



**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΠΡΟΝΟΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ  
ΑΣΦΑΛΙΣΕΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**ΕΤΗΣΙΑ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ  
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ  
2017**



**ΛΕΥΚΩΣΙΑ  
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019**

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ / CONTENTS**

1. Εισαγωγή .....	8
2. Παρακολούθηση Ποιότητας Ατμοσφαιρικού Αέρα .....	10
3. Μετρήσεις της Ποιότητας Αέρα .....	17
3.1 Γενικά .....	17
3.2 Οξειδία του Αζώτου .....	18
3.2.1 Εισαγωγή .....	18
3.2.2 Επίδραση των οξειδίων του αζώτου στην υγεία .....	18
3.2.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των οξειδίων του αζώτου .....	18
3.2.4 Μέθοδος προσδιορισμού οξειδίων του αζώτου .....	19
3.2.5 Αποτελέσματα .....	19
3.3 Διοξείδιο του Θείου .....	23
3.3.1 Εισαγωγή .....	23
3.3.2 Επίδραση του διοξειδίου του θείου στην υγεία .....	23
3.3.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του διοξειδίου του θείου .....	23
3.3.4 Μέθοδος προσδιορισμού διοξειδίου του θείου .....	24
3.3.5 Αποτελέσματα .....	24
3.4 Οζον .....	26
3.4.1 Εισαγωγή .....	26
3.4.2 Επίδραση του όζοντος στην υγεία .....	26
3.4.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του όζοντος .....	27
3.4.4 Μέθοδος προσδιορισμού όζοντος .....	27
3.4.5 Αποτελέσματα .....	27
3.5 Μονοξείδιο του Άνθρακα .....	32
3.5.1 Εισαγωγή .....	32
3.5.2 Επίδραση του μονοξειδίου του άνθρακα στην υγεία .....	32
3.5.3 Μέθοδος προσδιορισμού μονοξειδίου του άνθρακα .....	32
3.5.4 Αποτελέσματα .....	32
3.6 Αιωρούμενα Σωματίδια .....	36
3.6.1 Εισαγωγή .....	36
3.6.2 Επίδραση των Αιωρούμενων Σωματιδίων στην υγεία .....	36
3.6.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα αιωρούμενα σωματίδια .....	37
3.6.4 Μέθοδος προσδιορισμού αιωρούμενων σωματιδίων .....	37
3.6.5 Αποτελέσματα .....	38
3.6.6 Ανάλυση πηγών προέλευσης Αιωρούμενων Σωματιδίων .....	43

3.7 Πτητικές Οργανικές Ενώσεις .....	50
3.7.1 Εισαγωγή.....	50
3.7.2 Επίδραση ΠΟΕ – Βενζολίου στην υγεία.....	50
3.7.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ΠΟΕ – βενζολίου .....	50
3.7.4 Μέθοδος προσδιορισμού ΠΟΕ – βενζολίου.....	50
3.7.5 Αποτελέσματα.....	51
3.8 Βαρέα Μέταλλα .....	52
3.8.1 Εισαγωγή.....	52
3.8.2 Επίδραση Βαρέων Μετάλλων στην υγεία .....	52
3.8.3 Μέθοδος προσδιορισμού Βαρέων Μετάλλων .....	52
3.8.4 Αποτελέσματα.....	52
4. Ετήσιες Εθνικές Εκπομπές Αερίων Ρύπων .....	54
5. Βιβλιογραφικές Αναφορές .....	58

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ / ABBREVIATIONS

**As:** Arsenic / Αρσενικό

**AYMBGR:** Background Station - Ayia Marina Xyliatou / Σταθμός Υποβάθρου - Αγία Μαρίνα Ξυλιάτου

**BP:** Barometric Pressure / Βαρομετρική Πίεση

**BTEX:** Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylenes / Βενζόλιο, Τολουόλιο, Αιθυλοβενζόλιο, Ξυλένια

**C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>:** Benzene / Βενζόλιο

**Cd:** Cadmium / Κάδμιο

**CFC's:** Chlorofluorocarbons / Χλωροφθοριωμένοι Υδρογονάνθρακες

**CGRBGR:** Background Station - Cavo Greco / Σταθμός Υποβάθρου - Κάβο Γκρέκο

**CO:** Carbon Monoxide / Μονοξείδιο του Άνθρακα

**CYS-CYSAB/ΚΟΠΠ:** Cyprus Organization for the Promotion of Quality / Κυπριακός Οργανισμός Προώθησης Ποιότητας

**DLI/TEE:** Department of Labour Inspection / Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας

**Hg:** Mercury / Υδράργυρος

**ICP-MS:** Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry / Φασματοσκοπία Μάζας Επαγωγικώς Συζευγμένου Πλάσματος

**INIBGR:** Background Station – Inia / Σταθμός Υποβάθρου - Ίνια

**LARRES:** Residential Station – Larnaca / Οικιστικός Σταθμός - Λάρνακα

**LARTRA:** Traffic Station – Larnaca / Κυκλοφοριακός Σταθμός - Λάρνακα

**LIMRES:** Residential Station – Limassol / Οικιστικός Σταθμός – Λεμεσός

**LIMTRA:** Traffic Station – Limassol / Κυκλοφοριακός Σταθμός - Λεμεσός

**MARIND:** Industrial Station – Mari / Βιομηχανικός Σταθμός - Μαρί

**MLWSI/ΥΕΠΚΑ:** Ministry of Labour, Welfare and Social Insurance / Υπουργείο Εργασίας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων

**Ni:** Nickel/Νικέλιο

**NICRES:** Residential Station – Nicosia / Οικιστικός Σταθμός - Λευκωσία

**NICTRA:** Traffic Station – Nicosia / Κυκλοφοριακός Σταθμός - Λευκωσία

**NO:** Nitrogen Monoxide / Μονοξείδιο του Αζώτου

**NO<sub>2</sub>:** Nitrogen Dioxide / Διοξείδιο του Αζώτου

**NO<sub>x</sub>:** Nitrogen Oxides / Οξειδία του Αζώτου

**O<sub>3</sub>:** Ozone / Όζον

**PAFTRA:** Traffic Station – Pafos / Κυκλοφοριακός Σταθμός - Πάφος

**PAH's/ΠΑΥ:** Polycyclic Aromatic Hydrocarbons / Πολυκυκλική Αρωματική Υδρογονάνθρακες

**Pb:** Lead / Μόλυβδος

**PM<sub>10</sub>/ΑΣ<sub>10</sub>:** Particulate Matter with aerodynamic diameter less than 10µm / Αιωρούμενα Σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 10µm

**PM<sub>2,5</sub>/ΑΣ<sub>2,5</sub>:** Particulate Matter with aerodynamic diameter less than 2,5µm / Αιωρούμενα Σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 2,5µm

**PARRES:** Residential Station – Paralimni / Οικιστικός Σταθμός - Παραλίμνι

**RH:** Relative Humidity / Υγρασία

**SO<sub>2</sub>:** Sulphur Dioxide / Διοξείδιο του Θείου

**SR:** Solar Radiation / Ηλιακή Ακτινοβολία

**STAVBGR:** Background Station – Stavrouni / Σταθμός Υποβάθρου - Σταυροβούνι

**T:** Atmospheric Temperature / Θερμοκρασία ατμοσφαιρικού αέρα

**TROBGR:** Background Station – Troodos / Σταθμός Υποβάθρου - Τρόδος

**VOC's/ΠΟΕ:** Volatile Organic Compounds / Πτητικές Οργανικές Ενώσεις

**WD:** Wind direction / Διεύθυνση του ανέμου

**WS:** Wind speed / Ταχύτητα του ανέμου

**ZYGINd:** Industrial Station – Zygi / Βιομηχανικός Σταθμός - Ζύγι

## ΠΙΝΑΚΕΣ

<b>Πίνακας 1:</b> Οριακές τιμές για τους κυριότερους ατμοσφαιρικούς ρύπους.....	9
<b>Πίνακας 2:</b> Χαρακτηριστικά Σταθμών Μέτρησης Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα.....	13-14
<b>Πίνακας 3:</b> Εύρος ωριαίων & ημερήσιων μετρήσεων SO <sub>2</sub> στο Δίκτυο Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για το 2016.....	25
<b>Πίνακας 4:</b> Υπερβάσεις ΑΣ <sub>10</sub> πριν και μετά την αφαίρεση σκόνης από φυσικές πηγές.....	49
<b>Πίνακας 5:</b> Ετήσιοι μέσοι όροι συγκέντρωσης Βενζολίου στο Δίκτυο Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για την περίοδο 2010-2016.....	51
<b>Πίνακας 6:</b> Ετήσιοι μέσοι όροι συγκέντρωσης Βαρέων Μετάλλων στο Δίκτυο Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για την περίοδο 2010-2016.....	53
<b>Πίνακας 7:</b> Συνολικές Εθνικές Εκπομπές 1990-2016.....	55

## ΣΧΗΜΑΤΑ / FIGURES

<b>Σχήμα 1:</b> Χωρική κατανομή των Σταθμών Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα στην Κύπρο.	10
<b>Σχήμα 2:</b> Αντιπροσωπευτικός Σταθμός Παρακολούθησης του Ατμοσφαιρικού Αέρα.	11
<b>Σχήμα 3:</b> Μέσες ετήσιες τιμές NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> (PM <sub>10</sub> ) και ΑΣ <sub>2,5</sub> (PM <sub>2,5</sub> ) στον Κυκλοφοριακό Σταθμό Λευκωσίας.	17
<b>Σχήμα 4:</b> Ετήσιοι μέσοι όροι NO <sub>2</sub> για το έτος 2016.	20
<b>Σχήμα 5:</b> Μέσες ωριαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου (NO <sub>2</sub> ) για το έτος 2016, στους Κυκλοφοριακούς και Οικιστικούς Σταθμούς της Λευκωσίας (α,β), της Λεμεσού (γ,δ), της Λάρνακας (ε,στ), της Πάφου (ζ), στο Βιομηχανικό Σταθμό Ζυγίου (η) και στον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου.	21-22
<b>Σχήμα 6:</b> Ετήσιοι μέσοι όροι SO <sub>2</sub> για το έτος 2016 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	25
<b>Σχήμα 7:</b> Ετήσιοι μέσοι όροι O <sub>3</sub> για το έτος 2016 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	28
<b>Σχήμα 8:</b> Μέσες ωριαίες τιμές όζοντος (O <sub>3</sub> ) για το έτος 2016, στους Σταθμούς Υποβάθρου (α), στους Οικιστικούς Σταθμούς (β) και στους Κυκλοφοριακούς Σταθμούς (γ) του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	29-30
<b>Σχήμα 9:</b> Μέσες 8-ωρες τιμές όζοντος (O <sub>3</sub> ) για το έτος 2016, στους Σταθμούς Υποβάθρου (α), στους Οικιστικούς Σταθμούς (β) και στους Κυκλοφοριακούς Σταθμούς (γ) του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	30-31
<b>Σχήμα 10:</b> Ετήσιοι μέσοι όροι CO για το έτος 2016 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	33
<b>Σχήμα 11:</b> Μέσες ωριαίες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) για το έτος 2016, στους Κυκλοφοριακούς (α) και στους Οικιστικούς (β) Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	33-34
<b>Σχήμα 12:</b> Μέσες 8-ωρες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) για το έτος 2016, στους Κυκλοφοριακούς Σταθμούς (α) και στους Οικιστικούς Σταθμούς (β) του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	34-35
<b>Σχήμα 13(α):</b> Ετήσιοι μέσοι όροι ΑΣ <sub>10</sub> για την περίοδο 2010-2016 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	38
<b>Σχήμα 13(β):</b> Αριθμός υπερβάσεων κατ' έτος της ετήσιας οριακής τιμής για τα ΑΣ <sub>10</sub> στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για την περίοδο 2010-2016.	39
<b>Σχήμα 14:</b> Ετήσιοι μέσοι όροι ΑΣ <sub>2,5</sub> για την περίοδο 2010-2016 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	40
<b>Σχήμα 15:</b> Ημερήσια διακύμανση ΑΣ <sub>10</sub> για το έτος 2016 στους (α) Κυκλοφοριακούς Σταθμούς, (β) Οικιστικούς Σταθμούς, (γ) Βιομηχανικούς Σταθμούς και στους (δ) Σταθμούς Υποβάθρου του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	41-42
<b>Σχήμα 16:</b> Ημερήσια διακύμανση ΑΣ <sub>2,5</sub> για το έτος 2016 στους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.	43
<b>Σχήμα 17:</b> Συγκεντρώσεις ΑΣ <sub>10</sub> στον Σταθμό Υποβάθρου Αγία Μαρίνα πριν και μετά την αφαίρεση σκόνης από φυσικές πηγές (σκόνη από Σαχάρα, Μ. Ανατολή και θαλάσσιο άλας).	45-46

<b>Σχήμα 18:</b> Συγκεντρώσεις $AS_{10}$ στον Κυκλοφοριακό Σταθμό Υποβάθρου Λευκωσίας πριν και μετά την αφαίρεση σκόνης από φυσικές πηγές (σκόνη από Σαχάρα, Μ. Ανατολή και θαλάσσιο άλας).	<b>47-48</b>
<b>Σχήμα 19:</b> Ποσοστό συνεισφοράς πηγών προέλευσης σκόνης για το έτος 2016 στον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίνας και στον Κυκλοφοριακό Σταθμό Λευκωσίας.	<b>49</b>
<b>Σχήμα 20:</b> Τάσεις εκπομπών για την περίοδο 1990-2016 (Κύριοι Ρύποι και Σωματίδια).	<b>56</b>
<b>Σχήμα 21:</b> Τάσεις εκπομπών για την περίοδο 1990-2016 (Βαρέα Μέταλλα).	<b>56</b>
<b>Σχήμα 22:</b> Τάσεις εκπομπών για την περίοδο 1990-2016 (Εμμονοι Οργανικοί Ρύποι).	<b>57</b>



## 1. Εισαγωγή

Το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας (ΤΕΕ) του Υπουργείου Εργασίας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων (ΥΕΠΚΑ) είναι η Αρμόδια Αρχή για την παρακολούθηση των επιπέδων διάφορων ρύπων στον ατμοσφαιρικό αέρα, καθώς και την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η προστασία της υγείας και ευημερίας των πολιτών, καθώς και η προστασία της βλάστησης και γενικότερα του περιβάλλοντος.

Η παρακολούθηση και διαχείριση της Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα στην Κύπρο διέπεται από τις πρόνοιες των περί της Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα Νόμων του 2010 και του 2017 (Ν. 77(Ι)/2010 και Ν. 3(Ι)/2017) και των πιο κάτω Κανονισμών που καθορίζουν όρια ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα για συγκεκριμένους ρύπους:

α) Οι Περί της Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα (Αρσενικό, Κάδμιο, Υδράργυρος, Νικέλιο και Πολυκυκλικό Αρωματικό Υδρογονάνθρακες στον Ατμοσφαιρικό Αέρα) Κανονισμοί του 2007 και 2017 (Κ.Δ.Π. 111/2007 και Κ.Δ.Π. 38/2017),

β) Οι Περί της Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα (Οριακές Τιμές Διοξειδίου του Θείου, Διοξειδίου του Αζώτου και Οξειδίων του Αζώτου, Σωματιδίων, Μόλυβδου, Μονοξειδίου του Άνθρακα, Βενζολίου και Όζοντος στον Ατμοσφαιρικό Αέρα) Κανονισμοί του 2010 και 2017 (Κ.Δ.Π. 327/2010 και Κ.Δ.Π. 37/2017).

Σκοπός του Νόμου είναι:

- ο προσδιορισμός και καθορισμός των στόχων για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα,
- η εκτίμηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα,
- η συγκέντρωση των κατάλληλων πληροφοριών για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και η ενημέρωση του κοινού, και
- η διατήρηση και βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα εκεί όπου είναι καλή και η βελτίωση της όπου απαιτείται.

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.

Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί δίνονται οι οριακές τιμές που καθορίζονται από τη σχετική νομοθεσία για κάθε ρύπο.

Πίνακας 1: Οριακές τιμές για τους κυριότερους ατμοσφαιρικούς ρύπους

Table 1: Limit values for a number of pollutants in air

Ρύπος	Συγκέντρωση	Χρονική περίοδος	Επιτρεπόμενες Υπερβάσεις ανά Έτος
Αιωρούμενα Σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 10μm (ΑΣ <sub>10</sub> )	50 μg/m <sup>3</sup>	Ημερήσια	35
	40 μg/m <sup>3</sup>	Ετήσια	Δεν εφαρμόζεται
Αιωρούμενα Σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 2,5μm (ΑΣ <sub>2,5</sub> )	20 μg/m <sup>3</sup>	Ετήσια	Δεν εφαρμόζεται
Διοξείδιο του θείου (SO <sub>2</sub> )	350 μg/m <sup>3</sup>	Ωριαία	24
	125 μg/m <sup>3</sup>	Ημερήσια	3
Οριο συναγερμού	500 μg/m <sup>3</sup>	3 συνεχείς ώρες	Δεν εφαρμόζεται
Διοξείδιο του αζώτου (NO <sub>2</sub> )	200 μg/m <sup>3</sup>	Ωριαία	18
	40 μg/m <sup>3</sup>	Ετήσια	Δεν εφαρμόζεται
Οριο συναγερμού	400 μg/m <sup>3</sup>	3 συνεχείς ώρες	Δεν εφαρμόζεται
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	10 mg/m <sup>3</sup>	Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρου	Δεν εφαρμόζεται
Βενζόλιο (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	5 μg/m <sup>3</sup>	Ετήσια	Δεν εφαρμόζεται
Οζόν (O <sub>3</sub> )	120 μg/m <sup>3</sup>	Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρου	Στόχος 25 ημέρες κατά μέσο όρο σε τρία χρόνια
		Ωριαία	Δεν εφαρμόζεται
Οριο ενημέρωσης	180 μg/m <sup>3</sup>	Ωριαία	Δεν εφαρμόζεται
Οριο συναγερμού	240 μg/m <sup>3</sup>	Ωριαία	Δεν εφαρμόζεται
Μόλυβδος (Pb)	0,5 μg/m <sup>3</sup>	Ετήσια	Δεν εφαρμόζεται
Αρσενικό (As)	6 ng/m <sup>3</sup>	Ετήσια	Δεν εφαρμόζεται
Κάδμιο (Cd)	5 ng/m <sup>3</sup>	Ετήσια	Δεν εφαρμόζεται
Νικέλιο (Ni)	20 ng/m <sup>3</sup>	Ετήσια	Δεν εφαρμόζεται
Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες	1 ng/m <sup>3</sup> (εκφρασμένο ως συγκέντρωση βενζο(α)πυρενίου)	Ετήσια	Δεν εφαρμόζεται

Η παρούσα Έκθεση παρουσιάζει τα αποτελέσματα των μετρήσεων ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα σε διάφορες περιοχές της Κύπρου που πραγματοποίησε το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας (ΤΕΕ) 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(I)/2010 και Ν. 3(I)/2017) για το έτος 2017 και προβαίνει σε σύγκριση των αποτελεσμάτων του 2017 με παλαιότερα έτη.

Τόσο η διαδικασία επικύρωσης (validation) 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. Για το λόγο αυτό η παρούσα έκθεση αναφέρεται στα αποτελέσματα των μετρήσεων του 2017.

