ePublishing

Open Schools Journal for Open Science

Τόμ. 6, Αρ. 1 (2023)

Open Schools Journal for Open Science - Special Issue -Πρακτικά του «3ου Μαθητικού Συνεδρίου Έρευνας και Επιστήμης»

Αιωρούμενα σωματίδια στην περιοχή της Ναυπάκτου

Νεφέλη Αντωνοπούλου, Ανδριανή Ηλιοπούλου, Παναγιώτης Κόρπας, Γεωργία Σαρώτη, Κωνσταντίνα Μαραζιώτη, Νικόλ Πολυζώη, Δήμητρα Μαντζουράνη

doi: 10.12681/osj.32011

Copyright © 2023, Νεφέλη Αντωνοπούλου, Ανδριανή Ηλιοπούλου, Παναγιώτης Κόρπας, Γεωργία Σαρώτη, Κωνσταντίνα Μαραζιώτη, Νικόλ Πολυζώη, Δήμητρα Μαντζουράνη

Άδεια χρήσης Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

Βιβλιογραφική αναφορά:

Αντωνοπούλου Ν., Ηλιοπούλου Α., Κόρπας Π., Σαρώτη Γ., Μαραζιώτη Κ., Πολυζώη Ν., & Μαντζουράνη Δ. (2023). Αιωρούμενα σωματίδια στην περιοχή της Ναυπάκτου. *Open Schools Journal for Open Science*, *6*(1). https://doi.org/10.12681/osj.32011

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 22/01/2026 03:05:34

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 22/01/2026 03:05:34

Αιωρούμενα σωματίδια στην περιοχή της Ναυπάκτου

Νεφέλη Αντωνοπούλου[1], Ανδριανή Ηλιοπούλου[1], Παναγιώτης Κόρπας[1], Δήμητρα Μαντζουράνη[1], Γεωργία Σαρώτη[1]
[1] Ιδιωτικό Γυμνάσιο Σύγχρονα Εκπαιδευτήρια Κοτρώνη (πρώην Πάνου), Παλαιοπαναγιά Ναυπάκτου
zetsa007@gmail.com

Επιβλέπουσα/ων Καθηγήτρια/ης: Δρ. Κωνσταντίνα Μαραζιώτη, Νικόλ Πολυζώη
Βιολόγος ΠΕ04.04, ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ ΚΟΤΡΩΝΗ (ΠΡΩΗΝ ΠΑΝΟΥ)
Χημικός ΠΕ04.02, ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ ΚΟΤΡΩΝΗ (ΠΡΩΗΝ ΠΑΝΟΥ)
Nadiamaraz22@gmail.com

Περίληψη

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την μελέτη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην αστική και περι-αστική περιοχή της Ναυπάκτου. Πιο συγκεκριμένα σε συνεργασία με την ομάδα "Αιθέρας" του Εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Πανεπιστημίου Πατρών έχουν τοποθετηθεί στον προαύλιο χώρο του σχολείου μας και σε κεντρικό σημείο της πόλης της Ναυπάκτου δύο συστήματα παρακολούθησης και καταγραφής των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Μαθητές μέλη της περιβαλλοντικής ομάδας των Σύγχρονων Εκπαιδευτηρίων Κοτρώνη (πρώην Πάνου) “GreenPanou” παρακολουθούν και επεξεργάζονται τις μετρήσεις των δύο σταθμών που μετρούν την συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων PM1, PM2.5 και PM10 σε πραγματικό χρόνο.

Τα αιωρούμενα σωματίδια συμμετέχουν σημαντικά στην ατμοσφαιρική ρύπανση και αποτελούν έναν από τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία και μεταβάλλουν τις κλιματικές συνθήκες. Ειδικά οι επιπτώσεις στην υγεία θεωρούνται σημαντικές για μια σειρά από νοσήματα του αναπνευστικού συστήματος και για ευαίσθητες κατηγορίες πληθυσμού, όπως οι ηλικιωμένοι και τα μικρά παιδιά.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται σε συγκριτικά διαγράμματα και εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με τις κυριότερες πηγές ρύπανσης (συνεισφορά ανθρωπογενών πηγών και πηγές σωματιδίων φυσικής προέλευσης) που επηρεάζουν την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Επιπλέον παρουσιάζονται οι ομοιότητες και οι διαφορές της ποιότητας του αέρα μεταξύ των δύο προς μελέτη περιοχών. Τέλος καταγράφονται οι υπερβάσεις στα υπάρχοντα όρια που έχουν καθιερωθεί στην

Ευρωπαϊκή Ένωση των ετήσιων οριακών τιμών PM2.5 (25 μg/m^3) και PM10 (40 μg/m^3).

