

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Μελέτη Περιστατικών Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης από
Αιωρούμενα Σωματίδια (ΑΣ10, ΑΣ2.5, ΑΣ1) με χειροκίνητο
μετρητή DustTrak στο Παραλιακό μέτωπο της Λεμεσού**

Χρίστος Πέτσας

**Επιβλέπων Καθηγητής
Μαρίνος Στυλιανού**

Δεκέμβριος 2019

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Μελέτη Περιστατικών Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης από
Αιωρούμενα Σωματίδια (ΑΣ10, ΑΣ2.5, ΑΣ1) με χειροκίνητο
μετρητή DustTrak στο Παραλιακό μέτωπο της Λεμεσού**

Χρίστος Πέτσας

**Επιβλέπων Καθηγητής
Μαρίνος Στυλιανού**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών
Στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος
από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Δεκέμβριος 2019

Περίληψη

Η αναγκαιότητα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, προέκυψε από την συχνή και καταστροφική εμφάνιση περιστατικών ατμοσφαιρικής ρύπανσης από αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ), και έχει ως στόχο να συνδράμει στην μείωση των επιπτώσεων τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα αντικειμενικός στόχος είναι ο εντοπισμός, η μελέτη και ο βαθμός επικινδυνότητας των περιστατικών ρύπανσης από ΑΣ, με απώτερο σκοπό την πρόληψη και μείωση τους.

Η έρευνα εφαρμόζεται στο παραλιακό μέτωπο της Λεμεσού, μια αναπτυσσόμενη πόλη στην ευαίσθητη Μεσογειακή περιοχή που παρουσιάζει έλλειψη δεδομένων για ΑΣ και δυσκολεύεται να ακολουθήσει τα πρότυπα όρια της Ε.Ε. για την ποιότητα αέρα. Προέκυψε η ανάγκη για εντοπισμός θέσεων σε περιοχές ενδιαφέροντος του μετώπου, σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, που εμφανίζουν αυξημένα επίπεδα συγκεντρώσεων ΑΣ στις τρεις αεροδυναμικές διαμέτρους των 10 μm , 2,5 μm και 1 μm (ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1). Η έρευνα γίνεται με χειροκίνητο μετρητή DustTrak που καταγράφει συγκεντρώσεις ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 για τα περιστατικά ρύπανσης που εντοπίζονται και ως βασικό εργαλείο ανάλυσης χρησιμοποιείται πρόσφατη έκδοση του λογισμικού Microsoft Excel, στο οποίο τοποθετήθηκαν τα δεδομένα από τον μετρητή. Αναλύονται παράγοντες που συμβάλουν στα περιστατικά, όπως η τοποθεσία, τι υπάρχει στη συγκεκριμένη τοποθεσία, η χρονική στιγμή, οι καιρικές συνθήκες και η εποχή, οι συγκεντρώσεις για ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 (μέσοι όροι, υψηλές και χαμηλές ενδείξεις, λόγοι ΑΣ2,5/ΑΣ10 και ΑΣ1/ΑΣ2,5, συγκρίσεις).

Η έρευνα κατέδειξε έντονο περιστατικό σε πλατεία την «Τσικνοπέμπτη» (μέρα γιορτής με ψήσιμο κρέατος), το οποίο ακολουθείται από περιστατικά σε τσιμεντοποιείο, σε εργοτάξιο, σε χωματόδρομο δίπλα από παραλία, σε παραλιακό δρόμο, σε εργοστάσιο καύσης και επιδιόρθωσης ελαστικών και επιπλέον ανιχνεύθηκε περιστατικό σκόνης. Χονδροειδής σωματίδια επικρατούν στο εργοτάξιο και στο κυκλοφοριακό δρόμο ενώ τα λεπτοειδής σωματίδια εμφανίζονται σύμφωνα με μετρήσεις από μπαλκόνι της περιοχής σε έντονο υπόβαθρο και στα περιστατικά πρωτίστως της Τσικνοπέμπτης, του εργοστασίου, του χωματόδρομου και του τσιμεντοποιείου με λόγους που καταδεικνύουν μόνο λεπτοειδή σωματίδια και στα ακόμη πιο ανησυχητικά αποτελέσματα με υψηλά ποσοστά και λόγους για ΑΣ1. Επιπλέον παρατηρείται εποχική μεταβλητότητα, αφού το καλοκαίρι παρατηρούνται υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με την άνοιξη ενώ σε

περίπτωση που προηγείται βροχή οι συγκεντρώσεις πέφτουν κατακόρυφα. Τέλος υπάρχει ταύτιση των μετρήσεων με τα στοιχεία που παρέχει ο δημόσιος κλάδος της ποιότητα αέρας του νησιού.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή στοχεύει στην παροχή ουσιαστικών και έγκυρων πληροφοριών σε όλους τους φορείς που προτίθενται να ασχοληθούν με την μελέτη και προστασία του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος του παραλιακού μετώπου της Λεμεσού αλλά και γενικότερα στη δημιουργία ενός ευέλικτου εργαλείου λήψης αποφάσεων, που θα μπορούσε να εφαρμοστεί και σε άλλες περιοχές. Τα περιστατικά αυτά επιβεβαιώνουν τις εισηγήσεις της επιστημονικής κοινότητας για περαιτέρω λύσεις.

Summary

The necessity of the present study arises from the frequent and disastrous occurrence of airborne particulate matter (PM) incidents, and aims to help reduce their impact on the natural and anthropogenic environment. The specific objective of the present work is to identify, study and assess the degree of PM pollution incidence, with the ultimate aim of preventing and reducing them.

The study is being implemented on the coastal front of Limassol, a developing city in the sensitive Mediterranean region that lacks data on PM and find it difficult to follow EU standards for air quality. There was a need to identify locations in areas of interest at the coastal front, at specific times, showing increased levels of PM concentrations at the three aerodynamic diameters of 10 μ m, 2,5 μ m and 1 μ m (PM10, PM2,5 and PM1). The survey is performed with a manual DustTrak meter that records concentrations of PM10, PM2,5 and PM1 for the detected pollution incidents and uses a recent version of Microsoft Excel software, in which the data from the meter is stored, as a key analysis tool. Factors that contribute to incidents are analysed, such as location, what there is at the site, time, weather and season, concentrations for PM10, PM2.5 and PM1 (averages, high and low indications, PM2,5 / PM10 and PM1 / PM2.5 results, comparisons).

The investigation showed a strong incident at "Tsiknopempti" (meat roasting festival) in a square, followed by incidents at a cement factory, at a construction site, on a dirt road by the beach, on a beach asphalt road, at a burning and repaired tire factory and in addition a dust incident was detected. Coarse particles predominate on the construction site and on the road, while fine particles appear according to measurements from the balcony of the area on an intense background and primarily on the "Tsiknopempti", the factory, the dirt road and the cement plant with results that only condemn fine particles and lead to even more alarming results with high rates and reasons for PM1. In addition, seasonal variability is observed, with summer concentrations higher than spring and when rain falls, concentrations fall sharply. Finally, there is an identification of the measurements with the data provided by the public sector of the island's air quality.

This postgraduate thesis aims to provide essential and valid information to all actors who intend to study and protect the atmospheric environment of the Limassol

coastal front and in general to create a flexible decision-making tool that could be applied to other areas. These events confirm the scientific community's suggestions for further solutions.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διατριβής μου καθηγητή, Δρ. κ. Στυλιανού Μαρίνο, για την ανάθεση του θέματος, για την επιστημονική και φιλική καθοδήγηση του, για την πολύτιμη συνεισφορά του για την περάτωση της συγκεκριμένης εργασίας και την κατανόηση που έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή του τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Κύπρου Δρ. κ. Αγαπίου Αγάπιο, ο οποίος συνέβαλε με τις κατευθύνσεις του και την παροχή υλικού για την διεκπεραίωση της διατριβής.

Μεγάλο ευχαριστώ το οφείλω στην οικογένεια μου για την συμπαράστασή τους για να μπορέσω να εκπληρώσω το μεταπτυχιακό μου, και ιδιαίτερα την αρραβωνιαστικιά μου Άντρια για την αγάπη, κατανόηση και υπομονή τους όλο αυτό το διάστημα. Τους ευχαριστώ θερμά και τους αφιερώνω αυτήν την διατριβή!

Λεμεσός, Δεκέμβριος 2019

Πέτσας Χρίστος

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	1
1.1	Εισαγωγή	1
1.2	Καταγραφή προβλήματος.....	2
1.3	Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης.....	10
1.3.1	Κλιματική αλλαγή.....	11
1.3.2	Βιοποικιλότητα.....	12
1.3.3	Τοπική οικονομία - Τουρισμός.....	13
1.3.4	Ανθρώπινη υγεία – Ανθρώπινες ζωές.....	14
1.4	Σκοποί και στόχοι.....	15
1.5	Διασαφηνίσεις – προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών	15
1.5.1	Συλλογή και μελέτη δεδομένων ποιότητας αέρα.....	15
1.5.2	Μοντέλο DPSIR.....	17
2	Βιβλιογραφική ανασκόπηση	18
2.1	Εισαγωγή	18
2.2	Ιστορική αναδρομή.....	19
2.2.1	Η ατμοσφαιρική ρύπανση από ΑΣ στη Κύπρο.....	19
2.2.2	Η άμμος της έρημου Σαχάρα.....	20
2.2.3	Η ατμοσφαιρική ρύπανση από ΑΣ στη Λεμεσό.....	21
2.3	Θεωρητικό πλαίσιο.....	22
2.3.1	Βασικές έννοιες.....	22
2.3.2	Κατηγοριοποίηση αιωρούμενων σωματιδίων.....	22
2.3.3	Αίτια πρόκλησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ΑΣ.....	23
2.3.4	Παράγοντες που επηρεάζουν την ατμοσφαιρική ρύπανση από ΑΣ.....	25
2.3.5	Επιπτώσεις των ΑΣ.....	26
2.3.6	Αντιμετώπιση και πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και ΑΣ.....	28
2.4	Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	30
2.4.1	Συστήματα συλλογής και μελέτη δεδομένων ποιότητας αέρα.....	31
2.5	Διεθνής πραγματικότητα.....	33
2.5.1	Γεγονότα, αριθμοί και τάσεις στη περιοχή της Μεσογείου και στην Ε.Ε.....	33
2.5.2	Νομοθετικό πλαίσιο για την ποιότητα αέρα ΑΣ στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	36
2.5.3	Καθορισμός των υπερβάσεων των ανωτάτων και κατωτάτων ορίων εκτίμησης.....	37
2.6	Κυπριακή πραγματικότητα.....	38
2.6.1	Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των ΑΣ στην Κύπρο.....	38
2.6.2	Νομοθετικό πλαίσιο για την ποιότητα αέρα στην Κύπρο.....	42
2.6.3	Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ποιότητα του Αέρα.....	43
2.7	Συμπεράσματα.....	45
3	Μεθοδολογία	46
3.1	Σκοπός - Στόχοι	46
3.2	Ερευνητικά ερωτήματα.....	46
3.3	Σχεδιασμός και ανάλυση μεθοδολογικής προσέγγισης - Διαδικασία επιλογής περιστατικών ρύπανσης - Περιγραφή της διαδικασίας συλλογής δεδομένων (δειγματοληψία στο πεδίο).....	47
3.4	Περιγραφή της περιοχής μελέτης.....	48
3.4.1	Η πόλη της Λεμεσού.....	49
3.5	Περιοχές ενδιαφέροντος.....	51
3.6	Σημεία δειγματοληψίας και περιγραφή τους - Χρονική περίοδος και συνθήκες δειγματοληψίας.....	57
3.6.1	Περιστατικό στο Τσιμεντοποιείο στη περιοχή της Μονής.....	58
3.6.2	Τσικνοπέμπτη στη πλατεία Σαριπόλου.....	60
3.6.3	Εργοτάξιο στη Μαρίνα – Παλιό λιμάνι.....	62
3.6.4	Εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών στο Ζακάκι (περιοχή νέου λιμανιού).....	65

3.6.5	Κυκλοφοριακό στην περιοχή του Μόλου.....	67
3.6.6	Περιστατικό Σκόνης στη Φραγκλίνου Ρούσβελτ στο Ζακάκι.....	69
3.6.7	Χωματόδρομος στη παραλία του Lady's mile.....	70
3.6.8	Μετά από βροχή στον Μόλο.....	73
3.7	Μέθοδος συλλογής δεδομένων.....	75
3.7.1	Μετρητής ΑΣ DustTrak.....	75
3.7.2	Δεδομένα – μέθοδος έρευνας.....	76
4	Αποτελέσματα	78
4.1	Παρουσίαση και ανάλυση αποτελεσμάτων.....	78
4.1.1	Περιστατικό Τσικνοπέμπτης.....	78
4.1.2	Περιστατικό σε Τσιμεντοποιείο.....	84
4.1.3	Περιστατικό εργοταξίου Μαρίνας - Παλιού λιμανιού.....	87
4.1.4	Περιστατικό εργοστασίου επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών.....	90
4.1.5	Περιστατικό Κυκλοφοριακού σε ώρα αιχμής.....	93
4.1.6	Περιστατικό Σκόνης.....	96
4.1.7	Περιστατικό χωματόδρομου Lady's Mile.....	99
4.1.8	Μετά από βροχή.....	102
4.2	Συγκεντρωτικοί πίνακες - συγκριτικοί πίνακες – μοντέλο DPSIR.....	106
5	Συζήτηση – Συμπεράσματα – Εισηγήσεις	117
5.1	Συζήτηση.....	117
5.2	Περιορισμοί της μελέτης.....	121
5.3	Συμπεράσματα.....	121
5.4	Εισηγήσεις.....	123
Παραρτήματα		127
A	Νομοθεσία	127
A.1	Νομοθετικές πηγές.....	127
Βιβλιογραφία		128

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

« Στις υπανάπτυκτες χώρες πρέπει να αποφεύγουμε να πίνουμε το νερό. Στις ανεπτυγμένες χώρες πρέπει να αποφεύγουμε να εισπνέουμε τον αέρα. »

Από το περιοδικό "Changing Times"

1.1 Εισαγωγή

Η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει καταστεί όλο και πιο σημαντικό περιβαλλοντικό ζήτημα σε παγκόσμια κλίμακα. Είναι κύρια απειλή της ανθρώπινης υγείας, της οικολογίας και του κλίματος (Kabatas et al, 2018, Coelho et al, 2013). Τόσο τα φυσικά όσο και τα ανθρωπογενή συστατικά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχουν αναγνωριστεί και διερευνηθεί από καιρό (Michaelides et al, 2018). Τα αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ) και το όζον είναι οι σημαντικότεροι περιβαλλοντικοί παράγοντες κινδύνου για την υγεία στην περιοχή της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την περιοχή της Μεσογείου (Kourtidis et al, 2002, Kleanthous et al, 2014). Περισσότερο από το 80% του πληθυσμού της περιοχής ζει σε πόλεις με επίπεδα ΑΣ που υπερβαίνουν τις κατευθυντήριες γραμμές για την ποιότητα του αέρα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ). Η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει ποσοτικοποιηθεί στις μελέτες και έχει επίσης βρεθεί ότι διαφέρει μεταξύ των τοποθεσιών (Belocconi et al, 2018, Heaviside et al, 2016). Η συμβολή της συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμοσφαιρική ρύπανση και οι επιπτώσεις των υψηλών επιπέδων αυτών των ρύπων στην ανθρώπινη υγεία έχουν τεκμηριωθεί εκτεταμένα. (Belocconi et al, 2018). Οι βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες εκθέσεις σε αυτά σχετίζονται με την αναπνευστική και καρδιαγγειακή θνησιμότητα (Kaluzna-Oleksy et al, 2018, Achilews et al, 2014). Ο Οργανισμός Υγείας αναφέρει ότι τα αιωρούμενα σωματίδια έχουν περισσότερες αρνητικές επιπτώσεις στους ανθρώπους από ότι άλλοι ρύποι (Kabatas et al, 2018). Η ρύπανση από τα σωματίδια αποτελείται κυρίως από εισπνεόμενα σωματίδια (ΑΣ₁₀) με αεροδυναμική διάμετρο ίση και μικρότερη των 10 μικρομέτρων (10 μm) (Lim et al). Οι αναλυτικές ιδιότητες των σωματιδίων αναδεικνύουν τη μεταβλητότητα της σύνθεσης, η οποία αντικατοπτρίζει την ποικιλομορφία των πηγών τους και τις διαδικασίες ατμοσφαιρικού σχηματισμού. Οι παράμετροι αερολύματος

μπορούν να μετρηθούν ή να εντοπιστούν από το έδαφος, τα αεροσκάφη ή τον δορυφόρο. Οι συμβατικές τεχνικές μετρήσεων σωματιδίων προσδιορίζουν την περιφερειακή ποιότητα του αέρα με μάλλον τοπική έννοια. Οι προσεγγίσεις μοντελοποίησης περιλαμβάνουν αβεβαιότητες που σχετίζονται με μεταβλητούς παράγοντες όπως μετεωρολογικές συνθήκες. Για μια σωστή εξέταση των αερολυμάτων στα συστήματα παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα, απαιτείται μέτρηση της κατακόρυφης βροχής αερολυμάτων (Michaelides et al, 2018). Πληροφορίες σχετικά με τις πηγές ατμοσφαιρικών ρύπων από σωματίδια (φυσικές έναντι ανθρωπογενείς), την προέλευση (τοπικής έναντι περιφερειακής), τη χωρική και τη χρονική μεταβλητότητα είναι σαφώς απαραίτητο για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής ώστε να προτείνουν στρατηγικές μετριασμού (Pikridasa et al, 2018). Η παρακολούθηση επικίνδυνων ατμοσφαιρικών ρύπων από ΑΣ είναι απαραίτητη για την κατανόηση της χωρικής και χρονικής κατανομής τους και τελικά για την ελαχιστοποίηση των βλαβερών συνεπειών τους (Terpo et al, 2014, Kordella et al, 2013). Η διατριβή μέσω εμφανών παρατηρούμενων περιστατικών ρύπανσης από ΑΣ στο παραλιακό της Λεμεσού θα αναδείξει το μείζον πρόβλημα ώστε να βοηθήσει στην αντιμετώπιση του.

1.2 Καταγραφή προβλήματος

Στα παράλια της Λεμεσού έχουν παρατηρηθεί περιστατικά περιβαλλοντικής ρύπανσης και μόλυνσης τα οποία ερευνώνται ή και ακόμη δεν προσδιορίζεται η πηγή τους με αποτέλεσμα να υποβαθμίζει την βιωσιμότητα της πόλης και την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Η συγκεκριμένη έρευνα εντοπίζει αυτά τα περιστατικά και εστιάζει στην ατμοσφαιρική ρύπανση, και πιο συγκεκριμένα από τα αιωρούμενα σωματίδια. Παρακολουθεί ως δείκτη ρύπανσης τα αιωρούμενα σωματίδια και προσπαθεί να κάνει σύνδεση του κάθε δείκτη με άλλους δείκτες και πως συνδέονται με επιπτώσεις στο περιβάλλον. Προσπαθεί να αναλύσει και να σχολιάσει με στόχο να βοηθήσει στην αντιμετώπιση του προβλήματος που ταλανίζει τη περιοχή.

Έγινε έρευνα κυρίως μέσω διαδικτυακών αναφορών και ακολούθως της διεθνής βιβλιογραφίας από αναγνωρισμένους οίκους για περιστατικά ρύπανσης του περιβάλλοντος του παραλιακού μετώπου αλλά και ολόκληρης της πόλης της Λεμεσού. Τα περιστατικά που παρουσιάζονται είναι σχεδόν όλα των τελευταίων πέντε ετών συνέπειας της ευχέρειας δημοσιοποίησης τους λόγω της έξαρσης των διαδικτυακών μέσων μαζικής πληροφορίας.

Στερεά, υγρά και αέρια απόβλητα ευνοούν περιστατικά ρύπανσης στη πόλη. Παράλληλα το θαλάσσιο περιβάλλον της και όλος ο κοινωνικός, οικονομικός και περιβαλλοντικός αντίκτυπος της, την κάνει πιο ευάλωτη. Είναι γεγονός ότι η οποιαδήποτε μορφή ρύπανσης αλληλοεπιδρά άμεσα ή έμμεσα στον πολίτη αλλά και στην θάλασσα. Ο αέρας, το έδαφος και το νερό επιβαρύνονται και επιπρόσθετα λειτουργούν σαν μέσα μεταφοράς της περιβαλλοντικής ρύπανσης.

Η έρευνα κατέγραψε 34 περιστατικά ρύπανσης μέσω βιβλιογραφίας από διεθνή άρθρα και διαδίκτυο (κυπριακές ιστοσελίδες) που συνέβησαν πρόσφατα στη πόλη της Λεμεσού και το παραλιακό της μέτωπο. Τα περιστατικά κατατάσσονται με χρονολογική σειρά και αναφέρεται το κάθε περιστατικό με τον σχετικό ρύπο, την περιοχή που παρατηρήθηκε, οι πηγές ρύπανσης και τα μέτρα αντιμετώπισης του. Ο πίνακας 1.1 κατατάσσει περιστατικά ρύπανσης του 2019

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: Περιστατικά περιβαλλοντικής ρύπανσης 2019

Α ρ	Ημερομηνία	Περιστατικό	Ρύπος	Περιοχή	Πηγές Ρύπανσης	Μέτρα αντιμετώπισης	Βιβλιογραφία – Ηλεκτρονικές πηγές
1	Οκτώβριος 2019	Διαρροή σε δύο σημεία συγκεκριμένου αγωγού που απορρίπτει νερό αποστράγγισης στη θάλασσα	Υγρά απόβλητα	Παραλιακό μέτωπο Λεμεσού	Οικοδομική Βιομηχανία - Κατασκευή πύργων	Διόρθωση αγωγού – μέτρα πρόληψης για μη επανάληψη περιστατικού	http://www.philenews.com/eidiseis/topika/article/800341/ry-pansi-tis-zonis-loyomenon-stin-lemeso-apo-diarroi-aggy
2	<i>Απρίλης μέχρι Οκτώβριος 2019</i>	<i>Σκόνη στην ατμόσφαιρα</i>	<i>Αιωρούμενη σκόνη</i>	<i>Λεμεσός</i>	<i>Φυσικές</i>	<i>Μέτρα πρόληψης επάλαιων ομάδων</i>	<i>http://www.typos.com.cy/cat/1/article/42397 http://www.reporter.com.cy/local-news/article/485023/ https://www.sigmalive.com/news/local/570720/pnigetati-stin-skoni-i-lemesospsila-ta-epipeda-skonis</i>
3	Μάιος 2019	Πετρελαιοκηλίδες σε ακτές	στερεά και ημιστερεά υπολείμματα πετρελαίου	Θαλάσσια περιοχή ανατολικά της Λεμεσού	Άγνωστο - ανθρώπινοι	Καθαρισμός και μέτρα πρόληψης από τοπικές αρχές – μίσθωση σκαφών	https://www.newsbomb.com.cy/kypros/lemesos/story/749672/lemesos-maxi-me-ton-xrono-gia-antimetopisi-tis-rypansis-stis-aktes
4	Ιανουάριος 2019	Όμβρια ύδατα	Απόβλητα από όμβρια ύδατα	Λεωφόρος Σπύρου Κυπριανού και Αγίας Φυλάξεως	Βροχή και ανθρώπινοι	Πολιτικές αποφάσεις για Αντιπλημμυρικά έργα, βελτίωση συστήματος αποχέτευσης	http://www.philenews.com/eidiseis/topika/article/635374/ly-seis-ga-ta-ombria-ydata-sti-lemeso-exetazoun-ta-dimosia-erg

Ο πίνακας 1.2, ο πίνακας 1.3 και ο πίνακας 1.4 κατατάσσουν περιστατικά ρύπανσης του 2018.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2: Περιστατικά περιβαλλοντικής ρύπανσης 2018 (1)

Α ρ	Ημερομηνία	Περιστατικό	Ρύπος	Περιοχή	Πηγές Ρύπανσης	Μέτρα αντιμετώπισης	Βιβλιογραφία – Ηλεκτρονικές πηγές
1	Νοέμβριος 2018	Καθαριότητα αποβλήτων	Απόβλητα 82 Σακούλες σκουπιδιών και άλλα όπως λάστιχα, έπιπλα	Βάλτος Ζακακίου	Ανθρωπογενείς	Καθαριότητα από εθελοντικές περιβαλλοντικές οργανώσεις	https://www.letsmakecyprusgreen.com/blog/zakaki-marsh-cleanup-report/?fbclid=IwAR0BIOhV8LBT8GhI_cKXNIKxcTrlhVGuyW6E7u5Gur8s-9DnHa62aL0#
2	Οκτώβριος 2018	Μεγάλα κομμάτια μπλετών στη θάλασσα	Μπλετόν	Παραλιακός (ΚΟΤ)	Οικοδομική βιομηχανία	Άγνωστο	http://www.elemesos.com/index.php/2018-12-20-09-57-23/item/38871-mpeton-ogkoi24-10.html
3	Οκτώβριος 2018	Κάδος ανακύκλωσης έγινε σκουπιδότοπος	Σκουπίδια	Νεάπολη Λεμεσού	Ανθρωπογενείς	Περισυλλογή από δήμο	http://lemesosblog.com/news/10233-eikones-dropis-ligametra-apo-tin-thalassa-tis-lemesoy
4	Οκτώβριος 2018	Σκόνη στην ατμόσφαιρα	Αιωρούμενη σκόνη	Ατμόσφαιρα της πόλης	Φυσικές από Ανατολή και Αίβανο	Μέτρα πρόληψης ενόχλων ομάδων	https://www.alphanews.live/cyprus/mechri-sabbato-amanenetai-na-diarkesei-phainomeno-tes-skones-sten-atmosphaira https://www.foni-lemesos.com/news/cyprus/35206-skoni-apo-ton-livano-stin-atmosfaira.html
5	Σεπτέμβριος 2018	Καθαριότητα αποβλήτων	Απόβλητα 70 Σακούλες σκουπιδιών και άλλα όπως λάστιχα, κεραμικά	Καρνάγιο	Ανθρωπογενείς	Καθαριότητα από εθελοντικές περιβαλλοντικές οργανώσεις	https://www.facebook.com/letsmakecyprusgreen/ https://www.letsmakecyprusgreen.com/blog/karnagio-beach-cleanup/
6	Σεπτέμβριος 2018	Σκουπίδια από οχετούς στην θάλασσα και στα παράλια	Λύματα οχετών, απόβλητα	Παραλιακός, Μόλος	Ανθρωπογενείς	Προωθούνται πολιτικά μέτρα	https://24h.com.cy/2018/09/sto-mikroskopio-i-thalassia-periochi-tis-lemesoy/

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3: Περιστατικά περιβαλλοντικής ρύπανσης 2018 (2)

Α ρ	Ημερομηνία	Περιστατικό	Ρύπος	Περιοχή	Πηγές Ρύπανσης	Μέτρα αντιμετώπισης	Βιβλιογραφία – Ηλεκτρονικές πηγές
7	Αύγουστος 2018	Γόψες, πλαστικά καλαμάκια και άλλα πλαστικά, χαρτομάντηλα και περιτυλίγματα φαγητών	Απόβλητα(60% γόψες, 20% πλαστικά και καλαμάκια)	Παραλίες Ακτή Ολυμπιών και Lady's mile	Ανθρωπογενείς	Εκστρατείες καθαριότητας	http://www.akti.org.cy/portfolio/beach-cleanup-campaign-2017/
8	Μάιος 2018	Πλαστικές σακούλες και σκουπίδια σε γραμμικό πάρκο	Απόβλητα στην πλειονηφία τους πλαστικά σακούλια	Γραμμικό πάρκο Γαρυλλή	Ανθρωπογενείς	Υπηρεσία Καθαριότητας δήμου	https://www.tothemaonline.com/Article/126299/lemesos-egine-skoupidotopos-to-grammiko-parko-garyllh---fwtografies
9	Μάρτιος 2018	Διαρροή αερίου στο λιμάνι	Αέριο	Λιμάνι Λεμεσού	Κοντέινερ με κυλίνδρους αερίου	Αποκλεισμός και νύξη από πυροσβεστική υπηρεσία	http://politis.com.cy/article/pirosvestiki-kanenas-kindinos-apo-ti-diarroi-aeriou
10	Μάρτιος 2018	Κατάλοιπα πετρελαίου στη θάλασσα (πετρελαιοκηλίδα)	Πετρέλαιο	Λιμάνι Λεμεσού	Ατύχημα στη σύνδεση αγωγών μεταφοράς πετρελαιοειδών κατάρουπων	Διαχείριση από αρχή λιμένων και τμήμα αλιείας	https://omegalive.com.cy/zhmies-se-skafn-ths-limenikh-astynomias-prokalese-petrelaiokhlida-sto-limani-lemesoy
11	Φεβρουάριος 2018	Καθαριότητα αποβλήτων	Απόβλητα 100 Σακούλες σκουπιδιών	Lady's Mile	Ανθρωπογενείς	Καθαριότητα από εθελοντικές περιβαλλοντικές οργανώσεις	https://www.letsmakecyprusgreen.com/blog/ladys-mile-beach-cleanup/
12	Ιανουάριος 2018	Σκουπιδότοπος το φράγμα της Γερμασόγειας	Σκουπίδια μέσα και έξω από το φράγμα όπως μπουκάλια οινόπνευματεδ άν ποτών, άδεια τενκεδάκια, εξαρτήματα αυτοκινήτων, σπασμένα έπιπλα.	Φράγμα Γερμασόγειας	Ανθρωπογενής	Καθαριότητα από κοινοτικές αρχές	https://www.ant1.com.cy/news/cyprus/article/290600/se-skoupidotopo-metatrapike-to-fragma-germasogeias/

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4: Περιστατικά περιβαλλοντικής ρύπανσης 2018 (3)

Α ρ	Ημερομηνία	Περιστατικό	Ρύπος	Περιοχή	Πηγές Ρύπανσης	Μέτρα αντιμετώπισης	Βιβλιογραφία – Ηλεκτρονικές πηγές
13	2018	Ρύπανση από κάθε είδους απόβλητα τα οποία πετάγονται	Απόβλητα(μπάζα, οικιακά και βιομηχανικά απορρίμματα, κιάδεμα, πλαστικά μπουκάλια, τενεκεδάκια και άλλα)	Καρνάγιο	Άνθρωπος (κάτοικοι και βιομηχανίες)	Μερική καθαριότητα και αστυνόμευση από πολιτεία	https://www.newsit.com.cy/kypros/2018/07/09/i-ntropi-tis-lemesou-kamagio-o-apolytos-skoupidotopos-tyro-tin-anoxiton-topikon-arxon-pics/
14	2018	Στατιστικά Ρύπων από 8 μετεωρολογικούς σταθμούς και 12 σταθμούς ποιότητας αέρα σε όλη την ελεύθερη Κύπρο και πώς αναλύονται από μοντέλα	Ατμοσφαιρικοί ρύποι όπως οξειδίο του αζώτου, όζον, διοξειδίο του άνθρακα και ΑΣ10, ΑΣ2.5	Λεμεσός	Φυσικοί και ανθρωπογενείς	Μέτρα πρόληψης	Kuzhta et al, 2018
15	2018	90% της διακίνησης στη πόλη γίνεται με αυτοκίνητα	Ατμοσφαιρική ρύπανση	Λεμεσός	Αυτοκίνητο	Μέτρα προώθησης μείωσης διακίνησης με αυτοκίνητο όπως <i>Βαρκ and ride</i> ,	http://politix.com.cy/article/giati-i-lemesos-den-chora-alla-afrokinita
16	2018	Γλάρος να κρατά στο στόμα του πλαστική συσκευασία	Πλαστικά, μικροπλαστικά	Παραλίες (Ακτή Ολυμπίων)	Ανθρωπογενείς πηγές	Εκστρατείες καθαρισμού, προώθηση πολιτικών	http://city.sigmalive.com/article/29337/mporeis-namantepseis-ti-krata-aytos-o-glaros-sti-lemeso
17	2018	Αφροί και ακαθαρσίες στην επιφάνεια της θάλασσας και ποταμών	Άγνωστο	Παραλιακός (Ενωέριος, Ακτή Ολυμπίων, Γερμασόγια, Άγιος Αθανάσιος, Άγιος Τύχωνας, Μαρίνα Λεμεσού)	Άγνωστο-Υποθέσεις(Βιομηχανία (π.χ. οικοδομική), μαρίνα, γχθυοτροφία)	Άγνωστο, διεξάγονται έρευνες	https://impossible.works/impossible-news/cy-news/proedros-xeimerinon-kolimbitwn-sinentefxi http://www.elemesos.com/index.php/municipalities/2018-12-20-10-21-59/item/38355-lemesianoiapofasismenoi011018.html
18	2018	Νεκρό φλαμίνγκο	Ψόφιο ζώο	Lady's Mile	Άγνωστο	Ευαισθητοποίηση του κοινού	https://ww.facebook.com/letsmakecyprusgreen/

Ο πίνακας 1.5 και ο πίνακας 1.6 κατατάσσουν περιστατικά ρύπανσης του 2017 και παλαιότερα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.5: Περιστατικά περιβαλλοντικής ρύπανσης παλαιότερων ετών (1)

Α ρ	Ημερομηνία	Περιστατικό	Ρύπος	Περιοχή	Πηγές Ρύπανσης	Μέτρα αντιμετώπισης	Βιβλιογραφία – Ηλεκτρονικές πηγές
1	Σεπτέμβριος 2017	212 κιά σκουπίδια	Απόβλητα	Παραλία Lady's Mile	Ανθρωπογενείς	Εκστρατεία καθαριότητας από οργανωμένα σύνολα εθελοντών	https://www.alphanews.live/cyprus/mazepsan-212-kila-skouypidia-apo-ladys-mile-oi-philoi-tes-ges-photo
2	Αύγουστος 2017	Ρύπανση θάλασσας από ψόφια αγελάδα που εντοπίστηκα από ψαράδες	Ψόφιο ζώο	Ανοιχτά της θάλασσας περιοχής	Πθαιόν από διερχόμενο πλοίο	Μέτρα από δήμο Λεμεσού	https://www.ant1.com.cy/news/cyprus/article/277808/mehri-kai-me-psofia-zoa-rupainoun-ti-thalassa-tis-lemesou-foudonei-i-orgi-ton-louomenon/
3	Ιούλιος 2017	Χωματερή η κοίτη του ποταμού Κούρρη	Όλαν των ειδών σκουπίδια	Κούρρης Ποταμός	Ανθρωπογενείς	Προώθηση πολιτικής για διαμόρφωση γραμμικού πάρκου, καθαριότητα από τοπικές αρχές	https://www.ant1.com.cy/news/cyprus/article/273419/o-kourris-ton-skoupidion/amp/
4	<i>Μάιος 2017</i>	<i>Ατμοσφαιρική ρύπανση από Βιομηχανική εγκατάσταση</i>	<i>Σκόνη</i>	<i>Παρεκοιησιά</i>	<i>Διαφυγή σκόνης</i>	<i>Πρόστιμο</i>	<i>https://www.pio.gov.cy/ανακοινωθέντα-άρθρο.html?id=4#flat</i>
5	Αύγουστος 2016	Εντοπίστηκε νεκρή χελώνα	Ψόφιο ζώο	Θάλασσα, ακτής κυβερνήτη	Κτυπήθηκε από ταχύπλοο	Μάζεμα από δήμο και ναυαγοσώστες - Ευαισθητοποίηση του κοινού	http://www.xalazi.gr/epikairothta/diethnis/p/6476/lemesos-rupansi-kai-akatharsies-stis-paralies
6	Αύγουστος 2016	Εμφάνιση λαδιών και ακαθαρσιών από ναυαγοσώστες	Λάδια και ακαθαρσίες	Θάλασσα περιοχή στην Ακτή κυβερνήτη	Διερχόμενο πλοίο	Ψεκασμοί από φυσικό υλικό για διάσπαση λαδιών	http://www.xalazi.gr/epikairothta/diethnis/p/6476/lemesos-rupansi-kai-akatharsies-stis-paralies

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.6: Περιστατικά περιβαλλοντικής ρύπανσης παλαιότερων ετών (2)

Α ρ	Ημερομηνία	Περιστατικό	Ρύπος	Περιοχή	Πηγές Ρύπανσης	Μέτρα αντιμετώπισης	Βιβλιογραφία – Ηλεκτρονικές πηγές
7	2016	Προσδιορισμός μάζας και χημικής σύστασης PM10 + PM2.5 (2012) σωματιδίων της ατμόσφαιρας στις πόλεις της Λευκωσίας, Λεμεσού, Πάφου, Λάρνακα	Λιωρούμενα ρυπογόνα ΑΣ10 και ΑΣ2.5	Λεμεσός	Φυσικοί και ανθρωπογενείς	Μέτρα πρόληψης	Achilleos et al 2016
8	2016	Με την βοήθεια της βιομηχανίας αναλύθηκαν ιζήματα του θαλασσιού νερού στη περιοχή Βασιλικού για ανίχνευση μετάλλων και μύδια, είδη ψαριών στην περιοχή Λάρνακας και Αγίας Νάσας για ανίχνευση μετάλλων και πολυμερών στους ιστούς του	Μέταλλα και πολυμερή	Βασιλικό, Ακτή Κυβερνήτη	Φυσικοί και ανθρωπογενείς	Μέτρα πρόληψης	Tsangaris et al, 2016
9	2014	Παράνομος σκουπιδότοπος και κάημο σκουπιδιών όπως λάστιχα με αποτέλεσμα ατμοσφαιρική ρύπανση	Απόβλητα, τοξικές ουσίες στην ατμόσφαιρα από κάημο σκουπιδιών	Κολλόσι	Ανθρωπογενείς	Μέτρα από τοπικές αρχές	https://www.foni-lemesos.com/news/lemesos/14245-atmosfairiki-rupansh-apo-skoupidotopo-sto-kolossi.html
10	2013	Συγκέντρωση ουρανίου στο υπέδαφος λόγω υπόγειων υδάτων	ουράνιο	Λεμεσός (περιοχή ακρωτηρίου)	Υπόγεια ύδατα	Καθαρισμός – Μέτρα πρόληψης	Charalambous et al, 2013
11	1998-2015	ΑΣ10 από 1998 – 2015 και ΑΣ2.5, ΑΣ1 από 2006 – 2015	Λιωρούμενα ρυπογόνα ΑΣ10, ΑΣ2.5 και ΑΣ1	Λεμεσός	φυσικές και ανθρωπογενείς	Μέτρα πρόληψης	Pikridasa et al, 2018
12	1990-2005	Η υπερτροφία στη Κύπρο, αν υπάρχουν θρεπτικά συστατικά στα νερά, υπερτροφία, πως η βιομηχανία επηρεάζει τα νερά με τα λύματα της, τα λιμάνια, οι μαρίνες, πως επηρεάζει η γεωργία τα νερά, η κλιματική αλλαγή	Περιστατικά ευτροφίας	Λεμεσός	Φυσικοί και ανθρωπογενείς	Σχέδια Διαχείρισης	Kathijotes et al, 2005

Πετρέλαιο, μπετόν, λάδια, όμβρια ύδατα, σκουπίδια, ευτροφία και ψόφια ζώα παρατηρούνται στα θαλάσσια νερά της πόλης. Περιστατικά που καταγράφηκαν τα τελευταία χρόνια.

Οχτώ από αυτά έχουν να κάνουν με την ατμοσφαιρική ρύπανση και τα ΑΣ τα οποία είναι:

- 1) Σκόνη στην ατμόσφαιρα από τον Απρίλη μέχρι Οκτώβριο του 2019 (<http://www.typos.com.cy/cat/1/article/42397>,
<http://www.reporter.com.cy/local-news/article/485023/>,
<https://www.sigmalive.com/news/local/570720/pnigetai-stin-skoni-i-lemesospsila-ta-epipeda-skonis>)
- 2) Σκόνη στην ατμόσφαιρα από τον Οκτώβριο του 2018 (<https://www.alphanews.live/cyprus/mechri-sabbato-anamenetai-na-diarkesei-rhainomeno-tes-skones-sten-atmosphaira>,
<https://www.foni-lemesos.com/news/cyprus/35206-skoni-apo-ton-livano-stin-atmosfaira.html>)
- 3) Ατμοσφαιρικοί ρύποι συμπεριλαμβανομένων των ΑΣ10 και ΑΣ2,5 οι οποίοι αναδείχθηκαν σε επιστημονικό άρθρο το 2018 (Kushta et al, 2018)
- 4) Ατμοσφαιρικοί ρύποι λόγω διακίνησης οχημάτων γράφτηκε σε διαδικτυακό άρθρο του 2018 (<http://politis.com.cy/article/giati-i-lemesos-den-chora-alla-aftokinita>)
- 5) Ατμοσφαιρική ρύπανση από εργοστάσιο το 2017 (<https://www.pio.gov.cy/ανακοινωθέντα-άρθρο.html?id=4#flat>)
- 6) Ατμοσφαιρικοί ρύποι συμπεριλαμβανομένων των ΑΣ10 και ΑΣ2,5 οι οποίοι αναδείχθηκαν σε επιστημονικό άρθρο το 2016 (Achilleos et al, 2016)
- 7) Τοξικές ουσίες στην ατμόσφαιρα από κάψιμο σκουπιδιών το 2014 (<https://www.foni-lemesos.com/news/lemesos/14245-atmosfairiki-rupansh-apo-skoupidotopo-sto-kolossi.html>)
- 8) Αιωρούμενα ρυπογόνα μικροσωματίδια ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 για τις χρονολογίες από 1998 – 2015 για ΑΣ10 και από 2006 – 2015 για ΑΣ2,5, ΑΣ1 αναδείχθηκαν από επιστημονικό άρθρο (Pikridasa et al, 2018)

1.3 Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης

Η αναγκαιότητα και η σημασία της μελέτης προκύπτει από τα καταγεγραμμένα φαινόμενα περιβαλλοντικής ρύπανσης και μόλυνσης της παραλιακής περιοχής της Λεμεσού. Το περιβαλλοντικό κόστος και κατ' επέκταση το πλήγμα στην αειφορία της πόλης

επηρεάζουν αναπόφευκτα τους κάτοικους σε καθημερινή βάση. Πολλές μελέτες ρύπανσης της ατμόσφαιρας σε ολόκληρη την Ευρώπη επικεντρώθηκαν στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των ΑΣ1 και / ή ΑΣ2,5 και / ή ΑΣ10. Ωστόσο, υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα σχετικά με τη σύνθεση των ΑΣ και τις πηγές που υπάρχουν στη παράλια περιοχή της Λεμεσού. Τα κράτη μέλη της Ανατολικής Ευρωπαϊκής Ένωσης αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην επίτευξη των προτύπων ποιότητας της ΕΕ με την Κύπρο να βρίσκεται σε μη ευκαταφρόνητη θέση (Beleconi et al, 2018). Λόγω της δυνητικής προστασίας της ανθρώπινης υγείας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων όλων των ατμοσφαιρικών ρύπων, απαιτείται συνεχής παρακολούθηση για την αξιολόγηση των τάσεων και τον προσδιορισμό των ΑΣ για αποτελεσματική μείωση και απάλειψη τους στα παράλια της Λεμεσού.

1.3.1 Κλιματική αλλαγή

Τα αερολύματα αποτελούν το κλιματικό σύστημα της Γης αλλάζοντας τις ακτινοβολίες της ατμόσφαιρας. Επιδρούν άμεσα στον προϋπολογισμό ακτινοβολίας της Γης μέσω της σκέδασης και της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας και έμμεσα μέσω των ιδιοτεροτήτων του νέφους (Terpo et al, 2014). Η ανάλυση δορυφορικής παρατήρησης υποστηρίζει ότι τα αερολύματα στη Μεσόγειο προκάλεσαν σημαντικές διαταραχές στο προφίλ θέρμανσης της χαμηλότερης τροπόσφαιρας, στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τη θάλασσα μεταβάλλοντας παράγοντες όπως η θερμοκρασία και υγρασία, αυξάνοντας τες και αντιθέτως μειώνοντας τις βροχοπτώσεις. Η ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων αερολυμάτων στη Μεσόγειο έδειξε τρία πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά σχετικά με τα αερολύματα στην περιοχή. Την αυξανόμενη κλίση της σκόνης από τα δυτικά προς τα ανατολικά, τη μεταβολή της υγροσκοπικής συμπεριφοράς των ορυκτών αερολυμάτων (σκόνης) μέσω της νίτρωσης και της θείωσης τους και την αφθονία υγροσκοπικών αερολυμάτων κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλού φωτισμού (χαμηλός σχηματισμός νέφους). Η ακτινοβολία που προκαλείται από τα αερολύματα επηρεάζει τη Μεσόγειο και την Μαύρη θάλασσα που σε συνδυασμό με τους ανώμαλους ανέμους αναμένεται να επηρεάσουν την κυκλοφορία των ωκεανών. Ως εκ τούτου, τα αερολύματα ενδέχεται να επηρεάσουν διάφορα στοιχεία του συστήματος ατμόσφαιρας - ωκεανού της ανατολικής Μεσογείου, συμπεριλαμβανομένου του κύκλου του νερού. Αυτά τα φαινόμενα κλιματικής αλλαγής που παράγονται με αερολύματα είναι ήδη σημαντικά σήμερα, με επικρατέστερο αυτό της υπερθέρμανσης. (Tsangari et al, 2016, Coelho et al, 2013).

Το ενδιαφέρον για τις επιπτώσεις των ακραίων καιρικών συνθηκών στην ανθρώπινη υγεία αυξάνεται. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες λόγω της αλλαγής του κλίματος είναι πιθανό να οδηγήσουν σε αυξημένη θερμική καταπόνηση και υψηλότερα επίπεδα θνησιμότητας λόγω της θερμότητας παγκοσμίως. Παρά τη διαφορά που παρατηρείται μεταξύ των διαφορετικών επιπτώσεων στην υγεία, υπάρχουν συνεπείς ενδείξεις για μια συσχέτιση μεταξύ των υψηλών θερμοκρασιών και της θνησιμότητας όλων των αιτιών, καθώς και της θνησιμότητας λόγω καρδιαγγειακών, εγκεφαλοαγγειακών και αναπνευστικών αιτιών. Αρκετές μελέτες υποδεικνύουν επιπλέον ότι οι ατμοσφαιρικοί ρύποι μπορούν να προκαλέσουν αλλαγή της θερμοκρασίας και ανάλογα και στο δείκτη της θνησιμότητας που συνδέεται με αυτήν, με άλλα λόγια να διαστρεβλώνουν τη συσχέτιση που μελετάται (Tsangari et al, 2016). Τέτοια συμπεράσματα που προκύπτουν από τη βιβλιογραφία μπορούν, γενικά, να εξηγηθούν από το μέγεθος ή τον τύπο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τα χαρακτηριστικά καύσωνα και το κατώφλι θερμοκρασίας που προσδιορίζεται στις διάφορες μελέτες. Υπάρχει αβεβαιότητα που συνδέεται με τη θνησιμότητα και αυξάνει την πιθανότητα να αυξηθεί το πρόβλημα της δημόσιας υγείας στο μέλλον λόγω των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (McIntyre-Tamwoy et al, 2013, Heaviside et al, 2016).

Υπήρχαν σχετιζόμενοι θάνατοι με τη θερμότητα στην Κυπριακή Δημοκρατία. Κατά την πρόβλεψη της αύξησης της θερμοκρασίας λόγω της αλλαγής του κλίματος, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της θνησιμότητας: για αύξηση 1 ° C, η θνησιμότητα που σχετίζεται με τους θανάτους στην Κύπρο εκτιμήθηκε ότι διπλασιάστηκε ενώ για αύξηση 5 ° C να είναι 8 φορές υψηλότερη. Η ανάλυση αυτή υπογραμμίζει τη σημασία της πρόβλεψης για την αντιμετώπιση των δυνητικών ελλείψεων σε ό, τι αφορά την υγεία του Κύπρου, ιδίως λόγω της αλλαγής του κλίματος (Theophilou et al, 2014 Heaviside et al, 2016).

1.3.2 Βιοποικιλότητα

Μία από τις περιοχές για προτεραιότητα διατήρησης της βιοποικιλότητας, που εντοπίστηκαν σε όλο τον κόσμο είναι η λεκάνη της Μεσογείου στην οποία ζουν χιλιάδες είδη ενδημικών φυτών (5 τις εκατό των παγκόσμιων φυτικών ειδών) και αρκετά ενδημικά είδη σπονδυλωτών (1 τις εκατό των σπονδυλωτών ειδών) ενώ τα ψάρια συμπεριλαμβάνονται σε μια άλλη κατηγορία και είναι πολυάριθμα. Η σημαντική αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού συμπλήρωσε την άνοδο των διαφόρων μορφών ρύπανσης στις ακτές της Μεσογείου, θέτοντας σε κίνδυνο ορισμένα χερσαία και θαλάσσια είδη. Η

αλλαγή κλίματος επηρεάζουν τα χερσαία οικοσυστήματα καθώς με την αύξηση των ατμοσφαιρικών ρύπων συνεπάγεται μείωση της αποθήκευσης του άνθρακα στο έδαφος επηρεάζοντας τον κύκλο του άνθρακα (Jones et al, 2010). Έχουν ήδη αναληφθεί πολυάριθμες πρωτοβουλίες για τη διατήρηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, αλλά πρέπει να καταβληθεί σημαντική προσπάθεια για να μην απειληθούν τα μεσογειακά είδη ζώων και φυτών. Μεταξύ των ειδών που απειλούνται με εξαφάνιση είναι η φώκια *Monachus Monachus*, η πράσινη χελώνα και οι αχινοί των οποίων το μέγεθος των πληθυσμών τους παρουσίασε σημαντική μείωση, πιθανώς λόγω καταστροφής κατάλληλων οικοτόπων, ασθeneιών ή και των επιπτώσεων της ρύπανσης (Bonnoto et al, 2001, Coelho et al, 2014, Gianguzza et al, 2011, Kasperek et al, 2001, Al-Alawi et al, 2007).

Τα παράκτια οικοσυστήματα επηρεάζονται από διάφορες μορφές ρύπανσης: α) χημική, β) ραδιενεργή (από ραδιενεργά μέταλλα), γ) θερμική, δ) ηλεκτρομαγνητική, ε) ακουστική και στ) βιολογική. Η χημική ρύπανση είναι σημαντική (Protonotariou et al, 2010, Bonnoto et al, 2001, Lortzie et al 2015). Κάθε χρόνο περίπου 350 εκατομμύρια διαφορετικά υλικά απελευθερώνονται στη Μεσόγειο, αποτελούμενα από διάφορες τοξικές χημικές ουσίες και βαρέα μέταλλα. Σωματίδια μπορεί να είναι οξεία τοξικά για τους ζωντανούς οργανισμούς μέσω της έκθεσης τους λόγω εισπνοής, κατάποσης ή απορρόφησης του. Η υψηλή συχνότητα της τοξικότητας μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στα οικοσυστήματα. Η μόλυνση των εδαφών από μέταλλα αποτελεί επίσης περιβαλλοντική ανησυχία σε εγκαταλελειμμένες εγκαταστάσεις εξόρυξης και πολλά στοιχεία των σωματιδίων εδάφους μπορούν να εξατμιστούν στο χρόνο (Protonotariou et al, 2010, Bonnoto et al, 2001, Lortzie et al, 2015)

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, οι επίμονοι βορειοανατολικοί άνεμοι μεταφέρουν μεγάλα φορτία ρύπανσης από την Ευρώπη που μπορούν να εναποθέσουν στη Μεσόγειο Θάλασσα, για παράδειγμα, αερολύματα που περιέχουν νιτρικά και φωσφορικά που επηρεάζουν την ποιότητα των υδάτων και μπορούν να συμβάλουν στον ευτροφισμό καθώς και τη καταστροφή των υφάλων. (Coelho et al, 2014, Kroon et al, 2016, Bermejo et al, 2016)

1.3.3 Τοπική οικονομία – Τουρισμός

Οι παράκτιες περιοχές παράγουν μακράν τη μεγαλύτερη πηγή εισοδήματος του νοικοκυριού, και το μεγαλύτερο μέρος της ανάπτυξης. Ο τουρισμός είναι κατά κύριο λόγο η σημαντικότερη οικονομική δραστηριότητα του νησιού και η παράκτια ζώνη είναι η πρωταρχική επιλογή για τους τουρίστες. Η τουριστική βιομηχανία συμβάλλει

περισσότερο από 10% στο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν του νησιού της Κύπρου και 30% στον επαγγελματικό τομέα. Τα περισσότερα παράκτια ύδατα της Κύπρου χρησιμοποιούνται για δραστηριότητες κολύμβησης και αναψυχής. Στο πλαίσιο της αναπτυξιακής πολιτικής της κυβέρνησης, έχουν προταθεί περισσότερες κατασκευές για μαρίνες. Επιπλέον, οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν τροποποιήσει σε μεγάλο βαθμό τα θαλάσσια μέτωπα και των τεσσάρων μεγάλων παράκτιων πόλεων που αποτελούνται πλέον από χωματερές, εκτεταμένες γήινες επιχωματώσεις, τοίχους ανακατασκευής, τροποποιήσεις για προστασία από τις πλημμύρες κτλ. Ο πληθυσμός, η οικονομική και οικοδομική ανάπτυξη (κυρίως χαρακτηριστικά του τουρισμού), είναι εντυπωσιακή στη πόλη της Λεμεσού (Farmaki, 2012, Sharpley, 2003, Garcia et al, 2003, Kathijotes et al, 2013). Η εξέλιξη αυτή δημιούργησε αρκετά προβλήματα και εμπόδια όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης των παράκτιων πόρων και τη μελλοντική αειφορία της πόλης.