## 2. Παρακολούθηση Ποιότητας Ατμοσφαιρικού Αέρα

Ατμοσφαιρική ρύπανση καλείται η παρουσία στην ατμόσφαιρα διαφόρων παραγόντων (χημικών, φυσικών, βιολογικών ή άλλων), οι οποίοι ονομάζονται γενικά ρύποι, σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια, που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της δομής, της σύστασης και των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων σε παγκόσμιο επίπεδο και θεωρείται υπεύθυνη για διάφορα αναπνευστικά και άλλα προβλήματα υγείας, για τη μείωση του προσδόκιμου ζωής και για πρόωρους θανάτους. 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.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, κυρίως οι μεταφορές, οι βιομηχανίες και οι οικιστικές θερμάνσεις, είναι οι κυριότερες πηγές εκπομπής αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Για την παρακολούθηση της ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα στην Κύπρο, το ΤΕΕ λειτουργεί δίκτυο 9 Σταθμών Παρακολούθησης (**Σχήμα 1**), πλήρως εξοπλισμένων με αυτόματα όργανα συνεχούς μέτρησης (**Σχήμα 2**) των ακόλουθων ρύπων:

- Μονοξειδίου, Διοξειδίου και Οξειδίων του Αζώτου ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ),
- Όζοντος ( $\text{O}_3$ ),
- Διοξειδίου του Θείου ( $\text{SO}_2$ ),
- Μονοξειδίου του Άνθρακα ( $\text{CO}$ ),
- Αιωρούμενων Σωματιδίων ( $\text{A}\Sigma_{10}$ ,  $\text{A}\Sigma_{2,5}$ ),
- Βενζολίου ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) και άλλων Πτητικών Οργανικών Ενώσεων (ΠΟΕ - VOC's)



**Σχήμα 1:** Χωρική κατανομή των Σταθμών Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα στην Κύπρο (Κυκλοφοριακοί Σταθμοί - κόκκινο χρώμα, Οικιστικοί Σταθμοί - πράσινο χρώμα, Βιομηχανικοί Σταθμοί - κίτρινο χρώμα και Σταθμοί Υποβάθρου - μπλε χρώμα).

**Figure 1:** Location map of all the Air Quality Monitoring Stations in Cyprus (Traffic Stations – red color, Residential Stations- green color, Industrial Stations – yellow color and Background Stations – blue color).

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 όπως είναι η κατεύθυνση του ανέμου, η ταχύτητα του ανέμου, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η σχετική υγρασία, η ατμοσφαιρική πίεση και η ηλιακή ακτινοβολία.

Επιπρόσθετα των πιο πάνω συνεχών μετρήσεων, πραγματοποιούνται μετρήσεις συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων με τη βοήθεια ειδικών φίλτρων και δειγματοληπτικών συσκευών σε όλες τις πόλεις της Κύπρου. 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 ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) και πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (PAHs) που περιέχονται στη σκόνη.

Επιπλέον, ο Κλάδος Ποιότητας Αέρα του ΤΕΕ διαχειρίζεται το Εθνικό Εργαστήριο Αναφοράς το οποίο είναι υπεύθυνο για την ποιότητα των αποτελεσμάτων των μετρήσεων του ατμοσφαιρικού αέρα από το δίκτυο των εννέα (9) 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 (4) 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.



**Σχήμα 2:** Αντιπροσωπευτικός Σταθμός Παρακολούθησης του Ατμοσφαιρικού Αέρα  
**Figure 2:** Representative Air Quality Monitoring Station

Στον **Πίνακα 2** δίνονται τα χαρακτηριστικά των Σταθμών Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα του δικτύου που λειτουργεί το ΤΕΕ. Στον πίνακα φαίνεται η περιγραφή και η ακριβής τοποθεσία που είναι εγκατεστημένος ο κάθε Σταθμός, η ημερομηνία εγκατάστασης του και οι ρύποι/παράμετροι που μετρούνται.

Επιπλέον σε οικιστική περιοχή της Πάφου και στο σημείο όπου στεγαζόταν ο Οικιστικός Σταθμός Λεμεσού μέχρι τις 27/6/2017, έχουν εγκατασταθεί δειγματοληπτικές συσκευές συλλογής αιωρούμενων σωματιδίων (ΑΣ) χωρίς κλιματισμό. Συγκεκριμένα στην Πάφο (PAFRES) μετρούνται ΑΣ<sub>2,5</sub> και στη Λεμεσό (LIMRES) ΑΣ<sub>10</sub> και ΑΣ<sub>2,5</sub>.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων καθώς και άλλη σχετική πληροφόρηση δίνονται επιγραμματικά (on-line) στο κοινό, μέσω της εξειδικευμένης ιστοσελίδας [www.airquality.gov.cy](http://www.airquality.gov.cy).

Επιπρόσθετα, η πληροφόρηση του κοινού για την ποιότητα του αέρα πραγματοποιείται με οθόνες εσωτερικού χώρου που εγκαταστάθηκαν στον Δήμο Λεμεσού και στον Δήμο Αγίου Αθανασίου. Επίσης, περιβαλλοντικό δελτίο παρουσιάζεται από τους τηλεοπτικούς σταθμούς παγκύπριας εμβέλειας κατά τη διάρκεια του κεντρικού δελτίου ειδήσεων. Σημειώνεται επίσης ότι, το ΤΕΕ ετοίμασε και λειτουργεί σχετική εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα με σκοπό την άμεση ενημέρωση του κοινού, ιδιαίτερα των ευάλωτων ομάδων του πληθυσμού, των εργαζομένων και άλλων ενδιαφερόμενων.



Πίνακας 2/Table 2: Χαρακτηριστικά Σταθμών Μέτρησης Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα/Air Quality Monitoring Stations Characteristics

	Όνομα Σταθμού Station Name	Τοποθεσία Location	Συντεταγμένες Coordinates		Υψόμετρο Elevation (m)	Έναρξη Λειτουργίας Running from	Ρύποι /Μεγέθη που μετρούνται Pollutants/Values Measured
			N	E			
1	Κυκλοφοριακός Σταθμός - Λευκωσία / Traffic Station – Nicosia (NICTRA)	Στον περίβολο του παλαιού Γενικού Νοσοκομείου Λευκωσίας / Nicosia Old General Hospital	35 18' 10''	33 21' 17''	157	2/2/1996 έως 17/12/2008	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> ,O <sub>3</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , BTEX, ΑΣ <sub>10</sub> , ΑΣ <sub>2,5</sub> , ΑΣ <sub>1</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP
		Στον περίβολο του Αστυνομικού Σταθμού Στροβόλου / Strovolos Police Station	35 09' 07''	33 20' 52''	176	7/2/2009	
2	Οικιστικός Σταθμός - Λευκωσία / Residential Station – Nicosia (NICRES)	Στο προαύλιο του Δημοτικού Σχολείου Αποστόλου Λουκά στο Στρόβολο / Apostolos Loukas Elementary School	35 07' 37''	33 19' 54''	208	23/6/2006	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> ,O <sub>3</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , BTEX, ΑΣ <sub>10</sub> , ΑΣ <sub>2,5</sub> , ΑΣ <sub>1</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP
3	Κυκλοφοριακός Σταθμός - Λεμεσός / Traffic Station – Limassol (LIMTRA)	Στη διασταύρωση των οδών Αρχιεπισκόπου Μακαρίου III και Τσίρου / Archiepiskopou Makariou III Avenue	34 41' 10''	33 02' 08''	19	23/6/2006	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> ,O <sub>3</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , ΑΣ <sub>1</sub> , BTEX, W/S, W/D, T, RH, BP
4	Οικιστικός Σταθμός – Λεμεσός / Residential Station – Limassol (LIMRES)	Στη διασταύρωση των οδών Αγίας Σοφίας και Σεϋχελλών / Agias Sofias and Seychellon street	34 40' 54''	33 01' 04''	22	23/6/2006 έως 27/6/2017	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> ,O <sub>3</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , ΑΣ <sub>2,5</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP, SR
5	Κυκλοφοριακός Σταθμός - Λάρνακα / Traffic Station – Larnaca (LARTRA)	Στον περίβολο του Δημοτικού Κήπου Λάρνακας / Louki Pieridi Street	34 54' 60''	33 37' 39''	15	30/6/2003	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> ,O <sub>3</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , BTEX, W/S, W/D, T, RH, BP
6	Οικιστικός Σταθμός - Λάρνακα / Residential Station – Larnaca (LARRES)	Στην οδό Αριστοφάνους, πλησίον του Δημοτικού Σχολείου Δροσιάς / Aristofanous Street	34 54' 49''	33 36' 57''	17	8/7/2006 έως 17/11/2016	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> ,O <sub>3</sub> ,SO <sub>2</sub> , ΑΣ <sub>2,5</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP
7	Κυκλοφοριακός Σταθμός - Πάφος / Traffic Station – Pafos (PAFTRA)	Στο προαύλιο του Αστυνομικού Σταθμού Πάφου / Pafos Central Police station	34 46' 31''	32 25' 19''	75	23/6/2006 έως 11/2/2016	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> ,O <sub>3</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , BTEX, W/S, W/D, T, RH, BP, SR
		Αποστόλου Παύλου και Μιχαήλ Κυπριανού	34 46' 22''	32 25' 05''	40	25/3/2016	
8	Σταθμός Υποβάθρου – Αγ.Μαρίνα Ξυλιάτου / Background Station - Ayia Marina Xyliatou (AYMBGR)	Στην περιοχή της κοινότητας Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου / Ayia Marina Xyliatou	35 02' 17''	33 03' 28''	532	1/10/1996	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> ,O <sub>3</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , ΑΣ <sub>2,5</sub> , ΑΣ <sub>1</sub> , VOCs, W/S, W/D, T, RH, BP, SR

Πίνακας 2/Table 2 (συν./cont.): Χαρακτηριστικά Σταθμών Μέτρησης Ποιότητας του Ατμοσφαιρικού Αέρα/Air Quality Monitoring Stations Characteristics

	Όνομα Σταθμού Station Name	Τοποθεσία Location	Συντεταγμένες Coordinates		Υψόμετρο Elevation (m)	Έναρξη Λειτουργίας Running from	Ρύποι /Μεγέθη που μετρούνται Pollutants/Values Measured
			N	E			
9	Βιομηχανικός Σταθμός - Ζύγι / Industrial Station – Zygi (ZYGIND)	Στην περιοχή Βασιλικού (κοινότητα Ζυγίου) / Zygi Industrial Area	34 43' 46''	33 20' 15''	9	3/9/2002	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP
10	Σταθμός Υποβάθρου - Κάβο Γκρέκο / Background Station - Cavo Greco (CGRBGR)	Κάβο Γκρέκο / Cavo Greco	34 57' 42''	34 04' 54''	23	21/10/2010 έως 7/3/2017	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP
11	Σταθμός Υποβάθρου - Ίνια / Background Station – Inia (INIBGR)	Ίνια – Πάφος / Inia - Pafos	34 57' 44''	32 22' 37''	672	25/1/2011 έως 31/12/2016	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , ΑΣ <sub>1</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP
12	Σταθμός Υποβάθρου – Σταυροβούνι / Background Station – Stavnrouni (STAVBGR)	Μοναστήρι Σταυροβουνίου – Λάρνακα / Stavnrouni Monastery – Larnaca	34 53' 15''	33 26' 15''	650	5/9/2012 έως 1/2/2016	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP
13	Σταθμός Υποβάθρου – Τρόδος / Background Station – Troodos (TROBGR)	Όρος Τρόδος / Troodos Mountain	34 56' 36''	32 51' 50''	1819	10/7/2012 έως 31/12/2016	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , ΑΣ <sub>1</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP
14	Βιομηχανικός Σταθμός - Μαρί / Industrial Station – Mari (MARIND)	Στην περιοχή Βασιλικού (κοινότητα Μαρί)	34 44' 14''	33 17' 24''	88	14/7/2011	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP
15	Κυκλοφοριακός Σταθμός - Παραλιμνίου / Traffic Station – Paralimni (PARTRA)	Λεωφόρος 1 <sup>ης</sup> Απριλίου, Παραλίμνι 1 <sup>st</sup> Apriliou Avenue, Paralimni	35 02' 45''	33 58' 40''	72	13/12/2016	NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , ΑΣ <sub>10</sub> , ΑΣ <sub>2,5</sub> , W/S, W/D, T, RH, BP

NO/NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>: Μονοξειδίο/ Διοξειδίο/ Οξειδία του Αζώτου / Nitrogen Monoxide/Dioxide/Oxides

O<sub>3</sub>: Οζόν / Ozone

CO: Μονοξειδίο του Άνθρακα / Carbon Monoxide

SO<sub>2</sub>: Διοξειδίο του Θείου / Sulphur Dioxide

ΑΣ<sub>10</sub>, ΑΣ<sub>2,5</sub>, ΑΣ<sub>1</sub>: Αιωρούμενα Σωματίδια διαμέτρου μικρότερης των 10, 2,5 και 1 μm / Particulate Matter with aerodynamic diameter less than 10, 2,5 and 1 μm

VOCS: Πτητικές Οργανικές Ενώσεις/ Volatile Organic Compounds

BTEX: Βενζόλιο, Τολουόλιο, Αιθυλοβενζόλιο, Ξυλένια/ Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylenes

WS: Ταχύτητα του ανέμου / Wind speed

WD: Διεύθυνση του ανέμου / Wind direction

T: Θερμοκρασία ατμοσφαιρικού αέρα / Atmospheric Temperature

RH: Σχετική Υγρασία / Relative Humidity

BP: Βαρομετρική Πίεση / Barometric Pressure

SR: Ηλιακή Ακτινοβολία / Solar radiation

## 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 Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Το εν λόγω Εθνικό Σχέδιο Δράσης βρίσκεται αναρτημένο στην ιστοσελίδα [www.airquality.gov.cy](http://www.airquality.gov.cy) στο σύνδεσμο “Εκθέσεις”.

Η υλοποίηση του εν λόγω Σχεδίου Δράσης παρακολουθείται στενά από το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας (ΤΕΕ), σε συνεργασία με άλλα πέντε συναρμόδια Υπουργεία (Υπουργείο Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων, Υπουργείο Εσωτερικών, 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 και άλλους Φορείς που συμμετέχουν στην προβλεπόμενη από τη σχετική νομοθεσία Συμβουλευτική Τεχνική Επιτροπή.

Το εν λόγω Εθνικό Σχέδιο Δράσης βρίσκεται στο στάδιο της υλοποίησής του και περιλαμβάνει μέτρα για την βελτίωση της ποιότητας του αέρα και ειδικότερα της μείωσης της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (ΑΣ<sub>10</sub> και ΑΣ<sub>2,5</sub>) στην ατμόσφαιρα της Κύπρου από ανθρωπογενείς πηγές.

Το εν λόγω Σχέδιο Δράσης περιλαμβάνει εθνικά, περιφερειακά και τοπικά μέτρα που στόχο έχουν τη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα και ως εκ τούτου βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.

Μερικά από τα πιο σημαντικά μέτρα που περιλαμβάνει το Εθνικό Σχέδιο Δράσης είναι:

- Περιοδικός έλεγχος καυσαερίων οχημάτων.
- Βελτιωμένο σύστημα πληροφόρησης λειτουργίας λεωφορείων και εφαρμογή συστήματος έκδοσης και ακύρωσης εισιτηρίων.
- Ανάθεση συμβάσεων στις υφιστάμενες εταιρείες λεωφορείων και ανανέωση του στόλου των λεωφορείων.
- Ανάπτυξη αγοράς εναλλακτικών καυσίμων στον τομέα των μεταφορών.
- 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.
- Εξασφάλιση και χρησιμοποίηση φυσικού αερίου για τις ανάγκες του ενεργειακού τομέα την επόμενη πενταετία.
- Χρήση βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές.
- Ετοιμασία Ολοκληρωμένων Σχεδίων για την Κινητικότητα σε όλες τις αστικές περιοχές.
- Εγκατάσταση αντιρρυπαντικών συστημάτων στις νέες μονάδες των Ηλεκτροπαραγωγών Σταθμών για τήρηση των οριακών τιμών εκπομπής που καθορίζονται στη σχετική Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/75/ΕΚ (Industrial Emissions Directive).
- Τερματισμός χρήσης και αποκατάσταση Χώρων Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων (ΧΑΔΑ) καθώς και κατασκευή Μονάδων Ολοκληρωμένων Εγκαταστάσεων Διαχείρισης Αποβλήτων (ΟΕΔΑ) και Διαμετακομιστικών Σταθμών.
- Εκμετάλλευση βιοαερίου από Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α) και Χ.Α.Δ.Α.

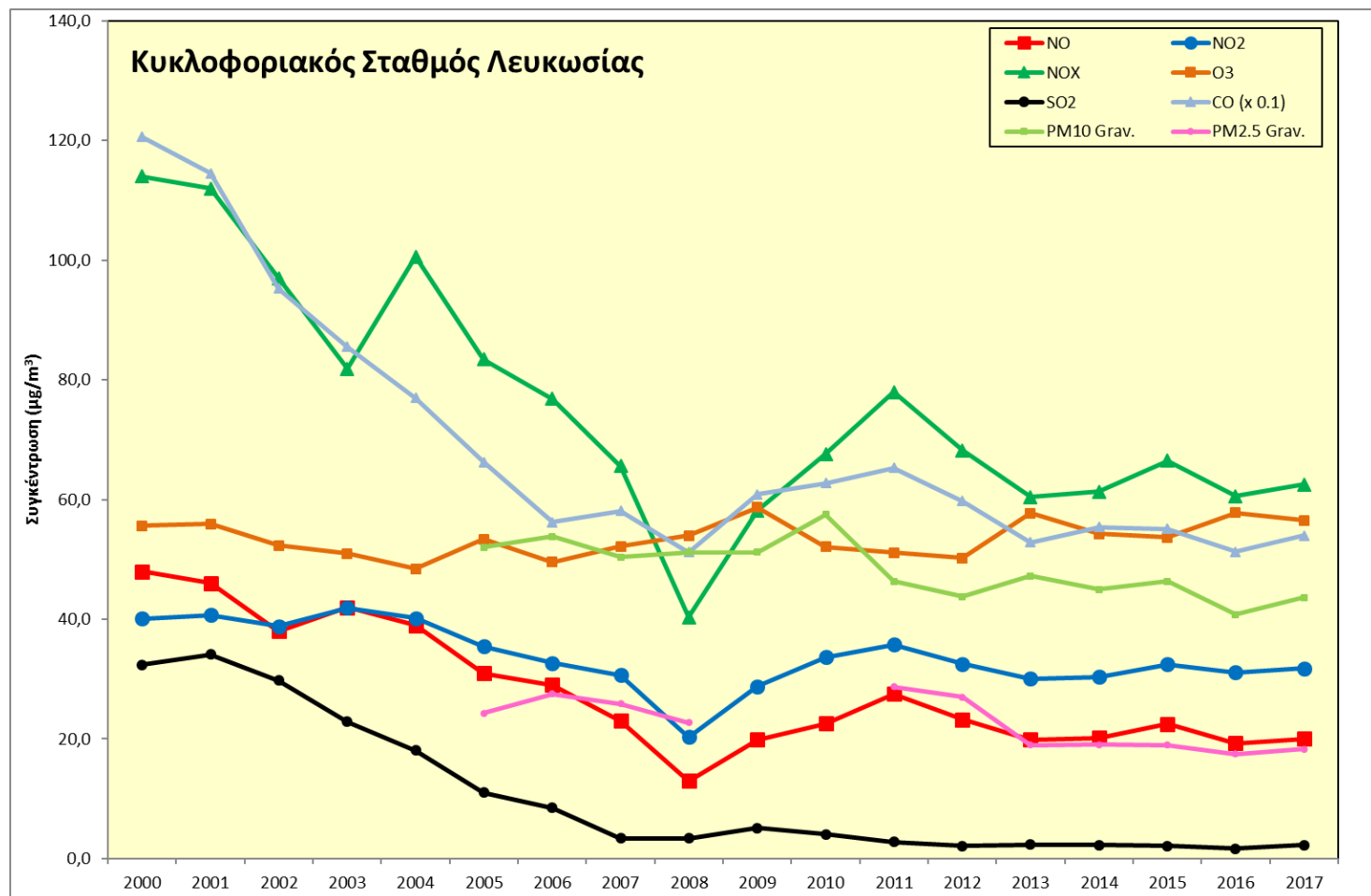


- Τοπικά μέτρα όπως είναι η επέκταση δικτύου πεζοδρομίων, πεζόδρομων και ποδηλατοδρόμων, η επίστρωση ακάλυπτων χώρων στάθμευσης, η αγορά σύγχρονου μηχανικού εξοπλισμού για τον οδοκαθαρισμό των πόλεων και η δημιουργία και εφαρμογή προγράμματος μεταφοράς μαθητών από και προς τα σχολεία σε περιοχές των Δήμων.