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: αιωρούμενα σωματίδια, Ναύπακτος, ατμοσφαιρική ρύπανση

Εισαγωγή

Τα αιωρούμενα σωματίδια αποτελούν μία σημαντική παράμετρο ατμοσφαιρικής ρύπανσης με επιδράσεις τόσο στην υγεία, όσο και στο περιβάλλον (κλιματική αλλαγή, μείωση της ορατότητας, φθορά μνημείων, κ.ά.). Υπάρχει σαφής συσχέτιση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με βραχυχρόνιες και μακροχρόνιες επιδράσεις στην υγεία. Η έκθεση σε PM10 συνοδεύεται από επιδράσεις στο αναπνευστικό σύστημα και η έκθεση σε PM2.5 από επιδράσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα (Αγγελοπούλου, 2020; Χρυσικού, 2008; epa.gov).

Τα αιωρούμενα σωματίδια προέρχονται από ανθρωπογενείς (καύση βιομάζας και καυσίμων) και από φυσικές πηγές (ηφαίστεια, επιφάνεια θαλασσών και εδαφών) (G. Kosmopoulos et al.,2020). Οι κατηγορίες των σωματιδίων που μελετούν συνήθως οι επιστήμονες είναι: η κατηγορία των PM10, που αφορά στα αιωρούμενα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μέχρι 10 μm, η κατηγορία PM2.5, που αφορά στα σωματίδια με διάμετρο έως 2,5 μm και η κατηγορία PM1, που αφορά στα σωματίδια με διάμετρο έως 1 μm και ανήκει στα λεπτόκοκκα σωματίδια (Λιβγιέρη, 2019).

Στις αστικές περιοχές τα αιωρούμενα σωματίδια προέρχονται κυρίως από τα αυτοκίνητα, τις κεντρικές θερμάνσεις, τις βιομηχανίες και τη μεταφορά σκόνης από περιοχές της Αφρικής. Σύμφωνα με την Οδηγία 2008/50/ΕΚ (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, 2008) έχουν θεσπιστεί οριακές τιμές για διάφορους ατμοσφαιρικούς ρύπους, που έχουν ως σκοπό την πρόληψη της ανθρώπινης υγείας. Πιο συγκεκριμένα για τα PM10 ισχύει η μέση ετήσια οριακή τιμή των 40 μg/m^3, η μέση ημερήσια τιμή των 50 μg/m^3 (δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή πάνω από 35 φορές/έτος), ενώ για τα PM2.5 ισχύει η μέση ετήσια οριακή τιμή των 25 μg/m^3.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων PM1, PM2.5 και PM10 σε πραγματικό χρόνο σε δύο σημεία της περιοχής της Ναυπάκτου. Σε συνεργασία με την ομάδα «Αιθέρας» του Εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Πανεπιστημίου Πατρών έχουν τοποθετηθεί δύο συστήματα παρακολούθησης και καταγραφής αιωρούμενων σωματιδίων: ένα στο προαύλιο χώρο του σχολείου μας και ένα σε κεντρικότερο σημείο της πόλης της Ναυπάκτου. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε συγκριτικά διαγράμματα.

