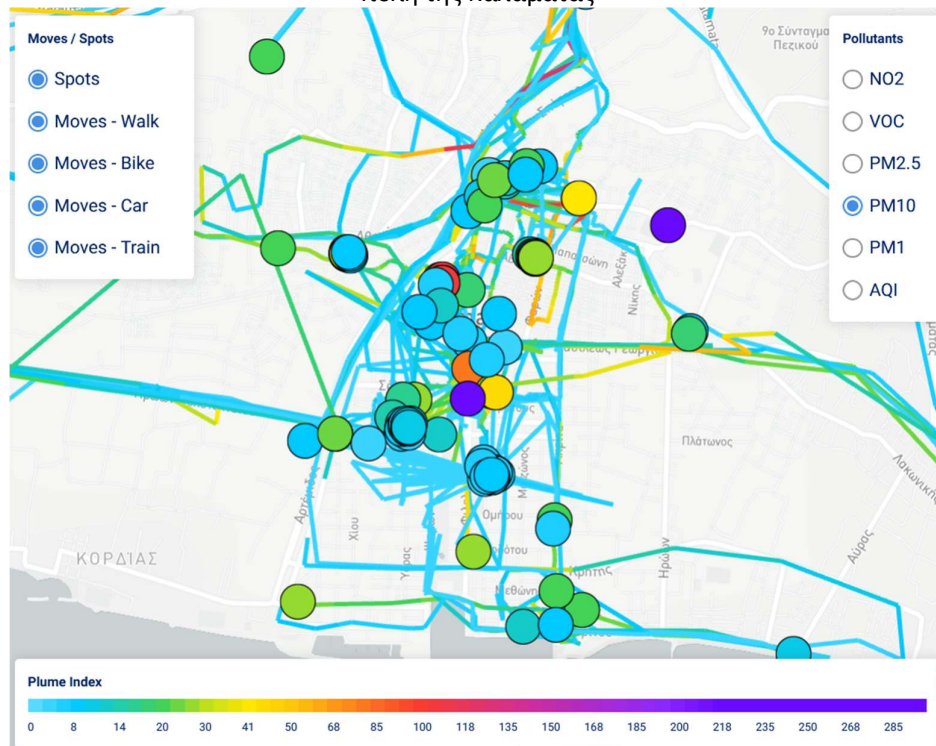
Σχήμα 83: Χάρτης συγκέντρωσης VOCs συνολικού δείγματος κατά την ψυχρή περίοδο στην ευρύτερη περιοχή Μεσσηνίας



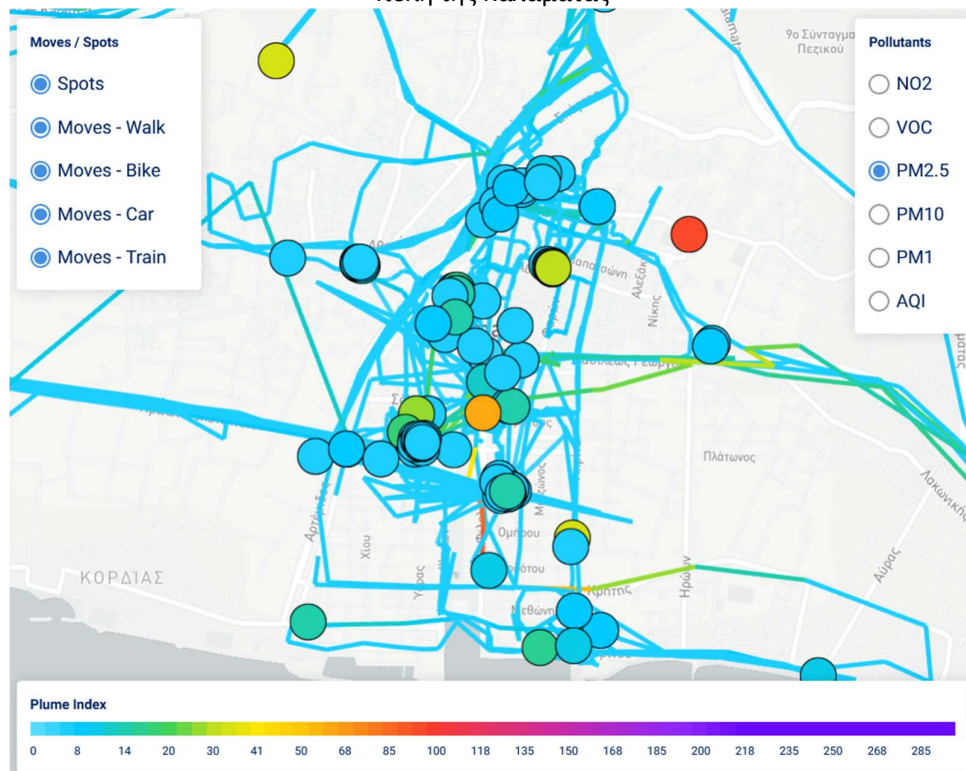
Σχήμα 84: Χάρτης συγκέντρωσης NO₂ συνολικού δείγματος κατά την ψυχρή περίοδο στην ευρύτερη περιοχή Μεσσηνίας



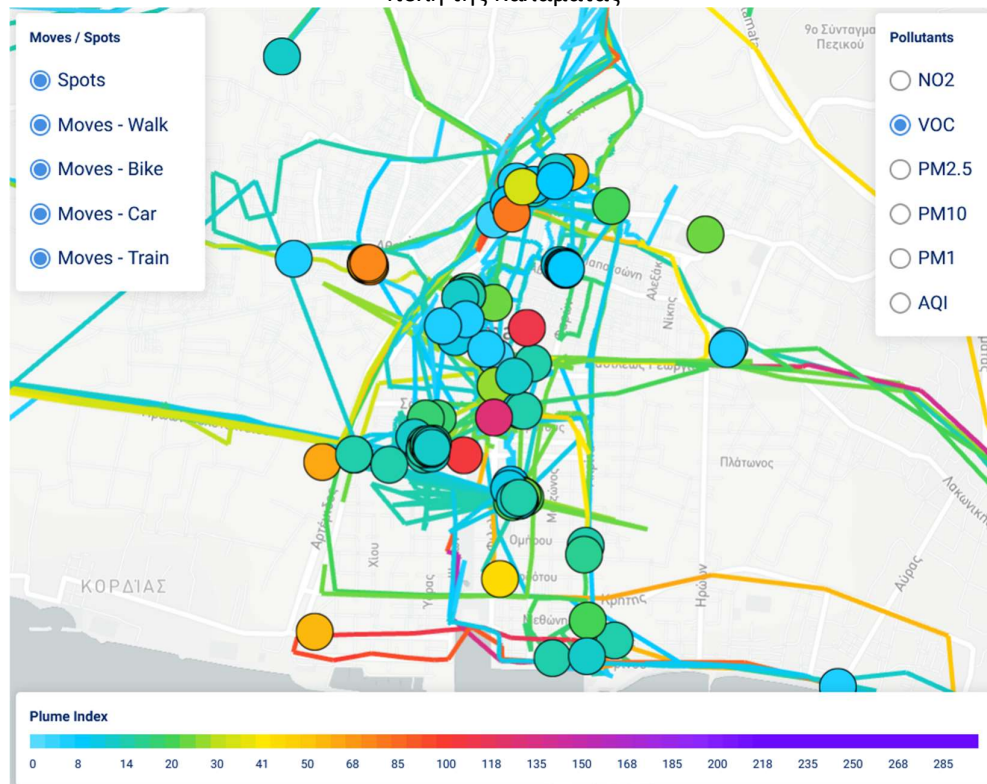
Σχήμα 85: Χάρτης συγκέντρωσης PM_{10} συνολικού δείγματος κατά την ψυχρή περίοδο στην πόλη της Καλαμάτας



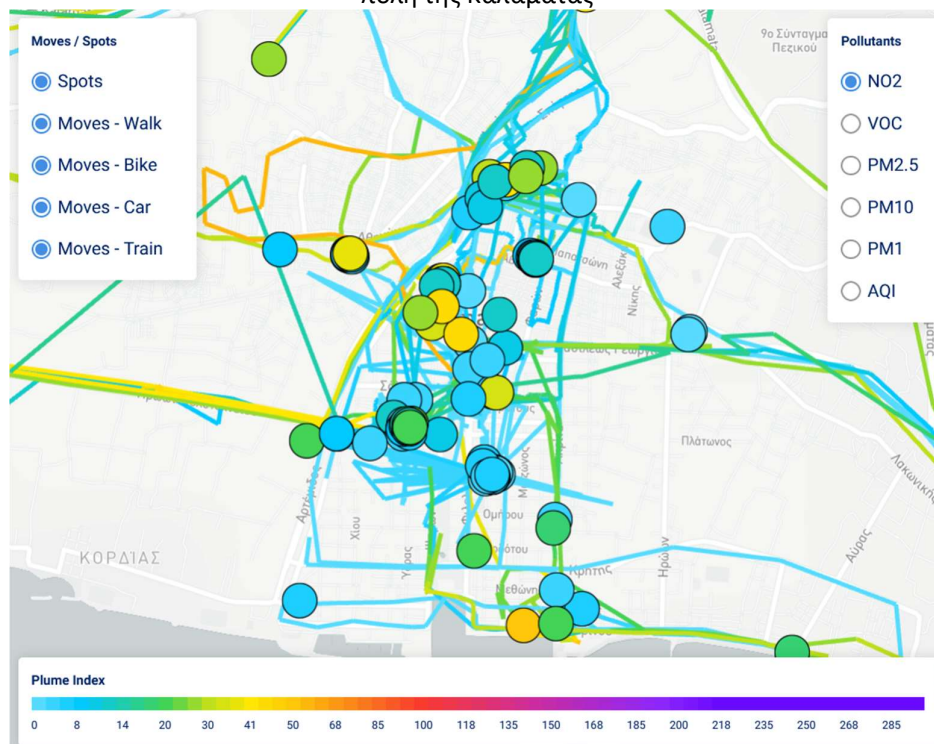
Σχήμα 86: Χάρτης συγκέντρωσης $PM_{2.5}$ συνολικού δείγματος κατά την ψυχρή περίοδο στην πόλη της Καλαμάτας



Σχήμα 87: Χάρτης συγκέντρωσης VOCs συνολικού δείγματος κατά την ψυχρή περίοδο στην πόλη της Καλαμάτας



Σχήμα 88: Χάρτης συγκέντρωσης NO₂ συνολικού δείγματος κατά την ψυχρή περίοδο στην πόλη της Καλαμάτας