### 3. Μετρήσεις της Ποιότητας Αέρα

#### 3.1 Γενικά

Για τους περισσότερους ρύπους όπως είναι τα οξειδία του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ), το διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ), το μονοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$ ), το βενζόλιο ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), και τα βαρέα μέταλλα ( $\text{As}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{Pb}$ ), δεν παρατηρείται υπέρβαση των οριακών τιμών που καθορίζονται στην Κυπριακή και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία. Τουναντίον, λόγω των κατάλληλων μέτρων που λήφθηκαν, οι συγκεντρώσεις τους στην ατμόσφαιρα μειώθηκαν δραστικά, ιδιαίτερα μετά την ένταξη της Κύπρου στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Εξαιρέση αποτελούν το Όζον και τα Αιωρούμενα Σωματίδια για τα οποία παρατηρούνται υπερβάσεις της τιμής στόχου και της οριακής τιμής αντίστοιχα.



**Σχήμα 3:** Μέσες ετήσιες τιμές  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{A}\Sigma_{10}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) και  $\text{A}\Sigma_{2,5}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ) στον Κυκλοφοριακό Σταθμό Λευκωσίας

**Figure 3:** Annual Mean Concentrations of  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{PM}_{10}$  and  $\text{PM}_{2,5}$  in Nicosia Traffic Station

Στο **Σχήμα 3**, φαίνεται η διακύμανση της ετήσιας μέσης συγκέντρωσης διαφόρων ρύπων κατά την περίοδο 2000-2017, σύμφωνα με τα αποτελέσματα μετρήσεων που διεξήχθησαν στον Κυκλοφοριακό Σταθμό Λευκωσίας. Συγκεκριμένα παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  και  $\text{SO}_2$ , που οφείλεται κυρίως στη βελτίωση της ποιότητας των καυσίμων, στην εισαγωγή οχημάτων νέας τεχνολογίας εξοπλισμένων με καταλύτη, καθώς και στην περιοδική επιθεώρηση των οχημάτων.

Στα επόμενα κεφάλαια δίνονται αναλυτικές πληροφορίες για κάθε ρύπο καθώς και για τα επίπεδα των συγκεντρώσεων κάθε ρύπου στην ατμόσφαιρα της Κύπρου.

## 3.2 Οξειδία του Αζώτου

### 3.2.1 Εισαγωγή

Οξειδία του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ) είναι το άθροισμα της συγκέντρωσης του μονοξειδίου του αζώτου ( $\text{NO}$ ) και της συγκέντρωσης του διοξειδίου του αζώτου ( $\text{NO}_2$ ). Το  $\text{NO}$  είναι ένα άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο και το  $\text{NO}_2$  είναι ένα κόκκινο-καφέ αέριο, διαλυτό στο νερό, ισχυρό οξειδωτικό με οξεία ερεθιστική οσμή. Το  $\text{NO}_2$  εκτός του ότι είναι από μόνο του ερεθιστικό και διαβρωτικό εμπλέκεται και ενεργοποιεί τον φωτοχημικό κύκλο αντιδράσεων στην ατμόσφαιρα και το σχηματισμό έτσι της φωτοχημικής ρύπανσης.

Η κυριότερη πηγή προέλευσης των  $\text{NO}_x$  είναι η καύση ορυκτών καυσίμων. Δημιουργούνται από την οξείδωση του στοιχειακού αζώτου του ατμοσφαιρικού αέρα κάτω από την ψηλή θερμοκρασία της καύσης, όπως και από την οξείδωση του αζώτου που περιέχεται σε μικρό ποσοστό στα διάφορα καύσιμα. Κατά την καύση δημιουργείται κυρίως το μονοξείδιο του αζώτου (90-99%), το οποίο στη συνέχεια αντιδρά με το όζον και το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και μετατρέπεται σε  $\text{NO}_2$ .

Κύριες ανθρωπογενείς πηγές εκπομπής οξειδίων του αζώτου είναι τα μηχανοκίνητα οχήματα, οι ηλεκτροπαραγωγοί σταθμοί και οι κεντρικές θερμάνσεις. Άλλες πηγές εκπομπών  $\text{NO}_x$  αποτελούν επίσης τα εργοστάσια παραγωγής νιτρικού οξέος, εκρηκτικών υλών και λιπασμάτων.

Παρά το γεγονός ότι σε παγκόσμια κλίμακα οι εκπομπές  $\text{NO}_x$  από φυσικές πηγές (εκρήξεις ηφαιστειών, δραστηριότητα βακτηριδίων, ηλεκτρικές εκκενώσεις κλπ.) είναι πολύ μεγαλύτερες από τις εκπομπές  $\text{NO}_x$  από ανθρωπογενείς πηγές, εν' τούτοις οι συγκεντρώσεις βάσης (background levels) από αυτές είναι πολύ χαμηλές λόγω της διάχυσης τους σε ολόκληρη την επιφάνεια της γης.

Η μέγιστη έκθεση στα οξειδία του αζώτου σε εξωτερικό χώρο λαμβάνει χώρα στον επιβαρυμένο αστικό αέρα. Η συγκέντρωση αυξάνει κατά τη διάρκεια των πρωινών ωρών (περίπου 6:00-9:00) λόγω της αυξημένης κυκλοφοριακής κίνησης και της παρουσίας του ηλιακού φωτός για την πραγματοποίηση των φωτοχημικών αντιδράσεων.

### 3.2.2 Επίδραση των οξειδίων του αζώτου στην υγεία

(Πηγή: *European Environment Agency – Air Quality in Europe, Yearly Report 2013-2019*)

Η υπερβολική έκθεση στα  $\text{NO}_x$  μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο αίμα, στο ήπαρ, στους πνεύμονες και στην σπλήνα. Στις επιπτώσεις για την ανθρώπινη υγεία περιλαμβάνονται οι δυσκολίες στην αναπνοή και οι παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, οι βλάβες στον ιστό των πνευμόνων και η μείωση του προσδόκιμου ζωής.

Τα μικρά σωματίδια που σχηματίζονται από τις αντιδράσεις των  $\text{NO}_x$  με την αμμωνία, την υγρασία και άλλες ενώσεις, διαπερνούν τα ευαίσθητα μέρη των πνευμόνων και μπορούν να προκαλέσουν ή να επιδεινώσουν καρδιοαναπνευστικές ασθένειες όπως το εμφύσημα και η βρογχίτιδα. Επίσης τα  $\text{NO}_x$  αντιδρούν εύκολα με τις κοινές οργανικές χημικές ουσίες και το όζον, για να διαμορφώσουν ένα ευρύ σύνολο ουσιών που είναι τοξικές και μπορούν να προκαλέσουν βιολογικές μεταλλαγές.

Τέλος το  $\text{NO}_2$  σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα, ιδιαίτερα σε άτομα που υποφέρουν από άσθμα και σε παιδιά.

### 3.2.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των οξειδίων του αζώτου

Τα οξειδία του αζώτου έχουν σοβαρές οικολογικές συνέπειες. Οι χειρότερες από αυτές φαίνεται να οφείλονται στο νιτρικό οξύ, το τελευταίο προϊόν της χημικής αντίδρασης του διοξειδίου του αζώτου στον αέρα. Ο μετασχηματισμός των οξειδίων του αζώτου λαμβάνει χώρα σε σχετικά μικρές

χρονικές κλίμακες οπότε οι επιπτώσεις εμφανίζονται σε μικρές ως μεσαίες αποστάσεις από την πηγή εκπομπής.

Τα οξείδια του αζώτου και του θείου ανεβαίνοντας στην ατμόσφαιρα αντιδρούν με τους υδρατμούς και το νερό της βροχής και σχηματίζουν αντίστοιχα οξέα, όπως νιτρικό και θειικό. Αυτά τα οξέα στη συνέχεια πέφτουν στην επιφάνεια της Γης είτε μαζί με τη βροχή, το χιόνι ή το χαλάζι (υγρή απόθεση ή όξινη βροχή) είτε ως ξηρά σωματίδια (ξηρή απόθεση οξέων).

Η όξινη βροχή έχει έντονες επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα (δάση, υδροβιότοπους, έδαφος, καλλιέργειες), σκοτώνοντας άμεσα ή έμμεσα διάφορες μορφές ζωής, αλλά και στα οικιστικά οικοσυστήματα, διαβρώνοντας ιστορικά μνημεία, προκαλώντας ζημιές σε κτίρια και οχήματα, αλλά και βλάπτοντας άμεσα την ανθρώπινη υγεία.

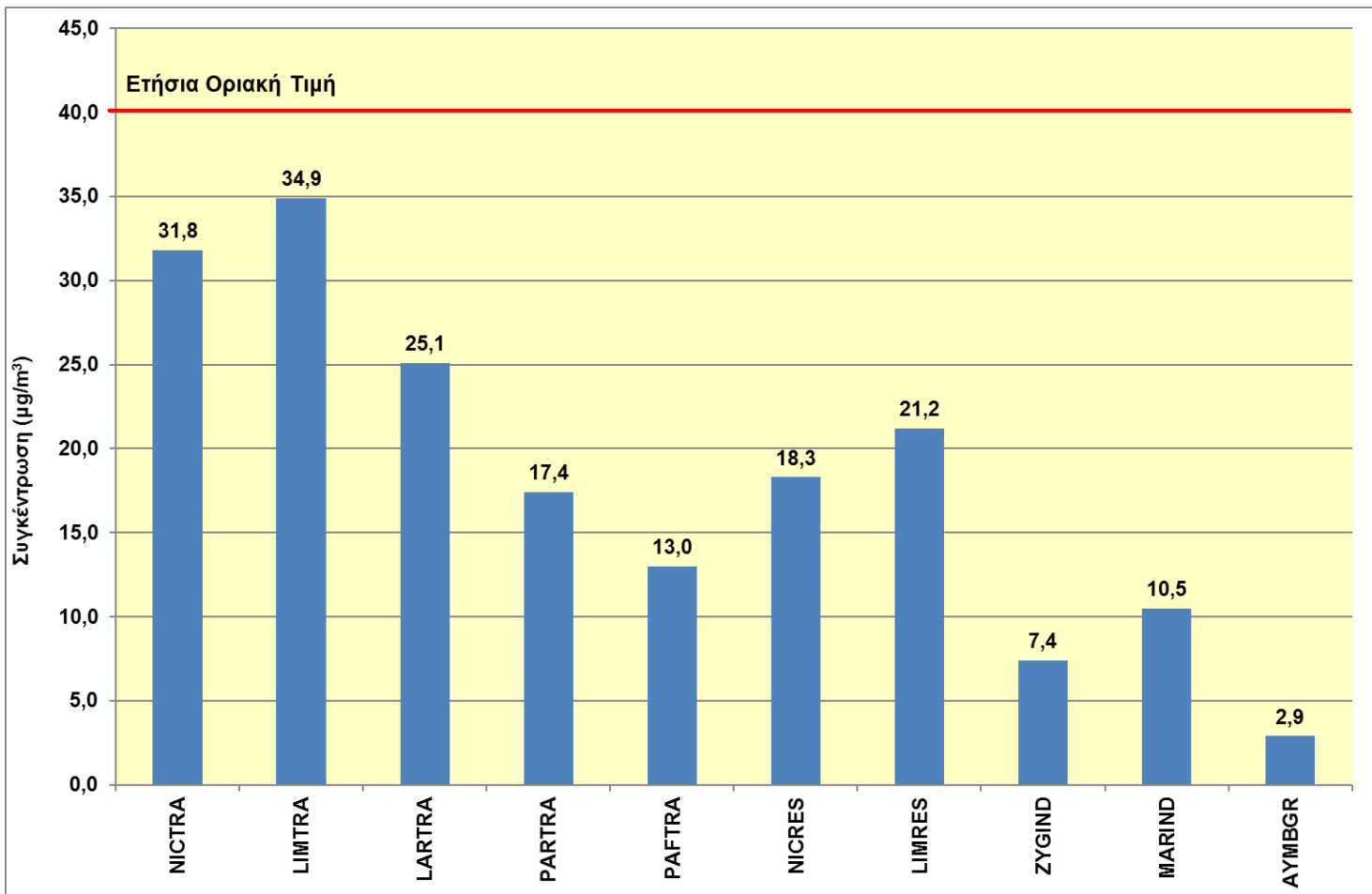
#### 3.2.4 Μέθοδος προσδιορισμού οξειδίων του αζώτου

Για τον προσδιορισμό του NO<sub>2</sub> και του NO χρησιμοποιούνται αυτόματα όργανα που λειτουργούν με βάση τη χημειοφωταύγεια. Πρόκειται για πρότυπη μέθοδο βασισμένη στο αντίστοιχο Ευρωπαϊκό Πρότυπο (EN 14211:2012).

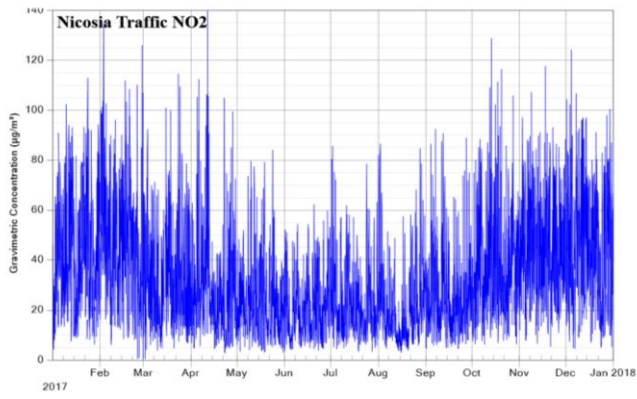
#### 3.2.5 Αποτελέσματα

Στο **Σχήμα 4** παρουσιάζονται οι ετήσιοι μέσοι όροι NO<sub>2</sub> που καταγράφηκαν στο Δίκτυο Παρακολούθησης της Ποιότητας του Αέρα κατά το έτος 2017. Οι τιμές αυτές είναι χαμηλότερες από την Ετήσια Οριακή Τιμή των 40μg/m<sup>3</sup> που ορίζεται στη νομοθεσία. Επίσης παρατηρείται ότι οι τιμές στους κυκλοφοριακούς σταθμούς (NICTRA, LIMTRA, LARTRA) είναι υψηλότερες σε σύγκριση με τους οικιστικούς σταθμούς (NICRES, LIMRES) και αυτές με τη σειρά τους είναι υψηλότερες σε σύγκριση με το σταθμό υποβάθρου Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου (AYMBGR).

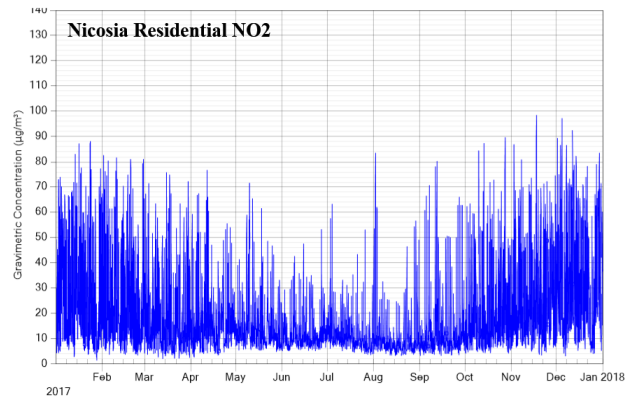
Στο **Σχήμα 5** παρουσιάζονται οι ωριαίες μετρήσεις NO<sub>2</sub> στους διάφορους Σταθμούς για το 2017. Οι τιμές είναι επίσης πολύ χαμηλότερες από την ωριαία οριακή τιμή των 200μg/m<sup>3</sup> που ορίζεται στη νομοθεσία. Οι αυξημένες τιμές που παρατηρούνται κατά τους χειμερινούς μήνες, όπως εξάλλου αναμένεται, οφείλονται στις αυξημένες εκπομπές NO την εποχή αυτή (οχήματα, κεντρικές θερμάνσεις) και τις δυσμενείς μετεωρολογικές συνθήκες (χαμηλές θερμοκρασίες, μικρή ηλιοφάνεια).