1.3.4 Ανθρώπινη υγεία - ανθρώπινες ζωές

Οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία αυξάνουν τον κίνδυνο για ένα άτομο και είναι σημαντικές για τη δημόσια υγεία εξαιτίας της πανταχού παρούσας έκθεσης ολόκληρου του πληθυσμού (Bienstock et al, 2000). Οι εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα είναι οι υψηλότερες εκπομπές αερίων από όλες στην ατμόσφαιρα που μπορούν να προσβάλουν την υγεία των ζωντανών οργανισμών αφού σε υψηλές ποσότητες είναι τοξικές. Στο διοξείδιο του άνθρακα οφείλεται επί το πλείστον το φαινόμενο του θερμοκηπίου που υπερθερμαίνει το πλανήτη και επέρχεται η κλιματική αλλαγή. Παραμένει στην ατμόσφαιρα 15 χρόνια αφού εκπεμφθεί σε σύγκριση με το μονοξείδιο του άνθρακα που έχει χρόνο ζωής 10 εβδομάδες. Τα οξείδια του θείου είναι τοξικά επίσης σε υψηλές συγκεντρώσεις ενώ δημιουργούν και την όξινη βροχή σε συνδυασμό με την υγρασία. Τα οξείδια του αζώτου εκτός από προβλήματα στην δημόσια υγεία όπως ερεθισμούς στα μάτια και στο δέρμα μπορούν να αυξήσουν την θερμοκρασία μέχρι και 300 φορές περισσότερο από ότι το διοξείδιο του άνθρακα. Έχουν χρόνο ζωής μια μέρα (Kennes et al, 2013). Οι μαύροι και οι οργανικοί άνθρακες συσχετίστηκαν με βραχυπρόθεσμες καρδιαγγειακές και αναπνευστικές. Τα δευτερεύοντα ανόργανα αερολύματα (νιτρικά και θειικά) συνδέονται σημαντικά με βραχυπρόθεσμες επιδράσεις στην καρδιαγγειακή και την αναπνευστική υγεία. Η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις ΑΣ έχει συσχετιστεί με θνησιμότητα, προκληθείσα κυρίως από καρδιαγγειακές,

αναπνευστικές και εγκεφαλοαγγειακές παθήσεις (Tsangari et al, 2016, Kaluzna-Oleksy et al, 2018).

1.4 Σκοποί και στόχοι

Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής είναι η έρευνα γνωστών/καταγεγραμμένων ή και όχι περιστατικών ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ΑΣ στα παράλια της Λεμεσού με στόχο την αποτελεσματική εξάλειψη, μείωση ή πρόληψη τους. Στόχος της διατριβής αυτής είναι να προσδιορίσει την έκταση της ρύπανσης από ΑΣ σε περιστατικά στον παραλιακό της Λεμεσού και να εντοπίσει τις προβληματικές περιοχές και τις τοπικές πηγές εκπομπών. Από τη δική μας γνώση αυτή η έρευνα είναι η πρώτη που εντοπίζει, υπολογίζει και συγκρίνει συγκεντρώσεις ΑΣ10, ΑΣ2,5 αλλά και ΑΣ1 στο παραλιακό της Λεμεσού. Οι δυνατότητες αυτής της προσέγγισης έχουν καταδειχθεί μέσω περιστατικών ρύπανσης από ΑΣ που ξεφεύγουν από τα επιτρεπόμενα όρια.

Τα αποτελέσματα αυτής της διατριβής μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμο εργαλείο για τις τοπικές αρχές, αφού μαζί με άλλες μελέτες, έρευνες και παραμέτρους όπως μια επιτυχημένη πρόγνωση του καιρού μπορούν να έχουν μια αντικειμενική ένδειξη των αναμενόμενων επιπέδων ρύπανσης από ΑΣ και, συνεπώς, να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα όταν είναι απαραίτητο. Η έρευνα μπορεί επίσης να ενσωματωθεί στις μελλοντικές μελέτες σχετικά με τις εκτιμήσεις των κινδύνων των ΑΣ για το περιβάλλον και την υγεία. Οι πληροφορίες που θα εξαχθούν μπορούν να υποστηρίξουν κυβερνητικές αποφάσεις για την εφαρμογή πολιτικών ποιότητας της ατμόσφαιρας σε περιοχές που έχουν προτεραιότητα.

1.5 Διασαφηνίσεις – προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών

1.5.1 Συλλογή και μελέτη δεδομένων ποιότητας αέρα

Η παρακολούθηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας σε ολόκληρη την Ευρώπη πραγματοποιείται μέσω των επίγειων επιτόπιων ή κινητών σταθμών, οι οποίοι είναι σε θέση να εκτιμήσουν με ακρίβεια τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε ολόκληρη την ήπειρο (Beleconi et al, 2018).

Μοντέλα ποιότητας του αέρα συνδυάζοντας μετεωρολογικά και χημικά δεδομένα εφαρμόζονται στο σήμερα. Νέας γενιάς μοντέλα ποιότητας αέρα σε συνεργασία με μετεωρολογικές διεργασίες προσομοιώνουν ταυτόχρονα. Προσομοίωση υψηλής

ευκρίνειας ρύπων όπως τα σωματίδια, το όζον, τα οξειδία του αζώτου (Kushta et al, 2018). Οι προβλέψεις των επιπέδων ρύπων σε υψηλή χωρική ανάλυση σε ολόκληρη την Ευρώπη είναι υπολογιστικά πολύπλοκες. Οι περισσότερες από τις εκτιμήσεις ποιότητας αέρα που βασίζονται σε δεδομένα ενσωματώνουν γεωγραφικές μεταβλητές που προέρχονται από δορυφορικές παρατηρήσεις. Τα απομακρυσμένα αισθητήρια προϊόντα παρέχουν χωρική κάλυψη σε ολόκληρο τον τομέα του ενδιαφέροντος για την κανονική παρακολούθηση των χωρικών κατανομών των ρύπων. Το εξαγόμενο προϊόν χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των ΑΣ ή του επιφανειακού συμπυκνωμένου πυκνότητας (AOD) που αντιπροσωπεύει την ενσωματωμένη ακτινοβολία σκέδασης και απορρόφησης από αερολύματα σε ατμοσφαιρική στήλη από την επιφάνεια στην κορυφή της ατμόσφαιρας. Επιπλέον υπάρχουν κατάλληλα όργανα μέτρησης τα οποία αφού ληφθούν τα ΑΣ μπορούν να αναλυθούν ώστε να βρεθεί η πηγή προέλευσης τους. Η πηγή προέλευσης τους εντοπίζεται μέσω της στοιχειακής τους σύνθεσης (Sarigiannis et al, 2017, Al-Alawi et al, 2007).

Επίσης χρησιμοποιούνται πολυμεταβλητές στατιστικές μεθόδους. Παράδειγμα για την εκτίμηση της επίδρασης των συνθετικών καιρικών συνθηκών και των σχετικών αέριων μαζών στις συγκεντρώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη λεκάνη των Αθηνών έχουν εφαρμοσθεί αντικειμενικές πολυμεταβλητές στατιστικές μέθοδοι για δεδομένα μετεωρολογικής και ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η εφαρμογή των μεθόδων στις μετεωρολογικές τιμές οδήγησε σε έναν αντικειμενικό ορισμό των κύριων τύπων αέριων μαζών που κυριαρχούν στην περιοχή κατά τη διάρκεια της κρύας και της ζεστής περιόδου του έτους. Παρόμοιες σχέσεις θα μπορούσαν επίσης να διερευνηθούν για συγκεντρώσεις ρύπανσης για άλλες παραμέτρους όπως για παράδειγμα η νοσηρότητα, η θνησιμότητα κλπ. (Sindosi et al, 2003). Επιπλέον γεωστατικά μοντέλα που ασχολούνται με την ανάλυση μεταξύ της χωρικής κατανομής των ρύπων και των απομακρυσμένων αισθητήρων προέκυψαν για να εκτιμηθούν οι ετήσιοι μέσοι όροι τόσο των λεπτών όσο και των χονδροειδών επιφανειακών συγκεντρώσεων ΑΣ, σε χωρική ανάλυση ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο σε 46 ευρωπαϊκές χώρες. Η αξιολογή επιλογή μοντέλων προσδιόρισε τα δεδομένα της παρατήρησης της Γης, τα οποία συμβάλλουν περισσότερο στην εκτίμηση των ρύπων (Beleconi et al, 2018). Οι εκθέσεις εκτίμησης για την ατμοσφαιρική ρύπανση που βασίζονται σε μοντέλα υψηλής διαθεσιμότητας είναι διαθέσιμες και μπορούν να συμβάλλουν στην έρευνα και την υγεία σε ευρωπαϊκό επίπεδο (Petit et al, 2017).

1.5.2 Μοντέλο DPSIR

Το μοντέλο DPSIR έχει το πλεονέκτημα σε σύγκριση με άλλα μοντέλα όπως τα PSR και DSR, να μην εντοπίζει και να χρησιμοποιεί δείκτες ανεξάρτητους αλλά να σχετίζονται μεταξύ τους πολυκριτηριακά βλέποντας σφαιρικά το πρόβλημα. Χρησιμοποιώντας το αποτελεσματικό μοντέλο Κινητήριων δυνάμεων – Πίεσης – Κατάστασης – Επίπτωσης – Αντίδρασης (Driving Force - Pressure – State – Impact – Response) DPSIR, εντοπίζονται οι παράγοντες και οι ανάλογοι δείκτες για τη μελέτη και λύση περιβαλλοντικών θεμάτων. Οικονομικοί και κοινωνικοί παράγοντες λειτουργούν σαν κινητήριες δυνάμεις (D) που ασκούν πίεση (P) στο περιβάλλον με αποτέλεσμα αλλαγές στη κατάσταση (S) του περιβάλλοντος με επιπτώσεις (I) στο οικοσύστημα, στην υγεία και άλλα αναγκάζοντας μας να ανταποκριθούμε με λύσεις (R). Υπάρχουν κριτικές για το σύστημα DPSIR που ζητούν την σωστή ανάπτυξη και αναπροσαρμογή του, όχι απόρριψη του, που να ικανοποιούν τις σημερινές και μελλοντικές μεταβαλλόμενες κοινωνικές και οικονομικές ανησυχίες σε παγκόσμιο επίπεδο και κατ' επέκταση της κατάστασης του περιβάλλοντος. Έχει δουλευτεί και το διπλό σύστημα DPSIR για απλούστευση και κατανόηση της λύσης και με πιο επικοινωνιακό χαρακτήρα (Spangenberg et al, 2015). Η και ακόμα δημιουργία μαθηματικών μοντέλων μέσω προγραμματισμού για αστική διαχείριση αποβλήτων σε πόλεις με ραγδαία αύξηση πληθυσμού και οικονομικού οργασμού που βοηθούν στη λήψη αποφάσεων από τους σημερινούς και αυριανούς υπεύθυνους (Lee et al, 2016).

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

« Το νερό και ο αέρας, τα δύο ζωτικά ρευστά από τα οποία εξαρτάται όλη η ζωή, έχουν γίνει παγκόσμιοι σκουπιδοτενεκέδες. »

Ζαν-Υβ Κουστώ, 1910-1997, Γάλλος ωκεανογράφος

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναλυτική περιγραφή τόσο των ΑΣ όσο και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από αυτά. Αρχικά περιγράφονται, με σαφή και επιστημονικό τρόπο, η έννοια των ΑΣ καθώς και των κινδύνων αυτών, αφού τα ΑΣ ανήκουν στο ευρύτερο πλαίσιο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Συγκεκριμένα αναφέρονται τα είδη των ΑΣ, οι αιτίες εμφάνισής τους, οι παράγοντες που επηρεάζουν, οι συνέπειες και τα μέσα αντιμετώπισης και πρόληψής τους. Αναφέρεται το μέγεθος των ΑΣ σε διεθνές επίπεδο, κυρίως στη περιοχή της Μεσογείου καθώς και στη χώρα μας, την Κύπρο. Παρουσιάζεται η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα ΑΣ και τον τομέα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και γίνεται παράθεση του ισχύοντος νομοθετικού πλαισίου στην Κύπρο σχετικά με την πρόληψη και την αντιμετώπιση των ΑΣ. Γίνεται εκτενής αναφορά στη σχετική με το θέμα της διατριβής βιβλιογραφία και διασαφήνιση του θεωρητικού πλαισίου.

Στόχος του κεφαλαίου αυτού είναι η προβολή της προηγούμενης έρευνας και εμπειρίας, για την παροχή επιστημονικών και τεχνικών θεμελίων, με σκοπό την εφαρμογή νέων βιώσιμων στρατηγικών προσδιορισμού, πρόληψης και διαχείρισης των ΑΣ.

2.2 Ιστορική αναδρομή

2.2.1 Η ατμοσφαιρική ρύπανση από ΑΣ στη Κύπρο

Για τους περισσότερους ρύπους όπως είναι τα οξείδια του αζώτου (NO_x), το διοξείδιο του θείου (SO₂), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το βενζόλιο (C₆H₆), και τα βαρέα μέταλλα (As, Cd, Ni, Hg,Pb), δεν παρατηρείται υπέρβαση των οριακών τιμών που καθορίζονται στην Κυπριακή και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία. Τα αιωρούμενα σωματίδια (κυρίως τα ΑΣ₁₀) αποτελούν για την Κύπρο τον κυριότερο ρύπο (Tsangari et al, 2016). Το νησί αποτελεί σταυροδρόμι των αιωρούμενων σωματιδίων ανάμεσα σε τρεις ηπείρους, της Ευρώπης, της Ασίας και της Βόρειας Αφρικής, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται έντονο ενδιαφέρον για την μελέτη της ποιότητας αέρα του νησιού. Η ποιότητα του αέρα στην Κύπρο επηρεάζεται τόσο από την τοπική όσο και από τη μεταφερόμενη ρύπανση, συμπεριλαμβανομένων των καταιγίδων της σκόνης στην έρημο (Achilleos et al, 2014, Kirkos et al, 2017, Triantafyllou et al, 2016).

Ο μέσος όρος των παρατηρούμενων επιπέδων ΑΣ₁₀ στη Λευκωσία, τη Λάρνακα, τη Λεμεσό, την Πάφο και το Ζύγι αντίστοιχα αναμένεται να είναι αρχικά από τοπικά ανθρωπογενές και φυσικές πηγές συμπεριλαμβανομένων των οχημάτων, της καύσης βιομάζας, των εκπομπών από τη ναυσιπλοΐα (στη Λεμεσό), των αεροδρομίων που συνδέονται με τις αερομεταφορές (στη Λάρνακα), της επαναιώρησης της σκόνης και του θαλάσσιου αλατιού (στις παράκτιες περιοχές) (Galil, 2006, Gómez et al, 2017). Αυτές οι τοπικές εκπομπές κατανέμονται σχεδόν εξίσου μεταξύ των λεπτοειδών (ΑΣ_{2,5}) και των χονδροειδών σωματιδίων (ΑΣ₁₀), καθώς το 50-60% των τοπικών ποσοτήτων ΑΣ₁₀ οφείλονται σε εκπομπές χονδροειδών σωματιδίων (με τις υψηλότερες ποσότητες να παρατηρούνται σε παράκτιες περιοχές) (Liora et al, 2016). Υπογραμμίζονται οι σημαντικές εκπομπές το φθινόπωρο (π.χ. οικιακή θέρμανση κατά τη διάρκεια του κύκλου κλήσεων) και τις αστικές εκπομπές (π.χ. η επαναιώρηση σκόνης, φθορά φρένων και ελαστικών αντίστοιχα) σε αστικές και βιομηχανικές τοποθεσίες στην Κύπρο (Pikridasa et al, 2018, Niavis et al, 2017).

Οι άνεμοι μπορούν να ευνοήσουν την μεταφορά σωματιδίων από φυσικές πηγές και ανθρωπογενείς πηγές από Βόρεια Αφρική ή/και Ασία ή/και Ευρώπη προς την Μεσόγειο. Παραδείγματος χάριν, μία πηγή σωματιδίων σταθερής παραγωγής καθόλα τη διάρκεια του έτους και εγκατεστημένη στην Τουρκία αναμένεται να αυξήσει τη συγκέντρωση σωματιδίων στο νησί. Είναι γεγονός από μελέτες που διενεργήθηκαν σε απομακρυσμένες περιοχές για να υπάρχει αποφυγή των τοπικών πηγών, η καταμέτρηση σωματιδίων κατά

κύριο λόγω 10 μικρομέτρων παρουσιάζεται σε μεγαλύτερο ποσοστό στη Κύπρο από ότι στην υπόλοιπη Ευρώπη δημιουργώντας ένα υψηλότερο υπόβαθρο σωματιδίων και ξεφεύγοντας συχνά και εύκολα από τα όρια που ορίζονται (Pikridasa et al, 2018). Τα επίπεδα των σωματιδίων υπερβαίνουν το ετήσιο πρότυπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και οι καταιγίδες σκόνης ευθύνονται για ένα μικρό κλάσμα των ημερήσιων υπερβάσεων των οριακών τιμών των ΑΣ10. Άλλα φυσικά σωματίδια όπως το αιωρούμενο χώμα και το θαλάσσιο άλας, μπορεί να ευθύνονται εν μέρη για τα υψηλά επίπεδα σωματιδίων (Achilleos et al, 2014). Οι εκπομπές από τις περιοχές της Ευρωπαϊκής Ασίας και της Νοτίου Αφρικής κατά τους καλοκαιρινούς μήνες παρουσιάζουν ψηλότερα ποσοστά σε σχέση με το χειμώνα. Μεγάλη διαφορά στις συγκεντρώσεις σωματιδίων 10 μm σε σχέση 2,5 μm οφείλεται στο έντονο υπόβαθρο των επικρατέστερων παραδείγματος των ΑΣ10 έναντι των ΑΣ2,5 (Kushtha et al, 2018). Ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός σταθμός λόγω των γεγονότων στο νησί και στην Ανατολική Μεσόγειο δημιούργησε πύλη για την παροχή συμβουλών και αξιολόγησης προειδοποίησης για καταιγίδες άμμου και σκόνης (Pikridasa et al, 2018). Η συνεισφορά της έρημου της Σαχάρας με τα περιστατικά σκόνης της ερήμου επηρεάζουν μέχρι και το 90 της επηρεαζόμενης μεσογειακής περιοχής (Kabatias et al, 2018, Titos et al, 2017).

Οι παράκτιες περιοχές παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για τα αγροτικά και παράκτια προβλήματα, την διάβρωση των ακτών, τον υπερπληθυσμό των φτωχών, τις ελλείψεις υποδομών, τις πυκνοκατοικίες υψηλής πυκνότητας σε πολλές αστικές παράκτιες περιοχές και η ανεπαρκής προστασία των περιοχών φυσικής ομορφιάς (Sharpley, 2003, Theophilou et al, 2014).

2.2.2 Η άμμος της έρημου Σαχάρα

Σε μελέτες που διεξάχθηκαν διαπιστώθηκε ότι η έρημος της Σαχάρας συνεισφέρει σημαντικά στον παγκόσμιο προϋπολογισμό σκόνης με εκτιμώμενη ετήσια εκπομπή σκόνης μεταξύ των 130 και 760 Tg ανά έτος. Άλλες κατέδειξαν ότι η σκόνη της Σαχάρας είναι υπεύθυνη για το 50% των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών σκόνης. Διαπιστώθηκε ότι 240 ± 80 Tg αφρικανικής σκόνης μεταφέρεται κάθε χρόνο πάνω από τον Ατλαντικό Ωκεανό φτάνοντας σε κάθε γωνιά του πλανήτη, ακολουθώντας μια διαδρομή μεταφοράς προς την Αφρική και την Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένης της Μεσογείου.

Τα περιστατικά σκόνης της ερήμου επηρεάζουν μέχρι και το 90 της επηρεαζόμενης μεσογειακής περιοχής παρατηρώντας συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν το ημερήσιο

ευρωπαϊκό όριο των $50 \mu\text{g} / \text{m}^3$ φτάνοντας σε ενδείξεις ως $400 \mu\text{g} / \text{m}^3$. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η σκόνη αιωρείται στα υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας χωρίς να παρατηρούνται σε επίγειους ανιχνευτικούς σταθμούς. Οι μελέτες δείχνουν ότι οι εκδηλώσεις της Σαχάρας εμφανίζονται συχνότερα στη λεκάνη της Μεσογείου κατά τη διάρκεια των μεταβατικών περιόδων της άνοιξης και του φθινοπώρου. Η μεταφορά της σκόνης Σαχάρας στη λεκάνη της Μεσογείου τους ανοιξιάτικους μήνες οδηγείται από έντονα συστήματα που ονομάζονται κυκλώνες. Οι κυκλώνες αυτοί τείνουν να κινούνται ανατολικά κατά μήκος της νότιας ακτής της Μεσογείου και μεταφέρουν σκόνη σε μεγάλες αποστάσεις προς την Ανατολική Μεσόγειο και την Κύπρο (Kabat et al, 2018, Titos et al, 2017).

2.2.3 Η ατμοσφαιρική ρύπανση από ΑΣ στη Λεμεσό

Οι μέσες ετήσιες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων $10\mu\text{m}$ είναι ίσες με $45,9 \pm 13,1\% \mu\text{g} / \text{m}^3$ στη Λεμεσό ενώ οι μέσες ετήσιες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων $2,5\mu\text{m}$ είναι ίσες με $25,5 \pm 3,0\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτοί οι αριθμοί βρίσκονται στο υψηλότερο σημείο των παρατηρούμενων ετήσιων μέσων όχι μόνο στη Κύπρο αλλά και στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη αλλά και στην περιοχή της Μεσογείου όπου οι ετήσιες τιμές των ΑΣ₁₀ είναι 20 με $50 \mu\text{g} / \text{m}^3$ ενώ των ΑΣ_{2,5} είναι κάτω από $15\mu\text{g} / \text{m}^3$. Οι μέσες ετήσιες συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων $10\mu\text{m}$ για αγροτικές περιοχές της πόλης που βρίσκεται στα $29 \pm 5,0\mu\text{g} / \text{m}^3$ είναι υψηλότερες από την πλειοψηφία των αγροτικών περιοχών της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης και της δυτικής Μεσογειακής λεκάνης (Achilleos et al, 2016, Pikridasa et al, 2018).

Είναι φανερό ότι οι θαλάσσιοι ψεκασμοί έρχονται να κατακλείσουν τις συγκεντρώσεις των ΑΣ στη πόλη ενώ ακολουθεί η ορυκτή σκόνη. Το πρόβλημα δυσχεραίνεται μέσω των αλληλεπιδράσεων μεταξύ ρύπων και φωτοχημικών διεργασιών που μπορούν να ενισχυθούν στη Μεσόγειο και συγκεκριμένα στη πόλη της Λεμεσού σε υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία (Falchi, 2019, Titos et al, 2017).

Είναι τοποθετημένος στη πόλη ένας μόνο σταθμός που καταγράφει την ποιότητα του αέρα και τα ΑΣ₁₀, όχι τα ΑΣ_{2,5}, και είναι κυκλοφοριακός σε πάροδο του εμπορικότερου δρόμου της Λεμεσού, της Μακαρίου. Ανησυχητικό είναι το ότι παρατηρείται έλλειψη δεδομένων αρκετές φορές και ειδικά σε έντονα περιστατικά ρύπανσης (π.χ. σκόνης). Το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου έχει κάνει επίσης μετρήσεις και βοηθά στη περαιτέρω μελέτη (Achilleos et al, 2016, Pikridasa et al, 2018).

2.3 Θεωρητικό πλαίσιο

2.3.1 Βασικές έννοιες

Η ρύποι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα σωματίδια και τους αέριους ρύπους. Οι αέριοι ρύποι υποδιαιρούνται σε οργανικές και ανόργανες ενώσεις.

Οι πιο συνήθεις ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι τα σωματίδια, το μονοξείδιο του άνθρακα, η αμμωνία, τα οξείδια του αζώτου, τα οξείδια του θείου και οι πτητικές οργανικές ενώσεις.

Τα σωματίδια ορίζονται σαν μικροσκοπικές σφαιρικές στερεές ή υγρές μάζες που αιωρούνται στη ατμόσφαιρα. Στην αγγλική γλώσσα περιγράφονται σαν Particulate Matter (PM) που μεταφράζεται σε αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ) (Kennes et al, 2013). Τα ΑΣ, επίσης γνωστά και ως σωματιδιακή ρύπανση, αποτελούνται από ένα σύνθετο μίγμα στερεών αλλά και υγρών ουσιών και χημικών ενώσεων, που γενικά περιλαμβάνουν (νιτρίδια και σουλφίδια), οργανικά συστατικά, μέταλλα, σκόνη και άμμο, αιθάλη (άνθρακα), ανόργανα άλατα όπως το αλάτι της θάλασσας και αεροαλλεργιογόνα (κόκκους γύρης και σπόρια μυκήτων) (Ozkan et al, 2017, Zaghden et al, 2017).

2.3.2 Κατηγοριοποίηση αιωρούμενων σωματιδίων

Η φυσιολογία ή οι φυσικές ή οι οπτικές ιδιότητες των αιωρούμενων σωματιδίων ορίζονται από τον διεθνώς αναγνωρισμένο οίκο ISO (Achilleos et al, 2014). Οι διαστάσεις των μικροσωματιδίων ξεκινούν σε διάμετρο από 1 εκατοστό του μικρομέτρου (0,01 μm) και φτάνουν μέχρι και λίγες εκατοντάδες μικρόμετρα (102 μm) αν και μπορούν να βρεθούν μικρότερα και μεγαλύτερα σωματίδια μέχρι ενός χιλιοστού. Μεγάλα σωματίδια θεωρούνται στα 10 μm (PM10) ενώ τα μικρά μέχρι 2,5 μm (PM2.5). Τα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο ίση και μικρότερη των 10 μm αλλά μεγαλύτερα των 2,5 μm χαρακτηρίζονται σαν χονδροειδή και συμβολίζονται διεθνώς με το PM10, αντίστοιχα αυτά με διάμετρο ίση και μικρότερη των 2,5 μm είναι τα λεπτοειδή σωματίδια με σύμβολο PM2,5 και τα υποσωματίδια PM1 έχουν 1 μm και μικρότερη διάμετρο (Achilleos et al, 2016, Lim et al, 2018, Kennes et al, 2013).

Το οπτικό βάθος ενός αερολύματος (AOD) είναι μία από τις σημαντικότερες ιδιότητες των ατμοσφαιρικών αερολυμάτων. Το οπτικό βάθος του αερολύματος είναι ένα μέτρο εξαφάνισης της ηλιακής δέσμης από τα ΑΣ. Με άλλα λόγια, τα σωματίδια στην ατμόσφαιρα μπορούν να εμποδίσουν το φως του ήλιου απορροφώντας ή διασκορπίζοντας το φως (Michaelides et al, 2018).

Αναλύοντας τις χημικές ιδιότητες τους τα οξείδια μετάλλων και το θαλάσσιο αλάτι αντιπροσωπεύουν περίπου το 40 με 50 τις εκατό της συνολικής ακαθάριστης μάζας των ΑΣ ενώ το 50 με 60 τις εκατό μπορεί να περιλαμβάνει νιτρικά, θειικά, ανθρακικά άλατα και οργανικό άνθρακα στη βιολογική μορφή γύρης, σπόρια και υπολείμματα φυτών (Pazi et al, 2016). Τα ανθρακικά άλατα συμβάλλουν σημαντικά στη χονδροειδή μάζα ενώ τα νιτρίδια σε πιο λεπτά σωματίδια. Το θειικό στοιχείο ή τα σουλφίδια, που χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα θείου S και νατρίου Na, έχουν συνεισφορά στη συνολική μάζα των ΑΣ_{2,5}. Ο αριθμός των διαθέσιμων δεδομένων για ΑΣ₁ δείχνει ότι η σύνθεση και η μεταβλητότητά τους είναι στενά συνδεδεμένα με τον άνθρακα. Τα στοιχεία που σχετίζονται με πηγές καύσης όπως ο μαύρος άνθρακας BC, ο μόλυβδος Pb, βανάδιο V και νικέλιο Ni (πετρέλαιο) και σελίνιο Se (άνθρακας), συναντάται κυρίως στα ΑΣ_{2,5} και ΑΣ₁. Τα στοιχεία μαγνήσιο Mg, αργίλιο Al, πυρίτιο Si, ασβέστιο Ca, τιτάνιο Ti, μαγκανίσιο Mn και Σίδηρος Fe που σχετίζονται με την σκόνη και το χλώριο Cl στο θαλάσσιο άλας βρέθηκαν ως επί το πλείστο στα ΑΣ₁₀. Άλλα οργανικά υλικά όπως τα κομμάτια των φυκιών μπορούν να βρεθούν σε σωματίδια θαλάσσιου ψεκασμού (Bienstock et al, 2000, Achilleos et al, 2016). Επιπρόσθετα σωματίδια μπορούν να σχηματιστούν λόγω ενώσεων/αντιδράσεων όπως διοξειδίου του θείου με σταγονίδια νερού (Kushta et al, 2018).

2.3.3 Αίτια πρόκλησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ΑΣ

Τα ΑΣ εκπέμπονται είτε από σταθερές πηγές είτε από κινητές πηγές. Εκπέμπονται απευθείας από ρυπογόνες πηγές (πρωτογενείς) ή σχηματίζονται λόγω αντιδράσεων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ ρύπων ή και ενώσεων που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα (δευτερογενείς) όπως με οξείδια του αζώτου, οξείδια του θείου, οξέων και του νερού είτε με τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας με συμμετοχή του ηλιακού φωτός ή της θερμοκρασίας ή της υγρασίας. Παράδειγμα ένα σταγονίδιο νερού αλληλοεπιδρώντας με θειικό οξύ είναι δυνατό να σχηματίζουν σωματίδιο (Kennes et al, 2013).

Σε παγκόσμια κλίμακα, οι φυσικοί πόροι είναι υπεύθυνοι για 98% των πρωτογενών και των δευτερογενών εκπομπών ΑΣ. Οι σημαντικότερες φυσικές εκπομπές σωματιδίων είναι οι θαλάσσιοι ψεκασμοί (84%) και η ορυκτή σκόνη (13%, ορυκτή σκόνη, οριζόμενη ως η ολική μάζα των οξειδίων των μεταλλικών ορυκτών, με άλλες εκπομπές τα βιολογικά πρωτογενή και δευτερογενή οργανικά αερολύματα, τις ηφαιστειακές εκπομπές και τα σωματίδια ηφαιστειακών και βιογενών θειικών αλάτων (Viana et al, 2014, Titos et al, 2017).

Τα ανθρωπογενή αερολύματα συμβάλλουν μόνο με το 2% στις παγκόσμιες εκπομπές σωματιδίων, κυρίως με τη μορφή ανθρωπογενούς θείου (49%) και βιομηχανικής σκόνης (40%), εκπομπές ανθρωπογενών νιτρικών και πρωτογενών και δευτερογενών οργανικών αερολυμάτων προερχόμενα από καύσιμα. Αυτός ο αντίκτυπος όμως αντιστρέφεται σε τοπική κλίμακα (Titos et al, 2017, Viana et al, 2014, Sarigiannis et al, 2018).

Οι φυσικές πηγές ατμοσφαιρικών ΑΣ που επηρεάζουν σημαντικά την αστική ποιότητα αέρα είναι η ξηρά ορυκτή σκόνη η οποία προέρχεται κυρίως από ξηρές περιοχές. Στην Ευρώπη κύρια φυσική πηγή είναι οι άγονες περιοχές της Βόρειας Αφρικής και της Ευρασίας. Σκόνη μπορεί να προέλθει και από ένα χωματόδρομο ο οποίος καταπατείται (Triantafyllou et al, 2016). Σημαντικότερη πηγή είναι ο ψεκασμός που προέχεται από την επιφάνεια της θάλασσας. Παράγονται σταγονίδια νερού που φτάνουν και σε διάμετρο μικρομέτρων. Λιγότερο σημαντικές φυσικές πηγές είναι η ηφαιστειακή τέφρα που προέρχεται από ηφαιστειακές εκρήξεις καθώς και απελευθέρωση σκόνης από σεισμούς. Η καύση των δασών καθώς και η διαχείριση τους είναι μια επιπρόσθετη πηγή. Μια πυρκαγιά δεν προέρχεται πάντα από ένα άνθρωπο αλλά και από φυσικούς παράγοντες όπως η ξηρασία και η υγρασία. Μπορούν να δημιουργήσουν ένα κοκτέιλ έκρηξης με αποτέλεσμα να είναι η αιτία φωτιάς. Αυτό παρατηρείται κυρίως στις νότιες Ευρωπαϊκές χώρες που είναι πιο ξηρές κατά τους θερινούς μήνες. Τέλος οι βιογενείς εκπομπές από βλάστηση έχουν αυξηθεί τα τελευταία δέκα χρόνια όπως η γύρη και μύκητες ή βακτηρίδια του εδάφους (Titos et al, 2017, Vianna et al, 2014).

Όσον αφορά τις ανθρωπογενείς πηγές ΑΣ σημαντικότερες είναι από καύσεις προϊόντων όπως συμβατικών καυσίμων και ξύλου για σκοπούς θέρμανσης και κίνησης (αυτοκίνητα, λεωφορεία, φορτηγά, πλοία, αεροπλάνα, τρένα, μοτοκίνητα) (Kennes et al, 2013). Είναι αναγνωρίσιμο ότι τα πετρελαιοκίνητα είναι πιο τοξικά από βενζινοκίνητα. Εμφάνιση κυρίως χονδροειδών ΑΣ από τα φρένα και ελαστικά που φθείρονται και από την επαναιώρηση της σκόνης (Sarigiannis et al, 2018, Pikridasa et al, 2018). Το κυκλοφοριακό αναγνωρίζεται ευρέως ως ένας από τους σημαντικότερους (τοπικούς) συντελεστές των επιπέδων των ΑΣ στις αστικές περιοχές (Scerri et al, 2018).

Η οδική κυκλοφορία με σωματίδια καυσαερίων και οδική σκόνη (φθορά επιφανειών οδοστρώματος, φθορά στα φρένα, συμπλεκτών και σκόνη ελαστικών) συνεισφέρει σε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τη ναυτιλία. Επιπρόσθετα ανθρωπογενείς πηγές είναι

η οικοδομική βιομηχανία με τις εργασίες της (π.χ. χωματοουργικές εργασίες) και οι βιομηχανικές εκπομπές (Michaelides et al, 2018, Heaviside et al, 2018).

Η ανθρωπογενής παράκτια ρύπανση επηρεάζει και τα νερά των θαλασσών επηρεάζοντας τις ανεπανόρθωτα. Οι θαλάσσιοι ψεκασμοί μπορούν να μεταφέρουν μαζί τους εκτός από το άλας και στοιχεία που να είναι άκρως επιβλαβή όπως μικροπλαστικά και τοξικές οργανικές ουσίες. Το πέταμα μιας πλαστικής σακούλας ή ένα ατύχημα με διαρροή πετρελαίου ή φυσικού αερίου (σε μια δεκαετία έχουν καταγραφεί 1000 πιθανές διαρροές στη λεκάνη της Μεσογείου) επιστρέφει σε εμάς και μέσω των ΑΣ εκτός των άλλων αρνητικών κοινωνικοοικονομικών και περιβαλλοντικών συνεπειών τους (Ventikos et al, 2013, Kirkos et al, 2017, Zeri et al, 2018, Facey, 2008). Συμπεραίνουμε ότι και τα στερεά αλλά και υγρά απόβλητα (αστικά, γεωργικά, βιομηχανικά) και η απόθεση τους είναι καταστροφική και όσον αφορά το τομέα των ΑΣ και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης γενικότερα. Λιγότερες απίθανες πηγές όμως υπολογίσιμες είναι περιστατικά με πυροτεχνήματα (Scerri et al, 2018). Τέλος ο όρος προσωπική ρύπανση που συνεισφέρει και στα ΑΣ υπάρχει και μελετάται με παραδείγματα το κάπνισμα, διάφορα σπρέι και άλλα.

2.3.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την ατμοσφαιρική ρύπανση από ΑΣ

Η ταχύτητα και η ακριβή κίνηση ενός εναέριου ρύπου επηρεάζονται κυρίως από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Πολυάριθμες επιστημονικές εργασίες έχουν δημοσιεύσει ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες είναι κρίσιμες ατμοσφαιρικές παράμετροι για τη μεταφορά, τα επίπεδα συγκέντρωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων παγκοσμίως συμπεριλαμβάνοντας των ΑΣ. Οι βασικότερες μετεωρολογικές παράμετροι είναι η κατεύθυνση του ανέμου, η ταχύτητα του ανέμου, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η σχετική υγρασία, η ατμοσφαιρική πίεση και η ηλιακή ακτινοβολία. Οι επιφανειακοί άνεμοι, η ηλιακή ακτινοβολία και η υγρασία βοηθούν στη διάχυση και επομένως στη συσσώρευση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ενώ έχει διαπιστωθεί ότι αναπτύσσουν διαδικασίες παραγωγής δευτερογενών ρύπων. Οι αναταρακτικές κινήσεις του αέρα είναι υπεύθυνες για την κατακόρυφη μεταφορά με τελικό αποτέλεσμα την αραίωση. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται διάχυση. Η κλίμακα και η ένταση της αραίωσης εξαρτώνται από τον βαθμό ανατάραξης της ατμόσφαιρας. Η διάχυση των ρύπων γίνεται μέχρι ένα συγκεκριμένο ύψος από την επιφάνεια της γης το οποίο ονομάζεται ύψος ανάμειξης. Το στρώμα το οποίο περιέχεται ανάμεσα στην επιφάνεια της γης και το ύψος ανάμειξης ονομάζεται στρώμα ανάμειξης. Οι ακανόνιστες ανοδικές / καθοδικές κινήσεις που

επικρατούν στο στρώμα ανάμειξης της ατμόσφαιρας μπορούν να μεταφέρουν και να αναμείξουν τους ρύπους γρήγορα και αποτελεσματικά. Η κατακόρυφη ανάμειξη των ρύπων έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της μέσης συγκέντρωσης τους και η όλη διαδικασία ονομάζεται διάχυση. Όταν η ατμόσφαιρα τείνει να καταστείλει αυτές τις ανοδικές/καθοδικές κινήσεις λέμε ότι επικρατεί ευστάθεια ενώ όταν αυτές οι κινήσεις ενισχύονται λέμε ότι η ατμόσφαιρα βρίσκεται σε κατάσταση αστάθειας. Ένα μέρος της ρύπανσης διαφεύγει από το στρώμα ανάμειξης στην ελεύθερη ατμόσφαιρα. Οι φωτοχημικές διεργασίες είναι μια βαρύτατη λειτουργία που ευνοούν την ανάπτυξη της ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Επιπλέον, τα τοπικά συστήματα κυκλοφορίας (π.χ. θαλάσσια αύρα), οι νυκτερινές μετεωρολογικές συνθήκες επηρεάζουν το μικρόκλιμα μιας περιοχής και ακολούθως της ρύπανσης (Kennes et al, 2013, Lim et al, 2018, Kushta et al, 2018).

Η εμφάνιση του κρύου καιρού το χειμώνα αυξάνει τη θέρμανση και τις ηλεκτρικές ανάγκες. Περιοχές, κυρίως στις μεγάλες πόλεις, όπου εμφανίζεται η αυξανόμενη αστικοποίηση, η χρήση οχημάτων, η εκβιομηχανοποίηση, αντανακλά μεγαλύτερα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ερευνητικές μελέτες κατέδειξαν σχετική εξάρτηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης όχι μόνο από τις μετεωρολογικές συνθήκες αλλά και παράγοντες όπως η τοπογραφία, η δημογραφία και το επίπεδο εκβιομηχανοποίησης (Sindosi et al, 2003, Kathijotes et al, 2013, Sharpley, 2003).

Η ρύπανση μπορεί να προέρχεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από περιφερειακές εκπομπές και όχι μόνο κατά κύριο λόγο από τοπικές. Είναι χαρακτηριστικό ότι μία χώρα είναι δυνατόν να δεχτεί ορυκτή σκόνη και καπνό από μεγάλη πυρκαγιά που προέρχονται από γειτονική χώρα. Είναι αποδεδειγμένο ότι ο καπνός επηρεάζει κυρίως πιο μεγάλα υψόμετρα της ατμόσφαιρας της. Παράδειγμα η μεταφορά ΑΣ από πυρκαγιά από την Τουρκία που δεν ανιχνευόταν σε υψόμετρο μικρότερο από ένα χιλιόμετρο (Pikridasa et al, 2018). Επισημαίνεται επίσης ότι οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης επηρεάζεται και από πρότυπα κοινωνικής συμπεριφοράς που επηρεάζουν άμεσα και έμμεσα το περιβάλλον (Kanakidou et al, 2011).

2.3.5 Επιπτώσεις των ΑΣ

Έχουν διαπιστωθεί πολύ αρνητικές επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και η συμβολή των εκπομπών από ΑΣ είναι τραγική. Οι συγκεντρώσεις ΑΣ είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα και προκαλούν επίσης απώλειες γεωργικών καλλιεργειών και αλλαγή του κλίματος (Gravili et al, 2010, Bienstock et al,

2000). Η βραχυχρόνια και μακροχρόνια έκθεση σε ΑΣ έχει συσχετιστεί με τα καρδιαγγειακά και αναπνευστικά αποτελέσματα, καθώς και με τη συνολική θνησιμότητα (Oleksy et al 2018, Achilleos et al, 2014).

Σωματίδια τα οποία περνούν μέσα από μια είσοδο με 50% αποτελεσματικότητα στην αεροδυναμική διάμετρο 2,5 χιλιοστομέτρων από την πλευρά της ορατότητας θεωρούνται ως η υψηλότερη αναπνεύσιμη σύμβαση (Scerri et al, 2018). Σωματίδια όπως αυτά των 2,5 μικρομέτρων και μικρότερου διαμετρήματος είναι πιο επιβλαβείς για την δημόσια υγεία καθώς εισέρχονται ευκολότερα στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της αναπνοής. Τα μικρότερα σωματίδια επίσης, παρέχουν μεγαλύτερη συνολικά επιφάνεια για την πραγματοποίηση χημικών αντιδράσεων, κάνοντας ευκολότερη την προσκόλληση σε αυτά τοξικών ουσιών όπως τα ίχνη μετάλλων. Υπάρχουν τοξικά, καρκινογόνα και με βαρέα μέταλλα μικροσωματίδια που μπορούν να επιβαρύνουν τον άνθρωπο και να του προκαλέσουν ασθένειες όπως καρκίνο, άσθμα και καρδιακά προβλήματα (Kennes et al 2013, Kaluzna-Oleksy et al, 2018). Εντούτοις και τα σωματίδια με διάμετρο μεγαλύτερη των 2,5 μm έχουν επίσης συνδεθεί με αυξημένη θνησιμότητα και καρδιαγγειακές επιδράσεις) (Viana et al, 2014). Οι βιομηχανικές εκπομπές συνδέονται με το άσθμα των μικρών παιδιών ενώ αναφέρθηκαν ότι σχετίζονται και με καρδιαγγειακή θνητότητα. Η σκόνη απορρόφησης, μια από τις κύριες φυσικές πηγές PM, βρέθηκε να σχετίζεται με την αναπνευστική και τη καρδιαγγειακή θνησιμότητα (Kaluzna-Oleksy et al, 2018). Τα σωματίδια τα οποία προέρχονται από σωματίδια καυσαερίων και οδική σκόνη συσχετίστηκαν με καρδιαγγειακές εισαγωγές στο νοσοκομείο και καθημερινή θνησιμότητα. Η συσχέτιση μεταξύ του καρκίνου του πνεύμονα και των ΑΣ είναι ιδιαίτερα σημαντική. Τέλος η οξεία έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση και στα ΑΣ δυσχεραίνει τις αρνητικές επιπτώσεις.

Επιπρόσθετες απειλές είναι η μείωση της ορατότητας στην ατμόσφαιρα από τα ΑΣ και η εμπλοκή τους στην όξινη βροχή και στη καθίζηση ενώ προκαλούν ζημιές σε διάφορα υλικά όπως τα υφάσματα, τα κτίρια και τα αγάλματα πολιτιστικής αξίας (Liora et al, 2016). Επηρεάζεται και η εσωτερική ποιότητα αέρα η οποία αναφέρεται στον αέρα του εσωτερικού χώρου ενός κτηρίου. Αναπόφευκτα τα ΑΣ από σκόνη, καυσαέρια, βιομηχανικές εκπομπές και γενικά οι ρύποι αλληλοεπιδρούν με το εσωτερικό χώρο ενός κτηρίου με αρνητικές συνέπειες μετατρέποντας από υγιές σε άρρωστο. Ορισμένες ουσίες επηρεάζουν άμεσα την κλιματική αλλαγή και την περιφερειακή ατμοσφαιρική ρύπανση. Χρησιμεύουν ως πυρήνες συμπύκνωσης για τη δημιουργία νεφών και έχουν σημαντικό

ρόλο σε χημικές αντιδράσεις. Υπάρχουν επίσης πιο έμμεσες επιπτώσεις όπως οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις καιρικές συνθήκες, οι επιπτώσεις στις ατμοσφαιρικές μεταφορές και την εναπόθεση ρύπων και στην ικανότητα ρύθμισης των εδαφών. Τέλος τα μικρότερα σωματίδια (ΑΣ_{2,5}, ΑΣ₁) μπορούν να παραμείνουν στον αέρα για μεγάλο σχετικά χρονικό διάστημα (εβδομάδες ή μήνες) και επομένως μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις από την πηγή τους. Αντίθετα τα χονδροειδή σωματίδια εναποτίθενται γρηγορότερα από τα λεπτά ΑΣ με αποτέλεσμα να αποτελούν κίνδυνο κυρίως κοντά στην πηγή τους (Kolios et al, 2018, Giannadaki et al, 2018 Vuuren et al, 2006).

2.3.6 Αντιμετώπιση και πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και ΑΣ

Λαμβάνονται μέτρα πολιτικά και άλλα για τη βελτίωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, του θαλάσσιου περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων στην περιοχή της Μεσογείου όπου οι πιέσεις από τις πηγές βρίσκονται σε μεγάλο βαθμό σε μεγάλο μέρος της περιοχής. Έχει επιβληθεί αυστηρή νομοθεσία σχετικά με τα επίπεδα τους από διεθνείς οργανισμούς όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ-28), τα επίπεδα των συγκεντρώσεων για τα ΑΣ στο περιβάλλον ρυθμίζονται από την Οδηγία 2008/50 / ΕΚ. Ο καθορισμός ορίων ποιότητας αέρα (δηλαδή ανώτερων επιτρεπτών συγκεντρώσεων ρύπων και αριθμού των υπερβάσεων τους ανά έτος), έχει συμβάλει στη μείωση των αρνητικών επιδράσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης με τη βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα. Για παράδειγμα στα ΑΣ_{2,5} καθορίστηκε μόνο για κάθε έτος στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Αυτή η οριακή τιμή δεν θεωρείται ότι προστατεύει επαρκώς την ανθρώπινη υγεία και στην πραγματικότητα ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας συνιστά μια ετήσια κατευθυντήρια γραμμή για την ποιότητα των 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και μια καθημερινή κατευθυντήρια γραμμή των 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, η οποία μπορεί να ξεπεραστεί κατά 0,5% (Spiteri et al, 2016, Kaluzna-Oleksy et al, 2018).

Υπάρχουν βιολογικές διαδικασίες και μη που μετατρέπουν τον ρύπο σε άλλα προϊόντα αποτρέποντας την απελευθέρωση τους στην ατμόσφαιρα. Βιοαντιδραστήρες και βιοκαύσιμα όπως υδρογόνο, αιθανόλη, μεθάνιο και βιοντίζελ μπορούν να περιορίσουν και να ελέγξουν την ατμοσφαιρική ρύπανση. Για την κατηγορία των σωματιδίων δεν είναι αποτελεσματικοί οι βιοαντιδραστήρες για τη μείωση τους με αποτέλεσμα η λύση να είναι η στροφή στα εναλλακτικά καύσιμα ή σε μη βιολογικές μεθόδους όπως η αποτέφρωση. Επιπρόσθετα η απορρόφηση είναι μία διαδικασία επεξεργασίας των

μικροσωματιδίων και ρύπων συνεισφέροντας στην απομάκρυνση τους και τη μετατροπή τους σε καθαρό αέριο (Kennes et al, 2013, Kavasogullari et al, 1989).

Η κατάρτιση της μεσογειακής στρατηγικής για την ατμόσφαιρα (2007-2020) αποτελεί γεγονός. Η πρώτη φάση (2007-2013) αφορούσε τις πόλεις πόλεων που βασίζονται στην ξηρά, τα αστικά λύματα και τις βιομηχανικές εκπομπές. Στο πλαίσιο του σχεδίου πορείας του Horizon 2020 περιλαμβάνεται η θέσπιση μιας διαδικασίας για την τακτική υποβολή περιβαλλοντικών εκθέσεων στα ευρωπαϊκά κράτη και πόλεις για τη δημιουργία των αναγκαίων γνώσεων σχετικά με την πρόοδο που σημειώθηκε στη Μεσόγειο (Spiteri et al, 2016).