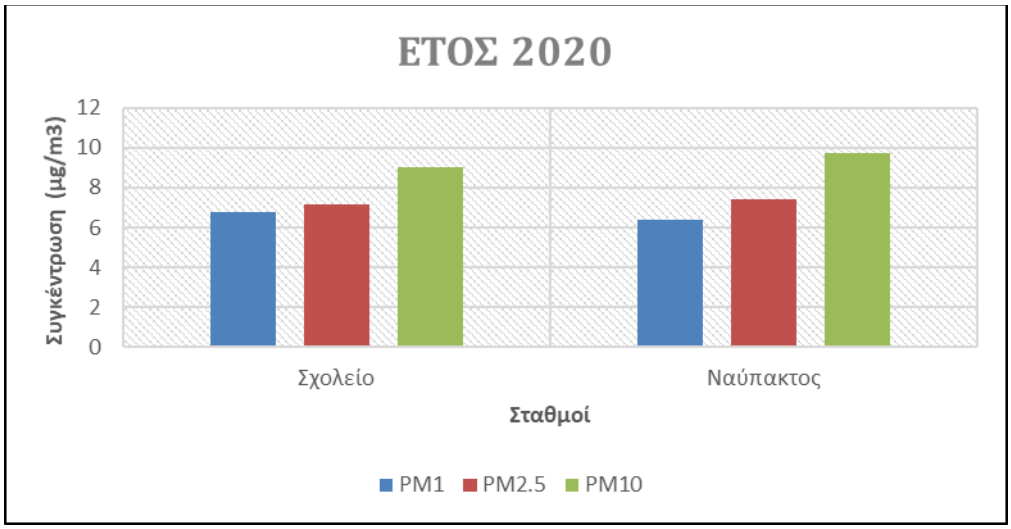
Πειραματική διαδικασία

Το 2019 εγκαταστάθηκαν δύο μετρητές αιωρούμενων σωματιδίων στον χώρο των Σύγχρονων Εκπαιδευτηρίων Κοτρώνη (πρώην Πάνου) και σε κεντρικό σημείο της πόλης της Ναυπάκτου σε συνεργασία με την ομάδα "Αιθέρας" του Εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Πανεπιστημίου Πατρών (www.clean-air.gr). Οι αισθητήρες μετρούν κλάσματα των αιωρούμενων σωματιδίων (PM10, PM2.5, PM1)

σε πραγματικό χρόνο (μία τιμή ανά λεπτό). Οι μετρήσεις γίνονται σε συνεχή βάση καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου και καταχωρούνται σε διαδικτυακή βάση δεδομένων.

