



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**«Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες
Ευρωπαϊκές πόλεις»**

Χώρος για εικόνα/σχήμα/διάγραμμα σχετικό με την εργασία (προαιρετικά)

Φοιτητής: Δεμάγκος Άγγελος
ΑΜ: 43770

Επιβλέπων Καθηγητής

Αν. Καθηγητής Κωνσταντίνος Μουστρής
Χρήστος Τσίτσης Ε.ΔΙ.Π.

ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT MECHANICAL ENGINEERING

Diploma Thesis

«Comparative study of particulate matter concentration in selected European cities»

Χώρος για εικόνα/σχήμα/διάγραμμα σχετικό με την εργασία (προαιρετικά)

Student: Demagkos Angelos
Registration Number: 43770

Supervisors

As. Professor Konstantinos Moustris
Christos Tsitsis (Lab. Teaching Staff)

ATHENS-EGALEO, SEPTEMBER 2022

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

(Κωνσταντίνος Μουστρής), (Αν. Καθηγητής)	(Κλεοπάτρα Ντούρου), (Ε.ΔΙ.Π.)	(Χρήστος Τσίτσης), (Ε.ΔΙ.Π.)
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και (Δεμάγκου Άγγελου Α.Μ. 43770),
Μήνας, Έτος**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΔΕΜΑΓΚΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ του ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ, με αριθμό μητρώου 43770 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ 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 μένα 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 διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος καθηγητή.»

Ο Δηλών
ΔΕΜΑΓΚΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Από τη θέση αυτή θα ήθελα ειλικρινά να ευχαριστήσω με όλους όσους με βοήθησαν στην σύνταξη και στην τελειοποίηση της παρούσας ερευνητικής διπλωματικής μου εργασίας. Πιο συγκεκριμένα θα ήθελα να εκφράσω ιδιαιτέρως τις ευχαριστίες μου στον Κύριο Τσίτση Χρήστο Ε.ΔΙ.Π, τόσο για την εμπιστοσύνη του στην ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος διπλωματικής εργασίας, όσο και για την καθοδήγηση του και τις συμβουλές του που παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας. Επιπρόσθετα όμως αισθάνομαι την ιδιαίτερη ανάγκη να ευχαριστήσω την σύντροφο μου καθώς κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας συνέβαλε τα μέγιστα για την ολοκλήρωση αυτής, με στήριξε υλικά, πνευματικά και ψυχικά για να βγει εις πέρας. Τέλος θα ήθελα να εκφράσω την απεριόριστη ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου και τους φίλους μου, η συμβολή τους ήταν και είναι ανεκτίμητη και χωρίς αυτούς ίσως να μην είχα καταφέρει να ολοκληρώσω αυτό τον κύκλο σπουδών.

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται μια συγκριτική μελέτη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε 5 (πέντε) επιλεγμένες πόλεις της Ευρωπαϊκής ηπείρου και συγκεκριμένα σε Σουηδία, Νορβηγία, Ιταλία, Αγγλία και Βουλγαρία. Επιλέχθηκαν πόλεις με διαφορετικό κλίμα, κουλτούρα και πολιτισμό ώστε να κατέχει ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον η κάθε μια ξεχωριστά. Στις χώρες αυτές περιλαμβάνονται δυο χώρες στη Νότια Ευρώπη, δυο Σκανδιναβικές και μία του Ηνωμένου βασιλείου. Πιο συγκεκριμένα για κάθε χώρα λήφθηκαν δεδομένα μετρήσεων των αιωρούμενων σωματιδίων σύστασης PM1, PM2.5, PM10, μέσω του δικτύου Purple Air, επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν σε χρονοσειρά μετρήσεων ετήσιας, μηνιαίας, ημερήσιας και ωριαίας διακύμανσης για όλα τα έτη αναφοράς (2019 – 2022). Από τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων επιχειρείται η διερεύνηση των κύριων παραγόντων που συμβάλουν στην ποιότητα του αέρα για τις συγκεκριμένες περιοχές έρευνας. Επιπρόσθετα και με αφορμή την απεικόνιση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν η εν λόγω ερευνητική διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην ανάδειξη, παραγόντων και συνθηκών που συμβάλουν στην καλύτερη δυνατή ανάλυση των συνθηκών που επηρεάζουν τα αιωρούμενα σωματίδια. Επίσης ως αποτέλεσμα της ανάλυσης αυτής, διαπιστώνεται πιο έντονο πρόβλημα στα μεγάλα αστικά κέντρα των πόλεων λόγω της πυκνής κυκλοφορίας των οχημάτων που προκαλεί και υψηλότερες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων. Οι βαλκανικές πόλεις αντιμετωπίζουν σοβαρότερα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης έναντι των σκανδιναβικών με κάθε πόλη να εμφανίζει διαφορετικό συνδυασμό συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων που μπορεί να επηρεαστεί από τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά, τις μετεωρολογικές συνθήκες και τις πηγές ρύπανσης που υπάρχουν. Τέλος, παρατέθηκαν οι συγκρίσεις των αποτελεσμάτων των πόλεων αυτών και προτάθηκαν τρόποι αντιμετώπισης για τη μείωση των πηγών αύξησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, παράλληλα με την χρήση και υιοθέτηση μέτρων που θα συμβάλουν δυναμικά στην αντιμετώπιση της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας.

Λέξεις-κλειδιά : Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αέριοι Ρύποι, Αιωρούμενα Σωματίδια.

Abstract

In this thesis, a comparative study of air pollution is made in 5 (five) selected cities of the European continent, specifically in Sweden, Norway, Italy, England and Bulgaria. Cities with different climates, cultures and civilizations were chosen so that each one would be of special research interest. These countries include two countries in Southern Europe, two Scandinavian countries and one of the United Kingdom. More specifically, for each country, measurement data of PM1, PM2.5, PM10 suspended particles were obtained through the Purple Air network, processed and analyzed in a time series of measurements of annual, monthly, daily and hourly variation for all reference years (2019 – 2022). From the collection and analysis of the data you attempt to investigate the main factors that contribute to air quality for the specific research areas. In addition, and on the occasion of the visualization of the results obtained, the research diploma thesis in question aims to highlight factors and conditions that contribute to the best possible analysis of the conditions that affect suspended particles. Also as a result of this analysis, a more severe problem is found in the large urban centers of the cities due to the dense traffic of vehicles which causes higher concentrations of suspended particles. Balkan cities face more severe air pollution problems than Nordic ones with each city showing a different combination of particulate matter concentrations that can be influenced by geographical features, meteorological conditions and pollution sources present. Finally, the comparisons of the results of these cities were listed and ways of dealing with the reduction of the sources of air pollution growth were proposed, along with the use and adoption of measures that will potentially contribute to dealing with the burden on the atmosphere.

Keywords: Air pollution, Gaseous Pollutants, Particulate Matters.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ	7
ABSTRACT	8
KEYWORDS	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	12
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	14
1.1 ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	14
1.2 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	16
1.3 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	22
1.3.1 Γενικά Στοιχεία.....	23
1.4 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ	24
1.4.1 Ορισμοί σωματιδιακών ρύπων.....	26
1.4.2 Ανθρωπογενείς πηγές.....	26
1.5 ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΤΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	29
1.6 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ – ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ US-EPA	29
2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΠΟΛΕΩΝ	31
3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	46
3.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	46
3.2 ΔΙΚΤΥΟ PURPLE AIR	47
3.2.1 Σχετικά με το δίκτυο	47
3.2.2 Αισθητήρες Purple air	47
3.2.3 Λειτουργία των αισθητήρων Purple air	48
3.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	49
3.3.1 Υπολογισμός μέσης ετήσιας τιμής	51
3.3.2 Υπολογισμός μέσης μηνιαίας τιμής	52
3.3.3 Υπολογισμός μέσης ημερήσιας τιμής	53
3.3.4 Υπολογισμός μέσης ωριαίας τιμής	54
4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	56
4.1 ΡΩΜΗ.....	56
4.1.1 Διακύμανση μέσης ετήσιας τιμής.....	56
4.1.2 Διακύμανση μέσης μηνιαίας τιμής	58
4.1.3 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής	60
4.1.4 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής	62
4.1.5 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2019.....	64
4.1.6 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2019.....	66
4.1.7 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2020.....	68
4.1.8 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020.....	71
4.1.9 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2021.....	74
4.1.10 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2021.....	77
4.1.11 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2022	80

4.1.12	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2022.....	83
4.2	ΛΟΝΔΙΝΟ	85
4.2.1	Διακύμανση μέσης ετήσιας τιμής.....	86
4.2.2	Διακύμανση μέσης μηνιαίας τιμής.....	88
4.2.3	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής	91
4.2.4	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής	94
4.2.5	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2019.....	97
4.2.6	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2019.....	100
4.2.7	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2020.....	103
4.2.8	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020.....	106
4.2.9	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2021.....	109
4.2.10	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2021.....	112
4.2.11	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2022	115
4.2.12	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2022.....	118
4.3	ΣΟΦΙΑ.....	121
4.3.1	Διακύμανση μέσης ετήσιας τιμής.....	121
4.3.2	Διακύμανση μέσης μηνιαίας τιμής.....	124
4.3.3	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής	126
4.3.4	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής	129
4.3.5	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής έτος 2019	132
4.3.6	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2019.....	135
4.3.7	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2020.....	138
4.3.8	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020.....	141
4.3.9	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2021.....	144
4.3.10	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2021.....	147
4.3.11	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2022	150
4.3.12	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2022.....	153
4.4	ΝΟΡΒΗΓΙΑ.....	156
4.4.1	Διακύμανση μέσης ετήσιας τιμής.....	156
4.4.2	Διακύμανση μέσης μηνιαίας τιμής.....	158
4.4.3	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής	160
4.4.4	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής	162
4.4.5	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2019.....	165
4.4.6	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2019.....	167
4.4.7	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020.....	170
4.4.8	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020.....	172
4.4.9	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2021.....	175
4.4.10	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2021.....	178
4.4.11	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2022	181
4.4.12	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2022.....	184
4.5	ΣΟΥΗΔΙΑ.....	187
4.5.1	Διακύμανση μέσης ετήσιας τιμής.....	187
4.5.2	Διακύμανση μέσης μηνιαίας τιμής.....	190
4.5.3	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής	192
4.5.4	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής	194
4.5.5	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2019.....	196
4.5.6	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2019.....	198
4.5.7	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2020.....	200
4.5.8	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020.....	202
4.5.9	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2021.....	205
4.5.10	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2021.....	207
4.5.11	Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2022	210
4.5.12	Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2022.....	212

5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	215
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	218
ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ.....	220

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Σημαντικά επεισόδια υψηλού ποσοστού συγκέντρωσης παραγόντων ατμοσφαιρικής ρύπανσης με δραστικές επιπτώσεις στην υγεία των ατόμων (πηγή: Ιωάννης Γεντεκάκης, 1999).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί ένα παγκόσμιο και ταυτόχρονα ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα καθώς μέσω αυτής επηρεάζεται η υγεία του ανθρώπου. Η αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχει προέλθει κυρίως λόγω της ραγδαίας αύξησης του πληθυσμού, το φαινόμενο της αστυφιλίας, την ταχέως εξελισσόμενη τεχνολογία αλλά και την αυξανόμενη βιομηχανοποίηση κατά τη δεκαετία του 1990 όπου οι μεγάλες βιομηχανικές μονάδες δεν τηρούσαν προγράμματα προστασίας της ατμόσφαιρας και του ευρύτερου περιβάλλοντος από τις δραστηριότητες που εκτελούσαν και ως αποτέλεσμα είχαν την παραγωγή μεγάλων φορτίων απορριπτόμενων ρύπων προς το περιβάλλον από καύση και λειτουργία βιομηχανικού εξοπλισμού παλαιάς τεχνολογίας.

Το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχει σοβαρό αντίκτυπο στην υγεία των ανθρώπων δημιουργώντας προβλήματα στο καρδιακό και αναπνευστικό σύστημα. Για πρώτη φορά η ατμοσφαιρική ρύπανση εμφανίστηκε το 1952 στην Αγγλία και συγκεκριμένα στο Λονδίνο. Αίτια αυτής της εμφάνισης ήταν η καύση γαιάνθρακα ο οποίος στην συνέχεια δημιούργησε πολλά αναπνευστικά προβλήματα και πολλοί άνθρωποι οδηγήθηκαν σε θάνατο. Τέτοιες καταστάσεις μπορούν να παρατηρηθούν σε μεγάλες και με έντονη κυκλοφορία πόλεις και σε χώρες με θερμό ή ξηρό κλίμα.

Σχετικά με τους τρόπους αντιμετώπισης του προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχουν τεθεί από την Ε.Ε. αρκετές νομοθετικές δράσεις και παρεμβάσεις που στοχεύουν στο να ελεγχθεί και βελτιωθεί η ποιότητα που κατέχει ο αέρας του περιβάλλοντος.

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία γίνεται αναφορά στην συγκριτική ανάλυση της ρύπανσης των αιωρούμενων σωματιδίων σε πέντε πόλεις της Ευρωπαϊκής Ηπείρου οι οποίες βρίσκονται στις Χώρες Σουηδία, Νορβηγία, Ιταλία, Αγγλία και Βουλγαρία.

Αρχικά στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια θεωρητική αναδρομή σχετικά με το πως έχει προσεγγιστεί η ατμοσφαιρική ρύπανση έως σήμερα και οι επιπτώσεις που έχει στο ίδιο το περιβάλλον αλλά και στην υγεία του ανθρώπου. Παράλληλα γίνεται αναφορά στην σχετική νομοθεσία που διέπει την ρύθμιση του φαινομένου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης καθώς και στους κύριους ατμοσφαιρικούς ρύπους αλλά και στην προέλευση τους, που απασχολούν την κοινωνία πρωτίστως για τις συνέπειες που προκαλούν στο περιβάλλον και κατ' επέκταση στον άνθρωπο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι πέντε μεγάλες πόλεις, Σουηδία, Νορβηγία, Ιταλία, Αγγλία και η Βουλγαρία, η τοποθεσία των σταθμών που αποτέλεσαν κυρίαρχο εργαλείο για την έρευνα της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0, PM2.5, PM10.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την συλλογή δεδομένων και η μετέπειτα επεξεργασία τους αλλά και η ανάλυση εξωτερικού περιβάλλοντος του αισθητήρα συλλογής δεδομένων purple air.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύθηκαν τα αποτελέσματα της συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων ελήφθησαν από το δίκτυο purple air και της ανάλυσης που ακολούθησε μέσω του στατιστικού προγράμματος EXCEL Microsoft Office. Η κατηγοριοποίηση των δεδομένων για τον κάθε σταθμό έγινε με βάση αρχικά την διακύμανση των συγκεντρώσεων ετησίως, μηνιαίως, ημερησίως και ωριαία για όλα τα έτη συνολικά αλλά και για κάθε έτος ξεχωριστά για το διάστημα (1/03/2019-1/03/2022).

Στο πέμπτο κεφάλαιο έγινε συζήτηση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των δεδομένων του τέταρτου κεφαλαίου και μέσω αυτής διατυπώθηκαν συμπεράσματα και προτάσεις που αφορούν την λήψη μέτρων βελτίωσης, παρακολούθησης και περαιτέρω ευαισθητοποίησης του κοινωνικού συνόλου σε θέματα που αφορούν την ποιότητα του αέρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

1.1 Ρύπανση του Περιβάλλοντος

Η ρύπανση του περιβάλλοντος ως φαινόμενο έχει τη ρίζα του ιστορικά εκατοντάδες αιώνες πριν. Εμφανίζεται ήδη από τις πρώτες φυλές στον κόσμο που αναγκαζόντουσαν να μετακινηθούν λόγω δυσσομίας που προερχόταν από τους ρύπους στην τριγύρω εκάστοτε περιοχή που ήταν είτε των ίδιων είτε άλλων τριγύρω φυλών ή ζώων. Όταν χρονικά ανακαλύφθηκε η φωτιά και ξεκίνησε συνειδητά η χρήση της από τον άνθρωπο σημειώθηκαν πλέον ρύποι εξαιτίας των αποτελεσμάτων της ατελούς καύσης στα πλαίσια των εσωτερικών χώρων εγκατάστασης. Η παρατήρηση αυτού του φαινομένου με τη σειρά του είχε ως επακόλουθο την εύρεση λύσης στην δημιουργία της εφεύρεσης της καμινάδας, ώστε να συμβάλλει στην απομάκρυνση αυτών των προϊόντων από τους εξωτερικούς χώρους. Το πρόβλημα των ρύπων ωστόσο δεν έπαψε να υφίσταται με την χρήση της καμινάδας, απεναντίας ενώ λύθηκε το θέμα με την ρύπανση στους εσωτερικούς χώρους, παρουσιάστηκε έντονη ρύπανση της ατμόσφαιρας σε βάθος της τριγύρω περιοχής, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο καπνώδη ατμόσφαιρα κυρίως στις πυκνοκατοικημένες περιοχές. Ο πρώτος που ασχολήθηκε με την αιτιώδη σχέση μεταξύ των επιδημικών φαινομένων και των καιρικών συνθηκών ήταν ο Ιπποκράτης, ευρέως γνωστός ως πατέρας της Ιατρικής, τον 4ο π.χ. και μάλιστα επισήμανε την υγιεινή της κάθε πόλης σύμφωνα με την γεωγραφική της τοποθεσία και το κλίμα αυτής τοπικές. Οι επισημάνσεις αυτές εν συνεχεία διερευνήθηκαν περαιτέρω από την Ιατρική σχολή της Αλεξάνδρειας τον 1ο π.χ. και συγκεκριμένα από τον Βιτρούβιο που εμβάθυνε στην αποτύπωση του ορθού προσανατολισμού των κτιρίων, δρόμων και πόλεων. Πέραν αυτών, αναφορά στο ζήτημα των καπνισμένων καμινάδων κάνει και ο φιλόσοφος Σενέκας στη Ρώμη το 61 μ.Χ. όπου για πρώτη φορά αναφέρθηκε η βρωμιά που δημιουργείται εξαιτίας της καύσης αυτών.

Συνεχίζοντας κάποιους αιώνες παρακάτω, φτάνοντας στον Μεσαίωνα το 1157 μ.Χ. εμφανίζεται η σύζυγος του Ερρίκου II, Βασιλιά της Αγγλίας Ερρίκου II, η οποία αναγκαστικά μετακινήθηκε στο Κάστρο του Νότιγχαμ εξαιτίας της ρύπανσης του αέρα, αποτέλεσμα της καύσης κάρβουνου. Ύστερα από 116 χρόνια στο Λονδίνο εκδόθηκε η απαγόρευση καύσης άνθρακα στις ασβεστοκάμινους και μάλιστα τα ποσοστά ρύπανσης της ατμόσφαιρας ήταν σε τόσο μεγάλο βαθμό που το 1661 εκδόθηκε ειδική οδηγία ώστε να ελέγχονται τα ποσοστά ρύπανσης από το Βασιλιά της Αγγλίας Κάρολο II. Οι κυριότερες βιομηχανίες την εποχή εκείνη πριν την βιομηχανική επανάσταση που μέσω της παραγωγής τους δημιουργούσαν ποσοστά αέριας ρύπανσης ήταν η κεραμοποιία, η συντήρηση ζωικών προϊόντων και η μεταλλουργία.

Στην εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, δηλαδή τον 18ο αιώνα, αυξήθηκε κατά κύριο λόγο η χρήση του κάρβουνου και έπειτα παράλληλα αλλά όχι με την ίδιο βαθμό η καύση του πετρελαίου. Οι καύσεις αυτές αποσκοπούσαν στην παραγωγή ενέργειας, ωστόσο δημιουργούσαν με την σειρά τους τεράστια περιβαλλοντικά προβλήματα εξαιτίας της παραγωγής προϊόντων καπνού και στάχτης. Η ύπαρξη αυτών των προϊόντων κατά το 19^ο αιώνα ως αποτελέσματα της καύσης κάρβουνου ή πετρελαίου στους σταθμούς παραγωγής ενέργειας, στους φούρνους, στους καυστήρες, στις οικιακές εστίες θέρμανσης, στα πλοία και στα τρένα αποτέλεσαν το κυριότερο ατμοσφαιρικό πρόβλημα ρύπανσης για τον τότε αιώνα. Στην Αγγλία του 19^{ου} αιώνα το πρόβλημα αυτό παρουσιαζόταν τόσο έντονα που κρίθηκε αναγκαία η επιβολή στρατηγικών ελέγχου της ρύπανσης, σύμφωνα με τα δεδομένα που ανακλήθηκαν μέσω της πρώτης Δράσης Δημόσιας Υγείας το 1848 και τις επόμενες το 1866 και 1875. Ταυτόχρονα στις Η.Π.Α. ακολουθήθηκε η επιβολή στρατηγικών αντίστοιχου ελέγχου των εκπομπών μαύρου καπνού το (1880) και είχε ως δέκτες ως επί τον πλείστον βιομηχανικές πηγές και μεταφορικές έναντι των οικιακών πηγές ρύπων.

Φτάνοντας στις αρχές του 20ου αιώνα (1900-1925) ως λογικό επακόλουθο προκύπτει ως κίνηση να αντικατασταθεί η ατμομηχανή με τον ηλεκτροκινητήρα, ο οποίος αναλαμβάνει την μεταφορά των εκπομπών καπνού και στάχτης που προκύπτει από τον καυστήρα του εργοστασίου με κατεύθυνση τον καυστήρα των σταθμών παραγωγής ενέργειας. Παράλληλα το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ολοένα και αυξανόταν, καθώς οι πόλεις και τα εργοστάσια πλήθαιναν. Την περίοδο εκείνη ο Dr. Henry Antoine Des Voeux σε συγκεκριμένο άρθρο του επισημάνει πως ο καθένας χωρίς να κατέχει απαραίτητα επιστημονικές γνώσεις, μπορεί κάλλιστα να αντιληφθεί την ύπαρξη καπνώδης ομίχλης κυρίως σε πλήθος μεγάλων πόλεων. Στο άρθρο του με όνομα “Fog and Smoke” (1905) ονομάτισε αυτό το φαινόμενο ως “Smog” (Καπνομίχλη) από τον σύνδεση των λέξεων “Smoke + Fog”, έβγαλε αυτήν ως σύμπτυξη. Σημαντική κίνηση για εκείνη την περίοδο (1900-1925) ήταν επίσης η χρήση του άνθρακα έναντι του πετρελαίου σε διάφορες περιπτώσεις με την ταυτόχρονη αύξηση των αμαξιών.

Το διάστημα (1925-1950), παρατηρούνται μεγάλα ποσοστά συγκέντρωσης ρύπανσης της ατμόσφαιρας που είχαν σοβαρές επιπτώσεις, συγκεκριμένα στο Meuse Valley του Βέλγιου το 1930 με 63 νεκρούς, στην Donora Pennsylvania των ΗΠΑ το 1948 με 20 νεκρούς και στο Poza Rica του Μεξικού το 1950 ενώ εμφανίστηκε στο Los Angeles της Καλιφόρνιας (1940) και το φωτοχημικό νέφος που τότε ξεκίνησε και η εντατική επιστημονική προσέγγιση σε ανάλογα θέματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Παρακάτω θα εισαχθούν ως πληροφορία υπό τη μορφή πίνακα κι άλλα σημαντικά επεισόδια υψηλού ποσοστού συγκέντρωσης παραγόντων ατμοσφαιρικής ρύπανσης με δραστικές επιπτώσεις στην υγεία των ατόμων. Την χρονική περίοδο μεταξύ 1925-1950 ριζικές αλλαγές σημειώθηκαν ως προς την αντικατάσταση του άνθρακα και πετρελαίου μέσω της εγκατάστασης αγωγών φυσικού αερίου στην εφαρμογή τους στα πλαίσια της οικιακής θέρμανσης παρουσιάζοντας θετικά αποτελέσματα σχετικά με την ποιότητα του αέρα. Επιπλέον ακόμη μία παραδειγματική αλλαγή ήταν η αύξηση χρήσης του φυσικού αερίου έναντι της χρήσης μαύρου καπνού στις περιοχές του Pittsburgh και St. Louis των ΗΠΑ.

Πίνακας 1.1: Σημαντικά επεισόδια υψηλού ποσοστού συγκέντρωσης παραγόντων ατμοσφαιρικής ρύπανσης με δραστικές επιπτώσεις στην υγεία των ατόμων (πηγή: Ιωάννης Γεντεκάκης, 1999).

Χρονολογία	Τοποθεσία	Προκαλούμενοι θάνατοι	Ασθενήσαντες
Δεκέμβρης, 1930	Βέλγιο (Meuse Valley)	63	6000
Οκτώβρης, 1948	Donora, Pa	20	6000
26-30 Νοεμ., 1948	Λονδίνο	700-800	δεν υπάρχουν στοιχεία
21 Νοεμ., 1950	Μεξικό (Poza Rica)	22	320
5-9 Δεκ., 1952	Λονδίνο	4000	δεν υπάρχουν στοιχεία
Νοέμβρης, 1953	Νέα Υόρκη, πολιτεία	δεν υπάρχουν στοιχεία	δεν υπάρχουν στοιχεία
3-6 Ιαν., 1956	Λονδίνο	1000	δεν υπάρχουν στοιχεία
5-10 Δεκ., 1957	Λονδίνο	700-800	δεν υπάρχουν στοιχεία
26-31 Ιαν., 1959	Λονδίνο	200-250	δεν υπάρχουν στοιχεία
5-10 Δεκ., 1962	Λονδίνο	700	δεν υπάρχουν στοιχεία
7-22 Ιαν., 1963	Λονδίνο	700	δεν υπάρχουν στοιχεία
9 Ιαν.-12 Φεβ., 1963	Νέα Υόρκη, πολιτεία	200-400	δεν υπάρχουν στοιχεία
23-25 Νοεμ., 1966	Νέα Υόρκη, πολιτεία	δεν υπάρχουν στοιχεία	δεν υπάρχουν στοιχεία
24-30 Νοεμ., 1966	Νέα Υόρκη, Πόλη	168	δεν υπάρχουν στοιχεία

Συνεχίζοντας με χαρακτηριστικά βλαβερά επεισόδια που σημειώθηκαν χρονικά κατά το διάστημα (1950-1980), αξίζει να αναφερθεί ένα κρίσιμο επεισόδιο καπνομίχλης που εμφανίστηκε στο Λονδίνο το 1952 και είχε πολύ σοβαρές συνέπειες σημειώνοντας 4000 νεκρούς. Το επεισόδιο αυτό παρουσίασε αυξημένα επίπεδα SO₂ αλλά και άλλων σωματιδίων παράλληλα με την ύπαρξη πυκνής χαμηλής ομίχλης υπό το πρίσμα θερμοκρασιακή αναστροφής σε ισχυρά και χαμηλά επίπεδα. Δεύτερο κρίσιμο επεισόδιο καπνομίχλης επίσης στο Λονδίνο εντοπίστηκε το 1962 με 700 νεκρούς. Ως εκ τούτου αποφασίστηκε από την Αγγλία να ενσωματωθεί η δράση “Clean Air Act”

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις
ώστε να μειωθούν οι εκπομπές ρύπων που δημιουργούν τόσο σοβαρά επεισόδια. Την περίοδο του 1950-1980 σχεδόν όλες οι χώρες της Ευρώπης μαζί με Ιαπωνία, Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία είχαν έρθει σε επαφή σε μεγάλες πόλεις τους με περιστατικά σημαντικών επεισοδίων ατμοσφαιρικής ρύπανσης που είχαν ακραίες επιπτώσεις στην υγεία ανθρώπων, ως λογικό επακόλουθο ανέλαβαν δράση μέσω της ίδρυσης εθνικής νομοθεσίας που θα ελέγχει την αέρια ρύπανση. Είναι άξιο αναφοράς πως η αύξηση των αμαξιών συνεχίζει ακάθεκτα και αυτήν την χρονική περίοδο.

Κατά το 1950-1980 στην Αμερική και Ευρώπη παρουσιάστηκε ραγδαία αύξηση στην επιστημονική και τεχνολογική μέριμνα των ερευνητών σχετικά με το θέμα της αέριας ρύπανσης. Η τεχνολογική έρευνα είχε ως επίκεντρο την ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται από τα αμάξια και πως αυτή μπορεί να ελεγχθεί και να μειωθεί, την προκαλούμενη ρύπανση από το SO₂ και την ρύθμιση αυτής μέσω αποθείωσης καυσίμων και τέλος την διαχείριση παραγωγής των NO_x που είναι αποτελέσματα διαδικασιών καύσης. Η επιστημονική μέριμνα των ερευνητών απασχολούνταν με την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων και οργάνων για την μέτρηση διαφόρων χημικών στοιχείων, ενώ παράλληλα είχε ξεκινήσει η εγκαθίδρυση των πρώτων μονάδων που θα παρακολουθούσαν και θα μετρούσαν την ποιότητα του αέρα της ατμόσφαιρας.

Το 1980 γίνεται αντιληπτή η ευρεία επίδραση του προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που εμφανίζεται πέραν της τοπικής δράσης σε επίπεδο περιφερειακής έως ημισφαιρικής και παγκόσμιας κλίμακας. Αυτό προκαλεί αύξηση του ενδιαφέροντος των ερευνητών ως προς την περαιτέρω διερεύνηση του φαινομένου του θερμοκηπίου εξαιτίας CO₂ και των άλλων θερμοκηπικών αερίων με μεγάλη διάρκεια ζωής, την καταστροφή όζοντος στην στρατόσφαιρα εξαιτίας της ύπαρξης αλογονούχων ενώσεων και την διακρατική, περιφερειακή και διηπειρωτική μεταφορά των αέριων ρύπων όπως την αύξηση του υποβάθρου τροποσφαιρικού όζοντος σε ημισφαιρική κλίμακα και την όξινη βροχή. Την εποχή αυτήν χρονικά τοποθετείται και η προσέγγιση Οργανισμών και Κυβερνήσεων σχετικά με την ορθή οικολογική και περιβαλλοντική δράση των κρατών και έγινε παγκόσμια συμφωνία μεταξύ των κρατών δια υπογραφών για πρώτη φορά. Παραδείγματα τέτοιας συμφωνίας είναι το Πρωτόκολλο του Κιότο που σχετίζεται με τον τρόπο δράσης αντιμετώπισης της ανάπτυξης του φαινομένου του θερμοκηπίου αλλά και το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ για την δράση αντιμετώπισης της αύξησης καταστροφής του στρατοσφαιρικού όζοντος.

Εν κατακλείδι ως ρύπανση του περιβάλλοντος καλείται η εισχώρηση κάθε μικροοργανισμού ή ενέργειας (θερμότητα, ραδιενεργά απόβλητα, ηχορύπανση) στην ατμόσφαιρα ταχύτερα από όσα αυτή μπορεί να ενσωματώσει, με αποτέλεσμα να υπάρχουν προβλήματα σε κάθε έμβιο μηχανισμό, στο οικοσύστημα, σε κατασκευαστικές εργασίες καθιστώντας το περιβάλλον ενοχλητικό για κάθε χρήση του. Η ενσωμάτωση των ρυπαντών στο περιβάλλον γίνεται μέσω της διάσπασης των βλαβερών ουσιών σε ανόργανα υλικά, με ανακύκλωση και αποθήκευση τους υπό ασφαλή μορφή (Μπεργελές 2005).

1.2 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Ατμοσφαιρική ρύπανση ονομάζεται η παρατεταμένη εμφάνιση ρύπων που ενέχουν μεγάλη διάρκεια παραμονής και ποσότητας στην ατμόσφαιρα, αλλάζοντας την δομή και τα χαρακτηριστικά αυτής με αποτέλεσμα να προκαλούνται προβλήματα στην υγεία και στο περιβάλλον, και συνάμα η βιωσιμότητα σε αυτό να κρίνεται ακατάλληλη για οποιαδήποτε μορφή ζωής.

Πολλά από τα προβλήματα που προκαλεί η ατμοσφαιρική ρύπανση στην υγεία είναι κυρίως αναπνευστικά. Επιπλέον μπορούν να εμφανιστούν είτε ερεθισμοί στα μάτια είτε πολλά τοξικολογικά προβλήματα που είναι δυνατόν να οδηγήσουν ακόμη και σε θάνατο. Μεγάλη μερίδα

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις
του προβλήματος αυτού ωστόσο αποτελεί και η ρύπανση του αέρα στο κλίμα όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η όξινη βροχή και η τρύπα του όζοντος.

Αίτια αυτής της ολοένα και αυξανόμενης ρύπανσης αποτελούν η αύξηση του πληθυσμού σε παγκόσμιο επίπεδο, η συνάθροιση τους σε μεγάλες πόλεις και το ποσοστό ενέργειας που καταναλώνεται από κάθε κάτοικο. (Γεντεκάκης, I, 2010)

Ρυπαντές ονομάζονται οι ύλες (αέριες, στερεές, υγρές) οι οποίες διαχέονται στην ατμόσφαιρα μέσω ανθρώπινων δραστηριοτήτων ή αλληλενέργειας αυτών με το οικοσύστημα. Οι ύλες αυτές έχουν αρνητική επίπτωση στην υγεία και την ευζωία του ανθρώπου αλλά και σε κάθε έμβιο ων.

Οι κατηγορίες ρυπαντών είναι οι εξής: οι πρωτογενείς και οι δευτερογενείς ρυπαντές. Στη πρώτη κατηγορία κατάγονται αυτοί που εκπέμπονται απευθείας από τους ανθρώπους. Στην δεύτερη κατηγορία κατατάσσονται οι ρυπαντές οι οποίοι είναι αποτέλεσμα των πρωτογενών ύστερα από την αλληλεπίδραση τους με το οικολογικό σύστημα (Τριανταφύλλου, Α.Γ., 2017).

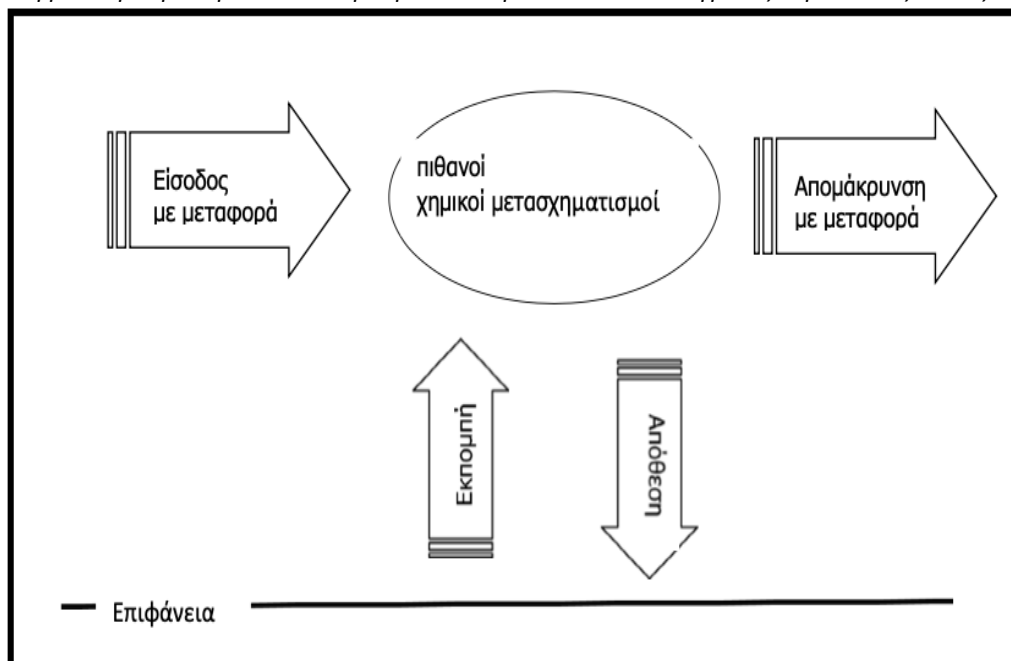
Με την χρήση του όρου ρύπανση της ατμόσφαιρας, δίνεται ο χαρακτηρισμός της περιεκτικότητας του αέρα σε ουσίες είτε στερεές είτε υγρές ή αέριες σε μία ενδεικτική ποσότητα που με την σειρά της μπορεί να είναι επιβλαβής για την ανθρώπινη υγεία και να οδηγήσει σε πιθανές ενοχλήσεις του ανοσοποιητικού συστήματος. Αυτό ως συμβάν διαταράσσει σε μεγάλο βαθμό την οικολογική ισορροπία της γης είτε σε μικρή αλλά είτε και σε μεγάλη γεωγραφική κλίμακα.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλείται από ορισμένους παράγοντες που ονομάζονται ατμοσφαιρικοί ρύποι. Τέτοιοι παράγοντες μπορούν να είναι χημικές ουσίες, συγκεκριμένα όπως διάφορα σωματίδια, αέρια, βιολογικά υλικά, υψηλόσυχνες ακτινοβολίες ή άλλης μορφής παράγοντες ενέργειας όπως θόρυβος ή θερμότητα.

Ο βαθμός στον οποίο κάποιος ρύπος μπορεί να θεωρηθεί επικίνδυνος κρίνεται μέσω του ρυθμού εισροής αυτού σε ένα οικοσύστημα αλλά και του ρυθμού που αυτό απομακρύνεται από εκεί. Ρύποι χαμηλής περιεκτικότητας μπορούν κάλλιστα να προκαλέσουν σοβαρές επιπτώσεις σε ένα οικοσύστημα αν βρίσκονται σε μεγάλο ποσοστό συγκεντρωμένοι εκεί. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας του χαμηλού αριθμού απομάκρυνσης του έναντι της εισροής του.

Οι ρύποι σε ένα οικοσύστημα μπορούν να εισαχθούν μέσω εκπομπής τους από στατικές πηγές είτε μόνιμα είτε περιστασιακά. Τέτοια παραδείγματα μπορούν να αποτελέσουν οι βιομηχανικές περιοχές ή οι πυρκαγιές σε δασικές περιοχές. Η εισαγωγή όμως των ρύπων μπορεί να επιτευχθεί είτε μέσω κινητών πηγών, όπως διάφορων οχημάτων μεταφοράς σε στεριά ή θάλασσα ή αέρα. Επιπλέον εισάγονται και με την μεταφορά δια πηγών που είναι τοποθετημένες σε μεγαλύτερη απόσταση από το υπάρχον κάθε φορά οικοσύστημα (Lagzi I. et al., 2013).

Πέραν της εισαγωγής των ρύπων, σημαντική είναι και η αναφορά του τρόπου απομάκρυνσης τους. Ειδικότερα αυτό γίνεται εφικτό μέσω της απόθεσης, ξηρής ή υγρής στην επιφάνεια της γής ή μέσω μεταφοράς σε άλλη περιοχή ή μέσω αδρανοποίησης τους προκαλούμενης από τον χημικό μετασχηματισμό τους. Ο χρόνος παραμονής του κάθε ρύπου στην ατμόσφαιρα του κάθε οικοσυστήματος βασίζεται στο μέγεθος αυτού, στις χημικές δραστηριότητες του και στις φυσικές ιδιότητες του συνδυαστικά πάντα με τις κλιματικές συνθήκες του εκάστοτε οικοσυστήματος και την μορφολογία του εδάφους του (Penard –Morand C., & Annesi – Maesano I., 2004).



Σχήμα 1.1: Σχηματική απεικόνιση του κύκλου ζωής ρύπων στην ατμόσφαιρα (Τροποποίηση από Ζιώμας Γ., 2007 και από Lagzi I. et al., 2013).

Μεγάλου μεγέθους ρύποι ή και μικρότεροι που εμφανίζουν εύκολη συσσωμάτωση ώστε να σχηματίσουν ρύπους μεγαλύτερους παρουσιάζουν ευκολότερη απομάκρυνση δια της ξηρής απόθεσης στο έδαφος μέσω καθίζησης εξαιτίας της βαρύτητας. Ρύποι μικρότερου μεγέθους απομακρύνονται ευκολότερα δια μεταφοράς μέσω του ανέμου. Η ύπαρξη ρύπων με χαρακτηριστικά υψηλής διαλυτότητας στο νερό, δίνει την δυνατότητα εύκολης απομάκρυνσης τους δια μέσω υγρής απόθεσης τους στο έδαφος. Για τους χημικά δραστικούς ρύπους υπάρχουν διάφορες δυνατότητες απομάκρυνσης. Μπορούν να απομακρυνθούν μέσω μετατροπής τους σε αβλαβείς ή αδρανείς ουσίες. Επιπλέον μέσω μετατροπής σε άλλες ουσίες οι οποίες είτε εμφανίζουν ίδια τοξικότητα με αυτά είτε μεγαλύτερη αλλά και εμφάνιση γενικότερων αρνητικών επιπτώσεων στο κάθε οικοσύστημα σε μακροπρόθεσμο ή βραχυπρόθεσμο βαθμό (Ζιώμας Γ., 2007).

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι ταξινομούνται βάση της προέλευσης τους, δηλαδή βάση της πηγής ρύπανσης τους. Συγκεκριμένα αλληλουχία εργασιών σε υδάτινα και χερσαία οικοσυστήματα αλλά και στον φλοιό της γης, προκαλούν ατμοσφαιρικούς ρύπους. Αυτοί αφού προκληθούν από φυσικές διεργασίες, δηλαδή πηγές, αρχίζουν την διασπορά και τον διαμοιρασμό τους μεταξύ της ατμόσφαιρας, βιόσφαιρας, υδρόσφαιρας, λιθόσφαιρας, που μπορούν να αποτελέσουν είτε πηγές διάφορων ατμοσφαιρικών ρύπων είτε καταβόθρες, πεδία δηλαδή απόθεσης αυτών (Lagzi I. et al., 2013).

Οι ανθρωπογενείς ρύποι προκαλούνται από πηγές που προκαλούνται εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας. Πηγές τέτοιας δραστηριότητας αποτελούν οι βιομηχανικές κυρίως δράσεις που αποσκοπούν στην παραγωγή πλήθους βιομηχανικών προϊόντων ή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά ταυτόχρονα και η διαχείριση απορριμμάτων, η μεταφορά μέσω θαλάσσης, στεριάς ή και ανέμου.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω σοβαρά επεισόδια αέριας ρύπανσης είναι πιθανόν να εμφανιστούν όταν αυξάνεται ο βαθμός των εκπομπών ή όταν εμφανίζονται σοβαρά δυσμενή μετεωρολογικά φαινόμενα ή εξαιτίας της συνδυαστικής ύπαρξης όλων αυτών των παραγόντων. Υπό συγκεκριμένες συνθήκες η αέρια ρύπανση είναι δυνατόν να εμφανίσει επίπεδα ικανά να προκαλέσουν με απρόσμενο τρόπο δυσβάσταχτες συνθήκες διαβίωσης. Σε τέτοια περιστατικά είναι σύνηθες να χρησιμοποιείται η έκφραση ότι έχουμε «Νέφος».

Στην αρχή κυριότερος τύπος ρύπου ήταν η καπνομίχλη, καθώς προέρχεται από την βασική πηγή ρύπανσης, την καύση του κάρβουνου. Τα προϊόντα καύσης που παράγονται και αποτελούν επίσης ρύπους είναι ο καπνός και το διοξείδιο του θείου.

Με τα σημερινά δεδομένα της βιομηχανικής ανάπτυξης, σε περιπτώσεις όταν επικρατούν υψηλών επιπέδων ρύπανσης συνηθίζεται να χρησιμοποιείται η έκφραση πως έχουμε νέφος αιθαλομίχλης. Αυτή δημιουργείται εντελώς υπό την κατανάλωση καύσιμων ορυκτών υλών, συγκεκριμένα του πετρελαίου και του άνθρακα, που παρουσιάζονται σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας αλλά και σε χυτήρια, καθώς αποτελούν στάσιμες πηγές. Επιπλέον απαρτίζεται από αυξημένη συγκέντρωση ρύπων, όπως τυχόν αιωρούμενα σωματίδια, μονοξειδίο του άνθρακα και διοξείδιο του θείου, συνδυασμένα με την ύπαρξη μειωμένης θερμοκρασίας και αυξημένης σχετικά υγρασίας. Ο συνδυασμός μονοξειδίου του άνθρακα, καπνού και διοξειδίου του θείου που αντιδρούν με υδρατμούς και δίνουν ως αποτέλεσμα θειικό οξύ συντελούν στην εμφάνιση του νέφους.

Μια μορφή αέριας ρύπανσης που συναντάται κυρίως σε μεγάλες πόλεις είναι το φωτοχημικό νέφος. Η εμφάνιση του συνδέεται με την ύπαρξη υψηλών θερμοκρασιών, αυξημένης ηλιοφάνειας, μειωμένης σχετικά υγρασίας και αυξημένης συγκέντρωσης των κύριων συστατικών του όπως οξείδια του αζώτου, μονοξειδίου του άνθρακα, υδρογονανθράκων, δευτερογενών προϊόντων και όζοντος.

Οι κυριότερες φυσικές πηγές ρύπων είναι τα ηφαίστεια (κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, διοξείδιο του θείου, υδρόθειο και μεθάνιο), οι πυρκαγιές των δασών (κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, μονοξειδίο και διοξείδιο του άνθρακα), οι ωκεανοί και γενικότερα οι θαλάσσιες εκτάσεις (κυρίως χλωριούχο νάτριο και θειικά άλατα), η βιολογική αποσύνθεση των φυτών και των ζώων (κυρίως υδρογονάνθρακες, αμμωνία και υδρόθειο), η αποσάθρωση του εδάφους (αιωρούμενα σωματίδια), τα φυτά και τα δέντρα (κυρίως υδρογονάνθρακες).

Οι ανθρωπογενείς πηγές χωρίζονται σε έξι κατηγορίες. Συγκεκριμένα σε βιομηχανικές πηγές (καύσεις, επεξεργασία), παραγωγή και μεταφορά ενέργειας, μεταφορές (μηχανοκίνητα οχήματα, πλοία και αεροσκάφη), κεντρική θέρμανση, εναπόθεση αποβλήτων και αναθυμιάσεις (χρώματα, σπρέι μαλλιών, βερνίκι, σπρέι αεροζόλ και άλλοι διαλύτες) (Lagzi I. et al., 2013).

Εν αντιθέσει με την κοινή γνώμη, ο μεγαλύτερος αριθμός των παραγόμενων αέριων ρυπαντών προέρχονται κυρίως από φυσικές πηγές. Ως φυσικές πηγές ορίζονται οι πηγές εκπομπών αέριων ρύπων που δεν είναι αποτελέσματα ανθρώπινης δραστηριότητας. Πάραυτα οι εκπομπές προερχόμενες από ανθρωπογενείς πηγές ευθύνονται πρωτίστως για την ύπαρξη των μεγάλων περιβαλλοντικών προβλημάτων της ατμόσφαιρας. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αντιστροφής της φυσικής ισορροπίας αλλά ταυτόχρονα και της μεγάλης πυκνότητας των εκπομπών προερχόμενων από ανθρωπογενείς εκπομπές, που τείνουν να παρουσιάζονται σε μικρές γεωγραφικές περιοχές, κυρίως βιομηχανικές ζώνες και αστικές περιοχές. Απεναντίας, η ορθή διασπορά των φυσικών πηγών στην υφήλιο παρέχει τα καλύτερα αποτελέσματα ανάμιξης των ρύπων σε συνδυασμό με καθαρό αέρα. Επομένως, με συγκεκριμένες λίγες εξαιρέσεις, οι εκπομπές αέριων ρύπων προερχόμενων από φυσικές πηγές μεμονωμένες δεν προκαλούν υψηλές συγκεντρώσεις (Ζάνης Π., 2014).

Με την έννοια ρύπος περιγράφεται η οποιαδήποτε ποσότητα που μπορεί να διοχετευθεί έμμεσα ή άμεσα στην ατμόσφαιρα και σε ποσοστό ανάλογο ώστε να αλλοιώσουν τη δομή, σύσταση ή και τα χαρακτηριστικά αυτής. Αυτοί μπαίνουν σε αντίστοιχες κατηγορίες σύμφωνα με την φυσική κατάσταση στην οποία βρίσκονται. Συγκεκριμένα κατηγοριοποιούνται σε αέριους ρύπους, με σημαντικότερους τους οι CO, NOx, SO₂, O₃, HxCx. Επιπλέον σε σωματίδια που και αυτά τα ίδια μπαίνουν σε ομάδες αντίστοιχα ανάλογα με το μέγεθος τους. Οι ομάδες αυτές συνοψίζονται σε αιωρούμενα σωματίδια, σκόνες αλλά και σε επιμέρους κατηγορίες σύμφωνα με την χημική τους σύσταση. Ταυτόχρονα μπαίνουν σε κατηγορίες σύμφωνα και με τον τρόπο

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις
παραγωγής τους. Χωρίζονται δηλαδή σε πρωτογενείς και δευτερογενείς ρύπους. Στους πρωτογενείς ρύπους ανήκουν οι ρύποι που εκπέμπονται απευθείας από την πηγή στην ατμόσφαιρα (π.χ. CO₂, SO₂, καπνός κ.α.), ενώ στους δευτερογενείς ανήκουν όσοι αυτοί που προέρχονται από την ατμόσφαιρα μέσω σχηματισμού των πρωτογενών ρύπων με χημικές αντιδράσεις αλλά και με φυσικά συστατικά της ατμοσφαιράς που δράνε καταλυτικά ως προς την ακτινοβολία της θερμοκρασίας ή υγρασίας (O₃, οξειδούμενοι υδρογονάνθρακες, κ.α.)

Ο τρόπος μέτρησης των συγκεντρώσεων των ρύπων στην ατμόσφαιρα γίνεται με την μονάδα μg/m³, που είναι ισοδύναμη με τη μάζα του ρυπαντή ανά κυβικό μετρό του όγκου εμφάνισης αέρα και καυσαερίου. Κάποιες φορές η μέτρηση υπολογίζεται σε ppmv, που αφορά τον όγκο του ρυπαντή ανά 10⁶ ποσοστού όγκου του αέρα, γίνεται αναφορά σε αυτή την περίπτωση περί ποσοστών όγκου. Ο τρόπος μετατροπής του ένα συστήματος μέτρησης προς το άλλο είναι 1ppmv = 1m³ ρυπαντή / (10⁶m³ αέρα). Ειδικότερα, η 1m³ ρυπαντή έχει μάζα ρ106mg, το ρ αντιπροσωπεύει το βαθμό πυκνότητας του ρυπαντή σε kg/m³, σε περιστατικά θερμοκρασίας T και πίεσης P (Μπεργελές, 2005).

Οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι που προκαλούν πλήθος βιολογικών επιπτώσεων είναι το μονοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και πτητικές οργανικές ενώσεις-Volatile Organic Compounds (VOCS), οξείδια του αζώτου, φωτοχημικά οξειδωτικά, ενώσεις θείου, αιωρούμενα σωματίδια και άλλοι ρυπογόνοι παράγοντες.

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο, που διαλύεται ελάχιστα στο νερό και είναι αρκετά αναφλέξιμο. Αποτελεί έναν από τους ρύπους που παράγονται σε αρκετά μεγάλο βαθμό και μαζικά. Είναι προϊόν αποτελέσματος των ατελών καύσεων των υδρογονανθράκων. Βασική πηγή της εκπομπής αυτού σε ποσοστό 70% αποτελούν τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Αποτέλεσμα αυτού του παράγοντα είναι η εμφάνιση μεγάλων συγκεντρώσεων CO σε ειδικούς χώρους στάθμευσης ή παράπλευρα των δρόμων σε περίοδο αυξημένης κυκλοφορίας. Τον χειμώνα παρατηρείται ιδιαίτερη αύξηση των επιπέδων CO έναντι του καλοκαιριού λόγω της ατελέστερης καύσης χαμηλών θερμοκρασιών που λειτουργούνται από κινητήρες εσωτερικής καύσης. Εξαιτίας της χαμηλής ταχύτητας που διαχέονται, παρατηρούνται αντιξοότητες στην περιοχή εκπομπής. Το CO εμφανίζεται και δια μέσω φυσικών πηγών όπως για παράδειγμα οι πυρκαγιές και τα ηφαιίστεια (Ζάνης Π., 2014).

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) μπορεί να μην θεωρείται άμεσα τοξικό αλλά ανήκει στα τεχνολογικά απόβλητα ευρείας κλίμακας. Μπορεί να προκαλέσει έμμεσα αρνητικά την πορεία εξέλιξης του πλανήτη. Η αρνητική επίδραση της εκπομπής του γίνεται αντιληπτή μακροπρόθεσμα. Ειδικότερα, μια ανάλυση της εκπομπής CO₂ ενός έτους κατέδειξε την εκπομπή σε βαθμό των 10¹³ τόνων ως αποτέλεσμα των διεργασιών βιολογικής αποσύνθεσης, τα οποία διενεργούνται αρχικά μέσω της παραγωγής μεθανίου. Ταυτόχρονα στο ποσοστό αυτό συμβάλλουν και οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες σε βαθμό που ανέρχεται το ποσό των 10¹⁰ τόνων (Lagzi I. et al., 2013).

Το μεθάνιο ως επί τον πλείστον είναι αποτέλεσμα παραγωγής φυσικών πηγών. Μεγάλες ποσότητες CH₄ προκαλούνται από την αποικοδόμηση νεκρής οργανικής ύλης από τα βακτήρια και το πεπτικό σύστημα των μηρυκαστικών ζώων. Το μεθάνιο βρίσκεται για σημαντικό χρονικό διάστημα στην ατμόσφαιρα και εξαιτίας της απορρόφησης της υπέρυθρης περιοχής του φάσματος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, χαρακτηρίζεται ως μακροχρόνιο θερμοκήπιο αέριο (LLGHG). Πέραν της ικανότητας του αυτής σε ποσοστό 25% επιπλέον του διοξειδίου του άνθρακα, αυτό συμβάλει σε μικρότερο ποσοστό στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου συγκριτικά με CO₂ λόγω της μικρής συγκέντρωσης του στην ατμόσφαιρα (Ζιώμας Γ., 2007). Ανήκει στους υδρογονάνθρακες, που περιλαμβάνονται όλες οι ενώσεις αποτελούμενες από υδρογόνο και

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις
άνθρακα, εκτός από τα οξείδια του άνθρακα, τα καρβίδια και τα ανθρακικά άλατα. Το μεθάνιο δεν αποτελεί μέρος φωτοχημικών αντιδράσεων, εξαιτίας αυτού διαχωρίζεται έναντι των άλλων. Οι υδρογονάνθρακες της ατμοσφαιράς χωρίζονται δηλαδή στο μεθάνιο και στους υπόλοιπους υδρογονάνθρακες, δηλαδή τις πτητικές οργανικές ενώσεις που είναι και γνωστές ως Volatile Organic Compounds (VOCS).

Τα VOCS αποτελούν τις πτητικές οργανικές ενώσεις που κατά την είσοδο τους στην ατμόσφαιρα μπορούν να παραμένουν για όσο χρονικό διάστημα χρειαστεί ώστε να συμμετέχουν σε φωτοχημικές αντιδράσεις. Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ) είναι συνήθως προϊόντα αποτελέσματος της πυρόλυσης οργανικών υλών και γι' αυτό εντοπίζονται σε ευρύτερο βαθμό στο ανθρώπινο περιβάλλον. Απελευθερώνονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων, την καταλυτική διάσπαση του πετρελαίου, από ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς που λειτουργούν με καύση μαζούτ, την παραγωγή κτλ. (Penard – Morand C., & Annesi – Maesano I., 2004).

Με τον όρο οξείδια του αζώτου ονομάζονται η πληθώρα των οξειδίων του αζώτου (NOX) προερχόμενες από τις καύσεις υψηλών θερμοκρασιών, παρά την υπόσταση παράλληλα και φυσικών πηγών (μικροβιακών οργανισμών) που αποφέρουν οξείδια και άλλες ενώσεις αζώτου. Τα σημαντικότερα οξείδια στην ατμόσφαιρα είναι το μονοξείδιο του αζώτου NO και το διοξείδιο του αζώτου NO₂. Το NO είναι πρωτογενής ρύπος και κατά παράγεται κατά τις καύσεις ορυκτών καυσίμων σε κεντρικές θερμάνσεις κατοικιών και στα μεταφορικά μέσα. Ευνοείται κατά την ύπαρξη αυξημένων θερμοκρασιών, εξού και οι κυριότερες πηγές του αποτελούνται από μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων, που ενέχουν οι αυξημένες θερμοκρασίες (Ζιώμας Γ., 2007). Το NO₂ αποτελεί δευτερογενή ρύπο που παράγεται από την οξείδωση του NO. Είναι αέριο χρώματος καφέ με ιδιαίτερη οσμή. Όταν βρίσκεται σε μεγάλη συγκέντρωση μπορεί να προκαλέσει σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα. Η συμβολή του στην διαμόρφωση του τροποσφαιρικού όζοντος είναι κρίσιμη και οδηγεί στην μετατροπή του σε νιτρικό οξύ που αποτελεί συστατικό της όξινης βροχής (Ζάνης Π., 2014).

Τα φωτοχημικά οξειδωτικά είναι αποτέλεσμα σειράς πολύπλοκων ατμοσφαιρικών αντιδράσεων που ενεργοποιούνται όταν ενεργές οργανικές ουσίες και οξείδια του αζώτου (NOX) βρίσκονται σε μεγάλο ποσοστό στην ατμόσφαιρα και εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία. Αποτέλεσμα των αντιδράσεων αυτών είναι ο σχηματισμός διαφόρων δευτερογενών ουσιών, όπως τα οξείδια, όζον και νιτρικά υπεροξυακτύλια.

Από τις πιο καταστροφικές ομάδες ατμοσφαιρικών ρύπων θεωρούνται αυτές που σχετίζονται με το άτομο του θείου. Στην κατηγορία αυτή εμπεριέχονται τα οξείδια του θείου, το H₂S και ποσοστό άλλων ενώσεων που έχουν κατά βάση δυσσομία. Η πιο συνήθης πρωτογενής πηγή εκπομπής αυτής της κατηγορίας είναι το διοξείδιο του θείου (SO₂). Οι βιομηχανίες που ασχολούνται με την μεταλλουργία παράγουν διοξείδιο του θείου κατά την φρύξη των ορυκτών που συνηθίζεται να απαρτίζουν σουφλίδια μετάλλων. Το διοξείδιο του θείου SO₂ αντιδράει στην ατμόσφαιρα ώστε να δημιουργηθεί SO₃ που παρουσιάζει αυξημένη δραστηριότητα με τους υδρατμούς και ως αποτέλεσμα αυτού σχηματίζεται ομίχλη (αεροζόλ) θειικού οξέος, που κατέχει τοξικές ιδιότητες άρρηκτα συνδεδεμένες με το μέγεθος των σωματιδίων αυτής (Lagzi I. et al., 2013).

Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι διάφορα υλικά στερεής ή υγρής φάσης που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλης διάρκειας χρονικά διαστήματα. Όταν εντοπίζονται σε υψηλά επίπεδα είναι εφικτό να αλλάξουν το χρώμα του ουρανού, λόγω σκέδασης, από μπλε σε γκριζό ή λευκό. Η

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις
προέλευση τους είναι από ερήμους όπως η Σαχάρα και η Σαχελιανή ζώνη, γι' αυτό έχουν καφεκόκκινη απόχρωση.

Υπάρχουν και άλλοι ρυπογόνοι παράγοντες που τους τραβάνε οι ανθρώπινες δραστηριότητες προς το μέρος της ατμόσφαιρας και με τη σειρά τους τη ρυπαίνουν. Το αυξημένο ποσοστό εκτός ορίων ρύπανσης που παρουσιάζεται δια της επίδρασης αυτών μπορεί να εμφανίσει επικινδυνότητα. Σχεδόν όλα τα στοιχεία είτε είναι μέταλλα είτε αμέταλλα όταν συγκεντρώνονται σε υπέρμετρο βαθμό σε έναν οργανισμό έχουν αρνητικές επιδράσεις σε αυτόν. Με την χρήση του όρου βαριά μέταλλα γίνεται αναφορά στα τοξικά μέταλλα τα αναφέρουμε χωρίς κάποια ουσιαστική χρήση του όρου, αντιθέτως εξαιτίας της κατηγοριοποίησης των πρώτων μετάλλων σε τοξικά όπως ο υδράργυρος, ο μόλυβδος κλπ., που συγκαταλέγονται στα βαριά. Η επίδραση, επιπτώσεις αυτών δρουν κυρίως δια της αναπνευστικής οδού.

Για την μέτρηση της ηλικίας των ρύπων, είναι αναγκαία η χρήση του χρόνου ημιζωής αυτών (half-time), χρειάζεται η γνώση δηλαδή του χρόνου που απαιτείται ώστε η μισή ποσότητα του ρύπου να εξαλειφθεί. Το θετικό είναι πως πλήθος ρύπων κατέχουν μικρό χρόνο ημιζωής σε βαθμό ημερών έναντι δεκαετιών και με αυτό τον τρόπο αποτρέπεται το να συσσωρευτούν στον αέρα. Κάποια αέρια εμφανίζουν τάση συσσώρευσης τους στην ατμόσφαιρα, γεγονός που προκαλεί την αύξηση συγκέντρωσης τους στην ατμόσφαιρα ανά τον χρόνο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), παράλληλα πέραν αυτού το εμφανίζουν και άλλα αέρια που οδηγούν στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής όπως παραδείγματος χάριν το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), το μεθάνιο (CH₄), οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs), όπως και άλλοι αλογόνοι υδρογονάνθρακες. Ειδικά οι χλωροφθοράνθρακες αποτελούν ιδιαίτερα σταθερές ενώσεις σε χημικό βαθμό και συνηθίζουν να συσσωρεύονται στην τροπόσφαιρα, με εμφάνιση χρόνου half-time σε βαθμό των 10 και 150 ετών.

1.3 Αιωρούμενα σωματίδια - Εισαγωγή

Ανά τα χρόνια γίνεται ολοένα και αντιληπτό πως είναι αναγκαίος ο έλεγχος της ποιότητας του αέρα που εισπνέουμε, γι' αυτό τον λόγο οι επιστήμονες έχουν δώσει βάση στο να μελετήσουν την επίδραση αλλά και τον τρόπο δράσης ορισμένων ατμοσφαιρικών ρύπων. Αυτοί είναι οι ρυποκριτήρια, που κατέχουν θεσμοθετημένα πρότυπα συγκέντρωσης και έχουν άμεση σχέση με την εμφάνιση φαινομένων ατμοσφαιρικής ρύπανσης, φωτοχημικής ή μη. Ταυτόχρονα διερευνώνται σε επιστημονική βάση οι πτητικές και ημιπτητικές οργανικές ενώσεις, τέτοιες αποτελούν τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) και οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs). Παράλληλα μελετώνται και τα επίπεδα των PM₁₀ και PM_{2.5}, κυρίως σχετικά με την έντονη ύπαρξη τους σε σημεία αστικού περιβάλλοντος των μεγαλουπόλεων.

Η κυριότερη και εμφανέστερη επίπτωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι η ελάττωση της ορατότητας. Αιτία αυτού είναι η συμβολή των αιωρούμενων σωματιδίων της ατμόσφαιρας, που σκεδάζουν ένα κομμάτι του ηλιακού φωτός και έτσι δημιουργείται θολούρα στα επίπεδα της ατμόσφαιρας (αιθαλομίχλη). Τέτοιου είδους φαινόμενα προκύπτουν σε μεγάλο βαθμό σε περιοχές παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων αερολυμάτων. Τα μεγάλα αστικά κέντρα είναι τα πιο παραδειγματικά μέρη στα οποία παρατηρούνται «επεισόδια φωτοχημικής ρύπανσης» σε έντονο βαθμό και υψηλή συχνότητα. Η απορρόφηση του φωτός και η σκέδαση που παρατηρείται έπειτα επηρεάζει άμεσα το μικροκλίμα της εκάστοτε περιοχής, με αποτέλεσμα την μεταβολή του ποσού του ηλιακού φωτός που επιστρέφει σε τελικό στάδιο στην επιφάνεια της Γης. Πέραν της άμεσης επίδρασης που ασκούν τα αιωρούμενα σωματίδια, εμφανής είναι και η έμμεση επίδραση τους στο κλίμα δια των επιπτώσεων τους στα σύννεφα, λειτουργώντας με την ιδιότητα των πυρήνων συμπύκνωσης σύννεφων. Τα αιωρούμενα σωματίδια, γνωστά και ως particulate matter (PM)

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις αποτελούν ένα πολύπλοκο μίγμα σωματιδίων, είτε στερεής είτε υγρής φάσης με εύρος χημικής σύστασης και μεγέθους. «Αιωρούμενα σωματίδια» ή αλλιώς «Αιωρούμενη σωματιδιακή ύλη» αλλά και αερολύματα είναι τα σωματίδια (στερεά, υγρά) τα οποία περιβάλλονται στην ατμόσφαιρα και το μέγεθος τους μπορεί να διακυμαίνεται από 10μm σε διάμετρο ως και 500 μm.

Η πηγή των αιωρούμενων σωματιδίων ποικίλει διότι υπάρχουν αιωρούμενα σωματίδια διαφόρων ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών που τα κάνει να διαφέρουν ως προς την μορφολογία, την χημεία και την θερμοδυναμική τους.

Στο περιβάλλον εντοπίζονται αιωρούμενα σωματίδια όπου διαφέρουν κατά πολύ στην μάζα τα οποία κυμαίνονται από μερικές δεκάδες $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ως και πολλές εκατοντάδες σε περιοχές με έντονη ατμοσφαιρική ρύπανση (Seinfeld & Pandis 2012).

Πέραν της συμμετοχής των αιωρούμενων σωματιδίων στην ορατότητα και το κλίμα μιας κυρίως αστικής περιοχής όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αυτά επιδρούν αρνητικά και ως προς την υγεία. Οι επιπτώσεις αυτές στην υγεία των ανθρώπων έχει γίνει αντιληπτό συγκεκριμένα τις τελευταίες δεκαετίες και ερευνάται πλέον συστηματικά (Satheesh, S. K., & Moorthy K. K., 2005). Παράλληλα φθείρουν την σύσταση των μνημείων (Dingenen et al, 2004) και επηρεάζουν τη χημεία της ατμόσφαιρας στην αέρια φάση, ιδιαίτερα στις απομακρυσμένες περιοχές. Τα σωματίδια μπορούν να λειτουργήσουν ως «καταστροφείς» ενεργών μορίων, παράδειγμα τέτοιο αποτελεί η ρίζα HO στην ατμόσφαιρα (Saylor, 1997).

1.3.1 Γενικά Στοιχεία

Τα αέρια και τα σωματίδια που περιβάλλονται στην ατμόσφαιρα διαφέρουν μεταξύ τους. Οι διαφορές τους εντοπίζονται στο ότι τα σωματίδια αποτελούνται από ένα σύνολο δεσμευμένων ατόμων και μορίων, ενώ τα αέρια αποτελούνται από μόρια και άτομα τα οποία είναι διασκορπισμένα μεταξύ τους. Επομένως η μάζα των σωματιδίων είναι μεγαλύτερη από την μάζα των αερίων. Τα σωματίδια σε σχέση με τα αέρια βρίσκονται σε στερεά ή υγρή φάση.

Στην ατμόσφαιρα υπάρχουν επίσης σημεία με αέρα μεγάλης πυκνότητας τα οποία είναι διασκορπισμένα και σε κolloειδής μορφή και σε αυτό εξηγείται το γαλάζιο χρώμα του ουρανού. Αυτά είναι τα αερολύματα και ονομάζονται έτσι γιατί αποτελούν τα ατμοσφαιρικά σωματίδια που κατέχουν κolloειδής μορφή και βρίσκονται σε υγρή ή στερεά κατάσταση και μεγέθους της τάξης μικρότερης από 100μm.

Η συγκέντρωση των ατμοσφαιρικών σωματιδίων χαρακτηρίζεται από το σύνολο τους ανά μονάδα όγκου αέρα, επίσης μετριοούνται και ως η μάζα ατμοσφαιρικών σωματιδίων ανά μονάδα όγκου αέρα.

Τα αιωρούμενα σωματίδια σε σχέση με τους αέριους ρύπους για να καταστούν σαφές χρειάζονται πληροφορίες όπως η χημική τους σύσταση και το μέγεθος εκτός από την συγκέντρωσή τους. Σχετικά με το ατμοσφαιρικό στρώμα στο οποίο είναι διασκορπισμένα και αναλόγως το μέγεθος τους εξαρτάται ο χρόνος που θα παραμείνουν στην ατμόσφαιρα.

Για παράδειγμα, στο ατμοσφαιρικό στρώμα της ανώτερης τροπόσφαιρας τα σωματίδια παραμένουν έως και 1 μήνα ενώ στην κατώτερη έως μερικές ημέρες, μικρός χρόνος παραμονής διότι όταν εκρήγνυται ένα ηφαίστειο τα σωματίδια τα οποία φτάνουν έως την στρατόσφαιρα ο χρόνος παραμονής τους είναι 2-3 χρόνια.

Τα περισσότερα αερολύματα εντοπίζονται στην κατώτερη τροπόσφαιρα, αυτό συμβαίνει διότι οι μεγαλύτερες και οι πιο σημαντικές πηγές εκπομπής αερολυμάτων βρίσκονται σε χαμηλό επίπεδο της ατμόσφαιρας. Επομένως η παραμονή τους στην ατμόσφαιρα καθίστανται μικρή και δεν αφήνουν μεγάλα χρονικά περιθώρια για την εξάπλωσή τους σε μεγάλα ύψη.

Κατά συνέπεια, στην ανώτερη τροπόσφαιρα τα αερολύματα είναι μικρότερα σε σχέση με τα αερολύματα τα οποία βρίσκονται στην κατώτερη τροπόσφαιρα. Γι' αυτόν τον λόγο ξεπερνώντας τα πρώτα δυο χιλιόμετρα της ατμόσφαιρας η ορατότητα αρχίζει να γίνεται πιο διαυγής.

Υπάρχει ένα στρώμα αερολυμάτων στην στρατόσφαιρα το $H_2SO_4-H_2O$ το οποίο βρίσκεται σε ύψος 15-25 χιλιόμετρα από το έδαφος και είναι βασικός παράγοντας στην χημεία του όζοντος. Πρόκειται για ένα βιογενές στρώμα αερολύματος το οποίο παραμένει πολύ καιρό στην ατμόσφαιρα και ύστερα εισέρχεται στην στρατόσφαιρα. Γενικά έχουν μετρηθεί στην ατμόσφαιρα συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων σύμφωνα με την μάζα από ορισμένα έως και πολλά εκατοντάδες $\mu g m^{-3}$ σε ατμοσφαιρικά επιβαρυμένες περιοχές (Seinfeld & Pandis, 2006; Chaloulakou et al., 2003).

1.4 Κατάταξη Αιωρούμενων Σωματιδίων

Σχετικά με το μέγεθος τους τα αιωρούμενα σωματίδια διαχωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, όπως PM_{10} και $PM_{2,5}$. Μιλώντας για PM_{10} εννοείται η αεροδυναμική διάμετρος έως 10 μm , όπου δεν υπάρχει διάρκεια παραμονής στην ατμόσφαιρα παραπάνω από κάτι ώρες. Με την κατηγορία $PM_{2,5}$ γίνεται αναφορά σε αεροδυναμική διάμετρο έως 2,5 μm , όπου έχουν χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα πολλές εβδομάδες ή και παραπάνω διάρκεια με την δυνατότητα μεταφοράς αυτών σε μεγάλες αποστάσεις (Penard –Morand C., & Annesi – Maesano I., 2004). Ο τρόπος κατάταξης των αιωρούμενων σωματιδίων γίνεται κατά βάση με κριτήριο τον τρόπο σχηματισμού τους. Τα σωματίδια χωρίζονται σε αυτά που προέρχονται από πρωτογενής πηγές και τα δευτερογενή που προέρχονται από διαδικασίες που προκύπτουν από τα πρωτογενή.

Τα αιωρούμενα σωματίδια έχουν ανθρωπογενείς αλλά και φυσικές πηγές οπότε μπορούν να ανήκουν είτε σε κατηγορία πρωτογενών ρύπων είτε σε δευτερογενών. Ειδικά σε παγκόσμιο επίπεδο οι εκπομπές από φυσικές πηγές δείχνουν να υπερτερούν έναντι του τοπικού επιπέδου κλίμακας όπου υπερτερούν τα σωματίδια προερχόμενα από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Αυτό παρατηρείται εξαιτίας των ανθρωπογενών συγκεντρώσεων που συνήθως δεν βρίσκονται σε ποσοστά συγκέντρωσης εντός των επιτρεπτών πλαισίων στις αστικές ή βιομηχανικές περιοχές (Κουιμτζής και συν, 2004). Τα πρωτογενή σωματίδια είναι αυτά που διαχέονται απευθείας από τις πηγές και οι συγκεντρώσεις τους είναι ανάλογες με τις ποσότητες που εκπέμπονται από αυτές. Η κυρία ομάδα από την οποία προέρχονται τα πρωτογενείς σωματίδια είναι όταν μεγαλύτερες μάζες θραυσμάτων διαλύονται και στην συνέχεια επαναιωρούνται στην ατμόσφαιρα. Τα πρωτογενή αυτά σωματίδια απαρτίζονται από σωματίδια της τάξης των 0,1-1 μm και μετά την εκπομπή τους στο περιβάλλον επιδέχονται λιγιστές ενέργειες μετασχηματισμού. Ωστόσο το μέγεθος τους συμβάλει ώστε να μην αναμιγνύονται μεταξύ τους ενώ μπορούν να αναμειχθούν με άλλα συστατικά της ατμόσφαιρας περνώντας μέσα από διαδικασίες μεταφοράς μάζας στον αέρα. Τα σωματίδια στοιχειακού άνθρακα είναι μέρος των πρωτογενών σωματιδίων και παράγονται μέσα από ενέργειες καύσης. Το μέγεθος τους κυμαίνεται μεταξύ 5-20 nm και αυτό τα καθιστά γρήγορα στο να σχηματίζονται ταχύτερα σε μεγαλύτερες μάζες. Στην συνέχεια μετασχηματίζονται σε μεγαλύτερες μάζες πολλών nm λόγω της συμπίκνωσης που επιδέχονται από τριχοειδής δυνάμεις ατμών στην ατμόσφαιρα.

Δευτερογενή σωματίδια είναι τα σωματίδια όπου μετά από διαδικασίες μετατροπής αερίων διαχέονται στην ατμόσφαιρα άμεσα από πρωτογενείς πηγές. Παραδείγματα δευτερογενών σωματιδίων είναι η αμμωνία, το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου. Τα δευτερογενή σωματίδια σε αντίθεση με τα πρωτογενή δεν είναι ανάλογα ως προς τις ποσότητες που εκπέμπονται

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις
διότι ο ρυθμός μετασχηματισμού τους εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες όπως η συγκέντρωση αντιδρώντων ουσιών. Για παράδειγμα το νιτρικό αμμώνιο το οποίο συγκαταλέγεται στα δευτερογενή σωματίδια επηρεάζεται και εξαρτάται από την υγρασία του περιβάλλοντος και την θερμοκρασία. Η σκόνη παρά το γεγονός πως αποτελεί μέρος των πρωτογενών σωματιδίων κατέχει σημαντικό ρόλο στον μετασχηματισμό και στην δημιουργία των δευτερογενών. Τέλος, ο σχηματισμός των δευτερογενών σωματιδίων δημιουργείται εντός λίγων ωρών με μέγεθος μεταξύ 0,1 και 1 μm .

Σημαντική κρίνεται σε αυτό το σημείο η αναφορά στους βασικούς μηχανισμούς σχηματισμού των αιωρούμενων σωματιδίων. Για να σχηματιστούν τα αιωρούμενα σωματίδια περνάνε από κάποιες συγκεκριμένες διαδικασίες οι οποίες ονομάζονται ως εξής: η συμπύκνωση (heterogeneous nucleation), η ομογενής πυρηνοποίηση (homogeneous nucleation) και η συσσωμάτωση (coagulation).

Η συμπύκνωση δημιουργείται μέσα από αντιδράσεις αερίων στην ήδη υπάρχον μάζα αιωρούμενων σωματιδίων όπου στην συνέχεια μετατρέπονται σε σωματιδιακή ύλη .

Στην ομογενή πυρηνοποίηση μέσω των αντιδράσεων των αερίων και την δημιουργία χαμηλής τάσης ατμών τα οποία στην συνέχεια ομογενοποιούνται, δημιουργούνται αιωρούμενα σωματίδια μέσω συμπλεγμάτων (clusters).

Τέλος, όταν τα μικρά αιωρούμενα σωματίδια περιβάλλονται και συγκρούονται με αλλά αιωρούμενα σωματίδια δημιουργώντας μεγαλύτερα σωματίδια , αυτό ονομάζεται συσσωμάτωση .

Ανάλογα με ποιον τρόπο από τα παραπάνω έχει σχηματισθεί ένα σωματίδιο χωρίζονται στα εξής : καπνό, αιθάλη, σπρέι, σκόνη, ιπτάμενη τέφρα, ομίχλη, αχλύς. Αποτελούν τις βασικές μορφές εμφάνισης των σωματιδίων (Κουιμτζής και συν., 2004).

Η σκόνη, ο καπνός, η ιπτάμενη τέφρα και η αιθάλη υπάγονται στα στερεά αερολύματα ενώ το σπρέι ,ομίχλη και αχλύς στα υγρά (Natural Resources Defense Council, 1996b).

Ειδικότερα η σκόνη σχηματίζεται μέσω μικρών στερεών σωματιδίων που είναι αποτελέσματα διάσπασης μεγαλύτερων μαζών ύστερα από την διενέργειά καταστάσεων όπως η τριβή, έκρηξη, σύνθλιψη. Το μέγεθος αυτής εμφανίζεται συνήθως από 1-10.000 μm . Ο καπνός συντελείται από μικρά αιωρούμενα σωματίδια που δημιουργούνται από διάφορες καύσεις όπως για παράδειγμα το ξύλο και τα κάρβουνα και έχει μέγεθος 0,5 - 1 μm (De Nevers N., 1995). Η αιθάλη δημιουργείται από την συμπύκνωση ατμών η οποία προέρχεται από στερεά ύλη και σχηματίζουν μικρά στερεά σωματίδια και έχει μέγεθος 0,03 - 0,3 μm . Η συμπύκνωση αυτή προέρχεται συνήθως από οξειδία μετάλλων ή στοιχειακό άνθρακα(E. Manahan Stanley, 1991).

Το σπρέι αποτελείται από αιωρούμενα υγρά σωματίδια όπου δημιουργούνται με εργασίες ψεκασμού ,όπως το ράντισμα και το μέγεθος του κυμαίνεται από 10 -1.000 μm (Alastuey A., Lopez-Soler A., Plana F., et al., 2000). Η σκόνη δημιουργείται μετά από συνθλίψεις ,εκρήξεις ή τριβές όπου προκύπτει η σκόνη σε μορφή μικρών στερεών αιωρούμενων σωματιδίων και το μέγεθος της σημειώνεται από 1 - 10.000 μm . Επίσης, η ιπτάμενη τέφρα διαμορφώνεται από μικρά στερεά, συνήθως μεταλλικά αιωρούμενα σωματίδια που διαχέονται στην ατμόσφαιρα μέσω της καύσης του κάρβουνου από καπνοδόχους, το μέγεθος αυτής παρατηρείται στα 1 - 1.000 μm (Robert J., Robert L., 1999).

Η ομίχλη είναι το αποτέλεσμα της συμπύκνωσης από τους ατμούς σε μορφή μικρών υγρών σταγονιδίων και ενέχει μέγεθος μεταξύ των 0,1-10 μm . Αυτή σαν όρος περιγράφει την εμφάνιση σύννεφων σε μικρή απόσταση από το έδαφος με μεγάλη πυκνότητα και περιορισμένη ορατότητα έως 1000m(Ζαννίκος Φ., Λόης Ε., Στούρνας Σ., 1993). Στη συνέχεια, η αχλύς ως φαινόμενο αποτελείται από υγρά σωματίδια παρόμοια με αυτά της ομίχλης, είναι το αερόλυμα που γίνεται κάτω από παρόμοιες συνθήκες με αυτές της ομίχλης όπως προαναφέρθηκε αλλά με δυνατότητα

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις ορατότητας μεγαλύτερη των 1000 m. Το τυπικό μέγεθος των σωματιδίων των νεφών κυμαίνεται από 2 έως 80 μm (Zhao and Zheng, 2006).

Άξια αναφοράς είναι και η ύπαρξη υγρών αιωρούμενων σωματιδίων που παρατηρούνται με μέγεθος μεγαλύτερο των 100 μm, που ονομάζονται ανάλογα με τα φαινόμενα της βροχής και το μέγεθος αυτών. Συγκεκριμένα, όταν η εμφάνιση τους επέρχεται σε βαθμό μεγαλύτερο των 500 μm ταυτίζονται με τα φαινόμενα της βροχής, ενώ όταν ενέχουν μικρότερα μεγέθη ονομάζονται ψιχάλες και ο χρόνος που εμφανίζονται- παραμένουν στην ατμόσφαιρα είναι ελάχιστος.

1.4.1 Ορισμοί σωματιδιακών ρύπων

Τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀, PM_{2,5} και PM₁ γενικώς εκφράζονται με την αντίστοιχη αεροδυναμική τους διάμετρο όπου η αεροδυναμική αυτή στα PM₁₀ είναι έως 10μm, στα PM_{2,5} έως 2,5μm και στα PM₁ έως 1μm. Η αλήθεια είναι όμως πως ο ορισμός αυτός είναι ελλιπής και καθόλου απόλυτος διότι στην πράξη οι δειγματολήπτες είναι αδύνατο να προσδιορίσουν από μια αεροδυναμική διάμετρο και πέρα. Εν ολίγοις στα συγκεκριμένα αιωρούμενα σωματίδια περιλαμβάνονται και σωματίδια τα οποία είναι μεγαλύτερα από την επιγραμματική τους αεροδυναμική διάμετρο.

1.4.2 Ανθρωπογενείς πηγές

Πρωταρχικές πηγές σωματιδίων που προέρχονται από την εκπομπή οχημάτων θεωρούνται τα καυσαέρια από τα αυτοκίνητα και τα κατάλοιπα της φθοράς των ελαστικών τους κατά την επαφή τους με το έδαφος (Natural Resources Defense Council 1996a). Τα οχήματα πετρελαίου (κινητήρας ντίζελ) σε σχέση με τις μηχανές βενζίνης (κινητήρας βενζίνης) εκπέμπουν περισσότερα αιωρούμενα σωματίδια, πράγμα που επιτρέπεται βάσει της γενικής αρχής. Επίσης άξιο αναφοράς είναι η ύπαρξη πολλών μη καταλυτικών βενζινοκίνητων των οποίων η εκπομπή είναι πολύ μεγάλη.

Τα αιωρούμενα σωματίδια τα οποία εκπέμπονται από τις μηχανές πετρελαίου αποτελούνται κυρίως από αιθάλη στην οποία συμπεριλαμβάνονται πτητικές οργανικές ενώσεις, σωματίδια άνθρακα και θείο. Κατά την εκπομπή τους στο περιβάλλον, τα θειικά και οι οργανικές ενώσεις συμπυκνώνονται στον ήδη υπάρχον άνθρακα και έτσι δημιουργούνται αιωρούμενα σωματίδια μεγέθους της τάξης 0,01 έως 2,5 μm.

Μια λύση ως προς το θέμα με τη χρήση των κινητήρων πετρελαίου θα ήταν η χρήση καταλυτών όμοιων με των βενζινοκινητήρων, κάτι που είναι πρακτικά ανέφικτο λόγω του ότι οι κινητήρες ντίζελ αυτοί λειτουργούν με περίσσεια αέρα και ο καταλύτης εφαρμογής στα αέρια της εξάτμισης θα εφαρμοστεί σε πλαίσια οξειδωτικού περιβάλλοντος. Επιπλέον, εξαιτίας της ύπαρξης πληθώρας ποσότητας θείου στο καύσιμο πετρελαίου υπάρχει η πιθανότητα αστοχίας του συστήματος υπό μορφής καταλύτη. Αυτό συμβαίνει διότι το θείο διασπάται σε θειικό οξύ και τριοξειδίο του θείου που οδηγεί με την σειρά του σε όξινη εκπομπή και σε διαμόρφωση θειικών σωματιδίων. Μια λύση είναι να χρησιμοποιείται πετρέλαιο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο και παράλληλα να διατηρείται ο καταλύτης σε υψηλή θερμοκρασία, ώστε να μην είναι εφικτή η διάσπαση του σε θειικό οξύ και τριοξειδίο του θείου. Το θείο συμβάλει κατά έναν βαθμό στην μεταβολή περιεκτικότητας των σωματιδιακών εκπομπών, διαδικασία που οφείλεται στην μεταβολή του σε θειικά άλατα. Η γενική αρχή προδιαγραφής του αριθμητικού ποσού 500ppm έχει υποβοηθήσει την ελάττωση εκπομπής σωματιδίων. Αυτό στην εφαρμογή του καθορίζεται δύσκολο, καθώς το πλαίσιο εφαρμογής του παρότι δύναται ευνοϊκό ως προς την μείωση εκπομπής σωματιδίων ταυτόχρονα προκαλεί αύξηση οξειδίων του αζώτου. Τέλος, η κυκλοφορία των οχημάτων δημιουργεί την επανακυκλοφορία της σκόνης στην ατμόσφαιρα και η φθορά των φρενών και των ελαστικών δημιουργούν σωματίδια μεγέθους 3-30μm.

Πηγές σωματιδίων προέρχονται και από την εκπομπή αυτών από βιομηχανίες. Ειδικότερα τα αιωρούμενα σωματίδια που εκπέμπονται από βιομηχανίες κυμαίνονται σε μέγεθος 0,5 έως 100μm,

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις
κάτι που εξαρτάται από το είδος της πηγής όπου διαχέονται στην ατμόσφαιρα. Οι βιομηχανικές πηγές συμμετέχουν ενεργά στην ατμοσφαιρική ρύπανση των πόλεων. Οι βιομηχανίες ενέργειας επίσης συμβάλουν σε μεγάλο βαθμό στην διοχέτευση αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Η διαδικασία καύσης του ατελή ορυκτού δημιουργεί αιθάλη, ενώ όταν η διαδικασία καύσης του άνθρακα γίνεται υπό διαλυμένης μορφής, η καύση είναι σχεδόν πλήρης. Στην παραπάνω περίπτωση τα σωματίδια που παράγονται αποτελούνται από ανόργανη τέφρα. Σε αντίθεση με αυτή την περίπτωση, η καύση του πετρελαίου και η εκπομπή των σωματιδίων του μετά από αυτήν διαφέρουν μεταξύ τους ανάλογα με το είδος του. Η καύση των πετρελαίων με τα βαρύτερα κλάσματα δημιουργούν περισσότερα σωματίδια σε σχέση με τα ελαφρύτερα. Η παραγωγή σωματιδίων σε βαρύτερα κλάσματα εξαρτάται από την ποσότητα θείου που περιέχεται στο καύσιμο. Ωστόσο, καλύτερη δυνατή καύση παρουσιάζεται στο πετρέλαιο, το οποίο είναι ακατέργαστο και ελαχιστοποιεί το θείο και έχει λιγότερο ιξώδες.

Η διαδικασία καύσης βιομάζας διαφέρει από τα παραπάνω καύσιμα που αναφέρθηκαν ως προς την εκπομπή σωματιδίων, που στην προκειμένη περίπτωση εμφανίζονται αισθητά λιγότερα. Στην περίπτωση όπου το καύσιμο είναι ξύλο, το 80-95% των ανόργανων συστατικών μεταβάλλονται σε τέφρα. Ένα σημαντικό ποσοστό της τάξης του 10-30% των σωματιδίων προερχόμενων από την καύση αυτή κατατάσσεται στα PM10 (Olhstrom et al. 2000).

Συνεχίζοντας, η αποτέφρωση ως διαδικασία χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη σαν ένας τρόπος διάθεσης απόβλητων. Τα αιωρούμενα σωματίδια τους, είναι μέρος άκαυστης ανόργανης ύλης και το μέγεθος τους κινείται στις τιμές 1-50 μm. Επιπλέον, η παρουσία μπαταριών, πλαστικών και μεταλλικών αντικειμένων στα απορρίμματα, δημιουργούν εκπομπές βαρέων μετάλλων όπως μόλυβδο, αρσενικό, κάδμιο, υδράργυρο, νικέλιο και ψευδάργυρο.

Τα παραπάνω βαρέα μέταλλα, κατά την διαδικασία αποτέφρωσης συμπυκνώνονται και δημιουργούνται στη θέση τους λεπτόκοκκα αιωρούμενα σωματίδια μεγέθους 0,2-07 μm (Ρήγας 1997). Τα σωματίδια που δημιουργούνται από διαφορετικού τύπου βιομηχανίες, έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ανάλογα του τρόπου δημιουργίας αυτών και το μέγεθος τους κυμαίνεται μεταξύ 0,5-100μm.

Βιομηχανίες που παράγουν μεγάλες ποσότητες αιωρούμενων σωματιδίων θεωρούνται τα διυλιστήρια καυσίμων, οι χημικές βιομηχανίες (κυρίως αυτές που παράγουν χλωρίνη, καυστική σόδα, ενεργό άνθρακα, απορρυπαντικά), οι βιομηχανίες παραγωγής χαρτιού, οι βιομηχανίες ανόργανων υλικών (τσιμέντο, fiberglass, παραγωγή γυαλικών), οι γεωργικές βιομηχανίες και οι βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων (δημητριακά, καφέ, λίπασμα) καθώς και οι βιομηχανίες μεταλλουργίας (χυτήρια, χαλυβουργεία, χαλκός, αλουμίνιο) (Querol et al. 2000).

Η ρύπανση του περιβάλλοντος από δασικές και γεωργικές πυρκαγιές είναι αμφίρροπη διότι σε μικρές πυρκαγιές ο καπνός στην ατμόσφαιρα παραμένει λίγο χρόνο ενώ σε μεγάλες πυρκαγιές δασών η ρύπανση από τα αιωρούμενα σωματίδια είναι μεγάλη και έτσι αποτελούν μια σημαντική πηγή ρύπανσης από τα αιωρούμενα σωματίδια. Το υλικό που δημιουργείται από την καύση των δασών αυτών αποτελείται κυρίως από στοιχειακό άνθρακα, ανόργανα υλικά, οργανική ύλη και έχει συνήθως μέγεθος μικρότερο από 10μm κάτι που το καθιστά εύκολο στην επαναιώρηση του στην ατμόσφαιρα και ως αποτέλεσμα αυτού την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας.

Παράλληλα και οικιακές πηγές εμφανίζουν στοιχεία βλαβερά ενισχύοντας την ρύπανση της ατμόσφαιρας του περιβάλλοντος. Στο παρελθόν, το κάρβουνο χρησιμοποιούνταν ευρέως στα σπίτια και αποτελούσε μεγάλη πηγή εκπομπής σωματιδίων κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επιπλέον, και η

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις
καύση ξύλου όπου χρησιμοποιείται για οικιακή θέρμανση είναι πλέον μέρος της σωματιδιακής
ρύπανσης και βρίσκεται προς περαιτέρω εξέταση (Jones 1999).

Πλέον πιο διαδεδομένη μέθοδος θέρμανσης τον χειμώνα θεωρείται το πετρέλαιο, που όπως
προαναφέρθηκε έχει κατοχυρωθεί ως μεγάλη πηγή ρύπανσης. Επίσης το πετρέλαιο θέρμανσης
επιβαρύνει το περιβάλλον σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι το πετρέλαιο κίνησης, γεγονός που
συμβαίνει διότι το πετρέλαιο θέρμανσης περιέχει περισσότερο θείο και ανόργανα υλικά στη
σύστασή του.

1.5 Πρότυπα ποιότητας αέρα για τα αιωρούμενα σωματίδια

Για την ασφάλεια του περιβάλλοντος, του ανθρώπου, των ζώων και των φυτών έχουν καθιερωθεί πρότυπα για την ποιότητα του αέρα από διάφορες χώρες. Τα συγκεκριμένα πρότυπα καθορίζονται ως προτεινόμενες τιμές για συγκεκριμένες χρονικά περιόδους ή θεσμοθετούνται νομικά. Τα πρότυπα αυτά αποδίδονται σαν οριακές τιμές ή κατευθυντήριες τιμές.

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται οι ρύποι με τις επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ρύπων για συγκεκριμένο διάστημα (έτους, μήνα, ώρας κ.α.) και ο στόχος τους είναι να προστατέψουν την υγεία των ανθρώπων. Στην δεύτερη κατηγορία εντάσσονται οι ρύποι όπου έχουν ως στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και της υγείας, αλλά με μακροπρόθεσμη πρόληψη και αλλά με προστασία ειδικών τοποθεσιών, όπως αυτή των αρχαιολογικών χώρων. Οι κανονισμοί των προτύπων είναι διαφορετικοί από χώρα σε χώρα διότι η ποιότητα της ατμόσφαιρας διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Η ποιότητα αυτή και ο χρόνος έκθεσης των ρύπων στην ατμόσφαιρα συνδέονται άμεσα με την υγεία των ανθρώπων, των ζώων και του περιβάλλοντος.

Ο στόχος της ποιότητας του αέρα είναι οι πολυπληθής περιοχές να έχουν ίδια ποιότητα με τις αραιοκατοικημένες περιοχές. Επιπλέον, στα πρότυπα του αέρα παρεμβαίνουν και άλλοι παράμετροι όπως χημικές ατμοσφαιρικές διεργασίες, τεχνικές παράμετροι και ατμοσφαιρικές διασπορές κάθε τόπου.

Τέλος, αν και υπάρχουν διαφορετικά πρότυπα ορίων από χώρα σε χώρα, στην Ελλάδα έχει καθοριστεί νόμος για τα ατμοσφαιρικά πρότυπα από την Ε.Ε. με βάση τον Π.Ο.Υ. (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας).

1.6 Ευρωπαϊκή οδηγία – πλαίσιο και πρότυπα ποιότητας κατά US-EPA

Οι οδηγίες-πλαίσιο εκδίδονται από την ευρωπαϊκή ένωση όπου τα κράτη υποχρεούνται να τηρούν και η εθνική τους νομοθεσία να συμφωνεί με αυτές. Επιπλέον οι οδηγίες-πλαίσιο προσδιορίζεται και από θυγατρικές οδηγίες οι οποίες αναφέρονται συγκεκριμένα σε έναν ρύπο ή μια κατηγορία αυτού.

Το 1983 είχε ανακοινωθεί θυγατρική οδηγία για τα ολικά αιωρούμενα σωματίδια και προέβλεπε την ετήσια τιμή (μέσος όρος 24 ωρών μετρήσεων) - $80\mu\text{g}/\text{m}^3$, την τιμή χειμερινής περιόδου (μέσος όρος 24 ωρών μετρήσεων) - $130\mu\text{g}/\text{m}^3$, το 98^ο εκατοστημόριο των 24ωρών μετρήσεων του έτους - $250\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Επιπρόσθετα, μια νέα οδηγία ήταν κι αυτή η οποία εκδόθηκε από την ευρωπαϊκή ένωση στις 24 Μαρτίου 1999. Στην οδηγία αυτή αναφέρονται κυρίως οι σχετικοί κανονισμοί για τον έλεγχο της ποιότητας της ατμόσφαιρας και ειδικότερα για τα PM10. Σύμφωνα με αυτήν τα κράτη θα πρέπει να συμμορφώνονται με το πλαίσιο αυτής και τα PM10 να μην ξεπερνούν το όριο που έχει επιβληθεί. Επιπλέον πρέπει να εγκαταστήσουν σταθμούς μέτρησης συλλογής δεδομένων και συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών σωματιδίων.

Τέλος, τα κράτη μέλη πρέπει να αναφέρουν την ετησίως μέγιστη συγκέντρωση σωματιδίων στην επιτροπή (Οδηγία 1999/30/EC).

Η τελική έκθεση σχετικά με την ρύπανση των αιωρούμενων σωματιδίων εκδόθηκε τον Δεκέμβριο του 2004 από την ομάδα C.A.F.E. (Clean Air For Europe) που προβλέπει τους στόχους όπως την ανάπτυξη καλύτερων συστημάτων συλλογής δεδομένων, την αναθεώρηση και τροποποίηση των ισχυόντων προτύπων ποιότητας αέρα, τον μελλοντικό σχεδιασμό ελέγχου της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Μετά από πλήθος μελετών της Ε.Ε. στην ατμόσφαιρα σχετικά με τα επίπεδα συγκέντρωσης PM, η ομάδα εργασίας C.A.F.E. κατέληξε πως βασικός παράγοντας-μέτρο θα είναι στο εξής το σωματίδιο PM_{2,5} αντί για το PM₁₀. Η ετήσια οριακή τιμή του σωματιδίου αυτού δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 20μg/m³ και η ημερήσια τιμή να μην ξεπερνάει το 35 μg/m³. Επιπλέον, η οδηγία της θυγατρικής 1999/30/C που έχει οριστεί για τα PM₁₀ είναι σημαντικό να παραμείνει για να ελέγχονται τα χονδρόκοκκα σωματίδια PM_{2,5-10} (CAFE 2004).

Σημαντική και καίρια είναι η οδηγία της 21ης Μαΐου 2008 η οποία μπήκε σε εφαρμογή από τις 11 Ιουνίου 2008 και αφορά την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Όλες οι οδηγίες που αναφέρονται παρακάτω υπάγονται στην 2008/50/EK ούτως ώστε να ενσωματώσουν την εξέλιξη και την τεχνολογία στους τομείς της επιστήμης και της υγείας.

Οι οδηγίες αυτές ενέχουν την οδηγία 96/62/EK, που αναφέρεται σχετικά με την εκτίμηση και την διαχείριση του ατμοσφαιρικού αέρα και της ποιότητας του, την οδηγία 1999/30/EK, η οποία παρουσιάζει αναφορές σχετικά με τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, διοξείδιο του αζώτου, οξειδίων του αζώτου και σωματιδίων στον ατμοσφαιρικό αέρα, την οδηγία 2000/69/EK, που περικλείει τις οριακές τιμές βενζολίου και μονοξειδίου του άνθρακα και την οδηγία 2002/3/EK, που πραγματεύεται το όζον και τη συγκέντρωση αυτού στο περιβάλλον. Οι οδηγίες αυτές θα σταματήσουν να έχουν ισχύ όταν εκδοθούν νέες και έχουν μεταφερθεί στις εθνικές νομοθεσίες.

Ο Αμερικανικός Οργανισμός Προστασίας του Περιβάλλοντος (U.S. Environmental Protection Agency, EPA), ρόλο έχει με βάση το σχέδιο δράσης των ΗΠΑ (US Clean Air Act 1970, 1977, 1990), να επιλέγει και να αλλάζει τα πρότυπα ποιότητας της ατμόσφαιρας της χώρας (National Ambient Air Quality Standards-NAAQS). Τα συγκεκριμένα πρότυπα θα πρέπει να μην είναι καθόλου επιεικής ώστε να εξασφαλίζεται η υγεία ακόμη και των πιο ευάλωτων πολιτών.

Το αιωρούμενο σωματίδιο για την EPA είναι ένας σημαντικός παράγοντας της αέριας ρύπανσης διότι το χρησιμοποιούν ως κριτήριο για τον έλεγχο της. Επομένως τα NAAQS (εθνικά πρότυπα ποιότητας) χαρακτηρίζονται από τους ρύπους όπως το όζον, το διοξείδιο του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου και το σωματιδιακό μόλυβδο. Απαραίτητο είναι τα εθνικά πρότυπα ποιότητας να υπόκεινται σε επανεξέταση κάθε πέντε χρόνια από τον US-EPA ώστε να προστίθενται νέες επιστημονικές γνώσεις.

Το πρώτο NAAQS για τα PM₁₀ έλαβε χώρα το 1987 και το συγκεκριμένο πρότυπο ποιότητας αέρα απαγόρευε τις υπερβάσεις πέραν του 50μg/m³ (μέση ετήσια τιμή) περισσότερο από μια φορά μέσα σε τρία έτη και τα 150μg/m³ (μέση 24-ωρη τιμή) πάνω από τρεις φορές σε διάστημα τριών ετών.

Η US-EPA έλαβε μήνυση από την αμερικανική πνευμονολογική εταιρεία το 1992 διότι δεν είχε επανεξεταστεί το πρότυπο ποιότητας για το PM₁₀. Το αποτέλεσμα του δικαστηρίου στις 6 Οκτωβρίου 1994, ανακοίνωσε πως η EPA πρέπει να επανεξετάσει το συγκεκριμένο πρότυπο ποιότητας και να αναθεωρήσει συνολικά τα πρότυπα έως 21 Απριλίου 1997.

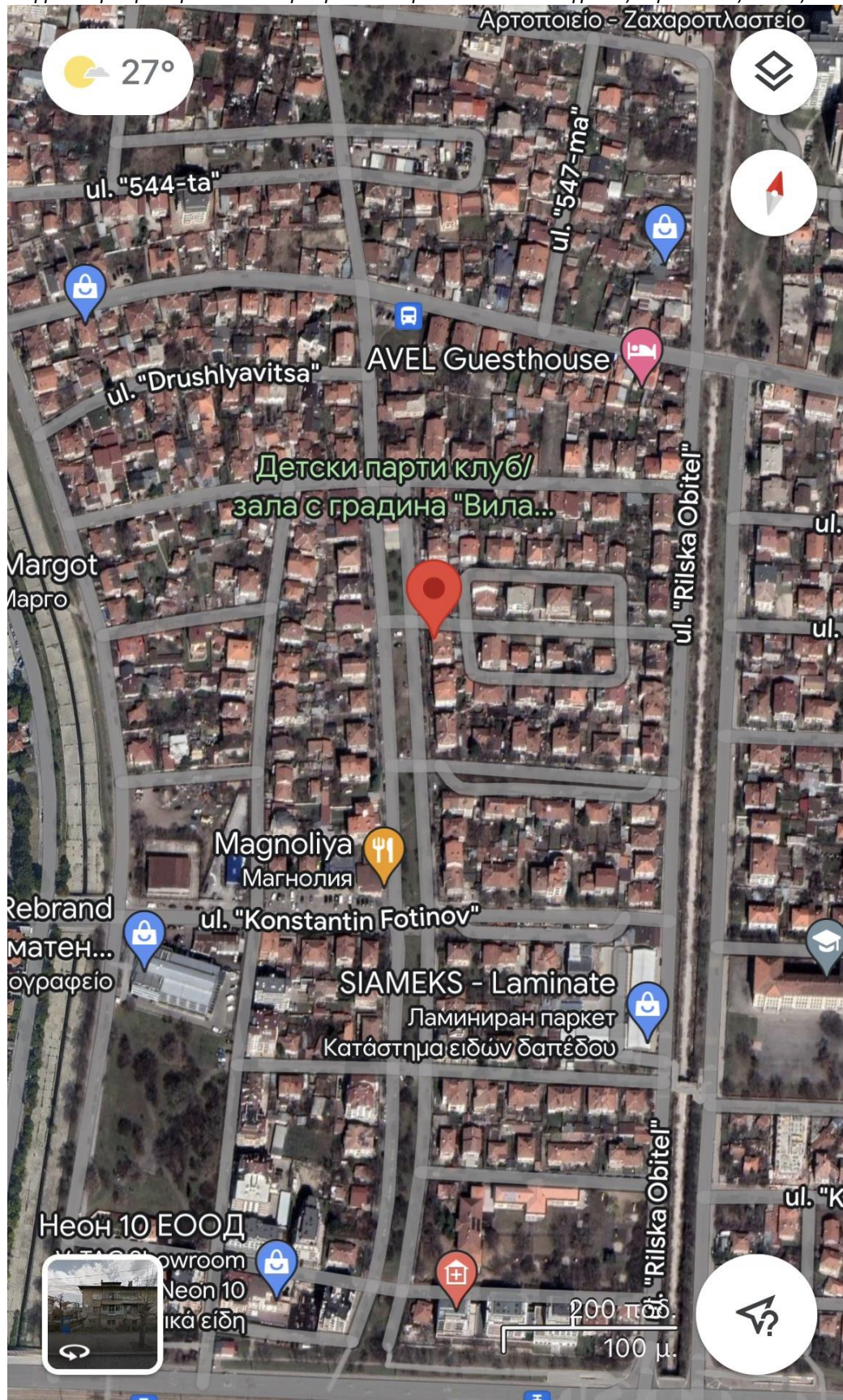
Στην συνέχεια η EPA αναθεώρησε το τρέχον τότε πρότυπο τον Ιούλιο του 1997 για τα αιωρούμενα σωματίδια τα οποία ανταποκρίνονταν στην νέα επιστημονική γνώση. Οι αναθεωρήσεις αυτές ίσχυσαν από τις 16 Σεπτεμβρίου 1997 (Milloy 1998, US EPA 1997a, b, c).

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : Διερεύνηση ευρωπαϊκών πόλεων

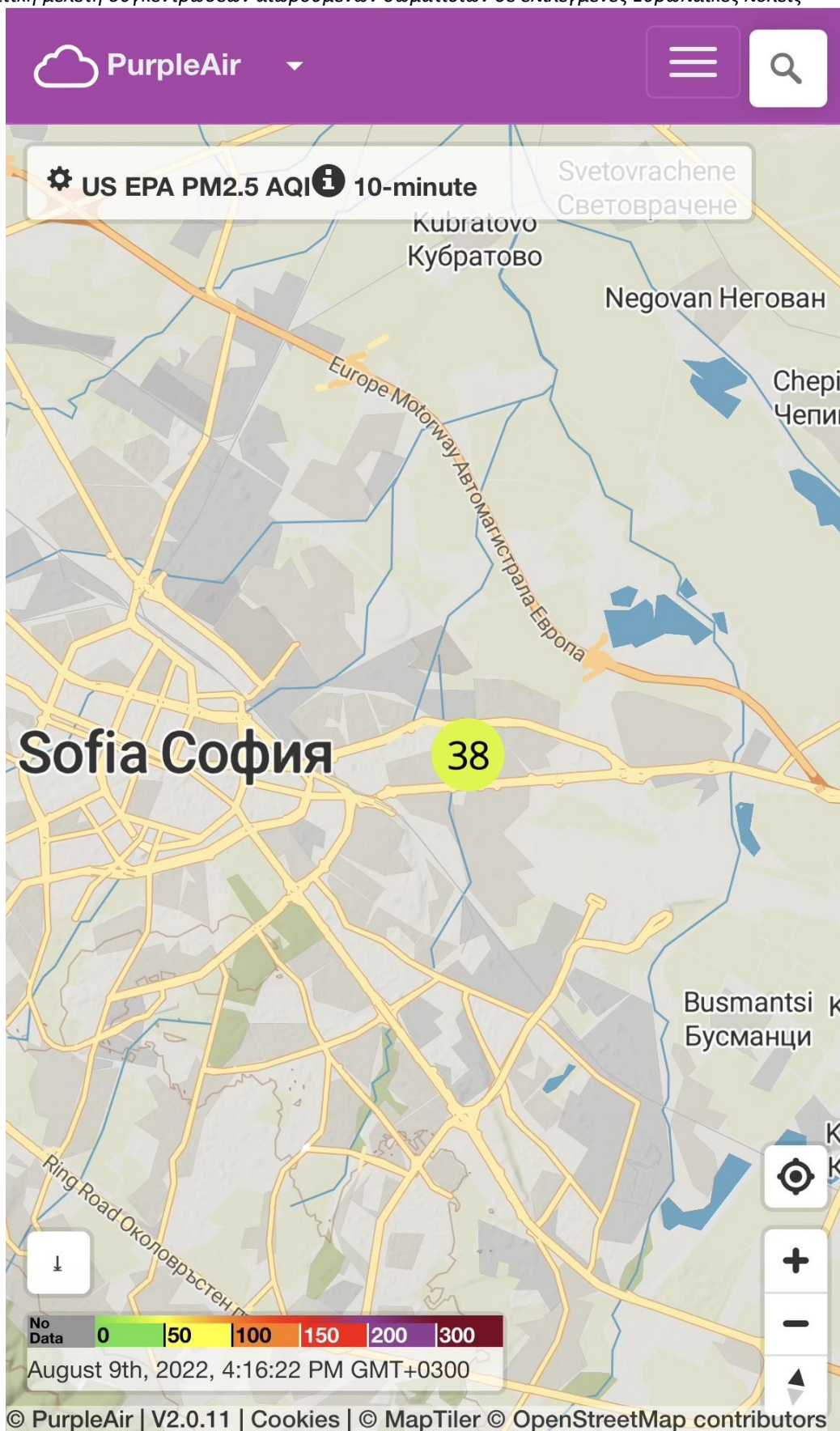
Μια εκτενής εργασία αναφερόμενη στην ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται από αιωρούμενα σωματίδια, δεν θα ήταν άρτια αν δεν παρουσίαζε αποτελέσματα ερευνών ανά των διάφορων χωρών του κόσμου. Σε αυτό το κεφάλαιο της εργασίας θα παρουσιαστούν εκτενέστερα οι ευρωπαϊκές περιοχές έρευνας που επιλέχθηκαν και θα αναλυθεί και η αιτία επιλογής αυτών. Τα αποτελέσματα ερευνητών ανά τον κόσμο σχετικά με τον τομέα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ωφελούν ως προς την ενημέρωση σχετικά με την κατάσταση αυτής σε ευρωπαϊκό επίπεδο έναντι της ενημέρωσης σε εθνικό επίπεδο μόνο. Παράλληλα κρίνεται σημαντική η περαιτέρω διερεύνηση αυτής εθνικά αλλά και ευρωπαϊκά, καθότι είναι ευρέως γνωστή και αποδεκτή η αναγκαιότητα αντιμετώπισης της και μετριασμού των βλαβερών επιπτώσεων της προς την κοινωνία. Κατά συνέπεια μια συλλογική έρευνα σε ευρωπαϊκό επίπεδο μπορεί να επιφέρει θετικά αποτελέσματα μέσω ανταλλαγής χρήσιμων πληροφοριών και τεχνογνωσίας που υφίστανται σε κάθε χώρα.