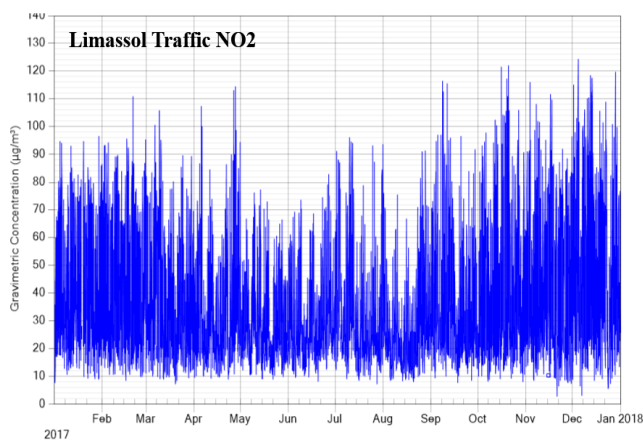
Σχήμα 4: Ετήσιοι μέσοι όροι NO<sub>2</sub> για το έτος 2017  
Figure 4: NO<sub>2</sub> Annual Mean Concentration for 2017



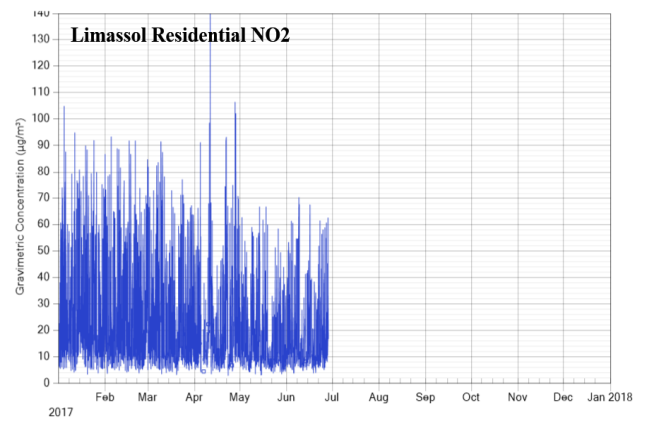
Σχήμα 5(α) / Figure 5(a)



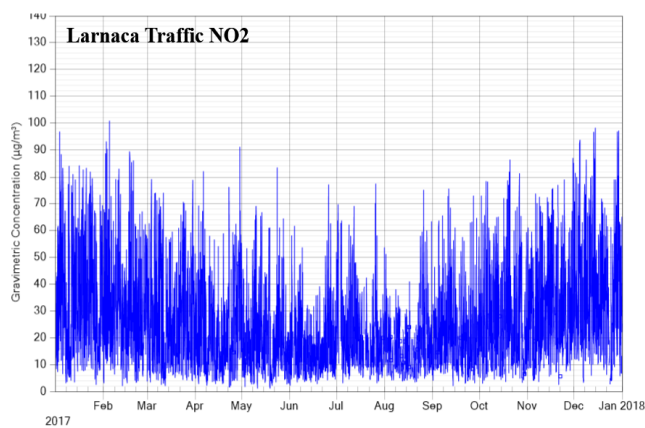
Σχήμα 5(β) / Figure 5(b)



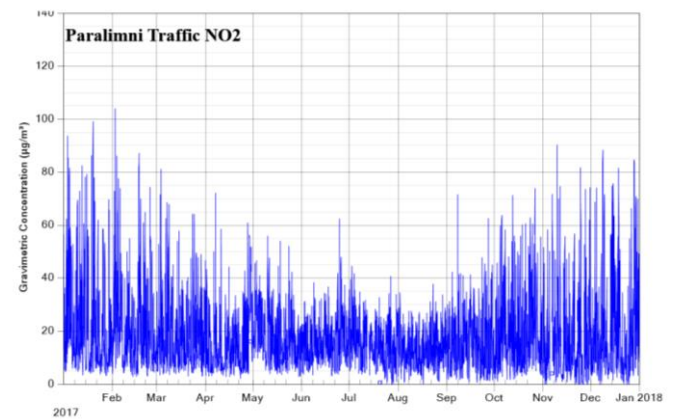
Σχήμα 5(γ) / Figure5(c)



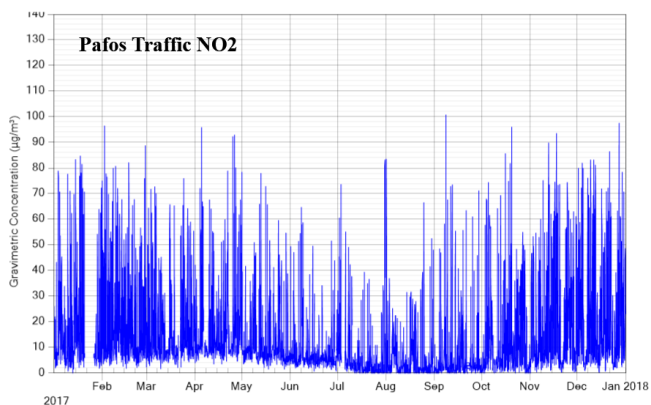
Σχήμα 5(δ) / Figure 5(d)



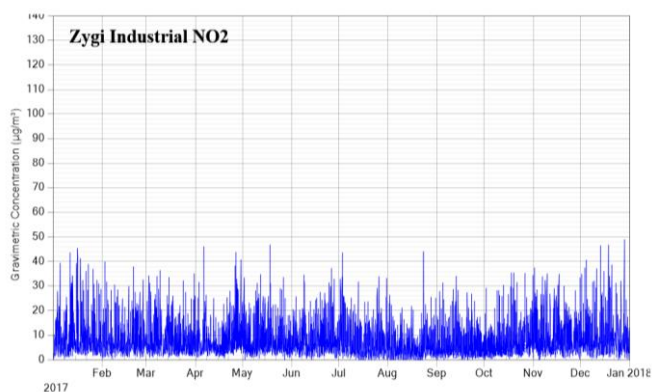
Σχήμα 5(ε) / Figure 5(e)



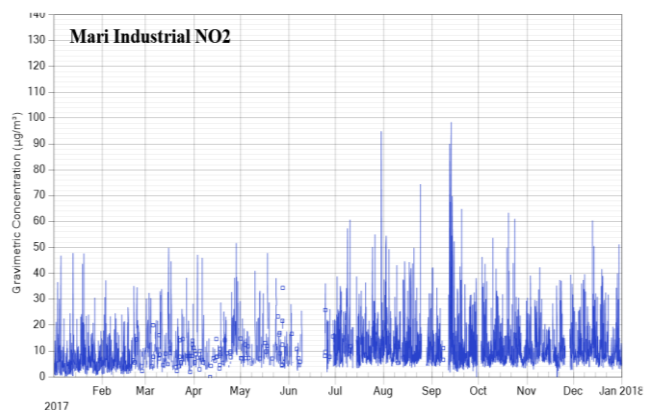
Σχήμα 5(στ) / Figure 5(f)



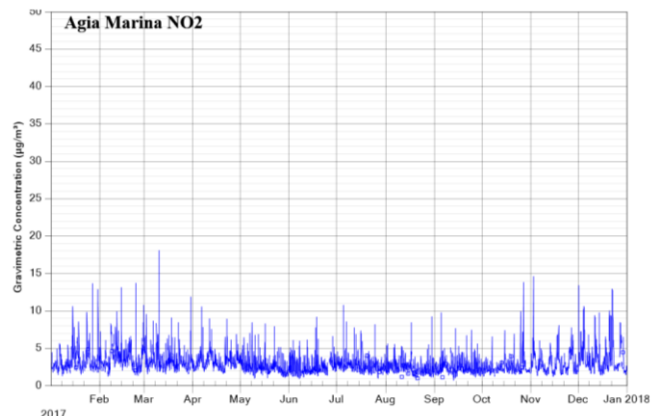
Σχήμα 5(ζ) / Figure 5(g)



Σχήμα 5(η) / Figure 5(h)



Σχήμα 5(θ) / Figure 5(i)



Σχήμα 5(ι) / Figure 5(j)

**Σχήμα 5:** Μέσες ωριαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου (NO<sub>2</sub>) για το έτος 2017, στους Κυκλοφοριακούς και Οικιστικούς Σταθμούς της Λευκωσίας (α,β), της Λεμεσού (γ,δ), της Λάρνακας (ε), του Παραλιμνίου (στ), της Πάφου (ζ), στους Βιομηχανικούς Σταθμούς Ζυγίου και Μαρί (η,θ) και στον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίας Ξυλιάτου (ι) - (Ωριαία Οριακή Τιμή: 200µg/m<sup>3</sup>).

**Figure 5:** NO<sub>2</sub> Hourly Mean Concentration for 2017 in Nicosia Traffic and Residential Stations (a,b), Limassol Traffic and Residential Stations (c,d), Larnaca Traffic Station (e), Paralimni Traffic Station (f), Pafos Traffic Station (g), Zygi and Mari Industrial Stations (h,i) and Ayia Marina Xyliatou Background Station (j) of Air Quality Monitoring Network - (Hourly Limit Value: 200µg/m<sup>3</sup>)



### 3.3 Διοξείδιο του Θείου

#### 3.3.1 Εισαγωγή

Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) είναι ένα άχρωμο αέριο με έντονη, αποπνικτική οσμή. Παράγεται κατά την καύση ή την τήξη αντίστοιχα καυσίμων ή ορυκτών υλικών που περιέχουν θείο, καθώς και από ορισμένες άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως είναι η παραγωγή θειικού οξέος και η παραγωγή λιπασμάτων. Η κυριότερη πηγή SO<sub>2</sub> είναι η καύση ορυκτών καυσίμων. Οι κυριότεροι ρυπαντές SO<sub>2</sub> είναι οι ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί, οι καυστήρες ατμολεβήτων εργοστασίων, οι κεντρικές θερμάνσεις και τα οχήματα. Φυσικές πηγές του ρύπου αυτού είναι τα ενεργά ηφαίστεια, αναερόβια βακτήρια στο έδαφος και οι δασικές πυρκαγιές.

Η περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο ποικίλει ανάλογα με το είδος και την ηλικία του καυσίμου. Τα στερεά καύσιμα (κάρβουνο, ξύλο) περιέχουν θείο σε αναλογία μέχρι και 10%, ενώ τα υγρά καύσιμα (διάφορα αποστάγματα του πετρελαίου) μέχρι 5%.

Κατά την καύση το θείο που περιέχεται στα καύσιμα οξειδώνεται και μετατρέπεται σε διοξείδιο του θείου. Λόγω του σχετικά μεγάλου χρόνου παραμονής του SO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα (5-10 ημέρες) μπορεί να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις και να προκαλέσει διασυνοριακή ρύπανση.

Τα τελευταία χρόνια η ποσότητα διοξειδίου του θείου που απελευθερώθηκε στην ατμόσφαιρα έχει μειωθεί σημαντικά, ως αποτέλεσμα κυρίως της μειωμένης χρήσης ορυκτού άνθρακα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και της αντικατάστασης του πετρελαίου με πετρέλαιο μειωμένης περιεκτικότητας σε θείο ή με φυσικό αέριο.

#### 3.3.2 Επίδραση του διοξειδίου του θείου στην υγεία

(Πηγή: *European Environment Agency – Air Quality in Europe, Yearly Report 2013-2019*)

Οι επιδράσεις του SO<sub>2</sub> είναι ποικίλες ανάλογα με το χρόνο έκθεσης. Μακροχρόνια έκθεση στο SO<sub>2</sub> μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα, να τροποποιήσει τον αμυντικό μηχανισμό των πνευμόνων και να επιδεινώσει τυχόν υπάρχουσες καρδιοαγγειακές παθήσεις. Βραχυχρόνια έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις του SO<sub>2</sub> μπορεί να ερεθίσει την αναπνευστική οδό, να προκαλέσει βρογχοσπασμούς, πνευμονικό οίδημα, ερεθισμό στα μάτια και αίσθηση αναπνευστικής δυσκολίας ακόμη και σε υγιείς ενήλικες. Πονοκέφαλος, αίσθημα δυσφορίας και άγχους έχουν επίσης αναφερθεί ως αποτέλεσμα έκθεσης σε υψηλές συγκεντρώσεις του ρύπου. Το SO<sub>2</sub> σε συνδυασμό με τα αιωρούμενα σωματίδια, λόγω της συνεργιστικής τους δράσης, μπορεί να προκαλέσει αύξηση του δείκτη θνησιμότητας.

#### 3.3.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του διοξειδίου του θείου

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ.), αυξημένες συγκεντρώσεις SO<sub>2</sub> μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά ορισμένα φυτά, όπως τα σιτηρά, το βαμβάκι, τα οπωροφόρα δέντρα κ.λπ., με απ' ευθείας νέκρωση των νεύρων του φυλλώματος.

Οι πιο σοβαρές ζημιές οφείλονται στην μετατροπή του διοξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα σε θειικό οξύ και την επακόλουθη εναπόθεσή του ως όξινη βροχή, χιόνι και όξινα σωματίδια. Ο μετασχηματισμός των οξειδίων του θείου σε θειικό οξύ λαμβάνει χώρα σε διάστημα μερικών ημερών. Σε αυτό το διάστημα η αέρια μάζα μπορεί να μεταφερθεί ακόμη και χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά από την πηγή εκπομπής και η όξινη βροχή να πλήξει ακόμη και περιοχές οι οποίες δεν βρίσκονται κοντά σε μεγάλες πηγές ρύπανσης.



Συνεπώς αρκετές δασικές περιοχές κινδυνεύουν (π.χ. διάβρωση εδάφους), το νερό στους υδροβιότοπους γίνεται ολοένα και πιο όξινο εξαιτίας της όξινης βροχής θέτοντας σε κίνδυνο τα υδρόβια πλάσματα και φυτά, η σύσταση της ατμόσφαιρας αλλάζει, το τοπικό κλίμα μεταβάλλεται και τέλος επηρεάζεται η ισορροπία της χλωρίδας και της πανίδας.

Επίσης το διοξείδιο του θείου έχει συσχετιστεί με την διάβρωση του χάλυβα και άλλων μετάλλων, την υποβάθμιση (διάσπαση) του ψευδαργύρου, και άλλων προστατευτικών επιστρωμάτων, την φθορά των οικοδομικών υλικών (σκυρόδεμα και ασβεστόλιθος), όπως επίσης και την υποβάθμιση της ποιότητας του χαρτιού, των δερμάτινων ειδών και των έργων και μνημείων ιστορικού ενδιαφέροντος.

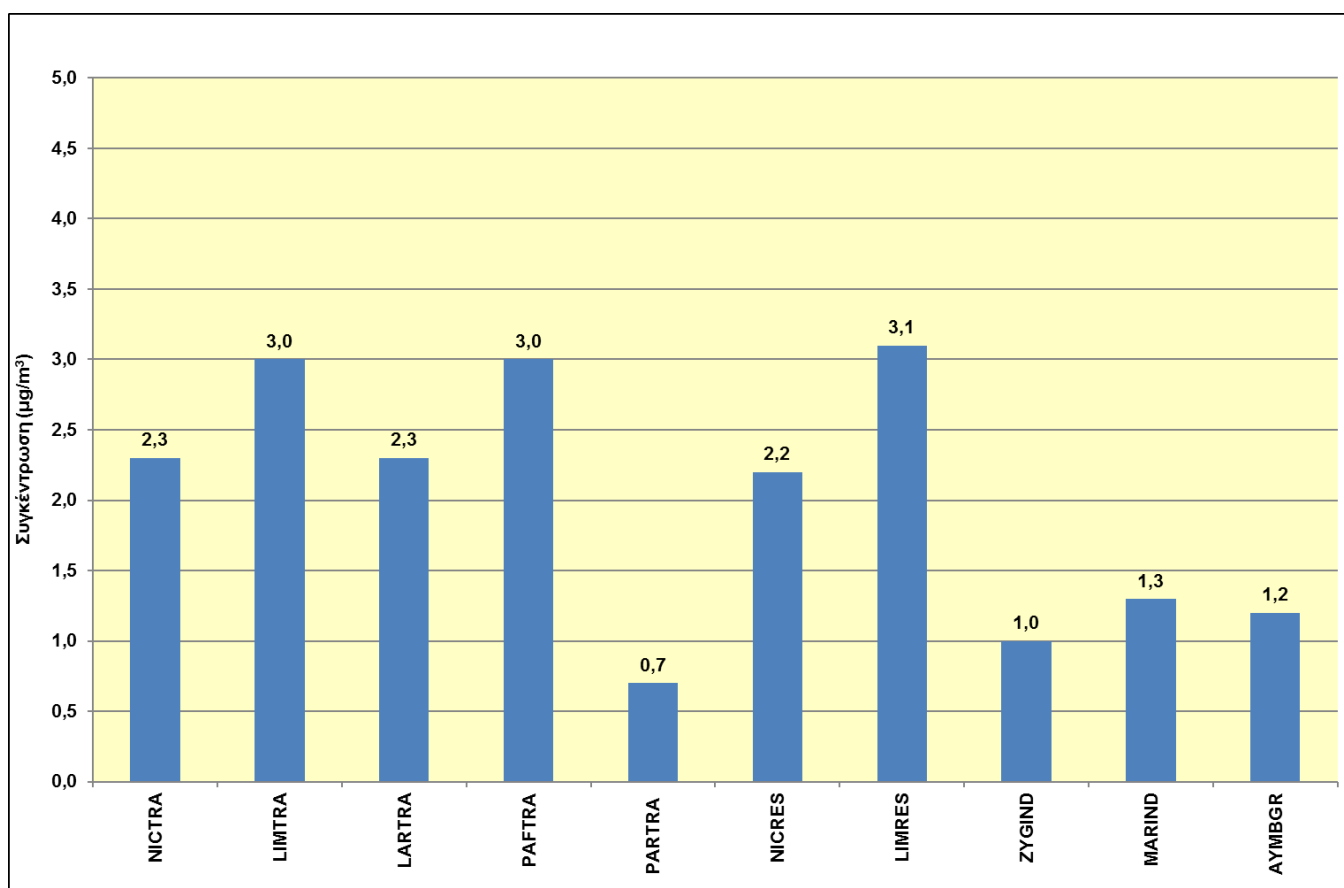
#### 3.3.4 Μέθοδος προσδιορισμού διοξειδίου του θείου

Για τον προσδιορισμό του SO<sub>2</sub> χρησιμοποιούνται αυτόματα όργανα που λειτουργούν με βάση τη μέθοδο του φθορισμού στο υπεριώδες. Πρόκειται για πρότυπη μέθοδο βασισμένη στο Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 14212:2012 (+AC 2014).

#### 3.3.5 Αποτελέσματα

Στο **Σχήμα 6** παρουσιάζονται οι ετήσιοι μέσοι όροι SO<sub>2</sub> που καταγράφηκαν στο Δίκτυο Παρακολούθησης της Ποιότητας του Αέρα κατά το έτος 2017.

Στον **Πίνακα 3** φαίνεται το εύρος ωριαίων και ημερήσιων μετρήσεων που καταγράφηκαν στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για το 2017. Όπως φαίνεται οι τιμές είναι πολύ χαμηλότερες από την ωριαία οριακή τιμή των 350μg/m<sup>3</sup> και την ημερήσια οριακή τιμή των 125μg/m<sup>3</sup> που ορίζεται στη νομοθεσία, σε όλους τους σταθμούς (κυκλοφοριακούς, οικιστικούς, βιομηχανικούς και υποβάθρου).



Σχήμα 6: Ετήσιοι μέσοι όροι SO<sub>2</sub> για το έτος 2017 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα

Figure 6: SO<sub>2</sub> Annual Mean Concentration for 2017 in Air Quality Monitoring Stations

Πίνακας 3: Εύρος ωριαίων & ημερήσιων μετρήσεων SO<sub>2</sub> στο Δίκτυο Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για το 2017

Table 3: SO<sub>2</sub> Hourly & Daily range for 2017 in Air Quality Monitoring Stations

Σταθμός	Ωριαίες μετρήσεις SO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )			Ημερήσιες μετρήσεις SO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )		
	Ελάχιστη	Μέγιστη	Μέση	Ελάχιστη	Μέγιστη	Μέση
NICTRA	0,0	19,4	2,3	0,0	9,3	2,3
NICRES	0,0	18,5	2,2	0,0	7,1	2,2
LIMTRA	0,0	26,6	3,0	0,0	8,9	3,0
LIMRES	0,0	27,5	3,1	0,9	11,6	3,1
LARTRA	0,0	53,0	2,3	0,0	12,0	2,3
PARTRA	0,0	27,7	1,8	0,0	4,7	1,8
PAFTRA	0,0	19,9	3,0	0,0	14,0	3,0
ZYGIND	0,0	44,2	1,0	0,0	7,3	1,0
AYMBGR	0,1	9,8	1,2	0,2	4,4	1,2
MARIND	0,0	140,4	1,3	0,0	15,5	1,3
<b>Οριακές Τιμές</b>		<b>350</b>			<b>125</b>	

### 3.4 Όζον

#### 3.4.1 Εισαγωγή

Το όζον ( $O_3$ ) είναι ένα συστατικό του ατμοσφαιρικού αέρα. Είναι άχρωμο (σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις μπλε), βαρύτερο από τον αέρα με έντονη οσμή. Είναι ισχυρότατο οξειδωτικό μέσο, δύσκολα διαλυτό στο νερό και έχει την ικανότητα να διεισδύσει μέχρι τους πνεύμονες, με όλες τις αρνητικές για την ανθρώπινη υγεία συνέπειες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το όζον είναι ρύπος μόνο όταν βρίσκεται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα), όταν δηλαδή περιέχεται στον αέρα που αναπνέει ο άνθρωπος. Αντίθετα το όζον που βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (στρατόσφαιρα) όχι μόνο δεν είναι ρύπος αλλά αποτελεί ζωτικής σημασίας στοιχείο, γιατί εμποδίζει τη διέλευση της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου και έτσι προστατεύει τη γη από τις καταστροφικές της ιδιότητες.

