



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Μελέτη της χωρικής κατανομής σωματιδιακής
ρύπανσης στην ευρύτερη περιοχή της πόλης του
Αγρινίου”.

“Spatial variation of particulate air pollution in the
greater area of Agrinio city”.

ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ
ΑΓΓΕΛΟΣ ΓΙΟΧΑΛΑΣ

ΑΜ
18392113

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ
Δρ. ΜΟΥΣΤΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
MSc. ΤΣΙΤΣΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2024

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι
Εξεταστική Επιτροπή:

Α/Α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δρ. ΜΟΥΣΤΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Καθηγητής)	
2	MSc. ΤΣΙΤΣΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ (ΕΔΙΠ)	
3	MSc. ΝΤΟΥΡΟΥ ΚΛΕΟΠΑΤΡΑ (ΕΔΙΠ)	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΑΓΓΕΛΟΣ ΓΙΟΧΑΛΑΣ του ΖΑΧΑΡΙΑ, με αριθμό μητρώου 18392113 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ δηλώνω υπεύθυνα ότι:

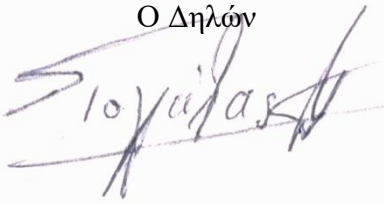
«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία.

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».

Ο Δηλών



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε από τον φοιτητή Γιοχάλα Άγγελο του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών στην διάρκεια του Ακαδημαϊκού Έτους 2023-2024 υπό την επίβλεψη των καθηγητών μου: Δρ. Κωνσταντίνο Μουστρή και Χρήστο Τσίτση, στους οποίους θέλω να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ για την πολύτιμη καθοδήγησή τους καθ' όλη την πορεία εκπαίδευσης της διπλωματικής μου.

Επίσης θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου οι οποίοι στάθηκαν δίπλα μου, αλλά και στους φίλους μου συμφοιτητές, με τους οποίους συνεργάστηκα άψογα σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Κλείνοντας, θα ήθελα να αφιερώσω την διπλωματική μου εργασία στην οικογένειά μου, στον πατέρα μου Ζαχαρία, την μητέρα μου Χαρά και τον αδελφό μου Παναγιώτη, που βρίσκονται πάντα στο πλευρό μου στηρίζοντας τις επιλογές μου.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
<i>ABSTRACT</i>	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ1: Εισαγωγικά Στοιχεία	7-14
1.1 Ατμοσφαιρική ρύπανση.....	7
1.2 Πηγές ατμοσφαιρικών ρύπων.....	7
1.3 Ιστορική αναδρομή.....	8
1.4 Αιωρούμενα σωματίδια.....	10
1.5 Διαχωρισμός αιωρούμενων σωματιδίων.....	11
1.6 Ανθρώπινη υγεία και αιωρούμενα σωματίδια.....	11
1.7 Περιβάλλον και αιωρούμενα σωματίδια	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : «Περιοχή Έρευνας».....	15-26
2.1 Χαρακτηριστικά πόλης Αργινίου.....	15
2.1.1 Κλιματικά χαρακτηριστικά του Αργινίου	15
2.2 Σημειακοί Σταθμοί Μέτρησης Ποιότητας της Ατμόσφαιρας.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Μεθοδολογία Έρευνας.....	27-32
3.1 Δίκτυο PurpleAir	27
3.2 Αισθητήρες Καταγραφής Αιωρούμενων Σωματιδίων	29
3.3 Στάδια Μεθοδολογίας.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Αποτελέσματα-Σύγκριση.....	33-83
4.1 Δημαρχείο Νεάπολης -Περιαστικός Σταθμός.....	33
4.2 Πλατεία Χατζοπούλου -Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας.....	36
4.3 Πλατεία Δημοκρατίας -Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας.....	39
4.4 Κοινοτικό Γραφείο Καινούργιου –Περιαστικός Σταθμός.....	42
4.5 Κοινοτικό Γραφείο Δοκιμίου –Περιαστικός Σταθμός.....	44
4.6 ΚΕΠ Αγίου Κωνσταντίνου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας.....	48
4.7 ΚΑΠΗ Αργινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	50
4.8 Δημοτική Βιβλιοθήκη –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	53
4.9 Γήπεδο Μπάσκετ Αερογέφυρας –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας.....	56
4.10 19 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αργινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας.....	59
4.11 10 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αργινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας.....	62
4.12 7 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αργινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας.....	65
4.13 6 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αργινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας.....	68
4.14 3 ^ο Γυμνάσιο Αργινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	71
4.15 2 ^ο Δημοτικό Αγίου Κωνσταντίνου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας.....	74
4.16 1 ^ο ς Παιδικός Σταθμός Αργινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	77
4.17 1 ^ο Δημοτικό Παναιτωλίου–Περιαστικός Σταθμός.....	80
4.18 Συγκεντρωτικός Πίνακας Σημειακών Σταθμών Μέτρησης βάση του συνολικού πλήθους υπερβάσεων PM _{10,0} και μεγίστων/ελαχίστων τιμών σε ετήσια βάση.....	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Συμπεράσματα-Προτάσεις.....	84-87
5.1 Συμπεράσματα-Γενικές Παρατηρήσεις.....	84
5.2 Προτάσεις για Βελτίωση στην περιοχή έρευνας	87
Βιβλιογραφία.....	88-89

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα σωματίδια που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα αποτελούν έναν από τους κύριους παράγοντες διαμόρφωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και αναγνωρίζονται ως επικίνδυνα και επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με το μέγεθός τους ($PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$), με συνέπεια να προσβάλουν το καρδιοαναπνευστικό και εν γένη τον ανθρώπινο οργανισμό.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία έγινε μελέτη της χρονικής διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων στη πόλη του Αγρινίου. Για το σκοπό αυτό, αντλήθηκαν δεδομένα από τη βάση δεδομένων ατμοσφαιρικής ρύπανσης του δικτύου “PurpleAir”, ταυτόχρονα έγινε υπολογισμός των εισπνεόμενων μαζών αιωρούμενων σωματιδίων σε ημερήσια, μηνιαία και ετήσια βάση με επακόλουθο να προκύψουν σημαντικά συμπεράσματα αναφορικά με τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη της ποιότητας της ατμόσφαιρας που παρουσιάζεται σε περιφερειακές πόλεις και συγκεκριμένα του Αγρινίου, μέσω της ανάλυσης 17 σημειακών σταθμών καταγραφής αιωρούμενων σωματιδίων για τη διάρκεια ενός έτους, καθώς και προτάσεις μέτρων και δράσεων που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την ποιότητα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ατμοσφαιρική ρύπανση, αιωρούμενα σωματίδια ($PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$), αισθητήρες καταγραφής αιωρούμενων σωματιδίων χαμηλού κόστους, δίκτυο “PurpleAir”, Αγρίνιο.

ABSTRACT

Particles suspended in the atmosphere are one of the main factors shaping air pollution and are recognized as dangerous and harmful to human health and the environment. They can be categorized according to their size ($PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$), consequently affecting the cardio respiratory system and the human body in general.

In this thesis, a study was made of the temporal variation of suspended particles in the city of Agrinio. For this purpose, data was extracted from the air pollution database of the "PurpleAir" network, at the same time a calculation was made of the inhaled masses of suspended particles on a daily, monthly and annual basis, with the result that important conclusions are drawn regarding the effects of air pollution.

The aim of this thesis is to highlight the quality of the atmosphere that is presented in the peripheral cities and specifically of Agrinio, through the analysis of 17 point stations, which are recording the suspended particles, for a duration of one year, as well as the proposals for measures and actions that could improve the quality of the atmospheric environment.

KEYWORDS

Air pollution, suspended particles ($PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$), low-cost suspended particulate matter recording sensors, "PurpleAir" network, Agrinio.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγικά Στοιχεία

1.1 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Ορισμένοι από τους σημαντικότερους παράγοντες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης αναφέρονται σε ρύπους που προκαλούν ρύπανση της ατμόσφαιρας και κατά κύριο λόγο προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες (είναι δηλαδή ανθρωπογενής) και όχι από τη φύση [1]. Ο ορισμός που έχει δοθεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (W.H.O), η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι «η παρουσία στην ατμόσφαιρα ουσιών για περισσότερο χρόνο και σε υψηλές συγκεντρώσεις, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στους ζωντανούς οργανισμούς όπως άνθρωποι, ζώα, φυτά, αλλά και σημαντικά προβλήματα σε υλικοτεχνικές υποδομές» [2]. Οι βασικές πηγές αυτής της ρύπανσης περιλαμβάνουν τη βιομηχανία, τις μεταφορές και τις οικιακές δραστηριότητες.

Σήμερα, η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί ένα από τα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο, ενώ έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία, όπως δηλώνει χαρακτηριστικά μεταξύ άλλων ο εκτελεστικός διευθυντής του ΕΟΠ Hans Bruyninckx [3].

Στους πιο επικίνδυνους ατμοσφαιρικούς ρύπους περιλαμβάνονται αυτοί με διοξείδιο του θείου (SO₂), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), οξείδιο του αζώτου (NO₂), όζον (O₃), το μεθάνιο (CH₄) και τα σωματίδια [PM (Particulate Matter)] που διακρίνονται ανάλογα με το μέγεθός τους και επηρεάζουν αρνητικά την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον [4],[5],[6].

Όσον αφορά την επιβάρυνση της υγείας των ανθρώπων, κυρίως στις πόλεις όπου η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι εντονότερη λόγω του υψηλού αριθμού οχημάτων, των κεντρικών θερμάνσεων και των βιομηχανιών, αυτή επιδεινώνεται. Άνθρωποι με ήδη επιβαρυνμένο ιατρικό ιστορικό, είτε υγιής, αποκτούν αναπνευστικά προβλήματα, ακόμη και καρκινογόνους όγκους που μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και σε θάνατο [7].

1.2 Πηγές ατμοσφαιρικών ρύπων

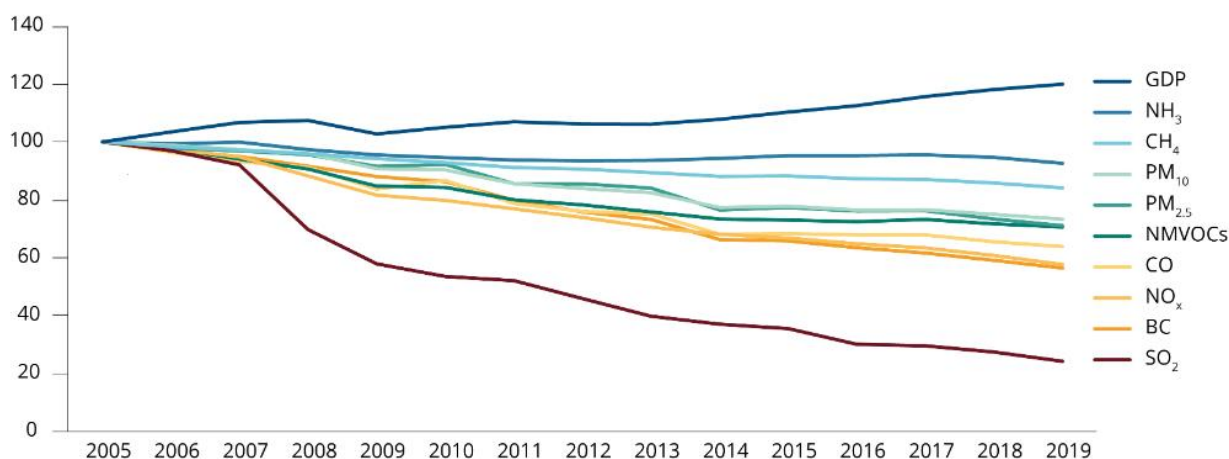
Οι πηγές ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι ανθρωπογενείς (από κοινωνική, επαγγελματική και ατομική δραστηριότητα) και φυσικές [8]. Ορισμένες από τις κύριες ανθρωπογενείς πηγές περιλαμβάνουν τις βιομηχανικές δραστηριότητες, τις αστικές δραστηριότητες (καύσεις, παραγωγή και μεταφορά ενέργειας, γενικές μεταφορές) καθώς και οι αγροτικές-γεωργικές δραστηριότητες [9].

Οι σημαντικότερες φυσικές πηγές ρύπων, από την άλλη, περιλαμβάνουν τα ηφαίστεια, τα οποία εκπέμπουν κυρίως μεθάνιο και διοξείδιο του θείου, τις δασικές πυρκαγιές που εκπέμπουν κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, καθώς και μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα όπως και τους ωκεανούς στους οποίους παράγονται μεγάλες ποσότητες θειούχων ενώσεων.

Κλείνοντας, η αποσάθρωση του εδάφους συνεισφέρει στην εκπομπή αιωρούμενων σωματιδίων, ενώ τα φυτά και τα δέντρα συνεισφέρουν στην εκπομπή κυρίως υδρογονανθράκων [6-9].

Πίνακας 1.2.1: Κύριοι ρύποι και πηγές

Ρύπος	Πηγές
Αιωρούμενα σωματίδια	Καύσιμα (κυρίως Diesel), Κατασκευές, καύση
Διοξείδιο του θείου	Βιομηχανική παραγωγή, εκπομπές από οχήματα
Οξείδιο του αζώτου	Εκπομπές από οχήματα, παραγωγή ενέργειας, λέβητες θέρμανσης
Αέρια θερμοκηπίου	Βιομηχανικές καύσεις, εκπομπές από οχήματα



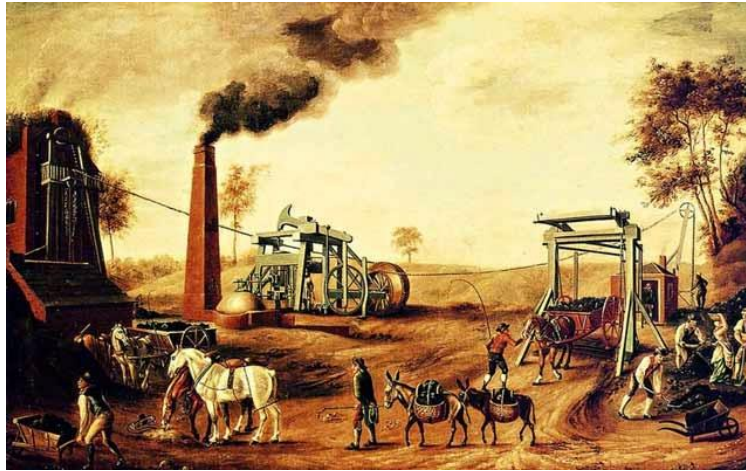
Εικόνα 1.2.1: Διακύμανση κύριων ρύπων στην ΕΕ ως ποσοστιαία διαφορά από το 2005 έως το 2019 [10].

1.3 Ιστορική αναδρομή

Η έννοια της ρύπανσης εμφανίστηκε πριν από τον 13ο αιώνα μ.Χ., όταν διάφορες φυλές αναγκάζονταν να μεταναστεύσουν λόγω της δυσσομίας που προκαλούσαν τα απόβλητα ανθρώπων και ζώων. Οι αρχαίες πόλεις είχαν χαρακτηριστεί από τα αστικά απόβλητα και τα υλικά που υπέστησαν αποσύνθεση, κάτι που αποτελούσε απειλή για την υγεία των κατοίκων του, ενώ ανακάλυψη της φωτιάς δημιούργησε μια νέα μορφή ρύπανσης. Η σχέση της ευεξίας και της κατάστασης στην φύση απασχόλησε πολλούς σοφούς στην αρχαία Ελλάδα, όπως ο Ιπποκράτης και ο Πλάτων.

Στην αρχαία Ρώμη, το πρόβλημα της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και της επίπτωσής στον άνθρωπο, φάνηκε έντονο λόγω της σκόνης που διαχεόταν στην ατμόσφαιρα από τις ψηλές καμινάδες των εργαστηρίων επεξεργασίας αργύρου και χαλκού αλλά και των εξοχικών κατοικιών κοντά στη θάλασσα αύξησε τη συγκέντρωση χαλκού και άλλων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα [11].

Κατά την περίοδο από τον 12ο έως τον 18ο αιώνα, παρατηρήθηκαν συνθήκες που απειλούσαν την ανθρώπινη υγεία και συντελούσαν στη διάδοση επιδημιών, οδηγώντας σε υψηλά ποσοστά θανάτων στον πληθυσμό καθώς και αυξημένη χρήση των ανθράκων για την παραγωγή τσιμέντου, γυαλιού, αλλά και για τη θέρμανση των κατοικιών.



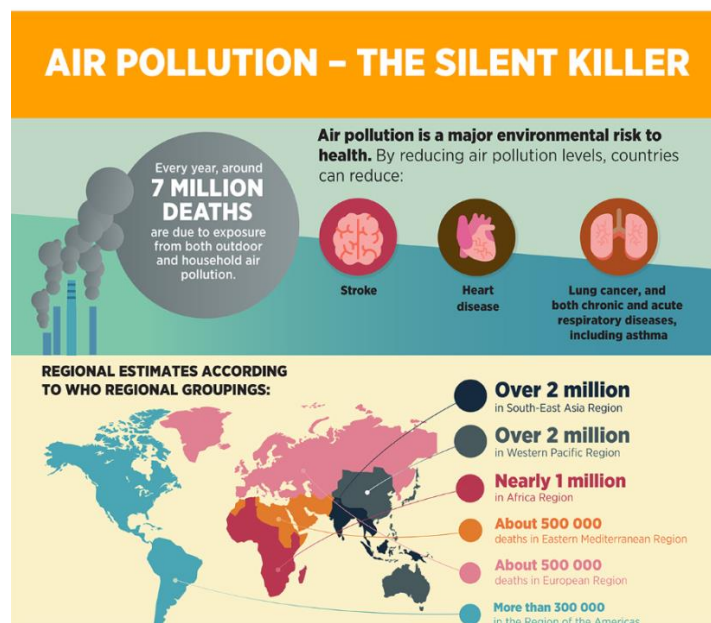
Εικόνα 1.3.1: 1^η Βιομηχανική Επανάσταση [12].

Με την εξάπλωση της βιομηχανικής επανάστασης αυξήθηκε κατά 100 φορές η κατανάλωση άνθρακα παγκοσμίως μεταξύ του 1800 και του 1900. Αυτή η ραγδαία αύξηση στη χρήση άνθρακα που ήταν ευθέως ανάλογη της αυξημένης κατανάλωσης ενέργειας, επέφερε σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τον 20ό αιώνα [11]. Λόγω των αυξανόμενων επιπτώσεων στο περιβάλλον άρχισαν να εφαρμόζονται μέτρα για την μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων.

Ορισμένα από αυτά τα μέτρα περιλάμβαναν τη χρήση ελεγχόμενων κλιβάνων για την ανάφλεξη του κάρβουνου και τη χρήση συσκευών απομάκρυνσης οξέων από τις βιομηχανικές εκπομπές αερίων [11].

Μπορεί η αντιρρυπαντική τεχνολογία να εξελίσσεται συνεχώς μαζί με τις συμβατικά τεχνολογικά επιτεύγματα, εντούτοις, δεν έχει καταστεί ακόμη εφικτός ο πλήρης έλεγχος ή ο περιορισμός το προβλήματος της ρύπανσης και αυτό οφείλεται κυρίως στην αυξημένη χρήση αυτοκινήτων και την αντικατάσταση του άνθρακα με το πετρέλαιο.

Η κλιματική αλλαγή πλέον είναι προ των πυλών και ως εκ τούτου, ο ΟΗΕ την θεωρεί ως μια από τις μεγαλύτερες απειλές για τον πλανήτη, ακόμη και μεγαλύτερη από την διεθνή τρομοκρατία [11].



Εικόνα 1.3.2: Θάνατοι ανά ήπειρο που προκαλούνται από την ατμοσφαιρική ρύπανση ανά έτος [13].

1.4 Αιωρούμενα σωματίδια

Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι μικροσκοπικά στερεά ή υγρά σωματίδια που και έχουν ευρεία ποικιλία τόσο σε σχήμα όσο και σε μέγεθος. Η επίδρασή τους είναι ιδιαίτερα αρνητική στο περιβάλλον αλλά και στην ανθρώπινη υγεία καθώς αποτελούν έναν πολύπλοκο τύπο ρύπου. Κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη διάμετρό τους σε ρύπους με ιδιαίτερα μικρή διάμετρο, $PM_{1.0}$ (με διάμετρο $< 1 \mu m$), με μικρή διάμετρο, $PM_{2.5}$ (με διάμετρο $< 2,5 \mu m$) και σε λίγο μεγαλύτερη, $PM_{10.0}$ (με διάμετρο μέχρι $10 \mu m$). Από τα παραπάνω, τα σωματίδια τα $PM_{2.5}$, είναι τα πιο επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία, διότι μπορούν να διεισδύσουν σε βάθος στον ανθρώπινο οργανισμό [14].

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ) συνδέει την ανθρώπινη έκθεση στα αιωρούμενα σωματίδια με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία, όπως καρκίνο του πνεύμονα, ακόμα σε ενδεχόμενη βλάβη της ψυχικής υγείας. Χαρακτηριστικά είναι τα ευρήματα μιας μελέτης που πραγματοποιήθηκε στην Κορέα, η οποία ανέδειξε πως η ζωή σε περιοχές με υψηλότερη συγκέντρωση λεπτών σωματιδίων συσχετίζεται με τη μείωση της σωματικής δραστηριότητας. Αυτή η μείωση της φυσικής δραστηριότητας μπορεί, στη συνέχεια, να αυξήσει τα συμπτώματα κατάθλιψης σε παιδιά [15].

Οι παραπάνω επιδράσεις των αιωρούμενων σωματιδίων, οδήγησαν στη θέσπιση νομοθετικών ρυθμίσεων που στοχεύουν στην προστασία του πληθυσμού και του περιβάλλοντος. Τα μεγαλύτερα προβλήματα ρύπανσης εμφανίζονται σε πολλά κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπου τα αιωρούμενα σωματίδια $PM_{10.0}$ υπερβαίνουν τις οριακές τιμές. Για τα αιωρούμενα σωματίδια $PM_{2.5}$, η μέση ετήσια τιμή κρίνεται ότι δεν πρέπει να υπερβαίνει την οριακή τιμή των $25 \mu g/m^3$, ενώ για τα $PM_{10.0}$, η μέση ημερήσια τιμή, όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες δεν πρέπει να υπερβαίνει την οριακή τιμή των $50 \mu g/m^3$ περισσότερες από 35 φορές ετησίως. Η τήρηση αυτών των ορίων είναι ζωτικής σημασίας για την πρόληψη αναπνευστικών και καρδιαγγειακών προβλημάτων, καθώς και τη διαφύλαξη της ποιότητας του αέρα που αναπνέουμε [14],[16-17].

Πίνακας 1.4.1: Οριακές τιμές εκπομπών ρύπων για τις υφιστάμενες μεσαίου μεγέθους μονάδες καύσης, σύμφωνα με την οδηγία 2015/2193/EK

Ρύπος	Στερεή βιομάζα	Άλλα στερεά καύσιμα	Πετρέλαιο εσωτερικής καύσης	Υγρά καύσιμα εκτός από πετρέλαιο εσωτερικής καύσης	Φυσικό αέριο	Αέρια καύσιμα εκτός του φυσικού αερίου
SO_2	200 ⁽¹⁾ ⁽²⁾	1 100	—	350	—	200 ⁽³⁾
NO_x	650	650	200	650	250	250
Σκόνη	50	50	—	50	—	—

Πίνακας 1.4.2: Όρια ενημέρωσης του κοινού για $PM_{10.0}$ έτους 2015 [18]

Ρύπος	Χρονική Βάση	Όριο
Αιωρούμενα Σωματίδια ΑΣ ₁₀	24 ώρες	51-75 µg/m ³ Συστάσεις για ευπαθείς ομάδες πληθυσμού
		56-100 µg/m ³ Συστάσεις για ευπαθείς ομάδες πληθυσμού και το γενικό πληθυσμό
		101-150 µg/m ³ Συστάσεις για ευπαθείς ομάδες πληθυσμού και το γενικό πληθυσμό, μέτρα μείωσης των εκπομπών ΑΣ από εστίες καύσης, βιομηχανικές δραστηριότητες και τη κυκλοφορία
		≥ 151 µg/m ³ Συστάσεις για ευπαθείς ομάδες πληθυσμού και το γενικό πληθυσμό, μέτρα μείωσης των εκπομπών ΑΣ από εστίες καύσης, βιομηχανικές δραστηριότητες και τη κυκλοφορία

1.5 Διαχωρισμός αιωρούμενων σωματιδίων

Τα αιωρούμενα σωματίδια κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους, όπως το σχήμα τους, η φυσική τους κατάσταση, το μέγεθός τους, οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον μηχανισμό σχηματισμού τους, χωρίζονται σε αερολύματα συμπύκνωσης και αερολύματα διασποράς. Και τα δύο είδη αερολυμάτων μπορούν να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και στο περιβάλλον, και γι' αυτόν τον λόγο υπάρχουν κανονισμοί και προτεινόμενα όρια συγκέντρωσης τους στον αέρα προκειμένου να προστατευθεί η δημόσια υγεία [19-20].

Όσον αφορά τον διαχωρισμό τους με βάση τη φυσική τους κατάσταση κατηγοριοποιούνται σε στέρεα αερολύματα (π.χ. σκόνη, τέφρα κ.α.), υγρά αερολύματα (π.χ. ομίχλη, νεφελώματα) και τα διττής κατάστασης, δηλαδή στερεά – υγρά αερολύματα (π.χ. αιθαλομίχλη, λεπτόκοκκα σωματίδια κ.α.) [19-21].

1.6 Ανθρώπινη υγεία και αιωρούμενα σωματίδια

Σύμφωνα με τον ΠΟΥ, η ατμοσφαιρική ρύπανση ευθύνεται για τον θάνατο περίπου 4-9 εκατομμυρίων ανθρώπων κάθε χρόνο, κάτι που υποστηρίζει επιστημονικά την θεωρία ότι τα αιωρούμενα σωματίδια είναι ουσίες που επηρεάζουν τον ανθρώπινο οργανισμό σε επικίνδυνο βαθμό. Συγκεκριμένα, τα PM_{2.5} μπορούν να μειώσουν τη μέση διάρκεια ζωής κατά 8,6 μήνες και αντίστοιχα να την αυξήσουν κατά 0,61 έτος, εάν μειωθεί το επίπεδο συγκέντρωσης τους κατά 10µg/m³.

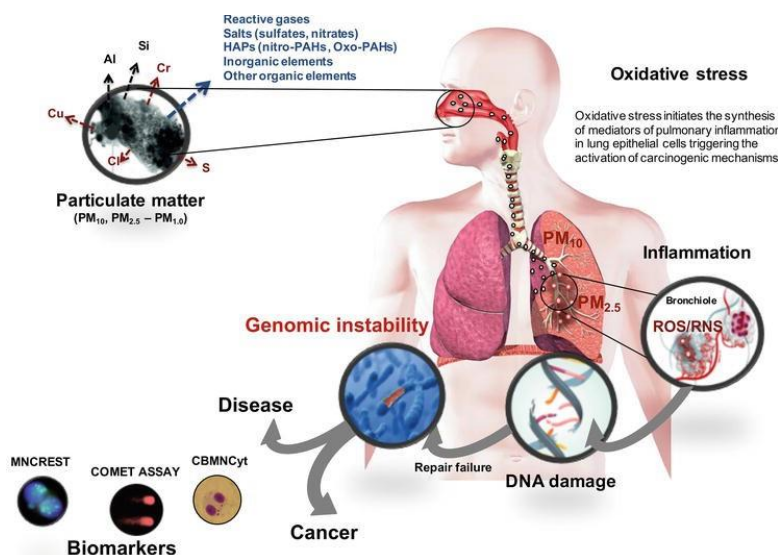
Η ρινική κοιλότητα είναι η κυριότερη «πύλη» εισόδου των σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα. Όσο μικρότερη διάμετρο έχουν τα σωματίδια, τόσο βαθύτερα εισχωρούν στους αεραγωγούς και τις κυψέλες του πνευμονικού συστήματος. Έχει αποδειχθεί ότι τα αιωρούμενα σωματίδια μπορούν να επιδεινώσουν αναπνευστικές ασθένειες, να ενισχύσουν αλλεργικές αντιδράσεις και να επηρεάσουν αρνητικά τον άσθμα. Τα PM_{2.5} και τα PM_{10.0} έχουν τον μεγαλύτερο χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα και μπορούν ακόμη να διασπείρονται σε μεγάλες αποστάσεις από την πηγή που τα εκπέμπει [22].

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Έρευνας για τον Καρκίνο, τα αιωρούμενα σωματίδια θεωρούνται καρκινογόνα για τον ανθρώπινο οργανισμό, και η βραχυπρόθεσμη έκθεση σε

αυτά συνδέεται με καρδιαγγειακούς κινδύνους. Ενδεχομένως, αυξάνουν τον κίνδυνο νευρολογικών επιπτώσεων, όπως τη νόσο Alzheimer και την άνοια. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι κατά τη διάρκεια της τρέχουσας πανδημίας του COVID-19, η σχέση μεταξύ των αιωρούμενων σωματιδίων και της μετάδοσης του ιού έχει αναλυθεί και αναθεωρηθεί [23]. Η πληθώρα βλαβών-ασθενειών αλλά και των οργάνων που δύναται αυτές να πλήξουν, οδήγησε στην κάτωθι ανάλυση ανά σύστημα του ανθρώπινου σώματος.

1. Επίδραση στο αναπνευστικό σύστημα:

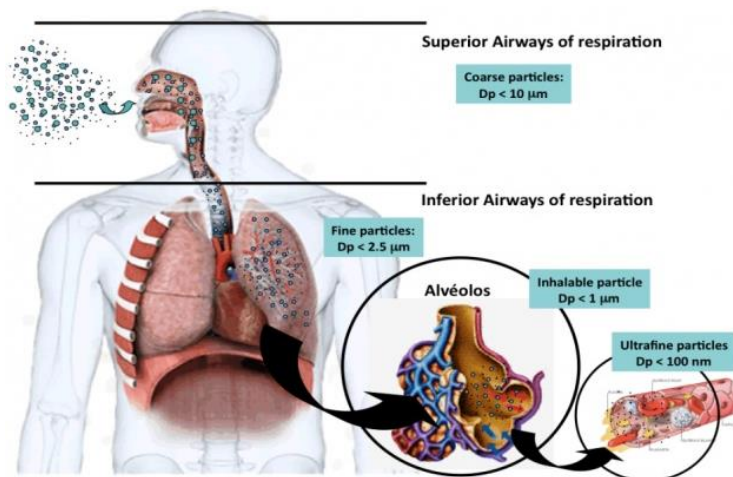
Όπως αναφέρθηκε και στην παραπάνω παράγραφο, μέσω του αναπνευστικού συστήματος αιωρούμενα σωματίδια διεισδύουν στον ανθρώπινο οργανισμό προκαλώντας σοβαρές βλάβες. Σύμφωνα με τον ΠΟΥ, περισσότεροι από 2 εκατομμύρια άνθρωποι ετησίως πεθαίνουν από αναπνευστικές παθήσεις, λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η εκτεταμένη έκθεση σε ρύπους προκαλεί σοβαρές ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος, π.χ. φλεγμονή αναπνευστικής οδού αλλά και καρκίνο του πνεύμονα. Μία μελέτη που διεξήχθη στην Γουαδελούπη το 2014 δείχνει ότι η έκθεση σε $PM_{10.0}$ και $PM_{2.5}$ αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης αναπνευστικών προβλημάτων, ιδιαίτερα στα παιδιά[24].



Εικόνα 1.6.1: Επίδραση αιωρούμενων σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα [25].

2. Επίδραση στο καρδιαγγειακό σύστημα:

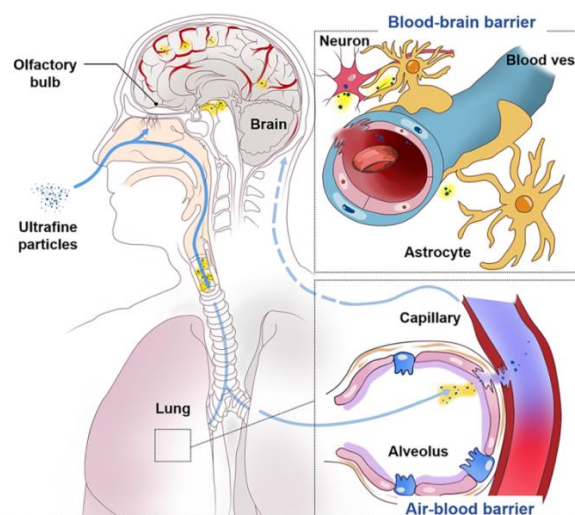
Τα $PM_{10.0}$ και τα $PM_{2.5}$ είναι τα αιωρούμενα σωματίδια που εκτός των παραπάνω επιπτώσεων στον ανθρώπινο οργανισμό, είναι ικανά να μειώσουν τη μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού και να αυξήσουν την αρτηριακή πίεση. Επιπροσθέτως, η καρδιακή ανεπάρκεια, η στεφανιαία νόσος και το έμφραγμα του μυοκαρδίου, είναι μερικές από τις καρδιαγγειακές παθήσεις, στις οποίες μπορεί να οδηγήσει η έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια [24].



Εικόνα 1.6.2: Επίδραση αιωρούμενων σωματιδίων στο καρδιαγγειακό σύστημα [25].

3. Επιπτώσεις στον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα:

Οι νευρολογικές διαταραχές είναι ενδεικτικές για το τι μπορούν να προκαλέσουν τα αιωρούμενα σωματίδια στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Ιδιαίτερα δε, σημαντικές μπορεί να είναι οι βλάβες που προκαλούνται στον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο. Χαρακτηριστικές είναι οι αναφορές για τον εντοπισμό αιωρούμενων σωματιδίων στον εγκέφαλο ορισμένων κατοίκων του Μεξικού. Επιπρόσθετα, αυξάνεται ο κίνδυνος υποτροπής σε αυτοάνοσα νοσήματα, όπως η σκλήρυνση κατά πλάκας, και παρατηρείται αύξηση στη συχνότητα εμφάνισης διαταραχών του φάσματος του αυτισμού στα παιδιά. Επιπλέον, αρκετές επιστημονικές μελέτες έχουν καταδείξει ότι η έκθεση στα $PM_{2.5}$, ακόμα και κατά την προγεννητική περίοδο, μπορεί να οδηγήσει σε ψυχοκινητική καθυστέρηση και νοητική υστέρηση [24].



Εικόνα 1.6.3: Επιπτώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα [26].

4. Επιπτώσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα:

Το ανοσοποιητικό σύστημα, είναι άλλο ένα σύστημα που μπορεί να πληγεί από την έκθεση στα αιωρούμενα σωματίδια, κάτι που δυνητικά μπορεί να θέσει το επίπεδο της ανοσίας σε κίνδυνο. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση ή ακόμη και την επιδείνωση διαφόρων ασθενειών, καθώς το ανοσοποιητικό σύστημα παίζει σημαντικό ρόλο στην προστασία του ανθρώπου από ασθένειες και λοιμώξεις [24].

1.7 Περιβάλλον και αιωρούμενα σωματίδια



Εικόνα 1.7.1: Γη και πηγές ρύπων [27].

Τα αιωρούμενα σωματίδια, ιδίως τα πολύ λεπτά $PM_{2.5}$, μπορούν να οδηγήσουν σε ομίχλη (smog), κατάσταση που μπορεί να είναι εξαιρετικά επικίνδυνα όχι μόνο για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον αλλά και για την ασφάλεια στις μετακινήσεις. Η μειωμένη ορατότητα λόγω της ομίχλης, αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο τροχαίων ατυχημάτων, εμφανίσεως επικίνδυνων καταστάσεων στους δρόμους και τα πεζοδρόμια και εν γένει σε όλες τις δημόσιες μεταφορές (λιμάνια, αεροδρόμια). Αυτό συμβαίνει, διότι τα $PM_{2.5}$ μπορούν να απορροφούν το φως και να διασκορπίζουν τις φωτεινές ακτίνες. Κατά την εμφάνιση της ομίχλης, το φαινόμενο αυτό επιτείνεται, δεδομένου ότι τα $PM_{2.5}$ συνδυάζονται με άλλους ρύπους και με την υγρασία της ατμόσφαιρας. Η αυξημένη συγκέντρωση αυτών των σωματιδίων σε συνδυασμό με την απορρόφηση του νερού μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση της συνολικής τους μάζας, κάτι που επιδεινώνει την εξασθένηση της ηλιακής ακτινοβολίας και μειώνει την ορατότητα. Αυτό το φαινόμενο επηρεάζει τόσο την αστική όσο και τη δασική περιοχή, και μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες για την ποιότητα του αέρα, την υγεία των οικοσυστημάτων, και την ανθρώπινη υγεία [27-28]. Επομένως η πρόληψη και ο έλεγχος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είναι κρίσιμη για την ασφαλή κυκλοφορία στους δρόμους και την ομαλή λειτουργία άλλων υποδομών.

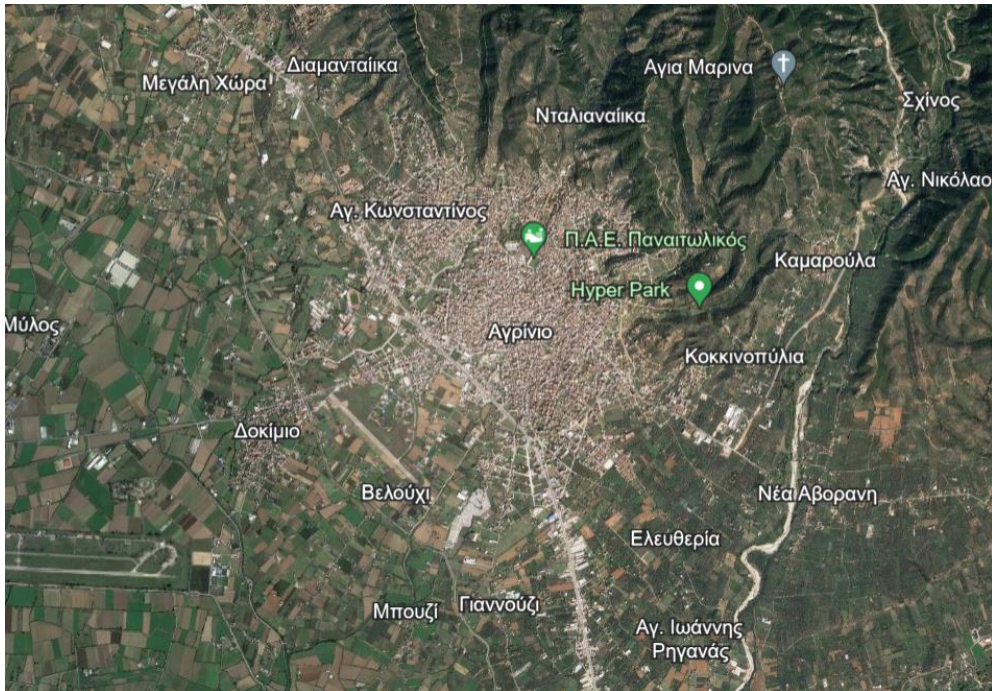
Η όξινη βροχή εμφανίζεται από την ένωση οξειδίου του αζώτου σε συνδυασμό με άλλες πτητικές ενώσεις σχηματισμού όξινων σωματιδίων. Αυτά πέφτουν στο έδαφος και διεισδύουν στα αποθέματα κοιτασμάτων νερού (λίμνες, ποτάμια & υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας) επηρεάζοντας τις τιμές οξύτητάς τους και καθιστώντας τα επικίνδυνα για την ανθρώπινη & υδρόβια ζωή. Με την όξινη βροχή επηρεάζονται οι καλλιέργειες αλλά και υλικοτεχνικές δομές αφού πολλά υλικά που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος όπως : πέτρες, ξύλο, τούβλα και κεραμικά λόγω της πορώδους τους σύνθεσης είναι ευαίσθητα σε αυτήν [28].

Επιπροσθέτως, τα αιωρούμενα σωματίδια με μέση και μεγάλη διάμετρο ($PM_{2.5}$ και $PM_{10.0}$), μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις από την πηγή τους και να επηρεάσουν τον αέρα, το νερό και το έδαφος. Στα δάση, τα αιωρούμενα σωματίδια τα οποία μεταφέρουν οξέα μπορούν να οξειδώσουν τον υδροφόρο ορίζοντα και στη συνέχεια τα εδάφη, κάτι που θα τα καταστήσει ακατάλληλα για την ανάπτυξη των φυτών και των δέντρων. Η εισπνοή δε των σωματιδίων αυτών μπορεί να προκαλέσει φιλική νέκρωση και αποβολή φύλλων, με αποτέλεσμα τον τμηματικό θάνατο των δέντρων και την διατάραξη της φυσικής ισορροπίας του δάσους [28].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : «Περιοχή έρευνας»

2.1 Χαρακτηριστικά πόλης Αγρινίου

Η πόλη του Αγρινίου είναι η μεγαλύτερη πόλη του νομού Αιτωλοακαρνανίας και μια από τις πιο πυκνοκατοικημένες της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας. Σύμφωνα με την απογραφή που έλαβε χώρα στην ελληνική επικράτεια το 2021, έχει πληθυσμό 89.691 κατοίκους, ως δημοτική ενότητα 60.609 και ως πόλη ο πληθυσμός της ανέρχεται σε 50.690 άτομα [29]. Διαιρώντας τον αριθμό του πληθυσμού των κατοίκων με την έκταση σε τετραγωνικά χιλιόμετρα της περιοχής, έχουμε ως αποτέλεσμα την πυκνότητα του πληθυσμού της εκάστοτε περιοχής. Έτσι όσον αφορά την πυκνότητα του πληθυσμού στο κέντρο της πόλης του Αγρινίου έχουμε 41,23 κάτοικοι/χλμ², σε σύγκριση με άλλα κέντρα πόλεων όπως της Αθήνας με 7.609,09 κάτοικοι/χλμ² ή της περιφερειακής ενότητας της Θεσσαλονίκης με 301,49 κάτοικοι/χλμ². Αυτό καθιστά το κέντρο του Αγρινίου ως μέτρια κατοικημένο και όχι πυκνοκατοικημένο.



Εικόνα 2.1.1: Δορυφορική άποψη του Αγρινίου [30]

2.1.1 Κλιματικά χαρακτηριστικά του Αγρινίου

Το κλίμα του Αγρινίου, όπως και όλης της χώρας χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό. Λόγω της τοποθεσίας του (στον κεντρικό άξονα της χώρας και πλησίον της λίμνης της Τριχωνίδας) κατά τους θερινούς μήνες επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, ενώ τους χειμερινούς υγρασία. Σύμφωνα με την ιστοσελίδα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών [31] η μέση θερμοκρασία για το έτος 2022 στην εν λόγω περιοχή ήταν περίπου 18,2°C ενώ για το έτος 2023 περίπου 18,3°C. Ο θερμότερος μήνας στο Αγρίνιο ήταν ο Ιούλιος με μέση μέγιστη θερμοκρασία τους 35,6°C το 2022 και τους 36,8°C για το 2023, ενώ ο ψυχρότερος για το 2022 ο μήνας Ιανουάριος με μέση ελάχιστη θερμοκρασία τους 4,1°C, ενώ για το 2023 ο Φεβρουάριος με μέση ελάχιστη θερμοκρασία τους 4,7°C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία του 2022 ήταν οι 24,0°C και η μέση ελάχιστη 13,3°C, ενώ για το 2023 η μέση μέγιστη θερμοκρασία ήταν 23,9°C και η μέση ελάχιστη 13,6°C.