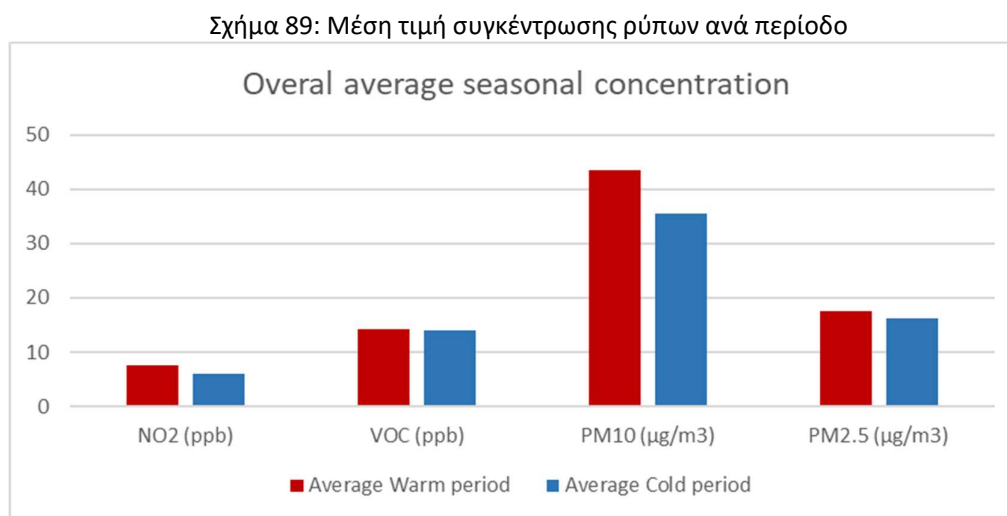


3.5. Παράγοντες που επηρεάζουν την προσωπική έκθεση

3.5.1. Εποχική διακύμανση

3.5.1.1. Σύγκριση μέσων όρων συγκεντρώσεων ρύπων θερμής και ψυχρής περιόδου

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο περιόδους, την θερμή (Ιούνιος 2022-Οκτώβριος 2022) και τη ψυχρή (Νοέμβριος 2022-Μάρτιος 2023). Παρατηρείται ότι η μέση συγκέντρωση NO_2 βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα κατά την θερμή περίοδο, οι πτητικές οργανικές ενώσεις κυμαίνονται στις ίδιες τιμές στις δύο περιόδους, ενώ τα αιωρούμενα σωματίδια PM_{10} και $\text{PM}_{2.5}$ σε μεγαλύτερη συγκέντρωση την θερμή περίοδο (Σχήμα 89).



Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι μέσοι όροι των ρύπων για τις δύο περιόδους συνολικά καθώς και οι τιμές p -values από το στατιστικό τεστ Mann-Whitney U-Test. Στατιστική σημαντικότητα (p -value < 0.05) με κριτήριο την περίοδο παρουσιάζεται για τις συγκεντρώσεις του NO_2 (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Μέσοι όροι των ρύπων για τις δύο περιόδους συνολικά

Ρύπος	Θερμή περίοδος	Ψυχρή περίοδος	P-value
NO_2 (ppb)	7.5 ± 0.40	6.1 ± 0.34	0.01
VOC (ppb)	14.2 ± 0.97	14.1 ± 1.22	0.702
PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	43.6 ± 4.51	35.6 ± 5.38	0.963
$\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	17.6 ± 1.74	16.3 ± 2.16	0.786

3.5.1.2. Σύγκριση μέσων όρων συγκεντρώσεων ρύπων θέρμης και ψυχρής περιόδου κοινών εθελοντών

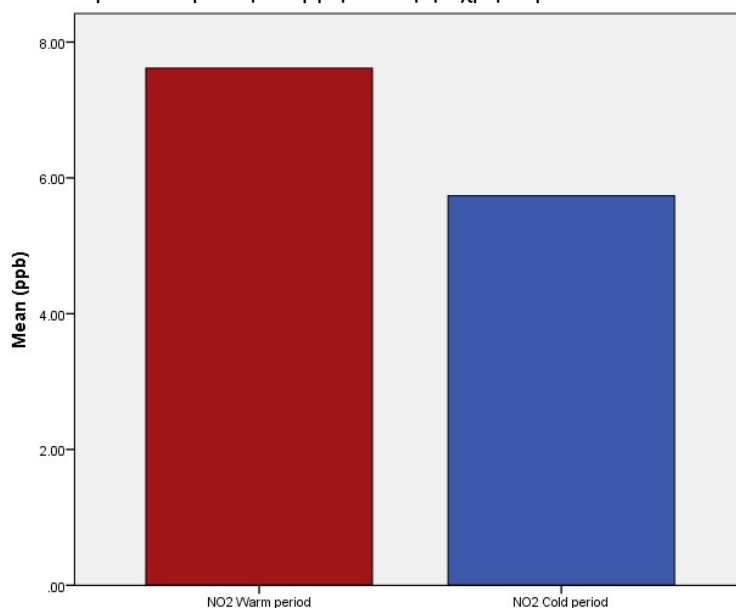
Οι κοινοί εθελοντές που συμμετείχαν στην θερμή και στη ψυχρή περίοδο ήταν συνολικά 36, ωστόσο μετά τον έλεγχο των μετρήσεων τόσο για πλήρη και επαρκή δεδομένα, τελικά επιλέχθηκαν 26 κοινοί εθελοντές, ώστε να γίνει μια αξιόπιστη σύγκριση στην προσωπική έκθεση αυτών των εθελοντών σε σχέση με την περίοδο έκθεσης σε ρύπους. Παρακάτω, στον Πίνακα 3 φαίνονται οι τιμές p-values για τους ρύπους ανά περίοδο, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των κοινών εθελοντών.

Πίνακας 3 : Wilcoxon paired test για την προσωπική έκθεση σε ρύπους της ομάδας των κοινών εθελοντών

Ρύπος	p-Value
NO ₂	0.038
VOC	0.253
PM ₁₀	0.175
PM _{2.5}	0.936

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα στον Πίνακα 2, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο για το διοξείδιο του αζώτου, στο οποίο η προσωπική έκθεση των κοινών εθελοντών ήταν μεγαλύτερη κατά την θερμή περίοδο. Στο Σχήμα 90 απεικονίζεται η διαφορά στους μέσους όρους του NO₂ κατά τις δύο περιόδους για τους κοινούς εθελοντές.

Σχήμα 90: Μέσοι όροι NO₂ για την θερμή και τη ψυχρή περίοδο των κοινών εθελοντών



3.5.2. Προσωπικές παράμετροι που επηρεάζουν την έκθεση σε ρύπους

Με βάση τα ερωτηματολόγια συμμετεχόντων έγιναν οι ακόλουθοι διαχωρισμοί ανάλογα με την κάθε παράμετρο, ώστε να ελεγχθεί η στατιστική σημαντικότητα στην προσωπική έκθεση στους ρύπους αναμεσά στις διαφορετικές υποκατηγορίες:

- Φύλο: α) Άνδρες και β) Γυναίκες
- Περιοχή: α) Καλαμάτα και β) Υπόλοιπες Περιοχές
- Ηλικία: α) 18γ,30γ, β) 30γ-45γ, γ) 45γ-65γ και δ) >65γ
- Επαγγελματική κατάσταση: α) Εργαζόμενοι και β) Άνεργοι (συμπεριλαμβάνονται οι Φοιτητές, Συνταξιούχοι, Οικιακά)
- Εκπαιδευτικό επίπεδο: α) Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, β) Δευτεροβάθμια εκπαίδευση και γ) Ανώτατη εκπαίδευση
- Οικογενειακή κατάσταση: α) Παντρεμένοι και β) Μη παντρεμένοι
- Χρόνος εντός του εργασιακού χώρου τις καθημερινές: α) 0-6h και β) 6h-12h
- Χρόνος εντός του εργασιακού χώρου τα Σαββατοκύριακα: α) 0-5h και β) 5h-10h
- Τύπος εργασιακού χώρου: α) Εσωτερικός, β) Εξωτερικός και γ) Και τα δύο
- Χρόνος σε εξωτερικό χώρο: α) 0-6h και β) 6h-12h
- Εργασία με βάρδιες: α) Ναι και β) Όχι
- Εργασία κατά τις βραδινές ώρες: α) Ναι και β) Όχι
- Χρόνος εντός του σπιτιού τις καθημερινές: α) 0-12h και β) 12h-24h
- Συχνότητα άθλησης: α) Ποτέ, β) 1-3 φορές/εβδομάδα και γ) >3 φορές/εβδομάδα
- Χώρος άθλησης: α) Εσωτερικός, β) Εξωτερικός και γ) Και τα δύο
- Μεταφορά με λεωφορείο/αυτοκίνητο/ποδήλατο/πόδια: α) Ναι και β) Όχι
- Κάπνισμα: α) Ναι και β) Όχι
- Παθήσεις (Υψηλή πίεση/ Άσθμα/ Ρινίτιδα/ Αλλεργίες) : α) Ναι και β) Όχι

Για τις παραμέτρους που χωρίστηκαν σε δύο ομάδες (π.χ. φύλο, περιοχή, μεταφορά, παθήσεις, κ.ο.κ.) χρησιμοποιήθηκε το Mann-Whitney U-Test. Για τις παραμέτρους που χωρίστηκαν σε παραπάνω από δύο ομάδες χρησιμοποιήθηκε το Kruskal-Wallis Test.

Στον Πίνακα 4 αναγράφονται οι τιμές p-values για κάθε ρύπο και για κάθε προσωπική παράμετρο για τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου.

