ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
& ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
«ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»

ΠΡΟΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΠΕΡΙΦ. ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΥΒΟΙΑΣ

«Μελέτη διερεύνησης και παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα μέσω εξειδικευμένων μετρήσεων και χημικών αναλύσεων στην ευρύτερη περιοχή του Αλιβερίου στα πλαίσια και σε συνεργασία με το Παρατηρητήριο Περιβάλλοντος της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας για την τσιμεντοβιομηχανία στα όρια δραστηριοποίησής της στην Περιφέρεια Στερεάς»

Παραδοτέο Π.5

15 Μαρτίου 2023

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΕΡΑ

3.1. Μετεωρολογία

3.2. Διοξίνες και πολυχλωριωμένα διφαινύλια

3.3. Αιωρούμενα Σωματίδια

3.3.1. Συγκεντρώσεις

3.3.2. Χημική Σύσταση

Οργανικός/στοιχειακός άνθρακας

Πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες

Βαρέα μέταλλα

3.4 Συμβατικοί Ρύποι

SO_2, NOx, CO, O_3, Ιόντα

3.5 Πτητικές Οργανικές Ενώσεις

4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΠΗΓΩΝ ΑΕΡΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ PMF (Positive Matrix Factorization)

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

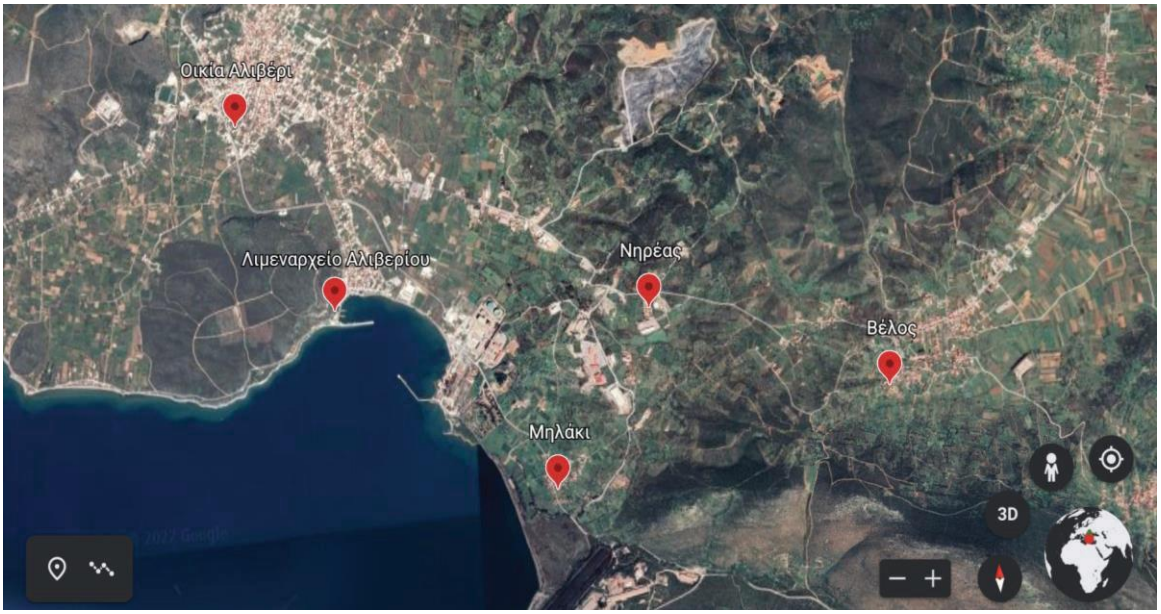
Σκοπός της μελέτης είναι η ολοκληρωμένη επιστημονική διερεύνηση της επίδρασης της λειτουργίας της ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ στο Μηλάκι Ευβοίας και της ΔΕΗ στην ποιότητα της ατμόσφαιρας, του εδάφους, των υπογείων υδάτων, των κτηνοτροφικών και των ελαιουργικών προϊόντων στην ευρύτερη περιοχή του Αλιβερίου, στα πλαίσια και σε συνεργασία με το Παρατηρητήριο Περιβάλλοντος της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας.

Διερευνήθηκε η τυχόν πρόκληση ρύπανσης και η επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα από την λειτουργία των δύο μεγάλων βιομηχανικών μονάδων (ΑΓΕΤ Ηρακλής, ΔΕΗ) και την επαγόμενη έκλυση επικίνδυνων χημικών παραγόντων στο γειτνιάζων περιβάλλον με πιθανές επιπτώσεις στην δημόσια υγεία. Πιο συγκεκριμένα εκπονήθηκε σχέδιο στοχευμένων δειγματοληψιών και διενέργειας εξειδικευμένων χημικών αναλύσεων στην σωματιδιακή ύλη και στην αέρια φάση για τον προσδιορισμό διοξινών και πολυχλωριωμένων διφαινυλίων (PCBs). Η ποιότητα του αέρα αποτυπώθηκε περαιτέρω από μετρήσεις Αιωρούμενης Σωματιδιακής Ύλης (PM_{10}), Πτητικών Οργανικών Ενώσεων (VOCs) και συμβατικών ρύπων (NO_x, SO_2 και CO). Τα δείγματα της σωματιδιακής ύλης PM_{10} υπεβλήθησαν σε χημική ανάλυση για τον προσδιορισμό της χημικής τους σύστασης ως προς τον Οργανικό και Στοιχειακό άνθρακα (OC/EC), τους Πολυκυκλικούς Αρωματικούς Υδρογονάνθρακες (PAHs) και τα Βαρέα Μέταλλα.

Οι δειγματοληψίες έγιναν σε κατάλληλα σημεία περιμετρικά στην ευρύτερη περιοχή του Αλιβερίου από την Τρίτη 19 Οκτωβρίου 2021 έως και την Πέμπτη 21 Οκτωβρίου 2021 για την χειμερινή περίοδο και από την Τετάρτη 15 Ιουνίου 2022 έως την Παρασκευή 17 Ιουνίου 2022 για την θερινή περίοδο, ώστε να ληφθεί υπόψη η εποχιακή διακύμανση.

Στις Εικόνες 1 και 2 και στους Πίνακες 1 και 2 απεικονίζονται τα σημεία δειγματοληψίας την χειμερινή και την θερινή περίοδο αντίστοιχα, ενώ στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι μετρούμενοι ρύποι σε κάθε σημείο δειγματοληψίας.

Εικόνα 1: Χωρική απεικόνιση σημείων δειγματοληψίας της χειμερινής περιόδου στην ευρύτερη περιοχή του Αλιβερίου.



Εικόνα 2: Χωρική απεικόνιση σημείων δειγματοληψίας της θερινής περιόδου στην ευρύτερη περιοχή του Αλιβερίου.

Πίνακας 1: Περιγραφή Σημείων Δειγματοληψίας Χειμερινής Περιόδου

Α/Α	**Κωδικός Σημείου Δειγματοληψίας**	**Συντεταγμένες (Χ,Υ)**	
Α1	**Οικία Αλιβέρι**	38° 24' 23'' Β	24° 2' 7'' Α
Α2	**Μηλάκι**	38° 22' 58'' Β	24° 3' 40'' Α
Α3	**Νηρέας**	38° 23' 38'' Β	24° 4' 10'' Α
Α4	**Βέλος**	38° 23' 17'' Β	24° 5' 21'' Α
Α5	**Πούντα**	38° 23' 20'' Β	24° 3' 35'' Α

Πίνακας 2: Περιγραφή Σημείων Δειγματοληψίας Θερινής Περιόδου

Α/Α	**Κωδικός Σημείου Δειγματοληψίας**	**Συντεταγμένες (Χ,Υ)**	
Α6	**Οικία Αλιβέρι**	38° 24' 23'' Β	24° 2' 7'' Α
Α7	**Μηλάκι**	38° 22' 58'' Β	24° 3' 40'' Α
Α8	**Νηρέας**	38° 23' 38'' Β	24° 4' 10'' Α
Α9	**Βέλος**	38° 23' 17'' Β	24° 5' 21'' Α
Α10	**Λιμεναρχείο Αλιβερίου**	38° 23' 40'' Β	24° 2' 34'' Α

Πίνακας 3: Παράμετροι (αέριοι ρύποι, μετεωρολογία) παρακολούθησης στα σημεία δειγματοληψίας.

		Μετρούμενος Ρύπος							
Σημείο δειγματοληψίας	TSP	PM10	ΔΙΟΞΙΝΕΣ/ PCBs	PAH	OC/EC	BM	VOC	NO_x/CO /SO_2	Μετεωρ/γία (Άνεμος (Ταχύτητα, Διεύθυνση)
Οικία Αλιβέρι	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Μηλάκι	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Νηρέας	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Βέλος	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Πούντα / Λιμεναρχείο Αλιβερίου	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Το εξειδικευμένο εργαστήριο Φασματομετρίας Μάζας και Ανάλυσης Διοξινών (ΕΦΑΜΑΔ) και το εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Χημείας και Καινοτόμων Τεχνολογιών (AirTech Lab) του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» διαθέτουν υψηλή τεχνογνωσία και μοναδικότητα εργαστηριακού εξοπλισμού ώστε να εκτελούν αξιόπιστα περιβαλλοντικές μελέτες συνδυάζοντας εξειδικευμένες αναλύσεις χημικών ρύπων (Διοξίνες, πολυχλωριωμένα διφαινύλια, πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες, ιόντα, οργανικό/στοιχειακό άνθρακα) με υπολογιστικά μοντέλα προσδιορισμού της συνεισφοράς των πηγών έκλυσης.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Μετρήσεις αέριων ρύπων

1) Διοξίνες και πολυχλωριωμένα διφαινύλια

Η δειγματοληψία της αέριας και σωματιδιακής ύλης πραγματοποιήθηκε με δειγματολήπτες τύπου Tisch (PUF) High Volume sampler, σύμφωνα με το πρότυπο EPA TO-9A. Η συλλογή των ολικών αιωρούμενων σωματιδίων έγινε με χρήση φίλτρων τύπου Glass Fiber διαμέτρου 105 mm ενώ για την αέρια φάση χρησιμοποιήθηκε φίλτρο πολυουρεθάνης (PUF). Η διάρκεια της δειγματοληψίας ήταν 24h.

Οι μετρήσεις διοξινών, φουρανίων και PCBs διενεργήθηκαν σύμφωνα με διεθνή πρωτόκολλα (EPA TO-9A, EN 1948:2010), με κατάλληλη επεξεργασία του δείγματος, μέτρηση σε φασματογράφο μάζας υψηλής διακριτικής ικανότητας και πληρούν τα κριτήρια ποιότητος όπως ορίζονται στον Κανονισμό 644/2017/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Το Εργαστήριο Φασματομετρίας Μάζας και Ανάλυσης Διοξινών (ΕΦΑΜΑΔ) του ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος" είναι διαπιστευμένο κατά EN ISO/IEC 17025 από το ΕΣΥΔ (Αρ. Πιστ. 321-5) για την διεξαγωγή αναλύσεων διοξινών και PCBs σε τρόφιμα, ζωοτροφές, βιολογικά υγρά και αέρα. Ακόμη, το Εργαστήριο έχει ορισθεί Εθνικό Εργαστήριο Αναφοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Ελλάδα και την Κύπρο.

2) Αιωρούμενα Σωματίδια

Η δειγματοληψία των αιωρούμενων σωματιδίων PM_{10} ακολουθεί το πρότυπο EN12341:2014 (*Ambient Air- Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM10 or the PM2.5 mass concentration of suspended particulate matter*). Η συλλογή δειγμάτων είναι 24h (1 δείγμα ημερησίως) και πραγματοποιείται με δειγματολήπτες χαμηλής ροής (2.3 m^3/h) τύπου Derenda (LVS3.1/PNS3.1-15).

3) Χημική σύσταση αιωρούμενων σωματιδίων

Τα συλλεχθέντα δείγματα υποβλήθηκαν σε περαιτέρω χημική ανάλυση για τον προσδιορισμό της χημικής τους σύστασης σε Πολυκυκλικούς Αρωματικούς Υδρογονάνθρακες (22 ενώσεις PAHs) ακολουθώντας το πρότυπο ISO 12884:2000, βαρέα μέταλλα ακολουθώντας το πρότυπο ISO 30011:2010 και οργανικό/στοιχειακό άνθρακα (OC/EC).

4) Ανόργανοι Αέριοι ρύποι

Με τη χρήση αυτόματων αναλυτών πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις συγκέντρωσης ανόργανων αέριων ρύπων Διοξειδίου του Θείου (SO_2), Μονοξείδιου του Άνθρακα (CO), Διοξειδίου του Αζώτου (NO_2).

5) Οργανικοί Αέριοι ρύποι

Μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις των πτητικών οργανικών ενώσεων βενζολίου (benzene), τολουολίου (toluene), οκτανίου (octane), ξυλολίων [ο-ξυλόλιο (o-xylene), π-ξυλόλιο (p-xylene), μ-ξυλόλιο (m-xylene)], α και β πινενίων (a,b – pienene) και αιθυλοβενζολίου (ethylbenzene), η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε σωληνάκια (tubes) με προσροφητικό υλικό Tenax TA. Η λήψη των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με αντλία σταθερής ροής τύπου Gilian Plus και η ανάλυσή τους έγινε σε αέριο χρωματογράφο (GC-FID).

6) Μετεωρολογία

Συνεχής καταγραφή της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου (15λεπτη) έλαβε χώρα σε κάθε ένα εκ των σταθμών με χρήση φορητού ανεμόμετρου (Wind Sensor System).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΕΡΑ

3.1 Μετεωρολογία

Οι μέσες τιμές των μετεωρολογικών συνθηκών (θερμοκρασία, ταχύτητα ανέμου, πίεση) που επικράτησαν στη διάρκεια των ημερών δειγματοληψίας στα διαφορετικά σημεία συνοψίζονται στους Πίνακες 4 και 5.

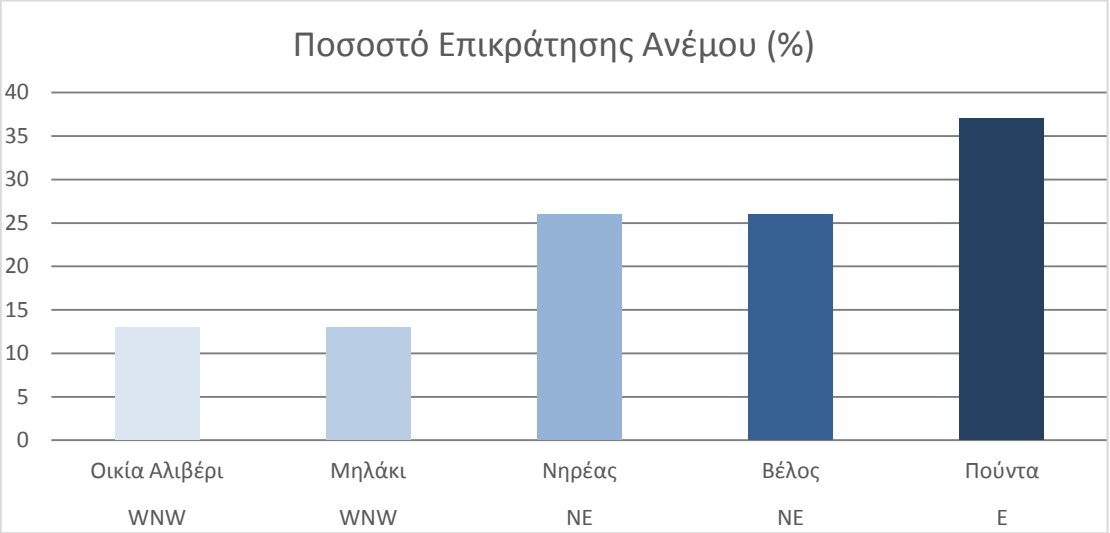
Πίνακας 4: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης μετεωρολογικών παραμέτρων χειμερινής περιόδου

Σημείο Δειγματοληψίας	**Θερμοκρασία (^{0}C)**	**Σχ. Υγρασία (%)**	**Ταχύτητα ανέμου (m/sec)**	**Πίεση (hpa)**
Οικία Αλιβέρι	19	42	0.96	1016
Μηλάκι	19.5	38	0.96	1022
Νηρέας	21	68	0.96	1008
Βέλος	22	67	0.96	1009
Πούντα	19	57	0.96	1022