ANNUAL CLIMATOLOGICAL SUMMARY for 2022
National Observatory of Athens
Institute of Environmental Research and Sustainable Development, meteo.gr

Station Name: Agrinio
Latitude: 38.60000 N
Longitude: 21.40000 E
Elevation: 72m
Date/Time in: LOCAL TIME

Year	Month	Mean Temp	Mean High Temp	Mean Low Temp	Abs High Temp	Day	Abs Low Temp	Day	Acum Rain	Max Daily Rain	Day	Mean Wind Speed	Abs High Speed	Day
2022-01		8.1	12.9	4.1	19.1	02	-2.8	26	40.0	16.6	21	2.7	35.4	12
2022-02		10.1	15.2	6.0	18.6	19	1.8	04	115.8	29.0	01	3.4	48.3	01
2022-03		9.6	14.8	4.9	21.6	26	-0.4	13	37.2	14.0	05	3.2	53.1	31
2022-04		16.2	21.8	11.2	29.4	28	6.7	20	21.2	13.6	18	2.3	51.5	02
2022-05		21.0	27.7	15.0	33.9	26	10.1	03	19.6	8.8	13	1.6	37.0	19
2022-06		26.3	33.0	20.5	37.2	23	17.0	10	72.6	43.8	10	1.8	56.3	12
2022-07		29.1	35.6	22.7	39.7	24	18.8	14	2.8	2.8	08	2.1	38.6	09
2022-08		27.1	33.9	21.7	38.4	19	18.6	31	77.4	27.4	13	1.6	64.4	30
2022-09		23.4	29.5	18.4	33.6	04	13.1	25	34.8	15.4	18	2.9	45.1	27
2022-10		19.4	25.7	14.2	34.6	01	11.1	22	28.0	21.4	14	3.1	35.4	01
2022-11		15.0	20.1	11.2	27.2	01	5.5	26	154.4	27.8	22	3.4	56.3	05
2022-12		13.0	17.2	9.7	23.1	17	2.9	21	68.0	16.6	07	3.1	61.2	10
2022		18.2	24.0	13.3	39.7	07	-2.8	01	671.8	43.8	06	2.6	64.4	08

Εικόνα 2.1.1.1 : Γενικά Κλιματολογικά Στοιχεία Αγρινίου για το έτος 2022 [31]

ANNUAL CLIMATOLOGICAL SUMMARY for 2023
National Observatory of Athens
Institute of Environmental Research and Sustainable Development, meteo.gr

Station Name: Agrinio
Latitude: 38.60000 N
Longitude: 21.40000 E
Elevation: 72m
Date/Time in: LOCAL TIME

Year	Month	Mean Temp	Mean High Temp	Mean Low Temp	Abs High Temp	Day	Abs Low Temp	Day	Acum Rain	Max Daily Rain	Day	Mean Wind Speed	Abs High Speed	Day
2023-01		10.2	14.7	6.7	19.2	19	3.2	30	211.6	42.2	26	3.6	61.2	10
2023-02		9.1	14.6	4.7	21.1	26	-0.8	08	7.2	3.6	04	3.2	48.3	26
2023-03		12.7	18.0	8.2	23.3	26	1.7	29	92.2	45.8	07	3.8	57.9	28
2023-04		14.3	19.6	10.0	23.6	21	5.5	07	75.8	19.4	06	4.0	49.9	03
2023-05		19.0	24.6	14.6	28.7	25	12.2	24	76.0	20.4	04	4.5	45.1	02
2023-06		24.1	30.4	18.8	35.1	22	14.4	04	81.4	24.8	12	3.3	45.1	25
2023-07		29.6	36.8	22.8	41.2	23	20.1	01	0.0	0.0	01	3.7	37.0	23
2023-08		27.6	34.3	21.9	39.3	22	18.4	07	23.6	14.8	05	3.8	54.7	25
2023-09		24.1	30.5	18.9	35.8	23	16.6	12	41.2	20.4	04	3.0	40.2	08
2023-10		21.1	27.0	16.3	29.9	09	13.4	13	44.0	25.6	17	2.7	40.2	17
2023-11		15.7	20.1	11.7	25.3	04	3.0	27	153.6	26.2	25	3.5	61.2	04
2023-12		12.1	16.4	8.4	21.2	02	3.5	18	61.8	25.6	06	2.4	48.3	06
2023		18.3	23.9	13.6	41.2	07	-0.8	02	868.4	45.8	03	3.5	61.2	01

Εικόνα 2.1.1.2: Γενικά Κλιματολογικά Στοιχεία Αγρινίου για το έτος 2023 [32]

2.2 Σημειακοί Σταθμοί Μέτρησης Ποιότητας της Ατμόσφαιρας

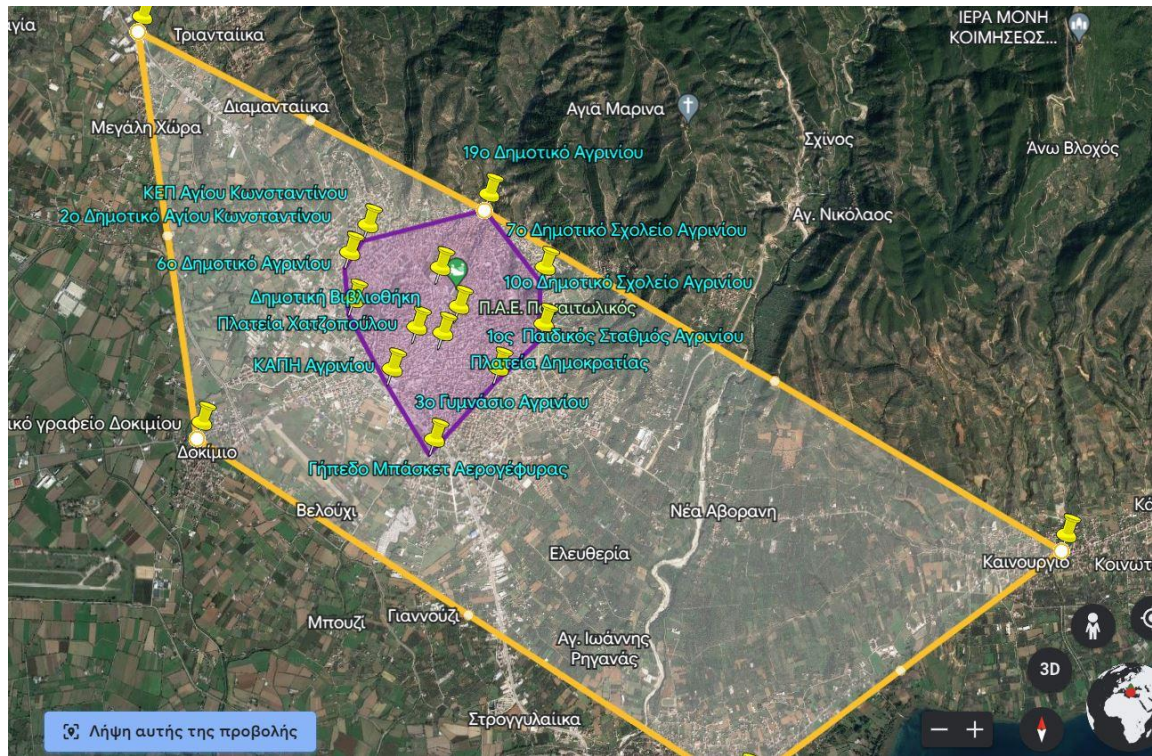
Οι σταθμοί μέτρησης από τους οποίους συλλέχθηκαν τα δεδομένα για τις ανάγκες αυτής της διπλωματικής εργασίας αφορούν σημειακούς σταθμούς που βρίσκονται σε όλη την επικράτεια της πόλης του Αγρινίου και έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Οι σταθμοί στο κέντρο ή πλησίον του κέντρου χαρακτηρίζονται ως αστικοί υποβάθρου αυξημένης κυκλοφορίας, ενώ οι σταθμοί εκτός του αστικού ιστού (πέριξ) ονομάζονται περιαστικοί.

Οι δεκαεπτά σταθμοί εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 2.1) και είναι οι εξής:

Πίνακας 2.1: Θέσης και Τύποι Σταθμών Μέτρησης

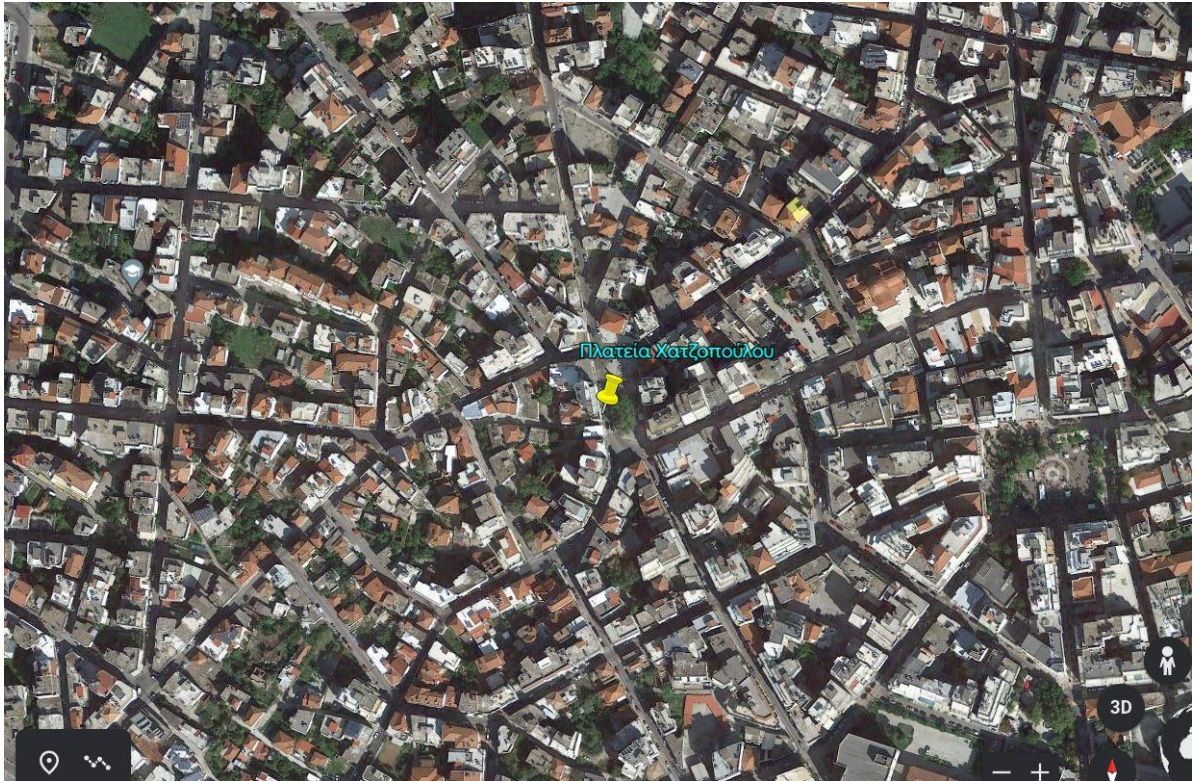
	Σταθμός Μέτρησης	Γεωγραφικά Στοιχεία (Πλάτος -Μήκος)	Τύπος Σταθμού
1	Δημαρχείο Νεάπολης	38°39'18"N 21°22'19"E	Περιαστικός Σταθμός
2	Πλατεία Χατζοπούλου	38°37'30"N 21°24'22"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
3	Πλατεία Δημοκρατίας	38°37'28"N 21°24'34"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
4	Κοινοτικό Γραφείο Καινούργιου	38°36'17"N 21°29'12"E	Περιαστικός Σταθμός
5	Κοινοτικό Γραφείο Δοκιμίου	38°36'57"N 21°22'46"E	Περιαστικός Σταθμός
6	ΚΕΠ Αγίου Κωνσταντίνου	38°38'05"N 21°24'00"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
7	ΚΑΠΗ Αγρινίου	38°37'15"N 21°24'11"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
8	Δημοτική Βιβλιοθήκη	38°37'51"N 21°24'33"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
9	Γήπεδο Μπάσκετ Αερογέφυρας	38°36'51"N 21°24'30"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
10	19 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου	38°38'16"N 21°24'54"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
11	10 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου	38°37'31"N 21°25'19"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
12	7 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου	38°37'51"N 21°25'19"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
13	6 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου	38°37'39"N 21°23'54"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
14	3 ^ο Γυμνάσιο Αγρινίου	38°37'16"N 21°24'58"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
15	2 ^ο Δημοτικό Αγίου Κωνσταντίνου	38°37'56"N 21°23'52"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
16	1 ^{ος} Παιδικός Σταθμός Αγρινίου	38°37'37"N 21°24'41"E	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας
17	1 ^ο Δημοτικό Σχολείο Παναιτωλίου	38°34'54"N 21°26'49"E	Περιαστικός Σταθμός



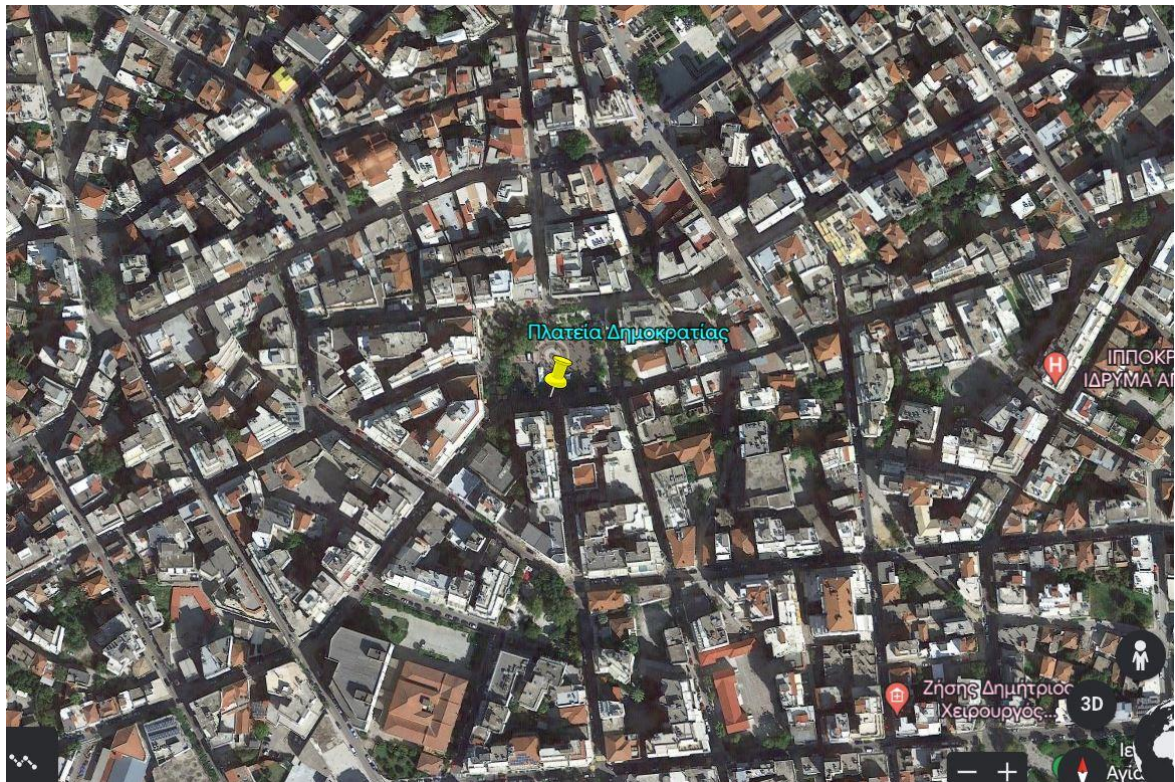
Εικόνα 2.2.1 : Δορυφορική Απεικόνιση Θέσεων Μετρητικών Σταθμών στον Χάρτη [30]



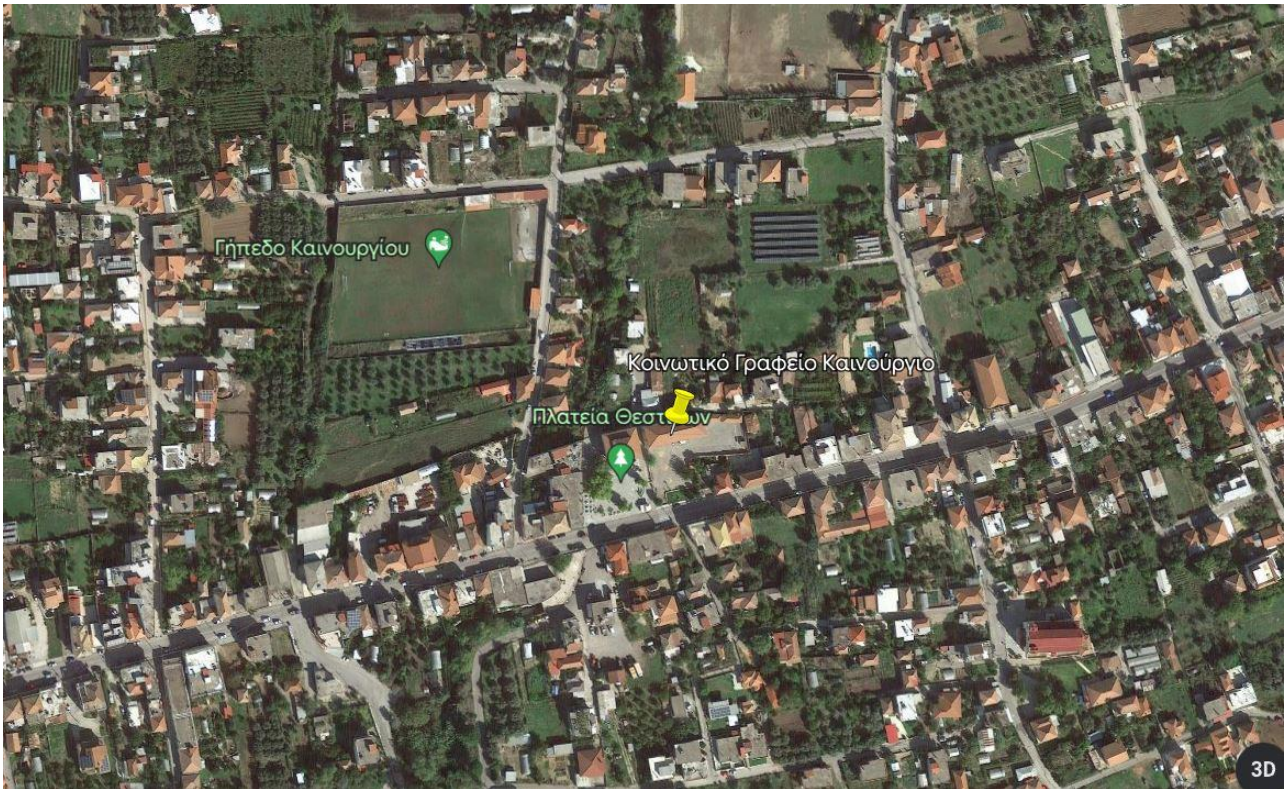
Εικόνα 2.2.2 : Δημαρχείο Νεάπολης [30]



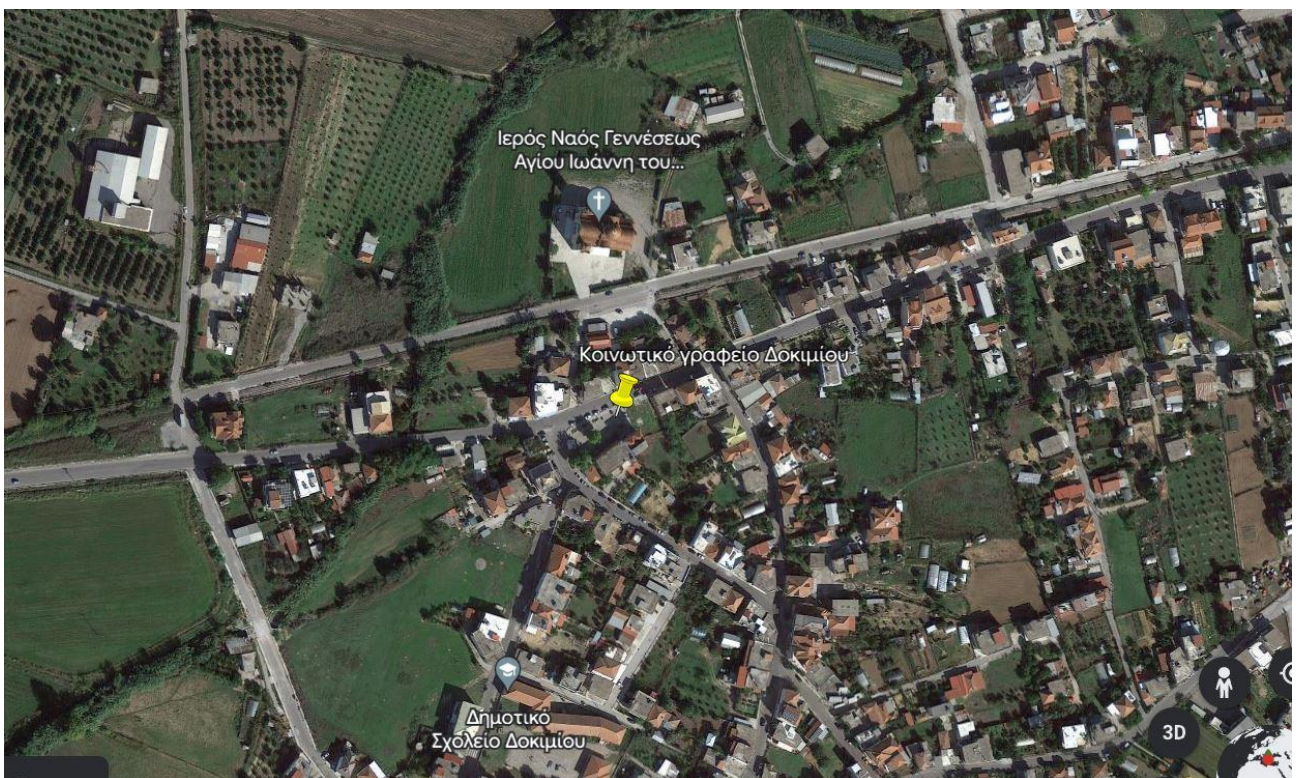
Εικόνα 2.2.3 : Πλατεία Χατζοπούλου [30]



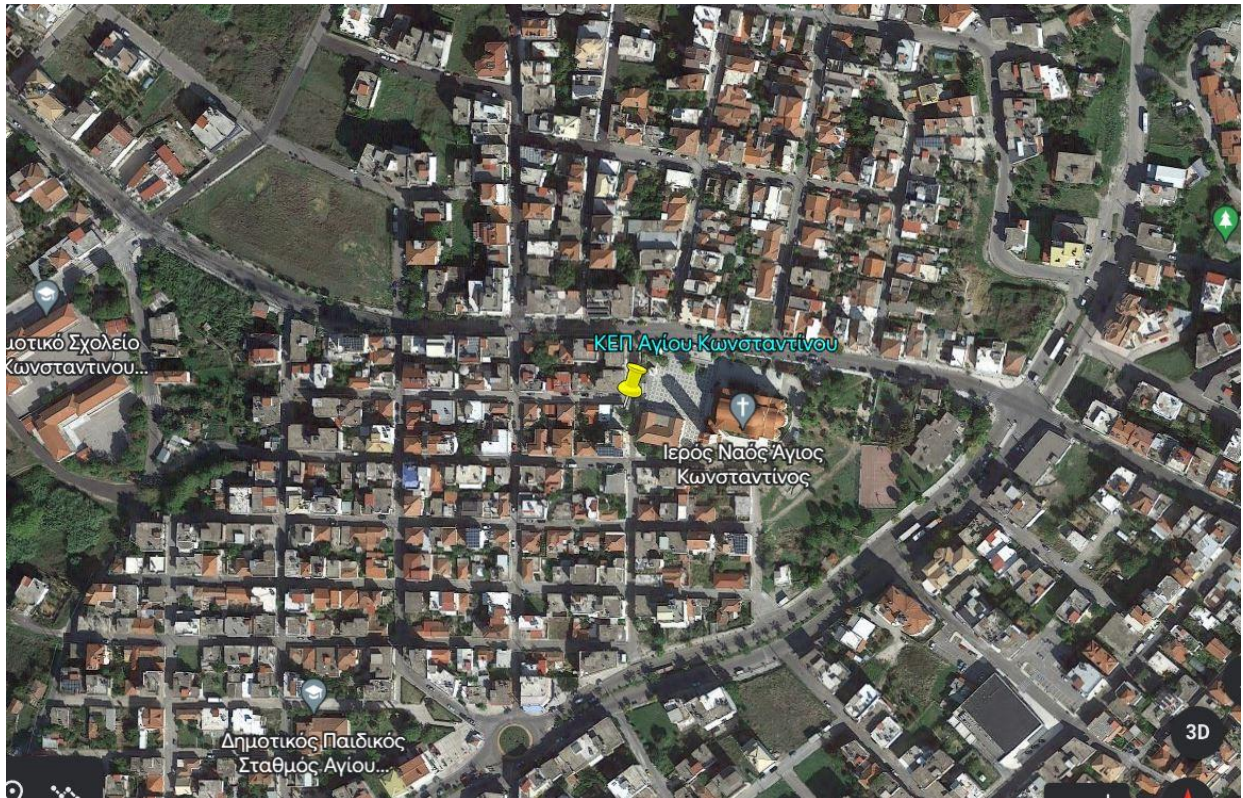
Εικόνα 2.2.4 : Πλατεία Δημοκρατίας [30]



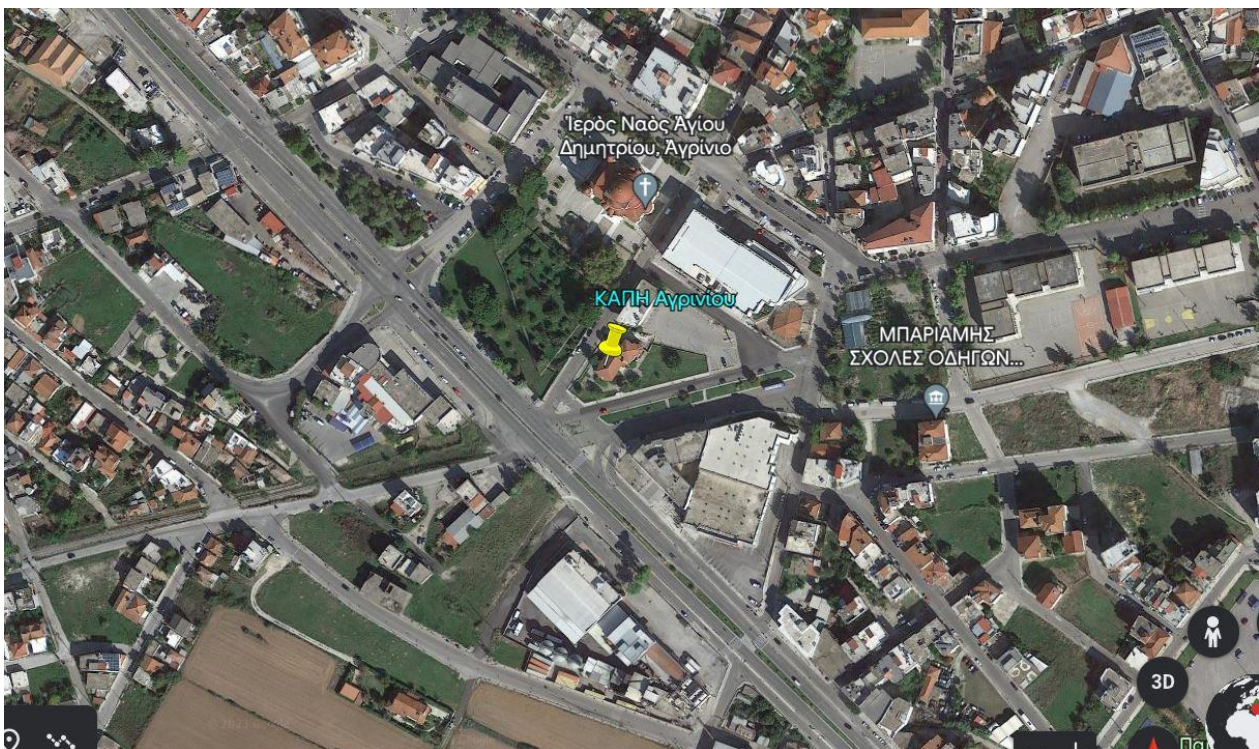
Εικόνα 2.2.5 : Κοινοτικό Γραφείο Καινούργιου [30]



Εικόνα 2.2.6 : Κοινοτικό Γραφείο Δοκμίου [30]



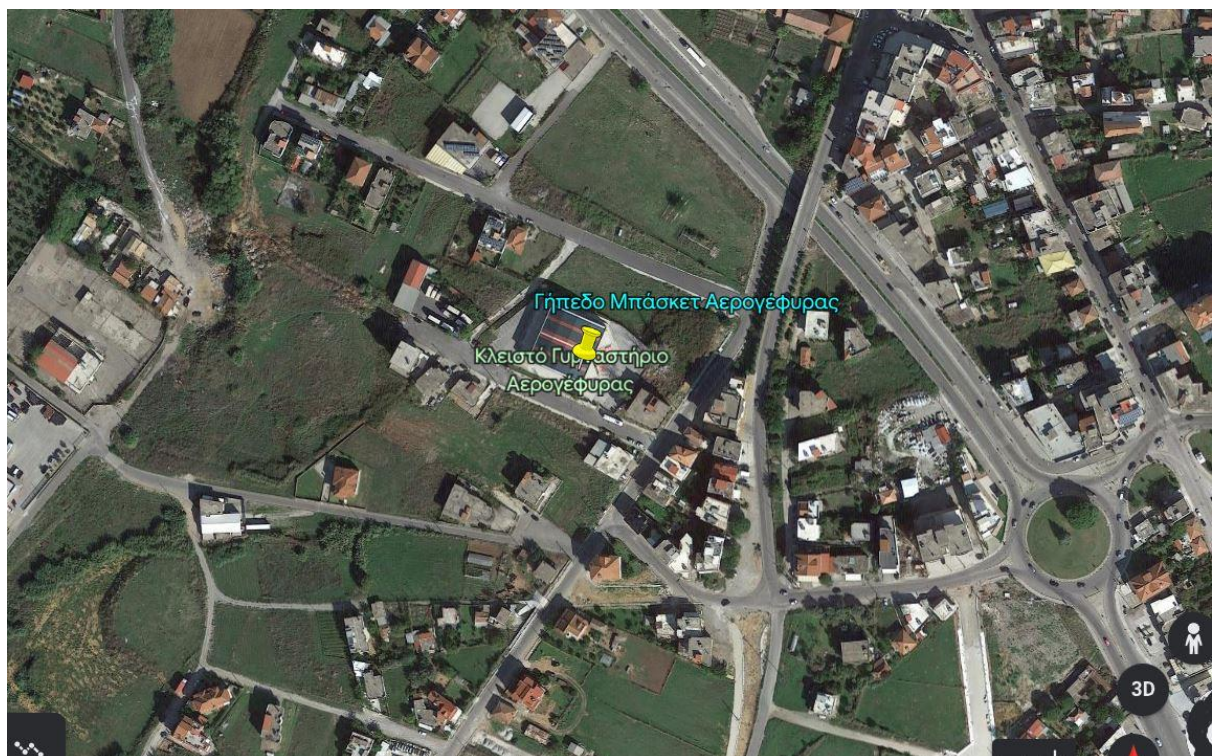
Εικόνα 2.2.7 ΚΕΠ Αγίου Κωνσταντίνου [30]



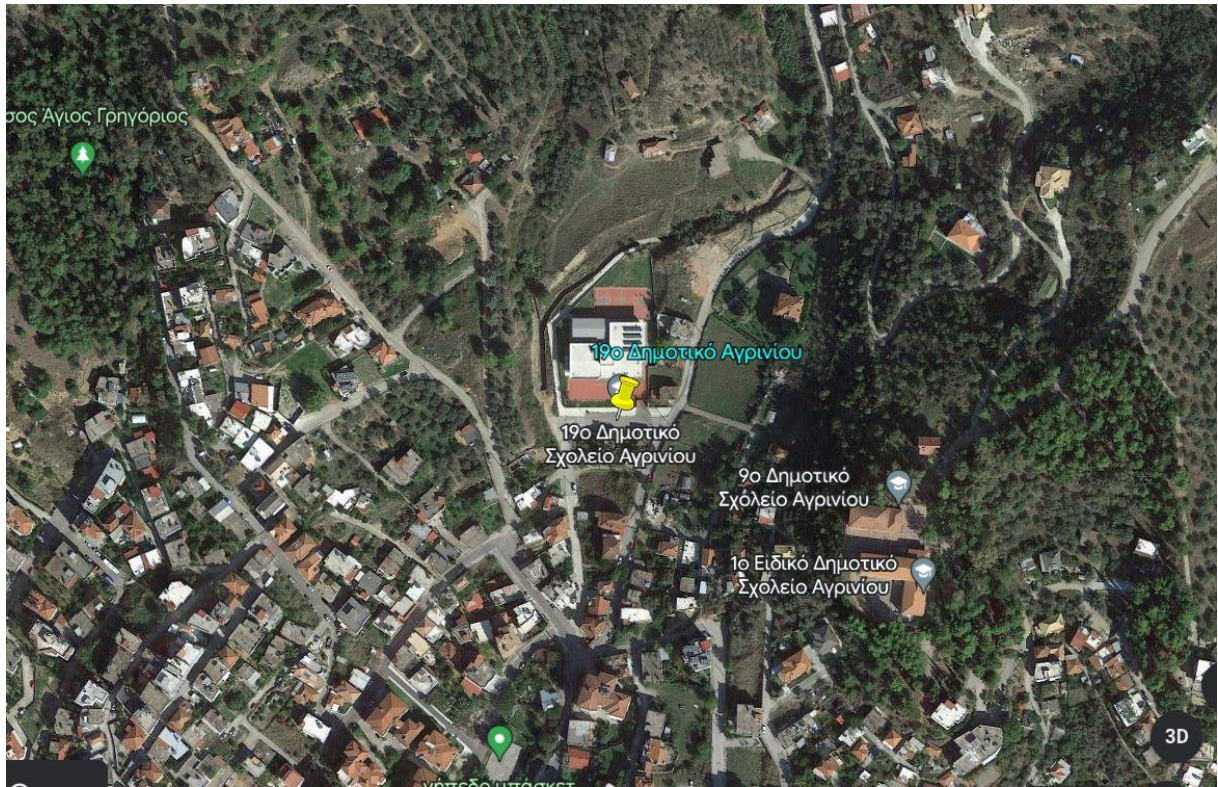
Εικόνα 2.2.8 ΚΑΠΗ Αγρινίου [30]



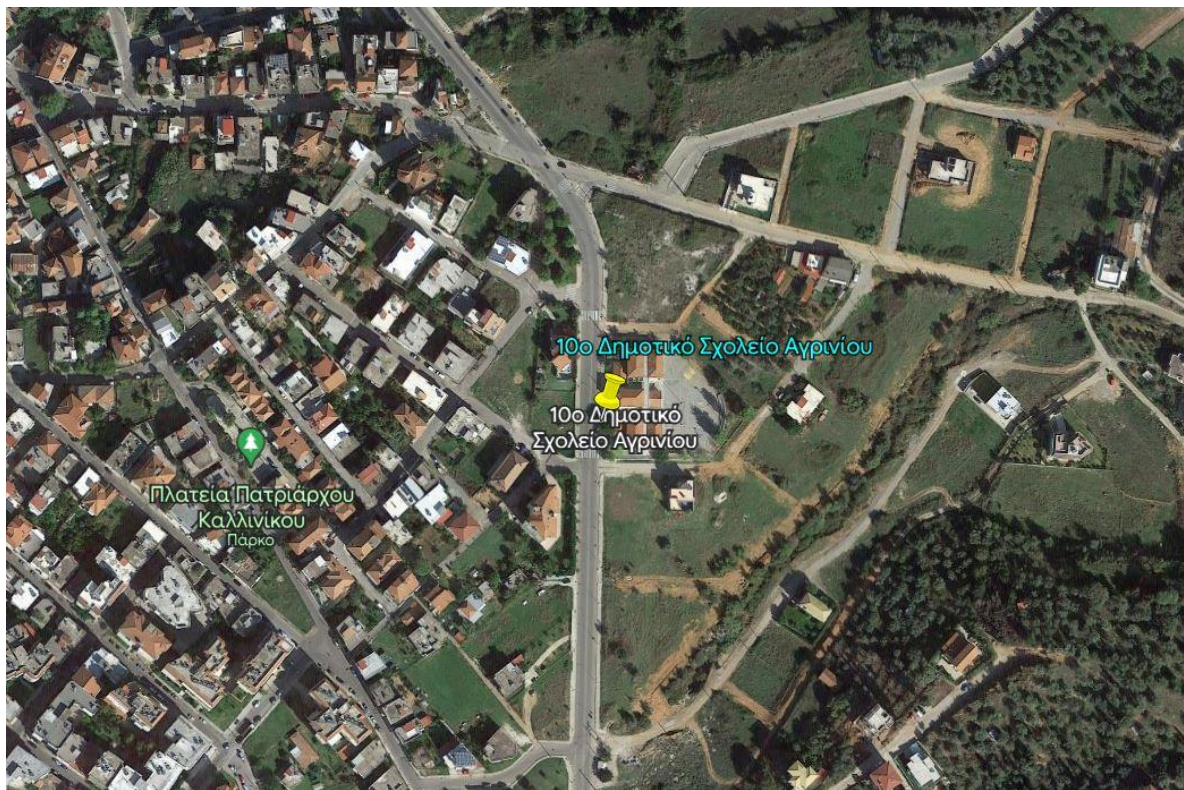
Εικόνα 2.2.9 Δημοτική Βιβλιοθήκη [30]



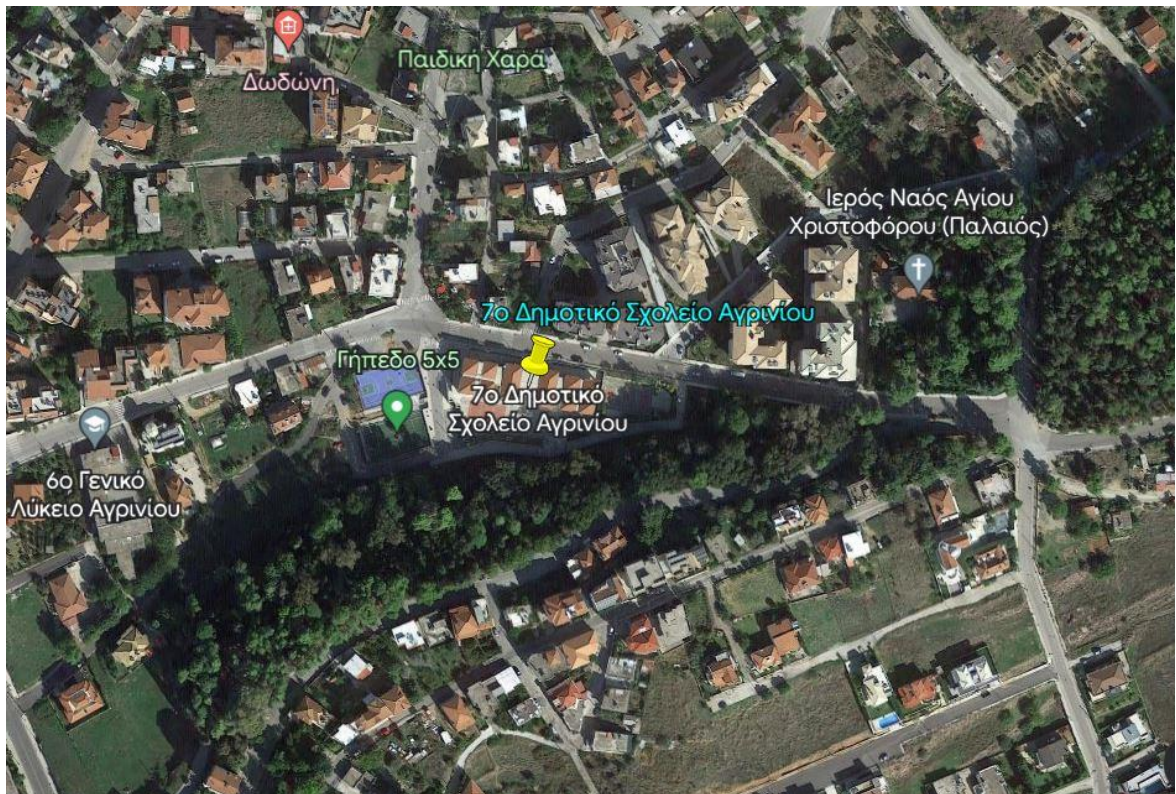
Εικόνα 2.2.10 Γήπεδο Μπάσκετ Αερογέφυρας [30]



Εικόνα 2.2.11 19^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου [30]



Εικόνα 2.2.12 10^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου [30]



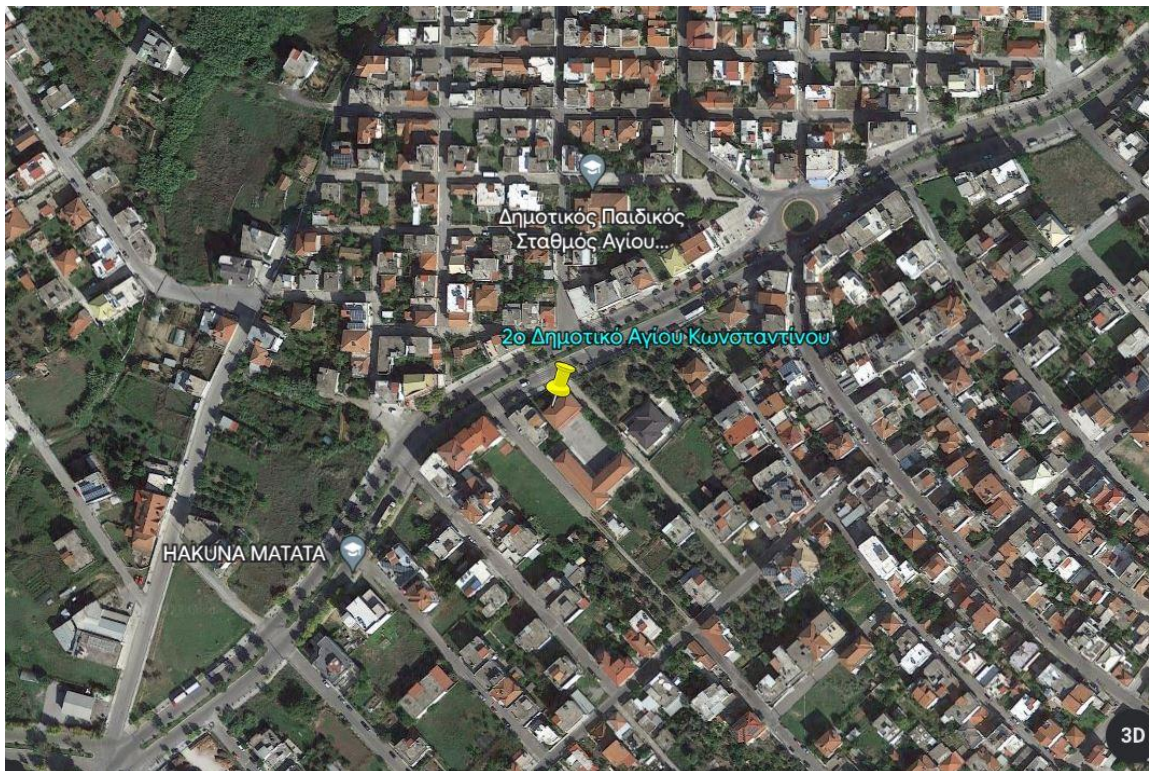
Εικόνα 2.2.13 7ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου [30]