Πίνακας 4: P-values στατιστικών τεστ για τις προσωπικές παραμέτρους

Παράμετρος	NO ₂	VOC	PM ₁₀	PM _{2.5}
Φύλο	0.048	0.464	0.583	0.543
Ηλικία	0.574	0.729	0.299	0.012
Περιοχή	0.797	0.219	0.3	0.175
Επαγγελματική κατάσταση	0.971	0.724	0.018	0.005
Εκπαιδευτικό επίπεδο	0.153	0.543	0.844	0.376
Οικογενειακή κατάσταση	0.279	0.12	0.093	0.027
Χρόνος εντός του εργασιακού χώρου τις καθημερινές	0.401	0.579	0.55	0.845
Χρόνος εντός του εργασιακού χώρου τα Σ/Κ	0.49	0.534	0.946	0.25
Τύπος εργασιακού χώρου	0.045	0.073	0.807	0.631
Χρόνος σε εξωτερικό χώρο	0.062	0.917	0.286	0.64
Εργασία σε βάρδιες	0.702	0.048	0.791	0.687
Εργασία κατά τις βραδινές ώρες	0.591	0.096	0.488	0.441
Χρόνος εντός του σπιτιού τις καθημερινές	0.971	0.405	0.644	0.352
Συχνότητα άθλησης	0.075	0.34	0.152	0.534
Χώρος άθλησης	0.281	0.026	0.526	0.454
Μεταφορά με λεωσοφορείο	0.331	0.787	<0.05	<0.05
Μεταφορά με αυτοκίνητο	0.864	0.414	0.661	0.104
Μεταφορά με μηχανή	0.522	0.583	0.289	0.138
Μεταφορά με ποδήλατο	0.043	0.421	0.695	0.791
Μεταφορά με τα πόδια	0.11	0.789	0.59	0.714
Αριθμός τσιγάρων καθημερινά	0.174	0.953	0.01	<0.05
Κάπνισμα	0.692	0.727	<0.05	<0.05
Υψηλή πίεση	0.152	0.017	0.845	0.564
Άσθμα	0.222	0.05	0.29	0.13
Αλλεργίες	0.213	0.629	0.806	0.658
Ρινίτιδα	0.182	0.023	0.518	0.774

Τα τεστ με $p\text{-value} < 0.05$ αποδεικνύουν πως υπάρχει στατιστική σημαντικότητα στην έκθεση στον συγκεκριμένο ρύπο με κριτήριο τις παραμέτρους που έχουμε θέσει και φαίνονται με έντονη υπογράμμιση στον παραπάνω πίνακα. Στον Πίνακα 5 φαίνονται οι μέσοι όροι όλων των κατηγοριών για τον κάθε ρύπο.

Πίνακας 5: Μέσοι όροι συγκέντρωσης ρύπων για κάθε προσωπική παράμετρο /ομάδα και για τις δύο περιόδους

Παράμετρος	NO ₂ (ppb)	VOC (ppb)	PM ₁₀ (μg/m ³)	PM _{2.5} (μg/m ³)	Πληθυσμοί ομάδων
Φύλο	Άντρας: 7.63 ± 0.49 Γυναίκα: 6.23 ± 0.45	Άντρας: 13.70 ± 1.25 Γυναίκα: 15.08 ± 1.10	Άντρας: 39.17 ± 4.95 Γυναίκα: 40.69 ± 6.63	Άντρας: 16.12 ± 2.34 Γυναίκα: 17.68 ± 2.33	Άντρας: 52 Γυναίκα: 59
Ηλικία	18-30γ: 6.98 ± 0.84 30-45γ: 6.78 ± 0.45 45-65γ: 7.40 ± 0.62 >65γ: 6.13 ± 1.25	18-30γ: 11.79 ± 0.50 30-45γ: 15.68 ± 1.74 45-65γ: 14.93 ± 1.33 >65γ: 13.20 ± 1.87	18-30γ: 36.18 ± 6.10 30-45γ: 44.40 ± 6.63 45-65γ: 41.87 ± 9.01 >65γ: 23.42 ± 2.98	18-30γ: 18.70 ± 6.56 30-45γ: 19.57 ± 3.09 45-65γ: 16.85 ± 3.01 >65γ: 7.93 ± 0.76	18γ-30γ: 18 30γ-45γ: 41 45γ-65γ: 40 >65γ: 10
Περιοχή	Λοιπές περιοχές: 7.02 ± 0.51 Καλαμάτα: 7.01 ± 0.48	Λοιπές περιοχές: 13.05 ± 0.82 Καλαμάτα: 15.52 ± 1.32	Λοιπές περιοχές: 34.92 ± 4.07 Καλαμάτα: 43.73 ± 6.76	Λοιπές περιοχές: 16.02 ± 2.30 Καλαμάτα: 17.7 ± 2.3	Καλαμάτα: 62 Λοιπές περιοχές: 50
Επαγγελματική κατάσταση	Εργαζόμενοι: 7.05 ± 0.36 Άνεργοι: 7.20 ± 0.82	Εργαζόμενοι: 14.69 ± 0.94 Άνεργοι: 12.94 ± 1.16	Εργαζόμενοι: 42.45 ± 4.82 Άνεργοι: 26.69 ± 4.18	Εργαζόμενοι: 17.31 ± 2.18 Άνεργοι: 11.67 ± 2.01	Εργαζόμενοι: 95 Άνεργοι: 17
Εκπαιδευτικό επίπεδο	Πρωτοβάθμια: 3.39 ± 1.59 Δευτεροβάθμια: 7.28 ± 0.60 Τριτοβάθμια: 7.1 ± 0.4	Πρωτοβάθμια: 11.79 ± 2.98 Δευτεροβάθμια: 16.74 ± 1.02 Τριτοβάθμια: 15.01 ± 1.20	Πρωτοβάθμια: 1.28 Δευτεροβάθμια: 45.30 ± 8.41 Τριτοβάθμια: 36.83 ± 4.55	28.95 ± 15.99 ± 6.55 Πρωτοβάθμια: Δευτεροβάθμια: 20.62 ± 3.36 Τριτοβάθμια: 14.69 ± 1.68	Πρωτοβάθμια: 3 Δευτεροβάθμια: 42 Τριτοβάθμια: 67
Οικογενειακή κατάσταση	Παντρεμένοι: 7.29 ± 0.46 Μη παντρεμένοι: 6.78 ± 0.47	Παντρεμένοι: 14.51 ± 0.93 Μη παντρεμένοι: 14.30 ± 1.49	Παντρεμένοι: 5.64 Μη παντρεμένοι: 45.20 ± 6.11	35.90 ± 13.92 ± 1.80 Παντρεμένοι: Μη παντρεμένοι: 21.13 ± 2.91	Παντρεμένοι: 65 Μη παντρεμένοι: 47
Χρόνος εντός του εργασιακού χώρου τις καθημερινές	0-6h: 6.36 ± 0.78 6-12h: 7.19 ± 0.41	0-6h: 13.85 ± 2.03 6-12h: 14.97 ± 1.10	0-6h: 52.41 ± 20.64 6-12h: 40.95 ± 4.43	0-6h: 20.87 ± 7.25 6-12h: 18.11 ± 1.86	0-6h: 15 6-12h: 77
Χρόνος εντός του εργασιακού χώρου τα Σ/Κ	0-5h: 6.71 ± 0.40 5-10h: 7.72 ± 0.81	0-5h: 14.96 ± 1.16 5-10h: 14.57 ± 1.85	0-5h: 47.13 ± 1.08 5-10h: 34.45 ± 3.93	0-5h: 19.45 ± 2.65 5-10h: 16.75 ± 2.32	0-5h: 62 5-10h: 29
Τύπος εργασιακού χώρου	Εσωτερικός: 6.37 ± 0.43 Εξωτερικός: 9.96 ± 2.92 Και τα δύο: 7.72 ± 0.54	Εσωτερικός: 13.30 ± 1.02 Εξωτερικός: 13.75 ± 3.22 Και τα δύο: 17.84 ± 2.35	Εσωτερικός: 39.92 ± 6.43 Εξωτερικός: 37.42 ± 11.77 Και τα δύο: 48.15 ± 9.90	Εσωτερικός: 16.54 ± 2.22 Εξωτερικός: 23.33 ± 8.78 Και τα δύο: 20.68 ± 4.33	Εσωτερικός: 58 Εξωτερικός: 6 Και τα δύο: 26
Χρόνος σε εξωτερικό χώρο	0-6h: 6.65 ± 0.41 6-12h: 7.90 ± 0.61	0-6h: 15.12 ± 1.40 6-12h: 14.23 ± 1.40	0-6h: 44.30 ± 8.46 6-12h: 41.93 ± 5.66	0-6h: 218.43 ± 2.87 6-12h: 18.98 ± 3.16	0-6h: 49 6-12h: 35
Εργασία σε βάρδιες	Όχι: 6.93 ± 0.36 Ναι: 6.44 ± 0.74	Όχι: 14.22 ± 0.98 Ναι: 18.21 ± 3.08	Όχι: 43.51 ± 5.69 Ναι: 33.00 ± 3.97	Όχι: 18.92 ± 2.20 Ναι: 14.45 ± 2.30	Ναι: 14 Όχι: 80