Η θέσπιση της Σύμβασης για την Προστασία της Μεσογείου κατά της Ρύπανσης (Σύμβαση της Βαρκελώνης) και της Μεσογείου Στρατηγικής για την Αειφόρο Ανάπτυξη (MSSD) το 2005 και πρωτόκολλα που καλύπτουν τις επιχειρησιακές, νομικές και τεχνικές υποχρεώσεις συγκεκριμένων πτυχών προστασίας του περιβάλλοντος και αειφόρου ανάπτυξης στη Μεσόγειο είναι επιπρόσθετες πολιτικές που βοηθούν στην ευρύτερη περιοχή. Από το 2008, τα Ηνωμένα έθνη έχουν δεσμευθεί να εφαρμόσουν την οικοσυστημική προσέγγιση ως γενική αρχή των πολιτικών και των δράσεων της, με στόχο την επίτευξη καλής περιβαλλοντικής κατάστασης σύμφωνα με έναν φιλόδοξο οδικό χάρτη εφαρμογής και ένα κυκλικό χρονοδιάγραμμα. Η Ευρωμεσογειακή Εταιρική Σχέση (EUROMED), η οποία υπεβλήθη στη Μπαρτσελόνα άρχισε να λειτουργεί το 1995. Η Ένωση για τη Μεσόγειο (UfM) εντείνει περαιτέρω την εταιρική σχέση μεταξύ της ΕΕ και των μεσογειακών γειτόνων της, παρέχοντας μια περιφερειακή πλατφόρμα πολιτικού διαλόγου και επιτάχυνσης των σχεδίων συνεργασίας, της ασφάλειας και την αειφόρο ανάπτυξη. Στο πλαίσιο του πυλώνα συνεργασίας, δόθηκε έμφαση στη δημιουργία και τη διατήρηση ισχυρών και μακροπρόθεσμων ανθρώπινων δικτύων μεταξύ παροχών και χρηστών δεδομένων που θα εξασφάλιζαν την ανταλλαγή των αναγκαίων δεδομένων, πληροφοριών και γνώσεων σε όλα τα επίπεδα. τοπική, εθνική και περιφερειακή. του Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, είχε την εντολή να παρακολουθεί την πρόοδο της εφαρμογής του Horizon2020 μέσω της ανάπτυξης κοινών δεικτών και κοινών συστημάτων πληροφόρησης που υποστηρίζουν μηχανισμό τακτικής υποβολής εκθέσεων σχετικά με περιβαλλοντικά ζητήματα (Spiteri et al, 2016). Οι υπηρεσίες Ευρωπαϊκής ένωσης βοηθούν στην αποσαφήνιση της γήρανσης των μολύνσεων του αέρα και της συνεισφοράς της φωτοχημείας έναντι των πρωτογενών πηγών. Περαιτέρω

μελέτες σχετικά με τη μάζα και τον χημικό χαρακτηρισμό των ΑΣ1 θα διασαφηνίσουν τις πηγές και τις επιπτώσεις της ρύπανσης από ΑΣ στην περιοχή.

Σημαντικά βοηθητικά οφέλη για την περιφερειακή ατμοσφαιρική ρύπανση από ΑΣ έγινε με την εφαρμογή του πρωτοκόλλου του Κιότο, το οποίο ακολουθεί ευέλικτους μηχανισμούς, με κύριο στόχο τον έλεγχο των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ευρώπη (Vuuren et al, 2006).

2.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.4.1 Συστήματα συλλογής και μελέτη δεδομένων ποιότητας αέρα

Έχουν αναπτυχθεί τεχνικές με τη χρήση διάφορων αισθητήρων και του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, με μετρητές σωματιδίων με ταλαντευόμενες μικροκυψελίδες, μετρητές σωματιδίων με Βαρυμετρική ανάλυση, μετρητές σωματιδίων με σκέδαση φωτός, τα ηλιοφωτόμετρα. (Pikridasa et al, 2018).

Τα δίκτυα από ηλιοφωτόμετρα όπως το AERONET (Aerosol Robotic Network), παρέχουν ολοκληρωμένες παρατηρήσεις των οπτικών και φυσικών ιδιοτήτων αερολυμάτων. Οι παρατηρήσεις του AERONET έχουν το πλεονέκτημα των συνεχών, υψηλής χρονικής διάρκειας μετρήσεων της ανάλυσης των αερολυμάτων σε μια δεδομένη τοποθεσία, όπου ενδέχεται να μην είναι πάντοτε διαθέσιμη η δορυφορική κάλυψη. Τέτοιες μετρήσεις παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τις τοπικές τάσεις που δεν είναι διαθέσιμες με άλλα μέσα. Οι μετρήσεις του οπτικού βάθους ενός αερολύματος παρέχουν εκτιμήσεις της κατακόρυφης φόρτωσης του αερολύματος στην ατμόσφαιρα. Τα ηλιοφωτόμετρα και τα συστήματα σκέδασης φωτός θεωρούνται κατάλληλα εργαλεία για την υποβοήθηση των μελετών παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ΑΣ. Τα σωματίδια μπορούν να χαρακτηριστούν χημικά με ανάλυση απορρόφησης φωτός, φθορισμό ακτινών Χ και χρωματογραφία για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων μαύρου άνθρακα, 17 στοιχείων και 5 ιόντων (Scerri et al, 2018, Protonotariou et al, 2010).

Η δορυφορική τηλεπισκόπηση έχει χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή αερολύματος από τα τέλη της δεκαετίας του '70. Οι παρατηρήσεις της Γης από δορυφορικούς αισθητήρες αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για την παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης λόγω της ικανότητάς τους να παρέχουν ολοκληρωμένες και συνοπτικές προβολές μεγάλων περιοχών. Παραδείγματα δορυφορικών αναζητήσεων για την παρακολούθηση της αστικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές της Μεσογείου έχουν λάβει σημαντική προσοχή από τους ερευνητές π.χ. ένας

δορυφορικός ραδιομετρητής υψηλής ανάλυσης έχει την ικανότητά για την ανίχνευση αυξημένων απορροφητικών αερολυμάτων πάνω από τη γη και τους ωκεανούς χρησιμοποιώντας υπεριώδεις (UV) φάσμα. Τα προϊόντα αερολύματος μπορεί να προέρχονται από μια ποικιλία δορυφορικών αισθητήρων. Οι συσχετίσεις δορυφορικών δεδομένων με μετρήσεις σωματιδίων είναι πολύ καλές και σχεδόν ανάλογες. Έτσι, εκμεταλλευόμενοι την συσχέτιση μεταξύ AOD και ΑΣ, η χρήση δορυφορικών δεδομένων για AOD δεδομένα για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα σε περιφερειακή κλίμακα έχει γίνει μια επίκαιρη πρόκληση. Η χρήση δορυφορικών αισθητήρων για τις μελέτες ρύπανσης του αέρα επισημαίνεται παραπάνω, ιδιαίτερα η ικανότητά τους για συστηματική παρακολούθηση και συνοπτική κάλυψη (Michaelides et al, 2018). Οι ενεργοί αισθητήρες τηλεθέασης ως φακοί προσφέρουν την κατακόρυφη διάσταση του αερολύματος της παγκόσμιας διανομής. Δεδομένα είναι διαθέσιμα σήμερα λόγω της εκτόξευσης οργάνου στο πλαίσιο της αποστολής της NASA εν ονόματι CALIPSO τον Ιούνιο του 2006. Από τότε, η CALIPSO παρέχει παγκόσμιες κατανομές αερολυμάτων και σύννεφων στην επιστημονική κοινότητα, οι οποίες θα συνεχιστούν στο μέλλον μέσω της δορυφορικής αποστολής.

Επιπρόσθετα μέσω της χρήσης διαφορετικών τύπων βλάστησης, τα επίπεδα των συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών ρύπων έχουν παρακολουθηθεί με επιτυχία (Tsangaris et al 2016). Η τεχνική της βιολογικής παρακολούθησης του βρύου (μικρό φυτό) χρησιμοποιήθηκε στην παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα βρύα είναι γεωγραφικά διαδεδομένα και αναπτύσσονται κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες, ακόμη και σε βιομηχανικές και αστικές περιοχές και είναι εύκολο να τα χειριστούν. Ειδικά τα βρύα είναι αποτελεσματικοί βιοκινητήρες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα μέταλλα λόγω των βιοσυσσωρευτικών τους ιδιοτήτων (Heaviside et al, 2016).

Τεχνικές μοντελοποίησης χρησιμοποιούνται ευρέως για να αναγνωρίσουν τις κύριες φυσικές και ανθρωπογενείς διεργασίες που οδηγούν σε επίπεδα συγκεντρώσεων ΑΣ. π.χ. χρησιμοποιήθηκε το Factorization Positive Matrix (PMF) για τη μέτρηση του επιπέδου ΑΣ_{2,5} που εντοπίστηκε (Sarigiannis et al, 2018)

Η τοποθεσία και το υψόμετρο παίζουν σημαντικό ρόλο στη λήψη μετρήσεων. Τόσο η διαδικασία επικύρωσης των μετρήσεων, όσο και η χημική ανάλυση των φίλτρων συλλογής αιωρούμενων σωματιδίων για προσδιορισμό της σύστασης και της προέλευσης της σκόνης, είναι επίπονες και χρονοβόρες (Pikridasa, et al, 2018). Δεδομένα

έχουν χρησιμοποιηθεί συστηματικά για την ανάπτυξη της τοπικής κατανομής σωματιδίων. Ρύπανση από σκόνη στην έρημο, σωματίδια που εκπέμπονται κυρίως από αστικές και βιομηχανικές δραστηριότητες, θαλάσσια αερολύματα που σχηματίζονται συνεχώς στη Μεσόγειο, και οι ηφαιστειακές εκπομπές (σε μικρότερο βαθμό) είναι οι κυρίαρχοι τύποι αερολυμάτων στην περιοχή της Μεσογείου που εντοπίστηκαν από δορυφορικούς και επίγειους αισθητήρες. Είναι πολύ σημαντικό να έχουμε μια πλήρη εικόνα των εκδηλώσεων αερολυμάτων σε ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου βάσει μακροπρόθεσμων μέσων παρακολούθησης, προκειμένου να κατανοήσουμε καλύτερα τους μηχανισμούς και τις διαδικασίες που σχετίζονται με τα θέματα ποιότητας του αέρα.

Μετρητές σωματιδίων με σκέδαση φωτός χρησιμοποιούνται ευρέως. Τέτοιο εργαλείο χρησιμοποιείται από το τεχνολογικό πανεπιστήμιο Κύπρου (ΤΕΠΑΚ) στη Λεμεσό που πραγματοποιεί καθημερινές μετρήσεις των οπτικών ιδιοτήτων του αερολύματος στην πόλη. Το σύστημα διαχειριζόταν η ομάδα έργου «Ακτινοβολία του αέρα από το διάστημα στην Κύπρο - AIRSPACE» του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Γεωπληροφορικής. Για τον προσδιορισμό των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα της Κύπρου από το τμήμα επιθεώρησης Εργασίας εφαρμόζονται δύο μέθοδοι. Η πρώτη βασίζεται σε αυτόματα όργανα συνεχούς μέτρησης που λειτουργούν με βάση τη μέθοδο της μικροζύγισης με παλλόμενο εκλεπτυσμένο κωνοειδές στοιχείο (Tapered Element Oscillating Microbalancing, TEOM). Τέτοια αυτόματα όργανα βρίσκονται στους Κυκλοφοριακούς Σταθμούς Λευκωσίας, Λεμεσού, Λάρνακας και Πάφου, στο Βιομηχανικό Σταθμό Ζυγίου και στον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου. Η δεύτερη μέθοδος βασίζεται στο Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN12341:2014 και πρόκειται για την πρότυπη σταθμική μέθοδο προσδιορισμού της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων ΑΣ_{2,5} και ΑΣ₁₀. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε όλους τους σταθμούς του δικτύου παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα στη Κύπρο και αποτελεί το επίσημο εργαλείο μέτρησης των ΑΣ σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες. Οποιαδήποτε αποτελέσματα υποβάλλονται στα Ευρωπαϊκά όργανα προέρχονται από την εφαρμογή της μεθόδου αυτής. Έτσι και τα αποτελέσματα για τα ΑΣ και τις συγκεντρώσεις τους στην Κυπριακή ατμόσφαιρα προέρχονται από την εφαρμογή της πρότυπης σταθμικής μεθόδου. (Achilleos et al, 2014, Pikridasa et al, 2018).

2.5 Διεθνής πραγματικότητα

2.5.1 Γεγονότα, αριθμοί και τάσεις στη περιοχή της Μεσογείου και στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η Μεσογειακή περιφέρεια, η οποία ανήκει σε τρεις ηπείρους: την Αφρική, την Ασία και την Ευρώπη, έχει υποστεί εντατικές δημογραφικές, κοινωνικές, πολιτιστικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές αλλαγές τις τελευταίες δεκαετίες. Η Ανατολική λεκάνη της Μεσογείου και οι περιφέρειες που την περιβάλλουν περιλαμβάνουν δύο μεγαλουπόλεις: την περιοχή του Καΐρου στο νότιο άκρο της λεκάνης απορροής και την περιοχή της Κωνσταντινούπολης στο βορειοανατολικό άκρο, καθώς και αρκετά μεγάλα κέντρα όπως το βόρειο τμήμα της περιοχής της Αθήνας που παρουσίασαν σημαντική αστικοποίηση περασμένα χρόνια (Sindosi et al 2003). Η περιοχή καλύπτει τις αγροτικές (χερσόνησοι και ανατολικές χερσόνησοι), τα θαλάσσια (νησιά της Κρήτης και της Κύπρου) και την έρημο (ανατολικό οροπέδιο, βόρεια Αφρική, Μέση Ανατολή). Η περιοχή της Μεσογείου είναι μια μοναδική περιοχή που χαρακτηρίζεται ως ένα hotspot για την αλλαγή του κλίματος, μια περιοχή του οποίου το κλίμα ανταποκρίνεται ιδιαίτερα στην παγκόσμια αλλαγή (Theophilou et al, 2012). Το τυπικό μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και ήπιους, βροχερούς χειμώνες (Kanakidou et al, 2011). Ως αποτέλεσμα της μοναδικής θέσης και των εκπομπών της, η Μεσόγειος είναι μια κλιματικά ευαίσθητη περιοχή, συχνά εκτεθειμένη σε πολλαπλές καταπονήσεις, όπως η ταυτόχρονη έλλειψη νερού και η υψηλή υγρασία (Dumont et al, 2014, Lim et al, 2018). Είναι ένα σταυροδρόμι των αέριων μαζών που προέρχονται από την Ευρώπη, την Ασία και την Αφρική, όπου οι ανθρωπογενείς εκπομπές, κυρίως από την Ευρώπη, τα Βαλκάνια και τη Μαύρη Θάλασσα, συναντώνται με φυσικές όπως την βλάστηση, τη θάλασσα καθώς και την καύση βιομάζας, οι οποίες παρουσιάζουν ένα ισχυρό εποχιακό πρότυπο. Έχει μελετηθεί ότι στη παρουσία νότιων ανέμων και έντονου φωτός έχουμε υψηλή συγκέντρωση ΑΣ στην Ανατολική Μεσόγειο. Οι νότιοι άνεμοι δημιουργούνται όταν εμφανίζεται σύστημα υψηλής πίεσης στο κέντρο της περιοχής ή σύστημα χαμηλής πίεσης νότια της Ιταλίας. Αντιθέτως χαμηλές συγκεντρώσεις παρατηρούνται όταν βορειοανατολικοί άνεμοι εμφανίζονται λόγω ύπαρξης υψηλού συστήματος πίεσης πάνω από την Ουκρανία (Kennes et al, 2013, Sindosi et al, 2003). Η μεταφορά ανθρωπογενών ρύπων από την Αμερική ασκεί επίσης σημαντική επίδραση στην ελεύθερη τροπόσφαιρα. Από τη δεκαετία του 1950, οι χώρες που βρέχονται από τη Μεσόγειο Θάλασσα έχουν σημειώσει δραστική αύξηση του πληθυσμού, ιδίως στη νότια και την ανατολική πλευρά,

όπου αναμένεται περαιτέρω ανάπτυξη. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της αστικοποίησης λαμβάνει χώρα στην παράκτια ζώνη, όπου ο πληθυσμός αυξάνεται ολοένα και περισσότερο, ενώ επιδεινώνει τις πιέσεις στο περιβάλλον, όπως μέσω της δημιουργίας αποβλήτων. Οι πηγές ρύπανσης που βασίζονται στην ξηρά συνιστούν σοβαρή απειλή για την υγεία των παράκτιων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων (Facey, 2008, Spiteri et al, 2016, Triantafyllou et al, 2016).

Η σύνθετη τοπογραφία και η ακτογραμμή της περιοχής της Μεσογείου αλληλοεπιδρούν με την παγκόσμια ατμοσφαιρική κυκλοφορία, προκαλώντας περιφερειακά πρότυπα υψηλής χρονικής και χωρικής μεταβλητότητας. Η Μεσογειακή ζώνη είναι η μεγαλύτερη περιοχή του κόσμου που παρατηρείται και από το διάστημα, η οποία παρουσιάζει μεγάλη χρονική μεταβλητότητα σε ΑΣ. Η μεταφορά αφρικανικής σκόνης από μεγάλες αποστάσεις ή η ανθρωπογενής ρύπανση από απομακρυσμένες πηγές συνεισφέρουν τα μέγιστα στη συγκεντρώσεις ΑΣ στην περιοχή. Ο τροπικός ηπειρωτικός αέρας, συχνά αρκετά πλούσιος σε σωματίδια που προέρχονται από τις εκτεταμένες ξηρές ερήμους της βόρειας Αφρικής, είναι αρκετά συχνά ένα μεγάλο μέρος της περιοχής. Κατά τις ίδιες περιόδους, οι πολικές αέριες μάζες θαλάσσιας προέλευσης μπορεί μερικές φορές να επηρεάσουν την περιοχή, αν και αρκετά τροποποιημένες όταν φθάνουν στη Μεσόγειο. Τα σωματίδια με αλάτι αυξάνονται προς τα ανατολικά. Η εγγύτητα του Ατλαντικού Ωκεανού εμπλουτίζει την ποικιλία και την αλληλεπίδραση των αέριων μαζών με την περιοχή. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι ένας σημαντικός αριθμός υπερβάσεων ΑΣ, που καταγράφηκαν στην Κωνσταντινούπολη και την Αθήνα ως επεισόδια μεταφοράς μεγάλης εμβέλειας, συνδέονται με την περιφερειακή ρύπανση με τη μεταφορά σκόνης από το έδαφος. Η συμβολή στις ανθρωπογενείς πηγές ΑΣ10 μειώνεται από αστικές / βιομηχανικές / χερσαίες περιοχές προς αγροτικές περιοχές. Ωστόσο, τα επίπεδα ΑΣ10 που παρατηρούνται τόσο σε αγροτικές όσο και σε αστικές περιοχές οφείλονται σημαντικά στις υψηλές συγκεντρώσεις ορυκτής σκόνης κατά τη διάρκεια εκρήξεων αφρικανικής σκόνης. Από την άλλη πλευρά, τα επίπεδα ΑΣ10 σε περιοχές τοπικής προέλευσης εντός του οριακού στρώματος στην Ανατολική Μεσόγειο σχετίζονται κυρίως με τη γειτνίαση των τόπων δειγματοληψίας με τις άνυδρες περιοχές (π.χ. την έρημο της Σαχάρας και τη Μέση Ανατολή). Η τρέχουσα έρευνα που επικεντρώνεται στη μελέτη των περιφερειακών και διηπειρωτικών μεταφορών ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως τα σωματίδια (ΑΣ10, ΑΣ2,5), επισημαίνει την ανάγκη για πρόσθετες πηγές δεδομένων για την παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε πολλαπλές διαστάσεις, τόσο σε χωρικό όσο και σε χρονικό επίπεδο. Σε ετήσια βάση, στην Ανατολική Μεσόγειο το

υπόβαθρο ΑΣ10 περιέχει περίπου 8 με 12 ng/m³ μεταφερόμενης ορυκτής σκόνης και επιπλέον 5 με 10 ng/m³ αποδίδεται σε μεταφερόμενες ανθρωπογενείς περιφερειακές πηγές και θαλάσσια ψεκαστικά φορτία. Η μεταφορά σκόνης αυξάνεται προς τα ανατολικά της λεκάνης και τα αερολύματα σκόνης επικαλύπτονται από στοιχεία ρύπανσης που τροποποιούν τις σχετικές ιδιότητες τους. Η κλιματική επίπτωση αυτού του μίγματος πρέπει να καθοριστεί. Η περιοχή της Μεσογείου είναι μια μοναδική περιοχή που χαρακτηρίζεται από ένα ευρύ φάσμα ατμοσφαιρικών φαινομένων, μερικά από τα οποία έχουν μεγάλη επίδραση σε πολλές πτυχές της ανθρώπινης δραστηριότητας, της ασφάλειας και της ευημερίας. Η περιοχή θεωρείται εδώ και πολύ καιρό ως ένα καυτό σημείο τέτοιων ατμοσφαιρικών και μετεωρολογικών φαινομένων που αξίζουν μια διεπιστημονική προσοχή. Οι καιρικές συνθήκες τροποποιούνται με την αύξηση της θερμοκρασίας και υγρασίας, τη μείωση της βροχόπτωσης, την εκτεταμένη ξηρασία και οι πλημμύρες πληθαίνουν. Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένα από τα σημαντικότερα προκαλούμενα περιβαλλοντικά προβλήματα σε ολόκληρη την ανατολική λεκάνη της Μεσογείου, δεδομένου ότι τα όρια ποιότητας του αέρα για το όζον και τα ΑΣ συχνά ξεπερνιούνται, ιδίως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Σε αντίθεση με την Κεντρική και τη Βόρεια Ευρώπη, τα φωτοχημικά επεισόδια μπορούν επίσης να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια του χειμώνα, καθώς σε αυτά τα γεωγραφικά πλάτη η ηλιακή ακτινοβολία είναι εντατική όλο το χρόνο, προκαλώντας φωτοχημικές αντιδράσεις που ευνοούν την ατμοσφαιρική ρύπανση. (Kanakidou et al, 2011, Bienstock et al, 2000, Lim et al, 2018, Michaelides et al, 2018).

Στην μεσογειακή πόλη της Αθήνας ο μαζικός αριθμός των εγγεγραμμένων οχημάτων που κυκλοφορούν, που αυξάνεται σε ποσοστό ετησίως, θεωρείται η κύρια αιτία των προβλημάτων που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση στην περιοχή, λαμβάνοντας υπόψη το μεγάλο ποσοστό παλαιών τεχνολογιών κινητήρων. Η Αθήνα αντιμετωπίζει πολύ σοβαρά φαινόμενα συμφόρησης με μέση ταχύτητα που δεν ξεπερνά τα 12 χλμ. κατά τις ώρες αιχμής. Παρόλο που η χρήση φυσικού αερίου για οικιακές θερμάνσεις αυξήθηκε πρόσφατα, η καύση πετρελαίου χρησιμοποιείται κυρίως για την κεντρική θέρμανση (Bienstock et al, 2000, Sindosi et al 2003).

Η οικονομική κρίση στην Ελλάδα έχει επηρεάσει τις καθημερινές ανθρώπινες πρακτικές, οι οποίες με τη σειρά τους έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των ανθρωπογενών ρύπων. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και των αρχών του φθινοπώρου, οι επικρατούντες άνεμοι (π.χ. οι Ετήσιοι) έχουν βορειοανατολική κατεύθυνση). Οι Ετήσιοι άνεμοι

συνδέονται με οριζόντια και κάθετη μεταφορά αέριων μαζών στην περιοχή του Αιγαίου και της Ανατολικής Μεσογείου (Solomou et al, 2018).

Ένα τρανό παράδειγμα με βάση τις συγκεντρώσεις ρύπων του περιβάλλοντος είναι το Κάιρο που ταξινομείται ως ένα μεγαλοπρεπή περιβάλλον με εξαιρετικά χαμηλή ποιότητα αέρα, όπου πρέπει να ληφθούν επείγοντως μέτρα για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Εκτιμάται ότι 10.000-25.000 άνθρωποι σε 15 000 000 πληθυσμό ετησίως στο Κάιρο πεθαίνουν λόγω ασθενειών που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση . Οι διαπιστώσεις αυτές υποδηλώνουν τα σημαντικά οφέλη που θα μπορούσαν να επιτευχθούν με την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων μείωσης για την βελτίωση της ποιότητας του αέρα στο Κάιρο και συνεπακόλουθα στη Λεμεσό και σε ολόκληρο τον πλανήτη (Bienstock et al, 2000).

Η αυξανόμενη αστικοποίηση δεν επηρέασε μόνο το γειτονικό τοπίο, την ποιότητα του αέρα, το περιφερειακό κλίμα και τα οικοσυστήματα στις μεγαλουπόλεις, αλλά και στην καθοδική πορεία των περιοχών αυτών. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, η Μεσόγειος, ακολουθώντας τη γενική τάση, γνώρισε ταχεία ανάπτυξη της αστικοποίησης, της χρήσης οχημάτων και της εκβιομηχάνισης ως αντανακλώντας τις εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα (Kathijotes et al 2013, Prevenios et al 2018).

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΧ, 2016), κατά την περίοδο από το 2012 έως το 2014, το 85% του 91% των αστικών πληθυσμών στην Ευρώπη εκτέθηκε σε επίπεδα ΑΣ_{2,5} υψηλότερα από τα όρια που καθορίζει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας. Επιπλέον, σύμφωνα με την ΠΟΥ, η τελευταία διαθέσιμη έρευνα έχει επισημάνει τις συσχετίσεις μεταξύ των επιπέδων περιβάλλοντος ΑΣ_{2.5} και των επιπέδων θνησιμότητας σε συγκεντρώσεις αρκετά κάτω από τα 10ng / m³ (Achilleos et al, 2016).

2.5.2 Νομοθετικό πλαίσιο για την ποιότητα αέρα ΑΣ στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η Οδηγία 2008/50/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου που τέθηκε σε ισχύ στις 11 Ιουνίου 2008 καθορίζει τα θέματα ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα για την Ευρώπη. Δίνονται κανόνες λεπτομερώς όπως η ενημέρωση του κοινού θα πρέπει να παρέχεται τουλάχιστον μια φορά την ημέρα και είναι ιδανικό να δίνεται σε ωριαία βάση ώστε να υπάρχει πρόληψη και αποτελεσματικά μέτρα. Η οδηγία καθορίζει τα όρια των επιτρεπόμενων συγκεντρώσεων για κάθε ρύπο. Συγκεκριμένα για ΑΣ₁₀ καθορίζεται το όριο ημέρας (24 ώρες) στα 50 μg/m³ ενώ το ετήσιο στα 40 μg/m³. Αντίστοιχα για τα

ΑΣ2,5 μόνο το ετήσιο όριο δίνεται στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ το οποίο καθορίστηκε για πρώτη φορά από το 2008. Για τα τρία έτη 2013, 2014, 2015 καθορίστηκε ένας υποχρεωτικός δείκτης για τα κράτη – μέλη για τα ΑΣ 2,5 στα 20 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ και για μέχρι το 2020 ένας στόχος για περεταίρω μείωση στα 18 $\mu\text{g} / \text{m}^3$. Στη συνέχεια η οδηγία ορίζει ότι το κατώτερο όριο του 50 % της μέσης ετήσιας οριακής τιμής δηλαδή οι συγκεντρώσεις των 20 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ και των 12 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ για ΑΣ10 και ΑΣ2,5 αντίστοιχα δεν πρέπει να υπερβαίνονται περισσότερο πάνω από 35 φορές σε ένα ημερολογιακό έτος.

Επιπλέον για πρώτη φορά η οδηγία αυτή έθεσε τη δυνατότητα χρήσης μοντέλων ποιότητας αέρα ως συμπληρωματικών για την εκτίμηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα. Τέλος, στις 28.8.2015 τέθηκε σε ισχύ η οδηγία 2015/1480/ΕΕ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την τροποποίηση ορισμένων παραρτημάτων των Οδηγιών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου 2004/107/ΕΚ και 2008/50/ΕΚ, που ορίζουν τους κανόνες σχετικά με τις μεθόδους αναφοράς, την επικύρωση των δεδομένων και την τοποθεσία των σημείων δειγματοληψίας για την εκτίμηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα. (<https://www.airquality.dli.mlsi.gov.cy/el/regulations>, <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:EL:PDF>)

Κάθε έτος παρουσιάζεται και δημοσιεύεται έκθεση με τα αποτελέσματα των μετρήσεων ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα σε διάφορες περιοχές της Κύπρου που πραγματοποίησε το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας του Υπουργείου Εργασίας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, ως αρμόδια αρχή για εφαρμογή των περί της Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα Νόμων του 2010 και 2017 (Ν. 77(Ι)/2010 και Ν. 3(Ι)/2017). Στη συνέχεια προβαίνει σε σύγκριση των αποτελεσμάτων του κάθε έτους με παλαιότερα έτη.

2.5.3 Καθορισμός των υπερβάσεων των ανωτάτων και κατωτάτων ορίων εκτίμησης

Οι υπερβάσεις των ανωτέρων και κατωτέρων ορίων εκτίμησης προσδιορίζονται βάσει των συγκεντρώσεων των προηγούμενων πέντε ετών, εφόσον υπάρχουν επαρκή δεδομένα. Υπέρβαση ορίου εκτίμησης τεκμηριώνεται, εάν έχουν σημειωθεί υπερβάσεις τουλάχιστον κατά τρία από τα πέντε τελευταία έτη λαμβανόμενα κεχωρισμένως. Εάν τα διαθέσιμα στοιχεία αφορούν διάστημα μικρότερο της πενταετίας, τα κράτη μέλη μπορούν να συνδυάζουν σύντομες εκστρατείες μετρήσεων κατά τη διάρκεια του έτους και σε τοποθεσίες που είναι πιθανό να αποτελούν τυπικά παραδείγματα ανώτατων επιπέδων ρύπανσης με αποτελέσματα από στοιχεία απογραφών των εκπομπών και

προσομοίωσης για να προσδιορίζουν τις υπερβάσεις των ανωτέρων και κατωτέρων ορίων εκτίμησης.

2.6 Κυπριακή πραγματικότητα

2.6.1 Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των ΑΣ στην Κύπρο

Η Κύπρος βρίσκεται στη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, μια ευαίσθητη περιοχή, ένα νησί που εκτός των εκπομπών ρύπων από τοπικές πηγές επηρεάζεται και από μεταφορές ρύπων από γειτονικές περιοχές όπως η Μέση Ανατολή. Ρύποι μεσαίας και μεγάλης εμβέλειας από φυσικές πηγές όπως ερήμους και θάλασσες καθώς και από ανθρωπογενείς πηγές προς στο νησί της Κύπρου από τις γύρω περιοχές ευνοούνται από τους ανέμους κυρίως του θερινούς μήνες. Παράδειγμα σκόνη από την έρημο Σαχάρα ή το διοξείδιο του θείου με χρόνο ζωής μεγαλύτερης της μίας εβδομάδας είναι δυνατόν να αιωρηθούν προς τη Κύπρο. Η διηπειρωτική μεταφορά των αιωρούμενων σωματιδίων και ρύπων παρατηρείται μέσω δορυφόρων. Οι βορειοδυτικοί άνεμοι στη ανατολική θαλάσσια περιοχή της μεσογείου ευνοεί την ροή τους προς την νήσο της Κύπρου. Επιπρόσθετα σε συνδυασμό με την έντονη ηλιακή ακτινοβολία στο νησί παρατηρούνται υψηλά επίπεδα ρύπων του όζοντος και σωματιδίων. Υπάρχουν ήδη εγκατεστημένοι σταθμοί σε συγκεκριμένα σημεία σε όλες τις πόλεις της ελεύθερης Κύπρου για την καταμέτρηση της ποιότητας του αέρα. Κατά μέσο όρο, $44,0 \pm 9,7\%$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$, $44,3 \pm 9,7\%$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$, $45,9 \pm 13,1\%$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$, $33,9 \pm 12,6\%$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$, $35,5 \pm 11,6\%$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ είναι οι παρατηρούμενες συγκεντρώσεις ΑΣ10 στη Λευκωσία, τη Λάρνακα, τη Λεμεσό, την Πάφο και το Ζύγι αντίστοιχα από ανθρωπογενείς και / ή φυσικές εκπομπές, όπως καύσιμα, καύση βιομάζας, εκπομπές από τη ναυσιπλοΐα (στη Λεμεσό), εκπομπές που σχετίζονται με το αεροδρόμιο (στη Λάρνακα), ανανέωση της σκόνης και αλάτι (σε παράκτιες περιοχές). Επειδή η Λάρνακα και η Λεμεσός είναι παράκτιες περιοχές, είναι ευαίσθητες στις εκπομπές ψεκασμού στη θάλασσα, κάτι που δεν συμβαίνει στην ενδοχώρα της Λευκωσίας. Επιπλέον, η Λευκωσία, αν και δεν έχει μεγάλη ζήτηση για εμπορικούς σκοπούς, στερείται εμπορικών συναλλαγών όπως αυτή που συναντάται στη Λεμεσό (λιμενικές εκπομπές) και στη Λάρνακα (εκπομπές που συνδέονται με το αεροδρόμιο) (Gómez et al, 2017). Οι ετήσιοι μέσοι όροι των επιπέδων ΑΣ10 στις αστικές περιοχές της Κύπρου είναι μεταξύ των υψηλότερων σε σύγκριση με α) την κεντρική και βορειοανατολική Ευρώπη (που κυμαίνεται μεταξύ 20 και 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) και β) τις πόλεις στη δυτική Μεσόγειο (που κυμαίνονται μεταξύ 40 και 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ωστόσο, τα επίπεδα ΑΣ10 των αστικών περιοχών που βρίσκονται ανατολικά της Κύπρου, όπως η Βηρυτό και η Τζέντα, είναι υψηλότερα.

Συγκεκριμένα, οι ετήσιοι μέσοι όροι αστικών ΑΣ10 στην Κύπρο ξεπέρασαν τα επίπεδα των ΑΣ10 που αναφέρθηκαν για δύο από τις πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις στη νοτιοανατολική Ευρώπη, δηλαδή την Αθήνα και την Κωνσταντινούπολη (κυμαίνονται μεταξύ 35 και 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) αλλά είναι χαμηλότερες από εκείνες που αναφέρθηκαν στο Κάιρο που συχνά υπερβαίνουν τα 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Παρατηρείται εποχική μεταβλητότητα με υψηλότερες συγκεντρώσεις ΑΣ10 και ΑΣ2.5 κατά την καλοκαιρινή περίοδο του έτους σε σύγκριση με την χειμερινή περίοδο μέχρι και 50 τις εκατό. Αυτή η συμπεριφορά μπορεί να εξηγηθεί από τις αυξημένες φωτοχημικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού που οδηγούν σε δευτερογενή σχηματισμό αερολύματος, την απουσία καθίζησης, η οποία αυξάνει τη διάρκεια ζωής των σωματιδίων, τους ετήσιους ανέμους που μεταφέρουν αέρια μάζα πλούσια σε ανθρωπογενείς ρύπους από την Τουρκία και σε μικρότερο βαθμό από την Ευρώπη, την ύπαρξη μεγάλων πυρκαγιών και από τη τοπική επαναιώρηση σκόνης που προκαλείται από τις ξηρές κλιματικές συνθήκες και από την διάβρωση από την τοπική καλλιεργήσιμη γη (Achilleos et al, 2014, Sharpley, 2008, Pikridasa et al, 2018 Theophilou et al, 2016).

Παρουσιάζονται περιόδους υψηλών συγκεντρώσεων σε ειδικές περιπτώσεις όπως τα περιστατικά σκόνης. Η σκόνη από τις περιφερειακές μεταφορές από την Ανατολική Ασία και τη Βόρεια Αφρική είναι μακράν η σημαντικότερη φυσική πηγή στην περιοχή που συμβάλλει. Κατά μέσο όρο, η σκόνη είναι υπεύθυνη για το $33,6 \pm 5,2\%$ των ετήσιων επιπέδων ΑΣ10 στη Κύπρο. Η ετήσια μέση τιμή ΑΣ10 θα μειωνόταν στα $20,0 \pm 2,6\mu\text{g}/\text{m}^3$, εάν μόνο μάζες αέρος δυτικής προέλευσης υπήρχαν.

Παρουσιάζεται ξεχωριστή εποχική μεταβλητότητα με υψηλότερες συγκεντρώσεις ΑΣ10 κατά τη ζεστή περίοδο του έτους και ελάχιστο κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το παρατηρούμενο μέγιστο πλάτος γύρω στα 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ οφείλεται στο συνδυασμό ανεμπόδιστων πυρκαγιών και πρώιμων φαινομένων που σημειώθηκαν στο φθινοπωρινό φως και στην αυξημένη μεταφορά μολυσμένων αέριων μαζών από τον βόρειο τομέα κατά τη διάρκεια των Ετήσιων ανέμων. Μέρος της παρατηρούμενης μεταβλητότητας μπορεί επίσης να εξηγηθεί από τοπική επαναιώρηση σκόνης που προκαλείται από διάβρωση από την τοπική καλλιεργήσιμη γη. Περισσότερο από το ήμισυ των καλλιεργήσιμων εκτάσεων της Κύπρου καλλιεργούνται με δημητριακά που τρέφονται με βροχή και καλλιέργειες, οι οποίες φυτεύονται συνήθως τον Νοέμβριο και συλλέγονται τον Απρίλιο του Μαΐου (Achilleos et al, 2014, Sharpley, 2008, Pikridasa et al, 2018 Theophilou et al, 2016).

Ο πληθυσμός όλων των παράκτιων περιοχών (Λεμεσός, Λάρνακα, Πάφος, Αμμόχωστος) αυξάνεται σημαντικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού λόγω του εγχώριου και του διεθνούς τουρισμού, ενισχύοντας έτσι τις ανθρωπογενείς εκπομπές. Επιπλέον οι παράκτιες πόλεις εκτίθενται σε εκπομπές θαλάσσιου άλατος με τους ανέμους να τους βοηθούν (Achilleos et al, 2014, Sharpley, 2008, Pikridasa et al, 2018 Theophilou et al, 2016, Prevenios et al, 2018 Cebe et al, 2018).

Το υπουργείο εργασίας και κοινωνικών ασφαλίσεων της Κύπρου έχει δημιουργήσει κλάδο ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα ο οποίος ελέγχεται από το τμήμα επιθεώρησης εργασίας ώστε σε περίπτωση υπέρβασης του καθορισμένου ορίου να ενημερώνει τους Κύπριους για λόγους προφύλαξης και ιδιαίτερα τις ευάλωτες ομάδες πληθυσμού όπως παιδιά, ηλικιωμένους, άτομα με προβλήματα υγείας κυρίως αναπνευστικά και εργαζόμενους στην ύπαιθρο. Έχει εφαρμόσει ένα δίκτυο από 9 σταθμούς Παγκύπρια οι οποίοι οι 5 είναι οι λεγόμενοι κυκλοφοριακοί σταθμοί, ένας σε κάθε πόλη του νησιού (Λευκωσία, Λεμεσό, Λάρνακα, Πάφο και Παραλίμνι), τοποθετημένοι σε περιοχές με αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση, 2 βιομηχανικούς σε Ζύγι και Μαρί και ένας υποβάθρου στην Αγία Μαρίνα Χρυσοχούς της Πάφου. Οι σταθμοί του δικτύου είναι εξοπλισμένοι με σύγχρονα όργανα στα πρότυπα των αντίστοιχων ευρωπαϊκών δικτύων και μετρούν αυτόματα τους ατμοσφαιρικούς ρύπους όπως το Μονοξείδιο, το Διοξείδιο και τα Οξειδία του Αζώτου (NO , NO_2 , NO_x), το Όζον (O_3), το Διοξείδιο του Θείου (SO_2), το Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO), τα Αιωρούμενα Σωματίδια (ΑΣ), το Βενζόλιο (C_6H_6) και άλλες Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (ΠΟΕ - VOC's) . Λόγω της σημασίας που έχουν οι μετεωρολογικές συνθήκες στη διασπορά των διαφόρων ρύπων στην ατμόσφαιρα, για την καλύτερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων των σταθμών παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα, μετρούνται ταυτόχρονα οι βασικότερες μετεωρολογικές παράμετροι με τη χρήση αυτόματων οργάνων συνεχούς μέτρησης. Παρακολουθούνται οι μετεωρολογικές παράμετροι, όπως είναι: η κατεύθυνση του ανέμου (W/D), η ταχύτητα του ανέμου (W/S), η θερμοκρασία περιβάλλοντος (T), η σχετική υγρασία (R/H), η ατμοσφαιρική πίεση (B/P) και η ηλιακή ακτινοβολία (S/R). Από τις εν λόγω δειγματοληψίες γίνεται ο προσδιορισμός συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων (As, Cd, Ni, Hg, Pd), άλλων μετάλλων (Al, Fe, Cu, Zn, Mn, Ti, Cr, V), ιόντων (Cl^- , Br^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^+) και πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (PAHs) που περιέχονται στη σκόνη.

Έχει δημιουργηθεί ειδική πλατφόρμα που ο κάθε πολίτης έχει την ευχέρεια να παρακολουθήσει μέσω του διαδικτύου από την ιστοσελίδα ή την ανάλογη εφαρμογή τις συγκεντρώσεις των ρύπων από αυτούς τους 9 σταθμούς. Υπάρχει ανανέωση των δεδομένων κάθε μία ώρα ενώ εκτός από το διαδίκτυο υπάρχουν και οθόνες στα δημαρχεία, μια οδική φωτιζόμενη ψηφιακή πινακίδα στη Λευκωσία που ενημερώνουν. Επίσης γίνεται σχετική αναφορά και από τα κεντρικά δελτία ειδήσεων (www.airquality.gov.cy).

Η Κύπρος υπερβαίνει σε όλες τις πόλεις την ετήσια οριακή τιμή και τις 35 ημερήσιες υπερβάσεις που δικαιούνται. Έχει καθοριστεί σχέδιο δράσης για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα από το 2008 αλλά τα αποτελέσματα είναι απογοητευτικά.



ΕΙΚΟΝΑ 2.1: Κυκλοφοριακός σταθμός μέτρησης ποιότητας αέρα στη Λεμεσό (www.airquality.gov.cy)



ΧΑΡΤΗΣ 2.1: Σταθμοί παρακολούθησης ποιότητας αέρα στην Κύπρο (www.airquality.gov.cy)

2.6.2 Νομοθετικό πλαίσιο για την ποιότητα αέρα στην Κύπρο

Οι οδηγίες της ευρωπαϊκής ένωσης 2004/107/EK, 2008/50/EK και 2015/1480/EE διαμόρφωσαν τους νόμους και τους κανονισμούς περί της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα στη Κυπριακή Δημοκρατία. Οι νόμοι του 2010 και 2017 (Ν. 77(I)/2010 και Ν. 3(I)/2017) μαζί με τους κανονισμούς Κ.Δ.Π. 111/2010, Κ.Δ.Π. 37/2017 και Κ.Δ.Π. 38/2017 είναι πλήρεις εναρμονισμένοι με τις προαναφερθείσες οδηγίες σχετικά με θέματα ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα. Ο νόμος 77(I)/2010 είναι απλούστερος και ευκολότερος στην εφαρμογή του, χωρίς τις τροποποιήσεις που συνόδευαν τον νόμο 188(I)/2002, ενώ οι σειρές κανονισμών που καθορίζουν τους ρύπους ενδιαφέροντος και τα σχετικά όρια ποιότητας αέρα είναι τώρα μόνο δύο από τέσσερις που ήταν στο παρελθόν (www.airquality.gov.cy).

Σκοπός του νόμου είναι ο προσδιορισμός και καθορισμός των στόχων για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, η εκτίμηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα στη Κυπριακή Δημοκρατία βάσει κοινών μεθόδων και κριτηρίων κοινά αποδεκτών στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η συγκέντρωση των κατάλληλων πληροφοριών για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, η ενημέρωση του κοινού για την κατάσταση της ποιότητας αέρα (π.χ. μέσω μέσων μαζικής επικοινωνίας) και η διατήρηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα εκεί όπου είναι καλή και η βελτίωση της όπου απαιτείται. Επιπρόσθετα ενθαρρύνει την προαγωγή της συνεργασίας μεταξύ των κρατών-μελών της Ε.Ε. σε ό,τι αφορά τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (π.χ. Διαμεθοριακή σύμβαση αρχικά το 1979 και ανανεώθηκε το 2004).

Ο νόμος περιλαμβάνει ειδικές πρόνοιες για την εκτίμηση και διαχείριση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και ειδικότερα για τον καθορισμό οριακών τιμών και ορίων συναγεμμού για τους κυριότερους ρύπους της ατμόσφαιρας, την παρακολούθηση με συστηματικές μετρήσεις της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα, τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται σε περιπτώσεις υπέρβασης των οριακών τιμών και των ορίων συναγεμμού, την κατάρτιση καταλόγων διαφόρων ζωνών και οικισμών ανάλογα με το βαθμό ρύπανσης της ατμόσφαιρας και την ενημέρωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και του κοινού για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Στο πλαίσιο αυτής της νομοθεσίας έχει καθοριστεί ότι η Κύπρος αποτελεί μια ενιαία ζώνη για όλους τους ρύπους.

Έχει δημιουργηθεί μια τεχνική επιτροπή η οποία είναι υπεύθυνη για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και στην οποία συμμετέχουν το Υπουργείο Εργασίας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, το Υπουργείο Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, το Υπουργείο Υγείας, το Υπουργείο Εσωτερικών, το Υπουργείο

Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, το Υπουργείο Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων, το Επιστημονικό και Τεχνικό Επιμελητήριο Κύπρου, και η Ομοσπονδία Περιβαλλοντικών Οργανώσεων Κύπρου. Το κάθε υπουργείο και οργανισμός αντιπροσωπεύονται από ένα εκπρόσωπο (www.airquality.gov.cy).

Όσον αφορά πιο συγκεκριμένα τα ΑΣ ισχύουν αυτά που αναγράφονται στην ευρωπαϊκή οδηγία 2008/50/ΕΚ και ισχύουν και τα αναγραφόμενα όρια της για τα ΑΣ10 και ΑΣ2,5 που αναφερθήκαν προηγουμένως. Μέχρι 500000 κατοίκους σε μία πόλη η οικισμό πρέπει να υπάρχει ένας τουλάχιστον σταθμός μέτρησης ποιότητας του αέρα. Επιπλέον, ο κλάδος ποιότητας αέρα του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας διαχειρίζεται το εθνικό εργαστήριο αναφοράς το οποίο είναι υπεύθυνο για την ποιότητα των αποτελεσμάτων των μετρήσεων του ατμοσφαιρικού αέρα από το δίκτυο των 14 σταθμών παρακολούθησης. Το εργαστήριο αναφοράς καθώς και οι σταθμοί του δικτύου παρακολούθησης ποιότητας αέρα διαπιστεύθηκαν από τον Κυπριακό Οργανισμό Προώθησης Ποιότητας (ΚΟΠΠ) σύμφωνα με το πρότυπο CYS EN ISO/IEC 17025:2005 από τις 6.6.2013 για διάρκεια τεσσάρων ετών. Η εν λόγω διαπίστευση αφορά τις πρότυπες μεθόδους προσδιορισμού οξειδίων του αζώτου, διοξειδίου του θείου, όζοντος, μονοξειδίου του άνθρακα, βενζολίου και αιωρούμενων σωματιδίων. Ο ΚΟΠΠ επιτηρεί σε ετήσια βάση την συμμόρφωση του εργαστηρίου με τις απαιτήσεις των προτύπων του πεδίου διαπίστευσης του.

2.6.3 Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ποιότητα του Αέρα

Το υπουργείο Εργασίας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων ετοίμασε εθνικό σχέδιο δράσης για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στην Κύπρο, το οποίο εγκρίθηκε από το υπουργικό Συμβούλιο το Φεβρουάριο 2008 και στη συνέχεια υποβλήθηκε στην επιτροπή της ΕΕ. (www.airquality.gov.cy).

Η υλοποίηση του σχεδίου δράσης παρακολουθείται στενά από το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, σε συνεργασία με άλλα έξι συναρμόδια Υπουργεία (Υπουργείο Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων, Υπουργείο Εσωτερικών, Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού, Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Υπουργείο Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος και Υπουργείο Υγείας), την Τοπική Αυτοδιοίκηση, την Ομοσπονδία Περιβαλλοντικών και Οικολογικών Οργανώσεων, το Επιστημονικό και Τεχνικό Επιμελητήριο Κύπρου (ΕΤΕΚ) και άλλους φορείς που συμμετέχουν στην προβλεπόμενη από τη σχετική νομοθεσία Συμβουλευτική Τεχνική Επιτροπή.

Το συγκεκριμένο σχέδιο δράσης περιλαμβάνει εθνικά, περιφερειακά και τοπικά μέτρα που στόχο έχουν τη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα και ως εκ τούτου τη βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα. Μερικά από τα πιο σημαντικά μέτρα που περιλαμβάνει το εθνικό σχέδιο δράσης είναι:

- 1) Περιοδικός έλεγχος καυσαερίων οχημάτων.
- 2) Βελτιωμένο σύστημα πληροφόρησης λειτουργίας λεωφορείων και εφαρμογή συστήματος έκδοσης και ακύρωσης εισιτηρίων.
- 3) Ανάθεση συμβάσεων στις υφιστάμενες εταιρείες λεωφορείων και ανανέωση του στόλου των λεωφορείων.
- 4) Προώθηση της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για επίτευξη του εθνικού στόχου για συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική χρήση ενέργειας κατά 13% μέχρι το 2020.
- 5) Εξασφάλιση και χρησιμοποίηση φυσικού αερίου για τις ανάγκες του ενεργειακού τομέα την επόμενη πενταετία.
- 6) Χρήση βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές.
- 7) Ετοιμασία ολοκληρωμένων σχεδίων για την κινητικότητα σε όλες τις αστικές περιοχές.
- 8) Εγκατάσταση αντιρρυπαντικών συστημάτων στις νέες μονάδες των ηλεκτροπαραγωγών σταθμών για τήρηση των οριακών τιμών εκπομπής που καθορίζονται στη σχετική ευρωπαϊκή οδηγία 2010/75/EK (Industrial Emissions Directive).
- 9) Τερματισμός χρήσης και αποκατάσταση Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΑΔΑ) καθώς και κατασκευή Μονάδων Ολοκληρωμένων Εγκαταστάσεων Διαχείρισης Αποβλήτων (ΟΕΔΑ) και διαμετακομιστικών σταθμών.
- 10) Τοπικά μέτρα όπως είναι η επέκταση δικτύου πεζοδρομίων, πεζόδρομων και ποδηλατοδρόμων, η επίστρωση ακάλυπτων χώρων στάθμευσης, η αγορά σύγχρονου μηχανικού εξοπλισμού για τον οδοκαθαρισμό των πόλεων και η δημιουργία και εφαρμογή προγράμματος μεταφοράς μαθητών από και προς τα σχολεία σε περιοχές των Δήμων.

2.7 Συμπεράσματα

Τα ΑΣ αποτελούν μέρος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της Μεσογείου. Παράλληλα, με το πέρασμα του χρόνου, η παρουσία τους έχει διαφοροποιηθεί, από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις στη Μεσόγειο, καθιστώντας περίπλοκη σήμερα την κατανόηση τους.

Παρόλο που τα περιστατικά ρύπανσης από ΑΣ μπορεί να εξαρτώνται από τις φυσικές πηγές και μετεωρολογικές συνθήκες, αυτά δεν είναι απαραίτητως τα μόνα που μπορούν να οδηγήσουν σε εκδήλωση τους. Ανθρωπογενείς λόγοι διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο σε σχέση και με τον αριθμό των περιστατικών. Τα περιστατικά αναμένεται να αυξηθούν και η εποχή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ΑΣ είναι πολύ πιθανό να επεκταθεί και να αυξηθεί με σοβαρότητα. Σύμφωνα με τα παραπάνω παράγεται το συμπέρασμα, ότι για την εξάλειψη των δυσμενών συνεπειών των ΑΣ, πρέπει να δοθεί έμφαση στον εντοπισμό έντονων συγκεντρώσεων τους και στη λήψη προληπτικών μέτρων για την άρση των αιτίων που άμεσα ή έμμεσα τα προκαλούν, καθώς και για την αποτελεσματική καταστολή τους. Όσον αφορά την πρόληψη απαιτείται πλήρης βάση πληροφοριών, προκειμένου να γίνει ολοκληρωμένος σχεδιασμός.

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

3.1 Σκοπός – Στόχοι

Στόχος είναι ο προσδιορισμός των περιστατικών και των πηγών για ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 στην περιοχή του παραλιακού της Λεμεσού. Να εντοπιστούν συγκεντρώσεις που να προκαλούν ή να υπάρχει πιθανότητα να προκαλέσουν βλαβερές συνέπειες στη ζωή των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών ή να παρεμποδίζουν την ζωή των πολιτών της Λεμεσού για συγκεκριμένη χρονική διάρκεια που μπορεί να οριστεί από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι ολόκληρη τη ζωή του.