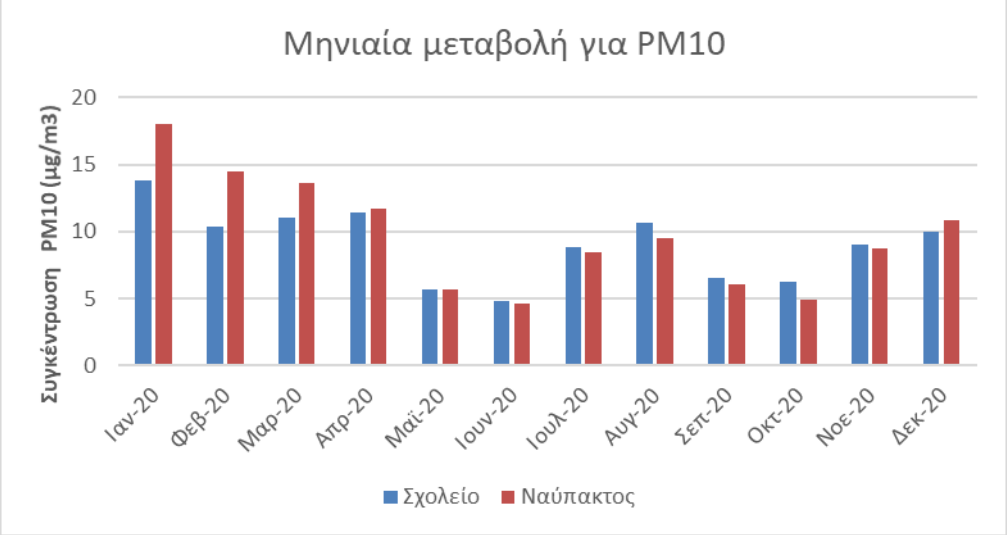
Αποτελέσματα

Στο διάγραμμα 1 παρουσιάζονται οι μέσες ετήσιες τιμές των τριών κλασμάτων των αιωρούμενων σωματιδίων για τους δύο σταθμούς μέτρησης για το έτος 2020. Οι μέσες ετήσιες τιμές και για τους δύο σταθμούς είναι πολύ χαμηλές, <10 μg/m^3 και δεν παρατηρήθηκαν υπερβάσεις τόσο της μέσης ετήσιας οριακής τιμής για τα PM10 (40 μg/m^3) όσο και της αντίστοιχης για τα PM2.5 (25 μg/m^3). Η αναλογία PM2.5/PM10 για τον σταθμό του σχολείου είναι ίση με 0,79% και για τον σταθμό της Ναυπάκτου είναι 0,76%, γεγονός που υποδηλώνει την αυξημένη ανθρωπογενή δραστηριότητα στις περιοχές.

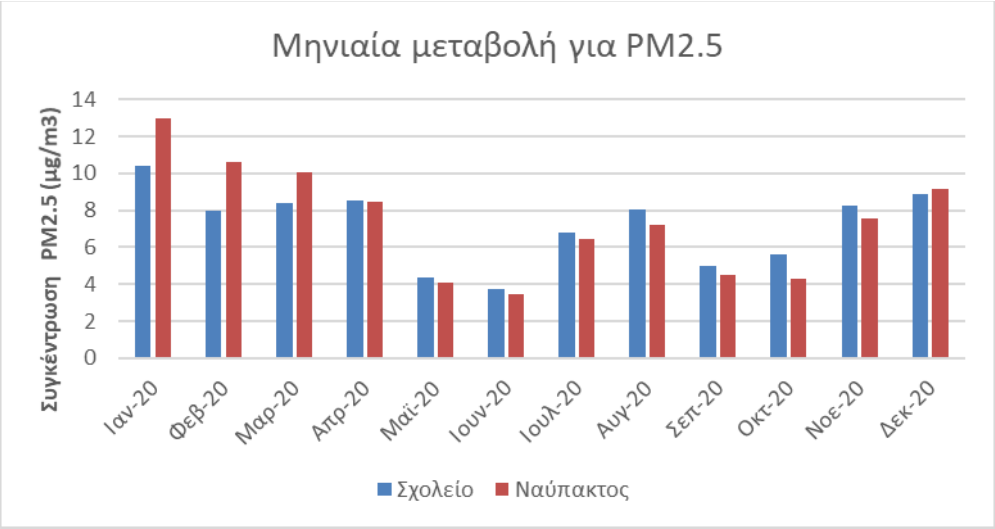


Διάγραμμα 1: Μέσες ετήσιες τιμές συγκεντρώσεων (μg m -3) των αιωρούμενων σωματιδίων PM1, PM2.5 και PM10 των σταθμών των Σύγχρονων Εκπαιδευτηρίων Κοτρώνη (πρώην Πάνου) και της Ναυπάκτου για το έτος 2020