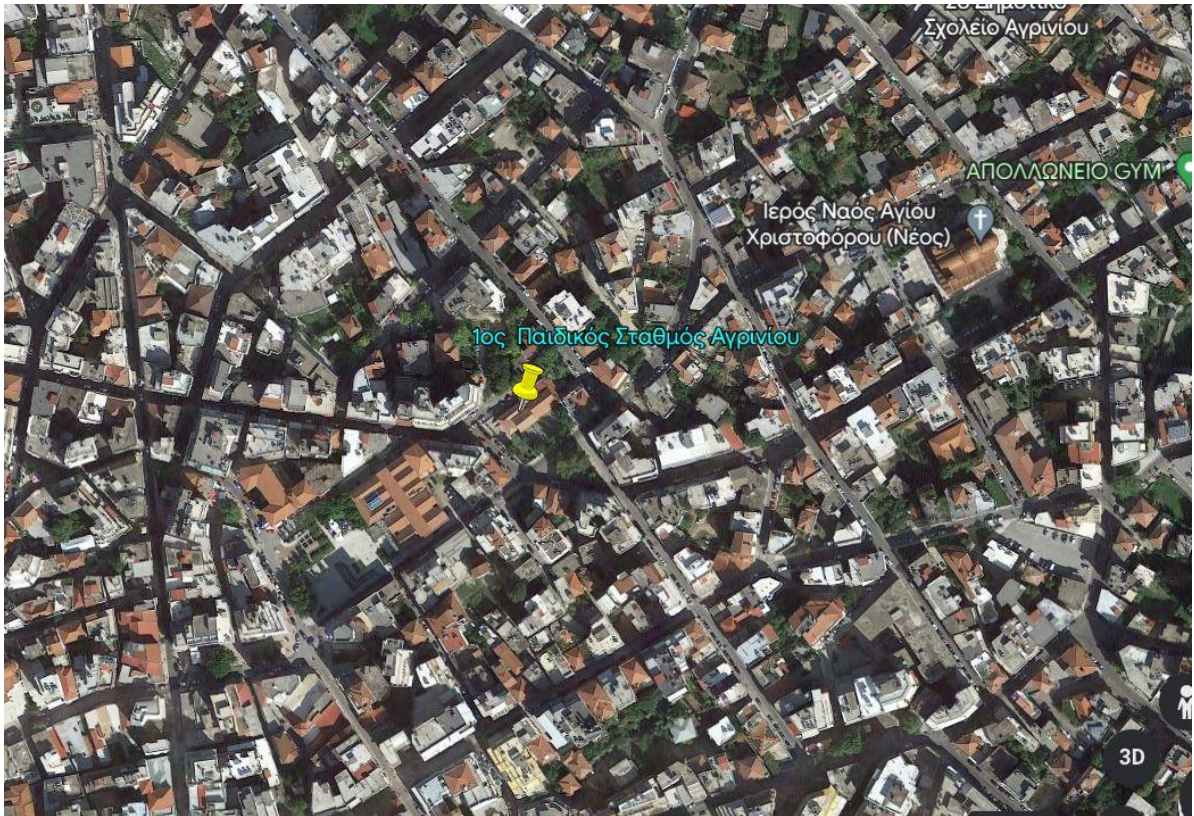
Εικόνα 2.2.14 6ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου [30]



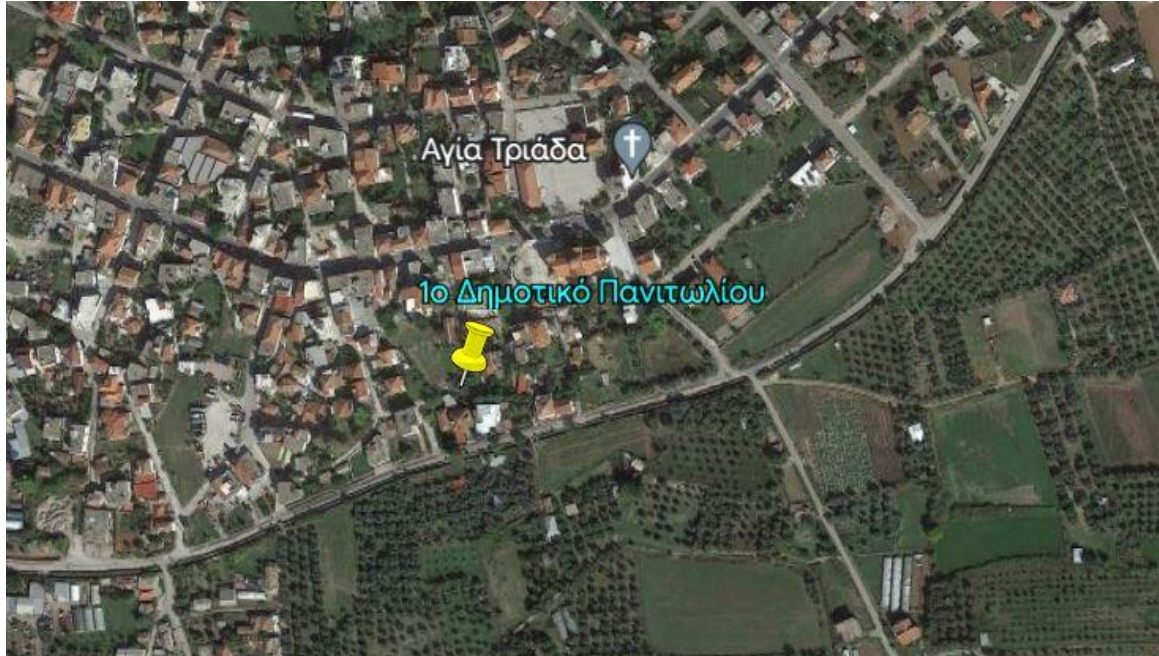
Εικόνα 2.2.15 3^ο Γυμνάσιο Αγγινίου [30]



Εικόνα 2.2.16 2^ο Δημοτικό Αγίου Κωνσταντίνου [30]



Εικόνα 2.2.17 1^{ος} Παιδικός Σταθμός Αγρινίου [30]



Εικόνα 2.2.18 1^ο Δημοτικό Σχολείο Παναιτωλίου [30]

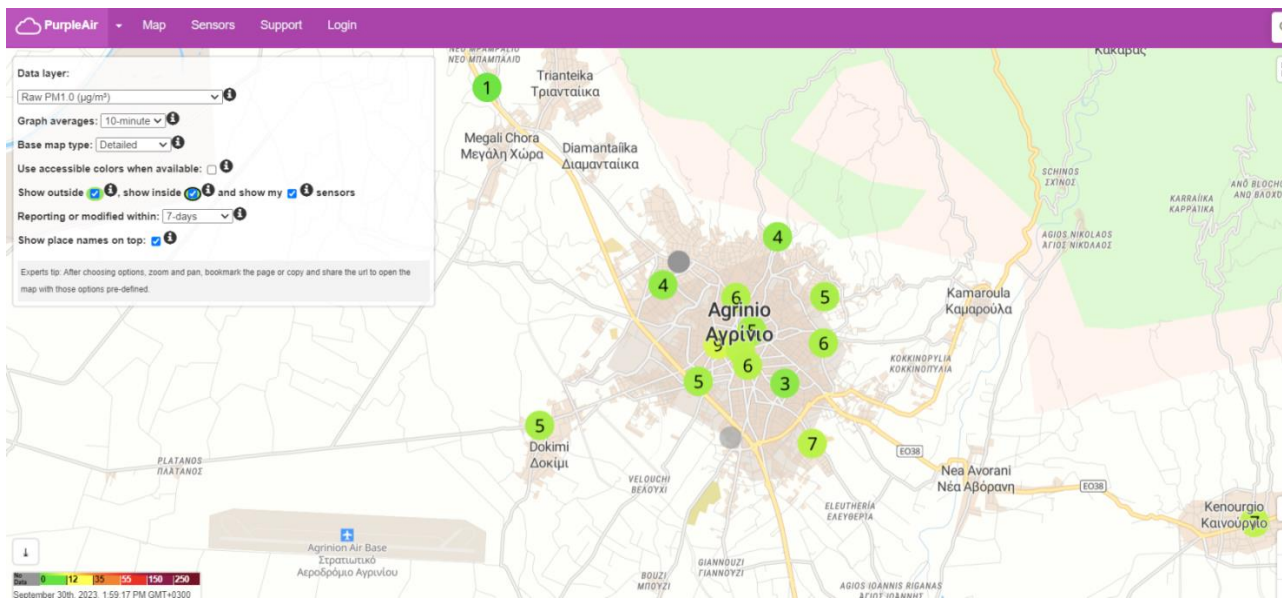
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Μεθοδολογία Έρευνας

3.1 Δίκτυο PurpleAir

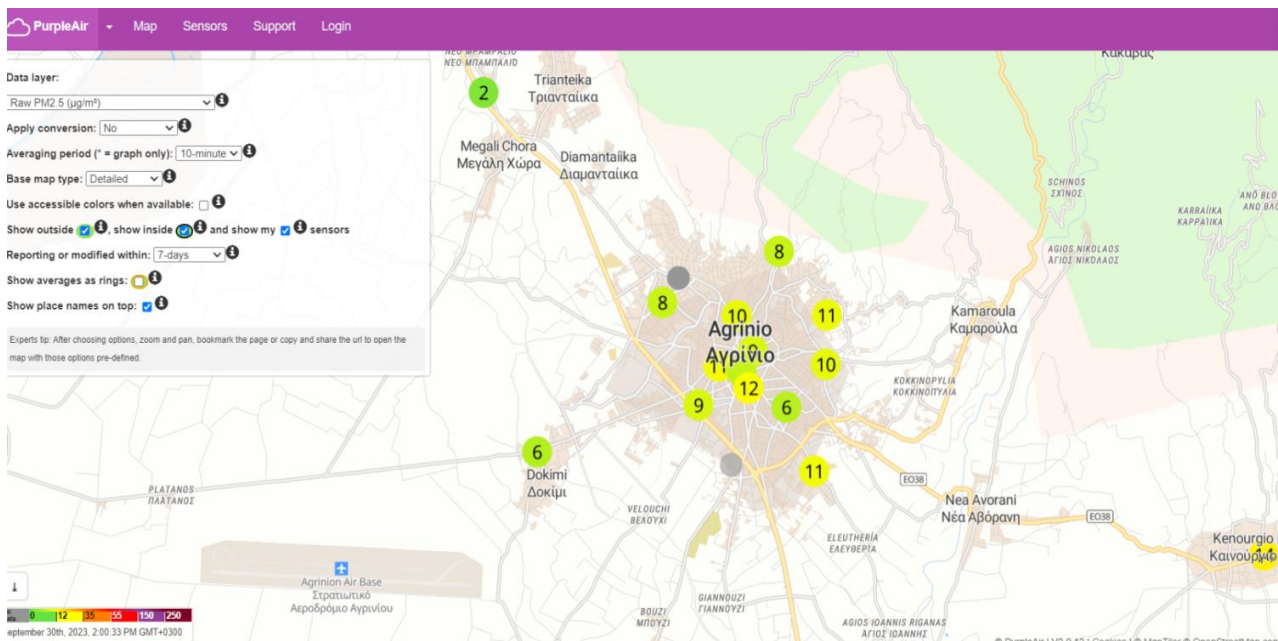
Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το δίκτυο PurpleAir το οποίο αποτελεί μία πλατφόρμα που απεικονίζει δυναμικά την διακύμανση της ποιότητας της ατμόσφαιρας όσον αφορά τα αιωρούμενα σωματίδια. Υπάρχει δυνατότητα της καταγραφής σε πραγματικό χρόνο και παράλληλα μπορούν να αντληθούν και ιστορικά δεδομένα. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται από όργανα καταγραφής αιωρούμενων σωματιδίων.

Κατά αυτόν τον τρόπο στην περιοχή του Αγρινίου επισημάνθηκαν 17 σημειακοί σταθμοί όπως φαίνονται στις εικόνες 3.1.1, και 3.1.2 και 3.1.3 και οι οποίοι αποτελούν το δίκτυο αισθητήρων PurpleAir της περιοχής. Η εφαρμογή επιτρέπει στους χρήστες μέσω ιστοσελίδας, να εισέλθουν στον καταγραφικό σταθμό και να δουν την διακύμανση των αιωρούμενων σωματιδίων $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ και $PM_{10.0}$ σε πραγματικό χρόνο.

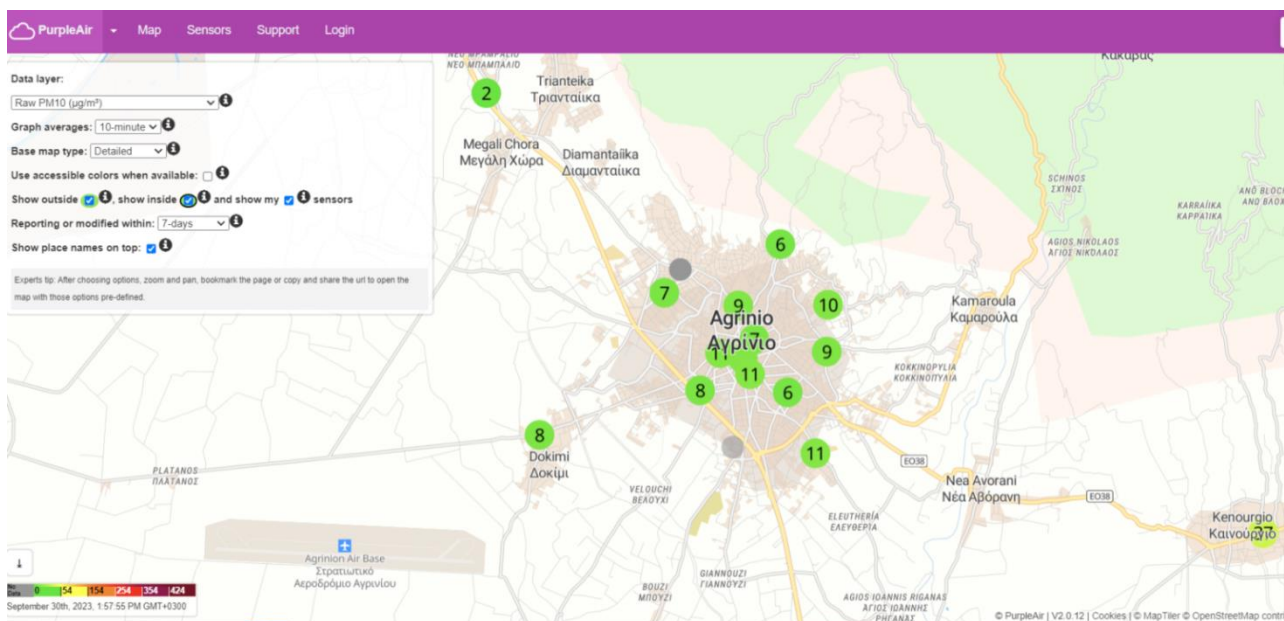
Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι τα όργανα καταγραφής που απεικονίζονται στο δίκτυο PurpleAir χρησιμοποιούν το Αμερικάνικο Σύστημα μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων, AIR QUALITY INDEX (AQI) [33].



Εικόνα 3.1.1: Τιμές $PM_{1.0}$ σε πραγματικό χρόνο στον χάρτη της ευρύτερης περιοχής του Αγρινίου στο PurpleAir (μεσημεριανές ώρες) [33].



Εικόνα 3.1.2: Τιμές PM_{2.5} σε πραγματικό χρόνο στον χάρτη της ευρύτερης περιοχής του Αγρινίου στο PurpleAir (μεσημεριανές ώρες) [33]



Εικόνα 3.1.3: Τιμές PM_{10.0} σε πραγματικό χρόνο στον χάρτη της ευρύτερης περιοχής του Αγρινίου στο PurpleAir (μεσημεριανές ώρες) [33].

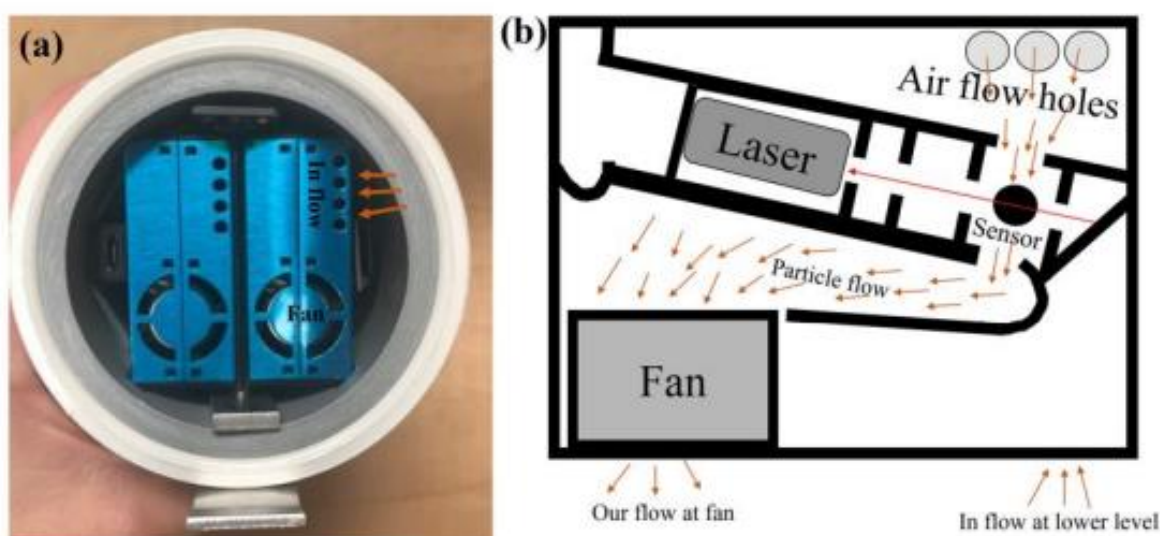
3.2 Αισθητήρες Καταγραφής Αιωρούμενων Σωματιδίων

Οι αισθητήρες της PurpleAir καταγράφουν τα αιωρούμενα σωματίδια, τα οποία είναι σε στερεή κατάσταση και επικρατούν στον ατμοσφαιρικό αέρα, συμπεριλαμβανομένης της σκόνης του καπνού και άλλων οργανικών και ανόργανων σωματιδίων.

Οι αισθητήρες χρησιμοποιούν μετρητές λέιζερ όπου γίνεται καταγραφή σωματιδίων με διάφορα μεγέθη, όπως 0,3, 0,5, 1, 2,5, 5 και 10 μm σε πραγματικό χρόνο. Κάθε μετρητής πραγματοποιεί μετρήσεις ανά δύο λεπτά και έχει την δυνατότητα της αποθήκευσης δεδομένων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μέσω κάρτας μνήμης.

Για την λήψη μετρήσεων, το όργανο χρησιμοποιεί έναν ανεμιστήρα (καταθλιπτήρα) για να τραβήξει ένα δείγμα αέρα μακριά από τη δέσμη των λέιζερ. Η δέσμη των λέιζερ αντανακλά το φως από τυχόν υπάρχοντα σωματίδια σε μια πλάκα αντίχρευσσης. Η ανάκλαση αυτή μετριέται ως παλμός από την πλάκα αντίχρευσσης, και το μήκος του παλμού καθορίζει το μέγεθος του σωματιδίου, ενώ ο αριθμός των παλμών καθορίζει τον αριθμό των σωματιδίων. Αυτές οι μετρήσεις χρησιμοποιούνται για να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις μάζας των PM_{1.0}, PM_{10.0} και PM_{2.5} σωματιδίων. Αξίζει να αναφερθεί ότι κάποιοι μετρητές του εμπορίου χρησιμοποιούν διπλό αισθητήρα, όπως φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 3.2.1 με σκοπό την καλύτερη δειγματοληψία και την αποφυγή τυχόν μετρητικών σφαλμάτων π.χ. λόγω βλάβης.

Κάθε αισθητήρας δύναται να είναι συνδεδεμένος με τοπικό ή δημόσιο δίκτυο wi-fi ώστε να ενημερώνει τον διαδραστικό χάρτη του δικτύου για την εξέλιξη της ποιότητας της ατμόσφαιρας, όσων αφορά τα αιωρούμενα σωματίδια [33].



Εικόνα 3.2.1: (α) Αισθητήρας PA-II [(β) Διάγραμμα Μέτρησης [33].

3.3 Στάδια Μεθοδολογίας

Για τις ανάγκες της ανάλυσης των δεδομένων ακολουθήθηκε μία σειρά διαδικασιών μέσω σταδίων υλοποίησης της ανάλυσης των δεδομένων.

1^ο Στάδιο:

Αρχικά τα δεδομένα από κάθε σημειακό σταθμό συλλέχτηκαν μέσω της πλατφόρμας PurpleAir σε αρχείο της μορφής CSV [33] και στη συνέχεια για την καλύτερη δυνατή επεξεργασία τα δεδομένα αυτά τροποποιήθηκαν σε αρχείο της μορφής Microsoft excel.

Raw PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
Dimotiki Vivliothiki A	Dimotiki Vivliothiki B	Plateia Xatzopoulou A	Plateia Xatzopoulou B	KAPI Agriniou A	KAPI Agriniou B	Gipedo Basket Aerogefyras A	
14,89	16,65	16,07	18,54	15,43	16,36		14,40
12,22	13,62	14,49	16,51	14,48	15,38		13,36
9,16	10,48	11,77	13,29	10,79	11,68		10,12
8,45	9,91	13,80	15,41	10,01	11,25		8,54
10,57	12,29	13,15	14,78	13,79	15,32		11,64
9,98	12,13	10,68	12,51	8,78	10,64		7,87
8,43	10,05	10,42	12,31	9,11	10,19		8,22
10,11	11,47	12,51	14,42	11,08	12,40		10,38
7,23	8,88	10,13	11,37	7,60	9,14		6,67
8,66	9,94	11,12	12,48	9,97	11,23		9,14
14,08	15,26	17,24	19,43	15,52	16,47		14,80
15,98	17,38	18,29	20,67	17,50	18,63		16,29
18,17	20,03	20,03	22,81	20,12	21,61		19,54
14,81	16,88	17,22	19,51	15,96	18,06		17,38
9,91	11,58	11,99	13,60	10,19	11,47		9,97
11,08	12,67	12,57	14,58	11,25	12,42		9,55
11,83	13,59	12,11	14,12	10,75	11,67		9,38
6,79	8,12	10,10	11,64	7,35	8,08		6,43

Εικόνα 3.1.1: Αρχείο μορφής CSV δεδομένων σημειακών σταθμών από PurpleAir [33]

2^ο Στάδιο:

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις μέσης ημερήσιας τιμής αιωρούμενων σωματιδίων σύστασης $\text{PM}_{10.0}$, $\text{PM}_{2.5}$ και $\text{PM}_{1.0}$ για το διάστημα από 24 Μαΐου 2022 έως 24 Μαΐου 2023 και ακολούθησε επίπεδο ανάλυσης ημερήσιας – εβδομαδιαίας - μηνιαίας και συνολικής ετησίας διακύμανσης. Επιπλέον, διερευνήθηκε και το πλήθος των υπερβάσεων σε αιωρούμενα σωματίδια $\text{PM}_{10.0}$ ανά μήνα για κάθε σταθμό.

Πίνακας 3.1: Δεδομένα μετρήσεων για το κανάλι A&B Secondary (σταθμός Βιβλιοθήκης Αγρινίου).

Date	Month	Days	Time	$\text{PM}_{10.0} \mu\text{g}/\text{m}^3$			$\text{PM}_{2.5} \mu\text{g}/\text{m}^3$			$\text{PM}_{1.0} \mu\text{g}/\text{m}^3$		
				Dimotiki Vivliothiki A	Dimotiki Vivliothiki B	AVG A,B PM_{10}	Dimotiki Vivliothiki A	Dimotiki Vivliothiki B	AVG A,B $\text{PM}_{2.5}$	Dimotiki Vivliothiki A	Dimotiki Vivliothiki B	AVG A,B PM_1
24/5/22	Μάιος	Τρίτη	0:00:00	14,89	16,65	15,77	14,22	15,25	14,73	7,32	7,56	7,44
25/5/22	Μάιος	Τετάρτη	0:00:00	12,22	13,62	12,92	11,59	12,28	11,93	5,92	6,26	6,09
26/5/22	Μάιος	Πέμπτη	0:00:00	9,16	10,48	9,82	8,48	9,06	8,77	5,74	6,11	5,93
27/5/22	Μάιος	Παρασκευή	0:00:00	8,45	9,91	9,18	7,61	8,30	7,96	6,70	6,89	6,80
28/5/22	Μάιος	Σάββατο	0:00:00	10,57	12,29	11,43	9,63	10,44	10,03	4,12	4,37	4,24
29/5/22	Μάιος	Κυριακή	0:00:00	9,98	12,13	11,05	8,76	9,65	9,20	5,60	5,71	5,66
30/5/22	Μάιος	Δευτέρα	0:00:00	8,43	10,05	9,24	7,78	8,66	8,22	10,41	10,41	10,41
31/5/22	Μάιος	Τρίτη	0:00:00	10,11	11,47	10,79	9,32	9,94	9,63	11,69	11,74	11,72

1/6/22	Ιούνιος	Τετάρτη	0:00:00	7,23	8,88	8,05	6,17	6,86	6,52	13,03	13,34	13,18
2/6/22	Ιούνιος	Πέμπτη	0:00:00	8,66	9,94	9,30	7,78	8,27	8,02	9,66	10,02	9,84
3/6/22	Ιούνιος	Παρασκευή	0:00:00	14,08	15,26	14,67	13,48	14,00	13,74	6,42	6,80	6,61
4/6/22	Ιούνιος	Σάββατο	0:00:00	15,98	17,38	16,68	15,31	15,97	15,64	7,58	7,99	7,79
5/6/22	Ιούνιος	Κυριακή	0:00:00	18,17	20,03	19,10	17,41	18,41	17,91	8,34	8,76	8,55
6/6/22	Ιούνιος	Δευτέρα	0:00:00	14,81	16,88	15,84	13,66	14,64	14,15	4,72	5,05	4,89
7/6/22	Ιούνιος	Τρίτη	0:00:00	9,91	11,58	10,74	9,08	9,92	9,50	3,93	4,39	4,16
8/6/22	Ιούνιος	Τετάρτη	0:00:00	11,08	12,67	11,87	10,43	11,31	10,87	6,01	6,30	6,15
9/6/22	Ιούνιος	Πέμπτη	0:00:00	11,83	13,59	12,71	11,18	12,14	11,66	7,10	7,46	7,28
10/6/22	Ιούνιος	Παρασκευή	0:00:00	6,79	8,12	7,46	6,32	7,09	6,70	10,05	10,26	10,16
11/6/22	Ιούνιος	Σάββατο	0:00:00	5,79	6,87	6,33	5,52	6,31	5,91	11,27	11,38	11,32
12/6/22	Ιούνιος	Κυριακή	0:00:00	8,55	9,44	8,99	8,28	8,93	8,60	11,49	11,73	11,61
13/6/22	Ιούνιος	Δευτέρα	0:00:00	10,02	11,08	10,55	9,71	10,44	10,07	12,93	13,23	13,08
14/6/22	Ιούνιος	Τρίτη	0:00:00	13,67	14,89	14,28	13,30	14,04	13,67	11,39	11,80	11,60
15/6/22	Ιούνιος	Τετάρτη	0:00:00	15,44	16,64	16,04	15,01	15,76	15,39	12,70	13,11	12,90
16/6/22	Ιούνιος	Πέμπτη	0:00:00	15,90	17,18	16,54	15,47	16,31	15,89	10,09	10,26	10,17
17/6/22	Ιούνιος	Παρασκευή	0:00:00	17,64	19,21	18,42	17,22	18,26	17,74	16,07	16,56	16,31
18/6/22	Ιούνιος	Σάββατο	0:00:00	15,50	16,98	16,24	15,15	16,23	15,69	15,30	15,83	15,57
19/6/22	Ιούνιος	Κυριακή	0:00:00	17,37	18,84	18,11	16,96	17,98	17,47	10,65	10,89	10,77
20/6/22	Ιούνιος	Δευτέρα	0:00:00	13,51	14,62	14,07	13,17	13,84	13,50	8,38	8,52	8,45

Πίνακας 3.2: Μέσοι Όροι ανά Ημέρα της εβδομάδας/ ανά ρύπο (σταθμός Βιβλιοθήκης Αγρινίου).

	PM _{10.0} µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	PM _{1.0} µg/m ³
Ημέρες	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΡΥΠΟΥ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΡΥΠΟΥ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΡΥΠΟΥ
Δευτέρα	25,97	22,23	16,88
Τρίτη	25,66	22,03	17,07
Τετάρτη	26,04	22,28	16,5
Πέμπτη	27,92	24,04	15,47
Παρασκευή	27,95	24,09	15,43
Σάββατο	28,74	24,83	15,56
Κυριακή	27,71	23,93	16,76

Πίνακας 3.3: Μέσοι Όροι ανά Μήνα/ ανά ρύπο(σταθμός Βιβλιοθήκης Αγρινίου).

	PM _{10.0} µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	PM _{1.0} µg/m ³
Μήνες	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΡΥΠΟΥ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΡΥΠΟΥ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΡΥΠΟΥ
Ιανουάριος	55,01	46,34	31,6
Φεβρουάριος	59,43	49,37	29,92
Μάρτιος	31,16	25,95	17,33
Απρίλιος	18,57	15,99	10,81
Μάιος	12,91	11,81	8,14
Ιούνιος	14,43	13,36	9,97
Ιούλιος	16,45	14,67	11,99
Αύγουστος	13,96	13,11	9,07
Σεπτέμβριος	8,27	7,59	4,78
Οκτώβριος	14,11	12,54	10,51
Νοέμβριος	27,38	22,83	16,1
Δεκέμβριος	50,29	42,59	32,29

Πίνακας 3.4: Αριθμός Υπερβάσεων PM_{10.0} ανά μήνα

ΠΛΗΘΟΣ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΝ PM _{10.0} µg/m ³	
Μήνες	ΠΛΗΘΟΣ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΝ
Ιανουάριος	18
Φεβρουάριος	19
Μάρτιος	2
Απρίλιος	0
Μάιος	0
Ιούνιος	0
Ιούλιος	0
Αύγουστος	0
Σεπτέμβριος	0
Οκτώβριος	0
Νοέμβριος	0
Δεκέμβριος	12

3^ο Στάδιο:

Ανάλυση και απεικόνιση μέσω διαγραμμάτων για κάθε σημειακό σταθμό με βάση τα χαρακτηριστικά του. Συγκεκριμένα για κάθε σταθμό έχουμε την ύπαρξη τεσσάρων διαγραμμάτων που αφορούν την ετήσια διακύμανση τιμών ρύπων, μηνιαία διακύμανση τιμών ρύπων, εβδομαδιαία διακύμανση τιμών ρύπων και αριθμό υπερβάσεων PM_{10.0} ανά μήνα.

4^ο Στάδιο:

Τέλος, έχοντας συγκεντρώσει και αποτυπώσει τα παραπάνω στοιχεία στους αντίστοιχους πίνακες, πραγματοποιείτε σύγκριση μεταξύ των σημειακών σταθμών με βάση τα χαρακτηριστικά τους και την ανάλυση των δεδομένων τους, με σκοπό την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων και κατ' επέκταση την ευκολότερη εξαγωγή συμπερασμάτων, των οποίων ο σχολιασμός ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Αποτελέσματα-Σύγκριση

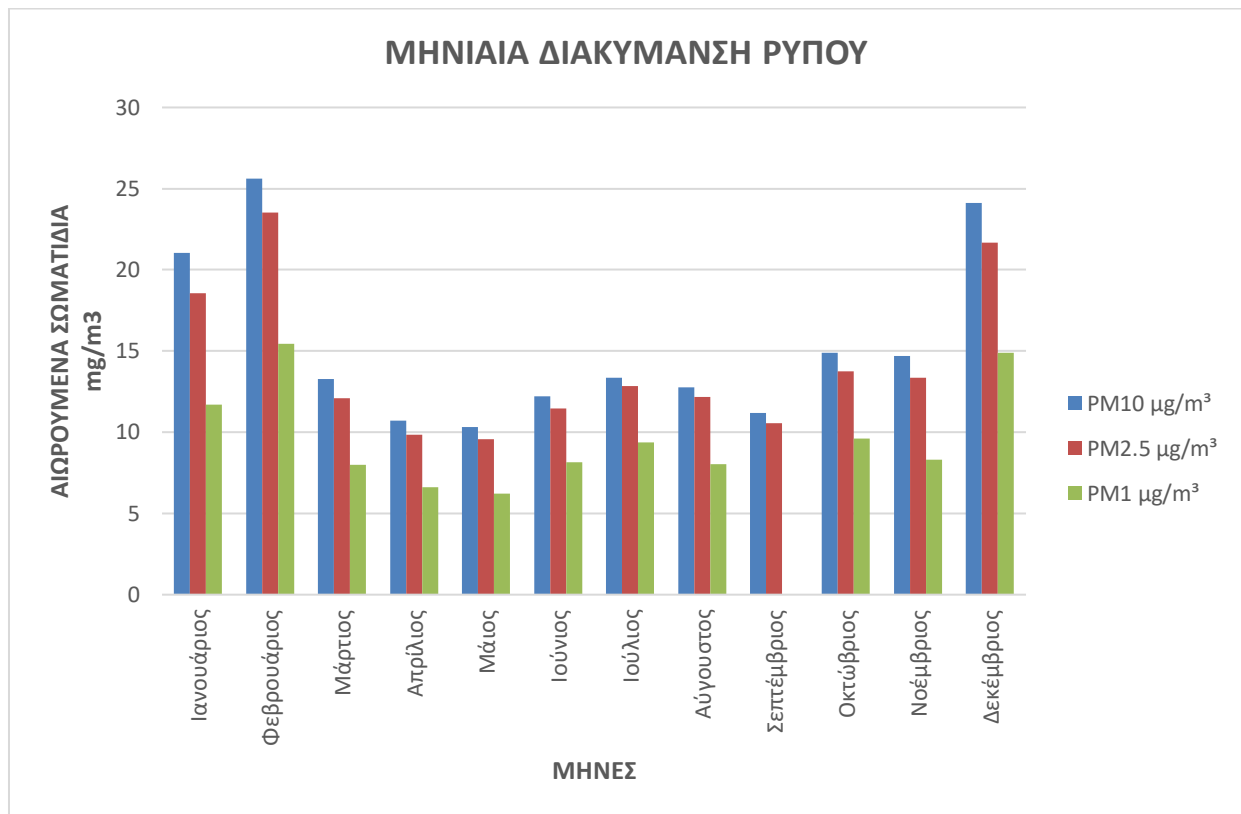
4.1 Δημαρχείο Νεάπολης - Περιαστικός Σταθμός



Σχήμα 4.1.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}

Στο σχήμα 4.1.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0} στον σταθμό του Δημαρχείου της Νεάπολης. Το Δημαρχείο βρίσκεται πλησίον μεγάλου αυτοκινητοδρόμου, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.2 κάτι που σημαίνει υψηλό όγκο κυκλοφορίας οχημάτων άρα και υψηλή εκπομπή ρύπων. Τα κενά διαστήματα στην καταγραφή των δεδομένων σε ετήσια βάση, όπως φαίνονται στο ανωτέρω σχήμα, οφείλονται στο γεγονός ότι το όργανο τις συγκεκριμένες ημέρες δεν κατέγραψε τιμές.

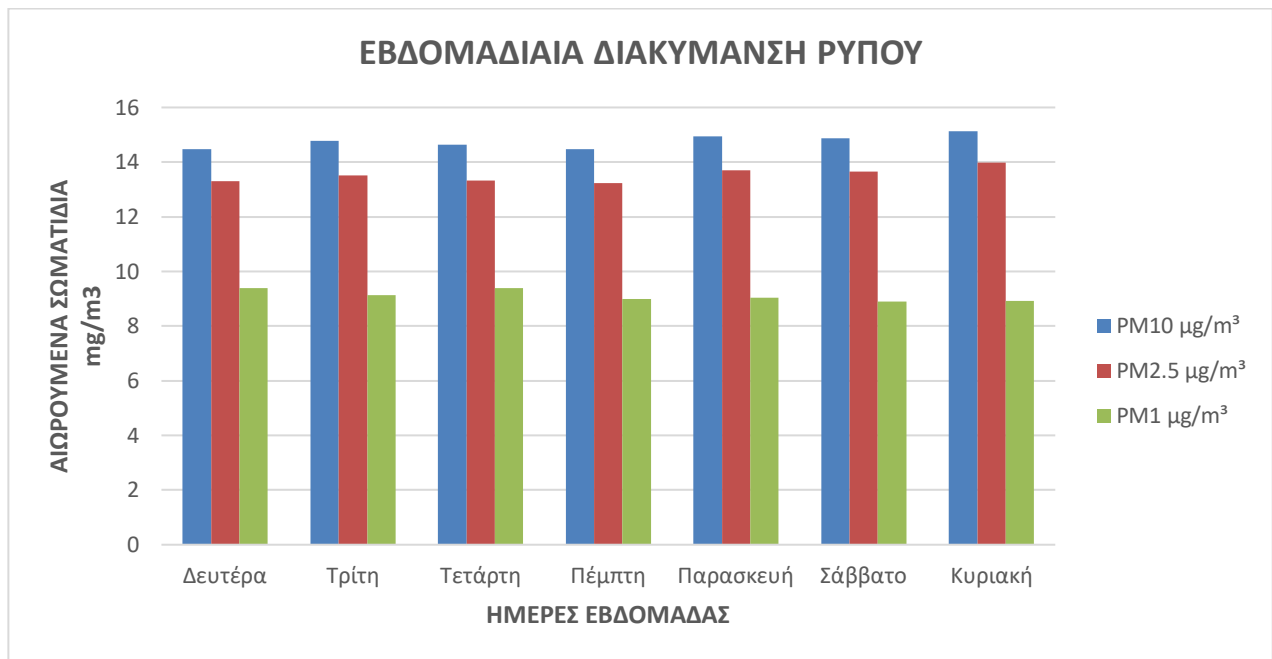
Τα PM_{10.0} κινούνται πάντα όπως βλέπουμε σε υψηλότερες τιμές, όμως παρατηρούμε ότι και τα PM_{2.5} κινούνται επίσης σε υψηλά ποσοστά, χωρίς όμως να έχουμε υπερβάσεις, πράγμα που σημαίνει ότι πολλές από τις εκπομπές που παρατηρούνται στον συγκεκριμένο σταθμό οφείλονται στο γεγονός ότι είτε υπάρχει επαναιώρηση σωματιδίων που προϋπήρχαν, είτε επειδή μέσα στα PM_{10.0} εμπεριέχεται μεγαλύτερο ποσοστό των PM_{2.5}. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό συγκρίνοντας τις μέγιστες τιμές ετήσιας διακύμανσης των PM_{10.0} με 42,59µg/m³ και των PM_{2.5} με 38,31µg/m³ οι οποίες είναι πάρα πολύ κοντά μεταξύ τους, καθιστώντας τα PM_{2.5} πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.1.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.1.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$ στον σταθμό του Δημαρχείου της Νεάπολης. Διαπιστώνεται η εποχικότητα όσον αφορά την διακύμανση των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο. Αυτό οφείλετε στις αυξημένες εκπομπές ρύπων λόγω αναγκών θέρμανσης, αλλά και στις αυξημένες κινήσεις οχημάτων εξαιτίας των δυσμενών καιρικών συνθηκών κατά την χειμερινή περίοδο. Επίσης κατά τους χειμερινούς μήνες (κάτι που θα είναι ευδιάκριτο και στους παρακάτω σταθμούς μέτρησης) οι αέριες μάζες είναι πυκνές και βαριές. Αυτό το γεγονός σε συνδυασμό με την επικρατούσα υγρασία, οδηγεί στην δημιουργία πυκνών εκνεφωμάτων, εντός των οποίων υπάρχει υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που εγκλωβίζονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας. Εντός λοιπόν του όρου «εποχικότητα», ο οποίος αναφέρεται σε κάθε διάγραμμα μηνιαίας διακύμανσης στους παρακάτω σταθμούς, πέρα από τα θερμοκρασιακά χαρακτηριστικά της εκάστοτε εποχής, υπεισέρχεται και το φαινόμενο της δημιουργίας εκνεφωμάτων. Οι λόγοι που τα εν λόγω εκνεφώματα χαρακτηρίζονται από υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων σε κάθε σταθμό μέτρησης αναλύονται παρακάτω.

Στο σταθμό αυτό σε αντίθεση με τους χειμερινούς μήνες, από Μάρτιο έως και Σεπτέμβριο βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων. Λόγω αύξησης της θερμοκρασίας δεν έχουμε χρήση θέρμανσης (τζάκια, σόμπες κλπ) αλλά και οι συχνότερες μετακινήσεις εκτός πόλης για ανάγκες αναψυχής μειώνουν τις εκπομπές ρύπων από την κυκλοφοριακή συμφόρηση.



Σχήμα 4.1.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.1.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$ στον σταθμό του Δημαρχείου της Νεάπολης. Διακρίνουμε ότι η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων δεν έχει σημαντικές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της εβδομάδας, άρα αποδεικνύεται πως οι εκπομπές ρύπων είναι σταθερές. Η ημέρα της Κυριακής μόνο φαίνεται να ξεχωρίζει έστω και λίγο ως προς τις συγκεντρώσεις κάτι που είναι λογικό αφού οι πολίτες έχουν ελεύθερο χρόνο να μετακινούνται στα προάστια της πόλης.

Διακρίνεται ότι δεν υπάρχει κάποια υπέρβαση, γι' αυτό και δεν αποτυπώθηκε το σχετικό διάγραμμα υπερβάσεων αυτού του σημειακού σταθμού. Πιθανώς αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο σταθμός του Δημαρχείου της Νεάπολης, είναι περιστατικός σταθμός. Επομένως μπορεί η κίνηση στον παρακείμενο αυτοκινητόδρομο να υφίσταται, όμως αυτό δεν είναι αρκετό για να παρουσιαστεί κάποια υπέρβαση του ορίου των $50 \text{ mg}/\text{m}^3$, για το σωματίδιο $\text{PM}_{10.0}$.