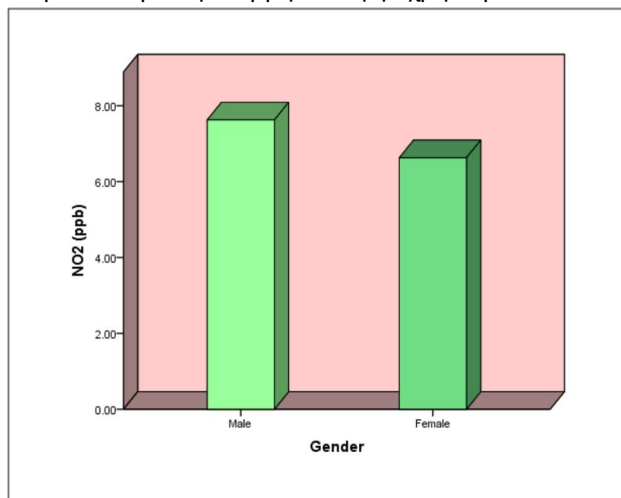
Εργασία κατά τις βραδινές ώρες	Όχι: 6.86 ± 0.39 Ναι: 6.97 ± 0.62	Όχι: 15.59 ± 1.25 Ναι: 12.48 ± 1.10	Όχι: 39.13 ± 5.62 Ναι: 48.81 ± 10.22	Όχι: 16.20 ± 1.90 Ναι: 22.19 ± 4.65	Ναι: 25 Όχι: 68
Χρόνος εντός του σπιτιού τις καθημερινές	0-12h: 7.12 ± 0.51 12-24h: 6.78 ± 0.39	0-12h: 15.11 ± 1.46 12-24h: 13.67 ± 0.97	0-12h: 36.28 ± 4.73 12-24h: 43.98 ± 7.13	0-12h: 15.77 ± 2.00 12-24h: 18.49 ± 2.72	0-12h: 47 12-24h: 57
Συχνότητα άθλησης	0: 7.42 ± 0.55 1-3: 7.32 ± 0.60 >3: 5.60 ± 0.49	0: 12.79 ± 0.77 1-3: 16.03 ± 2.02 >3: 15.70 ± 1.95	0: 38.22 ± 6.35 1-3: 40.98 ± 9.05 >3: 42.98 ± 7.09	0: 15.90 ± 2.41 1-3: 17.24 ± 3.17 >3: 19.89 ± 3.89	0: 49, 1-3: 34 >3: 23
Χώρος άθλησης	Εσωτερικός: 5.92 ± 0.42 Εξωτερικός: 7.43 ± 0.66 Και τα δύο: 5.48 ± 1.04	Εσωτερικός: 13.07 ± 2.12 Εξωτερικός: 17.43 ± 2.10 Και τα δύο: 17.85 ± 4.28	Εσωτερικός: 37.27 ± 5.73 Εξωτερικός: 42.07 ± 9.93 Και τα δύο: 56.80 ± 20.52	Εσωτερικός: 16.61 ± 3.31 Εξωτερικός: 18.46 ± 3.74 Και τα δύο: 23.34 ± 8.32	Εσωτερικός: 19 Εξωτερικός: 31 Και τα δύο: 6
Μεταφορά με λεωφορείο	Όχι: 7.04 ± 0.35 Ναι: 8.31 ± 1.37	Όχι: 14.35 ± 0.87 Ναι: 15.04 ± 3.53	Όχι: 41.38 ± 4.49 Ναι: 19.22 ± 2.17	Όχι: 17.51 ± 1.76 Ναι: 9.20 ± 1.21	Ναι: 5 Όχι: 103
Μεταφορά με αυτοκίνητο	Όχι: 7.86 ± 1.03 Ναι: 6.90 ± 0.33	Όχι: 12.10 ± 0.65 Ναι: 14.94 ± 1.04	Όχι: 34.24 ± 3.92 Ναι: 41.73 ± 5.31	Όχι: 16.89 ± 2.50 Ναι: 17.11 ± 2.02	Ναι: 86 Όχι: 23
Μεταφορά με μηχανή	Όχι: 6.96 ± 0.34 Ναι: 8.04 ± 1.26	Όχι: 14.52 ± 0.95 Ναι: 13.47 ± 1.13	Όχι: 38.95 ± 4.46 Ναι: 49.75 ± 14.72	Όχι: 16.1 ± 1.7 Ναι: 24.07 ± 6.30	Ναι: 14 Όχι: 94
Μεταφορά με ποδήλατο	Όχι: 7.27 ± 0.36 Ναι: 5.48 ± 0.72	Όχι: 14.30 ± 0.84 Ναι: 15.15 ± 3.97	Όχι: 41.21 ± 4.72 Ναι: 31.92 ± 4.07	Όχι: 17.57 ± 1.85 Ναι: 12.88 ± 2.02	Ναι: 10 Όχι: 98
Μεταφορά με τα πόδια	Όχι: 7.46 ± 0.48 Ναι: 6.70 ± 0.48	Όχι: 13.59 ± 0.89 Ναι: 15.27 ± 1.5	Όχι: 41.48 ± 5.58 Ναι: 39.09 ± 6.72	Όχι: 17.02 ± 2.25 Ναι: 17.25 ± 2.56	Ναι: 51 Όχι: 57
Αριθμός τσιγάρων καθημερινά	0: 7.02 ± 0.37 1-5: 5.98 ± 1.05 6-10: 5.45 ± 0.98 11-15: 8.14 ± 2.61 16-20: 7.11 ± 0.52 21-30: 9.70 ± 2.21 Ηλεκτρονικό: 9.32±0.54	0: 14.36 ± 1.00 1-5: 18.22 ± 3.84 6-10: 14.51 ± 4.40 11-15: 11.09 ± 0.59 16-20: 12.67 ± 1.06 21-30: 11.04 ± 0.40 Ηλεκτρονικό: 18.7 ± 10.3	0: 31.10 ± 4.53 1-5: 64.28 ± 15.76 6-10: 57.39 ± 12.23 11-15: 50.37 ± 14.16 16-20: 53.31 ± 19.48 21-30: 47.00 ± 20.35 Ηλεκτρονικό: 15.17 ± 0.20	0: 11.70 ± 1.38 1-5: 28.59 ± 6.45 6-10: 35.24 ± 11.33 11-15: 27.70 ± 9.08 16-20: 19.51 ± 4.80 21-30: 27.13 ± 11.24 Ηλεκτρονικό: 6.98±0.87	0: 70 1-5: 14 6-10: 4 11-15: 7 16-20: 10 21-30: 5 Ηλεκτρονικό: 2
Κάπνισμα	Όχι: 7.02 ± 0.37 Ναι: 7.16 ± 0.64	Όχι: 14.36 ± 0.99 Ναι: 14.53 ± 1.46	Όχι: 31.10 ± 4.53 Ναι: 54.30 ± 7.72	Όχι: 11.70 ± 1.38 Ναι: 25.70 ± 3.30	Ναι: 42 Όχι: 70
Υψηλή πίεση	Όχι: 7.22 ± 0.33 Ναι: 5.91 ± 1.50	Όχι: 14.61 ± 0.90 Ναι: 11.84 ± 0.67	Όχι: 38.89 ± 4.23 Ναι: 46.85 ± 19.50	Όχι: 16.59 ± 1.70 Ναι: 16.29 ± 5.06	Ναι: 10 Όχι: 101
Άσθμα	Όχι: 7.17 ± 0.34 Ναι: 6.32 ± 1.53	Όχι: 14.54 ± 0.90 Ναι: 12.31 ± 0.66	Όχι: 38.41 ± 4.19 Ναι: 53.18 ± 21.21	Όχι: 16.18 ± 1.68 Ναι: 20.88 ± 5.26	Ναι: 9 Όχι: 102

Αλλεργίες	Όχι: 7.06 ± 0.30 Ναι: 7.37 ± 1.45	Όχι: 14.27 ± 0.83 Ναι: 14.85 ± 2.88	Όχι: 41.13 ± 4.91 Ναι: 31.2 ± 3.15	Όχι: 16.93 ± 1.86 Ναι: 14.56 ± 2.06	Ναι: 17 Όχι: 94
Ρινίτιδα	Όχι: 6.83 ± 0.31 Ναι: 8.62 ± 1.28	Όχι: 14.77 ± 0.96 Ναι: 12.10 ± 0.63	Όχι: 41.20 ± 4.88 Ναι: 30.77 ± 4.47	Όχι: 17.07 ± 1.86 Ναι: 13.75 ± 1.95	Ναι: 17 Όχι: 94

Για τις περιπτώσεις στις οποίες υπολογίστηκε η $p\text{-value} < 0.05$, απεικονίζονται τα συγκριτικά γραφήματα στα Σχήματα 90 έως 103.

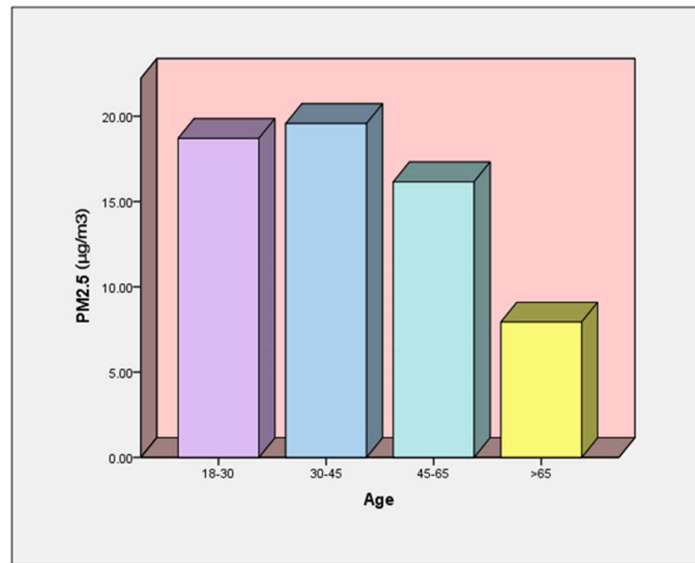
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου, παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση στο διοξείδιο του αζώτου NO_2 των αντρών ήταν μεγαλύτερη από αυτή των γυναικών, ο μέσος όρος της συγκέντρωσης NO_2 στην οποία εκτέθηκαν οι άντρες ήταν 7.6 ± 0.49 (ppb), ενώ για τις γυναίκες 6.2 ± 0.45 (ppb) (Σχήμα 91).

Σχήμα 91: Μέσοι όροι NO_2 για την θερμή και τη ψυχρή περίοδο των κοινών εθελοντών



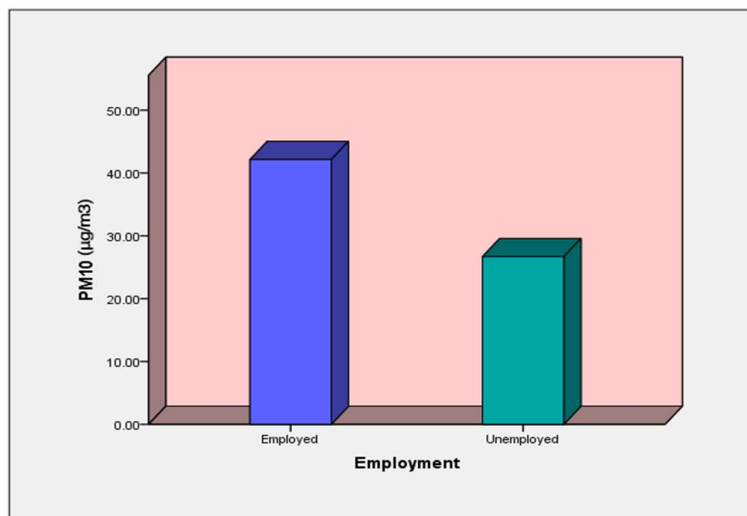
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια $\text{PM}_{2.5}$ των ατόμων μεταξύ 30-45 χρονών ήταν η μεγαλύτερη με μέσο όρο 19.5 ± 3.09 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), ακολουθώντας το γκρουπ 18-30 χρονών με μέσο όρο 18.7 ± 6.56 (mg/m^3), ύστερα το γκρουπ 45-65 χρονών με μέσο όρο 16.8 ± 3.01 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) και τέλος οι άνω των 65 με μέσο όρο 7.9 ± 0.76 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Σχήμα 92).