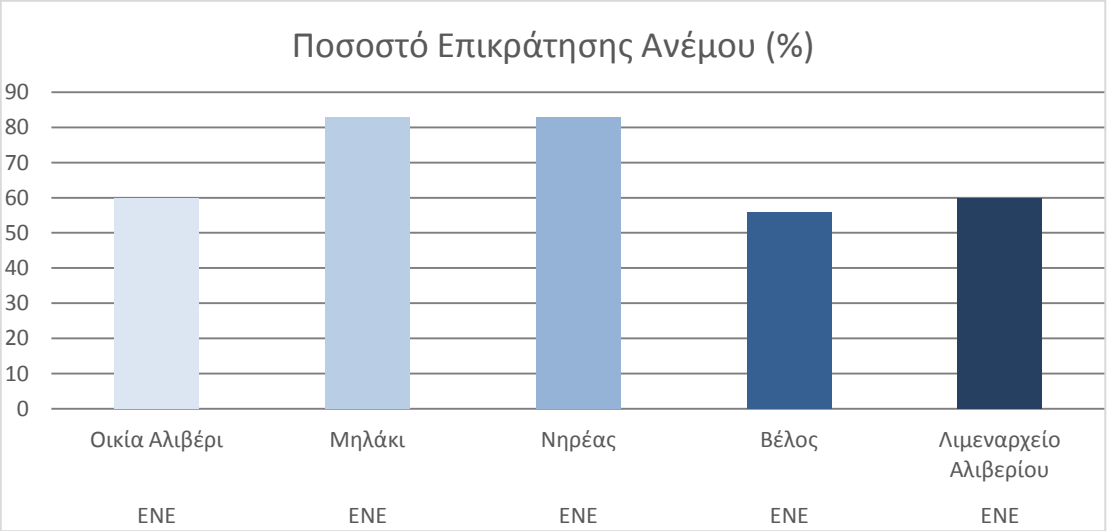
Πίνακας 5: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης μετεωρολογικών παραμέτρων θερινής περιόδου

Σημείο Δειγματοληψίας	**Θερμοκρασία (^{0}C)**	**Σχ. Υγρασία (%)**	**Ταχύτητα ανέμου (m/sec)**	**Πίεση (hpa)**
Οικία Αλιβέρι	29	54	1.98	1011
Μηλάκι	26	50	2.00	1013
Νηρέας	26	52	2.06	1005
Βέλος	27	49	2.00	1001
Λιμεναρχείο Αλιβερίου	26	48	1.98	1011

Κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών επικράτησαν άνεμοι δυτικής βορειοδυτικής προέλευσης στα σημεία Α1 και Α2, βορειοανατολικής προέλευσης στα σημεία Α3 και Α4 και τέλος ανατολικής προέλευσης στο σημείο Α5 κατά την χειμερινή περίοδο. (Σχήμα 1). Κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου επικράτησαν ανατολικοί βόριο ανατολικοί άνεμοι σε όλα τα σημεία (Σχήμα 2).



Σχήμα 1: Ποσοστό επικράτησης διεύθυνσης ανέμου κατά την δειγματοληψία χειμερινής περιόδου.



Σχήμα 2: Ποσοστό επικράτησης διεύθυνσης ανέμου κατά την δειγματοληψία θερινής περιόδου.

3.2 Διοξίνες και πολυχλωριωμένα διφαινύλια

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του προσδιορισμού των συγκεντρώσεων διοξινών και πολυχλωριωμένων διφαινυλίων των συλλεχθέντων δειγμάτων της αέριας και ολικής σωματιδιακής ύλης και οι τιμές συγκέντρωσης ανά σημείο για την χειμερινή και την θερινή περίοδο παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

Οι αναλυτικές τιμές συγκέντρωσης κάθε ισομερούς διοξινών και φουρανίων (PCDD/Fs), ”παρόμοιων με τις διοξίνες” PCBs (non-ortho και mono-ortho PCBs) και συνολικής συγκέντρωσης indicator PCBs παρουσιάζονται στους Πίνακες 7, 8 και 9 αντίστοιχα.

Το κάθε δείγμα χαρακτηρίζεται από την συνολική τοξικότητα (Σύνολο TEQ, Total Toxic Equivalency) για διοξίνες και ”παρόμοια με διοξίνες” PCBs που προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της συγκέντρωσης κάθε ενός από τα 29 τοξικά ισομερή με τον αντίστοιχο παράγοντα τοξικής ισοδυναμίας TEF (Toxic Equivalency Factor 2005).

Η χωρική διακύμανση στα σημεία της δειγματοληψίας των συγκεντρώσεων της συνολικής τοξικότητας διοξινών και φουρανίων (TEQ PCDD/F), συνολικής τοξικότητας για ”παρόμοια με τις διοξίνες” PCBs (TEQ PCBs) και συνολικής συγκέντρωσης indicator PCBs των δειγμάτων αέρα παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.

Πίνακας 6: Τιμές συγκέντρωσης συνολικής τοξικότητας διοξινών και φουρανίων (TEQ PCDD/F), συνολικής τοξικότητας για ”παρόμοια με τις διοξίνες” PCBs (TEQ PCBs) και συνολικής συγκέντρωσης indicator PCBs.

Χειμερινή περίοδος

	A1	A2	A3	A4	A5	MIN	MAX	AVG	STD
PCDD/F fg/m3 TEQ	15.42	3.57	2.97	6.05	6.27	2.97	15.42	6.86	5.01
PCB fg/m3 TEQ	0.75	0.45	0.37	0.39	0.59	0.37	0.75	0.51	0.16
ind PCBs pg/m3	24.02	40.23	35.35	34.84	22.16	22.16	40.23	31.32	7.83

Θερινή περίοδος

	A6	A7	A8	A9	A10	MIN	MAX	AVG	STD
PCDD/F fg/m3 TEQ	7.01	3.72	2.44	3.75	4.09	2.44	7.01	4.20	1.51
PCB fg/m3 TEQ	0.56	0.72	0.47	0.91	0.82	0.47	0.91	0.67	0.17
ind PCBs pg/m3	28.45	20.78	30.90	35.52	37.91	20.78	37.91	30.71	5.98

Πίνακας 7: Τιμές συγκέντρωσης κάθε ισομερούς διοξινών και φουρανίων PCDD/Fs.

Χειμερινή περίοδος

Διοξίνες και φουράνια (pg/δείγμα)	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**AVG**
2,3,7,8 - TCDD	1.42	0.19	0.16	0.50	0.28	0.51
1,2,3,7,8 - PeCDD	1.32	<0.10	<0.10	0.23	0.15	0.38
1,2,3,4,7,8 - HxCDD	0.26	0.29	0.54	0.40	0.32	0.36
1,2,3,6,7,8 - HxCDD	0.49	0.32	0.57	0.34	0.29	0.40
1,2,3,7,8,9 - HxCDD	0.17	0.20	0.98	0.37	0.56	0.46
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDD	0.84	1.26	0.54	0.91	1.51	1.01
OCDD	8.62	6.87	10.37	3.02	3.38	6.45
2,3,7,8 - TCDF	2.34	0.12	0.21	1.54	0.79	1.00
1,2,3,7,8 - PeCDF	0.37	0.40	0.63	0.61	1.51	0.70
2,3,4,7,8 - PeCDF	0.71	0.70	0.65	1.09	1.89	1.01
1,2,3,4,7,8 - HxCDF	2.92	1.10	0.54	0.57	1.53	1.33
1,2,3,6,7,8 - HxCDF	0.93	0.65	0.36	0.40	0.70	0.61
2,3,4,6,7,8 - HxCDF	0.68	0.56	0.35	0.50	0.63	0.54
1,2,3,7,8,9 - HxCDF	0.77	1.28	1.02	0.46	0.54	0.81
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDF	4.65	5.46	3.61	2.42	5.42	4.31
1,2,3,4,7,8,9 - HpCDF	1.77	0.89	1.03	0.55	0.83	1.01
OCDF	4.11	5.97	4.60	1.05	3.04	3.75

<: Όριο ποσοτικοποίησης

Θερινή περίοδος

Διοξίνες και φουράνια (pg/δείγμα)	**A6**	**A7**	**A8**	**A9**	**A10**	**AVG**
2,3,7,8 - TCDD	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
1,2,3,7,8 - PeCDD	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.102
1,2,3,4,7,8 - HxCDD	0.33	0.34	0.22	0.13	0.31	0.266
1,2,3,6,7,8 - HxCDD	1.22	0.34	0.24	0.13	0.47	0.48
1,2,3,7,8,9 - HxCDD	0.21	0.39	0.51	0.33	0.7	0.428
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDD	0.75	1.19	0.53	0.37	0.47	0.662
OCDD	9.37	2.91	1.04	1.36	1.91	3.318
2,3,7,8 - TCDF	3.6	1.5	0.32	0.64	0.34	1.28
1,2,3,7,8 - PeCDF	3.79	0.21	0.2	1.25	<0.1	1.11
2,3,4,7,8 - PeCDF	2.3	0.72	0.5	1.87	1.04	1.286
1,2,3,4,7,8 - HxCDF	2.79	0.85	0.5	1.13	0.59	1.172
1,2,3,6,7,8 - HxCDF	1.39	0.41	0.21	1	0.37	0.676
2,3,4,6,7,8 - HxCDF	1.44	0.71	0.19	0.28	0.37	0.598
1,2,3,7,8,9 - HxCDF	0.53	0.25	0.28	0.34	0.25	0.33
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDF	2.23	3.01	1.14	1.3	1.93	1.922
1,2,3,4,7,8,9 - HpCDF	0.71	0.52	0.29	<0.1	0.22	0.368
OCDF	1.22	3	0.69	0.62	1.83	1.472

<: Όριο ποσοτικοποίησης

Πίνακας 8: Τιμές συγκέντρωσης κάθε ισομερούς των ”παρόμοιων με τις διοξίνες” PCBs και των indicator PCBs.

Χειμερινή περίοδος

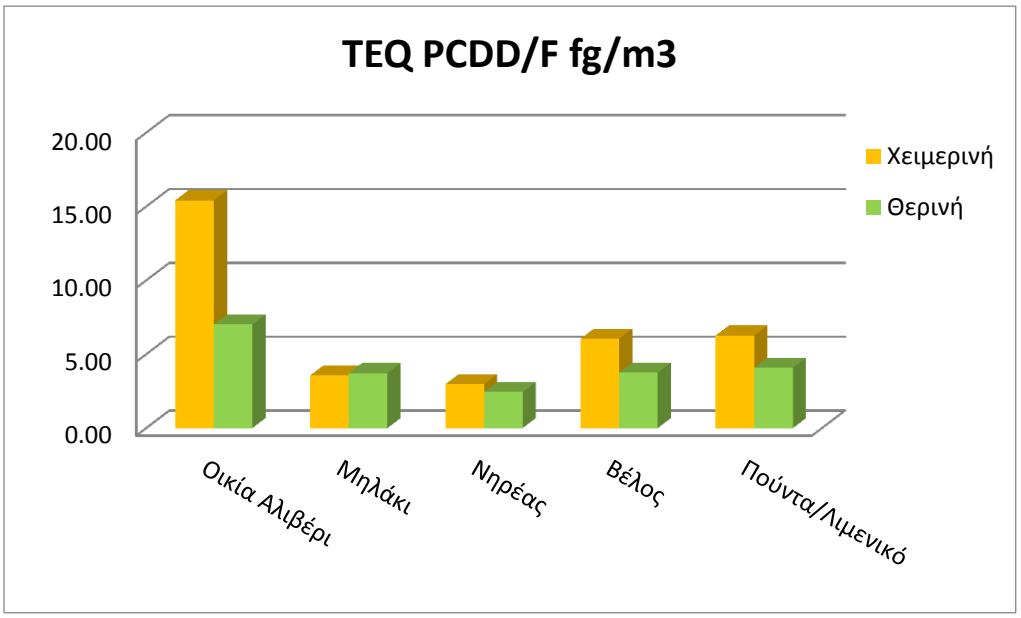
Non-ortho PCBs (pg/δείγμα)	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**AVG**
PCB-77	21.54	14.01	14.33	16.14	14.73	16.15
PCB-81	0.39	2.04	1.04	0.53	0.98	1.00
PCB-126	1.58	0.97	0.83	0.81	1.29	1.10
PCB-169	0.76	1.34	1.89	0.45	0.29	0.95
Mono-ortho PCBs (pg/δείγμα)	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**AVG**
PCB 105	37.03	33.42	26.13	28.96	45.75	34.26
PCB 114	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
PCB 118	109.26	97.61	81.78	79.08	117.66	97.08
PCB 123	6.51	10.86	9.43	11.17	13.94	10.38
PCB 156	5.19	7.60	8.59	2.02	4.20	5.52
PCB 157	3.95	1.58	3.66	1.27	0.97	2.29
PCB 167	10.28	2.00	5.94	2.02	3.17	4.68
PCB 189	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Indicator PCBs (pg/δείγμα)	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**AVG**
PCB 28	4086.61	9258.31	9292.15	6976.28	3362.77	6595.22
PCB 52	1042.45	1473.05	1210.27	1170.95	1138.77	1207.10
PCB 101	584.24	602.42	779.01	542.26	833.38	668.26
PCB 138	149.14	142.98	136.57	129.00	184.58	148.45
PCB 153	156.22	227.80	265.34	181.09	263.33	218.76
PCB 180	52.34	64.08	58.19	65.84	78.27	63.74

<: Όριο ποσοτικοποίησης

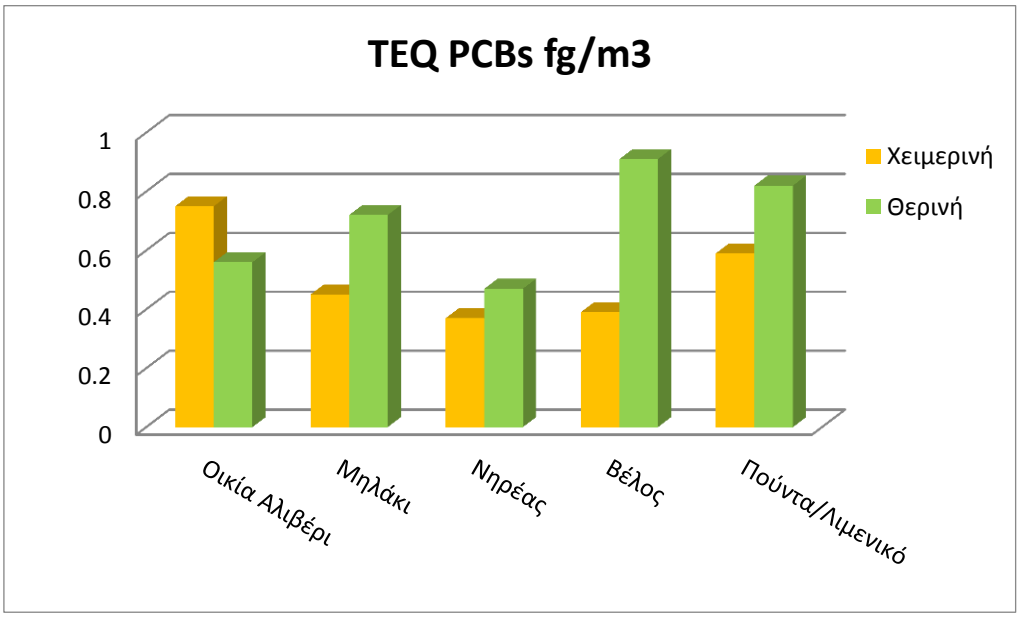
Θερινή περίοδος

Non-ortho PCBs (pg/δείγμα)	**A6**	**A7**	**A8**	**A9**	**A10**	**AVG**
PCB-77	98.19	61.37	58.47	60.86	39.46	63.67
PCB-81	9.3	2.09	1.88	0.89	3.02	3.436
PCB-126	6.52	1.22	15.13	2.04	1	5.182
PCB-169	2.66	1.72	4.26	3.11	0.97	2.544
Mono-ortho PCBs (pg/δείγμα)	**A6**	**A7**	**A8**	**A9**	**A10**	**AVG**
PCB 105	229.48	72.84	74.47	106.46	118.22	120.294
PCB 114	18.12	3.44	5.14	9.05	9.92	9.134
PCB 118	592.91	206.73	219.33	254.55	324.33	319.57
PCB 123	50.47	19.85	22.6	24.46	41.57	31.79
PCB 156	35.01	9.9	9.12	19.17	15.06	17.652
PCB 157	5.11	4.29	3.98	2.46	1.69	3.506
PCB 167	17.44	4.76	4.43	9.55	6.9	8.616
PCB 189	3.47	<2.00	<2.00	<2.00	4.76	2.846
Indicator PCBs (pg/δείγμα)	**A6**	**A7**	**A8**	**A9**	**A10**	**AVG**
PCB 28	15727.35	2438.78	4397.22	19922.59	3531.36	9203.46
PCB 52	3436.33	1499.63	1855.16	3118.39	2088.85	2399.672
PCB 101	1375.15	902.87	1143.66	738.83	1610.69	1154.24
PCB 138	767.15	292.71	349.88	493.05	511.7	482.898
PCB 153	188.84	147.23	140.68	153.67	345.35	195.154
PCB 180	38.48	25.72	16.99	32.21	79.82	38.644