Ο σχηματισμός του  $O_3$  στην στρατόσφαιρα προέρχεται από τη φωτόλυση του οξυγόνου ( $O_2$ ) με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η διεργασία αυτή πραγματοποιείται σε πολύ μεγάλα ύψη και οδηγεί στη δημιουργία του στρώματος όζοντος στην άνω ατμόσφαιρα.

Δυστυχώς όμως με την απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα σημαντικών ποσοτήτων χλωροφθοριωμένων υδρογονανθράκων (CFC's), ουσιών που χρησιμοποιούνται ως προωθητικά στα αεροδιαλύματα (αεροζόλ) και ως υγρά ψυκτικών συστημάτων, η στοιβάδα του στρατοσφαιρικού όζοντος καταστρέφεται.

Ένας άλλος φυσικός σχηματισμός  $O_3$  γίνεται με την αντίδραση  $NO_2$  (σχηματίζεται από μικροβιακές διεργασίες στην επιφάνεια της γης) και ολεφινών (από τον φυτικό κόσμο). Όζον δημιουργείται επίσης στην ατμόσφαιρα από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις (καταιγίδες).

Στην τροπόσφαιρα δεν υπάρχουν πρωτογενείς πηγές όζοντος, αλλά δημιουργείται δευτερογενώς από τις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στον αέρα με την συμβολή της ηλιακής ακτινοβολίας και διάφορων πρόδρομων ουσιών, όπως είναι τα οξείδια του αζώτου, οι πτητικές οργανικές ενώσεις (ΠΟΕ, π.χ. βενζόλιο) και οι ρίζες υδροξυλίου. Γι' αυτό και το όζον ονομάζεται "δευτερογενής ρύπος". Επιπλέον, επειδή για το σχηματισμό του απαιτείται ηλιακό φως, η αντίδραση ονομάζεται φωτοχημική αντίδραση και το προϊόν αυτής φωτοχημική αέρια ρύπανση ή απλά αιθαλομίχλη. Οι υψηλές θερμοκρασίες διεγείρουν την αντίδραση, γι' αυτό το καλοκαίρι τα επίπεδα το όζοντος είναι υψηλότερα.

Γενικά, τα χαμηλότερα επίπεδα του όζοντος παρατηρούνται κατά την ανατολή του ήλιου. Η εκπομπή των πρόδρομων ενώσεων ( $NO_x$ , ΠΟΕ) από την πρωινή οδική κυκλοφορία σε συνδυασμό με την ανατολή του ήλιου και την άνοδο της θερμοκρασίας οδηγεί σταδιακά σε αύξηση των επιπέδων του  $O_3$ . Οι υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων παρατηρούνται το μεσημέρι και νωρίς το απόγευμα. Επειδή οι οξειδωτικές ουσίες δεν εκπέμπονται άμεσα αλλά χρειάζονται κάποιες ώρες για να σχηματιστούν, οι πρόδρομες ενώσεις έχουν τον χρόνο να μετακινηθούν από τους ανέμους που επικρατούν. Ως αποτέλεσμα, συχνά τα επίπεδα των οξειδωτικών ενώσεων είναι υψηλότερα στις περιφερειακές περιοχές όπου λαμβάνουν χώρα οι εκπομπές των πρόδρομων ενώσεων.

#### 3.4.2 Επίδραση του όζοντος στην υγεία

(Πηγή: *European Environment Agency – Air Quality in Europe, Yearly Report 2013-2019*)

Το  $O_3$  εισέρχεται στον οργανισμό με την εισπνοή και μπορεί να διαπεράσει όλους τους ιστούς του αναπνευστικού συστήματος. Ως ισχυρό οξειδωτικό αντιδρά με όλα σχεδόν τα βιολογικά υγρά που

παρεμβαίνουν στο μεταβολισμό και τη δομή των κυττάρων (αμινοξέα ενζύμων, ακόρεστα λιπίδια κλπ.)

Ανάλογα με τις συγκεντρώσεις και τη διάρκεια έκθεσης μπορεί να ερεθίσει το αναπνευστικό σύστημα προκαλώντας βήχα, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό και πόνο στο στήθος, φλεγμονή στους πνεύμονες και πιθανή επιδεκτικότητα σε μολύνσεις του αναπνευστικού. Τα μέτρια επίπεδα όζοντος μπορεί να ενοχλήσουν τα μάτια, τη μύτη, το λαιμό και τους πνεύμονες. Η έκθεση σε χαμηλές συγκεντρώσεις όζοντος έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί σημαντική προσωρινή μείωση στην ικανότητα των πνευμόνων να λειτουργήσουν κανονικά, ακόμη και σε υγιείς ενήλικες. Τα παιδιά, ιδιαίτερα αυτά που υποφέρουν από άσθμα, τίθενται περισσότερο σε κίνδυνο από την έκθεση στο όζον. Η έκθεση σε υψηλά επίπεδα όζοντος συνεπάγεται μείωση της ποσότητας του οξυγόνου που αναπνέουμε, γεγονός που επιβαρύνει όσους πάσχουν από καρδιαγγειακά ή αναπνευστικά νοσήματα και μπορεί να οδηγήσει σε εξασθένηση και κίνδυνο θανάτου.

### 3.4.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του όζοντος

Το όζον προκαλεί σημαντικές ζημιές στις καλλιέργειες και τα δάση. Η κύρια ζημιά στα φυτά είναι στο φύλλωμα τους ενώ δευτερευόντως βλάπτει την ανάπτυξη τους και κατ' επέκταση τη συνολική σοδειά.

Οι ζημιές που παρατηρούνται στα δέντρα από συγκεντρώσεις υποβάθρου του όζοντος περιλαμβάνουν τραυματισμό και πρόωρη πτώση των φύλλων, μειωμένη ικανότητα φωτοσύνθεσης, περιορισμένη ανάπτυξη καθώς και αύξηση της προσβολής τους από έντομα (π.χ. σκαθάρια). Επίσης επηρεάζονται άλλες λειτουργίες οργανισμών και οικοσυστημάτων όπως οι λειχήνες και η ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών.

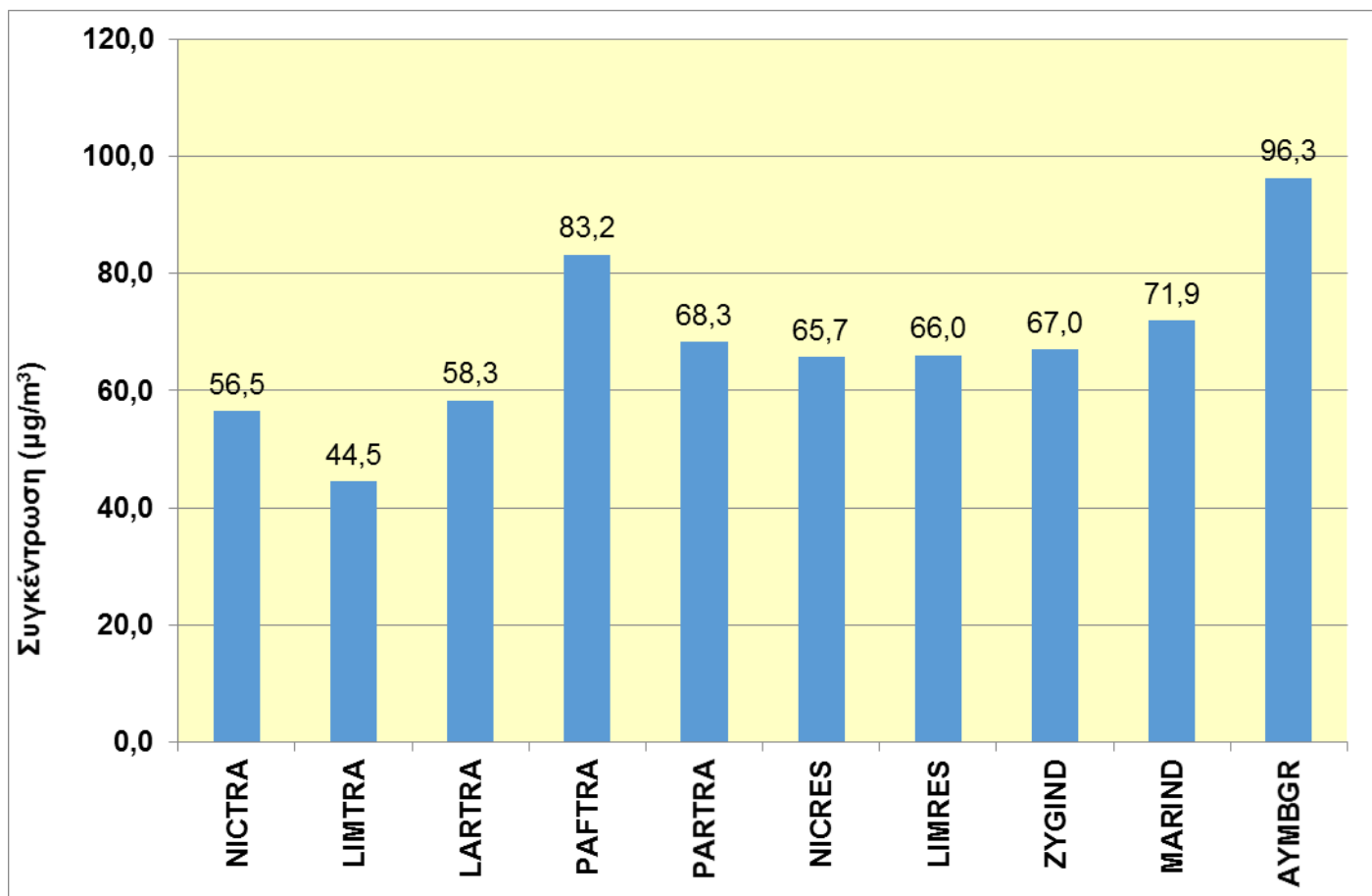
### 3.4.4 Μέθοδος προσδιορισμού όζοντος

Η μέθοδος προσδιορισμού του όζοντος στην ατμόσφαιρα βασίζεται στην φωτομετρία υπεριώδους ακτινοβολίας. Πρόκειται για πρότυπη μέθοδο βασισμένη στο Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 14625:2012.

### 3.4.5 Αποτελέσματα

Στην περίπτωση του όζοντος, οι σχετικές υπερβάσεις που παρατηρούνται οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην Κύπρο όπως είναι οι υψηλές θερμοκρασίες και η υψηλή ακτινοβολία που συμβάλλουν στη δημιουργία του καθώς και στη διαμεθοριακή ρύπανση με τη μεταφορά του όζοντος και των πρόδρομων ουσιών του από την ανατολική Μεσόγειο και τα γειτονικά κράτη.

Στο **Σχήμα 7** φαίνονται οι ετήσιοι μέσοι όροι  $O_3$  για το έτος 2017 που καταγράφηκαν στο Δίκτυο Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα και στα **Σχήματα 8 και 9** οι μέσες ωριαίες και μέσες 8-ωρες μετρήσεις  $O_3$  για το 2017, στους Σταθμούς Υποβάθρου, στους Οικιστικούς και στους Κυκλοφοριακούς Σταθμούς του Δικτύου αντίστοιχα.



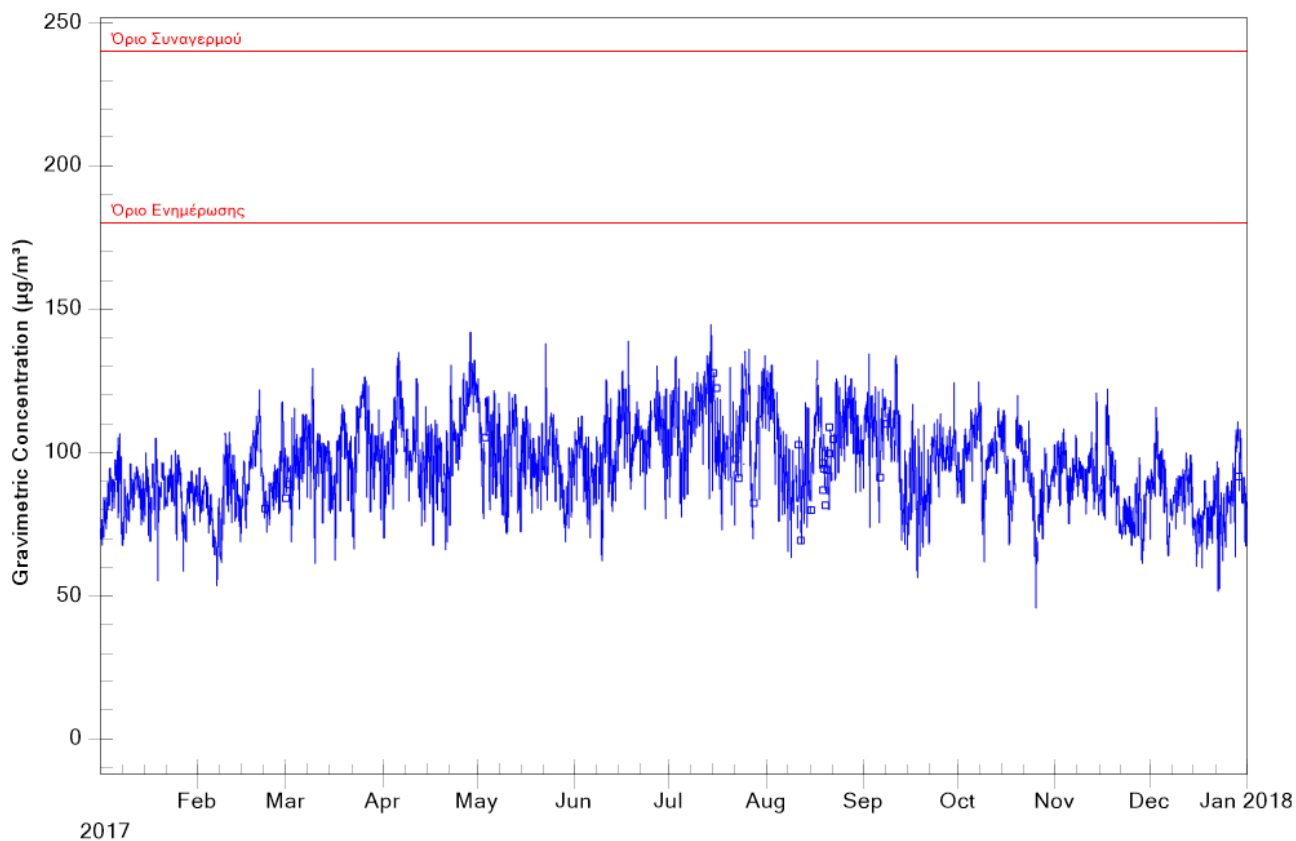
Σχήμα 7: Ετήσιοι μέσοι όροι O<sub>3</sub> για το έτος 2017 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.

Figure 7: O<sub>3</sub> Annual Mean Concentration for 2017 in Air Quality Monitoring Stations

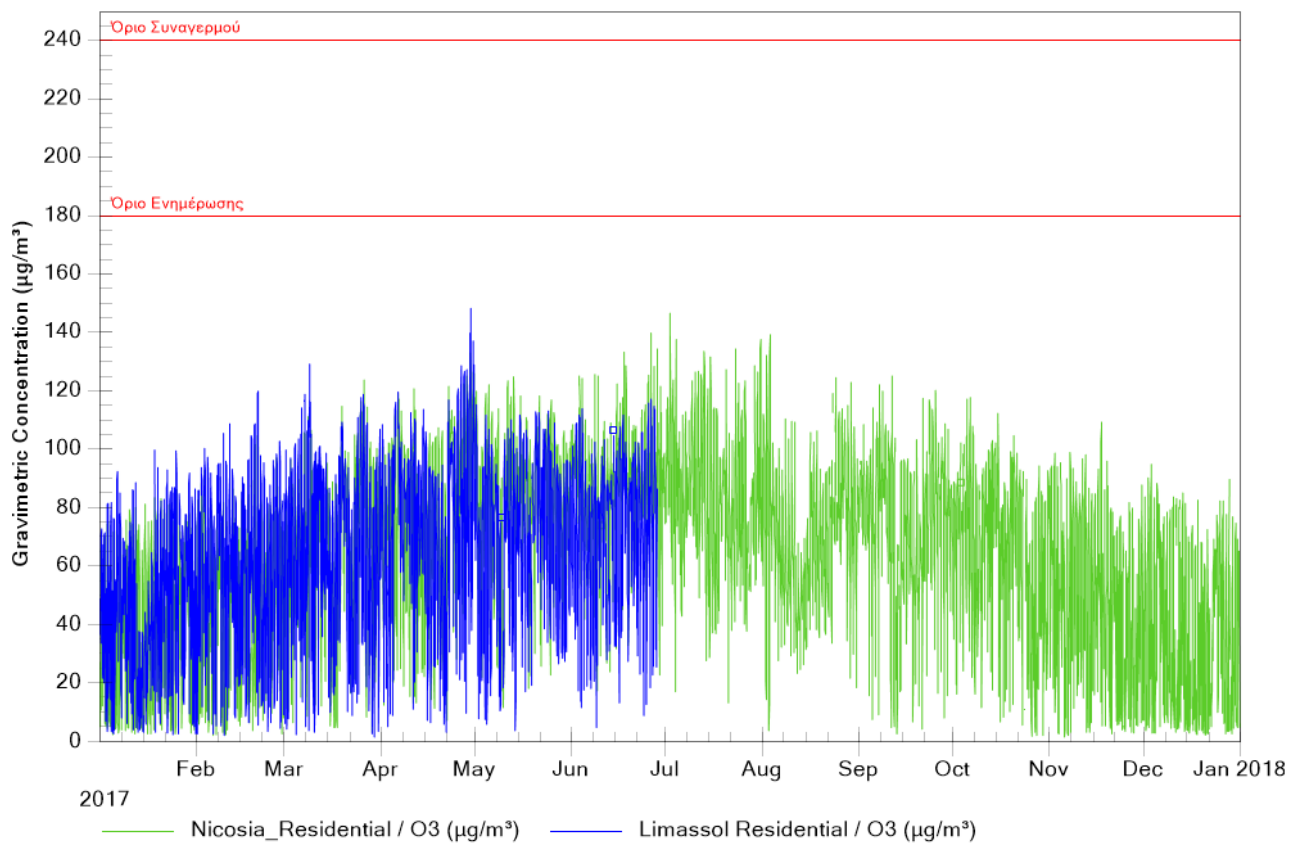
Όπως φαίνεται από τα πιο κάτω διαγράμματα δεν παρατηρείται καμία υπέρβαση του ορίου ενημέρωσης πληθυσμού των 180 µg/m<sup>3</sup> που καθορίζεται στην Κυπριακή και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία.