3.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Ποιες πηγές μόλυνσης/ρύπανσης ΑΣ συναντάμε στα παράλια της πόλης (π.χ. καυσαέρια, χημικά, μικροπλαστικά, σκόνη); Από που προέρχονται (π.χ. οικοδομές, παραλίες, μαρίνα, εργοστάσια, εμπορικά και αλιευτικά πλεούμενα, δρόμους και οχήματα, το λιμάνι); Πόσο ανιχνεύσιμες είναι; Πως μπορούμε να τις ανιχνεύσουμε (με ποια ερευνητικά εργαλεία); Πόσο διαρκούν και μέχρι που μπορούν να επεκταθούν; Πως επηρεάζουν τα χερσαία, ατμοσφαιρικά, θαλάσσια παράλια; Πώς επηρεάζουν βιολογικούς ζωντανούς οργανισμούς (π.χ. άνθρωπο, θαλάσσια είδη, φυτά); Ποιά η υφιστάμενη αντιμετώπιση τους; Πως μπορούν να αντιμετωπιστούν στο μέλλον; Ποιός ο κοινωνικός και ο οικονομικός αντίκτυπος των περιστατικών μόλυνσης/ρύπανσης στα παράλια της πόλης; Ποιος ο ρόλος της κλιματικής αλλαγής;

3.3 Σχεδιασμός και ανάλυση μεθοδολογικής προσέγγισης - Διαδικασία επιλογής περιστατικών ρύπανσης - Περιγραφή της διαδικασίας συλλογής δεδομένων (δειγματοληψία στο πεδίο)

Αρχικά προηγείται η βιβλιογραφική ανασκόπηση γύρω από το θέμα και πιο εκτεταμένα στην περιοχή της Μεσογείου, την Ελλάδα και Κύπρο. Έγινε μελέτη υφιστάμενων ερευνών με εξαγωγή συμπερασμάτων που θα βοηθήσουν. Η υπαίθρια ερεύνα με χρήση φωτογραφικής μηχανής ή κάμερας και πειραματική δειγματοληψία (μετρήσεις) μέσω ανιχνευτή μικροσωματιδίων (DustTrack) χρησιμοποιούνται σαν εργαλεία.

Η πραγματική επίπτωση στην ποιότητα του αέρα αξιολογήθηκε με τη μορφή υπερβάσεων των οριακών τιμών για τα ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1. Ένα περιστατικό λαμβάνεται κυρίως υπόψη όταν ο μετρητής καταγράφει ενδιαφέρουσες τιμές και μέσο όρο συγκεντρώσεων που υπερβαίνουν τα όρια που καθορίζονται από την νομοθεσία και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Όσο πιο ψηλές είναι οι τιμές τόσο πιο ενδιαφέρον και συνάμα επικίνδυνο χαρακτηρίζεται ένα περιστατικό. Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για τον εντοπισμό και την επικινδυνότητα ενός περιστατικού είναι:

- 1) Η υπέρβαση του μέσου όρου των συγκεντρώσεων σε σχέση με τα επιτρεπτά όρια. Οι τιμές αθροίζονται και διαιρούνται με τον αριθμό μετρήσεων για να καταλήξουν σε μια μέση τιμή.
- 2) Η τοποθεσία του περιστατικού. Ένα σημείο έχει περισσότερη βαρύτητα όταν βρίσκεται κοντά σε πηγές ρύπανσης ΑΣ (π.χ. μια βιομηχανία με ρυπογόνες εκπομπές ΑΣ, χωματόδρομος). Επιπρόσθετα σημαντικότατο έχει εάν ο τόπος έχει αυξημένη ανθρώπινη ύπαρξη. Μια κατοικημένη περιοχή, μια τουριστική περιοχή, ένα σχολείο, ένας εμπορικός δρόμος, ένας πεζόδρομος ή μια παραλία υποδεικνύουν συχνή και έντονη παρουσία ανθρώπινης ζωής. Εξίσου σημαντικό είναι και παρουσία φυσικών οικοσυστημάτων όπως της θαλάσσιας περιοχής που μπορούν να επηρεαστούν όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί (π.χ. ζώα, φυτά που τα απαρτίζουν).

- 3) Η χρονική στιγμή που διαδραματίζεται ένα περιστατικό. Η εποχή, ο μήνας, η ημέρα, η ώρα μπορούν να καθορίσουν ένα περιστατικό. Για να πετύχεις ένα περιστατικό παίζει συχνά ρόλο να το καταμετρήσεις την κατάλληλη στιγμή στις κατάλληλες συνθήκες. Παράδειγμα την ώρα που δουλεύει ένα εργοστάσιο, την ώρα που έχει έντονη κυκλοφοριακή κίνηση, η παρουσία χρονικών περιόδων με περιστατικά σκόνης ή κίνησης σε μια παραλία με χωματόδρομο. Πιο σπάνιες εκδηλώσεις ρύπανσης είναι παράδειγμα η ύπαρξης μιας εκδήλωσης με καπνό ή φωτιά (π.χ. Τσικνοπέμπτη, πυρκαγιά).
- 4) Τέλος οι καιρικές συνθήκες που λαμβάνουν χώρα σε ένα περιστατικό όπως η ύπαρξη βροχής, έντονης ηλιοφάνειας, δυνατού ανέμου.

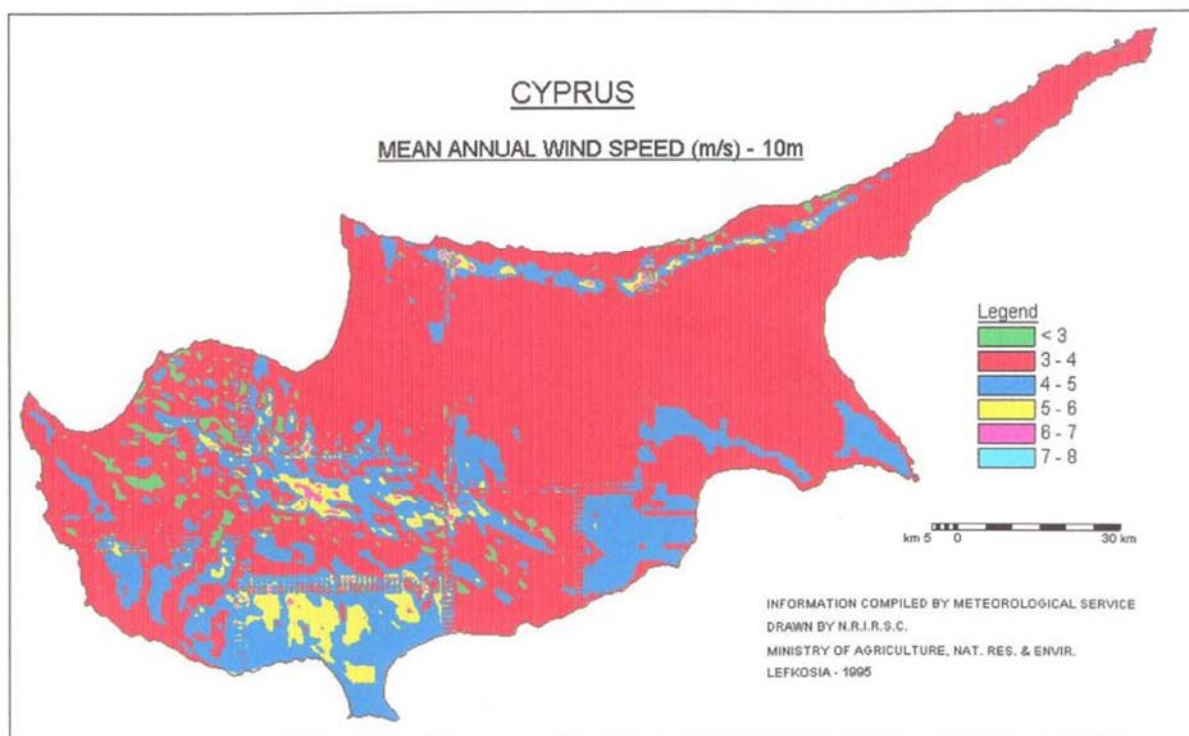
3.4 Περιγραφή της περιοχής μελέτης

Η Κύπρος είναι ένα ημικατεχόμενο νησί που το βόρειο μέρος της καταλήφθηκε από τους Τούρκους το 1974. Η Κυπριακή Δημοκρατία απαρτίζεται από τέσσερις μεγάλες πόλεις στο νότιο μέρος. Την πρωτεύουσα Λευκωσία (400.000 κάτοικοι), Λεμεσός (235.000 κάτοικοι), Λάρνακα (140.000 κάτοικοι) και Πάφος (66.000 κάτοικοι). Εκτός από τη Λευκωσία που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο ορεινά συγκροτήματα, του Τροόδους (1850μ.) στα νοτιοδυτικά και το Πενταδάκτυλο (1020μ.) στα βορειοανατολικά, όλες οι άλλες μεγάλες πόλεις είναι παράκτιες. Η Λεμεσός φιλοξενεί το μεγαλύτερο ναυτιλιακό λιμάνι του νησιού και τη Λάρνακα το πιο πολυσύχναστο αεροδρόμιο. Οι αποστάσεις δυτικά προς ανατολικά και βόρεια προς νότο στην Κυπριακή Δημοκρατία είναι 250χλμ και 80χλμ αντίστοιχα (Kirkos et al, 2017).

Οι άνεμοι πάνω από το νησί είναι αρκετά μεταβλητοί σε ισχύ (Χάρτης 3.1) και κατεύθυνση και επηρεάζονται από: α) την πίεση πάνω από τη νοτιοδυτική Ασία το καλοκαίρι, β) τους αντικυκλώνες που κινούνται προς τα ανατολικά από την Ευρασία και τη χαμηλή πίεση της βόρεια Αφρικής το χειμώνα γ) την τοπογραφία που κυριαρχείται από τις δύο ορεινές περιοχές και την κεντρική πεδιάδα της Μεσαορίας, και δ) την θαλάσσια και χερσαία αύρα.

Το καλοκαίρι είναι πιο δροσερό στην ακτογραμμή και πιο υγρό από το εσωτερικό. Οι επικρατούσες κατευθύνσεις ανέμου είναι δυτικές και νοτιοδυτικές σε Λεμεσό, Λευκωσία και Λάρνακα και βορειοδυτικές σε Πάφο. Οι νότιοι ή νοτιοδυτικοί άνεμοι είναι πιο

συνηθισμένοι κατά τη διάρκεια της ημέρας και οι βορειοδυτικοί ή βορειοανατολικοί άνεμοι κατά τη διάρκεια της νύχτας (Achilleos et al, 2016).

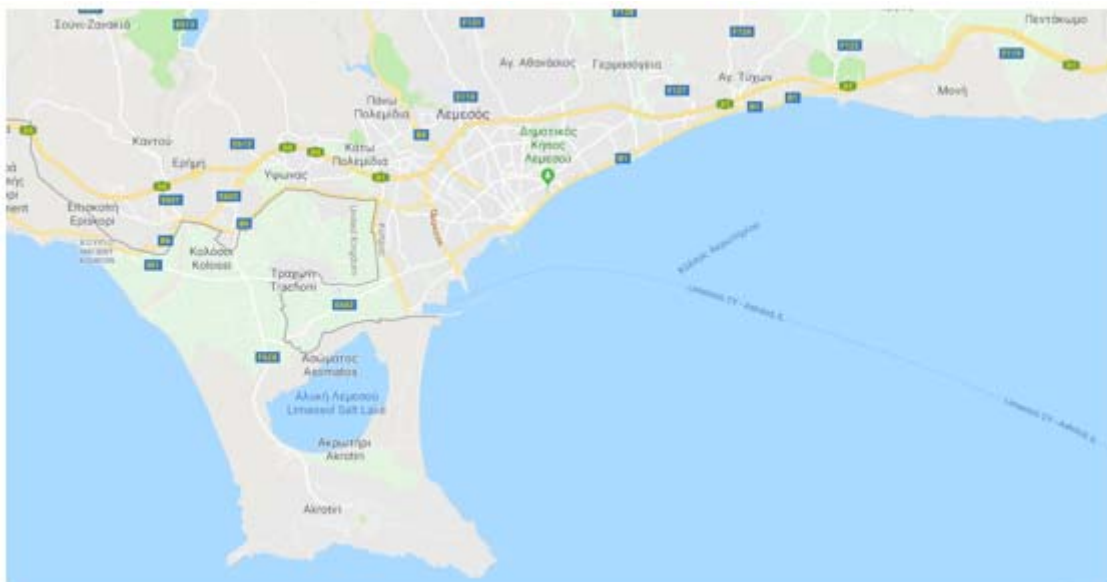


ΧΑΡΤΗΣ 3.1: Μέσες ετήσιες ταχύτητες ανέμων για Κύπρο (moa.gov.cy)

3.4.1 Η πόλη της Λεμεσού

Η Λεμεσός όπως προαναφέρθηκε είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Κύπρου και βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της Ευρώπης. Ο πληθυσμός της ανέρχεται κοντά στους 235.000 κατοίκους. Είναι χτισμένη αμφιθεατρικά πάνω στο Κόλπο Ακρωτηρίου, μεταξύ δύο αρχαίων πόλεων: της Αμαθούντας στα ανατολικά, και του Κουρίου στα δυτικά ενώ απλώνεται με μικρότερα χωριά προς την οροσειρά του Τροόδους. Στη Λεμεσό βρίσκεται το μεγαλύτερο λιμάνι του νησιού κι ένα από τα μεγαλύτερα της Ανατολικής Μεσογείου. Η πόλη εξαπλώνεται με αμμώδεις παραλίες κατά μήκος του παραλιακού της μετώπου. Το παλαιότερο κομμάτι της έχει διατηρηθεί ως το ιστορικό κέντρο, που ξεκινά από το παλιό λιμάνι και απλώνεται με πεζόδρομους ανατολικότερα στην περιοχή του Μόλου και στη συνέχεια κατά μήκος της παραλίας. Ο πυρήνας αυτού του ιστορικού κέντρου είναι το κάστρο της Λεμεσού. Ο τουρισμός, ο πολιτισμός, η ιστορία της, ο κόσμος της παράλληλα με τις ευκαιρίες που έχει κάποιος πολίτης της την αναδεικνύουν ως μια από τις ομορφότερες πόλεις της Μεσογείου για να ζήσει κανείς. Με μια πληθώρα παραλιών και πολυτελών ξενοδοχείων, η Λεμεσός μετατράπηκε σε σημαντικό τουριστικό κέντρο ενώ επιπλέον μπορεί να θεωρηθεί ως και βιομηχανικό κέντρο με μεγάλο αριθμό

βιομηχανικών μονάδων και βιοτεχνιών να λειτουργούν σε αυτή. Έχει γίνει το μεγαλύτερο κέντρο ναυτιλιακής διαχείρισης στην Ευρώπη λόγω λιμανιού αλλά και της μαρίνας και του καρνάγιου, με περισσότερες από 60 ναυτιλιακές εταιρείες που διαθέτουν γραφεία στην πόλη, λόγω και του ευνοϊκού φορολογικού συστήματος της Κύπρου. Υπάρχει ένας μεγάλος δημοτικός κήπος ο οποίος διαθέτει ένα μικρό ζωολογικό κήπο. Σε αυτόν τον κήπο διεξάγεται κάθε Σεπτέμβριο η γιορτή του κρασιού που μαζί με το Καρναβάλι κάθε χρόνο αποτελούν πόλος έλξης τόσο για τους πολίτες όσο και για τουρίστες. Η ύπαρξη υδροβιότοπων παρατηρείται στην περιοχή Ακρωτηρίου με την Αλυκή Λεμεσού δίπλα από την μακρά παραλία του Lady's mile, η οποία είναι ζώνη ειδικής προστασίας λόγω της σημαντικότητας των υδροβιότοπων καθώς και της βιοποικιλότητας του νησιού. Το Δεκέμβριο του 2003 ιδρύθηκε το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου άλλως ΤΕΠΑΚ αλλάζοντας ριζικά τον εκπαιδευτικό αλλά και την νεανική ζωή της πόλης. Πολλά καφεστιατόρια, καταστήματα, εμπορικά κέντρα και μπαρ απαρτίζουν το κέντρο και το παραλιακό μέτωπο της πόλης. Τα τελευταία χρόνια η Λεμεσός γνωρίζει μεγάλη ανάπτυξη (κυρίως στον οικονομικό και οικοδομικό τομέα) και αστικοποίηση κυρίως στο παραλιακό της μέτωπο λόγω πολιτικών πρωτοβουλιών. Η κάθοδος των ευρωπαϊών πολιτών και ξένων (κυρίως Ρώσων υπηκόων) την έκαναν πολυπολιτισμική. Πολλοί ξένοι εκμεταλλεύτηκαν την πολιτική της απόκτησης της Κυπριακής και συνάμα της ευρωπαϊκής ταυτότητας με την προϋπόθεση μιας σημαντικής επένδυσης τους στη πόλη. Υπάρχει ένας οικοδομικός οργανισμός ως προς την ανάπτυξη ψηλών κτηρίων επενδύοντας σε αυτά κυρίως ξένοι, δίνοντας παράλληλα και δουλεία στους ντόπιους. Μεγάλες επενδύσεις όπως η Μαρίνα και το μεγαλύτερο καζίνο στην Ευρώπη της δίνουν μια διαφορετική αίγλη. Η ανάπτυξη της πόλης διακόπτεται από τις Βρετανικές Στρατιωτικές Βάσεις στα δυτικά, στην περιοχή του Ακρωτηρίου. Ωστόσο αυτή η ανάπτυξη έχει και αρνητικές συνέπειες με την αλλοίωση του οικοδομικού και αστικού ιστού. Προκαλείται μεγαλύτερο χάσμα των αστικών τάξεων καθώς οι πλούσιοι γίνονται πλουσιότεροι και οι φτωχοί φτωχότεροι ενώ παρουσιάζεται και πρόβλημα στέγασης λόγω αύξησης ενοικιαγοράς μιας στέγης με το φαινόμενο των αστέγων να έχει αυξητική τάση. (<https://eia.moa.gov.cy/public/eiaview.html?no=2460>)

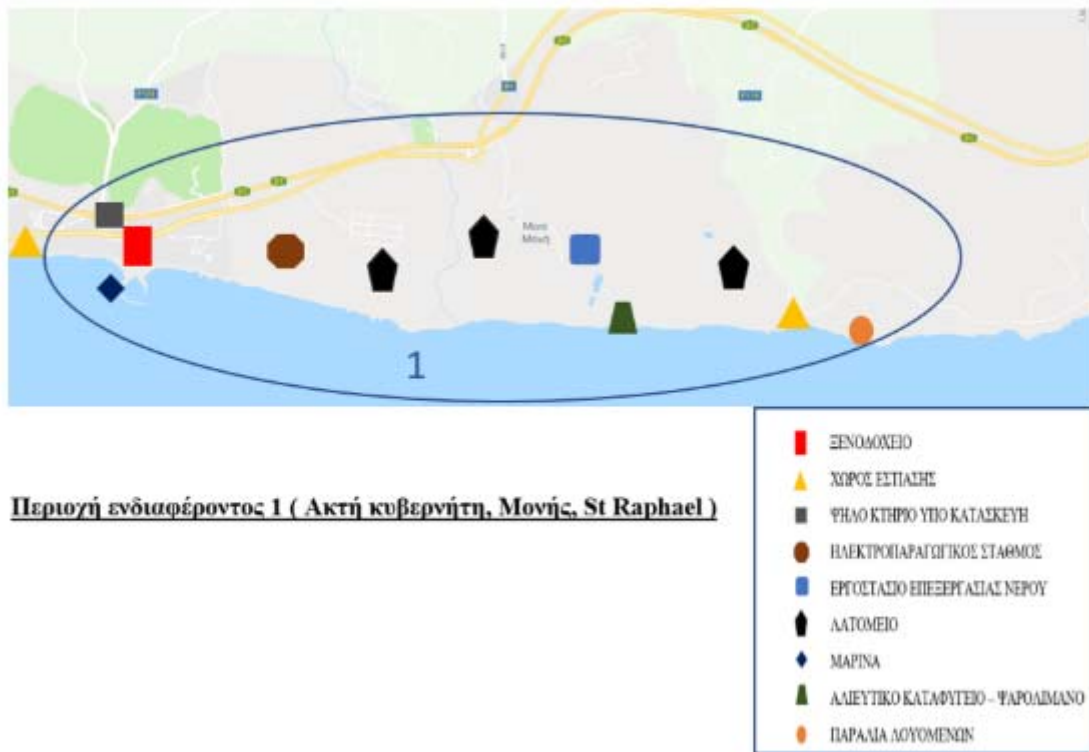


ΧΑΡΤΗΣ 3.2: Παραλιακό μέτωπο Λεμεσού (<https://maps.google.com>)

3.5 Περιοχές ενδιαφέροντος

Παρακάτω έχουμε τη δημιουργία χαρτών που συνθέτουν όλο το παραλιακό μέτωπο της περιοχής της Λεμεσού με χωροθέτηση των σημαντικότερων φυσικών και κατασκευαστικών χώρων που δίνουν το στίγμα του μετώπου που ενδιαφέρει. Για τον κάθε χάρτη δημιουργείται σχετικό υπόμνημα. Ξεκινώντας από ανατολικά και προχωρώντας δυτικά παρουσιάζονται τέσσερις χάρτες με επτά περιοχές ενδιαφέροντος :

- 1) Ακτή Κυβερνήτη – Μονή – St Raphael (Χάρτης 3.3)
- 2) Αμαθούντα – Γερμασόγεια (Χάρτης 3.4)
- 3) Ζωολογικός κήπος (Χάρτης 3.5)
- 4) ΤΕΠΑΚ - Μόλος - Κάστρο – Μαρίνα – Καρνάγιο (Χάρτης 3.5)
- 5) Λιμάνι – Mall (Χάρτης 3.5)
- 6) Ακρωτήριο – Lady’s mile (Χάρτης 3.6)
- 7) Επισκοπή – Κούριο (Χάρτης 3.6)



ΧΑΡΤΗΣ 3.3: Περιοχή ενδιαφέροντος 1 (<https://maps.google.com>)

Η περιοχή (ΧΑΡΤΗΣ 3.3) ξεκινά από ανατολικά με την παραλιακή περιοχή της ακτής του Κυβερνήτη με τις όμορφες παραλίες της και τα εστιατόρια. Στο ενδιάμεσο ξεκινώντας από την ακτή Κυβερνήτη μέχρι εκεί που βρίσκεται το ξεκίνημα της τουριστικής περιοχής με τα πρώτα ξενοδοχεία, η περιοχή είναι μη κατοικήσιμη με αποτέλεσμα να προσφέρεται για βαριές βιομηχανικές αστικές αναπτύξεις. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι τα λατομεία της τα οποία έφεραν και τα τσιμεντοποιεία. Περαιτέρω συναντάται ο παλιός ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός της Μονής ο οποίος υπολειτουργεί με αποτέλεσμα να δουλεύει σε ώρες ανάγκης (π.χ. μέρες του καλοκαιριού λόγω υψηλής ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος). Δεν ήταν εφικτό η μέτρηση συγκεντρώσεων από τον ηλεκτροπαραγωγικό σταθμό λόγω της μη λειτουργίας του. Επιπλέον η περιοχή προσφέρθηκε για την κατασκευή ενός αλιευτικού καταφυγίου για τους ψαράδες της Λεμεσού και για ένα εργοστάσιο επεξεργασίας νερού. Βορίως υπάρχει ο περιφερειακός παλιός δρόμος Λευκωσίας - Λεμεσού κάτω από τον νέο αυτοκινητόδρομο. Βόρεια του αυτοκινητόδρομου συναντάται το χωριό Μονή. Τα τσιμεντοποιεία έχουν έντονη δράση στη περιοχή με αποτέλεσμα να εντοπιστεί και καταγραφή περιστατικού ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ΑΣ.



ΧΑΡΤΗΣ 3.4: Περιοχή ενδιαφέροντος 2 (<https://maps.google.com>)

Χαρακτηρίζεται ως η τουριστική περιοχή της Γερμασόγειας (ΧΑΡΤΗΣ 3.4) και των ξενοδοχείων ενώ παρατηρείται οικοδομικός οργασμός με την κατασκευή ψηλών κτιρίων και νέων ξενοδοχείων που έρχονται στο άμεσο μέλλον. Εκτείνεται από τα ανατολικά με τον αρχαιολογικό χώρο της Αμαθούντας μέχρι το φημισμένο πράσινο χώρο και παραλία του «Δασούδι». Καταλύματα όλων των ειδών από πεντάστερα ξενοδοχεία διεθνούς φήμης και υπερπολυτελέστατες βίλες μέχρι παλιά διαμερίσματα βρίσκονται κατά μήκος της θάλασσας, είτε χτισμένα λίγα μέτρα από τις παραλίες και την άμμο είτε στην απέναντι πλευρά του παραλιακού δρόμου. Δημόσιες παραλίες αλλά και ιδιωτικές λόγω πολυτελών ξενοδοχείων που εξαγοράζουν χώρο κατακλύζονται από ντόπιους και τουρίστες τους καλοκαιρινούς μήνες ενώ στις υπόλοιπες εποχές παρατηρείται έντονη κίνηση από κόσμο στους παραλιακούς πεζόδρομους, στα ξενοδοχεία, στα καφεστιατόρια και μπαρ. Ο γνωστός ποταμός της Γερμασόγειας διασχίζει την περιοχή με τελική εκροή στη θάλασσα. Ο παραλιακός δρόμος σφύζει από κυκλοφοριακή κίνηση η οποία ξεκινά από Αμαθούντα μέχρι την Μαρίνα και το παλιό λιμάνι και ακολούθως στην Φραγκλίνου Ρούσβελτ. Η περιοχή 2 (ΧΑΡΤΗΣ 3.4) ακολουθείται μέσω του παραλιακού δρόμου στις περιοχές 3,4 και 5 (ΧΑΡΤΗΣ 3.5).



ΧΑΡΤΗΣ 3.5: Περιοχή ενδιαφέροντος 3,4 και 5 (<https://maps.google.com>)

Οι τρεις περιοχές αυτές (ΧΑΡΤΗΣ 3.5) αν και μπορούσαν να επισημανθούν σαν μία καταδεικνύεται η σημασία της κάθε μίας λόγω σημαντικών σημείων αναφοράς. Η περιοχή 3 έχει ως σημείο αναφοράς το ζωολογικό κήπο ενώ εμπεριέχει και μέρος του πεζόδρομου του μόλου. Έχει την γνωστή επονομαζόμενη παραλία της «Ακτής Ολυμπίων» η οποία εκτείνεται από την περιοχή εναερίου μέχρι τον μόλο παράλληλα του παραλιακού δρόμου με χιλιάδες λουόμενους τον χρόνο. Η περιοχή ενδιαφέροντος 4 είναι το κέντρο της πόλης της Λεμεσού με τα χαρακτηριστικά σημεία αναφοράς του μεσαιωνικού κάστρου, του παλιού λιμανιού, της μαρίνας και του καρνάγιου, του μόλου και του ΤΕΠΑΚ. Σημεία αναφοράς μπορούν επίσης να θεωρηθούν ο εμπορικός δρόμος της Ανεξαρτησίας και οι πλατείες Σαριπόλου και Ηρώων που μετά την εποχή εγκαθίδρυσης του ΤΕΠΑΚ πήραν απρόσμενη ανάπτυξη και κίνηση από φοιτητές και κόσμο. Ο παραλιακός πεζόδρομος ο οποίος ξεκινά από μαρίνα και μόλο καταλήγει εναέριο κατά μήκος και πλησίον της θάλασσας με τον κόσμο να τον κατακλύζει καθημερινά για περπάτημα,

ποδηλασία, δραστηριότητες με πατίνια όλες τις εποχές του χρόνου. Πλήθος καφεστιατορίων και καταστημάτων συναντώνται καταμήκος του παραλιακού, στη μαρίνα και το παλιό λιμάνι και στις πλατείες. Η κυκλοφοριακή κίνηση είναι καθημερινό φαινόμενο στον παραλιακό δρόμο και τους κάθετους του. Στη μαρίνα παρουσιάζεται μια συνεχής ανάπτυξη με την ύπαρξη οικοδομών και ψηλών κτιρίων ακόμη και χτίζοντας πάνω στη θάλασσα. Σαν συνεπακόλουθο έχουν καταγραφεί επιτυχώς περιστατικά ρύπανσης στη πλατεία Σαριπόλου την Τσικνοπέμπτη, σε εργοτάξιο ψηλού κτηρίου της μαρίνας, στο παραλιακό δρόμο λόγω κυκλοφοριακής κίνησης. Μια ωραία στιγμή ήταν η καταγραφή μετρήσεων στο πεζόδρομο του μόλου μετά από βροχή. Στο παραλιακό δρόμο συναντώνται πολυκατοικίες με διαμερίσματα να κατοικούνται ενώ πίσω από τη σκιά των ψηλών οικοδομών βρίσκονται αρκετές οικίες μόνιμων κατοίκων κυρίως εγκατεστημένοι χρόνια στη περιοχή πριν το οικοδομικό μπουμ. Προχωρώντας προς τις δυτικές κατοικήσιμες συνοικίες της Λεμεσού και τη περιοχή 5 συναντάται μια βιομηχανική ζώνη με παλιά και νέα εργοστάσια, με το καρνάγιο και στο τέλος το μοναδικό εμπορικό λιμάνι της Κύπρου το οποίο θα συνενωθεί με δρόμο ο οποίος βρίσκεται υπό κατασκευή και θα ενώνει το λιμάνι μέσω του καρνάγιου με το παλιό λιμάνι. Σήμερα φθάνεις δυτικά μέσω της λεωφόρου Φραγκλίνου Ρούσβελτ την οποία διασχίζει και ποτάμι που εκρέει στη θάλασσα. Το εσώκλειστο εμπορικό κέντρο της πόλης και το μελλοντικό πολυδιαφημιζόμενο καζίνο που θα φτιαχτεί βρίσκονται στη περιοχή του Ζακακιού λίγο πριν εισέλθεις στο χωματόδρομο της παραλίας του ενός μιλίου του Lady's mile. Στο Ζακάκι κατοικώ και το μπαλκόνι του διαμερίσματος στο οποίο μένω έχει γίνει σημείο πολλαπλών δοκιμαστικών μετρήσεων και ο εντοπισμός περιστατικών ρύπανσης από σκόνη και εργοστάσιο.



Περιοχή ενδιαφέροντος 6 (Ακρωτήρι, Ladys Mile)

Περιοχή ενδιαφέροντος 7 (Επισκοπή, Κούρειο)

	ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ
	ΧΩΡΟΣ ΕΣΤΙΑΣΗΣ
	ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ
	ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟ ΑΕΡΟΔΡΟΜΕΙΟ ΒΡΕΤΑΝΙΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ
	ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ
	ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ
	ΠΑΡΑΛΙΑ ΛΟΥΟΜΕΝΩΝ
	ΧΩΡΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ
	ΧΩΜΑΤΟΔΡΟΜΟΣ
	ΛΙΜΝΗ-ΛΑΥΚΕΣ ΑΚΡΩΤΗΡΙΟΥ

ΧΑΡΤΗΣ 3.6: Περιοχή ενδιαφέροντος 6 και 7 (<https://maps.google.com>)

Οι τελευταίες περιοχές 6 και 7 σηματοδοτούν το τέλος του παραλιακού μετώπου της πόλης της Λεμεσού. Αρχίζει από το Lady's mile και τελειώνει στο χωριό της Επισκοπής που βρίσκεται δίπλα από τον αρχαιολογικό χώρο του Κουρείου. Καθώς κατεβαίνεις από Mall και λιμάνι προς θάλασσα συναντάς το παραλιακό μίλι του Lady's mile που αποτελείται από μια ξαυθή σε αμμουδιά παραλία και ένα χωματόδρομο κατά μήκος της θάλασσας από άκρη σε άκρη (Βορρά προς Νότο). Επίσης υπάρχουν οι προστατευόμενοι υδροβιότοποι των αλυκών στους οποίους φυτά και πουλιά κάνουν την εμφάνιση τους. Υπάρχουν πέντε καφεστιατόρια που δουλεύουν κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και σε συνδυασμό με τη παραλία προσελκύουν χιλιάδες λουόμενους και μη. Η προσέγγιση του χώρου της παραλίας και των εστιατορίων γίνεται με ιδιωτικό όχημα. Η αυξημένη κίνηση του καλοκαιριού προκαλεί ρύπανση κυρίως λόγω του χωματόδρομου με περιστατικό να μετριέται κοντά στο πρώτο κέντρο εστίασης που βρίσκεται νότια. Η επικράτεια των βρετανικών βάσεων του Ακρωτηρίου έχει ως αποτέλεσμα η πρόσβαση στη παραλία να διακόπτεται κοντά στο στρατιωτικό αεροδρόμιο των βάσεων όπου απαγορεύεται η διέλευση. Βορειοδυτικά βρίσκεται η περιοχή της επισκοπής και η παραλία της που

ομοίως με αυτή του Lady's mile έχει χωματόδρομο και καφεστιατόρια σε μικρότερη έκταση.

3.6 Σημεία δειγματοληψίας και περιγραφή τους - Χρονική περίοδος και συνθήκες δειγματοληψίας

Ακολούθως σημειώνεται με κόκκινο βελάκι τα επιτυχημένα σημεία δειγματοληψίας καταγραφής μετρήσεων περιστατικών στο πεδίο με το μετρητή DustTrack και γίνεται περιγραφή τους. Τα σημεία που ληφθήκαν επιτυχείς δείγματα στο παραλιακό μέτωπο είναι τα εξής :

- 1) Σε τσιμεντοποιίο στη περιοχή της Μονής
- 2) Σε φούρνο αρτοποιίας στην περιοχή του Μόλου πάνω στον παραλιακό δρόμο
- 3) Στον πεζόδρομο του Μόλου
- 4) Σε καφεστιατόρια της πλατείας Σαριπόλου
- 5) Σε πεζοδρόμιο δίπλα από εργοτάξιο ψηλού κτηρίου της μαρίνας και του παλιού λιμανιού
- 6) Από μπαλκόνι δευτέρου ορόφου στη Λεωφόρο Φραγκλίνου Ρούσβελτ στο Ζακάκι
- 7) Στη παραλιακή περιοχή του Lady's mile

3.6.1 Περιστατικό στο Τσιμεντοποιείο στη περιοχή της Μονής



ΧΑΡΤΗΣ 3.7: Τσιμεντοποιείο στη περιοχή της Μονής - Σημείο Δειγματοληψίας



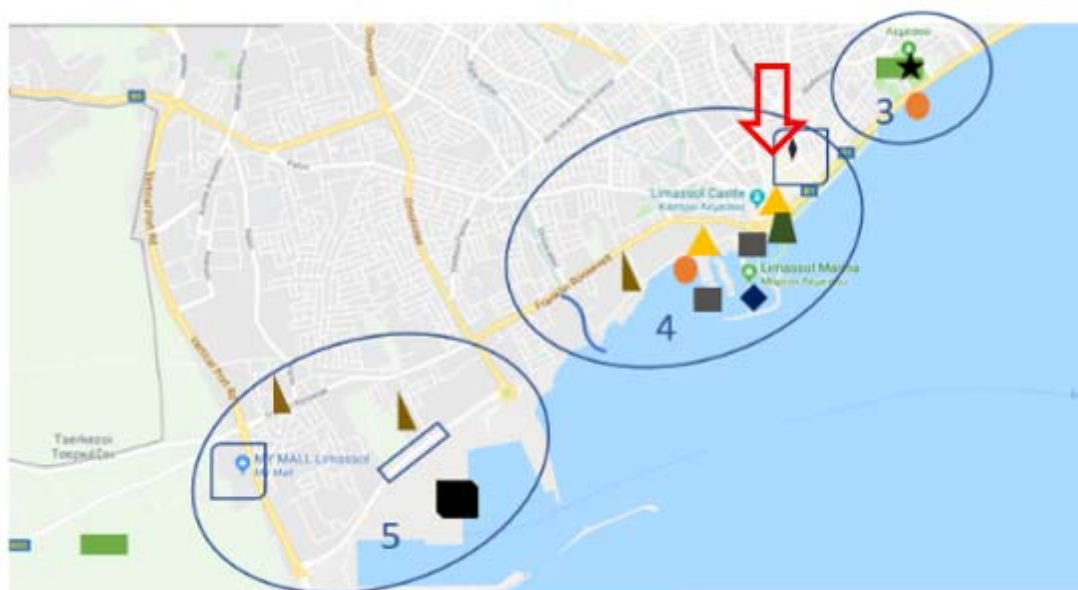
ΧΑΡΤΗΣ 3.8: Τσιμεντοποιείο στη περιοχή της Μονής - Σημείο Δειγματοληψίας (Δορυφορικός χάρτης)



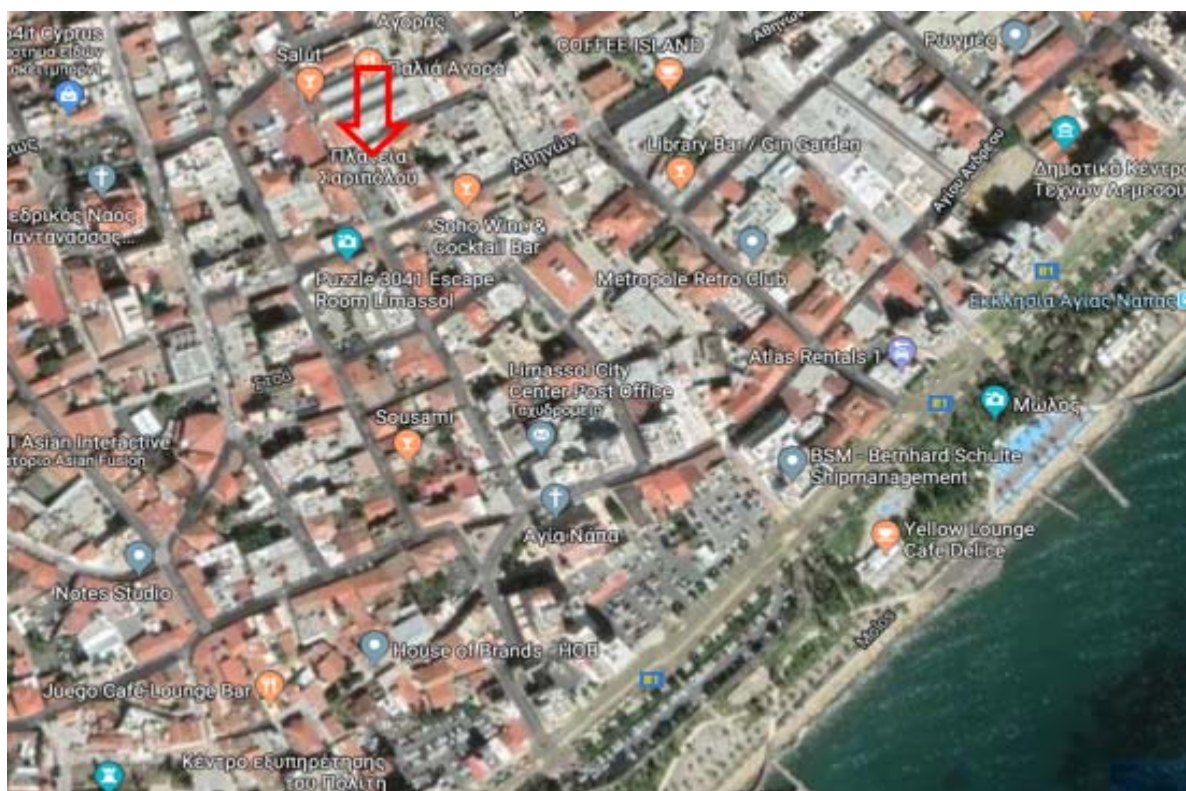
ΕΙΚΟΝΑ 3.1: Τσιμεντοποιείο στη περιοχή της Μονής

Στη περιοχή ενδιαφέροντος 1 στην επικράτεια της Μονής νότια του χωριού, ο μετρητής τοποθετήθηκε σε ασφαλτωμένο δρόμο έξω από την είσοδο του συγκεκριμένου τσιμεντοποιείου στις 7 του Μάρτη του 2019 μεταξύ των ωρών 11.00 το πρωί μέχρι 14.00 το μεσημέρι. Το τσιμεντοποιείο βρισκόταν σε λειτουργία με εργαζόμενους, οχήματα μεταφοράς (μπετονιέρες) και μηχανήματα του. Ο καιρός ήταν ηλιόλουστος και καθαρός χωρίς ανέμους. Η περιοχή δεν είναι κατοικημένη ενώ τα πιο κοντινά σημεία που συναντάται ανθρώπινη ζωή είναι ακόμη ένα τσιμεντοποιείο και το αλιευτικό καταφύγιο νότια. Ακόμη πιο απομακρυσμένα βρίσκεται βόρεια του αυτοκινητόδρομου το κατοικημένο χωριό της Μονής. Η κίνηση στο δρόμο οφειλόταν σε οχήματα του τσιμεντοποιείου και οχήματα εργαζομένων που στάθμευαν σε χώρο στάθμευσης έξω από το τσιμεντοποιείο. Επιπρόσθετα υπήρχαν διερχόμενα οχήματα μεταφοράς τα οποία ανήκουν σε παραπλήσιο τσιμεντοποιείο και ελάχιστα οχήματα τα οποία κατευθύνονταν στο αλιευτικό καταφύγιο προς τα νότια. Αξίζει να σημειωθεί ότι πλησίον του τσιμεντοποιείου υπάρχει ποταμός που καταλήγει στη θάλασσα. Ο μετρητής πήρε μετρήσεις στην στροφή για το τσιμεντοποιείο και κατέδειξε κανονικές συγκεντρώσεις (τυφλό σημείο).

3.6.2 Τσικνοπέμπτη στη πλατεία Σαριπόλου



ΧΑΡΤΗΣ 3.9: Πλατεία Σαριπόλου- Σημείο Δειγματοληψίας



ΧΑΡΤΗΣ 3.10: Πλατεία Σαριπόλου - Σημείο Δειγματοληψίας (Δορυφορικός χάρτης)



ΕΙΚΟΝΑ 3.2: Τσικνοπέμπτη στη πλατεία Σαριπόλου - Σημείο Δειγματοληψίας

Κάθε χρόνο η ημέρα Πέμπτη 10 μέρες πριν τη μεγάλη παρέλαση του καρναβαλιού της Λεμεσού καθιερώνεται σαν η «Τσικνοπέμπτη» όπου οι λεμεσιανοί πολίτες βγαίνουν στους δρόμους, πεζοδρόμια, αυλές και πλατείες και ψήνουν κρέας στα κάρβουνα. Είναι μια ανεπίσημη αργία όπου ο καπνός από το ψήσιμο του κρέατος, η «Τσίκνα», αιωρείται στην ατμόσφαιρα της πόλης βλέποντας και μυρίζοντας την. Τα τελευταία τουλάχιστον 5 χρόνια, βορειανατολικά της παραλιακής περιοχής του μόλου δίπλα από το ΤΕΠΑΚ και συγκεκριμένα στη πλατεία Σαριπόλου τηρείται αυτό το έθιμο δεόντως (Περιοχή ενδιαφέροντος 4). Χωροθετήθηκε στη πλακόστρωτη πλατεία ο μετρητής στις 28 Φεβρουαρίου του 2019 μεταξύ των ωρών 12.30 το μεσημέρι μέχρι τις 16.00 το απόγευμα. Η πλατεία ήταν ασφυκτικά γεμάτη μασκαρεμένους λεμεσιανούς και όχι μόνο. Τα εστιατόρια και η πλατεία γεμάτη ψησταριές από κάρβουνα να ψήνουν αδιάκοπα για να ικανοποιήσουν τους παρευρισκόμενους. Περιμετρικά της πλατείας επίσης γινόταν το

αδιαχώρητο. Ο καιρός ήταν ηλιόλουστος με κατά διαστήματα να υπάρχει άνεμος ειδικά σε ανοίγματα της πλατείας. Σημειώνεται ότι ο μετρητής πήρε μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ σε δύο σημεία της πλατείας. Τοποθετήθηκε σε τραπέζι εστιατορίου το οποίο βρισκόταν ακριβώς δίπλα από ψησταριά, 4 – 5 μέτρα απ' αυτή, που έψηνε σε κάρβουνα εκείνη την χρονική διάρκεια της μέτρησης και αργότερα τοποθετήθηκε στο κέντρο της πλατείας σε απόσταση από τις ψησταριές. Επιπλέον λήφθηκαν μετρήσεις και σε διαφορετική ημερομηνία στις αρχές Μαρτίου κατά τις ίδιες ώρες στη πλατεία όπου η κίνηση από κόσμο ήταν μειωμένη κατά πολύ μέχρι ανύπαρκτη (τυφλό σημείο).

3.6.3 Εργοτάξιο στη Μαρίνα - Παλιό λιμάνι



ΧΑΡΤΗΣ 3.11: Εργοτάξιο στη Μαρίνα - Σημείο Δειγματοληψίας



ΧΑΡΤΗΣ 3.12: Εργοτάξιο στη Μαρίνα - Σημείο Δειγματοληψίας (Δορυφορικός χάρτης)



ΕΙΚΟΝΑ 3.3: Εργοτάξιο στη Μαρίνα - Σημείο Δειγματοληψίας

Στις 5 Μαρτίου του 2019 μεταξύ των ωρών 14.00 το μεσημέρι με 17.00 το απόγευμα ο μετρητής μεταφέρεται σε εργοτάξιο ψηλού κτηρίου που οικοδομείται σε χώρο της μαρίνας – παλιού λιμανιού (περιοχή ενδιαφέροντος 4). Πιο συγκεκριμένα τοποθετείται

σε πεζοδρόμιο που περνά κάτω από το εργοτάξιο στη μαρίνα και οδηγεί στο παλιό λιμάνι καθώς εκτελούνται οικοδομικές εργασίες συνεχώς από τους εργάτες στο υπό ανέγερση κτήριο. Ο καιρός ήταν καθαρός και επικρατούσε ηλιοφάνεια χωρίς ανέμους. Το πεζοδρόμιο είχε κίνηση από πεζούς και ποδηλάτες. Πίσω και δίπλα από το εργοτάξιο υπάρχουν τα καφεστιατόρια της μαρίνας, μια μικρή υπεραγορά, μια εμπορική τράπεζα, ένα χώρο εκδηλώσεων και μια μικρή πλατεία. Πάρθηκαν μετρήσεις και σε καφεστιατόριο της μαρίνας (τυφλό σημείο).

3.6.4 Εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών στο Ζακάκι (περιοχή νέου λιμανιού)



ΧΑΡΤΗΣ 3.13: Εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών στο Ζακάκι - Σημείο Δειγματοληψίας (περιοχή νέου λιμανιού)



ΧΑΡΤΗΣ 3.14: Εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών στο Ζακάκι στη περιοχή νέου λιμανιού - Σημείο Δειγματοληψίας (Δορυφορικός χάρτης)



ΕΙΚΟΝΑ 3.4: Εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών στο Ζακάκι (περιοχή νέου λιμανιού) - Σημείο Δειγματοληψίας

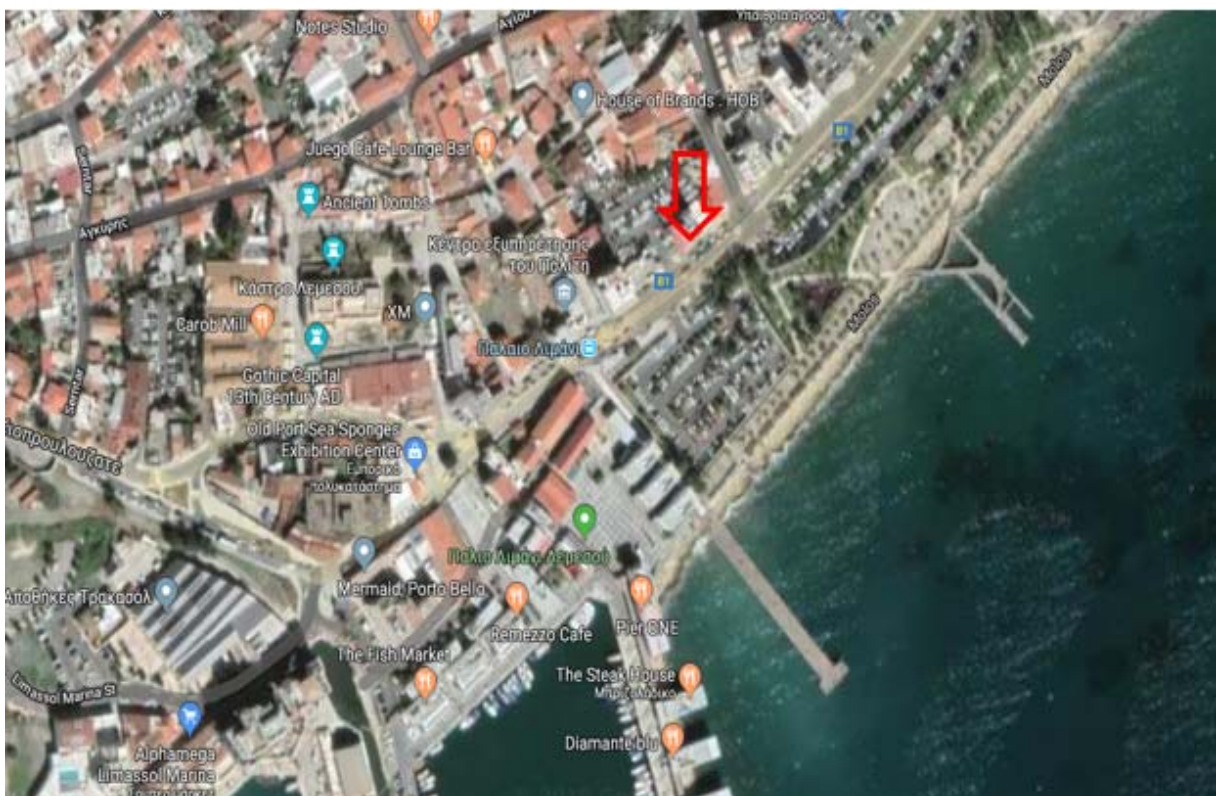
Στη πολυσύχναστη λεωφόρο Φραγκλίνου Ρούσβελτ (περιοχή ενδιαφέροντος 5) πίσω από οικία λειτουργεί εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών επι το πλείστον τις πολύ πρωινές ώρες ενώ ενδέχεται να λειτουργεί και μέχρι το μεσημέρι. Η υπέρβαση των επιτρεπτών όριων συγκέντρωσης από ΑΣ για τους ρύπους του συγκεκριμένου εργοστασίου εν ώρα λειτουργίας του λήφθηκε από απέναντι μπαλκόνι διαμερίσματος στο δεύτερο όροφο στο οποίο κατοικώ. Στις 23 Ιουλίου του 2019 από η ώρα 4.00 με 8.00 το πρωί το εν λόγω εργοστάσιο λειτουργούσε πλήρως και ο μετρητής κατέγραφε. Ο καιρός ήταν καθαρός και ηλιόλουστος χωρίς ανέμους. Βρίσκεται σε κατοικημένη περιοχή του Ζακακίου πλησίον κατοικιών, πολυκατοικιών, διαμερισμάτων, καταστημάτων, πεζοδρομίων, ιδιωτικού νηπιαγωγείου και δημόσιου σχολείου με δημοτικό και

προδημοτική. Μετρήσεις από το μπαλκόνι λήφθηκαν αρκετές σε χρονική περίοδο μη ανίχνευσης περιστατικού ρύπανσης (τυφλό σημείο).