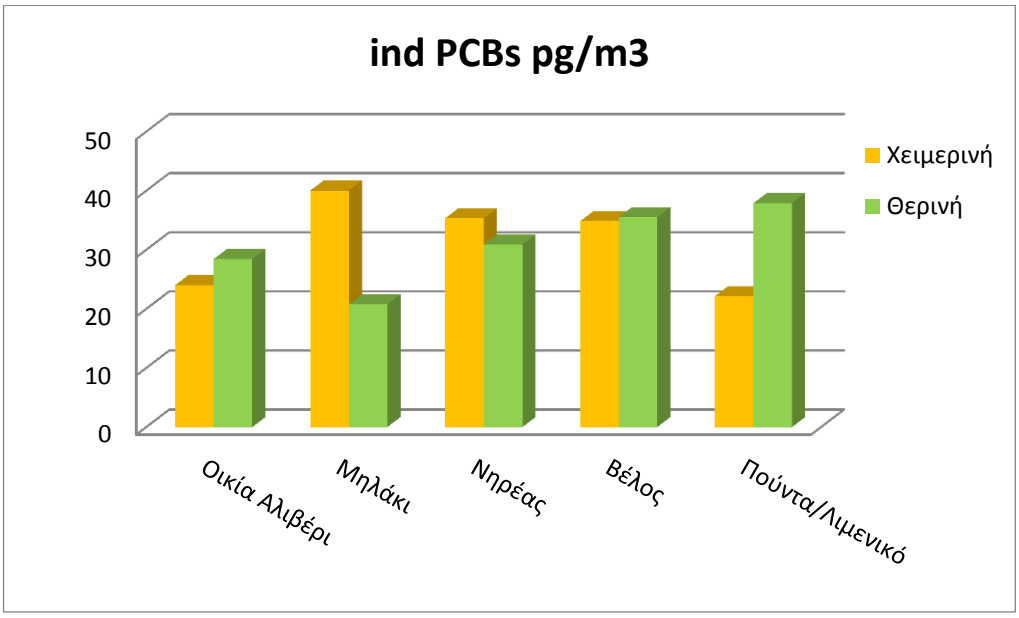
<: Όριο ποσοτικοποίησης


TEQ PCDD/F fg/m3
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
Χειμερινή
Θερινή
Οικία Αλιβέρι
Μηλάκι
Νηρέας
Βέλος
Πούντα/Λιμενικό

α


TEQ PCBs fg/m3
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Χειμερινή
Θερινή
Οικία Αλιβέρι
Μηλάκι
Νηρέας
Βέλος
Πούντα/Λιμενικό

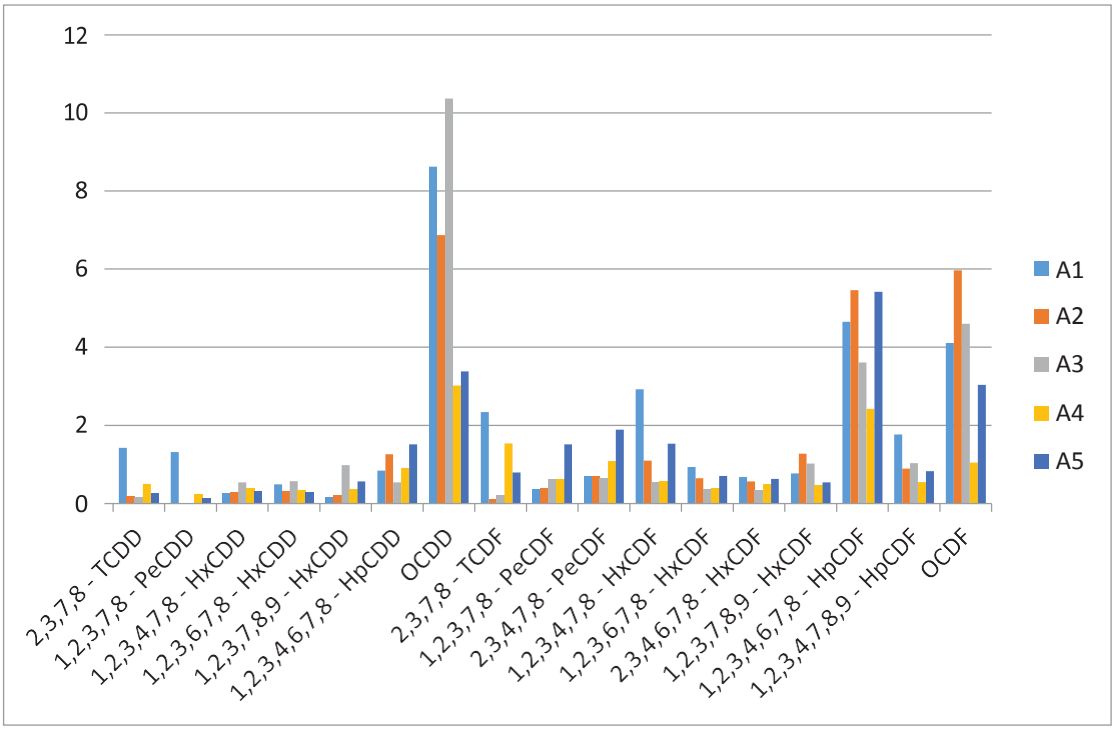
β



γ

Σχήμα 3: Διακύμανση της συγκέντρωσης α) συνολικής τοξικότητας διοξινών και φουρανίων (TEQ PCDD/Fs), β) συνολικής τοξικότητας για "παρόμοια με τις διοξίνες" PCBs (TEQ PCBs), γ) συνολικής συγκέντρωσης indicator PCBs στα σημεία δειγματοληψίας.

Στο ιστόγραμμα της διακύμανσης της συγκέντρωσης των ισομερών που παρουσιάζεται στο σχήμα 4 φαίνεται ότι την μεγαλύτερη συγκέντρωση είχαν τα 1,2,3,4,6,7,8 –HpCD, OCDF και οι OCDD, ενώ την μεγαλύτερη συμμετοχή στη συνολική τοξικότητα είχαν τα 2,3,7,8-TCDF, 1,2,3,7,8-PeCDF, 2,3,4,7,8-PeCDF.



Σχήμα 4: Ιστόγραμμα της διακύμανσης της συγκέντρωσης των ισομερών διοξινών και φουρανίων.

Δεν υπάρχουν θεσμοθετημένα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια για τα επίπεδα των διοξινών και των παρόμοιων με τις διοξίνες PCBs στον ατμοσφαιρικό αέρα. Σε δημοσιευμένες μελέτες του ΕΦΑΜΑΔ και σε μελέτες από τη διεθνή βιβλιογραφία (Manolis Mandalakis et al. Atmospheric Environment 36 (2002) 4023–4035, Celine Degrendele et al. Chemosphere 240 (2020) 124852, Peter Bruckmann at al., Chemosphere 93 (2013) 1471–1478) έχουν μετρηθεί 42-73 fg/m^3 TEQ WHO στο κέντρο της Αθήνας, 119 fg/m^3 TEQ WHO σε βιομηχανική περιοχή και 4-12 fg/m^3 TEQ WHO σε αγροτικές περιοχές απομακρυσμένες από αστικές δραστηριότητες. Σε περιπτώσεις πυρκαγιάς σε χωματερές έχουν μετρηθεί τιμές από 150- 4950 fg/m^3 TEQ WHO ανάλογα με την ένταση της φωτιάς και την απόσταση από την πυρκαγιά.

Όσον αφορά στις διοξίνες, οι τιμές κυμαίνονται από 2.44 έως 15.42 fg/m^3 TEQ PCDD/F, με την υψηλότερη τιμή να καταγράφεται στο σημείο Οικία Αλιβέρι.

Οι τιμές συγκέντρωσης συνολικής τοξικότητας διοξινών και φουρανίων που μετρήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή του Αλιβερίου κυμαίνονταν σε χαμηλά επίπεδα, παρόμοιες με αυτές που ανιχνεύονται σε αγροτικές περιοχές απομακρυσμένες από αστικές δραστηριότητες. Ελαφρά υψηλότερη τιμή μετρήθηκε στο σημείο Οικία Αλιβέρι κατά την χειμερινή περίοδο, όμως αρκετά χαμηλότερη από αυτές που ανιχνεύονται στο κέντρο της Αθήνας.

Οι τιμές συνολικής τοξικότητας για ”παρόμοια με τις διοξίνες” PCBs που έχουν μετρηθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα σε διάφορες περιοχές της Αθήνας κυμαίνονται από 10 έως 180 fg/m^3 TEQ WHO ενώ το Γερμανικό Ομοσπονδιακό Υπουργείο Υγείας αξιολογεί ότι απαιτείται ειδικός καθαρισμός και τακτικός αερισμός για συγκεντρώσεις πάνω από την ιδανική τιμή των 300 ng/m^3. Τέλος, σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα 90/1999 "Καθορισμός οριακών τιμών έκθεσης και ανώτατων οριακών τιμών έκθεσης των εργαζομένων σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της εργασίας τους σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 91/322/ΕΟΚ και 96/94/ΕΚ της Επιτροπής και τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ. 307/86 «Προστασία της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της εργασίας τους» (135/Α) όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 77/93 (34/Α)" *(Φ.Ε.Κ. 94/Α/13-5-99)* η οριακή τιμή έκθεσης για τα χλωρο-διφαινύλια (PCBs) ορίζεται σε 0,5 mg/m^3 (500.000 ng/m^3).

Οι τιμές συνολικής τοξικότητας για ”παρόμοια με τις διοξίνες” PCBs (TEQ PCBs) και συνολικής συγκέντρωσης indicator PCBs που μετρήθηκαν στην παρούσα μελέτη ήταν σε κανονικά επίπεδα για αγροτική περιοχή με αστικές δραστηριότητες.

3.3 Αιωρούμενα Σωματίδια

3.3.1. Συγκεντρώσεις

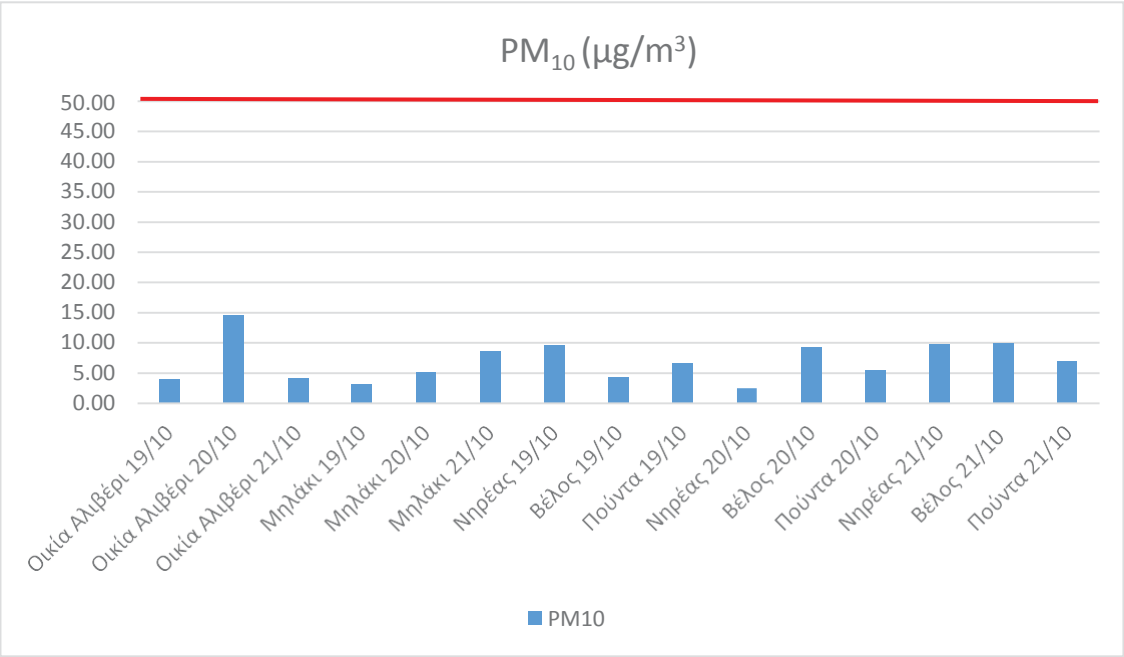
Τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων PM_{10}, και των ολικών αιωρούμενων σωματιδίων TSP παρουσιάζονται συνοπτικά στους Πίνακες 9 και 10. Όπως φαίνεται, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις όσον αφορά τα PM_{10} καταγράφονται στα σημεία Α1, Α3 και Α5 ενώ ακολουθεί το Α4 και τέλος το Α2 στην χειμερινή περίοδο. Στην θερινή περίοδο υψηλότερες συγκεντρώσεις καταγράφηκαν στα σημεία Α1, Α4 και Α3, με τα σημεία Α2 και Α5 να ακολουθούν. Σχετικά με τα TSP οι υψηλότερες συγκεντρώσεις καταγράφονται κατά την θερινή περίοδο.

Πίνακας 9: Αποτελέσματα ημερήσιας συγκέντρωσης PM_{10} και TSP(μg/m^3) κατά την χειμερινή περίοδο δειγματοληψίας.

	PM10(μg/m^3)	**TSP(μg/m^3)**
Οικία Αλιβέρι 19/10	3.91	15.83
Οικία Αλιβέρι 20/10	14.6	
Οικία Αλιβέρι 21/10	4.07	
Μηλάκι 19/10	3.12	20.51
Μηλάκι 20/10	5.20	
Μηλάκι 21/10	8.56	
Νηρέας 19/10	9.56	6.02
Βέλος 19/10	4.36	7.69
Πούντα 19/10	6.59	
Νηρέας 20/10	2.48	
Βέλος 20/10	9.20	
Πούντα 20/10	5.49	34.03
Νηρέας 21/10	9.82	
Βέλος 21/10	9.91	
Πούντα 21/10	6.97	

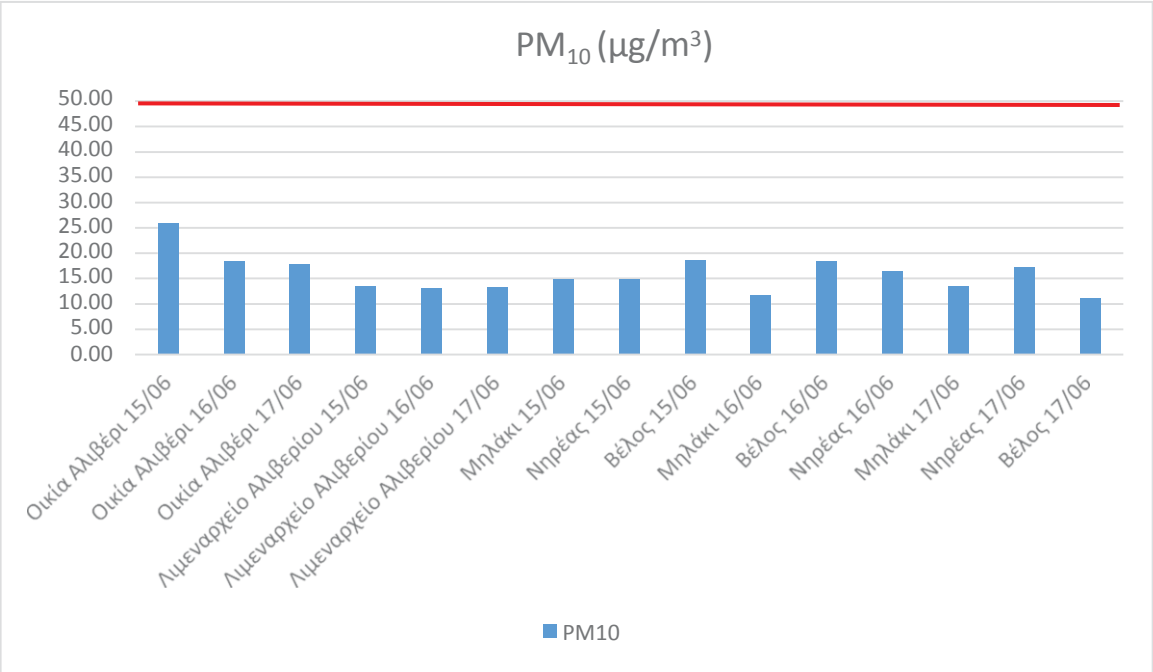
Πίνακας 10: Αποτελέσματα ημερήσιας συγκέντρωσης PM_{10}και TSP(μg/m^3) κατά την θερινή περίοδο δειγματοληψίας.