Η πρώτη χώρα η οποία επιλέχθηκε είναι η Δημοκρατία της Βουλγαρίας με πρωτεύουσα την Σόφια και με πληθυσμό 8,38 εκατομμύρια από τον οποίο το 68% είναι αστικός και 32% γεωργικός. Η έκταση της είναι 110.993 m² και διαιρείται σε 9 διοικητικά διαμερίσματα με 278 δήμους. Ο μέσος όρος ηλικίας του πληθυσμού είναι τα 43,2 έτη (2014). Επίσης συνορεύει με την Ελλάδα, την Τουρκία, την Σερβία, την ΠΓΔΜ και φυσικό σύνορο με την Ρουμανία αποτελεί ο ποταμός Δούναβης. Η χώρα αυτή κατέχει κοινοβουλευτικό σύστημα με ένα σώμα, η Εθνική Συνέλευση της (Narodno sabranie) αποτελείται από 240 βουλευτές, ο αρχηγός του κράτους είναι ο Πρόεδρος της Δημοκρατίας, ο οποίος εκλέγεται άμεσα από τους πολίτες και η θητεία του διαρκεί πέντε χρόνια. Η εκτελεστική εξουσία ασκείται από τον Πρωθυπουργό και το υπουργικό συμβούλιο.

Ο λόγος που επιλέχθηκε η Δημοκρατία της Βουλγαρίας ήταν λόγω της γεωγραφικής θέσης αυτής, καθώς εντοπίζεται κοντά στην Ελλάδα και τα πορίσματα της έρευνας θα κρίνονταν ενδιαφέροντα ως προς την σύγκριση με την κατάσταση της χώρας μας, λόγω της κοντινής τους απόστασης. Επιπρόσθετα αποτελεί χώρα μικρής έκτασης έναντι των υπολοίπων συγκριτικά χωρών που επιλέχθηκαν και ανήκει στο κομμάτι των Βαλκανίων που χρήζει άξιο διερεύνησης. Η δειγματοληψία των συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σχετικά με την χώρα της Βουλγαρίας, έγινε από την πόλη Σόφια και συγκεκριμένα από τον κεντρικό τομέα αυτής. Ο εν λόγω σταθμός βρίσκεται κοντά σε σχολεία, γήπεδα, καταστήματα διάφορων ειδών και απέχει σχεδόν 5 χιλιόμετρα από το αεροδρόμιο της χώρας. Η περιοχή αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί ως αστική με πυκνή κυκλοφορία καθότι η τοποθεσία της βρίσκεται σε πολυσύχναστο μέρος που ενέχει καταστήματα και επιλογές ποικίλων αναγκών και συνηθειών διεκπεραίωσης της καθημερινής ρουτίνας ενός ντόπιου ή και τουρίστα.



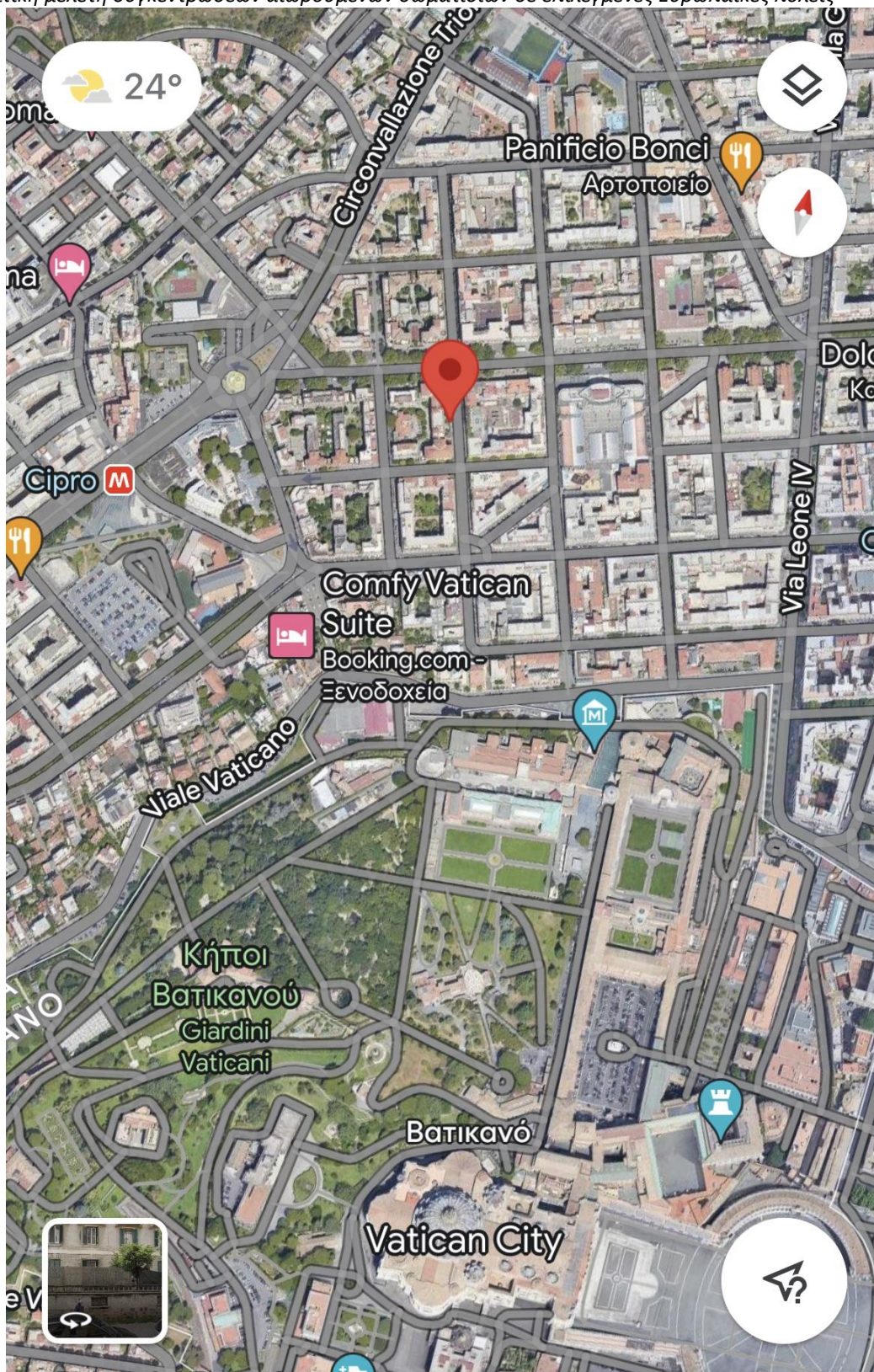
Εικόνα 2.1: Περιοχή τοποθετημένου πομπού στην πόλη Σόφια. [3]



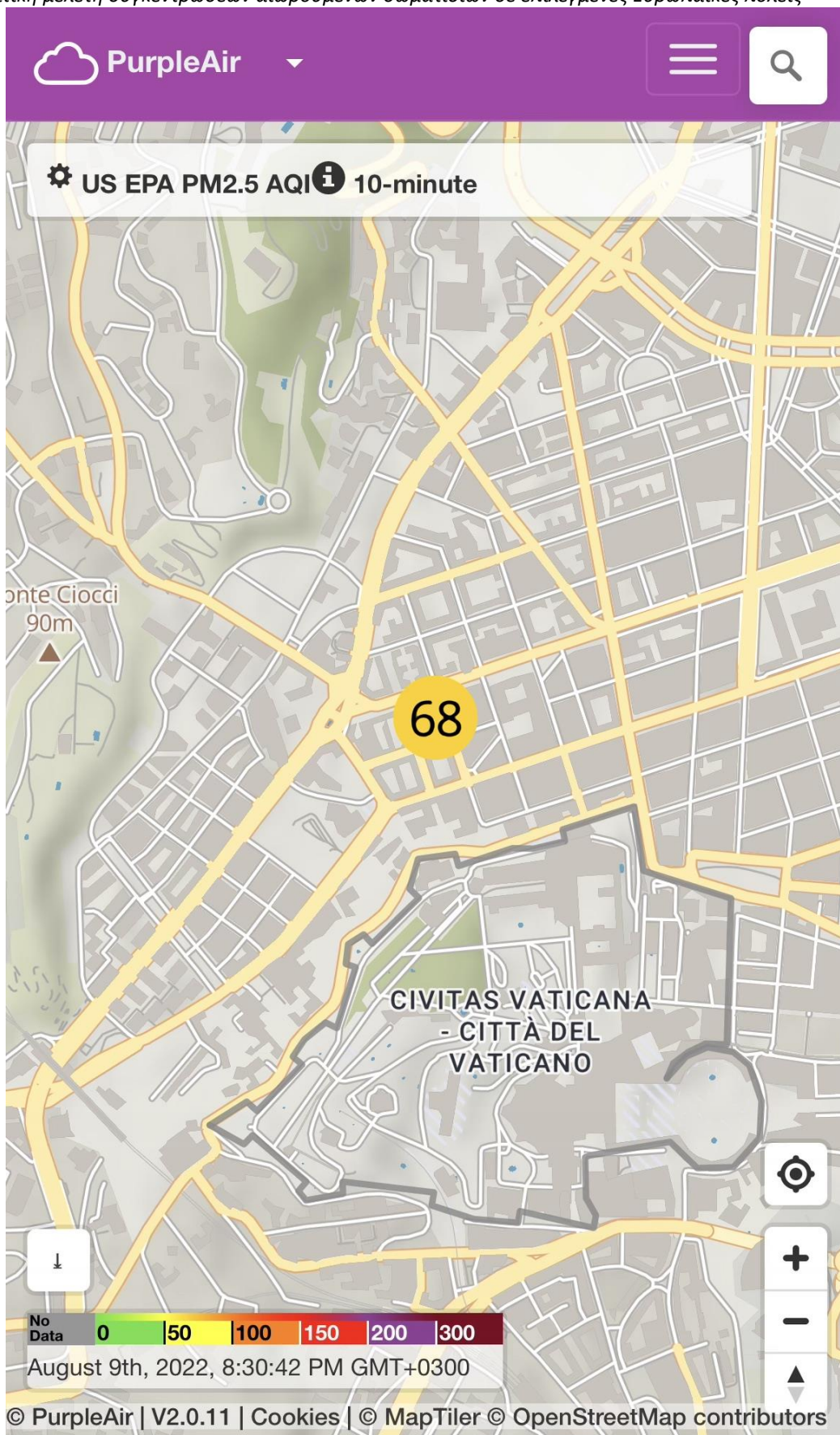
Εικόνα 2.2: Περιοχή τοποθετημένου πομπού στην πόλη Σόφια.[2]

Η επόμενη χώρα που επιλέχθηκε είναι η Ιταλία, ως κυρίαρχο ευρωπαϊκό κράτος αποτελείται από μία χερσόνησο και δύο μεγάλα νησιά της Μεσογείου, την Σικελία και τη Σαρδηνία. Τα σύνορα της στο βόρειο κομμάτι είναι με την Ελβετία και την Αυστρία, στο δυτικό κομμάτι αυτής είναι με τη Γαλλία και στο ανατολικό της με τη Σλοβενία. Στο έδαφος της Ιταλίας εντοπίζονται δύο ανεξάρτητα κρατίδια, αυτό του Αγίου Μαρίνου και του Βατικανού. Πρωτεύουσα της Ιταλίας είναι η Ρώμη με 2.874.605 κατοίκους σε έκταση 1.287,36 τ. χλμ. Είναι η χώρα με τη 5η μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού στην Ευρώπη με 196 άτομα ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο και η τρίτη μεγαλύτερη πόλη σε πληθυσμό. Η Ρώμη έχει πληθυσμό 4,3 εκατομμυρίων κατοίκων και βρίσκεται στο κεντροδυτικό τμήμα της Ιταλικής χερσονήσου, συγκεκριμένα στην περιοχή του Λάτιου, παράπλευρα του Τίβερη.

Η αιτία επιλογής της Ιταλίας και συγκεκριμένα της Ρώμης ήταν λόγω της πληθυσμιακής έκτασης αυτής, καθώς ενέχει μεγάλο αριθμό πληθυσμού κατοίκων εντός του πλαισίου της πόλης και παράλληλα αποτελεί παράδειγμα χώρας δυτικού πολιτισμού όπως και η Ελλάδα. Εξαιτίας αυτών των παραγόντων τα αποτελέσματα καταμέτρησης της Ρώμης φαντάζουν άξια διερεύνησης και αναφοράς σε επιστημονική βάση. Επιπρόσθετα, η δειγματοληψία των συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων στην πόλη της Ρώμης έγιναν σε βορειοδυτικό σημείο αυτής πολύ κοντά στα σύνορα της με το Βατικανό ή όπως συναντάται αλλιώς το Πατριαρχείο της Ρώμης, που χαρακτηρίζεται ως έκταση το μικρότερο ανεξάρτητο κράτος της υφελίου με 0,44 τετρ. χλμ. έκτασης και με πληθυσμό λιγότερο των χιλίων ατόμων (826 άτομα). Τα σύνορα της τοποθετούνται περιμετρικά με τα τείχη της, που αποσκοπούσαν στην προστασία του πάπα από κάποια εξωτερική επίθεση. Ο συγκεκριμένος σταθμός βρίσκεται κοντά σε στάσεις μετρό, καφετέριες, εστιατόρια, καταστήματα τουριστικών ειδών και απέχει σχεδόν 3 χιλιόμετρα από την πόλη του Βατικανού και τα μουσεία, αξιοθέατα αυτής. Το σημείο αυτό κατατάσσεται σε αστικό καθότι παρουσιάζει έντονη κυκλοφορία πέραν των οχημάτων αλλά και του πληθυσμού, τουριστών κυρίως διότι η συγκεκριμένη τοποθεσία χρήζει σημείο πολιτιστικής κληρονομιάς, άρα και αυξημένου τουριστικού ενδιαφέροντος. Ωστόσο κινείται στα πλαίσια της περιοχής και εγχώριος πληθυσμός αλλά και κάτοικοι του Βατικανού που κινούνται στα πλαίσια των ορίων της πόλης προς διεκπεραίωση επαγγελματικών και μη υποχρεώσεων. Η μικρή έκταση της χώρας του Βατικανού και η κοντινή τοποθεσία αυτού με το σταθμό καταμέτρησης δημιουργεί έντονη περιέργεια και ενδιαφέρον ως προς τα πορίσματα των αποτελεσμάτων της καταμέτρησης.



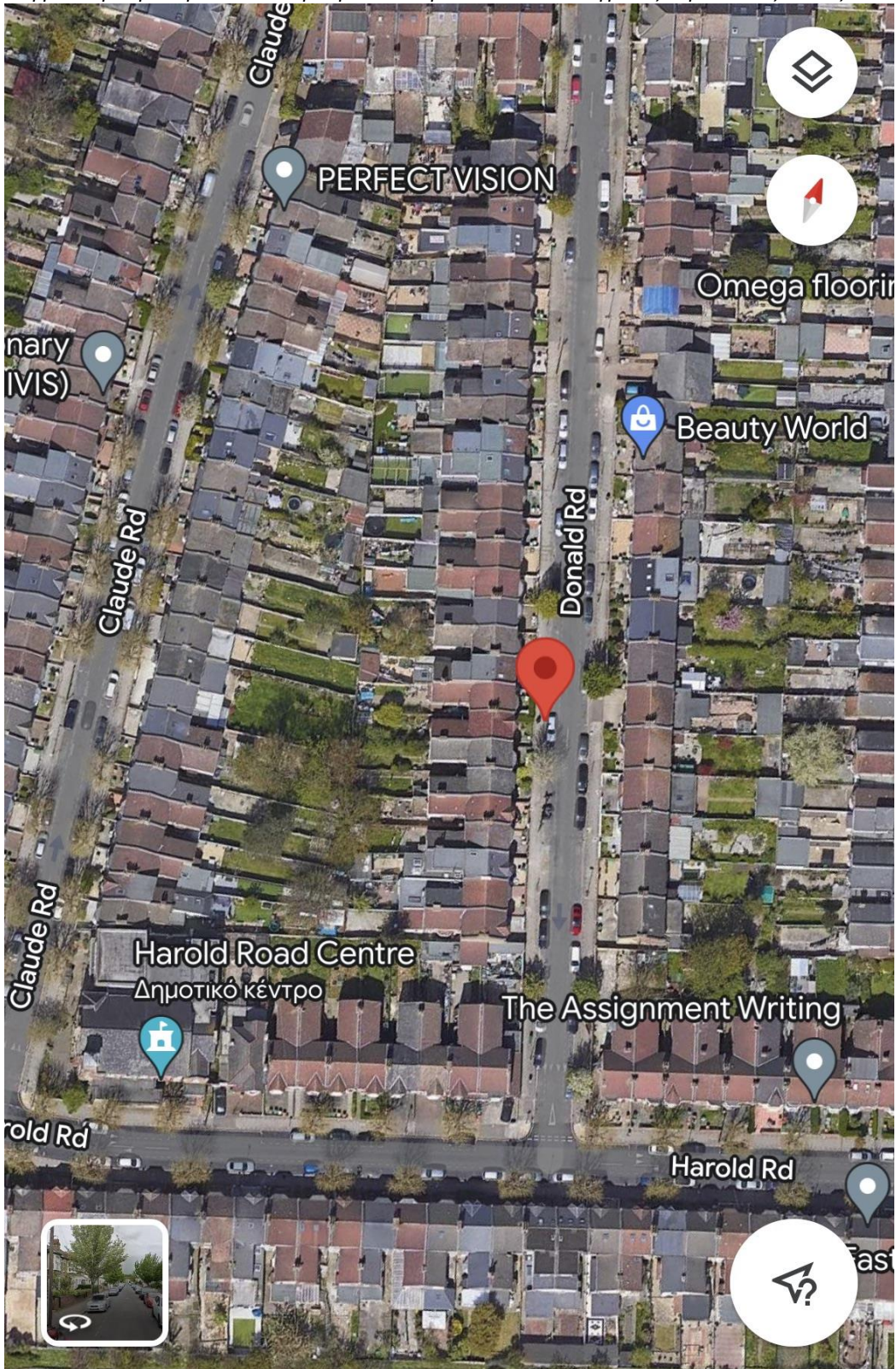
Εικόνα 2.3 : Περιοχή τοποθετημένου πομπού στην πόλη της Ρώμης .[3]



Εικόνα 2.4 : Περιοχή τοποθετημένου πομπού στην πόλη της Ρώμης.[2]

Συνεχίζοντας, η επόμενη χώρα που επιλέχθηκε προς διερεύνηση ήταν η Αγγλία, η οποία αποτελεί τμήμα του Ηνωμένου Βασιλείου, που είναι νησιωτικό κράτος βορειοδυτικά της ηπειρωτικής Ευρώπης. Η Αγγλία συνορεύει βόρεια με τη Σκωτία και δυτικά με την Ουαλία. Στα βορειοδυτικά και νοτιοδυτικά της εντοπίζεται η Ιρλανδική και Κελτική Θάλασσα, ενώ στα ανατολικά και νότια αυτής η Βόρεια Θάλασσα και η Θάλασσα της Μάγχης που αποτελεί το χώρισμα μεταξύ αυτής και της ηπειρωτικής Ευρώπης. Η Αγγλία αποτελεί το πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού του Ηνωμένου Βασιλείου, καθώς καλύπτει το 130.395 χλμ², λίγο περισσότερο από το μισό της έκτασης της νησιωτικής χώρας που αποτελεί τμήμα της (ποσοστό 53%). Η χώρα στο μεγαλύτερο μέρος της κατέχει πεδινά εδάφη. Ο πληθυσμός της Αγγλίας συγκεκριμένα το 2011 ήταν 53 εκατομμύρια, ενέχοντας σχεδόν το 84% του συνόλου του Ηνωμένου Βασιλείου, γι' αυτό και κατέχει τον τίτλο μιας πυκνοκατοικημένης χώρας, με πλήθος συγκέντρωσης κατοίκων στην πρωτεύουσα αυτής το Λονδίνο.

Η Αγγλία επιλέχθηκε προς έρευνα κατά κύριο λόγο για την αυξημένη πυκνότητα πληθυσμού που εμφανίζει και για την μεγάλη γεωγραφική έκταση της. Η δειγματοληψία σχετικά με τις συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων, έγινε από την μεγαλύτερη πόλη και πρωτεύουσα αυτής το Λονδίνο. Ο εν λόγω σταθμός βρίσκεται κοντά σε σχολεία, σουπερμάρκετ, καταστήματα διαφόρων ειδών, πολλές κατοικίες και απέχει σχεδόν 14 χιλιόμετρα από το κεντρικό τομέα της πόλης. Αυτό το σημείο της περιοχής του σταθμού μπορεί να αποτυπωθεί ως αστικό διότι συγκεντρώνει μεγάλο ποσοστό πληθυσμού, η γειτονιά εμφανίζει κίνηση λόγω των δρόμων παραπλεύρως των οδών και εξαιτίας της εκμετάλλευσης εμπορικών δραστηριοτήτων πέραν της οικιστικής ζώνης στην ίδια την γειτονιά καθώς και κατά τη μετακίνηση του πληθυσμού αυτής σε διπλανά αστικά κέντρα, προάστια.



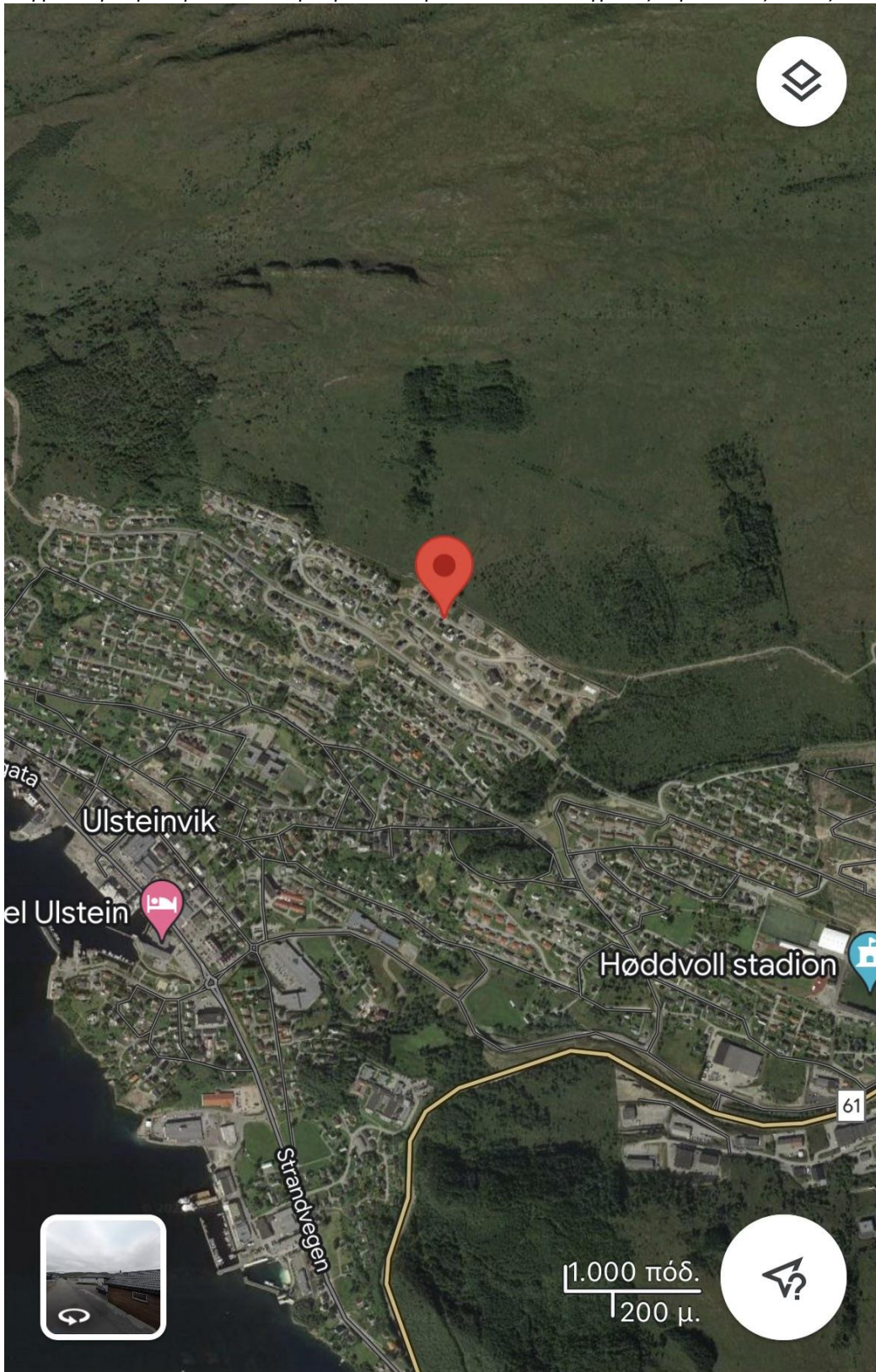
Εικόνα 2.5 : Περιοχή τοποθετημένου πομπού στο Λονδίνο.[3]



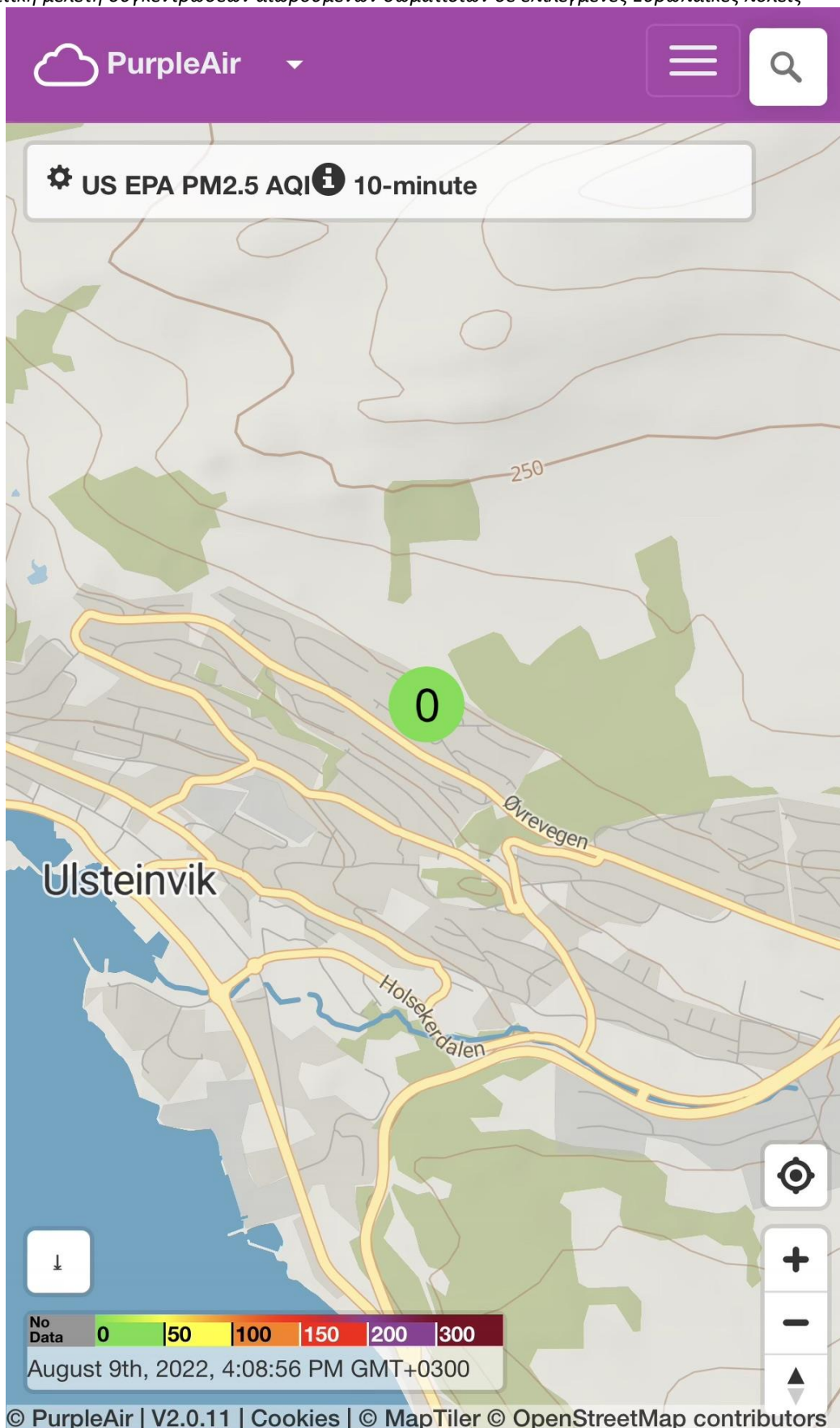
Εικόνα 2.6 : Περιοχή τοποθετημένου πομπού στο Λονδίνο.[2]

Επόμενη χώρα που μελετήθηκε είναι η Νορβηγία ή αλλιώς το Βασίλειο της Νορβηγίας είναι χώρα που ανήκει γεωγραφικά στη Βόρεια Ευρώπη, που περιλαμβάνει τα τμήματα του δυτικού και βορειότερου εδάφους της Σκανδιναβικής Χερσονήσου. Η χώρα αυτή έχει συνολική έκταση 385.207 τ. χλμ. και πληθυσμό 5.425.270 κατοίκων, ενώ συνορεύει στο ανατολικό της κομμάτι με τη Σουηδία, στο βορειοανατολικό με τη Φινλανδία και τη Ρωσία, στο νότιο με το στενό του Σκάγκερακ και στην αντίθετη μεριά με τη Δανία. Η Νορβηγία διαθέτει εκτεταμένη ακτογραμμή και μεγάλο βόρειο γεωγραφικό πλάτος. Το μεγαλύτερο μέρος της χώρας είναι ορεινό και κατέχει ψηλό έδαφος, με πλήθος φυσικών χαρακτηριστικών και τοπογραφίας όπως τα φιόρδ. Η Νορβηγία έχει μονίμως παγωμένο έδαφος που εντοπίζεται κυρίως στις υψηλότερες ορεινές περιοχές και εμφανίζει πολλούς παγετώνες. Η χώρα αυτή χαρακτηρίζεται από τις υψηλότερες θερμοκρασίες και τις περισσότερες σε αριθμό βροχοπτώσεις από το σύννηθες που αναμένεται από μια χώρα με τέτοια βόρεια γεωγραφικά πλάτη.

Η Νορβηγία εντάχθηκε στις χώρες προς διερεύνηση γιατί διαφέρει αρκετά γεωγραφικά ως τοποθεσία συγκριτικά με τις προηγούμενες χώρες που επιλέχθηκαν. Εξαιτίας της μεγάλης έκτασης του γεωγραφικού πλάτους της και του εύρους της τοπογραφίας και του κλίματος της κατέχει τον μέγιστο αριθμό ποικίλων βιοκοινοτήτων συγκριτικά με τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Ο σταθμός καταγραφής στην περίπτωση αυτής της χώρας δεν βρισκόταν στην πρωτεύουσα της χώρας, το Όσλο αλλά στην πόλη Ulsteinvik, η οποία απέχει 562 χλμ. από την πρωτεύουσα και ανήκει στο δήμο Ulstein και αποτελεί διοικητικό και εμπορικό κέντρο αυτής. Περιλαμβάνει τον μισό και παραπάνω πληθυσμό του δήμου που ανήκει σε ποσοστό 74%. Η πόλη είναι χτισμένη σε ένα φυσικό λιμάνι και έχει βιομηχανικό χαρακτήρα που βασιζέται κυρίως στα ναυπηγεία καθώς κατέχει δύο μεγάλα, το Ulstein Verft και το Kleven Verft. Επιπλέον, η πόλη έχει και δεκάδες άλλες ναυτιλιακές εταιρείες όλων των μεγεθών, συμπεριλαμβανομένης της παγκόσμιας έδρας του ναυτιλιακού τμήματος της Rolls-Royce plc. Η ισχύς αυτής της πόλης χαρακτηρίζεται βιομηχανική, καθώς παρουσιάζει σημαντική οικονομική επέκταση λόγω των βιομηχανιών που με τη σειρά τους οδηγούν και σε νέες κατασκευές, τόσο κατοικιών όσο και εμπορικών. κοντά σε σχολεία, σουπερμάρκετ, καταστήματα διαφόρων ειδών, πολλές κατοικίες και απέχει σχεδόν 14 χιλιόμετρα από το κεντρικό τομέα της πόλης. Τα αποτελέσματα καταγραφής του σταθμού για την συγκεκριμένη πόλη κρίνονται αρκετά ενδιαφέροντα καθότι η συγκεκριμένη πόλη διαφέρει αρκετά έναντι των υπολοίπων που επιλέχθηκαν εξαιτίας της γεωγραφικής της θέσης στο φυσικό λιμάνι αλλά και της βιομηχανικής της υπόστασης που συνεπάγεται αυτό έναντι της αστικής που επιλέχθηκε κυρίως παραπάνω στους υπόλοιπους σταθμούς.



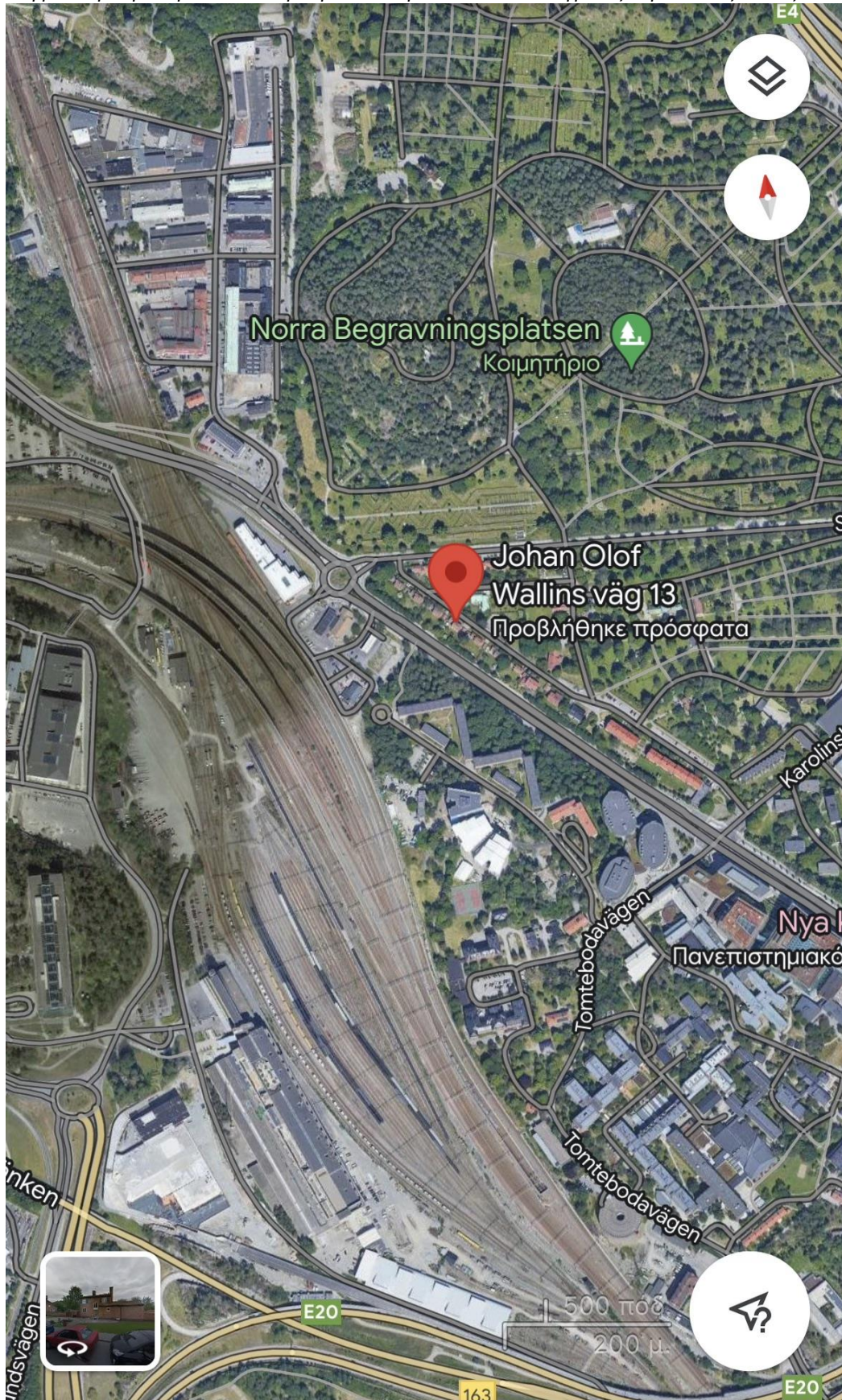
Εικόνα 2.7 : Περιοχή τοποθετημένου πομπού στην πόλη Ulsteinvik στην Νορβηγία.[3]



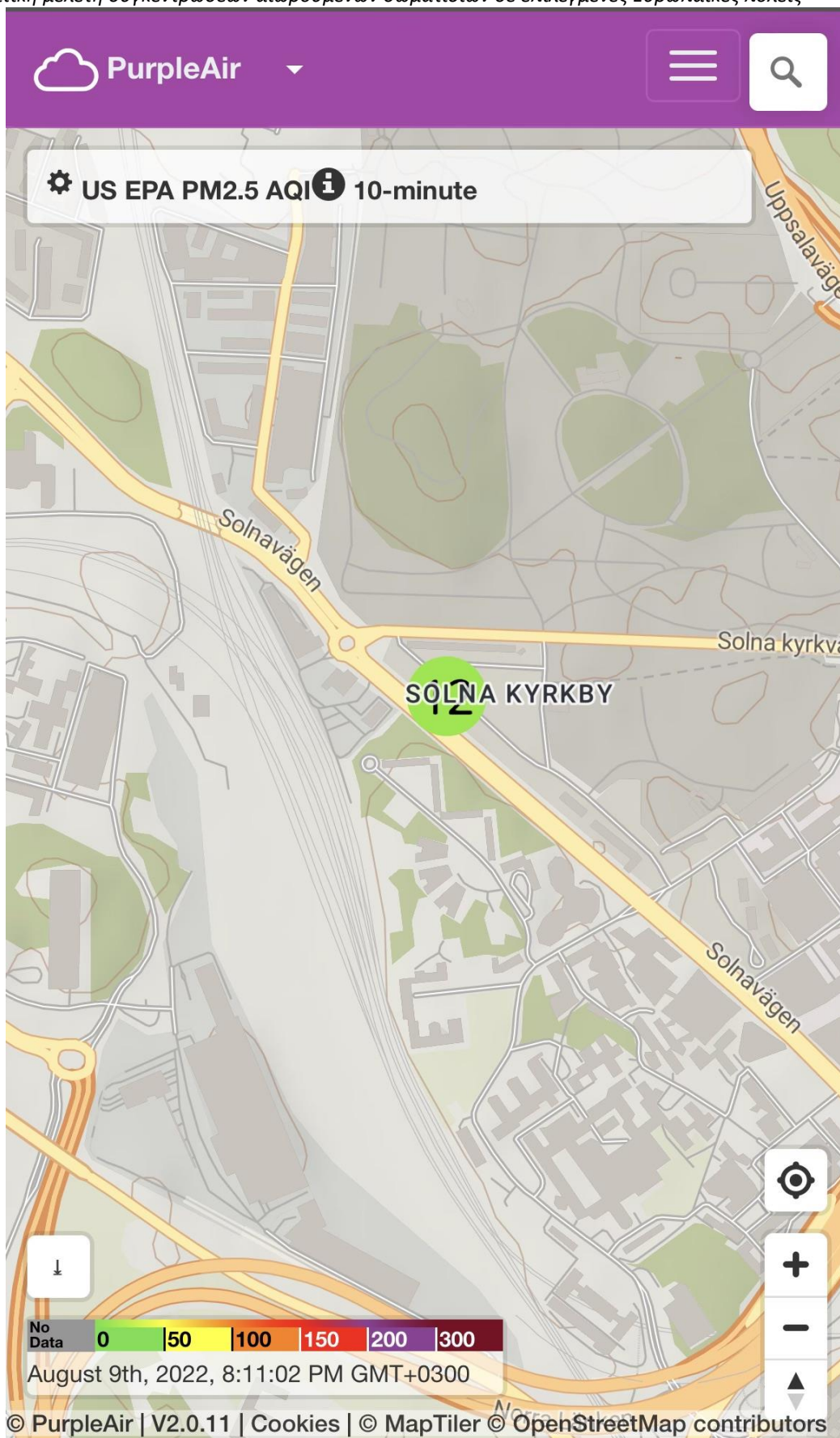
Εικόνα 2.8 : Περιοχή τοποθετημένου πομπού στην πόλη Ulsteinvik στην Νορβηγία.[2]

Τελευταία χώρα που επιλέχθηκε προς εξέταση είναι η Σουηδία, που επίσης ανήκει στις χώρες της Σκανδιναβίας, στη Βόρεια Ευρώπη. Στα σύνορα της δυτικά όπως προαναφέρθηκε βρίσκεται η Νορβηγία ενώ στα βορειοανατολικά της εντοπίζεται η Φινλανδία. Υδάτινο στοιχείο στη χώρα αυτή εντοπίζεται στα ανατολικά της και νοτιοδυτικά της σημεία, συγκεκριμένα ανατολικά ο Βοθνιακός κόλπος και η Βαλτική θάλασσα, ενώ νοτιοδυτικά ο πορθμός Σκάγκερακ και ο Κάτεγατ, οι οποίοι αποτελούν το χώρισμα μεταξύ Σκανδιναβίας και Δανίας. Η Σουηδία σε αντίθεση με τις υπόλοιπες χώρες που αναφέρθηκαν παραπάνω έχει χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού με 25 κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, κάτι που οφείλεται στην ύπαρξη κυρίως μητροπολιτικών περιοχών νότια, και στις μεγάλες δασικές εκτάσεις στην ενδοχώρα καθιστώντας την νότια Σουηδία ως επί το πλείστον αγροτική. Ως χώρα διακρίνεται για την ποικιλία της σε φυσικούς πόρους όπως νερό, ξυλεία και μεταλλεύματα. Η Σουηδία έχει πληθυσμό 10.452.326 κατοίκων και πρωτεύουσα της είναι η Στοκχόλμη. Το 87% των Σουηδών ζουν σε αστικές περιοχές που καλύπτουν το 1.5% της έκτασης της Σουηδίας και ζουν στην πλειοψηφία τους σε κεντρικά μέρη κυρίως στα νότια της χώρας. Πόλεις με έντονη πληθυσμιακή πυκνότητα για τα δεδομένα πάντα της χώρας αυτής, θεωρούνται η Στοκχόλμη, η Σκάνια και το Γκέτεμποργκ.

Η Σουηδία επιλέχθηκε μαζί με τις υπόλοιπες χώρες προς διερεύνηση γιατί διαφέρει αρκετά ως προς την πυκνότητα πληθυσμού αλλά και ως προς τους φυσικούς πόρους που διαθέτει συγκριτικά με τις προηγούμενες χώρες που επιλέχθηκαν. Επιπλέον μετά την Νορβηγία που συνορεύει και έχει κάποια όμοια στοιχεία ως χώρες της Σκανδιναβίας και οι δύο, η σύγκριση των πορισμάτων και το κατά πόσο θα έχουν αυτά ομοιότητες ή διαφορές μεταξύ τους κρίνεται ιδιαίτερα ενδιαφέρον. Ο σταθμός καταγραφής στην περίπτωση αυτής της χώρας ήταν τοποθετημένος σε σημείο κοντά στην πρωτεύουσα της χώρας, συγκεκριμένα ανήκει στην περιφέρεια της Στοκχόλμης. Λόγος γίνεται για την Σόλνα, που ανήκει στον δήμο της Σουηδίας και διαθέτει πληθυσμό κατά προσέγγιση 69.909 κατοίκων. Ο πομπός καταγραφής βρίσκεται σε κομβικό κεντρικό σημείο της πόλης αυτής, καθώς τριγύρω εντοπίζονται κεντρικοί περιφερειακοί δρόμοι αλλά και σιδηρόδρομοι ενώ παράλληλα διαθέτει πάρκα, γήπεδα και ένα μεγάλο συγκρότημα πανεπιστημιακών και νοσοκομειακών-φαρμακευτικών μονάδων ιδιωτικού και δημόσιου χαρακτήρα. Εξαιτίας όλων αυτών των χαρακτηριστικών που δεσπόζουν στο σημείο καταγραφής των αιωρούμενων σωματιδίων, ο σταθμός αυτός μπορεί να χαρακτηριστεί ως αστικός. Τα δεδομένα καταγραφής του σταθμού για το εν λόγω σημείο φαντάζουν ενδεικτικά καθότι η τριγύρω περιοχή εμφανίζει αυξημένη κινητικότητα αυτοκινήτων και άλλων μέσων κυκλοφορίας, εξαιτίας των παροχών που διαθέτει επαγγελματικού αλλά και μη, καθότι και ψυχαγωγικού χαρακτήρα. Η Σουηδία ως χώρα κατέχει αυστηρή νομοθεσία σχετικά με την οικολογική μέριμνα και συνείδηση των Σουηδών, οπότε σε αντιστάθμιση με ένα κομβικό σημείο αυξημένης κινητικότητας προκαλεί ενδιαφέρον το αποτέλεσμα των πορισμάτων καταγραφής. Στο κατά πόσο αυτό θα συνάδει με τους νόμους και την στάση που δείχνουν να κατέχουν ως πρότυπο χώρας με πλήθος φυσικών πόρων.



Εικόνα 2.9 : Περιοχή τοποθετημένου πομπού στην πόλη Solna στην Σουηδία[3]



Εικόνα 2.10 : Περιοχή τοποθετημένου πομπού στην πόλη Solna στην Σουηδία.[2]

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : Μεθοδολογία έρευνας

Για την εργασία αυτή αναπτύχθηκε η μέθοδος ποσοτικής έρευνας. Επιλέχθηκε αυτή η μέθοδος διότι θα αποσαφηνιστεί το θέμα καλύτερα από ότι με άλλες μεθόδους με τις οποίες θα ήταν ασαφές. Ο συνδυασμός μεθόδων που θα αναφερθεί παρακάτω αποσκοπεί στον εντοπισμό και την επεξεργασία αιωρούμενων σωματιδίων και συγκεκριμένα των PM10 , PM2.5 και PM1. Οι μέθοδοι αυτοί όπου εφαρμόστηκαν σε 5 Ευρωπαϊκές πόλεις στις χώρες (Βουλγαρία, Αγγλία, Νορβηγία, Σουηδία, Ιταλία) σκοπό έχουν μια τεκμηριωμένη επιστημονικά και σαφής εικόνα ως προς το πρόβλημα των αιωρούμενων σωματιδίων.

3.1 Συλλογή δεδομένων

Οι Ευρωπαϊκές χώρες ως προς την ποιότητα της ατμόσφαιρας διαθέτουν συστήματα ελέγχου του αέρα. Υπάρχουν ποικίλοι τρόποι όπου πραγματοποιείται ο έλεγχος ποιότητας του περιβάλλοντος :

- με μετρήσεις οι οποίες πραγματοποιούνται σε συγκεκριμένα σημεία/τοποθεσίες, με τυχαία δείγματα από διάφορες τοποθεσίες,
- με μαθηματικά μοντέλα όπου έχουν προκύψει μέσα από έρευνες και με συνδυασμό αυτών των μεθόδων [οδηγία 2008/50/EK].

Σε πλειοψηφία στις Ευρωπαϊκές χώρες υπάρχουν δίκτυα καταγραφής περιβαλλοντικών δεδομένων που καταγράφουν τους σημαντικούς ρύπους. Τα δίκτυα καταγραφής περιβαλλοντικών δεδομένων προσφέρουν στις χώρες αυτές τοπική αλλά και εθνική κάλυψη ώστε να είναι εντός ορίων ή να λαμβάνουν μέτρα σε περίπτωση που ξεπεράσουν τα όρια που προβλέπονται για κάθε ρύπο. Υπεύθυνοι για τα δίκτυα καταγραφής είναι οι τοπικές αρχές[1].

Με βάση την ΕΕ τα κράτη μέλη της καταγράφουν συγκεκριμένες ουσίες όπως το SO₂, NO₂, PM, P_b, O₃, κ.α. εκτός τον μόλυβδο τον οποίο πολλές Ευρωπαϊκές χώρες δεν τον καταγράφουν. Επιπλέον σε έξι κράτη μετρούνται τα βαρέα μέταλλα ,σε οκτώ κράτη οι οργανικές αιωρούμενες ουσίες ενώ τα περισσότερα από αυτά μετράνε το CO[1].

Σε πολλές χώρες λόγω περιορισμένων αναλυτικών δυνατοτήτων, μη ύπαρξη χρηματικών κεφαλαίων και αδυναμία κατοχής δεδομένων από προηγούμενες επιστημονικές έρευνες υπάρχουν διαφορές στην κάλυψη των ατμοσφαιρικών ρύπων. Έτσι οι χώρες της ΕΕ εκδίδουν αναφορές κάθε χρόνο στην λήξη του έτους. Σε περίπτωση που τα κράτη μέλη της ΕΕ υπερβούν τις οριακές τιμές είναι υποχρεωμένοι να βάλουν σε εφαρμογή ένα πρόγραμμα όπου εντός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος να επιτυγχάνουν τα όρια των τιμών. Επίσης είναι αναγκαίο να αναρτούν κατάλογο οικισμών και ζωνών όπου τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης υπερβαίνουν τα φυσιολογικά και εντός ορίων επίπεδα.

Όταν τα όρια υπερβούν το επίπεδο συναγερμού, οι χώρες οφείλουν να ενημερώνουν τους πολίτες τους ενώ όταν κάποιες τιμές ορίων οικιστικής ζώνης και γεωγραφικής ζώνης πλησιάζουν τις οριακές τιμές, οι χώρες οφείλουν να διατηρούν τα επίπεδα αυτά χαμηλά[Οδηγία 2008/50/EK].

Στην διπλωματική εργασία αυτή τα δεδομένα έχουν αντληθεί από το δίκτυο συλλογής ατμοσφαιρικών δεδομένων της ιστοσελίδας Purple Air (2). Η μελέτη σύγκρισης δεδομένων των ατμοσφαιρικών δεδομένων αναφέρεται σε πέντε κομβικά σημεία Ευρωπαϊκών σημείων τα οποία είναι της Ρώμης σε κοντινή απόσταση από την πόλη του Βατικανό, της πόλης Ulsteinvik στην Νορβηγία, στην πρωτεύουσα της Βουλγαρίας, Σόφια, στην πόλη Solna της Σουηδίας και στο Λονδίνο το οποίο δεν ανήκει πλέον στην ΕΕ αλλά βάση νόμου υποχρεούται να παρέχει ατμοσφαιρικά δεδομένα στην Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων. Οι ρύποι που θα μελετηθούν είναι τα αιωρούμενα σωματίδια και συγκεκριμένα τα PM10, PM2,5 και PM1. Οι μετρήσεις όπου έχουν

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις μελετηθεί είναι για τρία χρόνια και αφορούν τις περιόδους 1/03/2020 έως και 1/03/2022 με όργανο συνεχούς καταγραφής περιβαλλοντικών δεδομένων από την εταιρεία Purple Air. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναφέρονται σε σταθμούς/πομπούς εξωτερικού τύπου τα οποία συλλέγουν δεδομένα σε εξωτερικούς χώρους.

3.2 Δίκτυο Purple Air

3.2.1 Σχετικά με το δίκτυο

Το δίκτυο Purple Air είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα δυναμικής λειτουργίας η οποία επιτρέπει σε ιδιώτες και κοινότητες να συλλέγουν δεδομένα του περιβάλλοντος και να τα κοινοποιούν μέσω της ιστοσελίδας στον διαδραστικό χάρτη όπου διαθέτει το δίκτυο.

Οι αισθητήρες Purple Air συλλέγουν δεδομένα από αιωρούμενα σωματίδια. Τα σωματίδια αποτελούνται από σκόνη, στερεά σωματίδια όπου αιωρούνται στον αέρα, καπνό, ανόργανα και οργανικά υλικά. Το δίκτυο Purple Air ως δίκτυο συλλογής δεδομένων έχει ευρεία χρήση από φορείς και ιδιώτες, όπως κυβερνήσεις, πολιτική αεροπορία, σχολεία, πανεπιστήμια, ερευνητικούς φορείς αλλά και απλούς πολίτες. Οι χρήστες του δικτύου έχουν τη δυνατότητα είτε της δυναμικής παρακολούθησης – εξέλιξης της ποιότητας του αέρα σε ζωντανή ροή, είτε την αναζήτηση και άντληση δεδομένων των σημειακών σταθμών μέτρησης ποιότητας του αέρα για περαιτέρω ανάλυση και διερεύνηση της διακύμανσης σε βάθος χρόνου.

3.2.2 Αισθητήρες Purple air

Η παρακολούθηση του περιβάλλοντος και συγκεκριμένα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης εξελίσσεται με ταχύτατους ρυθμούς λόγω της ανάπτυξης των μικρών και φορητών με χαμηλό κόστος αισθητήρων. Οι αισθητήρες αυτοί λαμβάνουν δεδομένα όλη την μέρα σε πραγματικό χρόνο και τα δεδομένα αυτά είναι με υψηλή ανάλυση, ασύρματη υποδομή και αυξημένης υπολογιστικής δυνατότητας. Με αυτές τις λειτουργίες, οι αισθητήρες Purple Air έχουν ένα πλεονέκτημα παραπάνω από τους συμβατικούς αισθητήρες όπου μπορούν να υποστηρίξουν την απλή έρευνα της ποιότητας του αέρα συμπληρώνοντας την με την έρευνα της ατμόσφαιρας γενικότερα. Επιπλέον οι αισθητήρες Purple Air με την εξέλιξη αυτή επιτρέπουν, στους πολίτες και τις κοινότητες, την ανάπτυξη τους στρατηγικά ώστε να μειωθεί η ρύπανση και να γίνουν κατανοητοί οι δεσμοί σχετικά με τους δείκτες υγείας (Snyder et al, 2013).



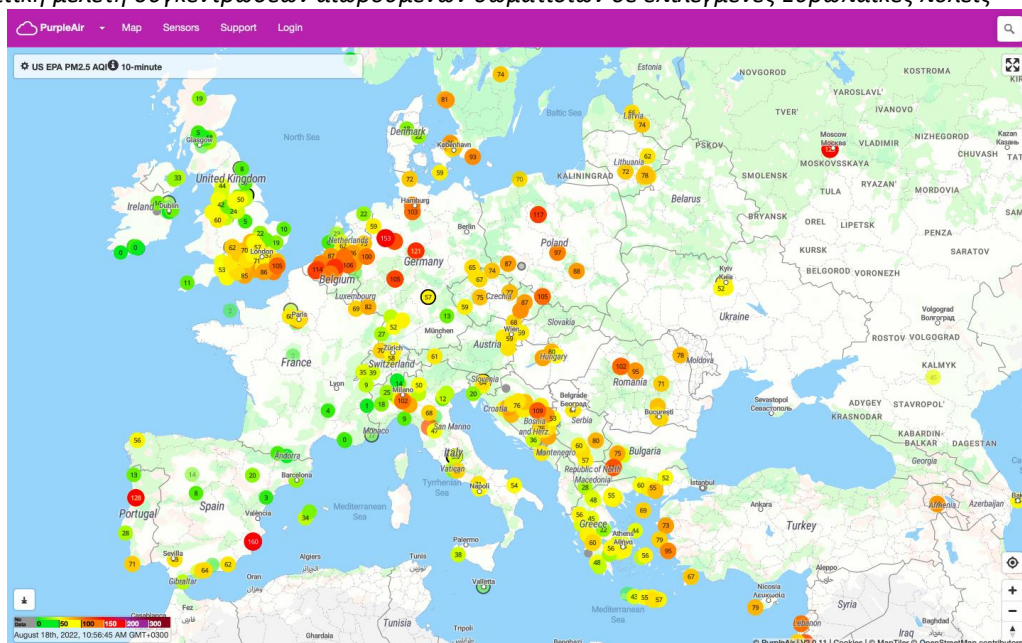
Εικόνα 3.1: Απεικόνιση αισθητήρα Purple air.[2]

3.2.3 Λειτουργία των αισθητήρων Purple air

Οι αισθητήρες Purple Air στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν για την παρακολούθηση και την μέτρηση αιωρούμενων σωματιδίων. Η μέτρηση των ρύπων πραγματοποιείται με λέιζερ τα οποία μετράνε σωματίδια με μέγεθος της τάξης 0,3, 0,5, 1, 2,5, 5 και 10 μm και τα δεδομένα χρησιμοποιούνται ώστε να υπολογιστούν οι συγκεντρωτικές μάζες PM1.0, PM2.5 και PM10. Τα αιωρούμενα σωματίδια μετρούνται σε πραγματικό χρόνο και μέσω μια πλάκας ανίχνευσης, το λέιζερ του αισθητήρα δεσμεύει τα αιωρούμενα σωματίδια. Στην συνέχεια το μέγεθος του σωματιδίου καθορίζεται από την αντανάκλαση τους στην πλάκα ανίχνευσης η οποία μεταφράζεται ως παλμός. Οι συγκεντρωτικές μάζες των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0, PM2.5 και PM10 στην συνέχεια υπολογίζονται από τον παλμό της αντανάκλασης, το μήκος αυτού και τον αριθμό μικρότερων σωματιδίων όπου λαμβάνονται από αυτόν.

Οι αισθητήρες PurpleAir χρησιμοποιούνται για την αποσαφήνιση της ποιότητας του αέρα και την ενημέρωση των πολιτών για κάθε χρήση και με ενδιαφερόμενους όπως κυβερνήσεις, πανεπιστήμια, βιομηχανίες κ.α.

Επιπλέον, οι αισθητήρες Purple air είναι συνδεδεμένοι σε ένα δίκτυο το οποίο υπάρχουν απεικονισμένα όλα τα δεδομένα που εκπέμπονται σε πραγματικό χρόνο. Μέσω του διαδραστικού χάρτη που υπάρχει στην ιστοσελίδα της Purple air, κάθε χρήστης μπορεί να κατεβάσει δεδομένα από όποιον σταθμό είναι διαθέσιμος στον χάρτη αυτόν. Μετά την επιλογή του κάθε σημείου στον χάρτη, ο χρήστης μπορεί να δει τα δεδομένα σε τιμές όπως PM2.5 αλλά και σε AQI(Purple air, 2020).



Εικόνα 3.2: Απεικόνιση διαδραστικού χάρτη Purple air[2]

3.3 Δημιουργία βάσης δεδομένων

Για την δημιουργία βάσης δεδομένων της παρούσας εργασίας εφαρμόζεται μια διαδικασία μέσα από την οποία έχουν επιλεγθεί τα δεδομένα. Αρχικά, γίνεται έρευνα σε σταθμούς σε διάφορες πολυσύχναστες διάσημες πόλεις της Ευρώπης. Στην συνέχεια πραγματοποιείται έρευνα πληρότητας των κριτηρίων για το διάστημα 1/03/2020 έως και 1/03/2022 με σκοπό όπου τα κριτήρια είναι αντιπροσωπευτικά για το διάστημα των τριών ετών. Με τον παραπάνω όρο της πληρότητας εννοούνται οι έγκυρες μετρήσεις σε βαθμό ωριαίο, ημερήσιο και ανά έτος έτσι ώστε να υπάρχουν όσο το δυνατόν λιγότερες κενές μετρήσεις. Οι κενές μετρήσεις σε κάποιο σταθμό μπορεί να προκύψουν είτε όταν ο αισθητήρας έχει απεγκατασταθεί για λόγους συντήρησης είτε λόγω κάποιου τεχνικού προβλήματος.

Αρχικά τα αρχεία με τα δεδομένα των αιωρούμενων σωματιδίων PM1, PM2,5, PM10 αφού ολοκληρωθεί η έρευνα τους, καταγράφονται στον υπολογιστή σε μορφή 'csv' και μετά το άνοιγμα τους μετατρέπονται μέσω της βοήθειας του Microsoft Excel σε 'xlsx' ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία των μετρήσεων και των διαγραμμάτων όπου θα γίνουν στην συνέχεια.

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data structure in the first few rows:

Row ID	Date	Time	PM1.0	PM2.5	PM10.0	UptimeMinutes	RSSI	Temperature	Humidity	PM2.5	ATM
13803	2020-03-01	00:00:00	UTC	12.33	16.47	18.52	6609.00	-75.73	64.00	42.03	16.47
13804	2020-03-01	01:00:00	UTC	4.03	6.04	7.86	6669.00	-75.87	64.53	47.70	6.04
13805	2020-03-01	02:00:00	UTC	2.71	4.28	6.16	6729.00	-75.27	64.27	51.17	4.28

Εικόνα 3.3: Αρχική μορφή δεδομένων ‘csv’

Έπειτα πραγματοποιείται άνοιγμα προς επεξεργασία ένα νέο φύλλο του Excel και μετατρέπεται σε αρχείο με επεξεργάσιμη μορφή ‘xlsx’. Στο αρχικό αρχείο υπάρχουν και δεδομένα τα οποία δεν αφορούσαν την συγκεκριμένη διπλωματική εργασία όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία και έτσι παρέμειναν μόνο τα στοιχεία που χρειαζόνταν τα οποία είναι, ‘DATE’ όπου αναγράφονται οι ημερομηνίες από το διάστημα 1/03/2019 έως 1/03/2022, ‘HOUR’ με την μορφή ‘01:00’, ‘02:00’ έως ‘00:00’ και τα δεδομένα των αιωρούμενων σωματιδίων ‘PM1’, ‘PM2,5’, ‘PM10’. Εν συνεχεία δημιουργούνται ακόμη τρεις στήλες όπου θα βοηθήσουν στην ταχύτερη και πιο ταξινομημένη επεξεργασία των δεδομένων. Οι στήλες αυτές είναι ‘YEAR’ η οποία αντιστοιχεί στο έτος το οποίο συνάδει με την ημερομηνία όπου έχουν συλλεχθεί τα δεδομένα με βάση τις ημερομηνίες, ‘MONTH’ όπου αναγράφεται ο μήνας από τον πρώτο μήνα συλλογής των δεδομένων Μάρτιο έως και Φεβρουάριο και ‘DAY’ όπου αντιστοιχεί στις επτά ημερολογιακές ημέρες της εβδομάδας από Δευτέρα έως Κυριακή.

DATE	YEAR	MONTH	DAY	ΟΡΕΣ	PM1.0_CF1_ug/m3	PM2.5_CF1_ug/m3	PM10.0_CF1_ug/m3			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	0:00:00	12,33	16,47	18,52			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	1:00:00	4,03	6,04	7,86			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	2:00:00	2,71	4,28	6,16			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	3:00:00	2,32	3,86	5,53			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	4:00:00	2,73	4,3	5,97			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	5:00:00	3,52	5,25	6,89			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	6:00:00	4,12	5,98	7,67			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	7:00:00	6,61	8,98	10,73			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	8:00:00	8,67	11,76	13,83			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	9:00:00	10,66	13,99	16,46			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	10:00:00	11,48	14,99	17,75			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	11:00:00	10,16	13,88	17,54			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	12:00:00	8,87	13,07	17,18			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	13:00:00	7,49	11,44	16,04			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	14:00:00	7,44	11,53	16,22			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	15:00:00	8,21	12,72	17,41			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	16:00:00	8,83	13,74	18,5			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	17:00:00	8,89	13,2	17,66			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	18:00:00	8,17	12,19	15,95			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	19:00:00	8,82	12,96	16,94			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	20:00:00	7,43	10,85	14,16			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	21:00:00	5,91	9,3	13,09			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	22:00:00	4,33	7,46	12,05			
1/3/20	2020	Μαρτιος	Σαββατο	23:00:00	4,13	7,4	11,96			
2/3/20	2020	Μαρτιος	Κυριακη	0:00:00	4,31	7,81	11,92			
2/3/20	2020	Μαρτιος	Κυριακη	1:00:00	5,13	8,44	12,54			
2/3/20	2020	Μαρτιος	Κυριακη	2:00:00	3,72	6,37	9,67			
2/3/20	2020	Μαρτιος	Κυριακη	3:00:00	3,26	5,6	8,51			
2/3/20	2020	Μαρτιος	Κυριακη	4:00:00	3,21	5,56	8,33			
2/3/20	2020	Μαρτιος	Κυριακη	5:00:00	4,07	6,35	8,86			
2/3/20	2020	Μαρτιος	Κυριακη	6:00:00	4,5	6,73	9,28			
2/3/20	2020	Μαρτιος	Κυριακη	7:00:00	3,48	5,55	8,08			
2/3/20	2020	Μαρτιος	Κυριακη	8:00:00	3,37	5,27	7,48			
2/3/20	2020	Μαρτιος	Κυριακη	9:00:00	4,26	6,3	8,58			
Σύνολο				ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ PM1	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ PM2,5	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ PM10	ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ	ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ PM1	ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ PM2,5	ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ

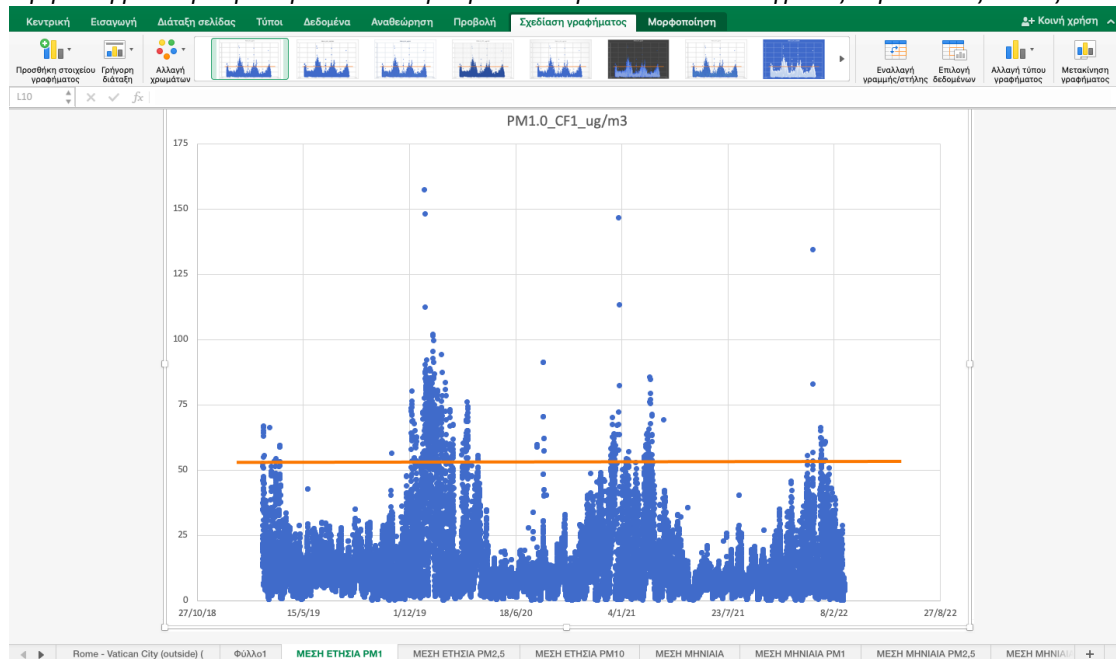
Εικόνα 3.4: Επεξεργάσιμη μορφή δεδομένων ‘xlsx’

Στην πρώτη καρτέλα υπολογιστικού φύλλου αναφέρεται το όνομα του σταθμού όπως έχει ονομαστεί από τον ιδιοκτήτη του αισθητήρα.

Έπειτα, αφού δημιουργήθηκαν όλες οι στήλες για τον πρώτο σταθμό ,επαναλήφθηκε και για τους επόμενους σταθμούς

3.3.1 Υπολογισμός μέσης ετήσιας τιμής

Ο μέσος όρος των ετήσιων τιμών υπολογίζεται για όλες τις ώρες της ημέρας και γίνεται για κάθε αιωρούμενο σωματίδιο ξεχωριστά. Ο τρόπος με τον οποίο υπολογίζονται είναι ο εξής: δημιουργήθηκε μια καρτέλα ξεχωριστά για κάθε ρύπο και στην συνέχεια εν συναρτήσσει με τα φίλτρα, τα οποία εφαρμόστηκαν στην στήλη ‘YEAR’ ώστε να επιλέγεται κάθε έτος ξεχωριστά για τις ανάγκες της εργασίας, δημιουργήθηκε το διάγραμμα μέσης τιμής για κάθε ρύπο ξεχωριστά σε σύνολο τριών ετών. Επίσης στα διαγράμματα εφαρμόστηκε το όριο υπέρβασης ώστε να γίνεται αντιληπτό όταν κάποιες τιμές το υπερβαίνουν.



Εικόνα 3.5: Απεικόνιση μέσης ετήσιας τιμής

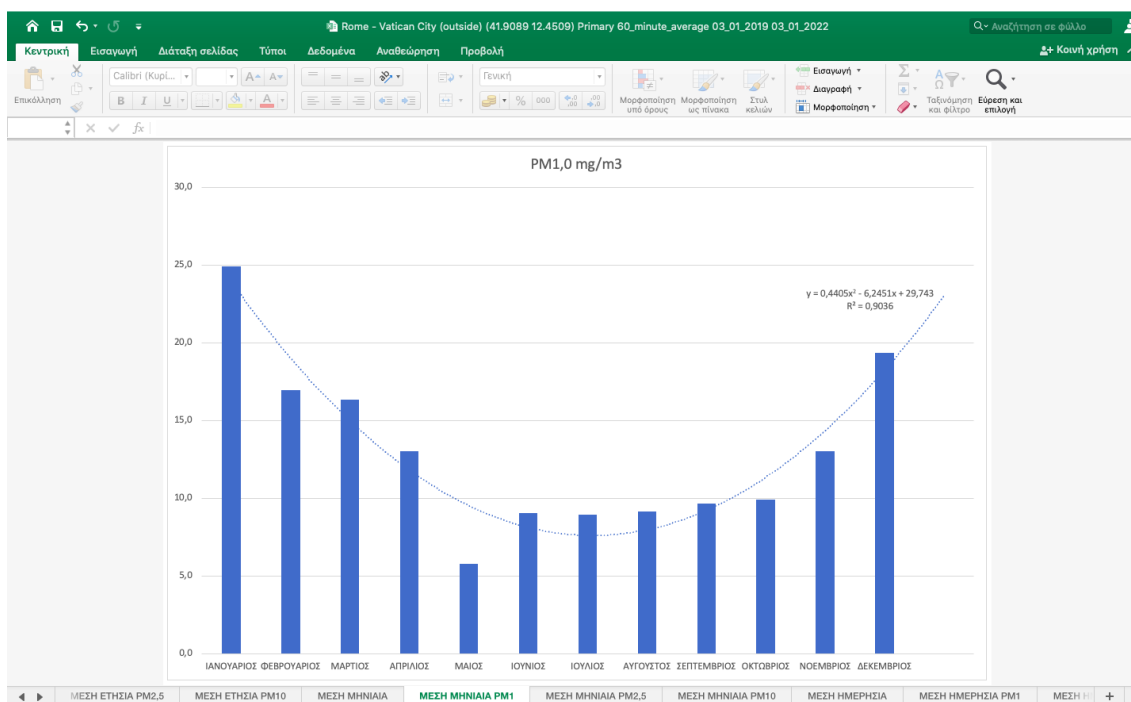
3.3.2 Υπολογισμός μέσης μηνιαίας τιμής

Για τον υπολογισμό της μέσης μηνιαίας τιμής επιλέχθηκαν από τα δεδομένα οι μήνες από Ιανουάριο έως και Δεκέμβριο συνολικά για όλα τα έτη και ξεχωριστά για κάθε ρύπο. Η επιλογή των μηνών έγινε από την πρώτη και κεντρική καρτέλα των δεδομένων και συγκεκριμένα με την εφαρμογή φίλτρου στην στήλη 'MONTH' το οποίο εφαρμόστηκε ώστε να γίνεται η επιλογή κάθε μήνα ξεχωριστά. Στην συνέχεια αφού εφαρμόστηκε το φίλτρο για τον πρώτο μήνα του έτους σε συνάρτηση με τον μέσο όρο του κάθε ρύπου ξεχωριστά ,δημιουργήθηκε μια νέα καρτέλα στο υπολογιστικό φύλλο όπου ονομάστηκε 'ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΤΙΜΗ'. Έπειτα , η μέθοδος αυτή επαναλήφθηκε για όλους τους μήνες ξεχωριστά και για κάθε ρύπο. Ο υπολογισμός του μέσου όρου για τον κάθε ρύπο δημιουργήθηκε επιλέγοντας την στήλη του ρύπου από την αρχή έως το τέλος των μετρήσεων και στην συνέχεια κάνοντας αντιγραφή τον μέσο όρο από το υπολογιστικό φύλλο όπου βγαίνει αυτόματα. Όταν ολοκληρώθηκε η επεξεργασία των δεδομένων στην καρτέλα 'ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΤΙΜΗ', όλα τα δεδομένα εφαρμόστηκαν σε διάγραμμα.

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις

M.O.	PM10.0 mg/m ³	PM2.5 mg/m ³	PM10.0 mg/m ³
1 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	24,9	35,7	40,4
2 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	17,0	24,1	27,3
3 ΜΑΡΤΙΟΣ	16,3	23,0	25,6
4 ΑΠΡΙΛΙΟΣ	13,0	18,1	19,9
5 ΜΑΙΟΣ	5,8	7,8	8,8
6 ΙΟΥΝΙΟΣ	9,0	11,7	12,8
7 ΙΟΥΛΙΟΣ	8,9	11,3	12,2
8 ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	9,2	11,9	12,9
9 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	9,7	13,2	14,3
10 ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	9,9	13,9	15,4
11 ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	13,0	18,6	21,0
12 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	19,4	27,3	31,0

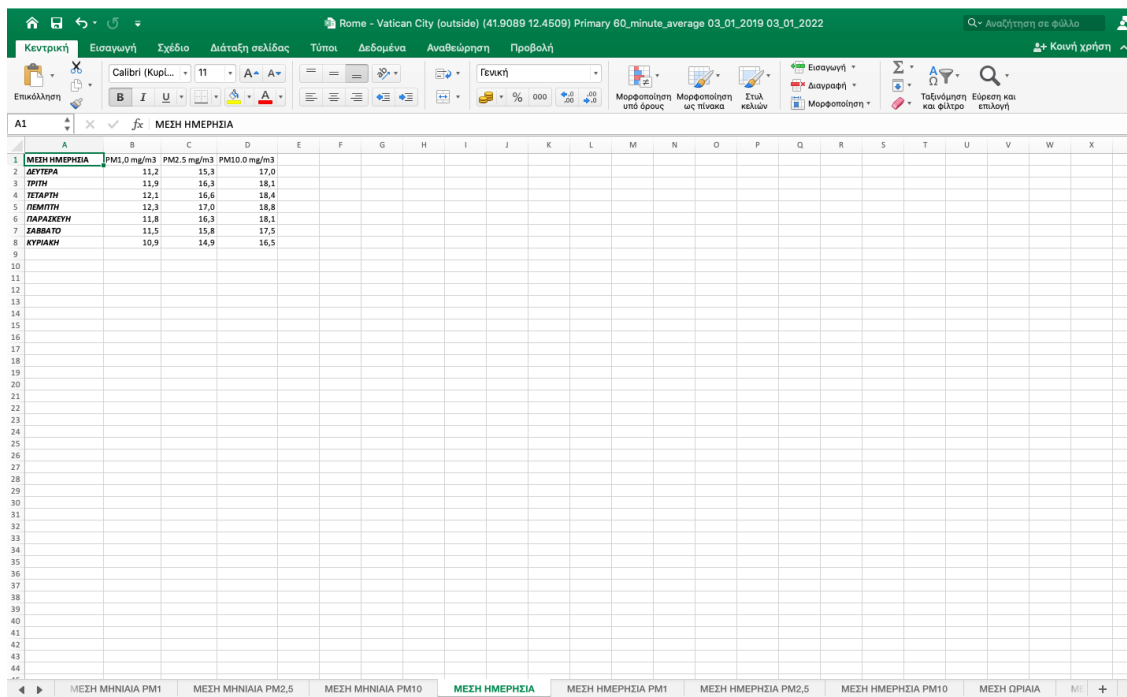
Εικόνα 3.6: Απεικόνιση υπολογιστικού φύλλου μέσης μηνιαίας τιμής



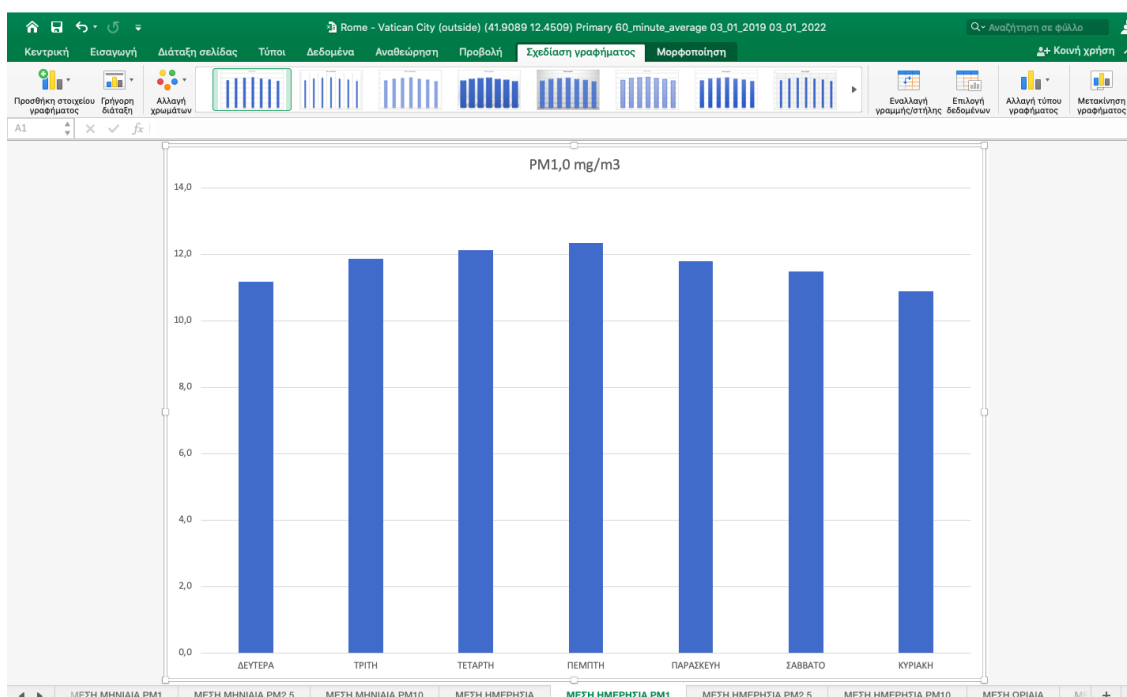
Εικόνα 3.7: Απεικόνιση μέσης μηνιαίας τιμής

3.3.3 Υπολογισμός μέσης ημερήσιας τιμής

Οι ημερήσιες μέσες τιμές για τους ρύπους ‘PM1’, ‘PM2,5’, ‘PM10’, υπολογίζονται για κάθε ημέρα της εβδομάδας από Δευτέρα έως και Κυριακή για όλες τις ώρες. Ο υπολογισμός της ημερήσιας τιμής γίνεται με βάση την στήλη ‘DAY’ από την βάση δεδομένων. Αρχικώς επιλέγεται μια συγκεκριμένη ημέρα για όλα τα έτη από την στήλη με τις ημέρες και έπειτα υπολογίζεται ο μέσος όρος για κάθε ρύπο και για ημέρα ξεχωριστά για το διάστημα 1/03/2019-1/03/2022. Στην συνέχεια μεταφέρονται όλα τα δεδομένα σε μια νέα καρτέλα υπολογιστικού φύλλου καταναμημένα έτσι ώστε να είναι εύκολη η επιλογή τους για την δημιουργία διαγραμμάτων.



Εικόνα 3.8: Απεικόνιση υπολογιστικού φύλλου μέσης ημερήσιας τιμής

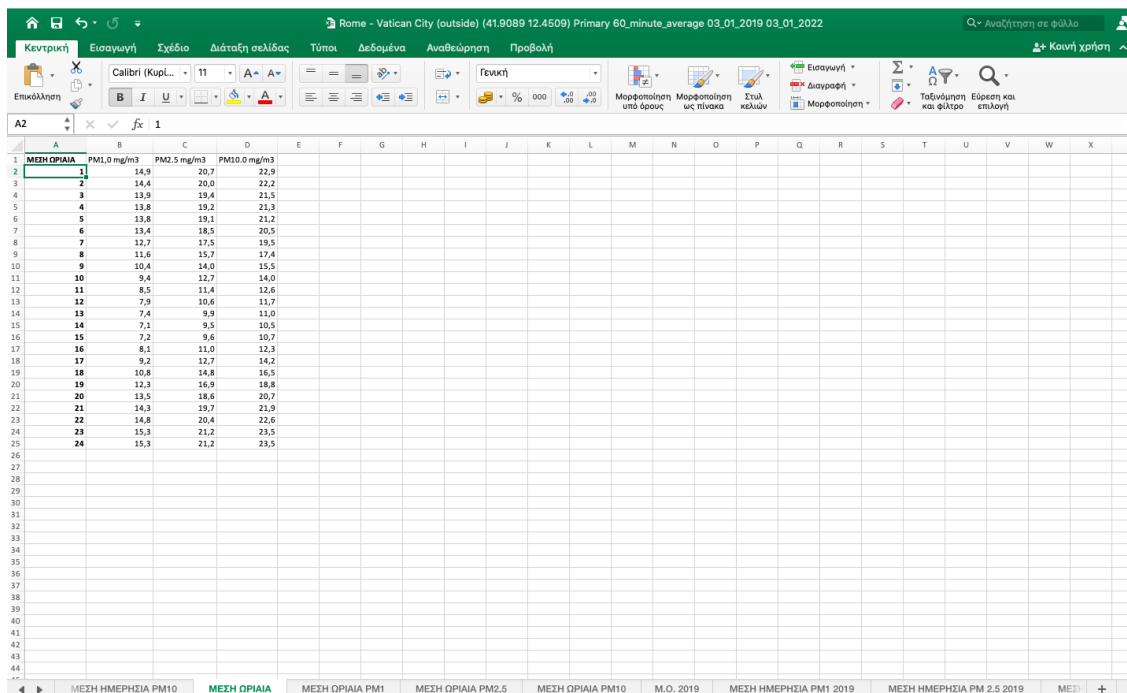


Εικόνα 3.9: Απεικόνιση μέσης ημερήσιας τιμής

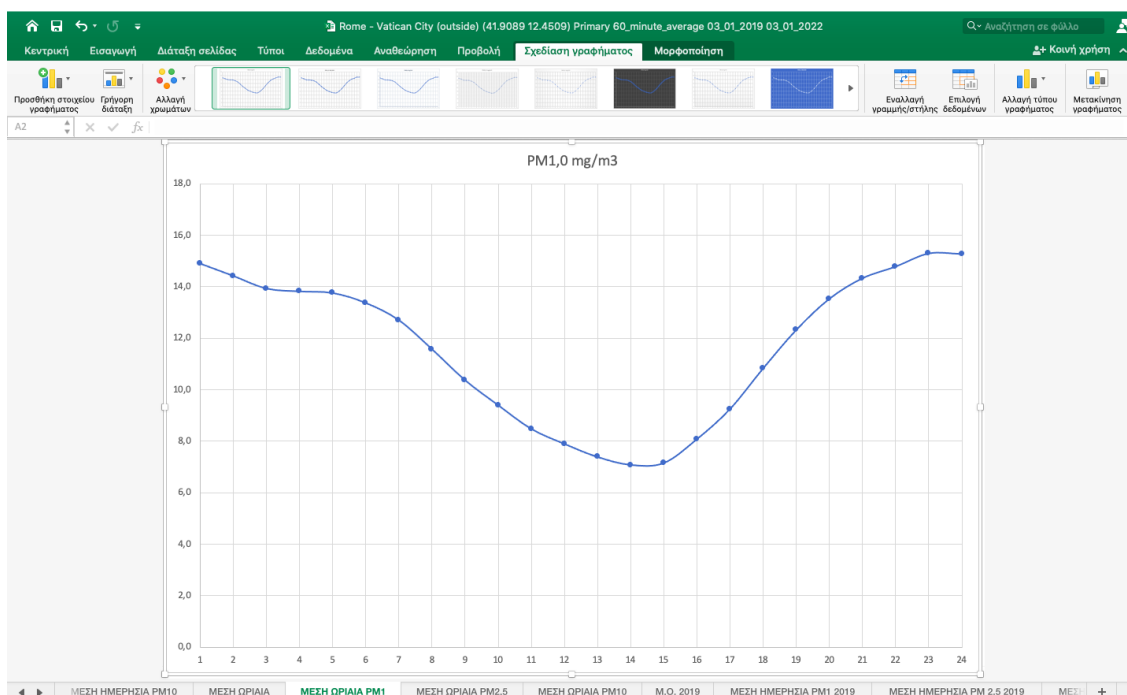
3.3.4 Υπολογισμός μέσης ωριαίας τιμής

Στην περίπτωση που υπάρχουν ωριαίες μετρήσεις μπορεί να παρατηρηθεί η διακύμανση των ρύπων και της έξαρσης τους σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Στην βάση δεδομένων υπολογίζεται η μέση τιμή για όλες τις ώρες της ημέρας και για κάθε ρύπο ξεχωριστά. Ο υπολογισμός γίνεται με την βοήθεια φίλτρων όπου έχουν εφαρμοστεί στην στήλη ‘HOUR’ της βάσης δεδομένων. Στην συνέχεια τα αποτελέσματα αποτυπώνονται σε ένα νέο υπολογιστικό φύλλο ώστε να είναι συγκρίσιμα για την δημιουργία διαγραμμάτων.

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις



Σχήμα 3.10: Απεικόνιση υπολογιστικού φύλλου μέσης ωριαίας τιμής



Εικόνα 3.11: Απεικόνιση μέσης ωριαίας τιμής

Όλοι οι παραπάνω υπολογισμοί εφαρμόστηκαν στην συνέχεια για κάθε ρύπο και για κάθε έτος ξεχωριστά (2019,2020,2021,2022) ώστε να γίνει κατανοητή η διακύμανση των ρύπων σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.

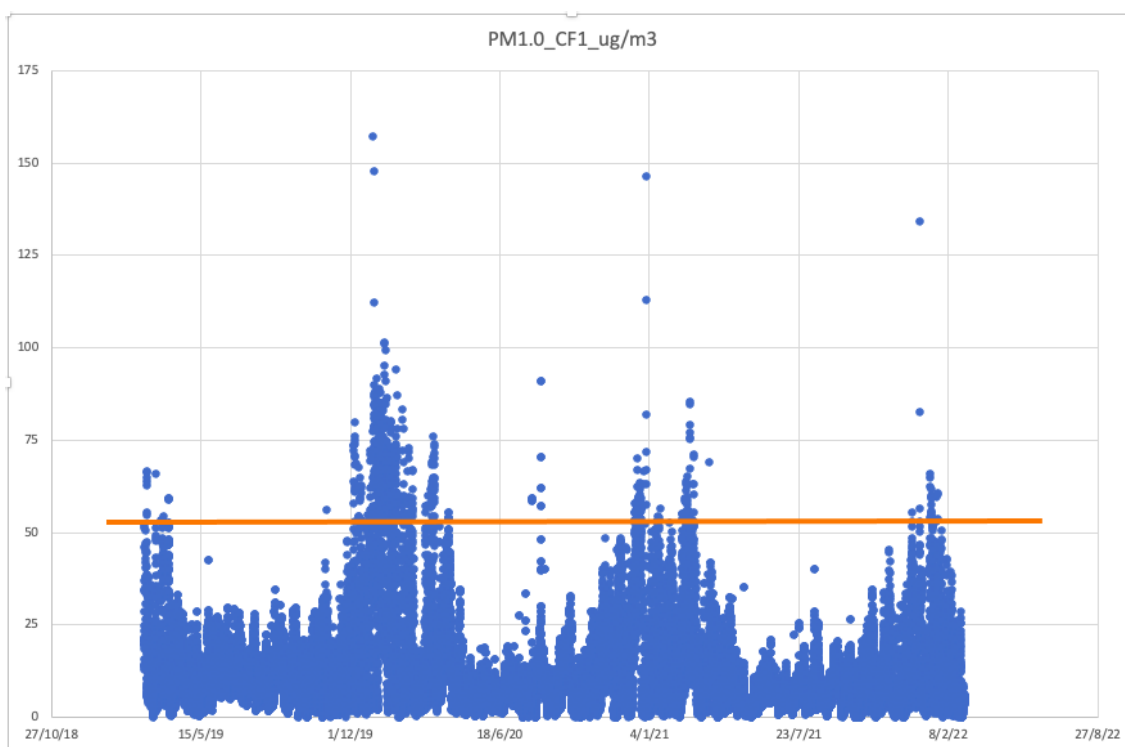
4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο : Αποτελέσματα-Συζήτηση

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται όλη η επεξεργασία των μετρήσεων από τα δεδομένα της βάσης με τα αιωρούμενα σωματίδια και σχολιάζονται τα διαγράμματα που προέκυψαν από αυτά. Τα διαγράμματα παρακάτω θα σχολιασθούν ανά σταθμό/χώρα, Πόλη ώστε τα συμπεράσματα να καταλήγουν σε μια συνολική εικόνα ατμοσφαιρικής ρύπανσης για την κάθε πόλη ξεχωριστά.

4.1 Ρώμη

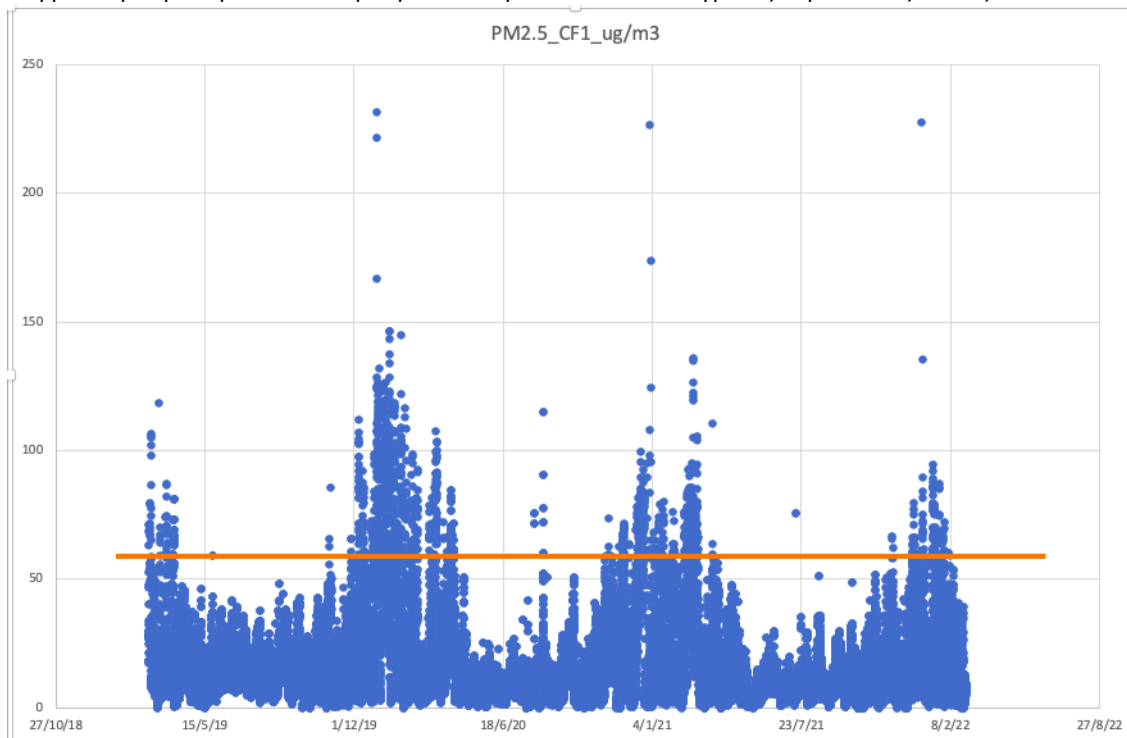
Ο σταθμός που θα σχολιαστεί για αρχή επιλέχθηκε τυχαία η Ρώμη στην περιοχή του Βατικανού και τα αποτελέσματα του θα αναλυθούν παρακάτω με την σειρά (μέση ετήσια τιμή, μέση μηνιαία τιμή, μέση ημερήσια τιμή και μέση ωριαία). Τα παραπάνω θα αναλυθούν πρωτίστως για όλα τα έτη συνολικά και στην συνέχεια κάποια από αυτά για κάθε έτος ξεχωριστά.

4.1.1 Διακύμανση μέσης ετήσιας τιμής



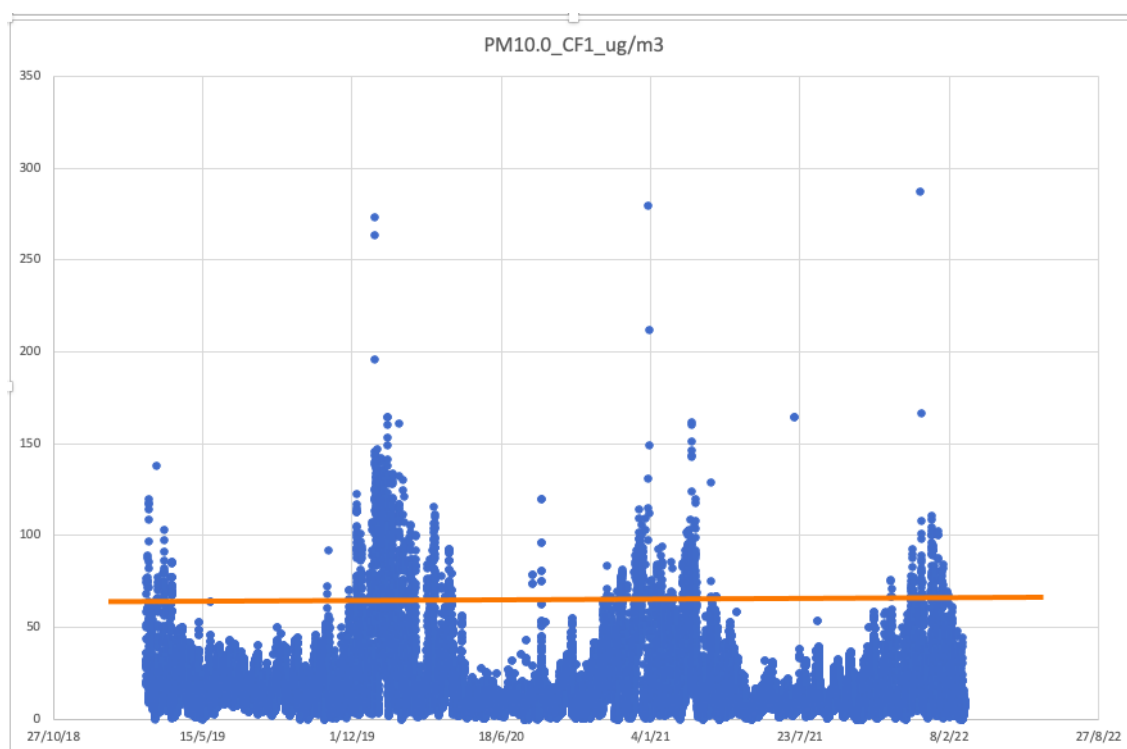
Σχήμα 4.1.1 α: Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM1.0 (1/3/2019-1/3/2022)

Παρατηρείται πως στο διάγραμμα για όλα τα έτη υπάρχει μια ελαφριά έξαρση στους μήνες του χειμώνα και της άνοιξης και ειδικότερα από τέλη Νοεμβρίου έως Μάιο για τα αιωρούμενα σωματίδια PM1.0. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην κινητικότητα των πολιτών επειδή το σημείο του σταθμού βρίσκεται σε αστική, πολυσύχναστη και τουριστική περιοχή.



Σχήμα 4.1.1 β: Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM2.5 (1/3/2019-1/3/2022)

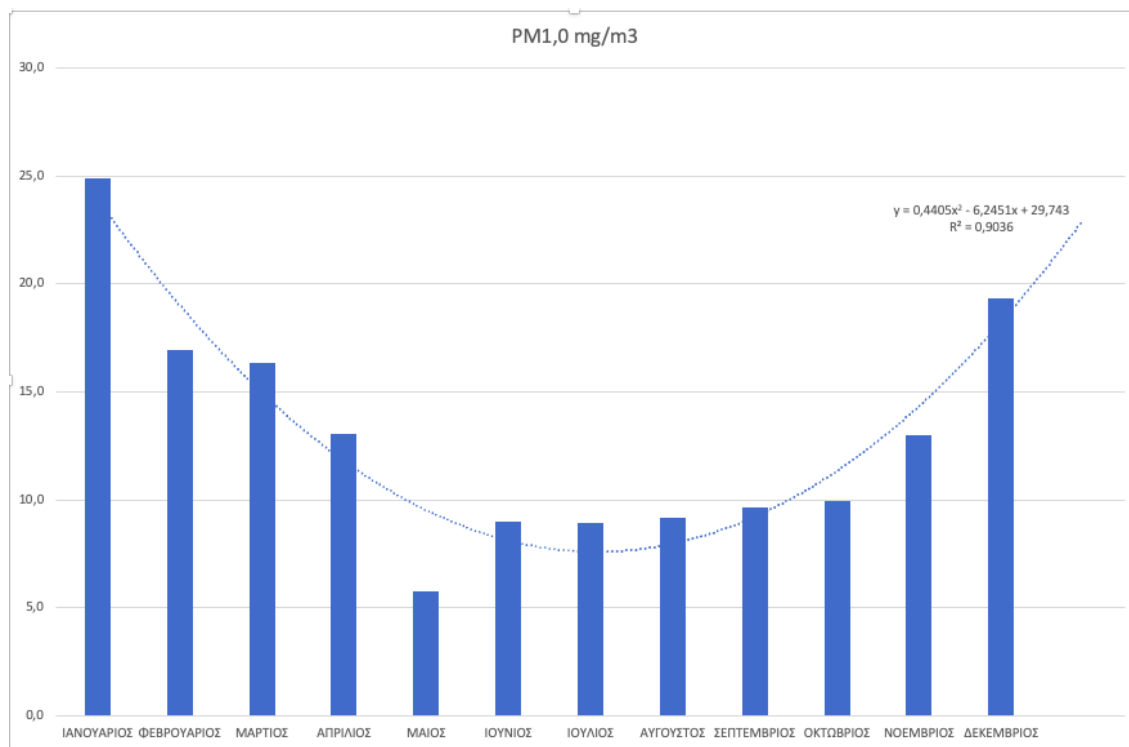
Παρατηρείται πως στο συγκεκριμένο διάγραμμα για τα σωματίδια PM_{2,5} παρουσιάζονται υπερβάσεις αλλά συγκριτικά χαμηλότερης έντασης σε σχέση με τις υπερβάσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀. Επίσης παρατηρείται έξαρση κυρίως τους χειμερινούς μήνες όπου η τουριστική περίοδος της συγκεκριμένης περιοχής εμφανίζει μεγάλη αύξηση. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω υψηλής κινητικότητας κυρίως τουριστών αλλά και κίνησης χωρίς μέσα μαζικής μεταφοράς, επιπλέον λόγω των παραδοσιακών κτηρίων υπάρχει έντονη καύση τζακιών κατά τη χειμερινή περίοδο.



Σχήμα 4.1.1 γ: Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM10 (1/3/2019-1/3/2022)

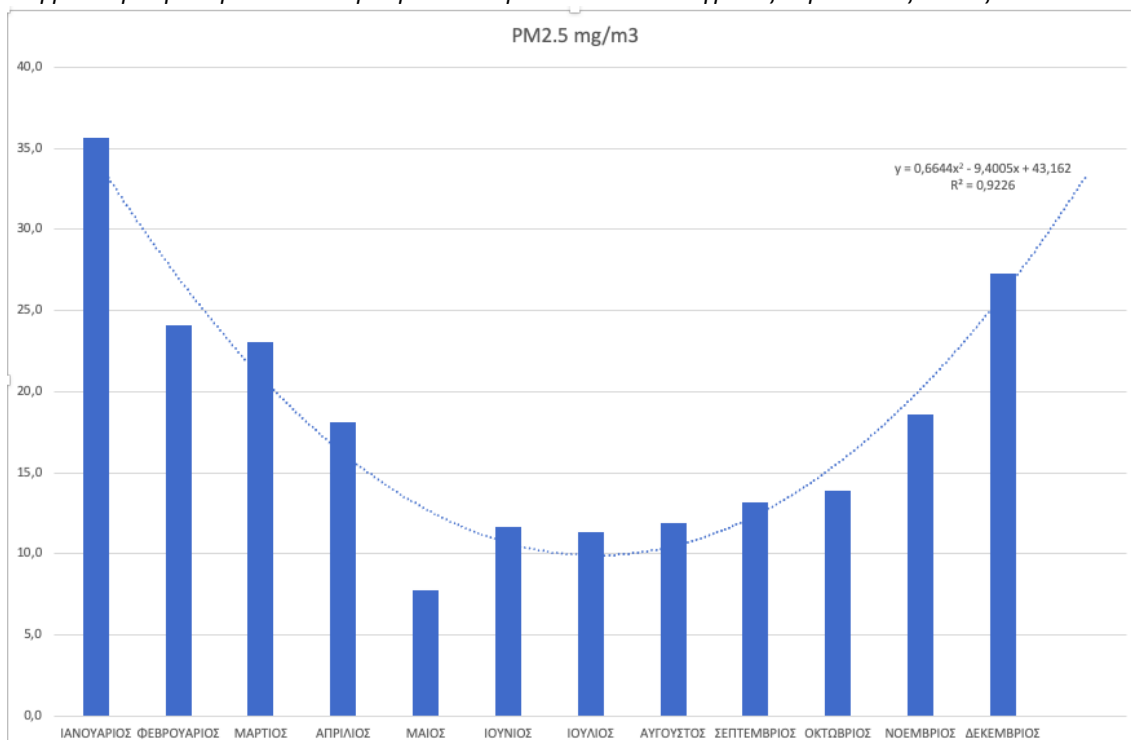
Στο παραπάνω διάγραμμα ετήσιας τιμής PM10 όπως παρατηρείται ότι υπάρχει συσχέτιση με αυτά των PM1.0, PM2.5. Οι μήνες του καλοκαιριού είναι συγκριτικά καλύτεροι σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση . Επίσης παρά την έξαρση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης τους χειμερινούς μήνες και της άνοιξης ,παρατηρούνται και κάποιες μεμονωμένες τιμές ραγδαίας αύξησης των τιμών οι οποίες μπορεί να οφείλονται σε καιρικά φαινόμενα ή και σκόνης από την Αφρική.

4.1.2 Διακύμανση μέσης μηνιαίας τιμής



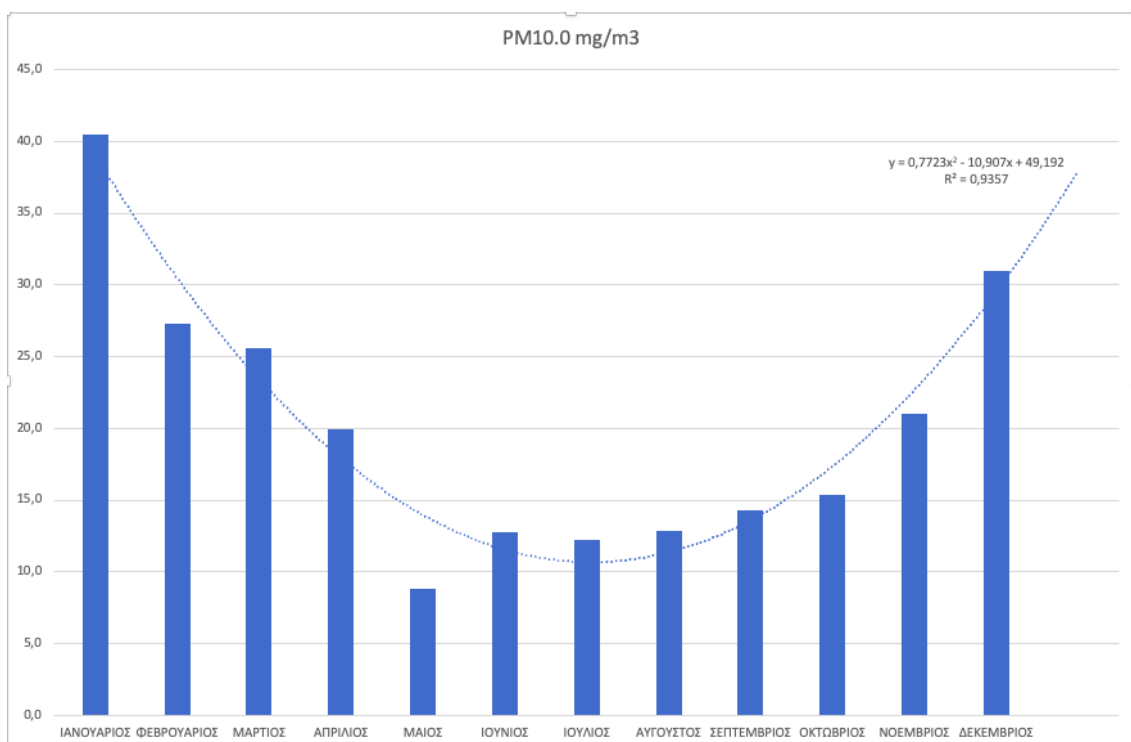
Σχήμα 4.1.2 α: Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM1.0 (1/3/2019-1/3/2022)

Στο σχήμα 4.1.2.α απεικονίζεται, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες μια πτώση των τιμών για τα αιωρούμενα σωματίδια PM1.0, ενώ την περίοδο από Νοέμβριο έως Απρίλιο, εμφανίζεται μια αυξητική τάση που δηλώνει και την εποχικότητα του ρύπου. Αυτό οφείλεται στην έντονη κυκλοφορία τους μήνες αυτούς λόγω της τουριστικής σεζόν στην Ιταλία και της συχνής κυκλοφορίας οχημάτων και του φαινομένου αστικοποίησης των μεγάλων κέντρων.