3.6.5 Κυκλοφοριακό στην περιοχή του Μόλου



ΧΑΡΤΗΣ 3.15: Κυκλοφοριακό στην περιοχή του Μόλου - Σημείο Δειγματοληψίας



ΧΑΡΤΗΣ 3.16: Κυκλοφοριακό στην περιοχή του Μόλου - Σημείο Δειγματοληψίας (Δορυφορικός χάρτης)



ΕΙΚΟΝΑ 3.5: Κυκλοφοριακό στην περιοχή του Μόλου - Σημείο Δειγματοληψίας

Σε φούρνο αρτοποιίας στο παραλιακό δρόμο απέναντι από τον μόλο λαμβάνονται μετρήσεις με αφορμή την κυκλοφοριακή κίνηση σε ώρα αιχμής της. Στις 17 Ιουλίου 2019 από τις 14.30 η ώρα το μεσημέρι μέχρι τις 16.30 η ώρα τοποθετήθηκε ο μετρητής σε τραπεζάκι αρτοποιείου σε πεζοδρόμιο δίπλα από το δρόμο διπλής λωρίδας και κατεύθυνσης. Εμφανίζεται έντονη κυκλοφορία κυρίως από ιδιωτικά αυτοκίνητα και ακολούθως από δημόσια λεωφορεία και δίκυκλα. Είναι το πολυσύχναστο κέντρο της πόλης (περιοχή ενδιαφέροντος 4) με πεζοδρόμια, ποδηλατόδρομο, καφεστιατόρια, καταστήματα πώλησης (π.χ. παγωτού και αναμνηστικών), περίπτερα, χώροι στάθμευσης, κεντρική στάση λεωφορείου, πιάτσα ταξί, πολυκατοικίες, τον πεζόδρομο του μόλου, το παλιό λιμάνι που οδηγεί στη μαρίνα και τη περιοχή του κάστρου. Είναι η περιοχή με τον περισσότερη κοσμοσυρροή σε ολόκληρη την πόλη της Λεμεσού. Ο καιρός ήταν καθαρός χωρίς ανέμους με ηλιοφάνεια. Στη περιοχή (του μόλου) λήφθηκαν και μετρήσεις από τον αισθητήρα λίγο νωρίτερα (τυφλό σημείο) και μετά από βροχερό καιρό οι οποίες αναφέρονται στη συνέχεια.

3.6.6 Περιστατικό Σκόνης στη Φραγκλίνου Ρούσβελτ στο Ζακάκι



ΧΑΡΤΗΣ 3.17: Φραγκλίνου Ρούσβελτ στο Ζακάκι - Σημείο Δειγματοληψίας



ΧΑΡΤΗΣ 3.18: Φραγκλίνου Ρούσβελτ στο Ζακάκι - Σημείο Δειγματοληψίας (Δορυφορικός χάρτης)



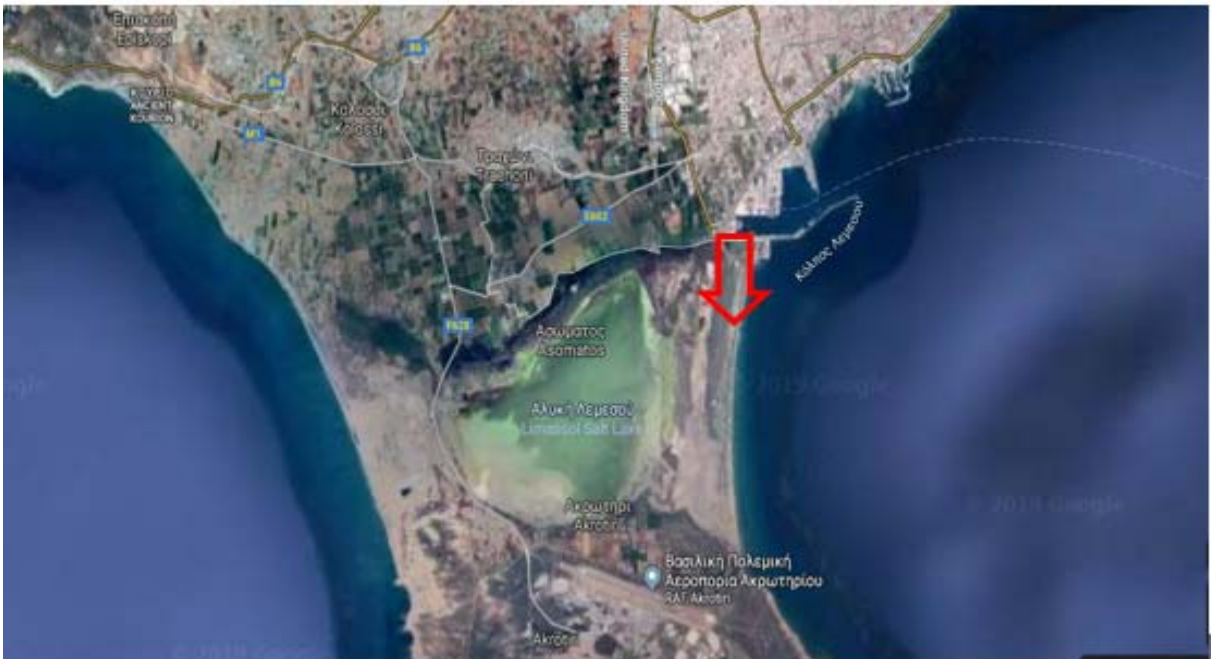
ΕΙΚΟΝΑ 3.6: Περιστατικό Σκόνης στη Φραγκλίνου Ρούσβελτ στο Ζακάκι

Στις 26 Ιουλίου του 2019 εντοπίστηκε περιστατικό σκόνης το οποίο από το μπαλκόνι του διαμερίσματος που κατοικώ το πρωί μεταξύ των ωρών 10.00 μέχρι 12.00. Ο μετρητής στο μπαλκόνι δευτέρου ορόφου κατέγραφε σκόνη η οποία κάλυπτε την περιοχή του Ζακακιού παρά την λεωφόρο της Φραγκλίνου Ρούσβελτ (περιοχή ενδιαφέροντος 5). Μια κατοικημένη περιοχή με εμπορική και βιομηχανική ζώνη με μόνιμες κατοικίες, πολυκατοικίες, δημόσια και ιδιωτικά σχολεία, εμπορικά καταστήματα, πεζοδρόμια, εργοστάσια και το εμπορικό λιμάνι. Ο ουρανός καλυμμένος από σκόνη είχε ηλιοφάνεια χωρίς ανέμους. Το περιστατικό είναι εμφανές λόγω μεταφερόμενης σκόνης καλύπτει όχι μόνο την περιοχή του σημείου δειγματοληψίας αλλά και ολόκληρο το παραλιακό μέτωπο αλλά και μεγάλο μέρος αν όχι ολόκληρης της πόλης και επιπλέον του νησιού. Επιπλέον όπως προαναφέρθηκε πάρθηκαν μετρήσεις από το μπαλκόνι νωρίτερα (τυφλό σημείο) και σε ανύποπτο χρόνο σε κανονικές συνθήκες χωρίς την εμφάνιση περιστατικών υψηλών συγκεντρώσεων.

3.6.7 Χωματόδρομος στη παραλία του Lady's mile



ΧΑΡΤΗΣ 3.19: Χωματόδρομος στη παραλία του Lady's mile - Σημείο Δειγματοληψίας



ΧΑΡΤΗΣ 3.20: Χωματόδρομος στη παραλία του Lady's mile - Σημείο Δειγματοληψίας



ΕΙΚΟΝΑ 3.7: Χωματόδρομος στη παραλία του Lady's mile - Σημείο Δειγματοληψίας

Καλοκαιρινή περίοδος στις 27 Ιουλίου του 2019 στις μεσημεριανές ώρες των 13.00 μέχρι τις 15.00 ο μετρητής τοποθετείται πλάι στο χωματόδρομο κοντά στο πρώτο κέντρο εστίασης (από Βορρά προς Νότο) (περιοχή ενδιαφέροντος 6) της παραλιακής περιοχής του Lady's mile για καταγραφή συγκεντρώσεων σε έντονη ηλιοφάνεια με χαμηλούς ανέμους. Η έντονη κίνηση από οχήματα στο χωματόδρομο είναι φανερή με τον κόσμο να κατευθύνεται για μπάνιο και ξεκούραση στη παραλία ενώ αρκετοί για φαγητό και ποτό στα καφεστιατόρια. Τα οχήματα σταθμεύουν κατά μήκος της ακτής με προτίμηση έξω από τα κέντρα εστίασης όπου υπάρχουν ειδικά διαμορφωμένοι χώροι στάθμευσης. Ο χωματόδρομος βρίσκεται μεταξύ των αλυκών και της ακτής με μερικούς παράδρομους να εμφανίζονται και να διασχίζουν τους υδροβιότοπους των αλυκών αφού το νερό τους έχει εξατμιστεί και να είναι στεγνές με το αλάτι να κατακάθεται. Οι παραλίες κατά μήκος της ακτής είναι αμμώδης και μερικώς με χαλίκια. Τα 5 κέντρα είναι οργανωμένα με ομπρέλες και ξαπλώστρες τα οποία ενοικιάζονται. Παρόλο της οργάνωσης αυτής πολλοί να φέρουν δικό τους εξοπλισμό και να οργανωθούν στην τεράστια σε μήκος ακτή εκεί που προτιμούν. Εκτός από τις δραστηριότητες της κολύμβησης, της εστίασης, της χαλάρωσης, της διασκέδασης αρκετοί ακολουθούν διάφορα είδη άθλησης όπως το τρέξιμο ή των θαλάσσιων αθλημάτων. Επιπρόσθετα ο μετρητής μετακινήθηκε από τον χωματόδρομο και τοποθετήθηκε και στην παραλία σε ξαπλώστρα του πρώτου κέντρου για να συσχετίσει τις μετρήσεις ΑΣ για διάμετρο 10 μικρομέτρων με αυτές πλησίον του χωματόδρομου. Μετρήσεις λήφθηκαν πριν το χωματόδρομο (τυφλό σημείο) και το Μάρτιο σε καλή ατμόσφαιρα και καλό καιρό.

3.6.8 Μετά από βροχή στον Μόλο



ΧΑΡΤΗΣ 3.21: Μόλος - Σημείο Δειγματοληψίας



ΧΑΡΤΗΣ 3.22: Μόλος - Σημείο Δειγματοληψίας



ΕΙΚΟΝΑ 3.8: Μετά από βροχή στον Μόλο - Σημείο Δειγματοληψίας

Μετά από ένα βροχερό πρωινό όταν η βροχή σταματά ο μετρητής μεταφέρεται και τοποθετείται στις 14 Μαρτίου του 2019 από η ώρα 13.00 μέχρι η ώρα 15.00 στο πεζόδρομο του μόλου (περιοχή ενδιαφέροντος 4) και καταγράφει της συγκεντρώσεις ΑΣ. Ο ουρανός συννεφιασμένος με ελαφριούς ανέμους δίπλα από την θάλασσα ο κόσμος απολαμβάνει τη βόλτα του και τον καθαρό αέρα. Αρκετός κόσμος κάθεται στην καφετέρια δίπλα από την αποβάθρα του πεζόδρομου. Οι χώροι στάθμευσης νότια του πεζόδρομου είναι σχεδόν άδειοι. Οι μέτρηση αυτή είναι ξεχωριστή από τις άλλες που αναφέρθηκαν καθώς δεν στηρίζεται σε περιστατικό υπέρβασης των επιτρεπτών ορίων αλλά εμφανίζει αντίθετο αποτέλεσμα.

3.7 Μέθοδος συλλογής δεδομένων

3.7.1 Μετρητής ΑΣ DustTrak

Τα συστήματα DustTrak ανήκουν στην Αμερικάνικη εταιρία TSI η οποία εξειδικεύεται σε μετρητές ανάλυσης αερολυμάτων και σωματιδίων . Η σειρά Dust Truck αποτελείται από τα μοντέλα DRX Aerosol Monitor 8533 και 8534. Στην εν λόγω έρευνα χρησιμοποιήθηκε το 8534 το οποίο είναι ένα χειροκίνητο φορητό φωτόμετρο μέτρησης σωματιδίων που μπορεί να μετρήσει ταυτόχρονα τόσο το κλάσμα μάζας ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) όσο και το μέγεθος του αιωρούμενου σωματιδίου. Ένα φωτομετρικό λέιζερ πολλαπλών καναλιών το οποίο ανιχνεύει τα σωματίδια και με την βοήθεια του φαινομένου της σκέδασης φωτός τα μετατρέπει σε μάζα σε πραγματικό χρόνο. Αποτελείται από μία κεφαλή (ιμπάχτορας), όπου τοποθετείται ο προδιαχωριστής που μετρά τα ΑΣ με την αεροδυναμική διάμετρο που επιλέγεται. Μπορεί να επιλεγθεί προδιαχωριστής ο οποίος θα δέχεται ΑΣ με διάμετρο έως 10 μm ή 4 μm ή 2.5 μm ή 1 μm . Ο προδιαχωριστής έχει μια πλάκα στην οποία διαπερνούν τα ΑΣ με την διάμετρο που θέλουμε ενώ τα μεγαλύτερα παραμένουν στη πλάκα. Το Dust Truck DRX Aerosol Monitor 8534 μετρά ΑΣ προερχόμενα παραδείγματος χάρη από σκόνη, καπνό, αναθυμιάσεις και ομίχλη. Χρησιμοποιείται σε έρευνες ποιότητας αέρα για εξωτερικούς και εσωτερικούς χώρους και έρευνες επαγγελματικής / βιομηχανικής υγιεινής. Είναι εύκολο με το συγκεκριμένο σύστημα να ανιχνεύσεις την πηγή της ρύπανσης από ΑΣ καθώς μετακίνησε και να το τοποθετήσεις σε συγκεκριμένο σημείο που θέλεις. Σαν μηχανήμα είναι ελαφρύ και μεταφέρεται εύκολα. Το σύστημα είναι αξιόπιστο και έχει εύκολη συντήρηση, ενώ είναι απλό στη χρήση του. Μειονεκτήματα του είναι ότι είναι αρκετά μεγάλο για χειροκίνητο με αποτέλεσμα να γίνεται φανερό ενώ η μπαταρία του όταν είναι σε συνεχή χρήση διαρκεί το μέγιστο 3 ώρες. Επίσης η μνήμη του είναι περιορισμένη και σε περίπτωση αναταραχής χρειάζεται επανεκκίνηση.

Πιο συγκεκριμένα ο αισθητήρας είναι τύπου φωτόμετρο και δουλεύει με σκέδαση φωτός με την βοήθεια λέιζερ. Έχει διαστάσεις 4.9 * 4.75 * 12.45 ίντσες και ζυγίζει 1.5 κιλό. Έχει εύρος σε συγκεντρώσεις ΑΣ που αρχίζουν από 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ μέχρι 150000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Έχει ανάλυση 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και σφάλμα 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ανά 24 ώρες για μετρήσεις ανά 10 δευτερόλεπτα. Το εύρος των σωματιδίων που δέχεται είναι με αεροδυναμική διάμετρο από 0,1 μm έως 10 μm . Ο ρυθμός ροής αέρα στο σύστημα 1,4 μέχρι 3 λίτρα το λεπτό με σφάλμα +- 5%. Δέχεται θερμοκρασίες εν ώρα χρήσης από 0 μέχρι 50 βαθμούς Κελσίου και υγρασία περιβάλλοντος μέχρι 95 %. Το όργανο έχει την ευχέρεια να μετρά ανά δευτερόλεπτο έως

ανά ένα λεπτό και να αποθηκεύει αυτές τις μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο έως ανά μία ώρα ανάλογα τι θεωρούμε ιδανικό για την έρευνα μας. Υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων σε εξωτερικό δίσκο ή ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω σύρματος και εισδοχής USB. Η μπαταρία του είναι λιθίου και διαρκεί μέχρι 6 ώρες σε μικτή χρήση. Είναι επαναφορτιζόμενη ενώ μπορεί να αφαιρεθεί. Έχει εύχρηστη ενσωματωμένη οθόνη αφής 3,5 ιντσών και πενάκι αφής.



ΕΙΚΟΝΑ 3.9: Μετρητής ΑΣ DustTrak

3.7.2 Δεδομένα – μέθοδος έρευνας

Οι μετρήσεις διεξήχθησαν σε βάση δευτερολέπτου και όχι σε ημερήσια ή ωριαία βάση. Ο μετρητής που χρησιμοποιείται μπορεί να χαρακτηριστεί ως υψηλότερης ανάλυσης. Οι μετρήσεις προσπαθούν να αποφεύγουν το παράγοντα του αέρα που κατά πάσα πιθανότητα μπορεί να επηρεάσει κάποια peaks αλλά όχι τον μέσο όρο των μετρήσεων. Οι μετρήσεις παίρνονται στα σημεία συγκεκριμένων περιοχών και δίνουν το στίγμα της ποιότητας αέρα σε αυτά τη δεδομένη χρονική διάρκεια. Ο χρόνος παραμονής του

μετρητή σε μια τοποθεσία είναι ελάχιστης διάρκειας 2 ωρών και μέγιστης διάρκειας 4 ωρών λαμβάνοντας συνεχώς μετρήσεις. Ο μετρητής δεν τοποθετείται πάνω από μια πηγή ρύπανσης αλλά σε σημείο που απέχει λογική απόσταση και σε ύψος μέσου ανθρώπου, κοντά στη μύτη όπου είναι η αναπνεύσιμη οδός.

Έγινε προσπάθεια μετρήσεων συγκεντρώσεων ΑΣ και στις τρεις αεροδυναμικές διαμέτρους των 10 μm, των 2,5 μm και του 1 μm. Σε κάποιες περιπτώσεις δεν ήταν δυνατή η επιτυχία μετρήσεων σε όλες τις διαμέτρους. Αρκετός αριθμός μετρήσεων αποφεύγονται ή απορρίπτονται λόγω μη καταλλήλων καιρικών συνθηκών μέτρησης (π.χ. βροχή, δυνατούς ανέμους) ή σφαλμάτων και αβεβαιοτήτων στις μετρήσεις. Επίσης αδιάφορες μετρήσεις δεν λαμβάνονται υπόψη.

Η καταγραφή μετρήσεων συγκεντρώσεων των ΑΣ μεταφέρονται από το μετρητή στο εργαλείο της Microsoft Excel και προκύπτουν γραφικές παραστάσεις με αυτές. Ο μετρητής κατέγραφε συγκεντρώσεις σε mg/m³ (μλιγραμμάρια ανά κυβικό μέτρο) οι οποίες μετατράπηκαν σε μg/m³ πολλαπλασιάζοντας τα αρχικά δεδομένα επί 1000. Γίνεται αναφορά των αποτελεσμάτων, προκύπτουν συγκρίσεις, υπολογίζονται λόγοι και σχολιάζονται για να καταλήξουν σε συμπεράσματα δίνοντας και σχετικές εισηγήσεις.

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα

«Όταν το τελευταίο δέντρο καεί, ο τελευταίος ποταμός ρυπανθεί και πεθάνει το τελευταίο ψάρι, τότε ο άνθρωπος θα διαπιστώσει πως δεν μπορεί να τραφεί με χρήματα.»

Από κείμενο της Greenpeace

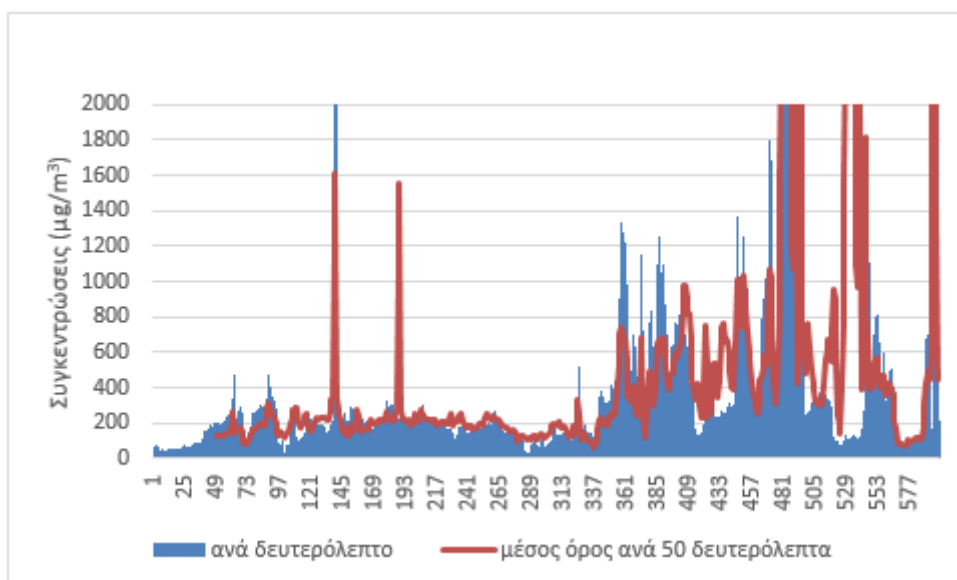
4.1 Παρουσίαση και ανάλυση αποτελεσμάτων

Τα περιστατικά και τα αποτελέσματα τους τοποθετήθηκαν με σειρά που θεωρήθηκε ως πιο σημαντική με βάση τις μετρήσεις που εξάχθηκαν και αναλύθηκαν και αναδεικνύεται η επικινδυνότητα τους, η αμεσότητα τους και αδιαμφισβήτητη εμπλοκή τους στις συγκεντρώσεις των ΑΣ.

4.1.1 Περιστατικό Τσικνοπέμπτης

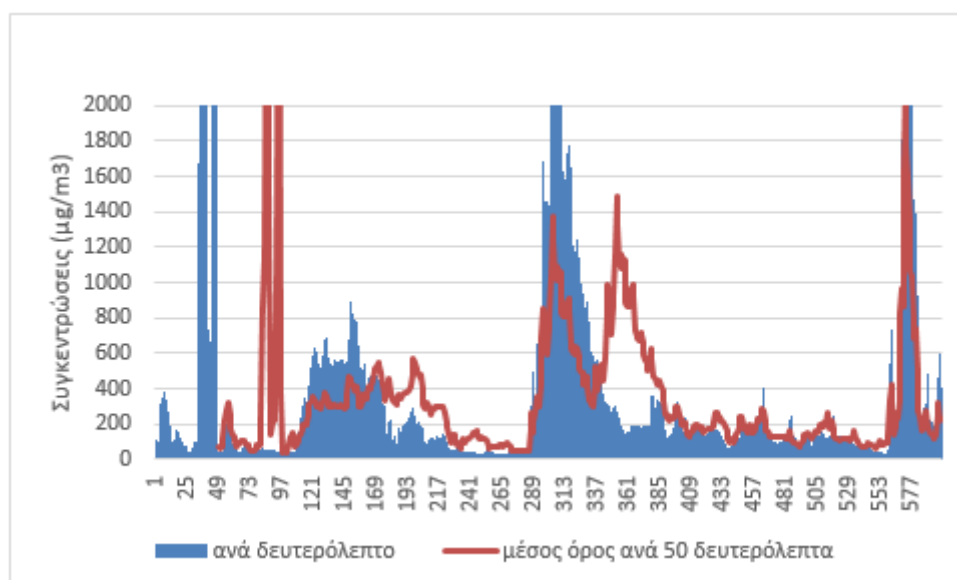
28/2 12.30 - 16.00

Λήφθηκαν και παρουσιάζονται μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 σε μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) την ημέρα της Τσικνοπέμπτης με τον μετρητή να τοποθετείται σε καφετέρια στο κέντρο της πλατείας Σαριπόλου και ακολούθως σε τραπέζι εστιατορίου της πλατείας το οποίο βρίσκεται δίπλα από ψησταριά με κάρβουνα η οποία έψηνε κρέας. Γίνεται ανάλυση των μετρήσεων παρουσιάζοντας γραφική των συγκεντρώσεων που λήφθηκαν ανά δευτερόλεπτο για δέκα συνεχόμενα λεπτά και ο μέσος όρος ανά 50 δευτερόλεπτα. Παρουσιάζονται ξεχωριστά με αριθμητικές τιμές ο συνολικός μέσος όρος για ολόκληρη την χρονική διάρκεια της μέτρησης, η χαμηλότερη και η υψηλότερη μέτρηση συγκέντρωσης ΑΣ που εμφανίζεται κατά την διάρκεια των μετρήσεων για κάθε περίπτωση.



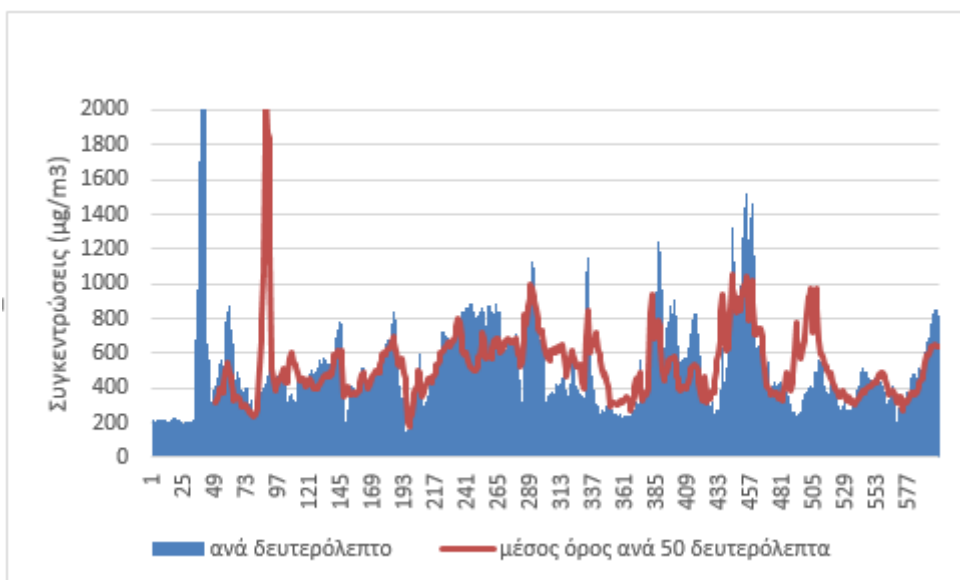
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Συγκεντρώσεις ΑΣ10 Τσικνοπέμπτης (Κέντρο πλατείας)

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 492 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 15800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



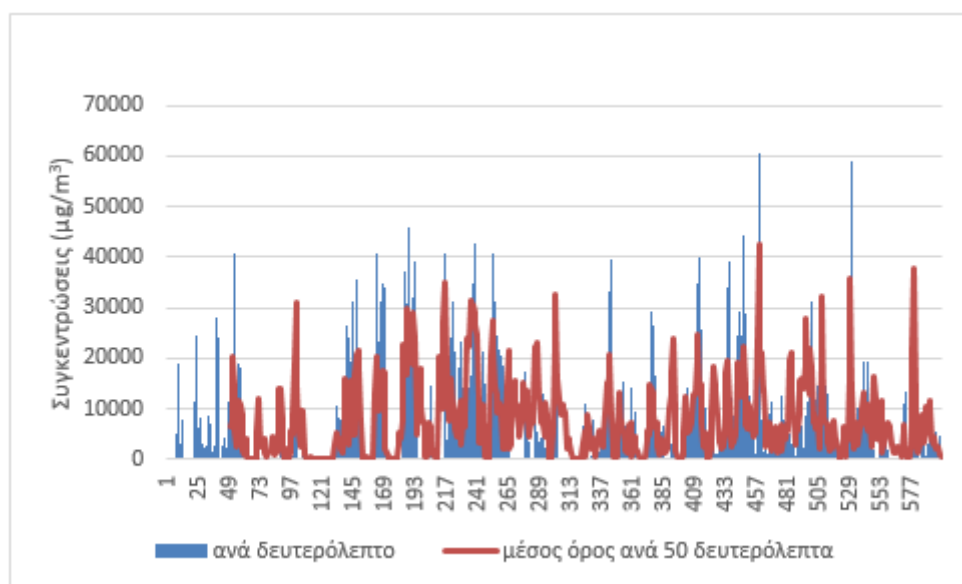
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2. Συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 Τσικνοπέμπτης (Κέντρο πλατείας)

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 535 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 147 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 3810 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



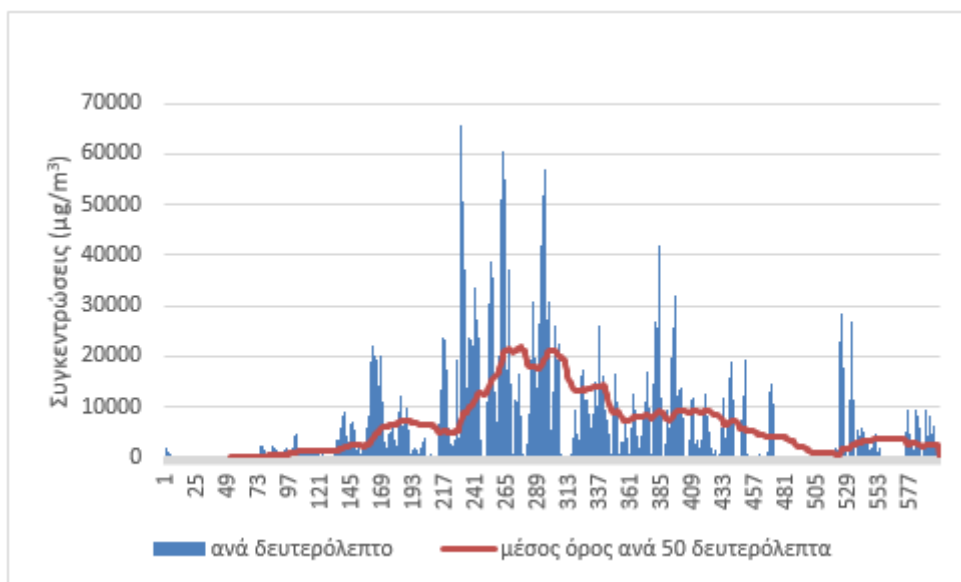
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2. Συγκεντρώσεις ΑΣ1 Τσικνοπέμπτης (Κέντρο πλατείας)

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 401 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 10900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



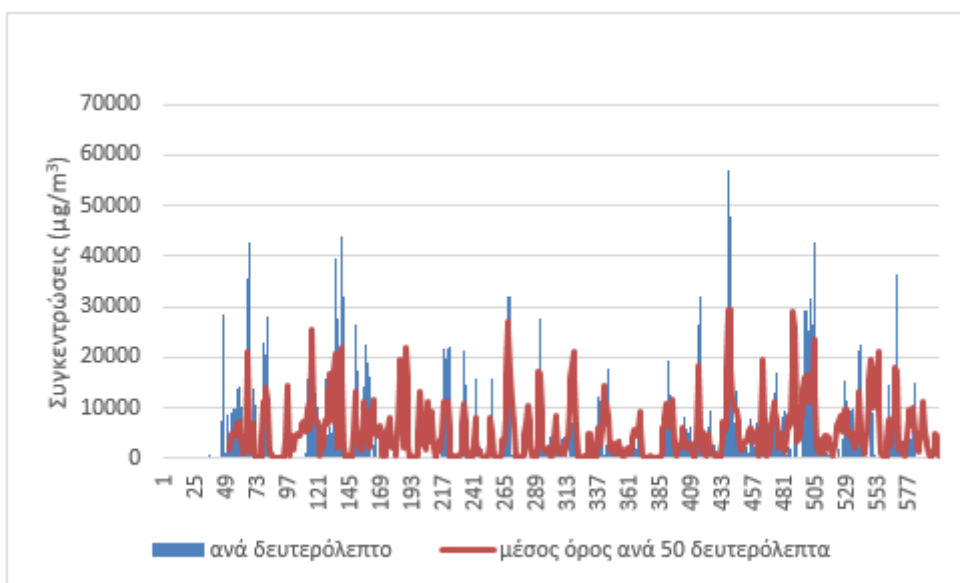
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4. Συγκεντρώσεις ΑΣ10 Τσικνοπέμπτης (Δίπλα από ψησταριά)

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 7470 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 60500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5. Συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 Τσικνοπέμπτης (Δίπλα από ψησταριά)

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 6340 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 65700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



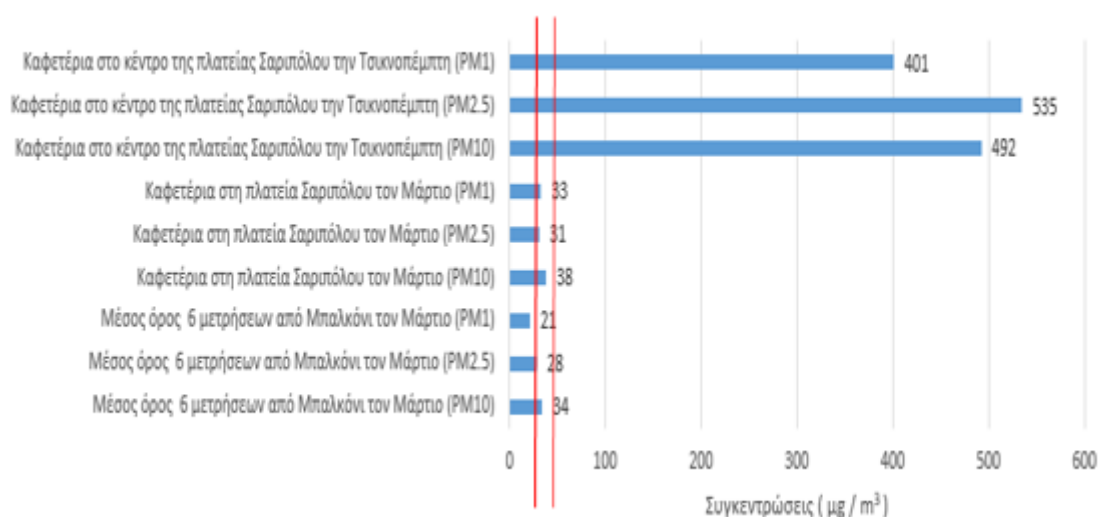
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6. Συγκεντρώσεις ΑΣ1 Τσικνοπέμπτης (Δίπλα από ψησταριά)

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 5160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 57200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Στο σύνολο των πιο πάνω μετρήσεων του συγκεκριμένου περιστατικού παρατηρείται η χαμηλότερη ένδειξη στα 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στο τραπέζι δίπλα από τη ψησταριά με κάρβουνα για ΑΣ10 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1). Η υψηλότερη ένδειξη παρατηρείται στα 65700

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στο τραπέζι δίπλα από τη ψησταριά με κάρβουνα για ΑΣ2.5 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2).

Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.7) των μέσων όρων το οποίο περιλαμβάνει και μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ σε διαφορετική ημερομηνία στις αρχές Μαρτίου κατά τις ίδιες ώρες στη πλατεία όπου η κίνηση από κόσμο ήταν μειωμένη κατά πολύ μέχρι ανύπαρκτη. Για σκοπούς σύγκρισης τοποθετούνται στο συγκριτικό διάγραμμα και ο μέσος όρος έξι δεκαπεντάλεπτων μετρήσεων που λήφθηκαν από το μπαλκόνι του διαμερίσματος στο οποίο κατοικείται από μένα στη Λεμεσό. Οι μέσοι όροι των μετρήσεων που λήφθηκαν από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά δεν παρουσιάζονται για το λόγω του ότι είναι τεράστιοι όμως αναφέρονται στη συνέχεια. Με κόκκινες κατακόρυφες γραμμές σημειώνονται τα επιτρεπτά όρια που καθορίζονται από την ΕΕ στα $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ2,5 και στα $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ10.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3. Συγκριτικό διάγραμμα για Τσικνοπέμπτη

Στο διάγραμμα 4.7 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ από το μπαλκόνι του διαμερίσματος για ΑΣ1 ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα $535 \mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ2,5 από τη καφετέρια στο κέντρο της πλατείας τη Τσικνοπέμπτη. Σημειώνεται όμως πώς η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου είναι από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στα $7470 \mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ10.

Τέλος υπολογίζονται οι λόγοι (τα πηλίκα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 διά των ΑΣ10 ($\text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10$) και των ΑΣ1 διά των ΑΣ2,5 ($\text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5$) για να μας βοηθήσει στο περεταίρω σχολιασμό και στα συμπεράσματα. Οι λόγοι υπολογίζονται βάζοντας στον αριθμητή τους μέσους όρους συγκεντρώσεων για την μικρότερη αεροδυναμική

διάμετρο και στο παρονομαστή αυτούς της μεγαλύτερης διάμετρού. Η συσχέτιση που καταδεικνύει ένας λόγος όταν έχει την αριθμητική τιμή 1 καταδεικνύει την απόλυτη σχέση μεταξύ των δυο συγκρίσιμων μεγεθών (ΑΣ2,5 προς ΑΣ10 και ΑΣ1 προς ΑΣ2,5) ή αν είναι πιο κοντά σε αυτήν την τιμή έχουν πιο στενή σχέση. Φέρνοντας ένα παράδειγμα αν ο λόγος συγκεντρώσεων για ΑΣ2,5 προς ΑΣ10 είναι 0,9 τότε υπάρχει μια σχέση μεταξύ των δύο που ισοδυναμεί με 90%. Με άλλα λόγια το 90% των συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων που ανιχνεύθηκαν με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 10 μm (ΑΣ10) είναι πιθανόν αιωρούμενα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 2,5 μm (ΑΣ2,5), άρα οι συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 είναι το 90% των συγκεντρώσεων ΑΣ10. Δεδομένου ότι μεσολαβεί ένα μικρό χρονικό διάστημα μεταξύ δύο ξεχωριστών μετρήσεων, παραδείγματος χάριν παίρνονται μετρήσεις πρώτα για ΑΣ10 και μετά από 20 λεπτά για ΑΣ2,5 υπάρχουν και σφάλματα. Αυτό δικαιολογεί και τιμές λόγων πάνω από το 1, δηλαδή την δεδομένη χρονική διάρκεια μετρήσεων οι συγκεντρώσεις που παρουσιάζονται για την μικρότερη διάμετρο είναι μεγαλύτερες από αυτές που μετρήθηκαν προηγουμένως για την μεγαλύτερη διάμετρο για το ίδιο περιστατικό.

Ο λόγος των συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 ως προς των ΑΣ10 που λήφθηκαν την Τσικνοπέμπτη από την καφετέρια στο κέντρο της πλατείας Σαριπόλου είναι:

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 535/492 = 1,09$$

Ο λόγος των συγκεντρώσεων των ΑΣ1 ως προς των ΑΣ2,5 που λήφθηκαν την Τσικνοπέμπτη από την καφετέρια στο κέντρο της πλατείας Σαριπόλου είναι:

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 401/535 = 0,75$$

Ο λόγος των συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 ως προς των ΑΣ10 που λήφθηκαν από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στη πλατεία Σαριπόλου είναι:

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 6340/7470 = 0,85$$

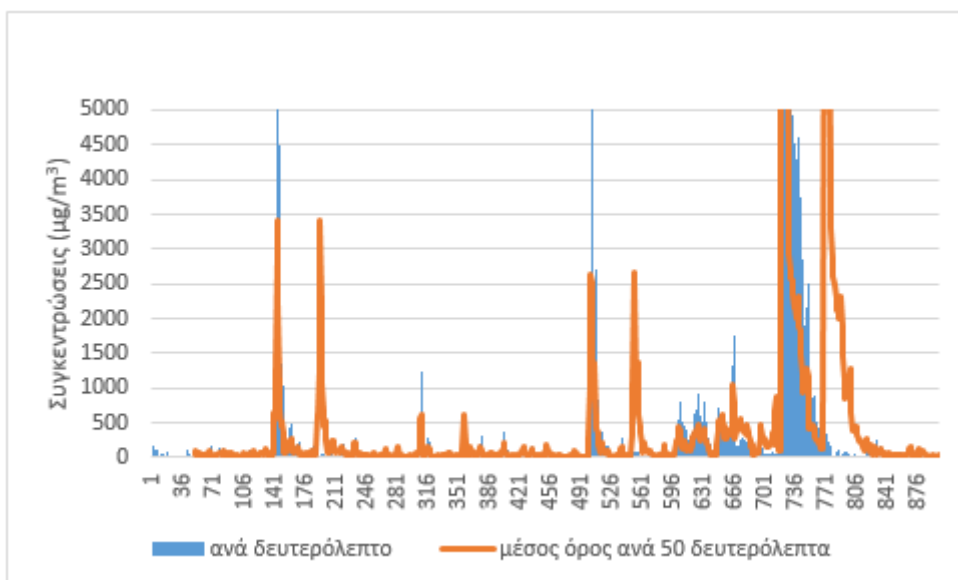
Ο λόγος των συγκεντρώσεων των ΑΣ1 ως προς των ΑΣ2,5 που λήφθηκαν από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στη πλατεία Σαριπόλου είναι:

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 5160/6340 = 0,81$$

4.1.2 Περιστατικό σε Τσιμεντοποιείο

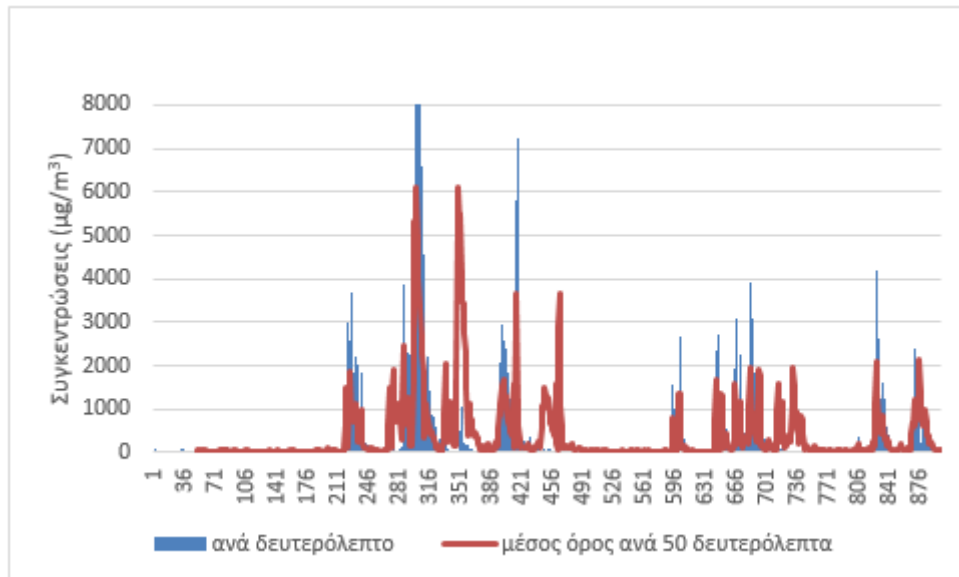
7/3 11.00-14.00

Λήφθηκαν και παρουσιάζονται μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 σε μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) με τον μετρητή να τοποθετείται δίπλα από τσιμεντοποιίο στη περιοχή της Μονής αρχές Μαρτίου. Γίνεται ανάλυση των μετρήσεων παρουσιάζοντας γραφική των συγκεντρώσεων που λήφθηκαν ανά δευτερόλεπτο για δεκαπέντε συνεχόμενα λεπτά και ο μέσος όρος ανά 50 δευτερόλεπτα. Παρουσιάζονται ξεχωριστά με αριθμητικές τιμές ο συνολικός μέσος όρος για ολόκληρη την χρονική διάρκεια της μέτρησης, η χαμηλότερη και η υψηλότερη μέτρηση συγκέντρωσης ΑΣ που εμφανίζεται κατά την διάρκεια των μετρήσεων για κάθε περίπτωση.



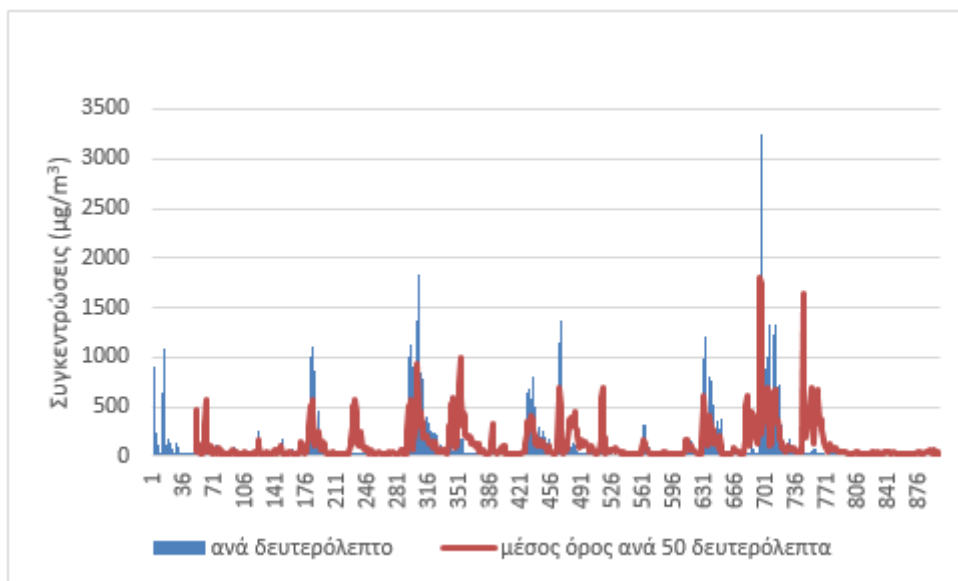
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Συγκεντρώσεις ΑΣ10 τσιμεντοποιείου

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα $388 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα $2370 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.9. Συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 τσιμεντοποιείου

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 386 µg/m³. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 28 µg/m³ και η υψηλότερη ένδειξη στα 12200 µg/m³.



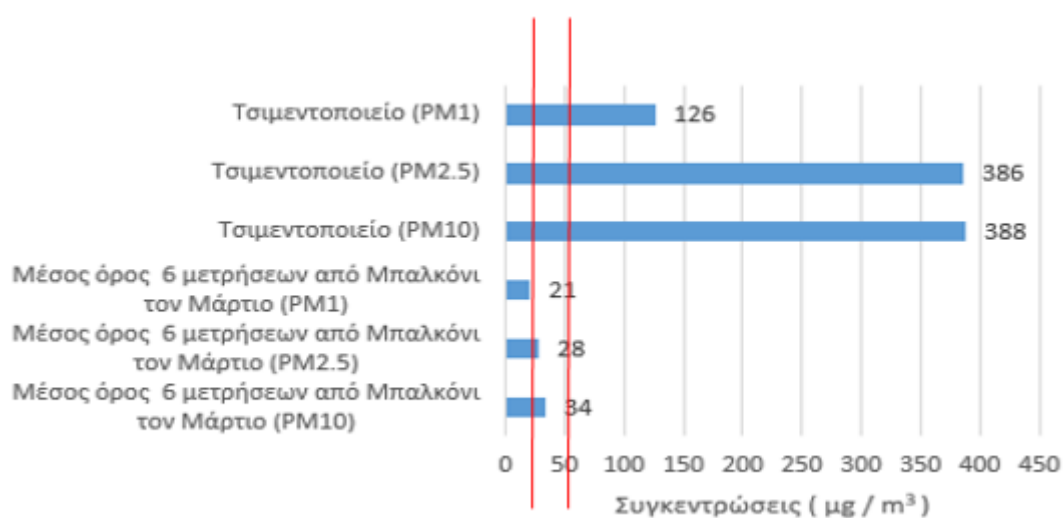
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.10. Συγκεντρώσεις ΑΣ1 τσιμεντοποιείου

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 126 µg/m³. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 23 µg/m³ και η υψηλότερη ένδειξη στα 3250 µg/m³.

Στο σύνολο των πιο πάνω μετρήσεων του συγκεκριμένου περιστατικού παρατηρείται η χαμηλότερη ένδειξη στα 16 µg/m³ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ10

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.8). Η υψηλότερη ένδειξη παρατηρείται στα $12200\mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ2,5 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.9).

Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.11) με τους μέσους όρους των πιο πάνω μετρήσεων του περιστατικού του τσιμεντοποιείου το οποίο περιλαμβάνει και τον μέσο όρο έξι δεκαπεντάλεπτων μετρήσεων συγκεντρώσεων ΑΣ που λήφθηκαν τον Μάρτη από το μπαλκόνι του διαμερίσματος στο οποίο κατοικείται από εμένα στη Λεμεσό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ2. Συγκριτικό διάγραμμα για τσιμεντοποιείο

Στο διάγραμμα 4.11 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα $21\mu\text{g}/\text{m}^3$ από το μπαλκόνι του διαμερίσματος για ΑΣ1 ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα $388\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ10 από το τσιμεντοποιείο.

Τέλος υπολογίζονται οι λόγοι (τα πηλίκα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων των ΑΣ2.5 διά των ΑΣ10 (ΑΣ2,5/ΑΣ10) και των ΑΣ1 διά των ΑΣ2,5 (ΑΣ1/ΑΣ2,5) που λήφθηκαν από το περιστατικό του τσιμεντοποιείου:

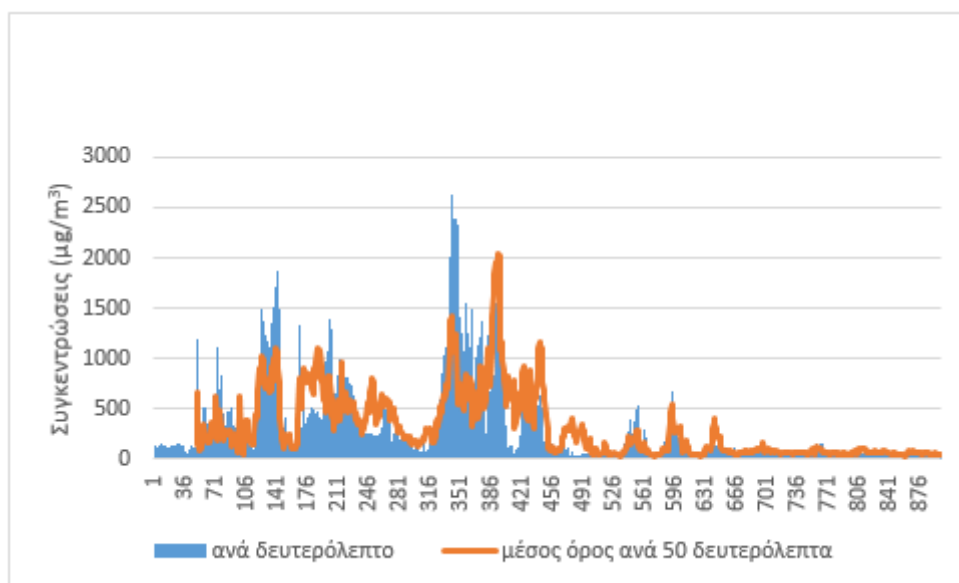
$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 386/388 = 0,99$$

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 126/386 = 0,33$$

4.1.3 Περιστατικό εργοταξίου Μαρίνας - Παλιού λιμανιού

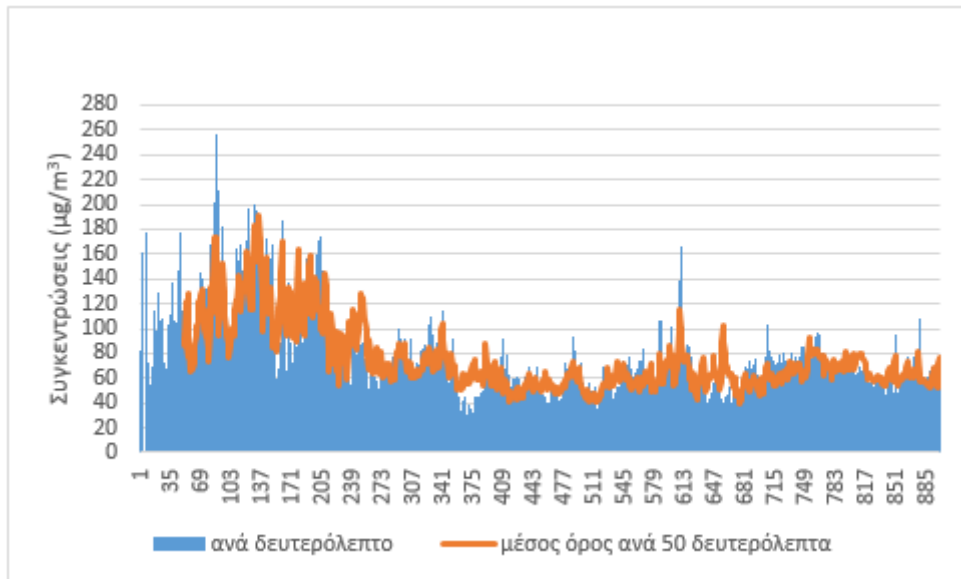
5/3 14.00 – 16.00

Λήφθηκαν και παρουσιάζονται μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 σε μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) με τον μετρητή να τοποθετείται δίπλα από εργοτάξιο στη περιοχή της Μαρίνας - Παλιού λιμανιού αρχές Μαρτίου. Γίνεται ανάλυση των μετρήσεων παρουσιάζοντας γραφική των συγκεντρώσεων που λήφθηκαν ανά δευτερόλεπτο για δεκαπέντε συνεχόμενα λεπτά και ο μέσος όρος ανά 50 δευτερόλεπτα. Παρουσιάζονται ξεχωριστά με αριθμητικές τιμές ο συνολικός μέσος όρος για ολόκληρη την χρονική διάρκεια της μέτρησης, η χαμηλότερη και η υψηλότερη μέτρηση συγκέντρωσης ΑΣ που εμφανίζεται κατά την διάρκεια των μετρήσεων για κάθε περίπτωση.