	PM10(μg/m^3)	**TSP(μg/m^3)**
Οικία Αλιβέρι 15/06	25.94	34.97
Οικία Αλιβέρι 16/06	18.4	
Οικία Αλιβέρι 17/06	17.87	
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 15/06	13.55	46.41
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 16/06	13.11	
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 17/06	13.23	
Μηλάκι 15/06	14.83	31.33
Νηρέας 15/06	14.96	46.31
Βέλος 15/06	18.63	43.01
Μηλάκι 16/06	11.70	
Βέλος 16/06	18.47	
Νηρέας 16/06	16.53	
Μηλάκι 17/06	13.56	
Νηρέας 17/06	17.15	
Βέλος 17/06	11.14	



Οριακή τιμή συγκέντρωσης (EU Directive 2008/50/EC, 50 μg/m^3)

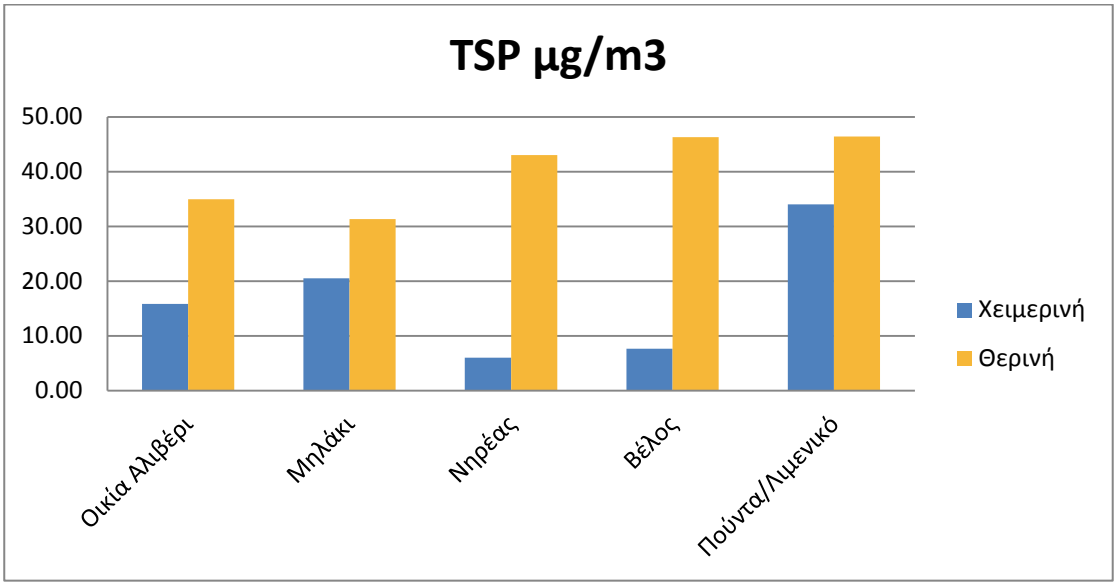
Σχήμα 5: Ημερήσιες συγκεντρώσεις PM_{10} στα σημεία δειγματοληψίας την χειμερινή περίοδο.



Οριακή τιμή συγκέντρωσης (EU Directive 2008/50/EC, 50 μg/m^3)

Σχήμα 6: Ημερήσιες συγκεντρώσεις PM_{10} στα σημεία δειγματοληψίας την θερινή περίοδο.

Σχήμα 7: Ημερήσιες συγκεντρώσεις TSP στα σημεία δειγματοληψίας για τις δύο περιόδους δειγματοληψίας.



Όπως προκύπτει από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, δεν μετρήθηκε υπέρβαση της οριακής συγκέντρωσης των PM_{10} σε κανένα σημείο δειγματοληψίας και στις δυο περιόδους δειγματοληψίας. Η θεσμοθετημένη ημερήσια επιτρεπόμενη τιμή συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM_{10} είναι 50 μg/m^3 και δεν πρέπει να υπερβαίνεται περισσότερο από 35 φορές ανά ημερολογιακό έτος Οδηγία 2008/50/EC).

3.3.2. Χημική Σύσταση

Τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης των συλλεχθέντων δειγμάτων PM_{10} για τον προσδιορισμό της χημικής τους σύστασης όσον αφορά στον οργανικό και στοιχειακό άνθρακα (OC/EC), τους πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες και τα μέταλλα παρουσιάζονται συνοπτικά στους Πίνακες 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 και 18 αντίστοιχα.

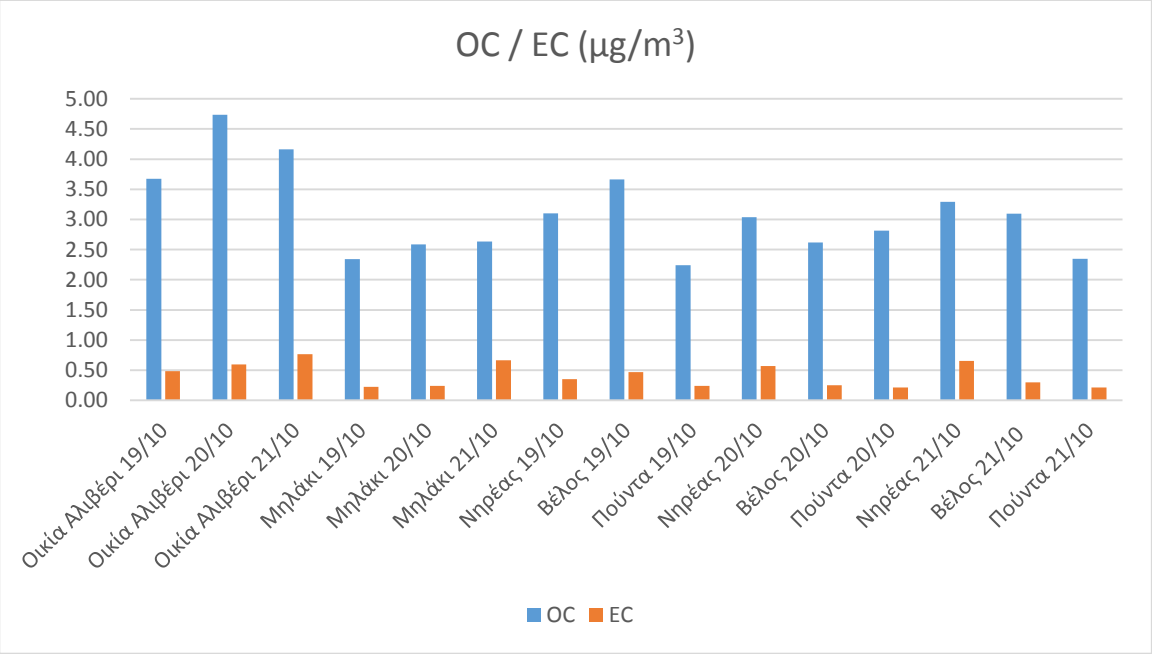
Πίνακας 11: Αποτελέσματα συγκεντρώσεων OC/EC (μg/m^3) την χειμερινή περίοδο.

	OC (μg/m^3)	**EC (μg/m^3)**
Οικία Αλιβέρι 19/10	3.67	0.49
Οικία Αλιβέρι 20/10	4.73	0.60
Οικία Αλιβέρι 21/10	4.16	0.77
Μηλάκι 19/10	2.34	0.23
Μηλάκι 20/10	2.58	0.24
Μηλάκι 21/10	2.63	0.67
Νηρέας 19/10	3.10	0.35
Βέλος 19/10	3.66	0.47
Πούντα 19/10	2.24	0.24
Νηρέας 20/10	3.04	0.57
Βέλος 20/10	2.62	0.25
Πούντα 20/10	2.81	0.21
Νηρέας 21/10	3.29	0.66
Βέλος 21/10	3.09	0.30
Πούντα 21/10	2.35	0.22

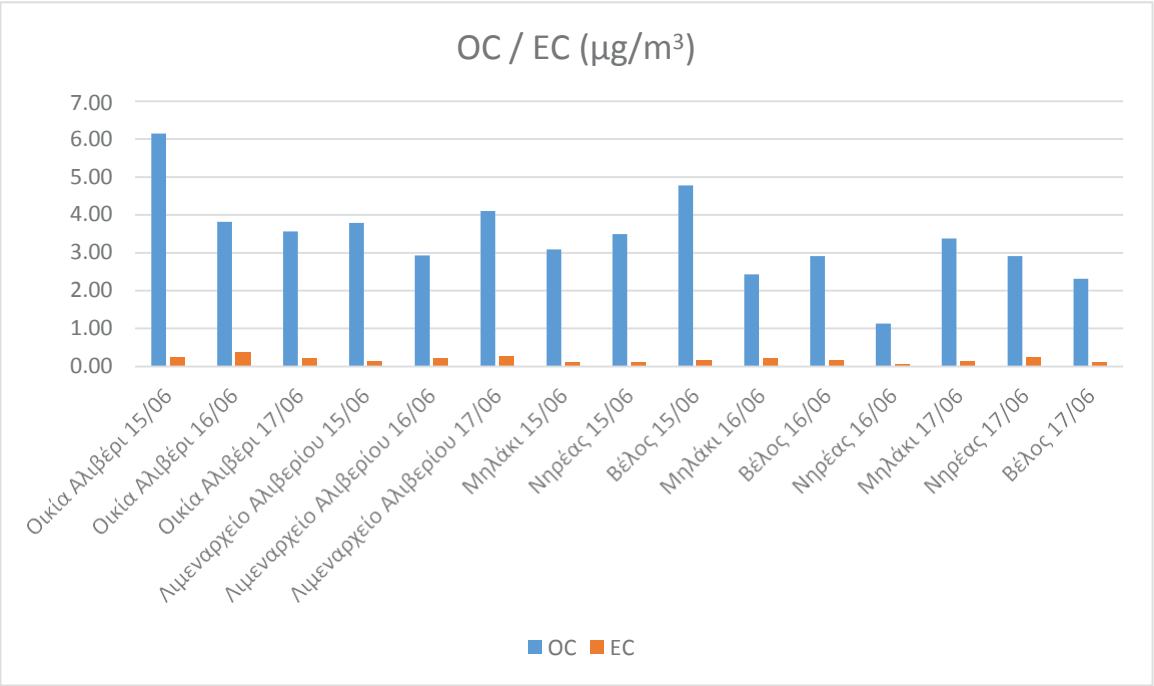
Πίνακας 12: Αποτελέσματα συγκεντρώσεων OC/EC (μg/m^3) την θερινή περίοδο.

	OC (μg/m^3)	**EC (μg/m^3)**
Οικία Αλιβέρι 15/06	6,15	0,25
Οικία Αλιβέρι 16/06	3,82	0,38
Οικία Αλιβέρι 17/06	3,56	0,21
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 15/06	3,79	0,15
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 16/06	2,93	0,22

Λιμεναρχείο Αλιβερίου 17/06	4,11	0,26
Μηλάκι 15/06	3,08	0,12
Νηρέας 15/06	3,50	0,10
Βέλος 15/06	4,78	0,17
Μηλάκι 16/06	2,43	0,22
Βέλος 16/06	2,92	0,15
Νηρέας 16/06	1,13	0,06
Μηλάκι 17/06	3,38	0,13
Νηρέας 17/06	2,91	0,24
Βέλος 17/06	2,31	0,12



Σχήμα 8 : Ημερήσιες συγκεντρώσεις των οργανικού και στοιχειακού άνθρακα στα σημεία δειγματοληψίας την χειμερινή περίοδο.



Σχήμα 9 : Ημερήσιες συγκεντρώσεις των οργανικού και στοιχειακού άνθρακα στα σημεία δειγματοληψίας θερινή περίοδο.

Οι υψηλότερες τιμές του στοιχειακού άνθρακα εμφανίζονται στο σημείο Α1 και ακολουθεί το Α3 και το Α4 για την χειμερινή περίοδο, ενώ στα σημεία Α1 και ακολουθούν το Α5 και το Α2 για την θερινή περίοδο.

Οι τιμές της συγκέντρωσης των ιόντων στα PM_{10} για τις ημέρες δειγματοληψίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 14 για την χειμερινή περίοδο και στον Πίνακα 15 για την θερινή.

Πίνακας 13. Τιμές συγκέντρωσης ιόντων στα PM_{10} την χειμερινή περίοδο.

Σημείο	Χλωρικά	Νιτρικά	Θειικά
Οικία Αλιβέρι 19/10	0.06	0.39	2.48
Οικία Αλιβέρι 20/10	0.30	2.04	7.02
Οικία Αλιβέρι 21/10	0.06	1.51	5.37
Μηλάκι 19/10	0.13	0.73	1.71
Μηλάκι 20/10	2.33	0.72	1.74
Μηλάκι 21/10	3.05	0.57	2.56
Νηρέας 19/10	0.09	0.07	2.46
Βέλος 19/10	8.55	1.02	4.02
Πούντα 19/10	0.20	0.42	1.27
Νηρέας 20/10	0.13	0.69	2.33
Βέλος 20/10	0.06	1.02	1.97
Πούντα 20/10	0.03	0.14	2.48
Νηρέας 21/10	0.61	0.48	1.85
Βέλος 21/10	0.13	0.43	0.79
Πούντα 21/10	0.34	1.05	2.35

Πίνακας 14. Τιμές συγκέντρωσης ιόντων στα PM_{10} την θερινή περίοδο.

Σημείο	Χλωρικά	Νιτρικά	Θειικά
Οικία Αλιβέρι 15/06	0,03	0,40	1,83
Οικία Αλιβέρι 16/06	0,08	0,40	1,34
Οικία Αλιβέρι 17/06	0,13	0,59	1,37
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 15/06	0,04	0,37	2,30
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 16/06	0,11	0,60	2,34
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 17/06	0,09	0,44	1,44
Μηλάκι 15/06	0,05	0,41	1,94
Νηρέας 15/06	0,10	0,35	0,87
Βέλος 15/06	0,06	0,53	1,83
Μηλάκι 16/06	0,10	0,47	1,08
Βέλος 16/06	0,18	0,70	1,15
Νηρέας 16/06	0,13	0,26	0,41
Μηλάκι 17/06	0,15	0,56	1,71
Νηρέας 17/06	0,15	0,50	1,47
Βέλος 17/06	0,11	0,55	1,54

Όσον αφορά στους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ), οι υψηλότερες τιμές καταγράφονται στα σημεία Α4 στις 21/10/2021, Α3 στις 19/10/2021 και Α5 στις 21/10/2021.

Οι τιμές της συγκέντρωσης των πολυαρωματικών υδρογονανθράκων στα PM_{10} για την περίοδο δειγματοληψίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 11.