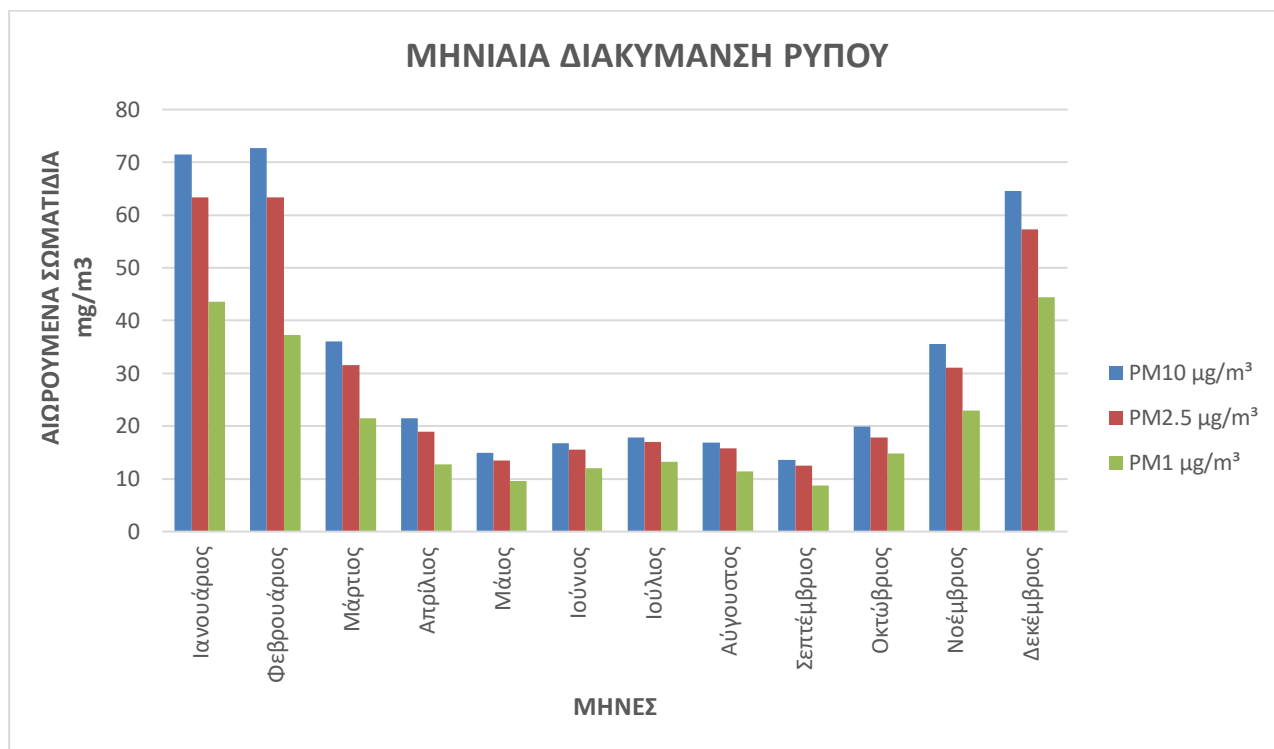
4.2 Πλατεία Χατζοπούλου-Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας



Σχήμα 4.2.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.2.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$ στον σταθμό της Πλατείας Χατζοπούλου που βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.3. Η θέση της πλατείας στο κέντρο της πόλης του Αγρινίου, δικαιολογεί τις υψηλές τιμές ρύπων επειδή η ροή των οχημάτων με μηχανές εσωτερικής καύσης, είναι υψηλή σε τέτοια σημεία.

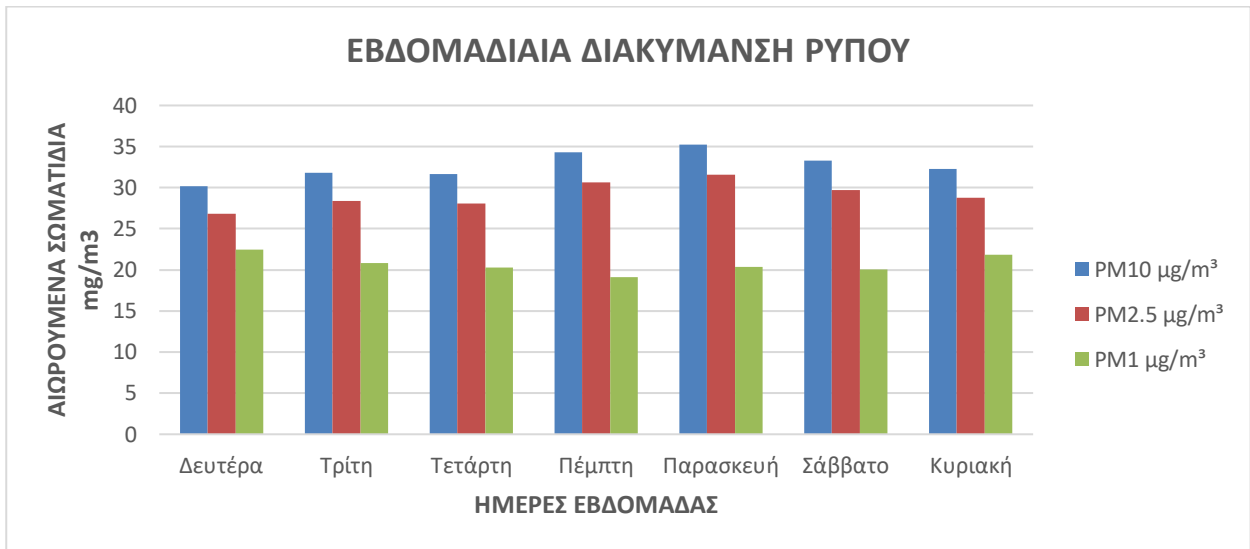
Τα $PM_{10.0}$ κινούνται πάντα όπως βλέπουμε σε υψηλότερες τιμές, όμως παρατηρούμε ότι και τα $PM_{2.5}$ κινούνται επίσης σε υψηλά ποσοστά, που σημαίνει ότι πολλές από τις εκπομπές που παρατηρούνται στον συγκεκριμένο σταθμό οφείλονται στο γεγονός ότι είτε υπάρχει επαναίωση σωματιδίων που προϋπήρχαν, είτε επειδή μέσα στα $PM_{10.0}$ εμπεριέχεται μεγαλύτερο ποσοστό των $PM_{2.5}$. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό συγκρίνοντας τις μέγιστες τιμές ετήσιας διακύμανσης των $PM_{10.0}$ με $130,88\mu\text{g}/\text{m}^3$ και των $PM_{2.5}$ με $118,90\mu\text{g}/\text{m}^3$ οι οποίες είναι πάρα πολύ κοντά μεταξύ τους, καθιστώντας τα $PM_{2.5}$ πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.2.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

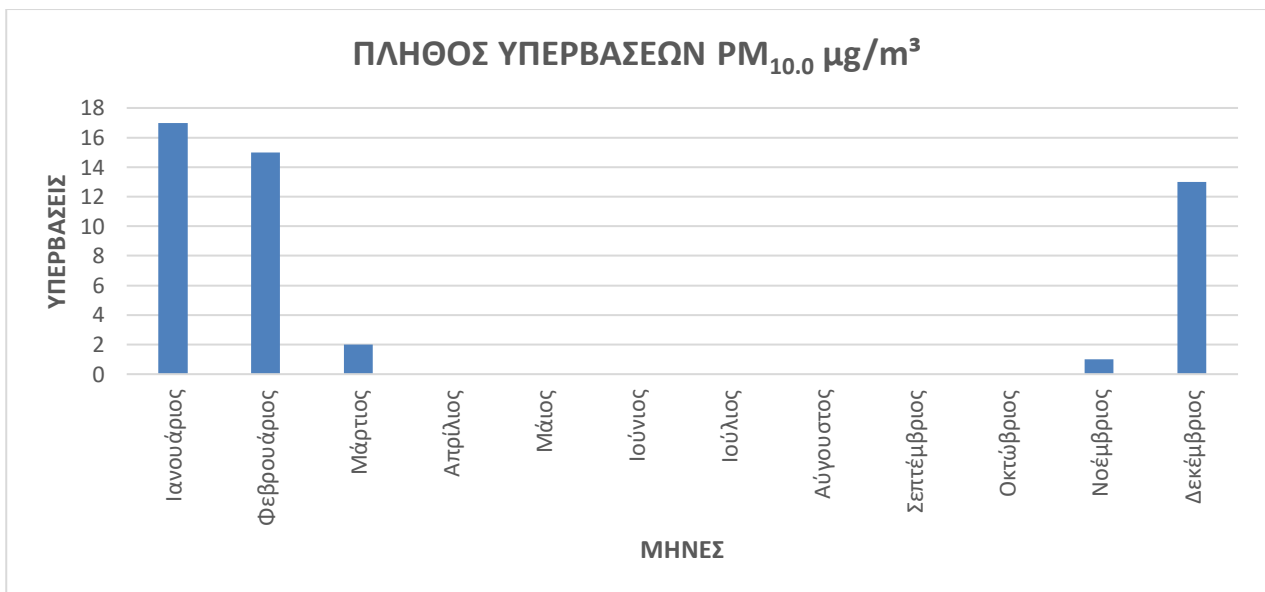
Στο σχήμα 4.2.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$ στον σταθμό της Πλατείας Χατζοπούλου. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες, Ο μήνας Φεβρουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις, ενώ έπεται ο Ιανουάριος και στη συνέχεια ο Δεκέμβριος. Κάτι τέτοιο δικαιολογείται από το γεγονός ότι η Πλατεία βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, άρα η κυκλοφορία των οχημάτων στο κέντρο της πόλης, αλλά και η καύση κατά τους χειμερινούς μήνες μεγάλου όγκου ξυλείας από σόμπες και τζάκια, επιτείνουν την συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Το παραπάνω γεγονός σε συνδυασμό με την επικρατούσα υγρασία, οδηγεί στην δημιουργία εκνεφωμάτων, με υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που εγκλωβίζονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας.

Στο σταθμό αυτό όλους τους υπόλοιπους μήνες, βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται σημαντικά, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων που προκαλούσαν τις αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες.



Σχήμα 4.2.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.2.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$ στον σταθμό της Πλατείας Χατζοπούλου. Η ημέρα της Παρασκευής φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις, ενώ έπεται η ημέρα της Πέμπτης. Οι δύο αυτές ημέρες είναι εργάσιμες και μάλιστα στο τέλος της εβδομάδας κάτι που σημαίνει ότι τότε παρατηρείται η μεγαλύτερη κίνηση των οχημάτων και του πληθυσμού.



Σχήμα 4.2.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $PM_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.2.4 απεικονίζεται το πλήθος των υπερβάσεων του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα $PM_{10.0}$. Διακρίνεται στο κομμάτι των υπερβάσεων των $PM_{10.0}$ ότι ο μήνας Ιανουάριος εμφανίζει τις περισσότερες και στη συνέχεια οι μήνες Φεβρουάριος και Δεκέμβριος, ενώ ακολουθεί ο Μάρτιος και ο Νοέμβριος με πολύ μικρότερες υπερβάσεις. Είναι εμφανές ότι οι υπερβάσεις στις συγκεντρώσεις συναντώνται στους μήνες με την χαμηλότερη θερμοκρασία για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

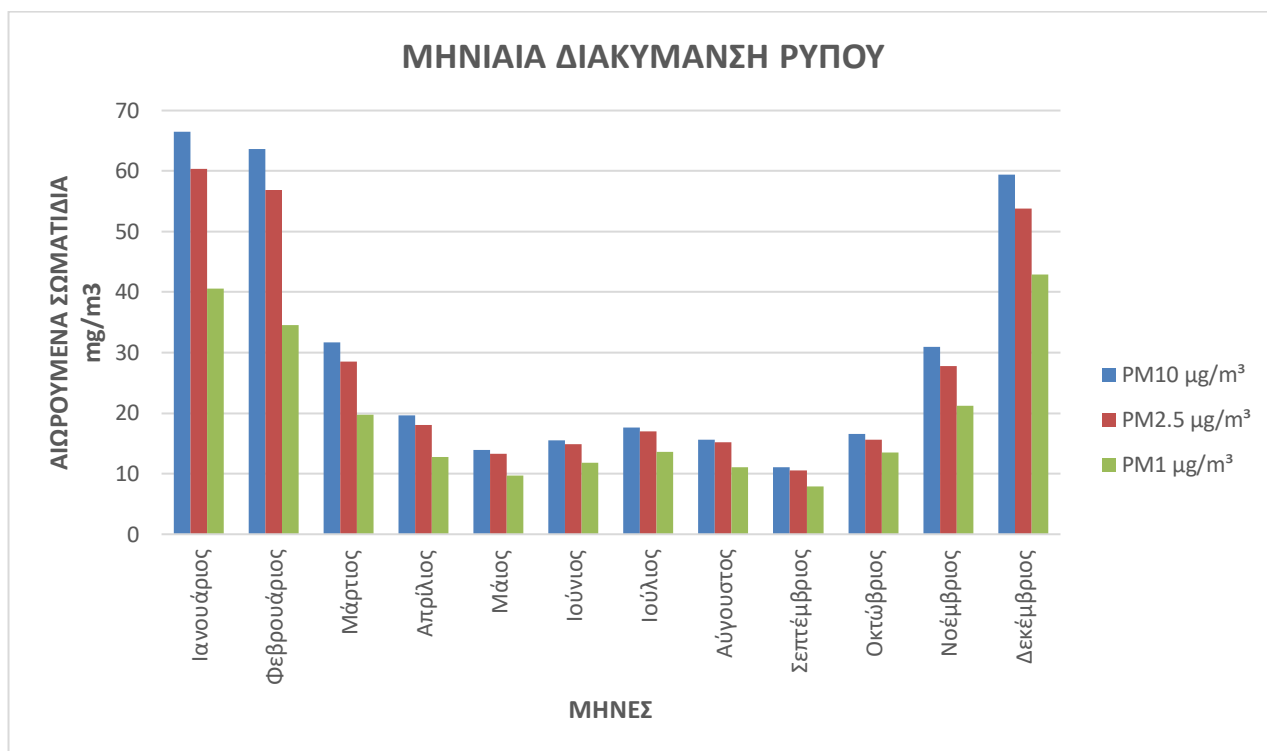
4.3 Πλατεία Δημοκρατίας -Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας



Σχήμα 4.3.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}

Στο σχήμα 4.3.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0} τον σταθμό της Πλατείας Δημοκρατίας και βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.4. Το ότι η Πλατεία Δημοκρατίας είναι και αυτή στο κέντρο της πόλης του Αγρινίου, δικαιολογεί τις υψηλές τιμές καθώς η ροή των οχημάτων, με μηχανές εσωτερικής καύσης, είναι υψηλή σε τέτοια σημεία. Επιπρόσθετα τα καταστήματα εστίασης που υπάρχουν κοντά στην πλατεία, επιδεινώνουν την κατάσταση. Ο συνδυασμός των παραπάνω με την επικρατούσα υγρασία στην πόλη του Αγρινίου που βρίσκεται πλησίον της λίμνης Τριγωνίδας και τους πρόποδες του βουνού του Πανατωλίου, οδηγεί στην δημιουργία εκνεφωμάτων, με υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που εγκλωβίζονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας.

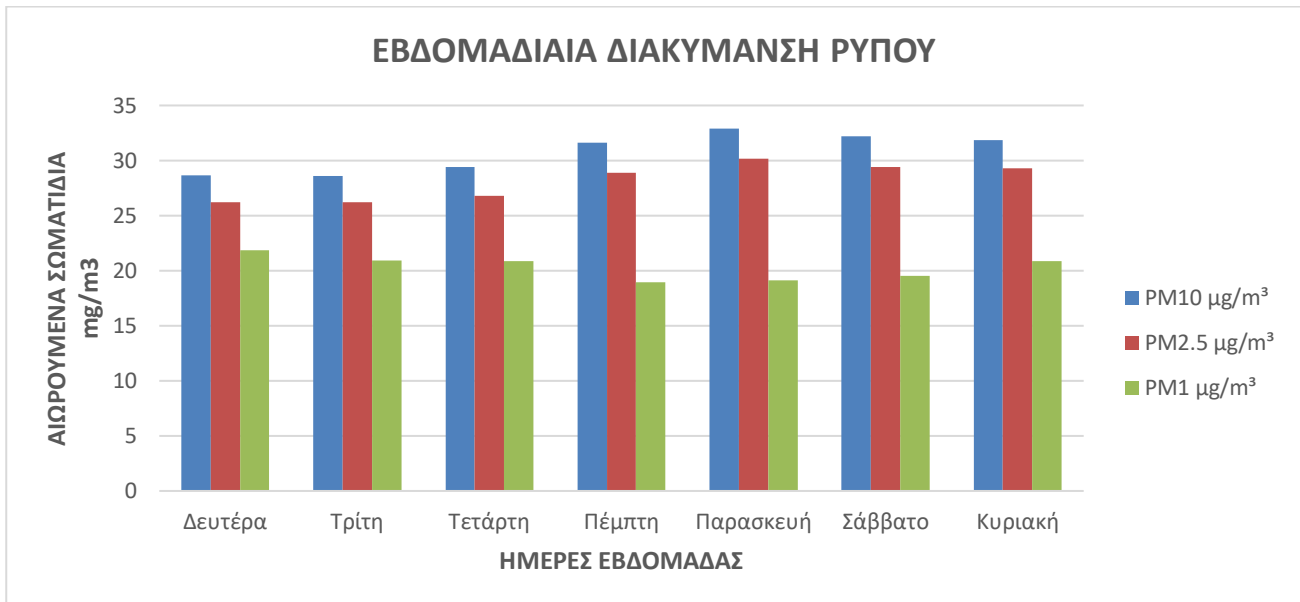
Όπως και στους προηγούμενους σταθμούς, στο σχήμα 4.3.1 είναι ευδιάκριτη η παραπλήσια διακύμανση των τιμών ρύπων PM_{10.0} και PM_{2.5} για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Επιπλέον αυτό φαίνεται όταν συγκρίνουμε τις μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης αυτού του σταθμού με τα PM_{10.0} 137,99µg/m³ και τα PM_{2.5} 127,61µg/m³, καθιστώντας τα PM_{2.5} πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.3.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

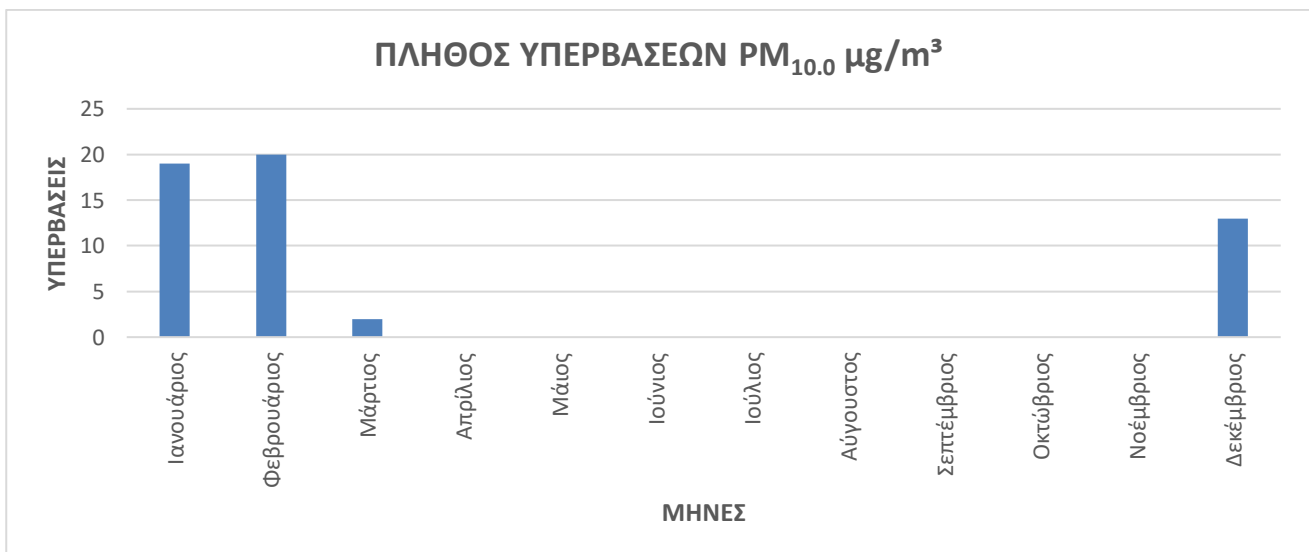
Στο σχήμα 4.3.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Ιανουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις ενώ έπεται ο Φεβρουάριος και στη συνέχεια ο Δεκέμβριος. Κάτι τέτοιο δικαιολογείται από το γεγονός ότι δεδομένου ότι η Πλατεία βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, επομένως η κυκλοφορία των οχημάτων στο κέντρο της πόλης αλλά και η χρήση σομπών και τζακιών κατά τους χειμερινούς μήνες, επιτείνουν την συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

Στο σταθμό αυτό όλους τους υπόλοιπους μήνες, βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται σημαντικά, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων που προκαλούσαν τις αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες.



Σχήμα 4.3.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.3.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$ στον σταθμό της Πλατείας Δημοκρατίας. Η ημέρα της Παρασκευής φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις όπως και στην Πλατεία Χατζοπούλου, ενώ έπονται οι ημέρες του Σαββατοκύριακου. Την Παρασκευή παρατηρείται η μεγαλύτερη κίνηση των οχημάτων και πληθυσμού, ενώ το Σαββατοκύριακο ο κόσμος του Αγρινίου βγαίνει στις πλατείες για να διασκεδάσει, επομένως η χρήση του τσιγάρου αλλά και οι μετακινήσεις επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα.



Σχήμα 4.3.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $\text{PM}_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.3.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η υπέρβαση των $\text{PM}_{10.0}$ για τον μήνα Φεβρουάριο, έπονται αντίστοιχα οι μήνες Ιανουάριος, Δεκέμβριος και στο τέλος ο μήνας Μάρτιος. Είναι εμφανές ότι οι υπερβάσεις στις συγκεντρώσεις συναντώνται στους μήνες με την χαμηλότερη θερμοκρασία για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

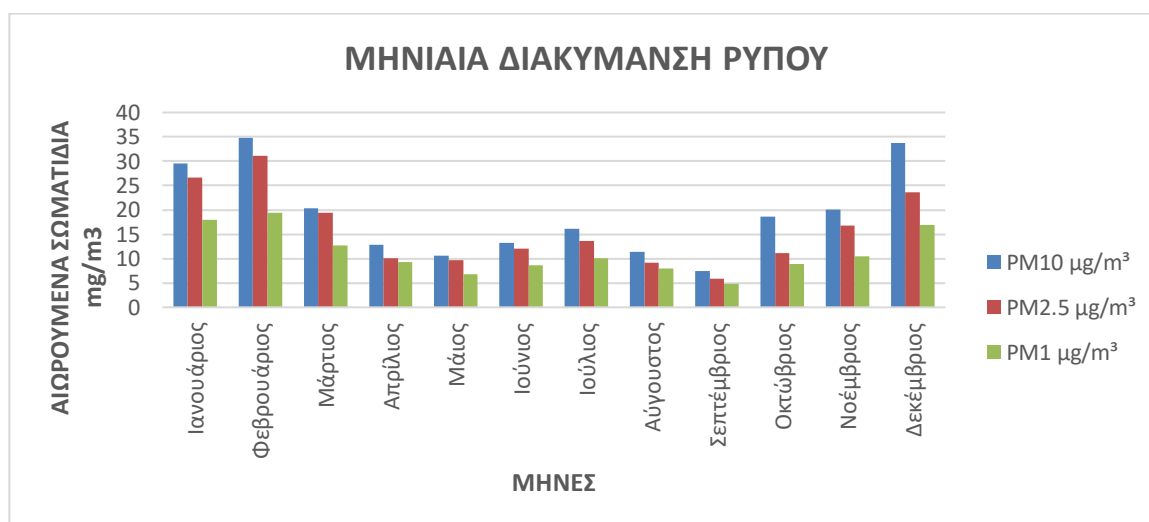
4.4 Κοινοτικό Γραφείο Καινούργιου – Περιστατικός Σταθμός



Σχήμα 4.4.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

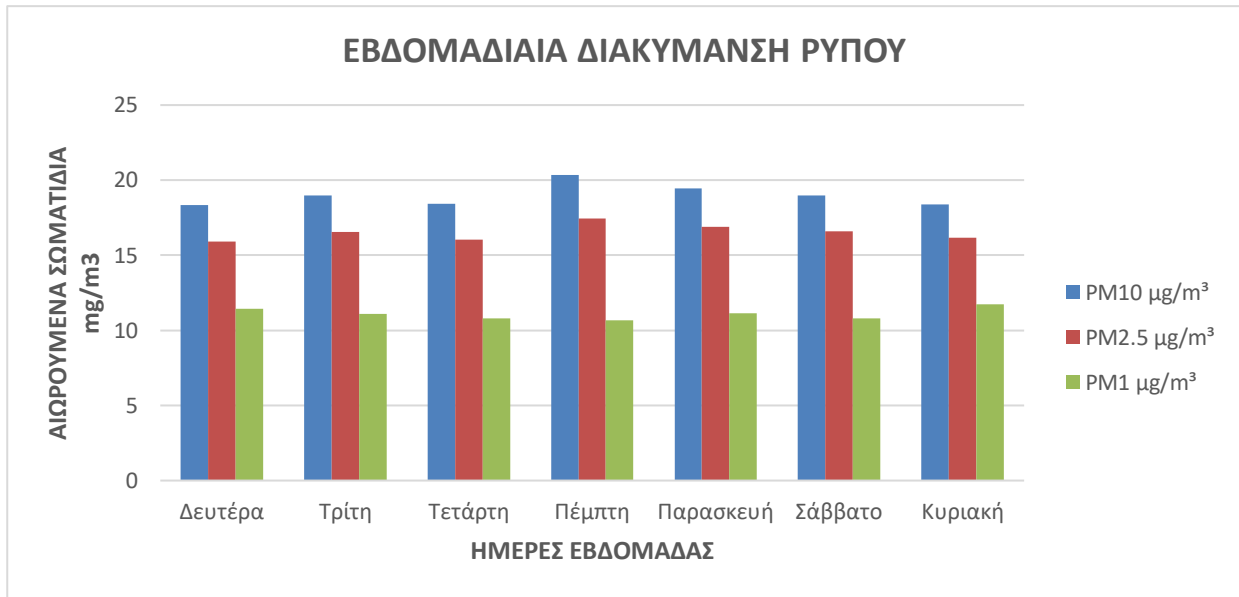
Στο σχήμα 4.4.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$ στον σταθμό του Κοινοτικού Γραφείου Καινούργιου, που βρίσκεται εντός οικισμού όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.5. Το ότι το Κοινοτικό Γραφείο Καινούργιου βρίσκεται μακριά από την πόλη του Αγρινίου, άρα και από τον βεβαρυσμένο από κίνηση οχημάτων αστικό ιστό δικαιολογεί το γεγονός ότι το διάγραμμα έχει ομαλότερη μορφή από αυτή της Πλατείας Δημοκρατίας που παρουσιάστηκε παραπάνω. Εξάρσεις υπάρχουν ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$) αλλά είναι σαφώς μικρότερες από αυτές της πλατείας ($140\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Όπως και στους υπόλοιπους σταθμούς και εδώ διακρίνεται η επιδραστικότητα των $\text{PM}_{2.5}$ έναντι των υπολοίπων αιωρούμενων σωματιδίων, με μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης των $\text{PM}_{10.0}$ με $59,76/\mu\text{g}/\text{m}^3$ και των $\text{PM}_{2.5}$ με $50,08\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.4.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.4.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Φεβρουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις ενώ έπεται ο Δεκέμβριος και στη συνέχεια ο Ιανουάριος. Κάτι τέτοιο δικαιολογείται από το γεγονός ότι το Κοινοτικό Γραφείο Καινούργιου βρίσκεται σε επαρχιακό οικισμό όπου η χρήση σομπών και τζακιών κατά τους χειμερινούς μήνες είναι εντονότερη, ακόμη και από αυτή στα αστικά κέντρα. Και εδώ βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται σημαντικά τους υπόλοιπους μήνες, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων που προκαλούσαν τις αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τη χειμερινή περίοδο.



Σχήμα 4.4.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}

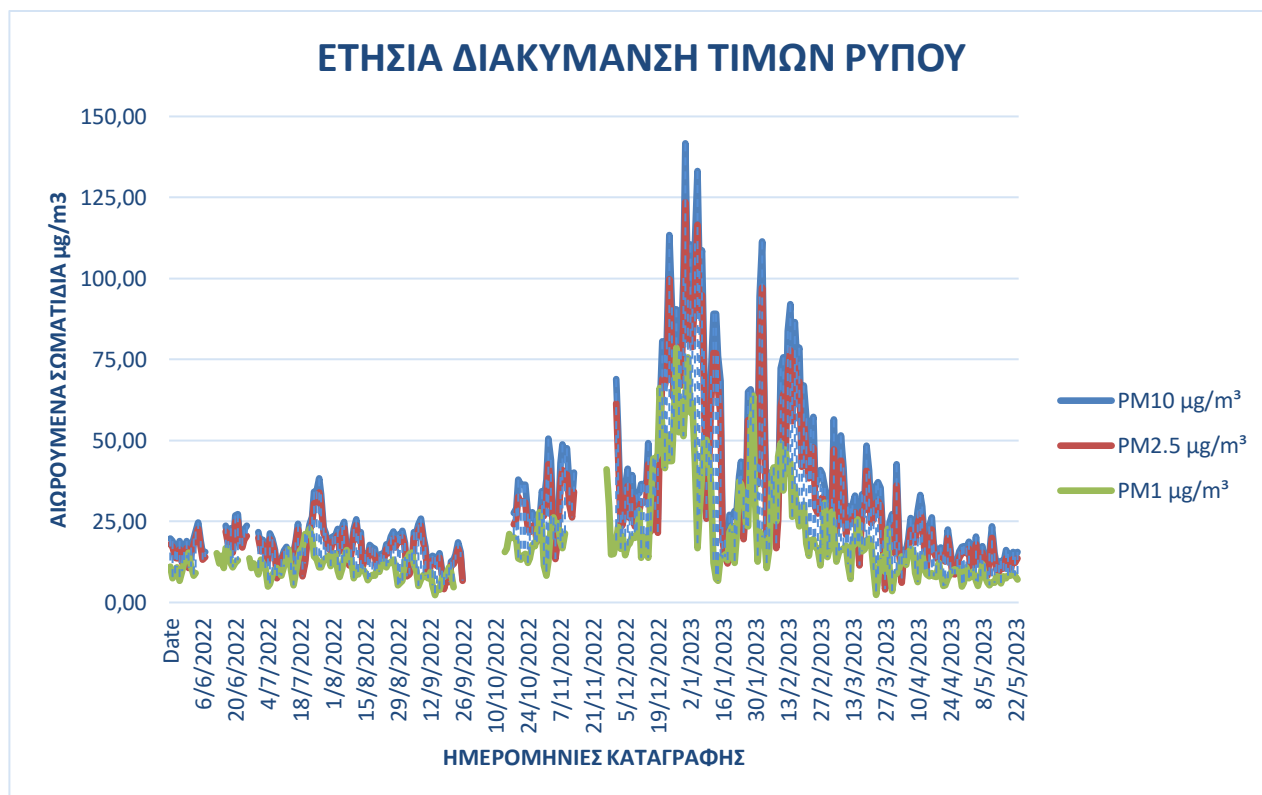
Στο σχήμα 4.4.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}. Η ημέρα της Πέμπτης φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις και έπεται αυτή της Παρασκευής. Αυτό συμβαίνει καθώς οι πολίτες του Καινούργιου εξυπηρετούνται από το Κοινοτικό Γραφείο τις εργάσιμες ημέρες και κυρίως προς το τέλος της εβδομάδας όπου οι υποχρεώσεις έχουν αυξηθεί. Η παρουσία περισσότερου κόσμου σημαίνει, περισσότερη ρύπανση, άρα και σωματίδια στην ατμόσφαιρα.



Σχήμα 4.4.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο PM_{10.0} ανά μήνα

Στο σχήμα 4.4.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των 50 mg/m³, για τα PM_{10.0}. Διακρίνεται η υψηλότερη τιμή υπέρβασης των PM_{10.0} τον Φεβρουάριο, έπονται αντίστοιχα οι μήνες Ιανουάριος και Δεκέμβριος. Οι λόγοι αναφέρθηκαν παραπάνω.

4.5 Κοινοτικό Γραφείο Δοκιμίου – Περιαστικός Σταθμός

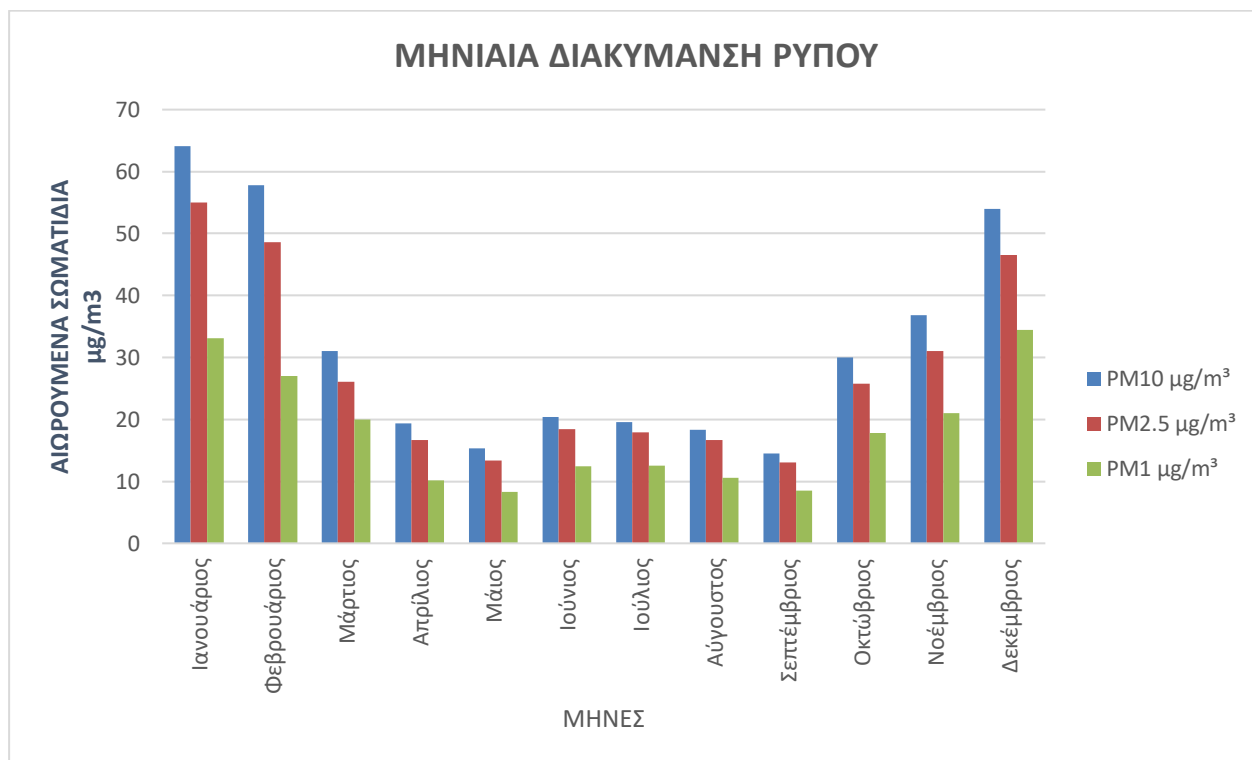


Σχήμα 4.5.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.5.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$ στον σταθμό του Κοινοτικού Γραφείου Δοκιμίου που βρίσκεται εντός οικισμού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.6. Το ότι το Κοινοτικό Γραφείο Δοκιμίου ναι μεν βρίσκεται σε οικισμό έξω από τον αστικό ιστό του Αγρινίου αλλά παραμένει κοντά στην πόλη, δικαιολογεί το γεγονός ότι το διάγραμμα έχει μια πιο απότομη μορφή από αυτή του Κοινοτικού Γραφείου Καινούργιου που παρουσιάστηκε παραπάνω. Το κυριότερο όμως είναι ότι το Δοκίμιο γειτνιάζει με το περιφερειακό αεροδρόμιο Αγρινίου. Ο κεντρικός δρόμος δε του Δοκιμίου διέρχεται από το Κοινοτικό Γραφείο κάτι που σημαίνει υψηλά επίπεδα κίνησης οχημάτων μπροστά από τον σταθμό, άρα και συσσώρευση σωματιδίων πέριξ αυτού.

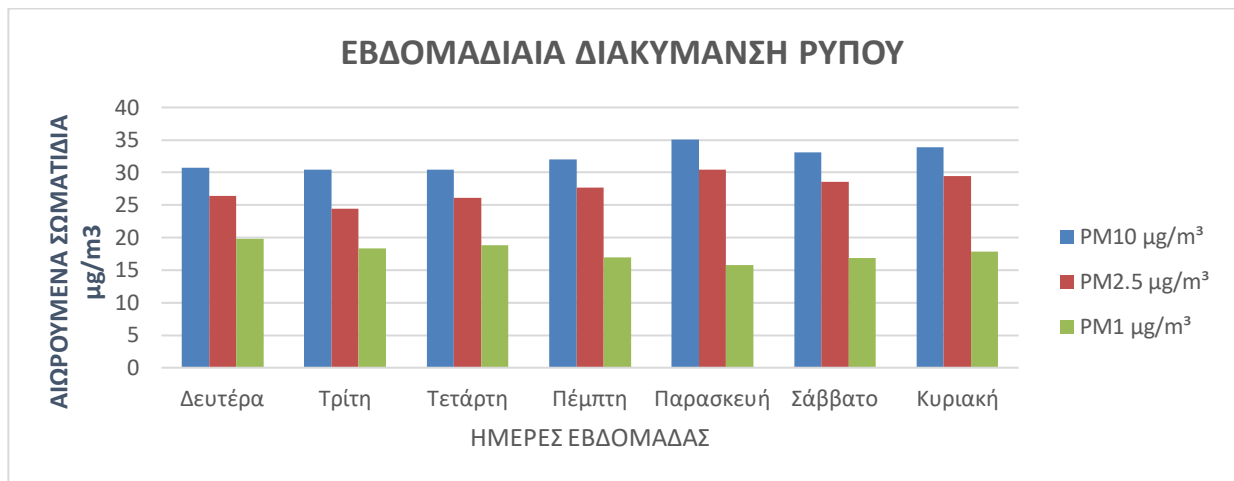
Τα κενά διαστήματα στην καταγραφή των δεδομένων σε ετήσια βάση, όπως φαίνονται στο ανωτέρω σχήμα, οφείλονται στο γεγονός ότι το όργανο δεν κατέγραψε τιμές για συγκεκριμένες περιόδους από 9-12/6/2022, 28/9-14/10/2022 και 15-27/11/2022.

Και εδώ διακρίνεται η επιδραστικότητα των $PM_{2.5}$ έναντι των υπολοίπων αιωρούμενων σωματιδίων, με μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης των $PM_{10.0}$ με $141,70\mu\text{g}/\text{m}^3$ και των $PM_{2.5}$ με $123,53\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό μπορεί να οφείλετε είτε σε επαναιώρηση σωματιδίων που προϋπήρχαν, είτε επειδή μέσα στα $PM_{10.0}$ εμπεριέχεται μεγαλύτερο ποσοστό των $PM_{2.5}$.



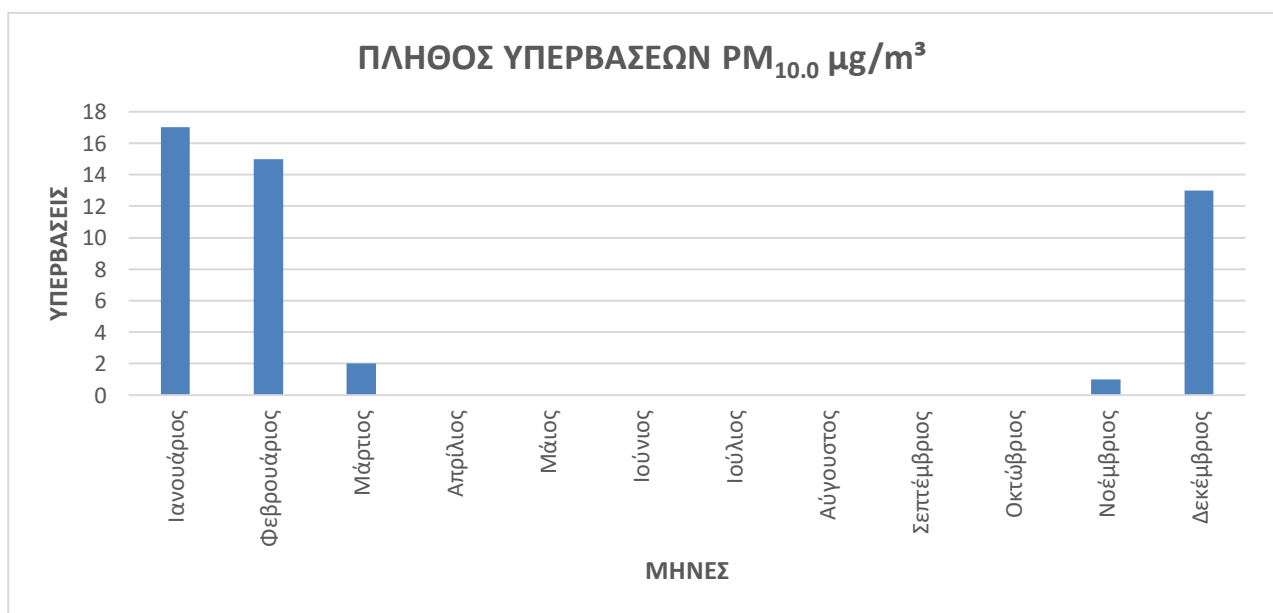
Σχήμα 4.5.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}

Στο σχήμα 4.5.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Ιανουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις ενώ ακολουθεί ο Φεβρουάριος και στη συνέχεια ο Δεκέμβριος. Κάτι τέτοιο δικαιολογείται από το γεγονός ότι το γραφείο βρίσκεται σε επαρχιακό οικισμό όπου η χρήση σομπών και τζακιών κατά τους χειμερινούς μήνες είναι εντονότερη. Επίσης, το Δοκίμιο βρίσκεται κοντά στο αστικό κέντρο, επομένως η κυκλοφορία των οχημάτων στο Αγρίνιο επηρεάζει την περιοχή του Δοκιμίου, που σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες και τα υψηλά ποσοστά υγρασίας ευνοούν την υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.



Σχήμα 4.5.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.5.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Η ημέρα της Παρασκευής φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις και έπονται αυτές του Σαββατοκύριακου. Αυτό συμβαίνει διότι οι πολίτες του Δοκιμίου εξυπηρετούνται από το Κοινοτικό Γραφείο τις εργάσιμες ημέρες και κυρίως προς το τέλος της εβδομάδας όπου οι υποχρεώσεις έχουν αυξηθεί. Τα Σαββατοκύριακα ο κόσμος διέρχεται από τον κεντρικό δρόμο αφού έχει ελεύθερο χρόνο να πάει στο Αγρίνιο για αγορές.



Σχήμα 4.5.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $\text{PM}_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.5.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των $50 \text{ mg}/\text{m}^3$, για τα $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η μεγαλύτερη τιμή υπέρβασης των $\text{PM}_{10.0}$ τον Ιανουάριο, ακολουθούν οι μήνες Φεβρουάριος, Δεκέμβριος, Μάρτιος και στο τέλος ο μήνας Νοέμβριος. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι ενώ ο μέγιστος αριθμός υπερβάσεων για τον σταθμό του Κοινοτικού Γραφείου του Καινούργιου ήταν 3 τον Φεβρουάριο, στον σταθμό του Κοινοτικού Γραφείου του Δοκιμίου ήταν 17 τον Ιανουάριο και 15 τον Φεβρουάριο. Οι πενταπλάσιες δηλαδή. Η παρουσία του Αεροδρομίου πλησίον του Δοκιμίου φαίνεται ότι παίζει κυρίαρχο ρόλο στις υπερβάσεις συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων. Αν και το Δοκίμιο δεν ανήκει στον κεντρικό αστικό ιστό του Αγρινίου, η παρουσία του αεροδρομίου και η συνεπακόλουθη διέλευση αεροσκαφών, επιβαρύνει στα μέγιστα την περιοχή με ρύπους.