Σχήμα 4.1.2 β: Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM2.5(1/3/2019-1/3/2022)

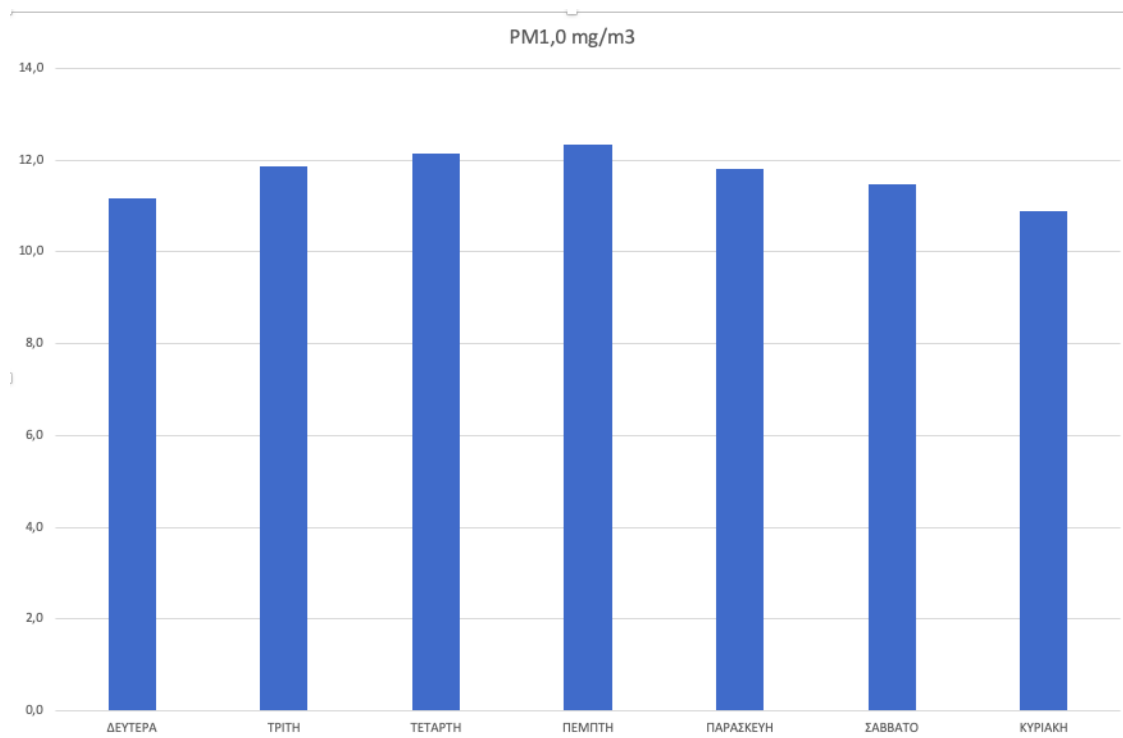
Το σχήμα 4.1.2.β., απεικονίζει την συγκέντρωση των σωματιδίων PM2.5 όπου παρατηρείται αύξηση κατά τους χειμερινούς μήνες του έτους, συγκριτικά με τους καλοκαιρινούς μήνες. Αυτό οφείλεται στις κεντρικές θερμάνσεις κατά την λειτουργία τους εν μέσω του χειμώνα αλλά και από την συχνή κυκλοφορία τους μήνες αυτούς, καθώς η συγκεκριμένη περιοχή εμφανίζει πληθυσμιακή αύξηση λόγω τουρισμού κατά τη χειμερινή κυρίως περίοδο του έτους.



Σχήμα 4.1.2 γ: Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM10(1/3/2019-1/3/2022)

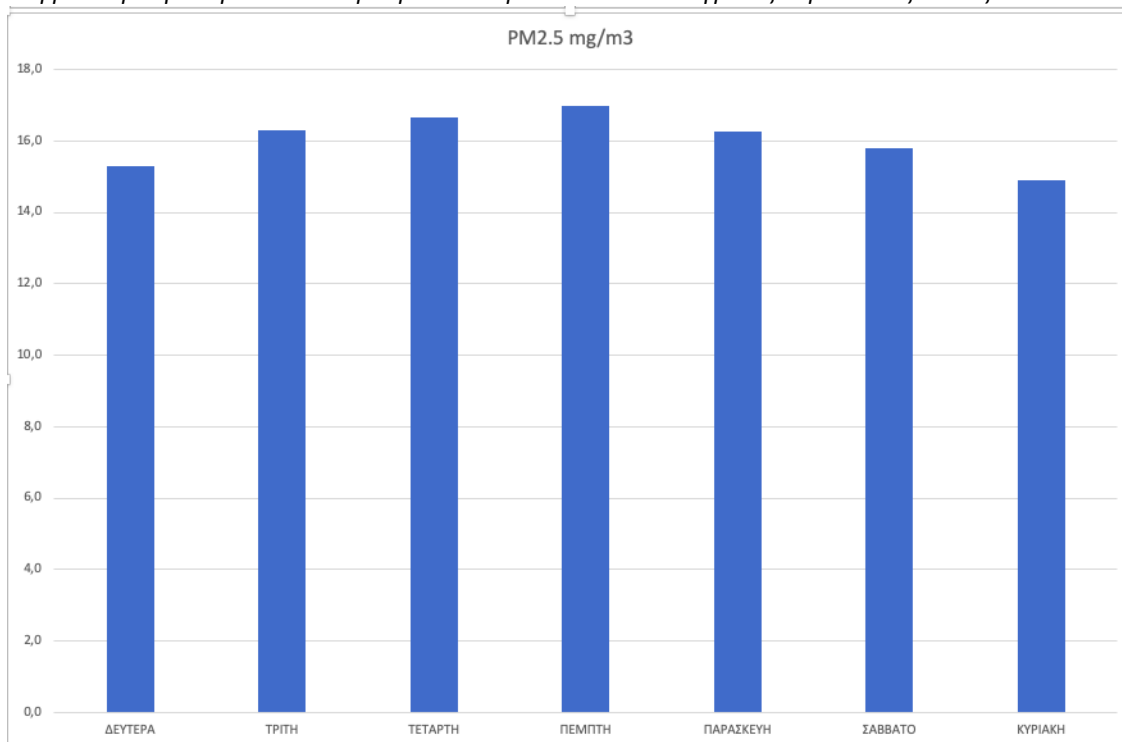
Στο σχήμα 4.1.2.γ. απεικονίζεται η μέση μηνιαία τιμή συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10. Ειδικότερα τον μήνα Ιανουάριο και Δεκέμβριο παρατηρείται αύξηση των συγκεντρώσεων αλλά εντός ευρωπαϊκού ορίου το οποίο είναι το 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Έχει ήδη αναφερθεί ότι η περιοχή εμφανίζει εποχικότητα του ρύπου κατά τη χειμερινή περίοδο.

4.1.3 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής



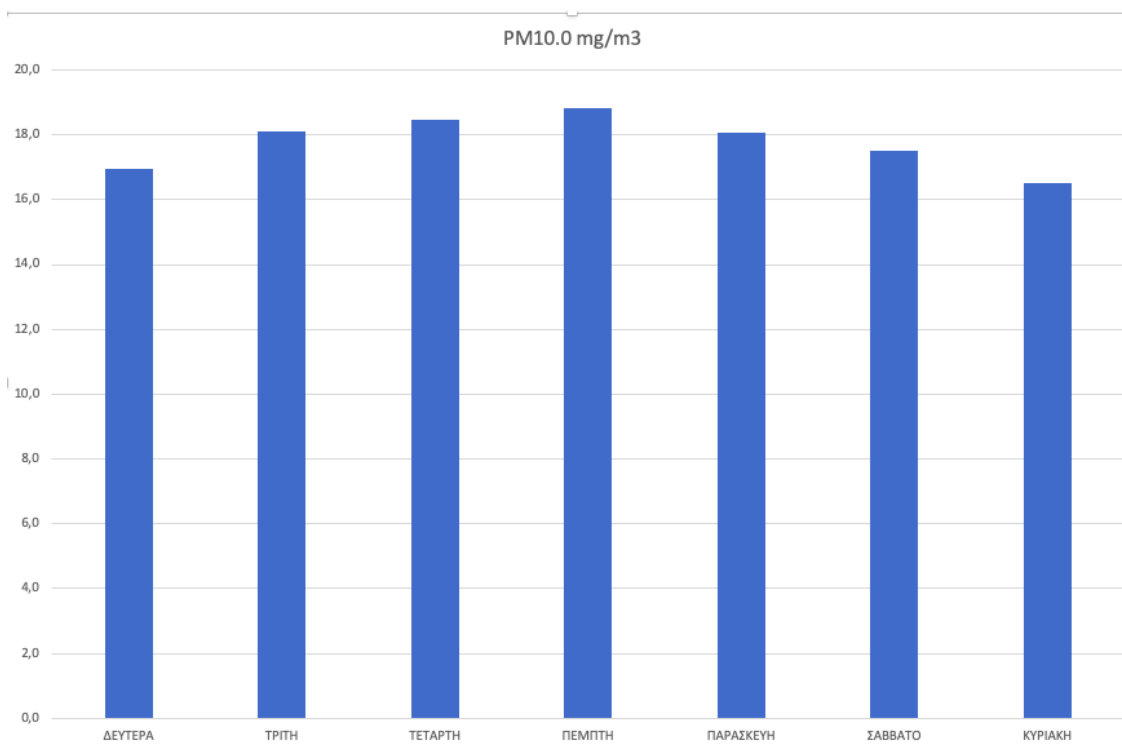
Σχήμα 4.1.3 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (1/3/2019-1/3/2022)

Στο σχήμα 4.1.3.α. απεικονίζονται τιμές συγκεντρώσεων σχετικά με τη μέση μηνιαία τιμή συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1. Ειδικότερα διακρίνεται μια αύξηση συγκεντρώσεων περισσότερο στις τιμές των ημερών από Τρίτη έως Παρασκευή. Αυτό παρατηρείται εξαιτίας της εποχικότητας του ρύπου κατά τη χειμερινή περίοδο, καθώς εντοπίζεται τότε στην περιοχή εκεί έντονη κινητικότητα τουριστών. Παράλληλα σημειώνεται και αυξημένη κίνηση των ντόπιων πολιτών που κινούνται από και προς την εργασία τους ή για τις καθημερινές υποχρεώσεις που αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο ενός αστικού περιβάλλοντος, λόγω των καθημερινών έντονων δραστηριοτήτων του τοπικού κοινωνικού συνόλου που ενέχουν τέτοιου είδους ασχολίες σε αντιστάθμιση με τα σαββατοκύριακα.



Σχήμα 4.1.3 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (1/3/2019-1/3/2022)

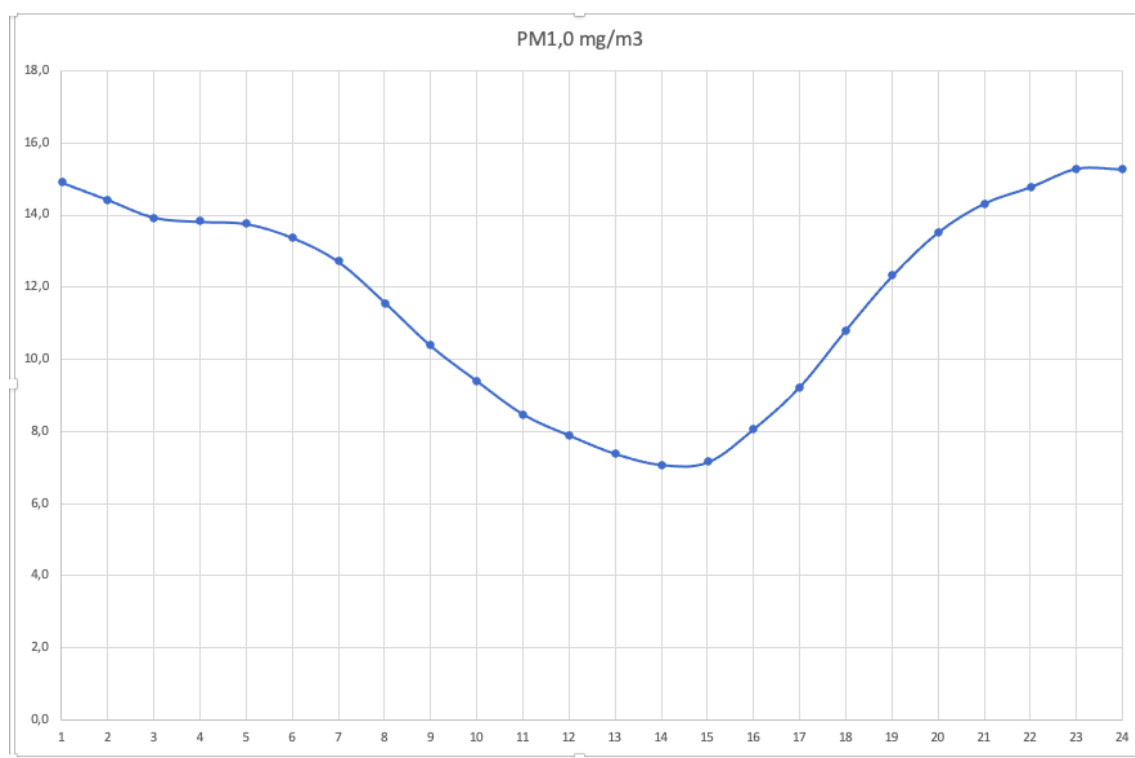
Στο σχήμα 4.1.3.β εμφανίζονται τιμές συγκεντρώσεων που αφορούν τα αιωρούμενα σωματίδια PM2.5. Παρατηρείται στο διάγραμμα πως ο ρύπος τείνει να εμφανίζει παρόμοια εικόνα με την διακύμανση που εντοπίστηκε και στο διάγραμμα συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0. Οφείλει να επισημανθεί πως οι τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές έναντι των PM1.0 αλλά βρίσκονται σε τιμές εντός των επιτρεπτών ορίων που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση.



Σχήμα 4.1.3 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (1/3/2019-1/3/2022)

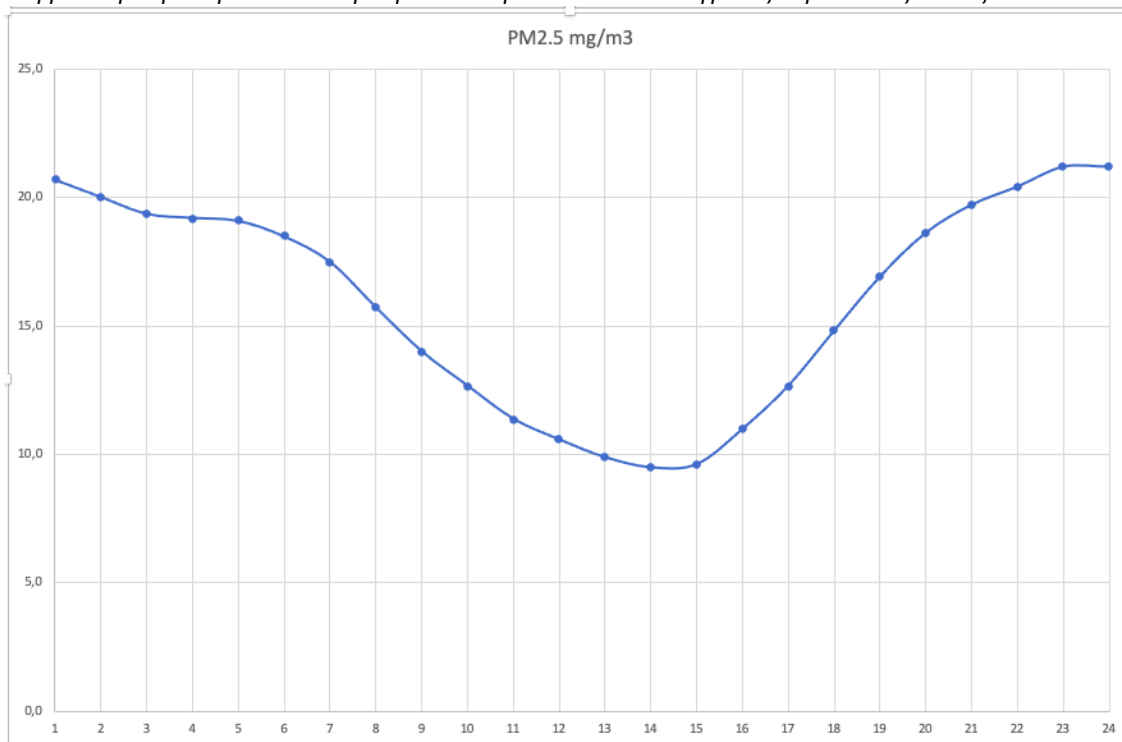
Στο σχήμα 4.1.3.γ παρατηρείται επίσης αύξηση ορισμένων τιμών των συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων PM10 έναντι των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 και PM2.5. Αντιθέτως η διακύμανση εμφανίζει την ίδια εικόνα διασποράς του ρύπου σε επίπεδο εβδομαδιαίας καταγραφής και για τις τρεις τιμές συγκεντρώσεων PM1, PM2.5 και PM10. Η διαφορά μεταξύ της διακύμανσης και της αύξησης των τιμών συγκέντρωσης υποδεικνύει το πλήθος των συγκεντρώσεων προερχόμενων από πρωτογενείς ρύπους έναντι των δευτερογενών (π.χ. κεντρική θέρμανση). Η ομολογούμενες υψηλές συγκεντρώσεις των τιμών των ρύπων σαφώς κινούνται σε ασφαλή επιτρεπτά πλαίσια, διαφορετικά θα κρινόταν επιτακτική η λήψη άμεσων μέτρων.

4.1.4 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής



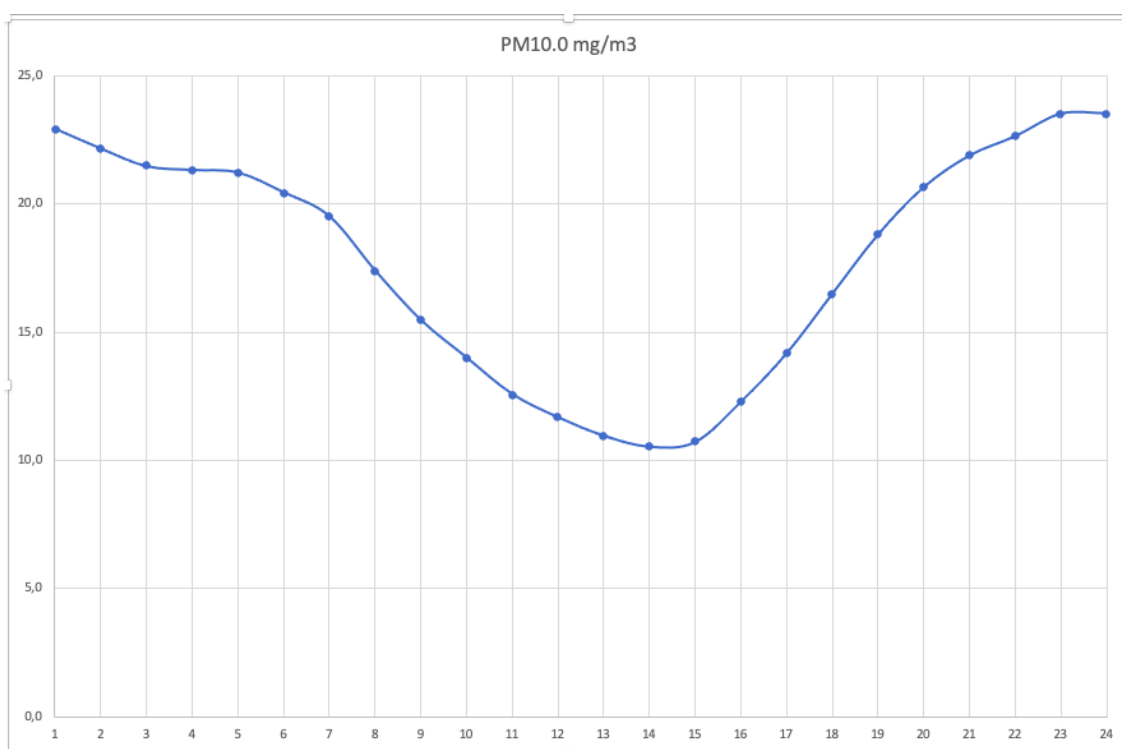
Σχήμα 4.1.4 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (1/3/2019-1/3/2022)

Στο σχήμα 4.1.4.α. παραπάνω, αναγράφεται η μέση ωριαία τιμή συγκέντρωσης PM1.0 για την περίοδο 1/03/2019-1/03/2022. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρατηρούνται η αύξηση της συγκέντρωσης τιμών εμφανίζεται κυρίως κατά τις πρώτες πρωινές ώρες και ειδικότερα μεταξύ 3:00-6:00. Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια πτωτική τάση των τιμών από τις 6 το πρωί μέχρι τις 17:00 απόγευμα. Όπου μετά οι τιμές πάλι παρουσιάζουν μια ανοδική τάση από τις 17:00 έως και το τέλος της ημέρας κατά τις 24:00. Η εναλλαγή αυτή των τιμών ανάμεσα σε αυξημένες και μη τιμές συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων οφείλονται στην καθημερινή ρουτίνα υποχρεώσεων των πολιτών της πόλης. Όπου το σύνηθες είναι κατά τις πρώτες πρωινές ώρες να ξεκινάνε για την εργασία τους και το απόγευμα να τελειώνουν και να επιστρέφουν πάλι στις κατοικίες τους. Ταυτόχρονα είναι πιθανόν η έντονη κυκλοφορία που παρατηρείται κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες να οφείλεται στις εξορμήσεις των πολιτών στα πλαίσια της κοινωνικής δράσης, αλληλεπίδρασης και ψυχαγωγίας τους.



Σχήμα 4.1.4 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (1/3/2019-1/3/2022)

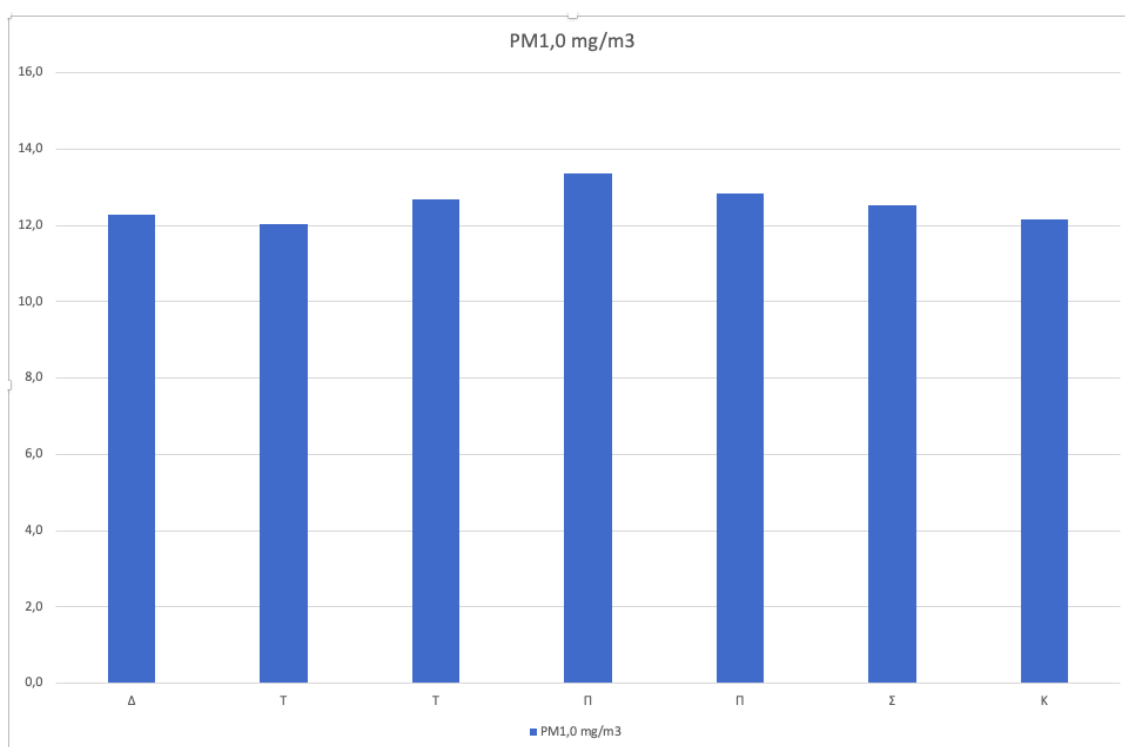
Στο παραπάνω σχήμα 4.1.4 β. γίνεται αναφορά για την μέση τιμή συγκέντρωσης PM2.5 την χρονική περίοδο μεταξύ 1/03/2019-1/03/2022. Αναλύοντας τα δεδομένα του διαγράμματος εκτενέστερά γίνεται ορατό πως και στα αιωρούμενα σωματίδια PM2.5 ακολουθείται το ίδιο μοτίβο τιμών όπως και στα PM1 γύρω από τις πρωινές, μεσημβρινές, απογευματινές και βραδινές ώρες. Η μόνη διαφορά που παρατηρείται μεταξύ αυτών είναι το πλήθος των τιμών, που τείνουν στο διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 να εμφανίζονται πιο αυξημένες έναντι των συγκεντρώσεων για τα PM1.0.



Σχήμα 4.1.4 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (1/3/2019-1/3/2022)

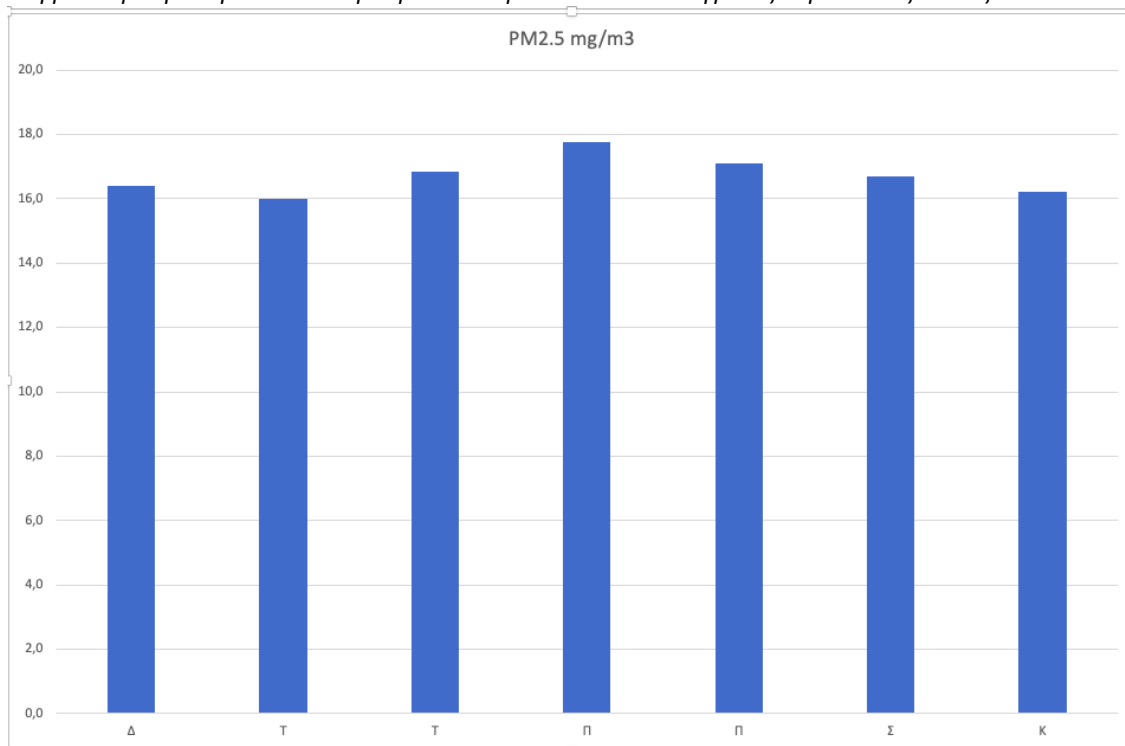
Στο σχήμα 4.1.4 γ γίνεται αναφορά για την μέση τιμή συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για την περίοδο 1/03/2019-1/03/2022. Συνεχίζοντας με την ανάλυση δεδομένων των τιμών για τα PM10 παρατηρείται πάλι το ίδιο μοτίβο που αναλύθηκε και παραπάνω σχετικά με τις τιμές των PM1, PM2.5. Έτσι και σε αυτήν την περίπτωση διαγράμματος εμφανίζεται αυξημένο πλήθος τιμών τις πρωινές ώρες που σταδιακά προς το μεσημέρι μειώνονται ώστε από το απόγευμα και μετά να ακολουθήσουν αυξητική τάση ξανά. Επιπλέον, στην περίπτωση των συγκεντρώσεων ανάλυσης των PM10 εμφανίζονται τιμές που κυμαίνονται ακόμη πιο υψηλά έναντι των αποτελεσμάτων τιμών των προηγούμενων διαγραμμάτων.

4.1.5 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2019



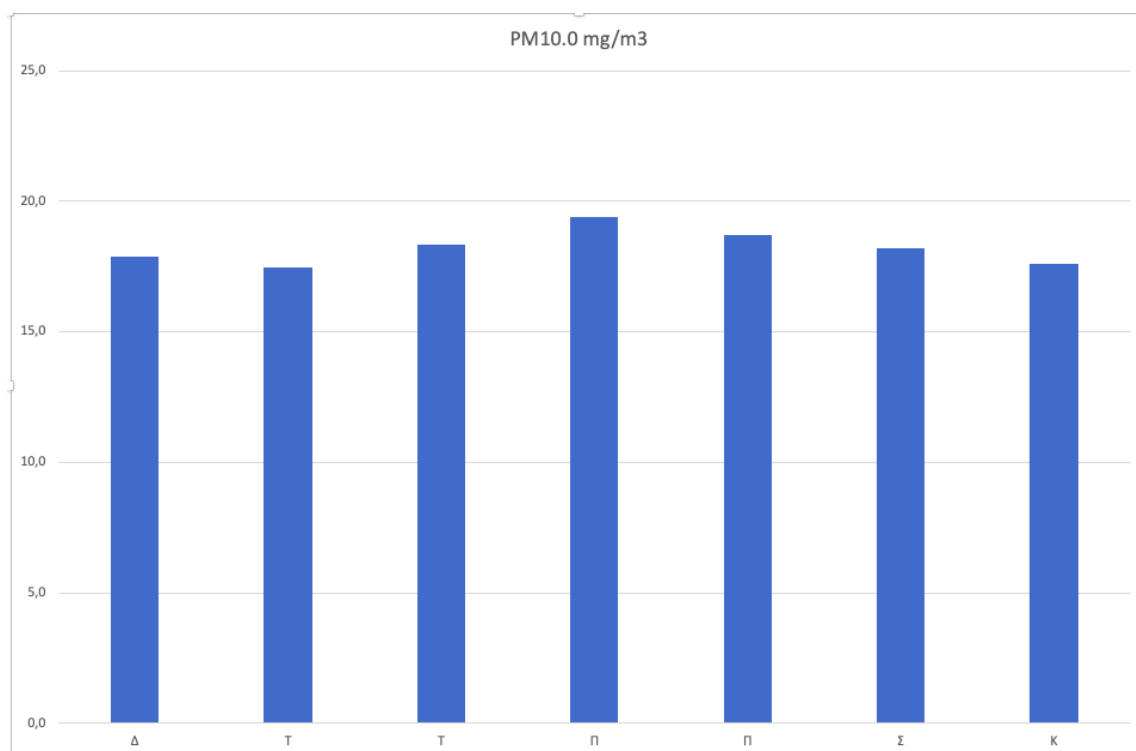
Σχήμα 4.1.5 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1(2019)

Το συγκεκριμένο σχήμα 4.1.5.α αναγράφει τιμές σχετικά με την μέση ημερήσια συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2019 και για την χρονική περίοδο μεταξύ 1/03/2019-31/12/2019. Από το διάγραμμα και τις τιμές των αξόνων αυτού για την κάθε μέρα εβδομαδιαίως παρατηρείται μια στασιμότητα στις τιμές και στο που πάνω κάτω αυτές κυμαίνονται. Συγκεκριμένα ημερησίως οι τιμές κυμαίνονται στο 12,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και άνω, με μια μικρή εξαίρεση τις Πέμπτες κυρίως που παρουσιάζονται να έχουν την ύψιστη αύξηση γύρω στο 13,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Στα μέσα της εβδομάδας δηλαδή (Πέμπτη) περίπου έχουμε αύξηση των τιμών συγκέντρωσης, που έπειτα πάλι επιστρέφουν στις αρχικές προ υπάρχουσες τιμές συγκεντρώσεων των άλλων ημερήσιων τιμών.



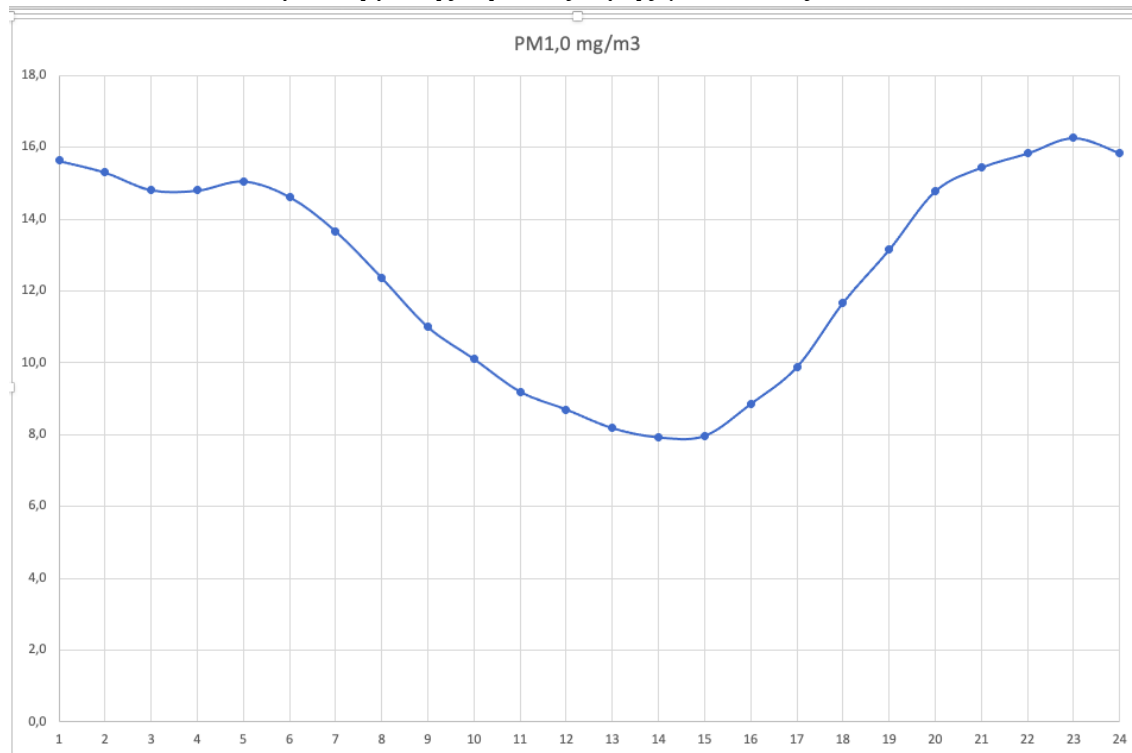
Σχήμα 4.1.5 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2019)

Το συγκεκριμένο διάγραμμα του σχήματος 4.1.5.β αναφέρεται στην μέση ημερήσια συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2019 κατά την χρονική περίοδο 1/03/2019-31/12/2019. Οι άξονες του παραπάνω διαγράμματος εμφανίζουν πολλές ομοιότητες με το σχήμα αντίστοιχα των συγκεντρώσεων των PM1. Η μόνη διαφορά που εντοπίζεται αφορά τις αυξημένες τιμές των συγκεντρώσεων των PM2.5 έναντι των συγκεντρώσεων των PM1. Οι τιμές στους άξονες των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 εμφανίζουν πάλι μια στασιμότητα γύρω από τις τιμές που κατέχουν με ελαφρά αυξομείωση κάθε φορά. Κινούνται γύρω από την τιμή των 16.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, με ύψιστη τιμή συγκεντρώσεων εβδομαδιαίως να κατέχει πάλι η Πέμπτη με τιμή που αγγίζει οριακά το 18.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



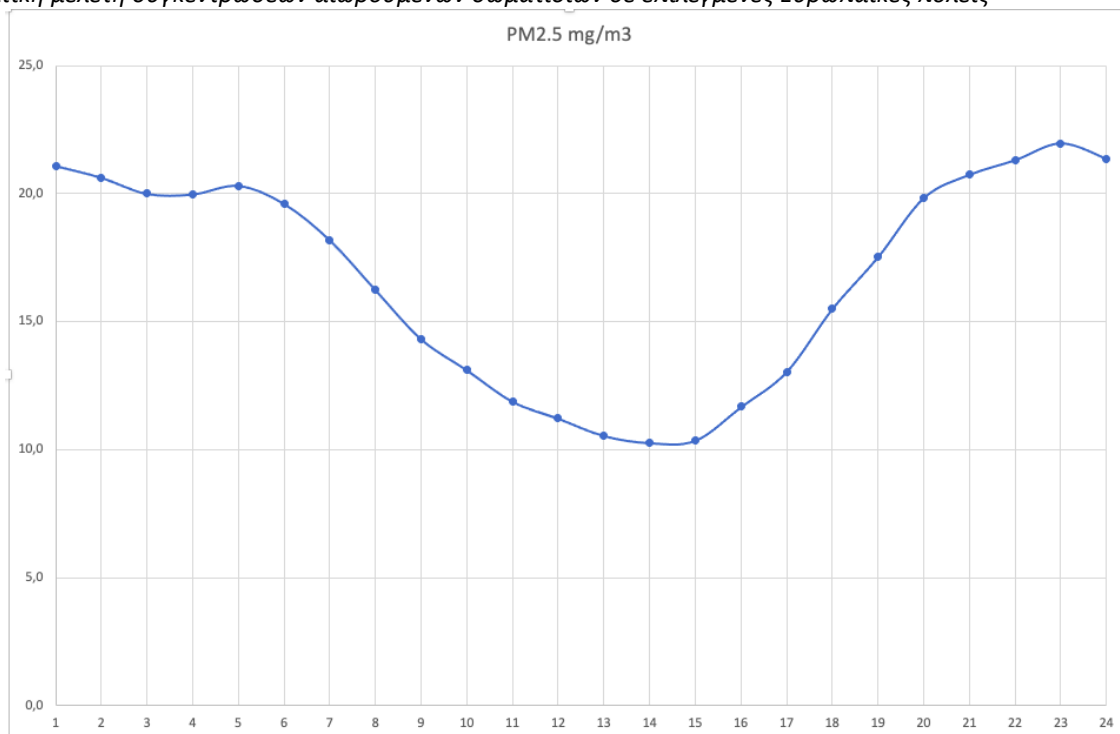
Το συγκεκριμένο διάγραμμα του σχήματος 4.1.5.γ αναφέρεται στην μέση ημερήσια συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για το έτος 2019 και την χρονική περίοδο 1/03/2019-31/12/2019. Οι τιμές συγκέντρωσης συγκριτικά με τις τιμές των PM1,PM2.5 είναι υψηλότερες, καθώς κινούνται γύρω στο 17,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με ελαφρές αυξομειώσεις ανά τις ημέρες εβδομαδιαίως. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις των PM10 σε σχέση με των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0, PM2.5, ίσως οφείλονται σε πρωτογενείς πηγές. Η Πέμπτη ως μέρα της εβδομάδας παραμένει σταθερά με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις εβδομαδιαίως.

4.1.6 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2019



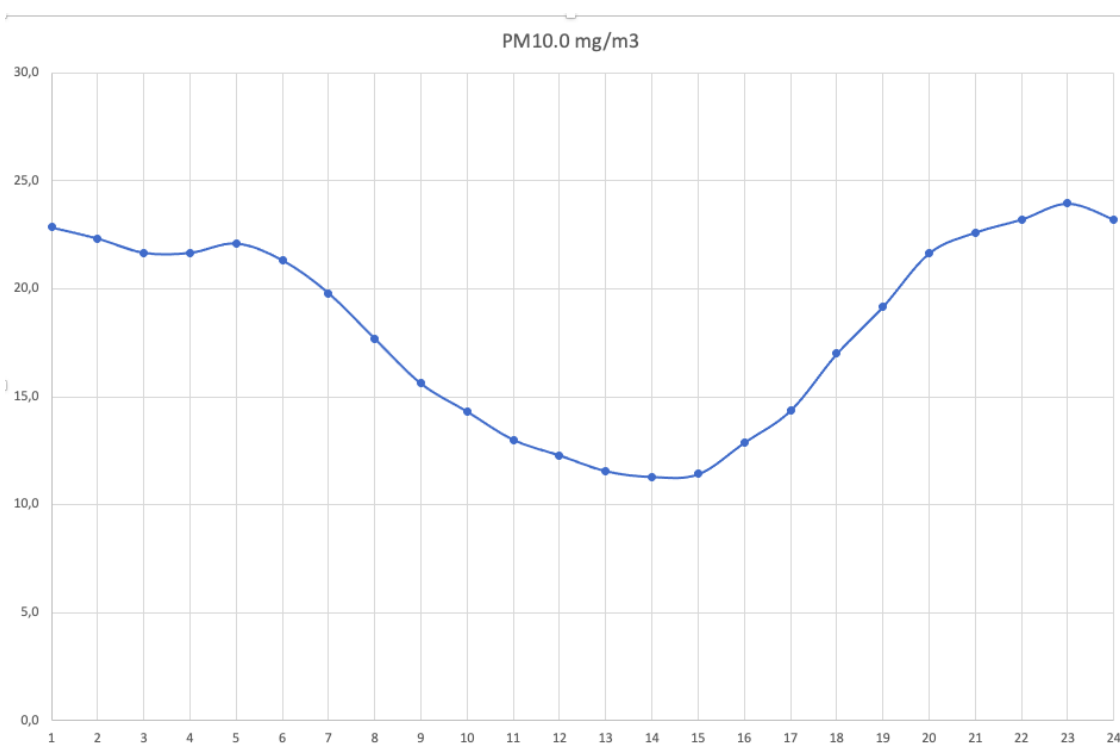
Σχήμα 4.1.6 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2019)

Το παραπάνω διάγραμμα που απεικονίζεται στο σχήμα 4.1.6 α αποτυπώνει τις ωριαίες συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το χρονικό διάστημα μεταξύ 1/03/2019-31/12/2019. Παρατηρείται πως παρότι τις πρώτες πρωινές ώρες ξεκινάει η καθημερινή δραστηριοποίηση των πολιτών, οι συγκεντρώσεις από τις 6:00 το πρωί αρχίζουν να ελαττώνονται έως και τις 16:00 το μεσημέρι όπου αρχίζουν να αυξάνονται εξαιτίας της κινητικότητας που θα υπάρχει λόγω της επιστροφής των πολιτών από την εργασία τους αλλά και την σταδιακή λήξη οποιασδήποτε δραστηριότητας είχαν ενασχοληθεί. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα ως ύψιστη τιμή συγκέντρωσης εμφανίζεται το 16,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ ως χαμηλότερη το 8,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



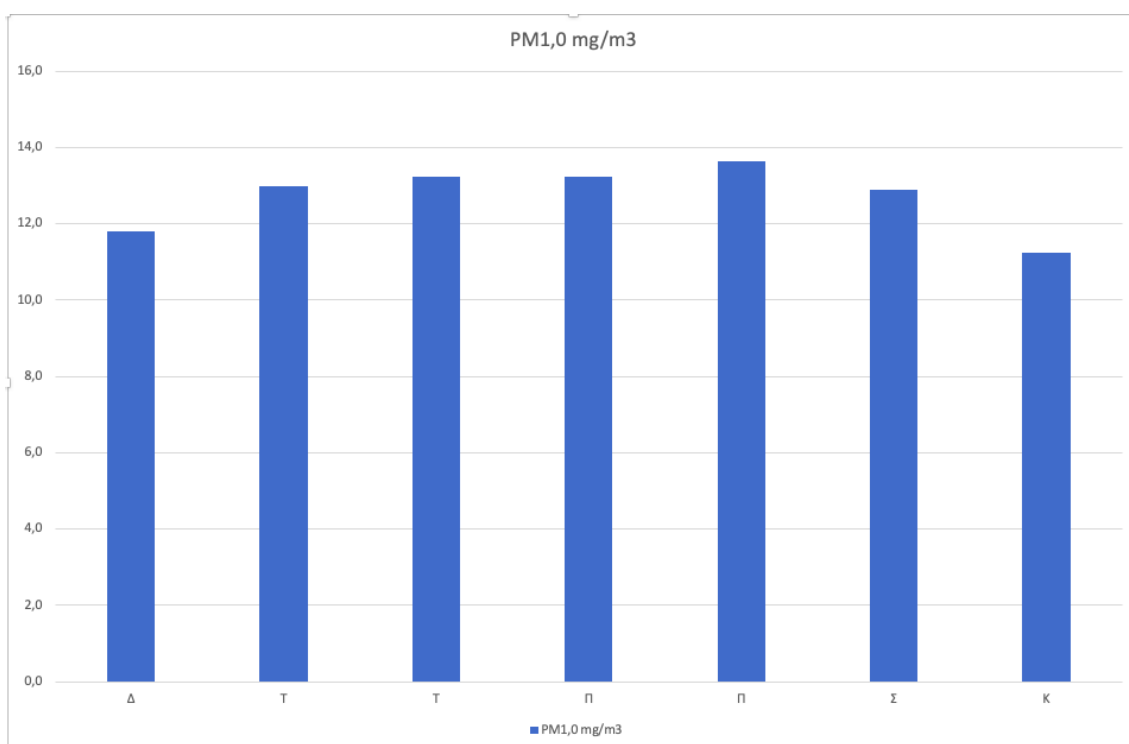
Σχήμα 4.1.6 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2019)

Στο σχήμα 4.1.6.β αποτυπώνονται οι ωριαίες συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για το χρονικό διάστημα 1/03/2019-31/12/2019, του έτους 2019. Από το διάγραμμα του σχήματος γίνεται ορατή η παρόμοια πορεία των συγκεντρώσεων των PM2.5 με αυτές του διαγράμματος των PM1.0. Τις πρωινές ώρες εντοπίζεται μια κάθοδος των τιμών συγκέντρωσης μέχρι και τις 15:00 το μεσημέρι, όπου αρχίζει να αυξάνεται μέχρι και την βραδινή ώρα κατά τις 24:00. Η μόνη διαφορά που εντοπίζεται μεταξύ των δύο διαγραμμάτων PM1 και PM2.5 ,είναι ως προς τις τιμές των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 που εμφανίζουν ελαφρώς υψηλότερες τιμές έναντι των PM1. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα ως υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης εμφανίζεται το 21,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ ως χαμηλότερη το 10,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



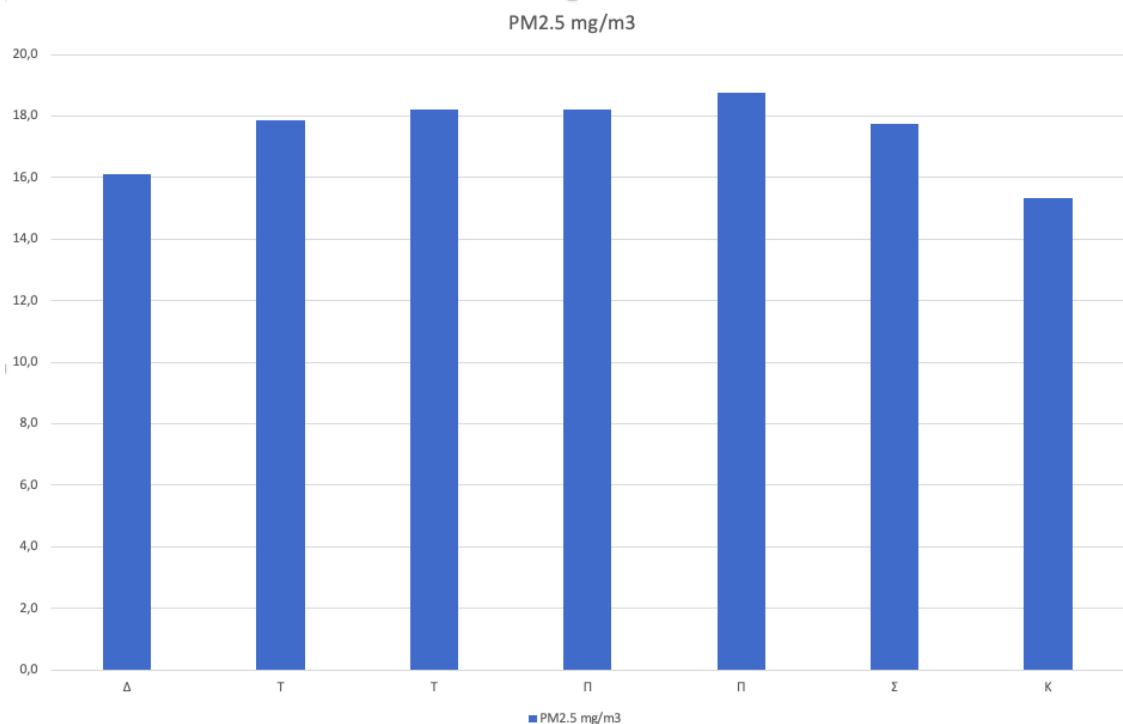
Το παραπάνω σχήμα 4.1.6.γ αποτυπώνει τις τιμές των ωριαίων συγκεντρώσεων των PM10 για το χρονικό διάστημα 1/03/2019-31/12/2019, του έτους 2019. Η συγκέντρωση των σωματιδίων παρατηρείται πως αυξήθηκε παραπάνω συγκριτικά με τις τιμές των διαγραμμάτων των PM1.0, PM2.5. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης εντοπίζεται στο 24,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ η χαμηλότερη στο 11,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Το μοτίβο των τιμών και αυξομειώσεων είναι ίδιο όπως και στα διαγράμματα των αιωρούμενων σωματιδίων PM1 και PM2.5. Υπάρχει δηλαδή μετά τις πρωινές ώρες μείωση των τιμών και μετά τις 15:00 μέχρι και τις 24:00 αύξηση των τιμών. Το διάστημα αυτών των ωρών είναι και το πιο έντονο από άποψη κινητικότητα των πολιτών, είτε λόγω υποχρεώσεων αλλά και είτε λόγω εξορμήσεων ψυχαγωγίας.

4.1.7 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2020



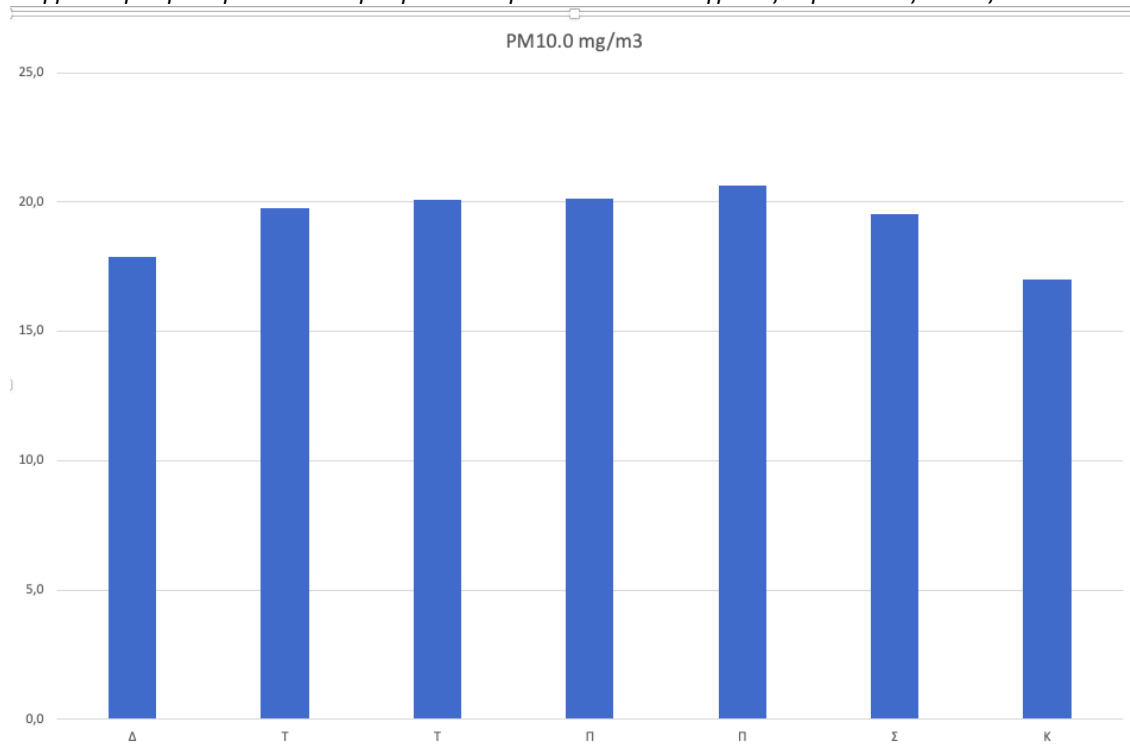
Σχήμα 4.1.7 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2020)

Στο παραπάνω σχήμα 4.1.7.α. αντικατοπτρίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1 για το έτος 2020. Συγκεκριμένα για τις μέρες από την Τρίτη έως και το Σάββατο παρατηρούνται αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1 έναντι των τιμών των άλλων ημερών της εβδομάδας. Οι αυξημένες τιμές εντοπίζονται γύρω στην τιμή 13,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και 14,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1 για την Δευτέρα και την Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στο 11,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 12,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η μέρα Παρασκευή εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή οριακά 14,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.1.7 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2020)

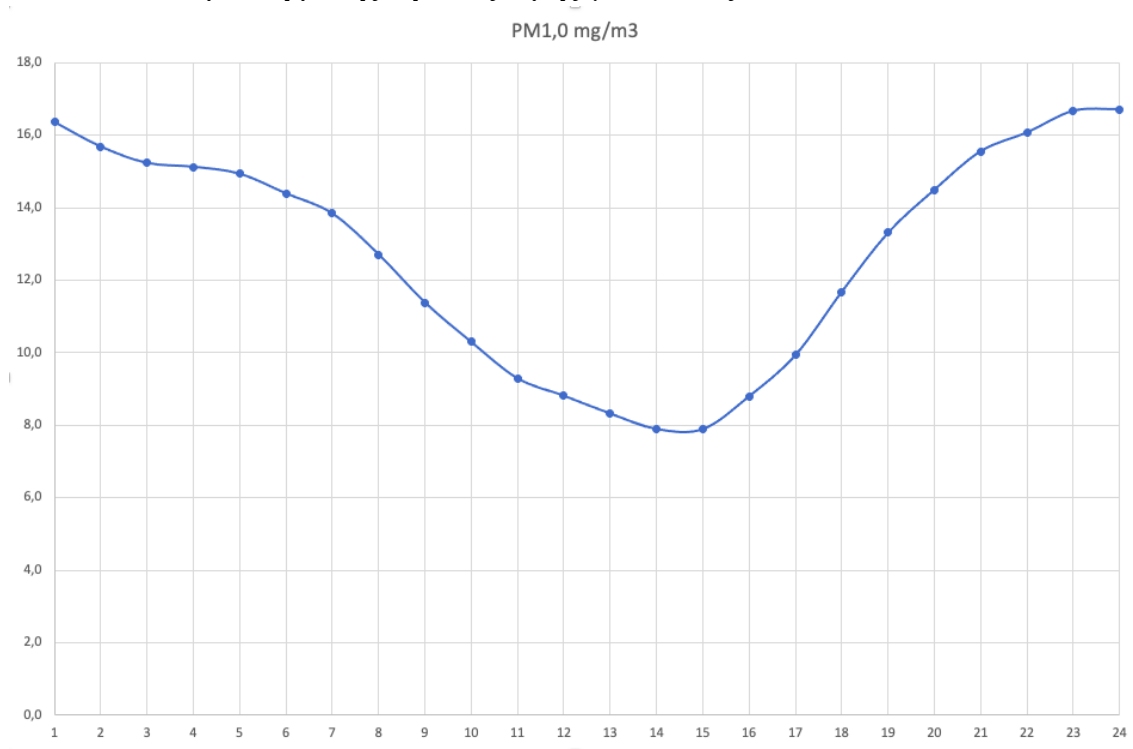
Στο σχήμα 4.1.7 β επίσης παρατηρούνται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 για το έτος 2020. Στο διάγραμμα αυτό επαναλαμβάνονται τα μοτίβα των τιμών συγκέντρωσης που εντοπίστηκαν στο σχήμα με το διάγραμμα των PM1.0. Η διαφορά ανάμεσα στα δύο διαγράμματα των τιμών συγκεντρώσεων εντοπίζεται κυρίως στο πλήθος των αυξημένων τιμών. Συγκεκριμένα οι μέρες από την Τρίτη έως και το Σάββατο πάλι κατέχουν αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 έναντι των τιμών των άλλων ημερών της εβδομάδας. Οι αυξημένες τιμές όμως εδώ εντοπίζονται γύρω από την τιμή 18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και 19,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 για την Δευτέρα και την Κυριακή παράλληλα και εδώ εμφανίζουν χαμηλότερες τιμές έναντι των άλλων, σε τιμές πλήθους ανάμεσα στο 15,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 16,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η μέρα Παρασκευή πάλι εμφανίζεται ως η μέρα της εβδομάδας με την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων PM2.5 με τιμή οριακά 19,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.1.7 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2020)

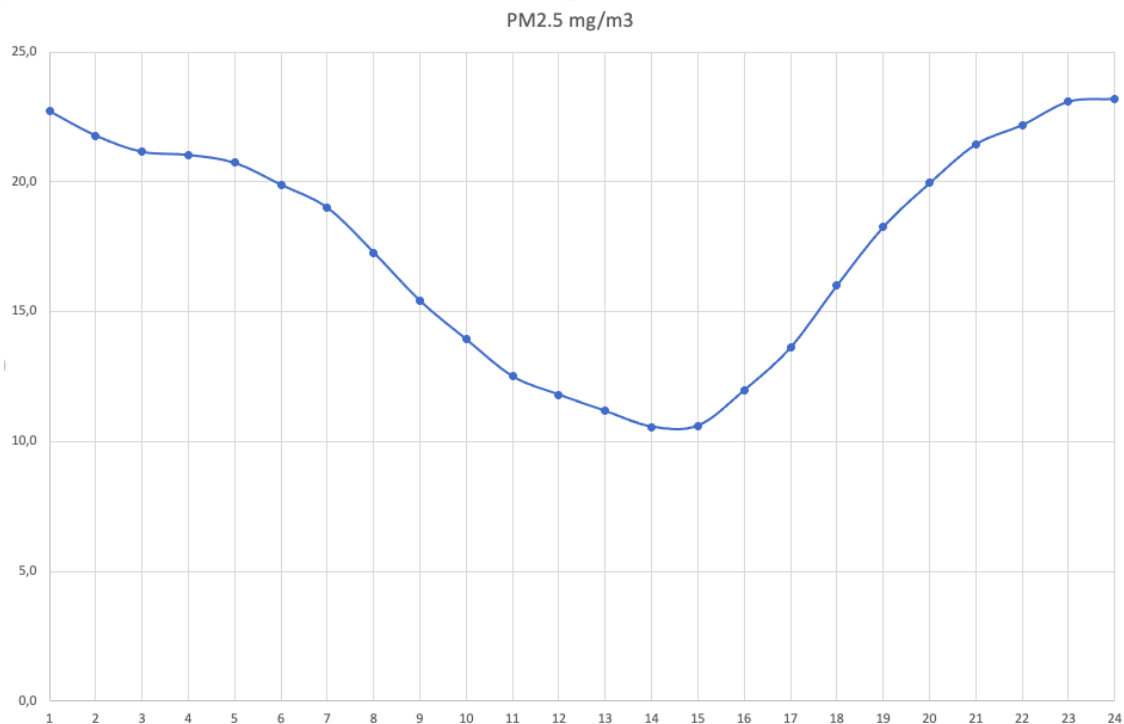
Το σχήμα 4.1.7 γ εμφανίζει και αυτό εν συνεχεία το ίδιο μοτίβο συγκεντρώσεων με τα δυο προηγούμενα διαγράμματα των PM1.0, PM2.5. Η διαφορά που εντοπίστηκε στο συγκεκριμένο σχήμα έναντι των άλλων ήταν ως προς τις τιμές συγκεντρώσεων. Στο παραπάνω διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 παρατηρήθηκαν υψηλότερες έναντι των άλλων. Ειδικότερα και στην περίπτωση των σωματιδίων PM10 οι μέρες από την Τρίτη έως και το Σάββατο κατέχουν αυξημένες τιμές συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων έναντι των τιμών των άλλων ημερών της εβδομάδας. Το πλήθος των αυξημένων τιμών στην συγκεκριμένη περίπτωση κυμαίνεται γύρω από την τιμή 20,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και 21,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Ενώ ταυτόχρονα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για τις μέρες Δευτέρα και Κυριακή εμφανίζουν και σε αυτό το διάγραμμα χαμηλότερες τιμές έναντι των άλλων, με τιμές πλήθους ανάμεσα στο 17,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η μέρα Παρασκευή πάλι εμφανίζεται ως η μέρα της εβδομάδας με την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων PM10 με τιμή οριακά 21,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.1.8 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020



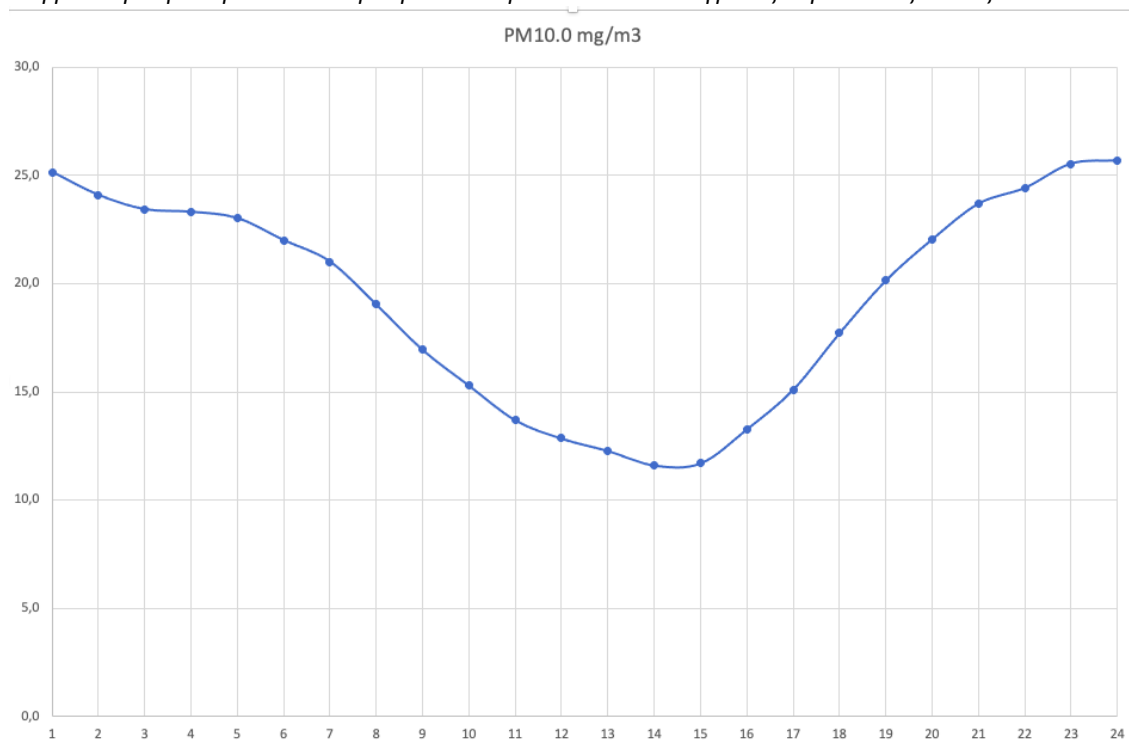
Σχήμα 4.1.8 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2020)

Στο σχήμα 4.1.8 α απεικονίζονται οι ωριαίες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2022. Κατά τις πρωινές ώρες παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη τιμή στα 16 mg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 5:00 - 15:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές στα 8 mg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας πάλι σε ύψιστη τιμή των 16 mg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Το μοτίβο αυτής της αυξομείωσης των τιμών πιθανόν να οφείλεται στις έντονες μετακινήσεις εντός του αστικού κέντρου που παρατηρούνται κυρίως τις πολύ πρωινές και έπειτα απογευματινές και βραδινές ώρες. Οι πολίτες είτε κινούνται για συγκεκριμένες εργασιακές υποχρεώσεις, είτε για διαδικαστικές εργασίες αλλά και είτε για κοινωνικές συναναστροφές ψυχαγωγικού χαρακτήρα.



Σχήμα 4.1.8 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2020)

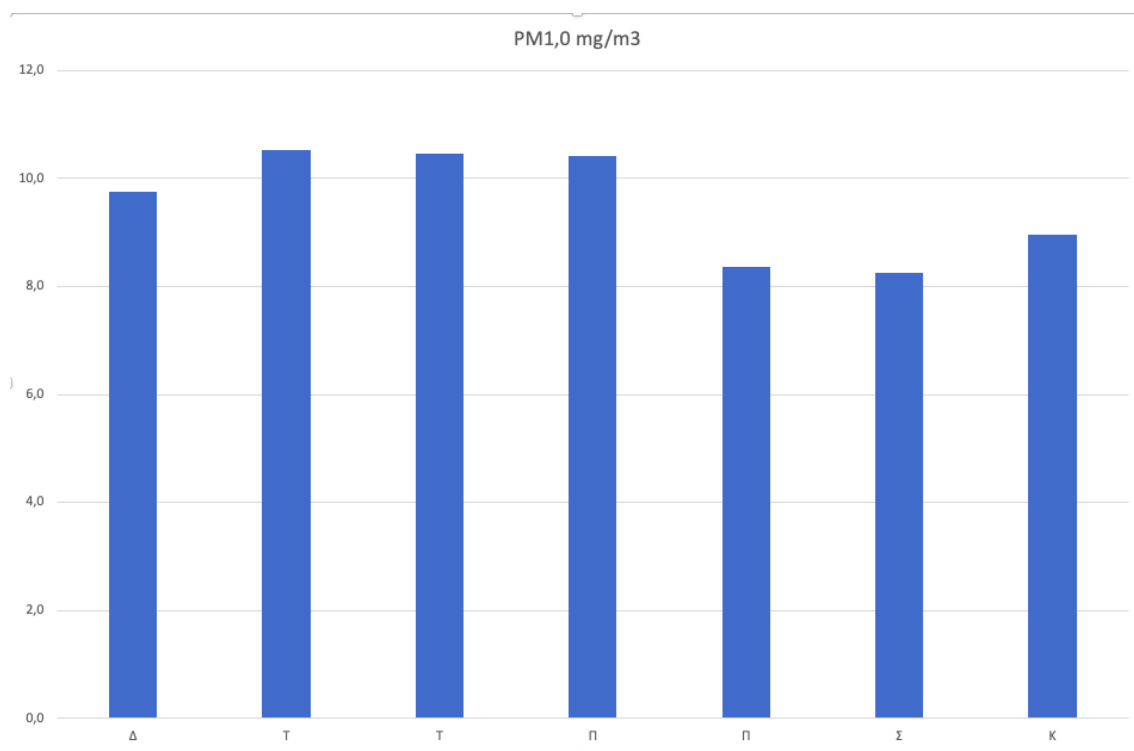
Στο παραπάνω σχήμα 4.1.8. β με την συγκέντρωση των ωριαίων τιμών για τα αιωρούμενα σωματίδια PM2.5 για το έτος 2020 παρατηρείται το ίδιο μοτίβο συγκεντρώσεων με το διάγραμμα των PM1.0. που προηγήθηκε. Για τα συγκεκριμένα αιωρούμενα σωματίδια PM2.5 οι αυξημένες συγκεντρώσεις τις πρωινές και απογευματινές-βραδινές ώρες πιθανόν οφείλονται σε κάποιες οργανικές ενώσεις ή μεταλλικά μικροσωματίδια που αιωρούνται στο περιβάλλον και προκαλούν την αυξημένη εμφάνιση συγκεντρώσεων των PM2.5. Κατά τις πρωινές ώρες παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη τιμή στα 23 mg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 5:00 - 15:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές στα 11 mg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει ολόένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας πάλι σε ύψιστη τιμή των 24 mg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ.



Σχήμα 4.1.8 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10(2020)

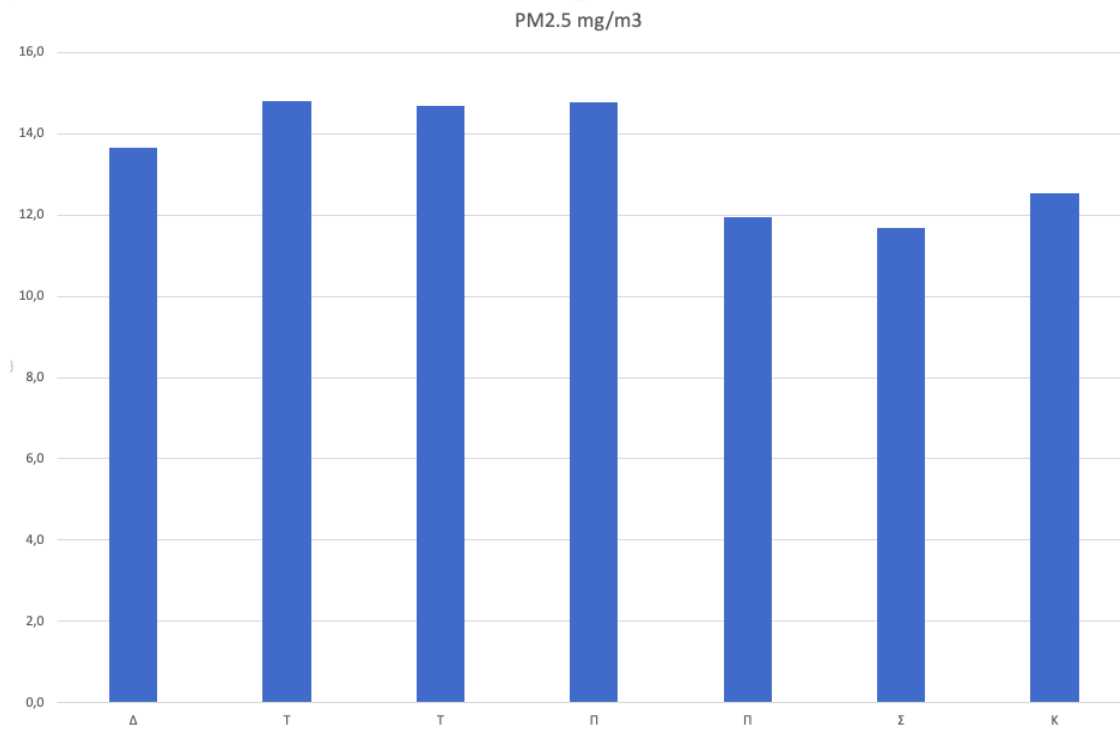
Στο παραπάνω σχήμα εντοπίζεται εν συνεχεία παρόμοιο μοτίβο στις ωριαίες τιμές συγκέντρωσης των PM10 με αυτό των παραπάνω διαγραμμάτων των συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 και PM2.5 αντίστοιχα. Για τα αιωρούμενα σωματίδια PM10 του σχήματος 4.1.8 γ παρατηρούνται επίσης υψηλές συγκεντρώσεις τις πρωινές και απογευματινές-βραδινές ώρες. Συγκεκριμένα κατά τις πρωινές ώρες παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM10 με ύψιστη τιμή στα 25 mg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 5:00 - 15:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές στα 12 mg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολόένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και σε αυτή την περίπτωση σε ύψιστη τιμή των 26 mg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Οι αυξημένες αυτές συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 πιθανόν να οφείλονται σε σκόνη που εκλύεται μέσω της κίνησης των οχημάτων σε ώρες αιχμής της κυκλοφορίας.

4.1.9 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2021



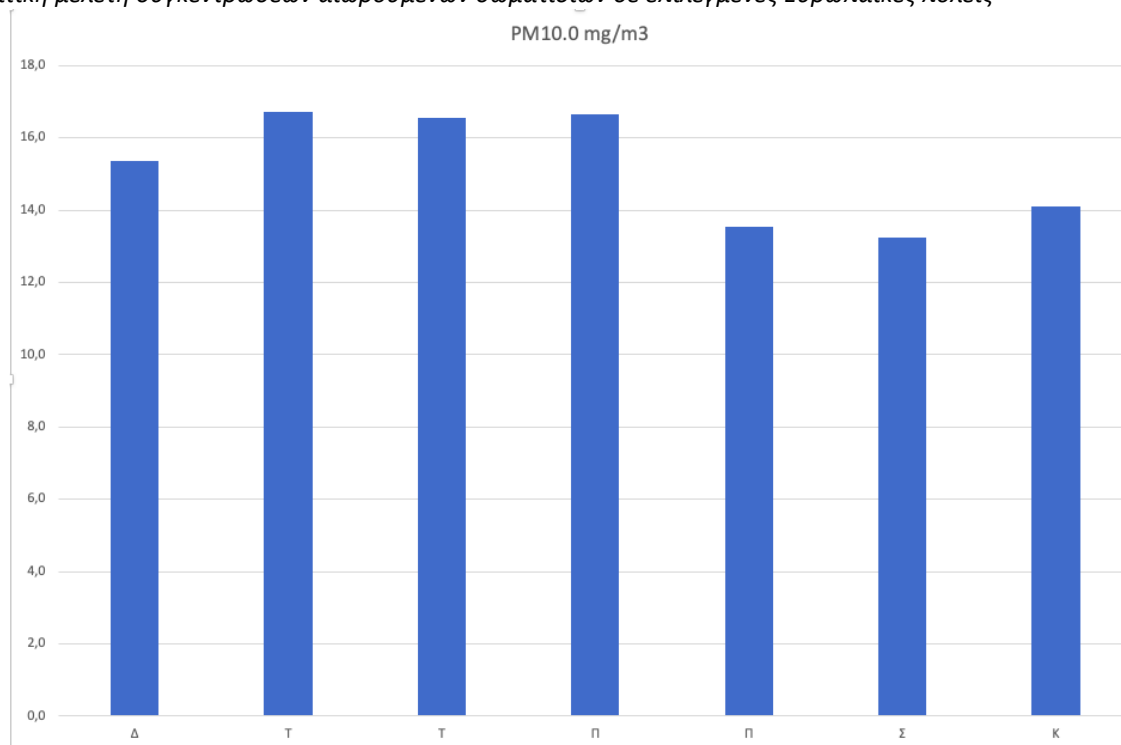
Σχήμα 4.1.9 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2021)

Οι ημερήσιες συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 στο παραπάνω διάγραμμα του σχήματος 4.1.9.α κινούνται γενικά σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Πάραυτα εντοπίζονται και πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 κυρίως κατά τις ημέρες από Δευτέρα έως και Πέμπτη συγκριτικά με τις άλλες μέρες της εβδομάδας που υπολείπονται αυτών. Συγκεκριμένα οι αυξημένες τιμές για την Δευτέρα έως και Πέμπτη εντοπίζονται γύρω στις τιμές 9,0 μg/m³ και 11,0 μg/m³ περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Παρασκευή, Σάββατο και την Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM1.0 ανάμεσα στις 8,0 μg/m³ με 9,0 μg/m³. Η μέρα Τρίτη εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή λίγο πάνω από το 10,0 μg/m³. Ενώ παράλληλα στα ίδια υψηλά όρια κινούνται μαζί της και η Τετάρτη με την Πέμπτη από άποψη αυξημένων τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Οπότε συμπερασματικά, αυξημένες τιμές εντοπίζονται τις εργάσιμες πρωτίστως ημέρες που οι πολίτες εργάζονται και κινούνται σε επαγγελματικά πλαίσια και περιβάλλοντα. Επιπλέον μια μικρή αύξηση παρατηρείται και την Κυριακή που δεν θεωρείται εξολοκλήρου ως εργάσιμη μέρα, γι' αυτό η αύξηση ίσως απλά να οφείλεται σε απλή κινητικότητα των πολιτών άνευ εργασιακών υποχρεώσεων.



Σχήμα 4.1.9 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2021)

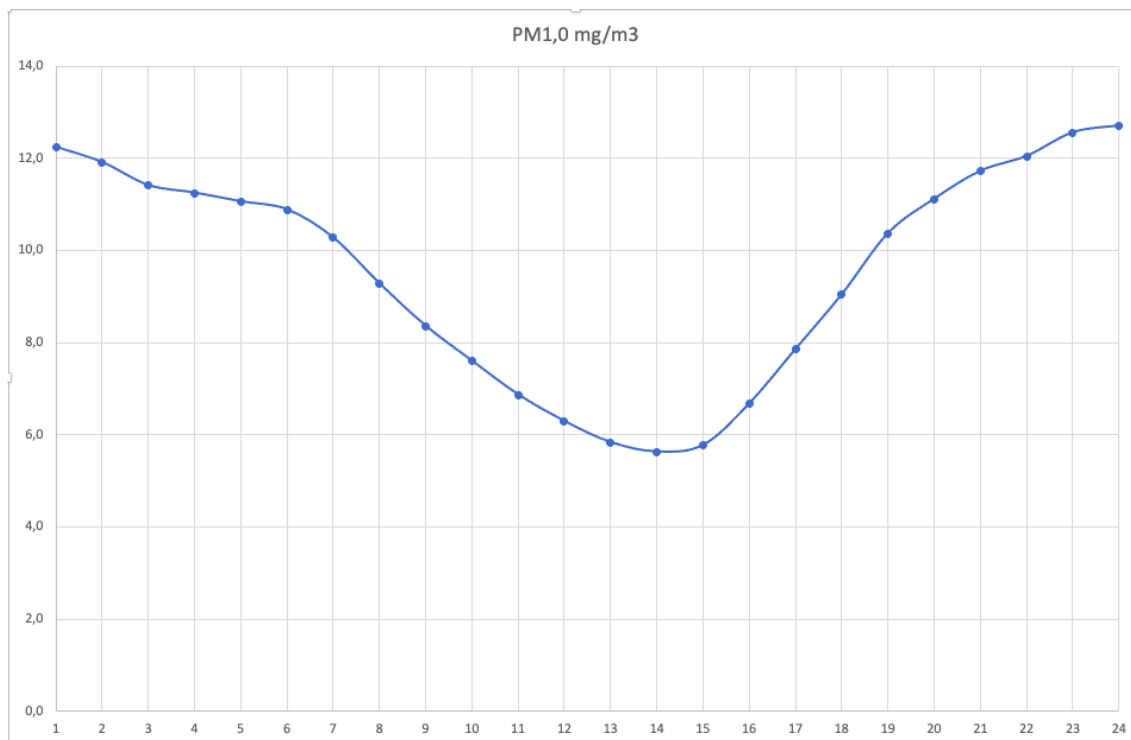
Στο παραπάνω σχήμα 4.1.9 β με τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 διακρίνεται όμοιο μοτίβο τιμών με το αντίστοιχο διάγραμμα τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα όπως και στα PM1.0 εντοπίζονται οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 κυρίως κατά τις ημέρες από Δευτέρα έως και Πέμπτη συγκριτικά με τις άλλες μέρες της εβδομάδας που υπολείπονται αυτών. Συγκεκριμένα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για την Δευτέρα έως και Πέμπτη εντοπίζονται γύρω στις τιμές 14,0 μg/m³ και 15,0 μg/m³ περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 για την Παρασκευή, Σάββατο και την Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM1.0 ανάμεσα στις 11,0 μg/m³ με 12,0 μg/m³ περίπου. Η μέρα Τρίτη εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή λίγο πάνω από το 14,0 μg/m³, ενώ το Σάββατο την χαμηλότερη με τιμή λίγο κάτω από το 12,0 μg/m³. Ενώ παράλληλα στα ίδια υψηλά όρια κινούνται μαζί της και η Τετάρτη με την Πέμπτη από άποψη αυξημένων τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Οπότε συμπερασματικά, αυξημένες τιμές εντοπίζονται τις εργάσιμες πρωτίστως ημέρες που οι πολίτες εργάζονται και κινούνται σε επαγγελματικά πλαίσια και περιβάλλοντα. Επιπλέον μια μικρή αύξηση παρατηρείται και την Κυριακή που δεν θεωρείται εξολοκλήρου ως εργάσιμη μέρα, γι' αυτό η αύξηση ίσως απλά να οφείλεται σε απλή κινητικότητα των πολιτών άνευ εργασιακών υποχρεώσεων.



Σχήμα 4.1.9 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2021)

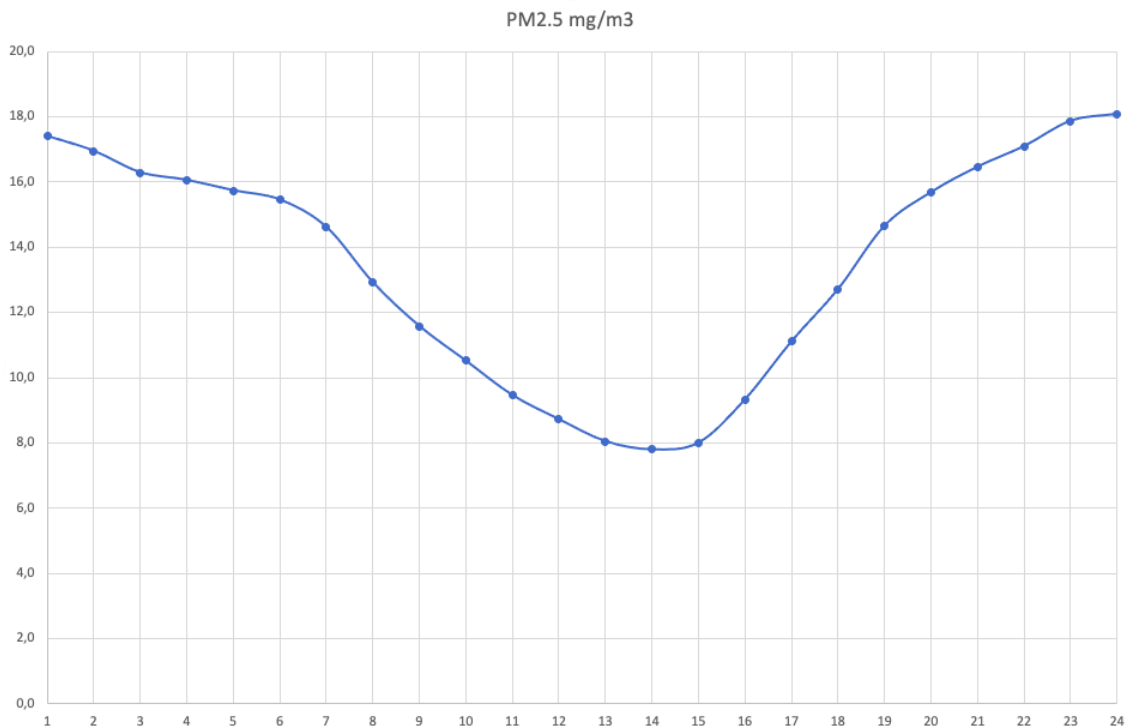
Στο σχήμα 4.1.9. γ παρατηρούνται ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM10 με παραπλήσιες τιμές ανάλογες των αντίστοιχων διαγραμμάτων για τις τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 και PM2.5. Ειδικότερα όπως και στα PM1.0 και PM2.5 εντοπίζονται οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM10 κυρίως τις καθημερινές ημέρες από Δευτέρα έως και Πέμπτη συγκριτικά με τις άλλες μέρες της εβδομάδας που εκλείπουν. Συγκεκριμένα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα έως και Πέμπτη εντοπίζονται περίπου στις τιμές $16,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για την Παρασκευή, Σάββατο και την Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM10 ανάμεσα στις $13,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ με $14,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Τρίτη εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή λίγο πάνω από το $16,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ το Σάββατο την χαμηλότερη με τιμή λίγο κάτω από το $13,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ παράλληλα στα ίδια υψηλά όρια κινούνται μαζί της και η Τετάρτη με την Πέμπτη από άποψη αυξημένων τιμών συγκέντρωσης των PM10. Οπότε συμπερασματικά, αυξημένες τιμές εντοπίζονται τις εργάσιμες πρωτίστως ημέρες που οι πολίτες εργάζονται και κινούνται σε επαγγελματικά πλαίσια και περιβάλλοντα. Επιπλέον μια μικρή αύξηση παρατηρείται και την Κυριακή που δεν θεωρείται εξολοκλήρου ως εργάσιμη μέρα, γι' αυτό η αύξηση ίσως απλά να οφείλεται σε απλή κινητικότητα των πολιτών άνευ εργασιακών υποχρεώσεων. Οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 εντοπίζονται ως υψηλότερες συγκριτικά με τις τιμές των δυο προηγούμενων διαγραμμάτων για τα PM1.0 και PM2.5.

4.1.10 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2021



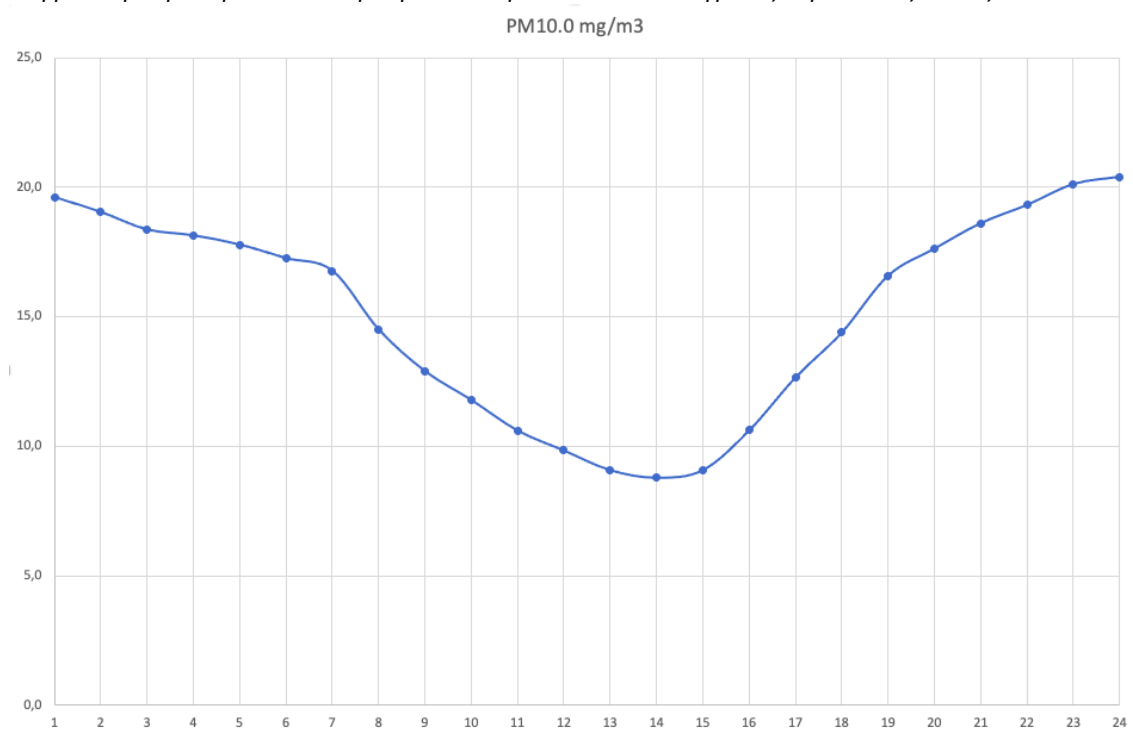
Σχήμα 4.1.10 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2021)

Στο παραπάνω σχήμα 4.1.10 α εντοπίζονται οι ωριαίες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 για το έτος 2021. Τα αιωρούμενα σωματίδια PM1.0 εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις τις πρωινές και απογευματινές-βραδινές ώρες. Συγκεκριμένα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη τιμή στα 12 mg/m^3 , η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 5:00 - 15:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές στα $5-6 \text{ mg/m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των σχεδόν 13 mg/m^3 κατά τις 24:00 το βράδυ. Οι αυξημένες αυτές συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 πιθανόν να οφείλονται σε σκόνη που εκλύεται μέσω της κίνησης των οχημάτων σε ώρες αιχμής της κυκλοφορίας.



Σχήμα 4.1.10 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2,5(2021)

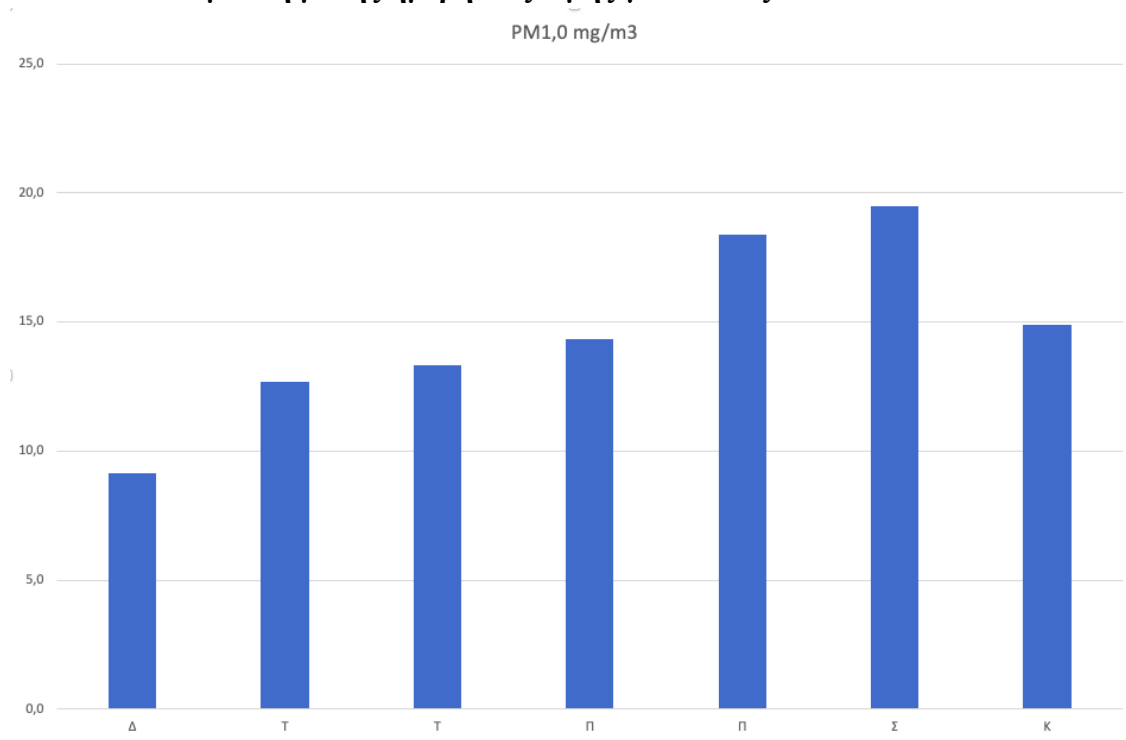
Το παραπάνω σχήμα 4.1.10 β παρουσιάζει τις ωριαίες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 για το έτος 2021. Τα αιωρούμενα σωματίδια PM2.5 εμφανίζουν την ίδια περίπου κατάσταση που αναλύθηκε στο διάγραμμα των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Συγκεκριμένα αυτό σημαίνει πως εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις τις πρωινές και απογευματινές-βραδινές ώρες. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη τιμή στα 17 mg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 5:00 - 15:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές στα 8 mg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολόένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 18 mg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Οι αυξημένες αυτές συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 όπως και των PM1.0 πιθανόν να οφείλονται είτε στο ότι αιωρούνται στην ατμόσφαιρα ακόμη πιο μεγάλα σωματίδια κατά τις αυξημένες ώρες (π.χ. Οργανικές ουσίες) είτε σε σκόνη που εκλύεται μέσω της κίνησης των οχημάτων σε ώρες αιχμής της κυκλοφορίας.



Σχήμα 4.1.10 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10(2021)

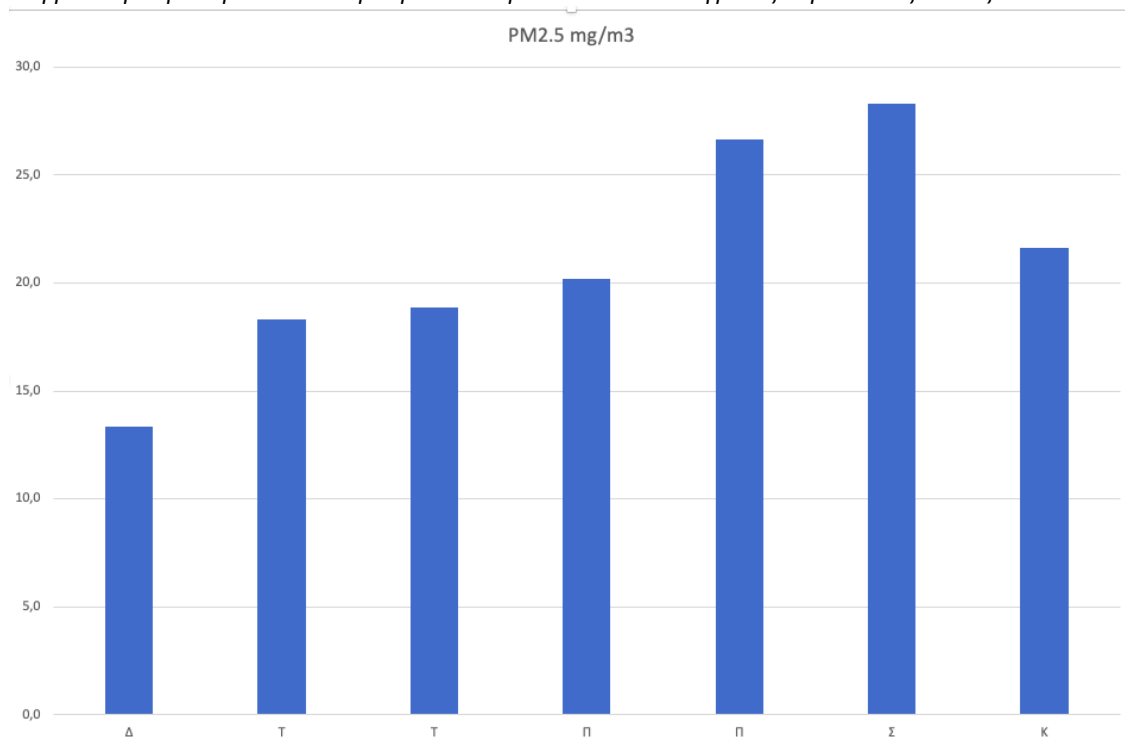
Στο σχήμα 4.1.10 γ παρατηρείται μια διαφορετική πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 έναντι των υπολοίπων PM1.0 και PM2.5. Αυτό οφείλεται στο ότι σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση η οποία από τις 7:00 έως τις 15:00 εμφανίζεται πιο απότομη ως προς την πτώση των συγκεντρώσεων των τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM10 με ύψιστη τιμή στα περίπου 20 mg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 15:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές στα 9 mg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολόένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 10 mg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Οι αυξημένες αυτές συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 όπως και των PM0.1 αλλά και των PM10 πιθανόν να οφείλονται σε συνδυασμό παραγόντων, όπως την αιώρηση μεγαλύτερων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα κατά τις αυξημένες ώρες (π.χ. Οργανικές ουσίες) ή τον διαμοιρασμό σκόνης εξαιτίας της κίνησης των οχημάτων εν ώρα αιχμής της κυκλοφορίας.

4.1.11 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2022



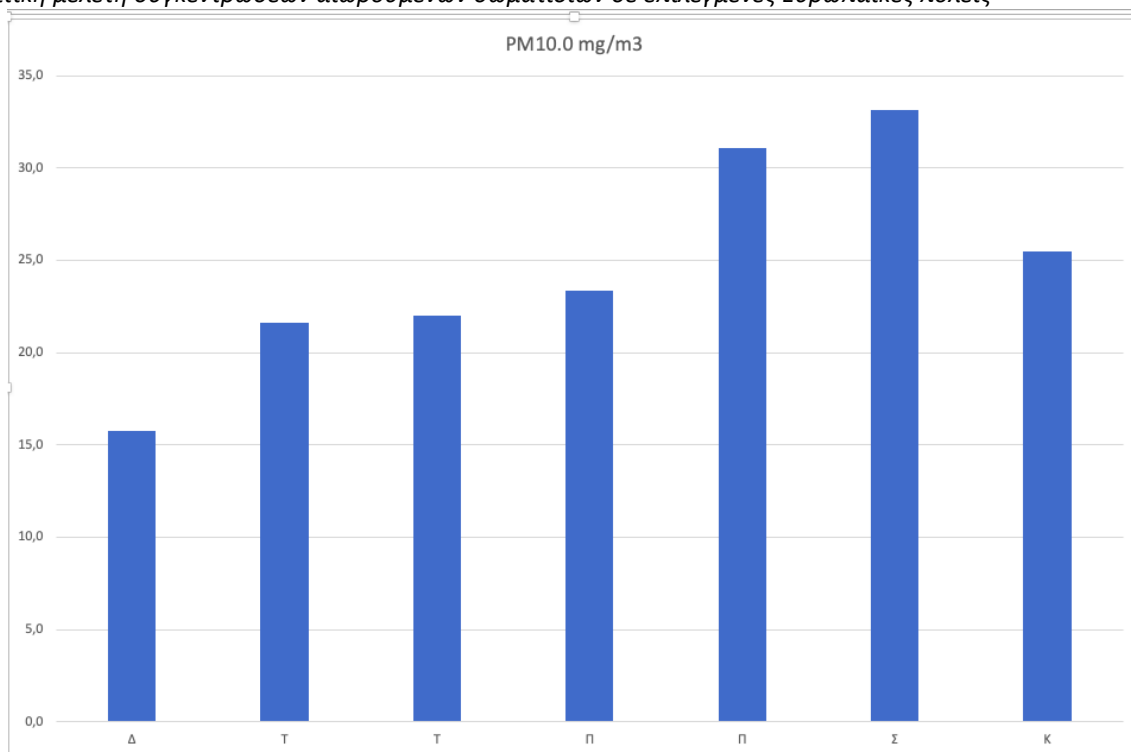
Σχήμα 4.1.11α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2022)

Στο σχήμα 4.1.11. α παρατηρούνται ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM1.0 για το έτος 2022. Στο διάγραμμα εντοπίζονται οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 κυρίως τις ημέρες από Παρασκευή έως και Κυριακή συγκριτικά με τις άλλες μέρες της εβδομάδας που δεν ανήκουν σε αυτές. Συγκεκριμένα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Παρασκευή έως και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 15,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 19,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Δευτέρα έως και Πέμπτη που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM1.0 ανάμεσα στις 9,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 14,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Σάββατο εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή λίγο πάνω από το 19,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή λίγο κάτω από το 9,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων.



Σχήμα 4.1.11 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2,5(2022)

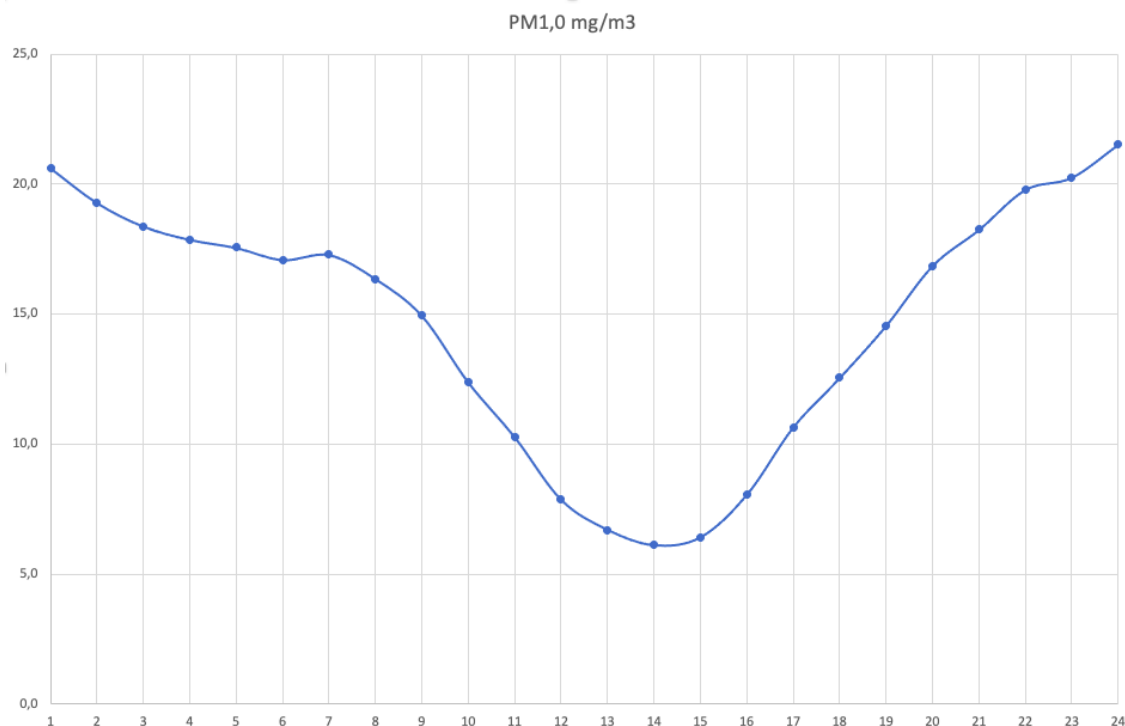
Στο σχήμα 4.1.11. β παρουσιάζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM2.5 για το έτος 2022. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται πάνω κάτω ίδιες συγκεντρώσεις ανά τις ημέρες συγκριτικά με το διάγραμμα των PM1.0 με τη διαφορά πως οι τιμές των PM2.5 είναι μεγαλύτερες. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες από Παρασκευή έως και Κυριακή συγκριτικά με τις άλλες μέρες της εβδομάδας που δεν ανήκουν σε αυτές. Συγκεκριμένα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Παρασκευή έως και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών $26,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ με $28,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 για την Δευτέρα έως και Πέμπτη που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM1.0 ανάμεσα στις $14,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ με $20,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Σάββατο εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή λίγο πάνω από το $28,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή λίγο κάτω από το $14,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων.



Σχήμα 4.1.11 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2022)

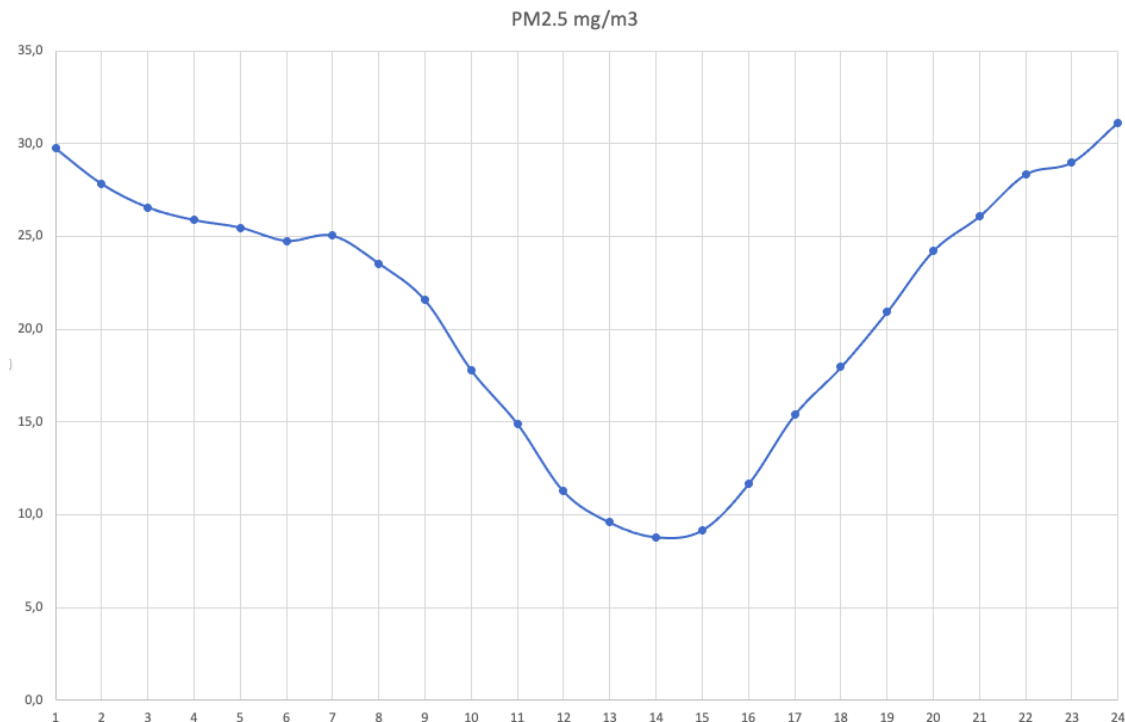
Το σχήμα παραπάνω 4.1.11. γ καταδεικνύει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM10 για το έτος 2022. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται παρόμοιες συγκεντρώσεις ανά τις ημέρες συγκριτικά με τα διαγράμματα των PM1.0 και PM2.5 με τη διαφορά πως οι τιμές των PM10 εμφανίζονται μεγαλύτερες εξ αυτών. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM10 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες από Παρασκευή έως και Κυριακή συγκριτικά με τις άλλες μέρες της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Παρασκευή έως και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 25,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 33,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για την Δευτέρα έως και Πέμπτη που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM10 ανάμεσα στις 15,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 24,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Σάββατο εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή λίγο πάνω από το 33,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή λίγο κάτω από το 15,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων.

4.1.12 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2022



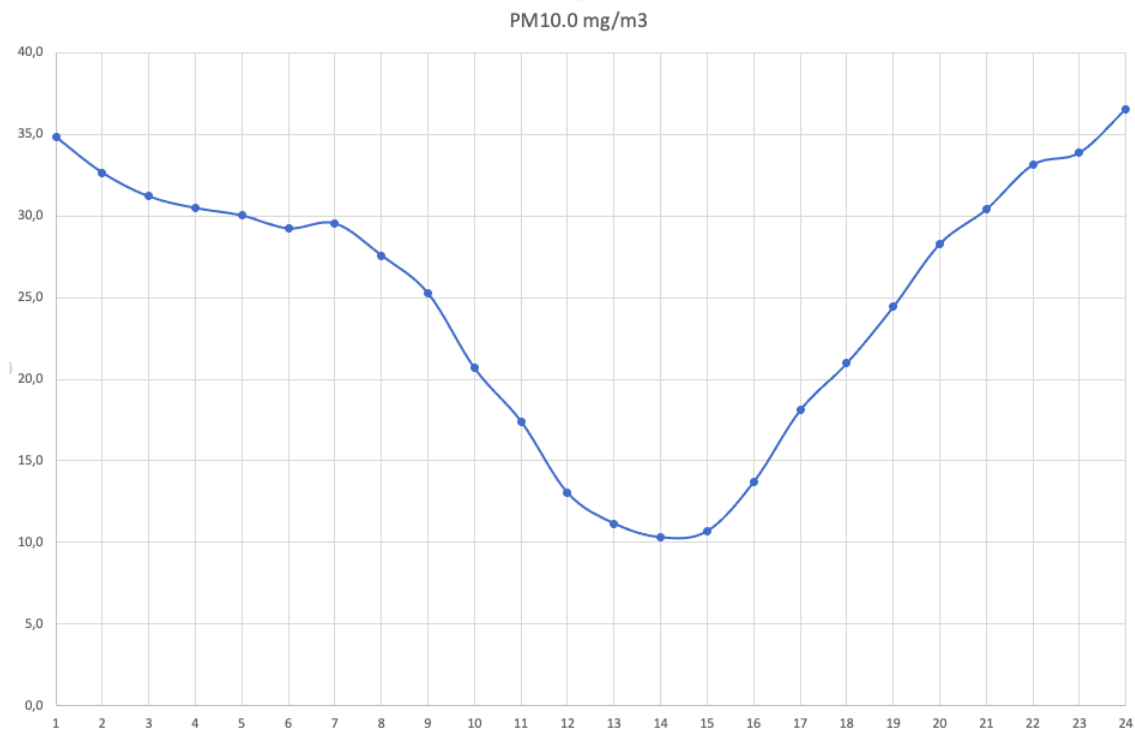
Σχήμα 4.1.12 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1(2022)

Στο σχήμα 4.1.12 α παρατηρείται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2022. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 6:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 15:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξάνεται τις απογευματινές και βραδινές ώρες, καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη τιμή στα λίγο πάνω από 20 mg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 15:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές στα 6 mg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 22 mg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία.