Σχετικά με το benzo(a)pyrene B[a]P, τον πλέον μελετημένο και πιο γνωστό από τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, η συγκέντρωσή του και στις δύο περιόδους σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας δεν έδειξε υπέρβαση απο την ετήσια οριακή τιμή του (1 ng/m^3).

ng/m^3	Οικία Αλιβέρι 19/10	Οικία Αλιβέρι 20/10	Οικία Αλιβέρι 21/10	Μηλάκι 19/10	Μηλάκι 20/10	Μηλάκι 21/10	Νηρέας 19/10	Βέλος 19/10	Πούντα 19/10	% U
naphthalene	0,12	0,21	0,18	0,10	0,11	0,30	0,40	0,25	0,20	8,25
2-methylnaphthalene	0,07	0,16	0,12	0,04	0,06	0,23	0,31	0,20	0,15	10,6
1-methylnaphthalene	0,04	0,09	0,07	0,02	0,03	0,12	0,17	0,11	0,08	10,2
acenaphthylene	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	10,7
1,2-dimethylnaphthalene	0,02	0,04	0,03	0,01	0,01	0,05	0,05	0,04	0,03	8,48
2,6- dimethylnaphthalene	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,03	0,02	6,35
acenaphthene	0,05	0,13	0,07	0,05	0,05	0,13	0,19	0,23	0,08	8,00
2,3,5- trimethylnaphthalene	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04	0,04	0,03	14,2
fluorene	0,20	0,28	0,26	0,17	0,19	0,33	0,44	0,38	0,29	12,3
phenanthrene	0,56	0,77	0,67	0,37	0,46	0,93	1,33	1,11	0,80	10,1
1-methylphenanthrene	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	8,23
3,6 -dimethyl phenanthrene	0,01	0,01	0,01	<loq	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	11,0
anthracene	0,01	0,01	0,01	<loq	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	7,67
fluoranthrene	0,12	0,12	0,12	0,10	0,09	0,11	0,18	0,22	0,13	8,24
pyrene	0,07	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05	0,09	0,14	0,06	8,25
benz(a)anthracene	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,07	0,02	12,7
chrysene	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,02	0,03	0,09	0,02	7,03
benzo(b)fluoranthene	0,07	0,10	0,11	0,04	0,06	0,04	0,06	0,33	0,04	11,0
benzo(k)fluoranthene	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	<loq	0,01	0,08	0,01	13,0
benzo(e)pyrene	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,13	0,01	12,8
benzo(a)pyrene	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	<loq	0,01	0,09	0,01	7,33
perylene	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	13,3
indeno(1,2,3-c,d)pyrene	0,04	0,05	0,06	<loq	<loq	<loq	<loq	0,23	<loq	15,0
dibenzo(a,h)anthracene	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	10,9
benzo(ghi)perylene	0,04	0,06	0,07	<loq	0,04	<loq	<loq	0,18	<loq	10,3

log=limit of quantification (όριο ποσοτικοποίησης)

ng/m^3	Νηρέας 20/10	Βέλος 20/10	Πούντα 20/10	Νηρέας 21/10	Βέλος 21/10	Πούντα 21/10	% U
naphthalene	0,18	0,19	0,12	0,19	0,42	0,36	8,25
2-methylnaphthalene	0,13	0,14	0,06	0,16	0,34	0,28	10,6
1-methylnaphthalene	0,07	0,08	0,04	0,08	0,18	0,15	10,2
acenaphthylene	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	10,7
1,2-dimethylnaphthalene	0,02	0,02	0,01	0,03	0,05	0,06	8,48
2,6- dimethylnaphthalene	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	6,35
acenaphthene	0,09	0,09	0,10	0,13	0,15	0,19	8,00
2,3,5- trimethylnaphthalene	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04	14,2
fluorene	0,29	0,27	0,26	0,32	0,34	0,34	12,3
phenanthrene	0,76	0,78	0,56	0,80	1,02	0,99	10,1
1-methylphenanthrene	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	8,23
3,6 -dimethyl phenanthrene	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	11,0
anthracene	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	7,67
fluoranthrene	0,14	0,14	0,14	0,12	0,12	0,14	8,24
pyrene	0,07	0,09	0,07	0,05	0,05	0,06	8,25
benz(a)anthracene	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	12,7
chrysene	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	7,03
benzo(b)fluoranthene	0,10	0,14	0,06	0,06	0,04	0,04	11,0
benzo(k)fluoranthene	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	13,0
benzo(e)pyrene	0,05	0,06	0,02	0,03	0,02	0,02	12,8
benzo(a)pyrene	0,03	0,03	0,02	0,01	<loq	0,01	7,33
perylene	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	13,3
indeno(1,2,3-c,d)pyrene	0,07	0,10	<loq	0,04	<loq	<loq	15,0
dibenzo(a,h)anthracene	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	10,9
benzo(ghi)perylene	0,09	0,09	0,04	0,06	<loq	0,03	10,3

log=limit of quantification (όριο ποσοτικοποίησης)

Πίνακας 15: Τιμές συγκέντρωσης (ng/m^3) Πολυκυκλικών Αρωματικών Υδρογονανθράκων (PAHs) χειμερινής περιόδου.

ng/m^3	Οικία Αλιβέρι 15/06	Οικία Αλιβέρι 16/06	Οικία Αλιβέρι 17/06	Λιμεναρχείο Αλιβερίου 15/06	Λιμεναρχείο Αλιβερίου 16/06	Λιμεναρχείο Αλιβερίου 17/06	Μηλάκι 15/06	Νηρέας 15/06	Βέλος 15/06	% U
naphthalene	0.85	0.57	0.75	1.58	0.24	0.28	0.24	0.14	0.23	13.2
2-methylnaphthalene	1.05	0.78	1.02	1.90	0.28	0.39	0.31	0.16	0.22	14.3
1-methylnaphthalene	0.53	0.38	0.51	0.94	0.14	0.20	0.16	0.16	0.12	13.8
acenaphthylene	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	13.0
1,2-dimethylnaphthalene	0.14	0.12	0.16	0.21	0.05	0.07	0.06	0.02	0.03	11.5
2,6- dimethylnaphthalene	0.06	0.06	0.09	0.11	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	8.17
acenaphthene	0.07	0.14	0.21	0.16	0.15	0.14	0.08	0.06	0.05	9.97
2,3,5- trimethylnaphthalene	0.05	0.06	0.07	0.07	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	16.8
fluorene	0.33	0.46	0.59	0.49	0.43	0.61	0.51	0.34	0.43	15.2
phenanthrene	0.89	1.25	1.58	1.20	1.19	1.58	1.20	0.77	0.82	10.4
1-methylphenanthrene	0.18	0.21	0.27	0.19	0.23	0.24	0.12	0.14	0.15	12.5
3,6 -dimethyl phenanthrene	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	18.1
anthracene	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	11.1
fluoranthrene	0.09	0.13	0.15	0.10	0.17	0.17	0.14	0.10	0.15	9.53
pyrene	0.08	0.09	0.09	0.09	0.07	0.07	0.05	0.04	0.06	9.97
benz(a)anthracene	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	12.6
chrysene	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	8.82
benzo(b)fluoranthene	0.02	0.04	0.03	0.02	0.06	0.04	0.03	0.02	0.03	13.6
benzo(k)fluoranthene	0.01	0.01	0.01	<loq	0.02	0.01	0.01	<loq	0.01	10.4
benzo(e)pyrene	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	9.04
benzo(a)pyrene	0.01	0.01	0.01	<loq	0.02	<loq	0.01	<loq	0.01	7.39
perylene	<loq	<loq	0.00	<loq	0.01	<loq	<loq	<loq	<loq	10.0
indeno(1,2,3-c,d)pyrene	0.01	0.02	0.01	<loq	0.04	0.02	0.02	<loq	0.02	15.6
dibenzo(a,h)anthracene	<loq	<loq	<loq	<loq	0.01	<loq	<loq	<loq	<loq	12.2
benzo(ghi)perylene	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	9.70

log=limit of quantification (όριο ποσοτικοποίησης)

ng/m3	Μηλάκι 16/06	Βέλος 16/06	Νηρέας 16/06	Μηλάκι 17/06	Νηρέας 17/06	Βέλος 17/06	% U
naphthalene	0.29	0.35	0.43	0.17	0.31	0.24	13.2
2-methylnaphthalene	0.32	0.49	0.52	0.11	0.40	0.31	14.3
1-methylnaphthalene	0.18	0.26	0.28	0.07	0.21	0.15	13.8
acenaphthylene	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	13.0
1,2-dimethylnaphthalene	0.05	0.09	0.09	0.02	0.06	0.05	11.5
2,6- dimethylnaphthalene	0.03	0.04	0.04	0.01	0.04	0.03	8.17
acenaphthene	0.11	0.16	0.17	0.05	0.17	0.17	9.97
2,3,5- trimethylnaphthalene	0.04	0.05	0.06	0.02	0.05	0.05	16.8
fluorene	0.46	0.54	0.59	0.33	0.54	0.49	15.2
phenanthrene	1.01	1.29	1.48	0.55	1.25	1.10	10.4
1-methylphenanthrene	0.17	0.15	0.15	0.13	0.25	0.15	12.5
3,6 -dimethyl phenanthrene	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	18.1
anthracene	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	11.1
fluoranthrene	0.14	0.14	0.16	0.10	0.15	0.13	9.53
pyrene	0.06	0.05	0.06	0.03	0.05	0.05	9.97
benz(a)anthracene	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	12.6
chrysene	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	8.82
benzo(b)fluoranthene	0.07	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	13.6
benzo(k)fluoranthene	0.02	<loq	<loq	0.01	0.01	0.01	10.4
benzo(e)pyrene	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	9.04
benzo(a)pyrene	0.02	<loq	<loq	0.01	0.01	0.01	7.39
perylene	0.00	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	10.0
indeno(1,2,3-c,d)pyrene	0.06	0.01	<loq	0.01	0.01	0.01	15.6
dibenzo(a,h)anthracene	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	<loq	12.2
benzo(ghi)perylene	0.06	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	9.70

loq=limit of quantification (όριο ποσοτικοποίησης)

Πίνακας 16: Τιμές συγκέντρωσης (ng/m^3) Πολυκυκλικών Αρωματικών Υδρογονανθράκων (PAHs) θερινής περιόδου.

Τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης των συλλεχθέντων δειγμάτων PM_{10} για τον προσδιορισμό της χημικής τους σύστασης όσον αφορά στα βαρέα μέταλλα παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 17 και στον Πίνακα 18 για την χειμερινή και την θερινή περίοδο αντίστοιχα.

ΔΕΙΓΜΑ	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr
	(μg/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(μg/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)
Οικία Αλιβέρι 19/10	0.01	0.08	0.82	0.62	0.03	<loq	0.25	2.21	14.7	0.11	<loq	0.06	0.64
Οικία Αλιβέρι 20/10	0.03	0.14	1.47	1.29	0.07	0.04	0.78	1.71	5.48	0.13	<loq	0.13	1.03
Οικία Αλιβέρι 21/10	0.04	0.62	2.00	1.80	0.10	0.05	1.17	5.41	3.82	0.14	<loq	0.15	1.42
Μηλάκι 19/10	0.03	0.18	0.76	0.58	0.02	0.02	0.40	6.91	16.4	0.07	<loq	0.07	0.67
Μηλάκι 20/10	0.01	0.18	3.03	1.34	0.08	0.04	0.72	1.45	5.78	0.18	<loq	0.12	0.71
Μηλάκι 21/10	0.03	1.14	2.80	1.78	0.08	0.05	1.27	1.81	14.4	0.09	<loq	0.11	1.05
Νηρέας 19/10	0.02	0.08	1.41	0.87	0.03	0.03	0.50	2.32	2.60	0.10	<loq	0.10	0.72
Βέλος 19/10	0.02	0.10	1.45	0.91	0.03	0.02	0.52	1.68	9.64	0.20	<loq	0.09	1.07
Πούντα 19/10	0.02	0.09	1.50	0.79	0.07	0.01	0.77	0.92	13.9	0.17	<loq	0.09	0.84
Νηρέας 20/10	0.01	0.09	1.29	0.79	0.04	0.02	0.46	30.7	11.4	0.12	<loq	0.10	0.70
Βέλος 20/10	0.01	0.08	1.50	0.83	0.04	0.02	0.31	3.91	2.65	0.13	<loq	0.07	0.63
Πούντα 20/10	<loq	0.08	1.29	0.45	0.02	0.02	0.32	1.18	2.60	0.10	<loq	<loq	0.66
Νηρέας 21/10	0.01	0.67	3.18	1.29	0.08	0.05	1.29	2.88	40.0	0.12	<loq	0.09	1.22
Βέλος 21/10	0.01	0.68	1.44	1.12	0.04	0.03	1.01	1.74	27.8	0.12	<loq	0.11	0.60
Πούντα 21/10	0.01	0.66	1.22	0.77	0.04	0.01	0.59	17.4	25.9	0.12	<loq	0.09	0.59
LOD	0.02	0.50	1.00	2.00	0.03	0.20	4.00	4.00	10.0	0.50	10.0	1.00	1.00
LOQ	0.06	1.50	3.00	6.00	0.09	0.60	12.0	12.0	30.0	1.50	30.0	3.00	3.00

ΔΕΙΓΜΑ	Cd	Cs	Ba	Tl	Pb	Hg
	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)
Οικία Αλιβέρι 19/10	<loq	<loq	0.91	<loq	0.60	<loq
Οικία Αλιβέρι 20/10	0.03	<loq	2.16	<loq	1.00	<loq
Οικία Αλιβέρι 21/10	0.03	<loq	3.16	<loq	1.93	<loq
Μηλάκι 19/10	0.07	0.01	0.73	<loq	0.82	<loq
Μηλάκι 20/10	0.03	0.01	2.10	<loq	1.30	<loq
Μηλάκι 21/10	0.02	<loq	3.27	<loq	1.53	<loq
Νηρέας 19/10	0.03	<loq	1.39	<loq	1.32	<loq
Βέλος 19/10	0.02	<loq	1.59	<loq	1.50	<loq
Πούντα 19/10	<loq	<loq	1.03	<loq	1.03	<loq
Νηρέας 20/10	0.02	<loq	1.25	<loq	0.90	<loq
Βέλος 20/10	<loq	<loq	1.20	<loq	1.09	<loq
Πούντα 20/10	<loq	<loq	0.93	<loq	1.02	<loq
Νηρέας 21/10	0.02	0.02	2.45	<loq	1.29	<loq
Βέλος 21/10	0.03	0.01	1.26	<loq	1.24	<loq
Πούντα 21/10	0.02	<loq	1.27	<loq	1.22	<loq
LOD	0.30	0.20	1.00	2.00	0.50	1.00
LOQ	0.90	0.60	3.00	6.00	1.50	3.00

Πίνακας 17: Αποτελέσματα συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων χειμερινής περιόδου

ΔΕΙΓΜΑ	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As
	(μg/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(μg/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)
Οικία Αλιβέρι 15/06	0.14	0.41	1.03	4.14	0.14	<loq	<loq	44.97	138.55	0.06
Οικία Αλιβέρι 16/06	0.20	1.23	4.00	4.78	0.22	0.12	0.09	<loq	128.74	0.12
Οικία Αλιβέρι 17/06	0.15	0.45	1.28	4.72	0.22	<loq	0.11	<loq	73.84	<loq
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 15/06	0.16	3.06	4.16	4.51	0.19	0.19	2.20	57.46	45.39	0.53
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 16/06	0.18	6.83	2.27	4.14	0.16	<loq	0.02	<loq	134.96	<loq
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 17/06	0.18	0.46	3.32	4.53	0.21	0.06	<loq	<loq	75.76	0.18
Μηλάκι 15/06	0.17	0.82	5.77	7.93	0.25	0.16	2.26	9.35	64.30	0.08
Νηρέας 15/06	0.11	0.31	13.13	4.35	0.17	0.11	2.55	<loq	32.83	<loq
Βέλος 15/06	0.21	0.83	7.90	10.24	0.32	0.13	1.99	7.28	24.95	0.15
Μηλάκι 16/06	0.13	1.54	9.63	8.46	0.29	0.16	2.79	73.40	63.94	0.18
Βέλος 16/06	0.40	1.36	8.23	13.87	0.44	0.27	0.99	45.14	69.93	0.11
Νηρέας 16/06	0.16	0.39	7.65	5.66	0.17	0.12	0.12	2.79	103.12	<loq
Μηλάκι 17/06	0.20	0.59	12.12	7.65	0.27	0.16	0.74	<loq	103.29	0.22
Νηρέας 17/06	0.29	0.79	9.91	9.61	0.34	0.26	3.03	80.57	107.38	0.12
Βέλος 17/06	0.20	0.72	5.32	7.20	0.26	0.09	1.11	<loq	48.23	0.12
ΑΛΙΒΕΡΙ BLANK	<loq	<loq	15.20	<loq	<loq	<loq	11.20	128.00	1360.00	<loq
LOD	0.02	0.50	1.00	2.00	0.03	0.20	0.60	0.75	10.0	0.20
LOQ	0.06	1.50	3.00	6.00	0.09	0.60	1.90	2.20	30.0	0.60

ΔΕΙΓΜΑ x4-Blank/m^3	Rb	Sr	Cd	Cs	Ba	Tl	Pb
	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)	(ng/m^3)
Οικία Αλιβέρι 15/06	0.19	2.32	0.12	<loq	4.07	<loq	5.79
Οικία Αλιβέρι 16/06	1.59	2.31	0.46	0.17	18.10	<loq	9.68
Οικία Αλιβέρι 17/06	0.27	2.12	0.13	<loq	9.68	<loq	3.68
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 15/06	2.47	0.79	0.22	1.02	4.66	0.52	9.29
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 16/06	0.29	1.59	0.16	<loq	3.70	<loq	4.55
Λιμεναρχείο Αλιβερίου 17/06	0.18	1.22	<loq	<loq	4.07	<loq	1.67
Μηλάκι 15/06	0.37	1.64	0.25	<loq	11.14	<loq	7.90
Νηρέας 15/06	0.14	1.08	0.23	<loq	4.71	<loq	1.86
Βέλος 15/06	0.75	3.78	0.42	0.05	5.16	<loq	12.72
Μηλάκι 16/06	2.84	0.84	0.45	0.68	4.46	0.08	4.13
Βέλος 16/06	0.75	2.48	0.17	<loq	5.95	<loq	2.16
Νηρέας 16/06	0.25	1.71	0.14	<loq	11.32	<loq	2.52
Μηλάκι 17/06	0.27	1.60	0.13	<loq	5.61	<loq	3.77
Νηρέας 17/06	0.42	1.78	<loq	<loq	5.38	<loq	4.57
Βέλος 17/06	0.72	1.23	<loq	0.03	3.20	<loq	1.80
ΑΛΙΒΕΡΙ BLANK	16.40	16.40	<loq	<loq	72.00	<loq	25.20
LOD	1.00	1.00	0.30	0.20	1.00	0.25	0.50
LOQ	3.00	3.00	0.90	0.60	3.00	0.75	1.50

Πίνακας 18: Αποτελέσματα συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων θερινής περιόδου

3.4 Συμβατικοί ρύποι

Οι συνολικές μέσες τιμές των συγκεντρώσεων του Διοξειδίου του Θείου (SO_2), του Μονοξειδίου του Άνθρακα (CO) και του Διοξειδίου του Αζώτου (NO_2) μαζί με τα επιτρεπτά όρια συγκέντρωσης από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Οδηγία 2008/50/EC) παρουσιάζονται στον Πίνακα 19 και στον Πίνακα 20 για την χειμερινή και την θερινή περίοδο αντίστοιχα.