4.6 ΚΕΠ Αγίου Κωνσταντίνου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας

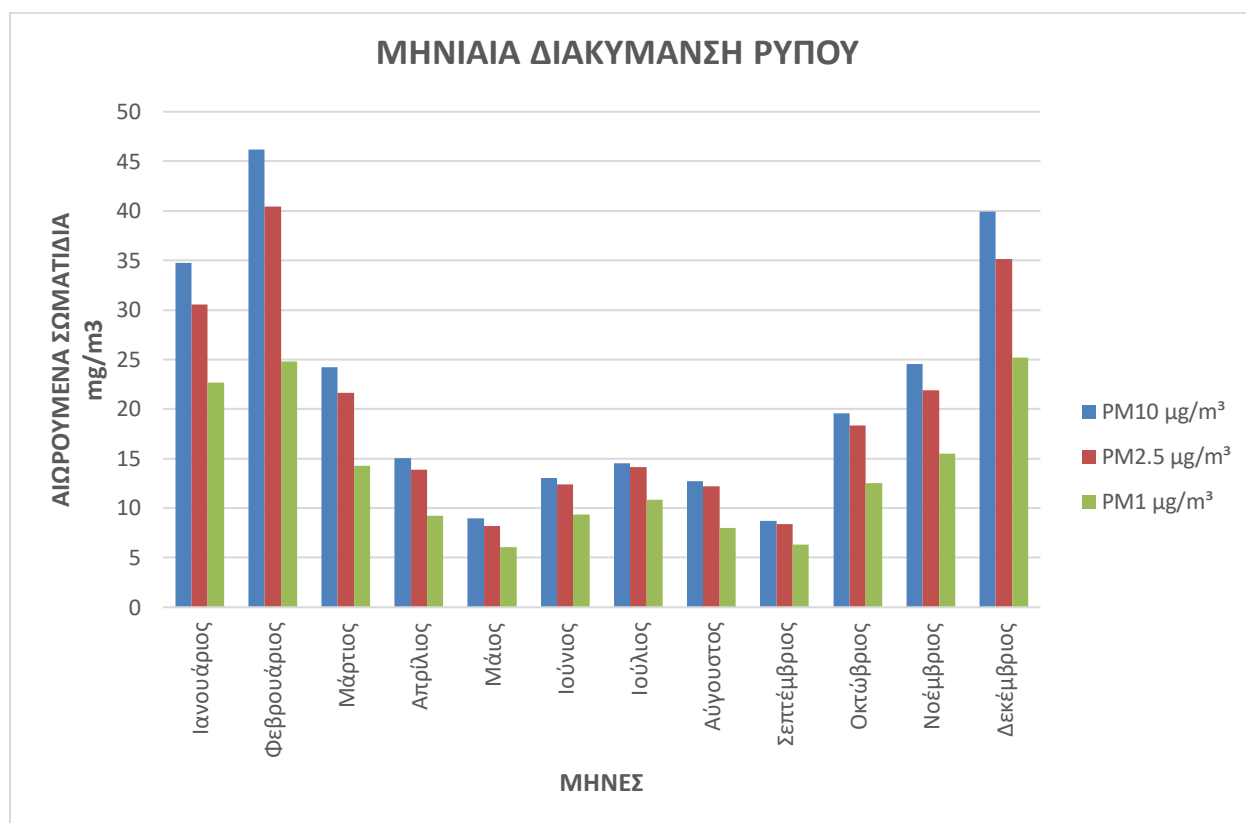


Σχήμα 4.6.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.6.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$ στον σταθμό του ΚΕΠ Αγίου Κωνσταντίνου, που βρίσκεται εντός οικισμού όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.7. Το ότι το ΚΕΠ είναι κοντά στο κέντρο της πόλης του Αγρινίου, δικαιολογεί τις υψηλές τιμές καθώς η ροή των οχημάτων είναι υψηλή στο σημείο αυτό λόγω μετακίνησης και εξυπηρέτησης των πολιτών της πόλης. Η δε συγκέντρωση του πληθυσμού που καπνίζει ενώ περιμένει ή διέρχεται εντός και εκτός του χώρου, επιτείνει την κατάσταση.

Η αποκοπή μέρους των μετρήσεων που εμφανίζεται στο σχήμα 4.6.1, οφείλεται στο γεγονός ότι το όργανο για συγκεκριμένες περιόδους δεν κατέγραψε τιμές, από 10-13/8/2022, 23-28/8/2022, 30/8-8/9/2022, 11/9-14/10/2022, 27/10-6/11/2022 και 25/12/2022-5/1/2023.

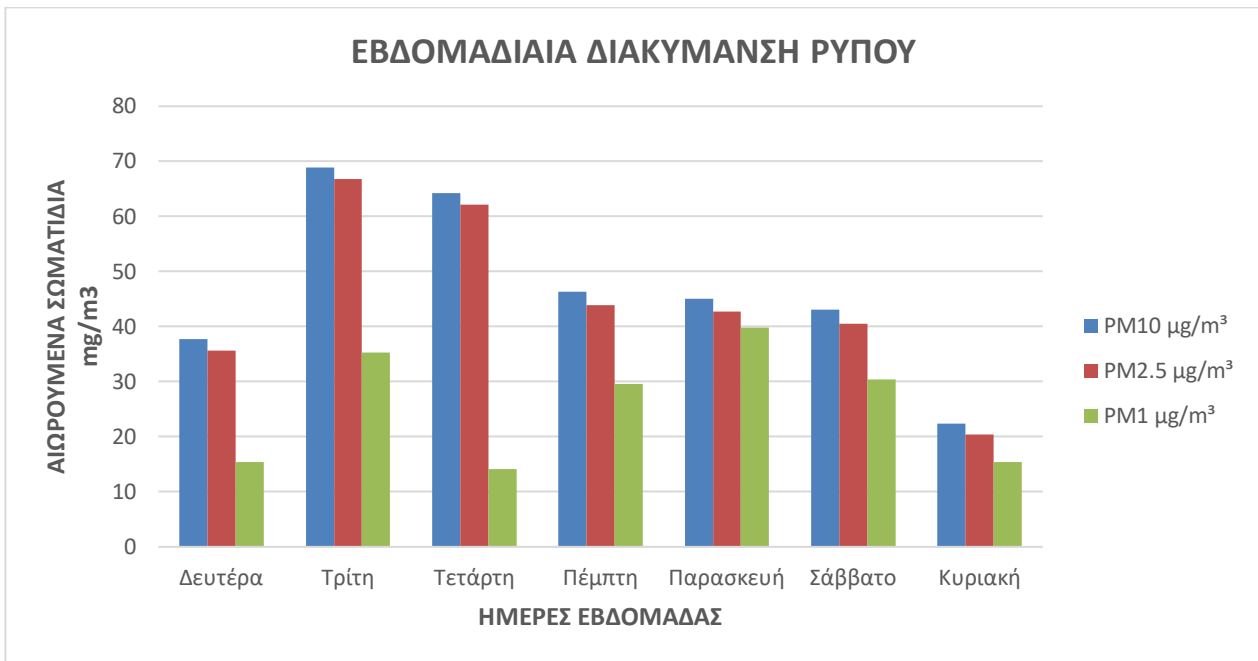
Και εδώ διακρίνεται η επιδραστικότητα των $PM_{2.5}$ έναντι των υπολοίπων αιωρούμενων σωματιδίων, με μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης των $PM_{10.0}$ με $82,10\mu\text{g}/\text{m}^3$ και των $PM_{2.5}$ με $73,35\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό μπορεί να οφείλετε είτε σε επαναιώρηση σωματιδίων που προϋπήρχαν, είτε επειδή μέσα στα $PM_{10.0}$ εμπεριέχεται μεγαλύτερο ποσοστό των $PM_{2.5}$.



Σχήμα 4.6.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.6.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Φεβρουάριος είναι μακράν αυτός που ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις και έπεται ο Δεκέμβριος και ο Ιανουάριος. Οι συγκεντρώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες είναι μεγαλύτερες εξαιτίας της κυκλοφορίας των οχημάτων μιας και τότε ο κόσμος είναι συγκεντρωμένος στα αστικά κέντρα αλλά και λόγω της καύσης από πηγές θέρμανσης.

Και εδώ βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται σημαντικά τους υπόλοιπους μήνες, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων που προκαλούσαν τις αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τη χειμερινή περίοδο.



Σχήμα 4.6.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.6.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$. Η ημέρα της Τρίτης φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις. Είναι εμφανές ότι οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εμφανίζονται τις καθημερινές ημέρες. Αυτό συμβαίνει λόγω του ωραρίου λειτουργίας του ΚΕΠ τις καθημερινές, στο οποίο εξυπηρετούνται οι πολίτες του Αγρινίου και ως εκ τούτου μεταβαίνουν στο Κέντρο με τα οχήματά τους, ενώ αναμένουν σε αυτό τον χώρο για πολύ ώρα.



Σχήμα 4.6.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $PM_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.6.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα $PM_{10.0}$. Διακρίνεται η μεγαλύτερη τιμή υπέρβασης των $PM_{10.0}$ τον μήνα Φεβρουάριο με 11 υπερβάσεις, έπονται αντίστοιχα οι μήνες Ιανουάριος και Δεκέμβριος. Οι υπερβάσεις είναι αρκετές αλλά όχι όσες αναφέρθηκαν στις πλατείες, κάτι που είναι λογικό αν σκεφτεί κανείς ότι το ΚΕΠ Αγίου Κωνσταντίνου δεν είναι ακριβώς στο κέντρο του Αγρινίου, επομένως μπορεί η κίνηση να είναι μεγάλη, αλλά όχι πυκνή.

4.7 ΚΑΠΗ Αγρινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας

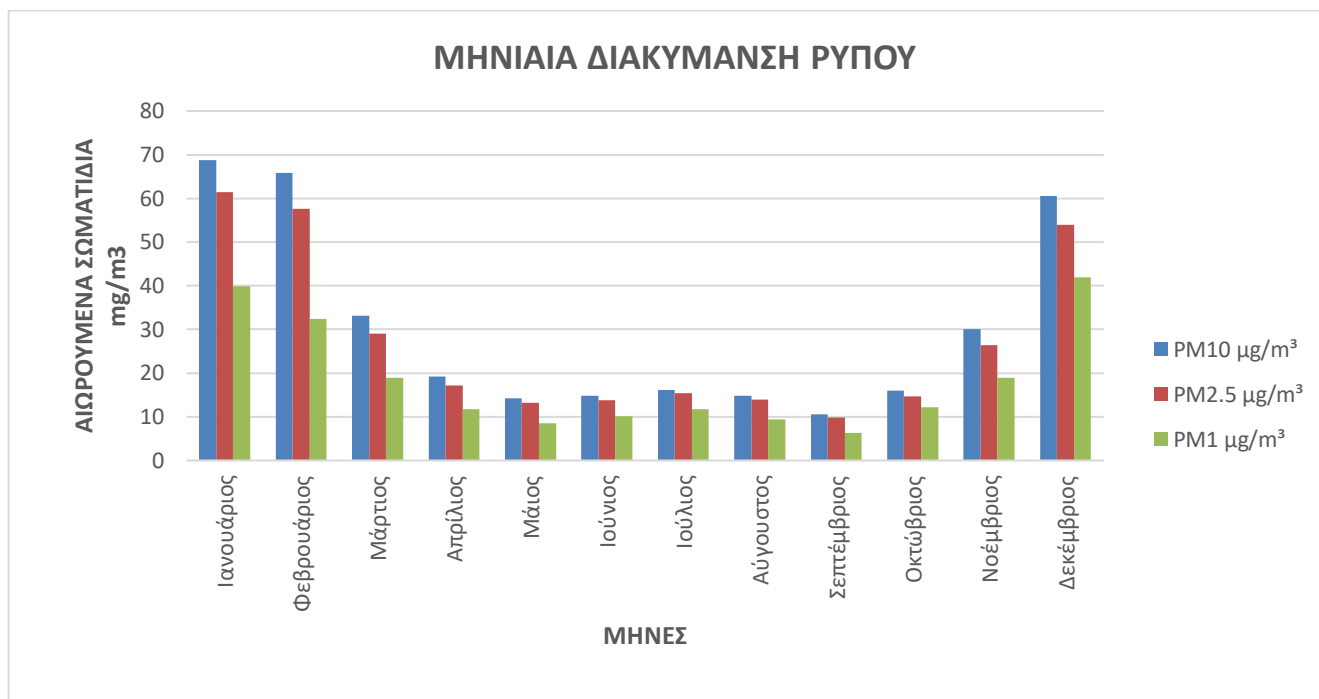


Σχήμα 4.7.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.7.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$ στον σταθμό του ΚΑΠΗ Αγρινίου., που βρίσκεται εντός αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.8. Σημαντικό στην εν λόγω έρευνα είναι ότι το ΚΑΠΗ είναι κοντά στο κέντρο της πόλης του Αγρινίου, πλησίον κεντρικής οδικής αρτηρίας της πόλης κάτι που δικαιολογεί τις υψηλές τιμές αφού η ροή των οχημάτων είναι υψηλότερη στο σημείο αυτό, λόγω της μετακίνησης των πολιτών από και προς την πόλη. Η δε συγκέντρωση πληθυσμού μεγάλης ηλικίας που δεν μπορεί να έχει εύκολη πρόσβαση στο ΚΑΠΗ παρά μόνον με όχημα, καθώς και οι συγγενείς που τους συνοδεύουν, επιτείνει την κατάσταση.

Το κενό διάστημα στην καταγραφή των δεδομένων σε ετήσια βάση, όπως φαίνονται στο ανωτέρω σχήμα, οφείλονται στο γεγονός ότι το όργανο τη συγκεκριμένη περίοδο 4-13/5/2023 δεν κατέγραψε τιμές.

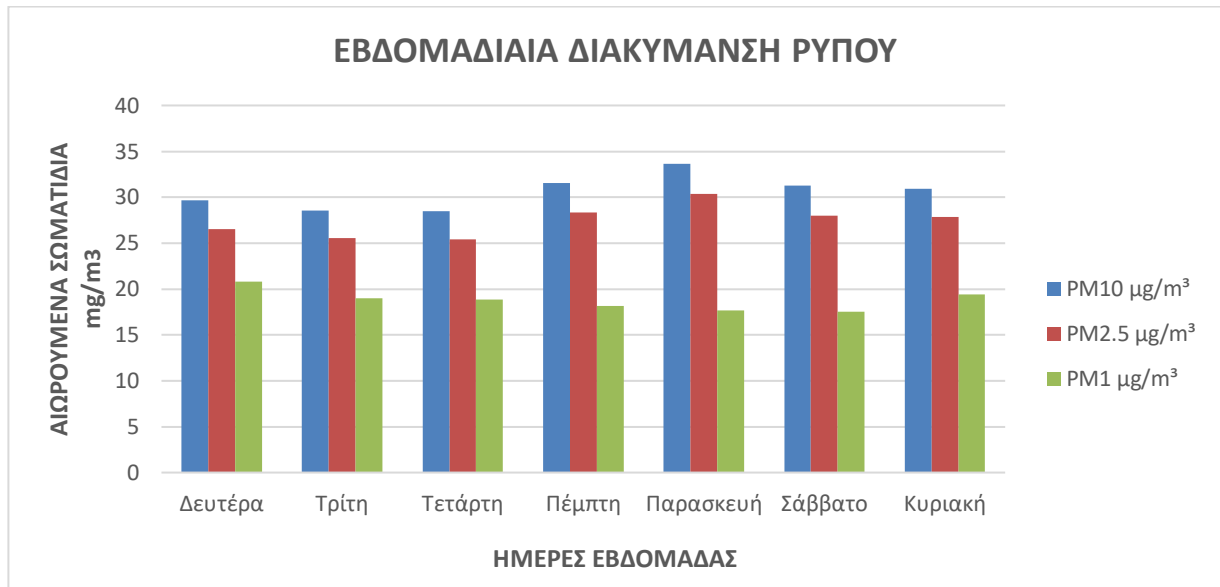
Όπως και στους προηγούμενους σταθμούς, στο σχήμα 4.7.1 είναι ευδιάκριτη η κοντινή διακύμανση των τιμών ρύπων $PM_{10.0}$ και $PM_{2.5}$ για τους λόγους που προαναφέρθηκαν (επαναιώρηση σωματιδίων, υψηλή συγκέντρωση $PM_{2.5}$ εντός των $PM_{10.0}$). Επιπλέον αυτό φαίνεται όταν συγκρίνουμε τις μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης αυτού του σταθμού με τα $PM_{10.0}$ 133,46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και τα $PM_{2.5}$ 120,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, καθιστώντας τα $PM_{2.5}$ πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.7.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

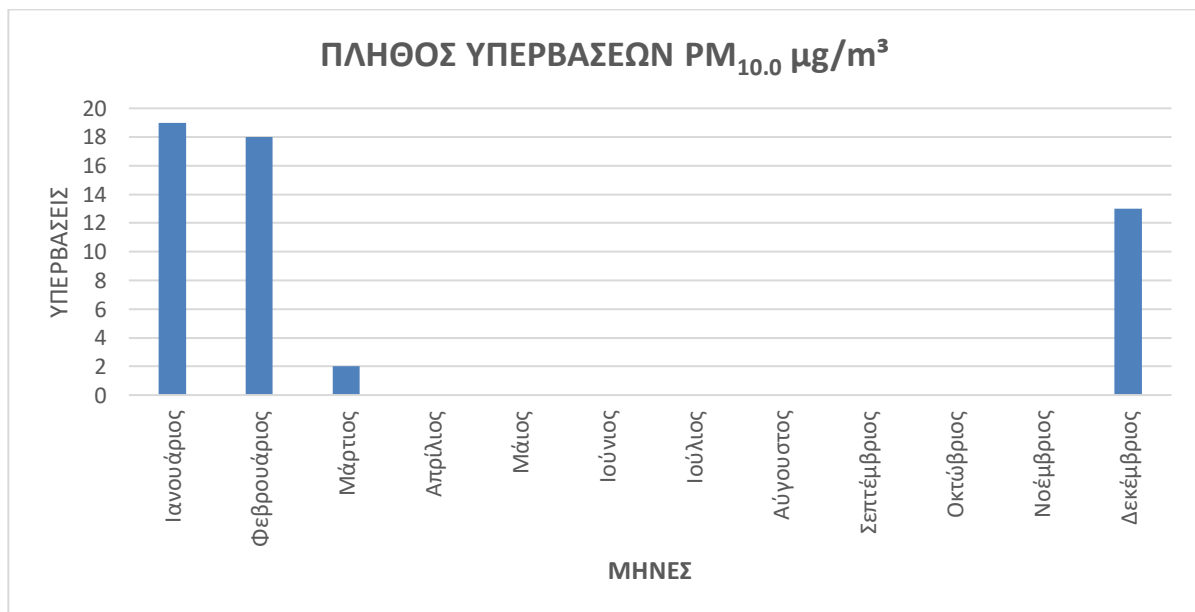
Στο σχήμα 4.7.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Ιανουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις όπως και οι υπόλοιποι χειμερινοί μήνες. Αντίστοιχα με τις προηγούμενες περιπτώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες έχουμε όλες τις υπηρεσίες σε λειτουργία (όπως και τα ΚΑΠΗ) κάτι που συνεπάγεται υψηλό φορτίο αιωρούμενων σωματιδίων λόγω καυσαερίων από οχήματα αλλά και από πηγές καύσης θέρμανσης (σόμπες-τζάκια κτλ), ιδίως στην συγκεκριμένη τοποθεσία όπου διέρχεται μεγάλη οδική αρτηρία όπως φαίνεται στην εικόνα 2.2.8. Ο συνδυασμός των παραπάνω με την επικρατούσα υγρασία στην πόλη του Αγρινίου που βρίσκεται πλησίον της λίμνης Τριχωνίδας και τους πρόποδες του βουνού του Παναιτωλίου, οδηγεί στην δημιουργία εκνεφωμάτων, με υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που εγκλωβίζονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας.

Και εδώ βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται σημαντικά τους υπόλοιπους μήνες, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων που προκαλούσαν τις αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τη χειμερινή περίοδο.



Σχήμα 4.7.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.7.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$. Η ημέρα της Παρασκευής φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις με την Πέμπτη και το Σαββατοκύριακο να ακολουθούν. Αυτό είναι φυσικό επόμενο καθώς ο γηραιός πληθυσμός συγκεντρώνεται στον χώρο αυτό εκείνες τις ημέρες για να διασκεδάσει και να κοινωνικοποιηθεί. Επίσης, ο αυτοκινητόδρομος που διέρχεται από το σημείο γεμίζει εκείνες τις ημέρες από οχήματα κατοίκων που φεύγουν ή έρχονται στην πόλη για το Σαββατοκύριακο.



Σχήμα 4.7.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $PM_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.7.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα $PM_{10.0}$. Διακρίνεται η υψηλότερη τιμή υπερβάσεων για τα $PM_{10.0}$ τον μήνα Ιανουάριο, ακολουθούν αντίστοιχα οι μήνες Φεβρουάριος, Δεκέμβριος και Μάρτιος. Το πλήθος των υπερβάσεων εδώ μοιάζουν με αυτές στην Πλατεία Χατζοπούλου, κάτι που δεν είναι τυχαίο αφού η Πλατεία Χατζοπούλου με τα ΚΑΠΗ είναι σχετικά κοντά. Ως εκ τούτου η περιοχή αυτή, είναι δυνατόν να ειπωθεί ότι διατηρεί ένα κοινό ρυπαντικό προφίλ. Οι λόγοι αναφέρθηκαν παραπάνω.

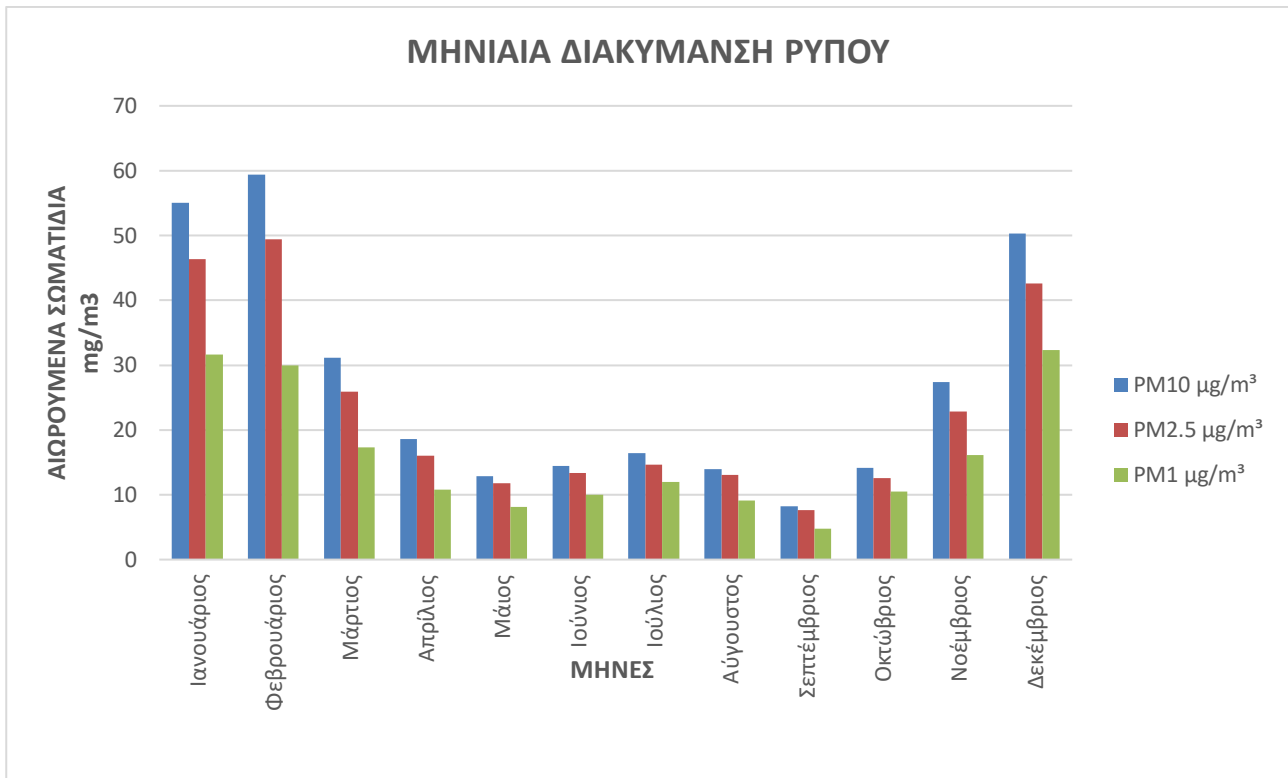
4.8 Δημοτική Βιβλιοθήκη –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας



Σχήμα 4.8.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.8.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$ στον σταθμό της Δημοτικής Βιβλιοθήκης Αγρινίου, η οποία βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.9. Η τοποθεσία του σταθμού στον αστικό ιστό σε συνδυασμό του ότι βρίσκεται πλησίον του Γηπέδου του Παναιτωλικού, που σημαίνει υψηλό όγκο κυκλοφορίας οχημάτων λόγω των ποδοσφαιρικών αγώνων που δίνει η τοπική ομάδα, εξηγεί τα υψηλά ποσοστά ρύπων. Όπως είναι αντιληπτό ένα γήπεδο χωρητικότητας 7.300 φιλάθλων που μπορεί να φιλοξενήσει εκτός από αγώνες και πολλές άλλες εκδηλώσεις, σημαίνει υψηλή συγκέντρωση προσώπων και οχημάτων στους γύρω δρόμους, άρα και υψηλή εκπομπή ρύπων.

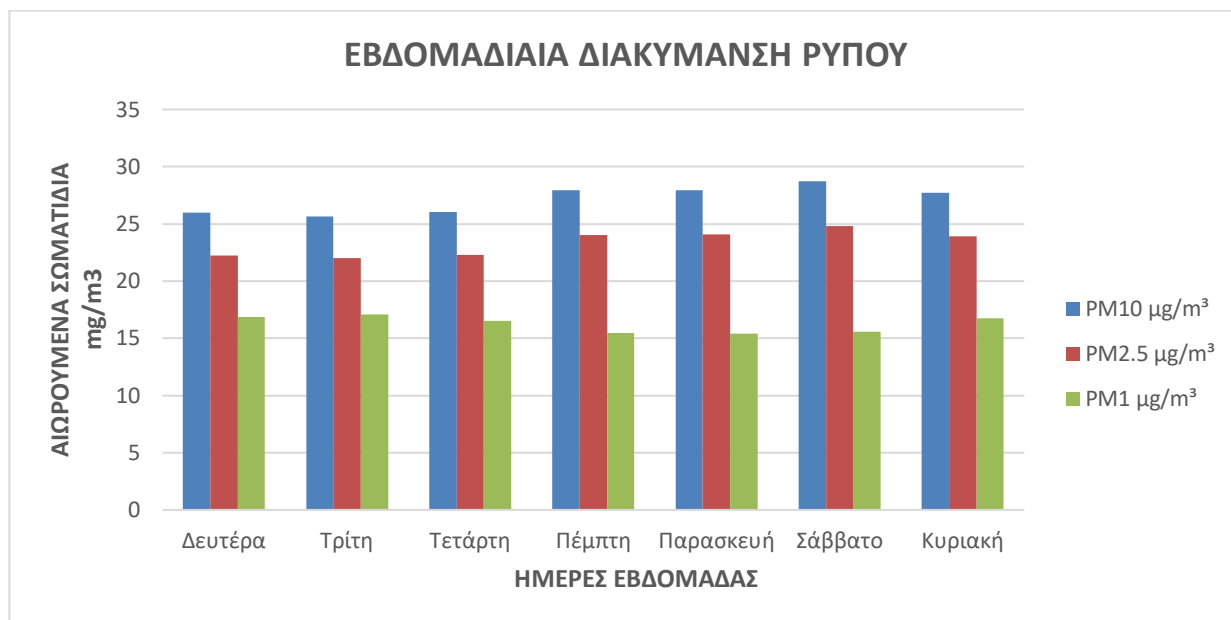
Διακρίνουμε πως τα $\text{PM}_{10.0}$ κινούνται πάντα σε υψηλότερες τιμές, όμως βλέπουμε ότι και τα $\text{PM}_{2.5}$ κινούνται επίσης σε υψηλά ποσοστά, πράγμα που σημαίνει ότι πολλές από τις εκπομπές που παρατηρούνται στον συγκεκριμένο σταθμό οφείλονται στο γεγονός ότι είτε υπάρχει επαναιώρηση σωματιδίων που προϋπήρχαν, είτε επειδή μέσα στα $\text{PM}_{10.0}$ εμπεριέχεται μεγαλύτερο ποσοστό των $\text{PM}_{2.5}$. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό συγκρίνοντας τις μέγιστες τιμές ετήσιας διακύμανσης των $\text{PM}_{10.0}$ με $114,43\mu\text{g}/\text{m}^3$ και των $\text{PM}_{2.5}$ με $102,36\mu\text{g}/\text{m}^3$ οι οποίες είναι πάρα πολύ κοντά μεταξύ τους, καθιστώντας τα $\text{PM}_{2.5}$ πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.8.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}

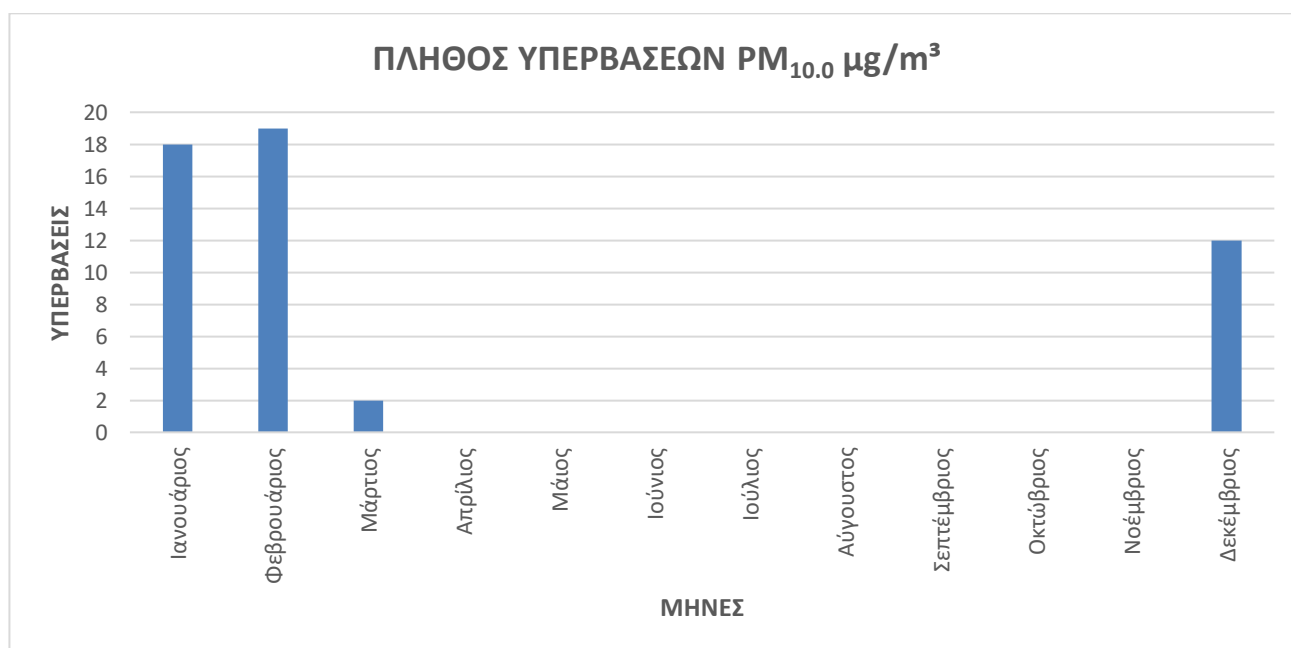
Στο σχήμα 4.8.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες, με τον μήνα Φεβρουάριο να ξεχωρίζει και ακολουθούν οι μήνες Δεκέμβριος και Ιανουάριος. Στους χειμερινούς μήνες, πέραν των άλλων αιτιών που αναλύθηκαν παραπάνω, προστίθενται στις πηγές ρύπων και όλες οι ποδοσφαιρικές διοργανώσεις (κύπελλο και πρωτάθλημα Ελλάδος) που βρίσκονται σε πλήρη εξέλιξη, που συνεπάγεται με υψηλό φορτίων ρύπων εκείνη την περίοδο. Ο συνδυασμός των παραπάνω με την επικρατούσα υγρασία στην πόλη του Αγρινίου που βρίσκεται πλησίον της λίμνης Τριγωνίδας και τους πρόποδες του βουνού του Παναιτωλίου, οδηγεί στην δημιουργία εκνεφωμάτων, με υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που εγκλωβίζονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας.

Στο σταθμό αυτό όλους τους υπόλοιπους μήνες, βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται σημαντικά, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων που προκαλούσαν τις αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες.



Σχήμα 4.8.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

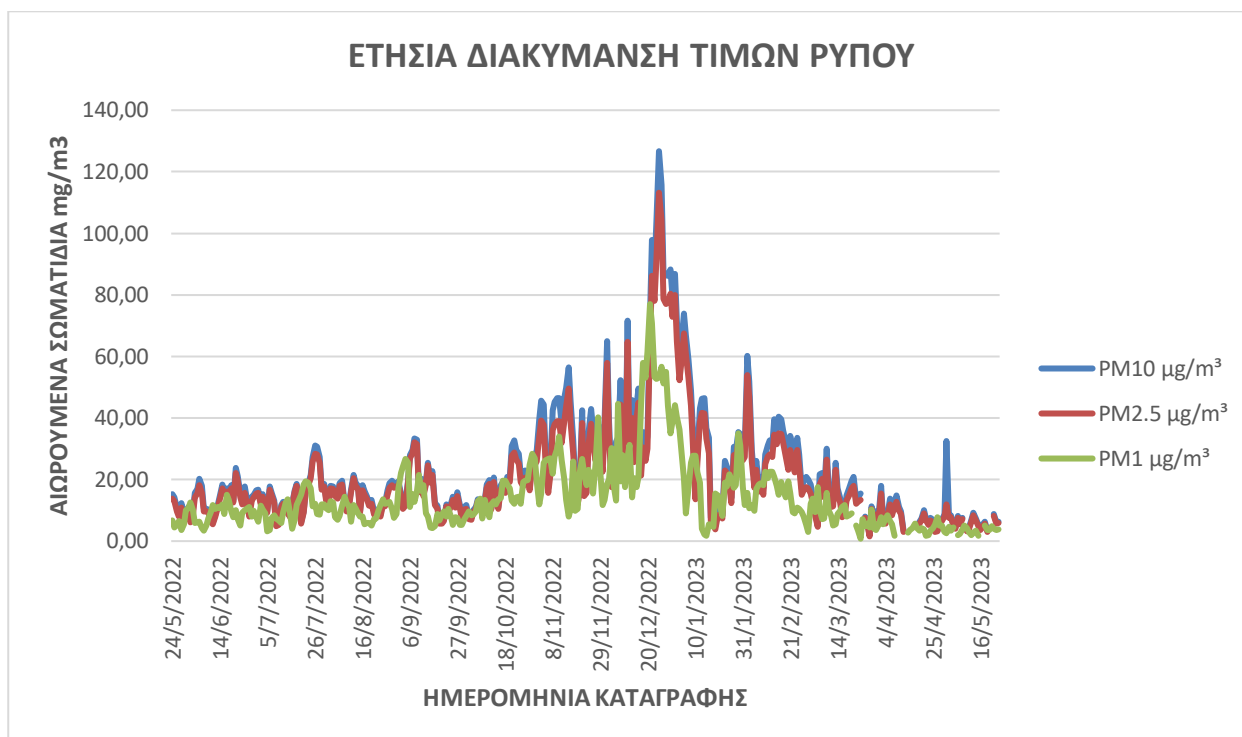
Στο σχήμα 4.8.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$. Διακρίνουμε ότι η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων δεν έχει σημαντικές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της εβδομάδας, άρα αποδεικνύεται πως οι εκπομπές ρύπων είναι σταθερές. Η ημέρα του Σαββάτου φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις και έπεται αυτή της Κυριακής. Κάτι που όπως αναφέρθηκε παραπάνω δεν είναι τυχαίο λόγω του γειτνιάζοντος γηπέδου.



Σχήμα 4.8.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $PM_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.8.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα $PM_{10.0}$. Διακρίνεται η υψηλότερη υπέρβαση των $PM_{10.0}$ τον μήνα Φεβρουάριο, ακολουθούν αντίστοιχα οι μήνες Ιανουάριος, Δεκέμβριος και Μάρτιος. Το πλήθος των υπερβάσεων εδώ έχουν παρόμοιο προφίλ με τις υπόλοιπες που καταγράφηκαν στους υπόλοιπους σταθμούς υποβάθρου που αναφέρθηκαν παραπάνω.

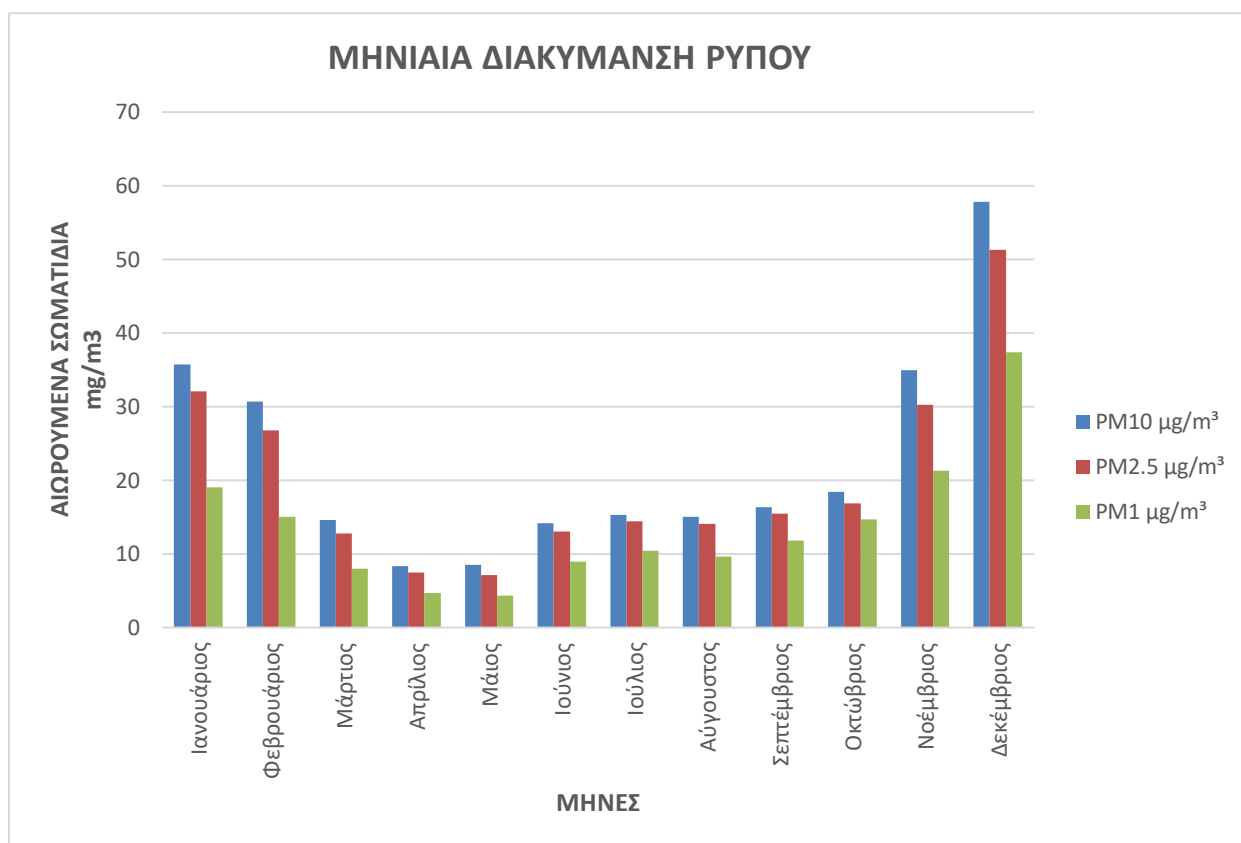
4.9 Γήπεδο Μπάσκετ Αερογέφυρας –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας



Σχήμα 4.9.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.9.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$ στον σταθμό του Γηπέδου Μπάσκετ Αερογέφυρας Αγρινίου, που βρίσκεται εντός του αστικού ιστού στο νότιο άκρο της πόλης, όπως φαίνεται και στις εικόνες 2.2.1 και 2.2.10. Επίσης βρίσκεται και πλησίον του μεγάλου αυτοκινητοδρόμου που βρίσκεται ακριβώς στην νότια είσοδο της πόλης (εξού και αερογέφυρα). Η ύπαρξη κεντρικής οδικής αρτηρίας της πόλης δικαιολογεί τις υψηλές τιμές ρύπων καθώς η ροή των οχημάτων είναι μεγάλη στο σημείο αυτό λόγω της μετακίνησης των πολιτών από και προς την πόλη.

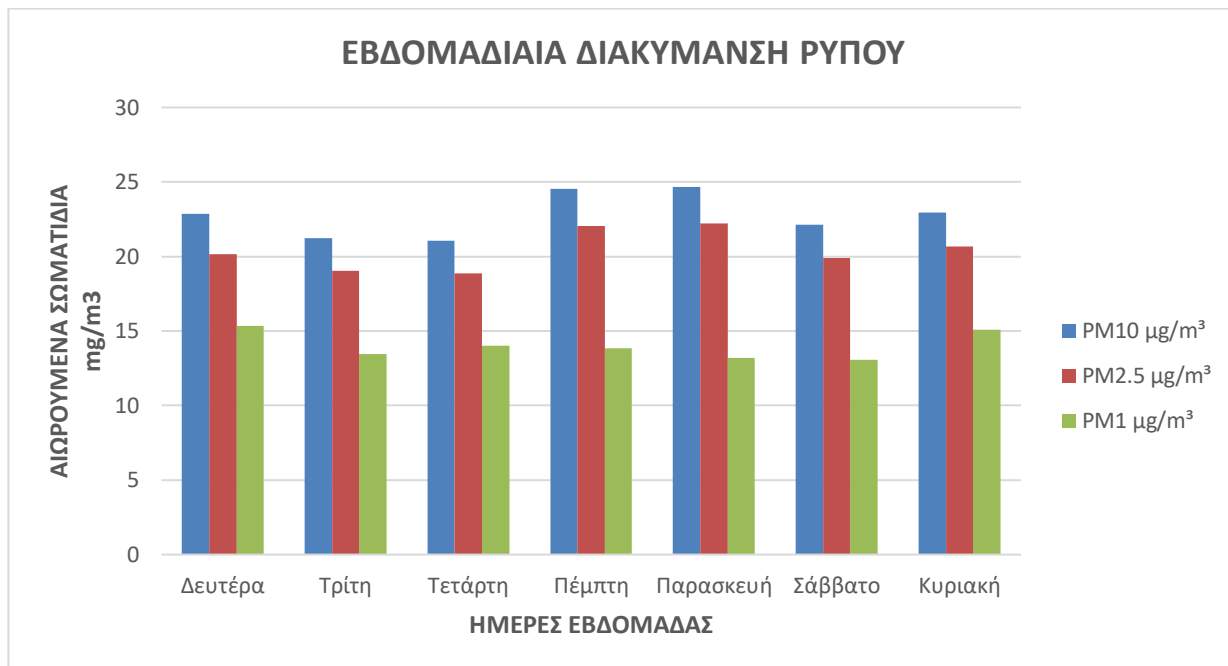
Όπως και στους προηγούμενους σταθμούς, στο σχήμα 4.9.1 είναι ευδιάκριτη η παραπλήσια διακύμανση των τιμών ρύπων $PM_{10.0}$ και $PM_{2.5}$ για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Επιπλέον αυτό φαίνεται όταν συγκρίνουμε τις μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης αυτού του σταθμού με τα $PM_{10.0}$ 126,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και τα $PM_{2.5}$ 113,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ καθιστώντας τα $PM_{2.5}$ πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.9.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.9.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά του χειμερινούς μήνες. Με τον μήνα Δεκέμβριο να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις. Ο μήνας Δεκέμβριος εκτός του ότι είναι χειμερινός μήνας με ότι αυτό συνεπάγεται από όσα περιγράφηκαν παραπάνω, είναι και ο μήνας των διακοπών. Αυτό σημαίνει παραπάνω χρόνος για άθληση και μετακίνηση, επομένως και υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων.