Σχήμα 4.1.12 β: Διάγραμμα μέσης ωρικής τιμής PM2.5 (2022)

Στο σχήμα 4.1.12 β συνεχίζεται στο ίδιο μοτίβο και η πορεία της ωρικής συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2022. Εμφανίζει ομοιότητες με το διάγραμμα των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων των PM1.0 με τη διαφορά ως προς τις ακόμα πιο υψηλές τιμές των PM2.5. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 6:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 15:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξάνεται τις απογευματινές και βραδινές ώρες, καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη τιμή στα λίγο πάνω από 30 mg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 15:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές στα 9 mg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 31 mg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία.



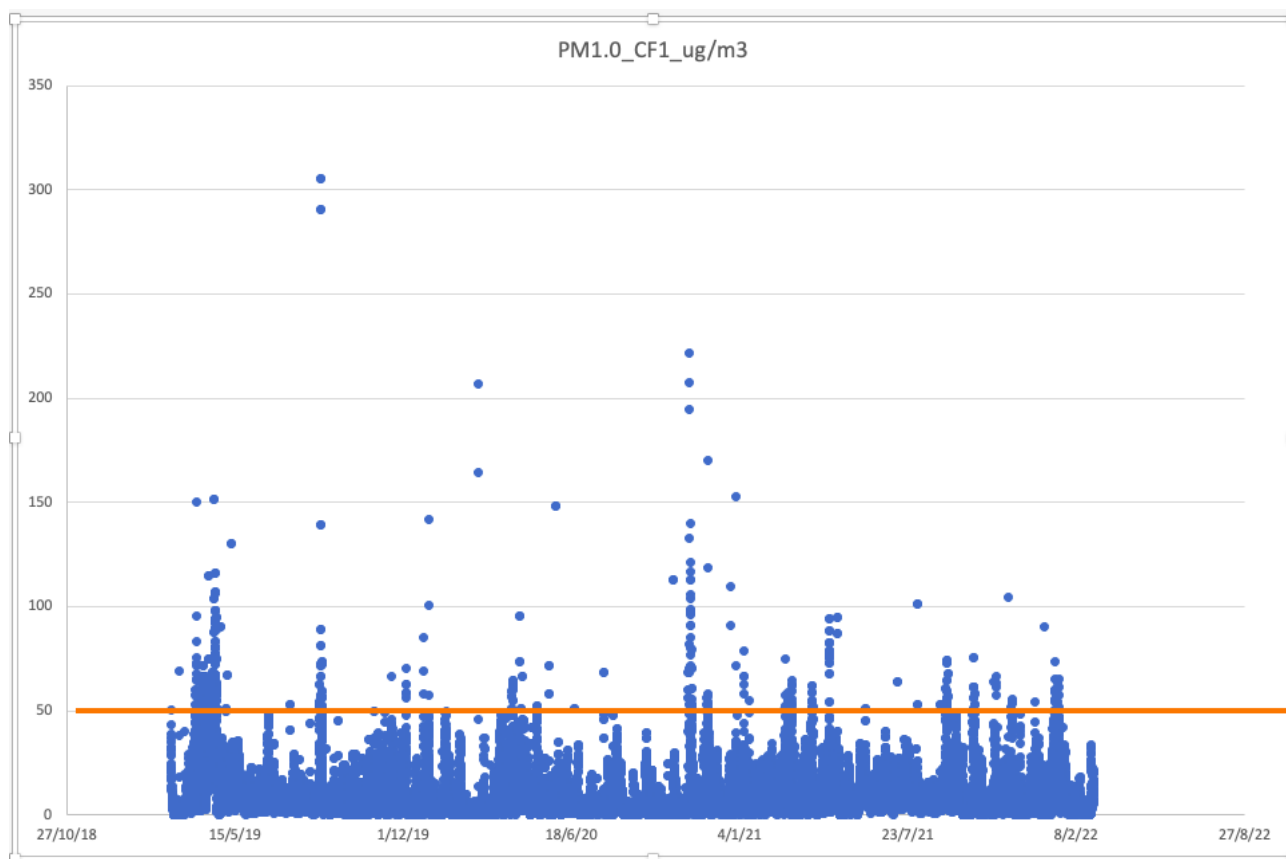
Σχήμα 4.1.12 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10(2022)

Στο σχήμα 4.1.12 γ παρατηρείται μια διαφορετική πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 έναντι των υπολοίπων PM1.0 και PM2.5 για το έτος 2022. Αυτό οφείλεται στο ότι σύμφωνα με το διάγραμμα του 4.1.12 γ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση η οποία από τις 7:00 έως τις 15:00 εμφανίζεται πιο απότομη ως προς την πτώση των συγκεντρώσεων των τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM10 με ύψιστη τιμή στα περίπου 35 mg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 15:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές στα 10 mg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολόένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 36 mg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Οι αυξημένες ολόένα κατά κάποιες μονάδες συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων των PM1.0 όπως και των PM1.0 αλλά και των PM10 πιθανόν να οφείλονται σε συνδυασμό παραγόντων, όπως την αιώρηση μεγαλύτερων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα κατά τις αυξημένες ώρες (π.χ. Οργανικές ουσίες) ή τον διαμοιρασμό σκόνης εξαιτίας της κίνησης των οχημάτων εν ώρα αιχμής της κυκλοφορίας. Στο διάγραμμα αυτό παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίου PM10 καθώς πλησιάζουν τα 40μg/m³ ενώ το όριο με βάση την Ε.Ε. είναι 50μg/m³ για κάθε ημέρα .

4.2 Λονδίνο

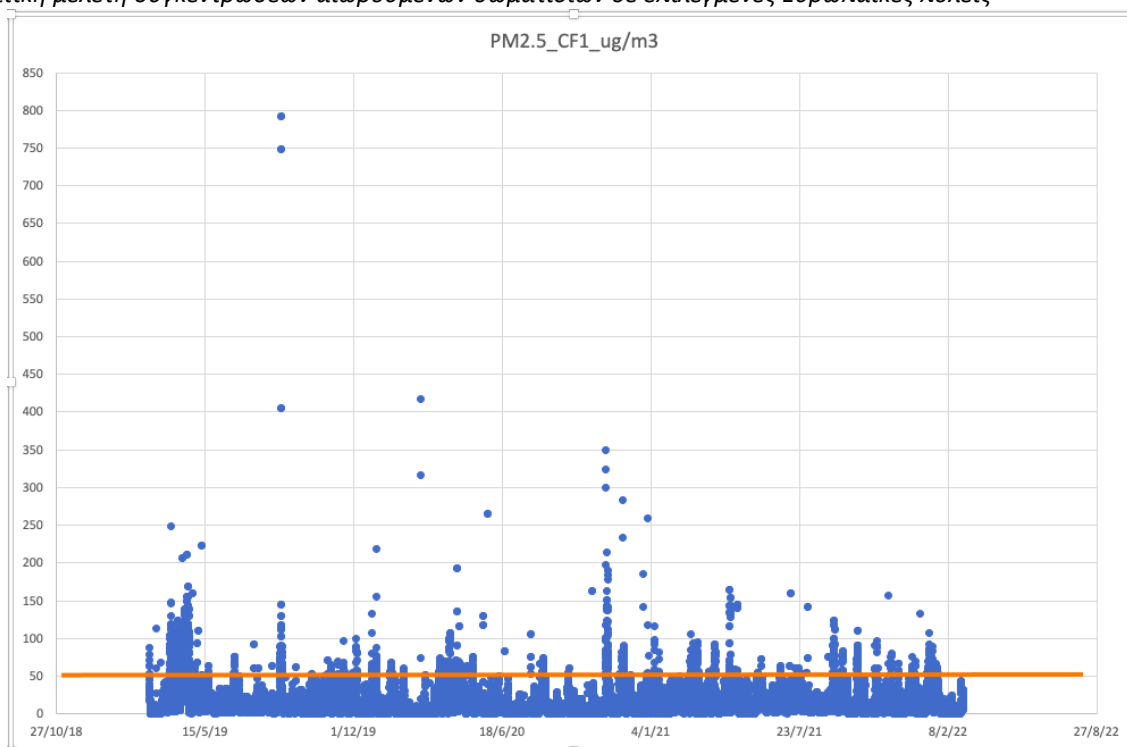
Ο σταθμός παρακάτω προς σχολιασμό επιλέχθηκε επίσης τυχαία και είναι το Λονδίνο πρωτεύουσα της Αγγλίας. Τα αποτελέσματα του σταθμού αυτού θα αναλυθούν περαιτέρω στη συνέχεια με την σειρά που έχει προηγηθεί (μέση ετήσια τιμή, μέση μηνιαία τιμή, μέση ημερήσια τιμή και μέση ωριαία). Η σειρά των αναλύσεων θα παρουσιαστεί πρωτίστως για όλα τα έτη συνολικά και στην συνέχεια κάποια από αυτά για κάθε έτος ξεχωριστά.

4.2.1 Διακύμανση μέσης ετήσιας τιμής



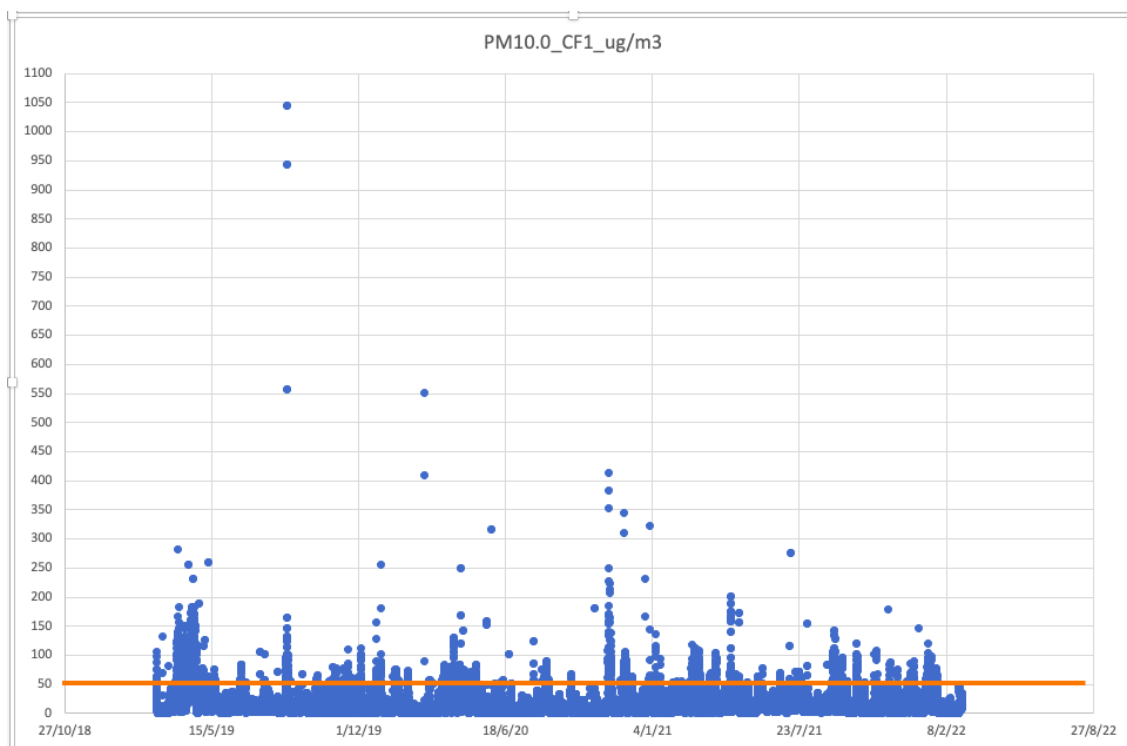
Σχήμα 4.2.1 α: Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM1.0

Στο παραπάνω σχήμα παρατηρείται η ετήσια διακύμανση των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για την χρονική περίοδο 1/03/2019-1/03/2022. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης του διαγράμματος κρίνεται απόλυτα εμφανές ότι πλήθος μεμονωμένων μετρήσεων ξεπερνάει το ημερήσιο όριο. Συγκεκριμένα όλη η πορεία των συγκεντρώσεων ακολουθεί μια πορεία παρόμοια όσον αφορά τις τιμές, ξεπερνώντας τις περισσότερες φορές το ημερήσιο όριο των 50μg/m3. Παρατηρείται ειδικότερα στο σχήμα 4.2.1.α έξαρση κυρίως τους χειμερινούς μήνες όπου η τουριστική περίοδος της συγκεκριμένης περιοχής εμφανίζει μεγάλη αύξηση. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω υψηλής κινητικότητας κυρίως τουριστών αλλά και κίνησης χωρίς μέσα μαζικής μεταφοράς, επιπλέον λόγω των παραδοσιακών κτηρίων υπάρχει έντονη καύση τζακιών κατά τη χειμερινή περίοδο.



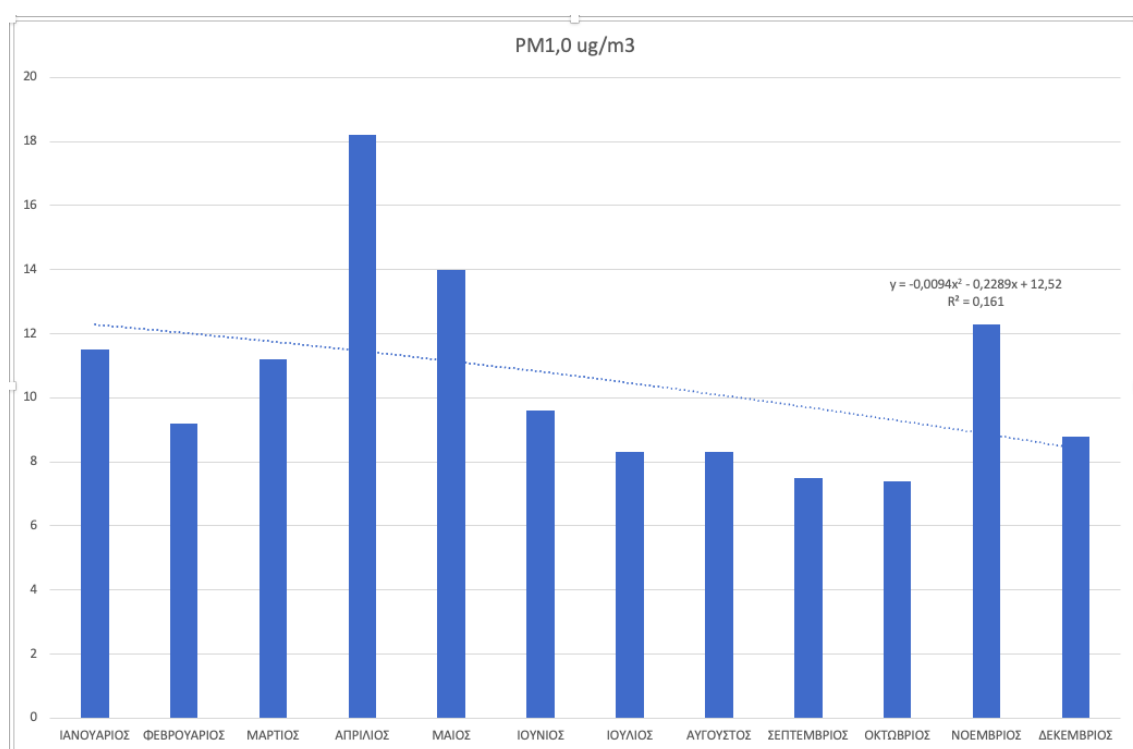
Σχήμα 4.2.1 β : Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM2.5

Στο παραπάνω σχήμα 4.2.1.β αποτυπώνεται η συγκέντρωση τιμών διαχρονικής διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM_{2,5}. Σύμφωνα με την ανάλυση των τιμών συγκέντρωσης διακρίνεται η ύπαρξη πολύ υψηλών τιμών κατά τα μέσα του 2019, οι οποίες μάλιστα φτάνουν έως και τα 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οι τιμές αυτές εμφανίζονται κυρίως γύρω από τους χειμερινούς μήνες του 2019. Αυτό συμβαίνει όπως προαναφέρθηκε στο γεγονός πως η τουριστική περίοδος της συγκεκριμένης περιοχής εμφανίζει μεγάλη αύξηση και κινητικότητα τότε χρονικά. Κινούνται και δραστηριοποιούνται τουρίστες αλλά και ντόπιοι χωρίς μέσα μαζικής μεταφοράς πάντα και επιπλέον λόγω του κρύου της εποχής ανάβουν τζάκια ή χρησιμοποιούν καύσεις πετρελαίου για την θέρμανση των κατοικιών τους.



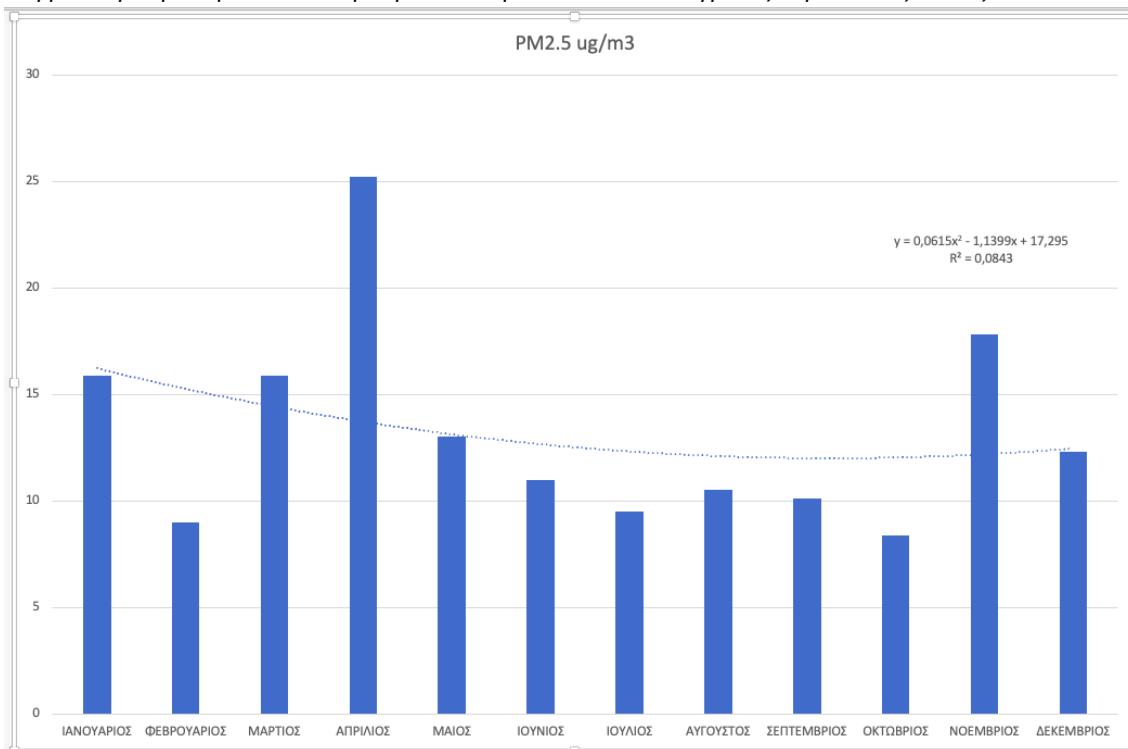
Στο σχήμα 4.2.1 παραπάνω όπως διακρίνεται από τα αποτελέσματα που προκύπτουν, η διαχρονική διακύμανση στο χρονικό διάστημα 1/03/19-1/03/22 της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 κινούνται ως προς την πλειοψηφία τους σε βαθμό τιμών συγκέντρωσης πολύ παραπάνω από το όριο των 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό ίσως οφείλεται στην ύπαρξη κοντινών πρωτογενών πηγών στην περιοχή διερεύνησης του σταθμού ή ακόμη να οφείλεται και στην ύπαρξη έξαρσης έντονων καιρικών φαινομένων. Η έξαρση αυτή παρατηρείται κυρίως ως επί των πλείστων την χειμερινή περίοδο και κυρίως στα μέσα του 2019 και στις αρχές του 2020 όπου εντοπίζονται τιμές γύρω το 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και 550 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.2.2 Διακύμανση μέσης μηνιαίας τιμής



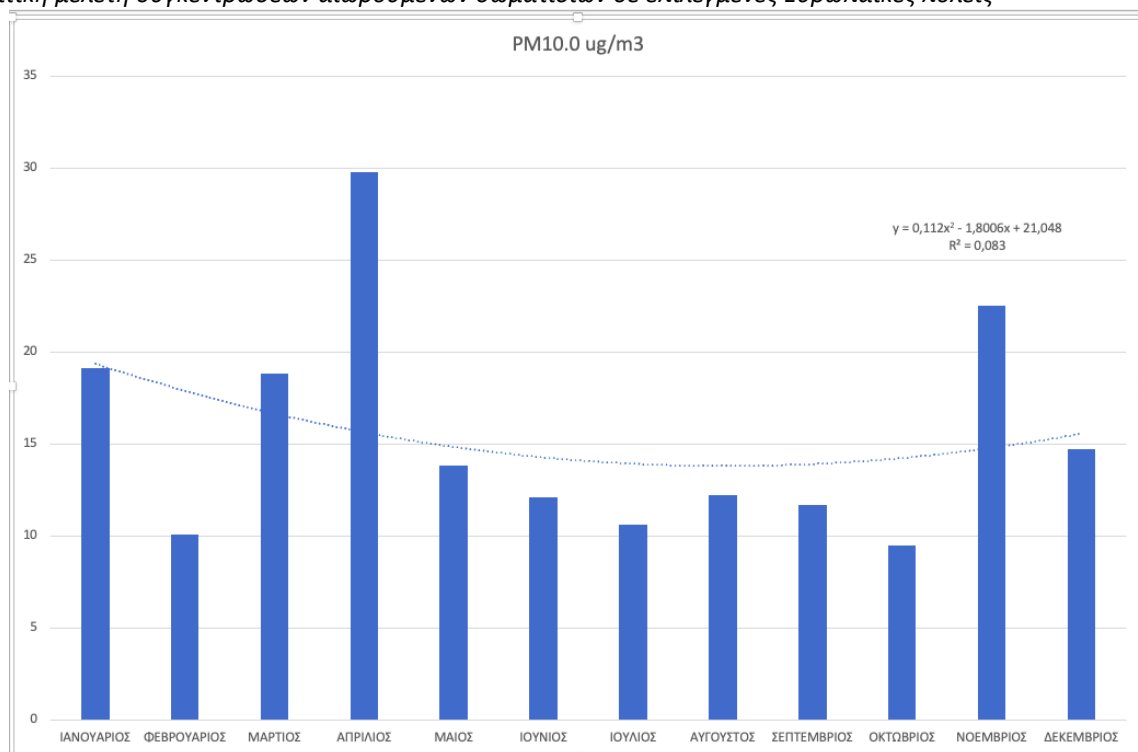
Σχήμα 4.2.2 α : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM1.0

Στο σχήμα 4.2.2 α παραπάνω παρουσιάζεται η μέση μηνιαία τιμή των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων PM1 για όλη την χρονική περίοδο των μηνών από Ιανουάριο μέχρι και Δεκέμβριο. Συγκεκριμένα σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση του διαγράμματος διακρίνονται με αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων PM1.0 ο Απρίλιος και Μάιος. Οι μήνες αυτοί κυμαίνονται σε τιμές συγκέντρωσης περίπου από 14-18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ όπου θεωρούνται ως φυσιολογικές και εντός των επιτρεπτών ορίων. Οι αυξημένες ωστόσο τιμές τους που παρατηρούνται συγκριτικά με τους άλλους μήνες ίσως να οφείλονται στην έξαρση ιώσεων και εμφάνισης διάφορων ιών που παρατηρείται κατά εκείνη την χρονική περίοδο.



Σχήμα 4.2.2 β : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM2.5

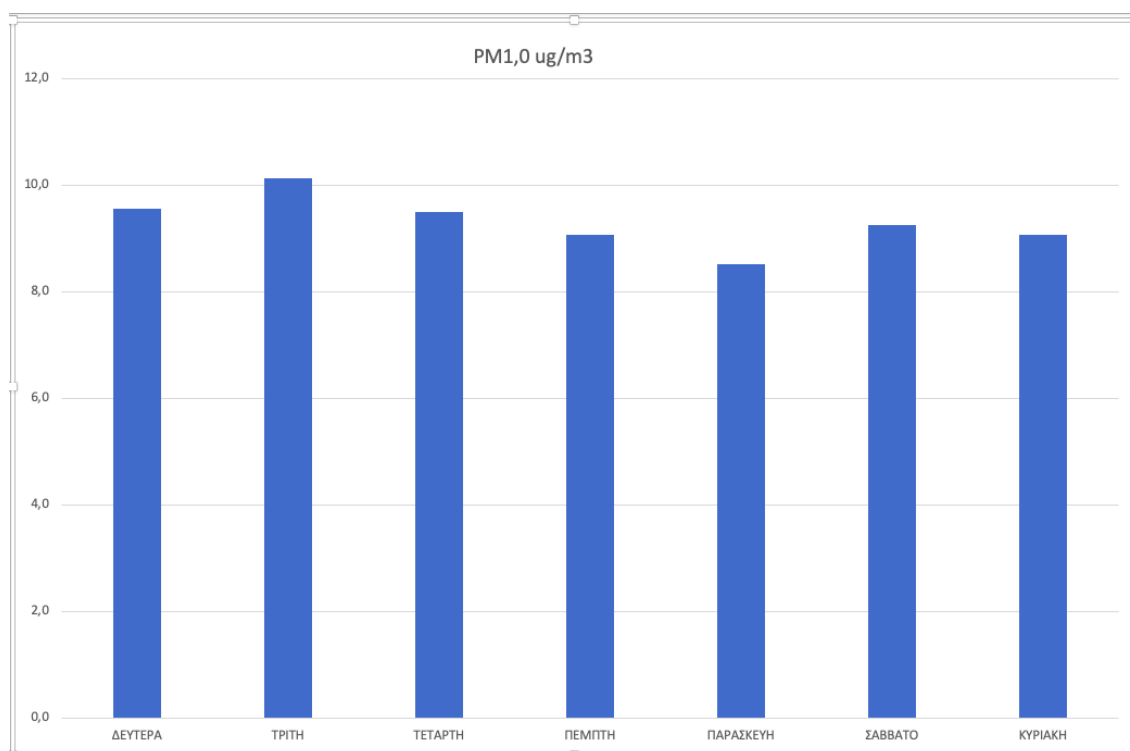
Στο σχήμα 4.2.2 β παρουσιάζεται η μέση μηνιαία τιμή συγκεντρώσεων PM2.5 για όλο το χρονικό διάστημα των μηνών από Ιανουάριο μέχρι και Δεκέμβριο. Έντονη συγκέντρωση παρατηρείται κυρίως τον μήνα Απρίλιο με εμφάνιση τιμής λίγο πιο πάνω από το 25μg/m3 , αυτό ίσως οφείλεται στην εμφάνιση ορισμένων καιρικών φαινομένων σκόνης στο ευρύτερο περιβάλλον. Συγκεκριμένα σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση του διαγράμματος διακρίνεται με αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων PM2.5 και ο μήνας Νοέμβριος με τιμή γύρω στο 18μg/m3. Οι τιμές συγκέντρωσης του Νοεμβρίου που κυμαίνονται περίπου γύρω από 18 ug/m3 θεωρούνται ως φυσιολογικές και εντός των επιτρεπών ορίων. Οι αυξημένες ωστόσο τιμές τους που παρατηρούνται συγκριτικά με τους άλλους μήνες ίσως να οφείλονται στην έξαρση ιώσεων και εμφάνισης διάφορων ιών που παρατηρείται κατά εκείνη την χρονική περίοδο των μηνών Απριλίου και Νοεμβρίου που μπορούν να θεωρηθούν και ως μεταβατικοί μήνες οριακά κοντά στην εναλλαγή εποχών.



Σχήμα 4.2.2 γ : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM10

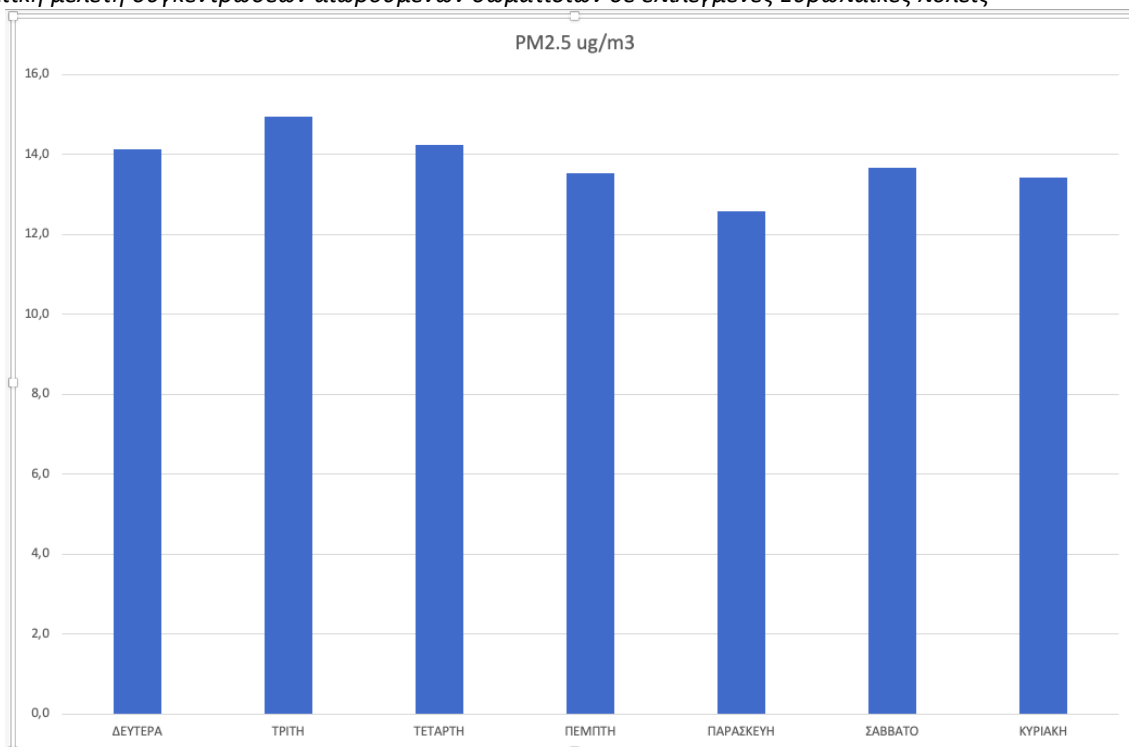
Στο σχήμα 4.2.2 γ παρουσιάζεται η μέση μηνιαία τιμή συγκεντρώσεων PM10 για όλο το χρονικό διάστημα των μηνών από Ιανουάριο μέχρι και Δεκέμβριο. Έντονη συγκέντρωση παρατηρείται πάλι όπως και στα διαγράμματα των συγκεντρώσεων PM1.0 και PM2.5 κυρίως τον μήνα Απρίλιο και έπειτα τον μήνα Νοέμβριο. Ο μήνας Απρίλιος εμφανίζει τιμή συγκέντρωσης κοντά στο 30 µg/m³ και ο μήνας Νοέμβριος τιμή συγκέντρωσης γύρω στο 23µg/m³. Και σε αυτήν την περίπτωση αποτελεσμάτων του διαγράμματος όπως και στις άλλες των συγκεντρώσεων PM1.0,PM2.5 παρατηρούνται αυξημένες τιμές τον μήνα Απρίλιο και Νοέμβριο συγκριτικά με τους άλλους μήνες που ίσως όπως προαναφέρθηκε να οφείλονται στην έξαρση ιώσεων και εμφάνισης διάφορων ιών που παρατηρείται κατά εκείνη την χρονική περίοδο. Εξάλλου οι μήνες αυτοί μπορούν να θεωρηθούν και ως μεταβατικοί μήνες οριακά κοντά στην εναλλαγή εποχών. Οι τιμές συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 είναι ελαφρώς αυξημένες έναντι των προηγούμενων PM παραπάνω διότι εκπέμπονται περισσότεροι ρύποι προερχόμενοι από πρωτογενής πηγές.

4.2.3 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής



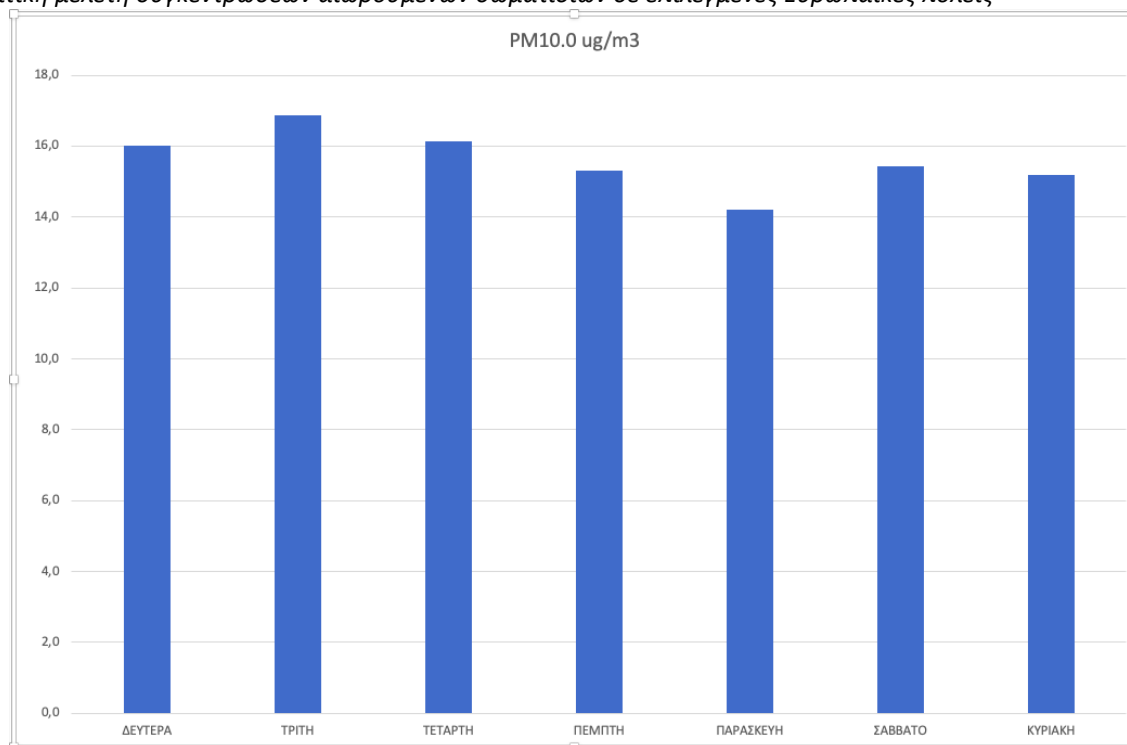
Σχήμα 4.2.3 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0

Στο σχήμα 4.2.3 α αποτυπώνεται η μέση ημερήσια τιμή συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για όλο το χρονικό διάστημα. Αυτό που διακρίνεται είναι πως οι συγκεντρώσεις κινούνται παρόμοια γενικά ανά τους μήνες και σε χαμηλά επίπεδα. Ειδικότερα διακρίνεται μια αύξηση συγκεντρώσεων τιμής περισσότερο στις τιμές των ημερών Δευτέρας, Τρίτης και Τετάρτης και Σαββάτου. Οι υπόλοιπες μέρες που δεν αναφέρθηκαν η Πέμπτη, Παρασκευή και Κυριακή έχουν χαμηλότερο βαθμό συγκέντρωσης. Υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης εμφανίζει η μέρα Τρίτη με τιμή λίγο πιο πάνω από το 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ την πιο χαμηλή συγκέντρωση εμφανίζει η Παρασκευή με τιμή λίγο πιο πάνω από το 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Σημειώνεται κυρίως τις καθημερινές μέρες αυξημένη κίνηση των ντόπιων πολιτών που κινούνται από και προς την εργασία τους ή για τις καθημερινές υποχρεώσεις που αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο ενός αστικού περιβάλλοντος, λόγω των καθημερινών ημερών που ενέχουν τέτοιου είδους ασχολίες σε αντιστάθμιση με τα σαββατοκύριακα.



Σχήμα 4.2.3 β : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5

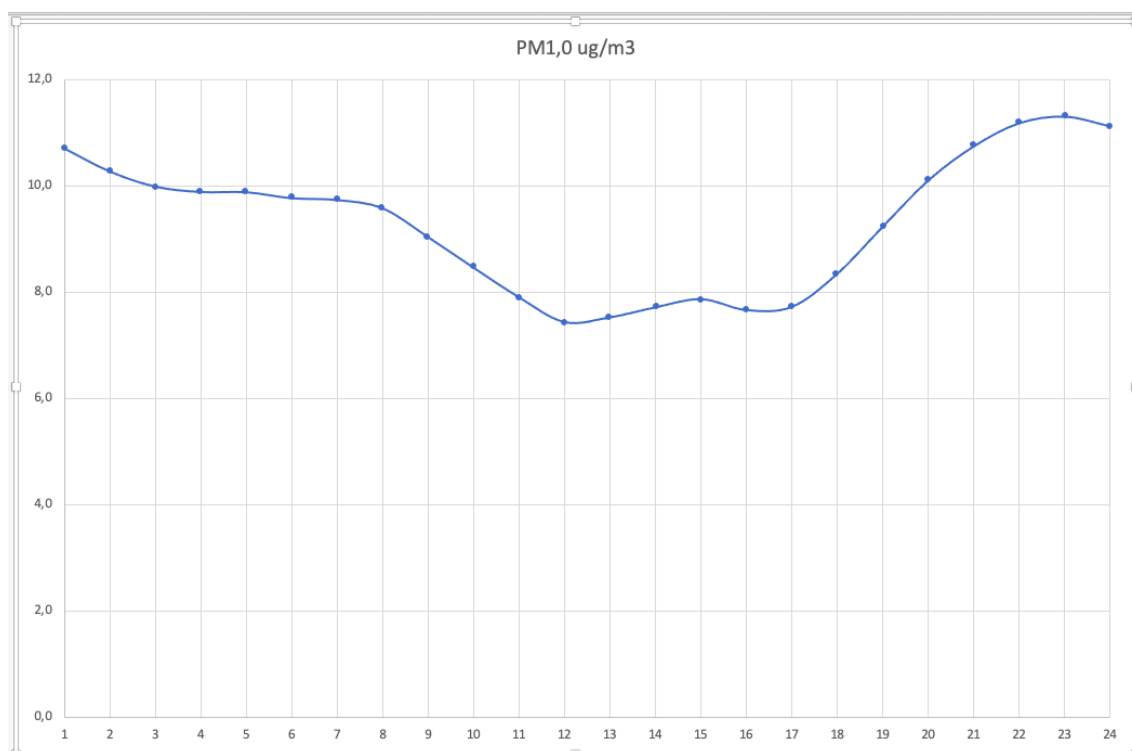
Στο σχήμα 4.2.3 β αναλύεται η μέση ημερήσια τιμή συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για όλο το χρονικό διάστημα. Διακρίνεται ήδη εκ πρώτης όψεως αύξηση των τιμών συγκριτικά με το διάγραμμα των PM1.0. Ειδικότερα διακρίνεται μια αύξηση συγκεντρώσεων τιμής περισσότερο στις τιμές των ημερών Δευτέρας, Τρίτης και Τετάρτης και Σαββάτου. Οι υπόλοιπες μέρες που δεν αναφέρθηκαν η Πέμπτη, Παρασκευή και Κυριακή έχουν χαμηλότερο βαθμό συγκέντρωσης. Υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης εμφανίζει η μέρα Τρίτη με τιμή γύρω στο 15 µg/m³, ενώ την πιο χαμηλή συγκέντρωση εμφανίζει η Παρασκευή με τιμή λίγο πιο πάνω από το 12 µg/m³. Πάλι παρατηρείται όπως και στο διάγραμμα PM1.0 κυρίως τις καθημερινές μέρες αυξημένη κίνηση των ντόπιων πολιτών που κινούνται από και προς την εργασία τους ή για τις καθημερινές υποχρεώσεις που αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο ενός αστικού περιβάλλοντος, λόγω των καθημερινών ημερών που ενέχουν τέτοιου είδους ασχολίες σε αντιστάθμιση με τα σαββατοκύριακα. Γενικότερα οι συγκεντρώσεις κινούνται παρόμοια και σε χαμηλά επίπεδα όπως και στο διάγραμμα των PM1.



Σχήμα 4.2.3 γ : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10

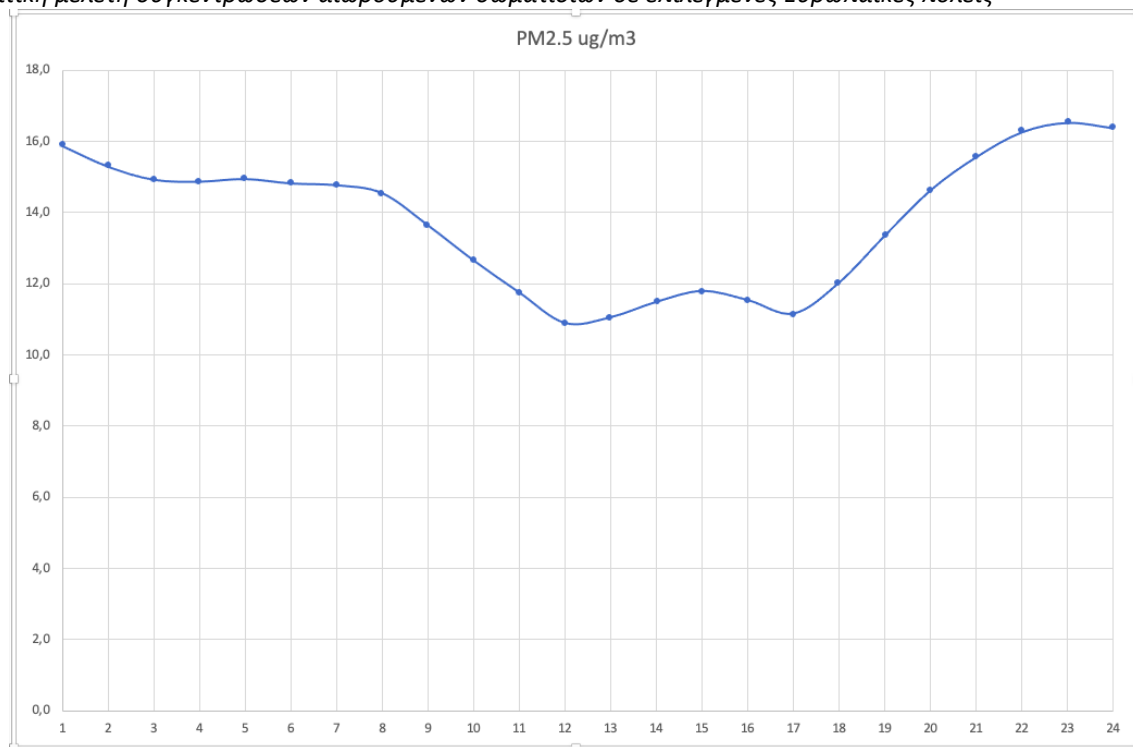
Στο σχήμα 4.2.3 γ εμφανίζονται οι τιμές μέσης ημερήσιας συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για όλο το χρονικό διάστημα. Διακρίνεται ήδη εκ πρώτης όψεως μια αύξηση των τιμών συγκριτικά με το διάγραμμα των PM2.5. Ειδικότερα διακρίνεται μια αύξηση συγκεντρώσεων τιμής περισσότερο στις τιμές των ημερών Δευτέρας, Τρίτης και Τετάρτης και Σαββάτου. Οι υπόλοιπες μέρες που δεν αναφέρθηκαν η Πέμπτη, Παρασκευή και Κυριακή έχουν χαμηλότερο βαθμό συγκέντρωσης. Υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης εμφανίζει η μέρα Τρίτη με τιμή γύρω στο 17 µg/m³, ενώ την πιο χαμηλή συγκέντρωση εμφανίζει η Παρασκευή με τιμή γύρω στο 14 µg/m³. Πάλι παρατηρείται όπως και στο παραπάνω διάγραμμα των συγκεντρώσεων PM2.5 ότι πρωτίστως τις καθημερινές μέρες παρατηρείται αυξημένη κίνηση των ντόπιων πολιτών που κινούνται για εργασιακές υποχρεώσεις, κάτι που μειώνεται την περίοδο κοντά χρονικά στα σαββατοκύριακα. Γενικότερα οι συγκεντρώσεις κινούνται παρόμοια και σε χαμηλά επίπεδα όπως και στο διάγραμμα των PM2.5 ωστόσο συγκριτικά με τα προηγούμενα δυο διαγράμματα μαζί PM1.0 και PM2.5 οι συγκεντρώσεις είναι ελαφρώς μεγαλύτερες.

4.2.4 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής



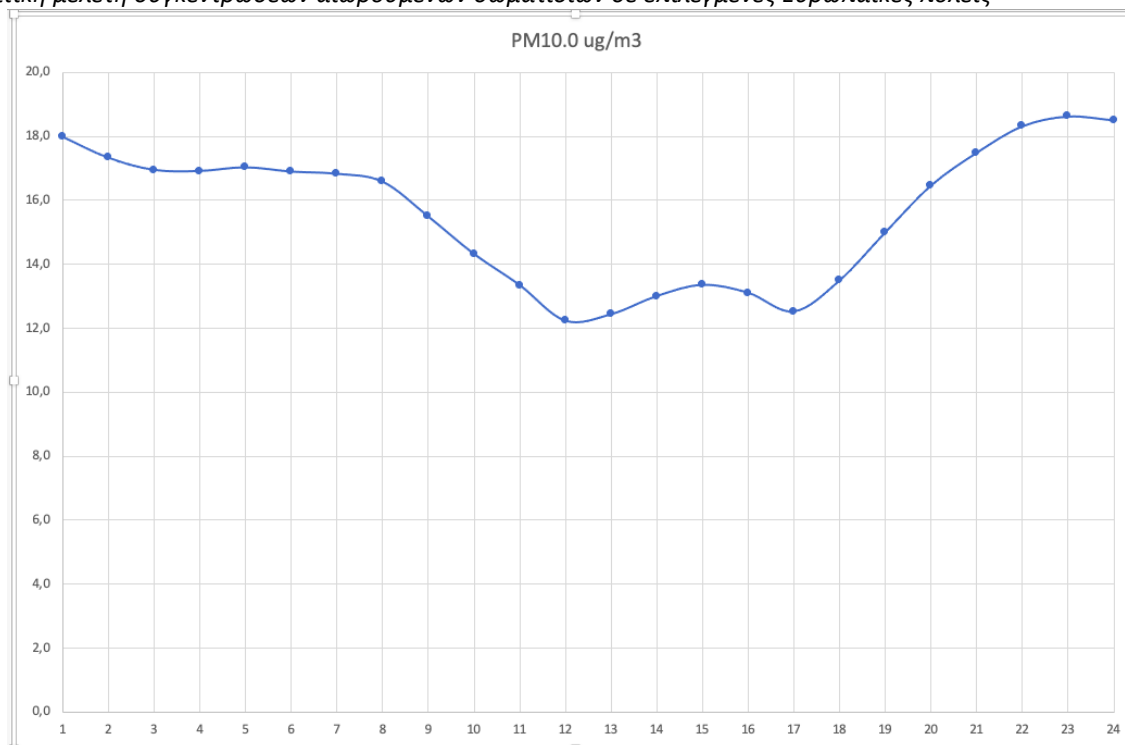
Σχήμα 4.2.4 α : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0

Στο σχήμα 4.2.4 α παρατηρείται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 12:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξάνεται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη τιμή στα λίγο πάνω από $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 12:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές στα λίγο πιο πάνω από $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Γενικότερα διακρίνεται πως τις ώρες 3:00 έως 8:00 υπάρχει μια αυξημένη σταθερότητα λόγω της κινητικότητας των πολιτών και το ίδιο γίνεται τις απογευματινές ώρες από τις 17:00 έως 23:00. Οι διαφορές συγκέντρωσης αυτές είναι σχεδόν μηδαμινές διότι οι τιμές τους κυμαίνονται από $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ έως σχεδόν $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.2.4 β : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5

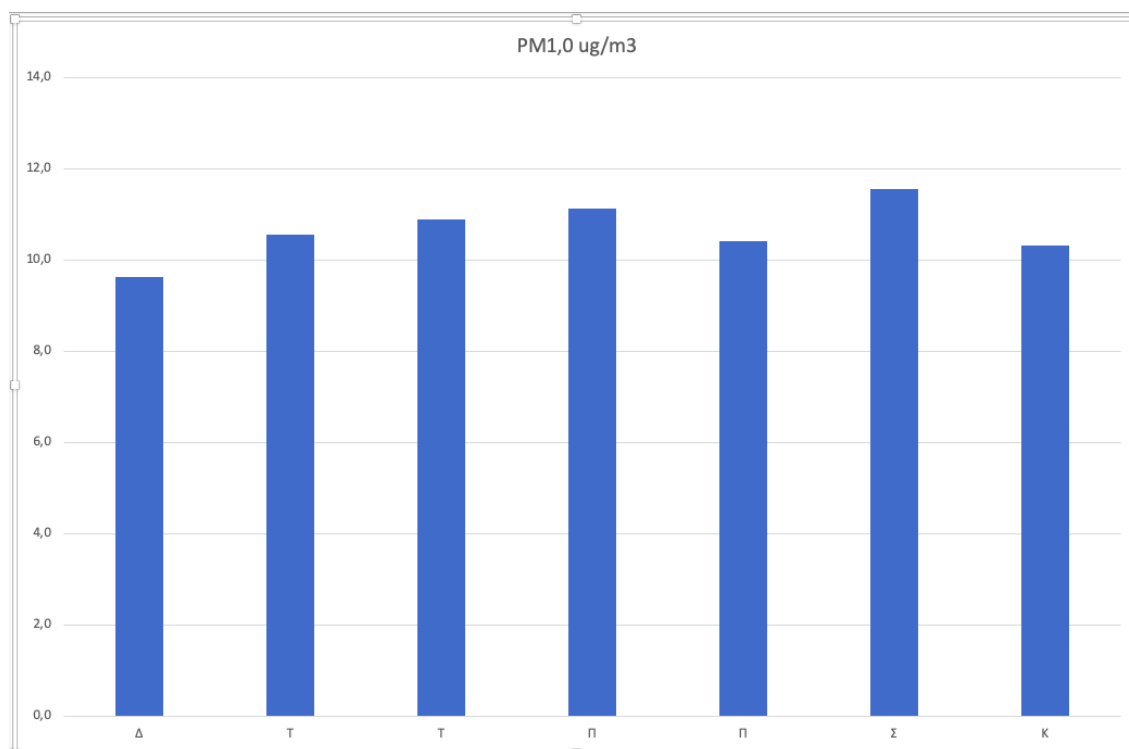
Στο σχήμα 4.2.4 β εντοπίζεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 12:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξάνεται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη τιμή στα 16 µg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 12:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 11 µg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 16 µg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Το ίδιο μοτίβο συγκεντρώσεων παρατηρείται και σε αυτό το διάγραμμα όπως και στο προηγούμενο των PM1.0, με την μόνη διαφορά πως οι τιμές κυμαίνονται σε ελαφρώς πιο αυξημένα νούμερα.



Σχήμα 4.2.4 γ : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10

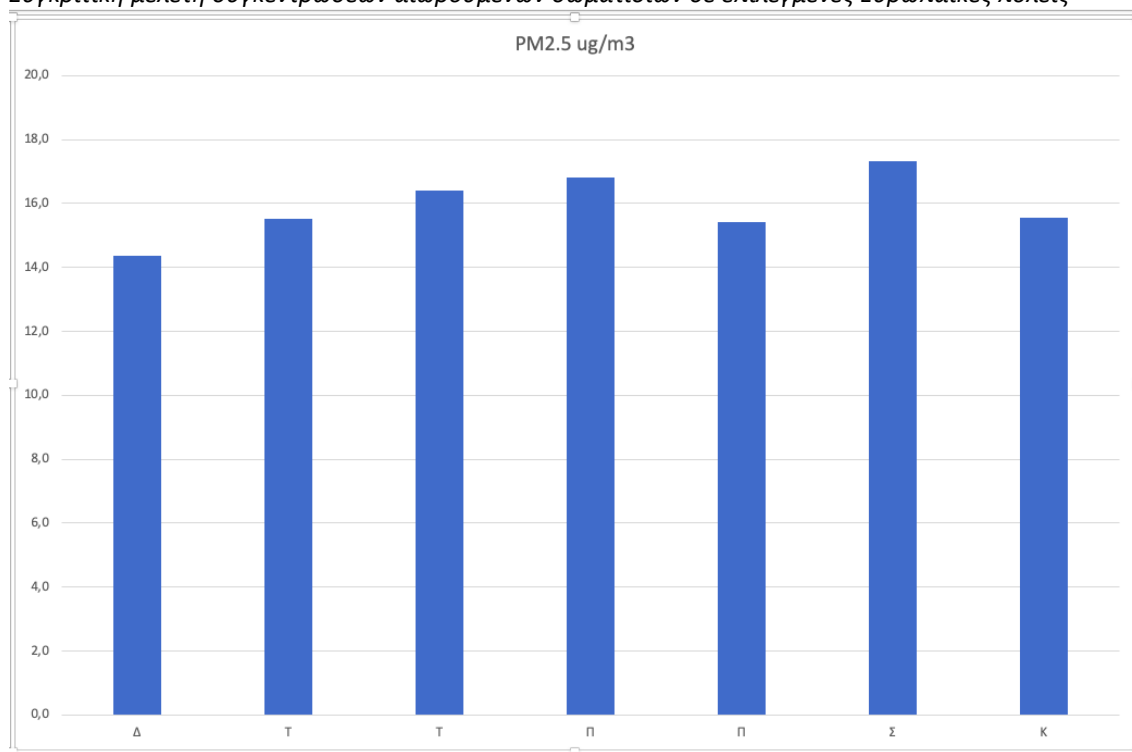
Στο σχήμα 4.2.4 γ παρουσιάζεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 12:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξάνεται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM10 με ύψιστη τιμή στα $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 12:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των λίγο πιο πάνω από $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Το ίδιο μοτίβο συγκεντρώσεων παρατηρείται και σε αυτό το διάγραμμα όπως και στο προηγούμενο των PM2.5 και PM10, με την μόνη διαφορά πως οι τιμές κυμαίνονται σε ελαφρώς πιο αυξημένα νούμερα. Γενικότερα παραπάνω διάγραμμα διακρίνονται μεγαλύτερες συγκεντρώσεις της τάξεως περίπου από $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ έως $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό οφείλεται σε κινητικότητες και ενέργειας όπου απελευθερώνονται πρωτογενείς ρύποι τις ώρες όπου αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών.

4.2.5 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2019



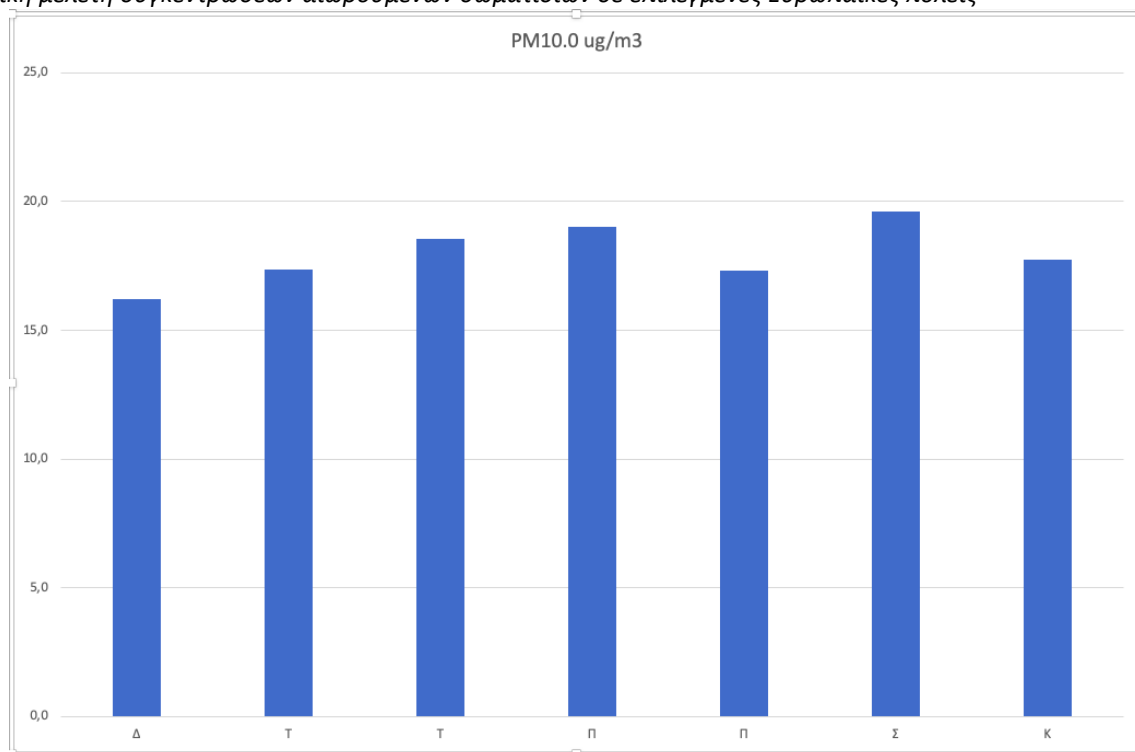
Σχήμα 4.2.5 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0

Το σχήμα παραπάνω 4.2.5 α καταδεικνύει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM1.0 για το έτος 2019. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Τρίτη, Τετάρτη, Πέμπτη και Σάββατο, συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Τρίτη, Τετάρτη, Πέμπτη και Σάββατο εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ με $12,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Δευτέρα, Παρασκευή και Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM1.0 ανάμεσα στις $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ με $10,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Σάββατο εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο $12,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή λίγο κάτω από το $10,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε χαμηλά και φυσιολογικά επίπεδα.



Σχήμα 4.2.5 β : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5

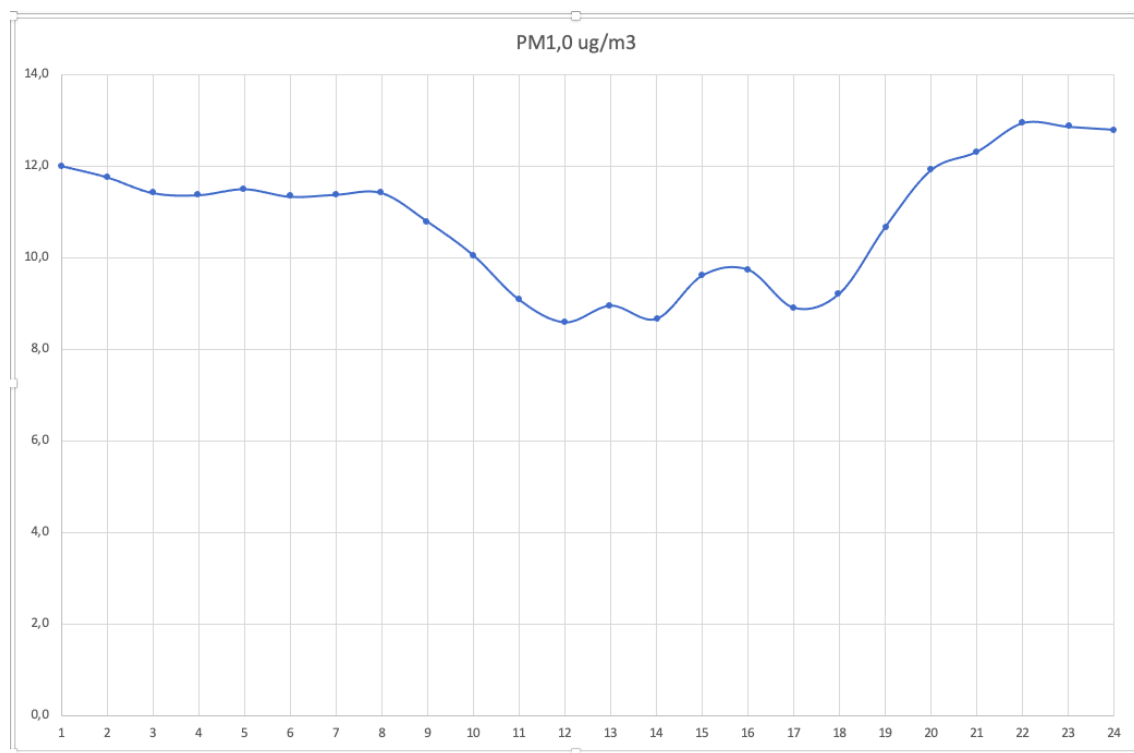
Στο σχήμα 4.2.5 β παρουσιάζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM2.5 για το έτος 2019. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Τρίτη, Τετάρτη, Πέμπτη και Σάββατο, συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Τρίτη, Τετάρτη, Πέμπτη και Σάββατο εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 16,0 μg/m³ με 17,0 μg/m³. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Δευτέρα, Παρασκευή και Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM1.0 ανάμεσα στις 14,0 μg/m³ με 16,0 μg/m³ περίπου. Η μέρα Σάββατο εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 17,0 μg/m³, ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή λίγο πάνω από το 14,0 μg/m³. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε χαμηλά και φυσιολογικά επίπεδα και ελαφρώς αυξημένα συγκριτικά με το διάγραμμα των PM1.0.



Σχήμα 4.2.5 γ : Διάγραμμα μέσας ημερήσιας τιμής PM10

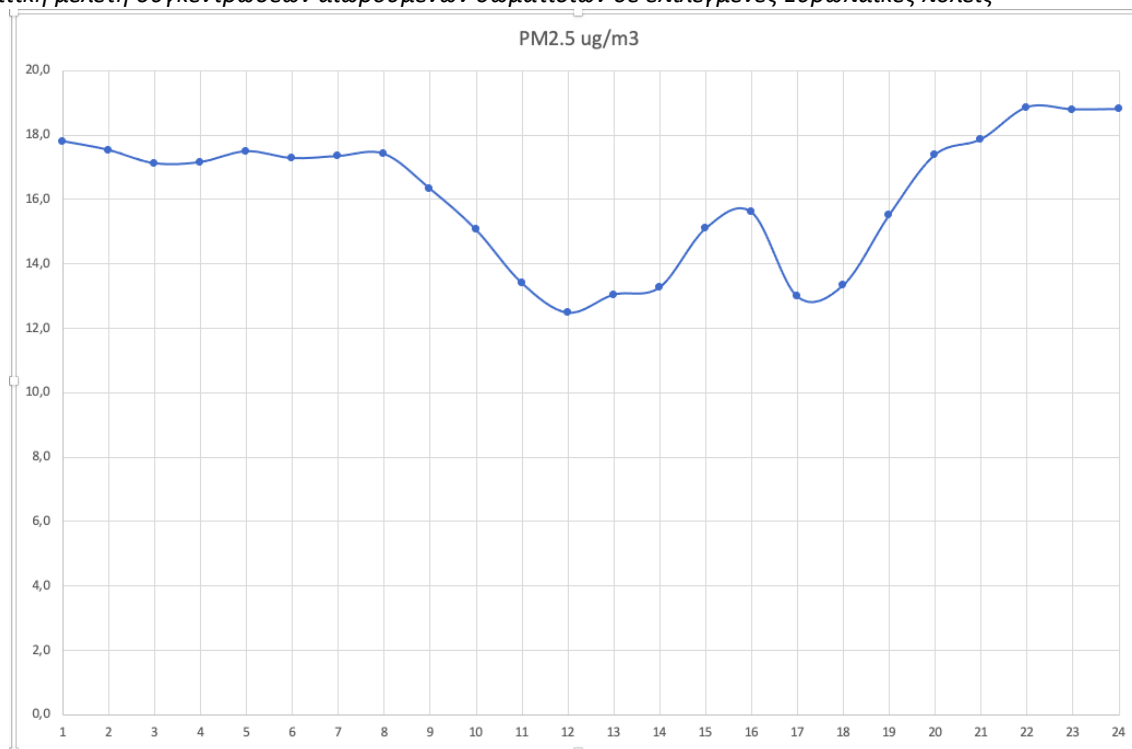
Στο σχήμα 4.2.5 γ παρουσιάζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM10 για το έτος 2019. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM10 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Τρίτη, Τετάρτη, Πέμπτη και Σάββατο, συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Τρίτη, Τετάρτη, Πέμπτη και Σάββατο εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 18,0 μg/m³ με 20,0 μg/m³. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για την Δευτέρα, Παρασκευή και Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM10 ανάμεσα στις 16,0 μg/m³ με 17,0 μg/m³ περίπου. Η μέρα Σάββατο εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 20,0 μg/m³, ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή λίγο πάνω από το 15,0 μg/m³. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε χαμηλά και φυσιολογικά επίπεδα και ελαφρώς αυξημένα συγκριτικά με το διάγραμμα των PM1.0. Και σε αυτήν την περίπτωση διακρίνεται πως οι τιμές συγκεντρώσεως κυμαίνονται σε φυσιολογικά και χαμηλά επίπεδα με την διαφορά πως είναι μεγαλύτερες από τις δυο προηγούμενες αλλά δεν ξεπερνάν τα 20μg/m³.

4.2.6 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2019



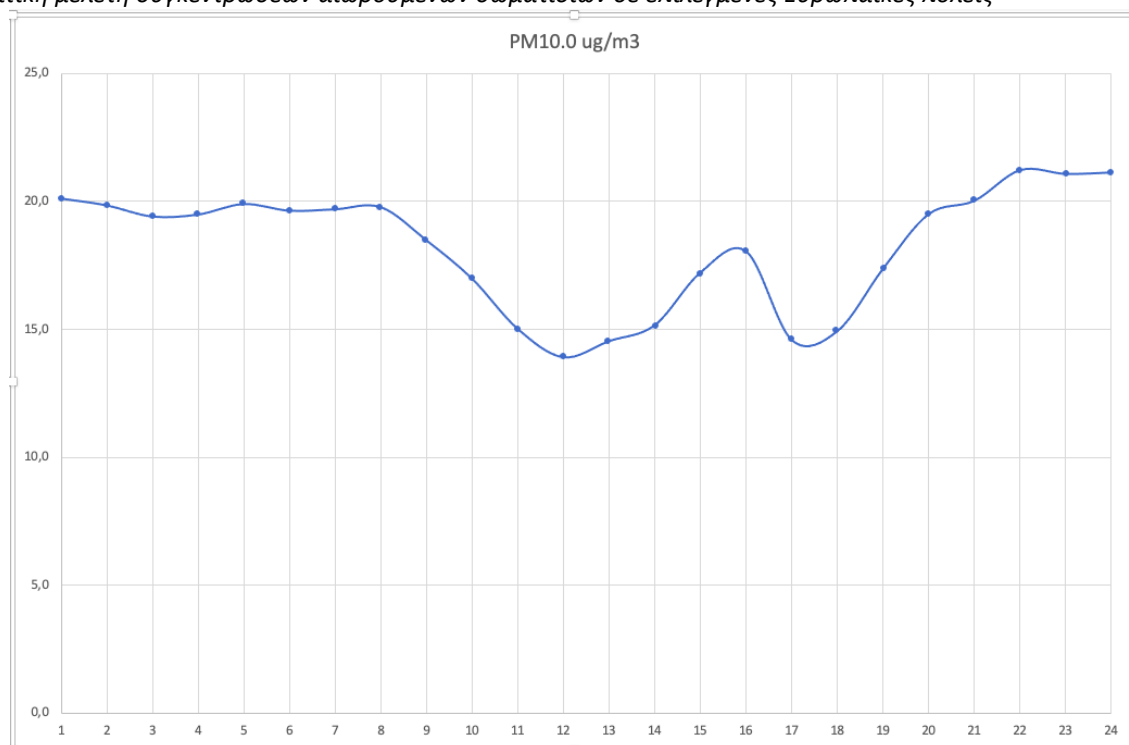
Σχήμα 4.2.6 α : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0

Στο σχήμα 4.2.6 α παρουσιάζεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2019. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 12:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξάνεται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη τιμή στα 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 12:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου λίγο πιο πάνω από τα 8,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Γενικότερα οι τιμές του διαγράμματος κυμαίνονται από περίπου 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ωστόσο υπάρχουν αρκετές αυξομειώσεις, πράγμα που σημαίνει πως υπάρχουν αρκετές εναλλαγές καιρικών φαινομένων και αρκετή κινητικότητα πολιτών.



Σχήμα 4.2.6 β : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5

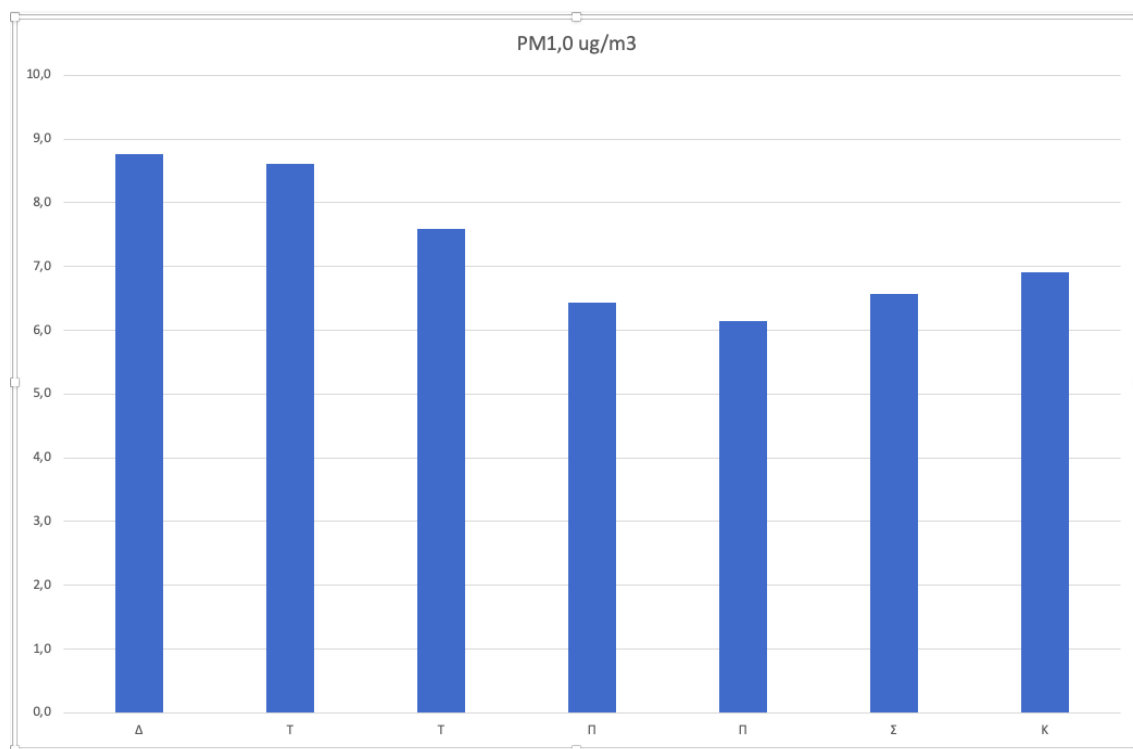
Στο σχήμα 4.2.6 β παρουσιάζεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2019. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 12:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξάνεται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη τιμή στα 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 12:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Το ίδιο μοτίβο συγκεντρώσεων παρατηρείται και σε αυτό το διάγραμμα όπως και στο προηγούμενο των PM1.0, με την μόνη διαφορά πως οι τιμές κυμαίνονται σε ελαφρώς πιο αυξημένα νούμερα. Γενικότερα το διάγραμμα αυτό ακολουθεί ίδιο μοτίβο με το διάγραμμα του PM1,0 . Οι τιμές του κυμαίνονται από περίπου 12,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,αυτό σημαίνει πως κινούνται εντός του ευρωπαϊκού ορίου.



Σχήμα 4.2.6 γ : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10

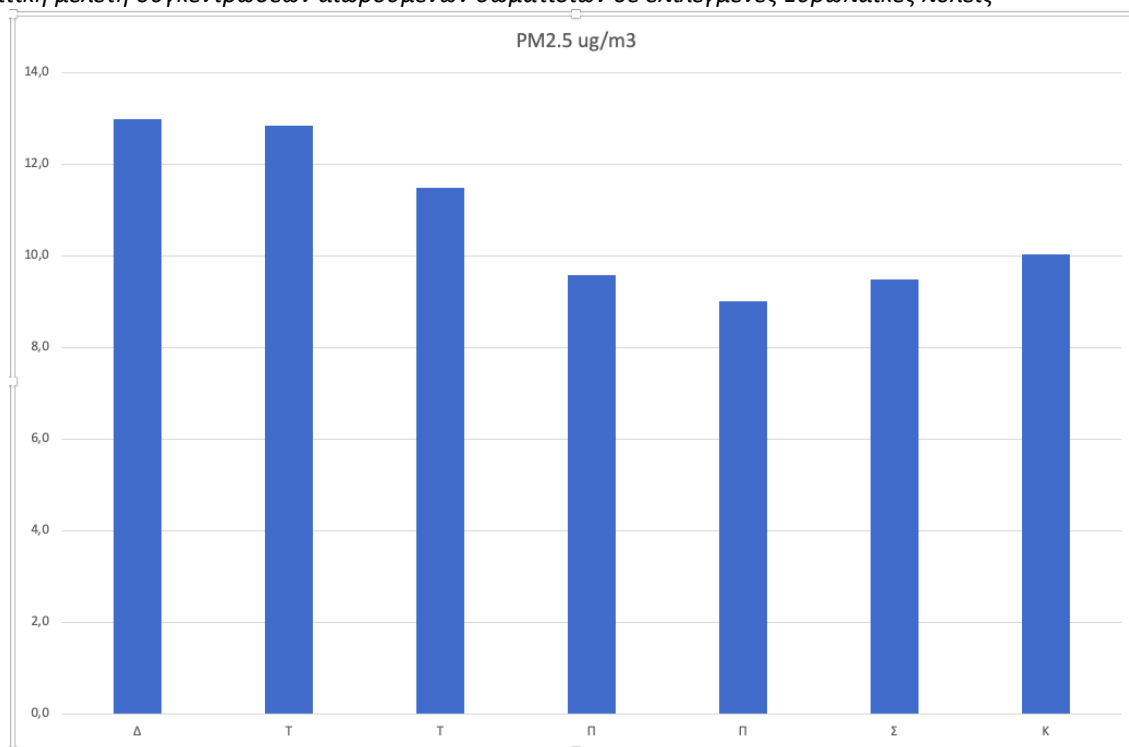
Στο σχήμα 4.2.4 γ παρουσιάζεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 12:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξάνεται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM10 με ύψιστη τιμή στα $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 12:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Το ίδιο μοτίβο συγκεντρώσεων παρατηρείται και σε αυτό το διάγραμμα όπως και στο προηγούμενο των PM2.5 και PM10, με την μόνη διαφορά πως οι τιμές κυμαίνονται σε ελαφρώς πιο αυξημένα νούμερα. Γενικότερα στο παραπάνω διάγραμμα οι τιμές κυμαίνονται από περίπου $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ έως $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, αυτό σημαίνει πως κινούνται εντός του ευρωπαϊκού ορίου.

4.2.7 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2020



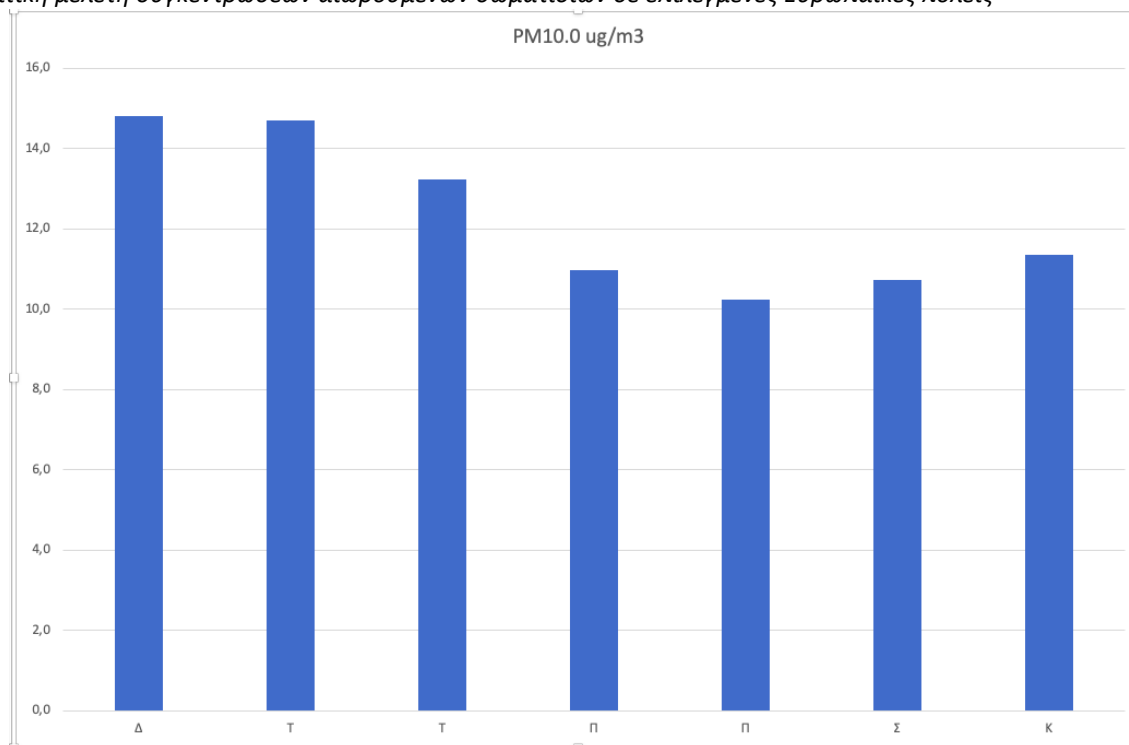
Σχήμα 4.2.7 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2020)

Στο σχήμα 4.2.7 α παρουσιάζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM10 για το έτος 2020. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη, Σάββατο και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 6,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 9,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Πέμπτη, Παρασκευή και Σάββατο που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης ανάμεσα στις 6,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 6,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Δευτέρα εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 9,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Παρασκευή την χαμηλότερη με τιμή λίγο πάνω από το 6,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε χαμηλά και φυσιολογικά επίπεδα και παρατηρείται χαμηλή γενικά διακύμανση τιμών συγκέντρωσης με την υψηλότερη να σημειώνεται την Δευτέρα με τιμή λίγο χαμηλότερη από 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.2.7 β : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2020)

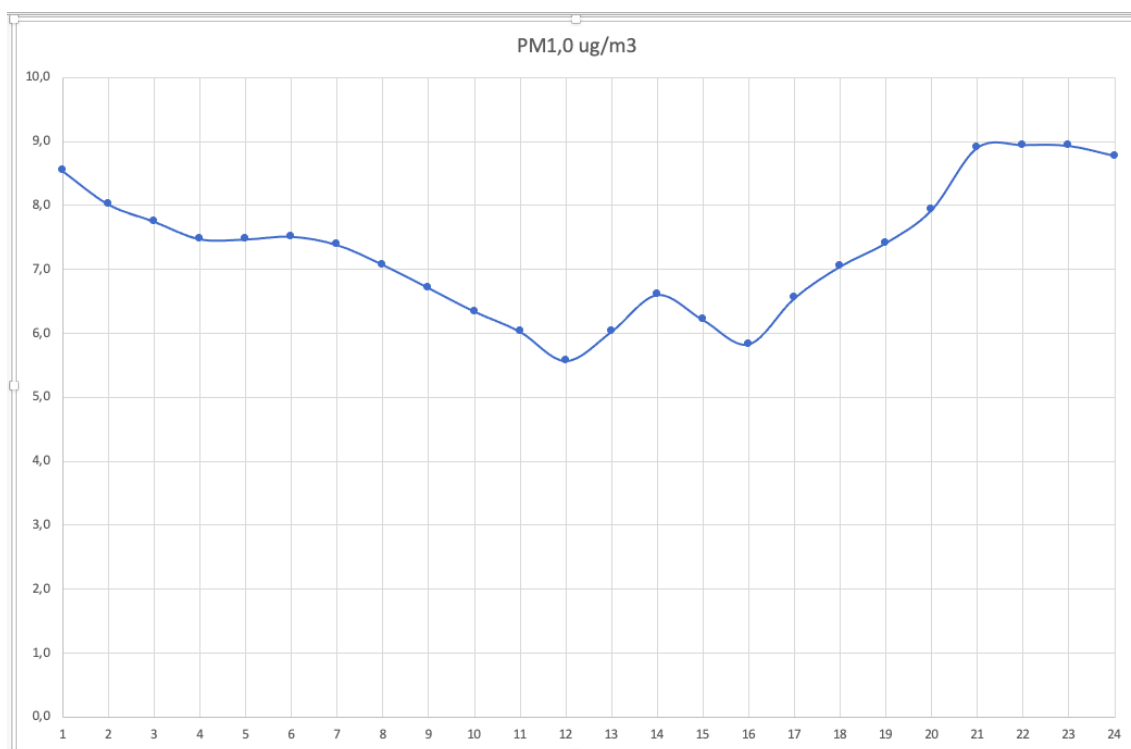
Στο σχήμα 4.2.7 β απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM2.5 για το έτος 2020. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 10,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 13,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Πέμπτη, Παρασκευή και Σάββατο που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης ανάμεσα στις 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 10,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Δευτέρα εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 13,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ η Παρασκευή την χαμηλότερη με τιμή λίγο πάνω από το 8,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη, Σάββατο και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε χαμηλά και φυσιολογικά επίπεδα και παρατηρείται χαμηλή γενικά διακύμανση τιμών συγκέντρωσης με την υψηλότερη να σημειώνεται την Δευτέρα με τιμή λίγο χαμηλότερη από 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Σημειώνεται ίδιο μοτίβο συγκεντρώσεων με το διάγραμμα του PM1.0 με την μόνη διαφορά πως η υψηλότερη τιμή είναι κοντά στα 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Επομένως οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται εντός ορίων και σε φυσιολογικά επίπεδα.



Σχήμα 4.2.7 γ : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2020)

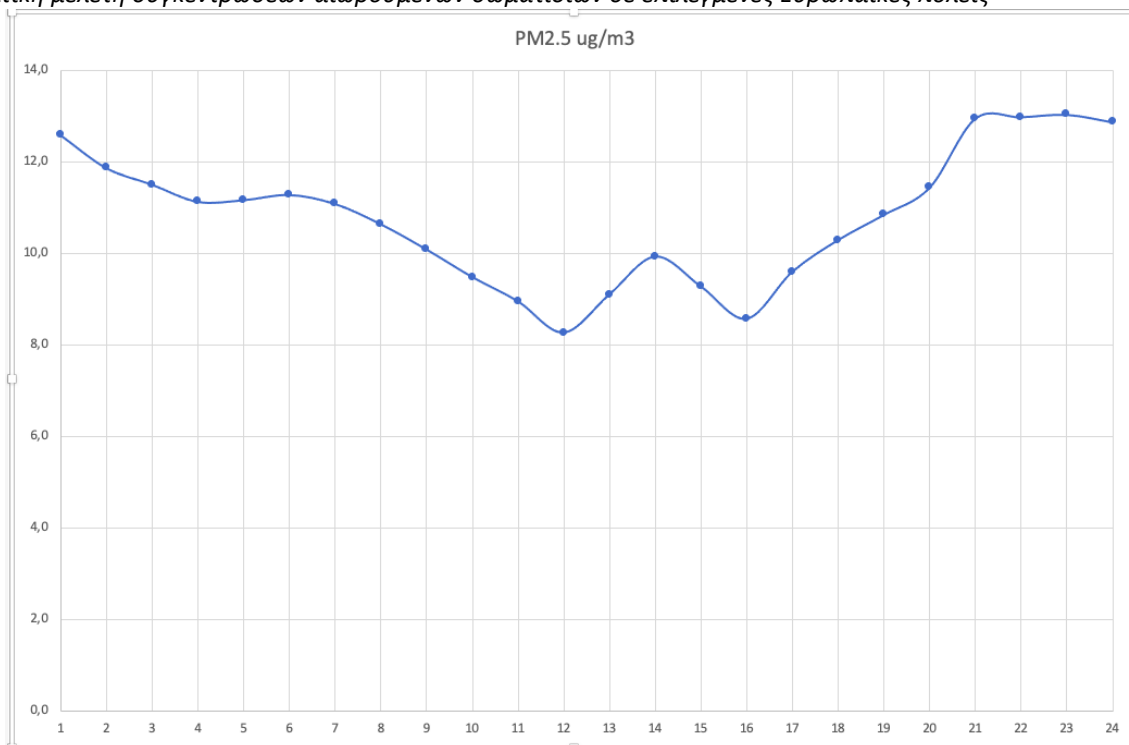
Στο σχήμα 4.2.7 γ απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM2.5 για το έτος 2020. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM10 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 12,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 15,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για την Πέμπτη, Παρασκευή και Σάββατο που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης ανάμεσα στις 10,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 10,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Δευτέρα εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 14,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ η Παρασκευή την χαμηλότερη με τιμή λίγο πάνω από το 10,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη, Σάββατο και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Σημειώνεται ίδιο μοτίβο συγκεντρώσεων με τα δυο προηγούμενα διαγράμματα με την μόνη διαφορά πως η υψηλότερη τιμή είναι κοντά στα 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Επομένως οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται εντός ορίων και σε φυσιολογικά επίπεδα.

4.2.8 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020



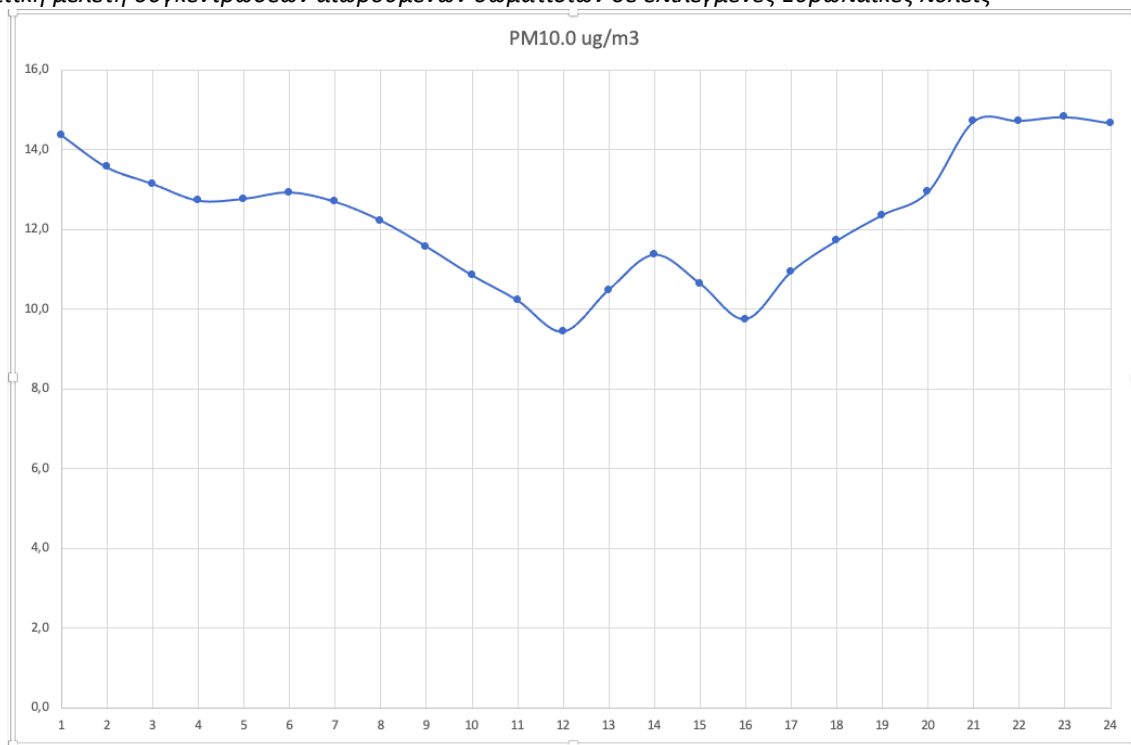
Σχήμα 4.2.8 α : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2020)

Στο σχήμα 4.2.8 α απεικονίζεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2020. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 12:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξομειώνεται από τις 12:00 έως τις 16:00 και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη τιμή στα 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 12:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 5,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Αν και τιμές των συγκεντρώσεων είναι αρκετά χαμηλές, υπάρχουν κάποιες αυξομειώσεις οι οποίες δείχνουν την συμπεριφορά των ρύπων και την κινητικότητά τους. Η σταδιακή μείωση ξεκινάει από τις 1:00 και τελειώνει στις 12:00 το μεσημέρι όπου στη συνέχεια αυξάνεται για δυο ώρες, έπειτα μειώνεται για άλλες δυο και τέλος αυξάνεται έως τις 00:00. Αυτό ίσως οφείλεται στο ότι κοντά στο σημείο του αισθητήρα είχε έντονη κινητικότητα και το μεσημέρι (π.χ. Κινητικότητα οχημάτων).



Σχήμα 4.2.8 β : Διάγραμμα μέσης ωρικής τιμής PM2.5 (2020)

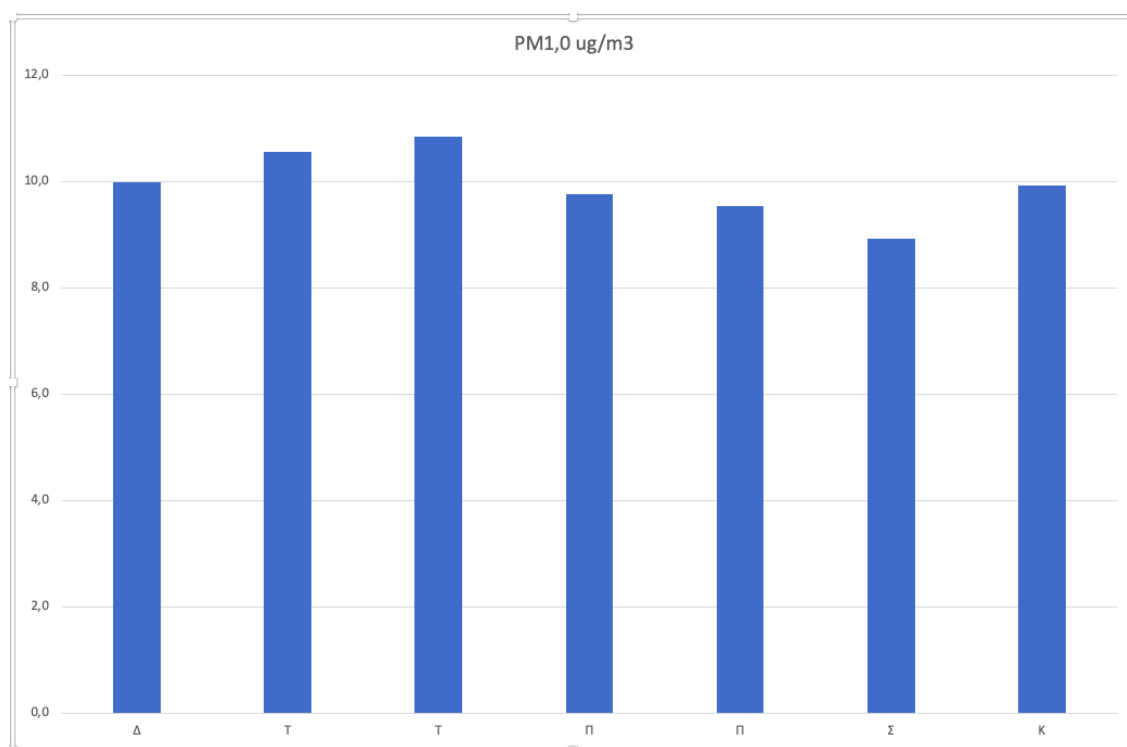
Στο σχήμα 4.2.8 β απεικονίζεται η πορεία της ωρικής συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2020. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 12:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξομειώνεται από τις 12:00 έως τις 16:00 και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη τιμή στα 12,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 12:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Σε αυτό το διάγραμμα συγκριτικά με το προηγούμενο των συγκεντρώσεων PM1.0 παρατηρείται το ίδιο μοτίβο συγκεντρώσεων με τη διαφορά πως οι τιμές κυμαίνονται λίγο πιο υψηλά από το διάγραμμα του PM1.0.



Σχήμα 4.2.8 γ : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2020)

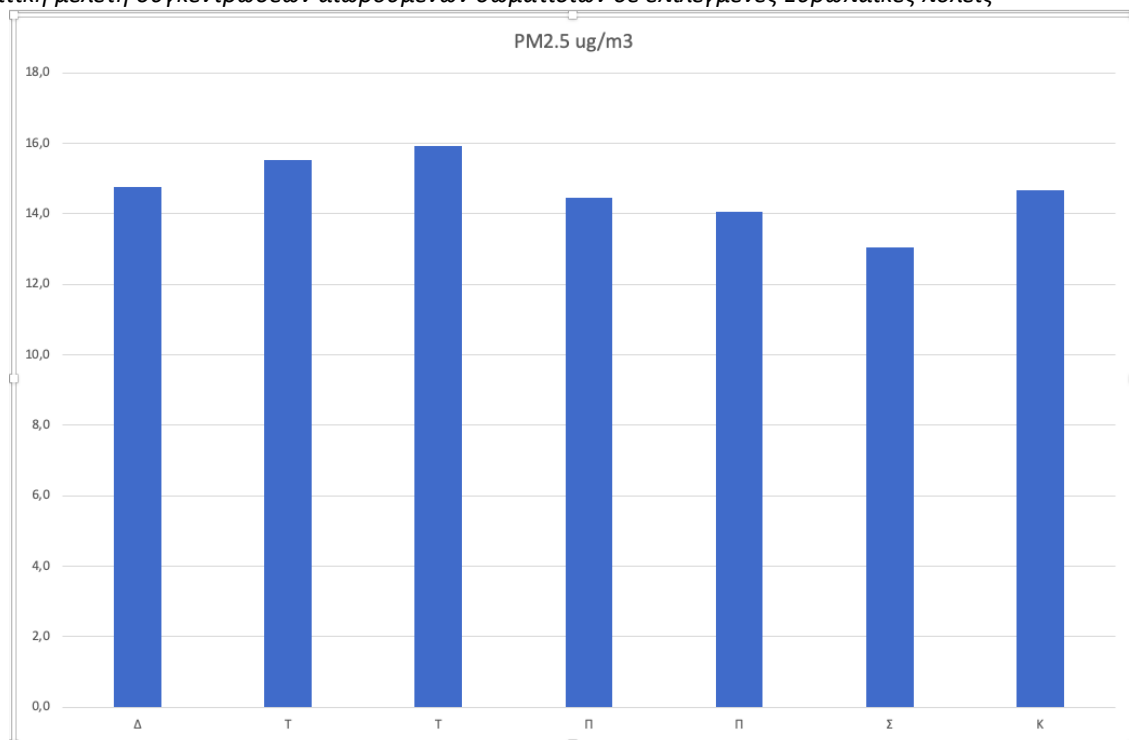
Στο σχήμα 4.2.8 γ απεικονίζεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 για το έτος 2020. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 12:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξομειώνεται από τις 12:00 έως τις 16:00 και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM10 με ύψιστη τιμή στα 14,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 12:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 9,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 14,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 15:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Συγκριτικά και τα τρία διαγράμματα των αιωρούμενων σωματιδίων PM 1.0, PM 2.5 και PM10 κατέχουν ίδιο μοτίβο συγκεντρώσεων με τη διαφορά πως οι τιμές κυμαίνονται λίγο πιο υψηλά από τα δυο προηγούμενα διαγράμματα.

4.2.9 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2021



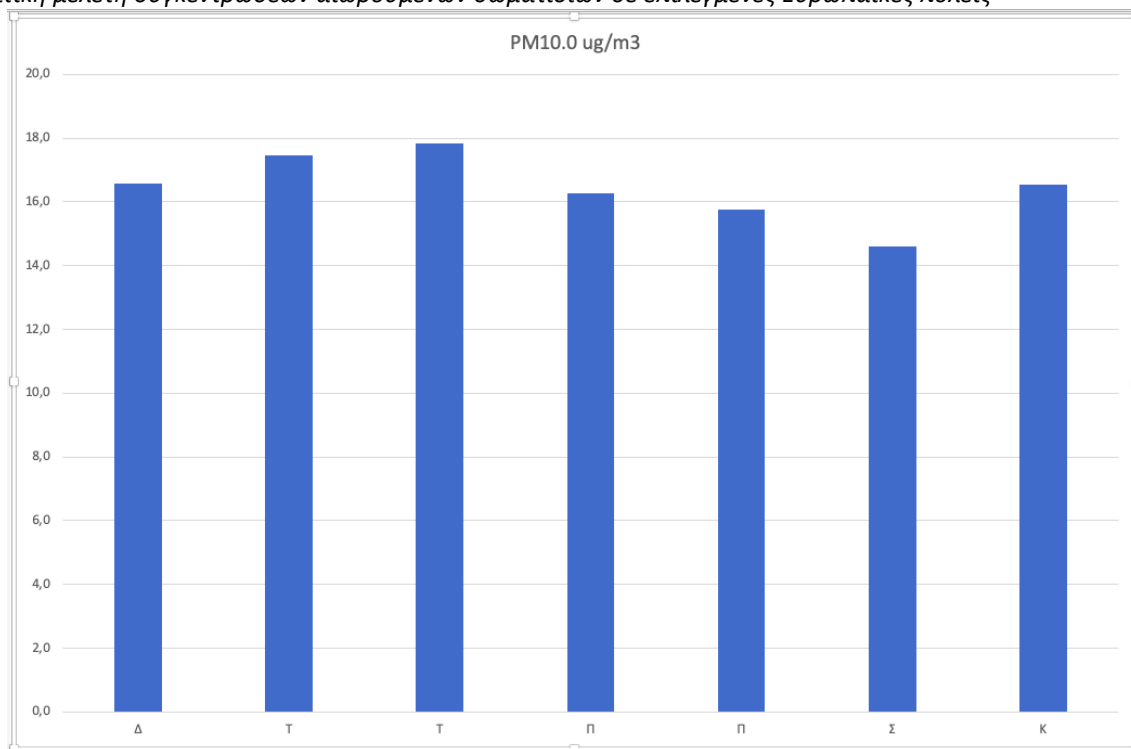
Σχήμα 4.2.9 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2021)

Στο σχήμα 4.2.9 α παρουσιάζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM1.0 για το έτος 2021. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη, Σάββατο και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 10,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με λίγο πιο κάτω από 11,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Πέμπτη, Παρασκευή και Σάββατο που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης ανάμεσα στις 9,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με λίγο πιο πάνω από 9,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Τετάρτη εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 11,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ το Σάββατο την χαμηλότερη με τιμή κοντά στο 9,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους ή αύξηση καύσεων στα νοικοκυριά με σκοπό την θέρμανση αυτών και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε χαμηλά και φυσιολογικά επίπεδα.



Σχήμα 4.2.9 β : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2021)

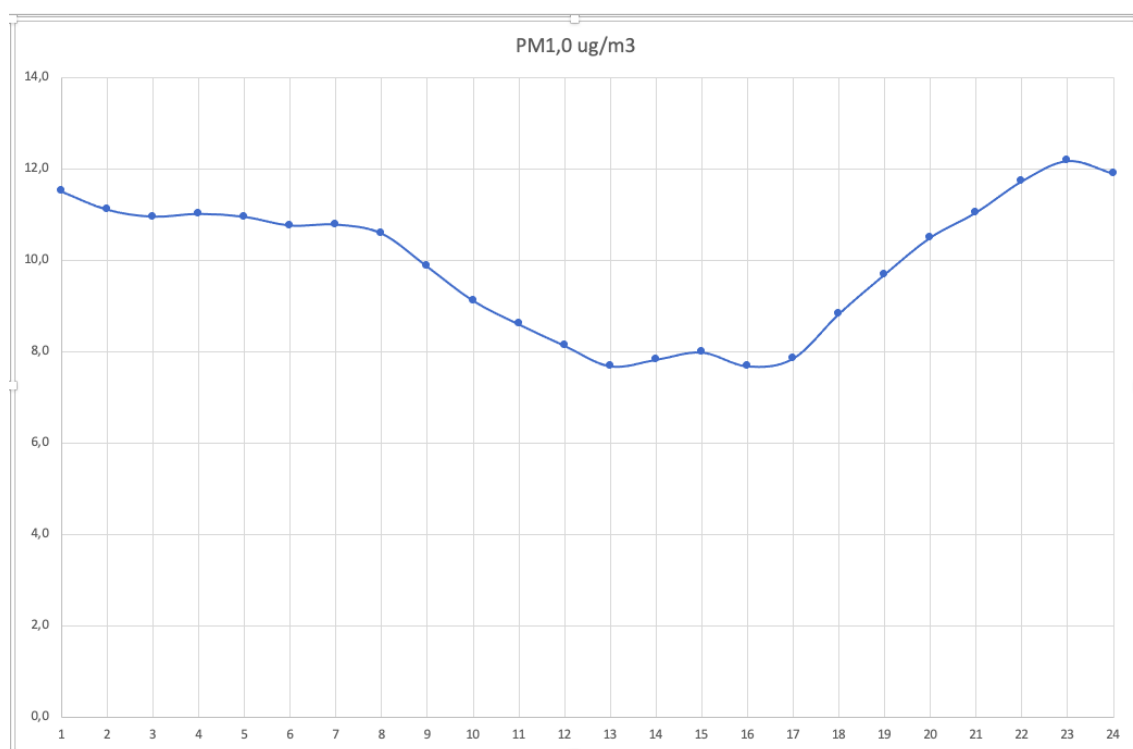
Στο σχήμα 4.2.9 β παρουσιάζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM2.5 για το έτος 2020. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη, Σάββατο και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 14,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 16,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 για την Πέμπτη, Παρασκευή και Σάββατο που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης ανάμεσα στις 13,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με λίγο πιο πάνω από το 14,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Τετάρτη εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 16,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ το Σάββατο την χαμηλότερη με τιμή στο 13,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε χαμηλά και φυσιολογικά επίπεδα και παρατηρείται πως οι παραπάνω τιμές συγκριτικά με το διάγραμμα των PM1.0 κυμαίνονται σε λίγο υψηλότερες συγκεντρώσεις χωρίς κάποια έντονη ωστόσο διαφορά μεταξύ τους.



Σχήμα 4.2.9 γ : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2021)

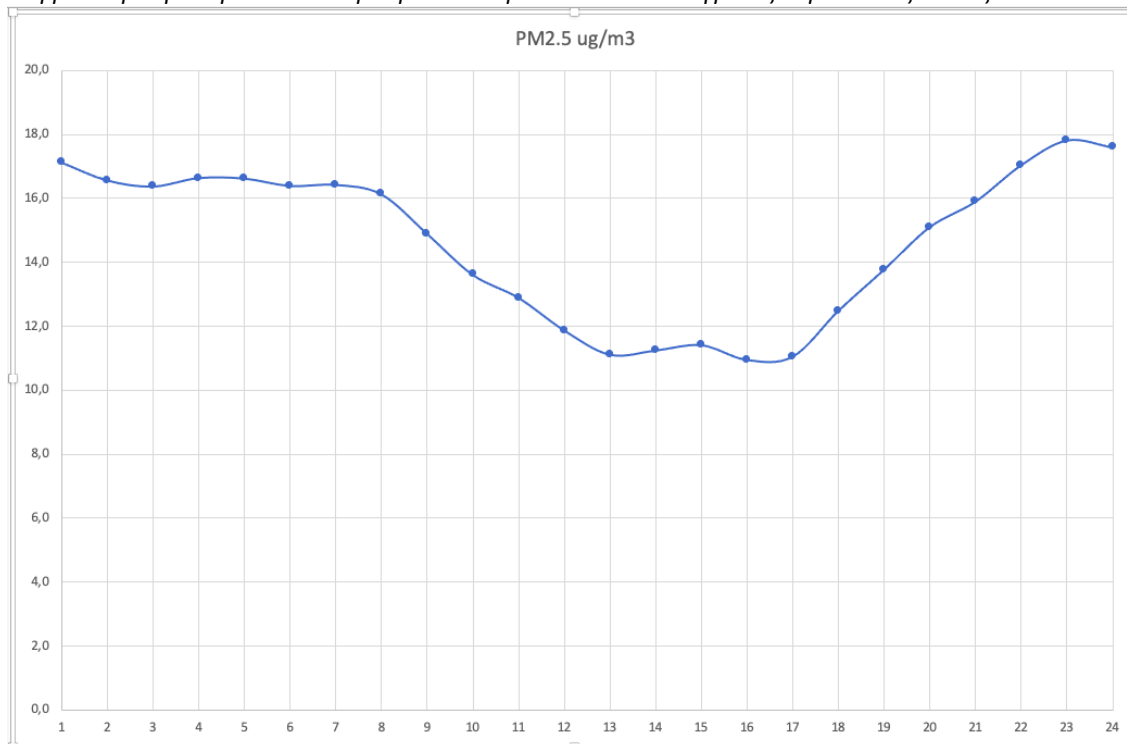
Στο σχήμα 4.2.9 γ απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM10 για το έτος 2021. Στο διάγραμμα αυτό αναλύονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM10 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη, Σάββατο και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 16,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για την Πέμπτη, Παρασκευή και Σάββατο που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης ανάμεσα στις 14,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 16,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Τετάρτη εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Σάββατο την χαμηλότερη με τιμή κοντά στο 14,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη πυκνότητα συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε χαμηλά και φυσιολογικά επίπεδα και δεν ενέχουν κάποια έντονη διαφορά μεταξύ τους αλλά παράλληλα και με τα προαναφερθέντα διαγράμματα των PM1.0 και PM2.5. Το μόνο που μπορεί να εντοπιστεί είναι μια σταδιακή αύξηση τιμών ανά τα PM.

4.2.10 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2021



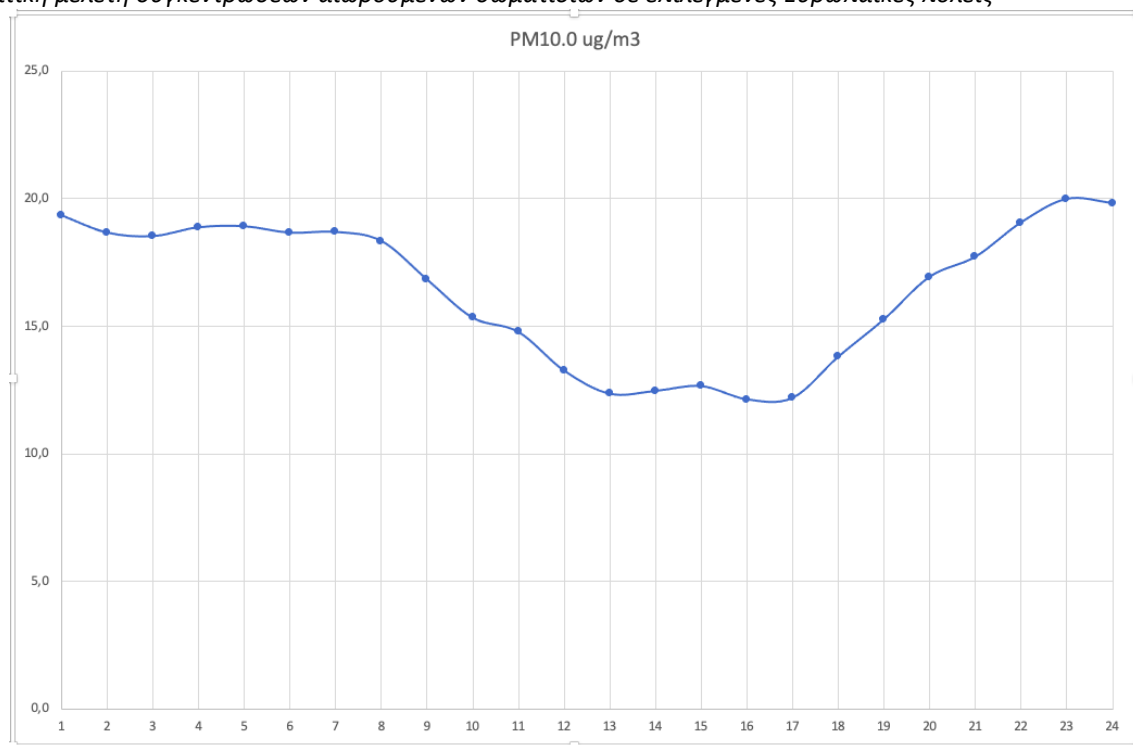
Σχήμα 4.2.10 α : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2021)

Στο σχήμα 4.2.10 α απεικονίζεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2021. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 7:00 έως και τις 13:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξομειώνεται από τις 13:00 έως τις 17:00 και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη τιμή κοντά στα 12,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 7:00 - 13:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 8,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των 12,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 17:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Στο παραπάνω διάγραμμα οι διαφορές μεταξύ των συγκεντρώσεων είναι πολύ μικρές. Από τις 24:00 έως τις 8:00 υπάρχει μια ομαλή μείωση των τιμών ενώ από τις 9:00 έως τις 13:00 πιο απότομη αύξηση. Στην συνέχεια για δυο ώρες αυξάνεται ομαλά και στις 17:00 όπου ξανά αρχίζει η κινητικότητα πολιτών και αυξάνεται ραγδαία έως τις 23:00. Οι τιμές κυμαίνονται εντός ευρωπαϊκού ορίου.