Όπως προκύπτει τα επίπεδα συγκέντρωσης που καταγράφηκαν ήταν χαμηλότερα από τις επιτρεπόμενες Οριακές Τιμές Συγκέντρωσης της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας.

Συνολικά, οι υψηλότερες μέσες τιμές για την χειμερινή περίοδο του μονοξειδίου του άνθρακα διαπιστώνονται στα σημεία Α2 και Α1, μονοξειδίου και διοξειδίου του αζώτου στο σημείο Α4 ενώ το διοξείδιο του θείου υπερτερεί στα σημεία Α4, και Α2 (Πίνακας 19) .

Όσον αφορά την θερινή περίοδο, οι υψηλότερες μέσες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα διαπιστώνονται στα σημεία Α1 και Α2, μονοξειδίου και διοξειδίου του αζώτου στο σημείο Α1 ενώ το διοξείδιο του θείου υπερτερεί στα σημεία Α4, και Α5 (Πίνακας 20) .

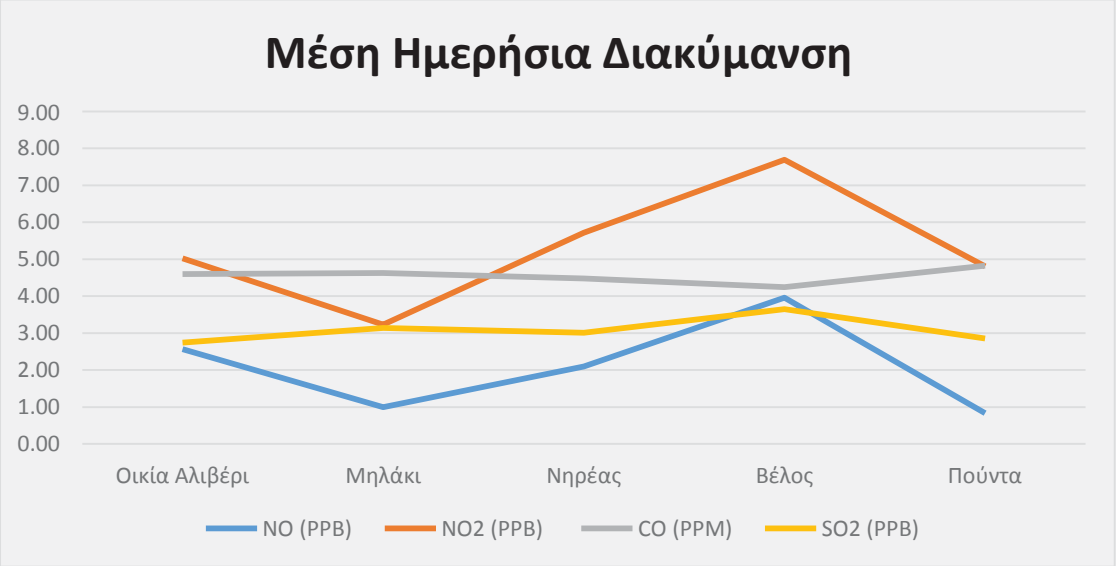
Πίνακας 19: Μέσες τιμές συγκεντρώσεων Διοξειδίου του Θείου (SO_2), Μονοξειδίου του Άνθρακα (CO), Διοξειδίου του Αζώτου (NO_2), Μονοξειδίου του Αζώτου (NO) κατά την χειμερινή περίοδο.

	NO (PPB)	**NO_2** (PPB)	**CO** (PPM)	**SO_2** (PPB)
Σημείο		Για το NO_2 για ανθρώπινη υγεία 40 μg/m^3 για το έτος	10 mg/m^3 (μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος 8 ωρών)	125 μg/m^3 (δεν πρέπει να υπερβαίνεται περισσότερο από 3 φορές σε ένα ημερολογιακό έτος). Το όριο αφορά την ημερήσια τιμή συγκέντρωσης.
Οικία Αλιβέρι	2.57	5.02	4.60	2.74
Μηλάκι	1.00	3.23	4.63	3.13
Νηρέας	2.09	5.71	4.48	3.00
Βέλος	3.96	7.69	4.24	3.64
Πούντα	0.83	4.80	4.82	2.85

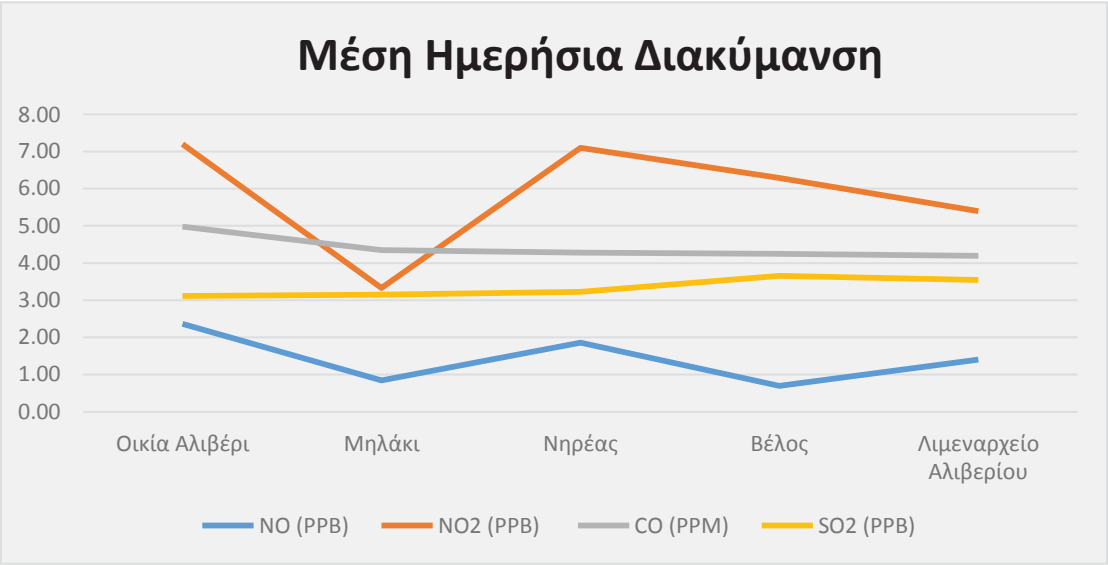
Πίνακας 20: Μέσες τιμές συγκεντρώσεων Διοξειδίου του Θείου (SO_2), Μονοξειδίου του Άνθρακα (CO), Διοξειδίου του Αζώτου (NO_2), Μονοξειδίου του Αζώτου (NO) κατά την θερινή περίοδο.

	NO (PPB)	**NO_2** (PPB)	**CO** (PPM)	**SO_2** (PPB)
Σημείο		Για το NO_2 για ανθρώπινη υγεία 40 μg/m^3 για το έτος	10 mg/m^3 (μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος 8 ωρών)	125 μg/m^3 (δεν πρέπει να υπερβαίνεται περισσότερο από 3 φορές σε ένα ημερολογιακό έτος). Το όριο αφορά την ημερήσια τιμή συγκέντρωσης.
Οικία Αλιβέρι	2.36	7.20	4.98	3.11
Μηλάκι	0.83	3.32	4.35	3.14
Νηρέας	1.86	7.10	4.28	3.22
Βέλος	0.69	6.29	4.25	3.66
Λιμεναρχείο Αλιβερίου	1.40	5.39	4.20	3.55

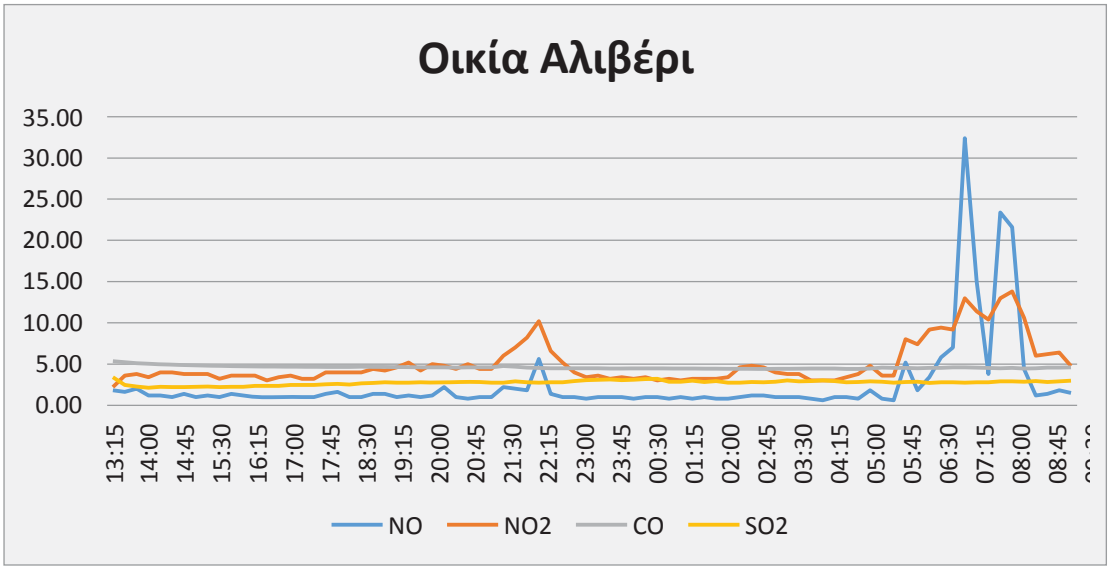
Η μέση ημερήσια συγκέντρωση των συμβατικών ρύπων για κάθε σημείο παρουσιάζεται στο Σχήμα 11 για την χειμερινή περίοδο και στο Σχήμα 12 για την θερινή. Ενώ η χωροχρονική διαφοροποίηση των συγκεντρώσεων των συμβατικών ρύπων για κάθε σημείο παρουσιάζεται στο Σχήμα 13 (α-ε) και Σχήμα 14 (α-ε) για την χειμερινή και την θερινή περίοδο αντίστοιχα.



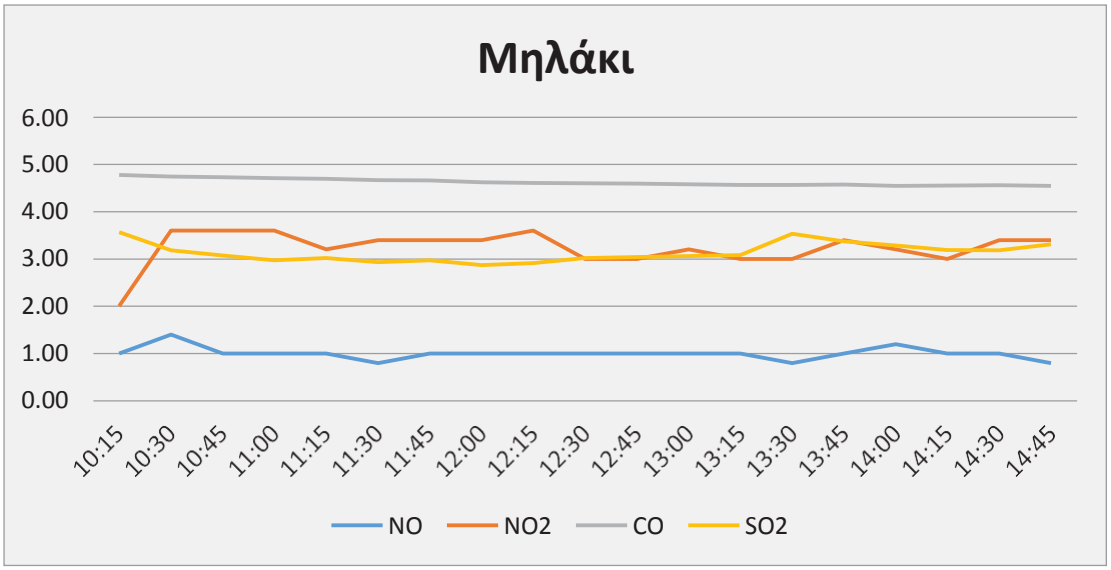
Σχήμα 10: Μέση ημερήσια συγκέντρωση συμβατικών ρύπων χειμερινής περιόδου.



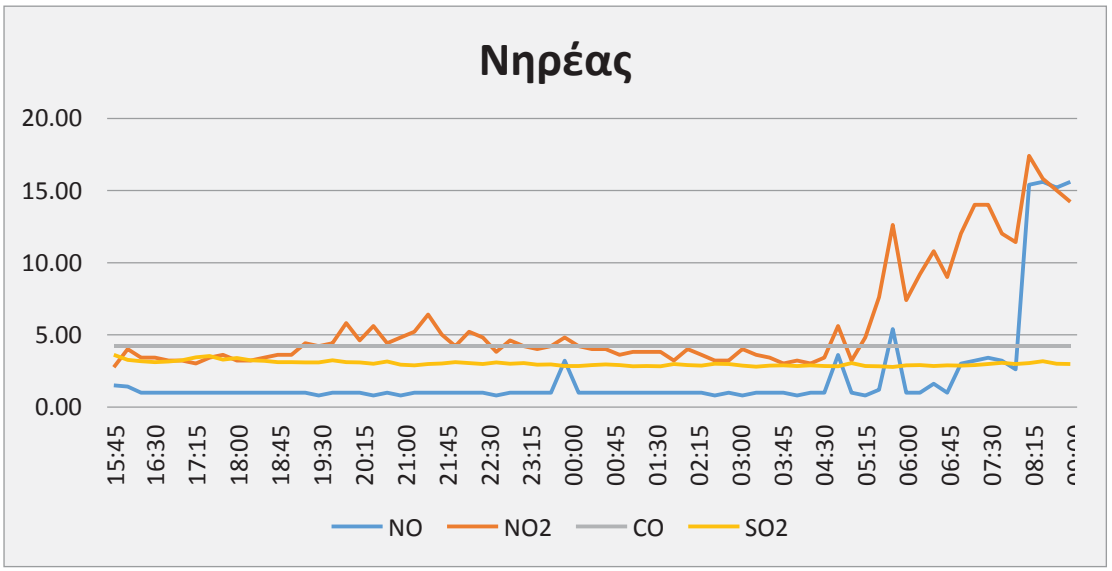
Σχήμα 11: Μέση ημερήσια συγκέντρωση συμβατικών ρύπων θερινής περιόδου.



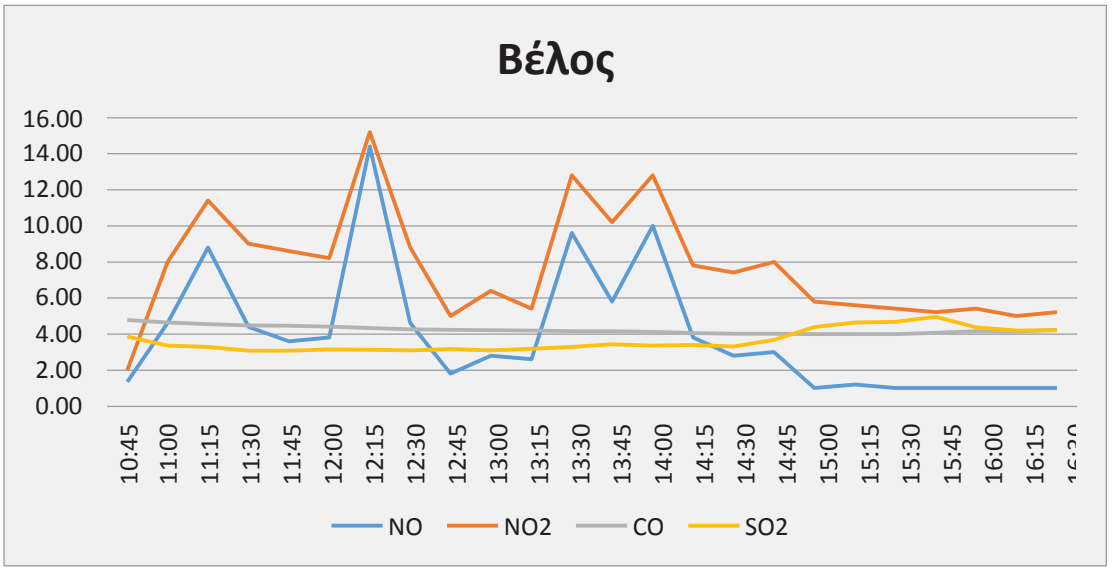
Σχήμα 12α : Ημερήσια διακύμανση συμβατικών ρύπων στο σημείο Α1 την χειμερινή περίοδο.