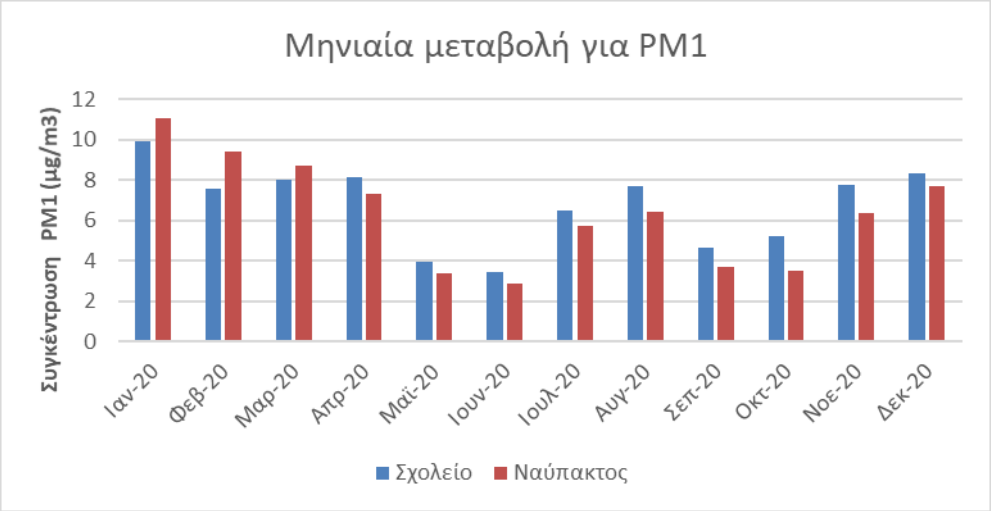
Στα διαγράμματα 2, 3, 4 παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές των τριών κλασμάτων των αιωρούμενων σωματιδίων για τους δύο σταθμούς μέτρησης. Για τους μήνες Ιανουάριο έως Μάρτιο 2020 οι τιμές στον σταθμό της Ναυπάκτου είναι υψηλότερες των τιμών του σταθμού του σχολείου, που ίσως οφείλεται στην καύση τζακιών για θέρμανση. Κάτι αντίστοιχο δεν παρατηρείτε για τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο αφού οι καιρικές συνθήκες ήταν πολύ καλές για την εποχή. Επιπλέον δεν παρατηρήθηκε υπέρβαση σε κανέναν από τους δύο σταθμούς για την μέση ημερήσια οριακή τιμής των PM10 (50 μg/m^3).



Διάγραμμα 2: Μέσες μηνιαίες τιμές (μg m -3) των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 των σταθμών των Σύγχρονων Εκπαιδευτηρίων Κοτρώνη (πρώην Πάνου) και της Ναυπάκτου για το έτος 2020

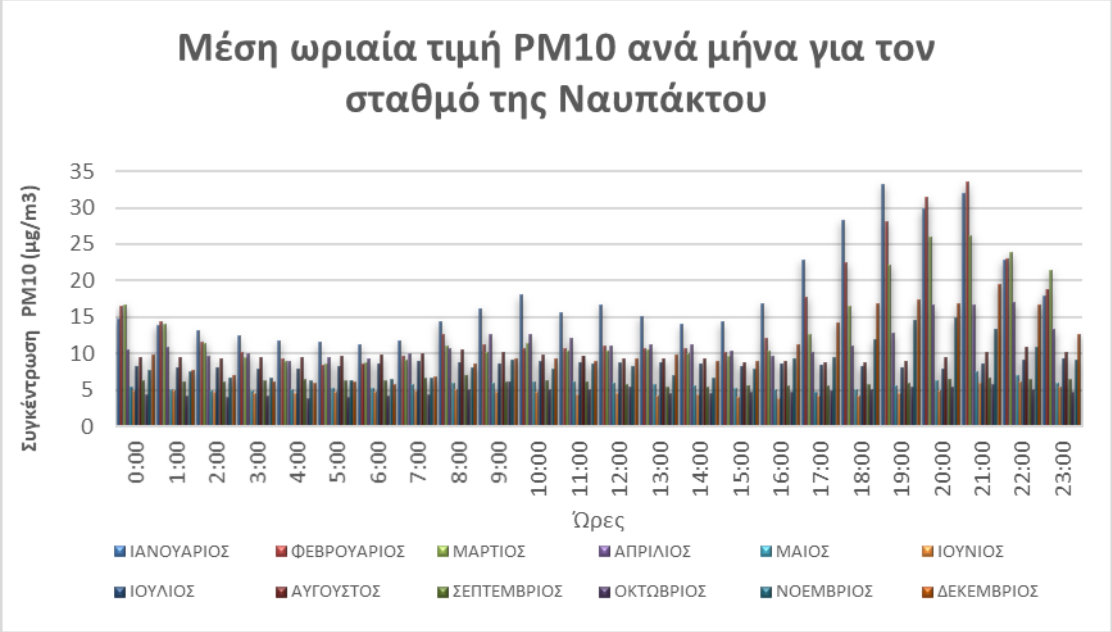


Διάγραμμα 3: Μέσες μηνιαίες τιμές (μg m -3) των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 των σταθμών των Σύγχρονων Εκπαιδευτηρίων Κοτρώνη (πρώην Πάνου) και της Ναυπάκτου για το έτος 2020