Σχήμα 4.2.10 β : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2021)

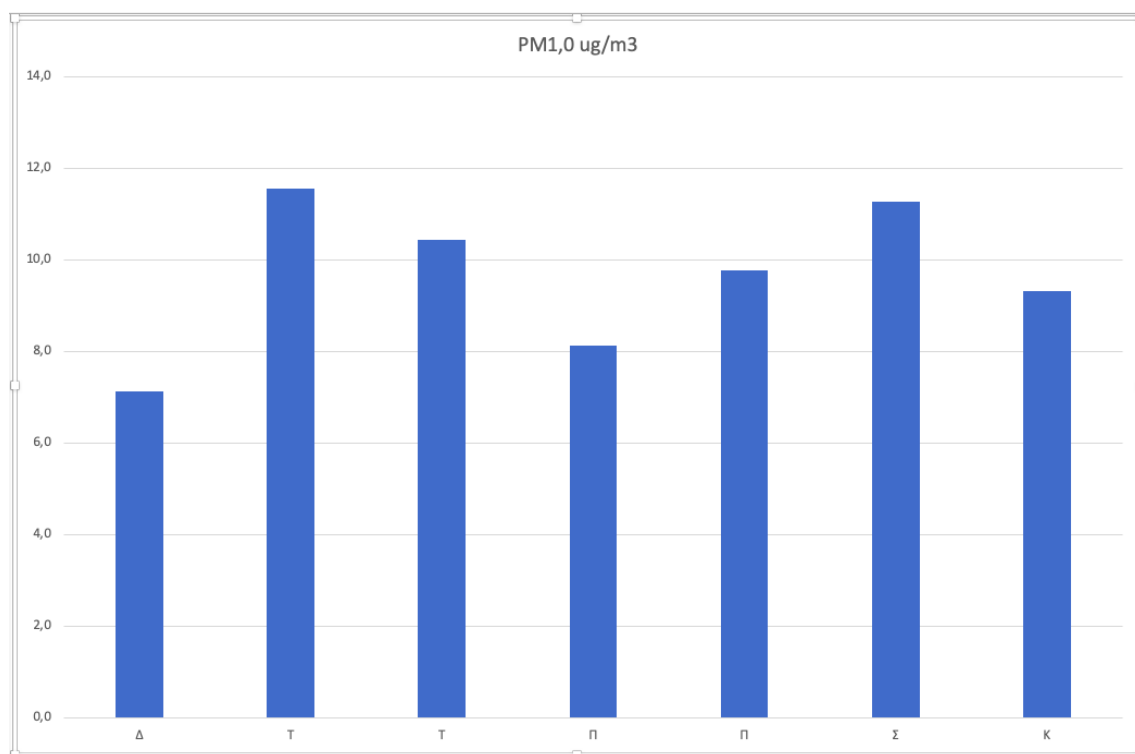
Στο σχήμα 4.2.10 β παρουσιάζεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2021. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 8:00 έως και τις 13:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξομειώνεται από τις 13:00 έως τις 17:00 και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη τιμή κοντά στα 17,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 8:00 - 13:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 11,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή κοντά στα 18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 17:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται ίδιο μοτίβο με το διάγραμμα του PM1. Η διαφορά τους είναι ότι οι τιμές συγκεντρώσεων στο παρών διάγραμμα είναι ελαφρώς μεγαλύτερες με την μέγιστη να πλησιάζει τα 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.2.10 γ : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2021)

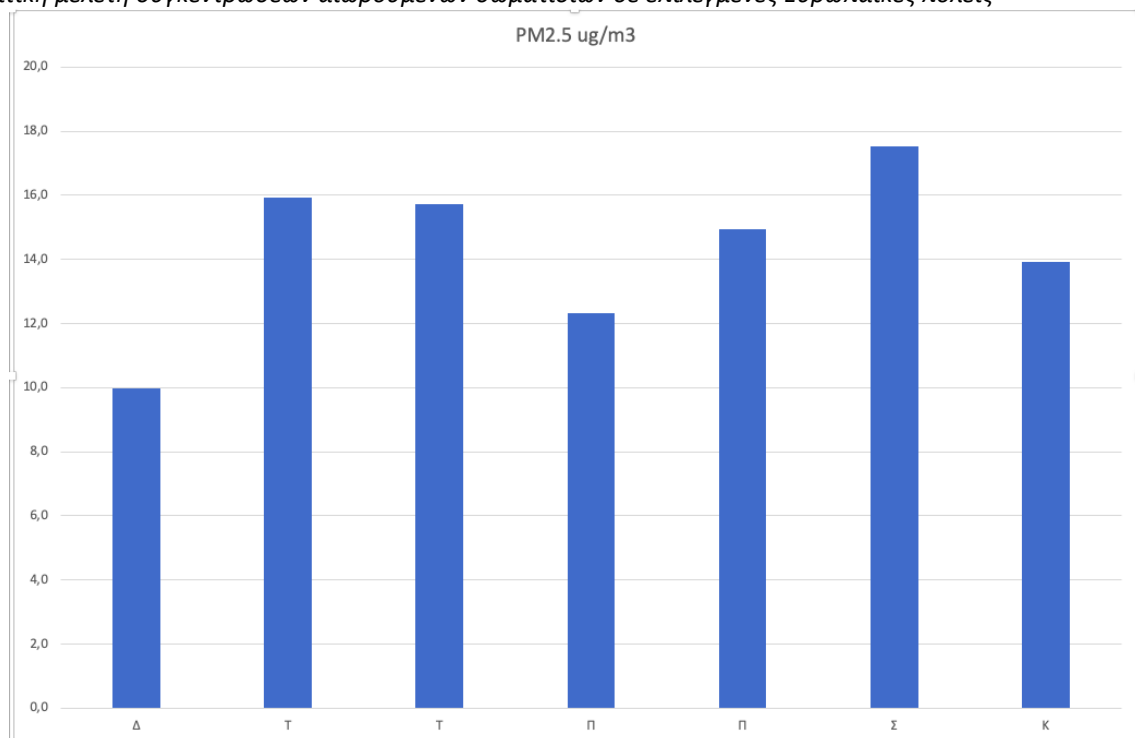
Στο σχήμα 4.2.10 γ εμφανίζονται τα στοιχεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 για το έτος 2021. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται αυξημένες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζουν μια ομαλή σταδιακή μείωση από τις 8:00 έως και τις 13:00 που μετέπειτα ολοένα και αυξομειώνεται από τις 13:00 έως τις 17:00 και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-2:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM10 με ύψιστη τιμή κοντά στα 20,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 8:00 - 13:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 13,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή στα 20,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 17:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται ίδιο μοτίβο με το διάγραμμα του PM1 και PM2.5. Η διαφορά τους είναι ότι οι τιμές συγκεντρώσεων στο παρών διάγραμμα είναι ελαφρώς μεγαλύτερες με την μέγιστη να πλησιάζει τα 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.2.11 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2022



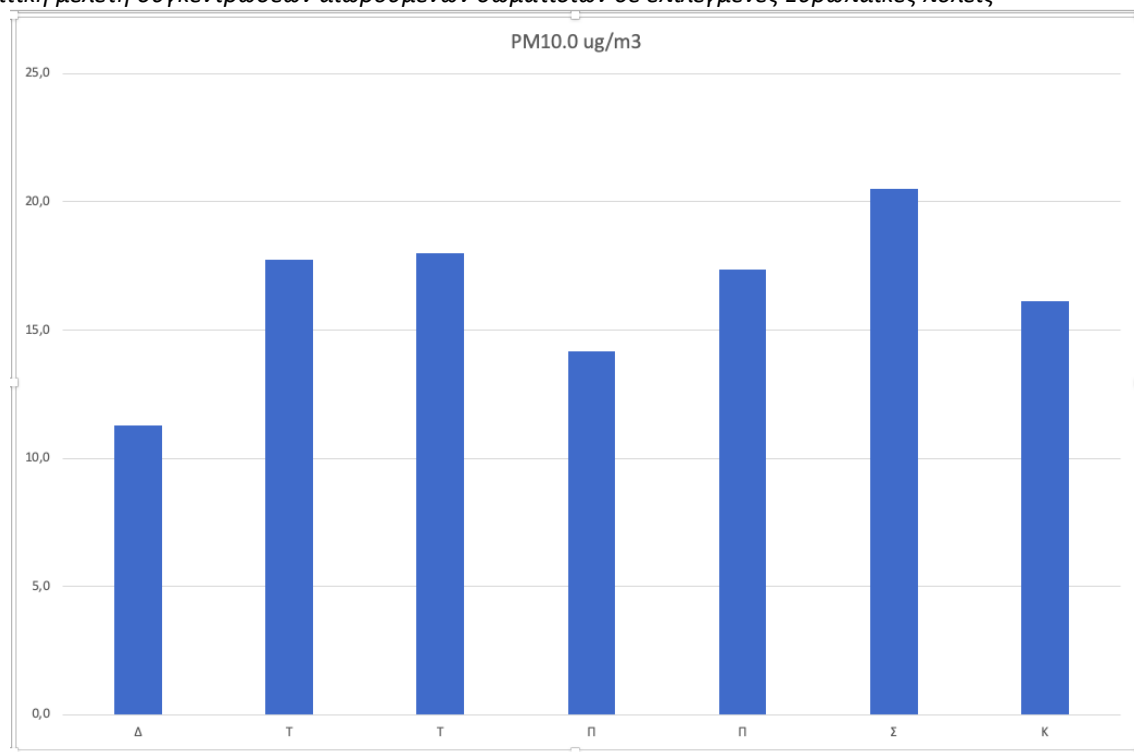
Σχήμα 4.2.11 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2022)

Στο σχήμα 4.2.11 α εξετάζεται η χρονική περίοδος 1/01/2022-1/03/2022 για τον ρύπο PM1.0 και την μέση ημερήσια τιμή για το έτος 2022. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Τρίτη, Τετάρτη, Παρασκευή και Σάββατο συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Τρίτη, Τετάρτη, Παρασκευή και Σάββατο εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών κοντά στο 10,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με κοντά στο 12,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Δευτέρα, Πέμπτη και Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης ανάμεσα στις 7,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με κοντά στο 9,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Τρίτη εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 12,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή κοντά στο 7,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Συμπερασματικά, τις μέρες Τρίτη, Τετάρτη, Παρασκευή και Σάββατο θεωρητικά υπάρχει περισσότερη πυκνότητα συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων. Αυτό μάλλον οφείλεται στο ότι ίσως υπάρχει μεγαλύτερη κινητικότητα τις μέρες αυτές στο σημείο που βρίσκεται ο αισθητήρας.



Σχήμα 4.2.11 β : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2022)

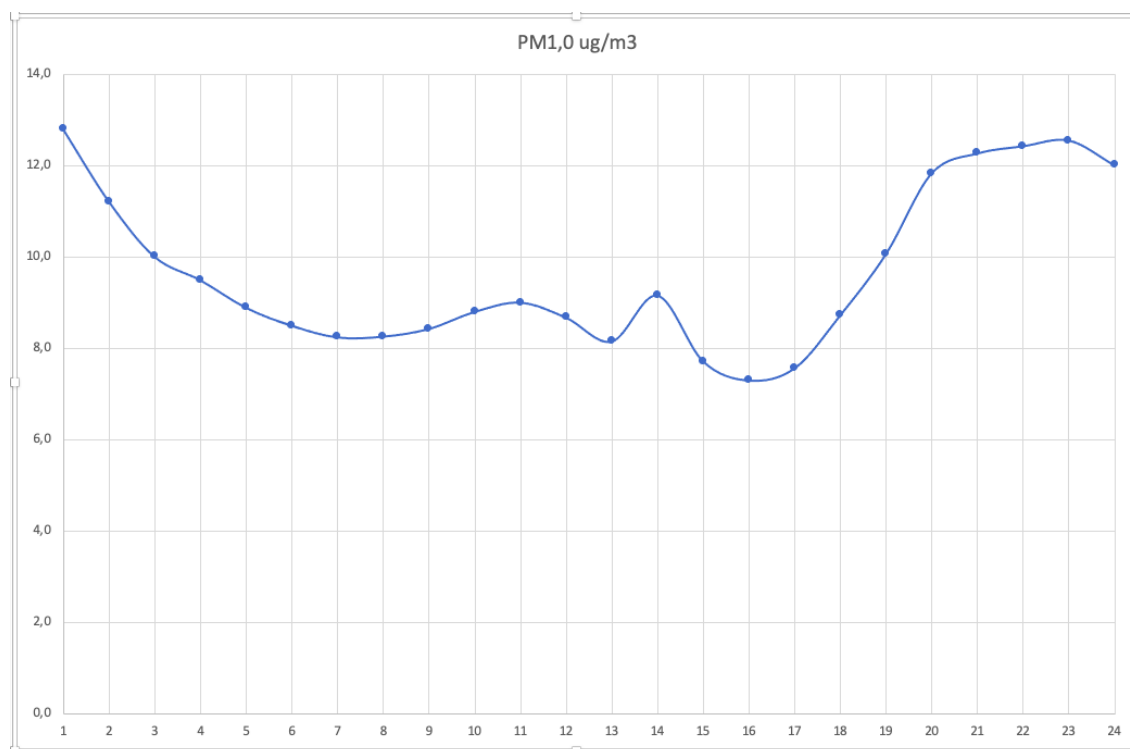
Στο σχήμα 4.2.11 α εξετάζεται η χρονική περίοδος 1/01/2022-1/03/2022 για τον ρύπο PM2.5 και την μέση ημερήσια τιμή για το έτος 2022. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Τρίτη, Τετάρτη, Παρασκευή και Σάββατο συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Τρίτη, Τετάρτη, Παρασκευή και Σάββατο εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών κοντά στο 15,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με κοντά στο 18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 για την Δευτέρα, Πέμπτη και Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης ανάμεσα στις 10,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με κοντά στο 14,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Σάββατο εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 18,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή στο 10,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Συμπερασματικά, τις μέρες Τρίτη, Τετάρτη, Παρασκευή και Σάββατο θεωρητικά υπάρχει περισσότερη πυκνότητα συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων. Εμφανώς υψηλότερα φαίνεται να βρίσκεται το Σάββατο, στην συνέχεια Τρίτη, Τετάρτη και Παρασκευή. Αυτό μάλλον οφείλεται στο ότι ίσως υπάρχει μεγαλύτερη κινητικότητα για τον συγκεκριμένο ρύπο τις μέρες αυτές στο σημείο που βρίσκεται ο αισθητήρας. Σε αυτό το διάγραμμα ύψιστη τιμή συγκέντρωσης εντοπίστηκε την ημέρα Σάββατο ενώ στο διάγραμμα των PM1.0 ύψιστη τιμή συγκέντρωσης εντοπίστηκε την μέρα Τετάρτη.



Σχήμα 4.2.11 γ : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2022)

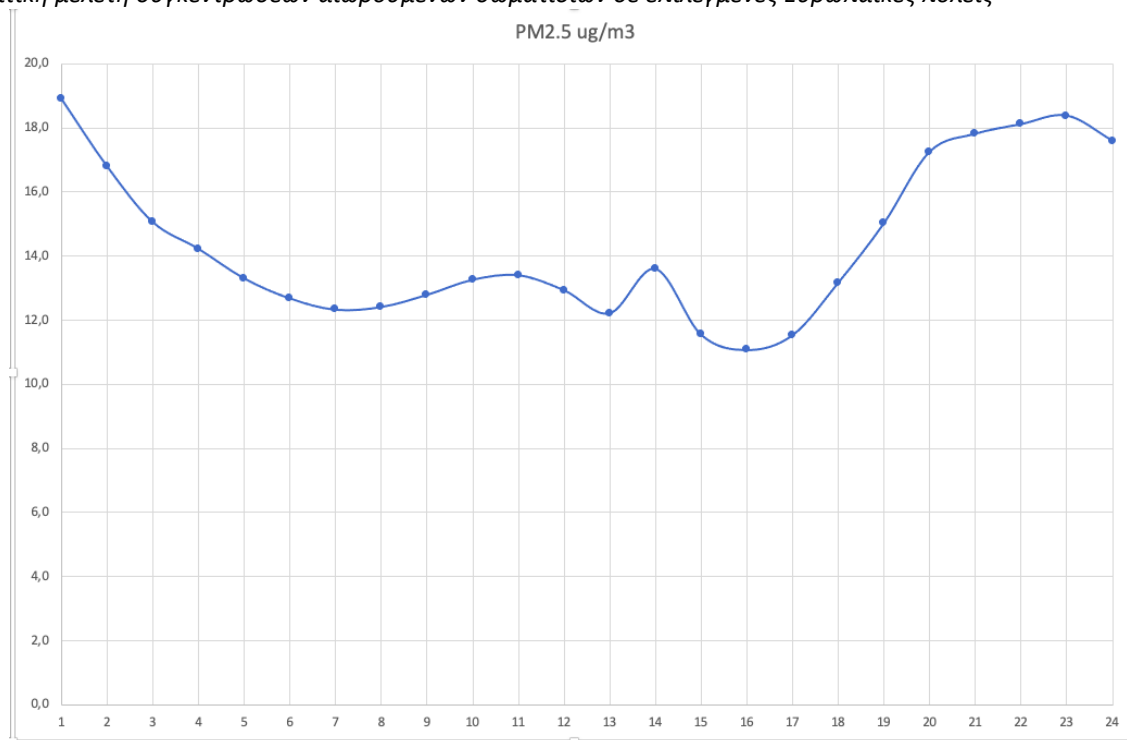
Στο σχήμα 4.2.11 γ εξετάζεται η χρονική περίοδος 1/01/2022-1/03/2022 για τον ρύπο PM10 και την μέση ημερήσια τιμή για το έτος 2022. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM10 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Τρίτη, Τετάρτη, Παρασκευή και Σάββατο συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Τρίτη, Τετάρτη, Παρασκευή και Σάββατο εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών κοντά στο 16,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με κοντά στο 21,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για την Δευτέρα, Πέμπτη και Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης ανάμεσα στις 12,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με κοντά στο 16,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Σάββατο εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 21,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή στο 12,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Συμπερασματικά, τις μέρες Τρίτη, Τετάρτη, Παρασκευή και Σάββατο θεωρητικά υπάρχει περισσότερη πυκνότητα συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων. Εμφανώς υψηλότερα φαίνεται να βρίσκεται το Σάββατο, στην συνέχεια Τρίτη, Τετάρτη και Παρασκευή. Αυτό μάλλον οφείλεται στο ότι ίσως υπάρχει μεγαλύτερη κινητικότητα για τον συγκεκριμένο ρύπο τις μέρες αυτές στο σημείο που βρίσκεται ο αισθητήρας. Και σε αυτό το διάγραμμα όπως και στο διάγραμμα των PM2.5 η ύψιστη τιμή συγκέντρωσης εντοπίζεται την ημέρα Σάββατο, ενώ στο διάγραμμα των PM1.0 ύψιστη τιμή συγκέντρωσης εντοπίστηκε την μέρα Τετάρτη.

4.2.12 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2022



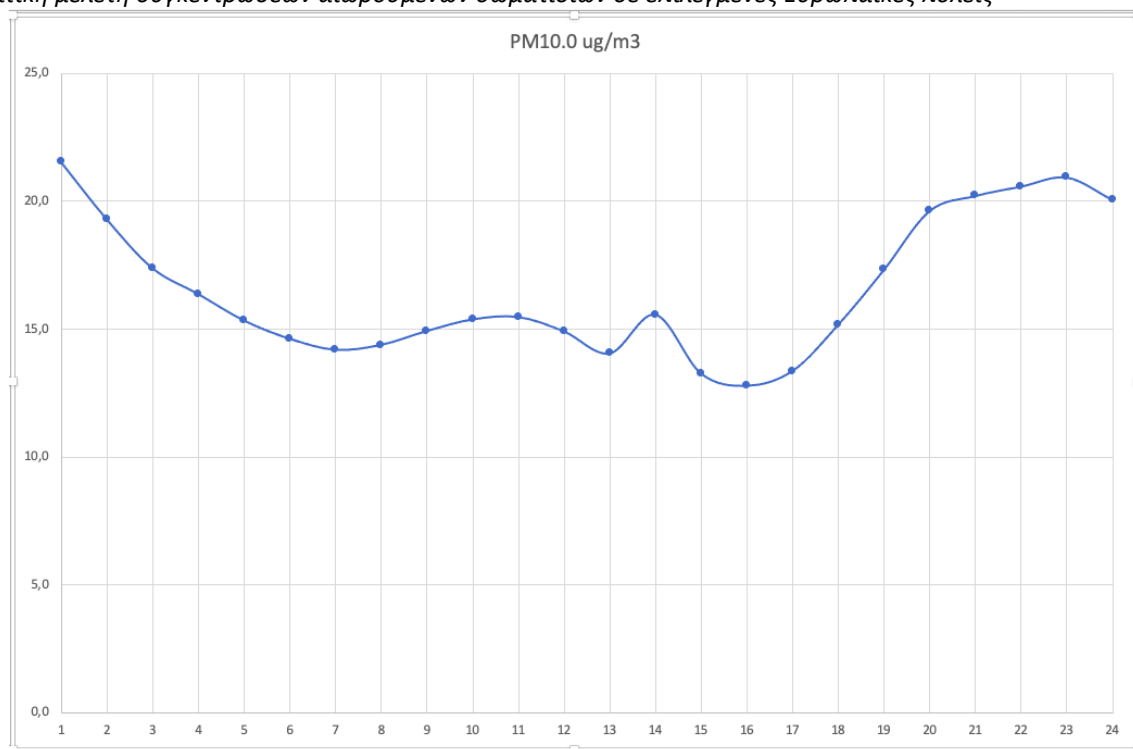
Σχήμα 4.2.12 α : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2022)

Στο σχήμα 4.2.12 α εμφανίζονται τα στοιχεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2022. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται σταδιακή μειωμένες και από τις 8:00 έως και τις 13:00 τείνουν να αυξάνονται και μετέπειτα η πορεία των τιμών ολοένα και αυξομειώνεται από τις 13:00 έως τις 17:00 και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις 1:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη τιμή κοντά στα 13,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 8:00 - 13:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου γύρω στα 8,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Κατά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι να μειώνεται λίγο και έπειτα ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή στα 12,5 με 12,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 17:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Άξιο σχολιασμού θεωρείται το διάστημα 13:00-14:00 το οποίο μπορεί να οφείλεται σε κάποια πηγή σωματιδίων κοντά στον αισθητήρα(π.χ. Εργασίες σε κάποια οικοδομή) με αποτέλεσμα να αιωρούνται μικροσωματίδια όπως σκόνη.



Σχήμα 4.2.12 β : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2022)

Στο σχήμα 4.2.12 β εμφανίζονται τα στοιχεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2022. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται σταδιακή μειωμένες και από τις 8:00 έως και τις 13:00 τείνουν να αυξάνονται και μετέπειτα η πορεία των τιμών ολοένα και αυξομειώνεται από τις 13:00 έως τις 17:00 και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις 1:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη τιμή κοντά στα 19,0 µg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 8:00 - 13:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου γύρω στα 11,0 µg/m³. Κατά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι να μειώνεται λίγο και έπειτα ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή στα 17,5 με 18,5 µg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 17:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται το ίδιο ακριβώς μοτίβο με το διάγραμμα του PM1.0 Η διαφορά τους είναι πως στο παρόν διάγραμμα οι συγκεντρώσεις είναι ελαφρώς μεγαλύτερες.



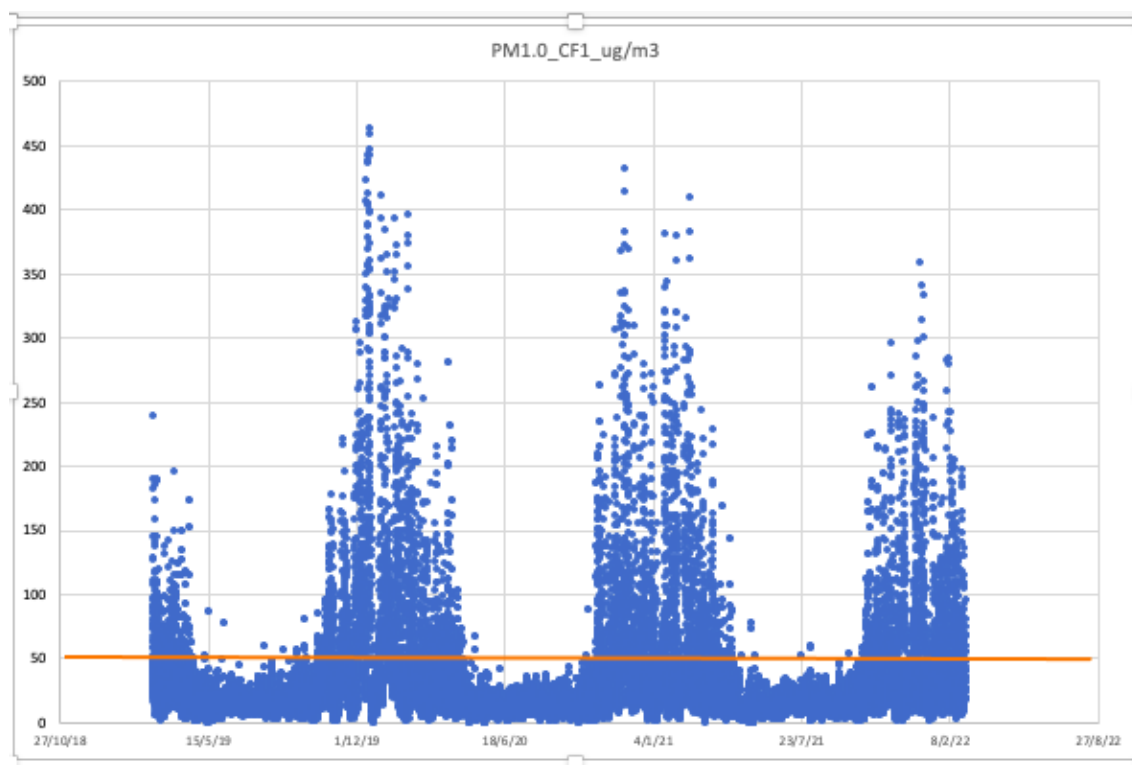
Σχήμα 4.2.12 γ : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2022)

Στο σχήμα 4.2.12 γ εμφανίζονται τα στοιχεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 για το έτος 2022. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 8:00 παρουσιάζονται σταδιακά μειωμένες και από τις 8:00 έως και τις 13:00 τείνουν να αυξάνονται και μετέπειτα η πορεία των τιμών ολοένα και αυξομειώνεται από τις 13:00 έως τις 17:00 και καταλήγει να έχει αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM10. Ειδικότερα κατά τις 1:00 παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση των σωματιδίων PM10 με ύψιστη τιμή κοντά στα 21,0 µg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ 8:00 - 13:00 μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου γύρω στα 14,0 µg/m³. Κατά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι να μειώνεται λίγο και έπειτα ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή στα 20,0 με 20,5 µg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Εξαιτίας της κινητικότητας και λειτουργίας των πρωτογενών πηγών όπως κεντρικών θερμάνσεων, κατά τις ώρες μεταξύ 17:00 έως και 24:00 η συγκέντρωση των τιμών που περιγράφονται έχουν ανοδική πορεία. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται το ίδιο ακριβώς μοτίβο με το διάγραμμα του PM1.0 και PM2,5. Η διαφορά τους είναι πως στο παρόν διάγραμμα οι συγκεντρώσεις είναι ελαφρώς μεγαλύτερες και από τα δυο προηγούμενα.

4.3 Σόφια

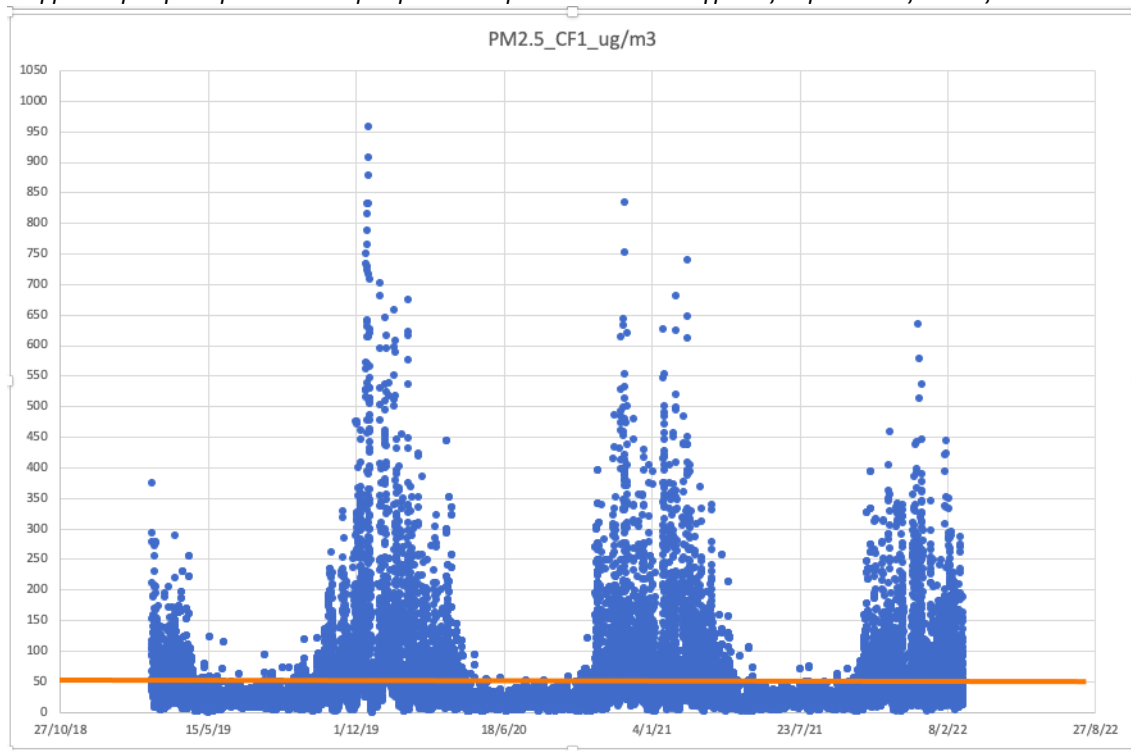
Ο σταθμός που θα σχολιαστεί επιλέχθηκε τυχαία, είναι η Σόφια πρωτεύουσα της Βουλγαρίας και τα αποτελέσματα του σταθμού αυτής θα αναλυθούν παρακάτω με την σειρά (μέση ετήσια τιμή, μέση μηνιαία τιμή, μέση ημερήσια τιμή και μέση ωριαία). Τα παραπάνω θα αναλυθούν πρωτίστως για όλα τα έτη συνολικά και στην συνέχεια κάποια από αυτά για κάθε έτος ξεχωριστά.

4.3.1 Διακύμανση μέσης ετήσιας τιμής



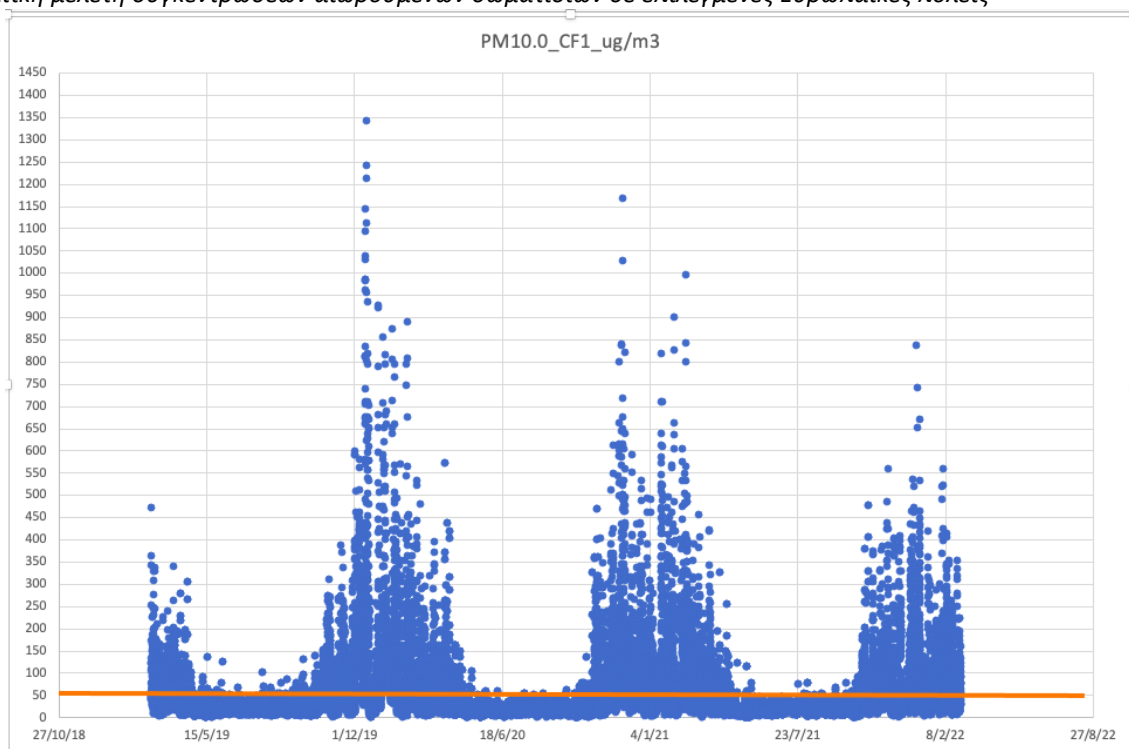
Σχήμα 4.3.1 α : Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM1.0

Στο παραπάνω σχήμα 4.3.1. α παρουσιάζεται η ετήσια διακύμανση των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για την χρονική περίοδο 1/03/2019-1/03/2022. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης του διαγράμματος κρίνεται απόλυτα εμφανές ότι πλήθος μεμονωμένων μετρήσεων ξεπερνάει το ημερήσιο όριο. Συγκεκριμένα όλη η πορεία των συγκεντρώσεων ακολουθεί μια πορεία παρόμοια όσον αφορά τις τιμές, ξεπερνώντας τις περισσότερες φορές το ημερήσιο όριο των 50µg/m3. Παρατηρείται ειδικότερα στο σχήμα 4.3.1.α έξαρση κυρίως τους χειμερινούς μήνες όπου η τουριστική περίοδος της συγκεκριμένης περιοχής εμφανίζει μεγάλη αύξηση. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω υψηλής κινητικότητας κυρίως τουριστών αλλά και κίνησης χωρίς μέσα μαζικής μεταφοράς, επιπλέον λόγω των παραδοσιακών κτηρίων υπάρχει έντονη καύση τζακιών κατά τη χειμερινή περίοδο. Διακρίνεται έντονη ατμοσφαιρική ρύπανση από τον μήνα Νοέμβριο έως και Απρίλιο. Οι τιμές των συγκεντρώσεων κυμαίνονται κυρίως εκτός ορίου και κάποιες μεμονωμένες τιμές ξεπερνάν τα 450µg/m3. Αυτό οφείλεται κυρίως σε πρωτογενής πηγές και σε ανεξέλεγκτη τους χρήση με σκοπό το περιβάλλον να επιβαρύνεται με πέντε έως και δέκα φορές πάνω από το όριο συγκεντρώσεις PM1.0.



Σχήμα 4.3.1 β : Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM2.5

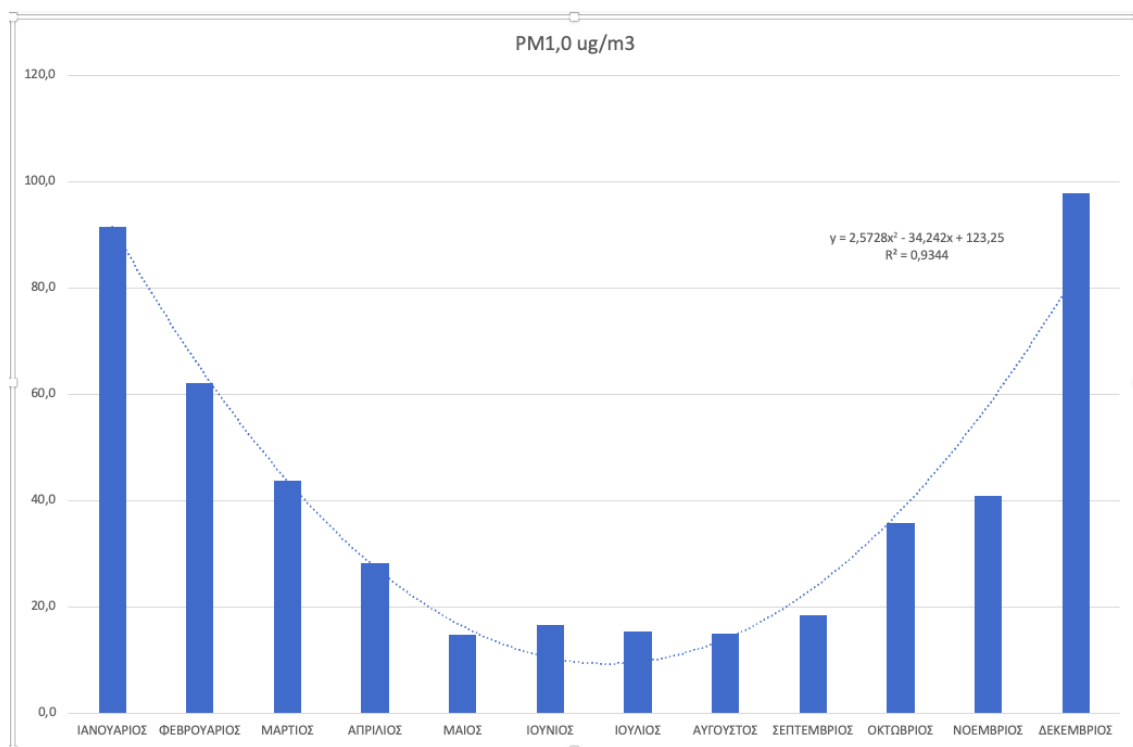
Στο παραπάνω σχήμα 4.3.1.β παρουσιάζεται η ετήσια διακύμανση των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για την χρονική περίοδο 1/03/2019-1/03/2022. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης του διαγράμματος κρίνεται απόλυτα εμφανές ότι πλήθος μεμονωμένων μετρήσεων ξεπερνάει το ημερήσιο όριο. Συγκεκριμένα όλη η πορεία των συγκεντρώσεων ακολουθεί μια πορεία παρόμοια όσον αφορά τις τιμές, ξεπερνώντας τις περισσότερες φορές το ημερήσιο όριο των 50μg/m3. Παρατηρείται ειδικότερα στο σχήμα 4.3.1.β έξαρση κυρίως τους χειμερινούς μήνες όπου η τουριστική περίοδος της συγκεκριμένης περιοχής εμφανίζει μεγάλη αύξηση. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω υψηλής κινητικότητας κυρίως τουριστών αλλά και κίνησης χωρίς μέσα μαζικής μεταφοράς, επιπλέον λόγω των παραδοσιακών κτηρίων υπάρχει έντονη καύση τζακιών κατά τη χειμερινή περίοδο. Και σε αυτό το διάγραμμα διακρίνεται έντονη ατμοσφαιρική ρύπανση από τον μήνα Νοέμβριο έως και Απρίλιο. Ακολουθεί ίδιο μοτίβο με το διάγραμμα του PM1.0. Οι τιμές των συγκεντρώσεων κυμαίνονται κυρίως εκτός ορίου και κάποιες μεμονωμένες τιμές ξεπερνάν τα 950μg/m3. Αυτό οφείλεται κυρίως σε πρωτογενής πηγές και σε ανεξέλεγκτη τους χρήση με σκοπό το περιβάλλον να επιβαρύνεται με δέκα έως και είκοσι φορές πάνω από το όριο συγκεντρώσεις PM2.5.



Σχήμα 4.3.1 γ : Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM10

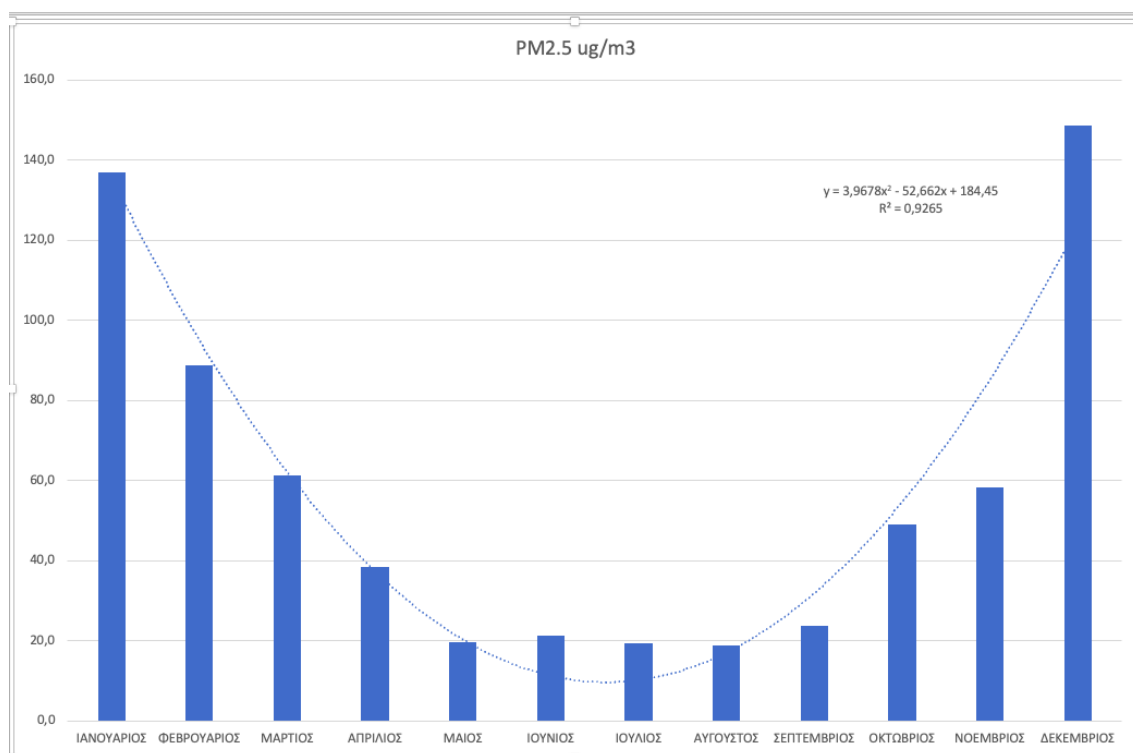
Στο παραπάνω σχήμα 4.3.1.γ παρουσιάζεται η ετήσια διακύμανση των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για την χρονική περίοδο 1/03/2019-1/03/2022. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης του διαγράμματος κρίνεται απόλυτα εμφανές ότι πλήθος μεμονωμένων μετρήσεων ξεπερνάει το ημερήσιο όριο. Συγκεκριμένα όλη η πορεία των συγκεντρώσεων ακολουθεί μια πορεία παρόμοια όσον αφορά τις τιμές, ξεπερνώντας τις περισσότερες φορές το ημερήσιο όριο των 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Παρατηρείται ειδικότερα στο σχήμα 4.3.1.γ έξαρση κυρίως τους χειμερινούς μήνες όπου η τουριστική περίοδος της συγκεκριμένης περιοχής εμφανίζει μεγάλη αύξηση. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω υψηλής κινητικότητας κυρίως τουριστών αλλά και κίνησης χωρίς μέσα μαζικής μεταφοράς, επιπλέον λόγω των παραδοσιακών κτηρίων υπάρχει έντονη καύση τζακιών κατά τη χειμερινή περίοδο. Και σε αυτό πάλι διακρίνεται έντονη ατμοσφαιρική ρύπανση από τον μήνα Νοέμβριο έως και Απρίλιο. Ακολουθεί ίδιο μοτίβο με το διάγραμμα του PM1.0 και του PM2.5. Οι τιμές των συγκεντρώσεων κυμαίνονται κυρίως εκτός ορίου και κάποιες μεμονωμένες τιμές ξεπερνάν τα 1300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό οφείλεται κυρίως σε πρωτογενής πηγές και σε ανεξέλεγκτη τους χρήση με σκοπό το περιβάλλον να επιβαρύνεται με δεκαπέντε έως και εικοσιπέντε φορές πάνω από το όριο συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων.

4.3.2 Διακύμανση μέσης μηνιαίας τιμής



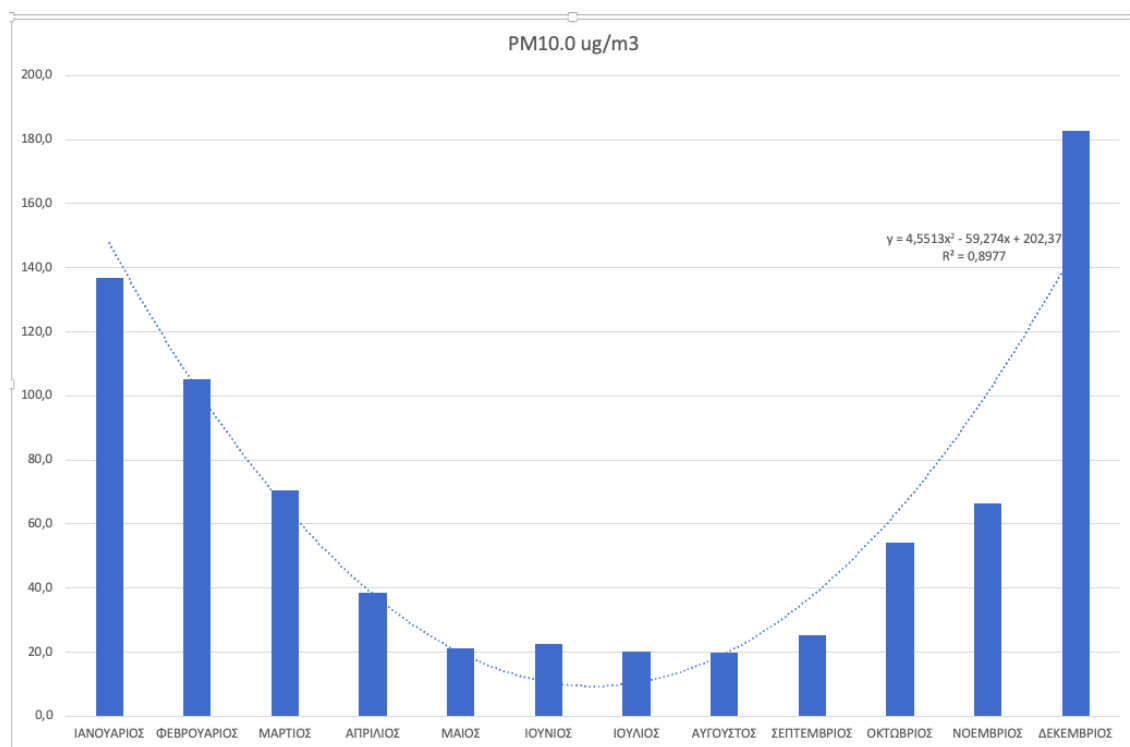
Σχήμα 4.3.2 α : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM1.0

Στο σχήμα 4.3.2 α παρουσιάζεται η μέση μηνιαία τιμή συγκεντρώσεων PM1.0 για όλο το χρονικό διάστημα των μηνών από Ιανουάριο μέχρι και Δεκέμβριο. Αυξημένη ρύπανση παρατηρείται τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο και στην συνέχεια Φεβρουάριο. Ειδικότερα οι μήνες Ιανουάριος και Δεκέμβριος ξεπερνάνε τα 90μg/m3. Αυτό οφείλεται στο ότι ο αισθητήρας των μετρήσεων βρίσκεται σε κομβικό αστικό σημείο της πόλης Σόφια και κατά τους μήνες υπάρχει κινητικότητα και οχημάτων αλλά και εργασιών με σκοπό την ζεστασιά για τον χειμώνα.



Σχήμα 4.3.2 β : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM2.5

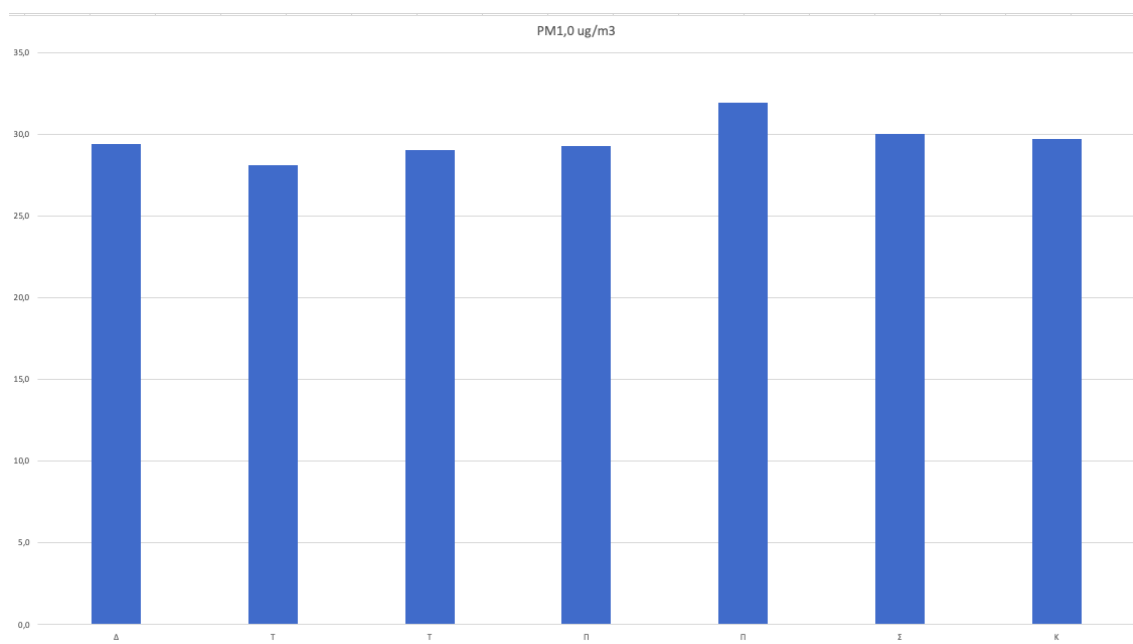
Στο σχήμα 4.3.2 β παρουσιάζεται η μέση μηνιαία τιμή συγκεντρώσεων PM_{2.5} για όλο το χρονικό διάστημα των μηνών από Ιανουάριο μέχρι και Δεκέμβριο. Παρατηρείται αυξημένη ρύπανση τους μήνες Νοέμβριο έως και Μάρτιο. Ειδικότερα ο Δεκέμβριος βρίσκεται στην κορυφή με τιμή 148,7μg/m³ και ο Ιανουάριος με 136,8μg/m³. Επίσης οι μήνες επίσης που ξεπερνάνε το όριο είναι ο Φεβρουάριος, Μάρτιος και Νοέμβριος. Η εξάρση αυτή μας εξηγεί πως υπάρχουν κατά τους μήνες αυτούς περισσότερες ανθρωπογενείς πηγές(μηχανές πετρελαίου, βενζίνης) από ότι τους καλοκαιρινούς κυρίως μήνες.



Σχήμα 4.3.2 γ : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM10

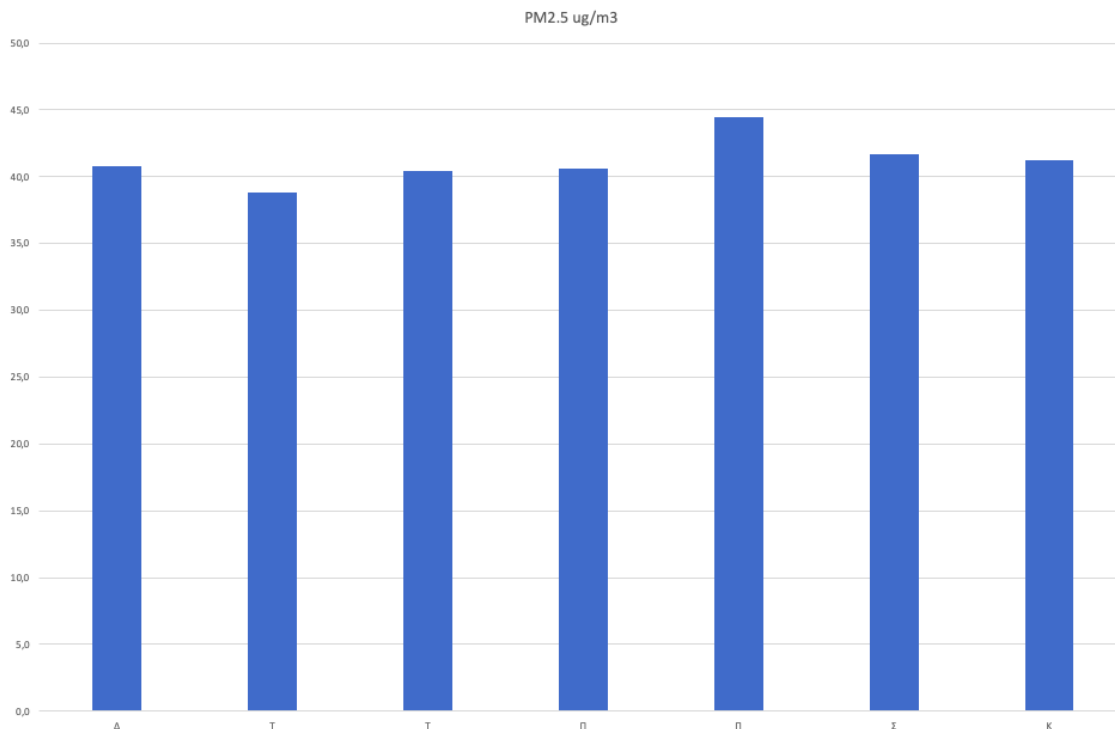
Στο σχήμα 4.3.2 γ παρουσιάζεται η μέση μηνιαία τιμή συγκεντρώσεων PM₁₀ για όλο το χρονικό διάστημα των μηνών από Ιανουάριο μέχρι και Δεκέμβριο. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται αυξημένη ρύπανση τους μήνες Νοέμβριο έως και Μάρτιο. Ειδικότερα ο Δεκέμβριος βρίσκεται στην κορυφή με τιμή 182,6μg/m³ και ο Ιανουάριος με 136,8μg/m³. Επίσης οι μήνες που ξεπερνάνε το όριο είναι ο Φεβρουάριος, Μάρτιος Οκτώβριος και Νοέμβριος. Η εξάρση αυτή μας εξηγεί πως υπάρχουν κατά τους μήνες αυτούς περισσότερες πρωτογενής πηγές(βιομηχανικές καύσεις, καύσεις ενέργειας κ.α.) από ότι τους καλοκαιρινούς κυρίως μήνες.

4.3.3 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής



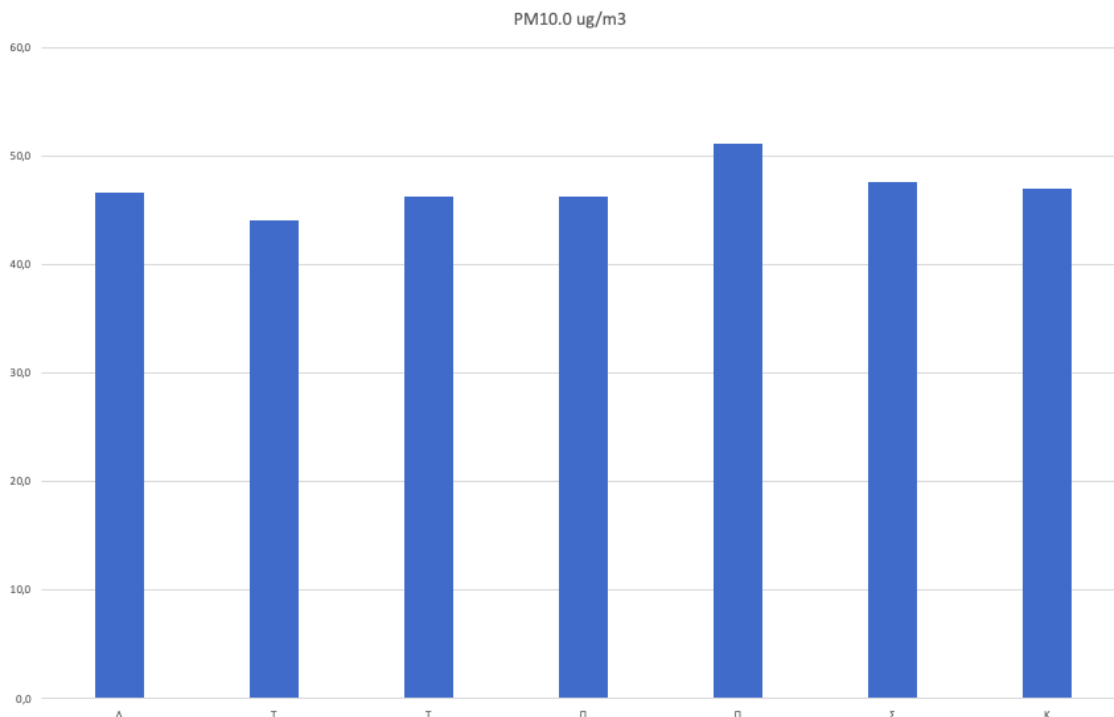
Σχήμα 4.3.3 α : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM1.0

Στο σχήμα 4.3.3 α εμφανίζονται οι τιμές μέσης ημερήσιας συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για όλο το χρονικό διάστημα. Συγκεκριμένα διακρίνεται μια αύξηση συγκεντρώσεων τιμής περισσότερο στις τιμές των ημερών Δευτέρας, Παρασκευής, Σαββάτου και Κυριακής. Οι υπόλοιπες μέρες που δεν αναφέρθηκαν η Τρίτη, Τετάρτη και Πέμπτη έχουν χαμηλότερο βαθμό συγκέντρωσης. Υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης εμφανίζει η μέρα Παρασκευή με τιμή γύρω στο 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ την πιο χαμηλή συγκέντρωση εμφανίζει η Τρίτη με τιμή γύρω στο 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ωστόσο οι τιμές κυμαίνονται πάνω από την μέση του ορίου το οποίο σημαίνει πως είναι αρκετά μεγάλες. Παρατηρείται τις καθημερινές μέρες παρατηρείται αυξημένη κίνηση των ντόπιων πολιτών που κινούνται για εργασιακές υποχρεώσεις, κάτι που μειώνεται την περίοδο κοντά χρονικά στα σαββατοκύριακα.



Σχήμα 4.3.3 β : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM2.5

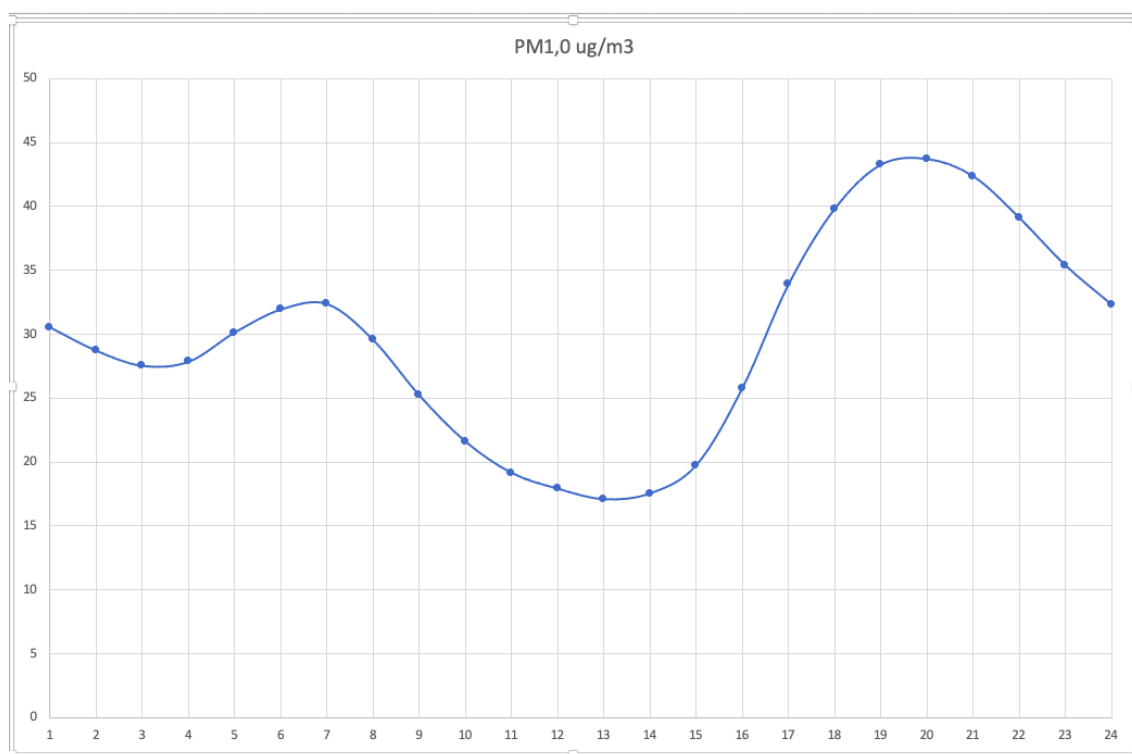
Στο σχήμα 4.3.3 β απεικονίζονται οι τιμές μέσης ημερήσιας συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για όλο το χρονικό διάστημα. Συγκεκριμένα διακρίνεται μια αύξηση συγκεντρώσεων τιμής περισσότερο στις τιμές των ημερών Δευτέρας, Παρασκευής, Σαββάτου και Κυριακής. Οι υπόλοιπες μέρες που δεν αναφέρθηκαν η Τρίτη, Τετάρτη και Πέμπτη έχουν χαμηλότερο βαθμό συγκέντρωσης. Υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης εμφανίζει η μέρα Παρασκευή με τιμή γύρω στο 44,5 μg/m³, ενώ την πιο χαμηλή συγκέντρωση εμφανίζει η Τρίτη με τιμή γύρω στο 39 μg/m³. Ωστόσο οι τιμές κυμαίνονται πάνω από την μέση του ορίου το οποίο σημαίνει πως είναι αρκετά μεγάλες. Παρατηρείται τις καθημερινές μέρες παρατηρείται αυξημένη κίνηση των ντόπιων πολιτών που κινούνται για εργασιακές υποχρεώσεις, κάτι που μειώνεται την περίοδο κοντά χρονικά στα σαββατοκύριακα. Οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται κοντά στο όριο των 50μg/m³. Αυτό σημαίνει πως οι ρύποι PM2,5 σε αυτήν την περιοχή κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα λόγω του κομβικού σημείου που βρίσκεται ο αισθητήρας.



Σχήμα 4.3.3 γ : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM10

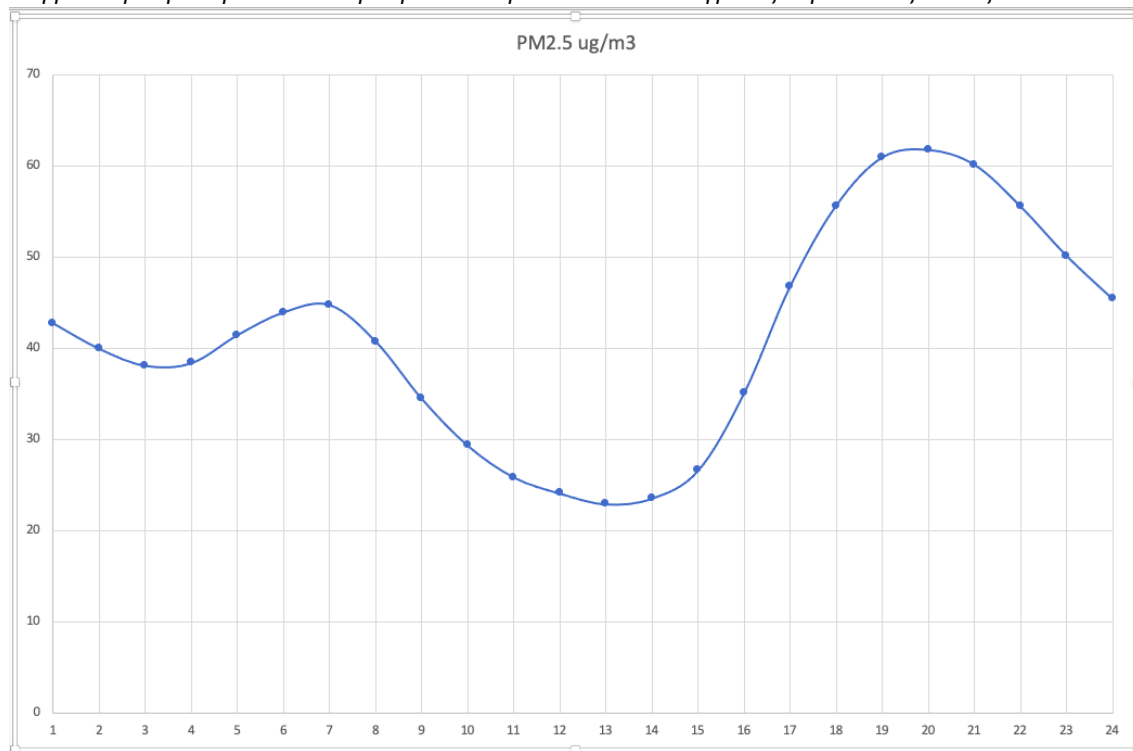
Στο σχήμα 4.3.3 γ απεικονίζονται οι τιμές μέσης ημερήσιας συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για όλο το χρονικό διάστημα. Συγκεκριμένα διακρίνεται μια αύξηση συγκεντρώσεων τιμής περισσότερο στις τιμές των ημερών Δευτέρας, Παρασκευής, Σαββάτου και Κυριακής. Οι υπόλοιπες μέρες που δεν αναφέρθηκαν η Τρίτη, Τετάρτη και Πέμπτη έχουν χαμηλότερο βαθμό συγκέντρωσης. Υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης εμφανίζει η μέρα Παρασκευή με τιμή γύρω στο 50,5 μg/m³, ενώ την πιο χαμηλή συγκέντρωση εμφανίζει η Τρίτη με τιμή γύρω στο 44 μg/m³. Ωστόσο οι τιμές κυμαίνονται πάνω από την μέση του ορίου το οποίο σημαίνει πως είναι αρκετά μεγάλες. Αυτό σημαίνει πως οι ρύποι PM10 σε αυτήν την περιοχή κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα λόγω του κομβικού σημείου που βρίσκεται ο αισθητήρας.

4.3.4 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής



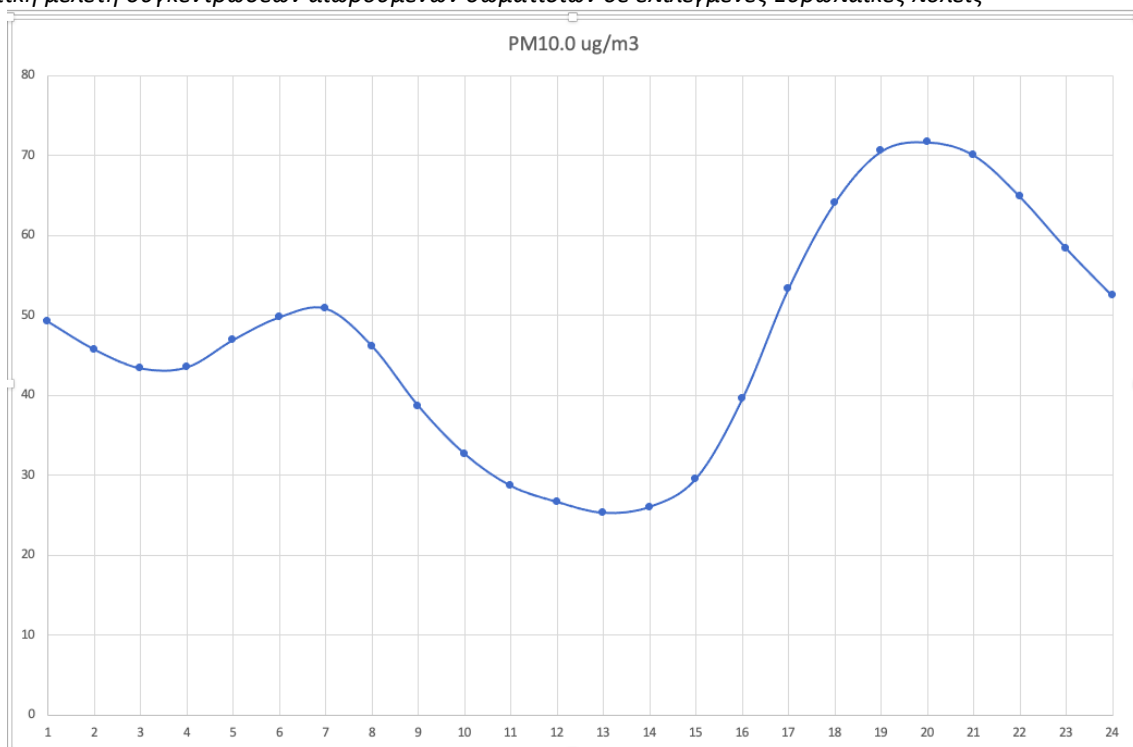
Σχήμα 4.3.4 α : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0

Στο σχήμα 4.3.4 α αποτυπώνεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη αρχική τιμή στα λίγο πάνω από $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των περίπου $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης του ρύπου χωρίς όμως να ξεπερνά το ευρωπαϊκό όριο. Από τις 4:00 έως 7:00 υπάρχει μια ομαλά αυξανόμενη διακύμανση όπου οφείλεται στις πρώτες πρωινές πηγές εκπομπής σωματιδίων (οχήματα). Στην συνέχεια ελαχιστοποιείται έως τις 13:00 όπου ξανά αρχίζει η αυξανόμενη κινητικότητα έως τις 20:00. Το δεύτερο κύμα αυξανόμενης συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 οφείλεται στον γυρισμό των πολιτών στις κατοικίες τους και την λήξη κάθε υπαίθριας εκπομπής σωματιδίων.



Σχήμα 4.3.4 β : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5

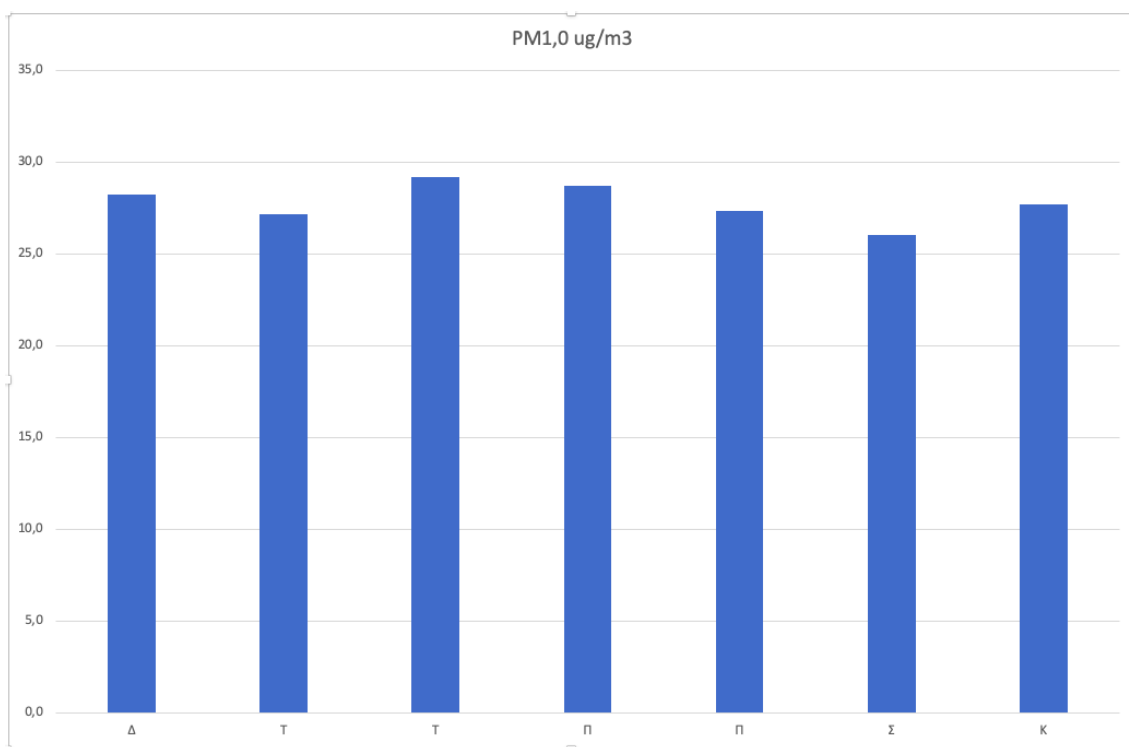
Στο σχήμα 4.3.4 β είναι ορατή η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη αρχική τιμή γύρω στα 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των περίπου 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ίδιο μοτίβο με το διάγραμμα των PM1.0 με υψηλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης του ρύπου ξεπερνώντας το ευρωπαϊκό όριο. Από τις 4:00 έως 7:00 υπάρχει μια ομαλά αυξανόμενη διακύμανση όπου οφείλεται στις πρώτες πρωινές πηγές εκπομπής σωματιδίων (οχήματα). Στην συνέχεια ελαχιστοποιείται έως τις 13:00 όπου ξανά αρχίζει η αυξανόμενη κινητικότητα έως τις 20:00. Το δεύτερο κύμα αυξανόμενης συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM2,5 οφείλεται στον γυρισμό των πολιτών στις κατοικίες τους και την λήξη κάθε υπαίθριας εκπομπής σωματιδίων.



Σχήμα 4.3.4 γ : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10

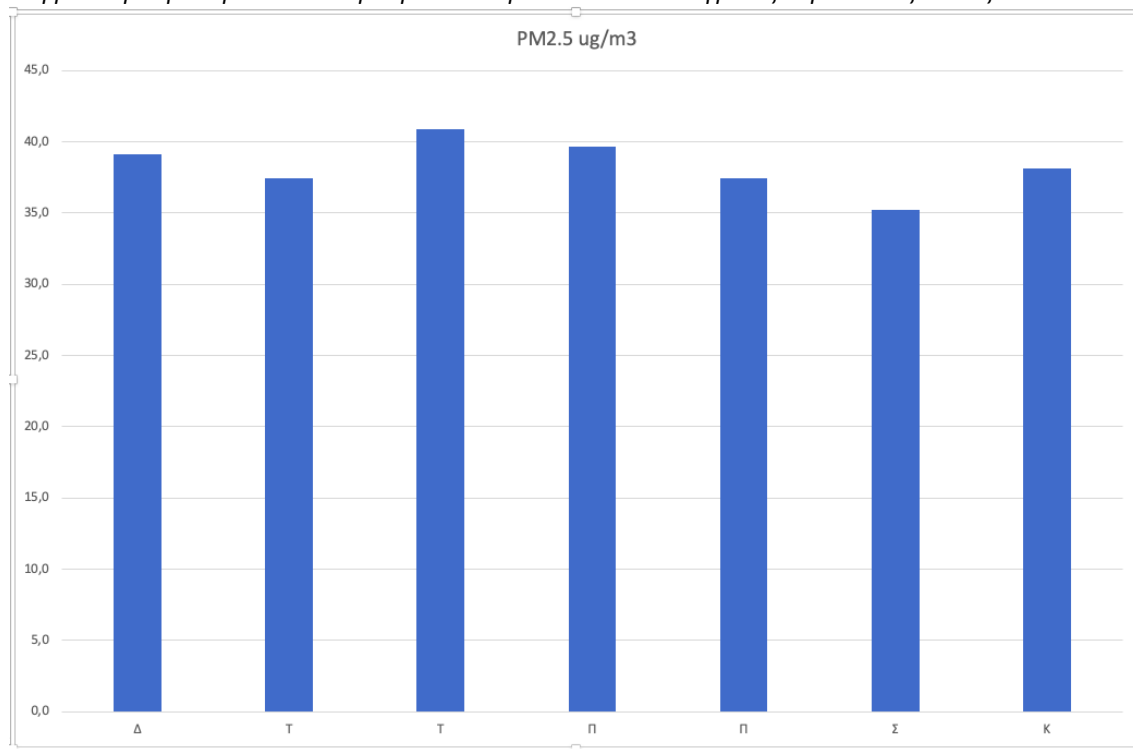
Στο σχήμα 4.3.4 γ διαφαίνεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 με ύψιστη αρχική τιμή γύρω στα 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην ύψιστη τιμή των περίπου 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ίδιο μοτίβο με το διάγραμμα των PM1.0 και PM2.5 με υψηλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης του ρύπου ξεπερνώντας το ευρωπαϊκό όριο. Από τις 4:00 έως 7:00 υπάρχει μια ομαλά αυξανόμενη διακύμανση όπου οφείλεται στις πρώτες πρωινές πηγές εκπομπής σωματιδίων (οχήματα). Στην συνέχεια ελαχιστοποιείται έως τις 13:00 όπου ξανά αρχίζει η αυξανόμενη κινητικότητα έως τις 20:00. Το δεύτερο κύμα αυξανόμενης συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM10 οφείλεται στην λήξη κάθε υπαίθριας εκπομπής σωματιδίων. Η πιο αυξημένη τιμή που παρουσιάζει το διάγραμμα είναι την ώρα 20:00 και η τιμή είναι 71,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.3.5 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής έτος 2019



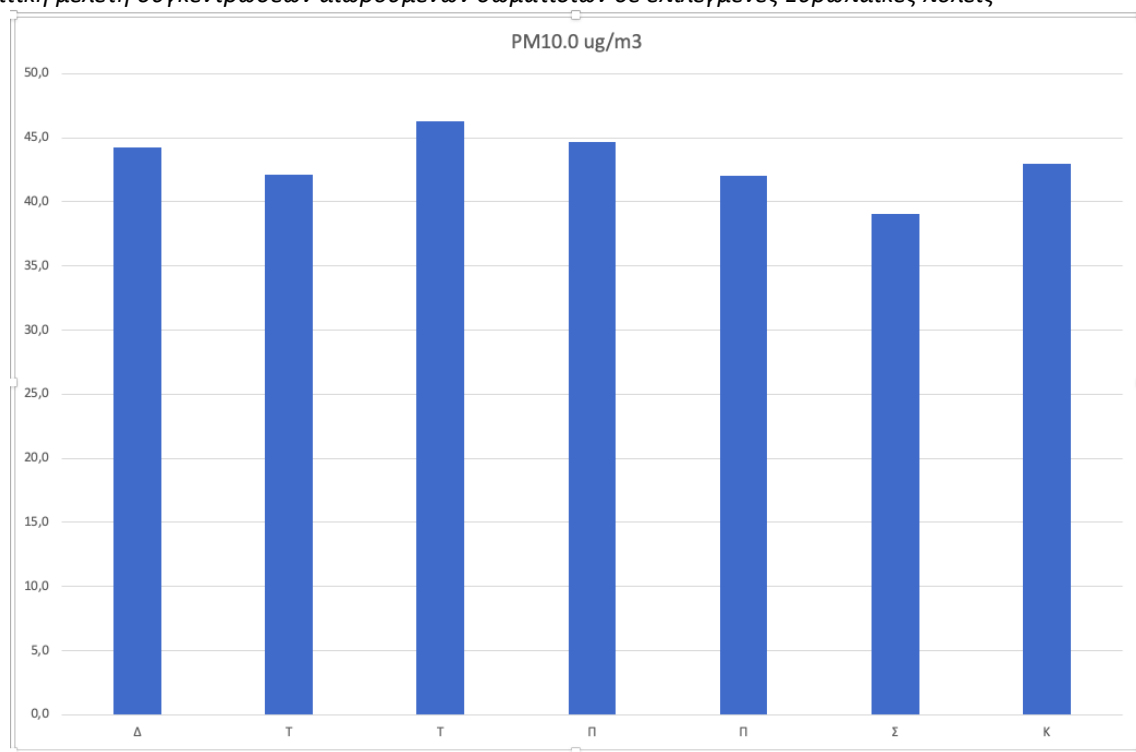
Σχήμα 4.3.5 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2019)

Το σχήμα παραπάνω 4.3.5 α καταδεικνύει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM1.0 για το έτος 2019. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 27,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 29,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Τρίτη, Παρασκευή και Σάββατο που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM1.0 ανάμεσα στις 26,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 27,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Τετάρτη εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 29,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ το Σάββατο την χαμηλότερη με τιμή λίγο πάνω από το 25,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια φυσιολογική και ομαλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης.



Σχήμα 4.3.5 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2019)

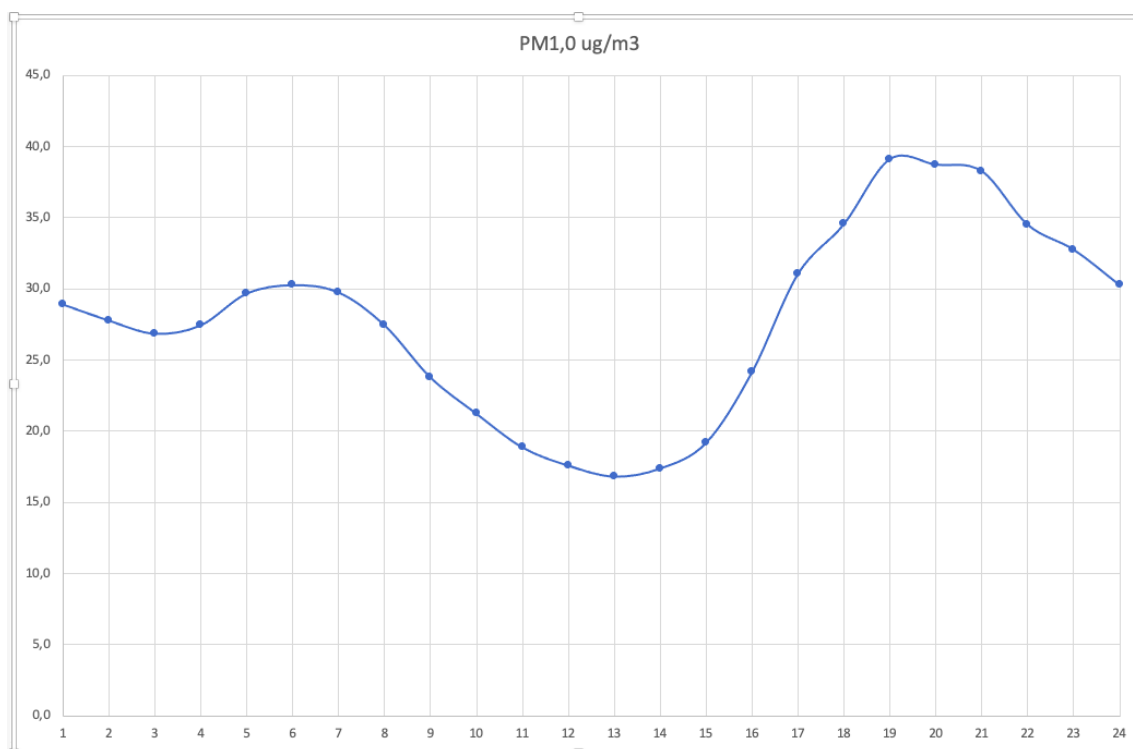
Το σχήμα παραπάνω 4.3.5 β εμφανίζει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM2.5 για το έτος 2019. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 38,0 μg/m³ με 40,5 μg/m³. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 για την Τρίτη, Παρασκευή και Σάββατο που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM2.5 ανάμεσα στις 35,0 μg/m³ με 37,5 μg/m³ περίπου. Η μέρα Τετάρτη εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 40,5 μg/m³, ενώ το Σάββατο την χαμηλότερη με τιμή στο 35,0 μg/m³. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Στο παραπάνω σχήμα παρατηρείται μια φυσιολογική και ομαλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης. Το διάγραμμα ακολουθεί ίδιο μοτίβο διακύμανσης με το διάγραμμα του PM1.0.



Σχήμα 4.3.5 γ : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2019)

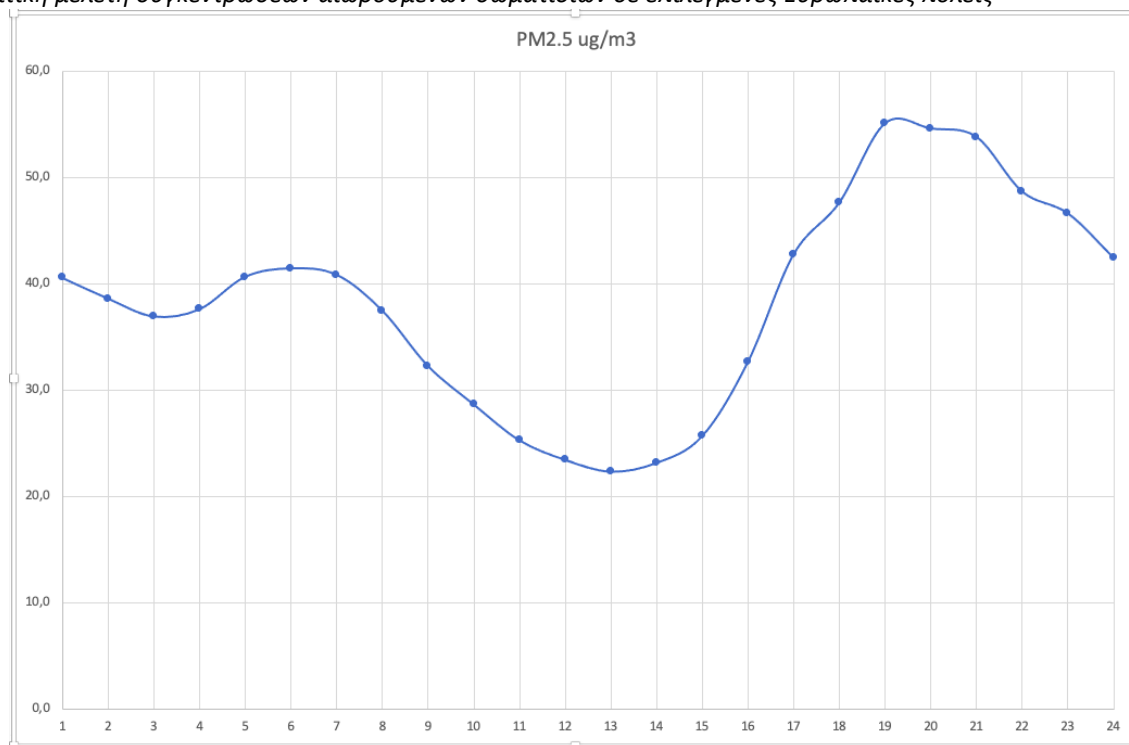
Το σχήμα παραπάνω 4.3.5 γ εμφανίζει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM10 για το έτος 2019. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM10 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 44,0 μg/m³ με 45,5 μg/m³ στο περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για την Τρίτη, Παρασκευή και Σάββατο που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM10 ανάμεσα στις 39,0 μg/m³ με 42,0 μg/m³ περίπου. Η μέρα Τετάρτη εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 45,5 μg/m³ ενώ το Σάββατο την χαμηλότερη με τιμή στο 39,5 μg/m³. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια φυσιολογική και ομαλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης. Το διάγραμμα ακολουθεί ίδιο μοτίβο διακύμανσης με τα διαγράμματα των PM1 και των PM2,5.

4.3.6 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2019



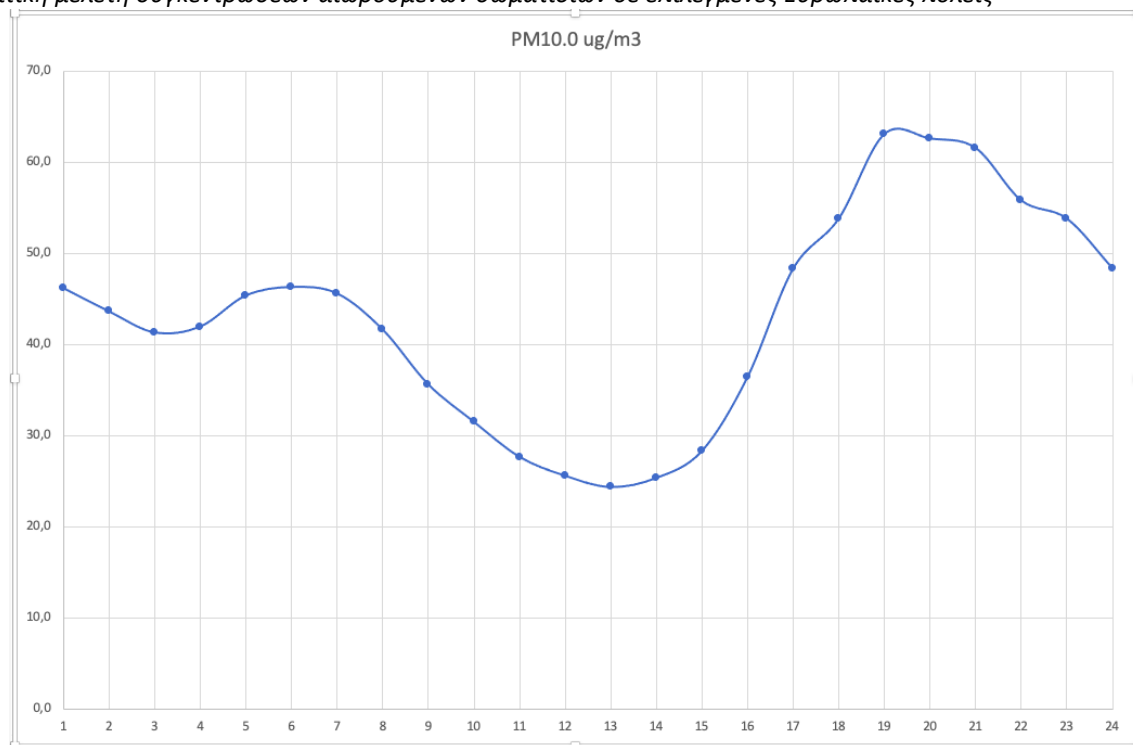
Σχήμα 4.3.6 α : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1 (2019)

Στο σχήμα 4.3.6 α αποτυπώνεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2019. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη αρχική τιμή στα λίγο κάτω από 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των περίπου 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης του ρύπου χωρίς όμως να ξεπερνά το ευρωπαϊκό όριο. Η αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-6:00, οφείλεται στην πρώτη πρωινή ομίχλη κατά τις ώρες αυτές λόγω του κρύου στην ατμόσφαιρα. Στην συνέχεια η συγκέντρωση αρχίζει να μειώνεται στις 7:00 έως 13:00 όπου ξανά αρχίζει η απότομη αύξηση των τιμών συγκέντρωσης. Η απότομη αυτή αύξηση οφείλεται στην μαζική κινητοποίηση πολιτών στο κέντρο της πόλης.



Σχήμα 4.3.6 β : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2019)

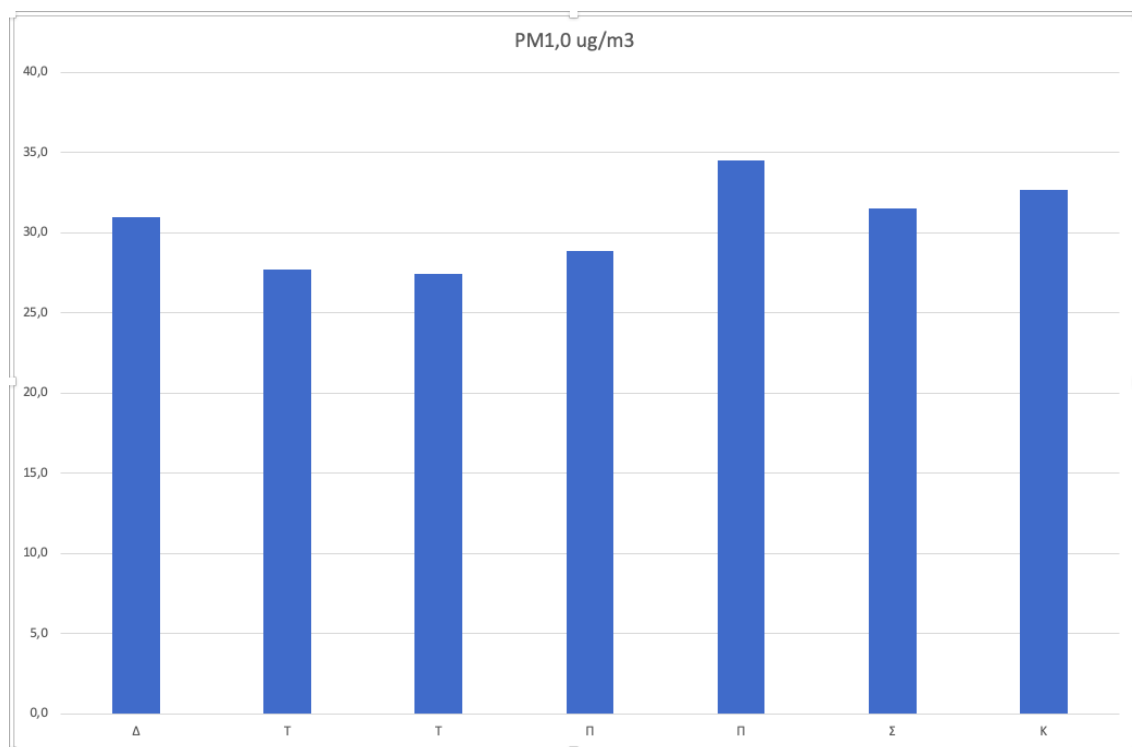
Στο σχήμα 4.3.6 β αποτυπώνεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2019. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη αρχική τιμή στα λίγο πάνω από 40 µg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 21 µg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των περίπου 41 µg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης του ρύπου χωρίς όμως να ξεπερνά το ευρωπαϊκό όριο. Το διάγραμμα ακολουθεί ίδιο μοτίβο διακύμανσης με το διάγραμμα του PM1.0. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-6:00. Αυτό οφείλεται στην πρώτη πρωινή ομίχλη κατά τις ώρες αυτές λόγω του κρύου στην ατμόσφαιρα . Στην συνέχεια η συγκέντρωση αρχίζει να μειώνεται στις 7:00 έως 13:00 όπου ξανά αρχίζει η απότομη αύξηση των τιμών συγκέντρωσης. Η απότομη αυτή αύξηση οφείλεται στην μαζική κινητοποίηση πολιτών στο κέντρο της πόλης.



Σχήμα 4.3.6 γ : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2019)

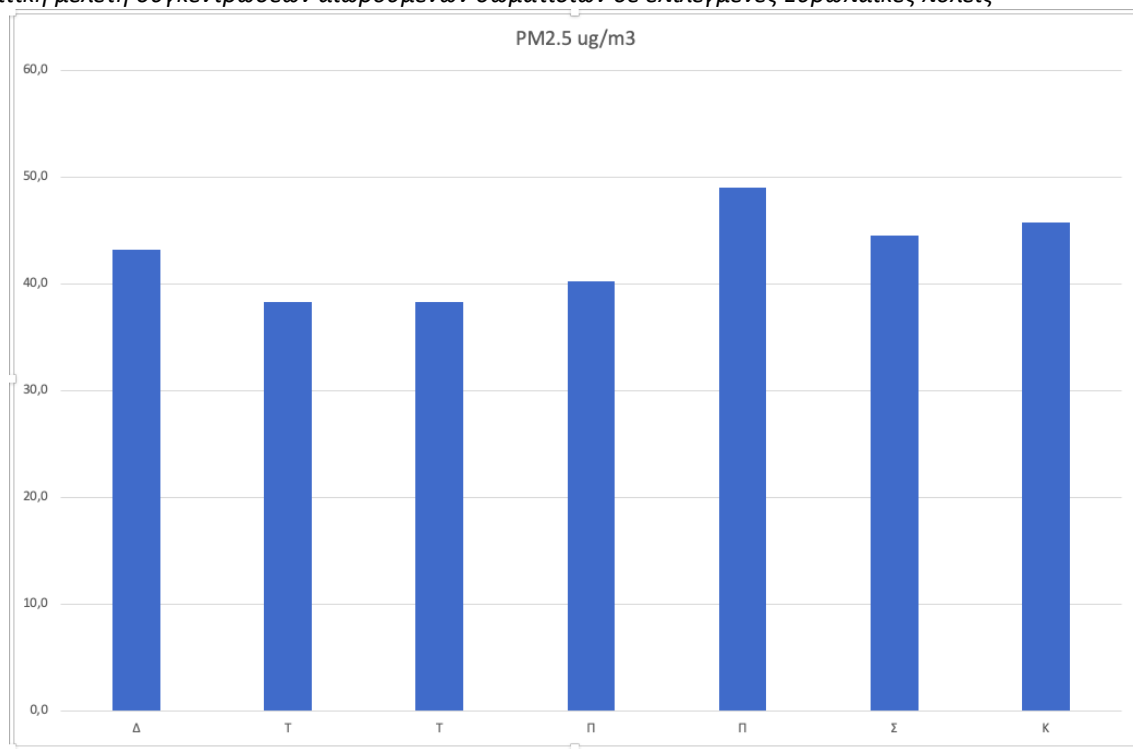
Στο σχήμα 4.3.6 γ αναλύεται η πορεία της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 για το έτος 2019. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 με ύψιστη αρχική τιμή περίπου στα $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των λίγο κάτω από $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης των ρύπων χωρίς όμως να ξεπερνά το ευρωπαϊκό όριο. Το διάγραμμα ακολουθεί ίδιο μοτίβο διακύμανσης με το διάγραμμα των PM1 και των PM2,5. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-6:00. Αυτό οφείλεται στην πρώτη πρωινή ομίχλη κατά τις ώρες αυτές λόγω του κρύου στην ατμόσφαιρα. Στην συνέχεια η συγκέντρωση αρχίζει να μειώνεται στις 7:00 έως 13:00 όπου ξανά αρχίζει η απότομη αύξηση των τιμών συγκέντρωσης. Η απότομη αυτή αύξηση οφείλεται στην μαζική κινητοποίηση πολιτών στο κέντρο της πόλης.

4.3.7 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2020



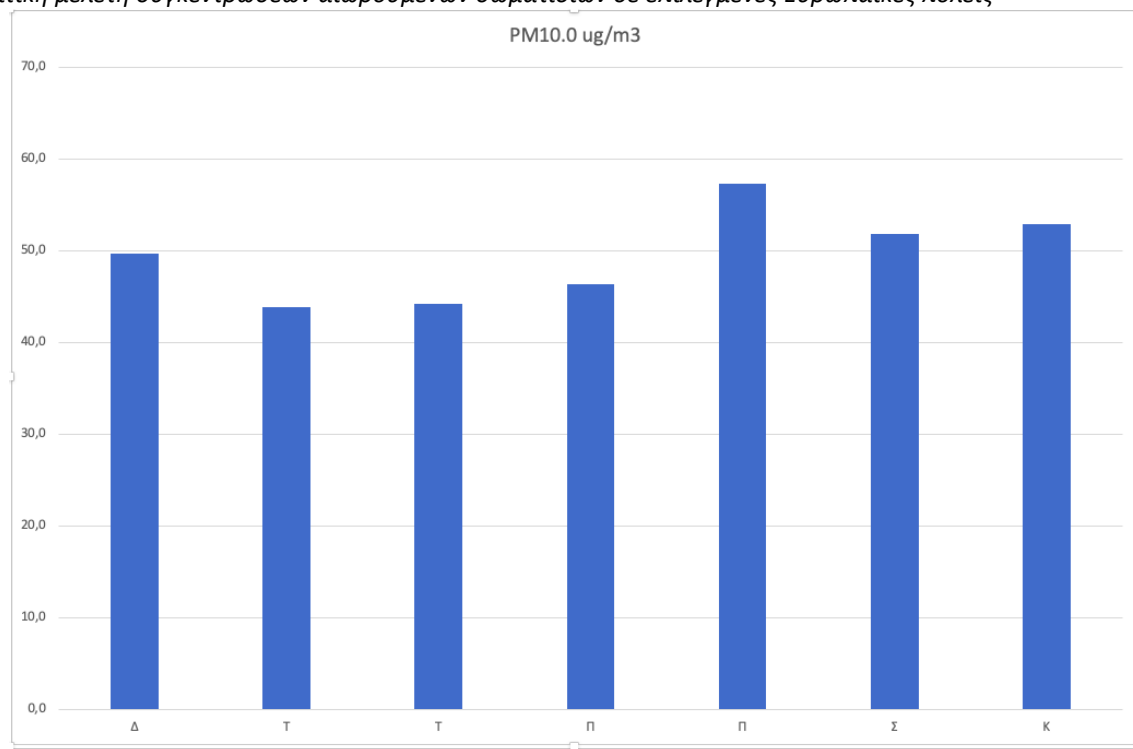
Σχήμα 4.3.7 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2020)

Το σχήμα παραπάνω 4.3.7 α αντικατοπτρίζει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM1.0 για το έτος 2020. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 30,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 34,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Τρίτη, Τετάρτη και Πέμπτη που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM1.0 ανάμεσα στις 27,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 29,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Παρασκευή εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 34,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Τετάρτη την χαμηλότερη με τιμή γύρω στο 27,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια φυσιολογική και ομαλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης.



Σχήμα 4.3.7 β : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2020)

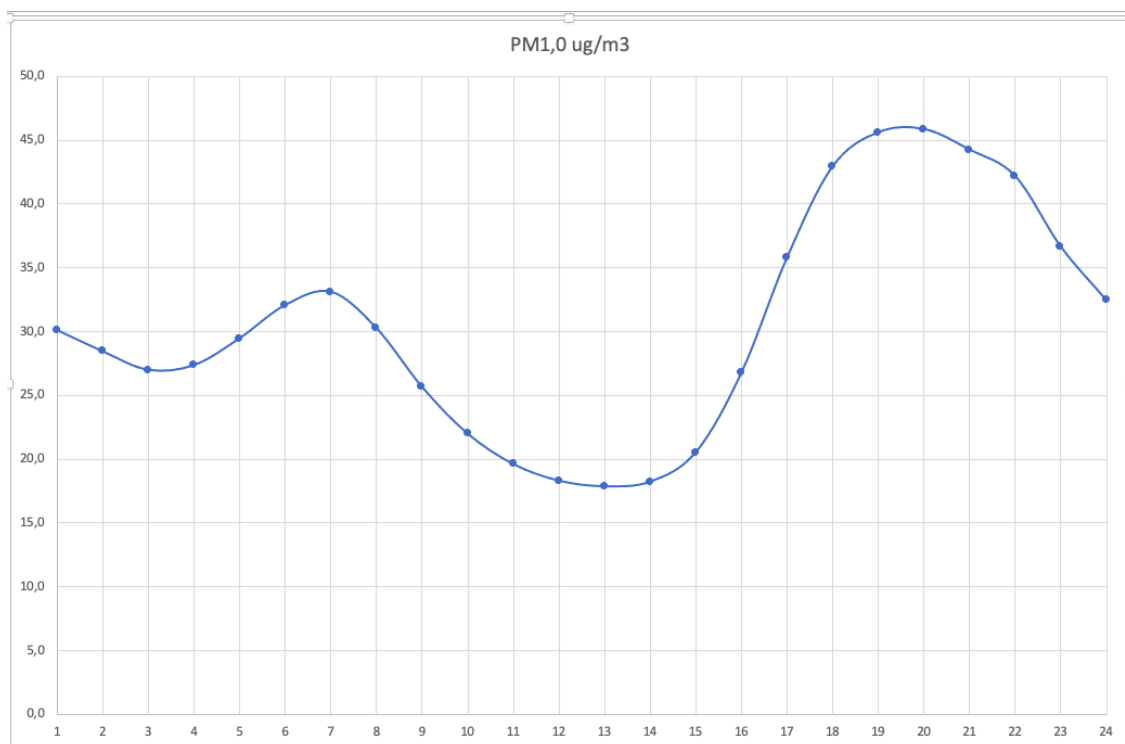
Το σχήμα παραπάνω 4.3.7 β διαφαίνονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM2.5 για το έτος 2020. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 41,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 49,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 για την Τρίτη, Τετάρτη και Πέμπτη που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM2.5 ανάμεσα στις 39,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 40,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Παρασκευή εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 49,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Τετάρτη την χαμηλότερη με τιμή γύρω στο 39,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια και ομαλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης παρόλο που οι τιμές κυμαίνονται κοντά στο όριο. Το διάγραμμα ακολουθεί ίδιο μοτίβο διακύμανσης με το διάγραμμα του PM1.0.



Σχήμα 4.3.7 γ : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2020)

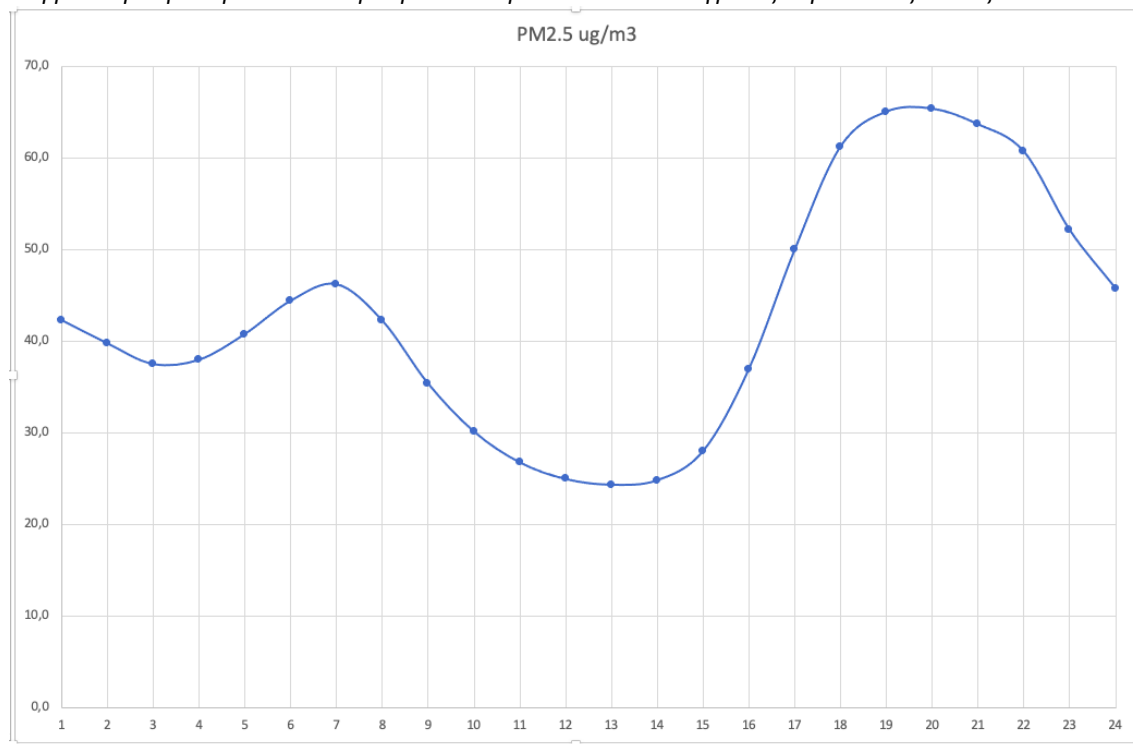
Το σχήμα παραπάνω 4.3.7 γ καταδεικνύει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM10 για το έτος 2020. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM10 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα, Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα, Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 50,0 μg/m³ με 59, μg/m³ στο περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για την Τρίτη, Τετάρτη και Πέμπτη που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM10 ανάμεσα στις 42,5 μg/m³ με 44,0 μg/m³ περίπου. Η μέρα Παρασκευή εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 59,0 μg/m³, ενώ η Τετάρτη την χαμηλότερη με τιμή γύρω στο 42,5 μg/m³. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα, Παρασκευή, Σάββατο και Κυριακή θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια και ομαλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης. Το διάγραμμα ακολουθεί ίδιο μοτίβο διακύμανσης με τα διαγράμματα των PM1.0 και των PM2,5. Οι τιμές οι οποίες ξεπερνάν το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο είναι η Παρασκευή, το Σάββατο και η Κυριακή, διότι τις συγκεκριμένες ημέρες εκπέμπονται περισσότεροι πρωτογενής ρύποι σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες και ρύπους.