Στο σταθμό αυτό σε αντίθεση με τους χειμερινούς μήνες, από Μάρτιο έως και Οκτώβριο βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων. Λόγω αύξησης της θερμοκρασίας δεν έχουμε χρήση θέρμανσης (τζάκια, σόμπες κλπ) αλλά και οι συχνότερες μετακινήσεις εκτός πόλης για ανάγκες αναψυχής μειώνουν τις εκπομπές ρύπων.



Σχήμα 4.9.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}

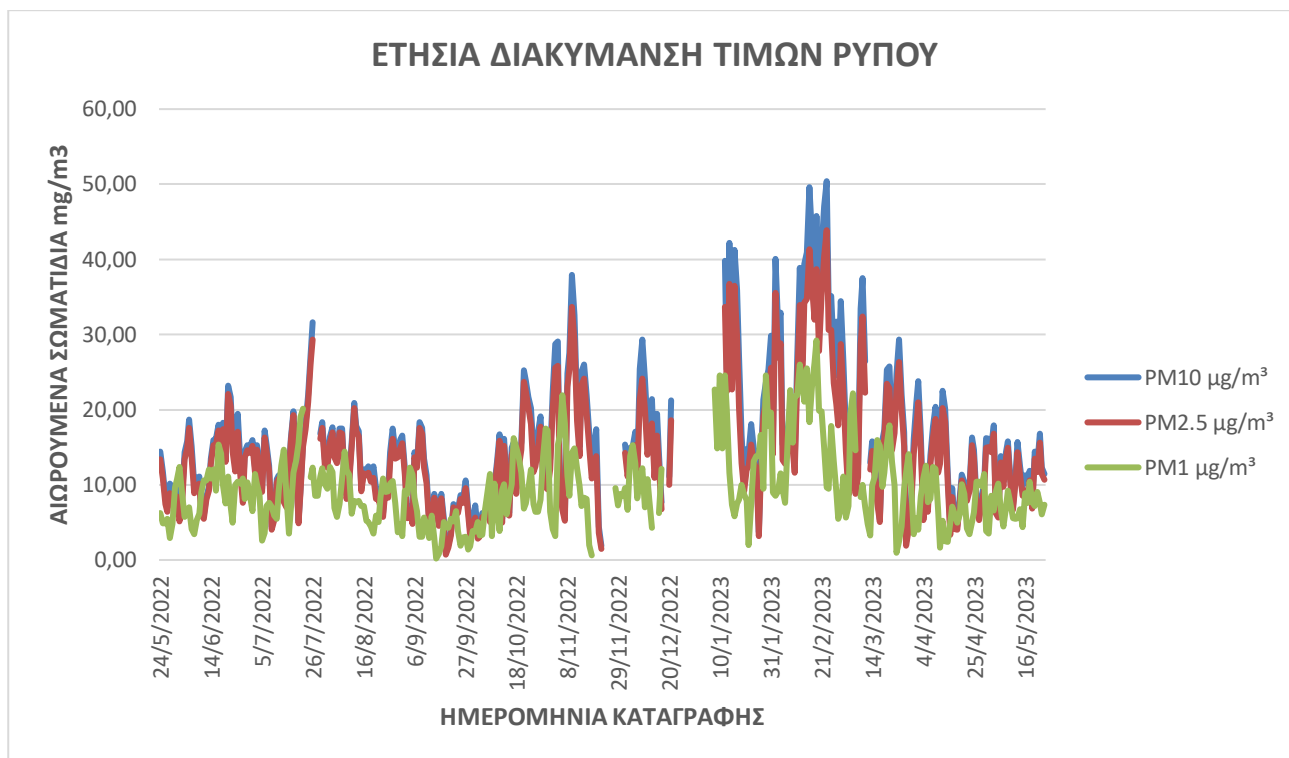
Στο σχήμα 4.9.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}. Η ημέρα της Παρασκευής φαίνεται να ξεχωρίζει ελάχιστα από της Πέμπτης ως προς τις συγκεντρώσεις. Αυτές οι δύο μέρες καθώς και το Σαββατοκύριακο που έπεται είναι οι μέρες όπου έχουμε πολύ κίνηση στους δρόμους άρα και ρύπους από τις μετακινήσεις, αλλά και από την αύξηση των αθλοπαιδιών στο χώρο του γηπέδου μπάσκετ. Αυτό σημαίνει ότι πολλοί νέοι επισκέπτονται το γήπεδο της αερογέφυρας και συνωστίζονται εκεί, επομένως έχουμε επιπρόσθετο ρυπαντικό φορτίο από τα οχήματα ΙΧ και τις μηχανές που πηγαίνουν προς το γήπεδο, αλλά και ρύπανση από τους ίδιους τους αθλούμενους.



Σχήμα 4.9.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο PM_{10.0} ανά μήνα

Στο σχήμα 4.9.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των 50 mg/m^3 , για τα PM_{10.0}. Διακρίνεται η υψηλή υπέρβαση των PM_{10.0} για τον μήνα Δεκέμβριο με 14, έπονται αντίστοιχα οι μήνες Ιανουάριος Φεβρουάριος και Νοέμβριος. Οι παραπάνω υπερβάσεις κρίνονται ως αναμενόμενες δεδομένου του ρυπαντικού προφίλ του Αγρινίου που καταγράφεται καθώς και στο ότι ο σταθμός βρίσκεται εντός του αστικού ιστού.

4.10 19^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας

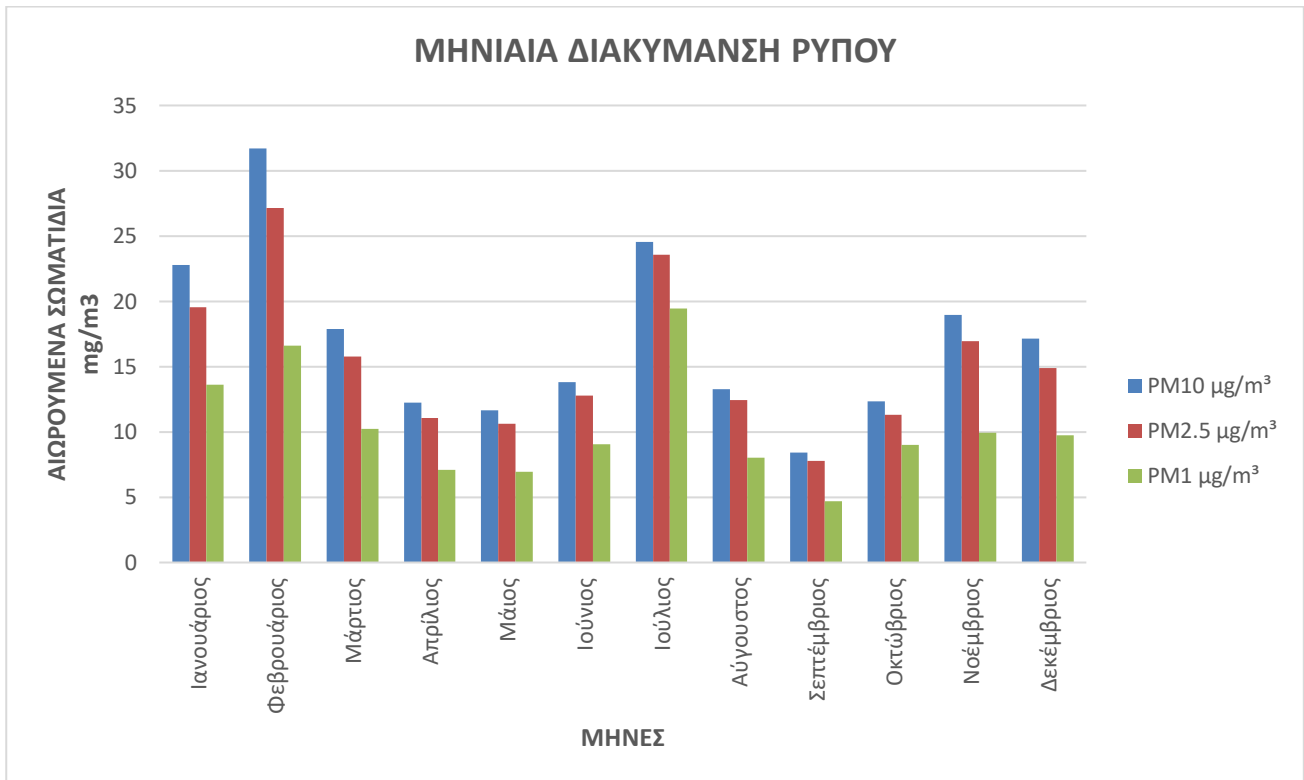


Σχήμα 4.10.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.10.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$ στον σταθμό του 19^{ου} Δημοτικού Σχολείου Αγρινίου, που βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.11. Είναι ξεκάθαρο εδώ ότι το διάγραμμα έχει μια πιο ομαλή μορφή εν σχέση με τα αμέσως προηγούμενα από σταθμούς υποβάθρου (οριακά υπερβαίνει μια τιμή τα $50\mu\text{g}/\text{m}^3$) και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το 19^ο Δημοτικό βρίσκεται στις παρυφές του βουνού, στα όρια του αστικού ιστού του Αγρινίου κάτι που επιτρέπει την διασπορά των ρύπων.

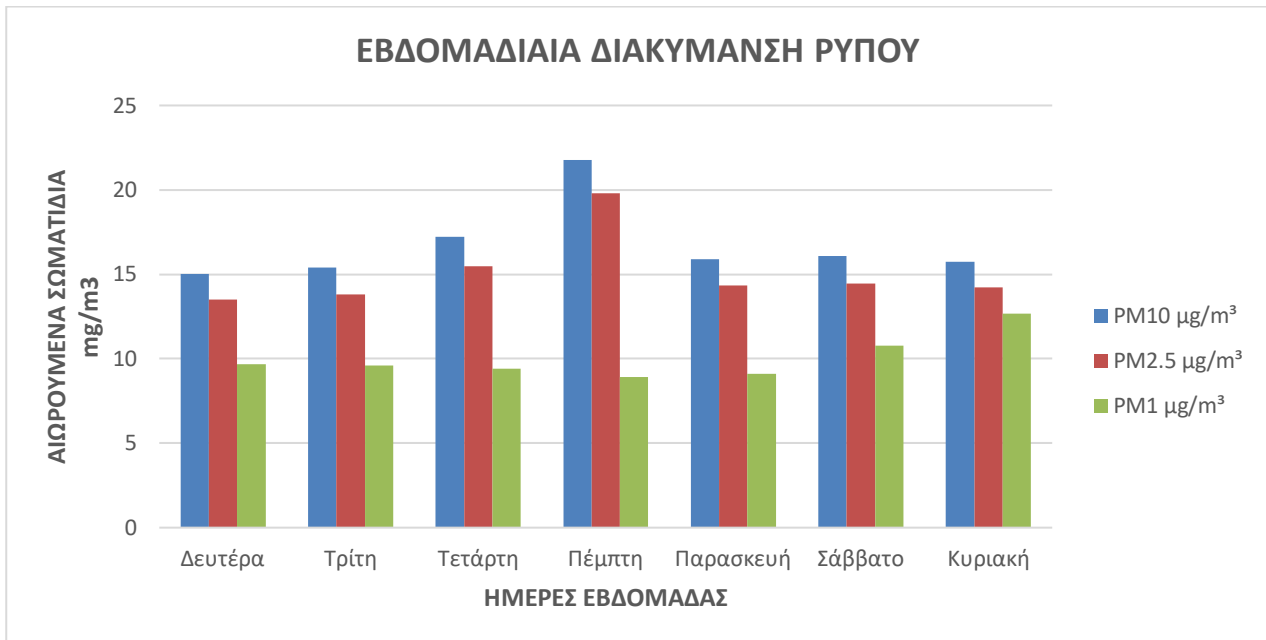
Τα κενά διαστήματα στην καταγραφή των δεδομένων σε ετήσια βάση, όπως φαίνονται στο ανωτέρω σχήμα, οφείλονται στο γεγονός ότι το όργανο δεν κατέγραψε τιμές για συγκεκριμένες περιόδους από 23-27/11/2022 και 18/12/2022-7/1/2023.

Όπως και στους προηγούμενους σταθμούς, στο σχήμα 4.10.1 είναι ευδιάκριτη η παραπλήσια διακύμανση των τιμών ρύπων $PM_{10.0}$ και $PM_{2.5}$ για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Επιπλέον αυτό φαίνεται όταν συγκρίνουμε τις μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης αυτού του σταθμού με τα $PM_{10.0}$ $50,41\mu\text{g}/\text{m}^3$ και τα $PM_{2.5}$ $43,89\mu\text{g}/\text{m}^3$ καθιστώντας τα $PM_{2.5}$ πιο επιδραστικό ρύπο.



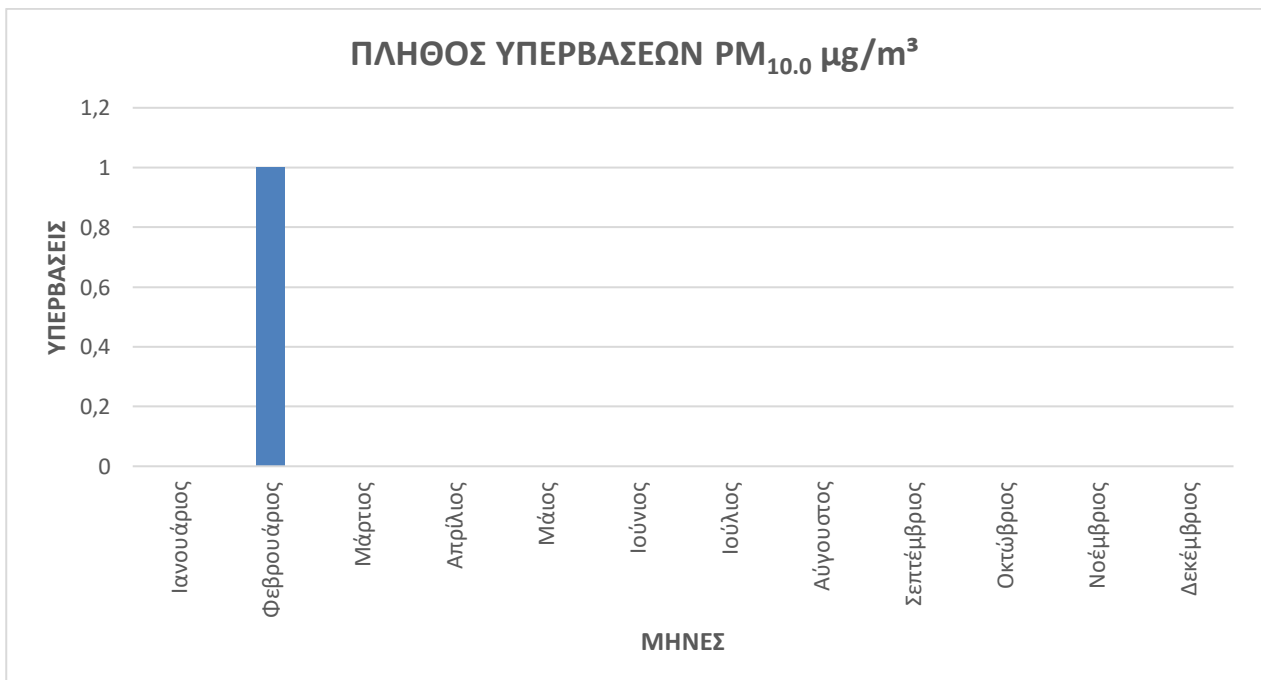
Σχήμα 4.10.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.10.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Φεβρουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις. Αυτό όμως που έχει αρκετό ενδιαφέρον εδώ είναι οι υψηλές συγκεντρώσεις που παρατηρούνται τον μήνα Ιούλιο, που τον καθιστούν ως τον μήνα με την δεύτερη μεγαλύτερη συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων. Οι συγκεντρώσεις αυτές μπορούν ενδεχομένως να στηριχθούν στο γεγονός ότι τον μήνα Ιούλιο επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες στο Αγρίνιο και ως εκ τούτου μεγάλο μέρος του πληθυσμού πηγαίνει προς τα ορεινά που γειτνιάζουν με την πόλη. Αυτή η μετακίνηση που διέρχεται πλησίον του δημοτικού σχολείου αυξάνει τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων. Δεν θα πρέπει να παραλειφθεί το γεγονός ότι τα δημοτικά σχολεία, γυμνάσια, λύκεια κτλ., έχουν χώρους αθλοπαιδιάς (γήπεδα και λοιπά). Αυτό συμβαίνει και στο εν λόγω δημοτικό σχολείο. Την περίοδο λοιπόν των διακοπών και του καλοκαιριού, αρκετοί νεολαίοι πηγαίνουν σε αυτούς τους χώρους για να αθληθούν. Είναι λογικό να μετακινούνται σε αυτά τα μέρη με ΙΧ οχήματα, μηχανάκια κτλ. Κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την συσσώρευση ρύπων στα σημεία αυτά.



Σχήμα 4.10.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

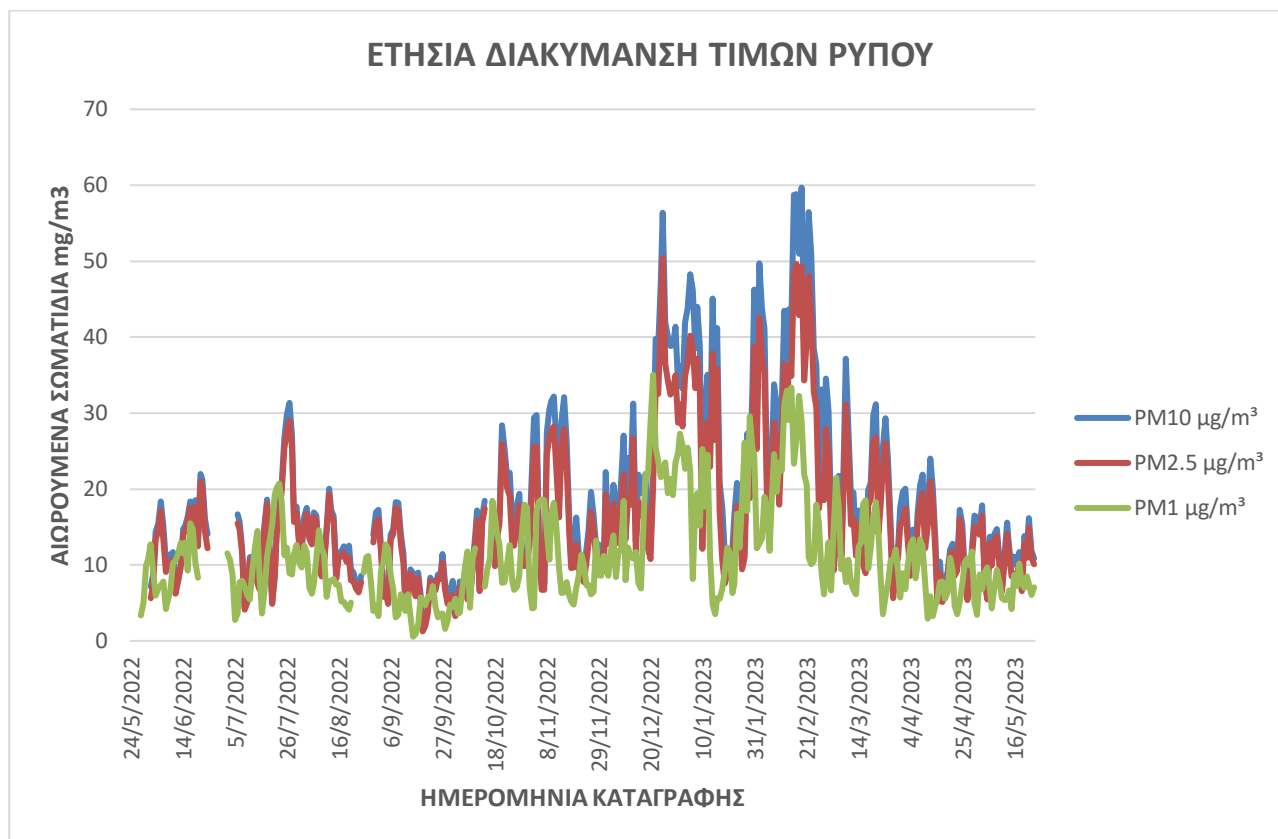
Στο σχήμα 4.10.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνουμε ότι η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων δεν έχει σημαντικές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της εβδομάδας, άρα αποδεικνύεται πως οι εκπομπές ρύπων είναι σταθερές. Η ημέρα της Πέμπτης φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το δημοτικό σχολείο λειτουργεί τις εργάσιμες ημέρες και ως εκ τούτου οι γονείς των παιδιών πηγαίνουν στο σχολείο για να τα αφήσουν ή να τα παραλάβουν. Η κίνηση αυτή των οχημάτων οδηγεί σε αυτές τις συγκεντρώσεις.



Σχήμα 4.10.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $\text{PM}_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.10.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται μια υπέρβαση των σωματιδίων $\text{PM}_{10.0}$ για τον μήνα Φεβρουάριο και αυτή μάλιστα είναι οριακή.

4.11 10^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας

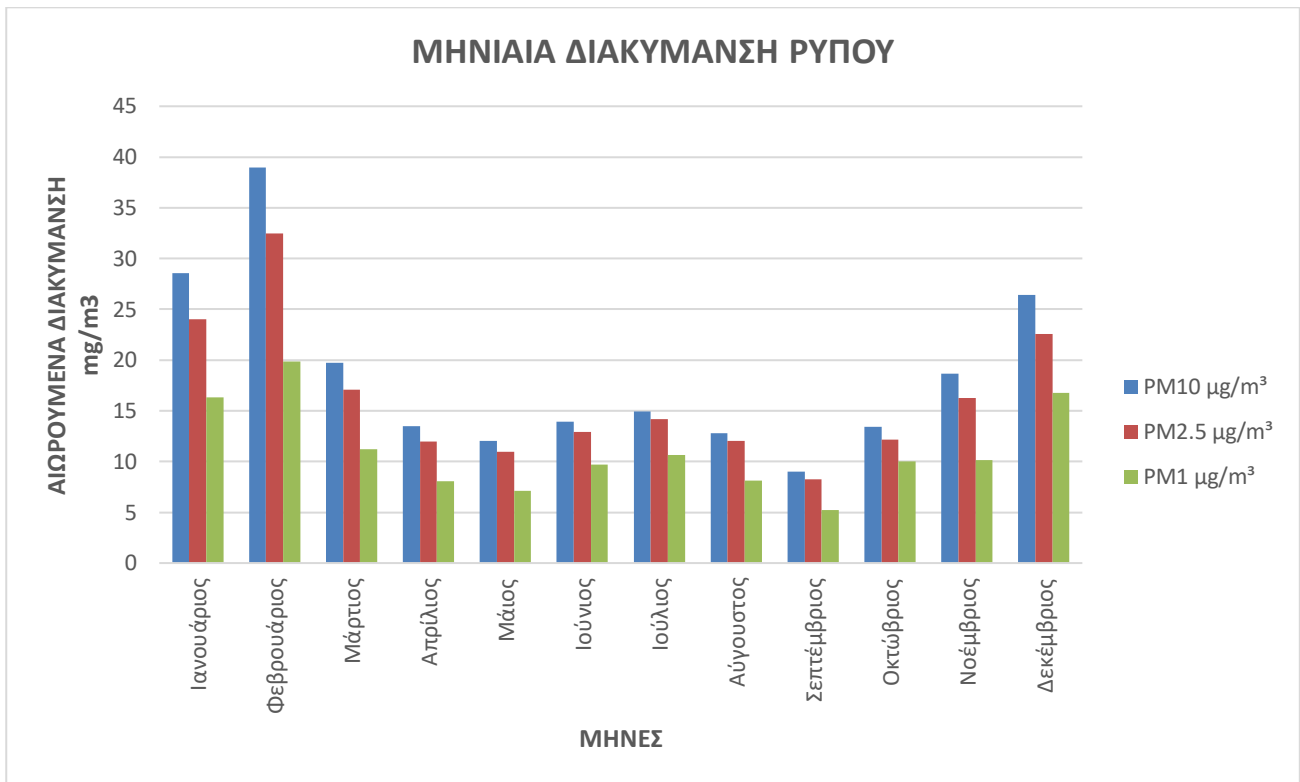


Σχήμα 4.11.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1,0}, PM_{2,5}, PM_{10,0}

Στο σχήμα 4.11.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1,0}, PM_{2,5}, PM_{10,0} στον σταθμό του 10^{ου} Δημοτικού Σχολείου Αγρινίου, το οποίο βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.12. Επίσης βρίσκεται πλησίον του μεγάλου αυτοκινητοδρόμου που βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της πόλης. Η ύπαρξη κεντρικής οδικής αρτηρίας της πόλης δικαιολογεί τις υψηλές τιμές ρύπων, καθώς η ροή των οχημάτων είναι υψηλότερη στο σημείο αυτό λόγω της μετακίνησης των πολιτών από και προς την πόλη. Ο συνδυασμός των παραπάνω με την επικρατούσα υγρασία στην πόλη του Αγρινίου που βρίσκεται πλησίον της λίμνης Τριχωνίδας και στους πρόποδες του βουνού του Παναϊτωλίου, οδηγεί στην δημιουργία εκνεφωμάτων, με υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που εγκλωβίζονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας.

Το κενό διάστημα στην καταγραφή των δεδομένων σε ετήσια βάση, όπως φαίνονται στο ανωτέρω σχήμα, οφείλονται στο γεγονός ότι το όργανο τη συγκεκριμένη περίοδο 25/6-1/7/2022 δεν κατέγραψε τιμές.

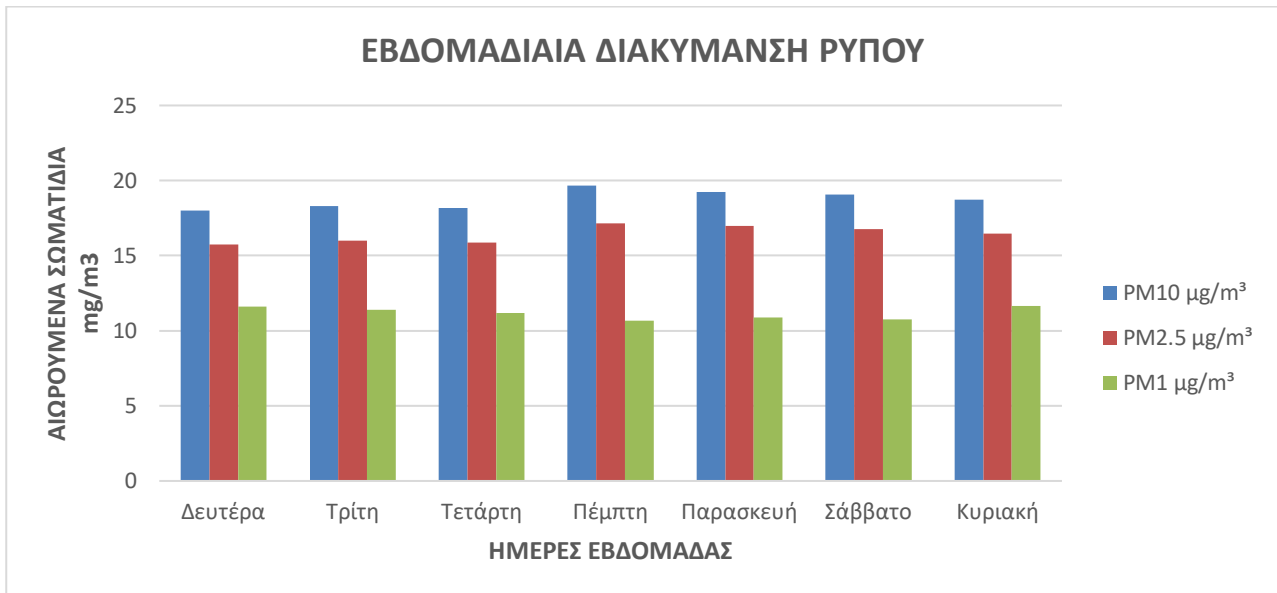
Όπως και στους προηγούμενους σταθμούς, στο σχήμα 4.11.1 είναι ευδιάκριτη η παραπλήσια διακύμανση των τιμών ρύπων PM_{10,0} και PM_{2,5} για τους λόγους που ήδη αναφέρθηκαν. Επιπλέον αυτό φαίνεται όταν συγκρίνουμε τις μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης αυτού του σταθμού με τα PM_{10,0} 59,70μg/m³ και τα PM_{2,5} 50,43μg/m³ καθιστώντας τα PM_{2,5} πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.11.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

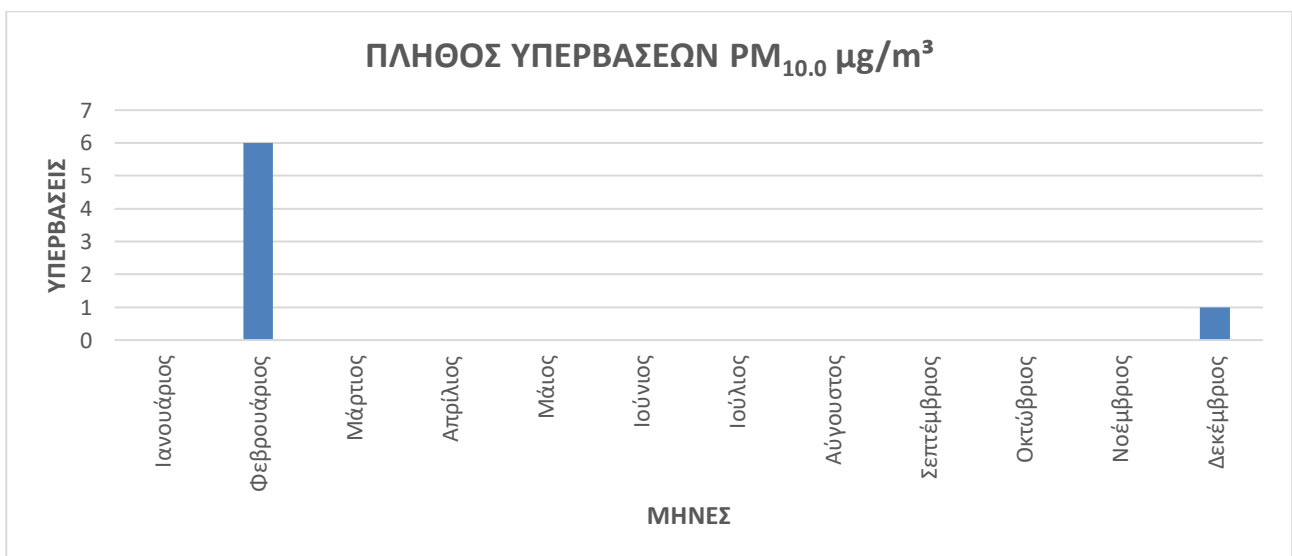
Στο σχήμα 4.11.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες, Ο μήνας Φεβρουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει μακράν των υπόλοιπων μηνών ως προς τις συγκεντρώσεις. Η κίνηση των οχημάτων που διέρχονται πλησίον του δημοτικού σχολείου και οι νέοι που πηγαίνουν για να αθληθούν, μετακινούμενοι με ΙΧ οχήματα και μηχανάκια, αυξάνουν τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων της περιοχής. Επίσης η καύση σε τζάκια και σόμπες επιτείνει το πρόβλημα τους χειμερινούς μήνες.

Στο σταθμό αυτό σε αντίθεση με τους χειμερινούς μήνες, από Μάρτιο έως και Νοέμβριο βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων. Λόγω αύξησης της θερμοκρασίας δεν έχουμε χρήση θέρμανσης (τζάκια, σόμπες κλπ).



Σχήμα 4.11.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.11.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$. Διακρίνουμε ότι η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων δεν έχει σημαντικές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της εβδομάδας, άρα αποδεικνύεται πως οι εκπομπές ρύπων είναι σταθερές. Η ημέρα της Πέμπτης φαίνεται να ξεχωρίζει οριακά ως προς τις συγκεντρώσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το δημοτικό σχολείο λειτουργεί τις εργάσιμες ημέρες και ως εκ τούτου οι γονείς των παιδιών πηγαίνουν στο σχολείο για να τα αφήσουν ή να τα παραλάβουν. Η κίνηση αυτή των οχημάτων οδηγεί σε αυτές τις συγκεντρώσεις. Οι συγκεντρώσεις του Σαββατοκύριακου οφείλεται και στο γεγονός ότι το 10^ο Δημοτικό έχει χώρο άθλησης, κάτι που σημαίνει ότι η νεολαία που επιθυμεί να αθληθεί, επισκέπτεται τον χώρο εκείνες τις ημέρες.



Σχήμα 4.11.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $PM_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.11.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των 50 mg/m^3 , για τα $PM_{10.0}$. Διακρίνονται 6 υπερβάσεις των σωματιδίων $PM_{10.0}$ για τον μήνα Φεβρουάριο, έπεται ο Δεκέμβριος με 1. Οι λόγοι αναλύθηκαν παραπάνω. Αυτό όμως που θα πρέπει να σημειωθεί εδώ είναι ότι το πλήθος των υπερβάσεων είναι πολύ περισσότερες από αυτές του 19^{ου} Δημοτικού (7vs1). Είναι εμφανές ότι οι υπερβάσεις στις συγκεντρώσεις συναντώνται στους μήνες με την χαμηλότερη θερμοκρασία για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

4.12 7^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας

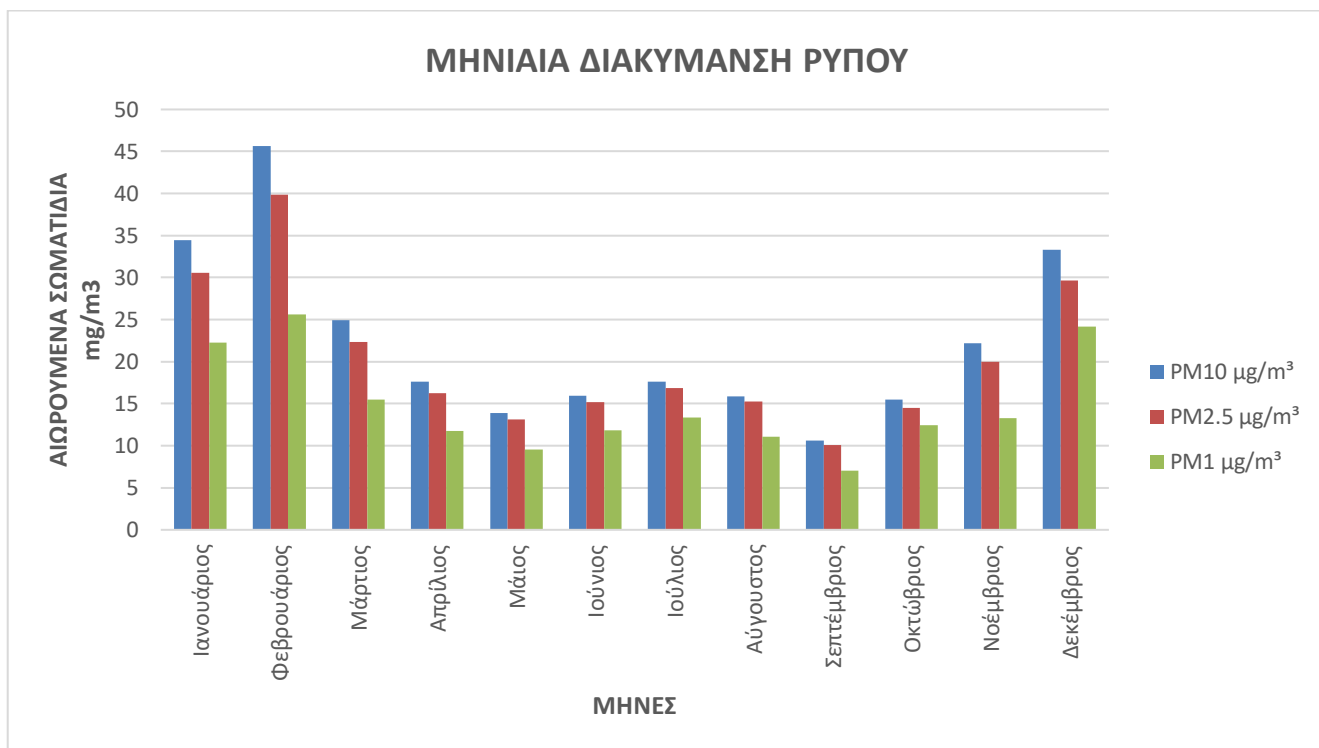


Σχήμα 4.12.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $\text{PM}_{1,0}$, $\text{PM}_{2,5}$, $\text{PM}_{10,0}$

Στο σχήμα 4.12.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $\text{PM}_{1,0}$, $\text{PM}_{2,5}$, $\text{PM}_{10,0}$ στον σταθμό του 7^{ου} Δημοτικού Σχολείου Αγρινίου και βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.13. Οι συγκεντρώσεις επίσης οφείλονται και στο γεγονός ότι το 7^ο Δημοτικό βρίσκεται πλησίον γηπέδου 5X5, κάτι που σημαίνει ότι νεολαία που επιθυμεί να αθληθεί, επισκέπτεται τον χώρο με μέσα μεταφοράς (ΙΧ, μηχανάκια, λεωφορεία).

Το κενό διάστημα στην καταγραφή των δεδομένων σε ετήσια βάση, όπως φαίνονται στο ανωτέρω σχήμα, οφείλονται στο γεγονός ότι το όργανο τη συγκεκριμένη περίοδο 9-15/12/2022 δεν κατέγραψε τιμές.

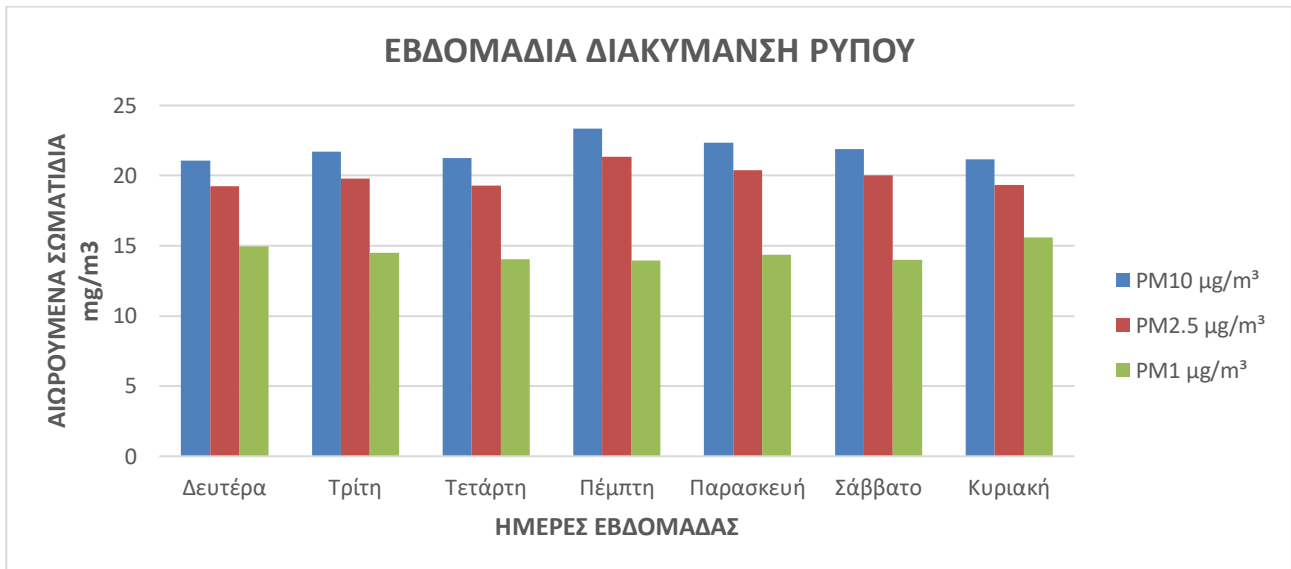
Τα $\text{PM}_{10,0}$ κινούνται πάντα όπως βλέπουμε σε υψηλότερες τιμές, όμως παρατηρούμε ότι και τα $\text{PM}_{2,5}$ κινούνται επίσης σε υψηλά ποσοστά, πράγμα που σημαίνει ότι πολλές από τις εκπομπές που παρατηρούνται στον συγκεκριμένο σταθμό οφείλονται στο γεγονός ότι είτε υπάρχει επαναιώρηση σωματιδίων που προϋπήρχαν, είτε επειδή μέσα στα $\text{PM}_{10,0}$ εμπεριέχεται μεγαλύτερο ποσοστό των $\text{PM}_{2,5}$. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό συγκρίνοντας τις μέγιστες τιμές ετήσιας διακύμανσης των $\text{PM}_{10,0}$ με 72,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και των $\text{PM}_{2,5}$ με 65,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ οι οποίες είναι πάρα πολύ κοντά μεταξύ τους, καθιστώντας τα $\text{PM}_{2,5}$ πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.12.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

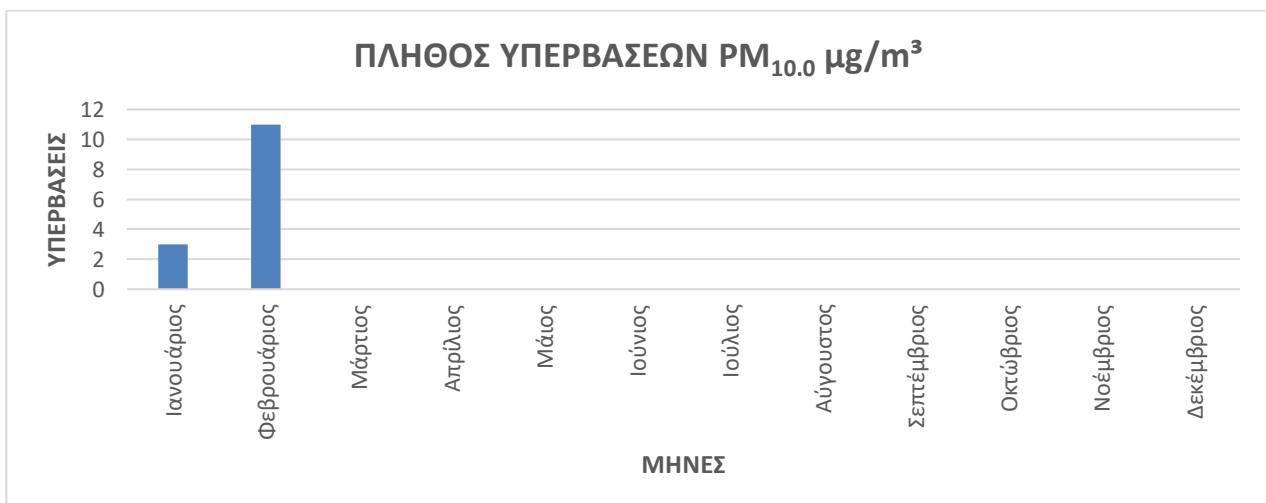
Στο σχήμα 4.12.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Φεβρουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις, ακολουθούν Δεκέμβριος και Ιανουάριος. Η κίνηση των οχημάτων που διέρχονται πλησίον του δημοτικού σχολείου και οι νέοι που πηγαίνουν για να αθληθούν μετακινούμενοι με ΙΧ οχήματα, μηχανάκια, κλπ. αυξάνουν τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων. Επίσης η καύση σε τζάκια και σόμπες επιτείνει το πρόβλημα τους χειμερινούς μήνες. Ο συνδυασμός των παραπάνω με την επικρατούσα υγρασία στην πόλη του Αγρινίου που βρίσκεται πλησίον της λίμνης Τριχωνίδας και στους πρόποδες του βουνού του Παναϊτωλίου, οδηγεί στην δημιουργία εκνεφωμάτων, με υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που εγκλωβίζονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας.