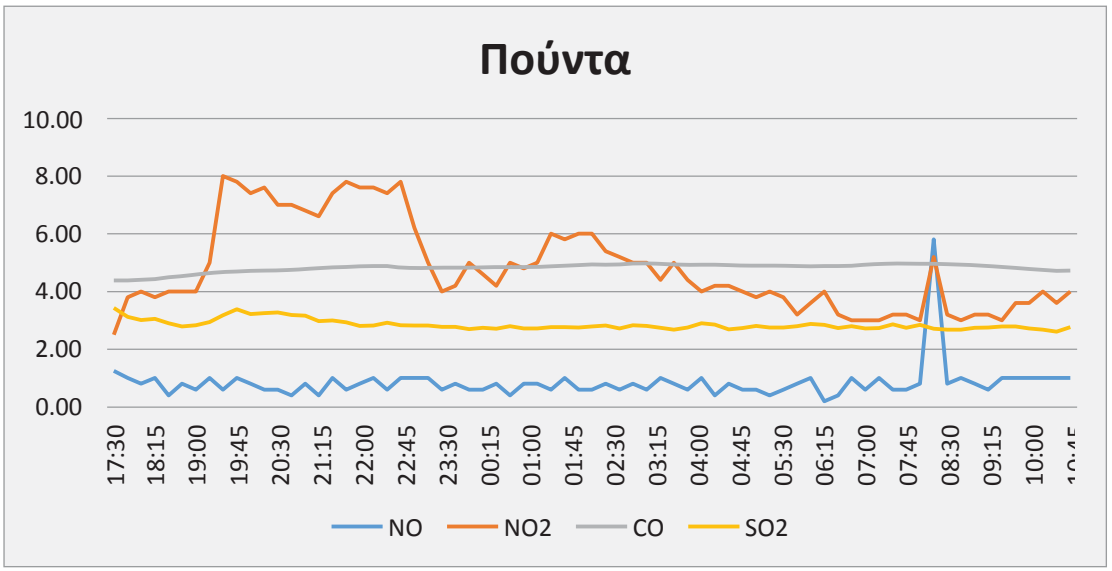
Σχήμα 12β : Ημερήσια διακύμανση συμβατικών ρύπων στο σημείο Α2 την χειμερινή περίοδο.



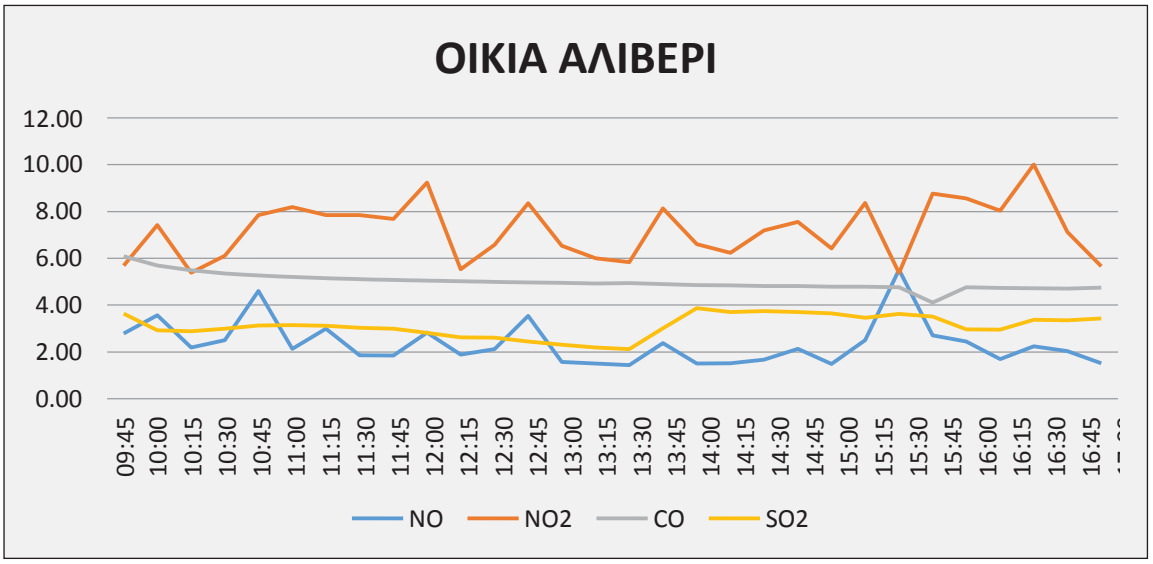
Σχήμα 12γ : Ημερήσια διακύμανση συμβατικών ρύπων στο σημείο Α3 την χειμερινή περίοδο.



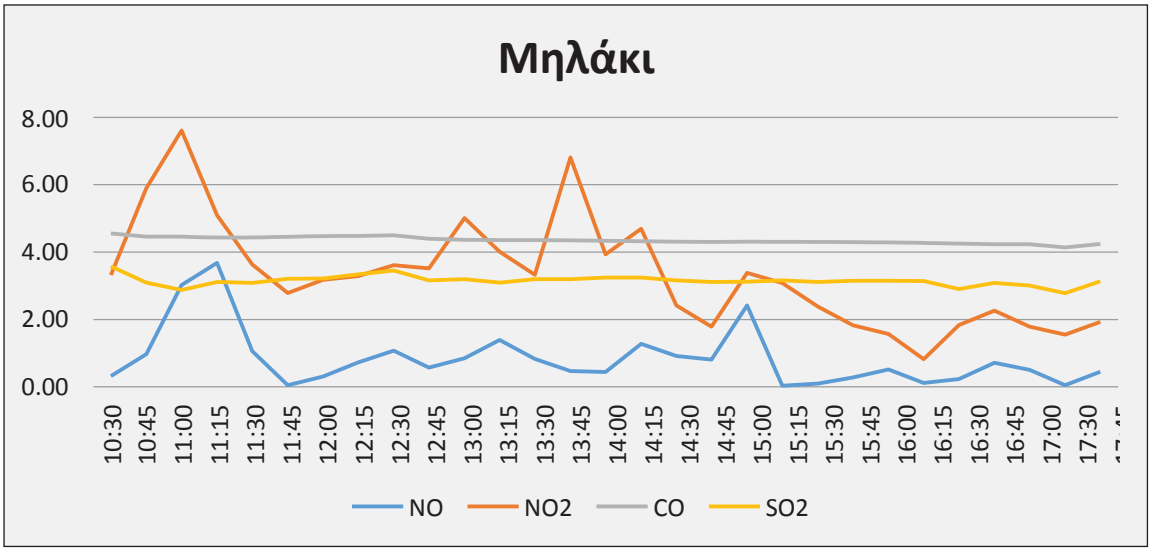
Σχήμα 12δ : Ημερήσια διακύμανση συμβατικών ρύπων στο σημείο Α4 την χειμερινή περίοδο.



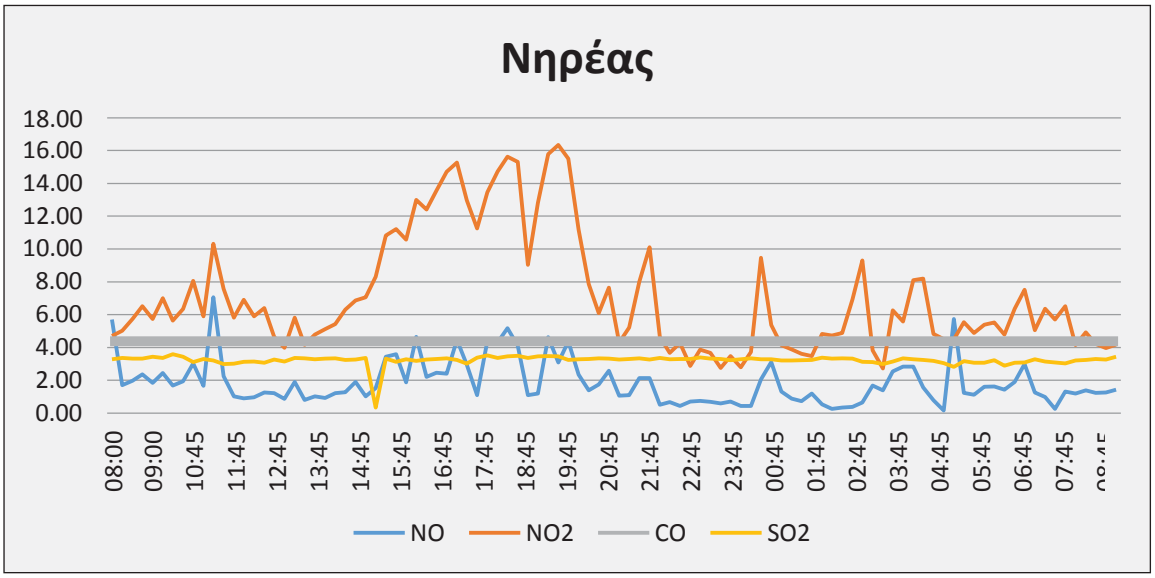
Σχήμα 12ε : Ημερήσια διακύμανση συμβατικών ρύπων στο σημείο Α5 την χειμερινή περίοδο.



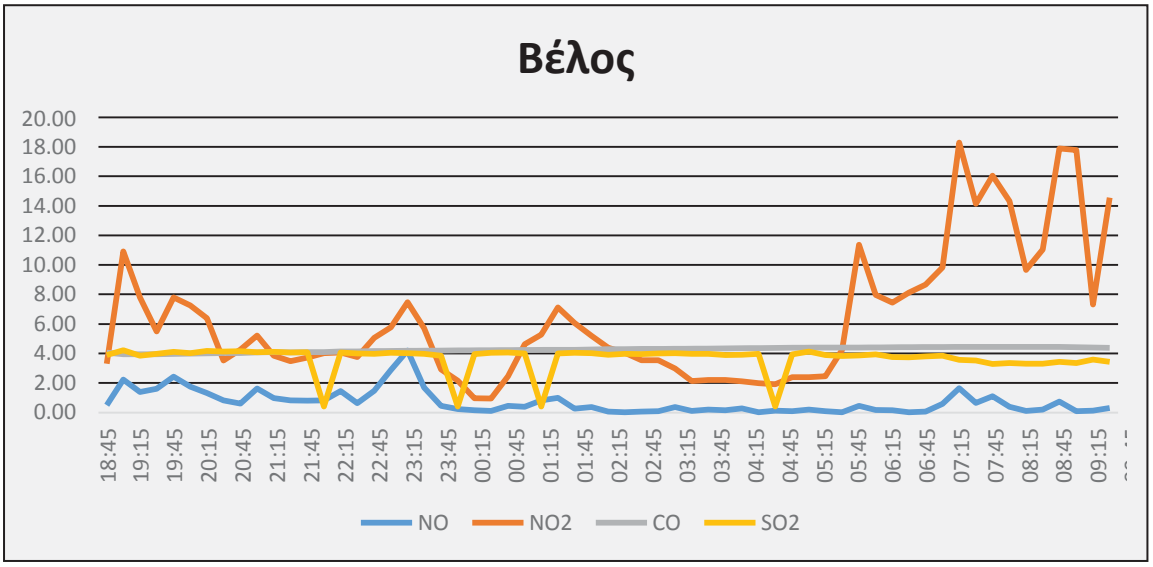
Σχήμα 13α : Ημερήσια διακύμανση συμβατικών ρύπων στο σημείο Α1 την θερινή περίοδο.



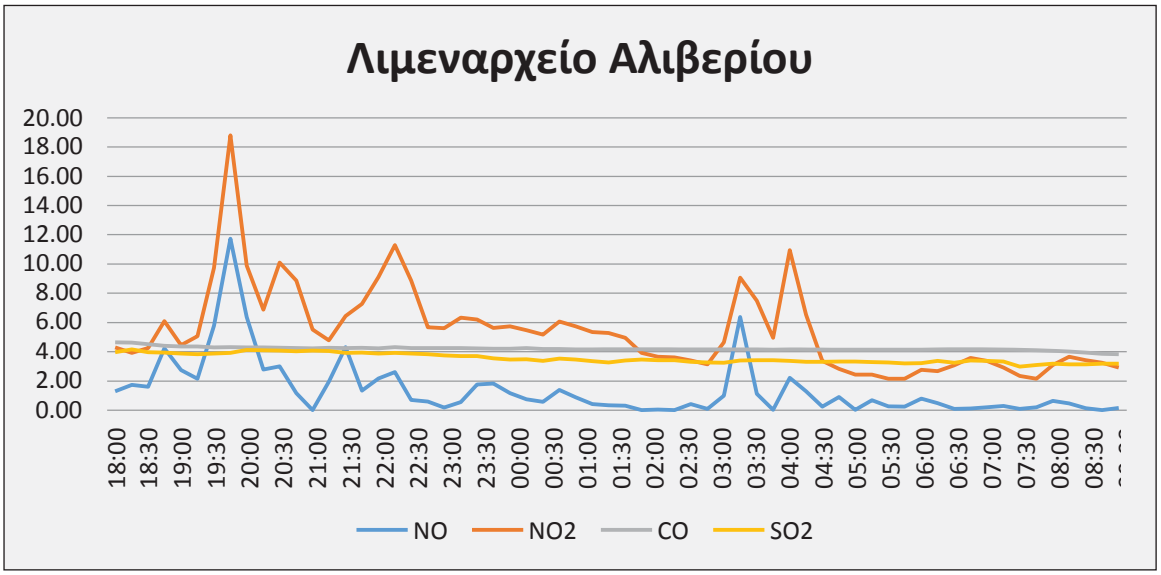
Σχήμα 13β : Ημερήσια διακύμανση συμβατικών ρύπων στο σημείο Α2 την θερινή περίοδο.



Σχήμα 13γ : Ημερήσια διακύμανση συμβατικών ρύπων στο σημείο Α3 την θερινή περίοδο.



Σχήμα 13δ : Ημερήσια διακύμανση συμβατικών ρύπων στο σημείο Α4 την θερινή περίοδο.



Σχήμα 13ε : Ημερήσια διακύμανση συμβατικών ρύπων στο σημείο Α5 την θερινή περίοδο.

3.5 Πτητικές Οργανικές Ενώσεις

Τα μέσα επίπεδα συγκέντρωσης των ανιχνευθέντων πτητικών οργανικών ενώσεων παρουσιάζονται στους Πίνακες 21 και 22 και στα Σχήματα 14 και 15 για την χειμερινή και την θερινή περίοδο αντίστοιχα.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι υψηλότερες τιμές στις περισσότερες ενώσεις σημειώθηκαν στα σημεία Α2 και Α5 κατά την χειμερινή περίοδο και στα σημεία Α4 και Α5 την θερινή περίοδο.

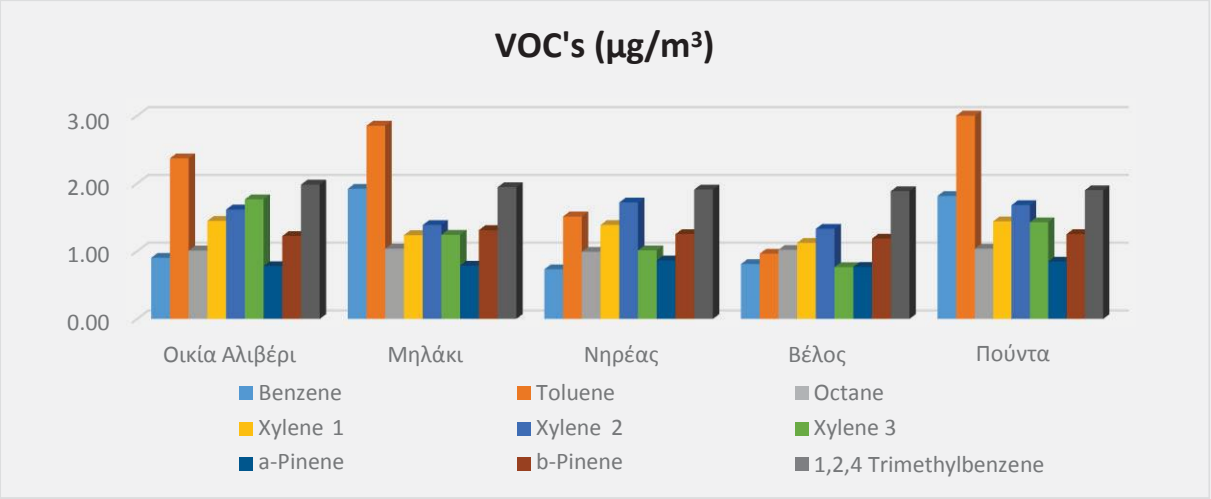
Πίνακας 21: Τιμές συγκέντρωσης (μg/m^3) Πτητικών Οργανικών Ενώσεων χειμερινής περιόδου.