4.3.8 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020



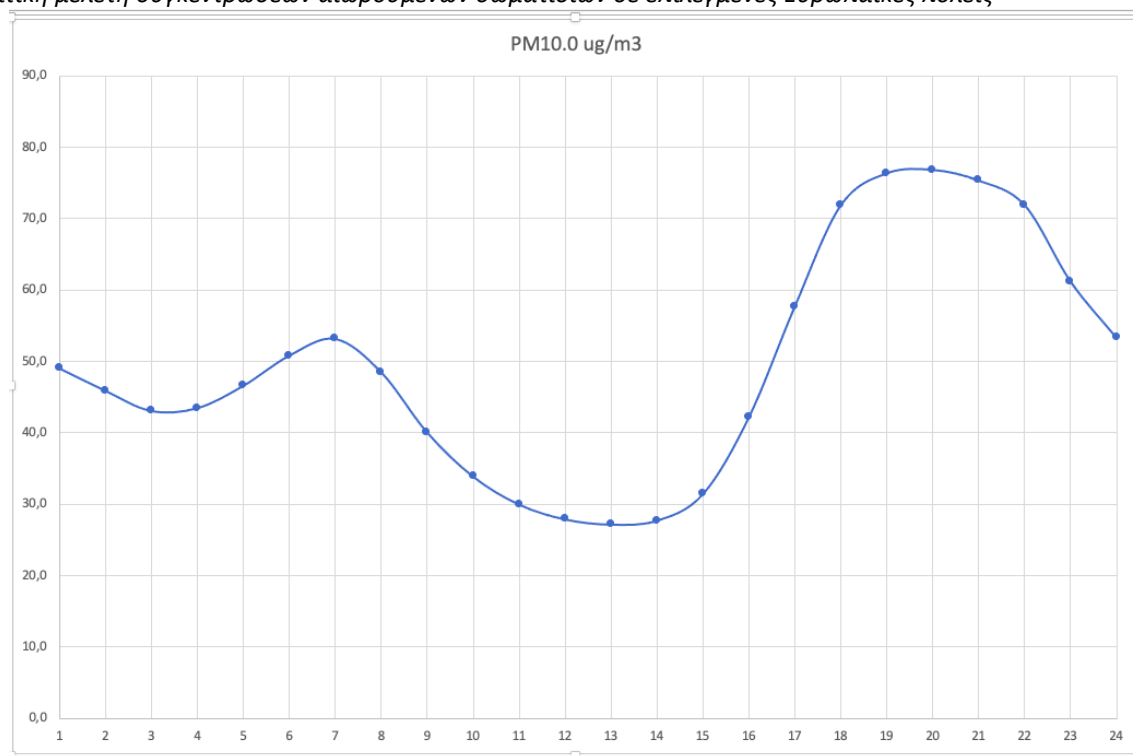
Σχήμα 4.3.8 α : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2020)

Στο σχήμα 4.3.8 α γίνεται ανάλυση της πορείας της ωριαίας συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2020. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη αρχική τιμή στα 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των περίπου 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης του ρύπου χωρίς όμως να ξεπερνά το ευρωπαϊκό όριο. Η αύξηση που παρατηρείται κατά τις πρωινές ώρες 4:00-7:00, οφείλεται στην πρώτη πρωινή ομίχλη κατά τις ώρες αυτές λόγω του κρύου στην ατμόσφαιρα. Οι τιμές κυμαίνονται κοντά στο ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο με την υψηλότερη να σημειώνεται στις 20:00 με τιμή 45,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η τιμή αυτή σημειώνεται τότε επειδή ο αισθητήρας βρίσκεται σε κεντρικό σημείο στην πρωτεύουσα της Βουλγαρίας και την συγκεκριμένη ώρα υπάρχει έντονη εστίαση και κινητικότητα πολιτών στο κέντρο.



Σχήμα 4.3.8 β : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2020)

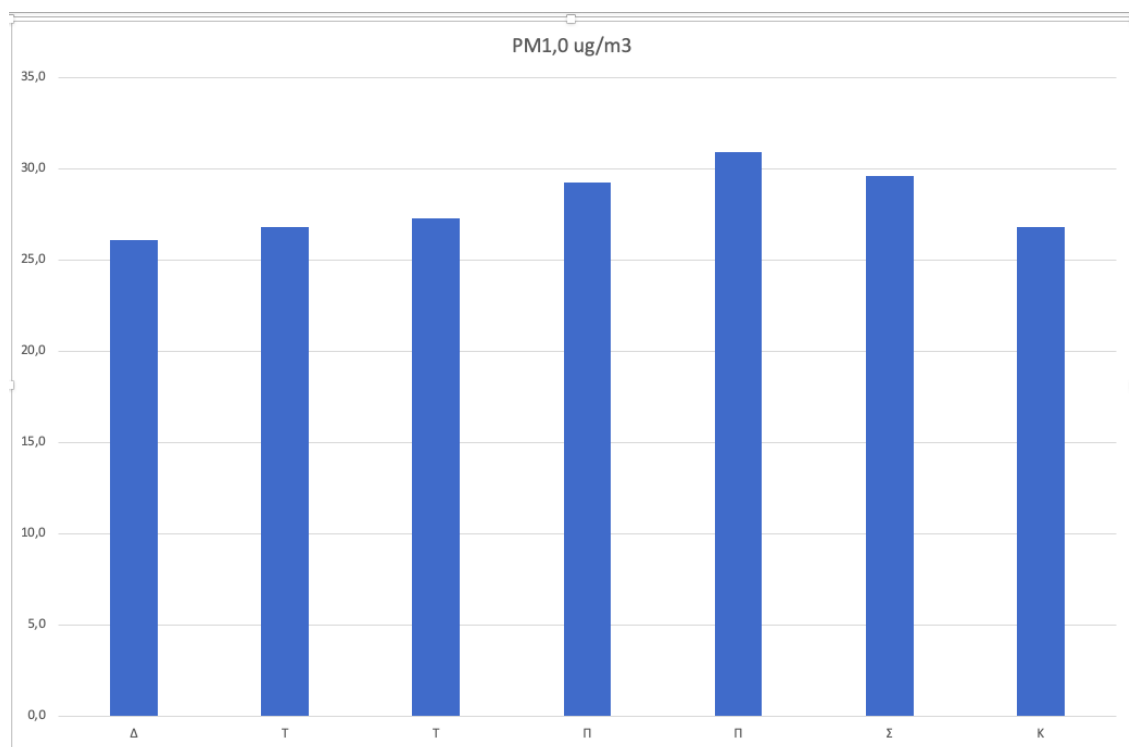
Στο σχήμα 4.3.8 β παρατηρείται η πορεία των ωριαίων τιμών συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2020. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη αρχική τιμή στα 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των περίπου 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης του ρύπου χωρίς όμως να ξεπερνά το ευρωπαϊκό όριο. Η αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και εδώ οφείλεται στην πρώτη πρωινή ομίχλη κατά τις ώρες αυτές λόγω του κρύου στην ατμόσφαιρα. Στην συνέχεια η συγκέντρωση αρχίζει να μειώνεται στις 8:00 έως 14:00 όπου ξανά αρχίζει η απότομη αύξηση των τιμών συγκέντρωσης. Πολλές τιμές κυμαίνονται παραπάνω από το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο με την υψηλότερη να σημειώνεται στις 20:00 με τιμή 65,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η τιμή αυτή σημειώνεται τότε επειδή ο αισθητήρας βρίσκεται σε κεντρικό σημείο στην πρωτεύουσα της Βουλγαρίας και την συγκεκριμένη ώρα υπάρχει έντονη εστίαση και κινητικότητα πολιτών στο κέντρο.



Σχήμα 4.3.8 γ : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2020)

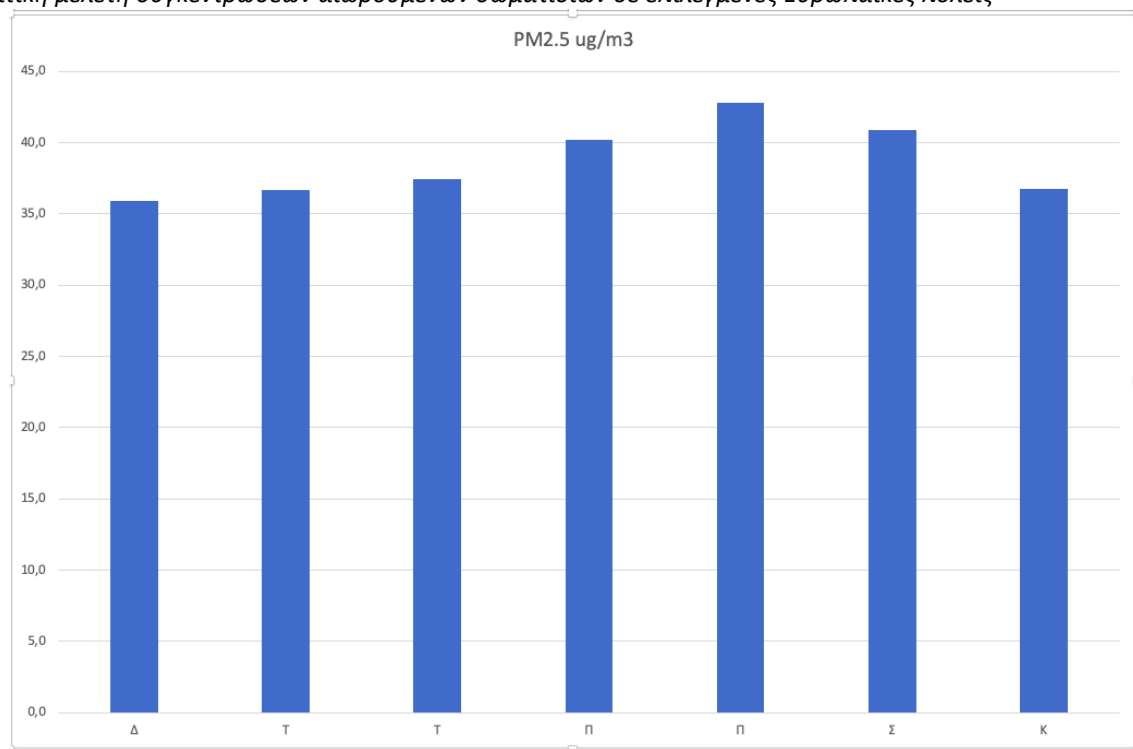
Στο σχήμα 4.3.8 γ διαφαίνεται η πορεία των ωριαίων τιμών συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2020. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 με ύψιστη αρχική τιμή στα 50 µg/m³, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 29 µg/m³. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των περίπου 52,5 µg/m³ κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης του ρύπου χωρίς όμως να ξεπερνά το ευρωπαϊκό όριο. Το διάγραμμα αυτό ακολουθεί ίδιο μοτίβο διακύμανσης με τα διαγράμματα των PM1 και των PM2,5. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00. Αυτό οφείλεται στην πρώτη πρωινή ομίχλη κατά τις ώρες αυτές λόγω του κρύου στην ατμόσφαιρα. Πολλές τιμές κυμαίνονται παραπάνω από το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο, και ειδικότερα τις απογευματινές ώρες, με την υψηλότερη να σημειώνεται στις 20:00 με τιμή 76,9µg/m³. Η τιμή αυτή σημειώνεται τότε επειδή ο αισθητήρας βρίσκεται σε κεντρικό σημείο στην πρωτεύουσα της Βουλγαρίας και την συγκεκριμένη ώρα υπάρχει έντονη εστίαση και κινητικότητα πολιτών στο κέντρο.

4.3.9 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2021



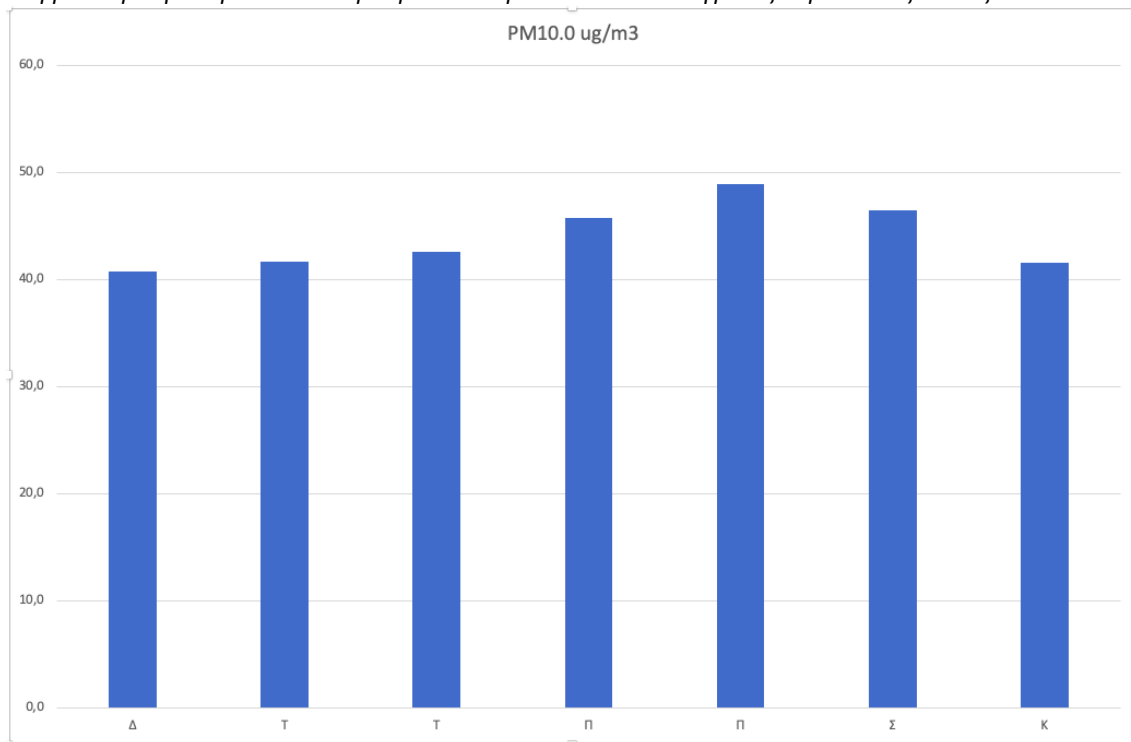
Σχήμα 4.3.9 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2021)

Στο σχήμα παραπάνω 4.3.9 α αναλύει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM1.0 για το έτος 2021. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Τετάρτη έως Σάββατο συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Τετάρτη έως Σάββατο εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 26,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 30,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Δευτέρα, Τρίτη και Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM1.0 ανάμεσα στις 25,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 27,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Παρασκευή εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 30,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή γύρω στο 25,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Τετάρτη έως Σάββατο θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Διακρίνεται πως η διακύμανση κυμαίνεται ομαλά και χωρίς μεγάλες διαφοροποιήσεις και εντός ορίου.



Σχήμα 4.3.9 β : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2021)

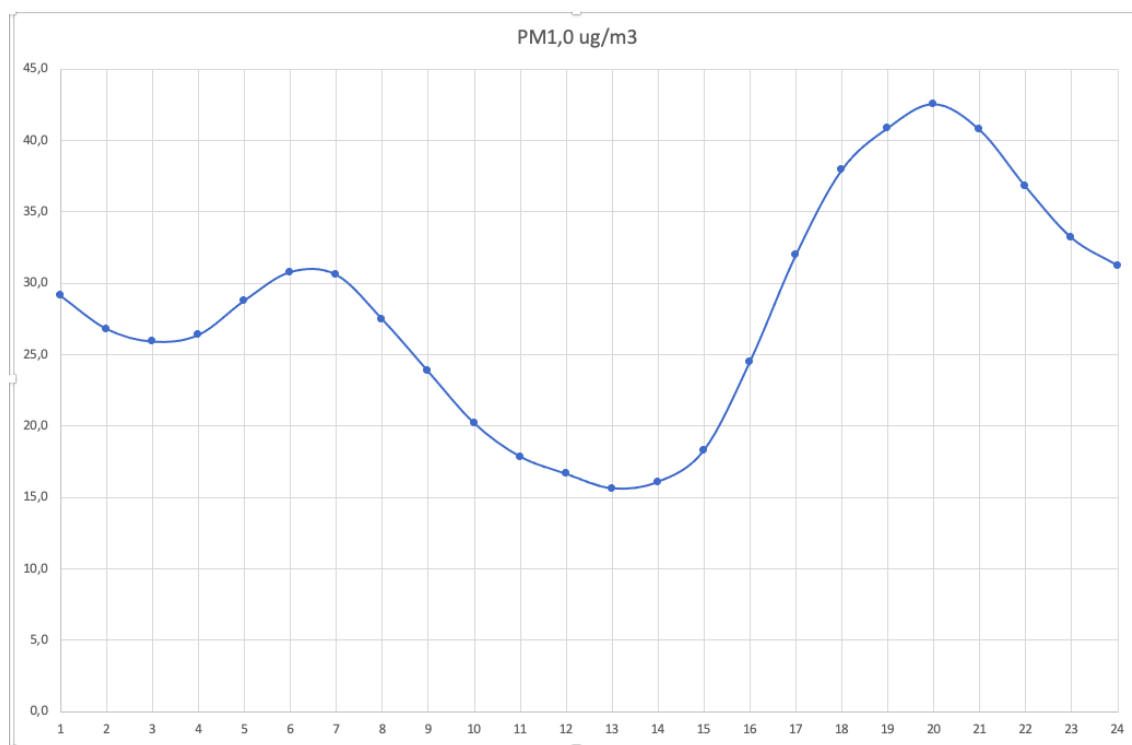
Στο σχήμα παραπάνω 4.3.9 β αναγράφονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM2.5 για το έτος 2021. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Τετάρτη έως Σάββατο συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Τετάρτη έως Σάββατο εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 37,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 43,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 για την Δευτέρα, Τρίτη και Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM2.5 ανάμεσα στις 35,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 37,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Παρασκευή εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 43,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή γύρω στο 35,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Τετάρτη έως Σάββατο θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Διακρίνεται πως η διακύμανση κυμαίνεται ομαλά, χωρίς μεγάλες διαφοροποιήσεις και οι τιμές πλησιάζουν το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο καθώς η μεγαλύτερη τιμή είναι την ημέρα Παρασκευή με τιμή 42,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.3.9 γ : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2021)

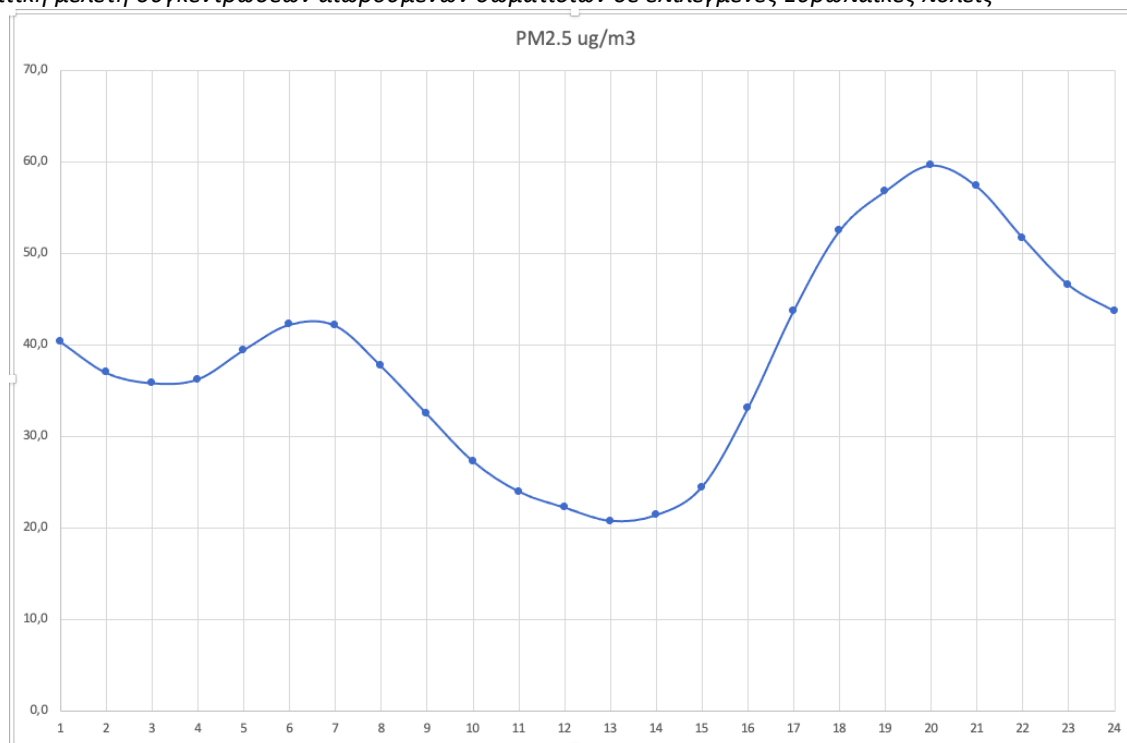
Το σχήμα παραπάνω 4.3.9 γ αναγράφει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM10 για το έτος 2021. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM10 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Τετάρτη έως Σάββατο συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Τετάρτη έως Σάββατο εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 41,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 49,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για την Δευτέρα, Τρίτη και Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM10 ανάμεσα στις 40,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 41,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Παρασκευή εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή κοντά στο 49,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Δευτέρα την χαμηλότερη με τιμή γύρω στο 40,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Τετάρτη έως Σάββατο θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται η μέση ημερήσια τιμή για το έτος 2021 και τους ρύπους PM2,5 . Διακρίνεται πως η διακύμανση κυμαίνεται ομαλά, χωρίς μεγάλες διαφοροποιήσεις και κοντά στο ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο καθώς η μεγαλύτερη τιμή είναι την ημέρα Παρασκευή με τιμή 48,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.3.10 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2021



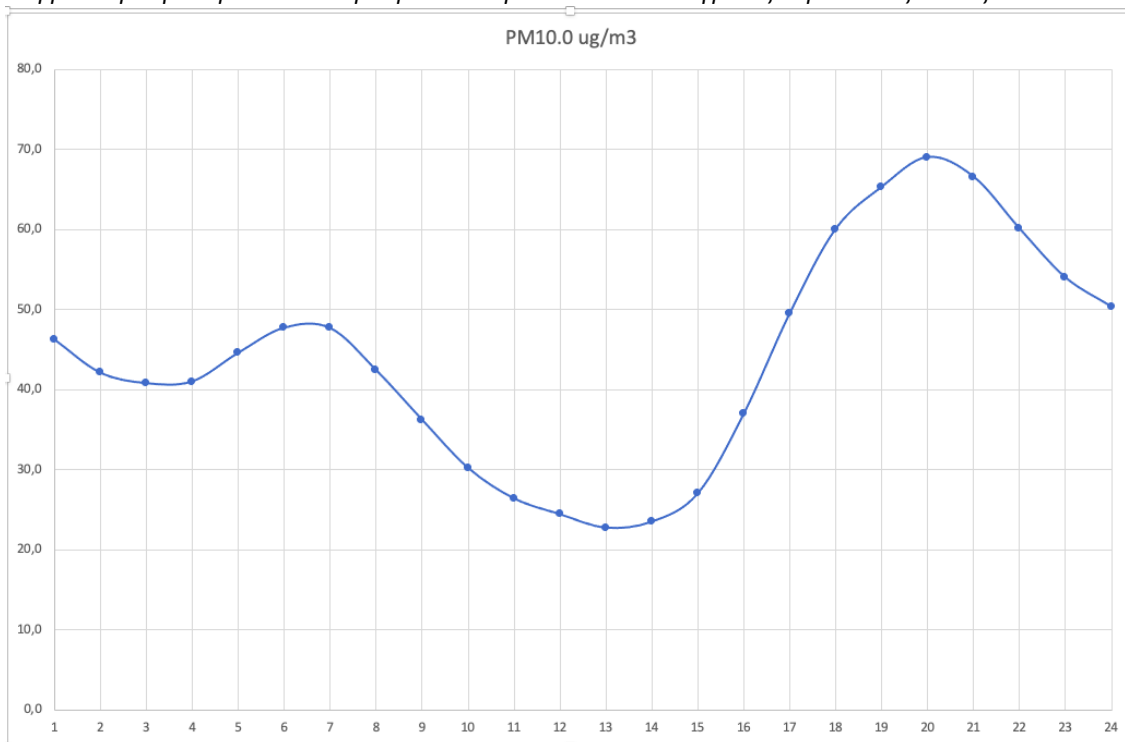
Σχήμα 4.3.10 α : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2021)

Στο σχήμα 4.3.10 α διαφαίνεται η πορεία των ωριαίων τιμών συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2021. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη αρχική τιμή λίγο κάτω από τα 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα λίγο πάνω από τα 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των περίπου 30,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλή διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης του ρύπου χωρίς όμως να ξεπερνά το ευρωπαϊκό όριο. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται το ίδιο μοτίβο διακύμανσης και με τα διαγράμματα του 2020 για τους ρύπους PM1, PM2,5, PM10. Η υψηλότερη τιμή διακρίνεται στις 20:00 με τιμή 42,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.3.10 β : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2021)

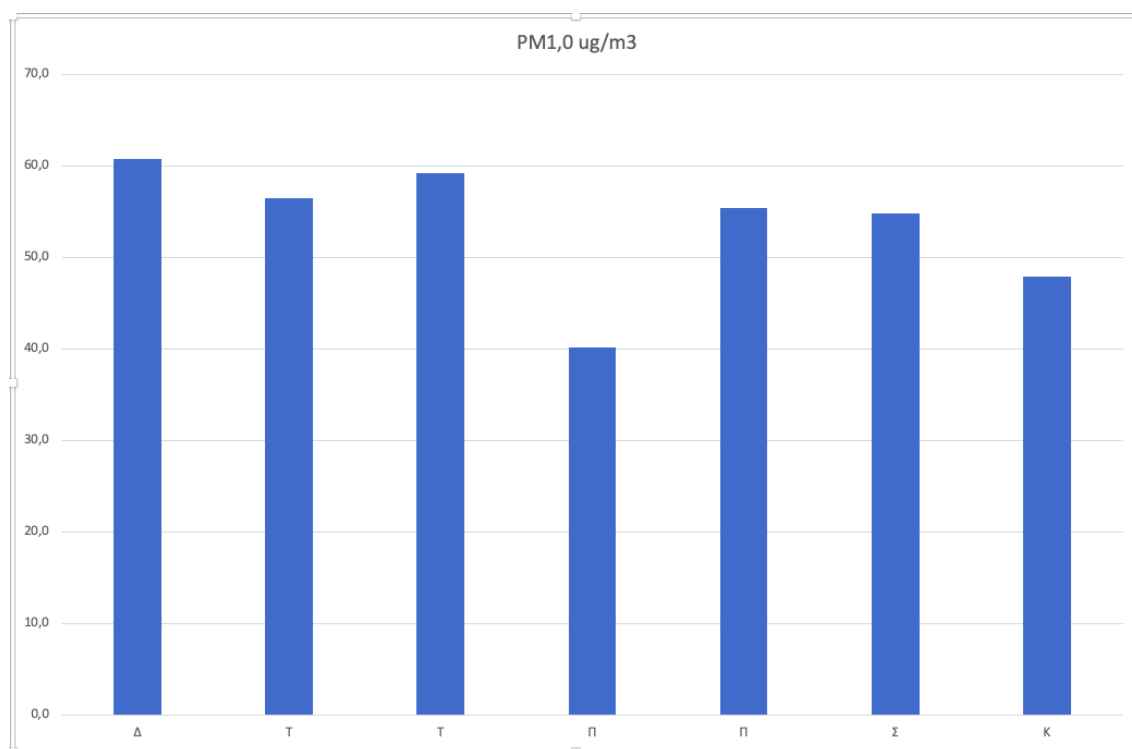
Στο σχήμα 4.3.10 β καταγράφονται οι ωριαίες τιμές συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2021. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη αρχική τιμή στα 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα λίγο πάνω από τα 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των περίπου 44,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Πολλές από τις τιμές διακύμανσης των τιμών συγκέντρωσης στο συγκεκριμένο διάγραμμα ξεπερνάνε το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο. Από τις 18:00 έως τις 22:00 παρατηρείται η υπέρβαση με τιμές από 51,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως και 59,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό ίσως οφείλεται στην έντονη κινητικότητα τις ώρες εκείνες ή και η ανεξέλεγκτη εκπομπή πρωτογενών πηγών ρύπανσης.



Σχήμα 4.3.10 γ : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2021)

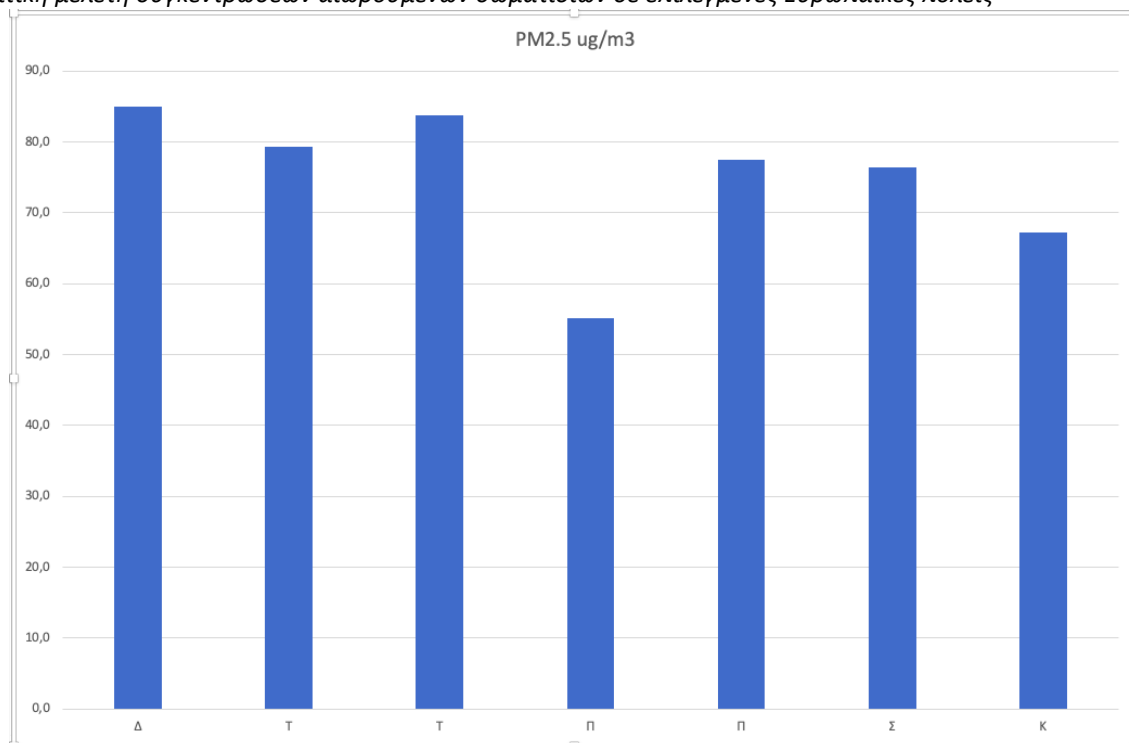
Στο σχήμα 4.3.10 γ αναγράφονται οι ωριαίες τιμές συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 για το έτος 2021. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 με ύψιστη αρχική τιμή στα $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα λίγο πάνω από τα $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των $50,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Πολλές από τις τιμές διακύμανσης των τιμών συγκέντρωσης στο συγκεκριμένο διάγραμμα ξεπερνάνε το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο. Από τις 18:00 έως τις 24:00 παρατηρείται η υπέρβαση με τιμές από $50,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ έως και $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό ίσως οφείλεται στην έντονη κινητικότητα τις ώρες εκείνες ή και η ανεξέλεγκτη εκπομπή πρωτογενών πηγών ρύπανσης.

4.3.11 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2022



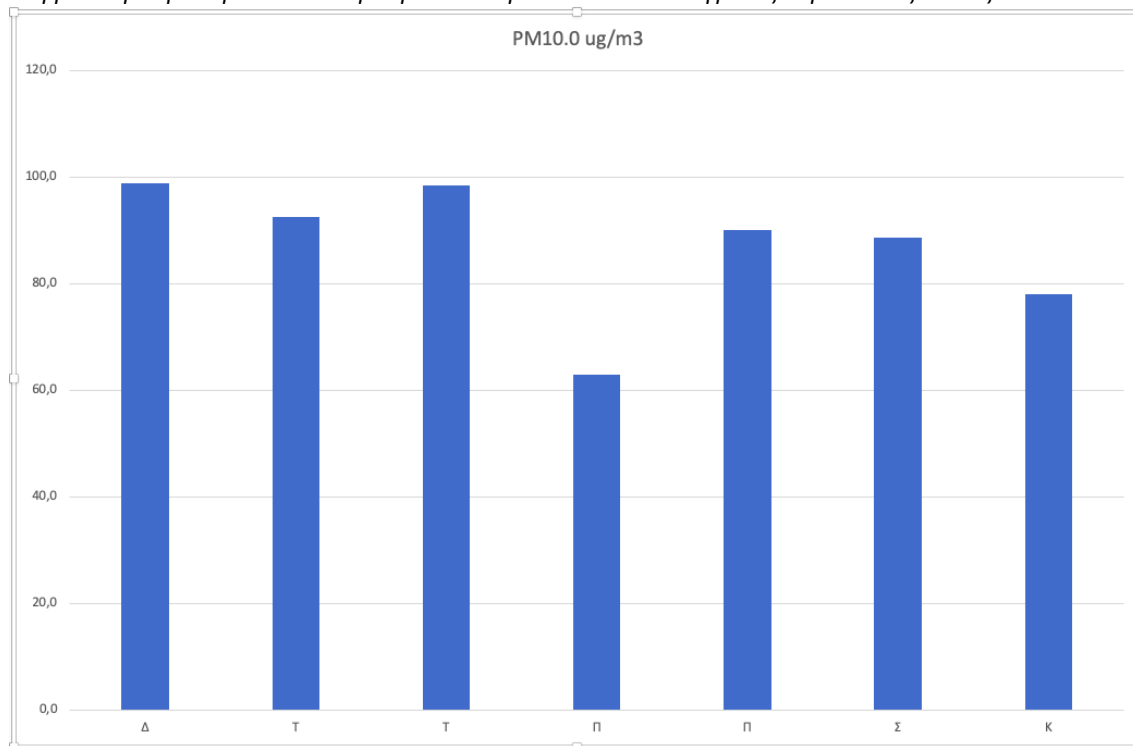
Σχήμα 4.3.11 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2022)

Το σχήμα παραπάνω 4.3.11 α αναγράφει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM1.0 για το χρονικό διάστημα 1/01/2022-1/03/2022 του έτους 2022. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα έως Τετάρτη συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα έως Τετάρτη εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών $58,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ με $60,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ στο περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 για την Πέμπτη έως Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM1.0 ανάμεσα στις $40,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ με $52,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Δευτέρα εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή λίγο πάνω από το $60,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ η Πέμπτη την χαμηλότερη με τιμή στο $40,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα έως Τετάρτη θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Οι τιμές κυμαίνονται σε πλειοψηφία πάνω από το όριο εκτός από την Παρασκευή και την Κυριακή. Οι υπόλοιπες ημέρες ξεπερνάν το όριο και αυτό μάλλον οφείλεται στην εκπομπή καπνού από καπνοδόχους διότι είναι ακόμη χειμώνας και το διάστημα μελέτης είναι οι τρεις πρώτοι μήνες του 2022.



Σχήμα 4.3.11 β : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2022)

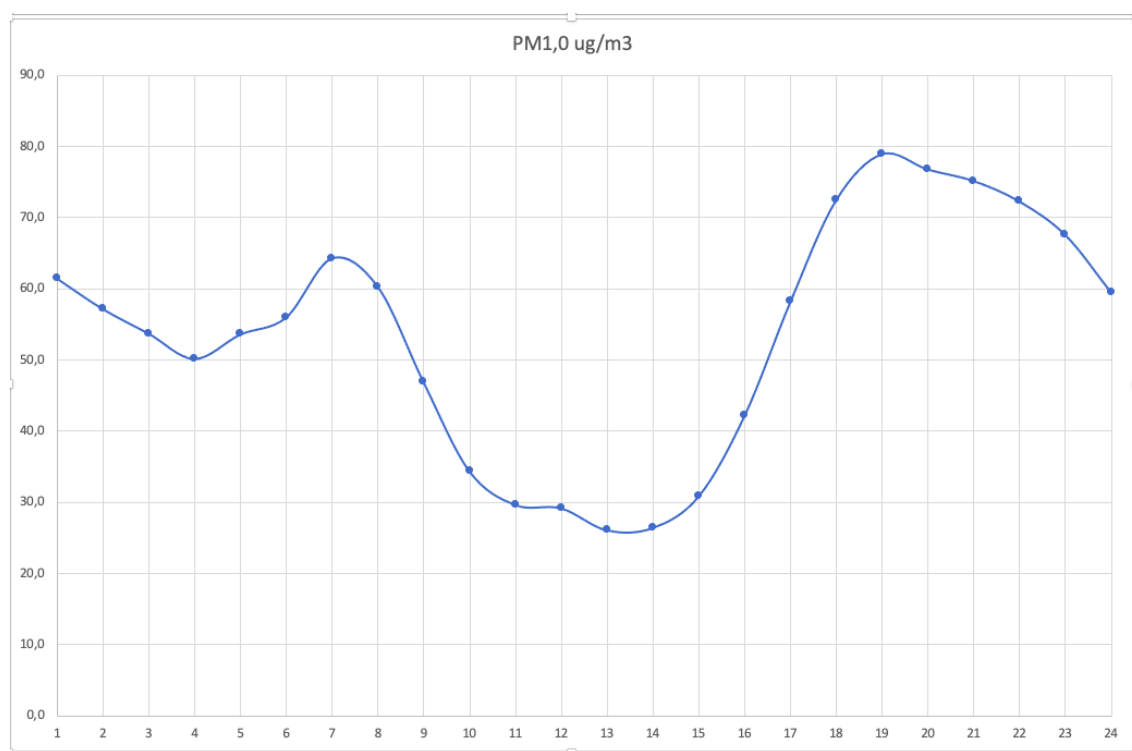
Το σχήμα παραπάνω 4.3.11 β αναγράφει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM2.5 για το χρονικό διάστημα 1/01/2022-1/03/2022 του έτους 2022. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα έως Τετάρτη συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα έως Τετάρτη εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 79,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 85,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 για την Πέμπτη έως Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM2.5 ανάμεσα στις 55,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 75,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Δευτέρα εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή περίπου στο 85,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Πέμπτη την χαμηλότερη με τιμή περίπου στο 55,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα έως Τετάρτη θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Όλες οι ημέρες ξεπερνάν το όριο και αυτό μάλλον οφείλεται στην εκπομπή καπνού από καπνοδόχους διότι είναι ακόμη χειμώνας και το διάστημα μελέτης είναι οι τρεις πρώτοι μήνες του 2022.



Σχήμα 4.3.11 γ : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2022)

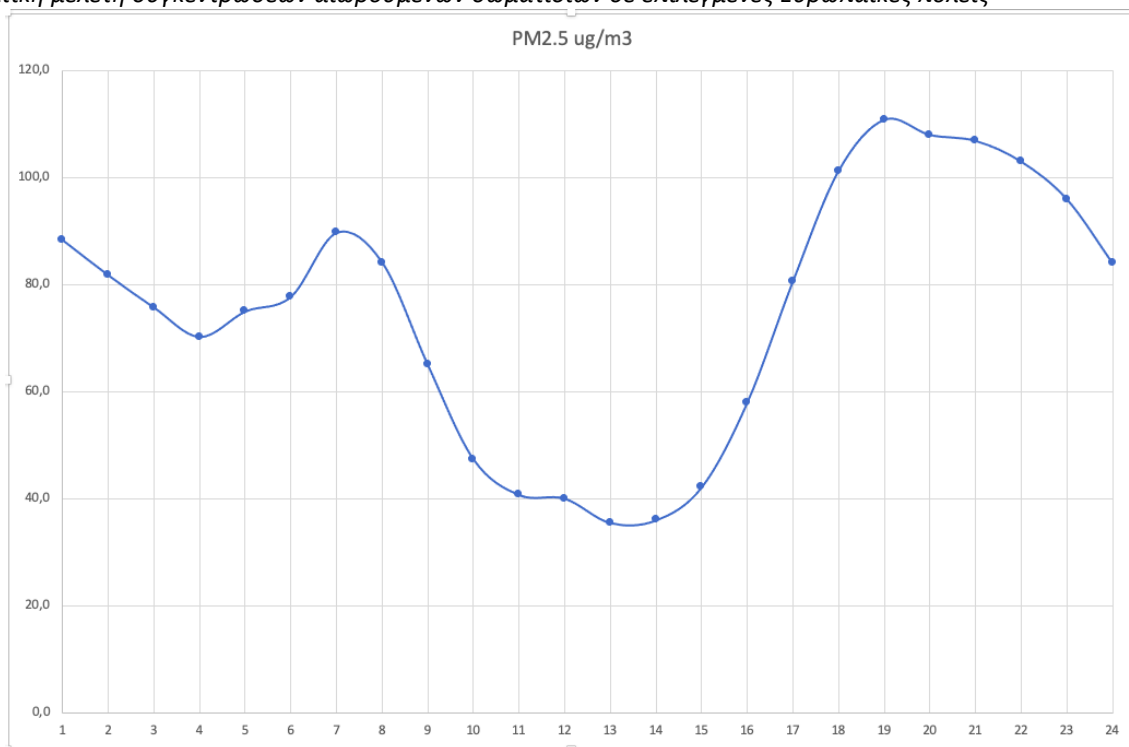
Το σχήμα παραπάνω 4.3.11 γ αναγράφει τις ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης PM10 για το χρονικό διάστημα 1/01/2022-1/03/2022 του έτους 2022. Στο διάγραμμα αυτό εντοπίζονται συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 ανά τις ημέρες της εβδομάδας. Οι πιο αυξημένες τιμές συγκέντρωσης των PM10 εμφανίζονται κυρίως τις ημέρες Δευτέρα έως Τετάρτη συγκριτικά με τις τιμές των άλλων ημερών της εβδομάδας που δεν αναφέρθηκαν. Ειδικότερα οι αυξημένες τιμές σε αυτήν την περίπτωση για τις μέρες Δευτέρα έως Τετάρτη εντοπίζονται περίπου μεταξύ των τιμών 92,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 99,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο περίπου. Ενώ οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 για την Πέμπτη έως Κυριακή που εμφανίζουν γενικά χαμηλότερες τιμές βρίσκονται περίπου στις τιμές συγκέντρωσης PM10 ανάμεσα στις 60,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ με 91,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου. Η μέρα Δευτέρα εμφανίζει να έχει την υψηλότερη τιμή συγκεντρώσεων από όλες τις μέρες της εβδομάδας με τιμή περίπου στο περίπου 99,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ η Πέμπτη την χαμηλότερη με τιμή περίπου στο 60,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οπότε συμπερασματικά, τις μέρες Δευτέρα έως Τετάρτη θεωρητικά υπάρχει περισσότερη κινητικότητα στους δρόμους και στις εξόδους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη τιμών μεγαλύτερων συγκεντρώσεων. Όλες οι ημέρες ξεπερνάνε το όριο και αυτό μάλλον οφείλεται στην εκπομπή καπνού από καπνοδόχους διότι είναι ακόμη χειμώνας και το διάστημα μελέτης είναι οι τρεις πρώτοι μήνες του 2022.

4.3.12 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2022



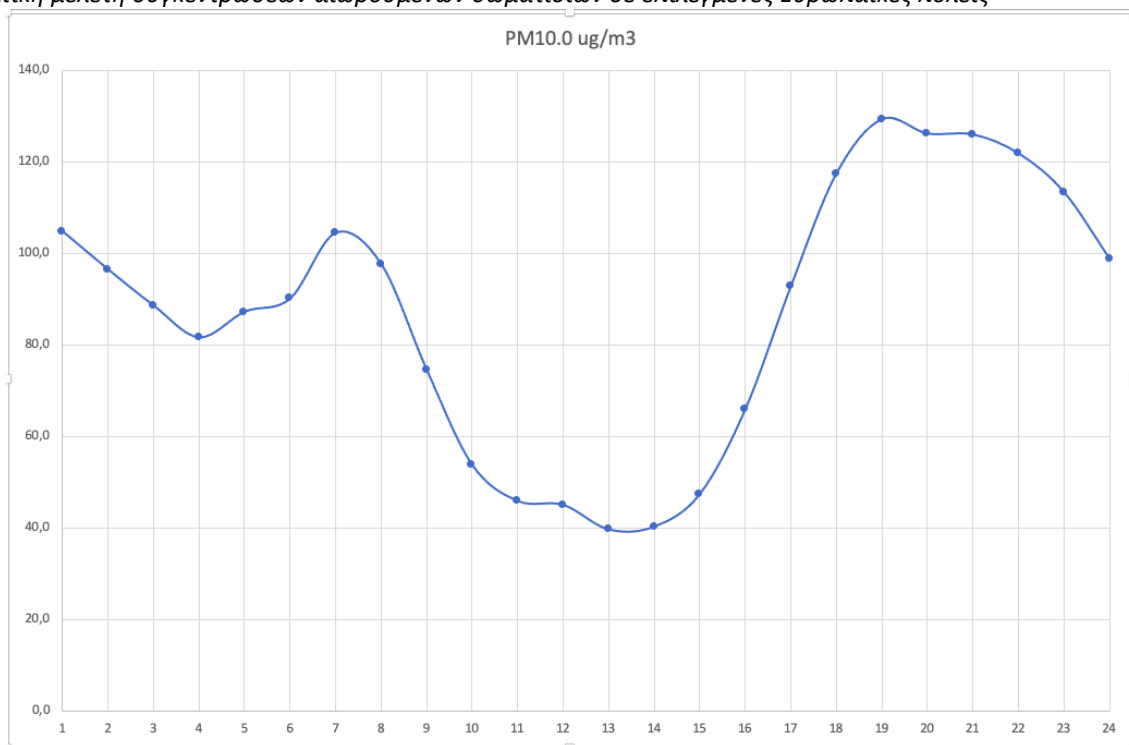
Σχήμα 4.3.12 α : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2022)

Στο σχήμα 4.3.12 α αποτυπώνονται οι ωριαίες τιμές συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2022. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM1.0. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM1.0 με ύψιστη αρχική τιμή στα 60,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM1.0 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των 60,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Πολλές από τις τιμές διακύμανσης των τιμών συγκέντρωσης στο συγκεκριμένο διάγραμμα ξεπερνάνε το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο. Στο παραπάνω διάγραμμα οι περισσότερες τιμές υπερβαίνουν το όριο. Αυτό συμβαίνει κυρίως τις πρωινές ώρες όπου αρχίζουν οι πολίτες και οι επιχειρήσεις να ενεργοποιούνται και αντίστοιχα τις απογευματινές ώρες όπου ολοκληρώνουν την εργασία τους.



Σχήμα 4.3.12 β : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2022)

Στο σχήμα 4.3.12 β εντοπίζονται οι ωριαίες τιμές συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2022. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM2.5 με ύψιστη αρχική τιμή στα 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM2.5 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των 82,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Πολλές από τις τιμές διακύμανσης των τιμών συγκέντρωσης στο συγκεκριμένο διάγραμμα ξεπερνάνε το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο. Στο παραπάνω διάγραμμα οι περισσότερες τιμές υπερβαίνουν το όριο. Αυτό συμβαίνει κυρίως τις πρωινές ώρες όπου αρχίζουν οι πολίτες και οι επιχειρήσεις να ενεργοποιούνται και αντίστοιχα τις απογευματινές ώρες όπου σχολάνε. Επίσης το διάγραμμα αυτό ακολουθεί ίδιο μοτίβο με το προηγούμενο, των PM1.0.



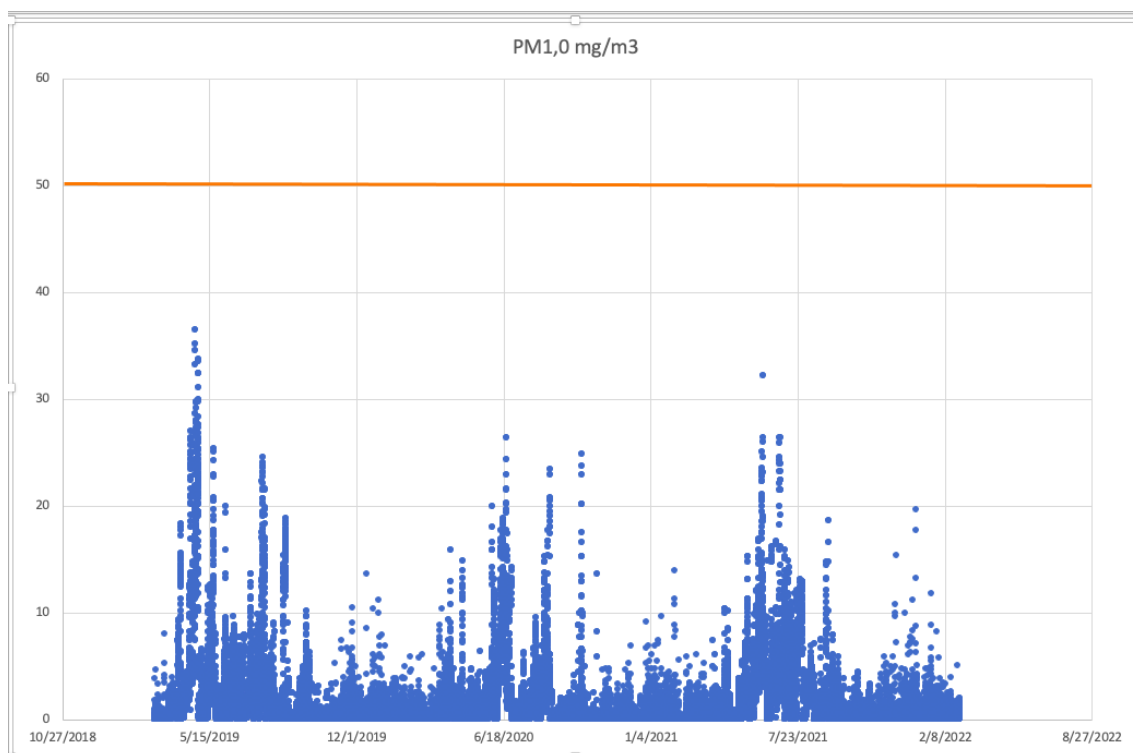
Σχήμα 4.3.12 γ : Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2022)

Στο σχήμα 4.3.12 γ παρουσιάζονται οι ωριαίες τιμές συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 για το έτος 2022. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι τιμές συγκεντρώσεων των PM10 κατά τις πρωινές ώρες 1:00 έως και 7:00 παρουσιάζουν αυξομείωση, ενώ στη συνέχεια από τις 7:00 και μετά πάλι έχουν πτωτική τάση, ενώ από τις 14:00 και μετά ολοένα και αυξάνονται ανά τις μεσημεριανές ώρες και καταλήγουν να έχουν αυξημένες τιμές κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες. Αυτό παρουσιάζεται καθότι ξεκινά η κινητικότητα των δραστηριοτήτων πάλι από μεριάς των πολιτών που οδηγεί στην αύξηση των τιμών συγκέντρωσης των PM10. Ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες κυρίως 1:00-4:00 παρατηρείται μείωση συγκέντρωσης των σωματιδίων PM10 με ύψιστη αρχική τιμή στα $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου, η οποία σταδιακά φτάνοντας στις μεσημεριανές ώρες μεταξύ μειώνεται και σταθεροποιείται εκεί σε χαμηλές τιμές περίπου στα $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Μετά τις μεσημεριανές ώρες αρχίζει πάλι ολοένα και να αυξάνεται η συγκέντρωση των τιμών PM10 φτάνοντας και στην αυξημένη τιμή των λίγο κάτω από $100,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά τις 24:00 το βράδυ. Στο παραπάνω διάγραμμα οι περισσότερες τιμές υπερβαίνουν το όριο. Αυτό συμβαίνει κυρίως τις πρωινές ώρες όπου αρχίζουν οι πολίτες και οι επιχειρήσεις να ενεργοποιούνται και αντίστοιχα τις απογευματινές ώρες όπου σχολάνε. Επίσης το διάγραμμα αυτό ακολουθεί ίδιο μοτίβο με τα δυο προηγούμενα, των PM1 και των PM2,5.

4.4 Νορβηγία

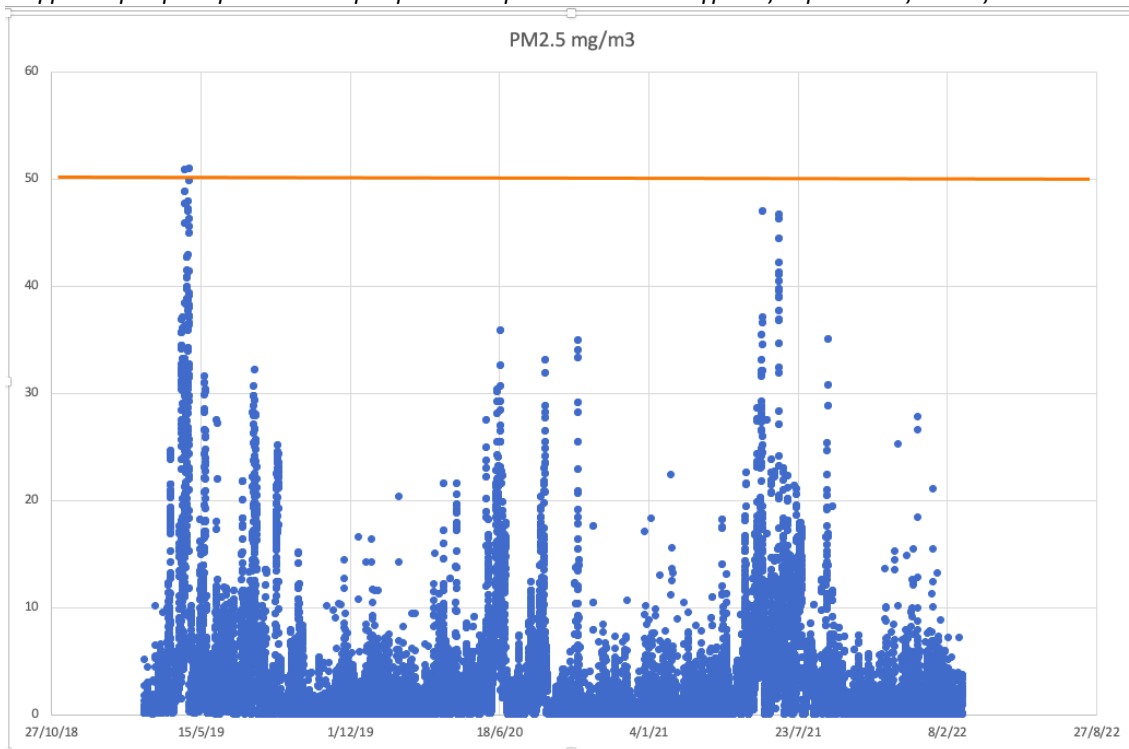
Συνεχίζοντας, ο σταθμός που θα σχολιαστεί είναι στην Νορβηγία και συγκεκριμένα στην πόλη Ulsteinvik περιοχή του Ulstein. Τα αποτελέσματα του σταθμού αυτού επίσης θα αναλυθούν με την παρακάτω σειρά (μέση ετήσια τιμή, μέση μηνιαία τιμή, μέση ημερήσια τιμή και μέση ωριαία). Αυτά θα αναλυθούν αρχικά για όλα τα έτη συνολικά και στην συνέχεια κάποια από αυτά για κάθε έτος ξεχωριστά.

4.4.1 Διακύμανση μέσης ετήσιας τιμής



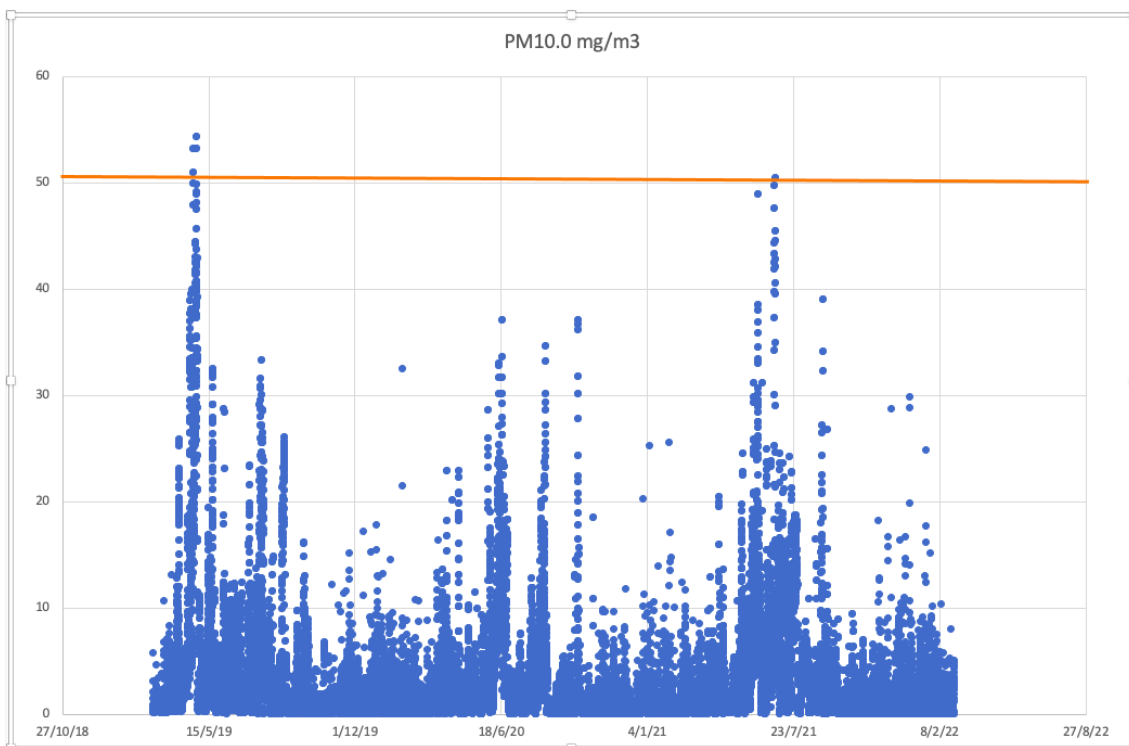
Σχήμα 4.4.1 α : Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM1.0

Παρατηρείται πως στο συγκεκριμένο διάγραμμα του σχήματος 4.4.1 α για τα σωματίδια PM1.0 παρουσιάζονται υπερβάσεις αλλά χαμηλής σχετικά έντασης συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων. Καμία τιμή συγκέντρωσης δεν ξεπερνά το ημερήσια ευρωπαϊκό όριο. Ωστόσο οι μήνες που θεωρείται πως είναι ελάχιστα πιο επιβαρυνμένοι είναι καλοκαιρινοί κυρίως που εμφανίζουν και τις πιο υψηλές τιμές συγκέντρωσης κοντά στο 32-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ο σταθμός βρίσκεται κοντά σε πολυσύχναστο λιμάνι, σε παράκτια περιοχή γι' αυτό και εμφανίζεται έξαρση συγκεντρώσεων κυρίως την καλοκαιρινή περίοδο.



Σχήμα 4.4.1 β : Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM2.5

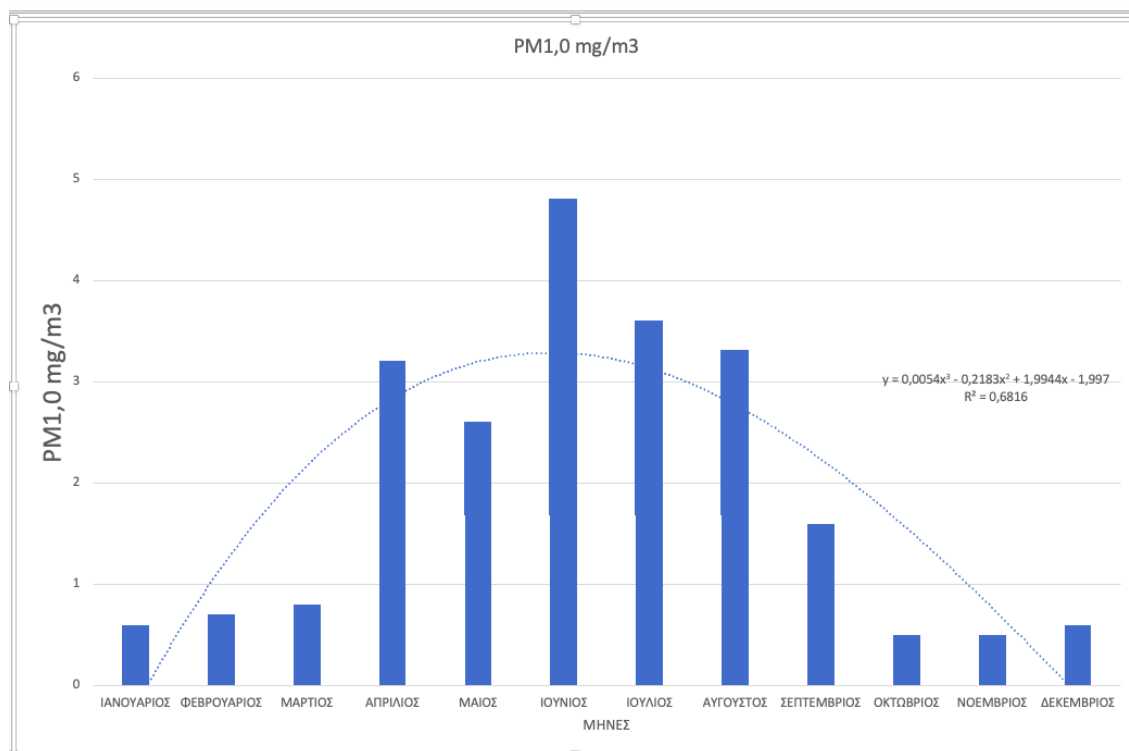
Στο διάγραμμα 4.4.1. β παρουσιάζεται ο σταθμός της Νορβηγίας με τις ετήσιες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5. Παρατηρούνται σε πλειοψηφία χαμηλές τιμές συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων ενώ λίγες από αυτές ξεπερνάνε το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο. Ωστόσο οι μήνες που θεωρείται πως είναι πιο επιβαρυνμένοι είναι οι καλοκαιρινοί κυρίως που εμφανίζουν και τις πιο υψηλές τιμές συγκέντρωσης με ύψιστη τιμή κοντά στο 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό συμβαίνει λόγω ότι υπάρχει κοντά στον αισθητήρα λιμάνι και λόγω του αέρα μεταφέρονται αιωρούμενα σωματίδια από την θάλασσα και τις εργασίες έξω από αυτή.



Σχήμα 4.4.1 γ : Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM10

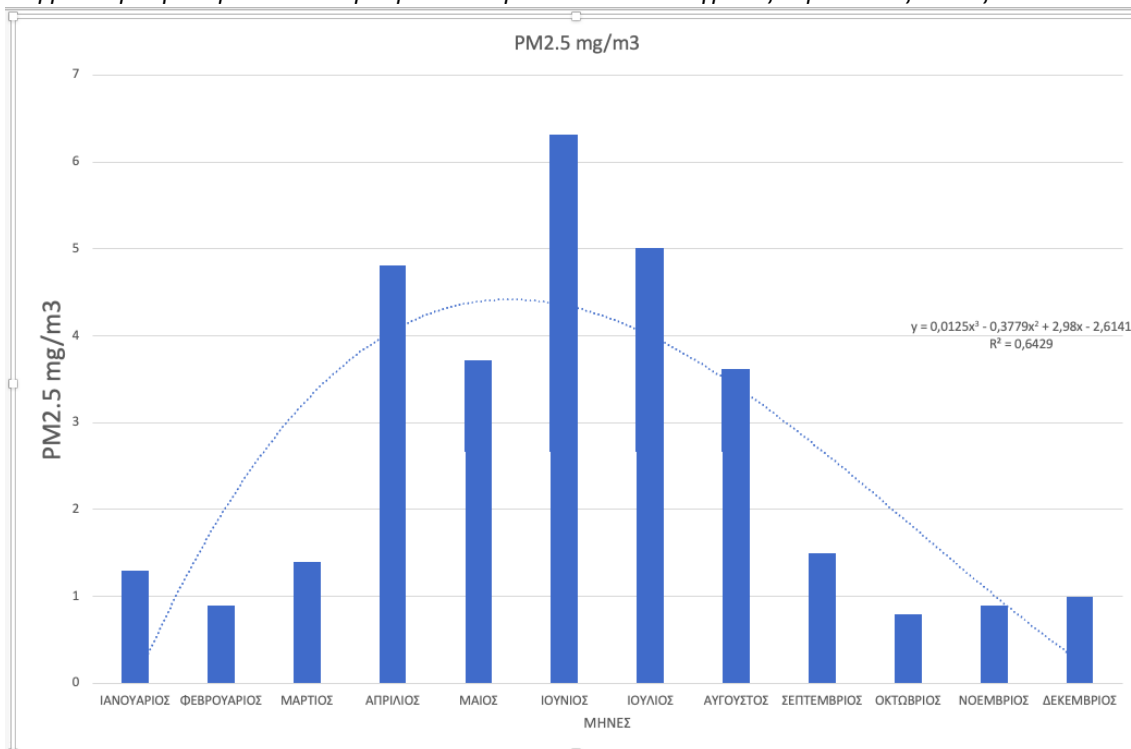
Στο διάγραμμα 4.4.1.γ παρουσιάζεται ο σταθμός της Νορβηγίας με τις ετήσιες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10. Παρατηρούνται σε πλειονηφία χαμηλές τιμές συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων ενώ λίγες από αυτές ξεπερνάνε το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο. Ωστόσο οι μήνες που θεωρείται πως είναι πιο επιβαρυνμένοι είναι οι καλοκαιρινοί κυρίως αλλά δεν απέχουν πολύ από την ατμοσφαιρική ρύπανση των χειμερινών, που εμφανίζουν και τις πιο υψηλές τιμές συγκέντρωσης με ύψιστη τιμή κοντά στο 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό συμβαίνει λόγω ότι υπάρχει κοντά στον αισθητήρα λιμάνι και οι μηχανές των σκαφών και των καραβιών εκπέμπουν αιωρούμενα σωματίδια μεγέθους αυτής της τάξης.

4.4.2 Διακύμανση μέσης μηνιαίας τιμής



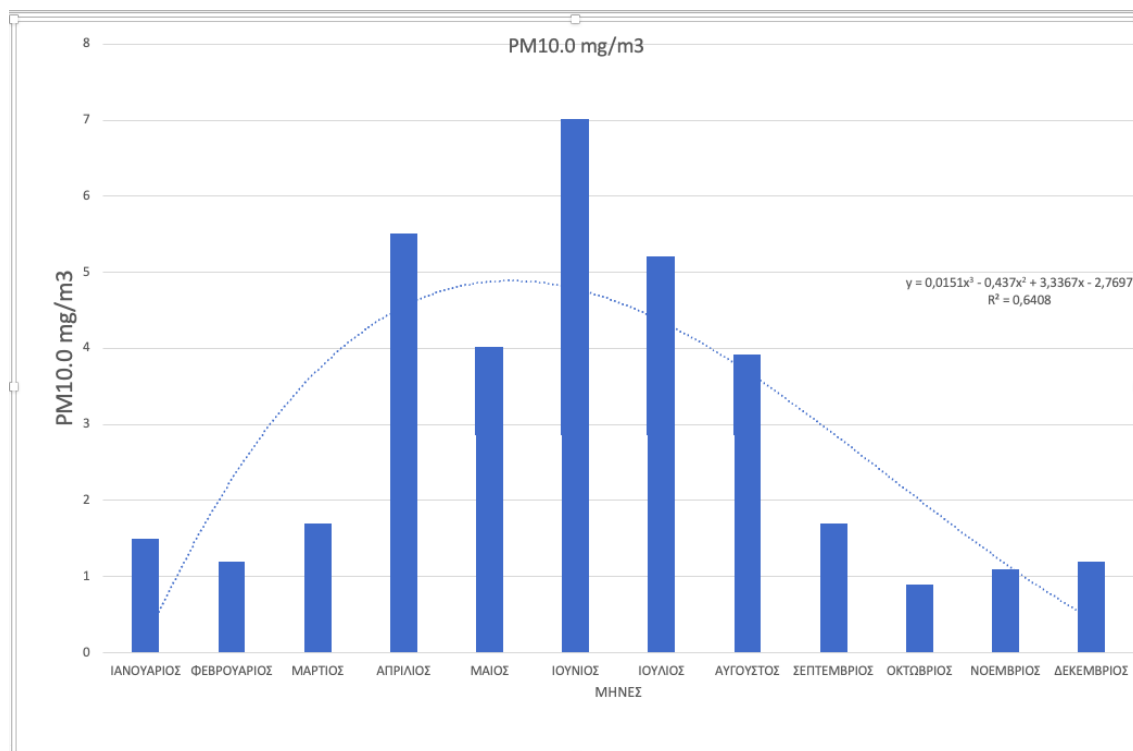
Σχήμα 4.4.2 α : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM1.0

Στο διάγραμμα του σχήματος 4.4.2.α διακρίνονται αρκετά υποδειγματικές τιμές συγκεντρώσεων μέσω μηνιαίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0. Εντοπίζεται υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης στα 4,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ τον μήνα Ιούνιο. Ωστόσο υπάρχουν και άλλες αρκετές διακυμάνσεις που μπορεί να οφείλονται σε κάποιες εκπομπές που παρατηρήθηκαν συγκεκριμένα τους μήνες από Απρίλιο έως και Σεπτέμβριο, καθώς οι άλλοι μήνες συγκριτικά με αυτούς κυμαίνονται σε πολύ πιο χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων.



Σχήμα 4.4.2 β : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM2.5

Στο διάγραμμα του σχήματος 4.4.2 β διακρίνονται αρκετά υποδειγματικές τιμές μηνιαίων συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5. Συγκεκριμένα παρατηρείται πως η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται στα 6,3μg/m³ τον μήνα Ιούνιο. Ωστόσο υπάρχουν παράλληλα και άλλες αρκετές διακυμάνσεις που μπορεί να οφείλονται σε κάποιες εκπομπές που διενεργήθηκαν συγκεκριμένα τους μήνες από Απρίλιο έως και Σεπτέμβριο, καθότι οι άλλοι μήνες κυμαίνονται σε πολύ πιο χαμηλές τιμές συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων έναντι αυτών.

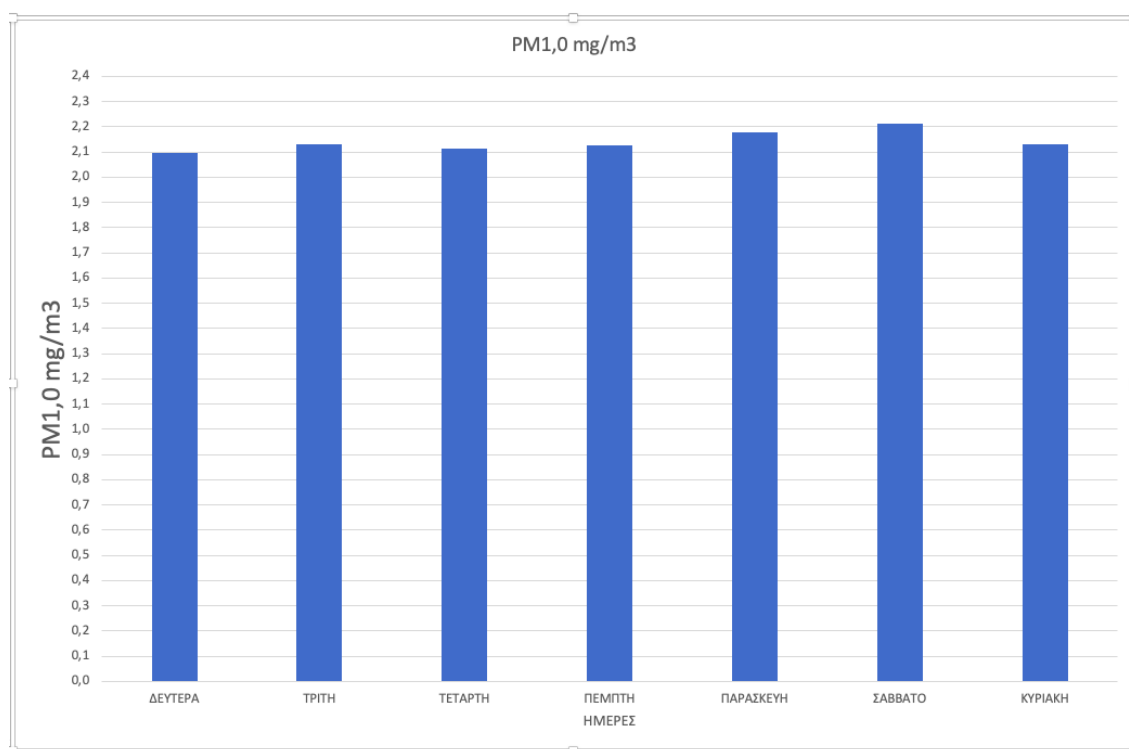


Σχήμα 4.4.2 γ : Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM10

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις

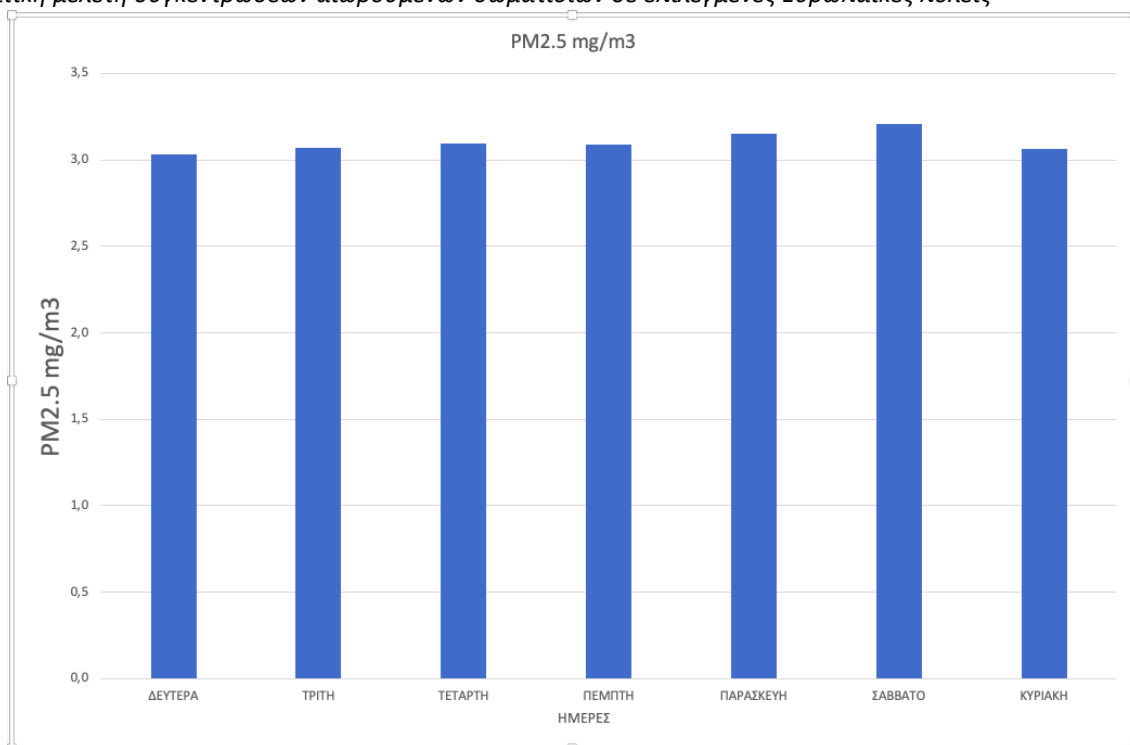
Στο διάγραμμα του σχήματος 4.4.2 γ διακρίνονται αρκετά υποδειγματικές τιμές μηνιαίων συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων PM10. Συγκεκριμένα παρατηρείται πως η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται στα 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ τον μήνα Ιούνιο. Ωστόσο υπάρχουν παράλληλα και αρκετές άλλες διακυμάνσεις που μπορεί να οφείλονται σε κάποιες εκπομπές που διενεργήθηκαν συγκεκριμένα τους μήνες από Απρίλιο έως και Σεπτέμβριο, καθότι οι άλλοι μήνες κυμαίνονται σε πολύ πιο χαμηλές τιμές συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων έναντι αυτών.

4.4.3 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής



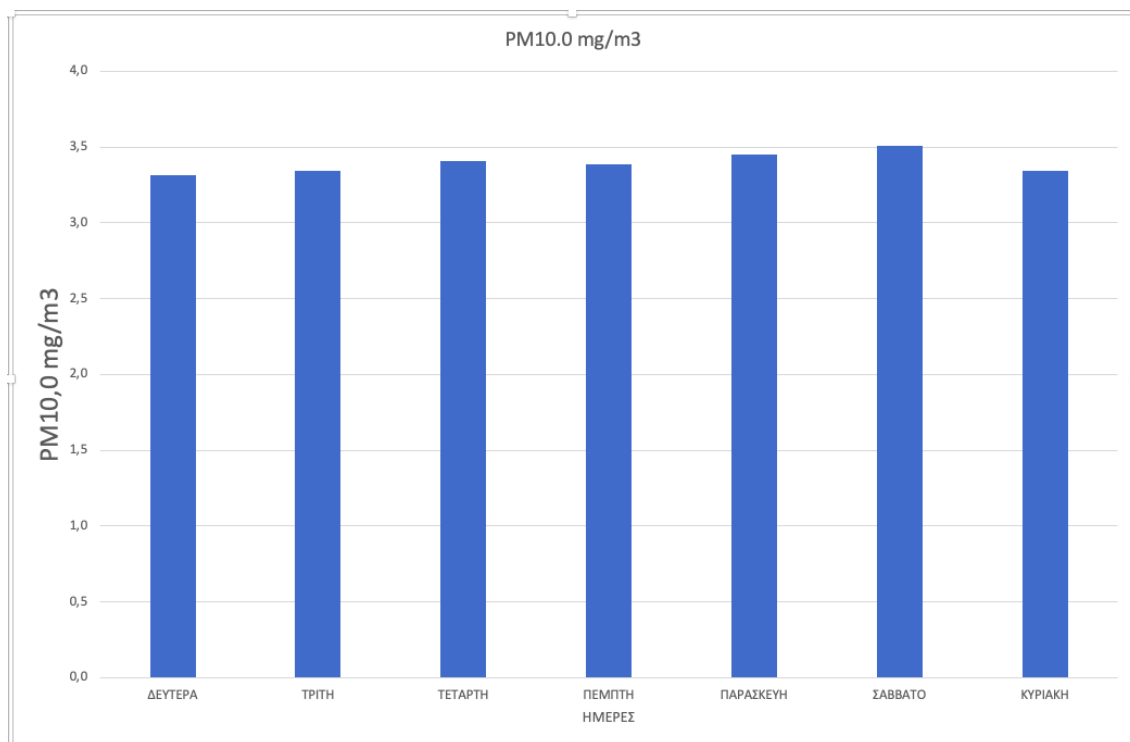
Σχήμα 4.4.3 α : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0

Στο παραπάνω διάγραμμα 4.4.3 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0. Κρίνεται φανερά ορατό από το σχήμα πως οι διακυμάνσεις των τιμών ημερήσιας συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 ανά την ημέρα παρουσιάζουν μηδαμινές διαφορές μεταξύ τους. Συγκεκριμένα η κάθε μέρα της εβδομάδας συγκριτικά με την άλλη βρίσκονται στα ίδια επίπεδα τιμών, με τις τιμές τους να κυμαίνονται πολύ χαμηλά και την υψηλότερη τιμή να παρουσιάζεται το Σάββατο και να κυμαίνεται στα 2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.4.3 β : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5

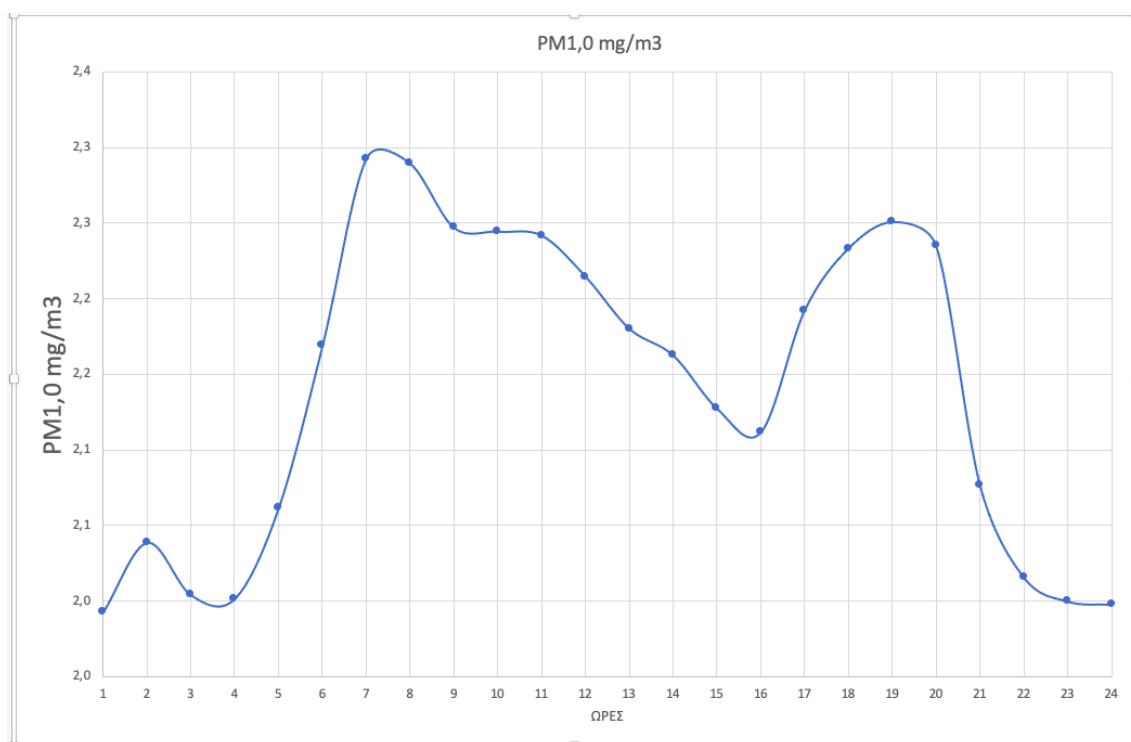
Στο παραπάνω διάγραμμα 4.4.3 β απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5. Κρίνεται φανερά ορατό από το σχήμα πως οι διακυμάνσεις των τιμών ημερήσιας συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 ανά την ημέρα παρουσιάζουν μηδαμινές διαφορές μεταξύ τους. Συγκεκριμένα η κάθε μέρα της εβδομάδας συγκριτικά με την άλλη βρίσκονται στα ίδια επίπεδα τιμών, με τις τιμές τους να κυμαίνονται πολύ χαμηλά και την υψηλότερη τιμή να παρουσιάζεται το Σάββατο και να κυμαίνεται στα 3,2μg/m3.



Σχήμα 4.4.3 γ : Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10

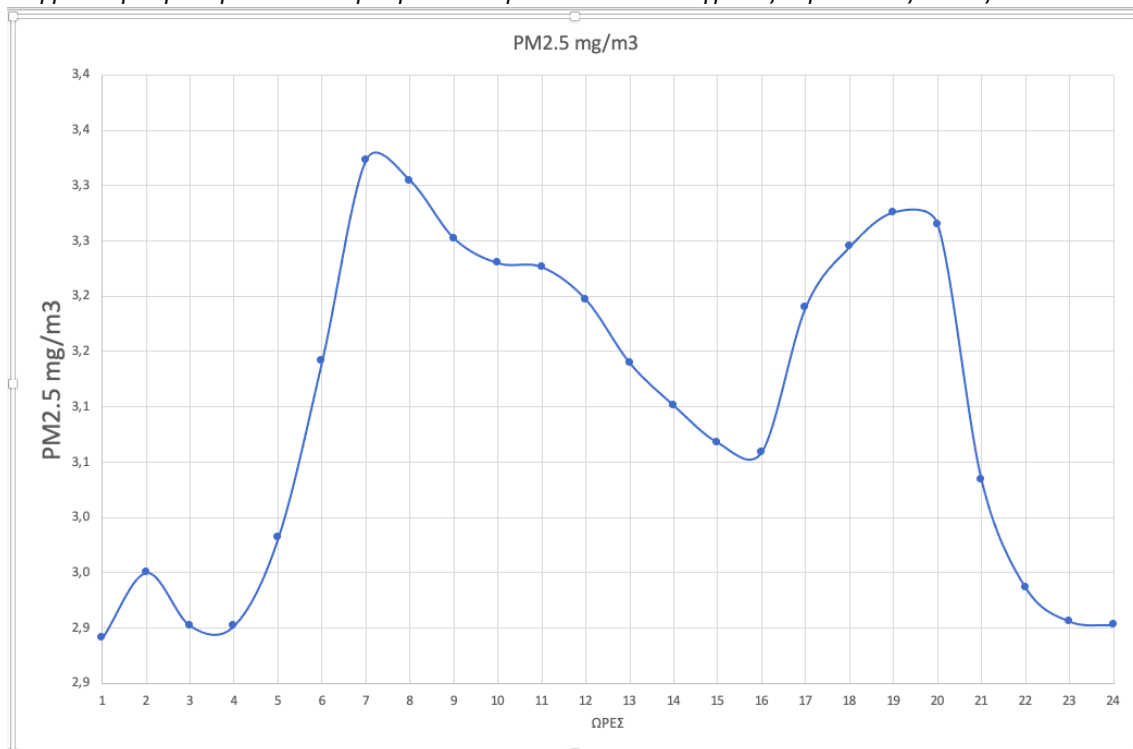
Στο παραπάνω διάγραμμα 4.4.3 γ απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκεντρώσεων των PM10. Κρίνεται φανερά ορατό από το σχήμα πως οι διακυμάνσεις των τιμών ημερήσιας συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM10 ανά την ημέρα παρουσιάζουν μηδαμινές διαφορές μεταξύ τους. Συγκεκριμένα η κάθε μέρα της εβδομάδας συγκριτικά με την άλλη βρίσκονται στα ίδια επίπεδα τιμών, με τις τιμές τους να κυμαίνονται πολύ χαμηλά και την υψηλότερη τιμή να παρουσιάζεται το Σάββατο και να κυμαίνεται στα $3,5\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.4.4 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής



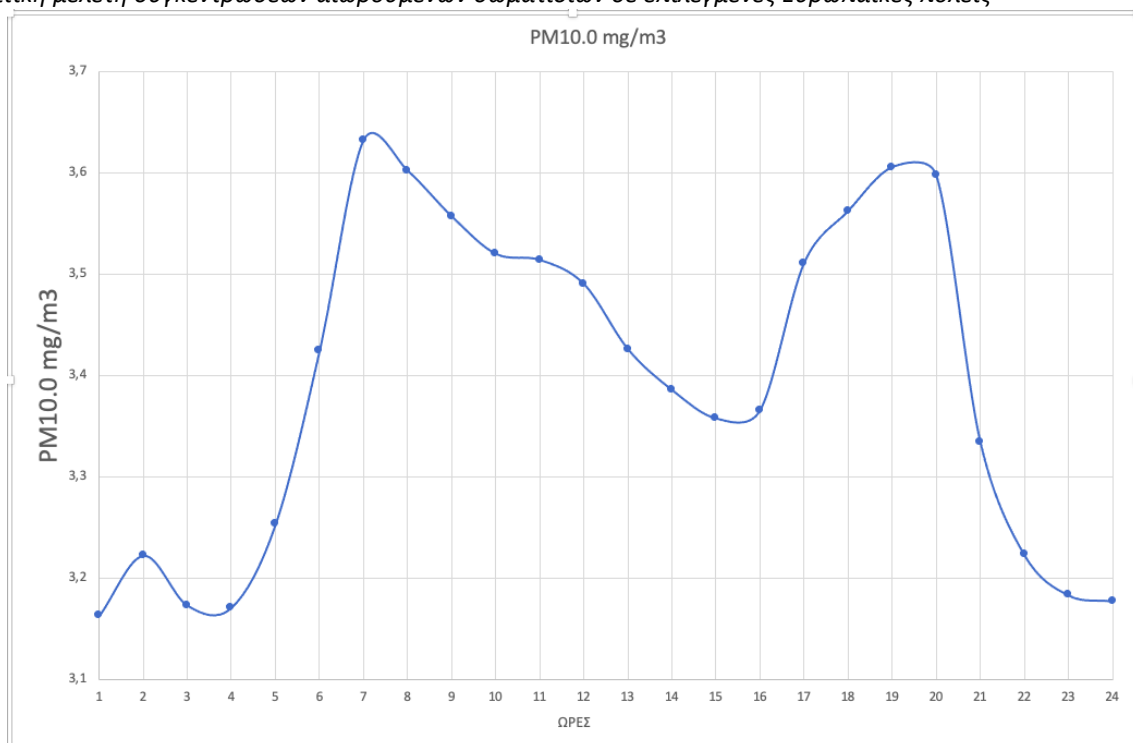
Σχήμα 4.4.4 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0

Το διάγραμμα 4.4.4 α παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διαχρονικής διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0. Στο σχήμα παρατηρούνται τέσσερις σταδιακές αυξομειώσεις. Τις ώρες 1:00-4:00 παρατηρείται η πρώτη, στις 4:00-7:00 η δεύτερη, 8:00-16:00 η τρίτη και 17:00-24:00 η τέταρτη και τελευταία. Γενικά, παρουσιάζονται πολύ μικρές διαφορές των τιμών συγκέντρωσης ενώ η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00. Αυτό ίσως οφείλεται πως τις ώρες αυτές υπάρχει κινητικότητα στην πόλη αυτή(πχ διάφορες εργασίες στο λιμάνι της πόλης). Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται στα $2,3\mu\text{g}.\text{m}^3$ και η χαμηλότερη στα $1,9\mu\text{g}.\text{m}^3$ περίπου.



Σχήμα 4.4.4 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5

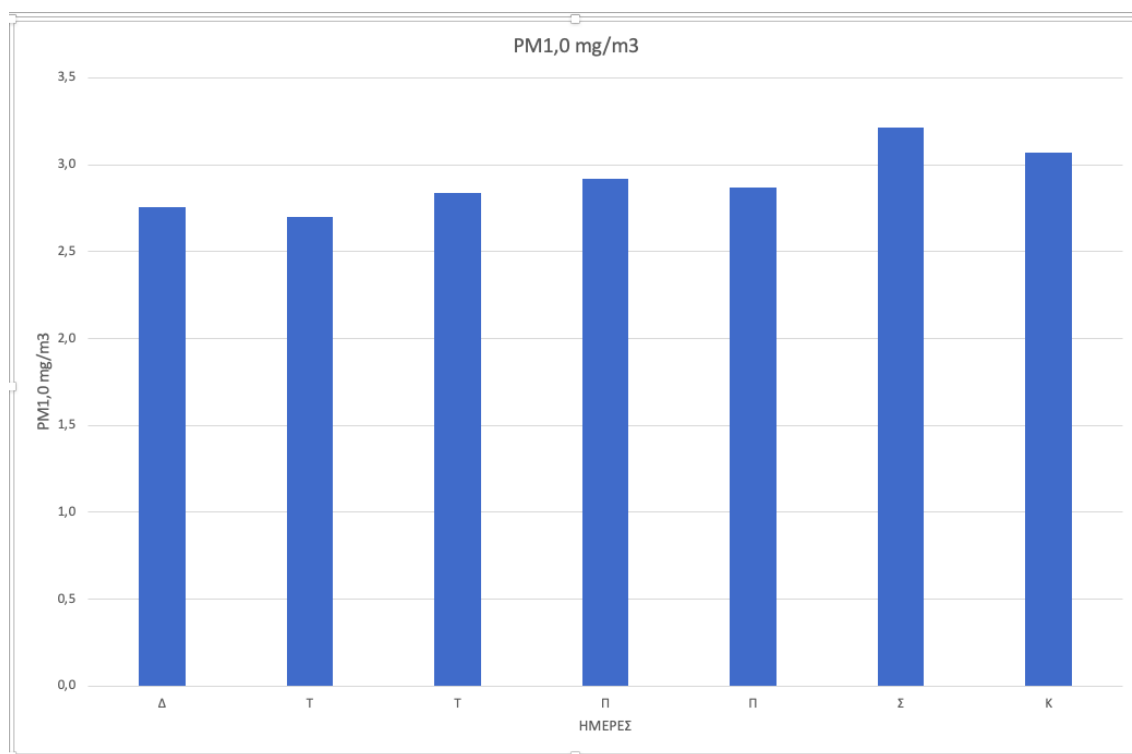
Το διάγραμμα 4.4.4 β παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διαχρονικής διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5. Στο σχήμα παρατηρούνται τέσσερις σταδιακές αυξομειώσεις. Τις ώρες 1:00-4:00 παρατηρείται η πρώτη, στις 4:00-7:00 η δεύτερη, 8:00-16:00 η τρίτη και 17:00-24:00 η τέταρτη και τελευταία. Γενικά, παρουσιάζονται πολύ μικρές διαφορές των τιμών συγκέντρωσης ενώ η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00. Ωστόσο παρουσιάζονται πολύ μικρές διαφορές των τιμών συγκέντρωσης ενώ η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00. Αυτό ίσως οφείλεται πως τις ώρες αυτές υπάρχει κινητικότητα στην πόλη αυτή(πχ διάφορες εργασίες στο λιμάνι της πόλης). Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα 3,7μg.m³ και η χαμηλότερη στα 2,9μg.m³ περίπου.



Σχήμα 4.4.4 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10

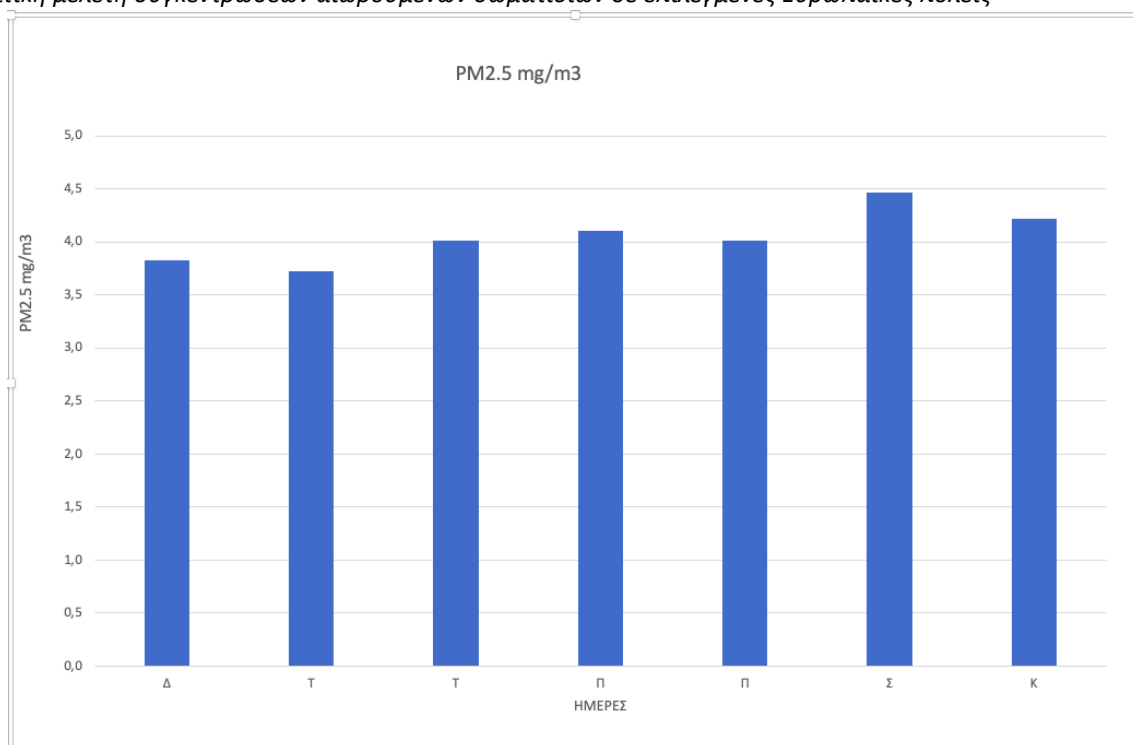
Το διάγραμμα 4.4.4 α παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διαχρονικής διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10. Στο σχήμα παρατηρούνται τέσσερις σταδιακές αυξομειώσεις. Τις ώρες 1:00-4:00 παρατηρείται η πρώτη, στις 4:00-7:00 η δεύτερη, 8:00-16:00 η τρίτη και 17:00-24:00 η τέταρτη και τελευταία. Γενικά, παρουσιάζονται πολύ μικρές διαφορές των τιμών συγκέντρωσης ενώ η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00. Ωστόσο παρουσιάζονται πολύ μικρές διαφορές των τιμών συγκέντρωσης ενώ η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00. Αυτό ίσως οφείλεται πως τις ώρες αυτές υπάρχει κινητικότητα στην πόλη αυτή (πχ διάφορες εργασίες στο λιμάνι της πόλης). Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα 3,6μg.m³ και η χαμηλότερη κοντά στα 3,2μg.m³ περίπου.

4.4.5 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2019



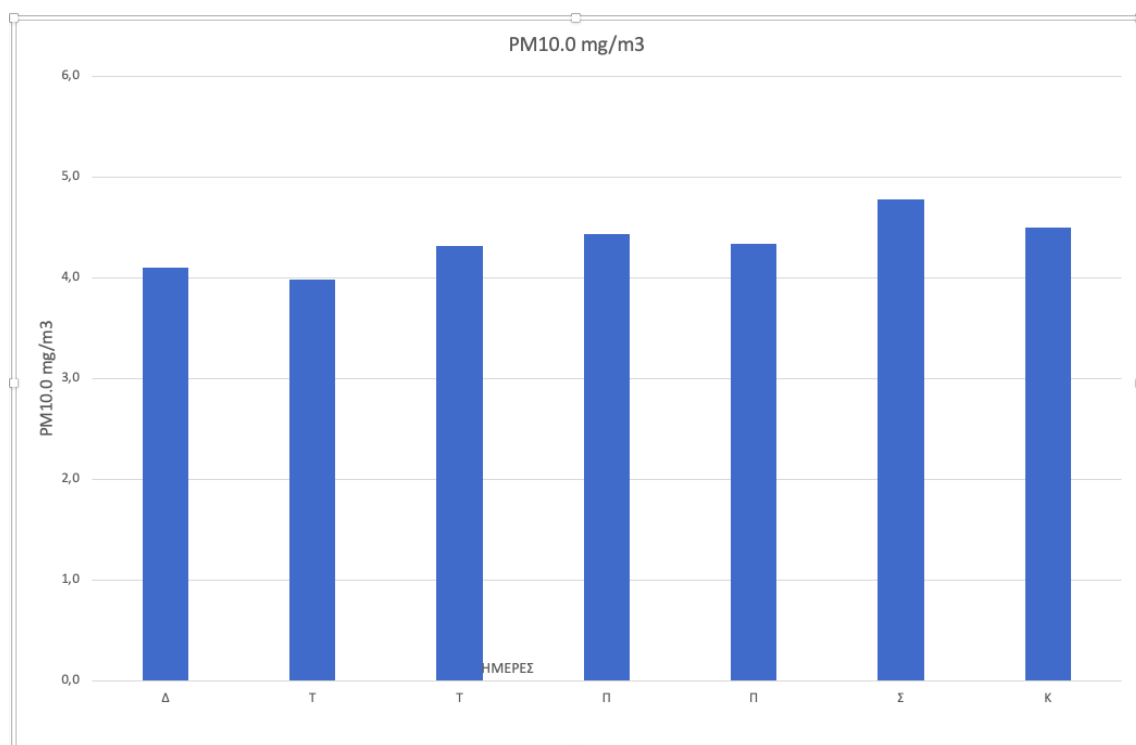
Σχήμα 4.4.5 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1 (2019)

Στο σχήμα 4.4.5 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 για το έτος 2019. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι διακυμάνσεις των τιμών συγκέντρωσης παρουσιάζουν μηδαμινές διαφορές ανά την κάθε ημέρα συγκριτικά. Παρουσιάζονται με τις τιμές τους να κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα και με την υψηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην ημέρα του Σαββάτου στα 3,2μg/m³ και την χαμηλότερη να εντοπίζεται στην ημέρα της Τρίτης στα 2,7μg/m³ περίπου.



Σχήμα 4.4.5 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2019)

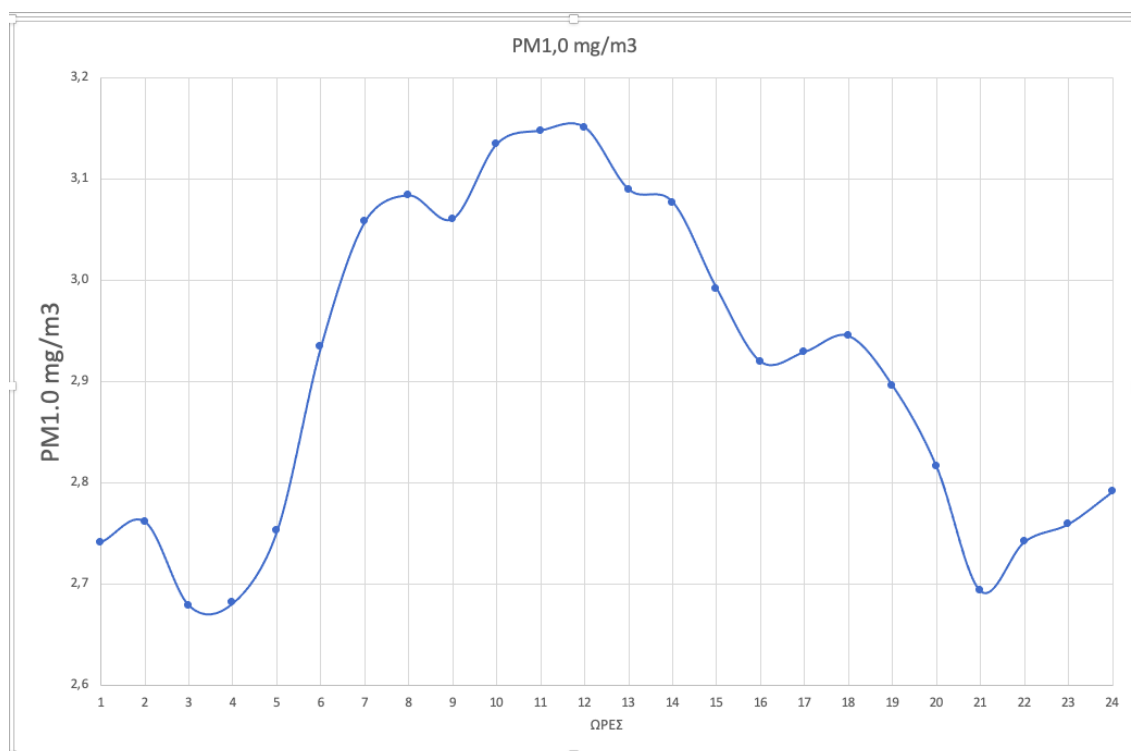
Στο σχήμα 4.4.5 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 για το έτος 2019. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι διακυμάνσεις των τιμών συγκέντρωσης παρουσιάζουν μηδαμινές διαφορές ανά την κάθε ημέρα συγκριτικά. Παρουσιάζονται με τις τιμές τους να κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα και με την υψηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην ημέρα του Σαββάτου στα 4,5μg/m³ και την χαμηλότερη να εντοπίζεται στην ημέρα της Τρίτης στα 3,6μg/m³ περίπου.



Σχήμα 4.4.5 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2019)

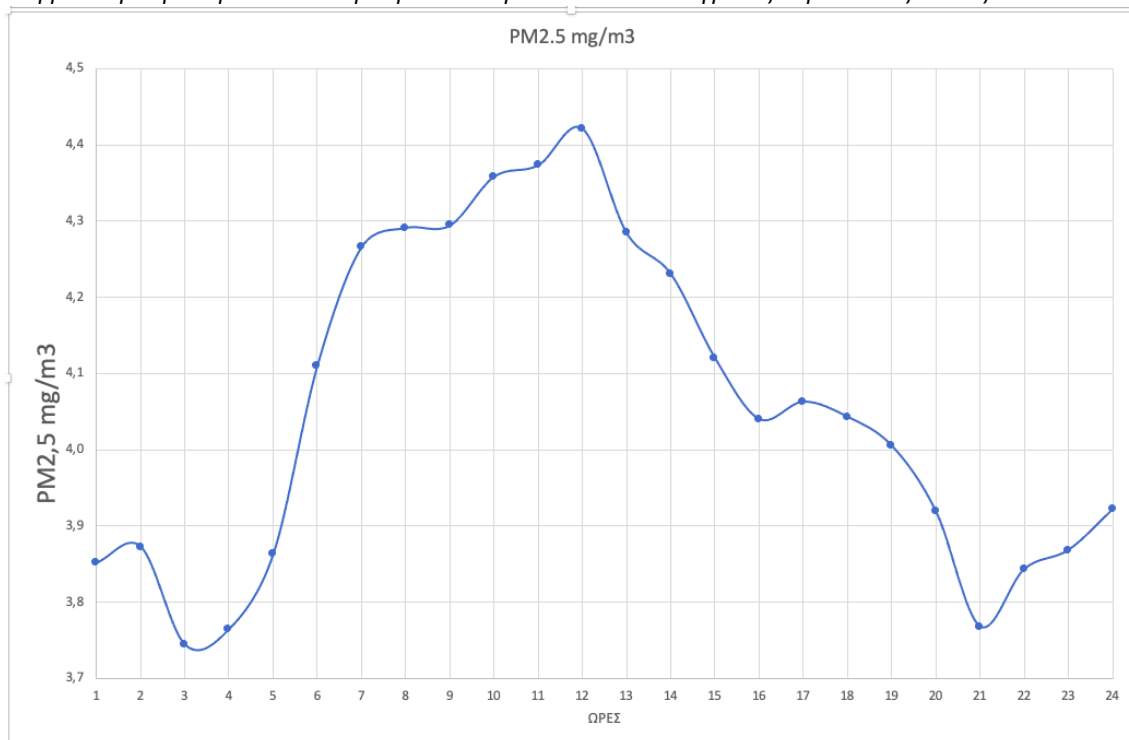
Στο σχήμα 4.4.5 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM10 για το έτος 2019. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι διακυμάνσεις των τιμών συγκέντρωσης παρουσιάζουν μηδαμινές διαφορές ανά την κάθε ημέρα συγκριτικά. Παρουσιάζονται με τις τιμές τους να κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα και με την υψηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην ημέρα του Σαββάτου στα $4,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ και την χαμηλότερη να εντοπίζεται στην ημέρα της Τρίτης στα $4,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου.