Στο σταθμό αυτό όλους τους υπόλοιπους μήνες, βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται σημαντικά, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων που προκαλούσαν τις αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες.



Σχήμα 4.12.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.12.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται και εδώ πως η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων δεν έχει σημαντικές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της εβδομάδας, άρα αποδεικνύεται πως οι εκπομπές ρύπων είναι σταθερές έχοντας μόνο την ημέρα της Πέμπτης να ξεχωρίζει ελάχιστα ως προς τις συγκεντρώσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το δημοτικό σχολείο λειτουργεί τις εργάσιμες ημέρες και ως εκ τούτου οι γονείς των παιδιών πηγαίνουν στο σχολείο για να τα αφήσουν ή να τα παραλάβουν. Η κίνηση αυτή των οχημάτων οδηγεί σε αυτές τις συγκεντρώσεις. Οι συγκεντρώσεις του Σαββατοκύριακου οφείλονται στο γεγονός ότι το 7^ο Δημοτικό Σχολείο βρίσκεται πλησίον γηπέδου 5X5, κάτι που σημαίνει ότι νεολαία που επιθυμεί να αθληθεί, επισκέπτεται τον χώρο εκείνες τις ημέρες.



Σχήμα 4.12.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $\text{PM}_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.12.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνονται 11 υπερβάσεις των σωματιδίων $\text{PM}_{10.0}$ για τον μήνα Φεβρουάριο, έπεται ο Ιανουάριος με 3. Αυτό όμως που θα πρέπει να σημειωθεί εδώ είναι ότι το πλήθος των υπερβάσεων είναι διπλάσιες από αυτές του 19^{ου} και πολλαπλάσιες του 10^{ου} Δημοτικού (14 vs 7 και 1 αντίστοιχα). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι το 7^ο Δημοτικό Σχολείο είναι και αυτό στις παρυφές του βουνού του Παναιτωλίου, επομένως το χειμώνα, ο πληθυσμός που μένει στην περιοχή έχει μεγαλύτερες ανάγκες θέρμανσης, συνεπώς υπάρχει μεγαλύτερη εκπομπή ρύπων. Είναι εμφανές ότι οι υπερβάσεις στις συγκεντρώσεις συναντώνται στους μήνες με την χαμηλότερη θερμοκρασία για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

4.13 6^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας

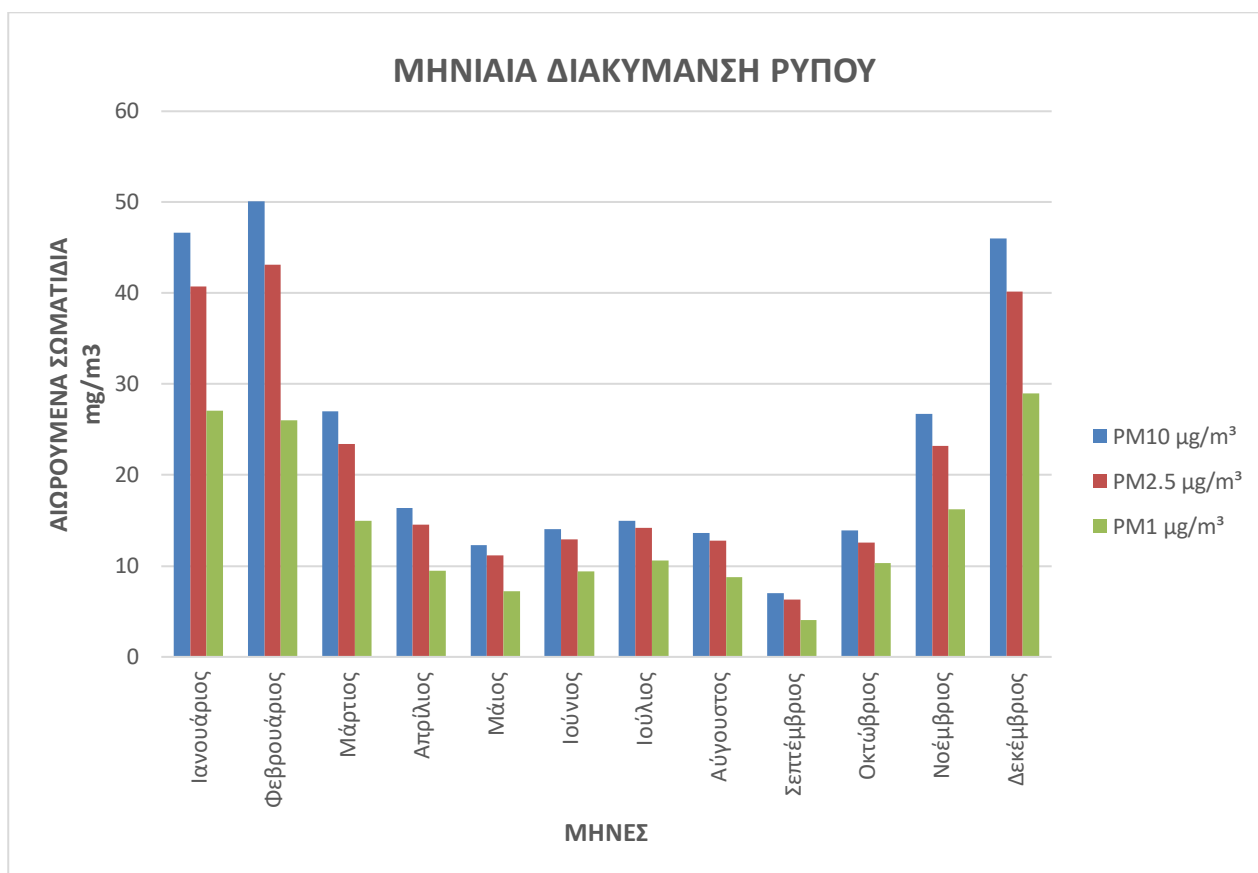


Σχήμα 4.13.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.13.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$ στον σταθμό του 6^{ου} Δημοτικού Σχολείου Αγρινίου, το οποίο βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.14. Επίσης βρίσκεται πλησίον του μεγάλου αυτοκινητοδρόμου και πιο συγκεκριμένα πλησίον διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων. Η ύπαρξη κεντρικής οδικής αρτηρίας της πόλης δικαιολογεί τις υψηλές τιμές καθώς η ροή των οχημάτων είναι υψηλότερη στο σημείο αυτό λόγω της μετακίνησης των πολιτών από και προς την πόλη. Ο συνδυασμός των παραπάνω με την επικρατούσα υγρασία στην πόλη του Αγρινίου, οδηγεί στην δημιουργία εκνεφωμάτων, με υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που εγκλωβίζονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας.

Το κενό διάστημα στην καταγραφή των δεδομένων σε ετήσια βάση, όπως φαίνονται στο ανωτέρω σχήμα, οφείλονται στο γεγονός ότι το όργανο τη συγκεκριμένη περίοδο 1-8/9/2022 δεν κατέγραψε τιμές.

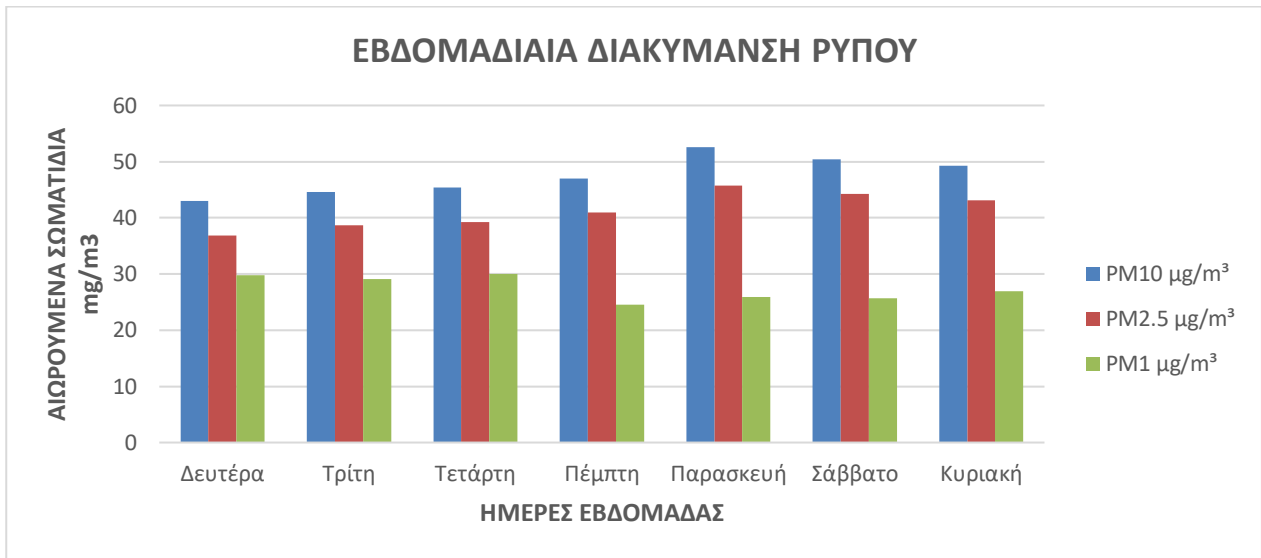
Όπως και στους προηγούμενους σταθμούς, στο σχήμα 4.13.1 είναι ευδιάκριτη η παραπλήσια διακύμανση των τιμών ρύπων $\text{PM}_{10.0}$ και $\text{PM}_{2.5}$ για τους λόγους που ήδη αναφέρθηκαν. Επιπλέον αυτό φαίνεται όταν συγκρίνουμε τις μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης αυτού του σταθμού με τα $\text{PM}_{10.0}$ 87,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και τα $\text{PM}_{2.5}$ 78,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ καθιστώντας τα $\text{PM}_{2.5}$ πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.13.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

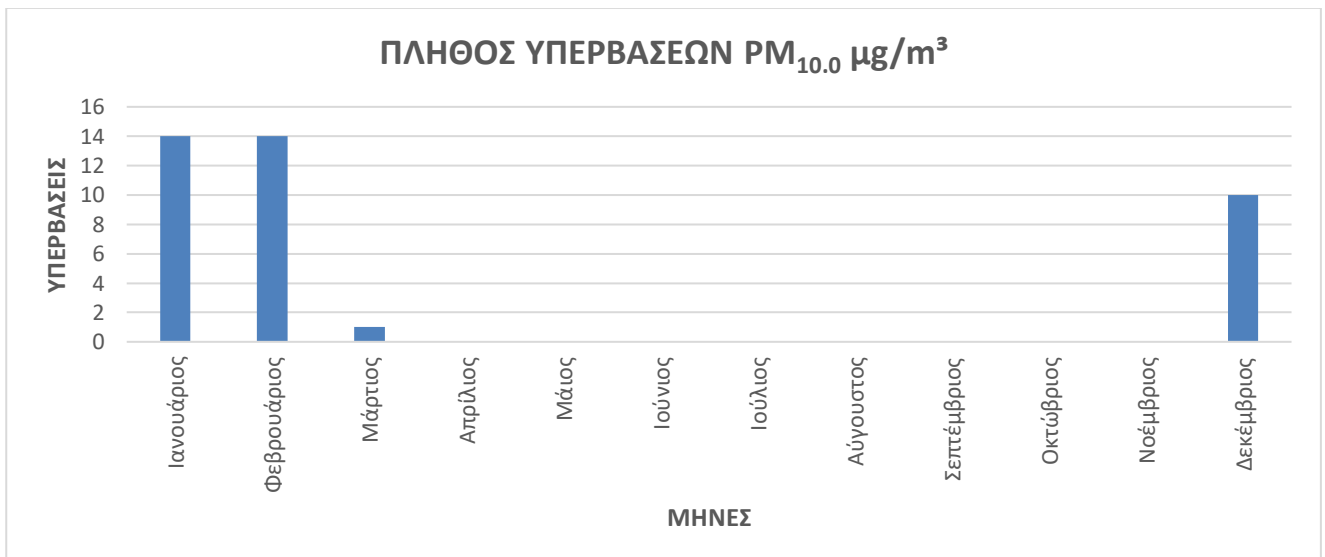
Στο σχήμα 4.13.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Φεβρουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει μακράν των υπόλοιπων μηνών ως προς τις συγκεντρώσεις. Η κίνηση των οχημάτων που διέρχονται πλησίον του δημοτικού σχολείου και οι νέοι που πηγαίνουν για να αθληθούν, μετακινούμενοι με ΙΧ οχήματα και μηχανάκια, αυξάνουν τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων της περιοχής. Επίσης η καύση σε τζάκια και σόμπες επιτείνει το πρόβλημα τους χειμερινούς μήνες.

Στο σταθμό αυτό σε αντίθεση με τους χειμερινούς μήνες, από Μάρτιο έως και Νοέμβριο βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων, αφού λόγω αύξησης της θερμοκρασίας δεν έχουμε χρήση θέρμανσης (καύση ξύλων, τζάκια, σόμπες κλπ).



Σχήμα 4.13.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}

Στο σχήμα 4.13.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}. Η ημέρα της Παρασκευής φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το δημοτικό σχολείο λειτουργεί τις εργάσιμες ημέρες και ως εκ τούτου οι γονείς των παιδιών πηγαίνουν στο σχολείο για να τα αφήσουν ή να τα παραλάβουν. Η κίνηση αυτή των οχημάτων οδηγεί σε αυτές τις συγκεντρώσεις. Οι συγκεντρώσεις του Σαββατοκύριακου οφείλεται και στο γεγονός ότι το 6^ο Δημοτικό βρίσκεται όπως αναφέρθηκε παραπάνω, πλησίον διασταύρωσης αυτοκινητοδρόμων. Επομένως οι μετακινήσεις των κατοίκων από και προς την πόλη το Σαββατοκύριακο επιτείνει την κατάσταση. Τέλος, κάτι που αξίζει να σημειωθεί και για τις υπόλοιπες περιπτώσεις όπου οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων το Σαββατοκύριακο είναι υψηλές, οφείλονται στο γεγονός ότι οι κάτοικοι βρίσκονται στα σπίτια τους περισσότερες ώρες, επομένως οι ανάγκες για θέρμανση στις οικίες τους είναι μεγαλύτερες.



Σχήμα 4.13.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο PM_{10.0} ανά μήνα

Στο σχήμα 4.13.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των 50 mg/m³, για τα PM_{10.0}. Διακρίνονται 14 υπερβάσεις των σωματιδίων PM_{10.0} για τον Φεβρουάριο και Ιανουάριο, έπεται ο Δεκέμβριος με 10 και ο Μάρτιος με 1. Οι υψηλές συγκεντρώσεις οφείλονται στους λόγους που αναλύθηκαν στα παραπάνω διαγράμματα. Το πλήθος όμως των υπερβάσεων είναι άξιο μνείας καθώς είναι μια λιγότερη από τις 40!, με το μέγιστο πλήθος στους σταθμούς που βρίσκονται στα δημοτικά σχολεία που προαναφέρθηκαν, να μην ξεπερνούν τις 14. Επομένως η θέση του σταθμού του δημοτικού σχολείου πλησίον της διασταύρωσης μεγάλου αυτοκινητοδρόμου και σχετικά κοντά στο κέντρο της πόλης, είναι η αιτία καταγραφής αυτών των υπερβάσεων.

4.14 3^ο Γυμνάσιο Αγρινίου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας

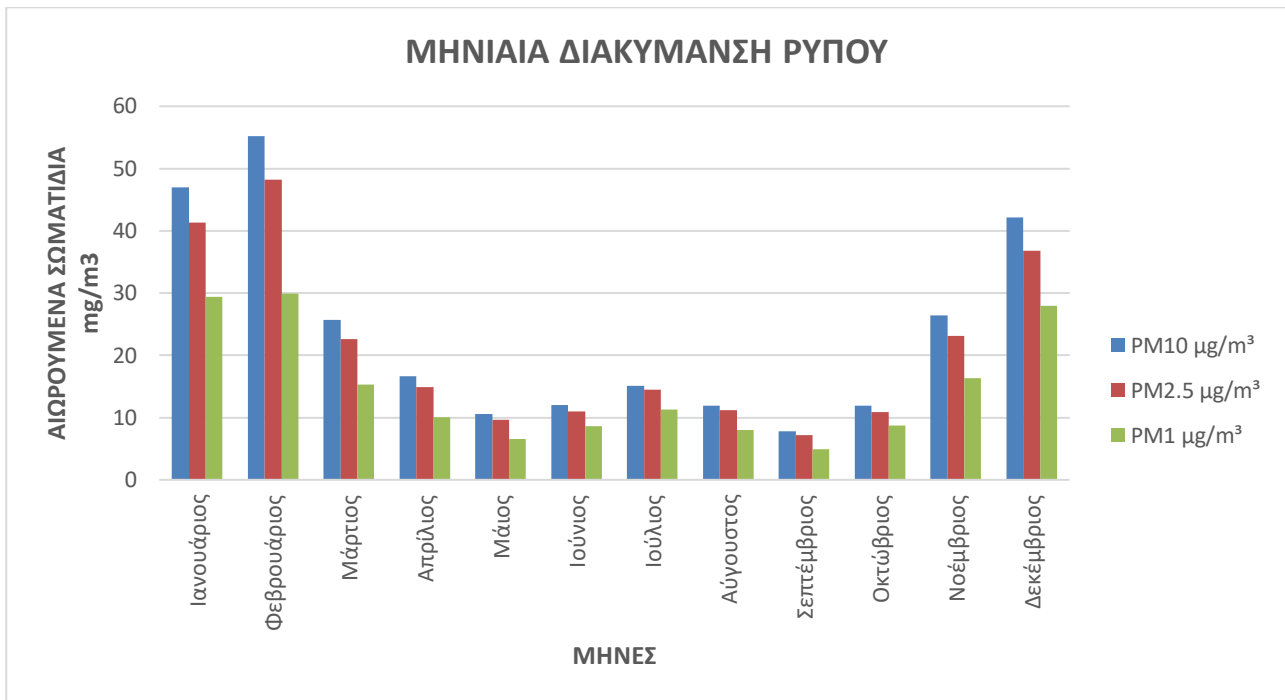


Σχήμα 4.14.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1,0}, PM_{2,5}, PM_{10,0}

Στο σχήμα 4.14.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1,0}, PM_{2,5}, PM_{10,0} στον σταθμό του 3^{ου} Γυμνασίου Αγρινίου, που βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.15. Πιο συγκεκριμένα στο 3^ο Γυμνάσιο βρίσκεται στο κέντρο της πόλης του Αγρινίου, πλησίον της κεντρικής Πλατείας Δημοκρατίας. Ως εκ τούτου το φορτίο κυκλοφορίας της πλατείας Δημοκρατίας δύναται να επηρεάσει τις μετρήσεις του σταθμού που βρίσκεται στο Γυμνάσιο. Ο συνδυασμός των παραπάνω με την επικρατούσα υγρασία στην πόλη του Αγρινίου που βρίσκεται πλησίον της λίμνης Τριχωνίδας και στους πρόποδες του βουνού του Παναιτωλίου, οδηγεί στην δημιουργία εκνεφωμάτων, με υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που εγκλωβίζονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας.

Τα κενά διαστήματα στην καταγραφή των δεδομένων σε ετήσια βάση, όπως φαίνονται στο ανωτέρω σχήμα, οφείλονται στο γεγονός ότι το όργανο δεν κατέγραψε τιμές για συγκεκριμένες περιόδους 30/6-9/7/2022 και 28/10-6/11/2022.

Όπως και στους προηγούμενους σταθμούς, στο σχήμα 4.14.1 είναι ευδιάκριτη η παραπλήσια διακύμανση των τιμών ρύπων PM_{10,0} και PM_{2,5} για τους λόγους που ήδη έχουμε αναφέρει. Επιπλέον αυτό φαίνεται όταν συγκρίνουμε τις μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης αυτού του σταθμού με τα PM_{10,0} 82,38µg/m³ και τα PM_{2,5} 74,88µg/m³ καθιστώντας τα PM_{2,5} πιο επιδραστικό ρύπο.

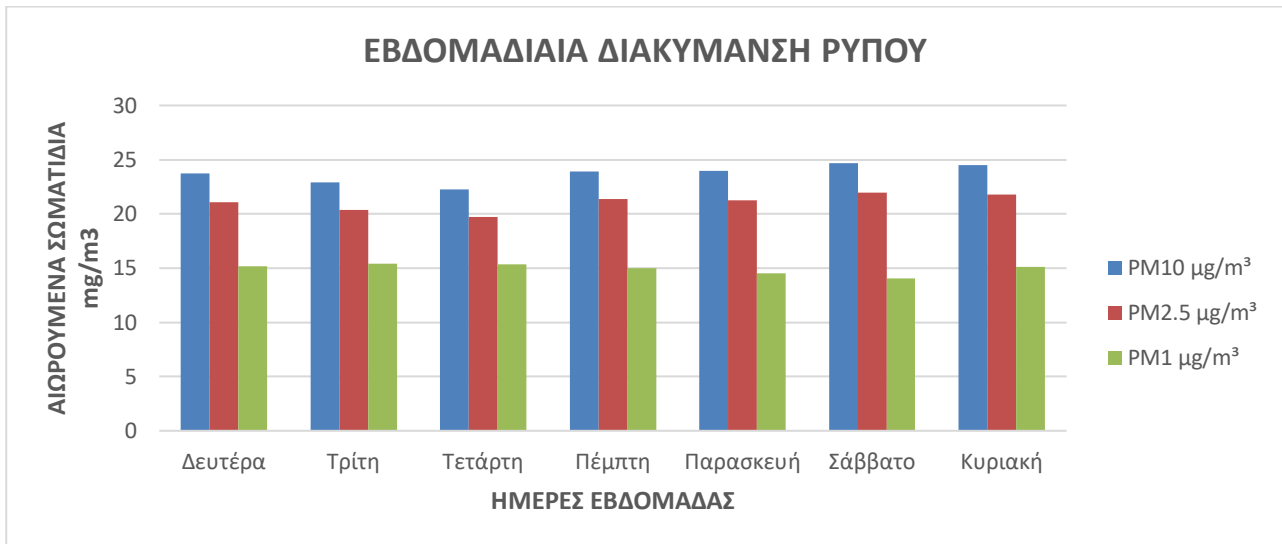


Σχήμα 4.14.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}

Στο σχήμα 4.14.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Φεβρουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις και ακολουθεί ο Δεκέμβριος και ο Ιανουάριος.

Πλέον οι λόγοι εμφάνισης αυτών των τιμών τους χειμερινούς μήνες έχουν αναλυθεί πολλάκις στις παραπάνω παραγράφους.

Στο σταθμό αυτό όλους τους υπόλοιπους μήνες, βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται σημαντικά, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων που προκαλούσαν τις αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες.



Σχήμα 4.14.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

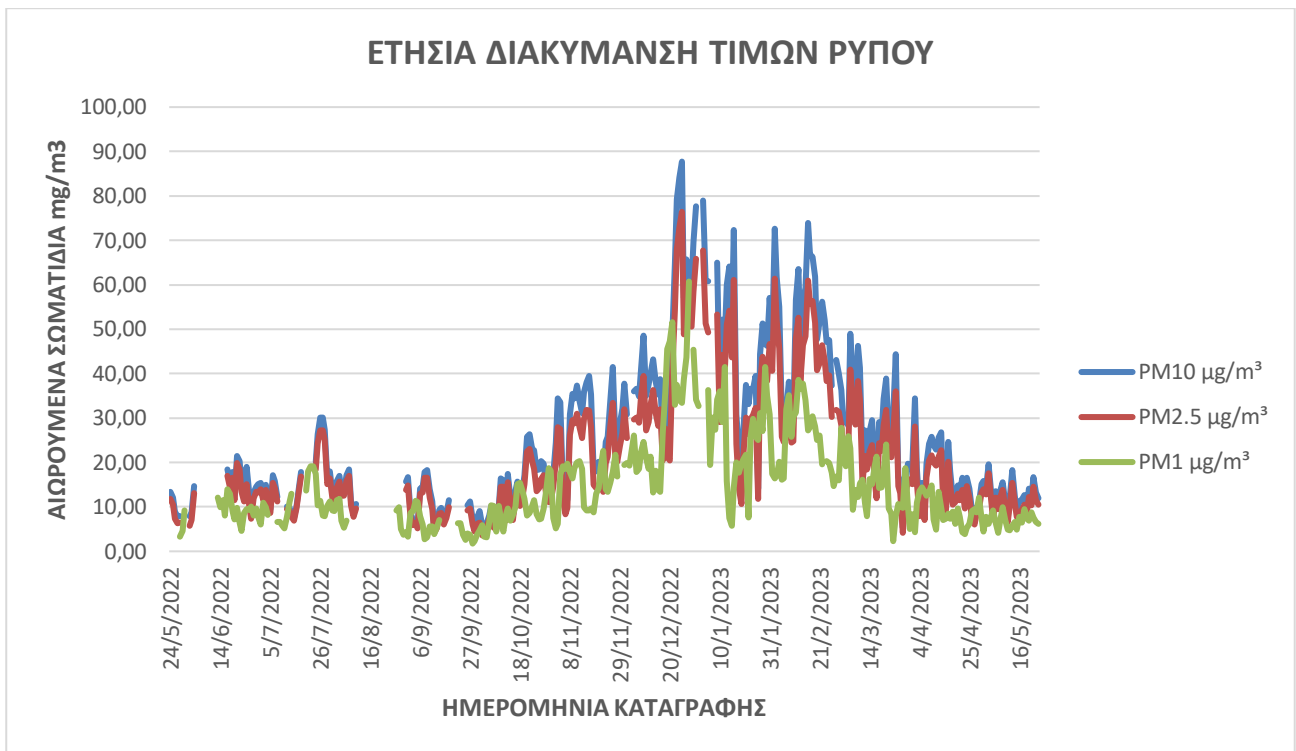
Στο σχήμα 4.14.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνουμε ότι η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων δεν έχει σημαντικές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της εβδομάδας, άρα αποδεικνύεται πως οι εκπομπές ρύπων είναι σταθερές. Το Σάββατο φαίνεται να ξεχωρίζει οριακά από την Κυριακή ως προς τις συγκεντρώσεις. Κάτι που θα πρέπει να σημειωθεί εδώ είναι ότι το Γυμνάσιο βρίσκεται ο Ιερός Ναός Αγίας Τριάδος που δέχεται πολύ κόσμο κατά τις Κυριακές και το Σάββατο και εντός του ναού αλλά και στον προαύλιο χώρο του. Τέλος, κάτι που αξίζει και εδώ να σημειωθεί είναι ότι οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων το Σαββατοκύριακο είναι υψηλές, εξαιτίας του γεγονότος ότι οι κάτοικοι βρίσκονται στα σπίτια τους περισσότερες ώρες, επομένως οι ανάγκες για θέρμανση στις οικίες τους είναι μεγαλύτερες.



Σχήμα 4.14.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $\text{PM}_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.14.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνονται 19 υπερβάσεις των σωματιδίων $\text{PM}_{10.0}$ για τον μήνα Φεβρουάριο, 15 τον Ιανουάριο, έπεται ο Δεκέμβριος με 10. Το πλήθος των υπερβάσεων επιβεβαιώνει το φορτίο αιωρούμενων σωματιδίων που δέχεται η περιοχή γύρω του σταθμού και τον καθιστά τον 6^ο πιο επιβαρυσμένο από τους 17 σταθμούς καταγραφής. Οι λόγοι που το προκαλούν αυτό αναλύθηκαν παραπάνω και για τον εν λόγω σταθμό αλλά και για τους γειτονικούς του.

4.15 2^ο Δημοτικό Αγίου Κωνσταντίνου –Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας

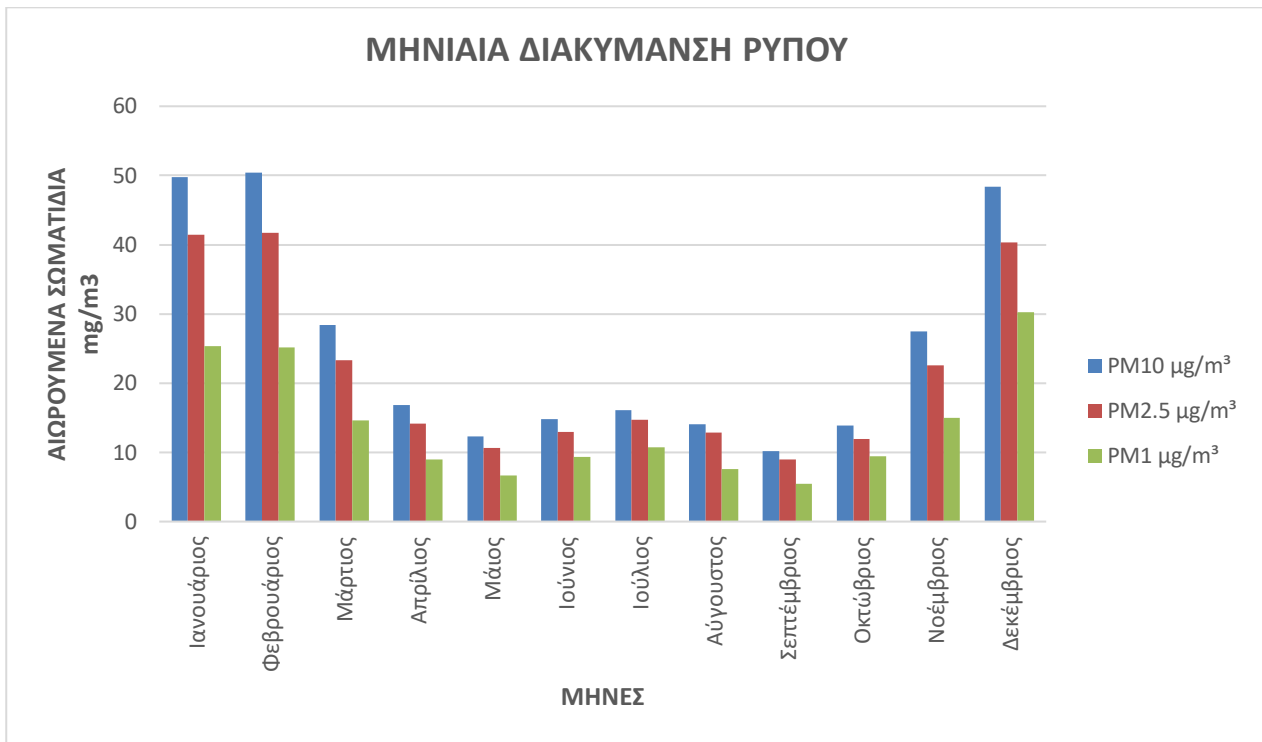


Σχήμα 4.15.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1,0}, PM_{2,5}, PM_{10,0}

Στο σχήμα 4.15.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1,0}, PM_{2,5}, PM_{10,0} στον σταθμό του 2^{ου} Δημοτικού Αγίου Κωνσταντίνου, το οποίο βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.16. Πιο συγκεκριμένα ο σταθμός βρίσκεται στην δυτική είσοδο της πόλης και πλησίον της οδικής αρτηρίας (με δυο ρεύματα κυκλοφορίας), κάτι που σημαίνει υψηλά επίπεδα κυκλοφορίας αυτοκινήτων άρα και ρύπανσης.

Τα κενά διαστήματα στην καταγραφή των δεδομένων σε ετήσια βάση, όπως φαίνονται στο ανωτέρω σχήμα, οφείλονται στο γεγονός ότι το όργανο δεν κατέγραψε τιμές για συγκεκριμένες περιόδους 31/5-12/6/2022 και 11-26/8/2022.

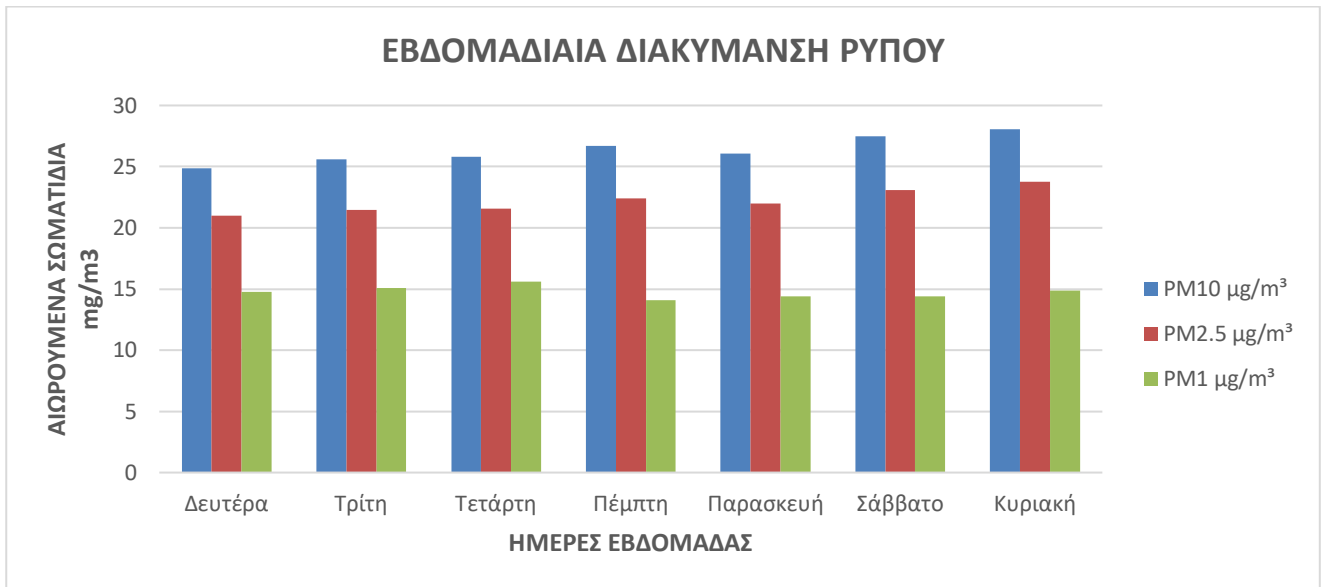
Τα PM_{10,0} κινούνται πάντα όπως βλέπουμε σε υψηλότερες τιμές, όμως παρατηρούμε ότι και τα PM_{2,5} κινούνται επίσης σε υψηλά ποσοστά, χωρίς όμως να έχουμε υπερβάσεις, πράγμα που σημαίνει ότι πολλές από τις εκπομπές που παρατηρούνται στον συγκεκριμένο σταθμό οφείλονται στο γεγονός ότι είτε υπάρχει επαναιώρηση σωματιδίων που προϋπήρχαν, είτε επειδή μέσα στα PM_{10,0} εμπεριέχεται μεγαλύτερο ποσοστό των PM_{2,5}. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό συγκρίνοντας τις μέγιστες τιμές ετήσιας διακύμανσης των PM_{10,0} με 87,74μg/m³ και των PM_{2,5} με 76,41μg/m³ οι οποίες είναι πάρα πολύ κοντά μεταξύ τους, καθιστώντας τα PM_{2,5} πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.15.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.15.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Φεβρουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις ενώ έπεται ο Ιανουάριος και στη συνέχεια ο Δεκέμβριος. Οι χρήσεις των πηγών θέρμανσης με καύσιμη ύλη το ξύλο σε συνδυασμό με το εκνέφωμα λόγω υγρασίας της περιοχής δικαιολογεί τις υπόψη συγκεντρώσεις.

Στο σταθμό αυτό σε αντίθεση με τους χειμερινούς μήνες, από Μάρτιο έως και Νοέμβριο βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων. Λόγω αύξησης της θερμοκρασίας δεν έχουμε χρήση θέρμανσης (τζάκια, σόμπες κλπ) αλλά και η παύση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων καθώς και οι συχνότερες μετακινήσεις εκτός πόλης για ανάγκες αναψυχής μειώνουν τις εκπομπές ρύπων από την κυκλοφοριακή συμφόρηση.



Σχήμα 4.15.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$

Στο σχήμα 4.15.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, $PM_{10.0}$. Διακρίνουμε ότι η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων δεν έχει σημαντικές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της εβδομάδας, άρα αποδεικνύεται πως οι εκπομπές ρύπων είναι σταθερές. Μόνο η μέρα της Κυριακής φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις κάτι που είναι λογικό καθώς το Σαββατοκύριακο και κυρίως την Κυριακή όπου οι πολίτες έχουν ελεύθερο χρόνο, μετακινούνται στα προάστια της πόλης.



Σχήμα 4.15.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $PM_{10.0}$ ανά μήνα

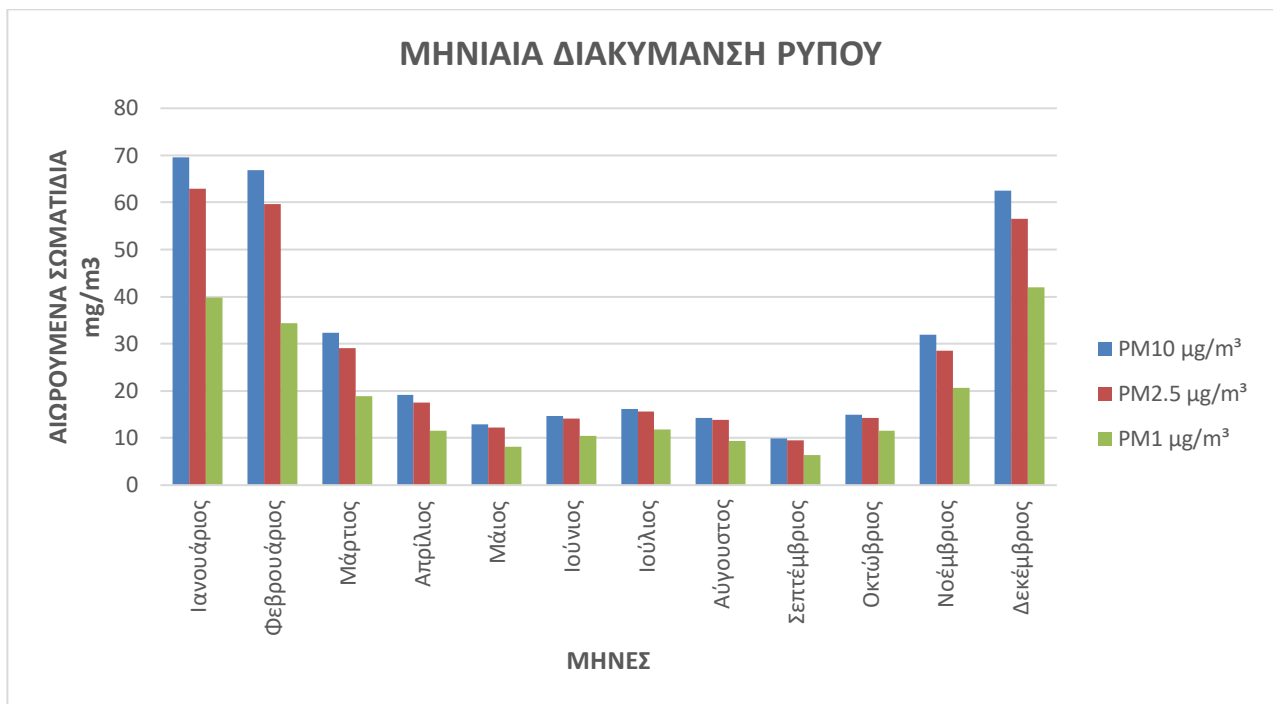
Στο σχήμα 4.15.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα $PM_{10.0}$. Διακρίνονται 14 υπερβάσεις των σωματιδίων $PM_{10.0}$ για τον μήνα Φεβρουάριο, 11 τον Ιανουάριο, έπεται ο Δεκέμβριος με 10. Είναι εμφανές ότι οι υπερβάσεις στις συγκεντρώσεις συναντώνται στους μήνες με την χαμηλότερη θερμοκρασία για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Σχήμα 4.16.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1,0}$, $PM_{2,5}$, $PM_{10,0}$

Στο σχήμα 4.16.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια $PM_{1,0}$, $PM_{2,5}$, $PM_{10,0}$ στον σταθμό του 1^{ου} Παιδικού Σταθμού Αγρινίου, που βρίσκεται εντός του αστικού ιστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.17. Πιο συγκεκριμένα βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της πόλης και στους πρόποδες του όρους του Παναιτωλίου. Αυτό το γεγονός συμβάλει τα μέγιστα για τον εγκλωβισμό εκνεφωμάτων στο σημείο κατά τους χειμερινούς μήνες, λόγω της υγρασίας.

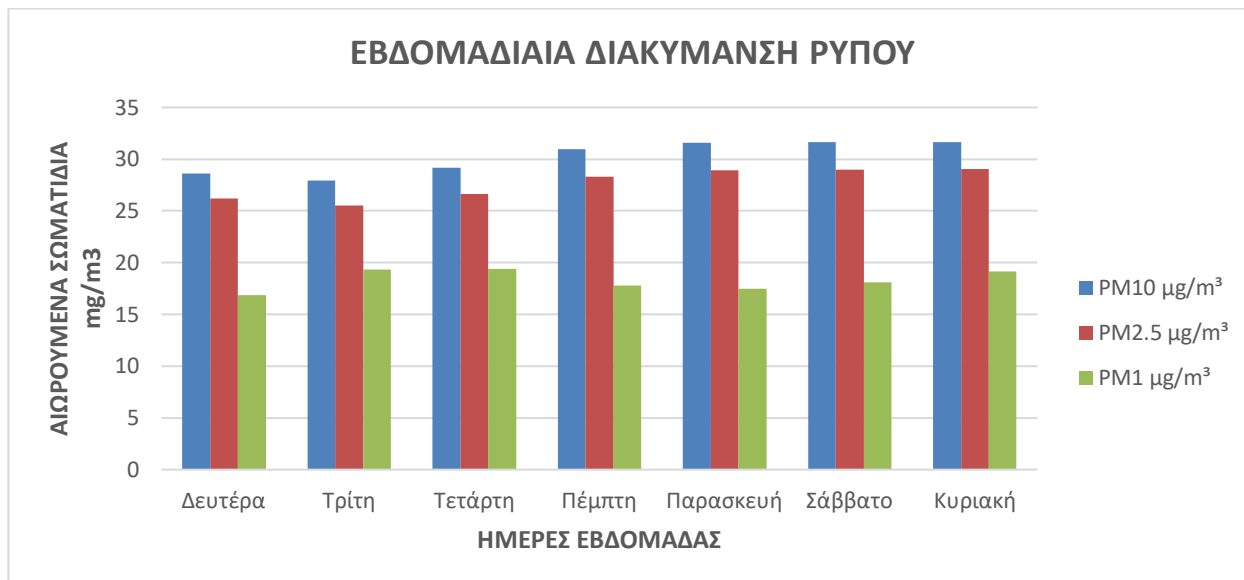
Και σε αυτόν τον σταθμό όπως και στους προηγούμενους, διακρίνουμε στο σχήμα 4.3.1 ότι η διακύμανση των τιμών ρύπων $PM_{10,0}$ και $PM_{2,5}$ είναι πολύ κοντινή, για τους λόγους που ήδη αναφέρθηκαν. Επίσης αυτό φαίνεται όταν συγκρίνουμε τις μέγιστες ετήσιες τιμές διακύμανσης αυτού του σταθμού με τα $PM_{10,0}$ 139,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και τα $PM_{2,5}$ 128,59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ καθιστώντας τα $PM_{2,5}$ πιο επιδραστικό ρύπο.