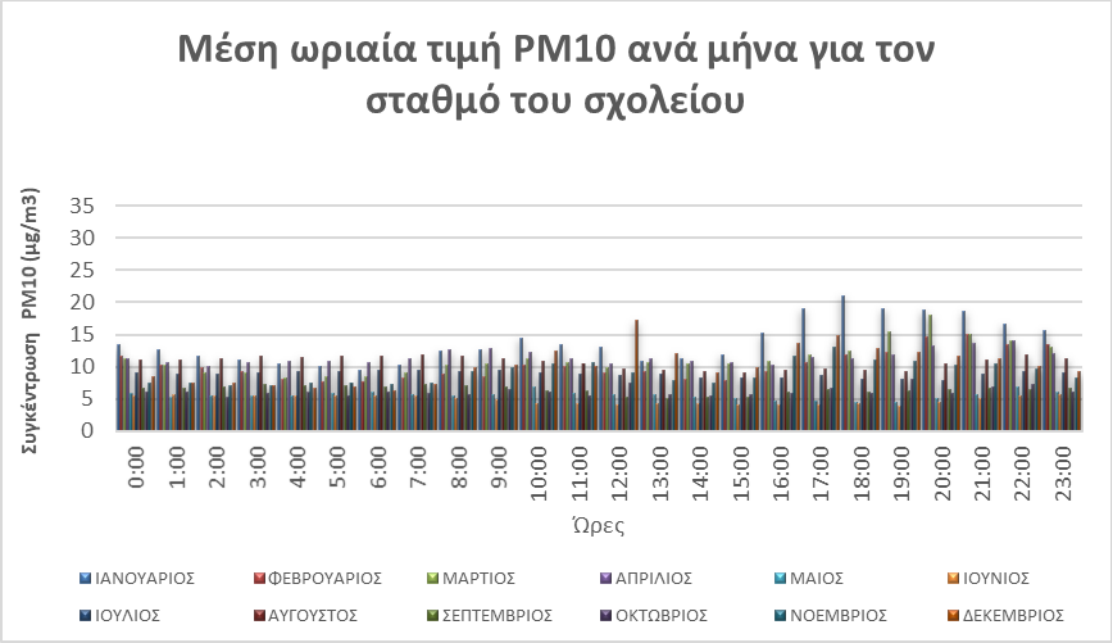


Διάγραμμα 4: Μέσες μηνιαίες τιμές (μg m -3) των αιωρούμενων σωματιδίων PM1 των σταθμών των Σύγχρονων Εκπαιδευτηρίων Κοτρώνη (πρώην Πάνου) και της Ναυπάκτου για το έτος 2020