4.4.6 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2019



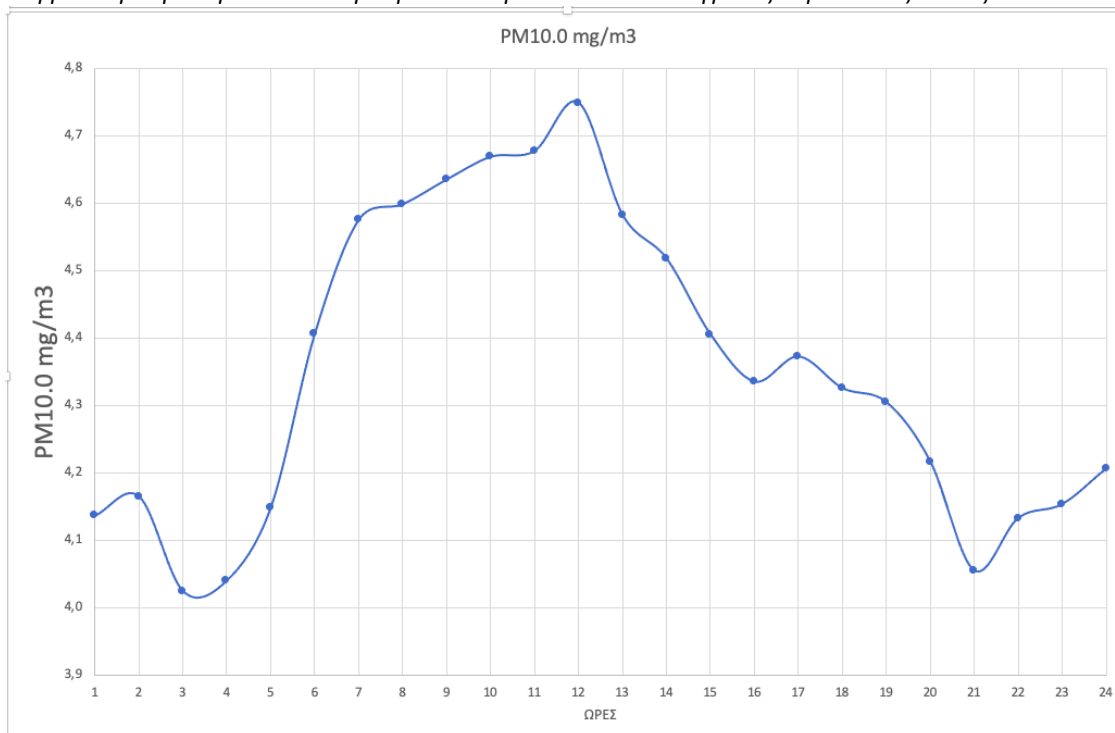
Σχήμα 4.4.6 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2019)

Το διάγραμμα 4.4.6 α παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2019. Στο σχήμα παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια αύξηση στις 4:00-12:00 και στην συνέχεια μειώνεται έως ότου παραμείνει σταθερή σχεδόν για τρεις ώρες (διάστημα μεταξύ 16:00-19:00) και στην συνέχεια ξανά μειωθεί έως και τις 21:00 για να αυξηθεί ξανά μέχρι τις 24:00 το βράδυ. Το διάγραμμα παρουσιάζει αυτές τις διακυμάνσεις ίσως γιατί αυτήν την περίοδο η κινητικότητα και οι εκπομπές των σωματιδίων εκπέμπονταν κυρίως τις μεσημεριανές ώρες. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα $3,2\mu\text{g}.\text{m}^3$ και η χαμηλότερη κοντά στα $2,7\mu\text{g}.\text{m}^3$ περίπου.



Σχήμα 4.4.6 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2019)

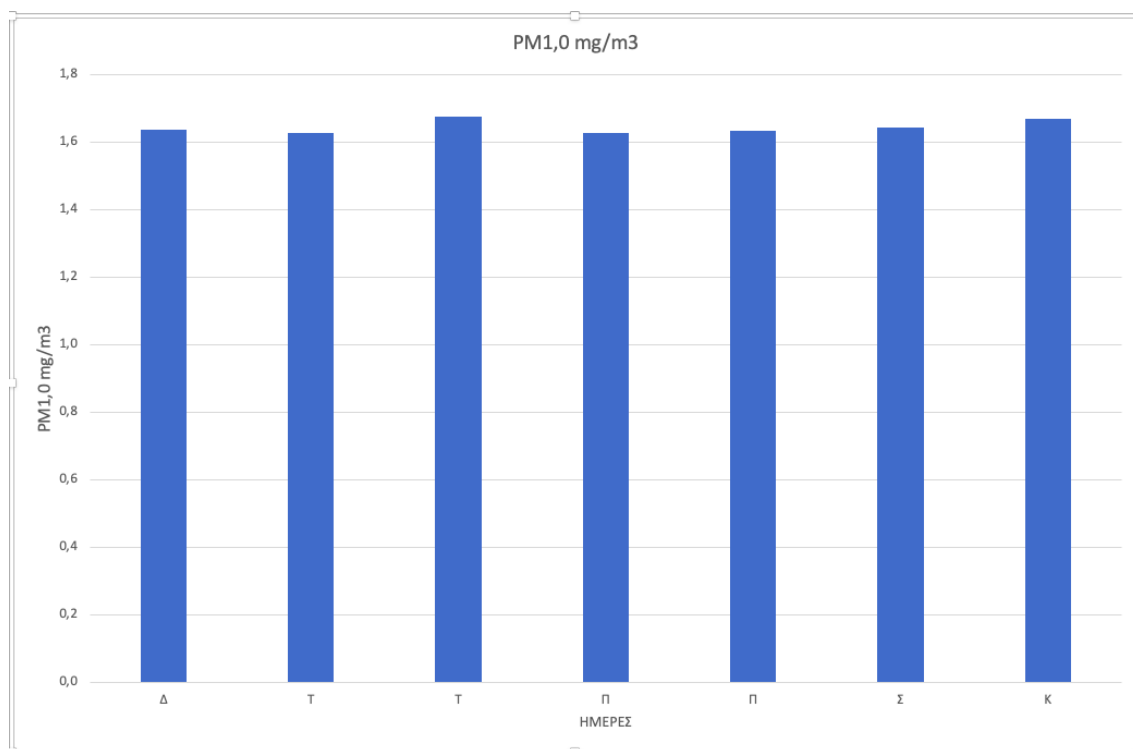
Το διάγραμμα 4.4.6 β παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2019. Στο σχήμα παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια αύξηση στις 4:00-12:00 και στην συνέχεια μειώνεται έως ότου παραμείνει σταθερή σχεδόν για τρεις ώρες (διάστημα μεταξύ 16:00-19:00) και στην συνέχεια ξανά μειωθεί έως και τις 21:00 για να αυξηθεί ξανά μέχρι τις 24:00 το βράδυ. Το διάγραμμα παρουσιάζει αυτές τις διακυμάνσεις ίσως γιατί αυτήν την περίοδο η κινητικότητα και οι εκπομπές των σωματιδίων εκπέμπονταν κυρίως τις μεσημεριανές ώρες. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα $4,4\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ και η χαμηλότερη κοντά στα $3,7\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ περίπου. Οι τιμές συγκριτικά με το διάγραμμα των PM1.0 είναι φανερά πιο αυξημένες, παράλληλα πέραν αυτού φαίνεται πως ακολουθείται το ίδιο μοτίβο αυξομείωσης τιμών.



Σχήμα 4.4.6 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2019)

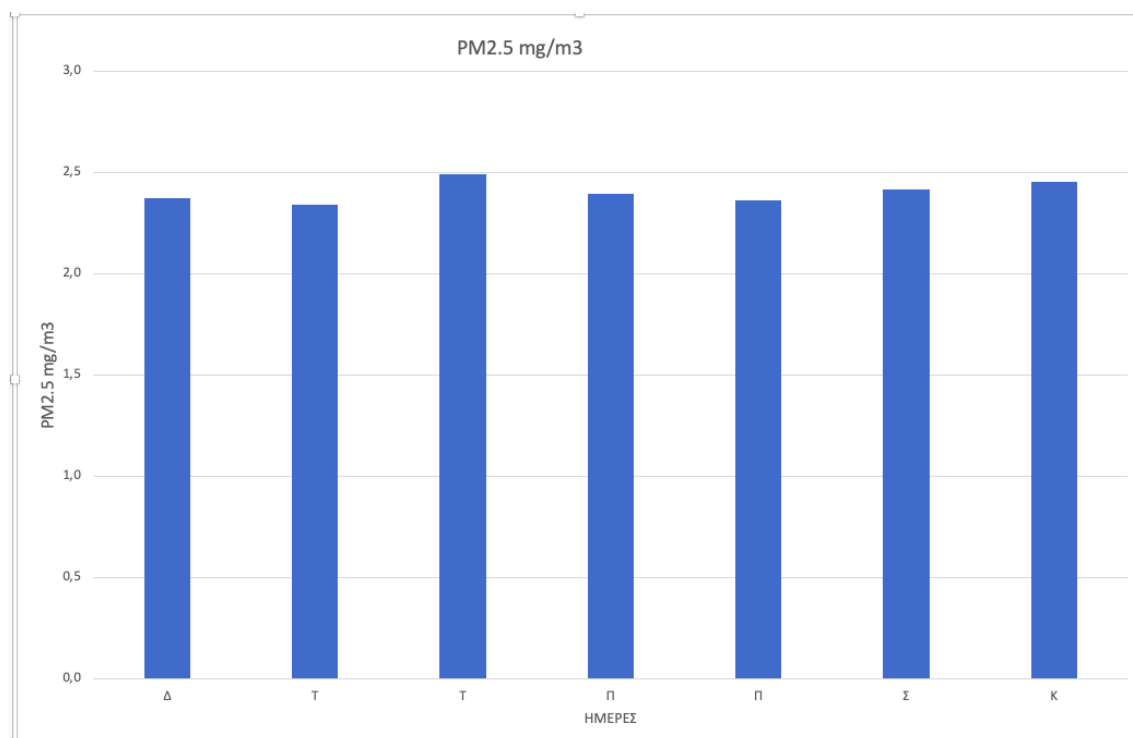
Το διάγραμμα 4.4.6 γ παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για το έτος 2019. Στο σχήμα παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια αύξηση στις 4:00-12:00 και στην συνέχεια μειώνεται έως ότου παραμείνει σταθερή σχεδόν για τρεις ώρες (διάστημα μεταξύ 16:00-19:00) και στην συνέχεια ξανά μειωθεί έως και τις 21:00 για να αυξηθεί ξανά μέχρι τις 24:00 το βράδυ. Το διάγραμμα παρουσιάζει αυτές τις διακυμάνσεις ίσως γιατί αυτήν την περίοδο η κινητικότητα και οι εκπομπές των σωματιδίων εκπέμπονταν κυρίως τις μεσημεριανές ώρες. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα $4,7\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ και η χαμηλότερη κοντά στα $4,0\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ περίπου. Οι τιμές συγκριτικά με τα διαγράμματα των PM1.0 και PM2.5 είναι φανερά πιο αυξημένες, παράλληλα πέραν αυτού φαίνεται πως ακολουθείται το ίδιο μοτίβο αυξομείωσης τιμών.

4.4.7 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020

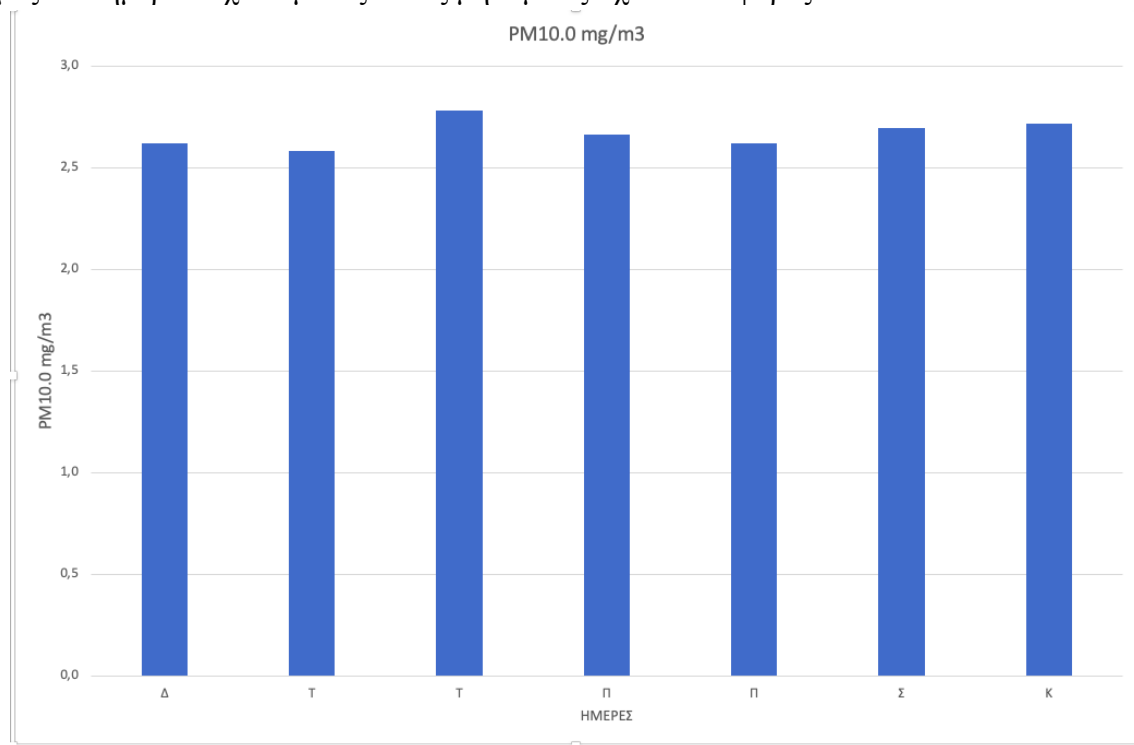


Σχήμα 4.4.7 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2020)

Στο σχήμα 4.4.7 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 για το έτος 2020. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως παρουσιάζει υποδειγματικές διακυμάνσεις καθώς δεν παρατηρούνται έντονες διαφορές μεταξύ των ημερών σχετικά με την εκπομπή των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 και οι τιμές κυμαίνονται σε παρά πολύ χαμηλά επίπεδα. Εμφανίζονται με την υψηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην ημέρα της Τετάρτης κοντά στα 1,6μg/m³ και την χαμηλότερη να εντοπίζεται στην ημέρα της Τρίτης πάλι κοντά στα 1,6μg/m³ οριακά. Οι τιμές των ημερών έχουν μεταξύ τους μηδαμινές σχεδόν διαφορές.



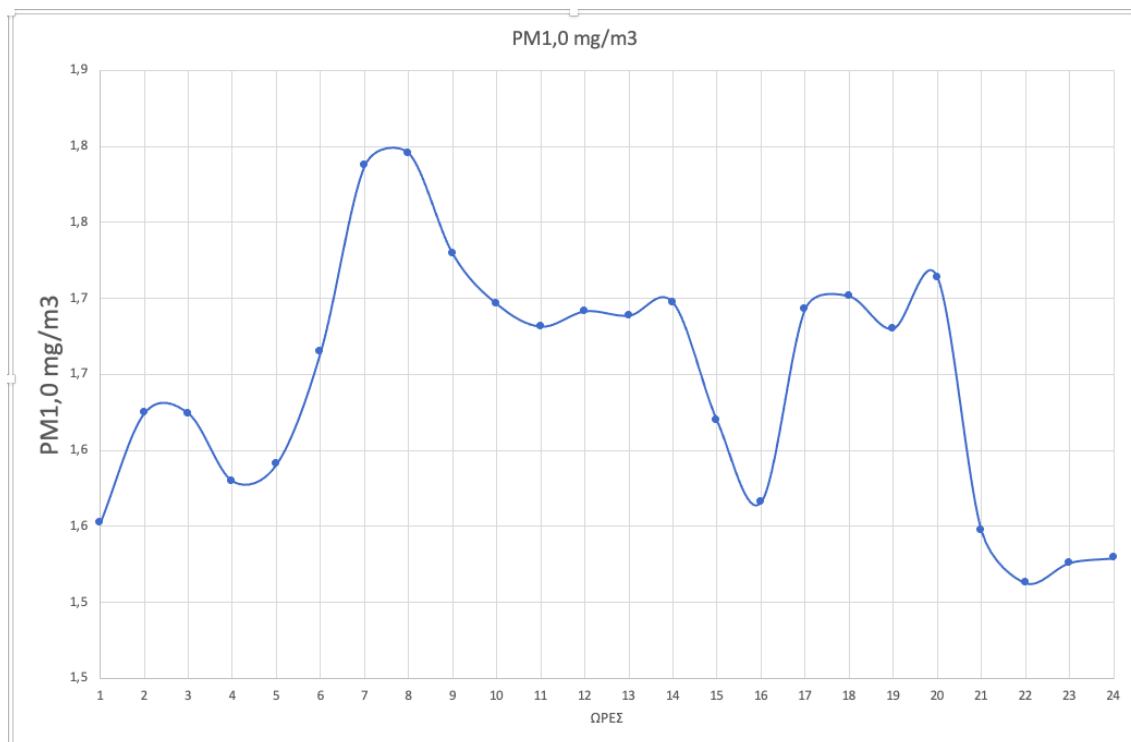
Στο σχήμα 4.4.7 β απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM_{2.5} για το έτος 2020. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως παρουσιάζουν χαμηλές σχετικά διακυμάνσεις καθώς δεν παρατηρούνται έντονες διάφορες μεταξύ των ημερών σχετικά με την εκπομπή των αιωρούμενων σωματιδίων PM_{2.5} και οι τιμές κυμαίνονται σε παρά πολύ χαμηλά επίπεδα. Εμφανίζονται με την υψηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην ημέρα της Τετάρτης κοντά στα 2,5μg/m³ και την χαμηλότερη να εντοπίζεται στην ημέρα της Τρίτης κοντά στα 2,3μg/m³ οριακά. Οι τιμές των ημερών έχουν μεταξύ τους μηδαμινές σχεδόν διαφορές.



Σχήμα 4.4.7 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM₁₀ (2020)

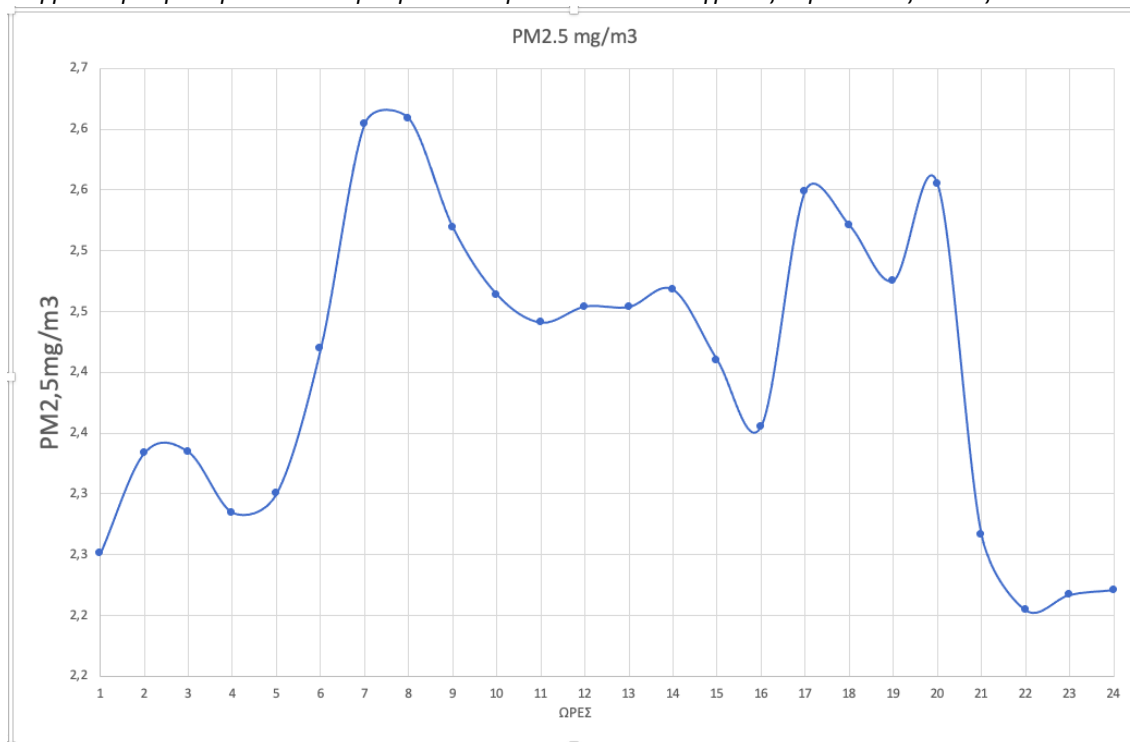
Στο σχήμα 4.4.7 γ απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM₁₀ για το έτος 2020. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως παρουσιάζουν χαμηλές σχετικά διακυμάνσεις καθώς δεν παρατηρούνται έντονες διάφορες μεταξύ των ημερών σχετικά με την εκπομπή των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ και οι τιμές κυμαίνονται σε παρά πολύ χαμηλά επίπεδα. Εμφανίζονται με την υψηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην ημέρα της Τετάρτης κοντά στα 2,8μg/m³ και την χαμηλότερη να εντοπίζεται στην ημέρα της Τρίτης κοντά στα 2,6μg/m³ οριακά. Οι τιμές των ημερών έχουν μεταξύ τους μηδαμινές σχεδόν διαφορές. Ομοιότητες εμφάνισαν και τα τρία διαγράμματα συγκεντρώσεων PM_{1.0}, PM_{2.5} και PM₁₀ με μικρή διαφορά όσον αφορά την διαβάθμιση των τιμών που ανά PM ολοένα και αυξανόντουσαν οι τιμές συγκέντρωσης ενώ η διακύμανση παρέμενε ίδια.

4.4.8 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020



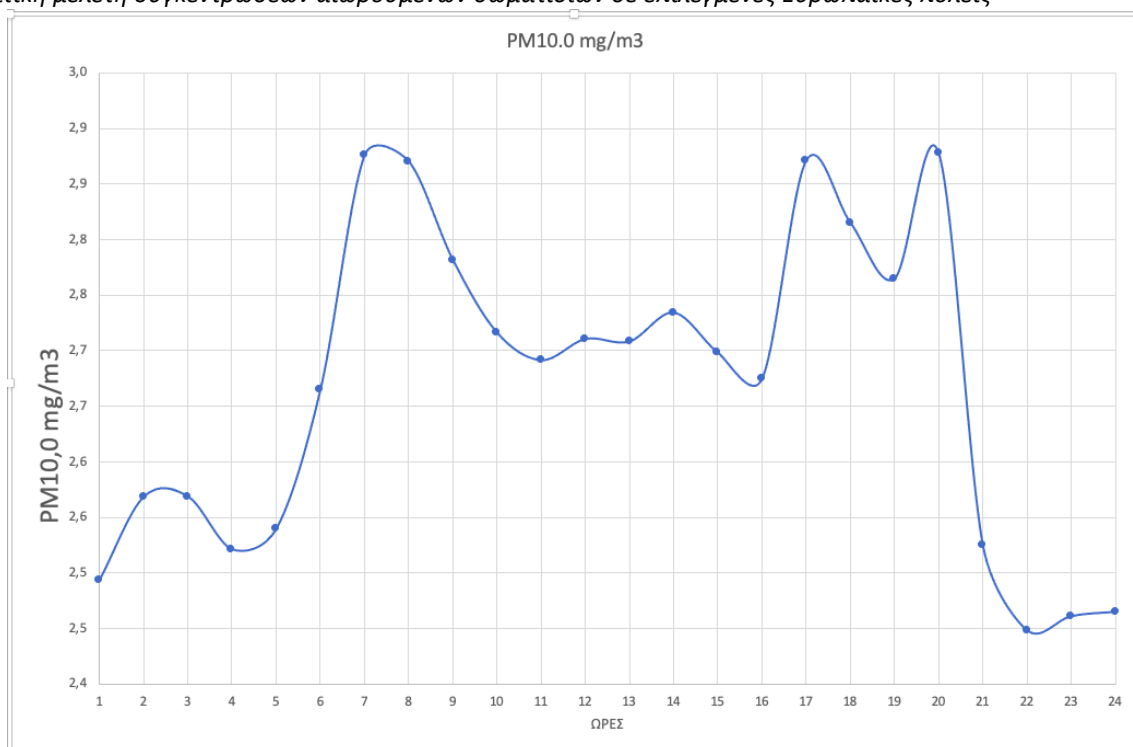
Σχήμα 4.4.8 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2020)

Το διάγραμμα 4.4.8 α παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2020. Στο σχήμα παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00 και 19:00-20:00 μετά. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια αύξηση στις 4:00-8:00 και στην συνέχεια μειώνεται έως ότου παραμείνει σταθερή σχεδόν για τέσσερις ώρες (διάστημα μεταξύ 10:00-14:00) και στην συνέχεια ξανά να αυξομειωθεί για να καταλήξει ξανά με πτώση τιμών κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα $1,8\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ και η χαμηλότερη κοντά στα $1,5\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ περίπου. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα παρατηρείται ομαλή διακύμανση των τιμών καθώς οι συγκεντρώσεις δεν υπερβαίνουν τα $2\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.4.8 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2020)

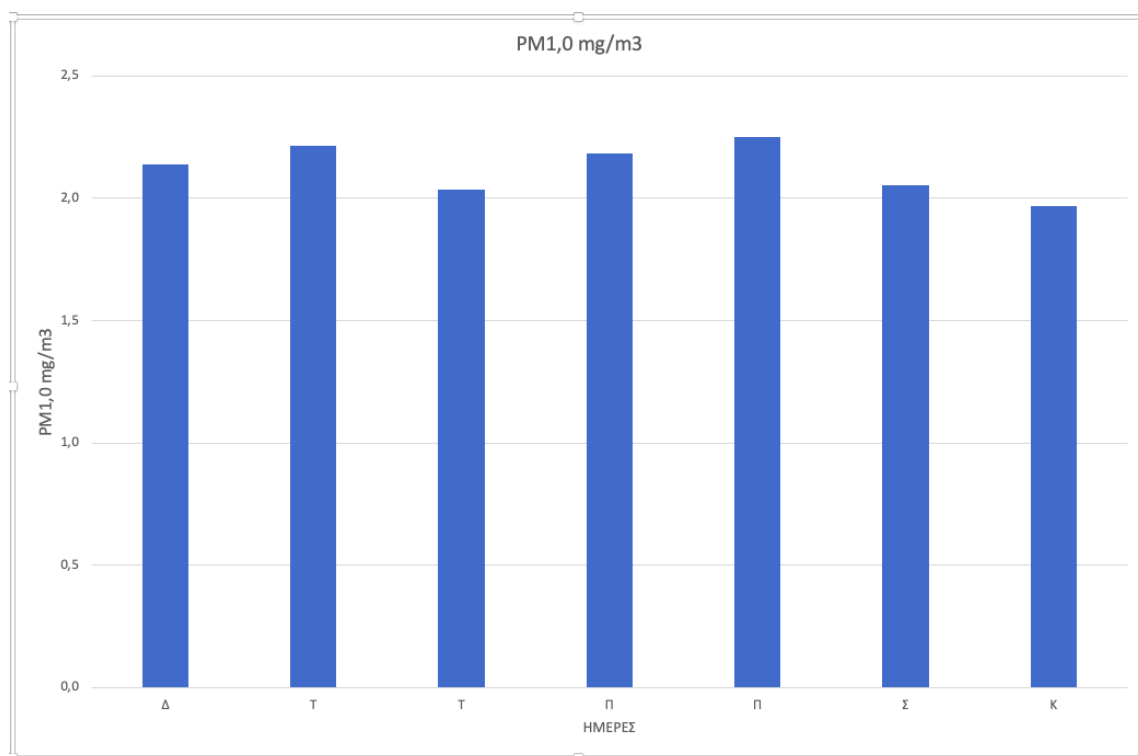
Το διάγραμμα 4.4.8β παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2020. Στο σχήμα παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00 και 19:00-20:00 μετά. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια αύξηση στις 4:00-8:00 και στην συνέχεια μειώνεται έως ότου παραμείνει σταθερή σχεδόν για τέσσερις ώρες (διάστημα μεταξύ 10:00-14:00) και στην συνέχεια ξανά να αυξομειωθεί για να καταλήξει ξανά με πτώση τιμών κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα 2,6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ και η χαμηλότερη κοντά στα 2,2 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ περίπου. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα παρατηρείται ομαλή διακύμανση των τιμών καθώς οι συγκεντρώσεις δεν υπερβαίνουν τα 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.4.8 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2020)

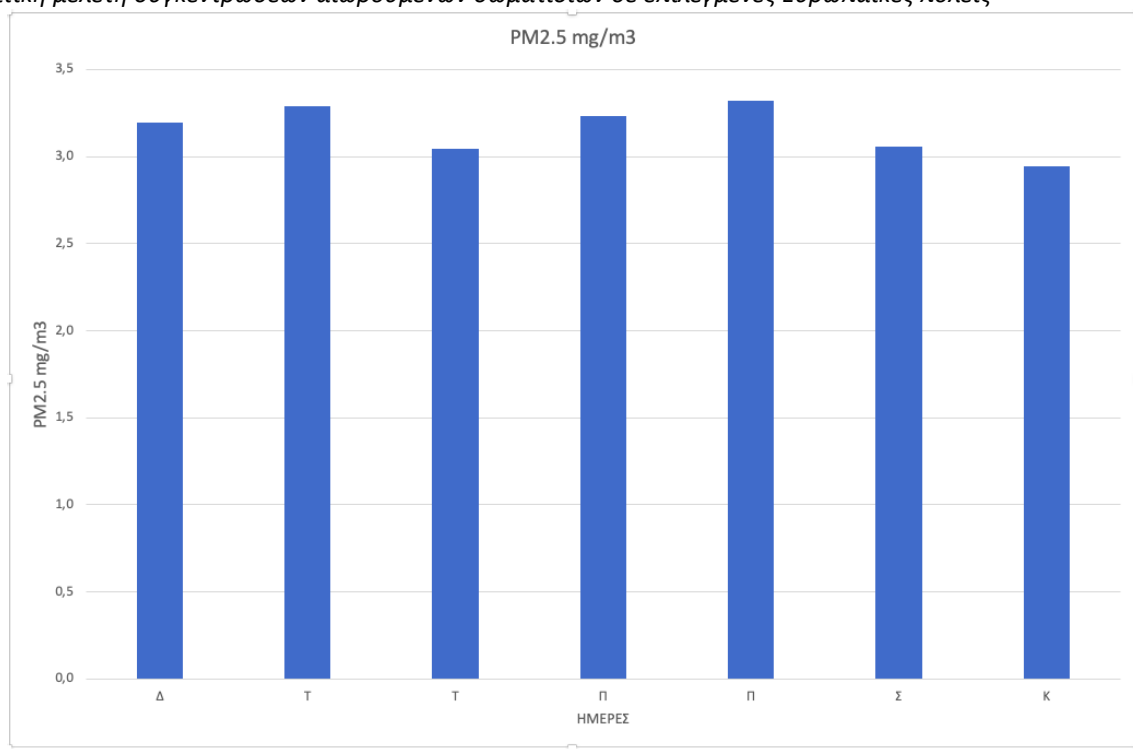
Το διάγραμμα 4.4.8 γ παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για το έτος 2020. Στο σχήμα παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους διαφέρει αρκετά καθώς υπάρχει αύξηση τις πρωινές ώρες 4:00-7:00 και τις απογευματινές 16:00-19:00 και 19:00-20:00 μετά. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια αύξηση στις 4:00-8:00 και στην συνέχεια μειώνεται έως ότου παραμείνει σταθερή σχεδόν για τέσσερις ώρες (διάστημα μεταξύ 10:00-14:00) και στην συνέχεια ξανά να αυξομειωθεί για να καταλήξει ξανά με πτώση τιμών κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα $2,9\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ και η χαμηλότερη κοντά στα $2,5\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ περίπου. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα παρατηρείται ομαλή διακύμανση των τιμών καθώς οι συγκεντρώσεις δεν υπερβαίνουν τα $3\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ίδιο μοτίβο διακυμάνσεων παρατηρείται στις τιμές συγκεντρώσεων και των PM1.0, PM2.5 αλλά και των PM10.

4.4.9 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2021



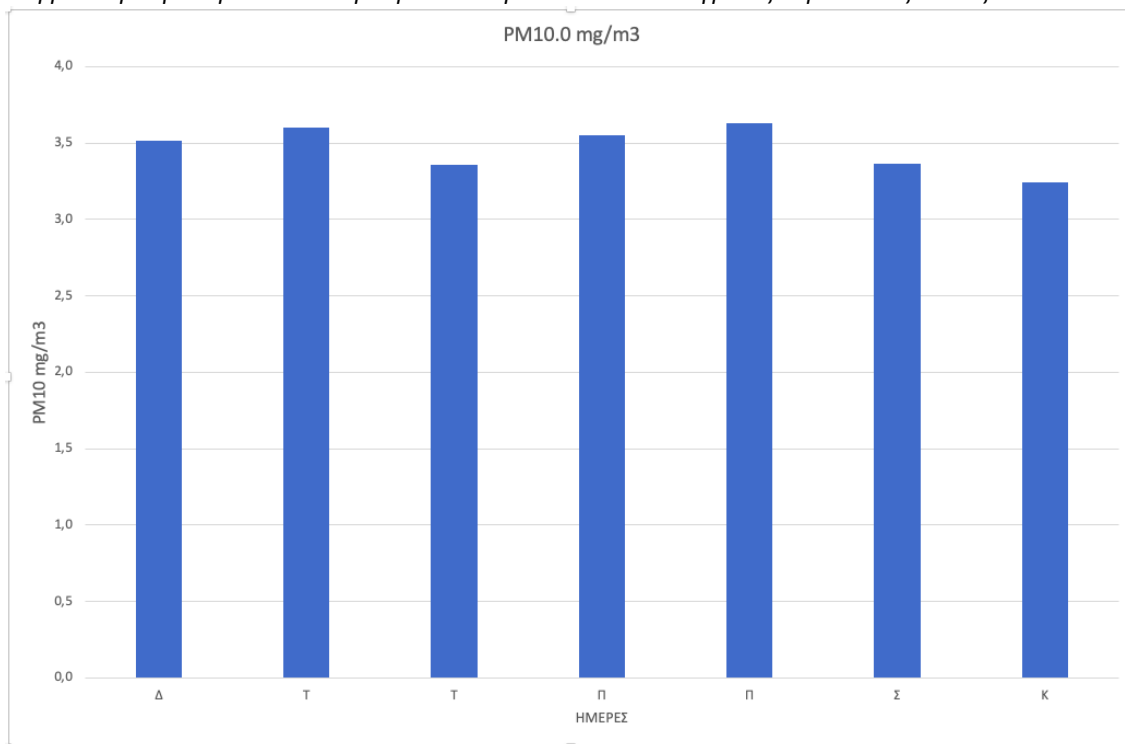
Σχήμα 4.4.9 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2021)

Στο σχήμα 4.4.9 α αποτυπώνονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 για το έτος 2021. Στο παραπάνω διάγραμμα διαφαίνονται χαμηλές σχετικά διακυμάνσεις καθώς δεν παρατηρούνται έντονες διαφορές μεταξύ των ημερών σχετικά με την εκπομπή των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 και οι τιμές κυμαίνονται σε παρά πολύ χαμηλά επίπεδα. Εμφανίζονται με την υψηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην ημέρα της Παρασκευής κοντά στα 2,3μg/m³ και την χαμηλότερη να εντοπίζεται στην ημέρα της Κυριακής κοντά στα 1,9μg/m³ οριακά. Οι τιμές των ημερών έχουν μεταξύ τους μηδαμινές σχεδόν διαφορές. Όπως και στα διαγράμματα του 2020 οι συγκεντρώσεις τιμών δεν παρουσιάζουν κάποια διακύμανση έντονη προς σχολιασμό διότι δεν παρατηρείται κάποια έντονη διαφορά ανάμεσα στις ημέρες και οι τιμές δεν υπερβαίνουν τα 2,5μg/m³.



Σχήμα 4.4.9 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2021)

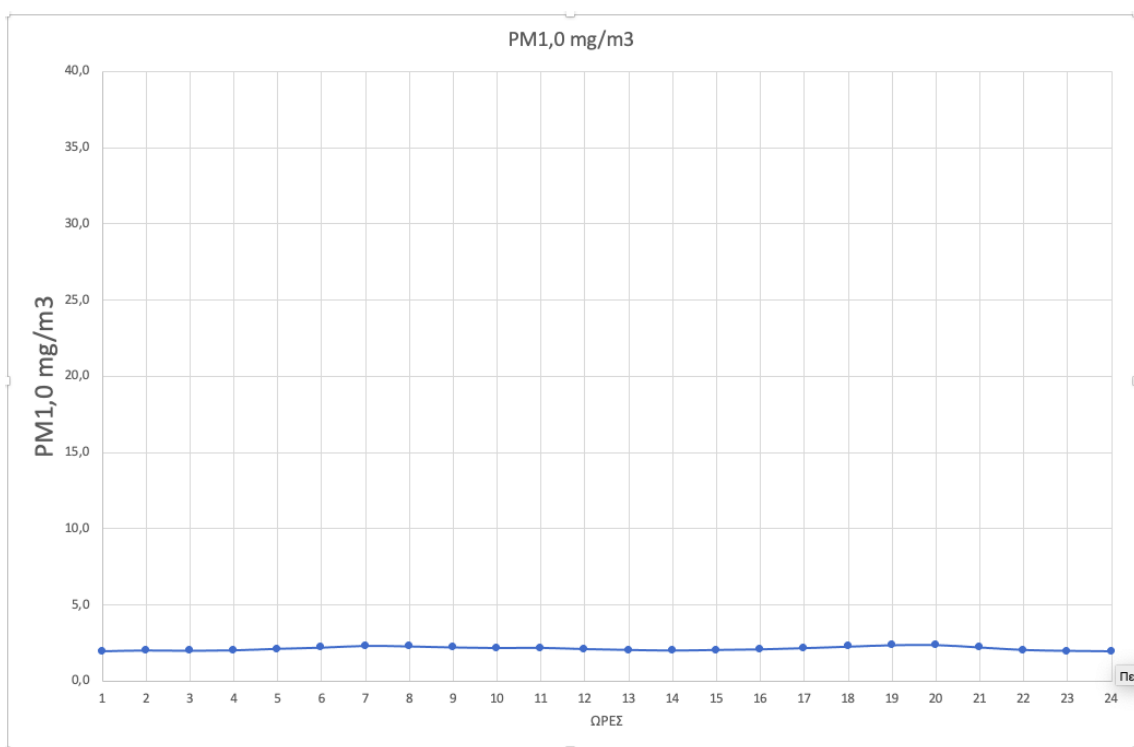
Στο σχήμα 4.4.9 β απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 για το έτος 2021. Στο παραπάνω διάγραμμα οι τιμές παρουσιάζουν χαμηλές σχετικά διακυμάνσεις καθώς δεν παρατηρούνται έντονες διαφορές μεταξύ των ημερών σχετικά με την εκπομπή των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 και οι τιμές κυμαίνονται σε παρά πολύ χαμηλά επίπεδα. Εμφανίζεται με την υψηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην ημέρα της Παρασκευής κοντά στα 3,4μg/m³ και την χαμηλότερη να εντοπίζεται στην ημέρα της Κυριακής κοντά στα 2,9μg/m³. Οι τιμές των ημερών έχουν μεταξύ τους μηδαμινές σχεδόν διαφορές. Όπως και στο διάγραμμα των PM1.0 οι συγκεντρώσεις τιμών ,στο παρόν διάγραμμα, δεν παρουσιάζουν κάποια διακύμανση έντονη προς σχολιασμό διότι δεν παρατηρείται κάποια έντονη διαφορά ανάμεσα στις ημέρες και οι τιμές δεν υπερβαίνουν τα 3,5μg/m³.



Σχήμα 4.4.9 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2021)

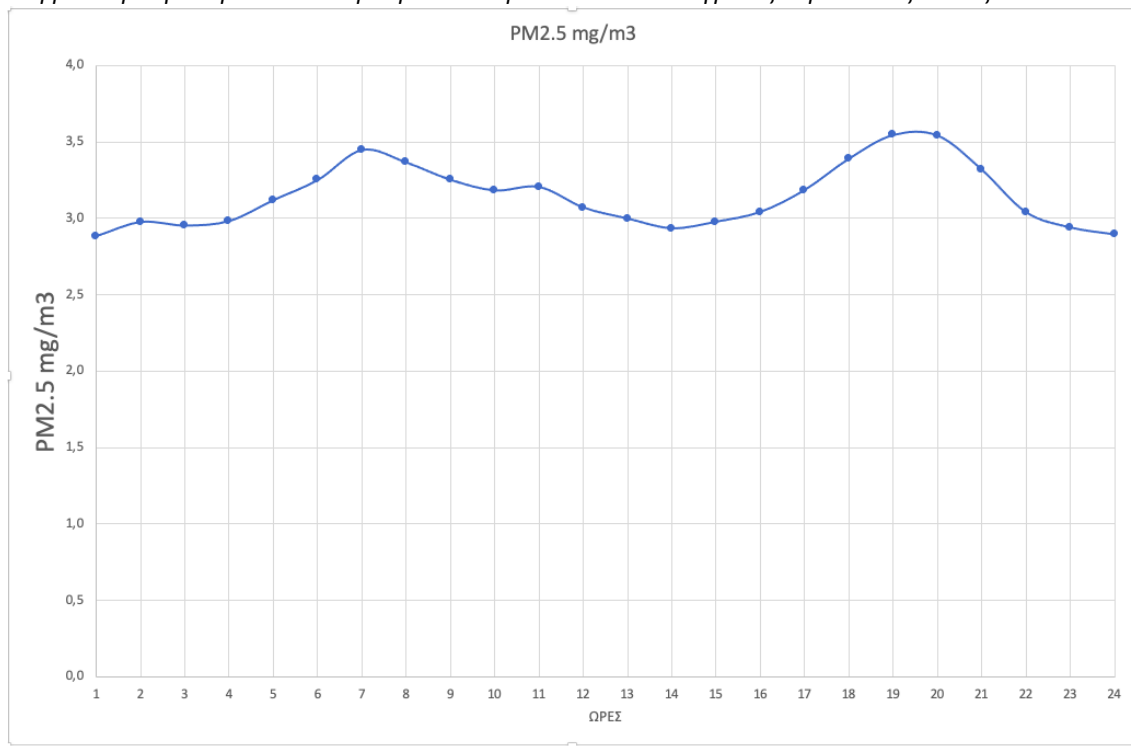
Στο σχήμα 4.4.9 γ απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM10 για το έτος 2021. Στο παραπάνω διάγραμμα οι τιμές παρουσιάζουν χαμηλές σχετικά διακυμάνσεις καθώς δεν παρατηρούνται έντονες διαφορές μεταξύ των ημερών σχετικά με την εκπομπή των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 και οι τιμές κυμαίνονται σε παρά πολύ χαμηλά επίπεδα. Εμφανίζονται με την υψηλότερη τιμή να εντοπίζεται στην ημέρα της Παρασκευής κοντά στα 3,6μg/m³ και την χαμηλότερη να εντοπίζεται στην ημέρα της Κυριακής κοντά στα 3,3μg/m³. Οι τιμές των ημερών έχουν μεταξύ τους μηδαμινές σχεδόν διαφορές. Όπως και στο διάγραμμα του PM1 και του PM2,5 οι συγκεντρώσεις τιμών ,στο παρόν διάγραμμα, δεν παρουσιάζουν κάποια διακύμανση έντονη προς σχολιασμό διότι δεν παρατηρείται κάποια έντονη διαφορά ανάμεσα στις ημέρες και οι τιμές δεν υπερβαίνουν τα 4μg/m³.

4.4.10 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2021



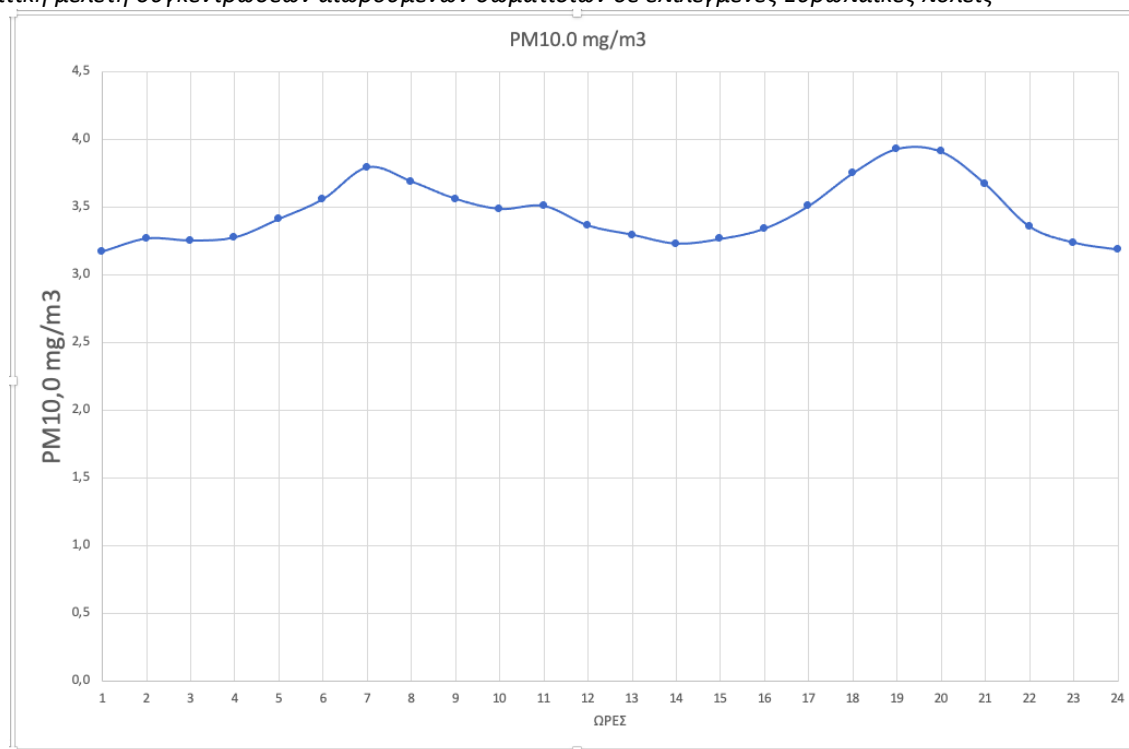
Σχήμα 4.4.10 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2021)

Το διάγραμμα 4.4.10 α παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2021. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και υπάρχουν πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Αυτό είναι ένα παράδειγμα διαγράμματος με μεγαλύτερη κλίμακα κοντά στο ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο . Παρατηρείται πως οι συγκεντρώσεις των τιμών μοιάζουν σαν μια ευθεία γραμμή. Αυτό οφείλεται στις τιμές όπου είναι υπερβολικά χαμηλές σε συνάρτηση με την μεγάλη κλίμακα του διαγράμματος.



Σχήμα 4.4.10 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2021)

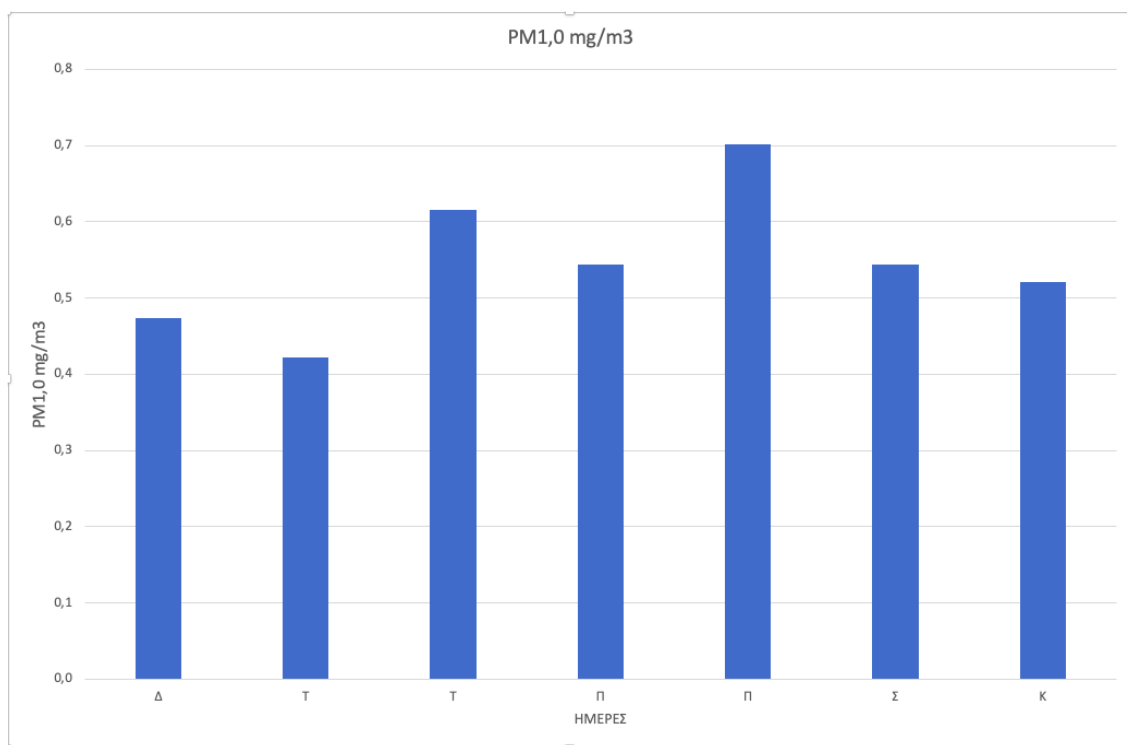
Το διάγραμμα 4.4.10 β παραπάνω απεικονίζει τις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2021. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και υπάρχουν πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους εμφανίζει πολύ μικρές αυξομειώσεις. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια αύξηση από τις 1:00-7:00 και στην συνέχεια μειώνεται έως ότου παραμείνει σταθερή σχεδόν για τέσσερις ώρες (διάστημα μεταξύ 12:00-16:00) και στην συνέχεια ξανά να αυξομειωθεί για να καταλήξει ξανά με πτώση τιμών κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα 3,5μg.m³ και η χαμηλότερη κοντά στα 2,9μg.m³ περίπου. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια ομαλή διακύμανση των τιμών καθώς οι τιμές κυμαίνονται από 2,9μg/m³ έως και 3,5μg/m³.



Σχήμα 4.4.10 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2021)

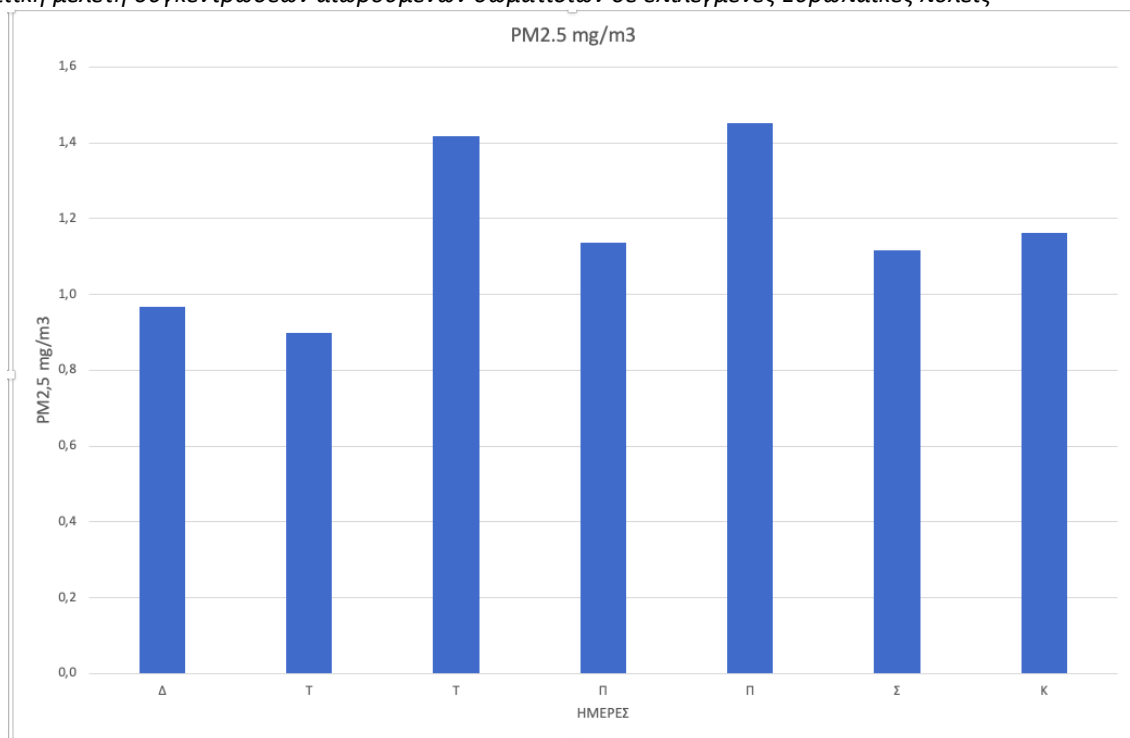
Το διάγραμμα 4.4.10 γ παραπάνω απεικονίζει τις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για το έτος 2021. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και υπάρχουν πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους εμφανίζει πολύ μικρές αυξομειώσεις. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια αύξηση από τις 1:00-7:00 και στην συνέχεια μειώνεται έως ότου παραμείνει σταθερή σχεδόν για τέσσερις ώρες (διάστημα μεταξύ 12:00-16:00) και στην συνέχεια ξανά να αυξομειωθεί για να καταλήξει ξανά με πτώση τιμών κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα 4,0μg.m³ και η χαμηλότερη κοντά στα 3,2μg.m³ περίπου. Το παρόν διάγραμμα παρουσιάζει ίδιο μοτίβο με το διάγραμμα PM2,5. Παρατηρείται μια ομαλή διακύμανση των τιμών καθώς οι τιμές κυμαίνονται από 3,2μg/m³ έως και 3,9μg/m³.

4.4.11 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2022



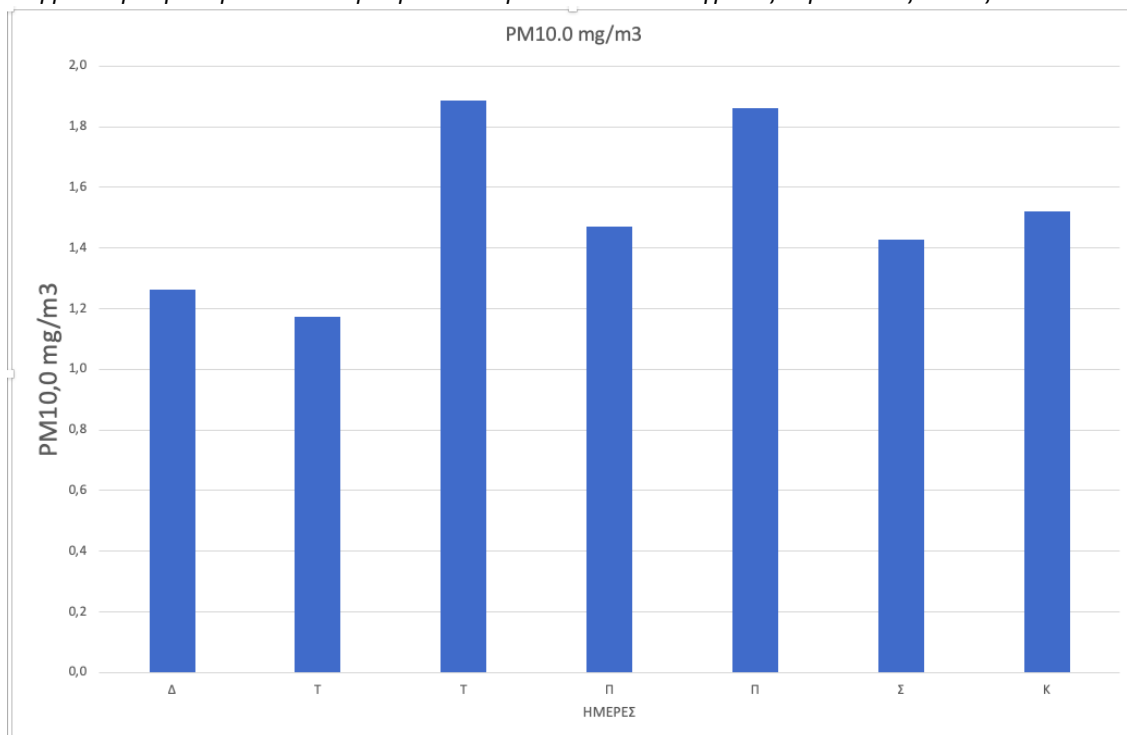
Σχήμα 4.4.11 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2022)

Στο σχήμα 4.4.11 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 για το έτος 2022. Στο παραπάνω διάγραμμα οι τιμές παρουσιάζουν χαμηλές σχετικά διακυμάνσεις καθώς δεν παρατηρούνται έντονες διαφορές μεταξύ των ημερών σχετικά με την εκπομπή των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 και οι τιμές κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα. Οι τιμές των ημερών έχουν μεταξύ τους μηδαμινές σχεδόν διαφορές. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούνται πολύ χαμηλές τιμές συγκέντρωσης PM1.0 καθώς η υψηλότερη τιμή δεν ξεπερνάει το 0,7μg/m³. Η Τρίτη εμφανίζει την χαμηλότερη τιμή στα 0,4 μg/m³ περίπου. Ωστόσο διακρίνεται ελάχιστα αυξημένη η Τετάρτη στο 0,6μg/m³ και η Παρασκευή στο 0,7μg/m³ όπου μπορεί να οφείλεται σε κάποια συγκεκριμένη πηγή αιωρούμενων σωματιδίων τις ημέρες αυτές.



Σχήμα 4.4.11 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2022)

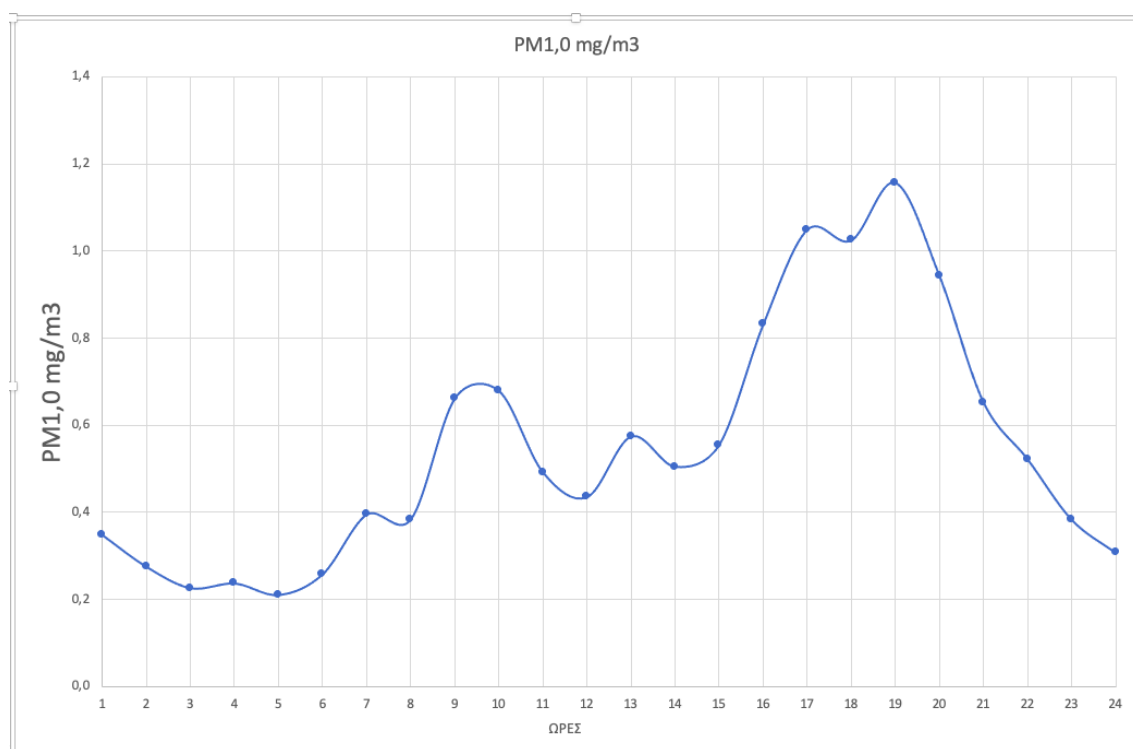
Στο σχήμα 4.4.11 β απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 για το έτος 2022. Στο παραπάνω διάγραμμα οι τιμές παρουσιάζουν χαμηλές σχετικά διακυμάνσεις καθώς δεν παρατηρούνται έντονες διαφορές μεταξύ των ημερών σχετικά με την εκπομπή των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 και οι τιμές κυμαίνονται σε παρά πολύ χαμηλά επίπεδα.. Οι τιμές των ημερών έχουν μεταξύ τους μηδαμινές σχεδόν διαφορές. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούνται πολύ χαμηλές τιμές συγκέντρωσης PM2,5 καθώς η υψηλότερη τιμή δεν ξεπερνάει το 1,5μg/m³. Ωστόσο διακρίνεται ελάχιστα αυξημένη η Τετάρτη στο 1,4μg/m³ και η Παρασκευή γύρω εκεί αριθμητικά όπου μπορεί να οφείλεται σε κάποια συγκεκριμένη πηγή αιωρούμενων σωματιδίων τις ημέρες αυτές. Η Τρίτη εμφανίζει την χαμηλότερη τιμή στα 0,9 μg/m³ περίπου.



Σχήμα 4.4.11 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2022)

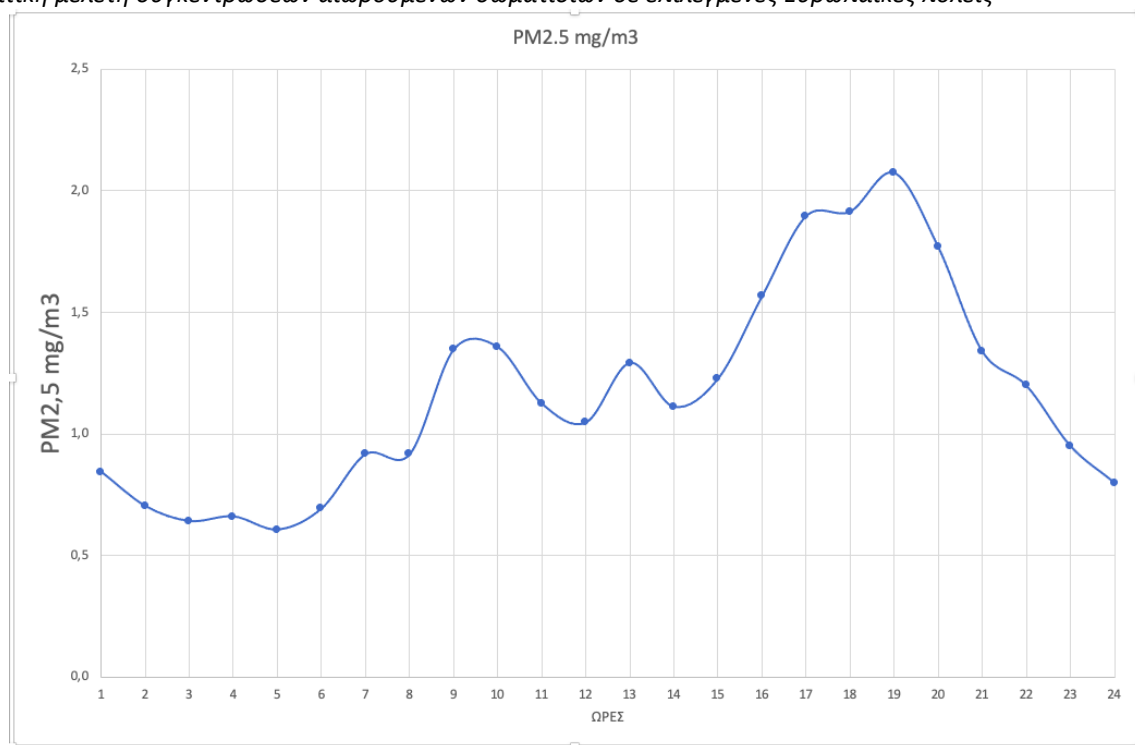
Στο σχήμα 4.4.11 γ απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM10 για το έτος 2022. Στο παραπάνω διάγραμμα οι τιμές παρουσιάζουν χαμηλές σχετικά διακυμάνσεις καθώς δεν παρατηρούνται έντονες διαφορές μεταξύ των ημερών σχετικά με την εκπομπή των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 και οι τιμές κυμαίνονται σε παρά πολύ χαμηλά επίπεδα.. Οι τιμές των ημερών έχουν μεταξύ τους λίγες σχεδόν διαφορές. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούνται πολύ χαμηλές τιμές συγκέντρωσης PM10 καθώς η υψηλότερη τιμή δεν ξεπερνάει το 2μg/m3. Ωστόσο διακρίνεται ελάχιστα αυξημένη η Τετάρτη και η Παρασκευή όπου μπορεί να οφείλεται σε κάποια συγκεκριμένη πηγή αιωρούμενων σωματιδίων τις ημέρες αυτές.

4.4.12 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2022



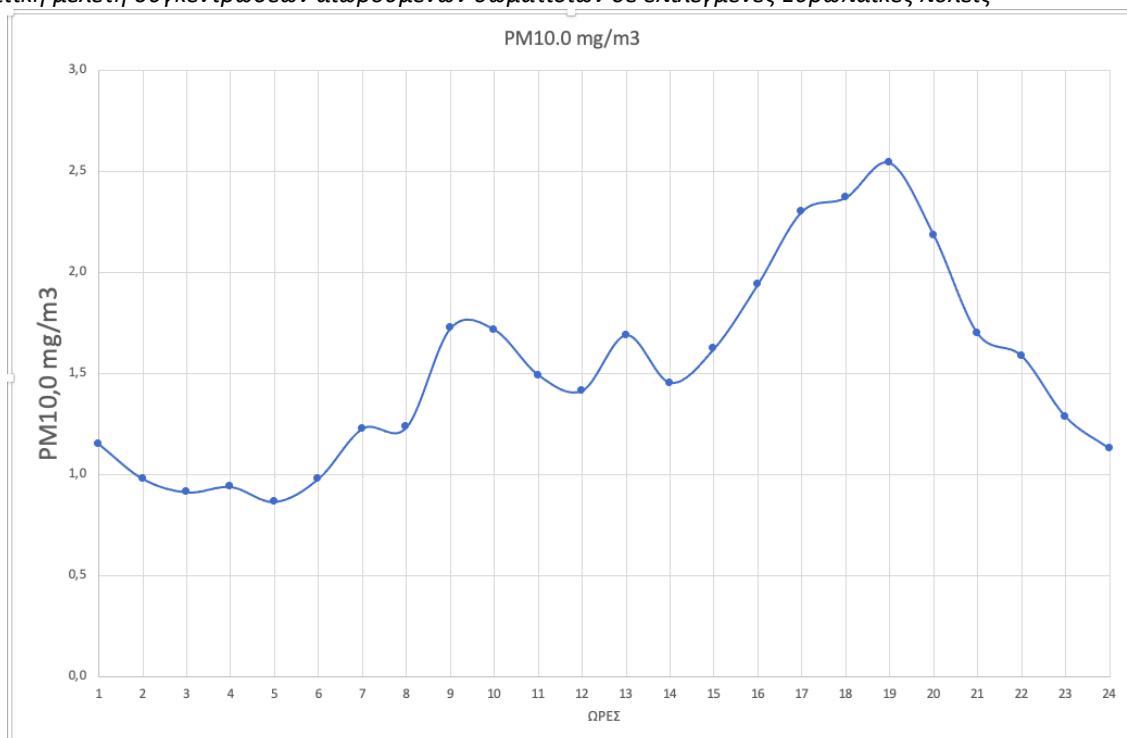
Σχήμα 4.4.12 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2022)

Το διάγραμμα 4.4.12 α παραπάνω απεικονίζει τις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2022. Στο σχήμα παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και υπάρχουν πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους εμφανίζει πολύ μικρές αυξομειώσεις. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια μείωση από τις 1:00-5:00 και στην συνέχεια ολοένα και αυξομειώνεται για να καταλήξει ξανά με πτώση τιμών κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα $1,2\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ και η χαμηλότερη κοντά στα $0,2\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ περίπου. Το διάγραμμα αυτό κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα τιμών συγκέντρωσης PM1.0. Ωστόσο παρουσιάζει διάφορες αυξομειώσεις όπου ίσως οφείλονται στην κινητικότητα πολιτών στο σημείο αυτό.



Σχήμα 4.4.12 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2022)

Το διάγραμμα 4.4.12 β παραπάνω απεικονίζει τις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2022. Στο σχήμα παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και υπάρχουν πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους εμφανίζει πολύ μικρές αυξομειώσεις. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια μείωση από τις 1:00-5:00 και στην συνέχεια ολοένα και αυξομειώνεται για να καταλήξει ξανά με πτώση τιμών κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα 2,1 $\mu\text{g}.\text{m}^3$ και η χαμηλότερη κοντά στα 0,6 $\mu\text{g}.\text{m}^3$ περίπου. Το διάγραμμα αυτό κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα τιμών συγκέντρωσης PM2.5. Το διάγραμμα αυτό κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα τιμών συγκέντρωσης PM2,5. Ωστόσο παρουσιάζει διάφορες αυξομειώσεις όπου ίσως οφείλονται στην κινητικότητα πολιτών στο σημείο αυτό.



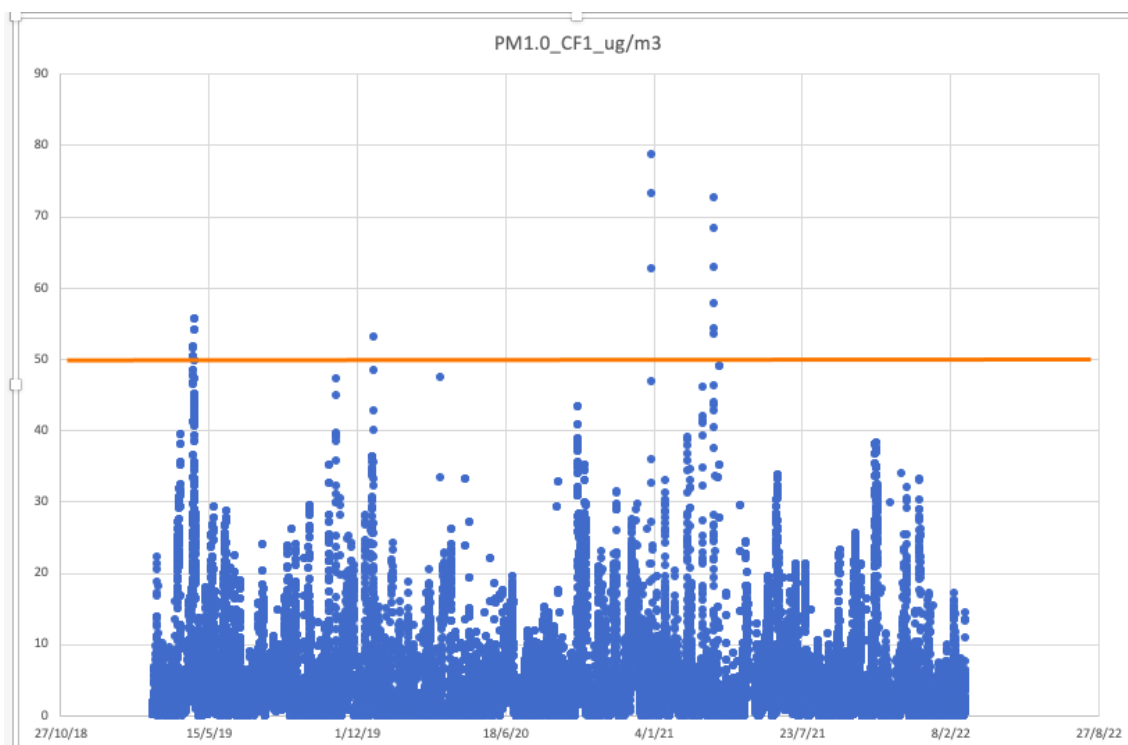
Σχήμα 4.4.12 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2022)

Το διάγραμμα 4.4.12 γ παραπάνω απεικονίζει τις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για το έτος 2022. Στο σχήμα παρατηρούνται σταδιακές αυξομειώσεις και υπάρχουν πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Ταυτόχρονα η διακύμανση τους εμφανίζει πολύ μικρές αυξομειώσεις. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζει μια μείωση από τις 1:00-5:00 και στην συνέχεια ολοένα και αυξομειώνεται για να καταλήξει ξανά με πτώση τιμών κατά τις 24:00 το βράδυ. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα 2,5 $\mu\text{g}.\text{m}^3$ και η χαμηλότερη κοντά στα 0,9 $\mu\text{g}.\text{m}^3$ περίπου. Το διάγραμμα αυτό κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα τιμών συγκέντρωσης PM10. Το διάγραμμα αυτό κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα τιμών συγκέντρωσης PM10. Ωστόσο παρουσιάζει διάφορες αυξομειώσεις που ίσως να οφείλονται στην κινητικότητα πολιτών στο σημείο αυτό.

4.5 Σουηδία

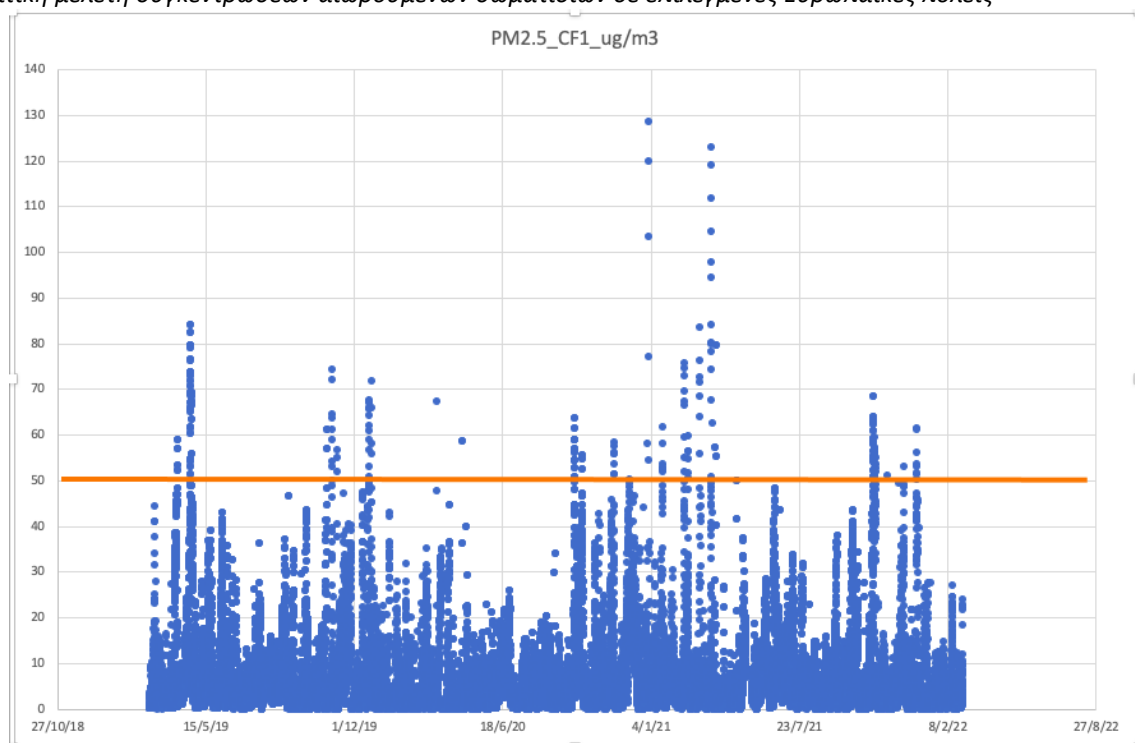
Ο τελευταίος σταθμός που θα σχολιαστεί είναι αυτός της Σουηδίας και συγκεκριμένα στην πόλη Σόλνα που ανήκει στην περιφέρεια της πρωτεύουσας της Στοκχόλμης. Τα αποτελέσματα του σταθμού αυτού όπως και για τους υπόλοιπους σταθμούς θα αναλυθούν με την παρακάτω σειρά (μέση ετήσια τιμή, μέση μηνιαία τιμή, μέση ημερήσια και μέση ωριαία). Η αρχική ανάλυση θα είναι σχετικά με όλα τα έτη συνολικά και στην συνέχεια επιμέρους ανάλυση για το κάθε έτος ξεχωριστά.

4.5.1 Διακύμανση μέσης ετήσιας τιμής



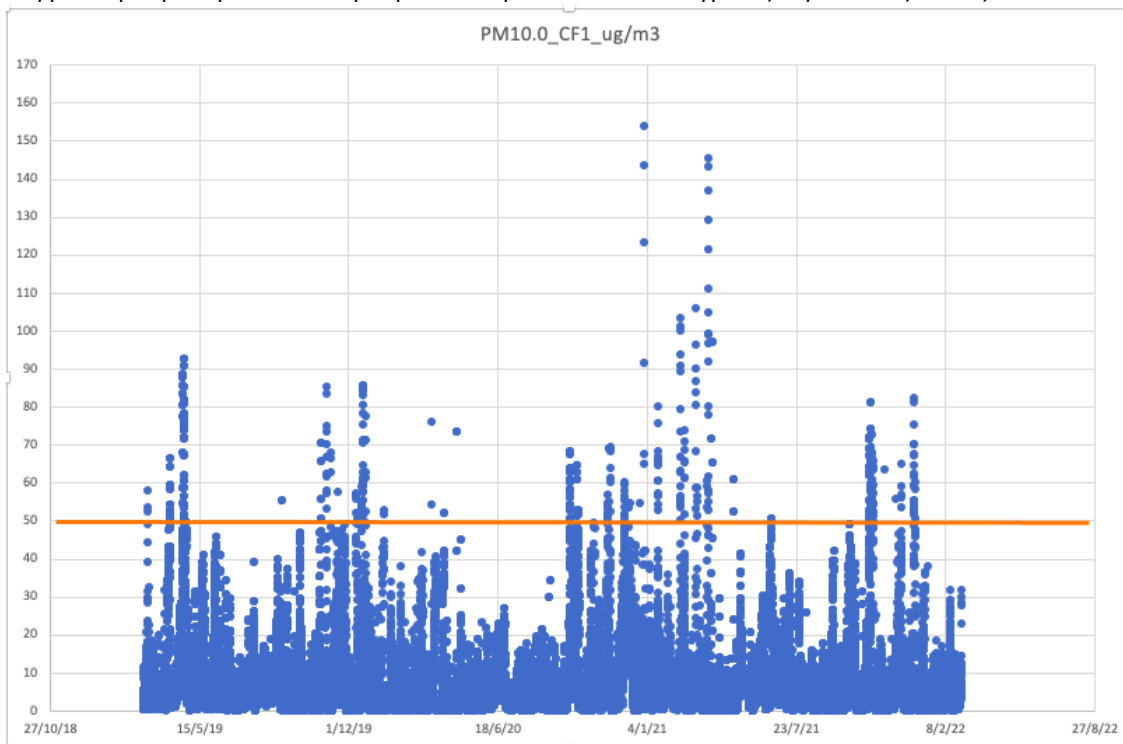
Σχήμα 4.5.1 α: Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM1.0

Στο παραπάνω σχήμα 4.5.1. α παρουσιάζεται η ετήσια διακύμανση των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για την χρονική περίοδο 1/03/2019-1/03/2022. Συγκεκριμένα όλη η πορεία των συγκεντρώσεων ακολουθεί μια πορεία παρόμοια όσον αφορά τις τιμές, ξεπερνώντας ορισμένες φορές το ημερήσιο όριο των $50\mu\text{g}/\text{m}^3$. Παρατηρείται ειδικότερα στο σχήμα 4.3.1.α έξαρση κυρίως τους χειμερινούς μήνες όπου η τουριστική περίοδος της συγκεκριμένης περιοχής εμφανίζει μεγάλη αύξηση. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω υψηλής κινητικότητας κυρίως τουριστών αλλά και κίνησης χωρίς μέσα μαζικής μεταφοράς, επιπλέον λόγω των παραδοσιακών κτηρίων υπάρχει έντονη καύση τζακιών κατά τη χειμερινή περίοδο. Παρατηρείται πως υπάρχουν λιγότερες τιμές συγκεντρώσεων πάνω από το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο. Ωστόσο υπάρχει μια σταθερότητα στις τιμές συγκέντρωσης που οφείλεται στους αυτοκινητοδρόμους που βρίσκονται κοντά στον αισθητήρα.



Σχήμα 4.5.1 β: Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM2.5

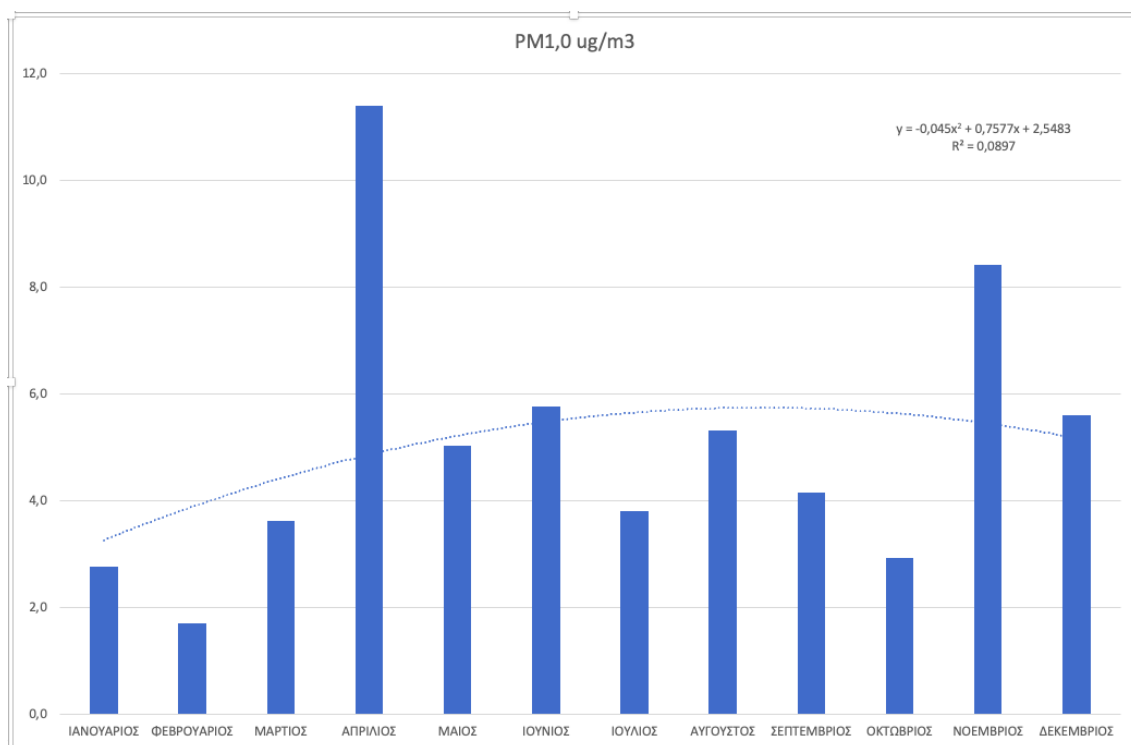
Στο παραπάνω σχήμα 4.5.1. β αποτυπώνεται η ετήσια διακύμανση των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για την χρονική περίοδο 1/03/2019-1/03/2022. Συγκεκριμένα όλη η πορεία των συγκεντρώσεων ακολουθεί μια πορεία παρόμοια όσον αφορά τις τιμές, ξεπερνώντας αρκετές φορές το ημερήσιο όριο των 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Παρατηρείται ειδικότερα στο σχήμα 4.5.1.β έξαρση κυρίως τους χειμερινούς μήνες όπου η τουριστική περίοδος της συγκεκριμένης περιοχής εμφανίζει μεγάλη αύξηση. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω υψηλής κινητικότητας κυρίως τουριστών αλλά και κίνησης χωρίς μέσα μαζικής μεταφοράς, επιπλέον λόγω των παραδοσιακών κτηρίων υπάρχει έντονη καύση τζακιών κατά τη χειμερινή περίοδο. Παρατηρείται πως υπάρχουν αρκετές τιμές συγκέντρωσης πάνω από το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο. Ωστόσο υπάρχει μια σταθερότητα στις τιμές συγκέντρωσης που οφείλεται στους αυτοκινητοδρόμους που βρίσκονται κοντά στον αισθητήρα αλλά και στα τρένα που περνάνε συχνά.



Σχήμα 4.5.1 γ: Διάγραμμα μέσης ετήσιας τιμής PM10

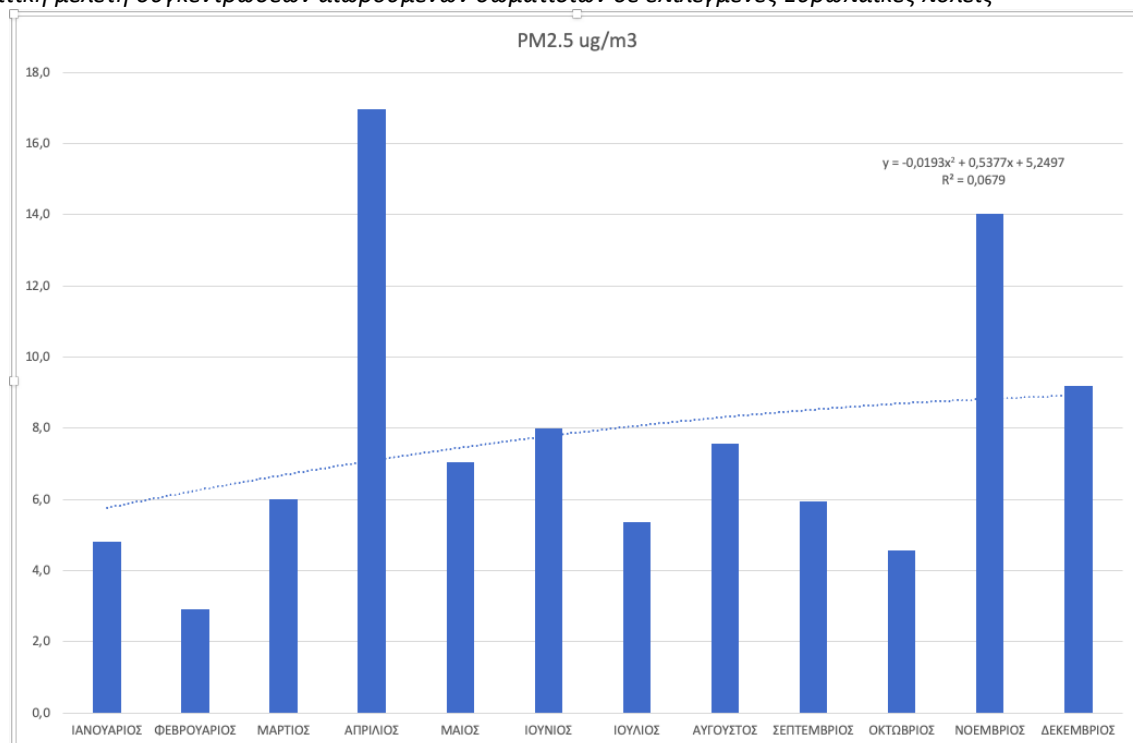
Στο παραπάνω σχήμα 4.5.1. γ διαφαίνεται η ετήσια διακύμανση των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για την χρονική περίοδο 1/03/2019-1/03/2022. Συγκεκριμένα όλη η πορεία των συγκεντρώσεων ακολουθεί μια πορεία παρόμοια όσον αφορά τις τιμές, ξεπερνώντας αρκετές φορές το ημερήσιο όριο των $50\mu\text{g}/\text{m}^3$. Παρατηρείται ειδικότερα στο σχήμα 4.5.1.γ έξαρση κυρίως τους χειμερινούς μήνες όπου η τουριστική περίοδος της συγκεκριμένης περιοχής εμφανίζει μεγάλη αύξηση. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω υψηλής κινητικότητας κυρίως τουριστών αλλά και κίνησης χωρίς μέσα μαζικής μεταφοράς, επιπλέον λόγω των παραδοσιακών κτηρίων υπάρχει έντονη καύση τζακιών κατά τη χειμερινή περίοδο. Παρατηρείται πως υπάρχουν αρκετές τιμές συγκέντρωσης πάνω από το ημερήσιο ευρωπαϊκό όριο. Ωστόσο υπάρχει μια σταθερότητα στις τιμές $10\text{-}20\mu\text{g}/\text{m}^3$ που οφείλεται στους αυτοκινητοδρόμους που βρίσκονται κοντά στον αισθητήρα αλλά και στα τρένα που περνάνε συχνά.

4.5.2 Διακύμανση μέσης μηνιαίας τιμής



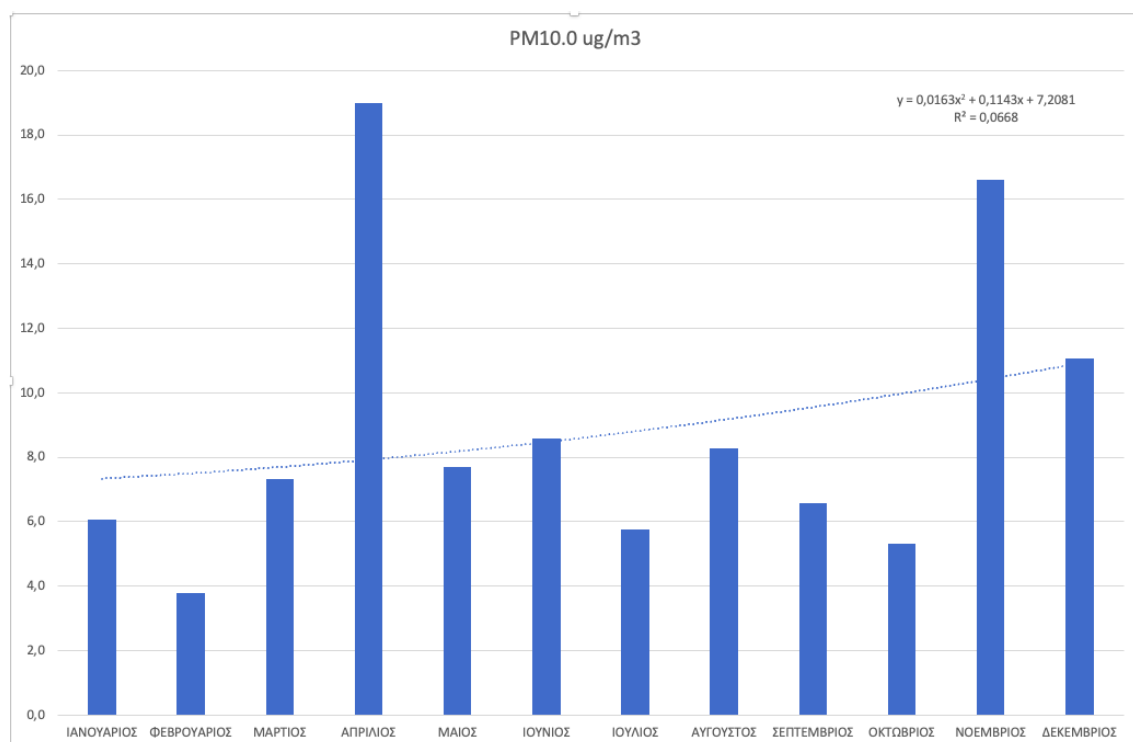
Σχήμα 4.5.2 α: Διάγραμμα μέσης μηνιαίας τιμής PM1.0

Στο διάγραμμα του σχήματος 4.5.2.α διακρίνονται αρκετά υποδειγματικές τιμές συγκεντρώσεων μέσω μηνιαίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0. Εντοπίζεται υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κοντά στα 11,0μg/m³ τον μήνα Απρίλιο και χαμηλότερη τιμή συγκέντρωσης κοντά στα 2,0μg/m³ τον μήνα Φεβρουάριο. Ωστόσο υπάρχουν και άλλες αρκετές διακυμάνσεις που μπορεί να οφείλονται σε κάποιες εκπομπές που παρατηρήθηκαν συγκεκριμένα τους μήνες από Απρίλιο και Νοέμβριο, καθώς οι άλλοι μήνες συγκριτικά με αυτούς κυμαίνονται σε πολύ πιο χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων. Παρατηρείται ότι οι τιμές κυμαίνονται σε χαμηλό επίπεδο, ωστόσο οι υψηλότερες τιμές πιθανόν να οφείλονται σε κινητικότητα και εκπομπή ρύπων από μέσα μαζικής μεταφοράς λόγω του κομβικού σημείου που βρίσκεται ο αισθητήρας.



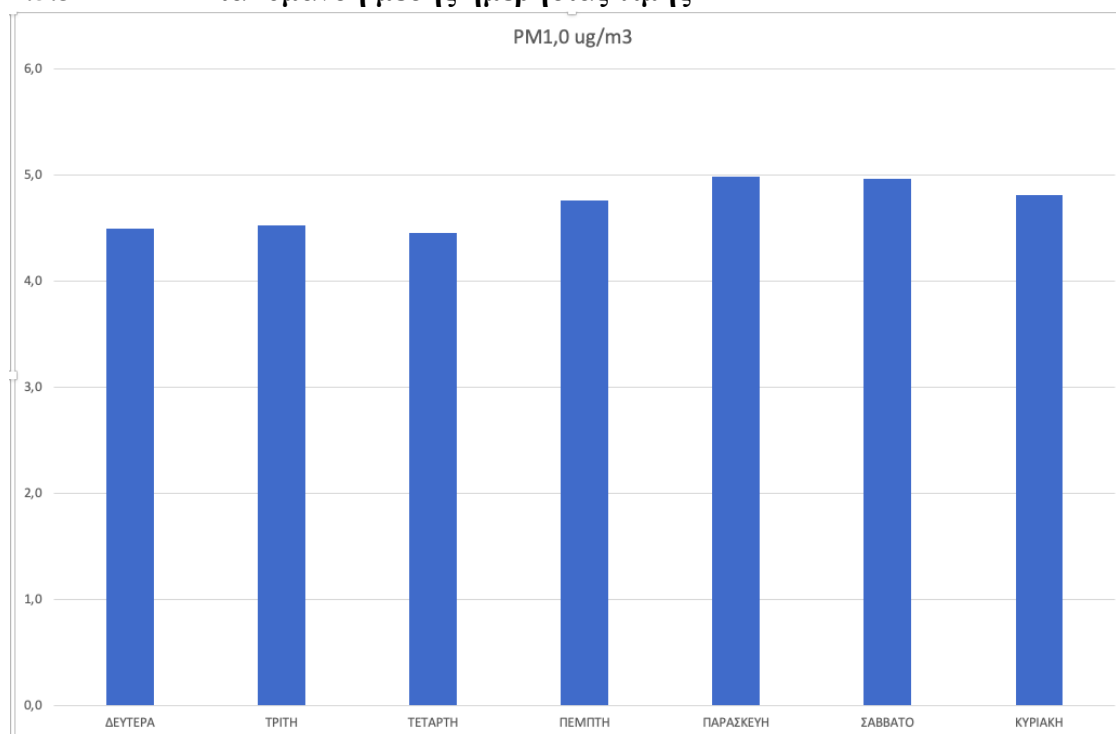
Σχήμα 4.5.2 β: Διάγραμμα μέσων μηνιαίας τιμής PM2.5

Στο διάγραμμα του σχήματος 4.5.2.β διακρίνονται αρκετά υποδειγματικές τιμές συγκεντρώσεων μέσω μηνιαίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5. Εντοπίζεται υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κοντά στα 17,0µg/m³ τον μήνα Απρίλιο και χαμηλότερη τιμή συγκέντρωσης κοντά στα 3,0µg/m³ τον μήνα Φεβρουάριο. Ωστόσο υπάρχουν και άλλες αρκετές διακυμάνσεις που μπορεί να οφείλονται σε κάποιες εκπομπές που παρατηρήθηκαν συγκεκριμένα τους μήνες από Απρίλιο και Νοέμβριο, καθώς οι άλλοι μήνες συγκριτικά με αυτούς κυμαίνονται σε πολύ πιο χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων. Παρατηρείται ότι οι τιμές κυμαίνονται σε χαμηλό επίπεδο, ωστόσο οι υψηλότερες τιμές πιθανόν να οφείλονται σε κινητικότητα και εκπομπή ρύπων από μέσα μαζικής μεταφοράς λόγω του κομβικού σημείου που βρίσκεται ο αισθητήρας.



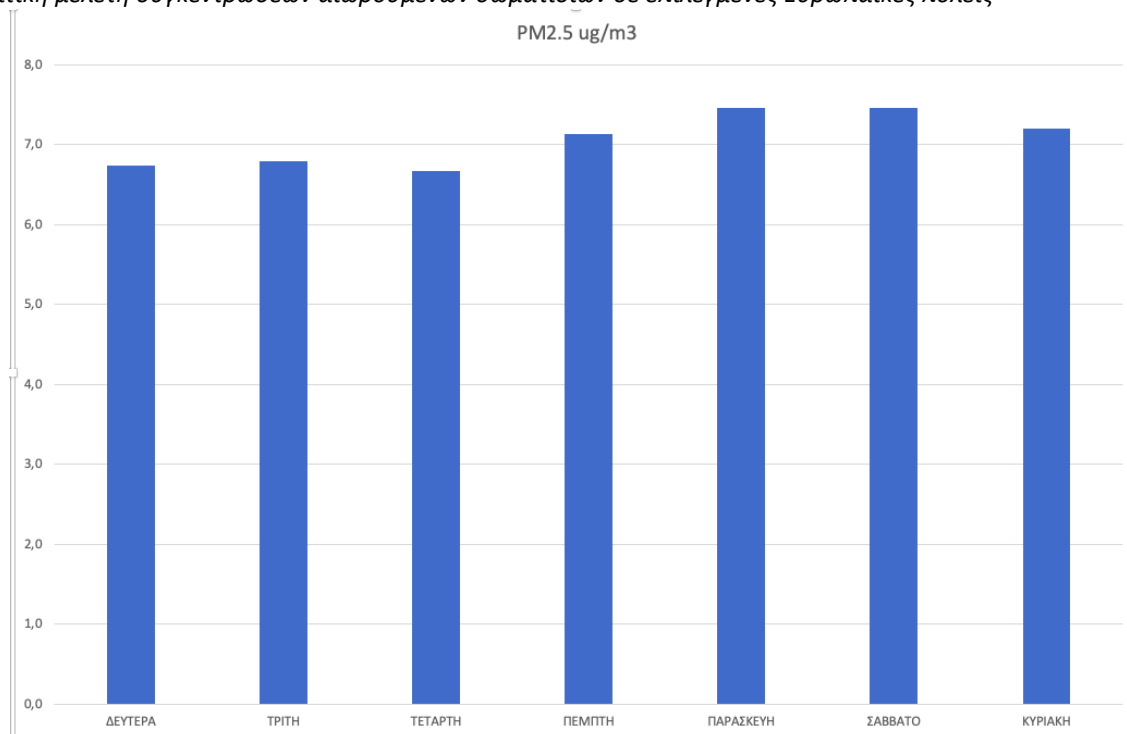
Στο διάγραμμα του σχήματος 4.5.2.γ διακρίνονται αρκετά υποδειγματικές τιμές συγκεντρώσεων μέσω μηνιαίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων PM10. Εντοπίζεται υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κοντά στα 19,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ τον μήνα Απρίλιο και χαμηλότερη τιμή συγκέντρωσης κοντά στα 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ τον μήνα Φεβρουάριο. Ωστόσο υπάρχουν και άλλες αρκετές διακυμάνσεις που μπορεί να οφείλονται σε κάποιες εκπομπές που παρατηρήθηκαν συγκεκριμένα τους μήνες από Απρίλιο και Νοέμβριο, καθώς οι άλλοι μήνες συγκριτικά με αυτούς κυμαίνονται σε πολύ πιο χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων. Παρατηρείται ότι οι τιμές κυμαίνονται σε χαμηλό επίπεδο, ωστόσο οι υψηλότερες τιμές πιθανόν να οφείλονται σε κινητικότητα και εκπομπή ρύπων από μέσα μαζικής μεταφοράς λόγω του κομβικού σημείου που βρίσκεται ο αισθητήρας.

4.5.3 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής



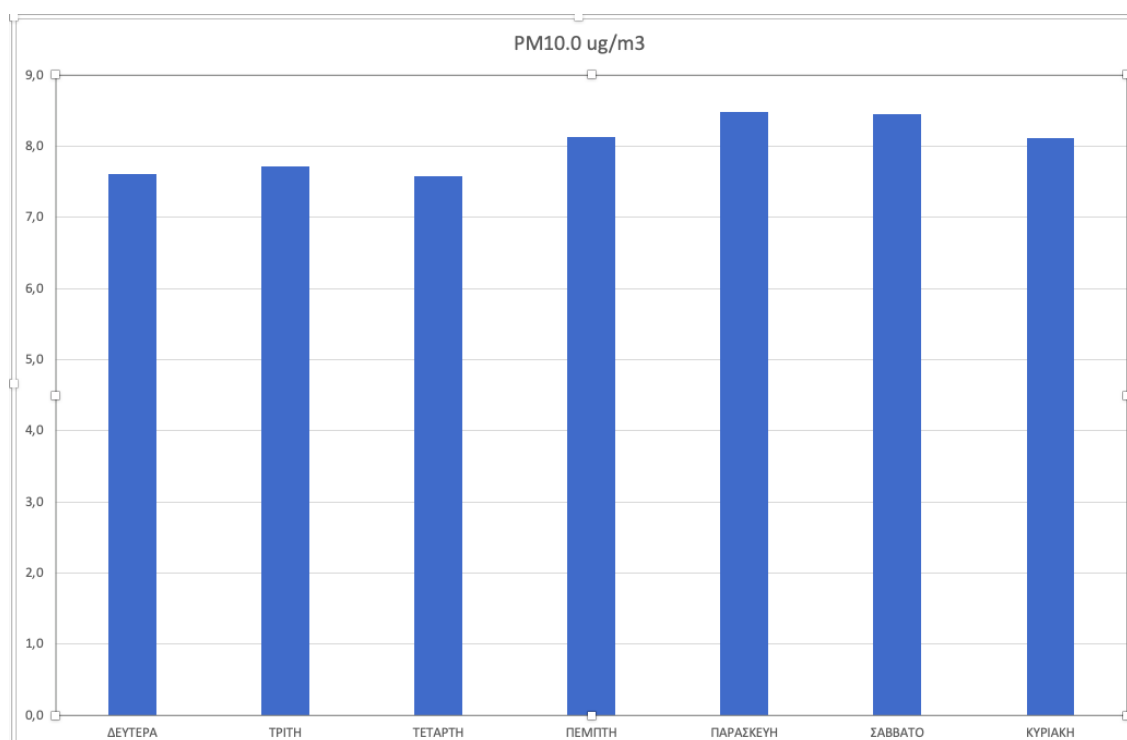
Σχήμα 4.5.3 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0

Στο παραπάνω διάγραμμα 4.5.3 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκεντρώσεων των PM1.0. Κρίνεται φανερά ορατό από το σχήμα πως οι διακυμάνσεις των τιμών ημερήσιας συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 ανά την ημέρα παρουσιάζουν πολύ μικρές διαφορές μεταξύ τους. Συγκεκριμένα η κάθε μέρα της εβδομάδας συγκριτικά με την άλλη βρίσκονται σε πολύ κοντινά επίπεδα τιμών, με τις τιμές τους να κυμαίνονται σχετικά χαμηλά και την υψηλότερη τιμή να παρουσιάζεται την Παρασκευή και να κυμαίνεται στα 2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Όλες οι τιμές συγκεντρώσεων κυμαίνονται εκεί κοντά και δεν ξεπερνάνε τα 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.5.3 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5

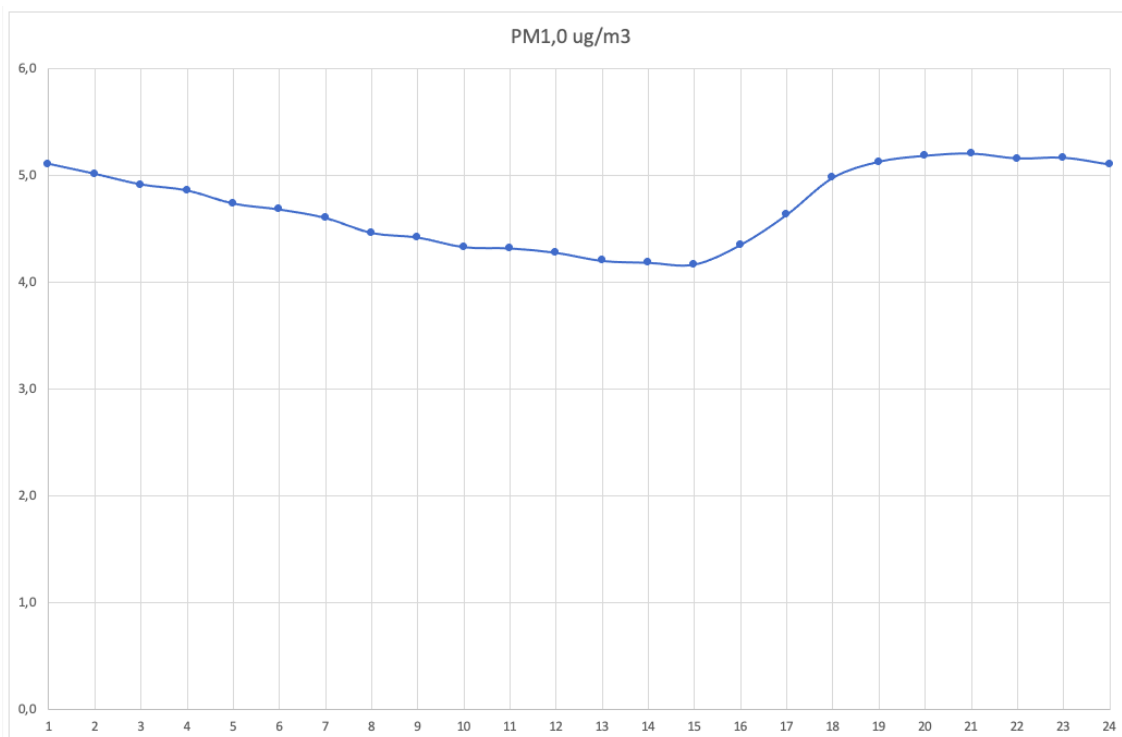
Στο παραπάνω διάγραμμα 4.5.3 β αποτυπώνονται οι ημερήσιες τιμές συγκεντρώσεων των PM2.5. Κρίνεται φανερά ορατό από το σχήμα πως οι διακυμάνσεις των τιμών ημερήσιας συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 ανά την ημέρα παρουσιάζουν πολύ μικρές διαφορές μεταξύ τους. Συγκεκριμένα η κάθε μέρα της εβδομάδας συγκριτικά με την άλλη βρίσκονται σε πολύ κοντινά επίπεδα τιμών, με τις τιμές τους να κυμαίνονται σχετικά χαμηλά και την υψηλότερη τιμή να παρουσιάζεται την Παρασκευή και να κυμαίνεται στα 7,5µg/m³. Όλες οι τιμές συγκεντρώσεων κυμαίνονται εκεί κοντά και δεν ξεπερνάνε τα 7,5µg/m³.