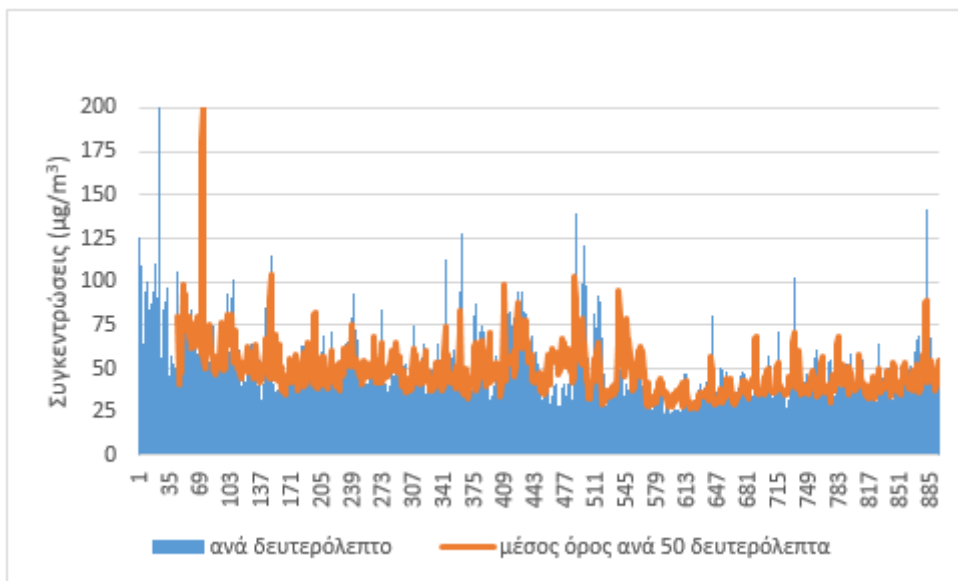
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Συγκεντρώσεις ΑΣ10 εργοταξίου Μαρίνας - Παλιού λιμανιού

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα $302 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα $2630 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 εργοταξίου Μαρίνας - Παλιού λιμανιού

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 77 µg/m³. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 28 µg/m³ και η υψηλότερη ένδειξη στα 665 µg/m³.



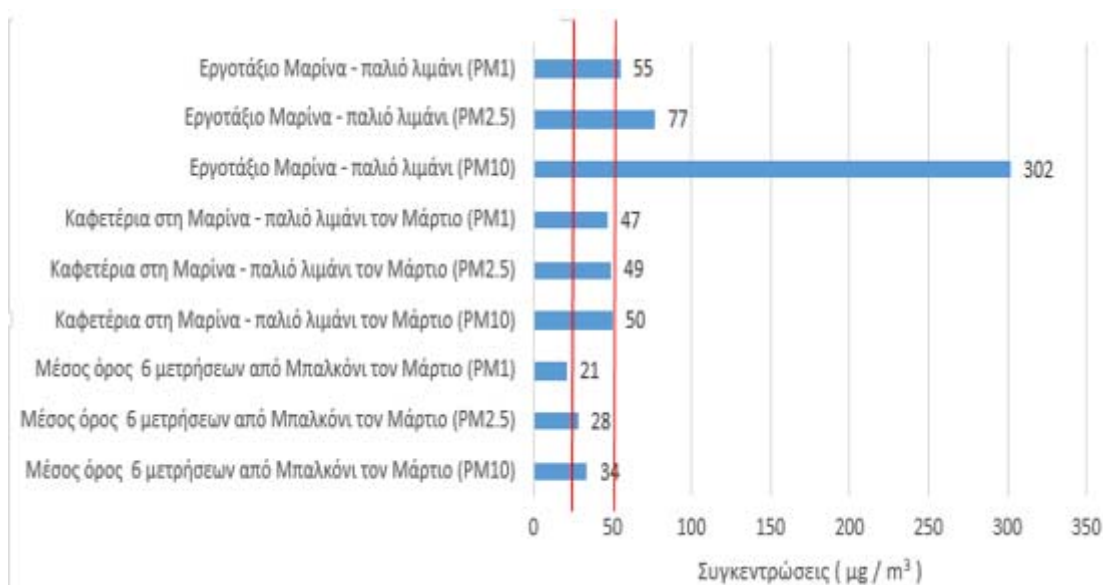
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.14. Συγκεντρώσεις ΑΣ1 εργοταξίου Μαρίνας - Παλιού λιμανιού

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 55 µg/m³. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 21 µg/m³ και η υψηλότερη ένδειξη στα 1300 µg/m³.

Στο σύνολο των πιο πάνω μετρήσεων του συγκεκριμένου περιστατικού παρατηρείται η χαμηλότερη ένδειξη στα 21 µg/m³ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ1

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.14). Η υψηλότερη ένδειξη παρατηρείται στα 2630 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ10 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.12).

Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.15) των μέσων όρων το οποίο περιλαμβάνει και μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ σε διαφορετική ημερομηνία στις αρχές Μαρτίου κατά τις ίδιες ώρες στη περιοχή του εργοταξίου σε καφετέρια εν ώρα μη εργασίας και η κίνηση από κόσμο ήταν μειωμένη. Για σκοπούς σύγκρισης τοποθετούνται στο συγκριτικό διάγραμμα και ο μέσος όρος έξι δεκαπεντάλεπτων μετρήσεων που λήφθηκαν από το μπαλκόνι του διαμερίσματος στο οποίο κατοικείται από εμένα στη Λεμεσό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2. Συγκριτικό διάγραμμα για εργοτάξιο Μαρίνας – Παλιού λιμανιού

Στο διάγραμμα 4.15 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ από το μπαλκόνι του διαμερίσματος για ΑΣ1 ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 302 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ10 από το εργοτάξιο.

Τέλος υπολογίζονται οι λόγοι (τα πηλίκα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 διά των ΑΣ10 (ΑΣ2,5/ΑΣ10) και των ΑΣ1 διά των ΑΣ2,5 (ΑΣ1/ΑΣ2,5) που λήφθηκαν από το περιστατικό του εργοταξίου:

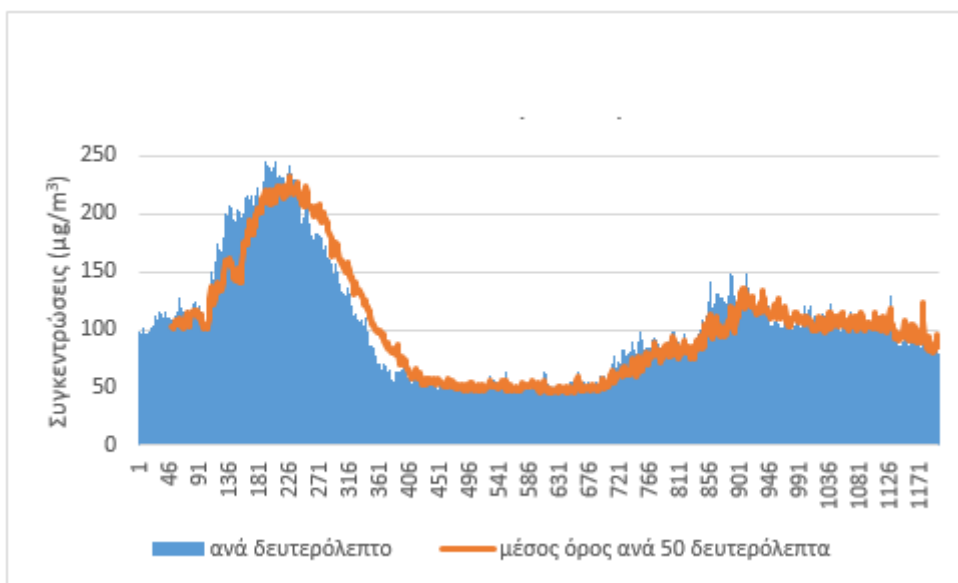
$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 77/302 = 0,25$$

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 55/77 = 0,71$$

4.1.4 Περιστατικό εργοστασίου επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών

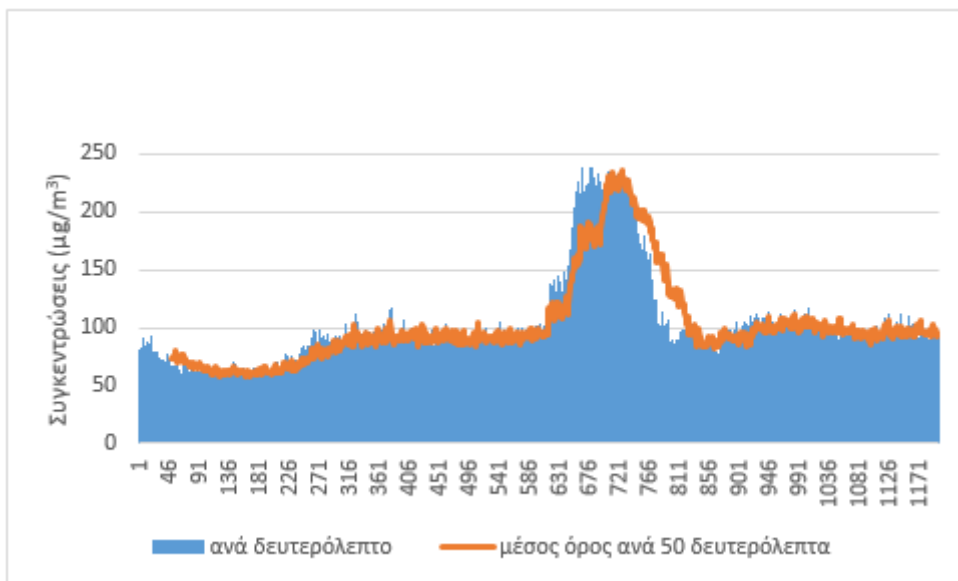
23/7 4.00 – 8.00

Λήφθηκαν και παρουσιάζονται μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 σε μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) με τον μετρητή να τοποθετείται δίπλα από εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών στη περιοχή του Ζακακιού στη Λεωφόρο Φραγκλίνου Ρούσβελτ από το μπαλκόνι στο οποίο κατοικώ στα τέλη Ιουλίου. Γίνεται ανάλυση των μετρήσεων παρουσιάζοντας γραφική των συγκεντρώσεων που λήφθηκαν ανά δευτερόλεπτο για είκοσι συνεχόμενα λεπτά και ο μέσος όρος ανά 50 δευτερόλεπτα. Παρουσιάζονται ξεχωριστά με αριθμητικές τιμές ο συνολικός μέσος όρος για ολόκληρη την χρονική διάρκεια της μέτρησης, η χαμηλότερη και η υψηλότερη μέτρηση συγκέντρωσης ΑΣ που εμφανίζεται κατά την διάρκεια των μετρήσεων για κάθε περίπτωση.



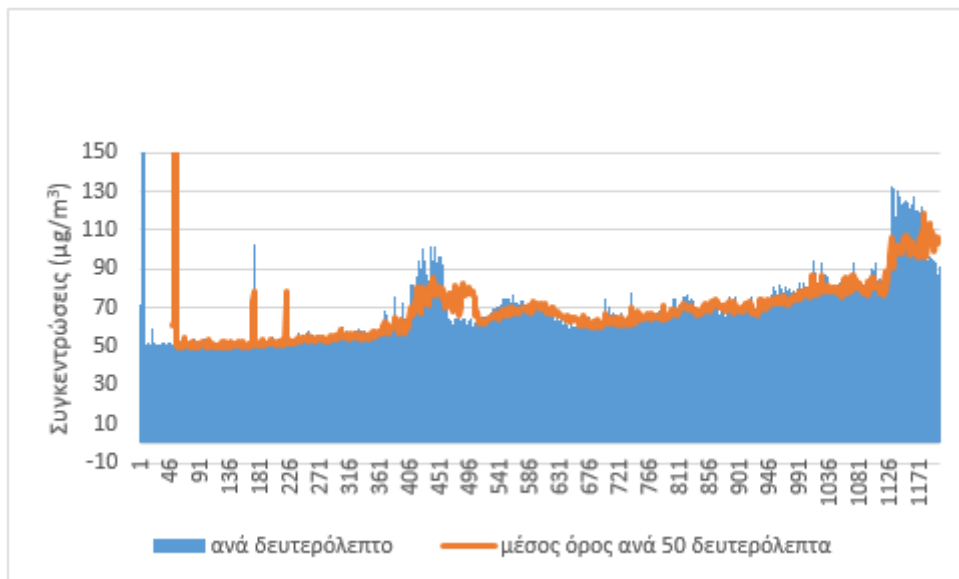
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.16. Συγκεντρώσεις ΑΣ10 εργοστασίου επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα $88.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.17. Συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 εργοστασίου επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 87 µg/m³. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 57 µg/m³ και η υψηλότερη ένδειξη στα 239 µg/m³.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1 Συγκεντρώσεις ΑΣ1 εργοστασίου επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 79,5 µg/m³. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 49 µg/m³ και η υψηλότερη ένδειξη στα 278 µg/m³.

Στο σύνολο των πιο πάνω μετρήσεων του συγκεκριμένου περιστατικού παρατηρείται η χαμηλότερη ένδειξη στα 43 µg/m³ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ10

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.16) . Η υψηλότερη ένδειξη παρατηρείται στα 278 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ1 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.18).

Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.19) με τους μέσους όρους των πιο πάνω μετρήσεων του περιστατικού του συγκεκριμένου εργοστασίου ελαστικών το οποίο περιλαμβάνει και τον μέσο όρο έξι δεκαπεντάλεπτων μετρήσεων συγκεντρώσεων ΑΣ που λήφθηκαν τον Ιούλη - Αύγουστο από το ίδιο μπαλκόνι του διαμερίσματος στο οποίο κατοικείται από μένα στη Λεμεσό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2. Συγκριτικό διάγραμμα εργοστασίου επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών

Στο διάγραμμα 4.19 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ από το μπαλκόνι του διαμερίσματος για ΑΣ1 ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 88,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ10 από το εργοστάσιο ελαστικών.

Τέλος υπολογίζονται οι λόγοι (τα πηλίκα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 διά των ΑΣ10 (ΑΣ2,5/ΑΣ10) και των ΑΣ1 διά των ΑΣ2,5 (ΑΣ1/ΑΣ2,5) που λήφθηκαν από το περιστατικό του εν λόγω εργοστασίου:

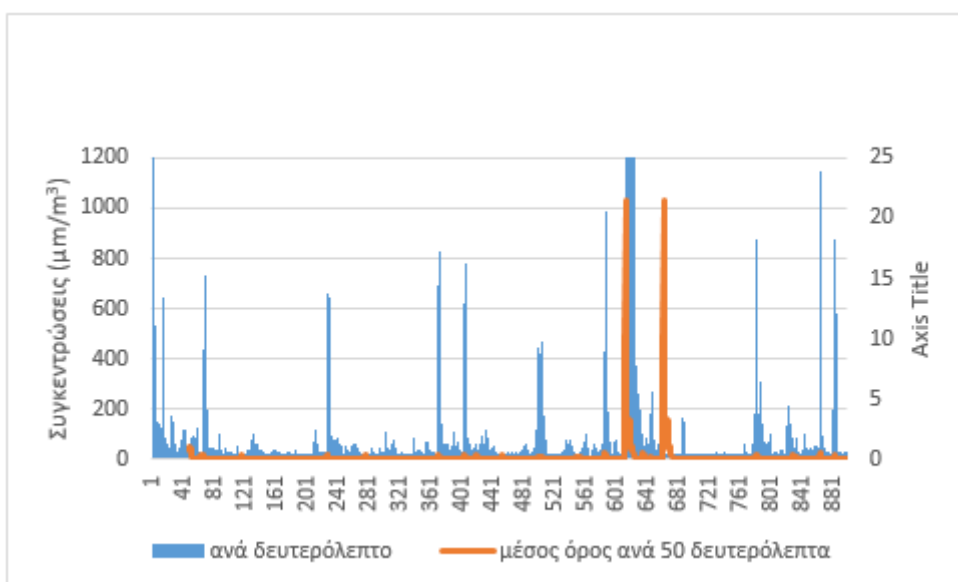
$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 87/88,5 = 0,98$$

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 79,5/87 = 0,91$$

4.1.5 Περιστατικό Κυκλοφοριακού σε ώρα αιχμής

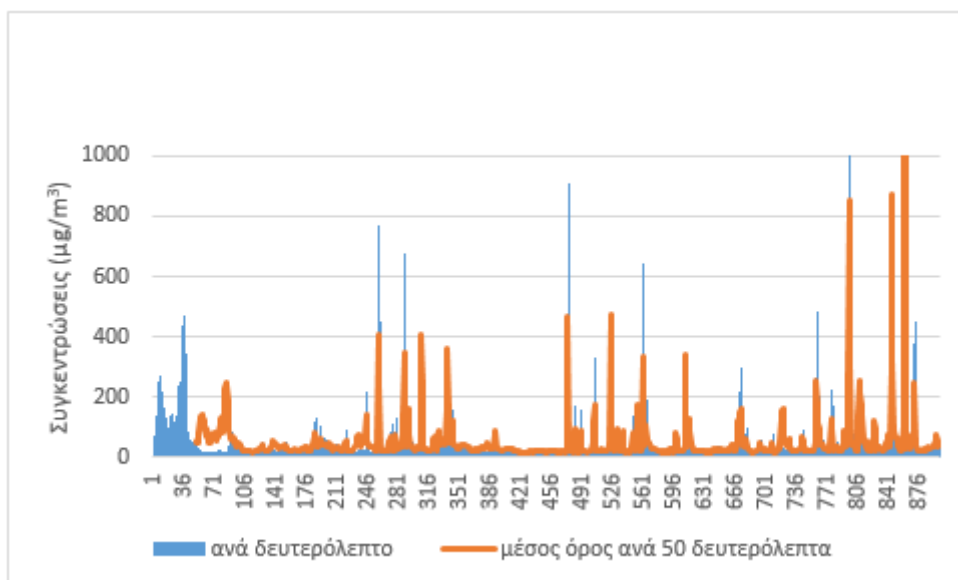
17/7 14.30 – 16.30

Λήφθηκαν και παρουσιάζονται μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 σε μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) με τον μετρητή να τοποθετείται δίπλα από τον παραλιακό δρόμο μέσα του Ιουλίου καταγράφοντας το κυκλοφοριακό. Γίνεται ανάλυση των μετρήσεων παρουσιάζοντας γραφική των συγκεντρώσεων που λήφθηκαν ανά δευτερόλεπτο για δεκαπέντε συνεχόμενα λεπτά και ο μέσος όρος ανά 50 δευτερόλεπτα. Παρουσιάζονται ξεχωριστά με αριθμητικές τιμές ο συνολικός μέσος όρος για ολόκληρη την χρονική διάρκεια της μέτρησης, η χαμηλότερη και η υψηλότερη μέτρηση συγκέντρωσης ΑΣ που εμφανίζεται κατά την διάρκεια των μετρήσεων για κάθε περίπτωση.



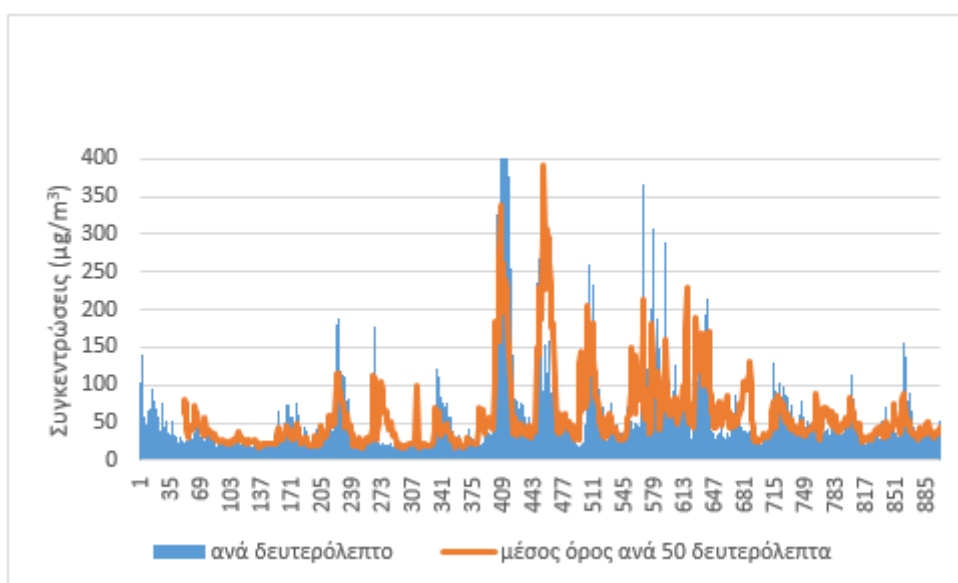
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Συγκεντρώσεις ΑΣ10 κυκλοφοριακού σε ώρα αιχμής

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 42800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.21. Συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 κυκλοφοριακού σε ώρα αιχμής

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 65 µg/m³. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 16 µg/m³ και η υψηλότερη ένδειξη στα 7010 µg/m³.

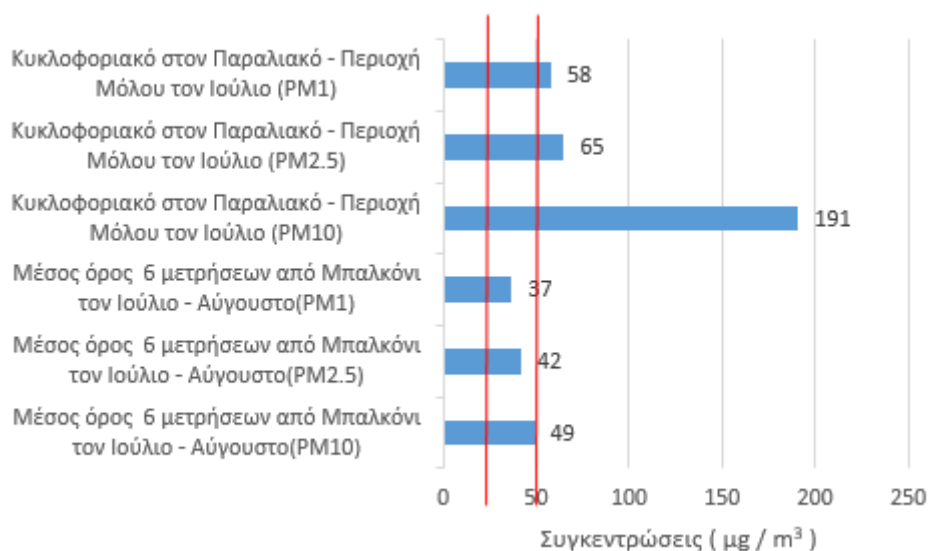


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.22. Συγκεντρώσεις ΑΣ1 κυκλοφοριακού σε ώρα αιχμής

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 58 µg/m³. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 17 µg/m³ και η υψηλότερη ένδειξη στα 645 µg/m³.

Στο σύνολο των πιο πάνω μετρήσεων του συγκεκριμένου περιστατικού παρατηρείται η χαμηλότερη ένδειξη στα 16 µg/m³ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ2.5 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.21). Η υψηλότερη ένδειξη παρατηρείται στα 42800 µg/m³ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ10 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.20).

Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.23) με τους μέσους όρους των πιο πάνω μετρήσεων του περιστατικού του κυκλοφοριακού το οποίο περιλαμβάνει και τον μέσο όρο έξι δεκαπεντάλεπτων μετρήσεων συγκεντρώσεων ΑΣ που λήφθηκαν τον Ιούλη - Αύγουστο από το ίδιο μπαλκόνι του διαμερίσματος στο οποίο κατοικείται από εμένα στη Λεμεσό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2. Συγκριτικό διάγραμμα κυκλοφοριακού σε ώρα αιχμής

Στο διάγραμμα 4.23 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ από το μπαλκόνι του διαμερίσματος για ΑΣ1 ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ10 λόγω κυκλοφοριακού.

Τέλος υπολογίζονται οι λόγοι (τα πηλίκα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 διά των ΑΣ10 (ΑΣ2,5/ΑΣ10) και των ΑΣ1 διά των ΑΣ2,5 (ΑΣ1/ΑΣ2,5) που λήφθηκαν από το εν λόγω περιστατικό:

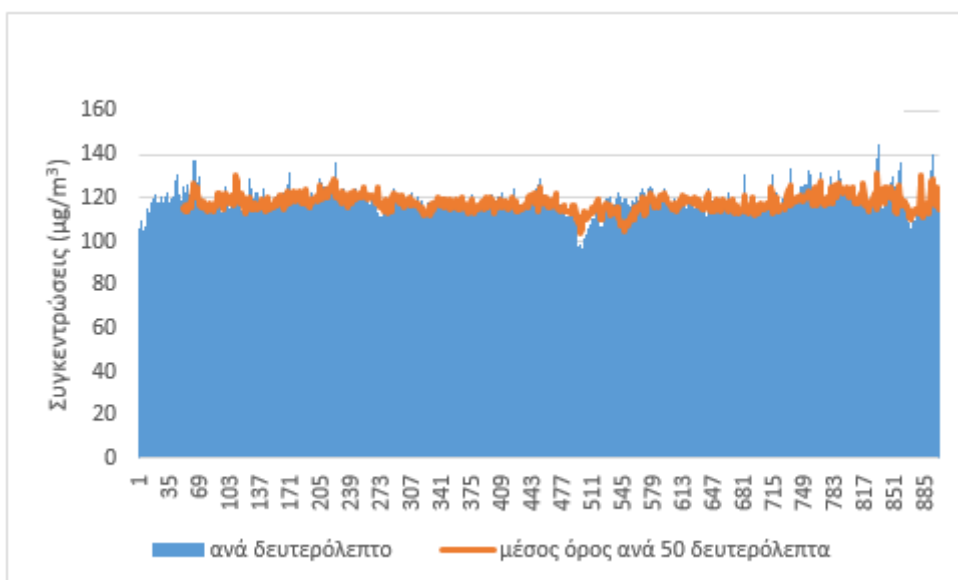
$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 65/191 = 0,34$$

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 58/65 = 0,89$$

4.1.6 Περιστατικό Σκόνης

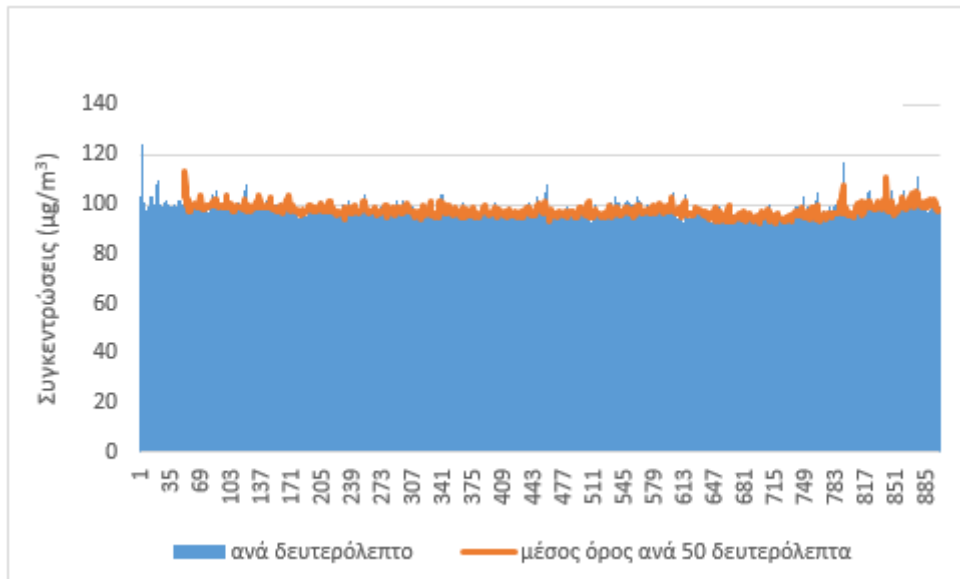
26/7 12.00 - 14.00

Λήφθηκαν και παρουσιάζονται μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 σε μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) με τον μετρητή να τοποθετείται στο μπαλκόνι που κατοικώ καταγράφοντας περιστατικό σκόνης περί τα τέλη Ιουλίου. Γίνεται ανάλυση των μετρήσεων παρουσιάζοντας γραφική των συγκεντρώσεων που λήφθηκαν ανά δευτερόλεπτο για δεκαπέντε συνεχόμενα λεπτά και ο μέσος όρος ανά 50 δευτερόλεπτα. Παρουσιάζονται ξεχωριστά με αριθμητικές τιμές ο συνολικός μέσος όρος για ολόκληρη την χρονική διάρκεια της μέτρησης, η χαμηλότερη και η υψηλότερη μέτρηση συγκέντρωσης ΑΣ που εμφανίζεται κατά την διάρκεια των μετρήσεων για κάθε περίπτωση.



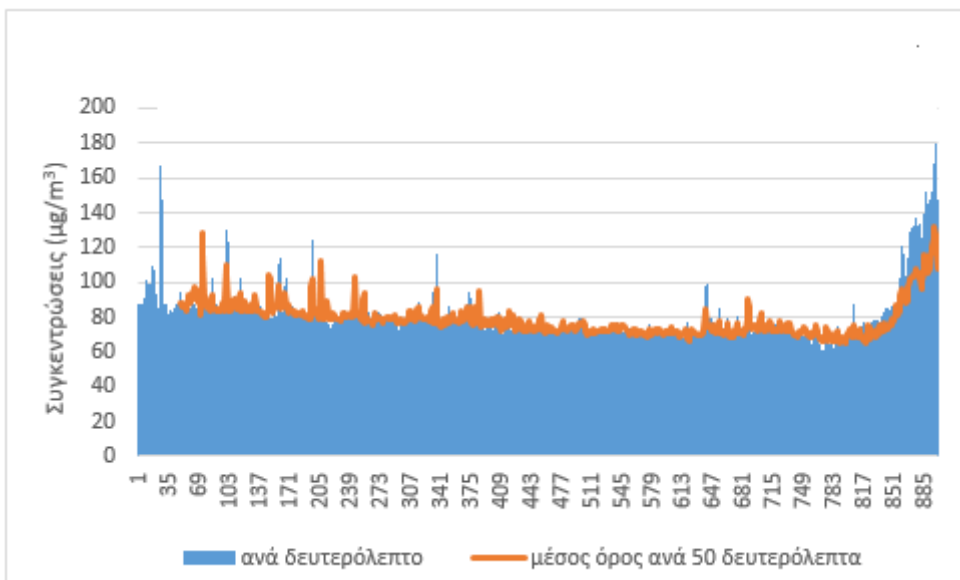
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Συγκεντρώσεις ΑΣ10 περιστατικού σκόνης

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.25. Συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 περιστατικού σκόνης

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

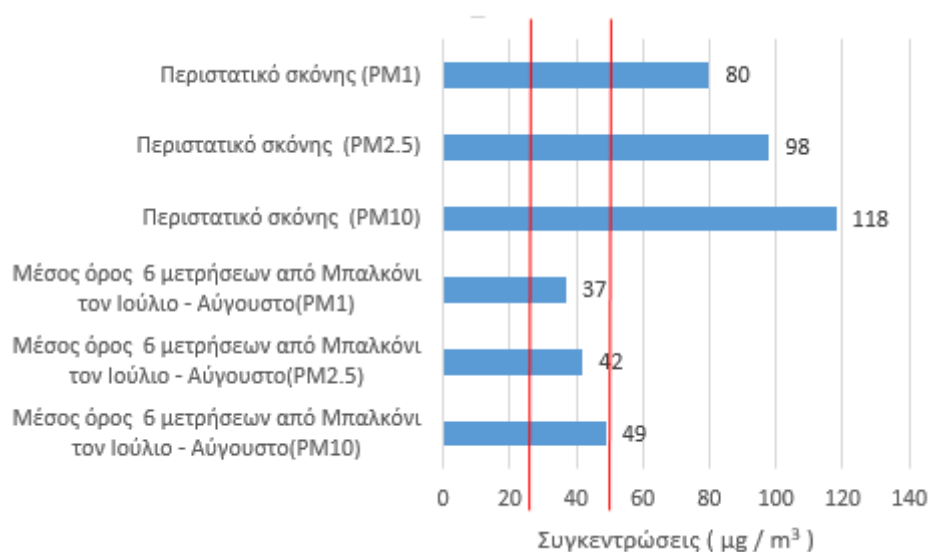


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.26. Συγκεντρώσεις ΑΣ1 περιστατικού σκόνης

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Στο σύνολο των πιο πάνω μετρήσεων του συγκεκριμένου περιστατικού παρατηρείται η χαμηλότερη ένδειξη στα 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ1 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.26). Η υψηλότερη ένδειξη παρατηρείται στα 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ1 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.26).

Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.27) με τους μέσους όρους των πιο πάνω μετρήσεων του περιστατικού με σκόνη το οποίο περιλαμβάνει και τον μέσο όρο έξι δεκαπεντάλεπτων μετρήσεων συγκεντρώσεων ΑΣ που λήφθηκαν τον Ιούλιο - Αύγουστο από το ίδιο μπαλκόνι του διαμερίσματος στο οποίο κατοικείται στη Λεμεσό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2. Συγκριτικό διάγραμμα περιστατικού σκόνης

Στο διάγραμμα 4.27 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ από το μπαλκόνι του διαμερίσματος για ΑΣ1 ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ10 του περιστατικού σκόνης.

Τέλος υπολογίζονται οι λόγοι (τα πηλίκα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 διά των ΑΣ10 (ΑΣ2,5/ΑΣ10) και των ΑΣ1 διά των ΑΣ2,5 (ΑΣ1/ΑΣ2,5) που λήφθηκαν από το περιστατικό σκόνης:

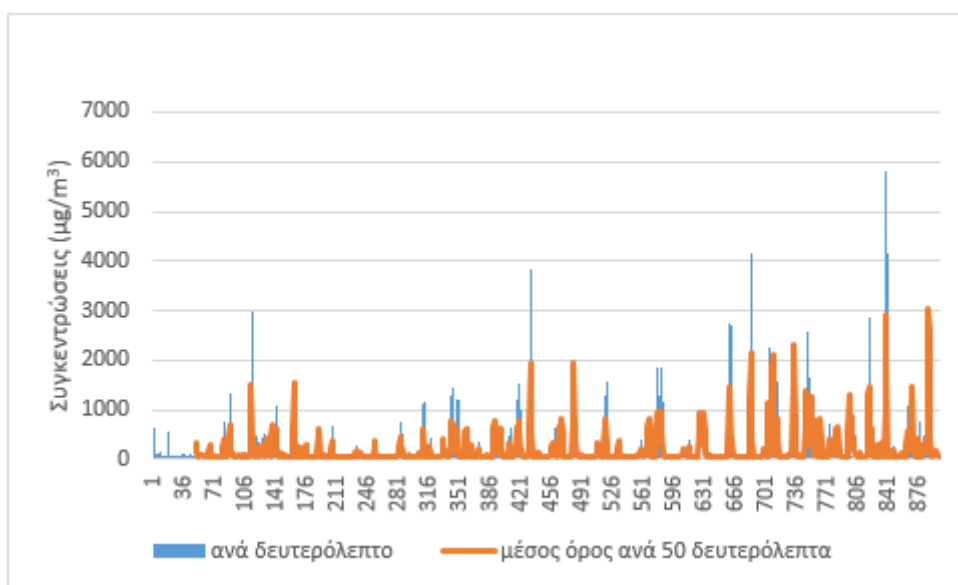
$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 98/118 = 0,83$$

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 80/98 = 0,82$$

4.1.7 Περιστατικό χωματόδρομου Lady's Mile

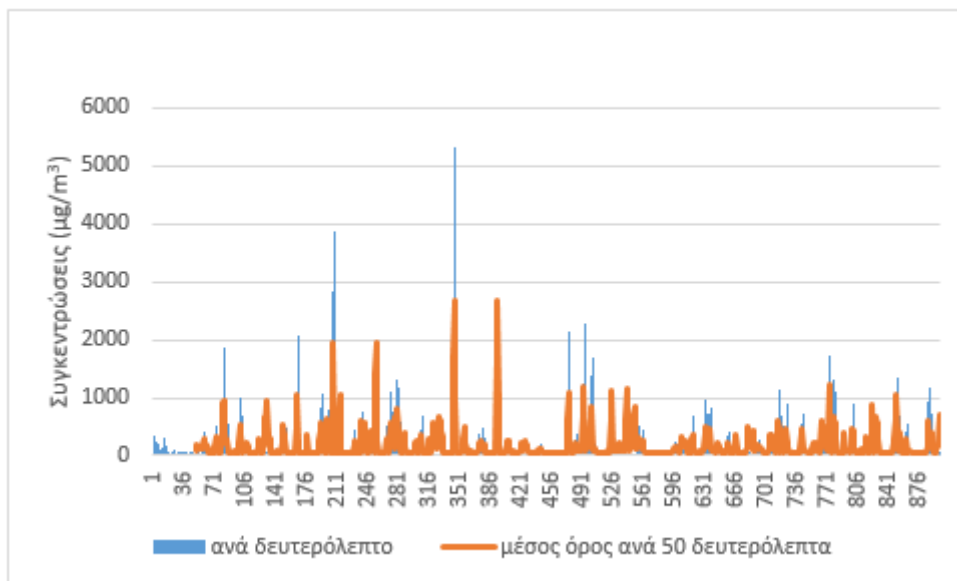
27/7 13.00 – 15.00

Λήφθηκαν και παρουσιάζονται μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 σε μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) τέλη του Ιουλίου με τον μετρητή να τοποθετείται σε χωματόδρομο του Lady's Mile και ακολούθως σε παραλία του για μέτρηση ΑΣ10. Γίνεται ανάλυση των μετρήσεων παρουσιάζοντας γραφική των συγκεντρώσεων που λήφθηκαν ανά δευτερόλεπτο για δεκαπέντε συνεχόμενα λεπτά και ο μέσος όρος ανά 50 δευτερόλεπτα. Παρουσιάζονται ξεχωριστά με αριθμητικές τιμές ο συνολικός μέσος όρος για ολόκληρη την χρονική διάρκεια της μέτρησης, η χαμηλότερη και η υψηλότερη μέτρηση συγκέντρωσης ΑΣ που εμφανίζεται κατά την διάρκεια των μετρήσεων για κάθε περίπτωση.



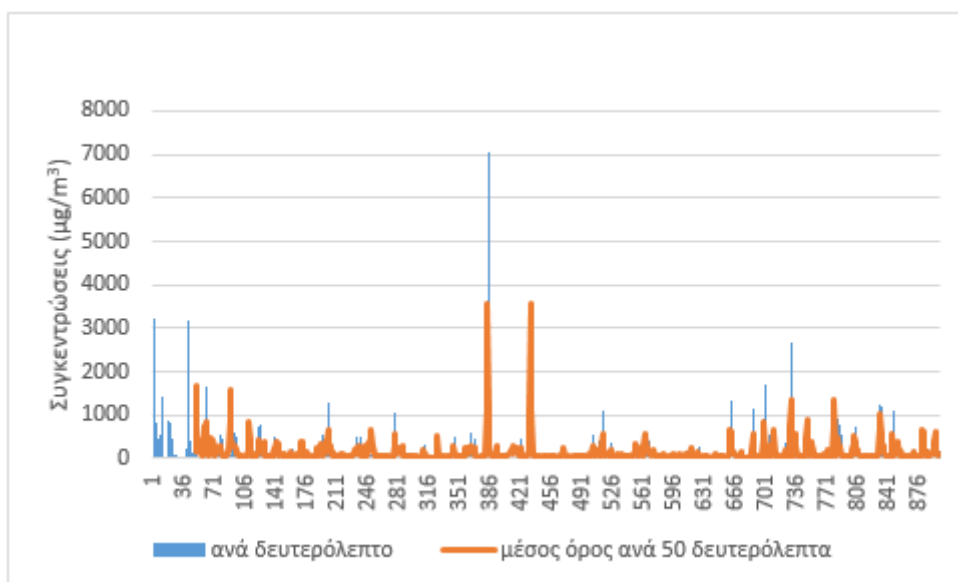
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.28. Συγκεντρώσεις ΑΣ10 χωματόδρομου Lady's Mile

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα $207 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα $5810 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



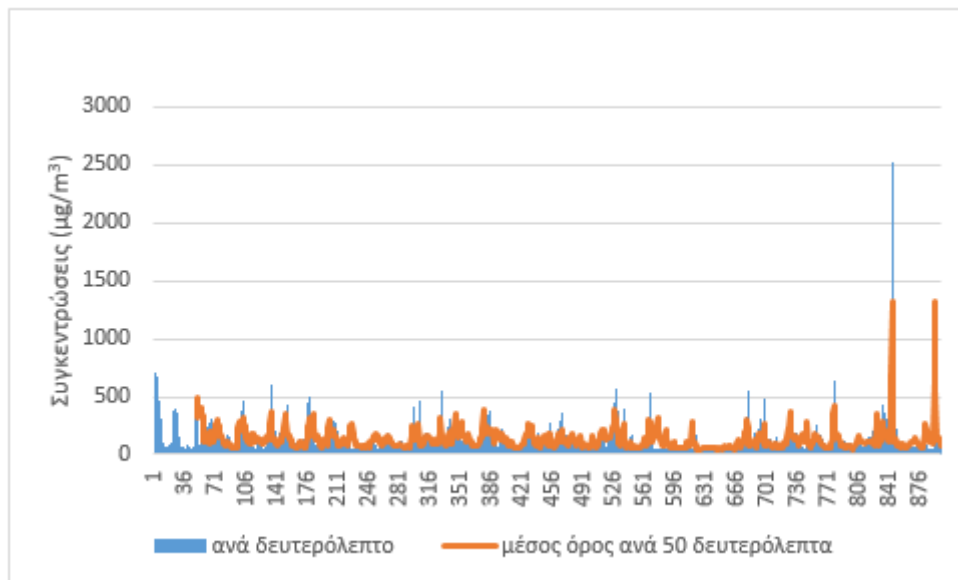
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 χωματόδρομου Lady's Mile

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 173 µg/m³. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 42 µg/m³ και η υψηλότερη ένδειξη στα 5320 µg/m³.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Συγκεντρώσεις ΑΣ1 χωματόδρομου Lady's Mile

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 152 µg/m³. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 37 µg/m³ και η υψηλότερη ένδειξη στα 7070 µg/m³.

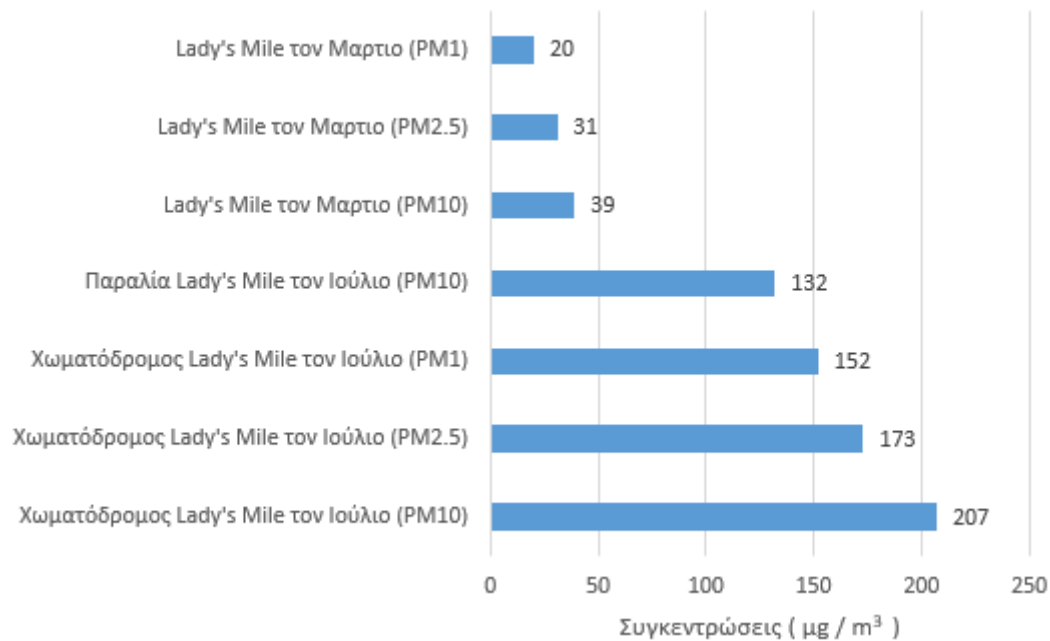


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2. Συγκεντρώσεις ΑΣ10 χωματόδρομου Lady's Mile (παραλία)

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 132 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 2530 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Στο σύνολο των πιο πάνω μετρήσεων του συγκεκριμένου περιστατικού παρατηρείται η χαμηλότερη ένδειξη στα 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στο χωματόδρομο για ΑΣ1 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.30). Η υψηλότερη ένδειξη παρατηρείται στα 7070 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στο χωματόδρομο για ΑΣ1 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.30).

Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.32) των πιο πάνω μέσων όρων το οποίο περιλαμβάνει και δεκαπεντάλεπτες μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ σε διαφορετική ημερομηνία στις αρχές Μαρτίου κατά τις ίδιες ώρες στο Lady's mile όπου η κίνηση από κόσμο ήταν ανύπαρκτη.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.32. Συγκριτικό διάγραμμα χωματόδρομου Lady's Mile

Στο διάγραμμα 4.32 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα 20 µg/m³ από το Lady's mile τον Μάρτιο για ΑΣ1 ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 207 µg/m³ για ΑΣ10 για το περιστατικό στο χωματόδρομο του Lady's mile τον Ιούλιο.

Τέλος υπολογίζονται οι λόγοι (τα πηλίκα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 διά των ΑΣ10 (ΑΣ2,5/ΑΣ10) και των ΑΣ1 διά των ΑΣ2,5 (ΑΣ1/ΑΣ2,5) που λήφθηκαν από το περιστατικό στο χωματόδρομο του Lady's mile:

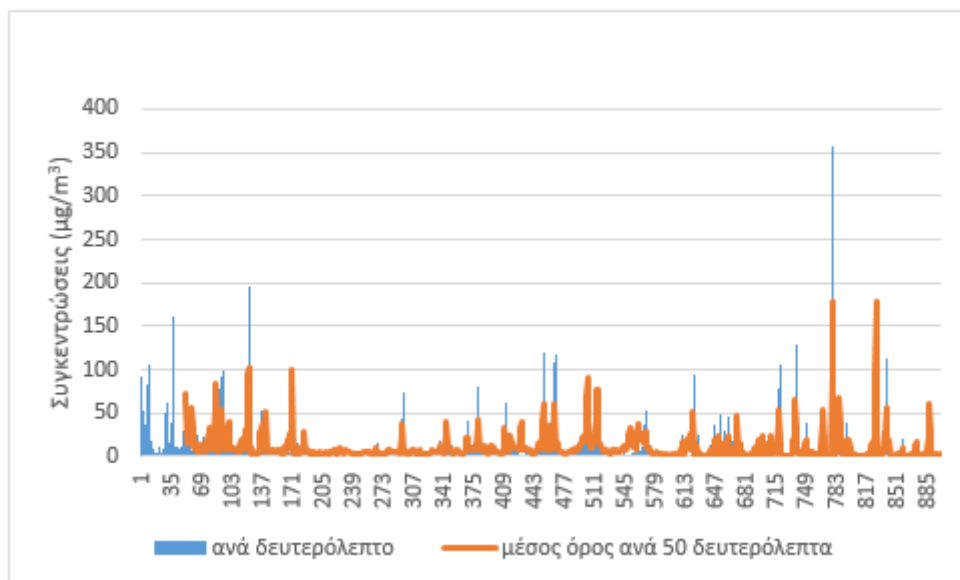
$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 173/207 = 0,84$$

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 152/173 = 0,88$$

4.1.8 Μετά από βροχή

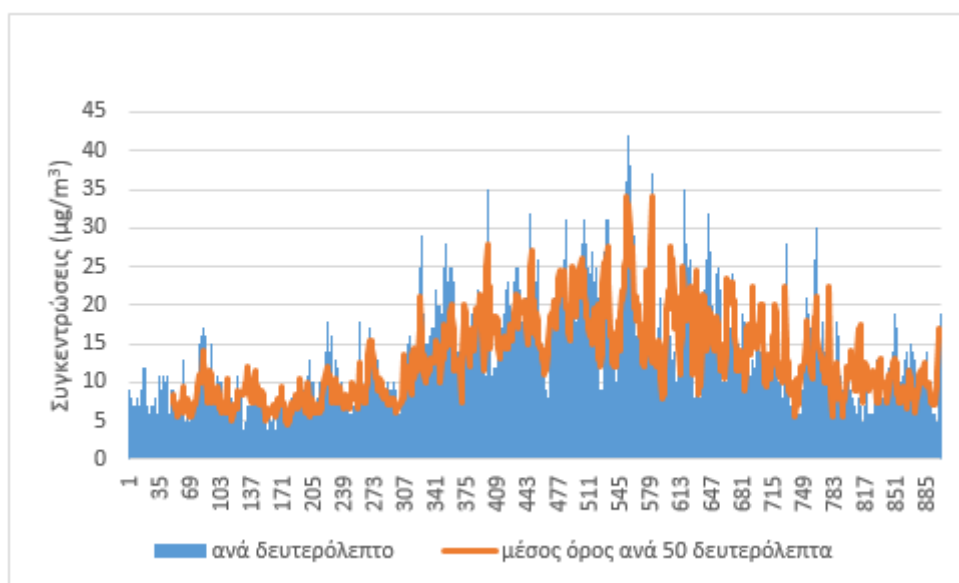
14/3 13.00 – 15.00

Λήφθηκαν και παρουσιάζονται μετρήσεις συγκεντρώσεων ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 σε μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (µg/m³) με τον μετρητή να τοποθετείται στο πεζόδρομο του Μόλου στον παραλιακό μετά από βροχή περί τα μέσα Μαρτίου. Γίνεται ανάλυση των μετρήσεων παρουσιάζοντας γραφική των συγκεντρώσεων που λήφθηκαν ανά δευτερόλεπτο για δεκαπέντε συνεχόμενα λεπτά και ο μέσος όρος ανά 50 δευτερόλεπτα. Παρουσιάζονται ξεχωριστά με αριθμητικές τιμές ο συνολικός μέσος όρος για ολόκληρη την χρονική διάρκεια της μέτρησης, η χαμηλότερη και η υψηλότερη μέτρηση συγκέντρωσης ΑΣ που εμφανίζεται κατά την διάρκεια των μετρήσεων για κάθε περίπτωση.