Αντίθετα παρατηρούνται υπερβάσεις της 8-ωρης τιμής στόχου, για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, των 120 µg/m<sup>3</sup>. Επίσης γίνεται σαφές ότι ο αριθμός των υπερβάσεων είναι μεγαλύτερος στις αγροτικές περιοχές σε σύγκριση με τις αστικές. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην έλλειψη παρουσίας μονοξειδίου του αζώτου NO (π.χ. κυκλοφοριακή κίνηση) στις αγροτικές περιοχές. Οι συγκεντρώσεις μονοξειδίου του αζώτου NO μέσω μιας σειράς φωτοχημικών αντιδράσεων δεσμεύουν εν μέρει το O<sub>3</sub> και ως εκ τούτου προκαλούν μείωση της συγκεντρώσεως του και κατά συνέπεια μείωση του αριθμού των υπερβάσεων.

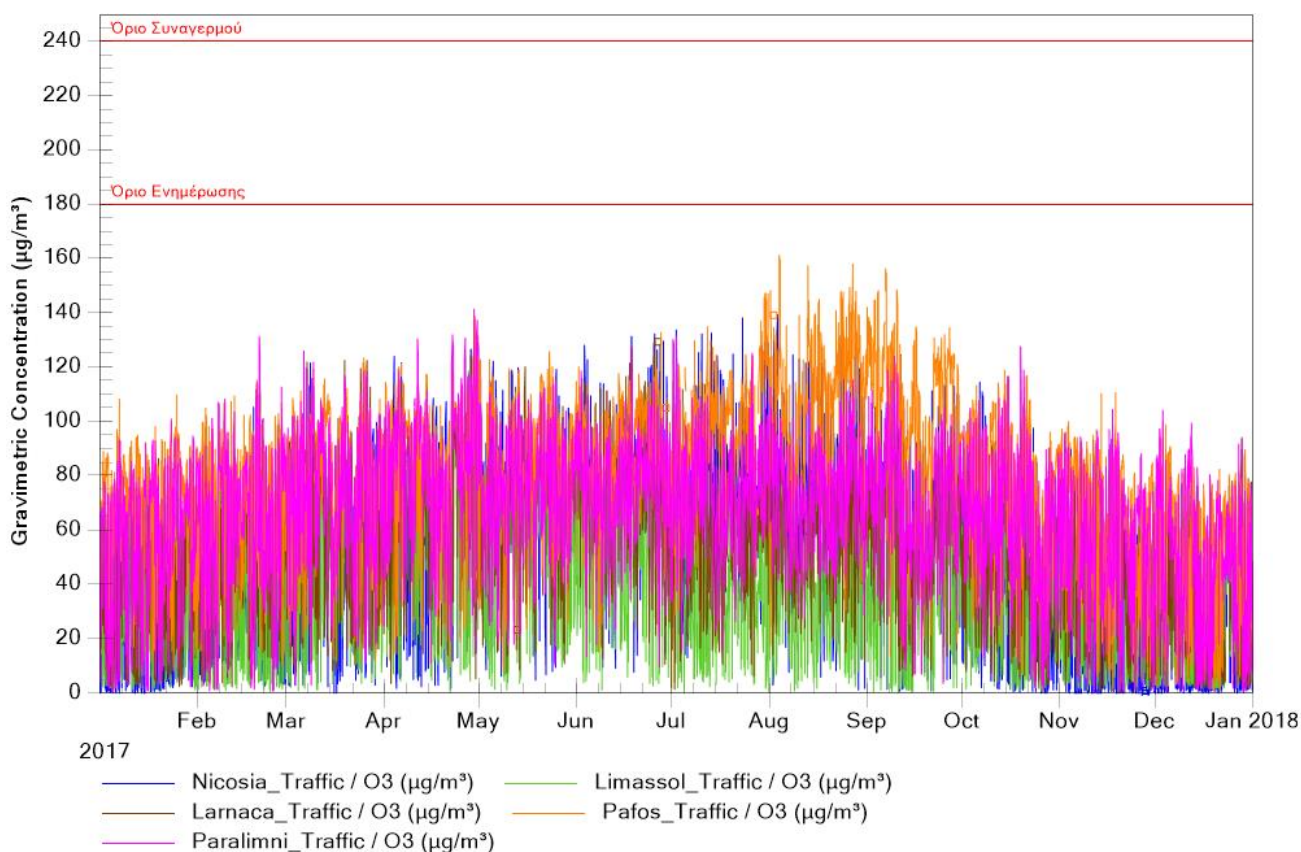
Ακόμη φαίνεται ότι οι μεγαλύτερες τιμές όζοντος παρουσιάζονται τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω της αυξημένης ηλιοφάνειας και θερμοκρασίας των μηνών αυτών, παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία του O<sub>3</sub>. Επίσης αυτές οφείλονται στη διαμεθοριακή ρύπανση με τη μεταφορά του όζοντος και των πρόδρομων ουσιών του από την ανατολική Μεσόγειο και τα γειτονικά κράτη.



Σχήμα 8(α) / Figure 8(a)



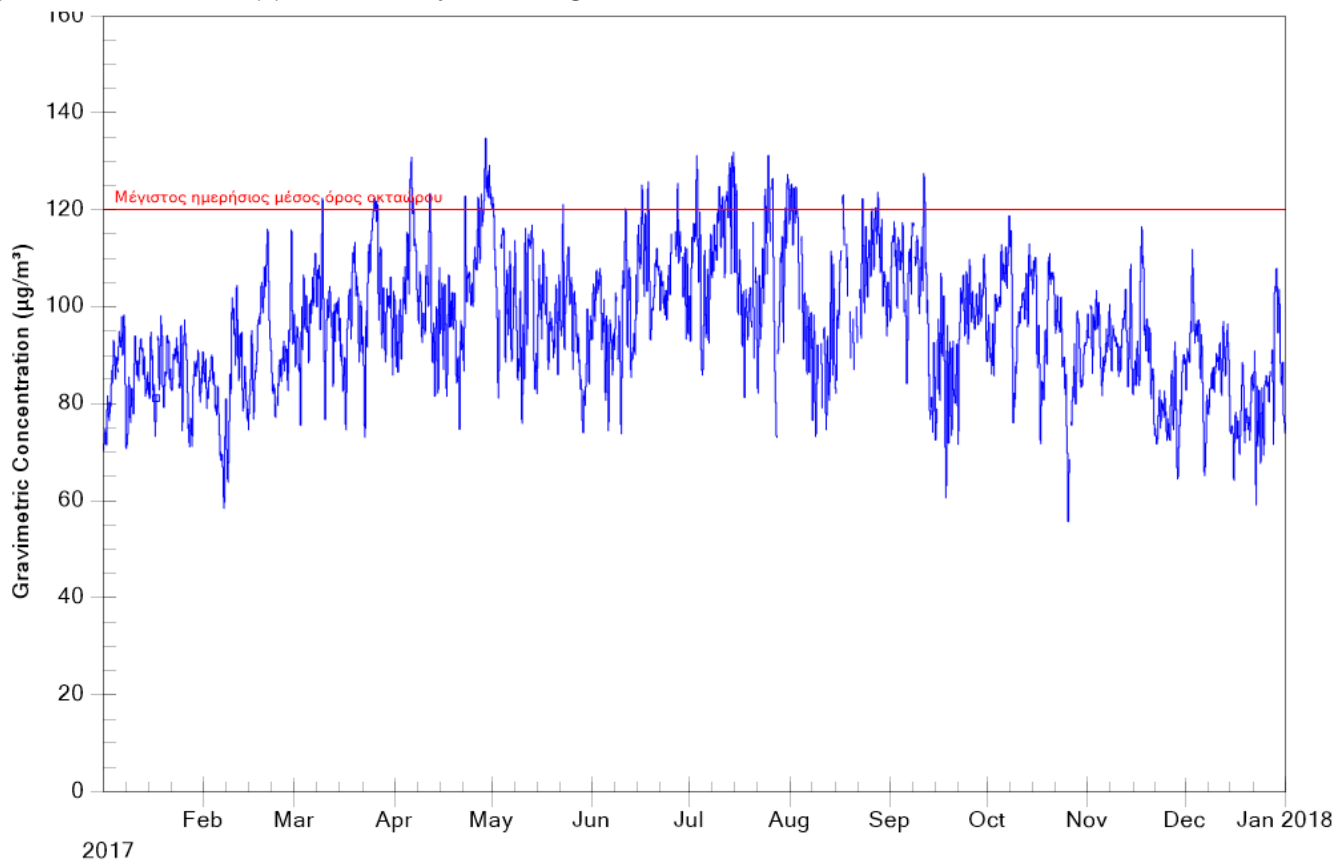
Σχήμα 8(β) / Figure 8(b)



Σχήμα 8(γ) / Figure 8(c)

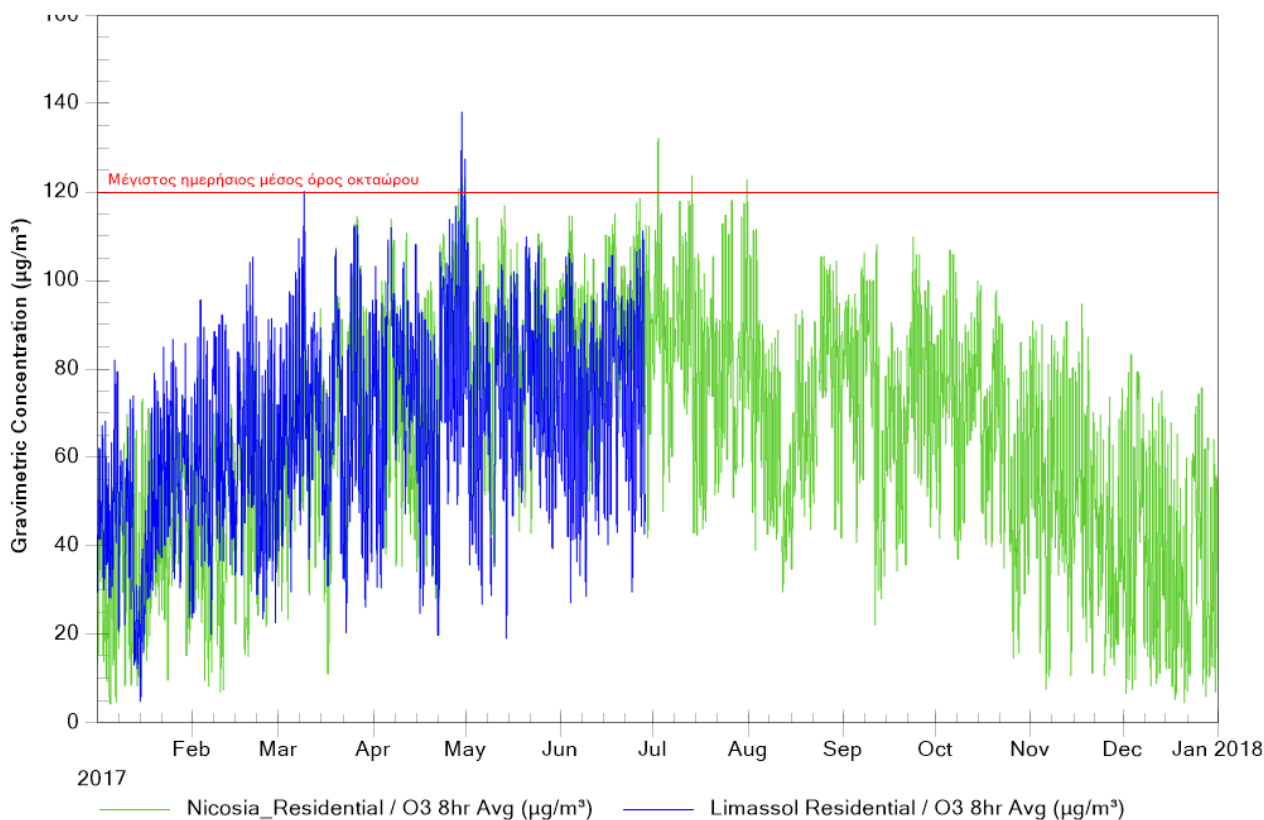
**Σχήμα 8:** Μέσες ωριαίες τιμές όζοντος (O<sub>3</sub>) για το έτος 2017, στον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου (α), στους Οικιστικούς Σταθμούς (β) και στους Κυκλοφοριακούς Σταθμούς (γ) του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.

**Figure 8:** O<sub>3</sub> Hourly Mean Concentration for 2017 in Ayia Marina Xyliatou Background Station (a), Residential Stations (b) and Traffic Stations (c), of Air Quality Monitoring Network.

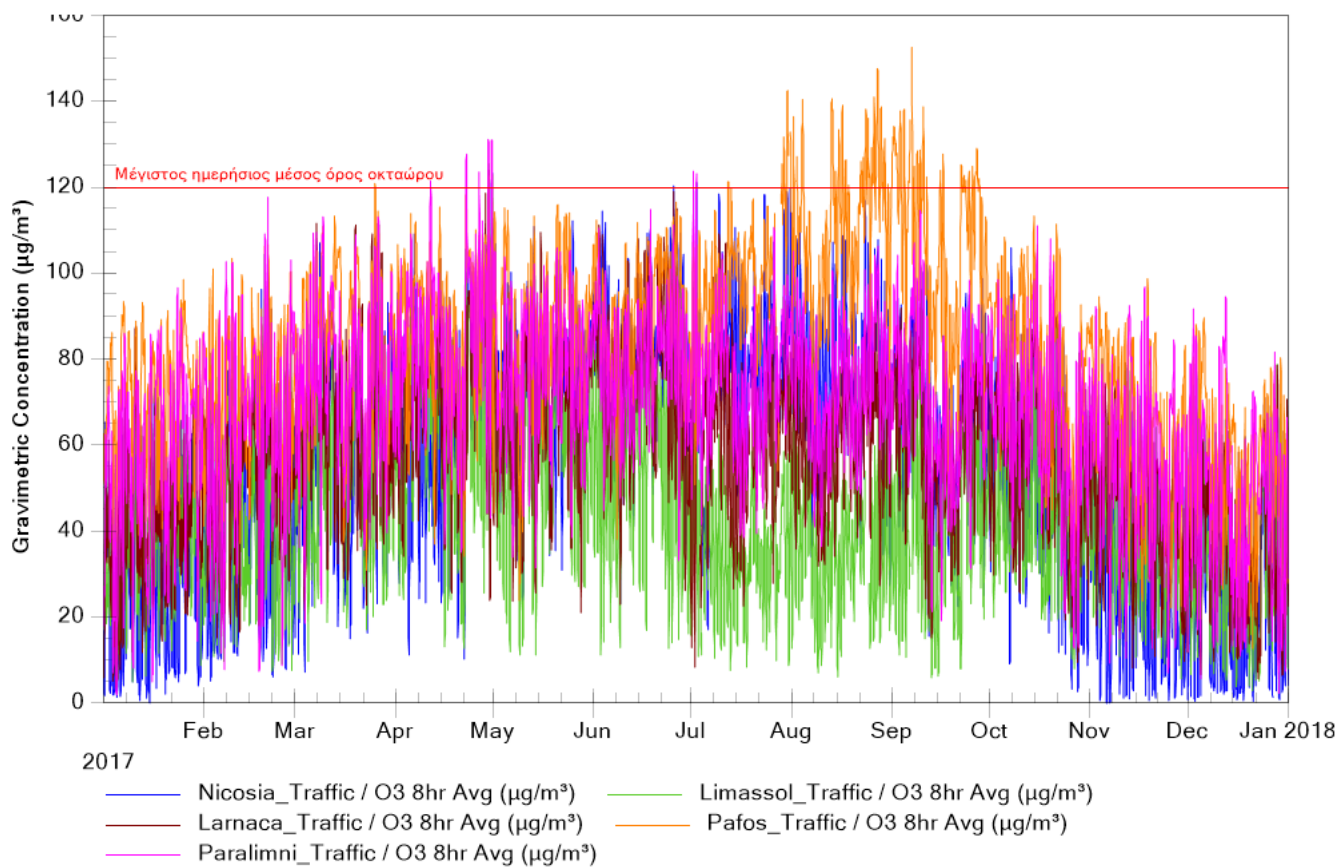


Σχήμα 9(α) / Figure 9(a)





Σχήμα 9(β) / Figure 9(b)



Σχήμα 9(γ) / Figure 9(c)

**Σχήμα 9:** Μέσες 8-ωρες τιμές όζοντος ( $O_3$ ) για το έτος 2017, στον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου (α), στους Οικιστικούς Σταθμούς (β) και στους Κυκλοφοριακούς Σταθμούς (γ) του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα

**Figure 9:**  $O_3$  8- Hour Mean Concentration for 2017 in Ayia Marina Xyliatou Background Station (a), Residential Stations (b) and Traffic Stations (c), of Air Quality Monitoring Network



### 3.5 Μονοξειδίο του Άνθρακα

#### 3.5.1 Εισαγωγή

Το μονοξειδίο του άνθρακα (CO) είναι αέριο άχρωμο, άοσμο, άγευστο και ελαφρύτερο από τον αέρα. Είναι προϊόν ατελούς καύσης των ορυκτών καυσίμων αλλά μπορεί να παραχθεί και από ορισμένες βιομηχανικές ή βιολογικές διεργασίες. Το CO δεν είναι αέριο του θερμοκηπίου, οξειδώνεται όμως σε διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) επηρεάζοντας έμμεσα το παγκόσμιο κλίμα.

Η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών CO είναι τα οχήματα, οι κεντρικές θερμάνσεις, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, διάφορες βιομηχανικές διεργασίες (π.χ. παραγωγή μετάλλων με εκκαμίνευση μεταλλευμάτων) και οι αποτεφρωτήρες αποβλήτων. Έχουν επίσης εντοπιστεί μεμονωμένες φυσικές πηγές (ενεργά ηφαίστεια, σήψη οργανικών ενώσεων κλπ.) που η συμβολή τους όμως περιορίζεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Τα υψηλότερα επίπεδα συγκέντρωσης CO, παρατηρούνται σε εσωτερικούς, μη αεριζόμενους χώρους στάθμευσης, κτίρια κατά μήκος αστικών δρόμων και σήραγγες (τούνελ) με έντονη κυκλοφορία.