Σχήμα 92: Μέσοι όροι $PM_{2.5}$ και για τις δύο περιόδους για τις ηλικιακές ομάδες



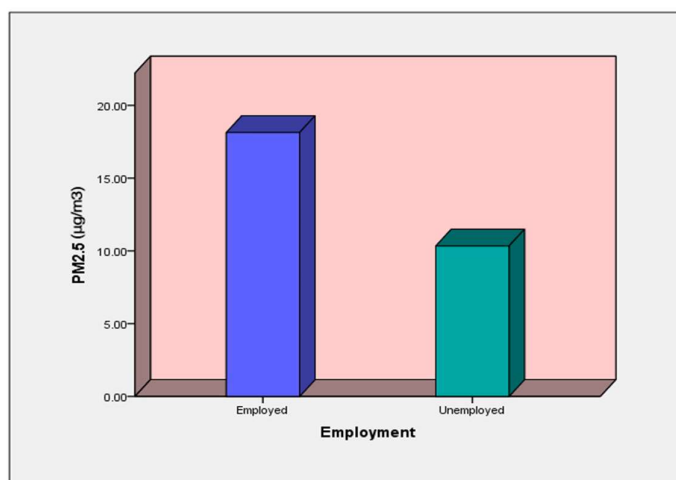
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια PM_{10} των ατόμων που εργάζονται ήταν μεγαλύτερη από των ατόμων που δεν εργάζονται, με μέσους όρους 42.4 ± 4.8 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) και 26.7 ± 4.18 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) αντίστοιχα (Σχήμα 93).

Σχήμα 93: Μέσοι όροι PM_{10} και για τις δύο περιόδους, για εργαζόμενους και ανέργους



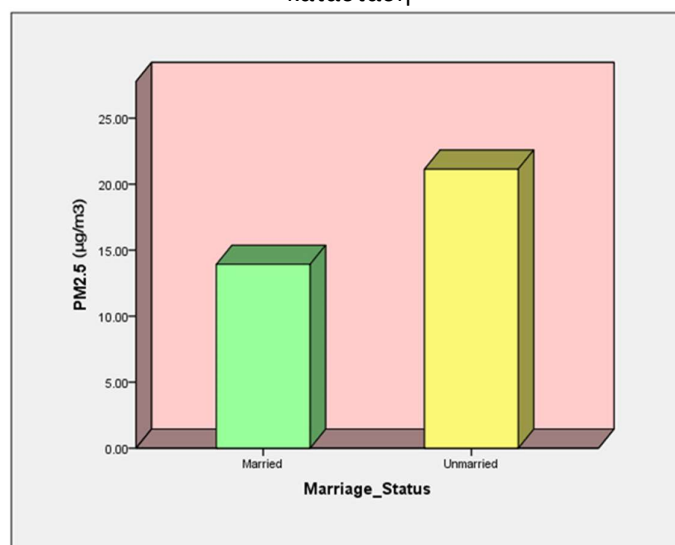
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια $PM_{2.5}$ των ατόμων που εργάζονται ήταν μεγαλύτερη από των ατόμων που δεν εργάζονται, με μέσους όρους 17.3 ± 2.18 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) και 11.7 ± 2.0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) αντίστοιχα (Σχήμα 94).

Σχήμα 94: Μέσοι όροι PM_{2.5} και για τις δύο περιόδους, για εργαζόμενους και ανέργους



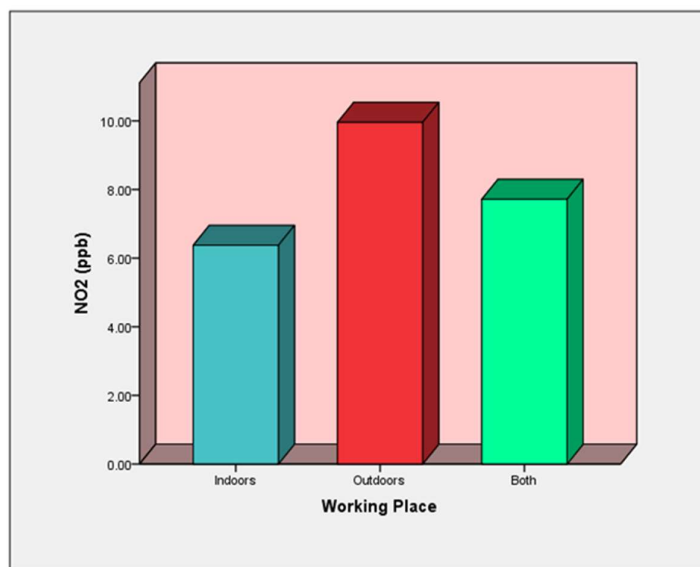
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε PM_{2.5} των μη παντρεμένων ατόμων ήταν μεγαλύτερη από των παντρεμένων, με μέσους όρους συγκεντρώσεων η μεγαλύτερη 21.1 ± 2.91 (μg/m³) 13.9 ± 1.8 (μg/m³) αντίστοιχα (Σχήμα 95).

Σχήμα 95: Μέσοι όροι PM_{2.5} και για τις δύο περιόδους, σε σχέση με την οικογενειακή κατάσταση



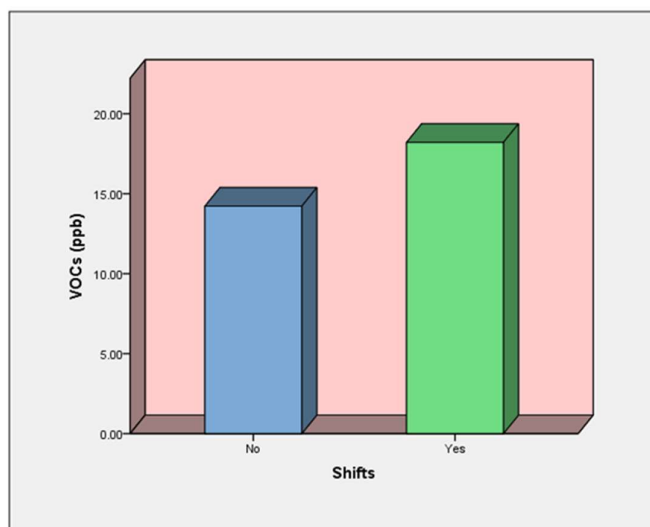
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε διοξείδιο του αζώτου των ατόμων που εργάζονταν σε εξωτερικό χώρο ήταν η μεγαλύτερη με μέσο όρο 9.9 ± 2.92 (ppb), ακολουθεί η τιμή για τα άτομα που εργάζονταν και σε εσωτερικό και σε εξωτερικό χώρο ο μέσος όρος είναι 7.7 ± 0.54 (ppb) και τέλος για τα άτομα που εργάζονταν σε εσωτερικό χώρο 6.3 ± 0.43 (ppb) (Σχήμα 96).

Σχήμα 96: Μέσοι όροι NO₂ και για τις δύο περιόδους στο χώρο εργασίας



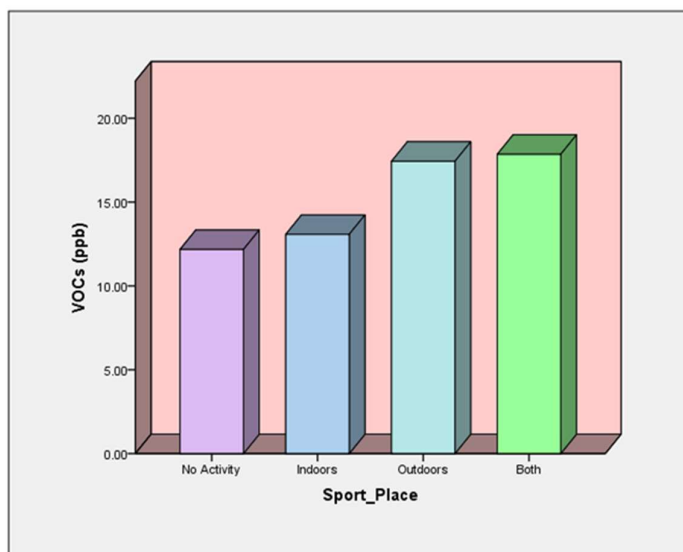
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε πτητικές οργανικές ενώσεις των ατόμων που δουλεύουν σε βάρδιες είναι μεγαλύτερη με μέσο όρο 18.2 ± 3.08 (ppb) ενώ για τα άτομα που δεν δουλεύουν σε βάρδιες μικρότερη με μέσο όρο 14.2 ± 0.98 (ppb) (Σχήμα 97).

Σχήμα 97: Μέσοι όροι VOCs και για τις δύο περιόδους, εργασία σε βάρδιες



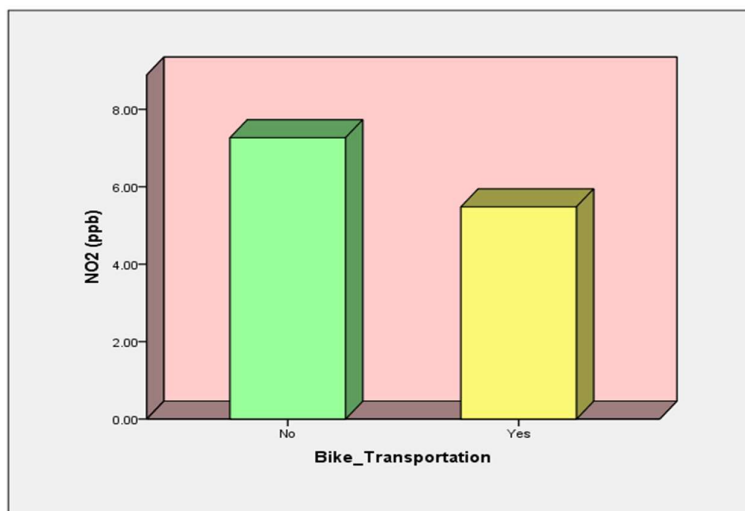
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε πτητικές οργανικές ενώσεις των ατόμων που αθλούνταν σε εξωτερικό χώρο και σε μικτό χώρο (εξωτερικό/εσωτερικό) ήταν οι μεγαλύτερες με μέσους όρους 17.4 ± 2.10 (ppb) και 17.9 ± 4.28 (ppb) αντίστοιχα, ενώ για τα άτομα που αθλούνταν σε εσωτερικό χώρο ο μέσος όρος είναι 13.1 ± 2.12 (ppb) (Σχήμα 98).