	Benzene	Toluene	Octane	o-Xylene	m-Xylene	p-Xylene	a-Pinene	b-Pinene	1,2,4 Trimethylbenzene
Οικία Αλιβέρι	0.90	2.37	1.01	1.45	1.61	1.76	0.78	1.22	1.98
Μηλάκι	1.92	2.85	1.04	1.24	1.39	1.24	0.79	1.31	1.94
Νηρέας	0.73	1.51	0.99	1.39	1.72	1.01	0.86	1.25	1.91
Βέλος	0.81	0.96	1.02	1.12	1.33	0.77	0.77	1.19	1.88
Πούντα	1.82	6.47	1.04	1.44	1.68	1.43	0.84	1.25	1.90

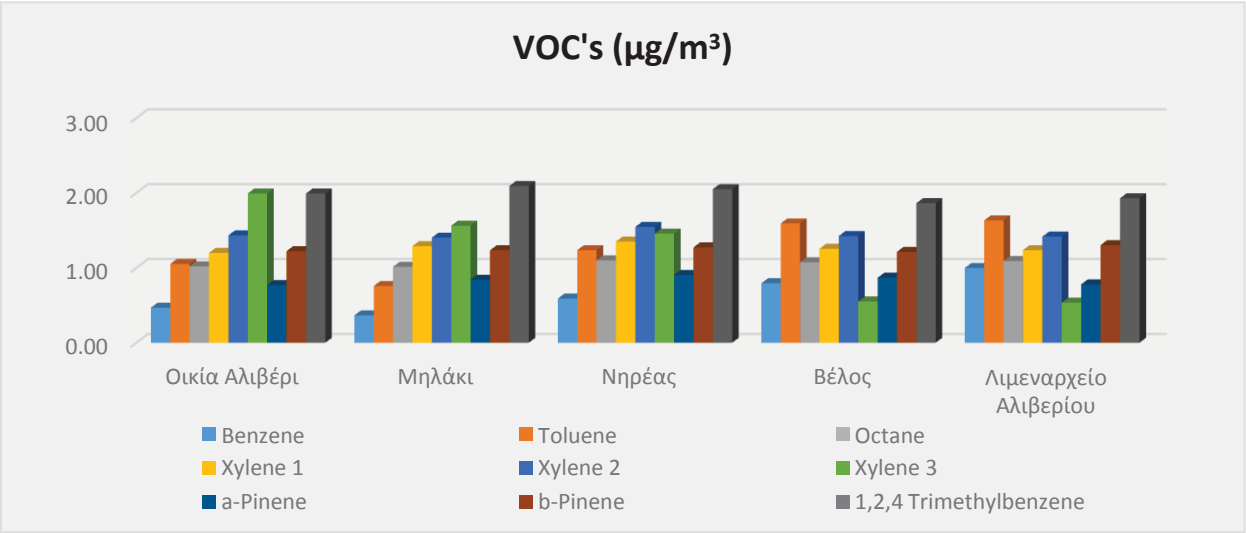
Πίνακας 22: Τιμές συγκέντρωσης (μg/m^3) Πτητικών Οργανικών Ενώσεων θερινής περιόδου.

	Benzene	Toluene	Octane	o-Xylene	m-Xylene	p-Xylene	a-Pinene	b-Pinene	1,2,4 Trimethylbenzene
Οικία Αλιβέρι	0.47	1.05	1.02	1.20	1.43	1.99	0.77	1.22	1.99
Μηλάκι	0.37	0.76	1.01	1.29	1.40	1.56	0.84	1.23	2.09
Νηρέας	0.59	1.24	1.10	1.35	1.55	1.46	0.90	1.27	2.05
Βέλος	0.79	1.59	1.07	1.25	1.43	0.55	0.87	1.21	1.86
Λιμεναρχείο Αλιβερίου	1.00	1.63	1.09	1.24	1.42	0.54	0.78	1.30	1.93

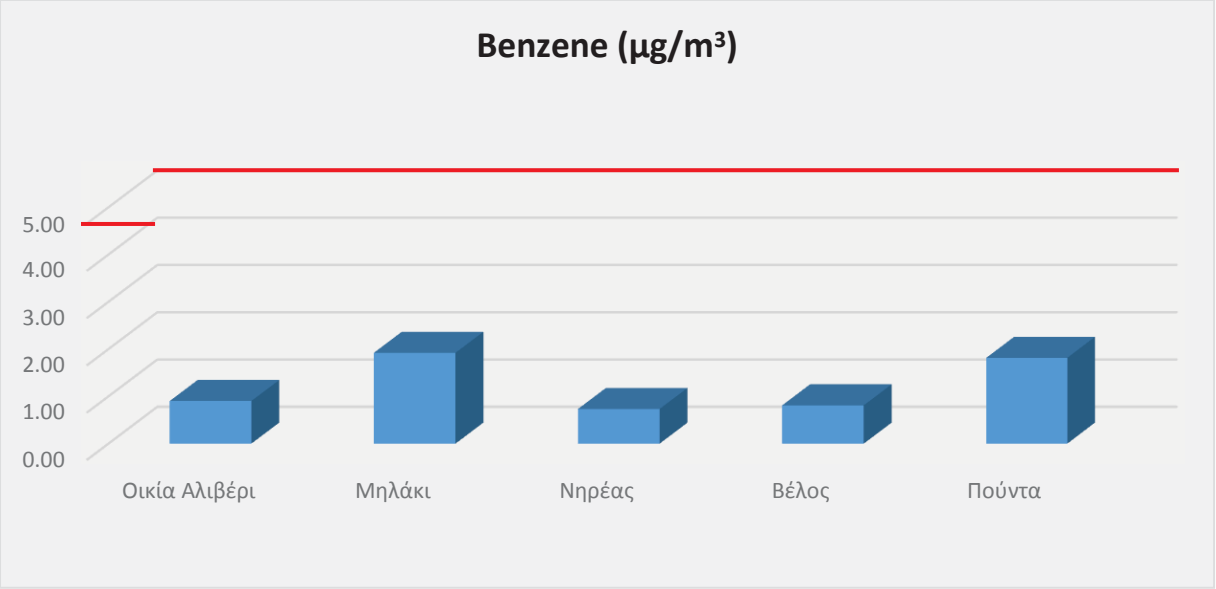
Το υψηλότερο επίπεδο συγκέντρωσης του βενζολίου καταγράφεται στο σημείο Α2 κατά την χειμερινή περίοδο και στο σημείο Α5 την θερινή, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι σε κανένα από τα δείγματα που ελήφθησαν στα υπό εξέταση σημεία η συγκέντρωσή τους δεν ξεπέρασε την προτεινόμενη οριακή τιμή συγκέντρωσης 5 μg/m^3 (ημερολογιακό έτος) (Οδηγία 2008/50/EC) τόσο την χειμερινή όσο και την θερινή περίοδο δειγματοληψίας, Σχήμα 16 και 17 αντίστοιχα.



Σχήμα 14 : Μέσες τιμές συγκέντρωσης (μg/m^3) Πτητικών Οργανικών Ενώσεων χειμερινής περιόδου

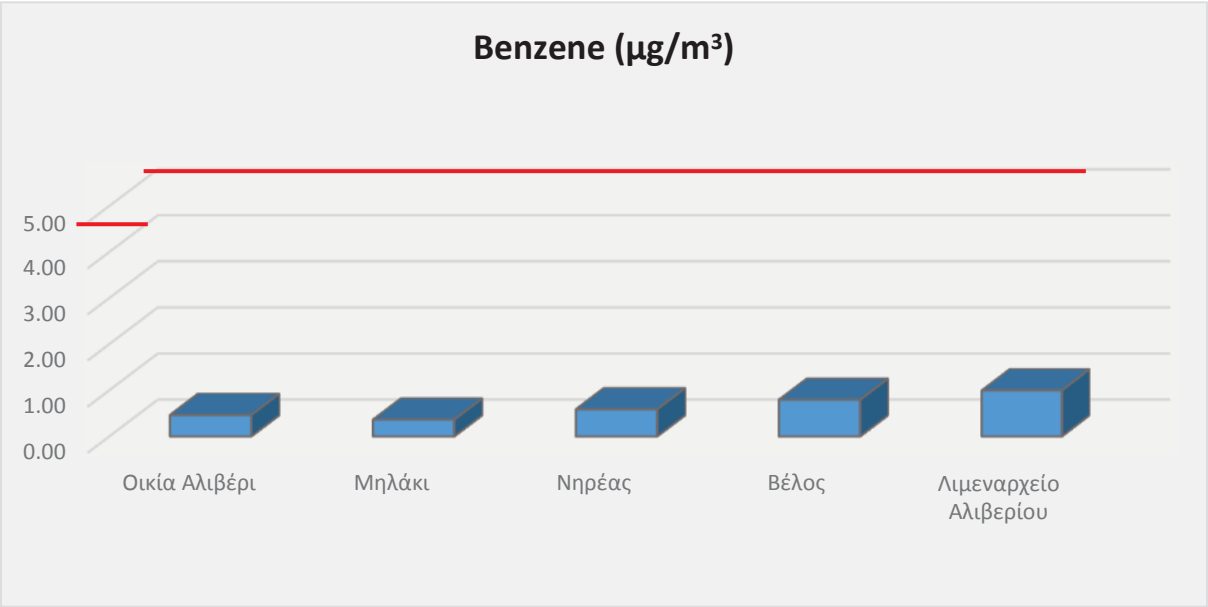


Σχήμα 15 : Μέσες τιμές συγκέντρωσης (μg/m^3) Πτητικών Οργανικών Ενώσεων θερινής περιόδου



Οριακή τιμή συγκέντρωσης (EU Directive 2008/50/EC, 5 μg/m^3)

Σχήμα 16 : Ημερήσιες συγκεντρώσεις βενζολίου.



Οριακή τιμή συγκέντρωσης (EU Directive 2008/50/EC, 5 μg/m^3)

Σχήμα 17 : Ημερήσιες συγκεντρώσεις βενζολίου.

4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΠΗΓΩΝ ΑΕΡΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ PMF (Positive Matrix Factorization)

Ένα από τα πιο διαδεδομένα μοντέλα αποδέκτη για την εφαρμογή της μεθοδολογίας source apportionment με σκοπό τον καταμερισμό της συνεισφοράς σε μικροσωματιδιακούς ρύπους των φυσικών και ανθρωπογενών πηγών έκλυσης είναι το Positive Matrix Factorization (PMF). Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 5 που παρέχεται από την U.S. Environmental Protection Agency (EPA PMFv.5).

Το μοντέλο της PMF εφαρμόστηκε στα δεδομένα από τις μετρήσεις ποιότητας αέρα στην υπό μελέτη περιοχή και συγκεκριμένα εφαρμόστηκε για τα δεδομένα μετρήσεων αιωρούμενης σωματιδιακής ύλης PM_{10} και της χημικής σύστασης αυτής (ΠΑΥ, OC/EC, ιόντα, μέταλλα).

Πριν από την εφαρμογή του μοντέλου, ακολουθείται μία διαδικασία ελέγχου και επιλογής των δεδομένων εισόδου (τιμές μετρήσεων συγκέντρωσης και τιμές αβεβαιότητας μετρήσεων) σε αυτό (data pre-treatment). Τα στοιχεία με λόγο S/N

(signal/noise) < 1 ορίστηκαν στο μοντέλο ως "Bad" ενώ ως "Weak" ορίστηκαν οι μεταβλητές με λόγο S/N μεταξύ 1 και 2. Τα στοιχεία με λόγο μεγαλύτερο του 2 ορίστηκαν ως "Strong". Στις περιπτώσεις που οι συγκεντρώσεις των στοιχείων ήταν κάτω του ορίου ανίχνευσης (LOD, limit of detection) η τιμή που ορίστηκε ήταν το ½ του LOD και η αντίστοιχη αβεβαιότητα ορίστηκε ως τα 5/6 του LOD. Προκειμένου να επιλεγεί ο σωστός αριθμός των παραγόντων εξετάστηκε ένα εύρος από 3 έως 10 ανά περίπτωση και επιλέχτηκε ο μέγιστος αριθμός ώστε να προκύψουν πηγές με φυσική σημασία. Η έκθεση προσομοίωσης της συνεισφοράς πηγών των αερίων ρύπων στην περιοχή του Αλιβερίου επισυνάπτεται ως παράρτημα.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΡΥΠΩΝ

Συνοψίζοντας καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Οι τιμές συγκέντρωσης συνολικής τοξικότητας διοξινών και φουρανίων που μετρήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή του Αλιβερίου κυμαίνονταν σε χαμηλά επίπεδα, παρόμοιες με αυτές που ανιχνεύονται σε αγροτικές περιοχές απομακρυσμένες από αστικές δραστηριότητες. Ελαφρά υψηλότερη τιμή μετρήθηκε στο σημείο Οικία Αλιβέρι κατά την χειμερινή περίοδο, όμως αρκετά χαμηλότερη από αυτές που ανιχνεύονται στο κέντρο της Αθήνας.

- Οι τιμές συνολικής τοξικότητας για "παρόμοια με τις διοξίνες" PCBs (TEQ PCBs) και συνολικής συγκέντρωσης indicator PCBs που μετρήθηκαν στην παρούσα μελέτη ήταν σε κανονικά επίπεδα για αγροτική περιοχή με αστικές δραστηριότητες.

- Δεν μετρήθηκε υπέρβαση της συγκέντρωσης των PM_{10} σε κανένα σημείο δειγματοληψίας και τις δύο περιόδους δειγματοληψίας.

- Όσον αφορά στους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες οι υψηλότερες τιμές καταγράφονται στο σημείο Α4 κατά την χειμερινή περίοδο ενώ κατά την θερινή περίοδο οι υψηλότερες τιμές καταγράφονται στο σημείο Α5. Ενδεικτική σύγκριση με την ετήσια οριακή τιμή του B[a]P (1 ng/m^3) δεν

έδειξε υπέρβαση σε κανένα σημείο και στις δύο περιόδους δειγματοληψίας.

- Ο οργανικός και ο στοιχειακός άνθρακας παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές στο σημείο Α1 τόσο την χειμερινή όσο και την θερινή περίοδο.
- Στα μέταλλα τις υψηλότερες τιμές τις παρατηρούμε στο σημείο Α1 καθώς και στο Α2 για την χειμερινή περίοδο, την θερινή περίοδο τις υψηλότερες τιμές τις συναντάμε στα σημεία Α4 και Α5. Τα μέταλλα με τις υψηλότερες τιμές ήταν ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, το χρώμιο, το βάριο και το μαγνήσιο την χειμερινή περίοδο, ενώ την θερινή περίοδο καταγράφηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις όσον αφορά τον σίδηρο, το αργίλιο τον ψευδάργυρο το βάριο και τον χαλκό.
- Η ανάλυση των αποτελεσμάτων συγκέντρωσης πτητικών οργανικών ενώσεων έδειξε ότι οι υψηλότερες τιμές για όλες τις ενώσεις σημειώθηκαν Α5 και Α2 για την χειμερινή περίοδο και στα σημεία Α4 και Α5, σε κανένα από τα δείγματα που ελήφθησαν στα πέντε υπό εξέταση σημεία η ενδεικτική σύγκριση της συγκέντρωσή του βενζολίου δεν ξεπέρασε την ετήσια οριακή τιμή συγκέντρωσης 5 μg/m^3 (ημερολογιακό έτος) (Οδηγία 2008/50/EC) τόσο την χειμερινή όσο και την θερινή περίοδο δειγματοληψίας.

Δρ. Λεόντιος Λεοντιάδης

Προϊστάμενος Εργαστηρίου Φασματομετρίας Μάζας
και Ανάλυσης Διοξινών, Ευρωπαϊκού Εργαστηρίου Αναφοράς
Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. "Δημόκριτος"

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

ΟΙΚΙΑ ΑΛΙΒΕΡΙ

ΜΗΛΑΚΙ

ΝΗΡΕΑΣ

ΒΕΛΟΣ

ΠΟΥΝΤΑ

Thermo
Thermo

ΛΙΜΕΝΑΡΧΕΙΟ