Σχήμα 4.16.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

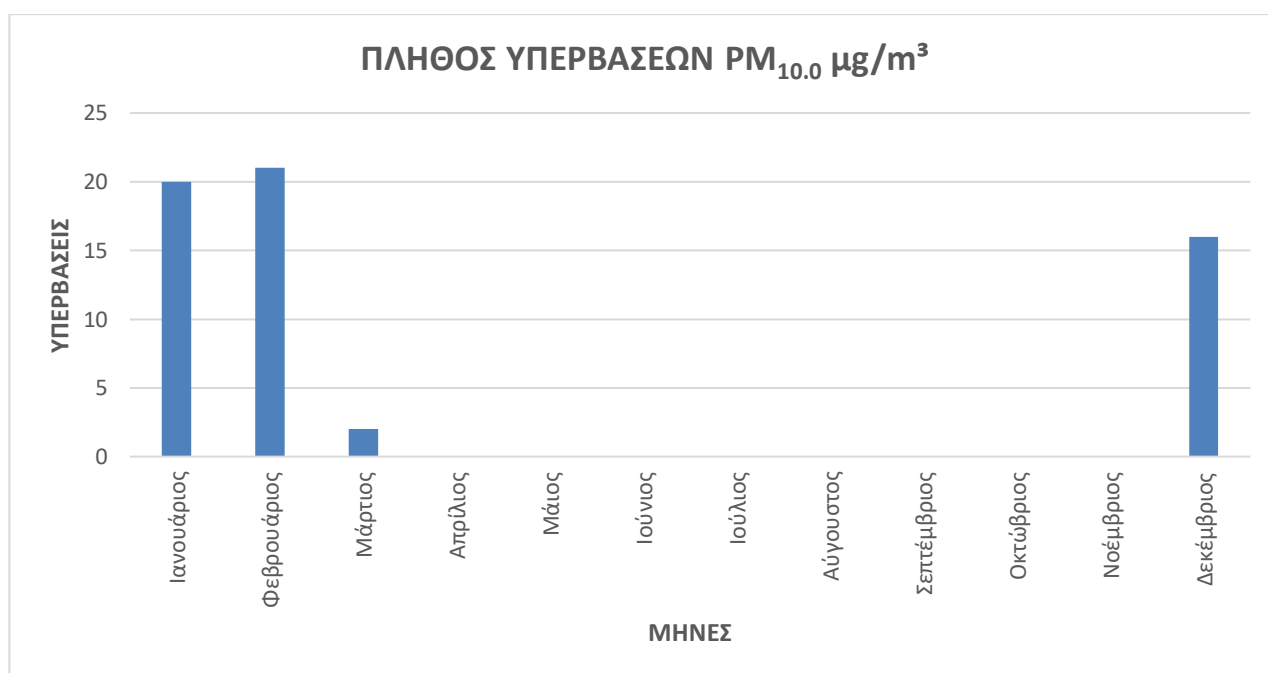
Στο σχήμα 4.16.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Ιανουάριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις και αυτό διότι ο μήνας αυτός χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, οδηγώντας τους κατοίκους της περιοχής να χρησιμοποιήσουν σόμπες και τζάκια, άρα και να παράξουν μεγάλο όγκο καυσαερίων. Η έκλυση στην ατμόσφαιρα αιωρούμενων σωματιδίων λόγω της καύσης και ο εγκλωβισμός τους στα χαμηλά στρώματα, αφενός λόγω των πυκνών και βαριών εκνεφωμάτων, αφετέρου λόγω του όρους Παναιτώλιου που δεν τους επιτρέπει να απομακρυνθούν, οδηγούν στην παραπάνω εικόνα των συγκεντρώσεων.

Ακολουθούν σε υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων οι μήνες Φεβρουαρίου & Δεκεμβρίου ενώ στους υπόλοιπους, βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται σημαντικά, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων που προκαλούσαν τις αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες.



Σχήμα 4.16.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$

Στο σχήμα 4.16.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{10.0}$. Από το σχήμα βλέπουμε ότι η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων δεν έχει σημαντικές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της εβδομάδας, απόδειξη πως οι εκπομπές ρύπων είναι σταθερές. Η Κυριακή φαίνεται να ξεχωρίζει λίγο ως προς τις συγκεντρώσεις και ακολουθεί το Σάββατο και η Παρασκευή με μικρή διαφορά.



Σχήμα 4.16.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο $\text{PM}_{10.0}$ ανά μήνα

Στο σχήμα 4.16.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, για τα $\text{PM}_{10.0}$. Διακρίνονται 21 υπερβάσεις των σωματιδίων $\text{PM}_{10.0}$ για τον μήνα Φεβρουάριο, 20 για τον Ιανουάριο, έπεται ο Δεκέμβριος με 16 υπερβάσεις και τελευταίος ο Μάρτιος με 2. Οι λόγοι εμφάνισής μεγάλου αριθμού υπερβάσεων, οφείλτε στην τοποθεσία του σταθμού στην ανατολική πλευρά της πόλης και στους πρόποδες του όρους του Παναϊτωλίου, που σε συνδυασμό με την αυξημένη κυκλοφορία και την υγρασία, έχουμε αυξημένο εγκλωβισμό εκνεφωμάτων στο σημείο κατά τους χειμερινούς μήνες.

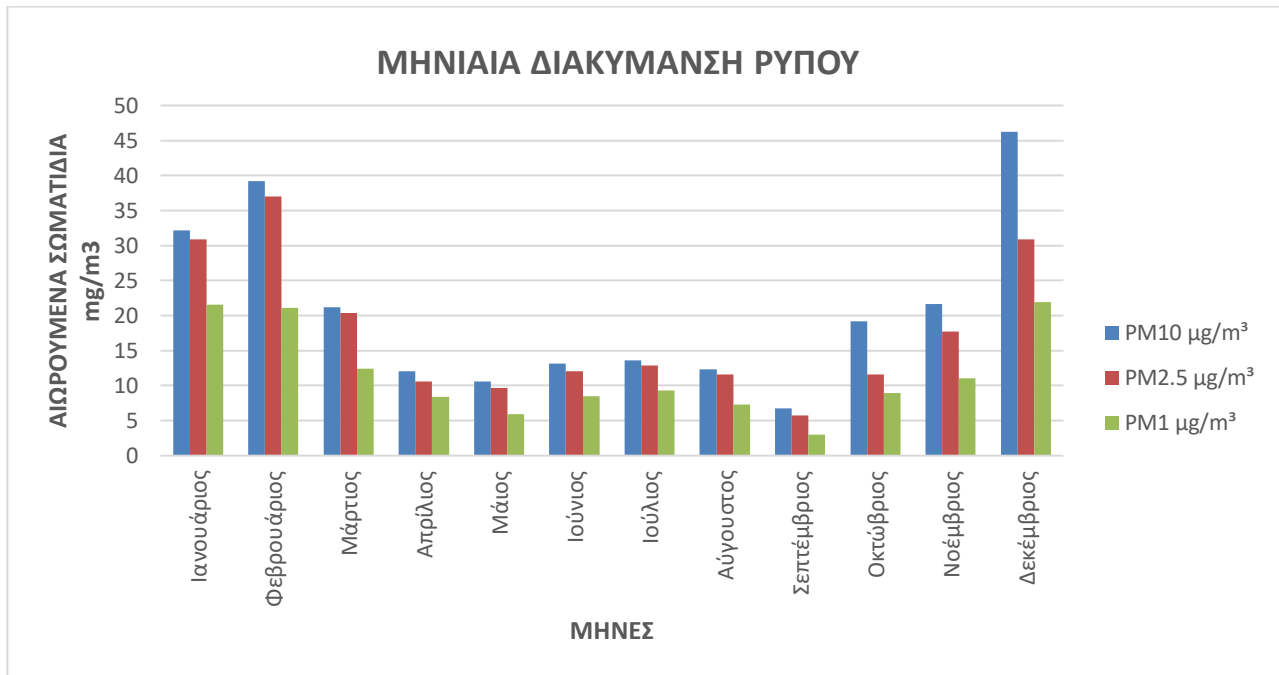
4.17 1^ο Δημοτικό Παναιτωλίου – Περιαστικός Σταθμός



Σχήμα 4.17.1: Συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1,0}, PM_{2,5}, PM_{10,0}

Στο σχήμα 4.17.1 απεικονίζεται η συνολική ετήσια διακύμανση για τα σωματίδια PM_{1,0}, PM_{2,5}, PM_{10,0} στον σταθμό του 1^{ου} Δημοτικού Παναιτωλίου, που βρίσκεται εντός οικισμού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.2.18. Όπως φανερώνει και το όνομα, ο οικισμός βρίσκεται στους πρόποδες του ομώνυμου όρους, αλλά και πολύ κοντά στην λίμνη Τριγωνίδα. Όπως είναι επόμενο τα επίπεδα υγρασίας είναι καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου αλλά κυρίως τον χειμώνα, πολύ υψηλά. Κάτι τέτοιο ευνοεί τη δημιουργία εκνεφωμάτων κατά τους χειμερινούς μήνες, άρα και την δημιουργία ζωνών με μεγάλη συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων. Τέλος δε, από το Παναιτώλιο διέρχεται και η οδική αρτηρία που ενώνει τον Νομό Αιτωλοακαρνανίας με τον νομό Ευρυτανίας, κάτι που συνεισφέρει στην αύξηση του φορτίου αιωρούμενων σωματιδίων στην ευρύτερη περιοχή.

Τα PM_{10,0} κινούνται πάντα όπως βλέπουμε σε υψηλότερες τιμές, όμως παρατηρούμε ότι και τα PM_{2,5} κινούνται επίσης σε υψηλά ποσοστά, χωρίς όμως να έχουμε υπερβάσεις, πράγμα που σημαίνει ότι πολλές από τις εκπομπές που παρατηρούνται στον συγκεκριμένο σταθμό οφείλονται στο γεγονός ότι είτε υπάρχει επαναιώρηση σωματιδίων που προϋπήρχαν, είτε επειδή μέσα στα PM_{10,0} εμπεριέχεται μεγαλύτερο ποσοστό των PM_{2,5}. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό συγκρίνοντας τις μέγιστες τιμές ετήσιας διακύμανσης των PM_{10,0} με 82,86µg/m³ και των PM_{2,5} με 69,68µg/m³ οι οποίες είναι πάρα πολύ κοντά μεταξύ τους, καθιστώντας τα PM_{2,5} πιο επιδραστικό ρύπο.

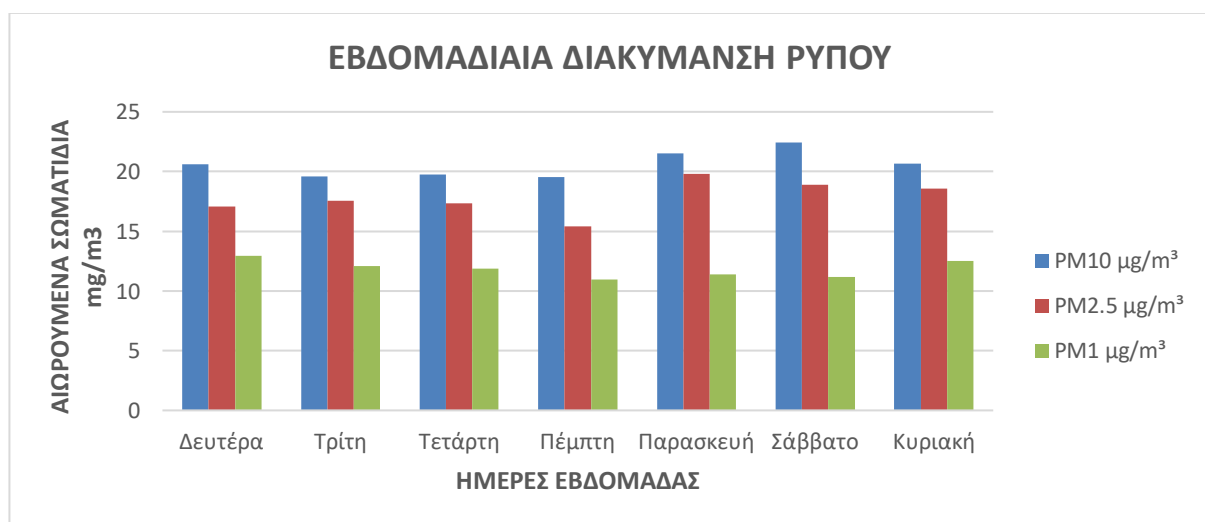


Σχήμα 4.17.2: Μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}

Στο σχήμα 4.17.2 απεικονίζεται η μηνιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}. Διακρίνεται η εποχικότητα στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο μήνας Δεκέμβριος φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις, ακολουθεί ο Φεβρουάριος και έπεται ο Ιανουάριος.

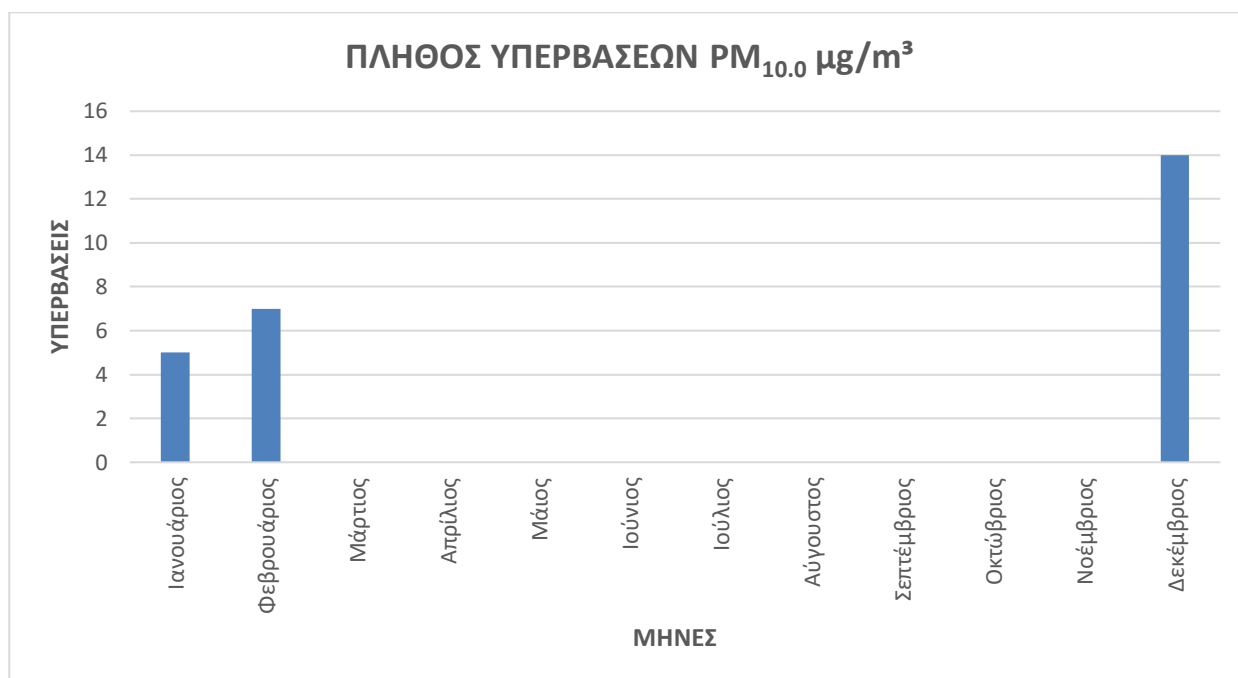
Στο σταθμό αυτό όλους τους υπόλοιπους μήνες, βλέπουμε πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μειώνονται σημαντικά, καθώς ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές ρύπων που προκαλούσαν τις αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες.

Η εικόνα του σχήματος 4.17.2, μοιάζει με αυτήν του 4.16.2 κάτι που οφείλεται στην ομοιότητα των αιτιών εμφάνισης των συγκεντρώσεων. Επομένως οι λόγοι που αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο ισχύουν και εδώ.



Σχήμα 4.17.3: Εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}

Στο σχήμα 4.17.3 απεικονίζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ρύπου για τα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0}. Διακρίνουμε ότι η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων δεν έχει σημαντικές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια της εβδομάδας, άρα αποδεικνύεται πως οι εκπομπές ρύπων είναι σταθερές. Το Σάββατο φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς τις συγκεντρώσεις κάτι που είναι λογικό αφού το Σαββατοκύριακο οι πολίτες έχουν ελεύθερο χρόνο και μετακινούνται στα προάστια της πόλης του Αγρινίου καθώς και σε άλλες πόλεις πλησίον αυτής (Μεσολόγγι, Αμφιλοχία).



Σχήμα 4.17.4: Πλήθος υπερβάσεων για το σωματίδιο PM_{10.0} ανά μήνα

Στο σχήμα 4.17.4 απεικονίζεται το πλήθος υπερβάσεων του ορίου των 50 mg/m³, για τα PM_{10.0}. Διακρίνονται 14 υπερβάσεις των σωματιδίων PM_{10.0} για τον μήνα Δεκέμβριο, 7 τον Φεβρουάριο, έπεται ο Ιανουάριος με 5.

Και εδώ παρατηρούμε ότι οι υπερβάσεις στις συγκεντρώσεις συναντώνται στους μήνες με την χαμηλότερη θερμοκρασία για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

4.18 Συγκεντρωτικός Πίνακας Σημειακών Σταθμών μέτρησης βάση του συνολικού πλήθους υπερβάσεων PM_{10.0} και μεγίστων/ελαχίστων τιμών σε ετήσια βάση

Το συνολικό πλήθος των υπερβάσεων των εκπεμπόμενων ρύπων τύπου PM_{10.0} που εμφανίστηκαν ανά σταθμό και ανά τύπο, με όριο τα 50 µg/m³ καθώς και οι ελάχιστες / μέγιστες τιμές για όλους τους αιωρούμενους ρύπους ανά σημειακό σταθμό φαίνονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.1: Διάκριση Σταθμών Μέτρησης σύμφωνα με το Συνολικό Πλήθος Υπερβάσεων και μεγίστων / ελαχίστων τιμών ετήσιας διακύμανσης

	Σταθμός Μέτρησης	Τύπος Σταθμού	Συνολικό Πλήθος Υπερβάσεων	Ελάχιστη τιμή PM _{10.0}	Μέγιστη τιμή PM _{10.0}	Ελάχιστη τιμή PM _{2,5}	Μέγιστη τιμή PM _{2,5}	Ελάχιστη τιμή PM _{1,0}	Μέγιστη τιμή PM _{1,0}
1	Δημαρχείο Νεάπολης	Περιαστικός Σταθμός	0	1,94	42,59	1,55	38,31	0,8	26,27
2	Πλατεία Χατζοπούλου	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	48	4,89	130,88	4,02	118,9	2,61	83,92
3	Πλατεία Δημοκρατίας	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	54	3,44	137,99	3,09	127,61	2,14	89,16

4	Κοινοτικό Γραφείο Καινούργιου	Περιαστικός Σταθμός	6	1,43	59,76	0,91	50,08	0,32	33,41
5	Κοινοτικό Γραφείο Δοκιμίου	Περιαστικός Σταθμός	48	5,04	141,7	4,04	123,53	2,28	78,6
6	ΚΕΠ Αγίου Κωνσταντίνου	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	21	4,01	82,1	3,62	73,35	2,4	51,01
7	ΚΑΠΗ Αγρινίου	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	52	2,95	133,46	2,35	120,81	1,25	80,84
8	Δημοτική Βιβλιοθήκη	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	51	2,03	114,43	1,49	102,36	0,76	70,02
9	Γήπεδο Μπάσκετ Αερογέφυρας	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	24	1,79	126,69	1,54	113,2	0,79	77,02
10	19 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	1	1,16	50,41	0,71	43,89	0,19	29,21
11	10 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	7	1,8	59,7	1,26	50,43	0,55	35,04
12	7 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	14	2,26	72,8	1,86	65,69	1,06	47,2
13	6 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	39	1,67	87,15	1,09	78,05	0,4	52,55
14	3 ^ο Γυμνάσιο Αγρινίου	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	44	1,72	82,38	1,19	74,88	0,58	52,66
15	2 ^ο Δημοτικό Αγίου Κωνσταντίνου	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	35	5	87,74	3,59	76,41	1,74	60,73
16	1 ^{ος} Παιδικός Σταθμός Αγρινίου	Σταθμός Υποβάθρου-Αυξημένης Κυκλοφορίας	26	1,88	139,49	1,62	128,59	0,88	84,4
17	1 ^ο Δημοτικό Σχολείο Παναϊτωλίου	Περιαστικός Σταθμός	26	2,29	82,86	1,87	69,68	0,89	38,53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Συμπεράσματα-Προτάσεις

5.1 Συμπεράσματα - Γενικές Παρατηρήσεις

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στους σταθμούς καταγραφής που βρίσκονται κοντά στον Αστικό ιστό του Αγρινίου εμφανίζονται μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων, συγκριτικά με τους Περιαστικούς σταθμούς καταγραφής. Διαπιστώνεται ότι οι εκπομπές είναι εντονότερες κατά κύριο λόγο τους χειμερινούς μήνες και ιδίως τον Φεβρουάριο, Ιανουάριο και Δεκέμβριο. Αυτό είναι ευθέως εξαρτημένο από τη γεωγραφική θέση - τοποθεσία του κάθε σταθμού, αλλά και την κοινωνική (ανθρώπινη) δραστηριότητα που αναπτύσσεται στην περιοχή και συμβάλει στη διαμόρφωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας με βάση τις εκπομπές που παράγονται τοπικά. Αυτός είναι και ο λόγος που οι περισσότερες υπερβάσεις παρατηρήθηκαν σε σταθμούς αυξημένης κυκλοφορίας.

Όπως παρατηρείτε σε όλα τα διαγράμματα βλέπουμε τις τιμές των αιωρούμενων σωματιδίων $PM_{10.0}$ να είναι πάντα οι υψηλότερες, όμως παράλληλα υψηλές και κοντά στα $PM_{10.0}$ είναι οι τιμές των αιωρούμενων σωματιδίων $PM_{2.5}$ πράγμα που τις καθιστά πιο δραστικές έναντι των υπολοίπων. Αυτό εξηγείται αφού μέσα στα $PM_{10.0}$ εμπεριέχονται τα μικρότερα $PM_{2.5}$ και $PM_{1.0}$, έχοντας ως άμεση συνέπεια τα $PM_{2.5}$ να είναι σε μεγαλύτερη σύσταση εντός αυτών.

Επιπλέον η εμφάνιση υψηλότερων τιμών συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων κατά τους χειμερινούς μήνες, είναι εντονότερη λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που αναγκάζει τους κατοίκους της πόλης να χρησιμοποιούν εστίες θερμότητας που παράγουν καυσαέρια (τζάκια, σόμπες κ.α.). Οι καμινάδες των εστιών αυτών εκπέμπουν ρυπογόνες ουσίες που επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα και διαχέονται σε αυτήν.

Το φαινόμενο της αστυφιλίας που επικρατεί τις τελευταίες δεκαετίες και η συνεπακόλουθη μετεγκατάσταση του πληθυσμού στις μεγάλες πόλεις προκαλεί μεγαλύτερη κινητικότητα, με περισσότερα οχήματα και γενικώς περισσότερη ανθρώπινη δραστηριότητα (βιομηχανίες, εργοστάσια κτλ).

Οι πηγές εκπομπών των αιωρούμενων σωματιδίων, τα κλιματικά δεδομένα και οι μετεωρολογικές συνθήκες με τη σειρά τους επηρεάζουν επίσης τις συγκεντρώσεις των $PM_{2.5}$. Τα κλιματικά δεδομένα διαφοροποιούνται από περιοχή σε περιοχή, καθώς επίσης και από την αύξηση του πληθυσμού.

Για τις ημερήσιες και μέσες ανά ημέρα της εβδομάδας τιμές, παρατηρείται ότι ο σταθμός ΚΕΠ Αγίου Κωνσταντίνου που χαρακτηρίζεται ως σταθμός υποβάθρου-αυξημένης κυκλοφορίας, εμφανίζει την μεγαλύτερη μέση ημερήσια τιμή ($68,82\mu\text{g}/\text{m}^3$ για τα $PM_{10.0}$ και $66,79\mu\text{g}/\text{m}^3$ για τα $PM_{2.5}$) και πιο συγκεκριμένα αυτή καταγράφηκε για την ημέρα της Τρίτης. Το αποτέλεσμα είναι λογικό, αφού το ΚΕΠ δέχεται καθημερινά πολίτες που μετακινούνται με τα οχήματά τους από και προς αυτό και ιδιαίτερα η Τρίτη που είναι ημέρα υψηλής μετακίνησης προσωπικού.

Όσον αφορά τις μέσες μηνιαίες τιμές, παρατηρείται ότι ο σταθμός Πλατεία Χατζοπούλου, που χαρακτηρίζεται ως σταθμός υποβάθρου-αυξημένης κυκλοφορίας, εμφανίζει την μεγαλύτερη μέση μηνιαία τιμή ($72,65\mu\text{g}/\text{m}^3$ τον μήνα Φεβρουάριο για τα $PM_{10.0}$). Το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο αφού η Πλατεία δέχεται καθημερινά πολίτες που μετακινούνται με τα οχήματά τους προς το κέντρο της πόλης του Αγρινίου, όπου και αυτή βρίσκεται. Επίσης ο Φεβρουάριος είναι ένας πολύ ψυχρός μήνας και ευνοεί την παρουσία υψηλής συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων.

Τέλος, ο μέγιστος αριθμός υπερβάσεων $PM_{10.0}$ κατά το χρονικό διάστημα της έρευνας, είναι όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.1 πενήντα τέσσερις (54). Αυτές σημειώθηκαν στον σημειακό σταθμό καταγραφής που βρίσκεται στην Πλατεία Δημοκρατίας. Το αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο, επειδή η Πλατεία δέχεται καθημερινά πολίτες που μετακινούνται με τα οχήματά τους προς το κέντρο της πόλης του Αγρινίου όπου βρίσκεται η Πλατεία, κάτι που ευνοεί την παρουσία υψηλής συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων.

Επιπρόσθετα, όσον αφορά τις στήλες ελαχίστων και μεγίστων τιμών για τα αιωρούμενα σωματίδια PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0} παρατηρούμε την ελάχιστη τιμή AQI να έχει καταγραφεί στον σημειακό σταθμό 19^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου, με τιμή 1,16μg/m³ και την μέγιστη τιμή AQI να έχει καταγραφεί στον σημειακό σταθμό Κοινοτικό Γραφείο Δοκιμίου, με τιμή 141,7μg/m³ καθιστώντας την ποιότητα της ατμόσφαιρας για τις δύο αυτές περιπτώσεις, για τη μεν πρώτη ως καλή, με πολύ μικρό αντίκτυπο στην ανθρώπινη υγεία και τη δεύτερη ως ανθυγιεινή και επιβλαβή, κυρίως για τις ευπαθείς ομάδες.

Όσον αφορά τις υπόλοιπες τιμές ελαχίστων & μεγίστων των αιωρούμενων σωματιδίων PM_{1.0}, PM_{2.5}, PM_{10.0} που αναφέρονται στον πίνακα 4.1 διακρίνονται περιπτώσεις καλής ποιότητας ατμόσφαιρας με τιμές AQI από 0-50μg/m³, μέτριας με τιμές AQI από 51-100 μg/m³ και κακής με τιμές AQI 101-150 μg/m³, οι οποίες επηρεάζουν ανάλογα την ανθρώπινη υγεία.

Αναφορικά με τις υπερβάσεις, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία το ανώτατο ετήσιο όριο είναι το 35. Όπως βλέπουμε στον πίνακα 4.1 διαπιστώνουμε ότι το πλήθος των υπερβάσεων που ξεπέρασαν τις 35 κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης (διάστημα ενός έτους), είναι σε οκτώ σταθμούς.

Κλείνοντας την υπόψη παράγραφο και αφού γίνει ιδιαίτερη μνεία στην διπλωματική εργασία του κ. Νίκου Γ [34] η οποία αποτέλεσε εξαιρετικό οδηγό της παρούσας εργασίας, κρίνεται σκόπιμη η συγκεντρωτική αποτύπωση των χαρακτηριστικών των 17 σταθμών στον πίνακα 5.1. Στόχος του πίνακα αυτού, είναι να καταστεί πλέον κατανοητό αλλά και ευδιάκριτο, το πως οι σωματιδιακές διακυμάνσεις επηρεάζονται από τις τοποθεσίες των σταθμών καθώς και τις πηγές που συμβάλουν στην εκπομπή τους. Το πως η συγκέντρωση των ρύπων επηρεάζεται από τα εν λόγω χαρακτηριστικά, αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο ανά σταθμό. Ο πίνακας 5.1 βοηθά στην συγκεντρωτική (και όχι αναλυτική) αποτύπωση των παραγόντων που επηρεάζουν τη διακύμανση των σωματιδίων ανά σταθμό.

Πίνακας 5.1: Χαρακτηριστικά Σταθμών Μέτρησης ως προς την επιρροή τους στη συγκέντρωση σωματιδίων

	Σταθμός Μέτρησης	Κεντρικό Σημείο Αστικού Ιστού	Πλησίον Βουνού ή Λίμνης	Πλησίον Μεγάλου Οδικού άξονα ή Αεροδρομίου	Καυσαέρια από πηγές Θερμότητας	Συνολικό Πλήθος Υπερβάσεων
1	Δημαρχείο Νεάπολης					0
2	Πλατεία Χατζοπούλου					48
3	Πλατεία Δημοκρατίας					54
4	Κοινοτικό Γραφείο Καινούργιου					6
5	Κοινοτικό Γραφείο Δοκιμίου					48
6	ΚΕΠ Αγίου Κωνσταντίνου					21
7	ΚΑΠΗ Αγρινίου					52
8	Δημοτική Βιβλιοθήκη					51

9	Γήπεδο Μπάσκετ Αερογέφυρας					24
10	19 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου					1
11	10 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου					7
12	7 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου					14
13	6 ^ο Δημοτικό Σχολείο Αγρινίου					39
14	3 ^ο Γυμνάσιο Αγρινίου					44
15	2 ^ο Δημοτικό Αγίου Κωνσταντίνου					35
16	1 ^{ος} Παιδικός Σταθμός Αγρινίου					26
17	1 ^ο Δημοτικό Σχολείο Παναιτωλίου					26

Σύμφωνα λοιπόν με τα στοιχεία στον πίνακα 5.1, φαίνεται ότι ο κυριότερος παράγοντας για την αυξημένη συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων είναι η τοποθεσία / θέση εντός κεντρικού σημείου σε αστικό ιστό. Χαρακτηριστικό είναι ότι ο σταθμός με το μεγαλύτερο πλήθος υπερβάσεων είναι αυτός στην Πλατεία Δημοκρατίας και έπονται αυτοί στο ΚΑΠΗ Αγρινίου, στη Δημοτική Βιβλιοθήκη και στην Πλατεία Χατζοπούλου, όπου εκεί μάλιστα παρατηρήθηκε και η μεγαλύτερη μέση μηνιαία συγκέντρωση 72,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Δεύτερος παράγοντας κατά φθίνουσα σημαντικότητα είναι η παρουσία πλησίον του σταθμού, μεγάλου οδικού άξονα ή αεροδρομίου (στην συγκεκριμένη περίπτωση μικρού περιφερειακού και όχι κεντρικού διεθνούς). Χαρακτηριστικός σημειακός σταθμός εδώ είναι το Κοινοτικό Γραφείο Δοκιμίου, το οποίο ενώ βρίσκεται έξω από τον κεντρικό αστικό ιστό του Αγρινίου, οπότε οι τιμές θα έπρεπε να ήταν πιο ομαλές, εξαιτίας της παρουσίας του Αερολιμένα παρουσιάζει μεγάλες συγκεντρώσεις σωματιδίων.

Τρίτος παράγοντας είναι η τοποθεσία των σημειακών σταθμών καταγραφής που βρίσκονται κοντά σε ορεινό και υδάτινο στοιχείο, όπως στο Αγρίνιο που έχουμε το βουνό του Παναιτωλίου και την Λίμνη Τριγωνίδα. Ο συνδυασμός των γεωγραφικών χαρακτηριστικών (γεωγραφικό ανάγλυφο και υγρό στοιχείο) λόγω αύξησης της υγρασίας οδηγεί στην δημιουργία εκνεφωμάτων, με υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων που εγκλωβίζονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας.

Ο πολύ σημαντικός παράγοντας της χρήσης σομπών και τζακιών που παράγουν μεγάλη ποσότητα καυσαερίων θεωρήθηκε ως υφιστάμενη κατάσταση σε όλους τους σταθμούς και ως εκ τούτου, δεν μπορεί να φανεί ευδιάκριτα η επιρροή του, η οποία σαφώς και είναι καταλυτική.

5.2 Προτάσεις για βελτίωση στην περιοχή έρευνας

Στην παρούσα παράγραφο θα παρατεθούν προτάσεις για την βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας της πόλης του Αγρινίου. Στα πλαίσια των προτάσεων και με δεδομένο ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει αρχίσει να εμφανίζεται όλο και περισσότερο και σε άλλες περιοχές πέραν των δύο μεγαλουπόλεων Αθήνα και Θεσσαλονίκη, με επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στη δημόσια υγεία, οι αρμόδιες αρχές και η πολιτεία σε συνεργασία με την εκάστοτε τοπική αυτοδιοίκηση, θα πρέπει να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα για την καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ως ακολούθως :

- Περαιτέρω ανάπτυξη του δικτύου καταγραφής ποιότητας της ατμόσφαιρας σημειακών σταθμών και ενδεχομένως δημιουργία ενός συστήματος συνεχούς παρακολούθησης δυναμικού χαρακτήρα.
- Ανάπτυξη, εκσυγχρονισμός και βελτίωση των μέσων αστικής συγκοινωνίας με σκοπό την λιγότερη χρήση οχημάτων ιδιωτικής χρήσης.
- Κίνητρα από την πλευρά της πολιτείας προς τους πολίτες για την αγορά/χρήση οχημάτων ηλεκτροκίνησης καθώς άλλων προηγμένης τεχνολογίας ΙΧ οχημάτων.
- Βελτίωση των υποδομών με την εγκατάσταση φορτιστών ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων καθώς και χώρων στάθμευσης – φόρτισής τους, θα συνεισέφερε τα μέγιστα στην παρακίνηση πολιτών για την αγορά ηλεκτροκίνητων οχημάτων, αλλά κάθε είδους ηλεκτροκίνητων μέσων μεταφοράς (ηλεκτρικά πατίνια, ποδήλατα κ.α.).
- Βελτίωση των μέσων μαζικής μεταφοράς με καινούργια αντιρρυπαντικής τεχνολογίας λεωφορεία.
- Επικουρικά, η κατασκευή λεωφορειοδρομίων και ποδηλατοδρόμων στα ερείσματα των δρόμων της πόλης θα συνεισφέρει όχι μόνο στην ομαλή εκτέλεση των καθημερινών των δρομολογίων των ΜΜΜ, αλλά και στην ενθάρρυνση των πολιτών για τη μετακίνησή τους με ποδήλατο.
- Επένδυση στην παιδεία των κατοίκων των περιοχών της περιφέρειας και εν προκειμένω της περιοχής του Αγρινίου, ώστε με την άφιξη του στόλου των Μ.Μ.Μ και ιδίως των λεωφορείων, να μειωθούν οι μετακινήσεις με τα οχήματα ιδιωτικής χρήσης εντός πόλης, άρα και να αποκλιμακωθούν οι εκπομπές των ρύπων.
- Δημιουργία και ανάπτυξη εκ νέου χώρων πρασίνου στην περιοχή της πόλης του Αγρινίου. Σε κάθε πόλη με μεγάλη ανθρώπινη δραστηριότητα τέτοιες μικρές «οάσεις», συμβάλλουν στη καλή ποιότητα ζωής των κατοίκων και στην δημιουργία πόλων έλξης κυρίως για τα μικρά παιδιά, καλλιεργώντας με αυτόν τον τρόπο την παιδεία που αναφέρθηκε παραπάνω.

Τίποτα από όλα αυτά όμως δεν μπορεί να συμβεί, εάν η πολιτεία δεν δράσει οργανωμένα για την ευαισθητοποίηση των πολιτών με τρόπους και με λύσεις που παρατέθηκαν ανωτέρω.

Βιβλιογραφία

- [1] Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Ατμοσφαιρική ρύπανση, Βικιπέδια, ελεύθερη εγκυκλοπέδια διαθέσιμο στο [https://el.wikipedia.org/wiki/Ατμοσφαιρική_ρύπανση\(2022\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Ατμοσφαιρική_ρύπανση(2022))
- [2] Ατμοσφαιρική Ρύπανση-Σωματίδια PM, Κώστας Ζαφειρόπουλος & Απόστολος Ζδάγκας, διαθέσιμο στο [http://vyron.meteovyronas.gr/aquality.html\(2022\)](http://vyron.meteovyronas.gr/aquality.html(2022))
- [3] Ατμοσφαιρική ρύπανση, Hans Bruyninckx, εκτελεστικός διευθυντής του ΕΟΠ διαθέσιμο στο <https://www.eea.europa.eu/el/themes/air/intro>
- [4] Ατμοσφαιρικοί ρύποι και κλίμακες διασποράς διαθέσιμο στο <http://lap.physics.auth.gr/atmdiasp/simeiwseis/chapter2.pdf>
- [5] Πηγές ρύπανσης, Γιώργος Τσιλιγκιρίδης Δρ Μηχανολόγος Μηχανικός, 2015, διαθέσιμο στο http://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS284/ΠΗΓΕΣ%20ΡΥΠΑΝΣΗΣ_2015.pdf
- [6] Ατμοσφαιρική ρύπανσης, Δ. Μέλας, Α.Αλεξανδροπούλου, Β.Αμοιρίδης, Μ.Κακαρίδου, Ν.Σουλακέλλης, Αθήνα2000 διαθέσιμο στο http://www.env-edu.gr/Documents/Ατμοσφαιρική_Ρύπανση_-Οδηγός_Εκπαιδευτικών.pdf
- [7] Νίκος Ανδρίτσος Καθ. Τμ. Μηχ. Π.Θ. διαθέσιμο στο http://archive.eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/MHXB11/ΘεματικήΕνότητα_201/Unit_1_2.pdf
- [8] Ατμοσφαιρική ρύπανση ,Δημήτρης Μελάς, Αριστοτέλειο διαθέσιμο στο http://pms.physics.auth.gr/lap/wp-content/uploads/sites/4/2017/10/WEB_POLLUTIONsm.pdf
- [9] Ατμοσφαιρική ρύπανση – Ατμόσφαιρα της γης & ρύποι, Αγγελική Φωτιάδη, τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
- [10] Διακύμανση κύριων ρύπων στην ΕΕ ως ποσοστιαία διαφορά από το 2005 έως το 2019
πηγή:<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021/sources-and-emissions-of-air>
- [11] Ατμοσφαιρική ρύπανση, Αγγελική Φωτιάδη, τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων
- [12] 1^η Βιομηχανική Επανάσταση (Πηγή: <https://dailyasianage.com>)
- [13] Θάνατοι ανά ήπειρο που προκαλούνται από την ατμοσφαιρική ρύπανση ανά έτος (Πηγή: The American College of Greece)
- [14] Ατμοσφαιρική ρύπανση 2019-2020 διαθέσιμο στο : <http://www.thermiair.gr/project/air-quality/>
- [15] Fine particulate matter and depressive symptoms in children: A mediation model of hysical activity and a moderation model of family poverty, Young Sun Joo, Jisun Kim, J/ungae Lee, Ick-Joong Chung 2022
- [16] Οδηγία Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου 2004 διαθέσιμο στο <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0107&from=EN>
- [17] Οδηγία Ε.Ε 2015 διαθέσιμο στο <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L1480&from=EN>
- [18] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ετήσια έκθεση ατμοσφαιρικής ρύπανσης, 2015 διαθέσιμο στο <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/legacy/Files/Perivallon/PoiotitaAtmosfairas/Ektheseis/Ekthesi2015.pdf>
- [19] Σωματιδιακοί ρύποι – αιωρούμενα σωματίδια διαθέσιμο στο http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/3_particulates.pdf
- [20] Εισαγωγή στην αέρια βιομηχανική ρύπανση , Βλυσίδης Απόστολος ΕΜΠ διαθέσιμο στο https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHEMENG110/03.Eisagwgi_stin_aeria_viomixaniki_ripansi.pdf
- [21] Οι βασικότεροι ρύποι -Στερεά Αιωρούμενα Σωματίδια Δρ Κ.Π. Μουστρής Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΠΑΔΑ διαθέσιμο στο <http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/MECH111/6η%20Ενότητα%20-%20Τεχνολογία%20Περιβαλλοντικών%20Μετρήσεων.pdf>
- [22] Αξιολόγηση Μοντέλων διασποράς που εφαρμόζονται στην περίπτωση ρύπανσης της ατμόσφαιρας στο λεκανοπέδιο Αττικής από Αιωρούμενα Σωματίδια PM2.5/PM10 Ιωάννης Φλώρος ΕΜΠ, διαθέσιμο στο <http://environ.survey.ntua.gr/files/ergasies/loros.pdf>
- [23] The human health risk assessment of particulate air pollution (PM2.5 and PM10) in Romania, Katalin Bodor, Robert Szep, Zsolt Bodor 2022 πηγή:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214750022000506>
- [24] Role of atmospheric particulate matter exposure in COVID-19 and other health risks in human: Areview Chengyue Zhu, Kannan Maharajan ,Kechun Liu , Yun Zhang ,2021
πηγή:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935121005752>
- [25] Επίδραση αιωρούμενων σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα
πηγή:<https://www.intechopen.com/chapters/68099>

- [26] Επιπτώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα
πηγή:<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2117083119>)
- [27] Adrien Lafond, The environmental Impact of Particle Pollution
- [28] Αιωρούμενα σωματίδια στην Ατμόσφαιρα της Πάτρας, Μασσαρά Βασιλική, 2011
- [29] Απογραφή: Ο μόνιμος πληθυσμός όλων των πόλεων και κοινοτήτων της Αιτωλοακαρνανίας (agrinionews.gr)
- [30] Πηγή: <https://ιστοσελίδα.earth.google.com/>
- [31] Κλιματολογικά Στοιχεία Αγρινίου για το 2022 διαθέσιμο στο
<https://penteli.meteo.gr/stations/agrinio/NOAAYR.TXT>)
- [32] Κλιματολογικά Στοιχεία Αγρινίου για το έτος 2023 διαθέσιμο στο
<https://penteli.meteo.gr/stations/agrinio/NOAAYR.TXT>)
- [33] Ιστοσελίδα Purple Air πηγή:<https://www2.purpleair.com/>
- [34] Study of annual variation of PM2.5 concentrations measured by the “Purple Air” network for the urban Patras’ area, Nikou Georgios, 2023
- [35] Πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ευρώπη ΕΟΠ 2019 διαθέσιμο στο
<https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20180301STO98928/ekpompes-aerion-tou-thermokipiou-ana-chora-kai-tomea-grafima>
- [36] Children's exposure to size-fractionated particulate matter: Chemical composition and internal dose
- [37] Advances in particulate matter filtration: Materials, performance, and application Xuzheng Ji , Jianying Huang , Lin Teng , Shuhui Li , Xiao Li , Weilong Cai , Zhong Chen , Yuekun Lai ,2022.
- [38] Muhammad Nurul Huda, Shahid Akhtar Hossain, Md Mominul Islam, Md Fakrul Islam , 2018, Chemical and morphological characteristics of Particulate Matter Suspended in the air of the Dhaka University Area of Bangladesh
- [39] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ετήσια έκθεση ατμοσφαιρικής ρύπανσης 2015. Πηγή:
<https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/legacy/Files/Perivallon/PoiotitaAtmosfairas /Ektheseis/Ekthesi 2015.pdf>
- [40] Total particulate matter emissions (PM2.5) in the European Union (EU-27) from 2000 to 2021, by sector. Πηγή:
<https://www.statista.com/statistics/791153/particulate-matter-emissions-european-union-eu-28/>
- [41] Better air quality is the easiest way not to die, 07/2021 πηγή: <https://dynamight.net/air/>