Σχήμα 98: Μέσοι όροι VOCs και για τις δύο περιόδους, στον χώρο άθλησης



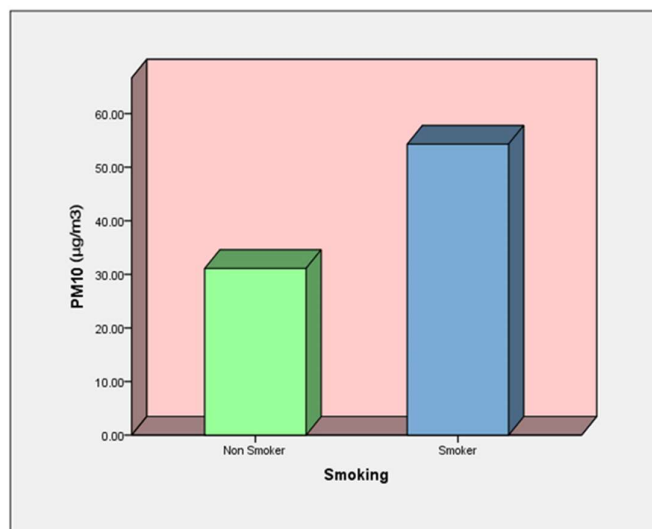
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε διοξείδιο του αζώτου των ατόμων που χρησιμοποιούσαν ποδήλατο ήταν μεγαλύτερη με μέσο όρο 7.3 ± 0.36 (ppb), ενώ των ατόμων που δεν χρησιμοποιούσαν είναι 5.5 ± 0.72 (ppb) (Σχήμα 99).

Σχήμα 99: Μέσοι όροι NO₂ και για τις δύο περιόδους, μεταφορά με ποδήλατο



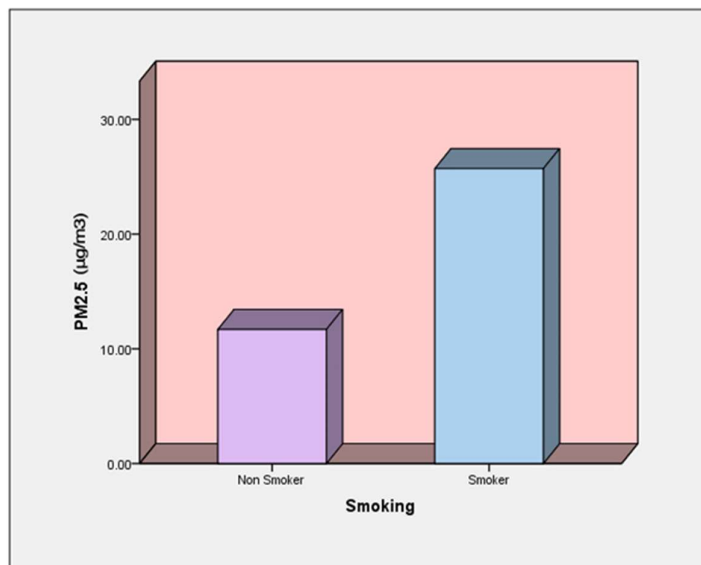
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ των ατόμων που κάπνιζαν ήταν μεγαλύτερη με μέσο όρο 54.3 ± 7.72 (μg/m³), ενώ των μη καπνιστών μικρότερη με μέσο όρο 31.1 ± 4.53 (μg/m³) (Σχήμα 100).

Σχήμα 100: Μέσοι όροι PM_{10} και για τις δύο περιόδους, κάπνισμα



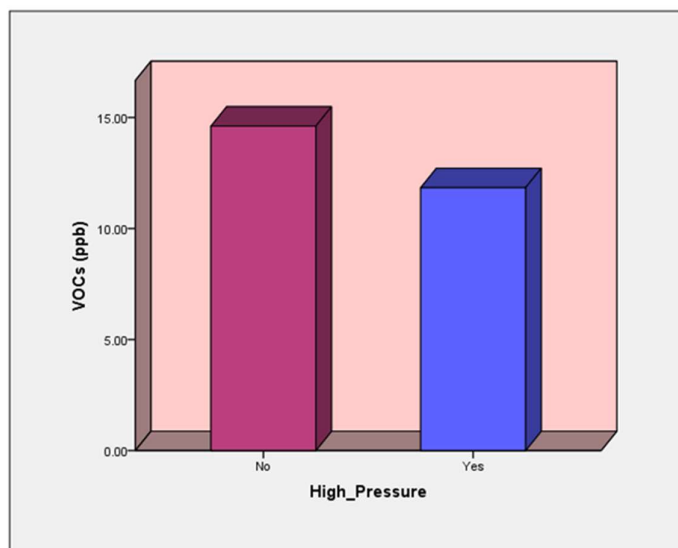
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια $PM_{2.5}$ των ατόμων που κάπνιζαν ήταν μεγαλύτερη με μέσο όρο 25.7 ± 3.30 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), ενώ των μη καπνιστών μικρότερη με μέσο όρο 11.7 ± 1.38 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Σχήμα 101).

Σχήμα 101: Μέσοι όροι $PM_{2.5}$ και για τις δύο περιόδους, κάπνισμα



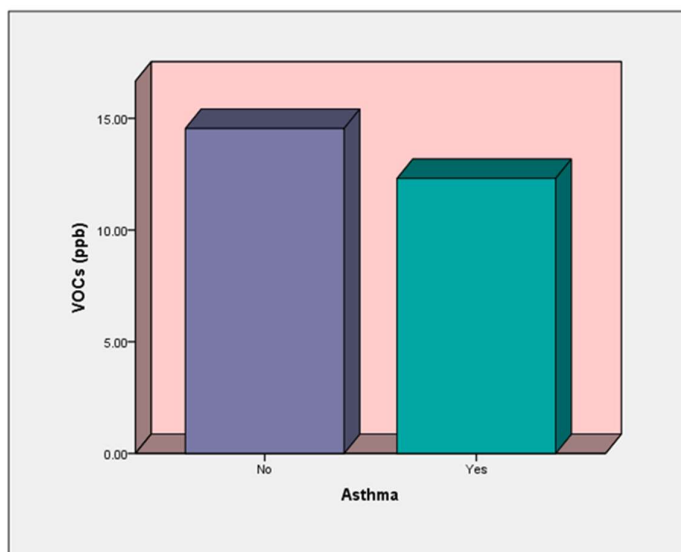
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε πτητικές οργανικές ενώσεις των ατόμων που δεν πάσχουν από υψηλή πίεση ήταν μεγαλύτερη με μέσο όρο 14.6 ± 0.90 (ppb), ενώ αυτών που πάσχουν μικρότερη με μέσο όρο 11.8 ± 0.67 (ppb) (Σχήμα 102).

Σχήμα 102: Μέσοι όροι VOCs και για τις δύο περιόδους, συμμετέχοντες με υψηλή πίεση



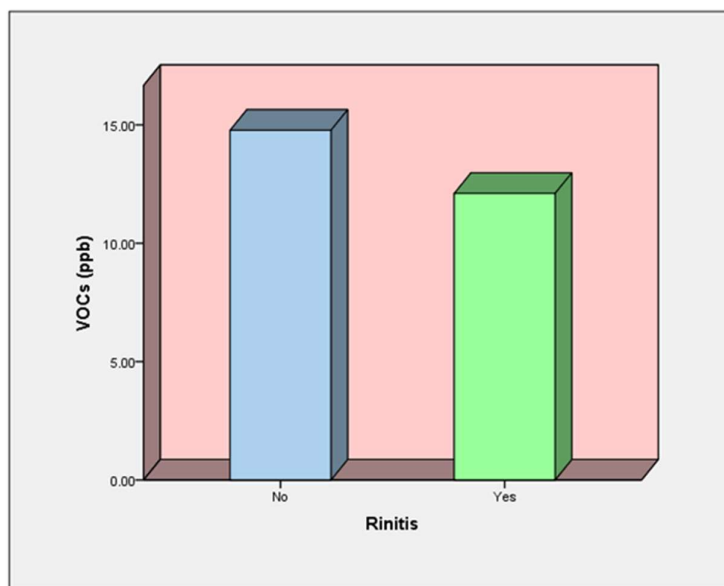
Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε πτητικές οργανικές ενώσεις των ατόμων που δεν πάσχουν από άσθμα ήταν μεγαλύτερη με μέσο όρο 14.5 ± 0.90 (ppb), ενώ αυτών που πάσχουν μικρότερη με μέσο όρο 12.3 ± 0.66 (ppb) (Σχήμα 103).

Σχήμα 103: Μέσοι όροι VOCs και για τις δύο περιόδους, συμμετέχοντες με άσθμα



Από τα συνολικά δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου παρατηρήθηκε πως η προσωπική έκθεση σε πτητικές οργανικές ενώσεις των ατόμων που δεν πάσχουν από ρινίτιδα ήταν μεγαλύτερη με μέσο όρο 14.8 ± 0.96 (ppb), ενώ αυτών που πάσχουν μικρότερη με μέσο όρο 12.1 ± 0.63 (ppb) (Σχήμα 104).

Σχήμα 104: Μέσοι όροι VOCs και για τις δύο περιόδους, συμμετέχοντες με ρινίτιδα



3.5.3. Χαρακτηριστικά κατοικίας που επηρεάζουν την έκθεση σε ρύπους

Με βάση τα ερωτηματολόγια κατοικιών έγιναν οι ακόλουθοι διαχωρισμοί ανάλογα με την κάθε παράμετρο, ώστε να ελεγχθεί η στατιστική σημαντικότητα στην έκθεση στους ρύπους αναμεσα στις διαφορετικές υποκατηγορίες:

- Περίδος: α) Θερμή , β) Ψυχρή
- Αριθμός Ατόμων: 1,2,3,4,5
- Τύπος Κατοικίας: α) Μονοκατοικία, β) Διαμέρισμα
- Όροφος: Ισόγειο, 1,2,3,4,5
- Τετραγωνικά μέτρα: α) <50m² β) 51-70m² γ) 71- 90m² δ) 91-120m² ε) >120m²
- Μόνωση: α) Ναι β) Όχι γ) Δεν γνωρίζω
- Τύπος Θέρμανσης: α) Πετρέλαιο, β) Ηλεκτρισμός γ) Ξύλο/Βιομάζα
- Θέρμανση: α) Κεντρική, β) Αυτόνομη
- Φυσικός Αερισμός: α) Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα, β) Πολλές φορές την εβδομάδα, γ) Μία φορά τη μέρα, δ) Πολλές φορές τη μέρα