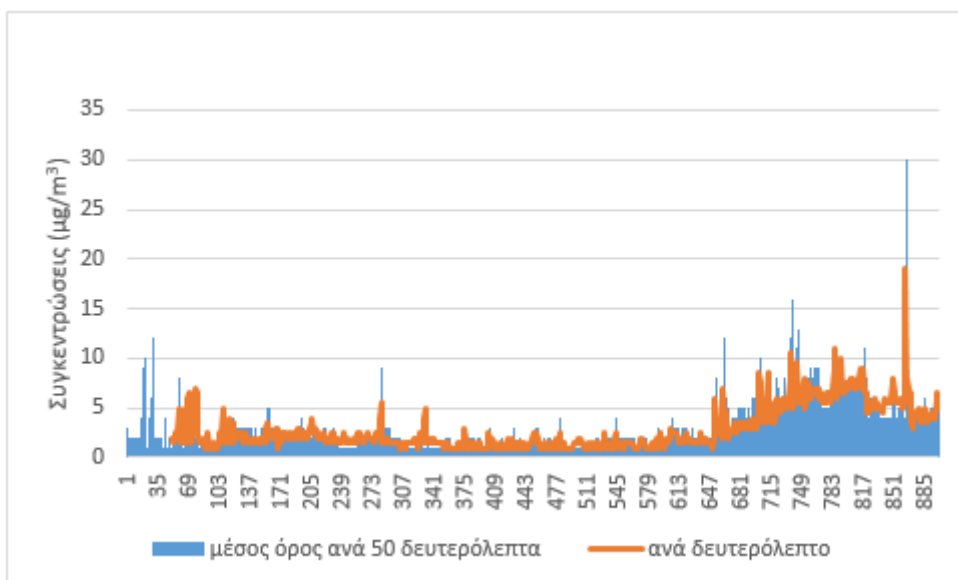
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.33. Συγκεντρώσεις ΑΣ10 στο μόλο μετά από βροχή

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 357 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.34. Συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 στο μόλο μετά από βροχή

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

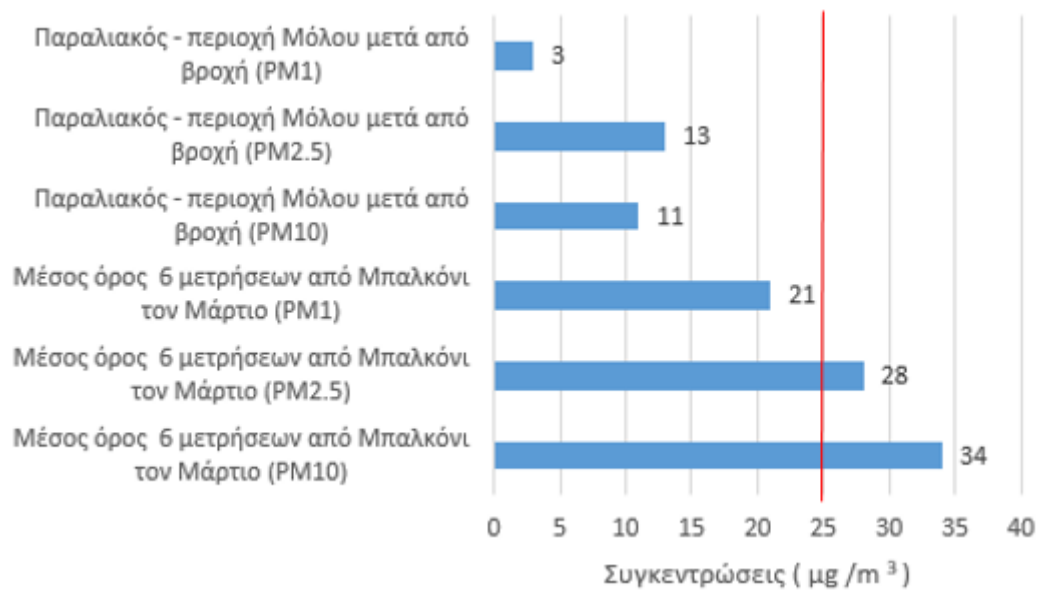


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Συγκεντρώσεις ΑΣ1 στο μόλο μετά από βροχή

Ο μέσος όρος των πιο πάνω μετρήσεων είναι στα $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η χαμηλότερη ένδειξη που καταγράφεται είναι στα $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και η υψηλότερη ένδειξη στα $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Στο σύνολο των πιο πάνω μετρήσεων του συγκεκριμένου περιστατικού παρατηρείται η χαμηλότερη ένδειξη στα $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στις μετρήσεις των στα ΑΣ10 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.33) και ΑΣ1 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.35). Η υψηλότερη ένδειξη παρατηρείται στα $357 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και καταγράφεται στις μετρήσεις των ΑΣ10 (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.33).

Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.36) με τους μέσους όρους των πιο πάνω μετρήσεων του περιστατικού μετά της βροχής το οποίο περιλαμβάνει και τον μέσο όρο έξι δεκαπεντάλεπτων μετρήσεων συγκεντρώσεων ΑΣ που λήφθηκαν τον Μάρτιο από το μπαλκόνι του διαμερίσματος στο οποίο κατοικείται στη Λεμεσό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2. Συγκριτικό διάγραμμα περιστατικού στο μόλο μετά από βροχή

Στο διάγραμμα 4.36 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα 3 µg/m³ από τον Μόλο μετά από την βροχή για ΑΣ1 ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 34 µg/m³ για ΑΣ10 από το μπαλκόνι.

Τέλος υπολογίζονται οι λόγοι (τα πηλίκα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 διά των ΑΣ10 (ΑΣ2,5/ΑΣ10) και των ΑΣ1 διά των ΑΣ2,5 (ΑΣ1/ΑΣ2,5) που λήφθηκαν από το πεζόδρομο του μόλου μετά από βροχή:

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 13/11 = 1,18$$

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 3/13 = 0,23$$

4.2 Συγκεντρωτικοί πίνακες - συγκριτικοί πίνακες – μοντέλο DPSIR

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (διάγραμμα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων όλων των μετρήσεων ΑΣ για την αεροδυναμική διάμετρο των 10 μm (ΑΣ10) που πάρθηκαν για την έρευνα. Ο μέσος όρος της μέτρησης που λήφθηκε από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά δεν παρουσιάζεται για το λόγω του ότι είναι τεράστιος και εκτός κλίμακας. Με κόκκινη κατακόρυφη γραμμή σημειώνεται το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από την ΕΕ στα 50 μg/m³ για ΑΣ10.



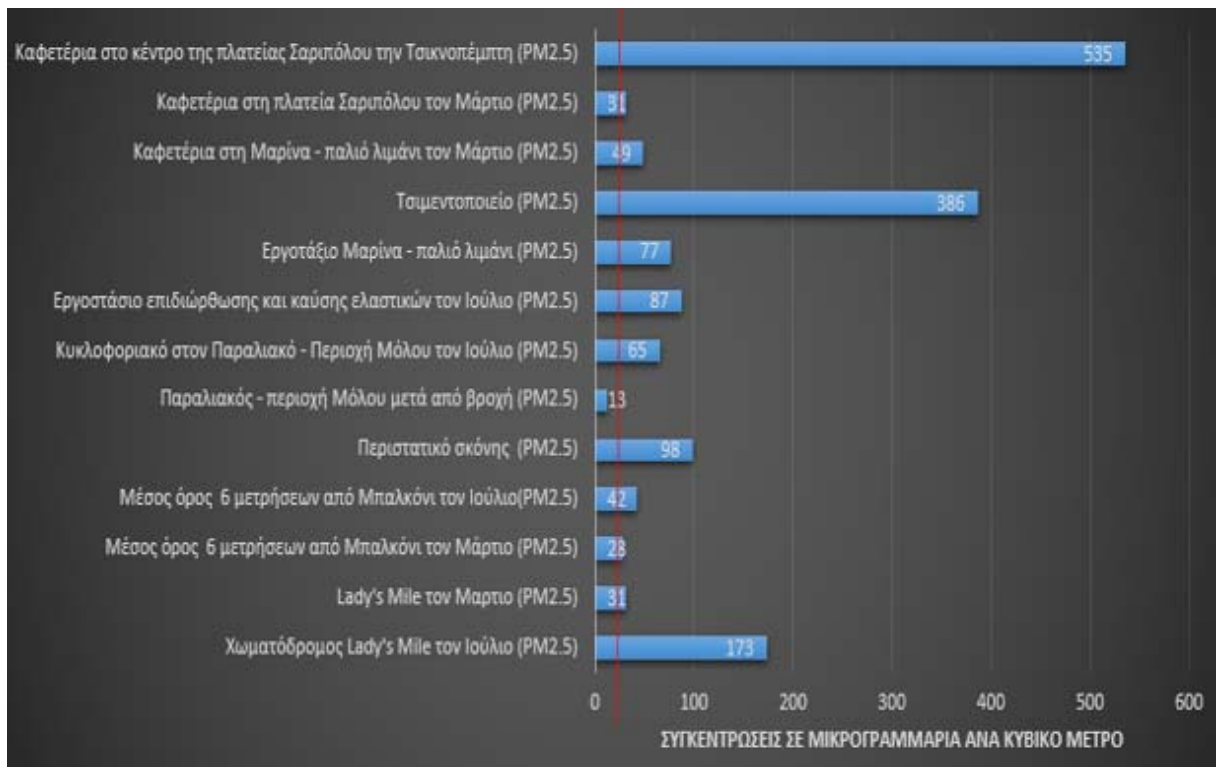
Συγκεντρωτικό συγκριτικό διάγραμμα μετρήσεων για την αεροδυναμική διάμετρο 10μm (Μέσες τιμές)

Στο διάγραμμα 4.37 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα 11 μg/m³ από τον πεζόδρομο του Μόλου μετά από βροχή ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 492 μg/m³ από τη καφετέρια στο κέντρο της πλατείας τη Τσικνοπέμπτη. Σημειώνεται όμως πώς η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου είναι από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στα 7470 μg/m³ για ΑΣ10 που για λόγους κλίμακας δεν τοποθετήθηκε στη πιο πάνω γραφική. Οι μετρήσεις των περιστατικών ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των άλλων συναφή μετρήσεων για ΑΣ10 κατά αύξουσα σειρά είναι :

- 1) Τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στη πλατεία Σαριπόλου: 7470 μg/m³
- 2) Καφετέρια στο κέντρο της πλατείας Σαριπόλου τη Τσικνοπέμπτη: 492 μg/m³
- 3) Τσιμεντοποιείο: 388 μg/m³

- 4) Εργοτάξιο στη περιοχή Μαρίνας και παλιού λιμανιού: 302 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 5) Χωματόδρομος στο Lady's mile τον Ιούλιο: 207 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 6) Κυκλοφοριακό στο παραλιακό – περιοχή μόλου: 191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 7) Παραλία στο Lady's mile τον Ιούλιο: 132 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 8) Περιστατικό σκόνης: 118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 9) Εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών: 88.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 10) Καφετέρια στη περιοχή Μαρίνας και παλιού λιμανιού: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 11) Μέσος όρος 6 μετρήσεων από το μπαλκόνι διαμερίσματος τον Ιούλιο: 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 12) Lady's mile τον Μάρτιο: 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 13) Καφετέρια στη πλατεία Σαριπόλου τον Μάρτιο: 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 14) Μέσος όρος 6 μετρήσεων από το μπαλκόνι διαμερίσματος τον Μάρτιο: 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 15) Πεζόδρομο του Μόλου μετά από βροχή: 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.38) των μέσων όρων συγκεντρώσεων όλων των μετρήσεων ΑΣ για την αεροδυναμική διάμετρο των 2,5 μm (ΑΣ2,5) που πάρθηκαν για την έρευνα. Ο μέσος όρος της μέτρησης που λήφθηκε από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά δεν παρουσιάζεται για το λόγω του ότι είναι τεράστιος και εκτός κλίμακας. Με κόκκινη κατακόρυφη γραμμή σημειώνεται το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από την ΕΕ στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ2,5.



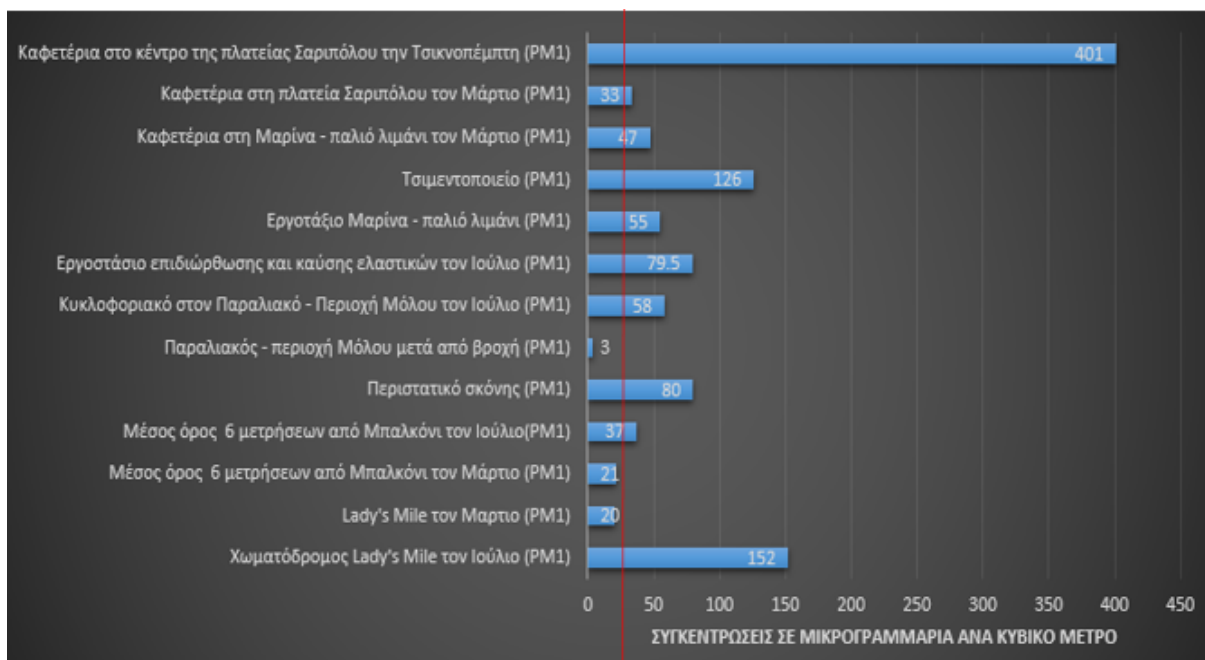
Συγκεντρωτικός συγκριτικό διάγραμμα μετρήσεων για την αεροδυναμική διάμετρο 2,5μm (Μέσες τιμές)

Στο διάγραμμα 4.38 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα 13 μg/m³ από τον πεζόδρομο του Μόλου μετά από βροχή ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 535 μg/m³ από τη καφετέρια στο κέντρο της πλατείας τη Τσικνοπέμπτη. Σημειώνεται όμως πώς η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου είναι από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στα 6340 μg/m³ για ΑΣ2,5 που για λόγους κλίμακας δεν τοποθετήθηκε στη πιο πάνω γραφική. Οι μετρήσεις των περιστατικών ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των άλλων συναφή μετρήσεων για ΑΣ2,5 κατά αύξουσα σειρά είναι :

- 1) Τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στη πλατεία Σαριπόλου: 6340 μg/m³
- 2) Καφετέρια στο κέντρο της πλατείας Σαριπόλου τη Τσικνοπέμπτη: 535 μg/m³
- 3) Τσιμεντοποιείο: 386 μg/m³
- 4) Χωματόδρομος στο Lady's mile τον Ιούλιο: 173 μg/m³
- 5) Περιστατικό σκόνης: 98 μg/m³
- 6) Εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών: 87 μg/m³
- 7) Εργοτάξιο στη περιοχή Μαρίνας και παλιού λιμανιού: 77 μg/m³
- 8) Κυκλοφοριακό στο παραλιακό – περιοχή μόλου: 65 μg/m³
- 9) Καφετέρια στη περιοχή Μαρίνας και παλιού λιμανιού: 49 μg/m³
- 10) Μέσος όρος 6 μετρήσεων από το μπαλκόνι διαμερίσματος τον Ιούλιο: 42 μg/m³

- 11) Lady's mile τον Μάρτιο: 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 12) Καφετέρια στη πλατεία Σαριπόλου τον Μάρτιο: 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 13) Μέσος όρος 6 μετρήσεων από το μπαλκόνι διαμερίσματος τον Μάρτιο: 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 14) Πεζόδρομο του Μόλου μετά από βροχή: 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.39) των μέσων όρων συγκεντρώσεων όλων των μετρήσεων ΑΣ για την αεροδυναμική διάμετρο των 1 μm (ΑΣ1) που πάρθηκαν για την έρευνα. Ο μέσος όρος της μέτρησης που λήφθηκε από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά δεν παρουσιάζεται για το λόγω του ότι είναι τεράστιος και εκτός κλίμακας. Με κόκκινη κατακόρυφη γραμμή σημειώνεται το επιτρεπτό όριο που καθορίζεται από την ΕΕ στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ2,5.

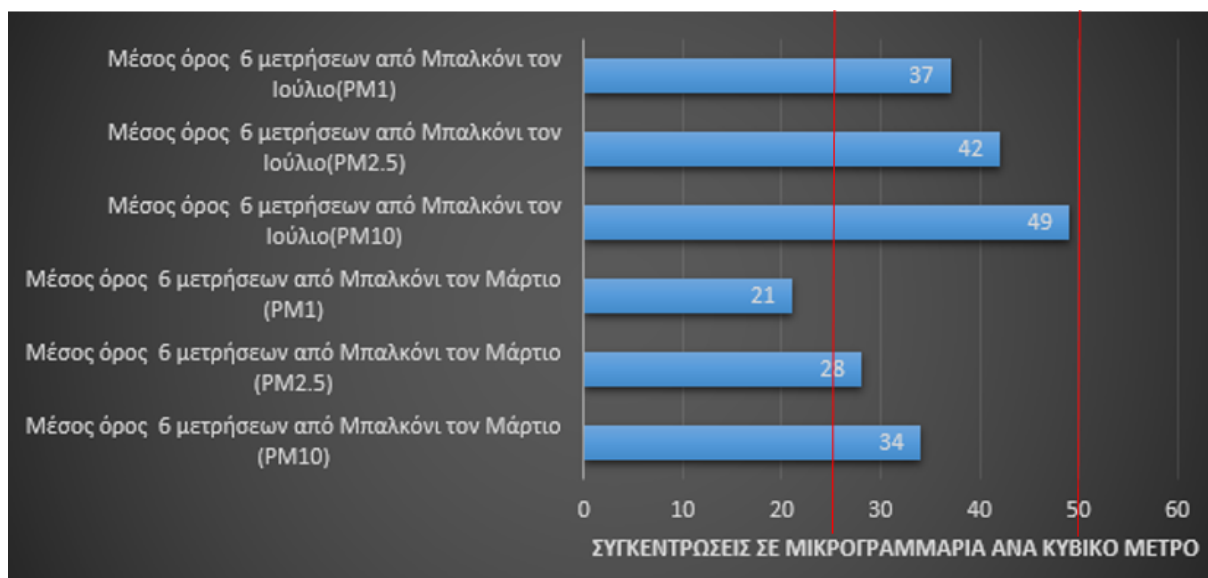


Συγκεντρωτικός συγκριτικό διάγραμμα μετρήσεων για την αεροδυναμική διάμετρο 1 μm (Μέσες τιμές)

Στο διάγραμμα 4.39 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ από τον πεζόδρομο του Μόλου μετά από βροχή ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 401 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ από τη καφετέρια στο κέντρο της πλατείας τη Τσικνοπέμπτη. Σημειώνεται όμως πώς η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου είναι από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στα 5160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ1 που για λόγους κλίμακας δεν τοποθετήθηκε στη πιο πάνω γραφική. Οι μετρήσεις των περιστατικών ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των άλλων συναφή μετρήσεων για ΑΣ1 κατά αύξουσα σειρά είναι :

- 1) Τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στη πλατεία Σαριπόλου: 5160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 2) Καφετέρια στο κέντρο της πλατείας Σαριπόλου τη Τσικνοπέμπτη: 401 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 3) Χωματόδρομος στο Lady's mile τον Ιούλιο: 152 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 4) Τσιμεντοποιείο: 126 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 5) Περιστατικό σκόνης: 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 6) Εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών: 79.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 7) Κυκλοφοριακό στο παραλιακό – περιοχή μόλου: 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 8) Εργοτάξιο στη περιοχή Μαρίνας και παλιού λιμανιού: 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 9) Καφετέρια στη περιοχή Μαρίνας και παλιού λιμανιού: 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 10) Μέσος όρος 6 μετρήσεων από το μπαλκόνι διαμερίσματος τον Ιούλιο: 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 11) Καφετέρια στη πλατεία Σαριπόλου τον Μάρτιο: 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 12) Μέσος όρος 6 μετρήσεων από το μπαλκόνι διαμερίσματος τον Μάρτιο: 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 13) Lady's mile τον Μάρτιο: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 14) Πεζόδρομο του Μόλου μετά από βροχή: 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ακολούθως παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.40) των μέσων όρων συγκεντρώσεων όλων των μετρήσεων ΑΣ (έξι στον αριθμό) για την κάθε αεροδυναμική διάμετρο (ΑΣ10, ΑΣ2.5, ΑΣ1) που καταμετρήθηκαν από το μπαλκόνι του διαμερίσματος μου για τον Μήνα Μάρτιο (Άνοιξη) σε σχέση με το μήνα Ιούλιο (Καλοκαίρι). Με κόκκινες κατακόρυφες γραμμές σημειώνονται τα επιτρεπτά όρια που καθορίζονται από την ΕΕ στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ2.5 και στα 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ10.



Συγκριτικό διάγραμμα για το μπαλκόνι για ΑΣ10, ΑΣ2,5, ΑΣ1 για Μάρτιο και Ιούλιο

Στο διάγραμμα 4.40 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται από το μπαλκόνι είναι στα 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για τα ΑΣ1 τον Μάρτιο ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για τα ΑΣ10 τον Ιούλιο. Η διαφορά συγκεντρώσεων Μαρτίου με Ιουλίου υπολογίζονται στα 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (37 -21)για ΑΣ1, 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (42 - 28) για ΑΣ2,5 και 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (49 - 34) για ΑΣ10 με τον Ιούλη να παρουσιάζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις.

Υπολογίζονται και οι λόγοι (τα πηλίκα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 διά των ΑΣ10 (ΑΣ2,5/ΑΣ10) και των ΑΣ1 διά των ΑΣ2,5 (ΑΣ1/ΑΣ2,5) που λήφθηκαν από το μπαλκόνι για την κάθε χρονική περίοδο:

Για τις μετρήσεις του μήνα Ιουλίου:

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 42/49 = 0,86$$

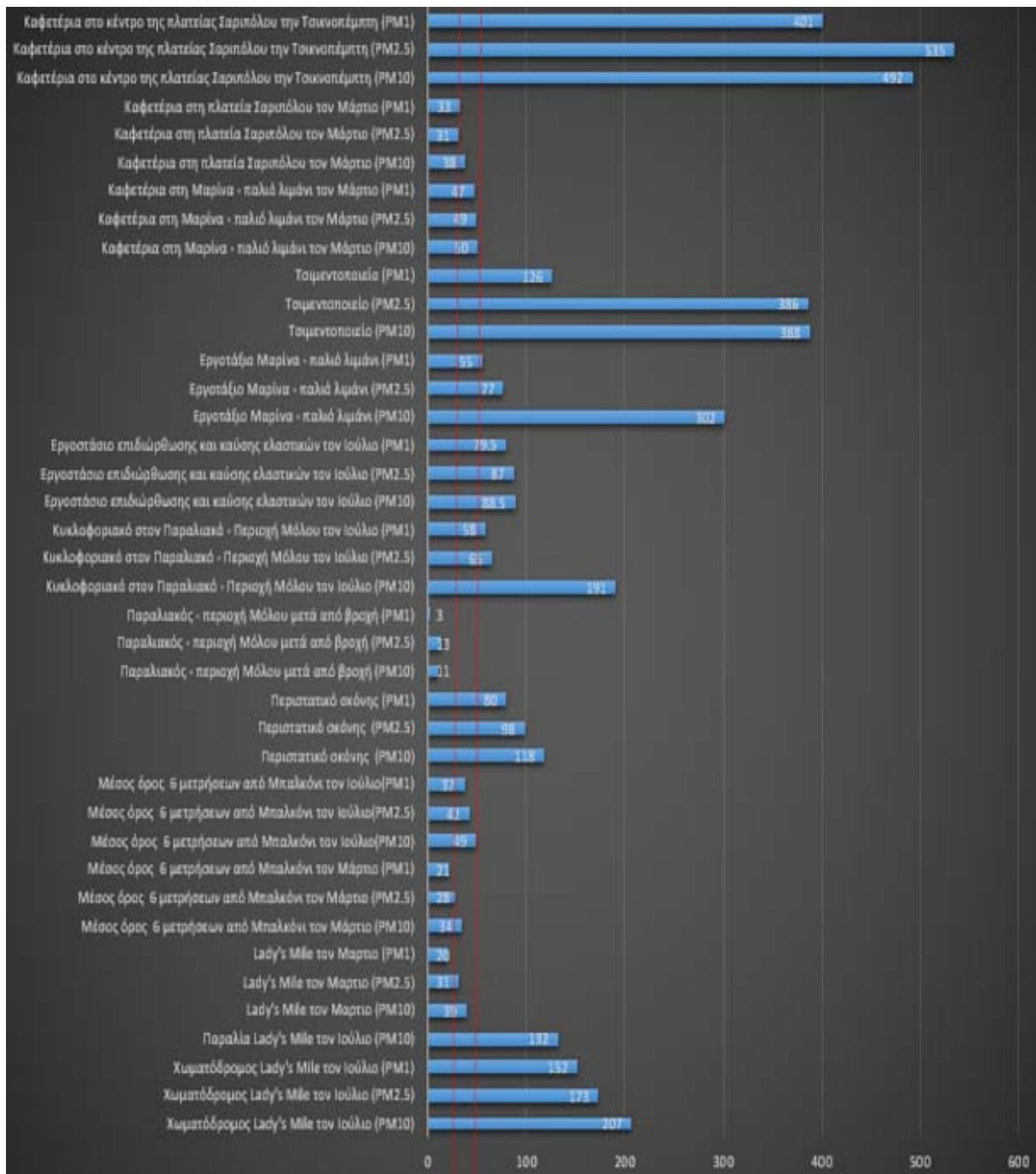
$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 37/42 = 0,88$$

Για τις μετρήσεις του μήνα Μαρτίου:

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}2,5/\text{ΑΣ}10 = 28/34 = 0,82$$

$$\text{Λόγος } \text{ΑΣ}1/\text{ΑΣ}2,5 = 21/28 = 0,75$$

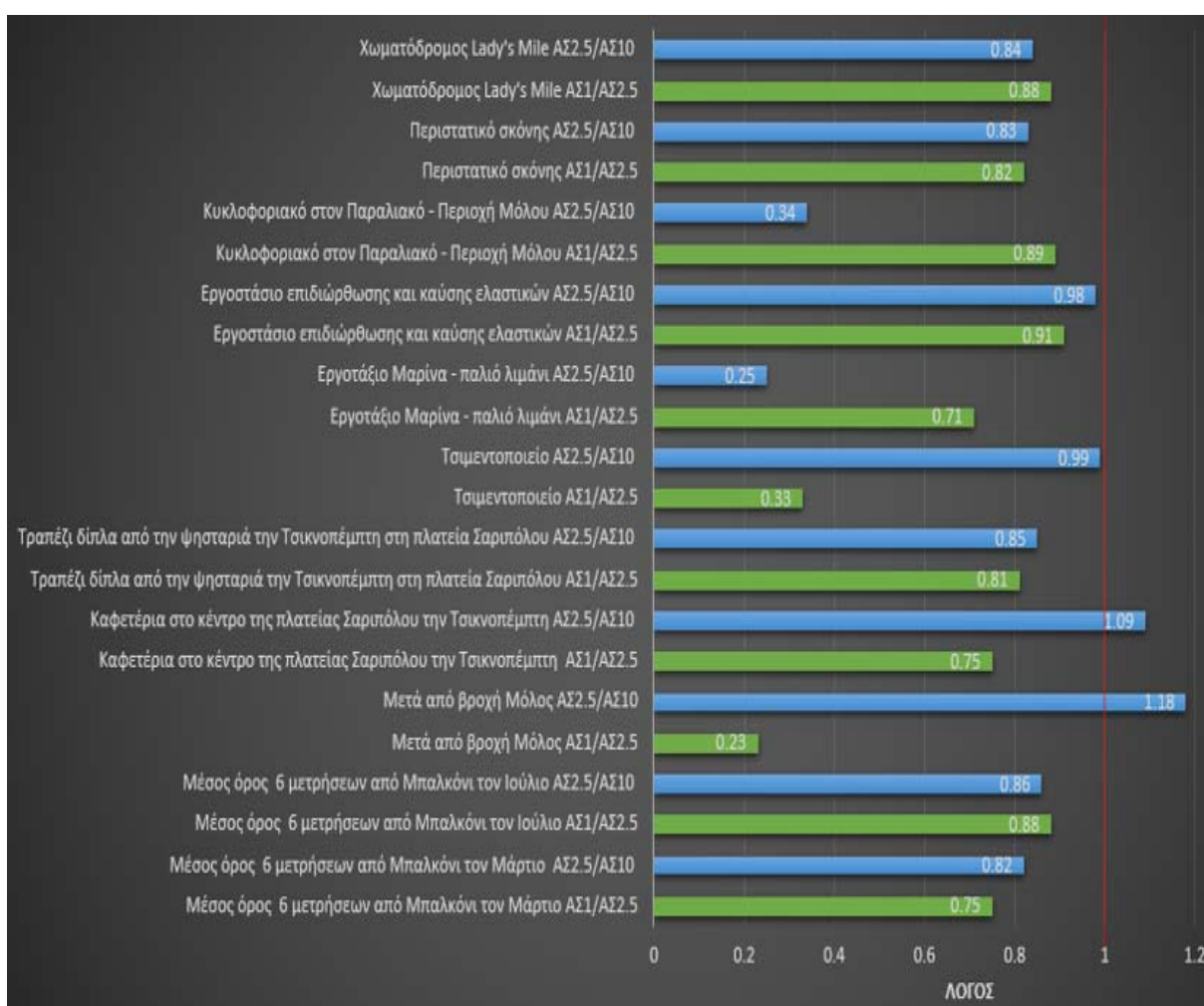
Παρουσιάζεται συγκριτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.41) των μέσων όρων συγκεντρώσεων όλων των μετρήσεων ΑΣ για όλες τις αεροδυναμικές διαμέτρους (ΑΣ10, ΑΣ2,5, ΑΣ1) που πάρθηκαν για την έρευνα. Οι μετρήσεις τοποθετούνται με τρόπο για να είναι συγκρίσιμες σύμφωνα με το περιστατικό και την τοποθεσία. Οι μέσοι όροι των μετρήσεων που λήφθηκαν από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά δεν παρουσιάζονται για το λόγω του ότι είναι τεράστιοι και εκτός κλίμακας όμως αναφέρονται. Με κόκκινες κατακόρυφες γραμμές σημειώνονται τα επιτρεπτά όρια που καθορίζονται από την ΕΕ στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ2,5 και στα 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ10.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.41. Συγκεντρωτικός συγκριτικό διάγραμμα μετρήσεων για όλες τις αεροδυναμικές διαμέτρους (Μέσες τιμές)

Στο διάγραμμα 4.41 η χαμηλότερη ένδειξη μέσου όρου που καταγράφεται είναι στα 3 µg/m³ από τον πεζόδρομο του Μόλου μετά από βροχή για ΑΣ1 ενώ η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου στα 535 µg/m³ για ΑΣ2,5 από τη καφετέρια στο κέντρο της πλατείας τη Τσικνοπέμπτη. Σημειώνεται όμως πώς η υψηλότερη ένδειξη μέσου όρου είναι από το τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στα 7470 µg/m³ για ΑΣ10 που για λόγους κλίμακας δεν τοποθετήθηκε στο διάγραμμα.

Τέλος παρουσιάζεται ένα συγκεντρωτικό διάγραμμα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.42) όλων των λόγων που υπολογίστηκαν για την έρευνα. Οι λόγοι (τα πηλίκα) των μέσων όρων συγκεντρώσεων των ΑΣ2,5 διά των ΑΣ10 (ΑΣ2,5/ΑΣ10) (ράβδοι με μπλε χρώμα) και των ΑΣ1 διά των ΑΣ2,5 (ΑΣ1/ΑΣ2,5) (ράβδοι με πράσινο χρώμα) τοποθετούνται στο πιο κάτω πίνακα ανά περιστατικό. Με κόκκινη κατακόρυφη γραμμή δείχνει την αριθμητική τιμή 1. Όπως προαναφέραμε ο λόγος όταν έχει την αριθμητική τιμή 1 καταδεικνύει την απόλυτη σχέση μεταξύ των δυο συγκρίσιμων μεγεθών (ΑΣ2,5 προς ΑΣ10 και ΑΣ1 προς ΑΣ2,5) ή αν είναι πιο κοντά σε αυτήν την τιμή έχουν πιο στενή σχέση, δηλαδή το ένα μέγεθος είναι πιο συυφασμένο με το άλλο. Για παράδειγμα για λόγο 0.8 για ΑΣ2,5/ΑΣ10, οι συγκεντρώσεις ΑΣ2,5 είναι το 80% των συγκεντρώσεων ΑΣ10.



Συγκεντρωτικό συγκριτικό διάγραμμα λόγων (ΑΣ2,5/ΑΣ10 και ΑΣ1/ΑΣ2,5) για όλα τα περιστατικά

Στο πιο πάνω διάγραμμα ο λόγος που πλησιάζει περισσότερο σε λόγο με αριθμητική τιμή 1 είναι αυτός στο περιστατικό του τσιμεντοποιείου για ΑΣ2,5/ΑΣ10 ο οποίος είναι 0,99 ενώ ο πιο απομακρυσμένος λόγος από την αριθμητική τιμή 1 είναι ο 0,23 που εμφανίζεται στο μόλο μετά από βροχή για ΑΣ1/ΑΣ2,5.

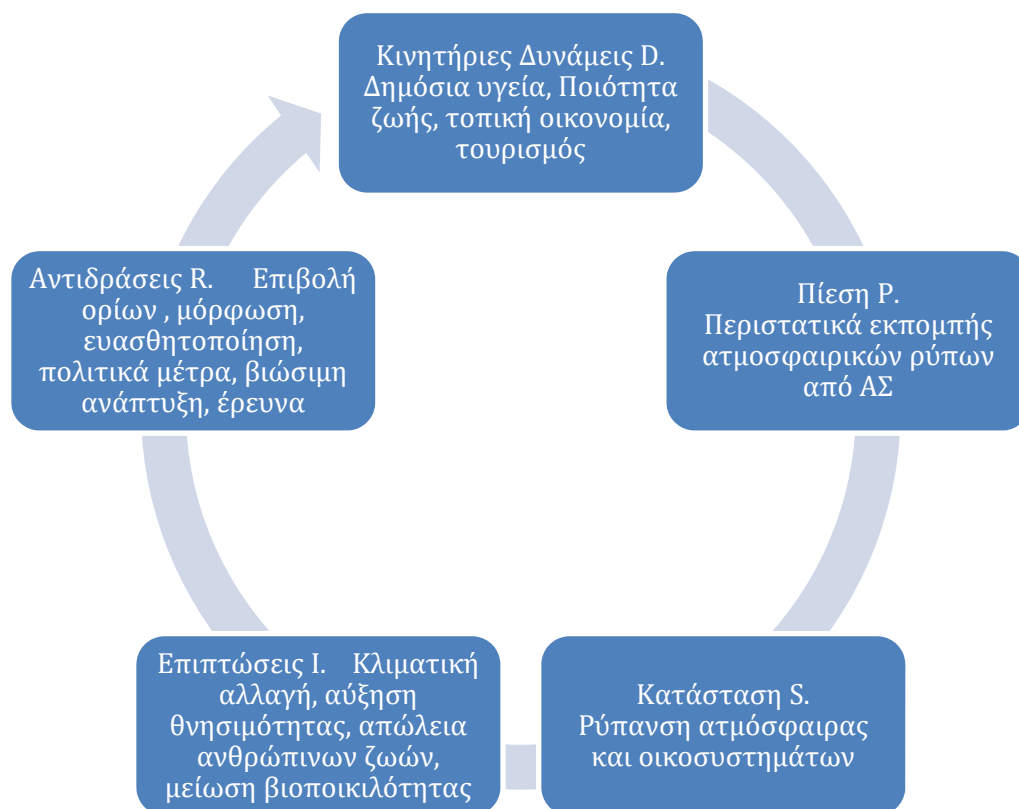
Στη συνέχεια καταγράφονται οι λόγοι για ΑΣ2,5/ΑΣ10 αριθμώντας ξεκινώντας με το περιστατικό με το λόγο που είναι κοντύτερα στο 1 και καταλήγουμε στο πιο απομακρυσμένο υπολογίζοντας την διαφορά του κάθε λόγου από το 1:

- 1) Τσιμεντοποιείο: 0,99
Διαφορά: $1 - 0,99 = 0,01$
- 2) Εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών: 0,98
Διαφορά: $1 - 0,98 = 0,02$
- 3) Καφετέρια στο κέντρο της πλατείας Σαριπόλου τη Τσικνοπέμπτη: 1,09
Διαφορά: $1 - 1,09 = -0,09$
- 4) Μέσος όρος 6 μετρήσεων από το μπαλκόνι διαμερίσματος τον Ιούλιο: 0,86
Διαφορά: $1 - 0,86 = 0,14$
- 5) Τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στη πλατεία Σαριπόλου: 0,85
Διαφορά: $1 - 0,85 = 0,15$
- 6) Χωματόδρομος στο Lady's mile: 0,84
Διαφορά: $1 - 0,84 = 0,16$
- 7) Περιστατικό σκόνης: 0,83
Διαφορά: $1 - 0,83 = 0,17$
- 8) Μέσος όρος 6 μετρήσεων από το μπαλκόνι διαμερίσματος τον Μάρτιο: 0,82
Διαφορά: $1 - 0,82 = 0,18$
- 9) Πεζόδρομο του Μόλου μετά από βροχή: 1,18
Διαφορά: $1 - 1,18 = -0,18$
- 10) Κυκλοφοριακό στο παραλιακό – περιοχή μόλου: 0,34
Διαφορά: $1 - 0,34 = 0,66$
- 11) Εργοτάξιο στη περιοχή Μαρίνας και παλιού λιμανιού: 0,25
Διαφορά: $1 - 0,25 = 0,75$

Επιπλέον καταγράφονται οι λόγοι για ΑΣ1/ΑΣ2,5 αριθμώντας ξεκινώντας με το περιστατικό με το λόγο πού είναι κοντύτερα στο 1 και καταλήγουμε στο πιο απομακρυσμένο υπολογίζοντας την διαφορά του κάθε λόγου από το 1:

- 1) Εργοστάσιο επιδιόρθωσης και καύσης ελαστικών: 0,98
Διαφορά: $1-0,91 = 0,09$
- 2) Κυκλοφοριακό στο παραλιακό – περιοχή μόλου: 0,89
Διαφορά: $1-0,89 = 0,11$
- 3) Χωματόδρομος στο Lady's mile: 0,88
Διαφορά: $1-0,88 = 0,12$
- 4) Μέσος όρος 6 μετρήσεων από το μπαλκόνι διαμερίσματος τον Ιούλιο: 0,88
Διαφορά: $1-0,88 = 0,12$
- 5) Περιστατικό σκόνης: 0,82
Διαφορά: $1-0,82 = 0,18$
- 6) Τραπέζι δίπλα από την ψησταριά την Τσικνοπέμπτη στη πλατεία Σαριπόλου:
0,81
Διαφορά: $1-0,81 = 0,19$
- 7) Καφετέρια στο κέντρο της πλατείας Σαριπόλου τη Τσικνοπέμπτη: 0,75
Διαφορά: $1-0,75 = 0,25$
- 8) Μέσος όρος 6 μετρήσεων από το μπαλκόνι διαμερίσματος τον Μάρτιο: 0,75
Διαφορά: $1-0,75 = 0,25$
- 9) Εργοτάξιο στη περιοχή Μαρίνας και παλιού λιμανιού: 0,71
Διαφορά: $1-0,71 = 0,29$
- 10) Τσιμεντοποιείο: 0,33
Διαφορά: $1-0,33 = 0,67$
- 11) Πεζόδρομο του Μόλου μετά από βροχή: 0,23
Διαφορά: $1-0,23 = 0,77$

Μοντέλο DPSIR παρουσιάζεται :



Μοντέλο DPSIR

Η δημόσια υγεία, η ποιότητα της ζωής των κατοίκων, η τοπική οικονομία και ο τουρισμός λειτουργούν σαν Κινητήριες δυνάμεις. Τα περιστατικά εκπομπής ατμοσφαιρικών ρύπων από ΑΣ είναι η Πίεση. Με αποτέλεσμα να έχουμε σαν Κατάσταση την ρύπανση της ατμόσφαιρας και των οικοσυστημάτων από ΑΣ. Οι επιπτώσεις είναι η κλιματική αλλαγή, όπως η αύξηση της θερμοκρασίας και η μείωση της βροχόπτωσης, η αύξηση της θνησιμότητας και η απώλεια ανθρώπινων ζώων, η μείωση της βιοποικιλότητας. Αντιδράσεις είναι η επιβολή ορίων, η μόρφωση, η ευαισθητοποίηση, τα πολιτικά μέτρα, η βιώσιμη ανάπτυξη και έρευνα. Τα πιο πάνω σχόλια, διαγράμματα και αποτελέσματα οδηγούν σε συμπεράσματα και εισηγήσεις.

Κεφάλαιο 5

Συζήτηση-Συμπεράσματα- Εισηγήσεις

«Σε όλη τη διάρκεια της Ιστορίας, ο άνθρωπος έπρεπε να παλεύει με τη Φύση για να επιβιώσει. Σ' αυτόν τον αιώνα, έχει αρχίσει να συνειδητοποιεί ότι για να επιβιώσει, πρέπει να την προστατέψει.»

Ζαν-Υβ Κουστώ, 1910-1997, Γάλλος ωκεανογράφος

5.1 Συζήτηση

Χαρακτηριστικά αναφέρεται η πόλη Donoga των Ηνωμένων Πολιτειών όπου κατά την διάρκεια ενός τετραήμερου περιστατικού ρύπανσης σημειώθηκαν 20 θάνατοι και 6,000 ασθένειες οι οποίες συνδέθηκαν με την αέρια ρύπανση. Για να εκτιμηθεί σωστά το μέγεθος του προβλήματος θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι ο πληθυσμός της πόλης ήταν μόλις 14,000 κάτοικοι. Το μεγαλύτερο, όμως, επεισόδιο συνέβη στο Λονδίνο το 1952 όταν μια εβδομάδα υψηλών επιπέδων ρύπανσης είχε σαν αποτέλεσμα να συμβούν 4,000 θάνατοι οι οποίοι αποδόθηκαν στην ρύπανση (Bienstock et al, 2000).

Οι αριθμοί στη Κύπρο βρίσκονται στο υψηλότερο σημείο των παρατηρούμενων ετήσιων μέσων όχι μόνο στην περιοχή της Μεσογείου αλλά και στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη (Pikridasa et al, 2018). Είναι γεγονός από μελέτες που διενεργήθηκαν σε απομακρυσμένες περιοχές για να υπάρξει αποφυγή των τοπικών πηγών, η καταμέτρηση σωματιδίων παρουσιάζεται σε μεγαλύτερο ποσοστό στη Κύπρο από ότι στην υπόλοιπη Ευρώπη δημιουργώντας ένα υψηλότερο υπόβαθρο σωματιδίων και ξεφεύγοντας συχνά

και εύκολα από τα όρια που ορίζονται (Pikridasa et al, 2018). Τα επίπεδα των σωματιδίων υπερβαίνουν το ετήσιο πρότυπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και οι καταιγίδες σκόνης ευθύνονται για ένα μικρό κλάσμα των ημερήσιων υπερβάσεων των οριακών τιμών των ΑΣ. Η συνεισφορά της έρημου της Σαχάρας και τα περιστατικά σκόνης λόγω των ερήμων επηρεάζουν μέχρι και το 90% της μεσογειακής περιοχής Sahara pm, Titos et al, 2017). Άλλα φυσικά σωματίδια όπως το αιωρούμενο χώμα και το θαλάσσιο άλας, μπορεί να ευθύνονται εν μέρει για τα υψηλά επίπεδα σωματιδίων. (Cyprus. Είναι φανερό ότι οι θαλάσσιοι ψεκασμοί έρχονται να κατακλείσουν τις συγκεντρώσεις των ΑΣ σε παραλιακή πόλη. Το πρόβλημα δυσχεραίνεται μέσω των αλληλεπιδράσεων μεταξύ ΑΣ και φωτοχημικών διεργασιών που μπορούν να ενισχυθούν στη Μεσόγειο. (Falchi, 2019, Titos et al, 2017).

Ο άνθρωπος με τις καύσεις προϊόντων όπως συμβατικών καυσίμων και ξύλου για σκοπούς θέρμανσης (φαγητού αλλά και του ιδίου) και κίνησης (αυτοκίνητα, λεωφορεία, φορτηγά, πλοία, αεροπλάνα, τρένα, μοτοκίνητα) γεμίζει την ατμόσφαιρα κυρίως με ΑΣ_{2,5} και ΑΣ₁ τα οποία είναι τα πιο επιβλαβέστερα (Kennes et al, 2013). Σε συνέχεια αυτού είναι αναγνωρίσιμο ότι τα πετρελαιοκίνητα είναι πιο τοξικά από βενζινοκίνητα. Η επαναιώρηση της οδικής σκόνης, η φθορά των ελαστικών και φρένων και τα καυσαέρια αναπτύσσουν συγκέντρωση σωματιδίων σε δρόμους και λεωφόρους καθώς το κυκλοφοριακό αναγνωρίζεται ευρέως ως ένας από τους σημαντικότερους τοπικούς συντελεστές των επιπέδων των ΑΣ στις αστικές περιοχές (Liora et al, 2016, Sarigiannis et al, 2017, Pikridasa et al, 2018). Η Αθήνα αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα κυκλοφοριακής συμφόρησης που σε ώρες αιχμής η ταχύτητα δεν ξεπερνά τα 12 χιλιόμετρα την ώρα κατά μέσο όρο ενώ το μεγάλο ποσοστό παλαιών τεχνολογιών κινητήρων μεγεθύνει το πρόβλημα της ρύπανσης. Μελέτη στη γέφυρα Ρίο - Αντίρριο η οποία ενώνει χερσαία Αττική με Πελοπόννησο μέσω θαλάσσης έδειξε ότι η έντονη κυκλοφορική κίνηση και οι χαμηλές ταχύτητες των μεταφορικών μέσων ευνοούν υψηλές συγκεντρώσεις ΑΣ και παραβιάσεις των επιτρεπόμενων ορίων. Επιπρόσθετα τη θερμή περίοδο όταν η σκόνη, τα θαλάσσια σωματίδια και η φωτοχημεία βρίσκονται σε έξαρση ευνοούν την ανάμιξη τους με τα σωματίδια καυσαερίων και δρόμων. Αντιθέτως υψηλές ταχύτητες άνω των 80 χιλιομέτρων ανά ώρα) και αραιή κίνηση αφήνουν σε χαμηλά επίπεδα τις συγκεντρώσεις σε μια καθαρή ημέρα. (Sarigiannis et al, 2017). Ενώ η χωματοειδής και αμμοειδής στρώση παρακείμενου δρόμου μαζί με την συνεισφορά των σωματιδίων των θαλάσσιων ψεκασμών συμβάλουν σε μια άτακτη συγκέντρωση τους (Sarti et al, 2013). Η έντονη οικοδομική ανάπτυξη σε μια πόλη οδηγά στη δημιουργία

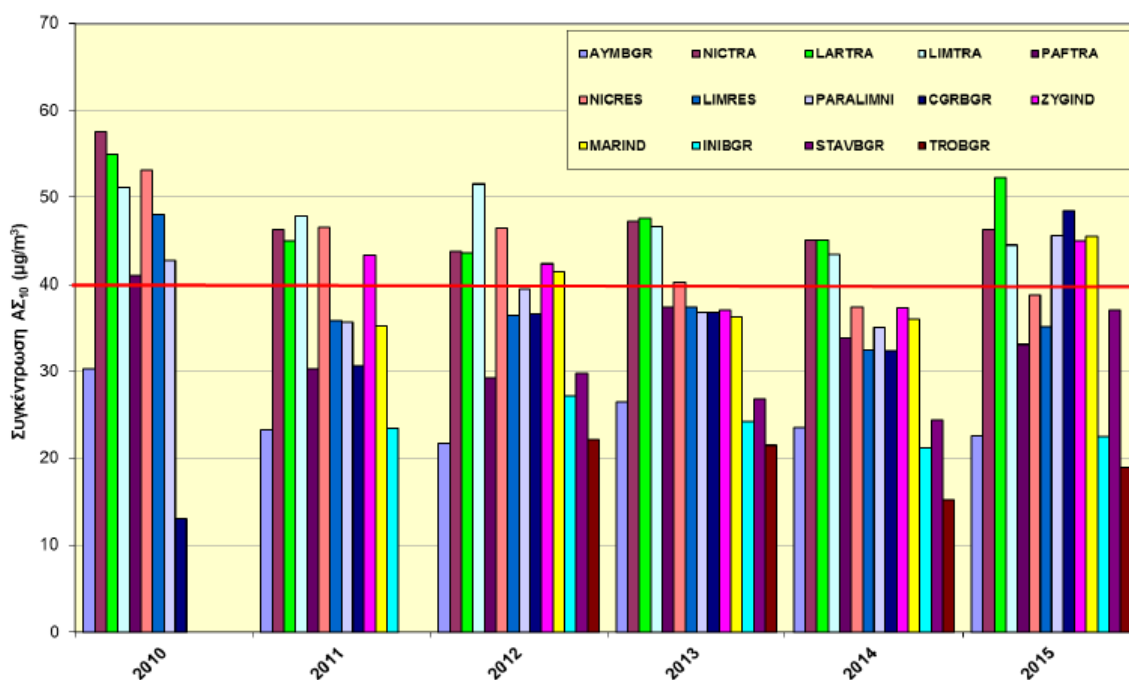
συνεχόμενων χωματερών και εργοταξίων που οδηγά σε συγκεντρώσεις ΑΣ που επιβαρύνουν τον εργαζόμενο αλλά και τους κατοίκους (Kathijotes et al, 2013, Farmaki et al, 2012, Sharpley, 2003, Garcia et al, 2003). Επιπλέον η ανάπτυξη της οικοδομικής βιομηχανίας συνεπάγεται με αύξηση των εργασιών ενός τσιμεντοποιείου και την έξαρση εμφάνισης σωματιδίων σκόνης σε αυτό. Οι βιομηχανικές εκπομπές είναι επιπρόσθετα σημαντικό πρόβλημα με την καύση συμβατικών υλών να επιφορτώνει μέσω των φουγάρων την ατμόσφαιρα με λεπτά σωματίδια (Michaelides et al, 2018). Ερευνητικές μελέτες κατέδειξαν σχετική εξάρτηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης όχι μόνο από τις μετεωρολογικές συνθήκες αλλά και παράγοντες όπως η τοπογραφία, η δημογραφία και το επίπεδο εκβιομηχανοποίησης (Sindosi et al, 2003, Kathijotes et al 2013, Sharpley, 2003).

Χαμηλές συγκεντρώσεις παρατηρούνται όταν βορειανατολικοί άνεμοι και βροχόπτωση εμφανίζονται λόγω ύπαρξης υψηλού συστήματος. Επιπλέον η κατακόρυφη ανάμειξη των ρύπων έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της μέσης συγκέντρωσης τους και η όλη διαδικασία ονομάζεται διάχυση. (Lim et al, 2018, Kushta et al, 2018). Οι δυνατοί και συχνοί άνεμοι ευνοούν τη διάχυση των ρύπων και των ΑΣ (Sarigiannis et al, 2017).