#### 3.5.2 Επίδραση του μονοξειδίου του άνθρακα στην υγεία

(Πηγή: European Environment Agency – Air Quality in Europe, Yearly Report 2013-2019)

Το CO αντιδρά με την αιμογλοβίνη του αίματος και σχηματίζει την ανθρακοξυαιμογλοβίνη. Η ικανότητα της αιμογλοβίνης να αντιδρά με το CO είναι διακόσιες φορές μεγαλύτερη από όσο με το οξυγόνο, παρεμποδίζοντας έτσι την ικανοποιητική μεταφορά του οξυγόνου σε όλα τα μέρη του σώματος μέσω των ερυθρών αιμοσφαιρίων, με όλες τις αρνητικές για την υγεία συνέπειες.

Τα συμπτώματα της δηλητηρίασης λόγω της έκθεσης στο CO είναι μεταξύ άλλων ο πονοκέφαλος, η ζάλη, η υπνηλία και η ναυτία. Σε περιπτώσεις μεγαλύτερης έκθεσης, μπορεί να προκληθεί εμετός, λιποθυμία, κώμα ή ακόμη και θάνατος, ανάλογα με το βαθμό έλλειψης οξυγόνου. Υγιή άτομα εκτεθειμένα σε υψηλά επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα, μπορεί να υποστούν προσωρινή μείωση της πνευματικής τους διαύγειας καθώς και της όρασης τους.

Τα μέρη του σώματος που επηρεάζονται περισσότερο είναι εκείνα που εξαρτώνται από τη σταθερή παροχή οξυγόνου όπως ο εγκέφαλος, η καρδιά και το αναπτυσσόμενο έμβρυο στις έγκυες γυναίκες.

#### 3.5.3 Μέθοδος προσδιορισμού μονοξειδίου του άνθρακα

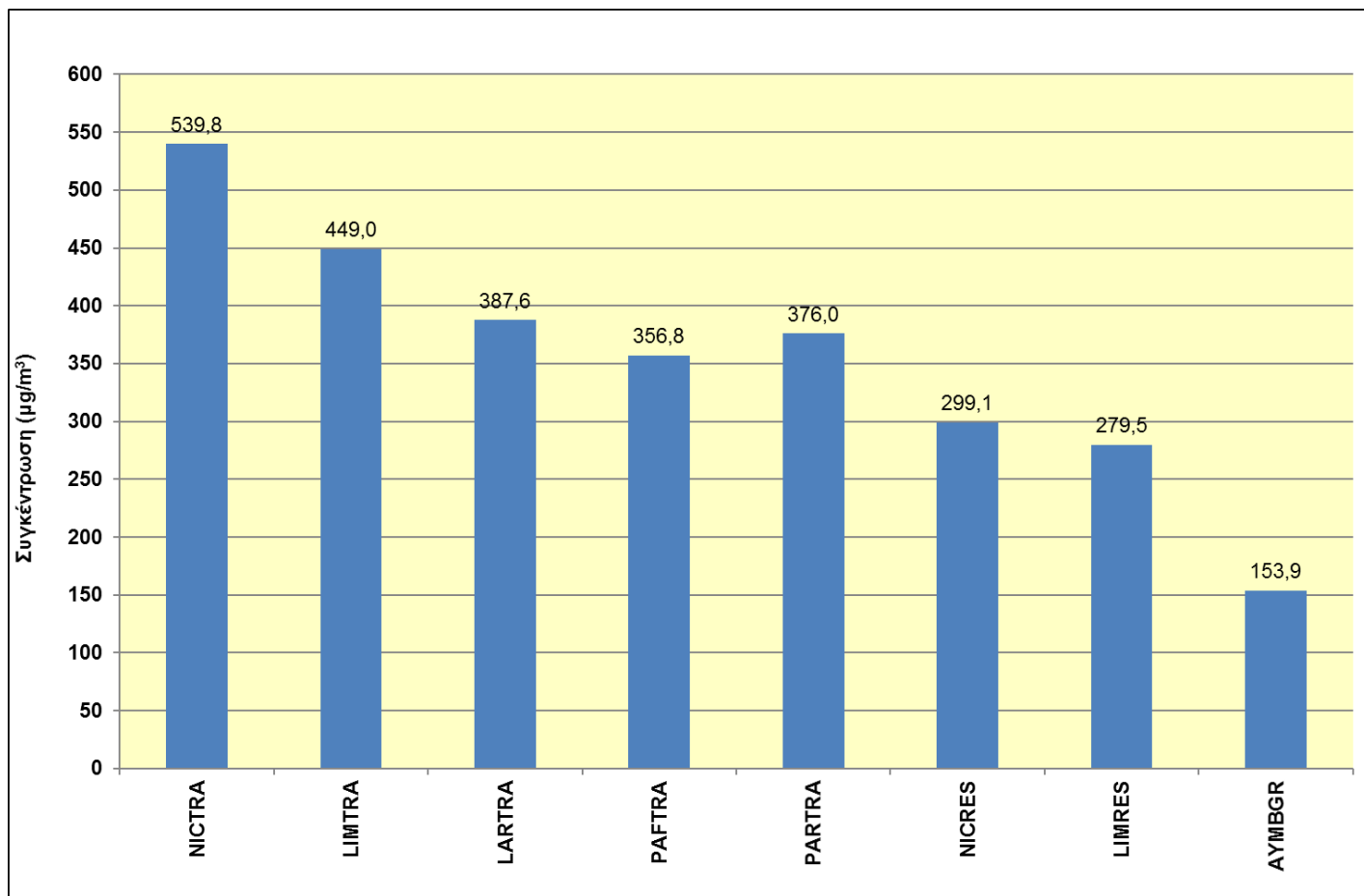
Η μέθοδος αναφοράς για τη μέτρηση του μονοξειδίου του άνθρακα περιγράφεται στο πρότυπο EN 14626:2012 και βασίζεται στην υπέρυθρη φασματοσκοπία χωρίς διασπορά.

#### 3.5.4 Αποτελέσματα

Στο **Σχήμα 10** φαίνονται οι ετήσιοι μέσοι όροι CO για το έτος 2017 που καταγράφηκαν στο Δίκτυο Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα και στα **Σχήματα 11 και 12** οι μέσες ωριαίες και μέσες 8-ωρες μετρήσεις CO για το 2017, στους Κυκλοφοριακούς και Οικιστικούς Σταθμούς του Δικτύου αντίστοιχα.

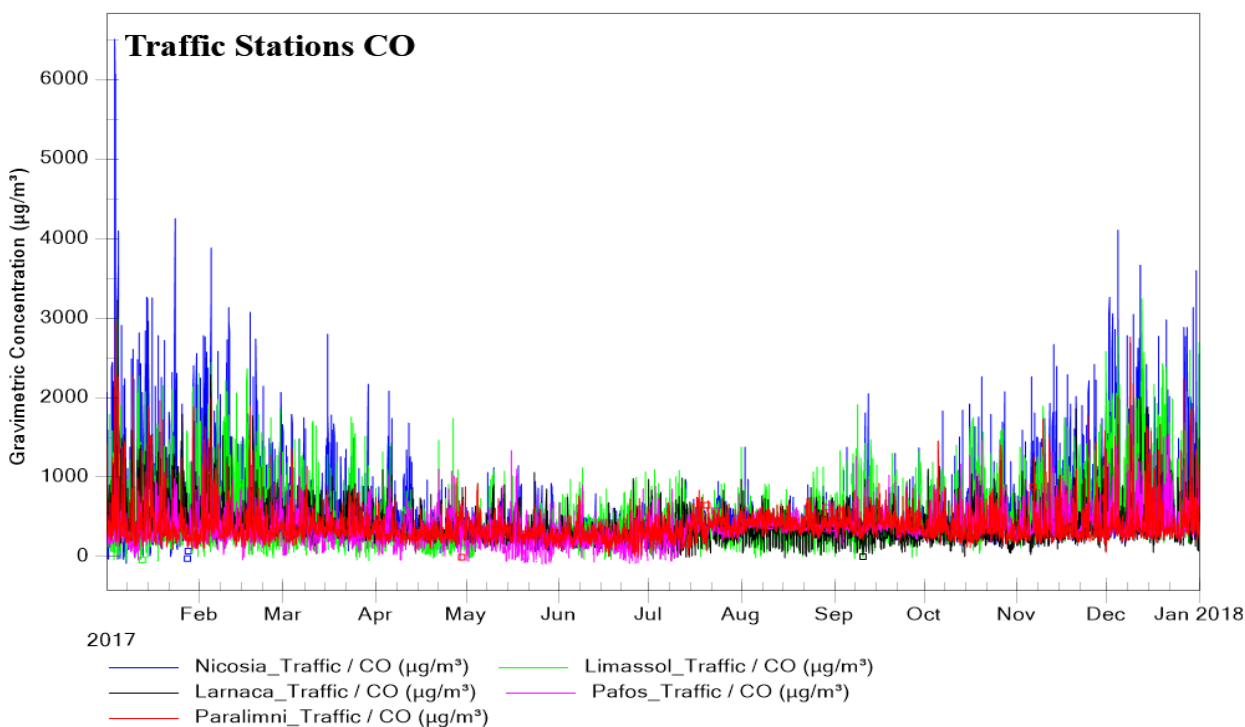
Από τα πιο κάτω διαγράμματα είναι εμφανές ότι σε καμία περίπτωση δεν παρατηρείται υπέρβαση της μέσης οκτάωρης οριακής τιμής των 10mg/m<sup>3</sup> (10.000μg/m<sup>3</sup>) που ορίζεται στη σχετική νομοθεσία. Οι αυξημένες τιμές που παρατηρούνται κατά τη χειμερινή περίοδο οφείλονται αφενός στις αυξημένες εκπομπές CO (ψηλότερη κατανάλωση καυσίμου λόγω θέρμανσης) και αφετέρου

στις δυσμενείς μετεωρολογικές συνθήκες διάχυσης (θερμοκρασιακή αναστροφή, ασθενείς άνεμοι κλπ.) που επικρατούν την εποχή αυτή.

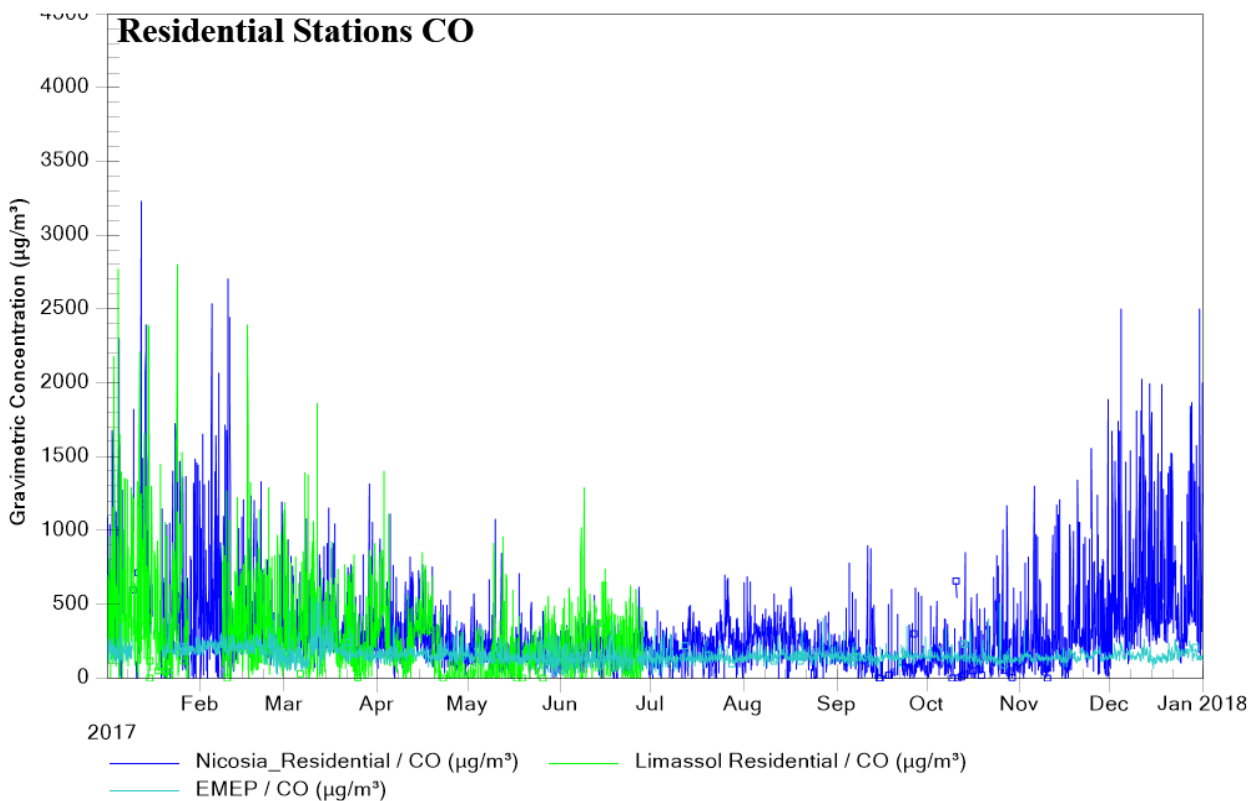


Σχήμα 10: Ετήσιοι μέσοι όροι CO για το έτος 2017 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.

Figure 10: CO Annual Mean Concentration for 2017 in Air Quality Monitoring Stations.



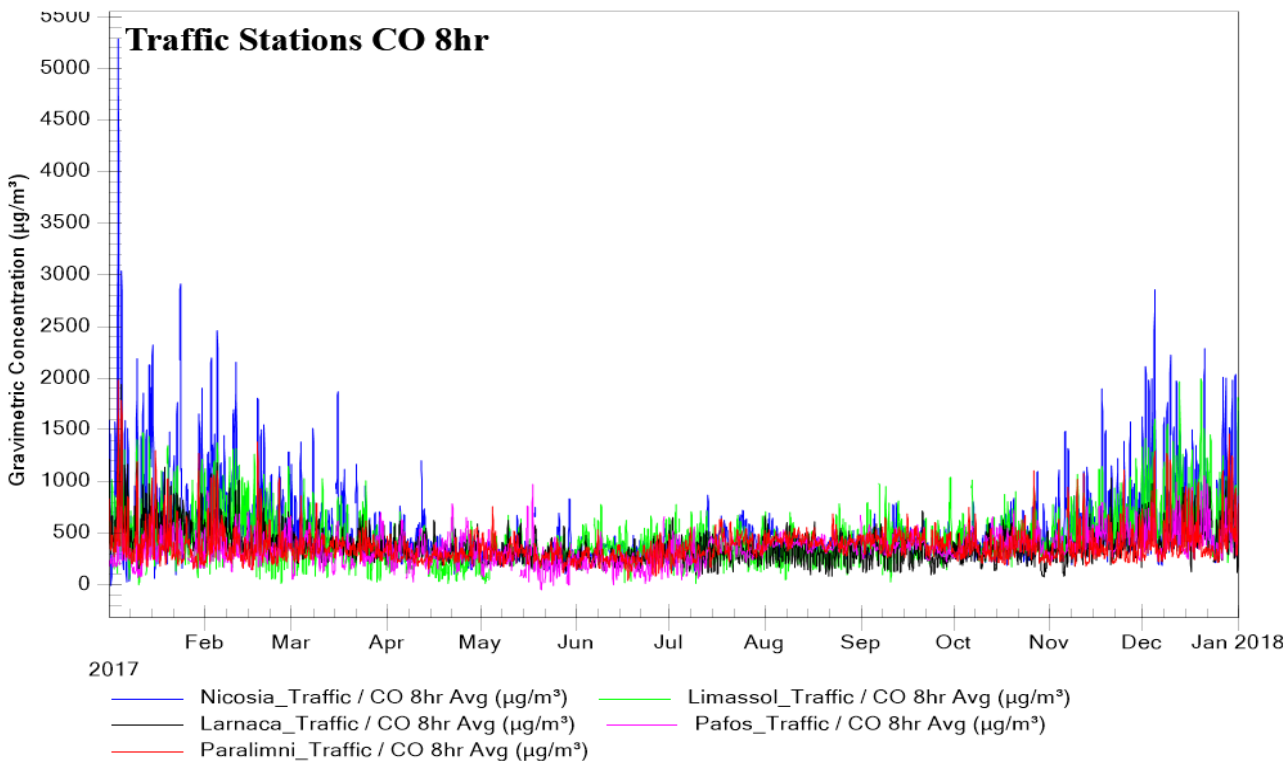
Σχήμα 11(α) Figure 11(a)



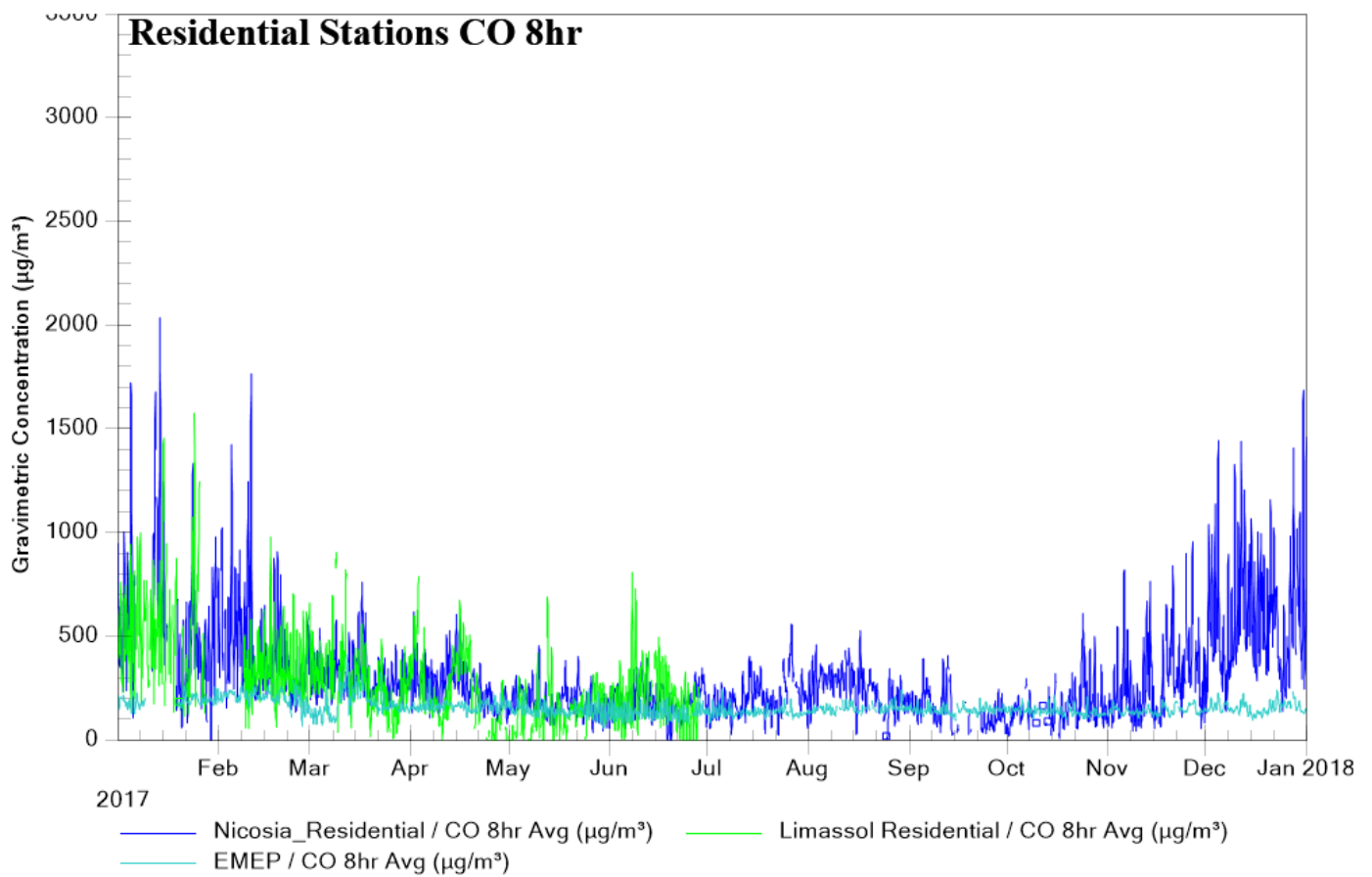
Σχήμα 11(β) / Figure 11(b)

**Σχήμα 11:** Μέσες ωριαίες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) για το έτος 2017, στους Κυκλοφοριακούς (α) και στους Οικιστικούς (β) Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.