- Σύστημα Αερισμού: α) Ποτέ, β) Πολλές φορές τη μέρα
- Κλιματισμός: α) Ποτέ, β) Τουλάχιστον μία φορά το μήνα, γ) Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα, δ) Πολλές φορές την εβδομάδα, ε) Μία φορά τη μέρα, στ) Πολλές φορές τη μέρα
- Συχνότητα Μαγειρέματος: α) Μία φορά την εβδομάδα, β) Πολλές φορές την εβδομάδα, γ) Μία φορά τη μέρα, δ) Δύο φορές τη μέρα
- Τύπος Κουζίνας: α) Ηλεκτρική, β) Ηλεκτρική και Υγραέριο
- Απορροφητήρας: α) Ναι β) Όχι
- Πηγές Ρύπανσης: α) Αυτοκινητόδρομος, β) Πολυσύχναστος δρόμος, γ) Βιομηχανία, δ) Γεωργικές πηγές
- Κάπνισμα: α) Καθόλου, β) 1 έως 5, γ) 6 έως 10, δ) 11 έως 15, ε) 16 έως 20
- Σκούπισμα: α) Τουλάχιστον μία φορά το μήνα, β) Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα, γ) Περισσότερο από μία φορά την εβδομάδα
- Ξεσκόνισμα: α) Τουλάχιστον μία φορά σε διάστημα λίγων μηνών, β) Τουλάχιστον μία φορά το μήνα, γ) Τουλάχιστον α) Ναι β) Όχι μία φορά την εβδομάδα, δ) Περισσότερο από μία φορά την εβδομάδα
- Σφουγγάρισμα: α) Τουλάχιστον μία φορά το μήνα, β) Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα, γ) Περισσότερο από μία φορά την εβδομάδα
- Χρήση Καθαριστικών: α) Τουλάχιστον μία φορά το μήνα, β) Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα, γ) Περισσότερο από μία φορά την εβδομάδα
- Χρήση Αποσμητικών Χώρου: α) Ποτέ, β) Τουλάχιστον μία φορά σε διάστημα λίγων μηνών, γ) Τουλάχιστον μία φορά το μήνα, δ) Περισσότερο από μία φορά την εβδομάδα
- Μούχλα: α) Ναι β) Όχι
- Ανακαίνιση: α) Όχι, β) 1 μήνα πριν, γ) 1 χρόνο πριν, δ) 3 χρόνια πριν, ε) 10 χρόνια πριν
- Κατοικίδιο: α) Ναι β) Όχι

Πίνακας 6: P-values στατιστικών τεστ για χαρακτηριστικά των κατοικιών

Παράμετρος	CO ₂	PM ₂₅	PM ₁₀	VOC
Αριθμός Ατόμων	0.373	0.448	0.454	0.521
Τύπος Κατοικίας	0.006	0.798	0.690	0.055
Όροφος	0.725	0.493	0.488	0.671
Τετραγωνικά μέτρα	0.797	0.268	0.277	0.198
Μόνωση	0.169	0.502	0.492	0.033
Τύπος Θέρμανσης	0.287	0.899	0.902	0.045
Θέρμανση	0.507	0.462	0.469	0.454
Φυσικός Αερισμός	0.038	0.409	0.364	0.897
Σύστημα Αερισμού	0.228	0.244	0.244	0.293
Σύστημα Τροφοδοσίας και Αερισμού	0.097	0.097	0.097	0.127
Κλιματισμός	0.449	0.808	0.795	0.129
Συχνότητα Μαγειρέματος	0.610	0.434	0.425	0.158
Τύπος Κουζίνας	0.727	0.580	0.608	0.113
Απορροφητήρας	0.168	0.458	0.438	0.220
Κάπνισμα	0.419	0.194	0.190	0.251
Σκούπισμα	0.141	0.853	0.850	0.782
Ξεσκόνισμα	0.487	0.040	0.047	0.946
Σφουγγάρισμα	0.896	0.197	0.209	0.994
Χρήση Καθαριστικών	0.778	0.885	0.914	0.346
Χρήση Αποσμητικών Χώρου	0.012	0.428	0.363	0.295
Μούχλα	0.514	0.372	0.391	0.650
Ανακαίνιση	0.245	0.485	0.488	0.025
Κατοικίδιο	0.101	0.968	0.989	0.196

Τα τεστ με $p\text{-value} < 0.05$ αποδεικνύουν πως υπάρχει στατιστική σημαντικότητα στην έκθεση στον συγκεκριμένο ρύπο με κριτήριο τις παραμέτρους που έχουμε θέσει και παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

Στον Πίνακα 7 φαίνονται οι μέσοι όροι όλων των κατηγοριών για τον κάθε ρύπο. Παρατηρήθηκε στατιστική σημαντική διαφορά στην συγκέντρωση του CO₂ στις στην περίπτωση του διαφορετικού τύπου κατοικίας, μονοκατοικία και διαμέρισμα. Οι διαφορετική συχνότητα φυσικού αερισμού του χώρου παρουσιάζει διαφοροποίηση στα επίπεδα συγκέντρωσης CO₂, καθώς επίσης και χρήση αποσμητικών χώρου. Στατιστικώς σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις PM₁₀ και PM_{2.5} παρουσιάστηκε και στις κατοικίες με διαφορετική συχνότητα ξεσκονίσματος, πιθανόν κυρίως λόγω επαναιώρησης. Επιπλέον,

στατιστικώς σημαντική διαφορά έκθεσης σε συγκεντρώσεις VOCs παρουσιάστηκε στις κατοικίες με την ύπαρξη μονωτικών υλικών, στον τύπο θέρμανσης και σε κατοικίες με πρόσφατες δραστηριότητες ανακαινίσεων.

Πίνακας 7: Μέσοι όροι συγκέντρωσης ρύπων για κάθε χαρακτηριστικό κατοικίας /ομάδα και για τις δύο περιόδους

Παράμετρος	Κατηγορίες	CO2	PM25	PM10	VOC
Περίοδος	Θερμή	767	16.6	17.8	145.5
	Ψυχρή	1307	43.0	48.1	54.5
Αριθμός Ατόμων	1	854	16.6	17.7	43.7
	2	1072	37.5	41.9	148.1
	3	1251	28.3	30.5	93.4
	4	1049	15.6	16.8	64.5
	5	1202	25.3	27.7	128.1
Τύπος Κατοικίας	Μονοκατοικία	930	22.8	25.0	57.1
	Διαμέρισμα	1225	40.2	44.6	141.5
Όροφος	Ισόγειο	929	28.7	31.9	148.1
	1ος	1253	56.2	62.5	111.2
	2ος	1023	25.1	27.7	117.9
	3ος	1180	17.6	19.2	82.5
	4ος	1852	15.7	17.0	339.3
Τετραγωνικά μέτρα	<50m ²	1025	27.0	31.0	181.2
	51-70m ²	1081	39.7	44.2	170.4
	71*90m ²	1096	38.7	43.1	128.1
	91-120m ²	1150	22.3	24.6	42.9
	>120m ²	1005	32.2	34.9	86.5
Μόνωση	Όχι	1064	21.5	23.6	55.4
	Ναι	1210	36.7	40.6	157.2
	Δεν γνωρίζω	975	37.4	41.6	81.6
Τύπος Θέρμανσης	Πετρέλαιο	1120	28.9	31.9	78.0
	Ηλεκτρισμός	1144	38.1	42.3	144.6
	Ξύλο/Βιομάζα	859	27.8	30.8	57.5
Θέρμανση	Κεντρική	1085	29.8	32.4	57.6
	Αυτόνομη	1119	35.3	39.3	123.4
Φυσικός Αερισμός	Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα	1176	16.6	18.1	34.2

	Πολλές φορές την εβδομάδα	1169	49.7	53.1	51.4
	Μία φορά τη μέρα	1327	35.5	39.5	140.9
	Πολλές φορές τη μέρα	969	29.6	32.9	95.8
Σύστημα Αερισμού	Ποτέ	1035	24.7	27.3	103.7
	Πολλές φορές τη μέρα	986	23.0	25.1	62.1
Σύστημα Τροφοδοσίας και Αερισμού	Ποτέ	1004	25.0	27.6	100.7
Κλιματισμός	Ποτέ	1017	28.1	31.1	18.4
	Τουλάχιστον μία φορά το μήνα	735	18.6	19.7	248.7
	Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα	1384	33.4	37.8	79.7
	Πολλές φορές την εβδομάδα	1048	48.6	53.0	98.9
	Μία φορά τη μέρα	993	56.4	63.1	148.5
	Πολλές φορές τη μέρα	1021	18.2	19.8	223.8
Συχνότητα Μαγειρέματος	Μία φορά την εβδομάδα	852	17.4	18.7	226.9
	Πολλές φορές την εβδομάδα	1001	29.2	32.3	68.1
	Μία φορά τη μέρα	1113	36.2	40.1	120.6
	Δύο φορές τη μέρα	1159	29.8	32.7	46.0
Τύπος Κουζίνας	Ηλεκτρική	1083	33.4	36.9	109.2
	Ηλεκτρική και Υγραέριο	1077	15.1	16.5	4.6
Απορροφητήρας	Όχι	835	15.4	16.5	132.6
	Ναι	1126	35.3	39.1	109.0
Εστίες Ρύπανσης	Αυτοκινητόδρομος	808	25.6	27.9	58.8
	Πολυσύχναστος δρόμος	1051	28.4	31.4	94.1
	Βιομηχανία	828	53.7	58.7	9.1
	Γεωργικές πηγές	846	62.3	69.9	101.8
Κάπνισμα	Καθόλου	1068	17.7	19.3	84.1
	1 έως 5	1209	45.2	50.3	141.7
	6 έως 10	950	40.2	44.7	199.0
	11 έως 15	1199	82.4	92.3	81.1
	16 έως 20	1092	46.2	49.9	71.4
Σκούπισμα	Τουλάχιστον μία φορά το μήνα	586	15.2	16.2	26.0
	Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα	1048	27.7	30.2	84.9

	Περισσότερο από μία φορά την εβδομάδα	1172	37.7	41.9	126.0
Ξεσκόνισμα	Τουλάχιστον μία φορά σε διάστημα λίγων μηνών	871	18.2	20.2	53.1
	Τουλάχιστον μία φορά το μήνα	931	17.5	18.9	138.8
	Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα	1069	31.1	34.3	102.8
	Περισσότερο από μία φορά την εβδομάδα	1219	42.7	47.4	108.5
Σφουγγάρισμα	Τουλάχιστον μία φορά το μήνα	1003	18.8	20.7	150.8
	Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα	1059	27.5	29.9	88.6
	Περισσότερο από μία φορά την εβδομάδα	1170	44.9	50.0	113.3
Χρήση Καθαριστικών	Τουλάχιστον μία φορά το μήνα	915	34.6	37.2	182.7
	Τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα	1046	35.5	39.6	106.6
	Περισσότερο από μία φορά την εβδομάδα	1181	30.9	34.1	87.6
Χρήση Αποσμητικών Χώρου	Ποτέ	1072	23.6	26.0	84.8
	Τουλάχιστον μία φορά σε διάστημα λίγων μηνών	1029	24.6	27.8	69.4
	Τουλάχιστον μία φορά το μήνα	572	12.5	13.0	34.1
	Περισσότερο από μία φορά την εβδομάδα	923	24.2	26.4	114.9
Μούχλα	Όχι	1085	26.2	28.9	133.3
	Ναι	1100	42.7	47.4	61.4
Ανακαίνιση	Όχι	950	36.2	40.3	69.0
	1 μήνα πριν	1119	22.0	24.1	357.2
	1 χρόνο πριν	1316	17.5	19.3	51.6
	3 χρόνια πριν	1235	31.9	35.1	190.2
	10 χρόνια πριν	1073	34.5	38.0	105.7
Κατοικίδιο	Όχι	1113	31.6	35.1	122.8
	Ναι	997	34.3	37.6	68.1