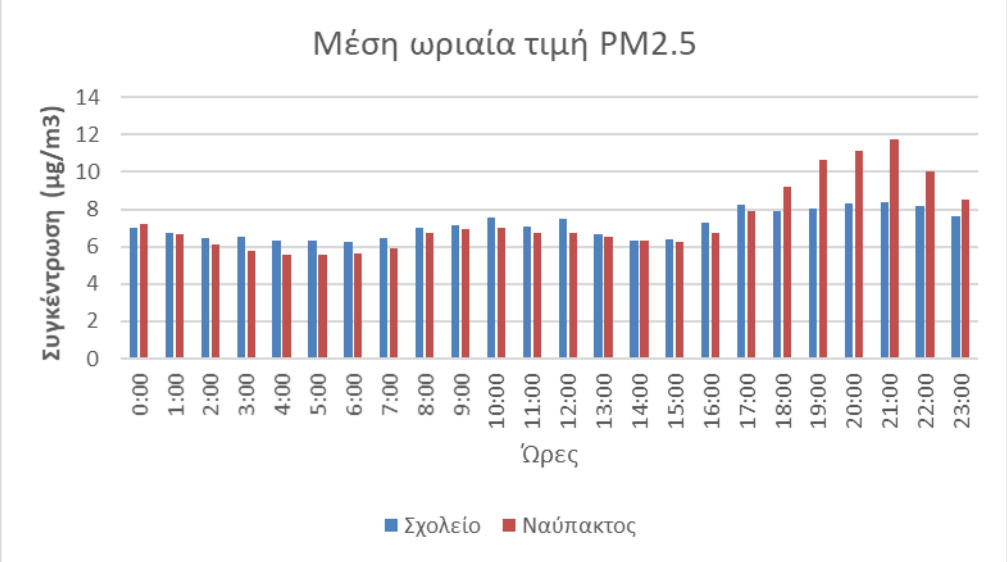
Στα διαγράμματα 5 και 6 παρουσιάζονται οι μέσες ωριαίες τιμές των PM10 ανά μήνα για τον σταθμό της Ναυπάκου και του σχολείου αντίστοιχα. Από τα διαγράμματα είναι εμφανής η επίδραση στην συγκέντρωση των σωματιδίων της καύσης βιομάζας για οικιακή θέρμανση στο σταθμό της Ναυπάκτου με αυξημένες συγκεντρώσεις κατά τις βραδινές ώρες και κατά τους χειμερινούς μήνες. Οι ωριαίες μεταβολές του σταθμού του σχολείου παρουσιάζουν ομαλότερες διακυμάνσεις. Αντίστοιχες διακυμάνσεις παρατηρούνται και στα διαγράμματα 7 και 8 που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την μέση ωριαία διακύμανση των PM2.5 και PM1 για το έτος 2020.



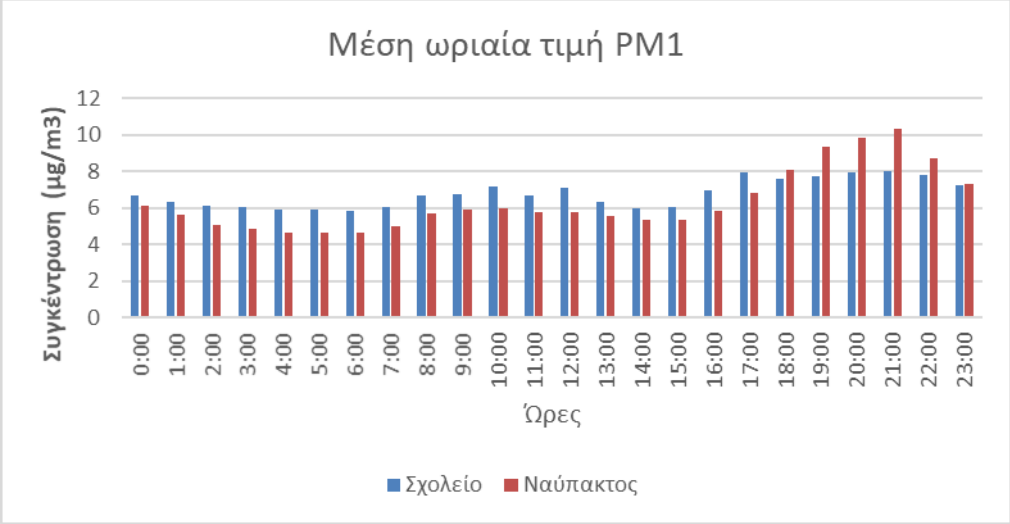
Διάγραμμα 5: Μέσες ωριαίες τιμές (μg m -3) των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 ανά μήνα του σταθμού της Ναυπάκτου για το έτος 2020



Διάγραμμα 6: Μέσες ωριαίες τιμές (μg m -3) των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 ανά μήνα του σταθμού των Σύγχρονων Εκπαιδευτηρίων Κοτρώνη (πρώην Πάνου) για το έτος 2020



Διάγραμμα 7: Μέσες ωριαίες τιμές (μg m -3) των αιωρούμενων σωματιδίων PM2.5 των σταθμών των Σύγχρονων Εκπαιδευτηρίων Κοτρώνη (πρώην Πάνου) και της Ναυπάκτου για το έτος 2020



Διάγραμμα 8: Μέσες ωριαίες τιμές (μg m -3) των αιωρούμενων σωματιδίων PM1 των σταθμών των Σύγχρονων Εκπαιδευτηρίων Κοτρώνη (πρώην Πάνου) και της Ναυπάκτου για το έτος 2020