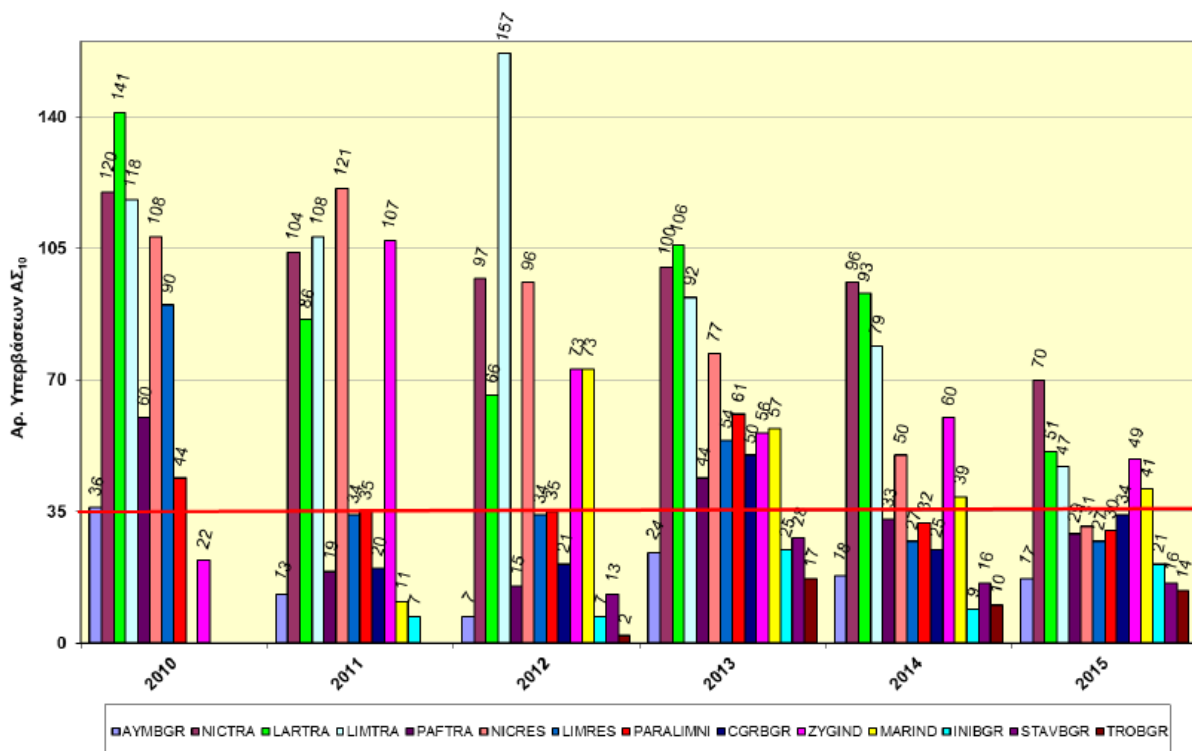
Οι συγκεντρώσεις που παρατηρούνται σε περιοχές της Ευρωπαϊκής Ασίας και της Νοτίου Αφρικής όπως αυτής της Μεσογείου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες παρουσιάζουν ψηλότερα ποσοστά σε σχέση με το χειμώνα. Παρατηρείται εποχική μεταβλητότητα με υψηλότερες συγκεντρώσεις ΑΣ₁₀ και ΑΣ_{2.5} κατά την καλοκαιρινή περίοδο του έτους σε σύγκριση με την χειμερινή περίοδο μέχρι και 50 τις εκατό. Αυτή η συμπεριφορά μπορεί να εξηγηθεί από τις αυξημένες φωτοχημικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού που οδηγούν σε δευτερογενή σχηματισμό αερολύματος, την απουσία καθίζησης, η οποία αυξάνει τη διάρκεια ζωής των σωματιδίων, τους ετήσιους ανέμους, την ύπαρξη μεγάλων πυρκαγιών και από τη τοπική επαναιώρηση σκόνης που προκαλείται από τις ξηρές κλιματικές συνθήκες και από την διάβρωση από την τοπική καλλιεργήσιμη γη (Pikridasa et al, 2018, Achilleos et al, 2014, Sharpley, 2003, Theophilou et al, 2014, Prevenios et al, 2018). Μεγάλη διαφορά στις συγκεντρώσεις σωματιδίων 10 μm σε σχέση 2,5 μm οφείλεται στο έντονο υπόβαθρο των επικρατέστερων παραδείγματος των ΑΣ₁₀ έναντι των ΑΣ_{2,5} (Kushta et al, 2018). Ρύποι από ΑΣ ενδέχεται να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα και για μεγάλη χρονική διάρκεια επιβαρύνοντας την και μεταγενέστερα. Όσο πιο απομακρυσμένα βρίσκεται μια πηγή ρύπανσης από τον άνθρωπο τόσο λιγότερες άμεσες επιπτώσεις έχει σε αυτόν όχι όμως έμμεσα (μεταφορά ρύπου, κλιματική αλλαγή).

Παρομοίως ισχύει και για ένα οικότοπο ή οικοσύστημα όπως το θαλάσσιο. Από την άλλη πλευρά, ορισμένοι αναφέρουν ότι οι ατμοσφαιρικοί ρύποι δεν επηρεάζουν τη σχέση θερμοκρασίας-θνησιμότητας. Ωστόσο, είναι προφανές ότι δικαιολογούνται πρόσθετες μελέτες για την εξέταση της σύγκυσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη σχέση μεταξύ θερμοκρασίας και θνησιμότητας (Theophilou et al, 2014, Heaviside et al, 2016).

Στα διαγράμματα (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1 και ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2) παρουσιάζονται οι ετήσιοι μέσοι όροι για τα ΑΣ10 και ο αριθμός των υπερβάσεων σε κάθε σταθμό για την περίοδο 2010-2015 που καταγράφηκαν στο δίκτυο παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα στη Κύπρο και δημοσιεύτηκαν στο κοινό το 2018 σε σχετική έκθεση. Είναι ξεκάθαρο ότι παρουσιάζονται υπερβάσεις, τόσο της ετήσιας οριακής τιμής των $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ για τα ΑΣ10 που ορίζεται στη σχετική νομοθεσία, όσο και του επιτρεπόμενου αριθμού των υπερβάσεων που ορίζεται στις 35 υπερβάσεις κατ' έτος, σε αρκετούς σταθμούς, συμπεριλαμβανομένου και στους δύο σταθμούς της παραλιακής Λεμεσού. Παρουσιάστηκαν 47 υπερβάσεις στο κυκλοφοριακό σταθμό της Λεμεσού και 34 στο σταθμό στη κατοικήσιμη περιοχή. Χαρακτηριστικό είναι οι 157 υπερβάσεις στο κυκλοφοριακό σταθμό το 2012.



Διάγραμμα 5.1. Ετήσιοι μέσοι όροι ΑΣ10 για την περίοδο 2010-2015 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.



Διάγραμμα 5.2. Αριθμός υπερβάσεων κατ' έτος της ετήσιας οριακής τιμής για τα ΑΣ10 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για την περίοδο 2010-2015.

5.2 Περιορισμοί της μελέτης

Οι μελλοντικές εργασίες στον τομέα αυτό θα μπορούσαν να λάβουν υπόψη μια μεγαλύτερη χρονική περίοδο, η οποία δεν ήταν εφικτή σε αυτό το στάδιο λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας δεδομένων και τις υφιστάμενες δυνατότητες που είχε ο μετρητής. Υπήρχε δυσκολία της εκτεταμένης δειγματοληψίας σε χρόνο και χώρο. Δεν ήταν δυνατή η επιτυχία μετρήσεων σε όλες τις διαμέτρους. Ο μετρητής δεν έχει την δυνατότητα για ταυτόχρονες μετρήσεις σε όλες τις αεροδυναμικούς διαμέτρους. Σημειακή ή γραμμική πηγή, δεν διευκρινίστηκε ή ήταν δύσκολο να διευκρινιστεί. Δεν διευκρινίζεται η διασπορά της ρύπανσης από ΑΣ στη περιοχή. Δεν λαμβάνονται υπόψη μετεωρολογικοί παράμετροι.

5.3 Συμπεράσματα

Η Τσικνοπέμπτη στις 28 Φεβρουαρίου στη πλατεία Σαριπόλου είχε τις πιο ψηλές συγκεντρώσεις με μεγάλη διαφορά από όλα τα περιστατικά ατμοσφαιρικής ρύπανσης που ερευνήθηκαν και πολύ πιο πάνω από τα επιτρεπτά όρια που καθορίζονται από την ΕΕ και πολύ υψηλότερες από μια συνηθισμένη ημέρα στη πλατεία. Οι συγκεντρώσεις των ΑΣ δίπλα από μια ψησταριά η οποία ψήνει σε κάρβουνα την εν λόγω μέρα στη πλατεία

είναι υπερβολικά ψηλές φθάνοντας μέχρι και τα $7470 \mu\text{g}/\text{m}^3$ μέσο όρο για ΑΣ10 και καταγραφή υψηλών στιγμιαίων ενδείξεων μέχρι και τα $65700 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Με την απομάκρυνση του μετρητή και την τοποθέτηση στο κέντρο της πλατείας σε μια κοινή καφετέρια η συγκεντρώσεις μειώθηκαν πολύ όμως και πάλι ήταν ιδιαίτερα πολύ υψηλές λόγω της ημέρας και του εθίμου της τσικνοπέμπτης όπου όλος ο κόσμος έψηνε κυρίως κρέας σε ψησταριές. Συγκεντρώσεις που έφθαναν μέχρι και τον μέσο όρο των $535 \mu\text{g}/\text{m}^3$ για τα ΑΣ2,5 και καταγραφή υψηλών στιγμιαίων ενδείξεων μέχρι και τα $15800 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Οι λόγοι 0,85 (δίπλα από την ψησταριά) και 1,09 (καφετέρια στο κέντρο της πλατείας) για ΑΣ2,5/ΑΣ10 καταδεικνύουν ότι η ρύπανση της τσικνοπέμπτης είναι πολύ επιβλαβής καθώς προκαλείται από τα λεπτοειδή σωματίδια (ΑΣ2,5) κατά την καύση των κάρβουνων και το ψήσιμο. Οι αντίστοιχοι λόγοι για ΑΣ1/ΑΣ2,5 είναι 0,81 και 0,75 υποδεικνύουν το υψηλό ποσοστό των ΑΣ1 στο περιβάλλον της πλατείας την τσικνοπέμπτη μεγεθύνοντας κατά πολύ την επικινδυνότητα αυτού του εθίμου.

Το περιστατικό της τσικνοπέμπτης ακολουθεί το περιστατικό στο τσιμεντοποιείο όπου παρατηρήθηκαν και εκεί σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις φθάνοντας μέχρι και τα $388 \mu\text{g}/\text{m}^3$ μέσο όρο για ΑΣ10 και τα $386 \mu\text{g}/\text{m}^3$ για ΑΣ2,5 και καταγραφή υψηλών στιγμιαίων ενδείξεων μέχρι και τα $12200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Η αριθμητική τιμή 0,99 για το λόγο ΑΣ2,5/ΑΣ10 καταδεικνύει ότι τα ΑΣ στο τσιμεντοποιείο είναι αεροδυναμικής διάμετρου μέχρι $2,5 \mu\text{m}$ ενώ ένα ποσοστό είναι και ΑΣ1 (Λόγος ΑΣ1/ΑΣ2,5 = 0,33).

Το περιστατικό στο εργοτάξιο στη περιοχή της μαρίνας – παλιού λιμανιού κατέδειξε συγκεντρώσεις $302 \mu\text{g}/\text{m}^3$ μέσο όρο για ΑΣ10. Οι αριθμητική τιμή 0,25 του λόγου ΑΣ2,5/ΑΣ10 καταδεικνύει την επικράτηση των χονδροειδών σωματιδίων ΑΣ10 σε ένα εργοτάξιο σαν και αυτό.

Στη συνέχεια στο περιστατικό στο χωματόδρομο και παραλία του Lady's mile σε καλοκαιρινή ημέρα με αυξημένη κίνηση παρατηρήθηκαν συγκεντρώσεις φθάνοντας μέχρι και τα $207 \mu\text{g}/\text{m}^3$ μέσο όρο για ΑΣ10 ενώ οι λόγοι 0,88 και 0,84 για ΑΣ10/ΑΣ2,5 και ΑΣ1/ΑΣ2,5 αντίστοιχα καταδεικνύουν ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση στο εν λόγω περιστατικό προκαλείται από ΑΣ1 και ΑΣ2,5 τονίζοντας την επικινδυνότητα του περιστατικού αντιθέτως με μια ήρεμη ημέρα στη περιοχή κυρίως τον χειμώνα.

Όσον αφορά το περιστατικό με το κυκλοφοριακό σε ώρα αιχμής παρατηρούνται συγκεντρώσεις στα χονδροειδή σωματίδια ΑΣ10 στα $191 \mu\text{g}/\text{m}^3$ οι οποίες επικρατούν σε σχέση με αυτές των λεπτοειδών αφού ο λόγος ΑΣ2,5/ΑΣ10 υπολογίστηκε στο 0,34.

Σε περιστατικό σκόνης καταγράφηκαν συγκεντρώσεις για ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 πάνω από τα επιτρεπτά όρια της ΕΕ με μέσους όρους $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$

αντίστοιχα. Οι λόγοι 0,83 και 0,82 των ΑΣ2,5/ΑΣ10 και ΑΣ1/ΑΣ2,5 αντίστοιχα δείχνουν την επικράτηση των λεπτοειδών σωματιδίων (ΑΣ2,5) και των υποσωματιδίων (ΑΣ1).

Παρομοίως στο περιστατικό με το εργοστάσιο καύσης και επιδιόρθωσης ελαστικών καταγράφηκαν συγκεντρώσεις για ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 με μέσους όρους 88,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και 79,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ αντίστοιχα. Οι λόγοι 0,98 και 0,89 των ΑΣ2,5/ΑΣ10 και ΑΣ1/ΑΣ2,5 αντίστοιχα δείχνουν την ύπαρξη και μόνο των λεπτοειδών σωματιδίων (ΑΣ2,5) και των υποσωματιδίων (ΑΣ1) καταστρώντας αυτό το εργοστάσιο σε άκρως επικίνδυνο και τοξικό.

Σχεδόν μηδενικές τιμές συγκεντρώσεων 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ παρουσιάστηκαν στις μετρήσεις για ΑΣ10, ΑΣ2,5 και ΑΣ1 αντίστοιχα στην παραλιακή περιοχή του μόλου μετά από βροχή τονίζοντας την σημασία της στο να καθαρίζει το ατμοσφαιρικό αέρα.

Παρατηρώντας τους μέσους όρους των μετρήσεων από το μπαλκόνι του διαμερίσματος αν και χαμηλές παρουσιάζεται υπέρβαση του επιτρεπτού ορίου για τις συγκεντρώσεις στα ΑΣ2,5 (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) τον Μάρτιο (28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) και πολύ περισσότερο για τον Ιούλιο (42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Παρατηρούμε ότι τον Ιούλιο οι μετρήσεις είναι υψηλότερες (γύρω στα 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) για όλες τα μεγέθη ΑΣ σε σύγκριση με αυτές του Μαρτίου. Επιπλέον οι λόγοι 0,86 και 0,82 για ΑΣ2,5/ΑΣ10 υποδεικνύουν ότι υπάρχει ισχυρό υπόβαθρο από λεπτοειδή σωματίδια και τις δύο χρονικές περιόδους.

Τέλος η εν λόγω έρευνα γύρω από τα περιστατικά ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ΑΣ επιβεβαιώνει την τεχνική έκθεση η οποία δημοσιεύθηκε το 2018 για τα έτη 2010 – 2015 η οποία αναδεικνύει το πρόβλημα των υπερβάσεων των οριακών τιμών.

5.4 Εισηγήσεις

Τομείς όπως ενέργεια, δημόσια υγεία, μεταφορές και τουρισμός μπορούν να διαμορφωθούν από χάραξη πολιτικής που στηρίζονται στην καταγραφή της ποιότητας του αέρα στη περιοχή και να στηριχτούν σε αυτή και τα αποτελέσματα της (Ventikos et al, 2013, Kushta et al, 2018, Titz, 1989, Tzoraki et al, 2018). Οι πόλεις, οι δήμοι, οι κοινότητες, οι τοπικές υπηρεσίες, οι τουριστικοί προορισμοί ή γενικά οι αστικές και οι περιαστικές περιοχές έχουν εξαπλωθεί δραματικά και η πλειοψηφία του πληθυσμού ζει σε αυτές και εξαρτάται απ'αυτές. Αυτός ο συνεχής αστικός μεταβολισμός που προκαλεί οικονομική ανάπτυξη θα πρέπει να κάνει στροφή επειγόντως στη πράσινη οικονομία μέσω μιας εναλλακτικής στρατηγικής που να αναδεικνύει τα περιβαλλοντικά οφέλη. Η καλύτερη ποιότητα αέρα είναι συνυφασμένη με αυτή της ποιότητας ζωής που είναι πολύ

σημαντικά για τον πολίτη. Μια πράσινη στρατηγική που θα φέρει επίσης κοινωνική ισότητα, οικονομικές ευκαιρίες και νέες θέσεις εργασίας (Zorpas et al, 2018).

Αειφόρες πρακτικές και μεθοδολογίες αναπτύσσονται και συγκρίνονται χρησιμοποιώντας περισσότερο ισορροπημένους και ευέλικτους δείκτες σε διάφορες πόλεις υπολογίζοντας τους (Macedo et al, 2017). Δείκτες απλούς που μετατρέπουν δεδομένα σε μετρήσιμα και δείχνουν καταστάσεις. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες έχουν πολύ σημαντική επιρροή γενικά στη διαχείριση περιβάλλοντος και στην σωστή χάραξη περιβαλλοντικής πολιτικής για μία περιοχή (Niemeijer et al, 2008). Κοινωνικοοικονομικοί δείκτες παράδειγμα σε κατηγορίες όπως μόρφωση, ετήσιο εισόδημα επηρεάζουν δείκτες στην υγεία. Τέτοιοι δείκτες μπορούν να εξαχθούν κυρίως από ερωτηματολόγια που δίνονται σε κατοίκους μιας περιοχής (Schoufoura et al, 2017, Kolios et al, 2018).

Φαίνεται προφανές ότι οι εθνικές και διεθνείς οργανώσεις πρέπει να καταβάλλουν συνεχείς προσπάθειες για τη μείωση των επιπέδων ρύπανσης της λεκάνης της Μεσογείου καθώς και των άλλων περιοχών με βιοποικιλότητα σε όλο τον κόσμο. Το φορτίο ρύπανσης μπορεί να μειωθεί με την εισαγωγή των λεγόμενων «πράσινων τεχνολογιών» για παράδειγμα σε ορισμένες βιομηχανικές εγκαταστάσεις και τσιμεντοποιεία. Η αξία των βασικών αρχών της οικολογικής δεοντολογίας πρέπει να αναγνωριστεί και να εφαρμοστεί σε παγκόσμια κλίμακα (Bonnoto, 2001, Letson et al, 1998, Cebe et al, 2018).

Οι μελέτες σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση περιορίστηκαν συχνά από το υψηλό κόστος και τη δυσκολία της εκτεταμένης δειγματοληψίας σε χρόνο και χώρο. Να γίνει διαχείριση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μέσω ανθρωπογενών πιέσεων, όπως χάραξη οικολογικής πολιτικής και χρηματοδότηση από κυβερνητικά και ιδιωτικά κεφάλαια (Ward et al, 2016). Παράγοντες όπως η διακίνηση αυτοκινήτων, λεωφορείων και πλοίων, ο τουρισμός, η βιοτεχνολογία, η ενέργεια, η βιομηχανία, η διαχείριση αστικών και γεωργικών αποβλήτων, η αλιεία, οι υδατοκαλλιέργειες δύναται να αλλάξουν προς το καλύτερο (Niavis et al, 2017).

Οι τομείς της έρευνας και της καινοτομίας ενθαρρύνονται για να υπάρχουν καλύτερες τακτικές, να αντλούνται πληροφορίες, να εφαρμόζονται πολιτικές και συνεργασίες για το καλό του αέρα της Ευρώπης και των κρατών της (Penca, 2018). Η κυκλική οικονομία έχει ως στρατηγική η αξία ενός προϊόντος, υλικού, πόρου να διατηρηθεί και να αξιοποιηθεί όσο γίνεται περισσότερο ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η παραγωγή αποβλήτων. Η μετάβαση στη κυκλική

οικονομία αναπτύσσει τη βιωσιμότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η οικονομία γίνεται πιο ανταγωνιστική και πιο αποδοτική. Το περιβάλλον επωφελείται μέσω της μείωσης των συγκεντρώσεων των ΑΣ και όχι μόνο αφού έχουμε την μείωση της εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα, της τοξικότητας των αποβλήτων και της εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων. Ο επανασχεδιασμός πλαστικών, η επαναχρησιμοποίησή τους, η βελτίωση του κύκλου ζωής του πλαστικού είναι αναγκαίες δράσεις που συμπίπτουν και με την ιδεολογία της κυκλικής οικονομίας (Nieroa et al, 2018). Η μελέτη της σχέσης μεταξύ της ενεργειακής κατανάλωσης από ανανεώσιμες πηγές, της οικονομικής ανάπτυξης, της εκβιομηχανοποίησης, των εξαγωγών και εκπομπών ΑΣ μακροπρόθεσμα και βραχυπρόθεσμα εισηγείται την απαραίτητη αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ανάπτυξη της οικονομίας οδηγεί σε αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης με αποτέλεσμα της αύξησης των συγκεντρώσεων των ΑΣ και της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος. Οι συμβατικές πηγές ενέργειας αυξάνουν τις συγκεντρώσεις ενώ οι ανανεώσιμες όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική και βιομάζα τις μειώνουν (Lee, 2019). Τα Ηνωμένα έθνη και η Ε.Ε. ενθαρρύνουν την επέκταση των υποδομών και αναβάθμιση της τεχνολογίας για την παροχή σύγχρονων και βιώσιμων υπηρεσιών ενέργειας για όλους στις αναπτυσσόμενες χώρες και ιδίως στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, στα μικρά αναπτυσσόμενα νησιωτικά καθώς και στα περικλειστά αναπτυσσόμενα κράτη, σύμφωνα με τα αντίστοιχα προγράμματα στήριξής τους (<https://www.unric.org>). Υπάρχουν βιολογικές διαδικασίες και μη που μετατρέπουν τον ρύπο σε άλλα προϊόντα αποτρέποντας την απελευθέρωση τους στην ατμόσφαιρα. Βιοαντιδραστήρες και βιοκαύσιμα όπως υδρογόνο, αιθανόλη, μεθάνιο και βιοντίζελ μπορούν να περιορίσουν και να ελέγξουν την ατμοσφαιρική ρύπανση. Για την κατηγορία των σωματιδίων δεν είναι αποτελεσματικοί οι βιοαντιδραστήρες για τη μείωση τους με αποτέλεσμα η λύση να είναι η στροφή στα εναλλακτικά καύσιμα ή σε μη βιολογικές μεθόδους όπως η αποτέφρωση. Επιπρόσθετα η απορρόφηση είναι μία διαδικασία επεξεργασίας των μικροσωματιδίων και ρύπων συνεισφέροντας στην απομάκρυνση τους και τη μετατροπή τους σε καθαρό αέριο (Kennes et al, 2013). Στην επόμενη φάση της οδού του Horizon θα ήταν καλό να δοθούν επιπρόσθετα κονδύλια στα κράτη της Μεσογειακής λεκάνης για την περαιτέρω έρευνα των ΑΣ λόγω της ιδιαιτερότητας της στο τομέα αυτό. Είναι σημαντικό αυτά τα κονδύλια να αντληθούν στο έπακρο από την Κυπριακή Δημοκρατία και κατά προτεραιότητα από το παραλιακό δήμο της Λεμεσού ώστε να υπάρξει η ανάλογη έρευνα και προσοχή που θα επιφέρει την σωστή πρόληψη και αποτρεπτική αντιμετώπιση των περιστατικών ρύπανσης από ΑΣ (Spiteri et al, 2016).

Η μελέτη της διασποράς του ρύπου στην ευρύτερη περιοχή με τη βοήθεια κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων είναι πολύ χρήσιμη και περεταίρω έρευνα σε προγνωστικά μοντέλα, σε τρόπους διαχείρισης ρύπανσης από ΑΣ και σε τεχνολογικές καινοτομίες (Kirkos et al, 2017).

Αξίζει να εξετασθεί η επίδραση στη σχέση θερμοκρασίας-θνησιμότητας των ΑΣ και η αλληλεπίδραση της θερμοκρασίας με τα δεδομένα των αερολυμάτων. Μια διεξοδική διερεύνηση των διαφορών μεταξύ αστικών και παράκτιων περιοχών θα μπορούσε επίσης να προσφέρει περισσότερες πληροφορίες. Αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη προειδοποιητικών συστημάτων για την υγεία για τον πληθυσμό της Κύπρου και για την εφαρμογή προληπτικών μέτρων. Σήματα που μπορούν να δοθούν και για χόμπι όπως πυροτεχνήματα σε εορταστικές εκδηλώσεις θα πρέπει να μπου σε ένα νομικό πλαίσιο και να μην επιτρέπονται πλέον (Scerri et al, 2018, Pazi et al, 2016).

Οι θάνατοι από την ατμοσφαιρική ρύπανση έχουν εκτός και από κοινωνικό κόστος και οικονομικό κόστος. Αν αυτοί οι θάνατοι αποφεύγονται θα είναι οικονομικά επωφελείς για όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη (Giannadaki et al, 2018, Gómez et al, 2017).

Παραρτήματα

Νομοθεσία

A.1 Νομοθετικές πηγές

- Οδηγία για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και για καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη (Οδηγία 2008/50/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου) που τέθηκε σε ισχύ στις 11 Ιουνίου 2008.
- Οι περί της Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα Νόμοι του 2010 και 2017 (Ν. 77(Ι)/2010 και Ν. 3(Ι)/2017) μαζί με τους Κανονισμούς Κ.Δ.Π. 111/2010, Κ.Δ.Π. 37/2017 και Κ.Δ.Π. 38/2017 εναρμονίζουν τις οδηγίες 2004/107/ΕΚ, 2008/50/ΕΚ και 2015/1480/ΕΕ σχετικά με θέματα ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.

Βιβλιογραφία

Achilleos, S., S. Evans, J., K. Yiallourous, P., Kleanthous, S., Schwartz, J., & Koutrakis, P. (2014). PM10 concentration levels at an urban and background site in Cyprus: The impact of urban sources and dust storms. *Journal of the Air & Waste Management Association* 64:12, 1352-1360. DOI: 10.1080/10962247.2014.923061

Achilleos, S., Wolfson, J. (2016). Spatial variability of fine and coarse particle particle composition and sources in Cyprus. *Atmospheric Research* 169 255–270

Al-Alawi, M., Batarseh, M., & Carreras, H. (2007). Aleppo Pine Barkasa Biomonitor of Atmospheric Pollution in the Arid Environment of Jordan. *Clean*, 35(5),438–443

Beloconi, A., Chrysoulakis, N., Lyapustin, A., Utzinger, J., & Vounatsou, P. (2018). Bayesian geostatistical modelling of PM10 and PM2.5 surface level concentrations in Europe using high-resolution satellite-derived products. *Environment International* 121 57–70

Bermejo, R., & Fuente, G. (2016). Spatial variability and response to anthropogenic pressures of assemblages dominated by a habitat forming seaweed sensitive to pollution (northern coast of Alboran Sea). *Marine Pollution Bulletin* 105 255–264

Bonotto, S. (2001). Aspects of pollution on the coastal ecosystems of the Mediterranean Sea. *Aquatic Conservation: Marine and freshwater ecosystems Aquatic Conser : Mar. Freshw. Ecosyst.* 11: 319–323 DOI: 10.1002/aqc.460

Bienstockj, D., Field, H., & Benson, H. (2000). Sulfur Dioxide Atmospheric Pollution, and Methods of Control. *Geophysical Monograph Series Atmospheric Chemistry of Chlorine and Sulfur Compounds*

Cebe, K., Balas, L. (2018). Monitoring and modelling land-based marine pollution. *Regional Studies in Marine Science* 24 23–39

Charalambous, C., & Aletrari, M. (2013). Uranium levels in Cypriot groundwater samples determined by ICP-MS and α -spectroscopy. *Journal of Environmental Radioactivity. Journal of Environmental Radioactivity* 116 187-192

- Coelho, F., L. Santos, A., Coimbra, J., Almeida, A., Cunha, A., F. R. Cleary, D., Calado R., & C. M. Gomes, N. (2013). Interactive effects of global climate change and pollution on marine microbes: the way ahead. *Ecology and Evolution* 3(6): 1808– 1818. Doi:10.1002/ece3.565
- Consoli, P., Falautano, M., Sinopoli, M., Perzia, P., Canese, S. (2018). Composition and abundance of benthic marine litter in a coastal area of the central Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 136 243–247
- Duncan, E., Arrowsmith, J., Bain, C., Broderick, A., Lee, J., Metcalfe, K., Pikesley, S., Snape, R., Seville, E., & Godley, B. (2018). The true depth of the Mediterranean plastic problem: Extreme microplastic pollution on marine turtle nesting beaches in Cyprus. *Marine Pollution Bulletin* 136 334–340
- Dumont, E., Williams, R., Keller, V., Voß, A., & Tattari, S. (2012). Modelling indicators of water security, water pollution and aquatic biodiversity in Europe. *Hydrological Sciences Journal*, 57 (7), 1378–1403
- Facey, R. (2008). Pollution from sea-based sources. *Pollution from sea-based sources*
- Falchi, F. (2019). Light Pollution. *Urban Pollution: Science and Management*
- Farmaki, A. (2012). A Supply-Side Evaluation of Coastal Tourism Diversification: The Case of Cyprus. *Tourism Planning & Development*, 9:2, 183-203, DOI: 10.1080/21568316.2011.634431
- Galil, B. (2006). Shipwrecked – Shipping impacts on the Biota of the Mediterranean Sea. *The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment*, 39–69
- Garcia, C., & Servera, J. (2003). Impacts of tourism development on water demand and beach degradation on the island of mallorca (spain). *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 85:3-4, 287-300. DOI: 10.1111/j.0435-3676.2003.00206.x
- Gravili, C., Belmonte, G., Cecere, E., & Denitto, F. (2010). Nonindigenous species along the Apulian coast, Italy. *Chemistry and Ecology Vol. 26, Supplement*, 121–142
- Giannadaki, D., & Giannakis, E. (2018). Estimating health and economic benefits of reductions in air pollution from agriculture. *Science of the Total Environment* 622 –623 1304–1316

- Gómezet, A., Ondiviela, B., & Juanes, J. (2017). Atlas of susceptibility to pollution in marinas. Application to the Spanish coast. *Marine Pollution Bulletin* 114 239–246
- Gianguzza, P., Agnetta, D., Bonaviri, C., Trapani, F., Visconti, G., Gianguzza, F., & Riggio, S. (2011). The rise of thermophilic sea urchins and the expansion of barren grounds in the Mediterranean Sea. *Chemistry and Ecology*, 27:2, 129-134. DOI: 10.1080/02757540.2010.547484
- Granger, V., Fromentin, J., Bez, N., & Relini, G. (2015). Large-scale spatio-temporal monitoring highlights hotspots of demersal fish diversity in the Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography* 130 65–74
- Hadjimitsis, D., Agapiou, A., Alexakis, D., & Sarris, A. (2013). Exploring natural and anthropogenic risk for cultural heritage in Cyprus using remote sensing and GIS. *International Journal of Digital Earth* 6:2, 115-142. DOI: 10.1080/17538947.2011.602119
- Hadjimichael, M. (2018). A call for a blue degrowth: Unravelling the European Union's fisheries and maritime policies. *Marine Policy* 94 158–164
- Heaviside, C., Tsangari, H., & Paschalidou, A. (2016). Heat-related mortality in Cyprus for current and future climate scenarios. *Science of the Total Environment* 569–570 627–633
- Jędruszkiewicz, J., Czernecki, B., & Marosz, M. (2017). The variability of PM₁₀ and PM_{2.5} concentrations in selected Polish agglomerations: the role of meteorological conditions, 2006–2016. *International Journal of Environmental Health Research*, 27:6, 441-462, DOI: 10.1080/09603123.2017.1379055 To link to this article: <https://doi.org/10.1080/09603123.2017.1379055>
- Kabatas, B., Pierce, R., Rogal, M., Lenzen, A. (2018). April 2008 Saharan dust event: Its contribution to PM₁₀ concentrations over the Anatolian Peninsula and relation with synoptic conditions. *Science of the Total Environment* 633 317–328
- Kanakidou, M., Mihalopoulos, N., & Kindap, T. (2011). Megacities as hot spots of air pollution in the East Mediterranean. *Atmospheric Environment* 45 1223e12351224

- Kaluzna-Oleksy, M., Aunan, K., Rao-Skirbekk, S., Kjellstrom, T., A. Ezekowitz, J., Agewall, S., & Atar, D. (2018). Impact of climate and air pollution on acute coronary syndromes: an update from the European Society of Cardiology Congress 2017. *Scandinavian Cardiovascular Journal* 52:1, 1-3. DOI: 10.1080/14017431.2017.1405069
- Kathijotes, N., & Papatheodoulou, A. (2013). Integrated Coastal Zone Management – Preview and Evaluation of its Application on the Coast of Cyprus. *Linking Science and Management*
- Kathijotes, N., Alam, L., & Artemis Kontou, A. (2015). Aquaculture, coastal pollution and the environment. *Aquaculture Ecosystems: Adaptability and Sustainability*
- Kavasogullari, M., Orhon, D., & Samsunlu, A. (1989). Controlling pollution from land-based sources in the Turkish Mediterranean coast—legislative aspects. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 20-21:1, 367-377, DOI: 10.1080/02772248909357398 To link to this article: <https://doi.org/10.1080/02772248909357398>
- Kasperek, M., Godley, B., & Broderick, A. (2001). Nesting of the Green Turtle, *Cheloniemydas*, in the Mediterranean: a review of status and conservation needs. *Zoology in the Middle East*, 24:1, 45-74. DOI: 10.1080/09397140.2001.10637885
- Kennes, C., and Veiga, M. (2013). Fundamentals and Microbiological Aspects. *Air Pollution Prevention and Control: Bioreactors and Bioenergy*.
- Kleanthous, S., Vrekoussis, M., & Mihalopoulos, N. (2014). On the temporal and spatial variation of ozone in Cyprus. *Science of the Total Environment* 476–477 677–687
- Kolios, S., Mitrakos, S., & Stylios, C. (2018). Detection of areas susceptible to land degradation in Cyprus using remote sensed data and environmental quality indices. *Land Degrad Dev.* 2018;29:2338–2350
- Kourtidis, K., Zerefos, C., Rapsomanikis, S., Simeonov, V., Balis, D., Perros, P., Thompson, A., Witte, J., Calpini, B., Sharobiem, W., Papayannis, A., Mihalopoulos, N., & Drakou, R. (2002). Regional levels of ozone in the troposphere over eastern Mediterranean. *Journal of geophysical research* vol. 107, NO. D18, 8140. doi:10.1029/2000JD000140
- Kroon, F., Thorburn, P., Schaffelke, B., & Whitten, S. (2016). Towards protecting the Great Barrier Reef from land-based pollution. *Global Change Biology* 22, 1985–2002. doi: 10.1111/gcb.13262

Kirkos, G., Zodiatis, G., Loizides, L., & Ioannou, M. (2017). Oil Pollution in the Waters of Cyprus. *Oil Pollution in the Mediterranean Sea: Part II – National Case Studies*, *Hdb Env Chem*, DOI 10.1007/698_2017_49

Kordella, S., Geraga, M., Papatheodorou, G., Fakiris, E., & Mitropoulou, I. (2013). Litter composition and source contribution for 80 beaches in Greece, Eastern Mediterranean: A nationwide voluntary clean-up campaign. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 16:1, 111-118, DOI: 10.1080/14634988.2012.759503

Kushta, J., Georgiou, G., Proestos, Y., Christoudias, T., & Lelieveld, J. (2018). Modelling study of the atmospheric composition over Cyprus. *Atmospheric Pollution Research* 9 257–269

Kwiatkowska, B. (1984). Marine pollution from land-based sources: Current problems and prospects. *Ocean development international law* 14:3, 315-335, DOI: 10.1080/00908328409545757

Letson, D., Suman, D., & Shivlani, M. (1998). Pollution prevention in the coastal zone: An exploratory essay with case studies. *Coastal Management*. 26:3, 157-175, DOI: 10.1080/08920759809362350

Lee, M. K. C., Yeung, L. C., Xiong, R. Z., & Chung, H. S. (2016). A mathematical model for municipal solid waste management – A case study in Hong Kong. *Waste Management [e-journal]* 58, 430–441, Labrot, V. (1994). *Marine Pollution: Introduction to International Law on Pollution Caused by Ships*. Governance of Seas and Oceans.

Lim, C., Thurston, G., Shamy, M., Alghamdi, M., Khoder, M., Mohorjy, A., Alkhalaf, A., Brocato, J., Chen, L., & Costa, M. (2018). Temporal variations of fine and coarse particulate matter sources in Jeddah, Saudi Arabia. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 68:2, 123-138. DOI: 10.1080/10962247.2017.1344158

Lortzie, K., & Stylianou, M. (2015). Long-term environmental impact at an abandoned gold-silver enrichment plant: A case study in Mitsero, Cyprus. *Engineering Geology* 184 119–125

Liora, N., Poupkou, A., & Giannaros, T. (2016). Impacts of natural emission sources on particle pollution level in Europe. *Atmospheric Environment* 137 171e185172

McIntyre-Tamwoy, S., Fuary, M., & Buhrich, A. (2013). Understanding climate, adapting to change: indigenous cultural values and climate change impacts in North Queensland. *Local Environment*, 18:1, 91-109, DOI: 10.1080/13549839.2012.716415 To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13549839.2012.716415>

Michaelides, S., Karacostas, T., Sánchez, J., Retalis, A., Pytharoulis, I., Homar, V., Romero, R. & Zanis, P. (2018). Reviews and perspectives of high impact atmospheric processes in the Mediterranean. *Atmospheric Research* 208 4–44

Michaelides, S., Evripidou, P., & Kallos, G. (1999). Monitoring and predicting Saharan Desert dust events in the eastern Mediterranean. *Weather*, 51, pp. 298-303

Niavis, S., Papatheochari, T., & Kyratsoulis, T. (2017). Revealing the potential of maritime transport for 'Blue Economy' in the Adriatic -Ionian Region. *Case Studies on Transport Policy* 5 380–388

Nieroa, M., & Rivera, X. (2018). The Role of Life Cycle Sustainability Assessment in the Implementation of Circular Economy Principles in Organizations. *Procedia CIRP* 69 793 – 798

Ozkan, D., Dagdeviren, M., Katalay, S., Guner, A., & Yavaşoğlu, N. (2017). Multi-Biomarker Responses After Exposure to Pollution in the Mediterranean Mussels (*Mytilus galloprovincialis* L.) in the Aegean Coast of Turkey. *Bull Environ Contam Toxicol* 98:46–52 DOI 10.1007/s00128-016-1988-z

Okbah, M., Nasr, S., & Soliman, N. (2014). Distribution and Contamination Status of Trace Metals in the Mediterranean Coastal Sediments, Egypt. *Soil and Sediment Contamination*, 23:656–676, DOI: 10.1080/15320383.2014.851644

Pazi, I., Kucuksezgin, F., Kacar, A. & Gonul.L. (2016). Assessment of the effect of environmental pollution in a marina on caged mussels using chemical and genotoxic analysis. *Chemistry and Ecology*, 32:8, 756-773, DOI: 10.1080/02757540.2016.1189540

Petit, J., Amodeo, T., & Meleux, F. (2017). Characterising an intense PM pollution episode in March 2015 in France from multi-site approach and near real time data: Climatology, variabilities, geographical origins and model evaluation. *Atmospheric Environment* 155 68e84

- Penca, J. (2018). European Plastics Strategy: What promise for global marine litter?. *Marine Policy* 97 197-201
- Protonotariou, A., Tombrou, M., Giannakopoulos, C., Kostopoulou, E., & Le Sager, P. (2010). Study of CO surface pollution in Europe based on observations and nested-grid applications of GEOS-CHEM global chemical transport model. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology* 62:4, 209-227. DOI: 10.1111/j.1600-0889.2010.00462.x
- Pikridasa, M., & Vrekoussis, M. (2018). Spatial and temporal (short and long-term) variability of submicron, fine and sub-10 μ m particulate matter (PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀) in Cyprus. *Atmospheric Environment* 191 79–93
- Prevenios, M., Zeri, C., Tsangaris, C., Liubartseva, S., Fakiris, E., & Papatheodorou, G. (2018). Beach litter dynamics on Mediterranean coasts: Distinguishing sources and pathways. *Marine Pollution Bulletin* 129 448–457
- Sarti, G., Rossi, V., Amorosi, A., & Luka, S. (2013). Magdala harbour sedimentation (Sea of Galilee, Israel), from natural to anthropogenic control. *Quaternary International* 303 120-131
- Sarigiannis, D., Handakas, E., Gotti, A., & Manousakas, M. (2017). Monitoring of air pollution levels related to Charilaos Trikoupi's Brige. *Science of the Total Environment* 609 1451–1463
- Scerri, M., Kandler, K., Weinbruch, S., Yubero, E., Galindo, N., Prati, P., Caponi, L., & Massabo, D. (2018). Estimation of the contributions of the sources driving PM_{2.5} levels in a Central Mediterranean coastal town. *Chemosphere* 211 465e481
- Shaban, A., El-Baz, F., & Ghoneim, E. (2009). Characterization of an Oil Spill Along the Lebanese Coast by Satellite Images. *Environmental Forensics*, 10:51–59
- Shaban, A. (2008). Use of Satellite Images to Identify Marine Pollution Along the Lebanese Coast. *Environmental Forensics*, 9:2-3, 205-214, DOI: 10.1080/15275920802122296, To link to this article: <https://doi.org/10.1080/15275920802122296>
- Sharpley, R. (2003). Tourism, Modernisation and Development on the Island of Cyprus: Challenges and Policy Responses. *Journal of Sustainable Tourism* 11:2-3, 246-265. DOI: 10.1080/09669580308667205

- Sindosi, O. A., Katsoulis, B. D., & Bartzokas A. (2003). An objective definition of air mass types affecting athens, greece; The corresponding atmospheric pressure patterns and air pollution levels. *Environmental Technology* 24:8, 947-962.
- Spiteri, C., Roddier-Quefelec, C., & Hema, T. (2016). Assessing the progress in depolluting the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 102 295–308
- Spangenberg, H. J., Douguet, M. J., Settele, J., & Heong, L. K. (2015). Escaping the lock-in of continuous insecticide spraying in rice:Developing an integrated ecological and socio-political DPSIR analysis. *Ecological Modelling [e-journal]* 295, 188–195
- Solomou, E., Poupkou, A., Bolis, S., Zanis, P., Lazaridis, M., & Melas, D. (2018). Evaluating near-surface ozone levels simulated from MACC global and regional modelling systems in Eastern Mediterranean under the influence of Etesian winds. *Atmospheric Research* 208 191–200
- Theophilou, M., & Serghides, D. (2014). Heat island effect for Nicosia, Cyprus. *Advances in Building Energy Research* 8:1, 63-73. DOI: 10.1080/17512549.2014.890538
- Terpo, M., Agolli, M., Vasjari, M., Mano, R., & Terpoc, D. (2014). Trace element atmospheric pollution in South Albania studied by the moss technique and inductively coupled plasmaatomic emission spectrometry. *Toxicological & Environmental Chemistry*, Vol. 96, No. 9, 12851293, <http://dx.doi.org/10.1080/02772248.2015.1028406>
- Titz, M. (1989). Port state control versus marine environmental pollution. *Maritime Policy & Management*
- Titos, G., Ealo, M., Pandolfi, M., Pérez, N., Sola, Y., Sicard, M., Comerón, A., Querol, X., & Alastuey, A. (2017). Spatiotemporal evolution of a severe winter dust event in the western Mediterranean: Aerosol optical and physical properties. *Jurnal Geophys. Res. Atmos.*, 122, 4052–4069. doi:10.1002/2016JD026252
- Tsangaris, C., Moschino, V., Strogyloudi, E., Coatu, V., Ramšak, A., Abu Alhaija, R., Carvalho, S., Feline, S., Kosyan, A., Lazarou, Y., Hatzianestis, I., Oros, A., & Tiganus, D. (2016). Biochemical biomarker responses to pollution in selected sentinel organisms across the Eastern Mediterranean and the Black Sea. *Environ Sci Pollut Res* 23:1789–1804. DOI 10.1007/s11356-015-5410-x

- Tsangari, H., Paschalidou, A., Vardoulakis, S., Heaviside, C., Konsoula, Z., Christou, S., Georgiou, K., Ioannou, K., Mesimeris, T., Kleanthous, S., Pashiardis, S., Pavlou, P., Kassomenos, P., Yamasaki, E. (2016). Human mortality in Cyprus: the role of temperature and particulate air pollution. *Reg Environ Change* 16:1905–1913. DOI 10.1007/s10113-015-0793-2
- Tsangari, H., & Pashalidou, A. (2016). Extreme weather and air pollution effects on cardiovascular and respiratory hospital admissions in Cyprus. *Science of the Total Environment* 542 247–253
- Triantafyllou, E., Giamarelou, M., & Bossioli, E. (2016). Particulate pollution transport episodes from Eurasia to a remote region of northeast Mediterranean. *Atmospheric Environment* 128 45-52
- Tzoraki, O., Dokou, Z., & Christodoulou, G. (2018). Assessing the efficiency of a coastal Managed Aquifer Recharge (MAR) system in Cyprus. *Science of the Total Environment* 626 875–886
- Ventikos, N., & Giannopoulos, I. (2013). Assessing the Consequences from Marine Accidents: Introduction to a Risk Acceptance Criterion for Greece. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 19:3, 699-722. DOI: 10.1080/10807039.2012.691398
- Viana, M., & Pey, J. (2014). Natural sources of atmospheric aerosols influencing air quality across Europe. *Science of the Total Environment* 472 825–833
- Vuuren, D., & Cofala, J. (2006). Exploring the ancillary benefits of the Kyoto Protocol for air pollution in Europe. *Energy Policy* 34 444–460
- Wang, J., Gub, F., Liu, Y., Fan, Y., & Guo, J. (2019). Bidirectional interactions between trading behaviors and carbon prices in European Union emission trading scheme. *Journal of Cleaner Production* 224, 435-444.
- Yokota, K., Waterfield, H., Hastings, C., Davidson, E., Kwietniewski, E., & Wells, B. (2017). Finding the missing piece of the aquatic plastic pollution puzzle: Interaction between primary producers and microplastics. *Limnology and Oceanography Letters* 2, 91–104 doi: 10.1002/lol2.10040

Zaghden, H., Tedetti, M., Sayadi, S., Elleuch, B., & Saliot, A. (2017). Origin and distribution of hydrocarbons and organic matter in the surficial sediments of the Sfax-Kerkennah channel (Tunisia, Southern Mediterranean Sea). *Marine Pollution Bulletin* 117 414–428

Zachariou, A., & Kadji-Beltran, C. (2009). Cypriot primary school principals' understanding of education for sustainable development key terms and their opinions about factors affecting its implementation. *Environmental Education Research*, 15:3, 315-342, DOI: 10.1080/13504620902862902 To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13504620902862902>

Zeri, C., Adamopoulou, A., Varezić, D., Fortibuoni, T., & Viršek, M. (2018). Floating plastics in Adriatic waters (Mediterranean Sea): From the macro- to the micro-scale. *Marine Pollution Bulletin* 136 341–350

Zorpas, A., & Voukkali, I. (2018). Tourist area metabolism and its potential to change through a proposed strategic plan in the framework of sustainable development. *Journal of Cleaner Production* 172 3609-3620

Ηλεκτρονικές Πηγές

<http://www.philenews.com/eidiseis/topika/article/800341/rypansi-tis-zonis-loyomenon-stin-lemeso-apo-diarroi-aggy>

<https://www.sigmalive.com/news/local/570720/pnigetai-stin-skoni-i-lemesospsila-ta-epipeda-skonis>

<http://www.typos.com.cy/cat/1/article/42397>

<http://www.reporter.com.cy/local-news/article/485023/>

<https://maps.google.com>

<https://www.newsbomb.com.cy/kypros/lemesos/story/749672/lemesos-maxi-me-ton-xrono-gia-antimetopisi-tis-rypansis-stis-aktes>

<http://www.philenews.com/eidiseis/topika/article/635374/lyseis-ga-ta-ombria-ydata-sti-lemeso-exetazoyn-ta-dimosia-erg>

https://www.letsmakecyprusgreen.com/blog/zakaki-marsh-cleanup-report/?fbclid=IwAR0BIoDOmhV8LBT8Gi_cKXNIKxcTrlhVGuyW6fj7u5Gur8s-9DnHa62aL0#

<https://www.alphanews.live/cyprus/mechri-sabbato-anamenetai-na-diarkesei-phainomeno-tes-skones-sten-atmosphaira>

(<https://eia.moa.gov.cy/public/eiaview.html?no=2460>)

<http://www.elemesos.com/index.php/2018-12-20-09-57-23/item/38871-mpeton-ogkoi24-10.html>

<http://lemesosblog.com/news/10233-eikones-dropis-liga-metra-apo-tin-thalassa-tis-lemesoy>

<https://www.alphanews.live/cyprus/mechri-sabbato-anamenetai-na-diarkesei-phainomeno-tes-skones-sten-atmosphaira>

<https://www.foni-lemesos.com/news/cyprus/35206-skoni-apo-ton-livano-stin-atmosfaira.html>

<https://www.facebook.com/letsmakecyprusgreen/>

<https://www.letsmakecyprusgreen.com/blog/karnagio-beach-cleanup/>

<https://24h.com.cy/2018/09/sto-mikroskopio-i-thalassia-periochi-tis-lemesoy/>

<http://www.akti.org.cy/portfolio/beach-cleanup-campaign-2017/>

<https://www.tothemaonline.com/Article/126299/lemesos-egine-skoypidotopos-to-grammiko-parko-garyllh---fwtografies>

<http://politis.com.cy/article/pirosvestiki-kanenas-kindinos-apo-ti-diarroi-aeriou>

<https://omegalive.com.cy/zhmies-se-skafh-ths-limenikhs-astynomias-prokalese-petrelaiokhlida-sto-limani-lemesoy>

<https://www.letsmakecyprusgreen.com/blog/ladys-mile-beach-cleanup/>

<https://www.ant1.com.cy/news/cyprus/article/290600/se-skoupidotopo-metatrapike-to-fragmento-germasogeias-/>

<https://www.newsit.com.cy/kypros/2018/07/09/i-ntropi-tis-lemesou-karnagio-o-apolytos-skoupidotopos-y-po-tin-anoxi-ton-topikon-arxon-pics/>

<http://politis.com.cy/article/giati-i-lemesos-den-chora-alla-aftokinita>

<http://city.sigmalive.com/article/29337/mporeis-na-mantepseis-ti-krata-aytos-o-glaros-sti-lemeso>

<https://impossible.works/impossible-news/cy-news/proedros-xeimerinon-kolimbitwn-sinentefxi>

<http://www.elemesos.com/index.php/municipalities/2018-12-20-10-21-59/item/38355-lemesianoiapofasismenoi011018.html>

<https://ww.facebook.com/letsmakecyprusgreen/>

<https://www.alphanews.live/cyprus/mazepsan-212-kila-skoypidia-apo-ladys-mile-oi-philoi-tes-ges-photo>

<https://www.ant1.com.cy/news/cyprus/article/277808/mehri-kai-me-psofia-zoarupainoun-ti-thalassa-tis-lemesou-foudonei-i-orgi-ton-louomenon/>

<https://www.ant1.com.cy/news/cyprus/article/273419/o-kourris-ton-skoupidion/amp/>

<https://www.facebook.com/letsmakecyprusgreen/>

[https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:EL:PDF)

<lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:EL:PDF>

<https://www.letsmakecyprusgreen.com/blog/karnagio-beach-cleanup/>

<https://www.pio.gov.cy/ανακοινωθέντα-άρθρο.html?id=4#flat><http://www.xalazi.gr/epikairothta/diethnis/p/6476/lemesos-rupansi-kai-akatharsies-stis-paralies>

<https://www.foni-lemesos.com/news/lemesos/14245-atmosfairiki-rupansh-apo-skoupidotopo-sto-kolossi.html>

https://www.unric.org/el/index.php?option=com_content&view=article&id=27345:sdg-7&catid=36:sgds-2016&Itemid=72

<https://www.airquality.dli.mlsi.gov.cy/el/regulations>

<https://www.airquality.dli.mlsi.gov.cy/el/regulations>

[https://www.airquality.dli.mlsi.gov.cy/sites/default/files/inline-docs/Law_3\(I\)2017.pdf](https://www.airquality.dli.mlsi.gov.cy/sites/default/files/inline-docs/Law_3(I)2017.pdf)