Σχήμα 4.5.3 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10

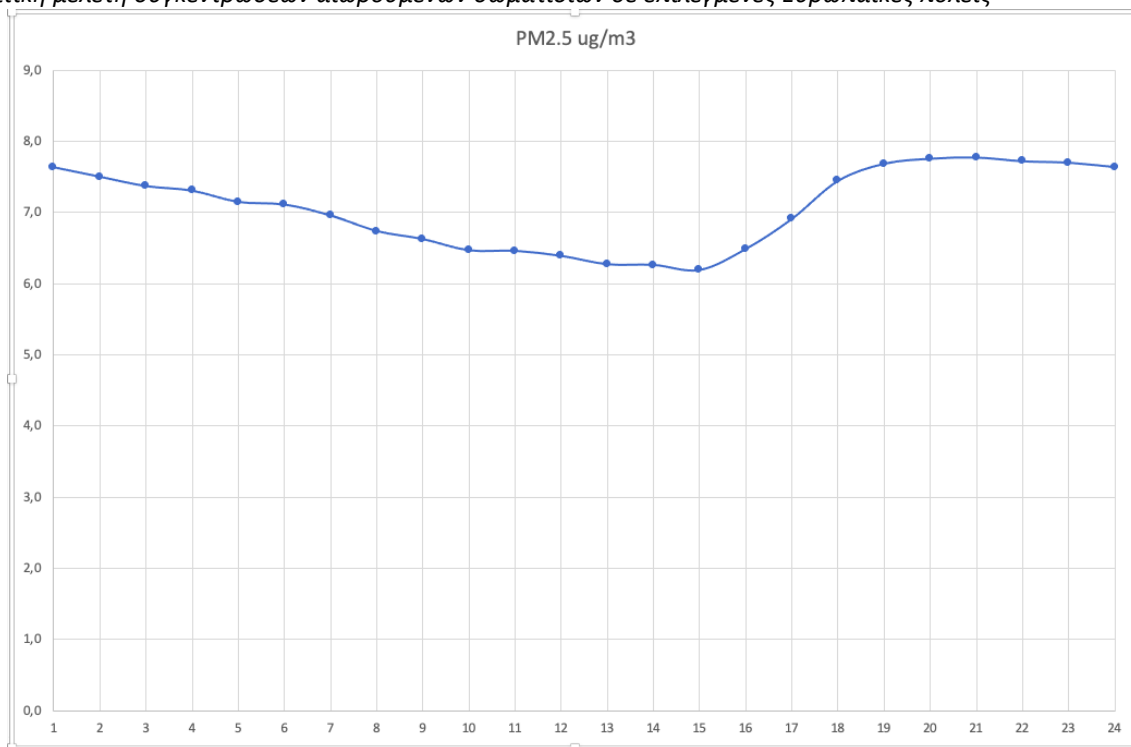
Στο παραπάνω διάγραμμα 4.5.3 γ αποτυπώνονται οι ημερήσιες τιμές συγκεντρώσεων των PM10. Κρίνεται φανερά ορατό από το σχήμα πως οι διακυμάνσεις των τιμών ημερήσιας συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 ανά την ημέρα παρουσιάζουν πολύ μικρές διαφορές μεταξύ τους. Συγκεκριμένα η κάθε μέρα της εβδομάδας συγκριτικά με την άλλη βρίσκονται σε πολύ κοντινά επίπεδα τιμών, με τις τιμές τους να κυμαίνονται σχετικά χαμηλά και την υψηλότερη τιμή να παρουσιάζεται την Παρασκευή και να κυμαίνεται στα $8,5\mu\text{g}/\text{m}^3$. Όλες οι τιμές συγκεντρώσεων κυμαίνονται εκεί κοντά και δεν ξεπερνάνε τα $8,5\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.5.4 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής



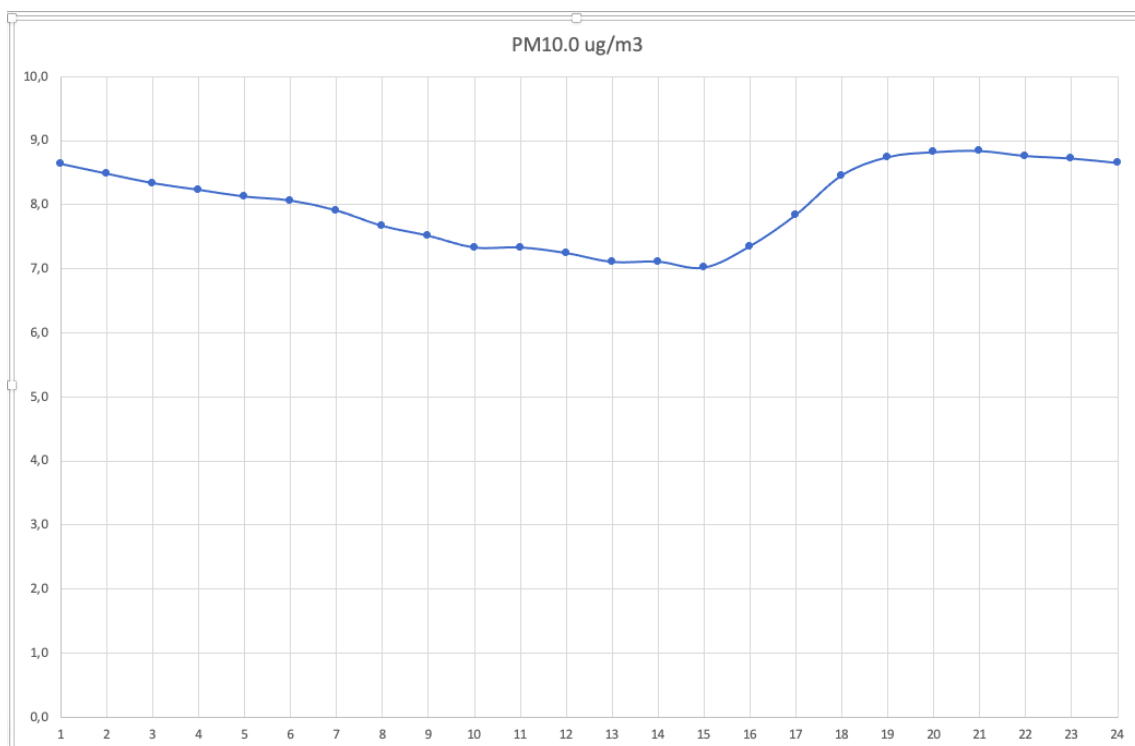
Σχήμα 4.5.4 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0

Το διάγραμμα 4.5.4 α παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διαχρονικής διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0. Στο σχήμα παρατηρούνται λίγες διαφορές ως προς την αύξηση ή μείωση των τιμών δεν εμφανίζονται έντονες αποκλίσεις ανά την ώρα δηλαδή. Οι τιμές κυμαίνονται από $4,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως $5,2\mu\text{g}/\text{m}^3$. Παρότι οι τιμές δεν παρουσιάζουν αισθητές διαφορές στις διακυμάνσεις τους παρατηρείται μια σταδιακή μείωση από τις 22:00 έως τις 15:00 το μεσημέρι όπου στην συνέχεια σταδιακά αυξάνεται από τις 16:00 έως τις 21:00. Αυτό ίσως οφείλεται στις διάφορες συγκοινωνίες που βρίσκονται κοντά στο σημείο και κινούνται συνήθως τις αυξημένες ώρες. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται γύρω στα $5,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η χαμηλότερη στα $4,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου.



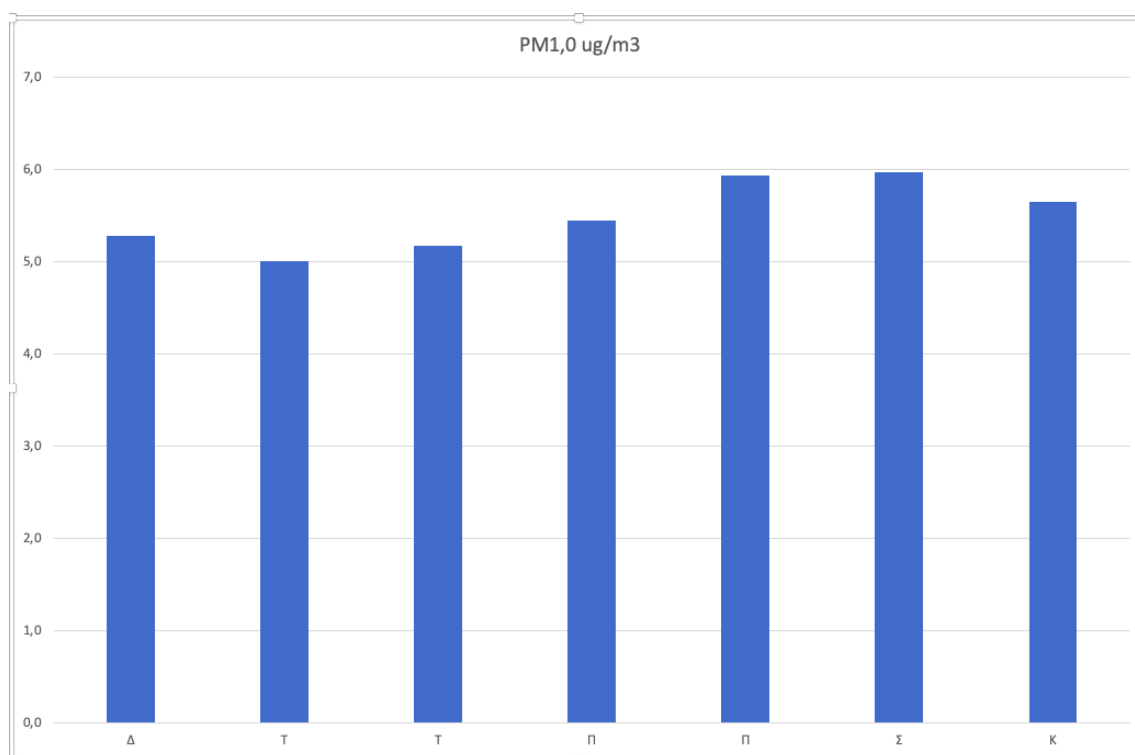
Σχήμα 4.5.4 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5

Το διάγραμμα 4.5.4 β παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διαχρονικής διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5. Στο σχήμα παρατηρούνται λίγες διαφορές ως προς την αύξηση ή μείωση των τιμών δεν εμφανίζονται έντονες αποκλίσεις ανά την ώρα δηλαδή. Οι τιμές κυμαίνονται από $6,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως $7,8\mu\text{g}/\text{m}^3$. Παρότι οι τιμές δεν παρουσιάζουν αισθητές διαφορές στις διακυμάνσεις τους παρατηρείται μια σταδιακή μείωση από τις 22:00 έως τις 15:00 το μεσημέρι όπου στην συνέχεια σταδιακά αυξάνεται από τις 16:00 έως τις 21:00. Αυτό ίσως οφείλεται στις διάφορες συγκοινωνίες που βρίσκονται κοντά στο σημείο και κινούνται συνήθως τις αυξημένες ώρες. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται γύρω στα $8,0\mu\text{g}.\text{m}^3$ και η χαμηλότερη στα $6,1\mu\text{g}.\text{m}^3$ περίπου.



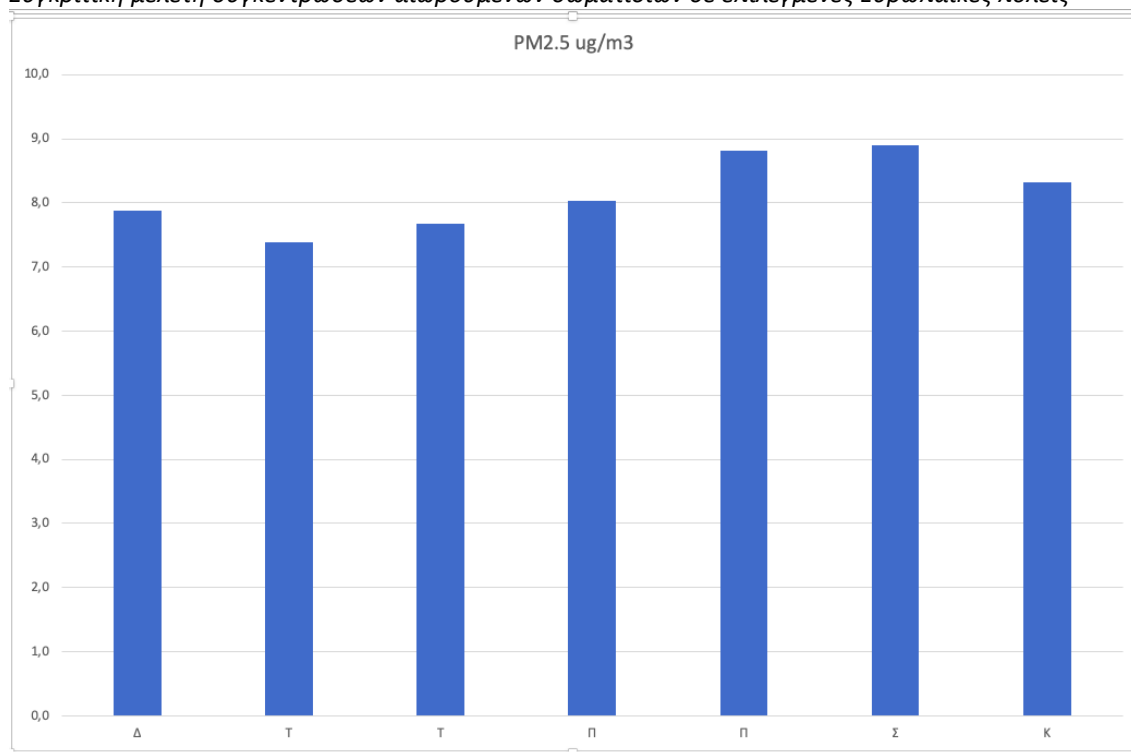
Το διάγραμμα 4.5.4 γ παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διαχρονικής διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10. Στο σχήμα παρατηρούνται λίγες διαφορές ως προς την αύξηση ή μείωση των τιμών δεν εμφανίζονται έντονες αποκλίσεις ανά την ώρα δηλαδή. Οι τιμές κυμαίνονται από $7\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως $8,8\mu\text{g}/\text{m}^3$. Παρότι οι τιμές δεν παρουσιάζουν αισθητές διαφορές στις διακυμάνσεις τους παρατηρείται μια σταδιακή μείωση από τις 22:00 έως τις 15:00 το μεσημέρι όπου στην συνέχεια σταδιακά αυξάνεται από τις 16:00 έως τις 21:00. Αυτό ίσως οφείλεται στις διάφορες συγκοινωνίες που βρίσκονται κοντά στο σημείο και κινούνται συνήθως τις αυξημένες ώρες. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται γύρω στα $8,0\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ και η χαμηλότερη στα $6,1\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ περίπου.

4.5.5 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2019



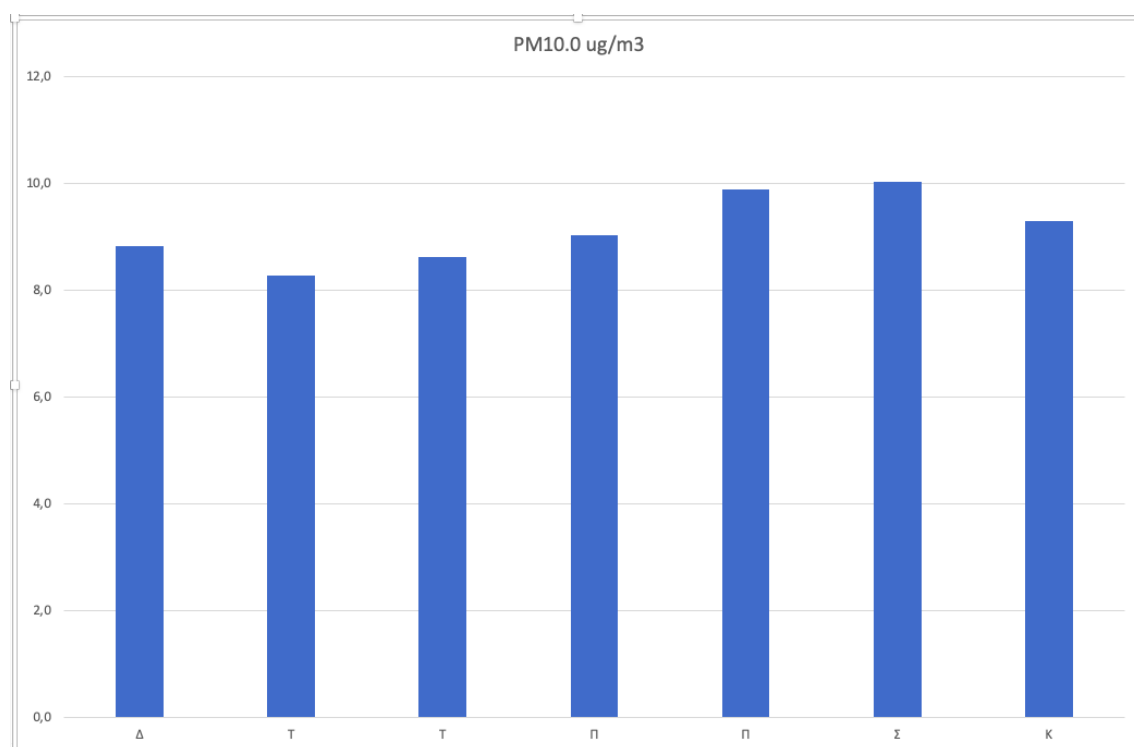
Σχήμα 4.5.5 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1 (2019)

Στο σχήμα 4.5.5 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 για το έτος 2019. Παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα με την μεγαλύτερη να σημειώνεται την ημέρα Σάββατο με τιμή $6\mu\text{g}/\text{m}^3$ και την χαμηλότερη την ημέρα Τρίτη με τιμή $5\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η διαβάθμιση των τιμών αυτή ίσως να οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.



Σχήμα 4.5.5 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2019)

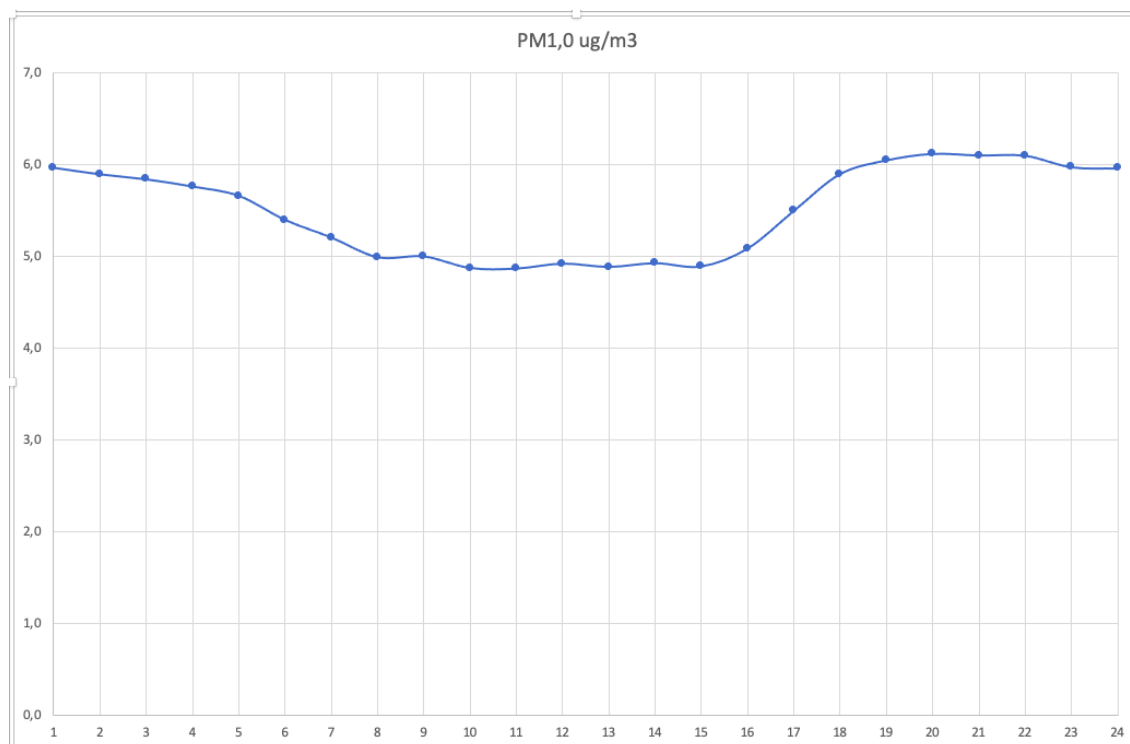
Στο σχήμα 4.5.5 β παρουσιάζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 για το έτος 2019. Παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης είναι ελαφρώς μεγαλύτερες από το διάγραμμα των αιωρούμενων σωματιδίων PM1, παρότι κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα γενικά με την μεγαλύτερη τιμή να σημειώνεται την ημέρα Σάββατο στα 8,9μg/m³ και με την χαμηλότερη τιμή να σημειώνεται την ημέρα Τρίτη στα 7,2μg/m³. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.



Σχήμα 4.5.5 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2019)

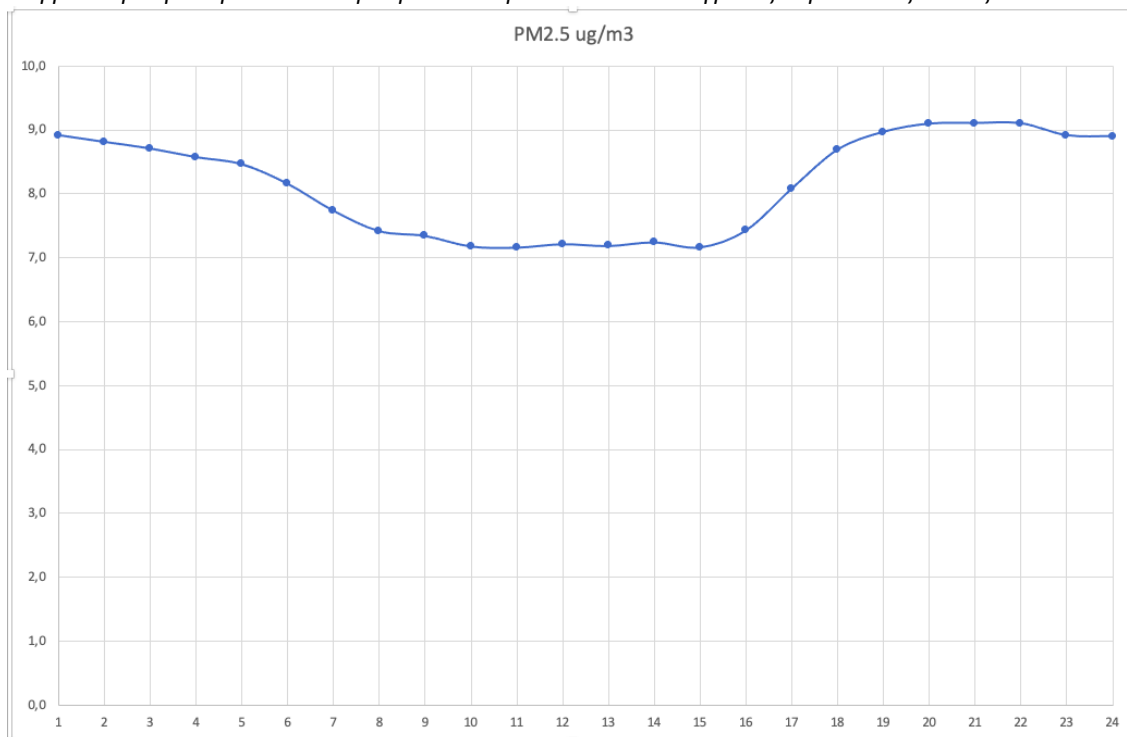
Στο σχήμα 4.5.5 γ παρουσιάζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM10 για το έτος 2019. Παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης είναι ελαφρώς μεγαλύτερες από το διάγραμμα του ρύπου PM2,5 παρότι κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα με την μεγαλύτερη να σημειώνεται την ημέρα Σάββατο με τιμή 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και με την χαμηλότερη τιμή να σημειώνεται την ημέρα Τρίτη στα 8,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.

4.5.6 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2019



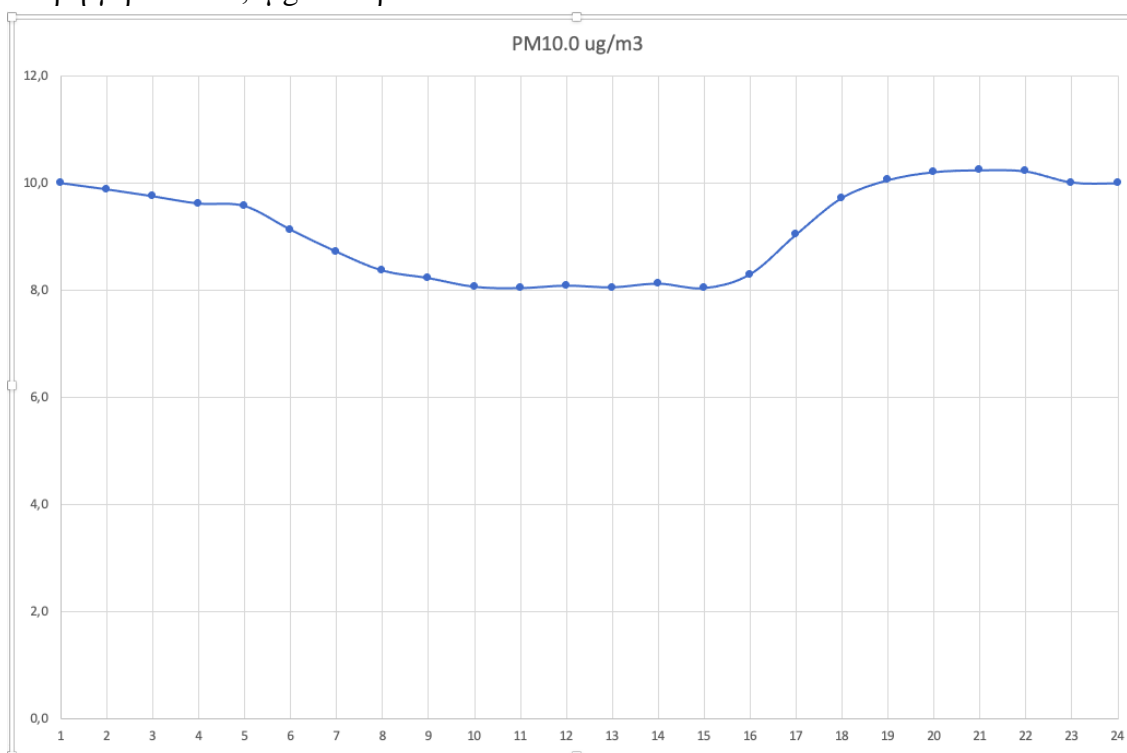
Σχήμα 4.5.6 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2019)

Το διάγραμμα 4.5.6 α παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2019. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις και εμφανίζονται πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Στο σχήμα εντοπίζεται ότι από τις 23:00 έως τις 15:00 υπάρχει μια ομαλή μείωση των τιμών συγκέντρωσης των PM10, ενώ από τις 16:00 έως τις 22:00 μια σταδιακή αύξηση αυτών. Οι τιμές κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα εντός ευρωπαϊκού ορίου. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους. Το διάγραμμα παρουσιάζει αυτές τις διακυμάνσεις ίσως γιατί αυτήν την περίοδο η κινητικότητα και οι εκπομπές των σωματιδίων εκπέμπονταν κυρίως τις μεσημεριανές ώρες. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα 6,0 $\mu\text{g}.\text{m}^3$ και η χαμηλότερη γύρω στα 5,0 $\mu\text{g}.\text{m}^3$ περίπου.



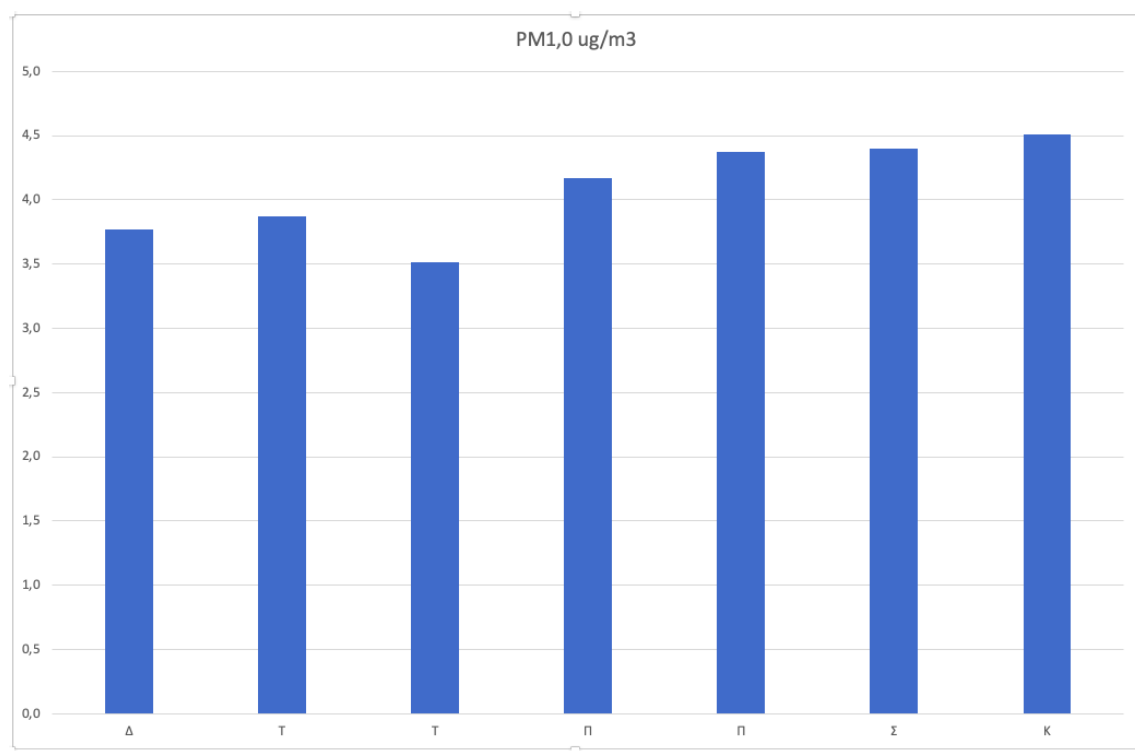
Σχήμα 4.5.6 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2019)

Το διάγραμμα 4.5.6 β παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2019. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις και εμφανίζονται πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Στο σχήμα του διαγράμματος οι διαφορές μεταξύ των συγκεντρώσεων είναι πολύ μικρές. Από τις 23:00 έως τις 15:00 υπάρχει μια ομαλή μείωση των τιμών συγκέντρωσης των PM2.5 ,ενώ από τις 16:00 έως τις 22:00 μια σταδιακή αύξηση αυτών. Οι τιμές είναι χαμηλές και κυμαίνονται εντός ευρωπαϊκού ορίου. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους. Το παρόν διάγραμμα ακολουθεί ίδιο μοτίβο με το διάγραμμα των PM1.0. Η υψηλότερη τιμή συγκέντρωσης κυμαίνεται κοντά στα 9,1μg.m³ και η χαμηλότερη γύρω στα 7,1μg.m³ περίπου.



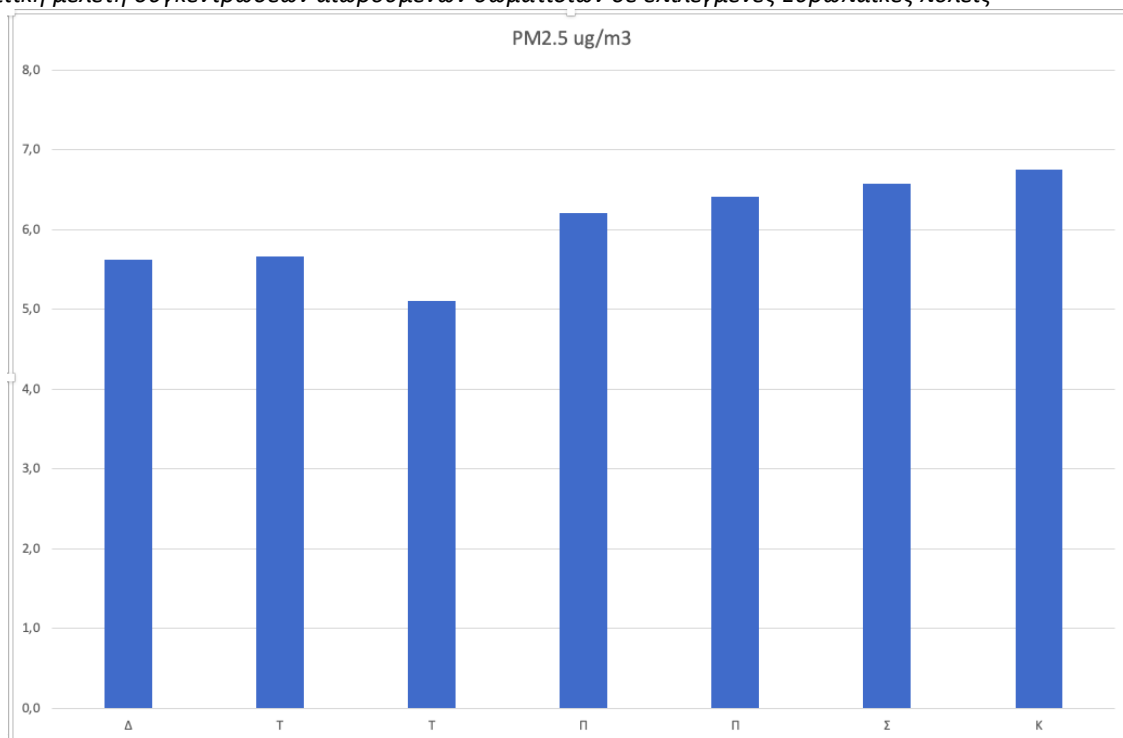
Το διάγραμμα 4.5.6 γ παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για το έτος 2019. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις και εμφανίζονται πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Από την ερμηνεία των τιμών παρατηρείται πως από τις 23:00 έως τις 15:00 υπάρχει μια ομαλή μείωση των τιμών συγκέντρωσης PM10, ενώ από τις 16:00 έως τις 22:00 μια σταδιακή αύξηση των τιμών αυτών. Οι τιμές κινούνται σε πλαίσια εντός του ευρωπαϊκού ορίου. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους. Το παρόν διάγραμμα ακολουθεί ίδιο μοτίβο με το διάγραμμα των PM2,5 με την μεγαλύτερη τιμή να φτάνει τα $10,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ και την χαμηλότερη να φτάνει γύρω στα $8,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ περίπου.

4.5.7 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2020



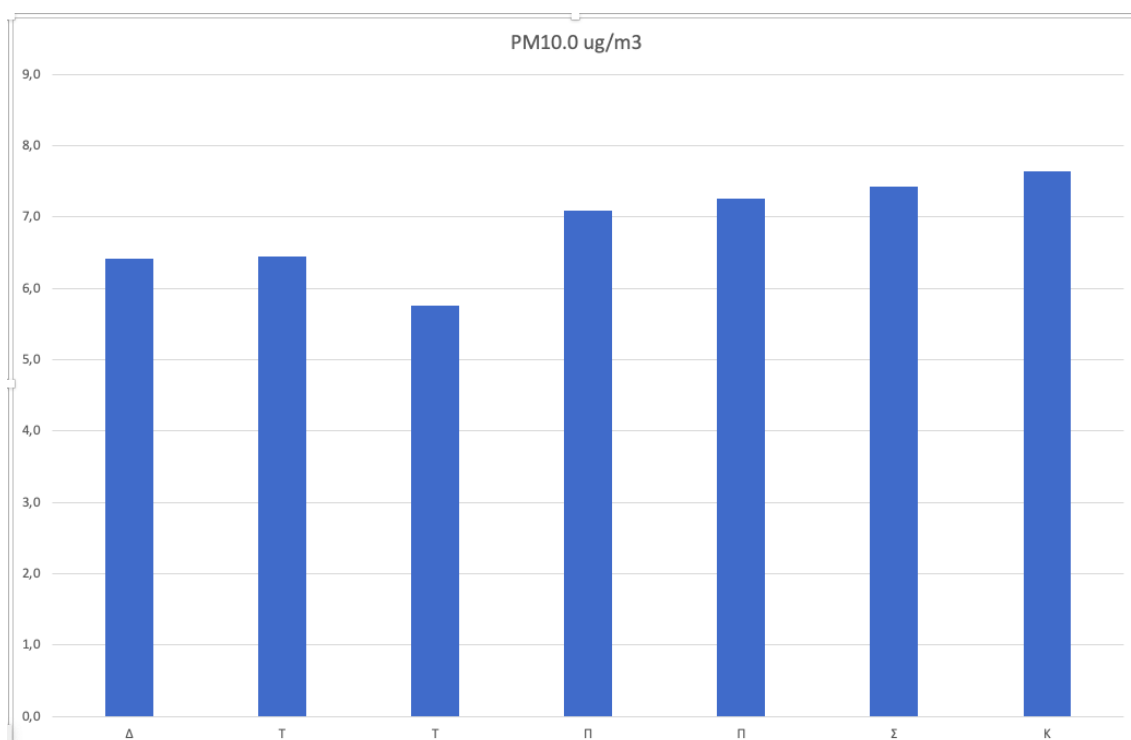
Σχήμα 4.5.7 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2020)

Στο σχήμα 4.5.7 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 για το έτος 2020. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Από τα δεδομένα του σχήματος απορρέει πως οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 σημειώνονται το Σαββατοκύριακο και συγκεκριμένα με υψηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Κυριακή στα $4,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ και χαμηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Τετάρτη στα $3,5\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.



Σχήμα 4.5.7 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2020)

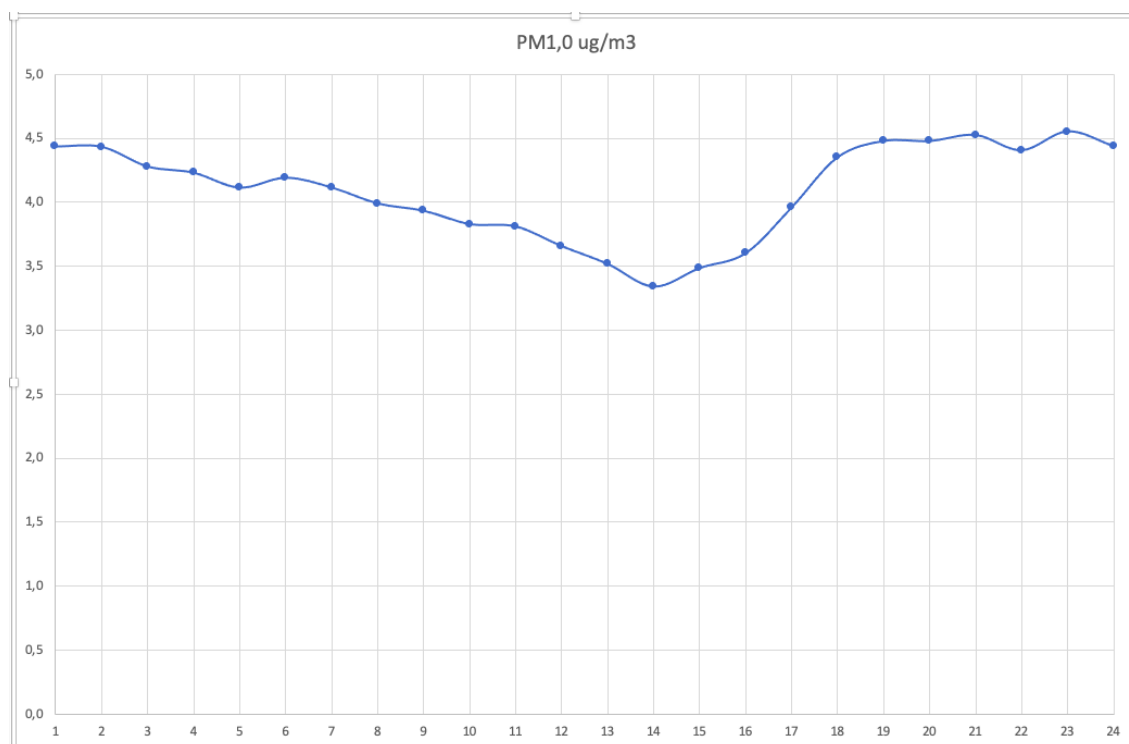
Στο σχήμα 4.5.7 β απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 για το έτος 2020. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Από τα δεδομένα του σχήματος απορρέει πως οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 σημειώνονται το Σαββατοκύριακο και συγκεκριμένα με υψηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Κυριακή στα 6,8μg/m³ και χαμηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Τετάρτη γύρω στα 5,1μg/m³. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.



Σχήμα 4.5.7 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2020)

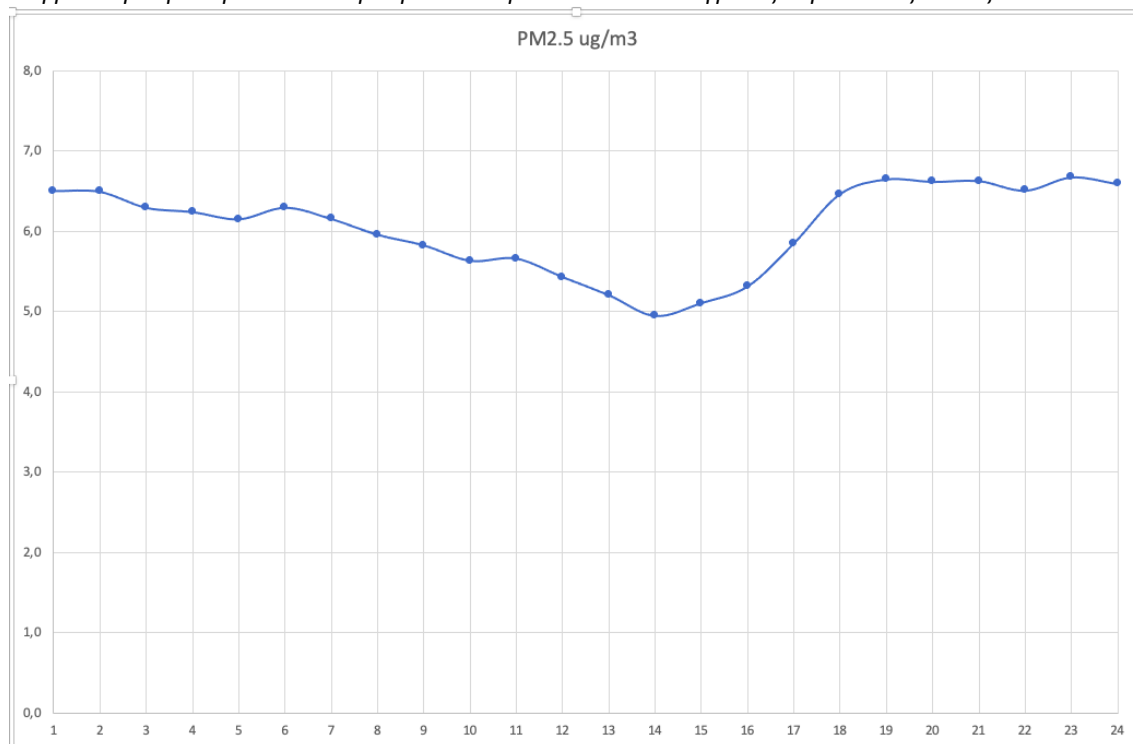
Στο σχήμα 4.5.7 β απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM10 για το έτος 2020. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Από τα δεδομένα του σχήματος απορρέει πως οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 σημειώνονται το Σαββατοκύριακο και συγκεκριμένα με υψηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Κυριακή στα $7,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ και χαμηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Τετάρτη γύρω στα $5,8\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.

4.5.8 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2020



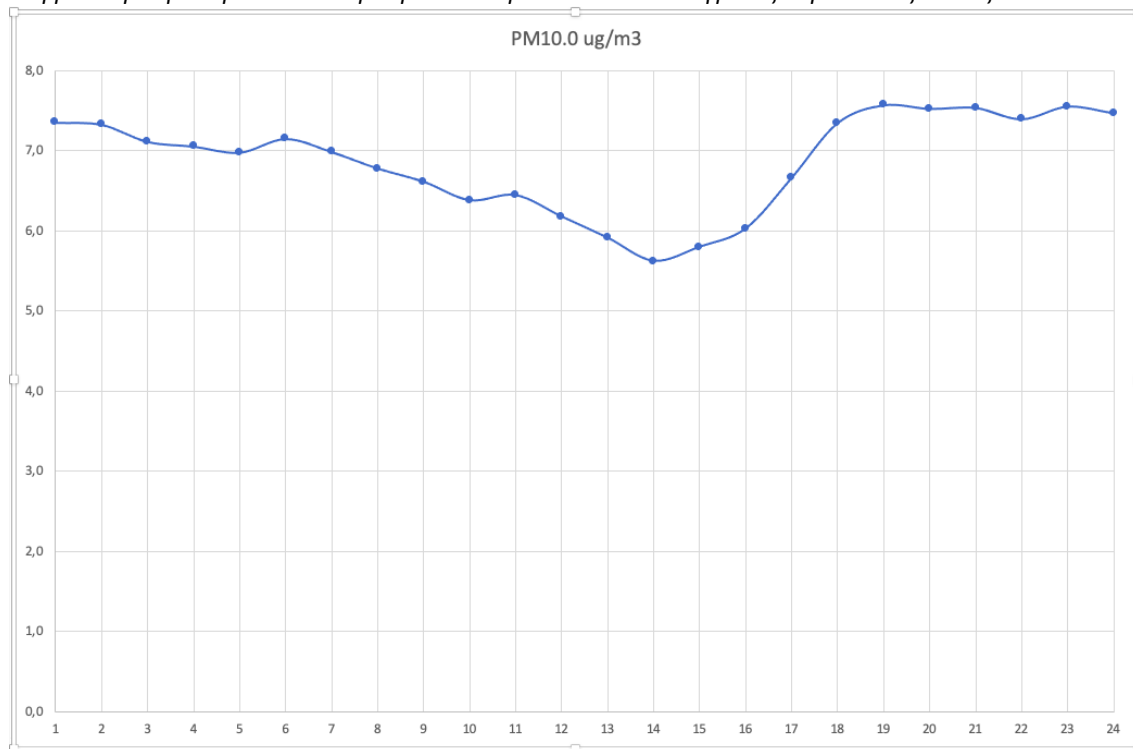
Σχήμα 4.5.8 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2020)

Το διάγραμμα 4.5.8 α παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2020. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις και εμφανίζονται πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Από την ερμηνεία των τιμών παρατηρείται οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται από τις τιμές $3,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως και $4,6\mu\text{g}/\text{m}^3$, με υψηλότερη τιμή $4,6\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 23:00 η ώρα και χαμηλότερη τιμή $3,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 14:00 η ώρα. Οι τιμές κινούνται σε πλαίσια εντός του ευρωπαϊκού ορίου και σε χαμηλές τιμές σε κοντινά πλαίσια διακύμανσης μεταξύ τους, ωστόσο υπάρχει μια μικρή σταδιακή αύξηση από τις 14:00 έως τις 23:00 όπου ίσως οφείλεται στην εκπομπή ρύπων από οχήματα καθώς ο αισθητήρας βρίσκεται κοντά σε δρόμους και σιδηροδρόμους. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους.



Σχήμα 4.5.8 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2020)

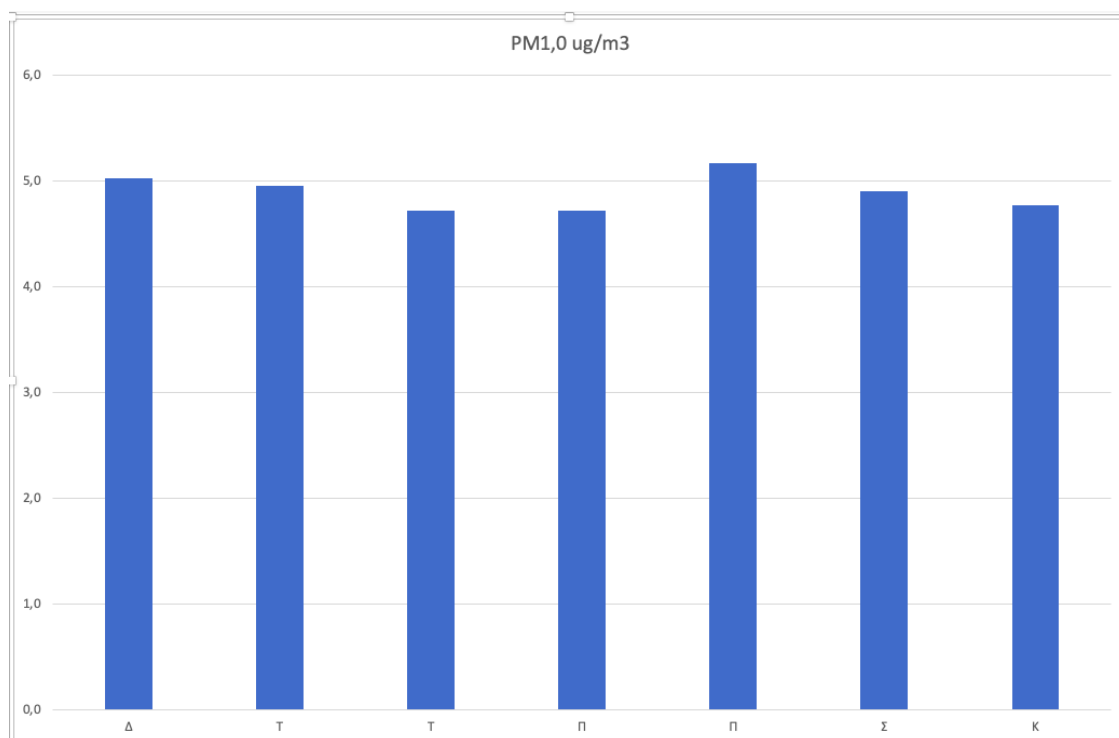
Το διάγραμμα 4.5.8 β παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2020. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις και εμφανίζονται πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Από την ερμηνεία των τιμών παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται από $5,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως και $6,7\mu\text{g}/\text{m}^3$, με υψηλότερη τιμή $6,7\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 23:00 η ώρα και χαμηλότερη τιμή $5,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 14:00 η ώρα. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε πλαίσια εντός του ευρωπαϊκού ορίου και σε χαμηλές τιμές σε κοντινά πλαίσια διακύμανσης μεταξύ τους, ωστόσο υπάρχει μια μικρή σταδιακή αύξηση από τις 14:00 έως τις 23:00 όπου ίσως οφείλεται στην εκπομπή ρύπων από οχήματα καθώς ο αισθητήρας βρίσκεται κοντά σε δρόμους και σιδηροδρόμους. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους.



Σχήμα 4.5.8 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2020)

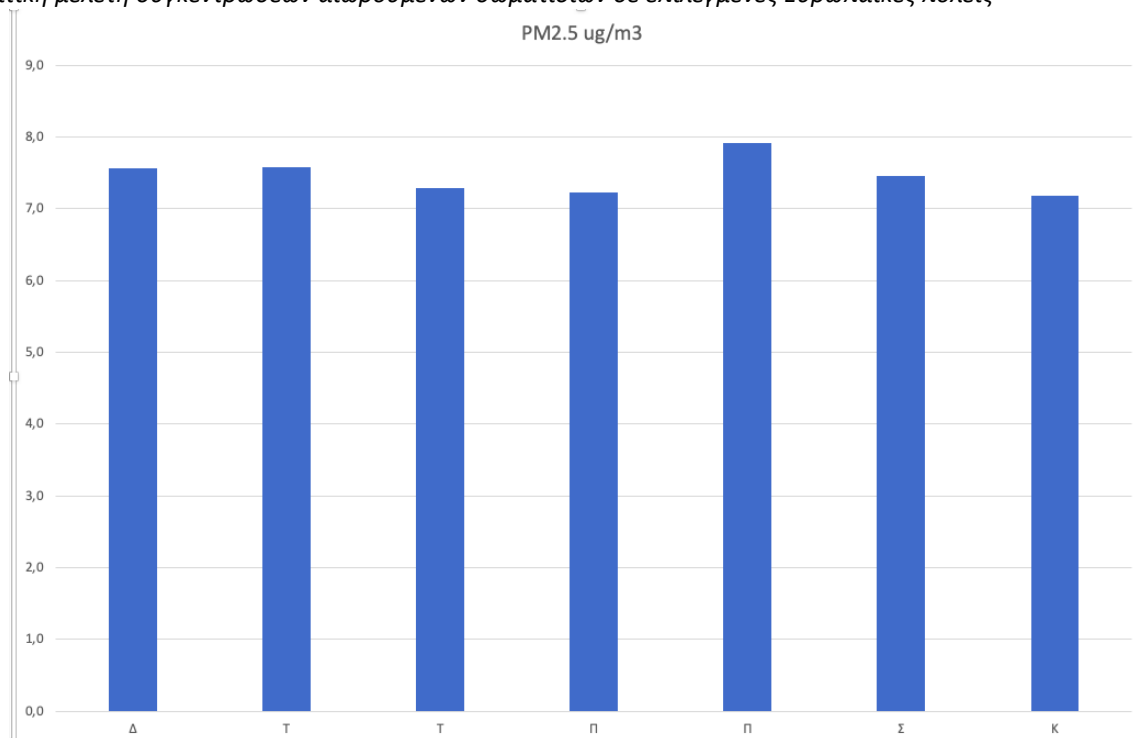
Το διάγραμμα 4.5.8 γ παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για το έτος 2020. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις και εμφανίζονται πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Από την ερμηνεία των τιμών παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται από $5,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως και $7,6\mu\text{g}/\text{m}^3$, με υψηλότερη τιμή $7,6\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 23:00 η ώρα και χαμηλότερη τιμή $5,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 14:00 η ώρα. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε πλαίσια εντός του ευρωπαϊκού ορίου και σε χαμηλές τιμές σε κοντινά πλαίσια διακύμανσης μεταξύ τους, ωστόσο υπάρχει μια μικρή σταδιακή αύξηση από τις 14:00 έως τις 23:00 όπου ίσως οφείλεται στην εκπομπή ρύπων από οχήματα καθώς ο αισθητήρας βρίσκεται κοντά σε δρόμους και σιδηροδρόμους. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους.

4.5.9 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2021



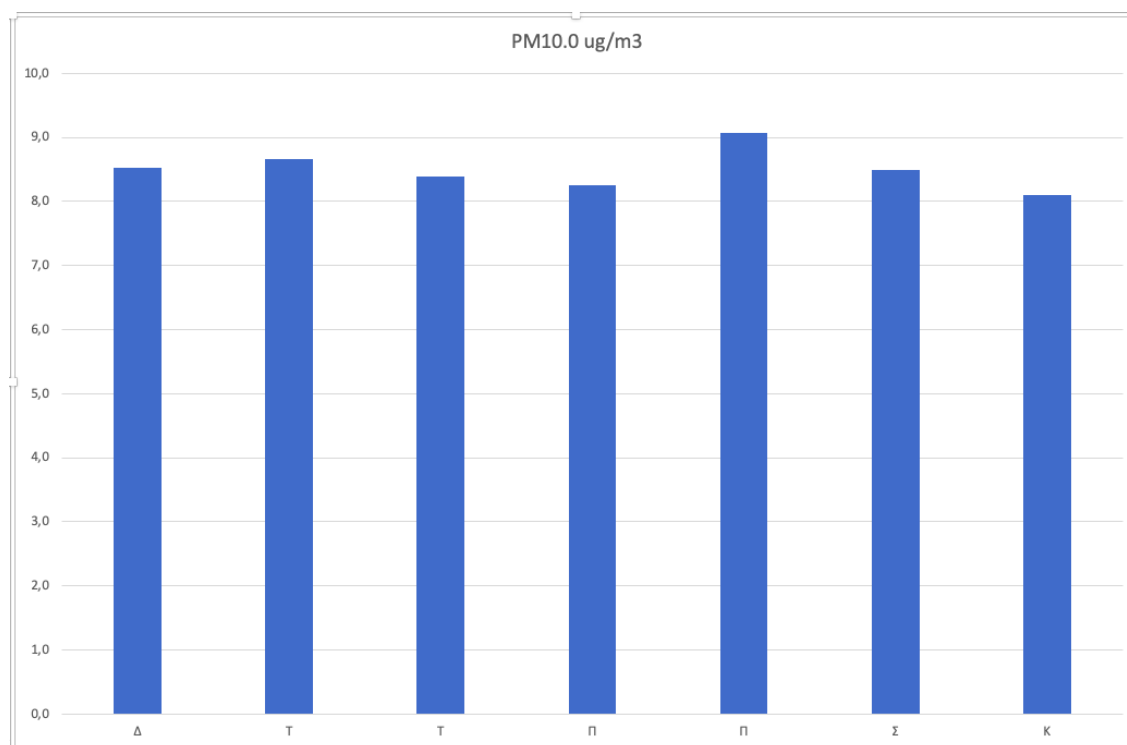
Σχήμα 4.5.9 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2021)

Στο σχήμα 4.5.9 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 για το έτος 2021. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα, χωρίς έντονες διαφορές μεταξύ των ημερών. Από τα δεδομένα του σχήματος απορρέει πως οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 σημειώνονται την Παρασκευή με Σάββατο και συγκεκριμένα με υψηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Παρασκευή στα 5,1μg/m³ και χαμηλότερη τιμή να εμφανίζεται τις ημέρες Τετάρτη και Πέμπτη γύρω στα 4,8μg/m³. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.



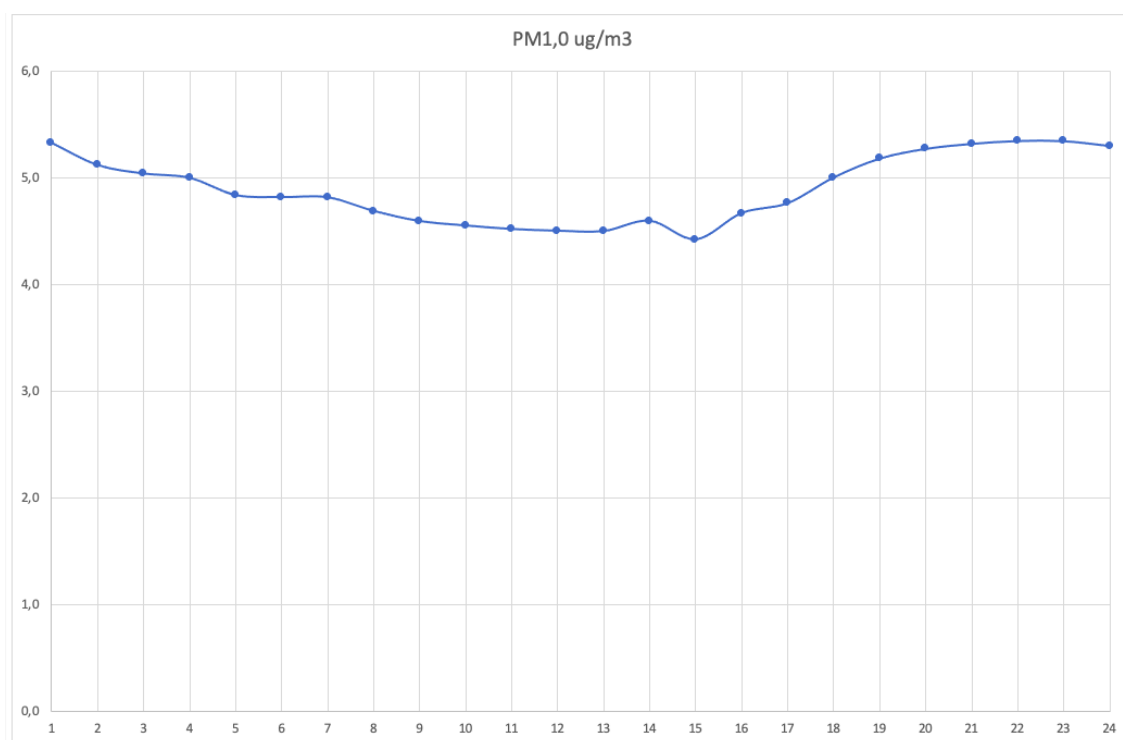
Σχήμα 4.5.9 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2021)

Στο σχήμα 4.5.9 β απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 για το έτος 2021. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα, χωρίς έντονες διαφορές μεταξύ των ημερών. Από τα δεδομένα του σχήματος απορρέει πως οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 σημειώνονται την Παρασκευή με Σάββατο και συγκεκριμένα με υψηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Παρασκευή στα 7,9μg/m³ και χαμηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Τετάρτη γύρω στα 7,1μg/m³. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.



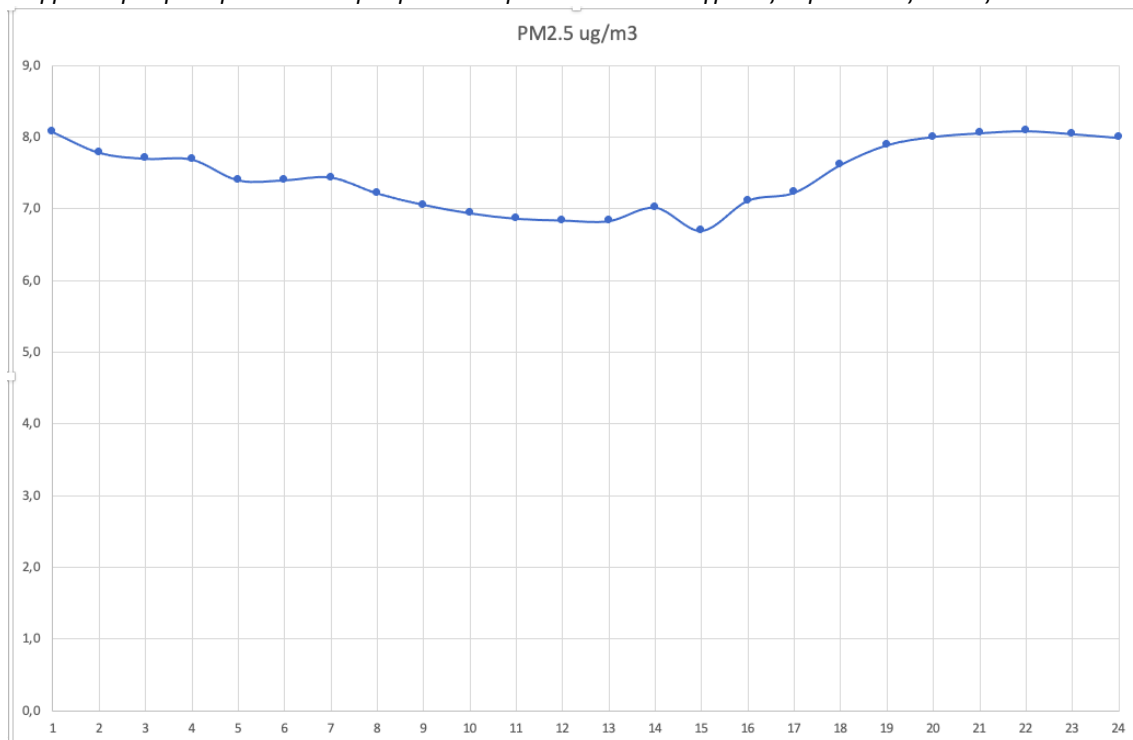
Στο σχήμα 4.5.9 γ απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM10 για το έτος 2021. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα, χωρίς έντονες διαφορές μεταξύ των ημερών. Από τα δεδομένα του σχήματος απορρέει πως οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 σημειώνονται την Παρασκευή με Σάββατο και συγκεκριμένα με υψηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Παρασκευή στα 9,1μg/m³ και χαμηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Τετάρτη γύρω στα 8,2μg/m³. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.

4.5.10 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2021



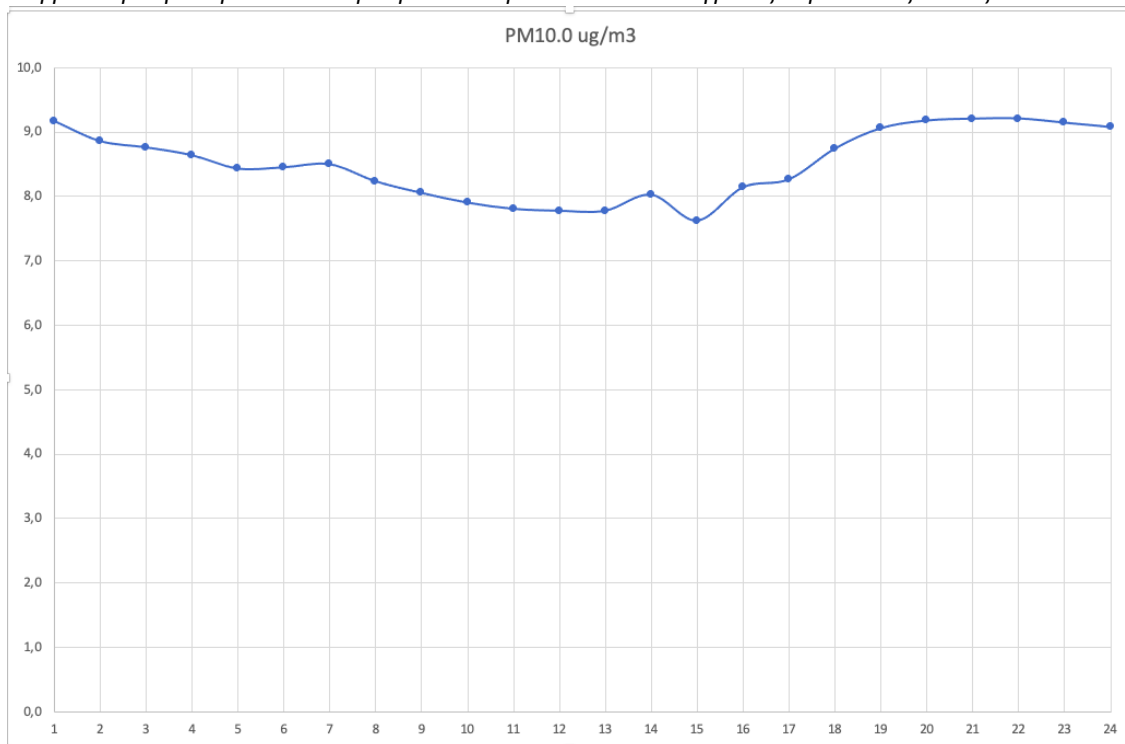
Σχήμα 4.5.10 α: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM1.0 (2021)

Το διάγραμμα 4.5.10 α παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2021. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις και εμφανίζονται πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Από την ερμηνεία των τιμών παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται από 4,5μg/m³ έως και 5,2μg/m³, με υψηλότερη τιμή 5,2μg/m³ στις 23:00 η ώρα και χαμηλότερη τιμή 4,5μg/m³ στις 15:00 η ώρα. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε πλαίσια εντός του ευρωπαϊκού ορίου και σε χαμηλές τιμές σε κοντινά πλαίσια διακύμανσης μεταξύ τους, ωστόσο υπάρχει μια μικρή σταδιακή αύξηση από τις 15:00 έως τις 23:00 όπου ίσως οφείλεται στην εκπομπή ρύπων από οχήματα καθώς ο αισθητήρας βρίσκεται κοντά σε δρόμους και σιδηροδρόμους. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους.



Σχήμα 4.5.10 β: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM2.5 (2021)

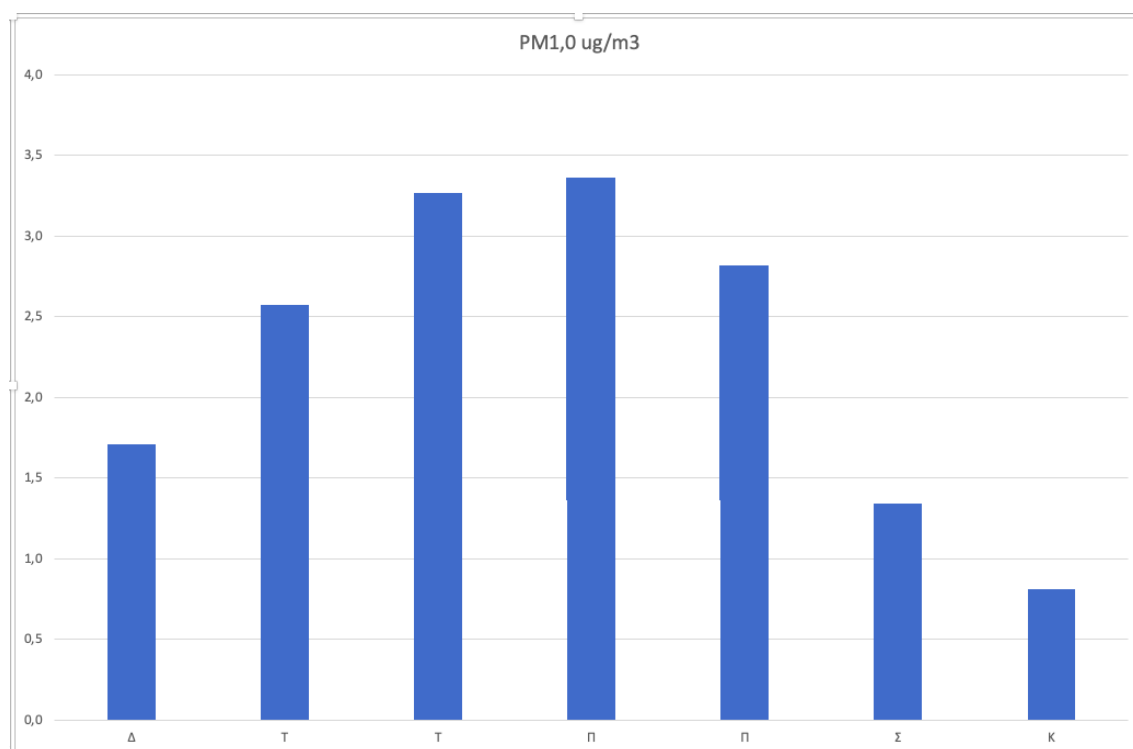
Το διάγραμμα 4.5.10 β παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2021. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις και εμφανίζονται πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Από την ερμηνεία των τιμών παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται από 6,8μg/m³ έως και 8,0μg/m³, με υψηλότερη τιμή 8,0μg/m³ στις 23:00 η ώρα και χαμηλότερη τιμή 6,8μg/m³ στις 15:00 η ώρα. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε πλαίσια εντός του ευρωπαϊκού ορίου και σε χαμηλές τιμές σε κοντινά πλαίσια διακύμανσης μεταξύ τους, ωστόσο υπάρχει μια μικρή σταδιακή αύξηση από τις 15:00 έως τις 23:00 όπου ίσως οφείλεται στην εκπομπή ρύπων από οχήματα καθώς ο αισθητήρας βρίσκεται κοντά σε δρόμους και σιδηροδρόμους. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους. Επίσης παρουσιάζει ίδιο μοτίβο διακύμανσης όπως το διάγραμμα των συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0.



Σχήμα 4.5.10 γ: Διάγραμμα μέσης ωριαίας τιμής PM10 (2021)

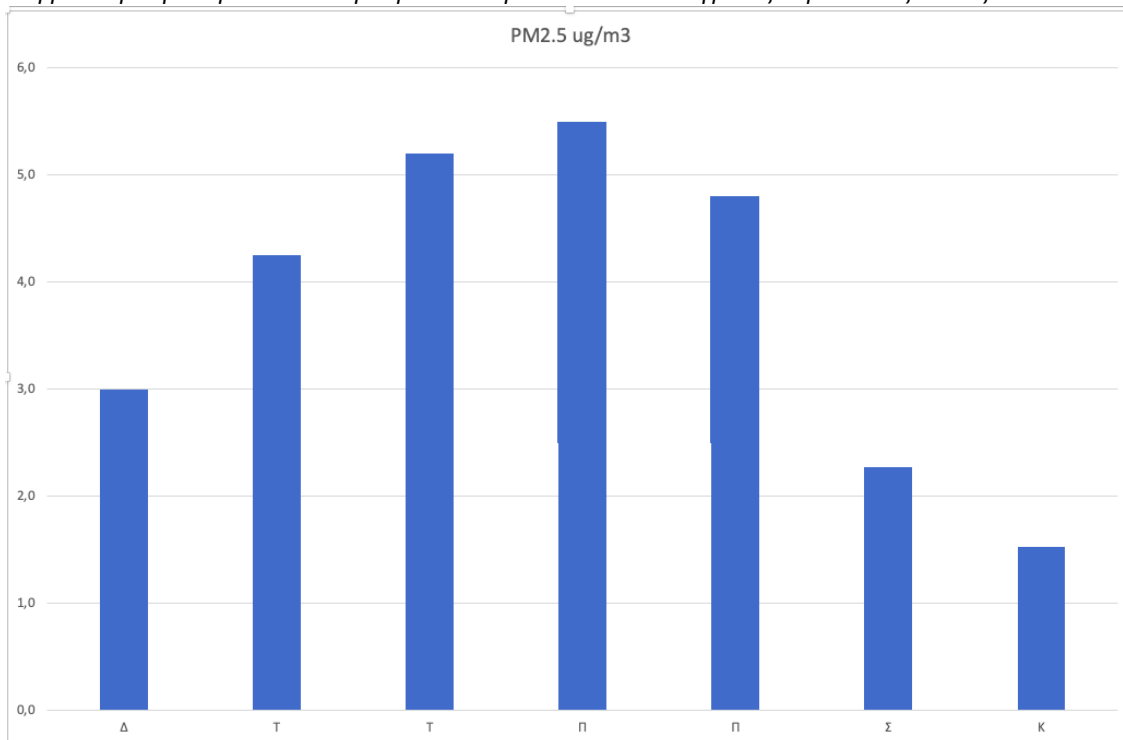
Το διάγραμμα 4.5.10 γ παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για το έτος 2021. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις και εμφανίζονται πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης. Από την ερμηνεία των τιμών παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται από $7,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως και $9,1\mu\text{g}/\text{m}^3$, με υψηλότερη τιμή $9,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 1:00 η ώρα και χαμηλότερη τιμή $7,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 15:00 η ώρα. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε πλαίσια εντός του ευρωπαϊκού ορίου και σε χαμηλές τιμές σε κοντινά πλαίσια διακύμανσης μεταξύ τους, ωστόσο υπάρχει μια μικρή σταδιακή αύξηση από τις 15:00 έως τις 23:00 όπου ίσως οφείλεται στην εκπομπή ρύπων από οχήματα καθώς ο αισθητήρας βρίσκεται κοντά σε δρόμους και σιδηροδρόμους. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους. Επίσης παρουσιάζει ίδιο μοτίβο διακύμανσης όπως το διάγραμμα των συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5.

4.5.11 Διακύμανση μέσης ημερήσιας τιμής για το έτος 2022



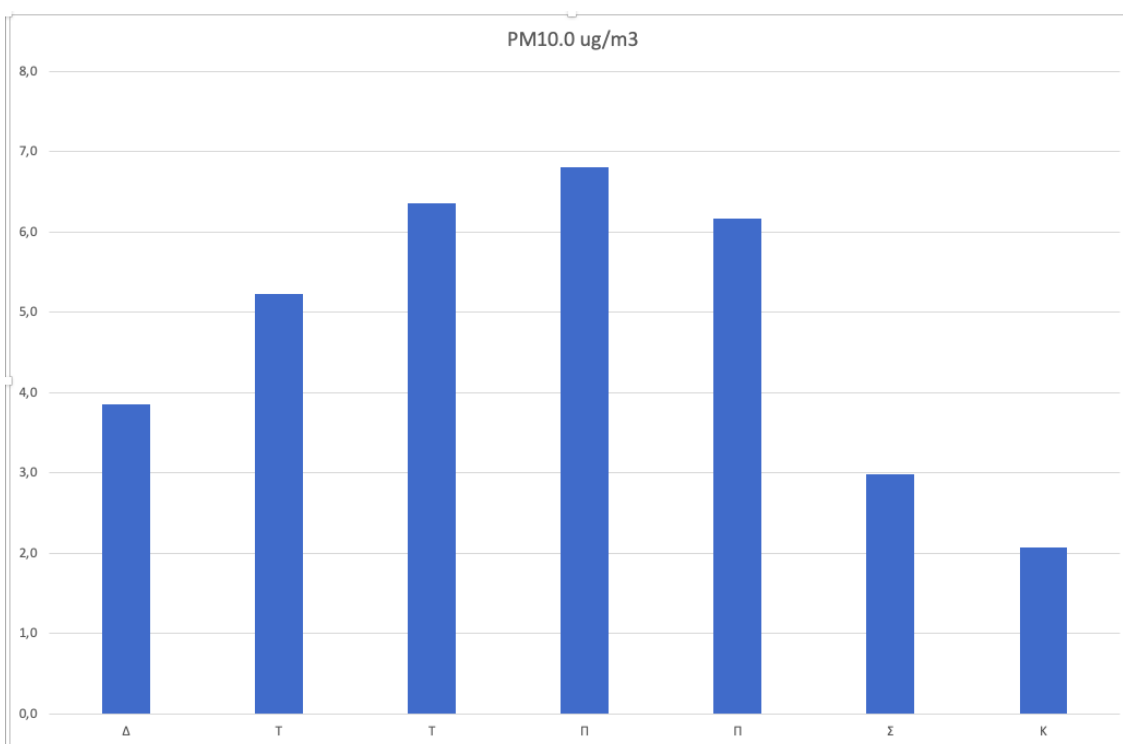
Σχήμα 4.5.11 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2022)

Στο σχήμα 4.5.11 α απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM1.0 για το έτος 2022. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα, έχοντας ωστόσο έντονες διαφορές μεταξύ τους. Από τα δεδομένα του σχήματος απορρέει πως οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 σημειώνονται την Τρίτη με Παρασκευή και συγκεκριμένα με υψηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Πέμπτη στα 3,4μg/m³ και χαμηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Κυριακή γύρω στα 0,8μg/m³. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.



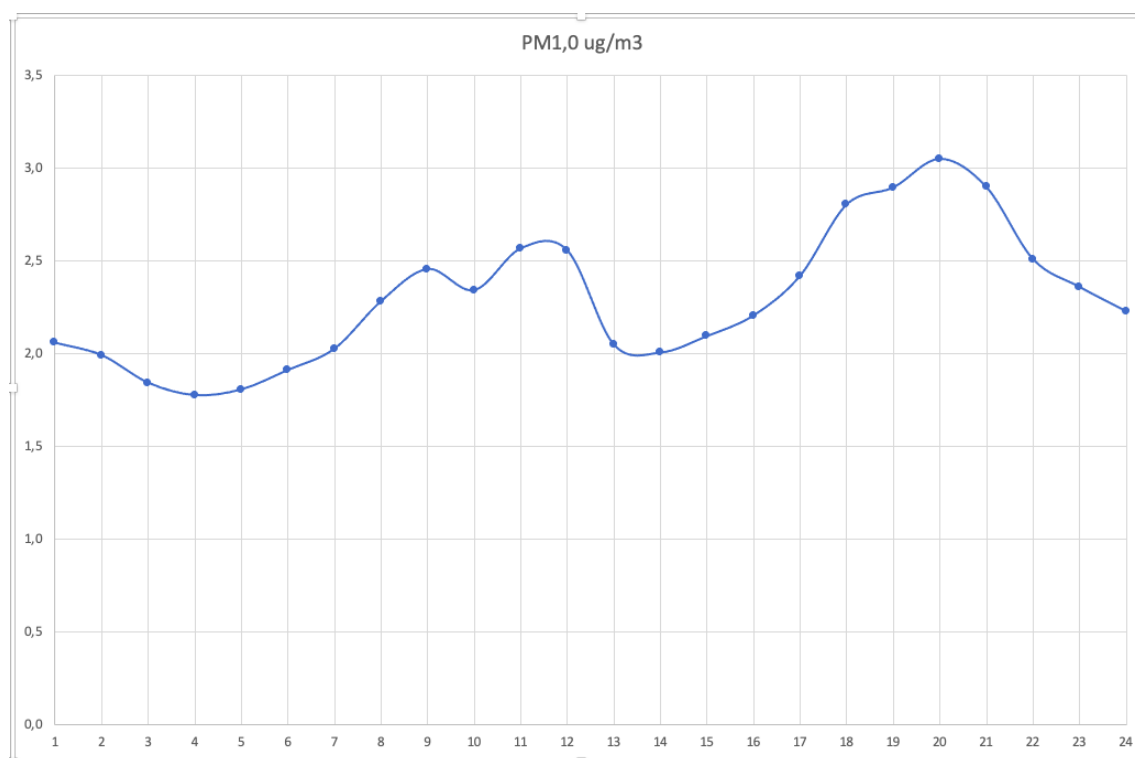
Σχήμα 4.5.11 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2022)

Στο σχήμα 4.5.11 β απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM2.5 για το έτος 2022. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα, έχοντας ωστόσο έντονες διαφορές μεταξύ τους. Από τα δεδομένα του σχήματος απορρέει πως οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 σημειώνονται την Τρίτη με Παρασκευή και συγκεκριμένα με υψηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Πέμπτη στα 5,5μg/m³ και χαμηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Κυριακή γύρω στα 1,5μg/m³. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.



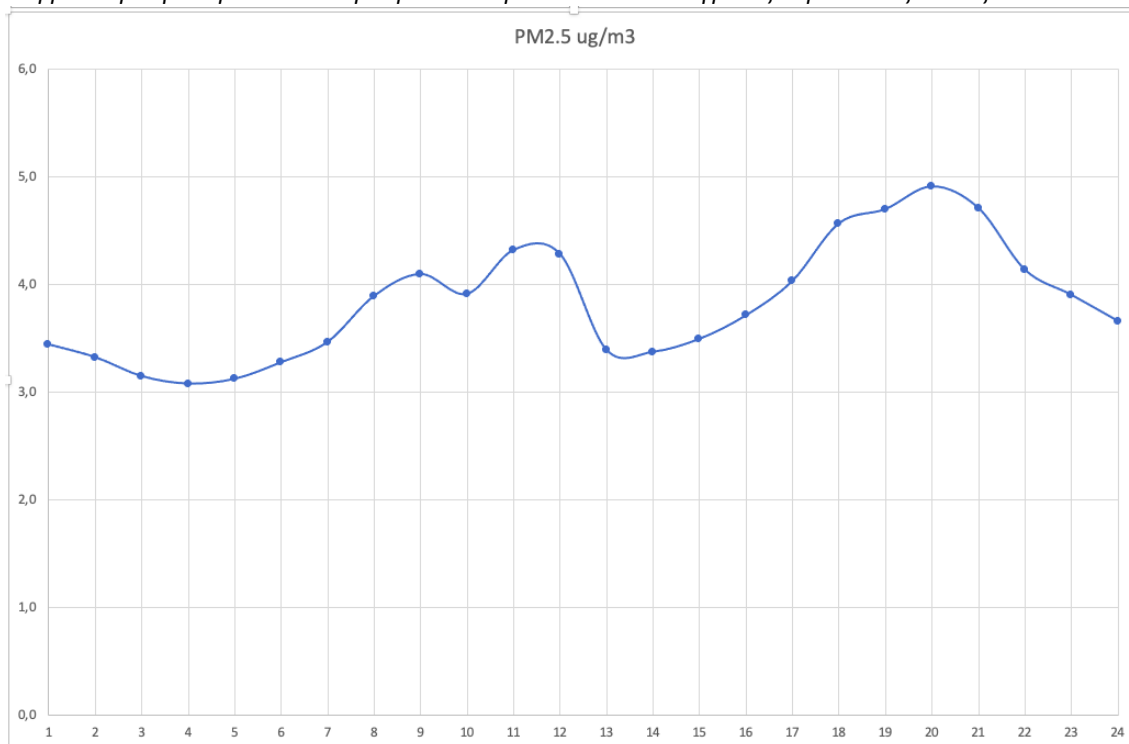
Στο σχήμα 4.5.11 γ απεικονίζονται οι ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης των PM10 για το έτος 2022. Στο παραπάνω διάγραμμα κρίνεται φανερά ορατό πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα, έχοντας ωστόσο έντονες διαφορές μεταξύ τους. Από τα δεδομένα του σχήματος απορρέει πως οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 σημειώνονται την Τρίτη με Παρασκευή και συγκεκριμένα με υψηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Πέμπτη στα 6,8μg/m³ και χαμηλότερη τιμή να εμφανίζεται την ημέρα Κυριακή γύρω στα 2,0μg/m³. Αυτό ίσως οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών το Σαββατοκύριακο στο νεκροταφείο και στα πάρκα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τον αισθητήρα.

4.5.12 Διακύμανση μέσης ωριαίας τιμής για το έτος 2022



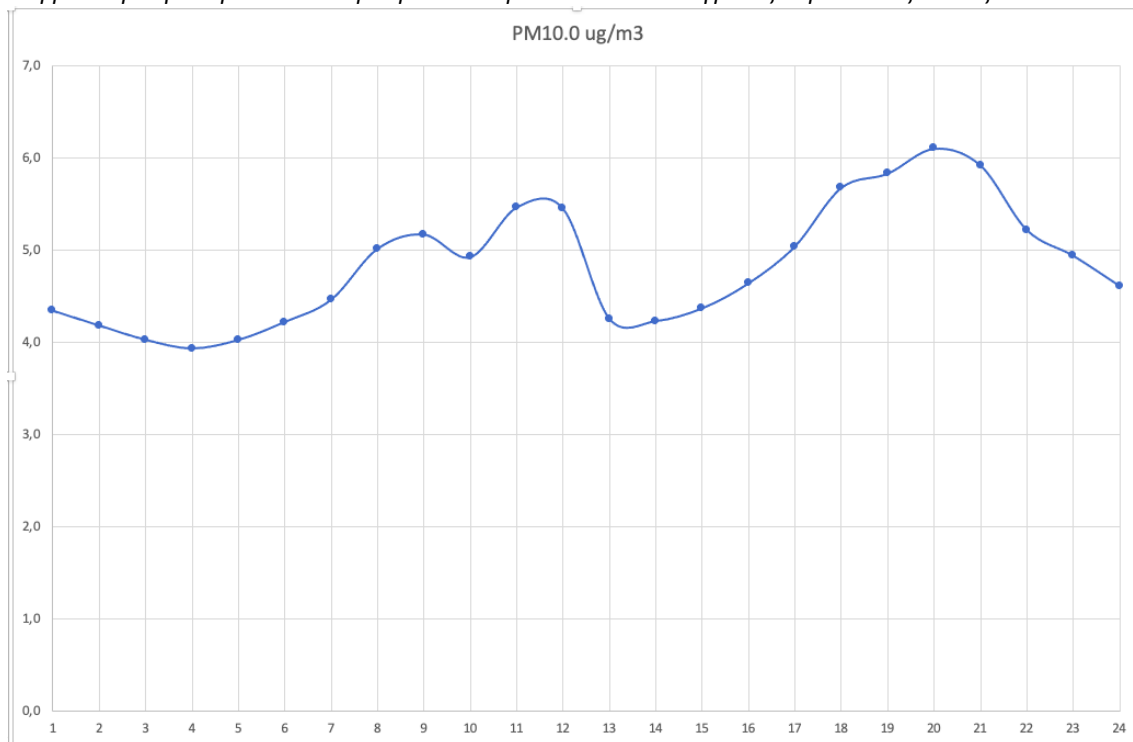
Σχήμα 4.5.12 α: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM1.0 (2022)

Το διάγραμμα 4.5.12 α παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 για το έτος 2022. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις μεταξύ των τιμών ωστόσο εμφανίζουν έντονες διάφορες μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης, καθώς εντοπίζονται έντονες διακυμάνσεις. Παρατηρείται έξαρση από τις 14:00 έως τις 20:00 και από τις 4:00 έως τις 12:00. Αυτό οφείλεται στην κινητικότητα των πολιτών τις ώρες που κινούνται περισσότερο. Από την ερμηνεία των τιμών παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται από 1,8μg/m³ έως και 3,1μg/m³, με υψηλότερη τιμή 3,1μg/m³ στις 20:00 η ώρα και χαμηλότερη τιμή 1,8μg/m³ στις 4:00 η ώρα. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε πλαίσια εντός του ευρωπαϊκού ορίου και σε χαμηλές τιμές σε κοντινά πλαίσια διακύμανσης μεταξύ τους, ωστόσο υπάρχει μια μικρή σταδιακή αύξηση από τις 14:00 έως τις 20:00 όπου ίσως οφείλεται στην εκπομπή ρύπων από οχήματα καθώς ο αισθητήρας βρίσκεται κοντά σε δρόμους και σιδηροδρόμους. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους.



Σχήμα 4.5.12 β: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM2.5 (2022)

Το διάγραμμα 4.5.12 β παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 για το έτος 2022. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις μεταξύ των τιμών ωστόσο εμφανίζουν έντονες διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης, καθώς εντοπίζονται έντονες διακυμάνσεις. Παρατηρείται έξαρση από τις 14:00 έως τις 20:00 και από τις 4:00 έως τις 12:00. Αυτό οφείλεται στην κινητικότητα των πολιτών τις ώρες που κινούνται περισσότερο. Από την ερμηνεία των τιμών παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται από $3,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως και $4,9\mu\text{g}/\text{m}^3$, με υψηλότερη τιμή $4,9\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 20:00 η ώρα και χαμηλότερη τιμή $3,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 4:00 η ώρα. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε πλαίσια εντός του ευρωπαϊκού ορίου και σε χαμηλές τιμές σε κοντινά πλαίσια διακύμανσης μεταξύ τους, ωστόσο υπάρχει μια μικρή σταδιακή αύξηση από τις 14:00 έως τις 20:00 όπου ίσως οφείλεται στην εκπομπή ρύπων από οχήματα καθώς ο αισθητήρας βρίσκεται κοντά σε δρόμους και σιδηροδρόμους. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους. Επίσης το διάγραμμα παρουσιάζει ίδιο μοτίβο διακύμανσης με το προηγούμενο διάγραμμα αυτό των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0.



Σχήμα 4.5.12 γ: Διάγραμμα μέσης ημερήσιας τιμής PM10 (2022)

Το διάγραμμα 4.5.12 γ παραπάνω αναφέρεται στις τιμές ωριαίας διακύμανσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για το έτος 2022. Στο σχήμα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα έντονες αριθμητικά αυξομειώσεις μεταξύ των τιμών ωστόσο εμφανίζονται έντονες διαφορές μεταξύ των τιμών συγκέντρωσης, καθώς εντοπίζονται έντονες διακυμάνσεις. Παρατηρείται έξαρση από τις 14:00 έως τις 20:00 και από τις 4:00 έως τις 12:00. Αυτό οφείλεται στην κινητικότητα των πολιτών τις ώρες που κινούνται περισσότερο. Από την ερμηνεία των τιμών παρατηρείται πως οι τιμές συγκέντρωσης κυμαίνονται από $3,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως και $4,9\mu\text{g}/\text{m}^3$, με υψηλότερη τιμή $4,9\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 20:00 η ώρα και χαμηλότερη τιμή $3,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ στις 4:00 η ώρα. Οι τιμές του διαγράμματος κινούνται σε πλαίσια εντός του ευρωπαϊκού ορίου και σε χαμηλές τιμές σε κοντινά πλαίσια διακύμανσης μεταξύ τους, ωστόσο υπάρχει μια μικρή σταδιακή αύξηση από τις 14:00 έως τις 20:00 όπου ίσως οφείλεται στην εκπομπή ρύπων από οχήματα καθώς ο αισθητήρας βρίσκεται κοντά σε δρόμους και σιδηροδρόμους. Η αύξηση τις απογευματινές ώρες οφείλεται σε κινητικότητα των πολιτών γυρνώντας από τις δουλειές τους. Επίσης το διάγραμμα παρουσιάζει ίδιο μοτίβο διακύμανσης με τα προηγούμενα διαγράμματα των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0 και των PM2.5.

5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην παραπάνω εργασία αναλύθηκαν διαγράμματα και αποτελέσματα μετρήσεων ημερήσιας, ετησίας, ωριαίας φύσεως σχετικά με τα ποσά συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0, PM2.5, PM10. Διενεργήθηκαν οι μετρήσεις αυτές σε πέντε χώρες, στην Ιταλία, Αγγλία, Σουηδία, Νορβηγία και Βουλγαρία.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που αναλύθηκαν για δυο Νοτιότερες Χώρες χώρες, δυο Σκανδιναβικές και μία του Ηνωμένου βασιλείου, προκύπτει πως κυρίως στις Βαλκανικές χώρες και στο Ηνωμένο βασίλειο η ρύπανση είναι εντονότερη κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Αυτό συμβαίνει επειδή η κίνηση στο κέντρο των πόλεων αυτών είναι πιο αυξημένη τους χειμερινούς μήνες λόγω τουρισμού και αίθριου και ηπιότερου κλίματος. Υπάρχει εντονότερη ηλιοφάνεια περισσότερες ημέρες του χρόνου και κατά συνέπεια δημιουργούνται οι συνθήκες ευκολότερα για τη δημιουργία των δευτερογενών ρύπων όπως τα αιωρούμενα σωματίδια. Επίσης διαπιστώνεται πιο έντονο πρόβλημα στα κέντρα των συγκεκριμένων πόλεων λόγω της πυκνής κυκλοφορίας των οχημάτων με ταυτόχρονη ύπαρξη βιομηχανικών μονάδων κοντά στο αστικό περιβάλλον που προκαλεί υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων. Σημαντικός παράγοντας στην ατμοσφαιρική ρύπανση των πόλεων αυτών είναι και η λειτουργία των κεντρικών θερμάνσεων αλλά και των βιομηχανιών όπως έχει αναφερθεί παραπάνω που ενισχύουν την εμφάνιση των τιμών συγκέντρωσης των ατμοσφαιρικών αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0, PM2.5 και PM10. Σε υψηλότερες τιμές έναντι των Σκανδιναβικών πόλεων αναφοράς. Στις Βαλκανικές χώρες παρόλο που τους χειμερινούς μήνες παρατηρείται έντονη ηλιοφάνεια ωστόσο το κλίμα τους κατέχει υψηλά ποσοστά υγρασίας που δεν οδηγούν στον περιορισμό των καύσεων βιομάζας (ξύλα κ.α) σε τζάκια, σόμπες & μαγκάλια αλλά συμβάλλουν στην εκπομπή αιωρούμενων σωματιδίων και κατ' επέκταση στην συμβολή έξαρσης του φαινομένου της αιθαλομίχλης στοιχείο και του χαμηλότερου βιοτικού επιπέδου που εμφανίζουν οι νότιες Χώρες. Στο Ηνωμένο Βασίλειο που το κλίμα είναι εύκρατο και κατέχει χαρακτηριστικά του ωκεάνιου με κρύα και υγρά καλοκαίρια και ήπιους και υγρούς χειμώνες εντοπίζονται επίσης τα ίδια χαρακτηριστικά για τους χειμερινούς μήνες. Αυτό οφείλεται στην πυκνή κυκλοφορία οχημάτων, στην έντονη κοινωνική δραστηριότητα αλλά και του πυκνού πληθυσμού που το διακατέχει. Επίσης, σημαντική είναι η αναφορά στο φαινόμενο της Αφρικανικής σκόνης, που ανά τα χρόνια σημειώνει έξαρση κυρίως στις νοτιότερες Χώρες, απελευθερώνοντας στην ατμόσφαιρα υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων πολλαπλάσιων του ορίου που προβλέπεται από τις Κοινοτικές οδηγίες και τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας.

Στις Σκανδιναβικές χώρες, κατά την ανάλυση των συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων παρατηρήθηκαν μειωμένες σχετικά τιμές συγκέντρωσης PM1.0, PM2.5 και PM10. Οι τιμές αυτές που προέκυψαν από την μελέτη μπορούν να θεωρηθούν υποδειγματικές εξαιτίας της καλής οικολογικής και φιλοπεριβαλλοντικής πολιτικής που ακολουθούν οι χώρες της Σκανδιναβίας ως λογικό επακόλουθο της πολιτιστικής τους κληρονομιάς. Τα νούμερα βρίσκονταν αρκετά υπό του Ευρωπαϊκού ορίου και είχαν αισθητή διαφορά συγκριτικά με τις τιμές των υπολοίπων σταθμών που διερευνήθηκαν. Παράλληλα σημαντική είναι η αναφορά της αύξησης των τιμών συγκέντρωσης των ρύπων κατά τους θερινούς μήνες έναντι των άλλων χωρών που παρουσίαζαν κατά τους χειμερινούς. Ο λόγος που παρατηρήθηκαν πιο αυξημένες τιμές κατά την καλοκαιρινή περίοδο σε αυτές τις χώρες ήταν συγκεκριμένα για την Σουηδία, εξαιτίας του κλίματος της και της τοποθεσίας που βρίσκονταν ο αισθητήρας Purple Air με έντονη κινητικότητα που οφειλόταν σε M.M.M., πανεπιστήμια, νοσοκομεία και πάρκα αναψυχής. Έπειτα στην Νορβηγία εξαιτίας της εμφάνισης θερμότερης και φωτεινότερης περιόδου αλλά και της πιο έντονης κινητικότητας στο λιμάνι της πόλης Ulsteinvik το καλοκαίρι οι εκπομπές σωματιδίων και κατ'επέκταση η ατμοσφαιρική ρύπανση ήταν μεγαλύτερη την περίοδο εκείνη.

Είναι σημαντικό να γίνει αναφορά στις τιμές των συγκεντρώσεων που παρατηρήθηκαν την εποχή του COVID-19. Οι σκανδιναβικές χώρες παρότι δεν επέβαλαν αυστηρά μέτρα κατά του κορονοϊού δεν παρουσίασαν υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων το διάστημα του COVID-19 όσο και το υπόλοιπο διότι το κοινωνικό τους μοντέλο δεν περιλαμβάνει συγχρωτισμό μεταξύ τους, έχουν φιλο-περιβαλλοντική πολιτική και κοινωνική αντίληψη περισσότερο από άλλες χώρες. Στην Βουλγαρία παρατηρήθηκαν πολύ υψηλές τιμές στην αρχή της περιόδου του κορονοϊού διότι παρόλο που τα αυστηρά μέτρα της κυβέρνησης περιόρισαν αρκετά τις εξόδους των πολιτών, το βιοτικό τους επίπεδο αλλά και η κοινωνική τους αντίληψη δεν τους επέτρεπε να χρησιμοποιούν σύγχρονα καύσιμα για την θέρμανση τους, αντ' αυτού χρησιμοποιούσαν μη συμβατικές πηγές καύσης και βλαβερά για το περιβάλλον καύσιμα, κατ' επέκταση να εκπέμπονται αυξημένες και ανεξέλεγκτες ποσότητες αιωρούμενων σωματιδίων. Στην Ιταλία την περίοδο του COVID-19 παρατηρήθηκαν πιο αυξημένες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων το διάστημα 2019-2020 διότι η επιβολή των αυστηρών μέτρων που επικρατούσε οδήγησε τους πολίτες στην αλόγιστη χρήση κεντρικών θερμάνσεων με αποτέλεσμα η εκπομπή αιωρούμενων σωματιδίων να είναι αυξημένη σε σχέση με το υπόλοιπο διάστημα που ερευνηθήκε στην παρούσα ερευνητική εργασία. Στην Αγγλία παρότι τα μέτρα κατά του κορονοϊού τις περισσότερες μέρες της πανδημίας ήταν χαλαρότερα σε σχέση με άλλες χώρες, παρατηρήθηκε μια ομαλή διακύμανση της συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων σε όλο το διάστημα της έρευνας (2019-2022).

Σχετικά με την εμφάνιση αυξημένων τιμών συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM1.0,PM2.5,PM10 μπορούν να τεθούν κάποια μέτρα προς αποφυγή έξαρσης των τιμών αυτών και διαιώνισης της κατάστασης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης του πλανήτη που ολοένα και χειροτερεύει. Ορισμένα μέτρα που θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στην επίτευξη των στόχων αυτών είναι:

- Η συχνότερη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ώστε να μην εκπέμπεται πλήθος αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα εξαιτίας θερμοηλεκτρικών μονάδων.
- Η εκτεταμένη χρήση του φυσικού αερίου έναντι του πετρελαίου και του ρεύματος στα πλαίσια τρόπων οικιακής θέρμανσης, μαγειρικών εστιών αλλά και οχημάτων.
- Η επιβολή περιβαλλοντικών τελών τα οποία θα αποτελούν κίνητρο για τα κράτη ώστε να συμμορφώνονται σε περιπτώσεις όπου οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων ξεπερνάνε το ευρωπαϊκό ημερήσιο όριο.
- Η συχνή ενημέρωση των πολιτών σχετικά με την περιβαλλοντική συνείδηση θα αποτελέσει εξίσου σοβαρό πλεονέκτημα ώστε να οδηγήσει στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ταυτόχρονα και η εφαρμογή κινήτρων για εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. από τους πολίτες και τις κυβερνήσεις μπορεί να αποτελέσει εξίσου σημαντικός παράγοντας στην αυξημένη μείωση των εκπομπών εργοστασίων ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η εφαρμογή τρόπου ρύθμισης ενεργειακών διαβαθμίσεων σε κάθε μορφής κτιρίων και εγκαταστάσεων.
- Η χρήση θέρμανση στα κτίρια με ειδικούς ηλεκτρικούς θερμοπομπούς οι οποίοι εκπέμπουν θερμότητα με την μέθοδο της τηλεθέρμανσης.
- Η παρότρυνση χρήσης ως μέσα κίνησης τα μέσα σταθερής τροχιάς(Τράμ, Τρένα, Μετρό κ.α.)

Συγκριτική μελέτη συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων σε επιλεγμένες Ευρωπαϊκές πόλεις

- Η προώθηση κινήτρων για χρήση της ηλεκτροκίνησης (Ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ηλεκτρικά μηχανάκια, πατίνια κ.α.)
- Η συνεχής και καθημερινή ενημέρωση των πολιτών για την ατμοσφαιρική ρύπανση που επικρατεί σε διάφορα μέρη και σε πραγματικό χρόνο μέσω τεχνολογίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γεντεκάκης, Ι. (1999). Ατμοσφαιρική Ρύπανση, επιπτώσεις, έλεγχος και εναλλακτικές τεχνολογίες. *Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη*.
- Γεντεκάκης, Ι. (2010). *Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Επιπτώσεις, Έλεγχος και Εναλλακτικές Τεχνολογίες*. Αθήνα : Κλειδάριθμος
- Ζάνης, Π. (2014). Σημειώσεις μαθήματος Ατμοσφαιρική Ρύπανση και Κλιματικές Αλλαγές.
- Ζιώμας, Ι. (2007). Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική ρύπανση. *ΕΜΠ, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Αθήνα*.
- Μούστρης, Κ. Π., Νάστος, Π., Ζιώμας, Ι., & Παλιάτσος, Α. Γ. (2007). Forecast of childhood asthma admissions at Athens, using neural networks.
- Μπεργελές, Γ. (2005). *Ανεμοκινητήρες. εκδόσεις Συμεών*.
- Οδηγία 96/62/ΕΚ για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα, ΕΕ L 296 /55, 21/11/1996.
- Οδηγία 1999/30/ΕΚ σχετικά με τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, διοξειδίου του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου, στον αέρα του περιβάλλοντος, ΕΕ L 163/41, 29/06/1999.
- Οδηγία 2000/69/ΕΚ για τις οριακές τιμές βενζολίου και μονοξειδίου του άνθρακα, ΕΕ L 313/12, 13/12/2000.
- Οδηγία 2002/3/ΕΚ σχετικά με το όζον στον ατμοσφαιρικό αέρα, ΕΕ L 67/14, 9/3/2002.
- Οδηγία 2008/50/ΕΚ για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, ΕΕ L 152, 11.6.2008.
- Στούρνας, Σ., Λόης, Ε., Ζαννίκος, Φ., & Καρώνης, Δ. (1993). Τεχνολογία καυσίμων και λιπαντικών.
- Τριανταφύλλου, Α.Γ. (2017). Αέρια ρύπανση. Εκδόσεις Θαλής. Κοζάνη.

ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chaloulakou, A., Kassomenos, P., Spyrellis, N., Demokritou, P., & Koutrakis, P. (2003). Measurements of PM10 and PM2.5 particle concentrations in Athens, Greece. *Atmospheric Environment*, 37(5), 649-660.
- De Nevers, N. (1995). Letter to the Editor from Noel de Nevers. *Chemical Engineering Education*, 29(3), 161-161.
- EC, Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. 1999, OJ L 163, 29.6.1999.

- Hanif, R., Qiao, L., Shiff, S. J., & Rigas, B. (1997). Curcumin, a natural plant phenolic food additive, inhibits cell proliferation and induces cell cycle changes in colon adenocarcinoma cell lines by a prostaglandin-independent pathway. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 130(6), 576-584.
- Jones, A. P. (1999). Indoor air quality and health. *Atmospheric environment*, 33(28), 4535-4564.
- Lagzi, I., Mészáros, R., Gelybo, G., & Leelossy, A. (2013). Atmospheric chemistry.
- Manahan, S. E. (1991). Environmental chemistry, Lewis Publishers. Inc.: *Chelsea, USA*.
- Ohlström, M. O., Lehtinen, K. E., Moisio, M., & Jokiniemi, J. K. (2000). Fine-particle emissions of energy production in Finland. *Atmospheric Environment*, 34(22), 3701-3711.
- Pénard-Morand, C., & Annesi-Maesano, I. (2004). Air pollution: from sources of emissions to health effects. *Breathe*, 1(2), 108-119.
- Putaud, J. P., Raes, F., Van Dingenen, R., Brüggemann, E., Facchini, M. C., Decesari, S., ... & Wiedensohler, A. (2004). A European aerosol phenomenology—2: chemical characteristics of particulate matter at kerbside, urban, rural and background sites in Europe. *Atmospheric environment*, 38(16), 2579-2595.
- Querol, X., Alastuey, A., Lopez-Soler, A., & Plana, F. (2000). Levels and chemistry of atmospheric particulates induced by a spill of heavy metal mining wastes in the Donana area, Southwest Spain. *Atmospheric Environment*, 34(2), 239-253.
- Satheesh, S. K., & Moorthy, K. K. (2005). Radiative effects of natural aerosols: A review. *Atmospheric Environment*, 39(11), 2089-2110.
- Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2012). Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. John Wiley & Sons.
- Snyder, E.G., Watkins, T.H., Solomon, P.A. et al. (2013). The Changing Paradigm of Air Pollution Monitoring. *EnvironSci Technol*, 47: 11369–11377.
- Taylor, H. F. (1997). *Cement chemistry* (Vol. 2, p. 459). London: Thomas Telford.
- U.S. Department of Commerce (1996). Pollution abatement and control expenditures, 1972-94. *Survey of Current Business*, 76, 48-67.
- USEPA [United States Environmental Protection Agency] (1997). Guidelines for determining best available control technology (BACT). Washington, DC: USEPA.
- Voutsas, D., Terzi, H., Muller, L., Samara, C., & Kouimtzis, T. (2004). Profile analysis of organic micropollutants in the environment of a coal burning area, NW Greece. *Chemosphere*, 55(4), 595-604.
- Zhang, J., & Zhao, Z. (2006). Charged particles' tunnelling from the Kerr–Newman black hole. *Physics Letters B*, 638(2-3), 110-113.
- Zhuang, X., Querol, X., Zeng, R., Xu, W., Alastuey, A., Lopez-Soler, A., & Plana, F. (2000). Mineralogy and geochemistry of coal from the Liupanshui mining district, Guizhou, south China. *International Journal of Coal Geology*, 45(1), 21-37.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

[1] <http://ec.europa.eu>

[2] <https://www2.purpleair.com>

- <https://map.purpleair.com/1/mAQI/a10/p604800/cC0?key=JQKXDQVLBC1Z8VG4&show=4362#13/42.70516/23.3746> Προσπέλαση:10/02/2022
- <https://map.purpleair.com/1/mAQI/a10/p604800/cC0?key=QQF0GMELGUW2IJKD&show=5784#13/41.9089/12.4509> Προσπέλαση:10/02/2022
- <https://map.purpleair.com/1/mAQI/a10/p604800/cC0?key=Q6B5JW4LQ2RVY4R8&show=5816#13/51.53467/0.02773> Προσπέλαση:10/02/2022
- <https://map.purpleair.com/1/mAQI/a10/p604800/cC0?key=Q5ZY51BSEZQJ0Y4A&show=3489#13.03/62.34726/5.8617> Προσπέλαση:10/02/2022
- <https://map.purpleair.com/1/mAQI/a10/p604800/cC0?key=5OZ1L3YJWWC679JR&show=2640#13/59.3531/18.01961> Προσπέλαση:10/02/2022
- <https://www2.purpleair.com/products/purpleair-pa-ii> Προσπέλαση:10/02/2022
- <https://map.purpleair.com/1/mAQI/a10/p604800/cC0#3.91/46.73/16.83> Προσπέλαση:10/02/2022

[3] <https://earth.google.com/web/>

- <https://goo.gl/maps/W8af3wNUbmGLj1j97> Προσπέλαση:10/02/2022
- <https://goo.gl/maps/WLX4UxFdovsCJ7W86> Προσπέλαση:10/02/2022
- <https://goo.gl/maps/RHwfXHkuUxc3DgbB8> Προσπέλαση:10/02/2022
- <https://goo.gl/maps/sDfvTLd3zej4cH6J9> Προσπέλαση:10/02/2022
- <https://goo.gl/maps/Q4WkgSarGahTwDKg6> Προσπέλαση:10/02/2022