Τέλος ο δείκτης ποιότητας αέρα και για τις δύο περιοχές κρίνεται πολύ καλός (56 φορές καταμετρήθηκαν μέσες ημερήσιες τιμές από 10-20 μg/m^3 για τον σταθμό του σχολείου και 65 φορές για τον σταθμό της Ναυπάκτου και μόνο 4 ημέρες στη διάρκεια του έτους καταμετρήθηκαν μέσες ημερήσιες τιμές στους δύο σταθμούς άνω των 20 μg/m^3) με βάση τις μετρήσεις των PM2.5 και τις οδηγίες του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (πίνακας 1) (European Air Quality index).

Κατάσταση ποιότητας αέρα	***Τιμές δείκτη PM2.5 (μg/m^3)***
Καλή	0-10
Ικανοποιητική	10-20
Μέτρια	20-25
Κακή	25-50
Πολύ κακή	50+

Πίνακας 1: Κατάσταση ποιότητας αέρα

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά οι μέσες ετήσιες τιμές και για τους δύο σταθμούς είναι πολύ χαμηλές και δεν παρατηρήθηκαν υπερβάσεις για τη μέση ετήσια οριακή τιμή για τα PM10 και για τα PM2.5. Επιπλέον για το 2020 δεν παρατηρήθηκαν υπερβάσεις ούτε στη μέση ημερήσια οριακή τιμή των PM10. Η αναλογία PM2.5/PM10 και για τους δύο σταθμούς είναι υψηλή, γεγονός που υποδηλώνει την αυξημένη ανθρωπογενή δραστηριότητα στις περιοχές. Στον σταθμό της Ναυπάκτου παρουσιάζεται έντονος ημερήσιος κύκλος με μέγιστο τις βραδινές ώρες για τους χειμερινούς μήνες, που πιθανότατα υποδηλώνει την καύση βιομάζας για θέρμανση.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον Καθηγητή του τμήματος Φυσικής και Διευθυντή του Εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Πανεπιστημίου Πατρών κ. Ανδρέα Καζαντζίδη για την επιστημονική υποστήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές του. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Γεώργιο Κοσμόπουλο, Φυσικό, Υπ. Διδάκτορα του τμήματος Φυσικής καθώς και γενικότερα την ομάδα «Αιθέρας» του Εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Πανεπιστημίου Πατρών για την βοήθειά τους.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Kosmopoulos et al. (2020) «Low-cost sensors for measuring airborne particulate matter: Field evaluation and calibration at a South-Eastern European site». *Science of the Total Environment*, 748.

Αγγελοπούλου Αικατερίνη (2020) «Μελέτη των επιπέδων της σωματιδιακής ρύπανσης σε μια μεσαίου μεγέθους πόλη. Η περίπτωση της Πάτρας». Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Αθανασοπούλου Ελένη κ.α. (2018) «Έκθεση ποιότητας της ατμόσφαιρας για την Πάτρα – 2017» στο πλαίσιο του μαθήματος «Ατμοσφαιρική Ρύπανση», Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Λιβγιέρη Δήμητρα (2019) «Αιωρούμενα σωματίδια και αστικό περιβάλλον: ομοιότητες και διαφορές στην ποιότητα αέρα σε αστική και περιαστική περιοχή της Πάτρας». Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Οδηγία 2008/50/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 21ης Μαΐου 2008 , για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη

Χρυσικού et al. (2008) «Αιωρούμενα σωματίδια PM2.5 και PM10 στην ατμόσφαιρα της Θεσσαλονίκης: Επίπεδα συγκεντρώσεων-Χημική σύσταση». *Πρακτικά 3ου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας*.

Environmental Protection Agency, EPA (2020) Διαθέσιμο στο: https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm [πρόσβαση Δεκέμβριος 2020]

European Air Quality (2020) Διαθέσιμο στο: https://airindex.eea.europa.eu/Map/AQI/Viewer/ [πρόσβαση Ιανουάριος 2020]