4. Γενικά Συμπεράσματα

Το παραδοτέο Π3.2 περιλαμβάνει την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την υλοποίηση της μελέτης και περιλαμβάνει: την προετοιμασία και οργάνωση της εκστρατείας των μετρήσεων για τις δύο περιόδους, την ενημέρωση και επιλογή των συμμετεχόντων εθελοντών, την επιλογή και κατάλληλη προετοιμασία του μετρητικού εξοπλισμού, τις μετρήσεις και συλλογή δεδομένων από ερωτηματολόγια καθώς και την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, το Π3.2 στοχεύει στην αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων συλλογής δεδομένων από το δίκτυο των φορητών και στατικών αισθητήρων που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της έκθεσης του πληθυσμού σε ατμοσφαιρικούς ρύπους, για την περιοχή μελέτης (νομός Μεσσηνίας) και τις δύο χρονικές περιόδους (Θερμή: Ιούνιος- Οκτώβριος 2022; Ψυχρή: Νοέμβριος 2022-Μάρτιος 2023). Η πειραματική εκστρατεία μετρήσεων προσωπικής έκθεσης περιλαμβάνει τους ατμοσφαιρικούς ρύπους VOC, NO₂, CO₂, PM₁₀ και PM_{2.5}. Ο αριθμός των εθελοντών που συμμετείχαν ήταν 168 (θερμή περίοδος: 94, ψυχρή περίοδος: 74), με αντίστοιχο αριθμό κατοικιών τις 130 (θερμή περίοδος: 66, ψυχρή περίοδος: 64).

Σχετικά με τις μετρήσεις ποιότητας αέρα στις κατοικίες την θερμή περίοδο:

- Η μέση τιμή PM₁₀ στις κατοικίες για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 18.4 μg/m³ και οι τιμές κυμαίνονται από 0.2 έως 150 μg/m³. Η μέση τιμή PM_{2.5} στις κατοικίες για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 17.1 μg/m³ και οι τιμές κυμαίνονται από 0.2 έως 133 μg/m³
- Η μέση τιμή VOCs στις κατοικίες για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 139 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 996 ppb.
- Η μέση τιμή CO₂ στις κατοικίες για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 745 ppm και οι τιμές κυμαίνονται από 415 έως 2671 ppm.

Σχετικά με τις μετρήσεις προσωπικής έκθεσης την θερμή περίοδο:

- Η μέση τιμή PM₁₀ για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 43.6 μg/m³ και οι τιμές κυμαίνονται από 2.5 έως 1871 μg/m³. Η μέση τιμή PM_{2.5} για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 17.6 μg/m³ και οι τιμές κυμαίνονται από 1.6 έως 326.8 μg/m³.
- Η μέση τιμή VOCs για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 14.4 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0.4 έως 2423 ppb.

- Η μέση τιμή NO_2 για ολόκληρη την θερμή περίοδο προσδιορίζεται στα 7.5 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 399 ppb.

Σχετικά με τις μετρήσεις ποιότητας αέρα στις κατοικίες την ψυχρή περίοδο:

- Η μέση τιμή PM_{10} στις κατοικίες για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα $41.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και οι τιμές κυμαίνονται από 11.6 έως $315 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η μέση τιμή $\text{PM}_{2.5}$ στις κατοικίες για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα $37.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και οι τιμές κυμαίνονται από 10.6 έως $282 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Η μέση τιμή VOCs στις κατοικίες για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα 36.1 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 262 ppb.
- Η μέση τιμή CO_2 στις κατοικίες για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα 1340 ppm και οι τιμές κυμαίνονται από 684 έως 2223 ppm.

Σχετικά με τις μετρήσεις προσωπικής έκθεσης την ψυχρή περίοδο:

- Η μέση τιμή PM_{10} για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα $35.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και οι τιμές κυμαίνονται από 2.6 έως $2618 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η μέση τιμή $\text{PM}_{2.5}$ για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα $16.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και οι τιμές κυμαίνονται από 5.4 έως $343 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Η μέση τιμή VOCs για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα 14.1 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0.3 έως 3011 ppb.
- Η μέση τιμή NO_2 για ολόκληρη την ψυχρή περίοδο προσδιορίζεται στα 6.1 ppb και οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 95.4 ppb.

Στατιστική σημαντικότητα ($p\text{-value} < 0.05$) με κριτήριο την περίοδο παρουσιάζεται για τις συγκεντρώσεις του NO_2 .

Σύμφωνα με τον δείκτη AQI για τα PM_{10} το 77% την θερμή περίοδο και το 89% την ψυχρή περίοδο κατατάσσεται στο επίπεδο επικινδυνότητας καλό, το 16% και το 8% αντίστοιχα στο μέτριο. Μόλις το 7% για την θερμή περίοδο και το 2% για το την ψυχρή περίοδο ανήκει στα ανθυγιεινά επίπεδα.

Για τα $\text{PM}_{2.5}$ το 65% τόσο για την θερμή περίοδο όσο και την ψυχρή περίοδο κατατάσσεται στο επίπεδο επικινδυνότητας καλό, περίπου το 25% αντίστοιχα στο μέτριο. Το 12% για την θερμή περίοδο και το 8% για το την ψυχρή περίοδο ανήκει στα παραπάνω ανθυγιεινά επίπεδα.

Για το NO₂ το 99% τόσο για την θερμή περίοδο όσο και την ψυχρή περίοδο κατατάσσεται στο επίπεδο επικινδυνότητας καλό, και μόλις το 1% αντίστοιχα στο μέτριο.

Από τα συνδυασμένα δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου τα αποτελέσματα για τις προσωπικές παράμετροι που επηρεάζουν την έκθεση σε ρύπους περιλαμβάνουν τα εξής:

- Όσον αφορά το κάπνισμα, οι καπνιστές είναι πιο εκτεθειμένοι σε αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ και PM_{2.5} σε σύγκριση με τους μη καπνιστές. Ο καπνός του τσιγάρου περιέχει αιωρούμενα σωματίδια, επομένως οι καπνιστές είναι πιο εκτεθειμένοι σε αυτά.
- Όσον αφορά την ηλικία, τη μεγαλύτερη προσωπική έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια είχαν τα άτομα ηλικίας 30-45, ακολουθούν τα άτομα μεταξύ 18-30, ύστερα τα άτομα μεταξύ 45-65 και τέλος οι άνω των 65 χρονών. Πιθανόν τα άτομα νεαρής ηλικίας να δραστηριοποιούνται σε εξωτερικούς αστικούς χώρους με υψηλότερες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων, ενώ τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας να προτιμούν πιο αγροτικές περιοχές ή προάστια.
- Όσον αφορά την επαγγελματική κατάσταση, παρατηρήθηκε πως τα άτομα που εργάζονται είναι πιο εκτεθειμένα σε αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ και PM_{2.5}. Οι εργαζόμενοι περνούν περισσότερο χρόνο σε εργασιακά περιβάλλοντα που συμπεριλαμβάνουν πηγές εκπομπής αυτών των ρύπων. Επιπροσθέτως, ορισμένα επαγγέλματα που περιέχουν βαφές, καθαριστικά προϊόντα, οικοδομικά υλικά, εκτυπώσεις, καύση, κ.ο.κ. είναι άμεσα συνδεδεμένα με την έκθεση σε αυτούς τους ρύπους.
- Όσον αφορά τον εργασιακό χώρο, τα άτομα που δούλευαν σε εξωτερικό χώρο είχαν τη μέγιστη προσωπική έκθεση σε διοξείδιο του αζώτου, ακολουθούν τα άτομα που δούλευαν σε εξωτερικό και εσωτερικό χώρο και τέλος τα άτομα που δούλευαν σε εσωτερικό χώρο.
- Όσον αφορά την εργασία σε βάρδιες, βρέθηκε πως η προσωπική έκθεση των ατόμων που δουλεύουν σε βάρδιες σε πτητικές οργανικές ενώσεις ήταν μεγαλύτερη από των ατόμων που δεν δουλεύουν σε βάρδιες.
- Όσον αφορά τον χώρο άθλησης βρέθηκε πως τη μέγιστη έκθεση σε πτητικές οργανικές ενώσεις είχαν τα άτομα που αθλούνταν και σε εξωτερικό και σε εσωτερικό χώρο, έπειτα τα άτομα που αθλούνταν μόνο σε εξωτερικό χώρο και τέλος τα άτομα που αθλούνταν σε εσωτερικό χώρο.

- Όσον αφορά το φύλο, παρατηρήθηκε πως οι άντρες ήταν πιο εκτεθειμένοι σε διοξείδιο του αζώτου συγκριτικά με τις γυναίκες.

Από τα συνδυασμένα δεδομένα της θερμής και της ψυχρής περιόδου τα αποτελέσματα για τα χαρακτηριστικά κατοικίας που επηρεάζουν την έκθεση σε ρύπους περιλαμβάνουν τα εξής:

- Παρατηρήθηκε στατιστική σημαντική διαφορά στην συγκέντρωση του CO₂ στις στην περίπτωση του διαφορετικού τύπου κατοικίας, μονοκατοικία και διαμέρισμα.
- Οι διαφορετική συχνότητα φυσικού αερισμού του χώρου παρουσιάζει διαφοροποίηση στα επίπεδα συγκέντρωσης CO₂.
- Η χρήση αποσμητικών χώρου εμφάνισε σημαντική διαφοροποίηση στη συγκέντρωση CO₂ εντός των κατοικιών.
- Στατιστικώς σημαντική διαφορά στις συγκεντρώσεις PM₁₀ και PM_{2.5} παρουσιάστηκε και στις κατοικίες με διαφορετική συχνότητα ξεσκονίσματος.
- Τέλος, στατιστικώς σημαντική διαφορά έκθεσης σε συγκεντρώσεις VOCs παρουσιάστηκε στις κατοικίες με την ύπαρξη μονωτικών υλικών, στον τύπο θέρμανσης και σε κατοικίες με πρόσφατες δραστηριότητες ανακαινίσεων.