**Figure 11:** Carbon Monoxide (CO) Hourly Mean Concentration for 2017 in Traffic Stations (a) and Residential Stations (b) of Air Quality Monitoring Network.



Σχήμα 12(α) / Figure 12(a)



Σχήμα 12(β) Figure 12(b)

**Σχήμα 12:** Μέσες 8-ωρες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) για το έτος 2017, στους Κυκλοφοριακούς Σταθμούς (α) και στους Οικιστικούς Σταθμούς (β) του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.

**Figure 12:** Carbon Monoxide (CO) 8- Hour Mean Concentration for 2017 in Traffic Stations (a) and Residential Stations (b) of Air Quality Monitoring Network.

## 3.6 Αιωρούμενα Σωματίδια

### 3.6.1 Εισαγωγή

Τα Αιωρούμενα Σωματίδια (ΑΣ), επίσης γνωστά και ως σωματιδιακή ρύπανση, αποτελούνται από ένα σύνθετο μίγμα στερεών αλλά και υγρών ουσιών και χημικών ενώσεων, που γενικά περιλαμβάνουν όξινα συστατικά (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). Σε αυτή την κατηγορία οι δύο κυριότεροι ρύποι, οι οποίοι εγείρουν σημαντική ανησυχία για την ανθρώπινη υγεία, είναι τα ΑΣ<sub>10</sub> και ΑΣ<sub>2,5</sub>. Το σχήμα των ΑΣ ποικίλλει, μια και πολλές φορές αποτελούνται από συσσωματώσεις πολλών υλικών, και για το λόγο αυτό το μέγεθος τους χαρακτηρίζεται από την λεγόμενη αεροδυναμική διάμετρο τους, δηλαδή από τη διάμετρο μιας ισοδύναμης σφαίρας. Έτσι λοιπόν, τα ΑΣ<sub>10</sub> είναι αιωρούμενα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 10 μικρόμετρα (μm), ενώ τα ΑΣ<sub>2,5</sub> είναι ακόμη μικρότερα σωματίδια, δηλαδή έχουν αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 2,5 μικρόμετρα (μm).

Τα ΑΣ παράγονται γενικά ως υποπροϊόν διάφορων χημικών ή φυσικών διαδικασιών. Βασικές ανθρωπογενείς πηγές εκπομπής είναι οι βιομηχανίες επεξεργασίας ορυκτών (π.χ. τσιμεντοποιεία), οι μεγάλες μονάδες καύσης (π.χ. ηλεκτροπαραγωγοί σταθμοί) και τα οχήματα. Οι συνηθέστερες φυσικές πηγές Αιωρούμενων Σωματιδίων είναι η σκόνη που προέρχεται από επαναιώρηση κατακαθήμενων σωματιδίων σε ακάλυπτες από βλάστηση περιοχές με ξηρό κλίμα, το αλάτι της θάλασσας, οι πυρκαγιές, οι ηφαιστειακές εκρήξεις και οι θύελλες σκόνης.

Τα ΑΣ<sub>2,5</sub> προκύπτουν από τις πηγές καύσης και από τον χημικό μετασχηματισμό αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Το αέριο διοξείδιο του θείου για παράδειγμα, γρήγορα μετατρέπεται σε μικρά σωματίδια θείου μετά την απελευθέρωση του από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας και τα χυτήρια. Τα μικρότερα σωματίδια είναι συνήθως πιο επικίνδυνα από τα μεγαλύτερα διότι εισέρχονται πιο βαθιά στους πνεύμονες, όπου εγκαθίστανται και προκαλούν βλάβες στους ευαίσθητους ιστούς που εμπλέκονται στην ανταλλαγή του αέρα. 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. Τέλος τα μικρότερα σωματίδια μπορούν να παραμείνουν στον αέρα για εβδομάδες ή μήνες και επομένως μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις από την πηγή τους. Αντίθετα τα μεγαλύτερα σωματίδια εναποτίθενται γρηγορότερα από τα μικρότερα και επομένως αποτελούν κίνδυνο κυρίως κοντά στην πηγή τους.

### 3.6.2 Επίδραση των Αιωρούμενων Σωματιδίων στην υγεία

(Πηγή: *European Environment Agency – Air Quality in Europe, Yearly Report 2013-2019*)

Τα ΑΣ εναποτίθενται κυρίως στους πνεύμονες και με την πάροδο του χρόνου επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία οι οποίες περιλαμβάνουν επιδείνωση της βρογχίτιδας σε ενήλικες και παιδιά με προϋπάρχοντα αναπνευστικά προβλήματα, μικρές αλλά σημαντικές αλλαγές στη λειτουργία των πνευμόνων σε μικρά παιδιά και αιφνίδιο θάνατο σε ηλικιωμένους με καρδιακά και αναπνευστικά προβλήματα. Προβλήματα επίσης μπορεί να εμφανιστούν σε ασθματικούς και σε άτομα με αλλεργίες. Στα σημερινά επίπεδα συγκέντρωσης ΑΣ, η ποικιλία και η συχνότητα των συμπτωμάτων (βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα) αυξάνονται με την αύξηση της συγκέντρωσης των ΑΣ.

Μακροπρόθεσμα, η έκθεση στα αιωρούμενα σωματίδια μπορεί να προκαλέσει ζημιά στους πνευμονικούς ιστούς, οδηγώντας σε χρόνια αναπνευστική πάθηση, καρκίνο και πρόωρο θάνατο. Αιωρούμενα σωματίδια από βιομηχανικές πηγές (π.χ. χυτήρια) συνεισφέρουν στον υψηλό ρυθμό εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα. Τα συμπτώματα χρόνιας πνευμονικής πάθησης συσχετίζονται

με τα επίπεδα των αιωρούμενων σωματιδίων και οι συχνότητες των θανάτων συσχετίζονται με τη ρύπανση από αιωρούμενα σωματίδια.

Τα παιδιά είναι η πιο ευαίσθητη ομάδα του πληθυσμού. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι τα παιδιά εισπνέουν βαθύτερα στους πνεύμονες τους αιωρούμενα σωματίδια σε σχέση με τους ενήλικες. Επιπλέον τα παιδιά περνούν περισσότερο χρόνο σε εξωτερικούς χώρους όπου η ρύπανση από αιωρούμενα σωματίδια είναι συνήθως υψηλότερη σε σχέση με τους εσωτερικούς χώρους, εκεί κινούνται πιο έντονα και οι αναπνοές τους γίνονται πιο γρήγορες και πιο βαθιές. Επίσης, τα παιδιά που ζουν σε περιοχές με υψηλότερες συγκεντρώσεις ΑΣ, εμφανίζουν συχνότερα κρυολογήματα, βήχα και άλλα συμπτώματα τα οποία δεν εμφανίζουν παιδιά που ζουν σε περιοχές με μικρότερη ρύπανση.

### 3.6.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα αιωρούμενα σωματίδια

Τα αιωρούμενα σωματίδια στην ατμόσφαιρα έχουν επίσης πολύ σημαντικές περιβαλλοντικές συνέπειες όπως:

- Απορροφούν και διαχέουν την ορατή ακτινοβολία, περιορίζοντας την ορατότητα της ατμόσφαιρας και συμβάλλοντας αρνητικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Χρησιμεύουν ως πυρήνες συμπύκνωσης για τη δημιουργία νεφών.
- Έχουν σημαντικό ρόλο σε χημικές αντιδράσεις.
- Προκαλούν ζημιές σε διάφορα υλικά όπως τα υφάσματα, τα κτίρια και τα αγάλματα πολιτιστικής αξίας.

Επιπρόσθετα, μερικές από τις πιο σοβαρές οικολογικές επιπτώσεις οφείλονται στη μετατροπή των αέριων εκπομπών του διοξειδίου του θείου και του μονοξειδίου του αζώτου σε όξινα σωματίδια, τα οποία ακολούθως πέφτουν στη Γη μέσω υγρής (όξινη βροχή, χιόνι) ή ξηρής (σωματίδια) εναπόθεσης. Τα όξινα σωματίδια, αλλάζουν τη χημεία των γλυκών νερών, αφαιρούν μέταλλα από το έδαφος τα οποία ξεπλένονται αργότερα σε χείμαρρους και σε συνδυασμό με το όζον συνεισφέρουν στην καταστροφή των δασών.

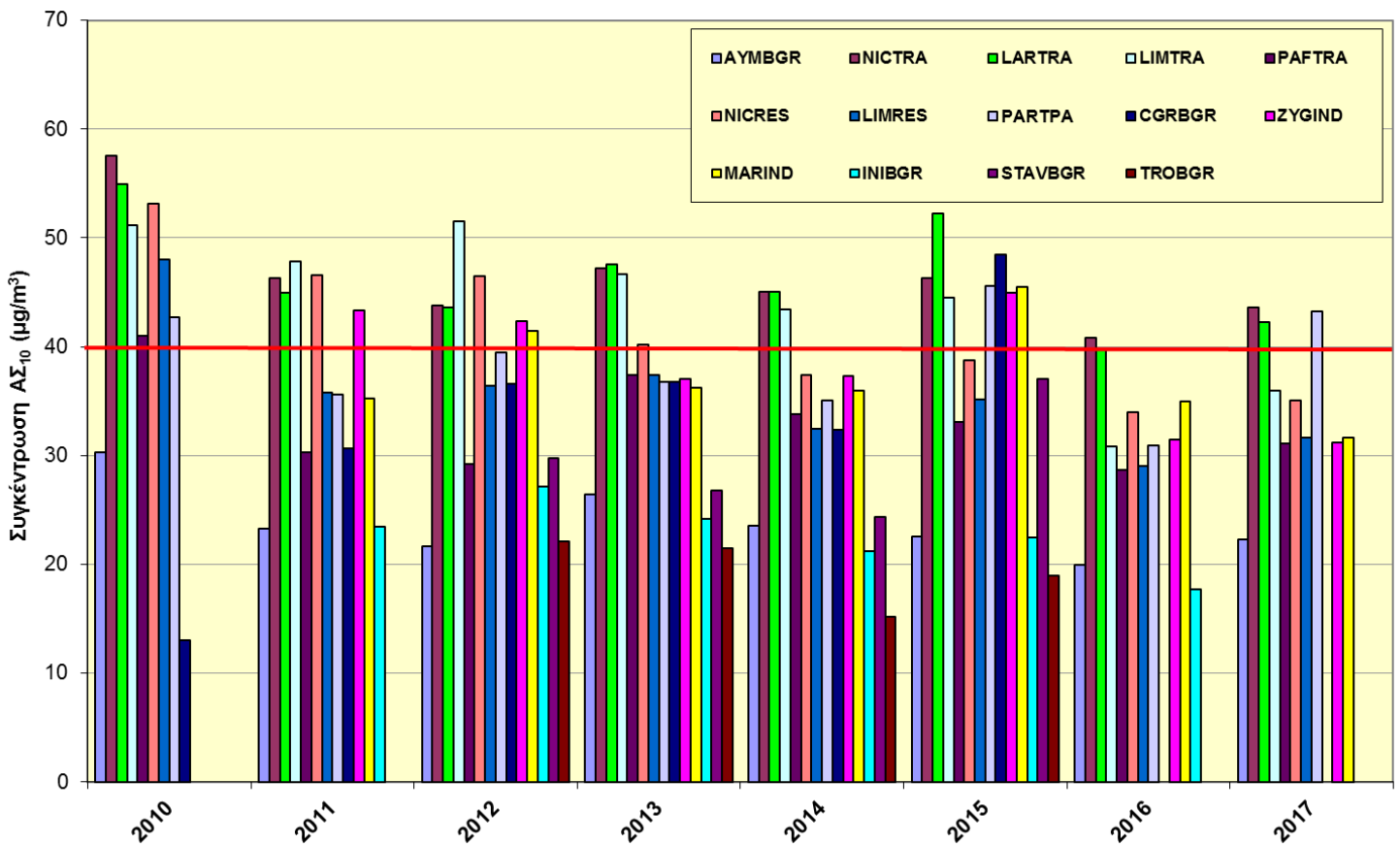
### 3.6.4 Μέθοδος προσδιορισμού αιωρούμενων σωματιδίων

Για τον προσδιορισμό των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα εφαρμόζονται δύο μέθοδοι. Η πρώτη βασίζεται σε αυτόματα όργανα συνεχούς μέτρησης που λειτουργούν με βάση τη μέθοδο της μικροζύγισης με παλλόμενο εκλεπτισμένο 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 Μαρίας Ξυλιάτου. Οι μετρήσεις αυτές τροφοδοτούν την εξειδικευμένη ιστοσελίδα του Κλάδου Ποιότητας Αέρα και έτσι επιτυγχάνεται η επιγραμμική (on line) ενημέρωση του κοινού.

Η δεύτερη μέθοδος βασίζεται στο Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN12341:2014 και πρόκειται για την πρότυπη σταθμική μέθοδο προσδιορισμού της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων ΑΣ<sub>2,5</sub> και ΑΣ<sub>10</sub>. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε όλους τους σταθμούς του δικτύου παρακολούθησης της ποιότητας του Αέρα και αποτελεί το επίσημο εργαλείο μέτρησης των Αιωρούμενων Σωματιδίων 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 που παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο προέρχονται από την εφαρμογή της πρότυπης σταθμικής μεθόδου.

### 3.6.5 Αποτελέσματα

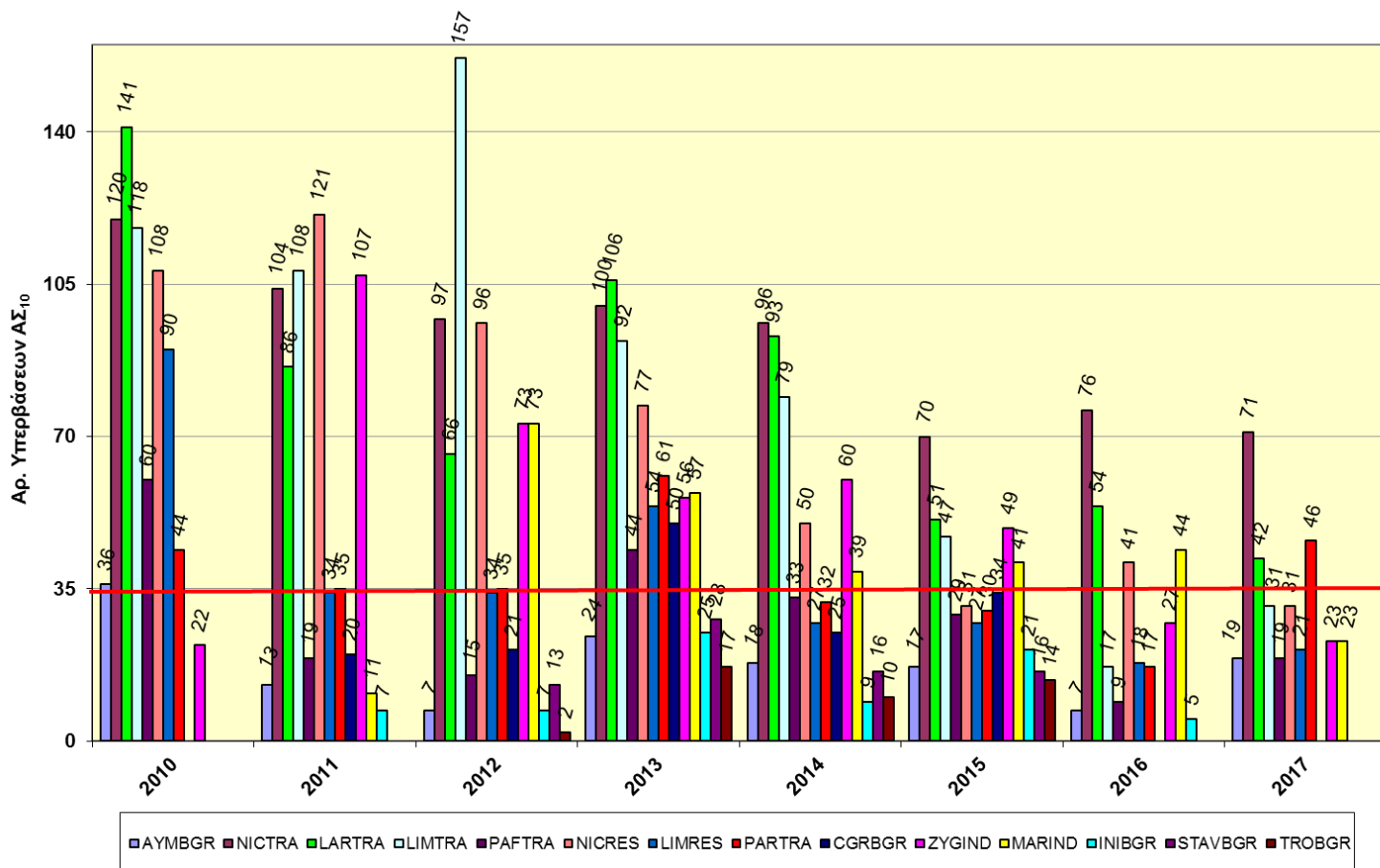
Στο **Σχήμα 13(α, β)** που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ετήσιοι μέσοι όροι για τα ΑΣ<sub>10</sub> και ο αριθμός των υπερβάσεων σε κάθε σταθμό για την περίοδο 2010-2017 που καταγράφηκαν στο Δίκτυο παρακολούθησης της Ποιότητας του Αέρα με την πρότυπη σταθμική μέθοδο. Είναι ξεκάθαρο ότι παρουσιάζονται υπερβάσεις, τόσο της ετήσιας οριακής τιμής των 40μg/m<sup>3</sup> για τα ΑΣ<sub>10</sub> που ορίζεται στη σχετική νομοθεσία, όσο και του επιτρεπόμενου αριθμού των υπερβάσεων που ορίζεται στις 35 υπερβάσεις κατ' έτος, σε αρκετούς σταθμούς.



**Σχήμα 13(α):** Ετήσιοι μέσοι όροι ΑΣ<sub>10</sub> για την περίοδο 2010-2017 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.

**Figure 13(a):** PM<sub>10</sub> Annual Mean Concentration in Air Quality Monitoring Stations for the period 2010-2017.



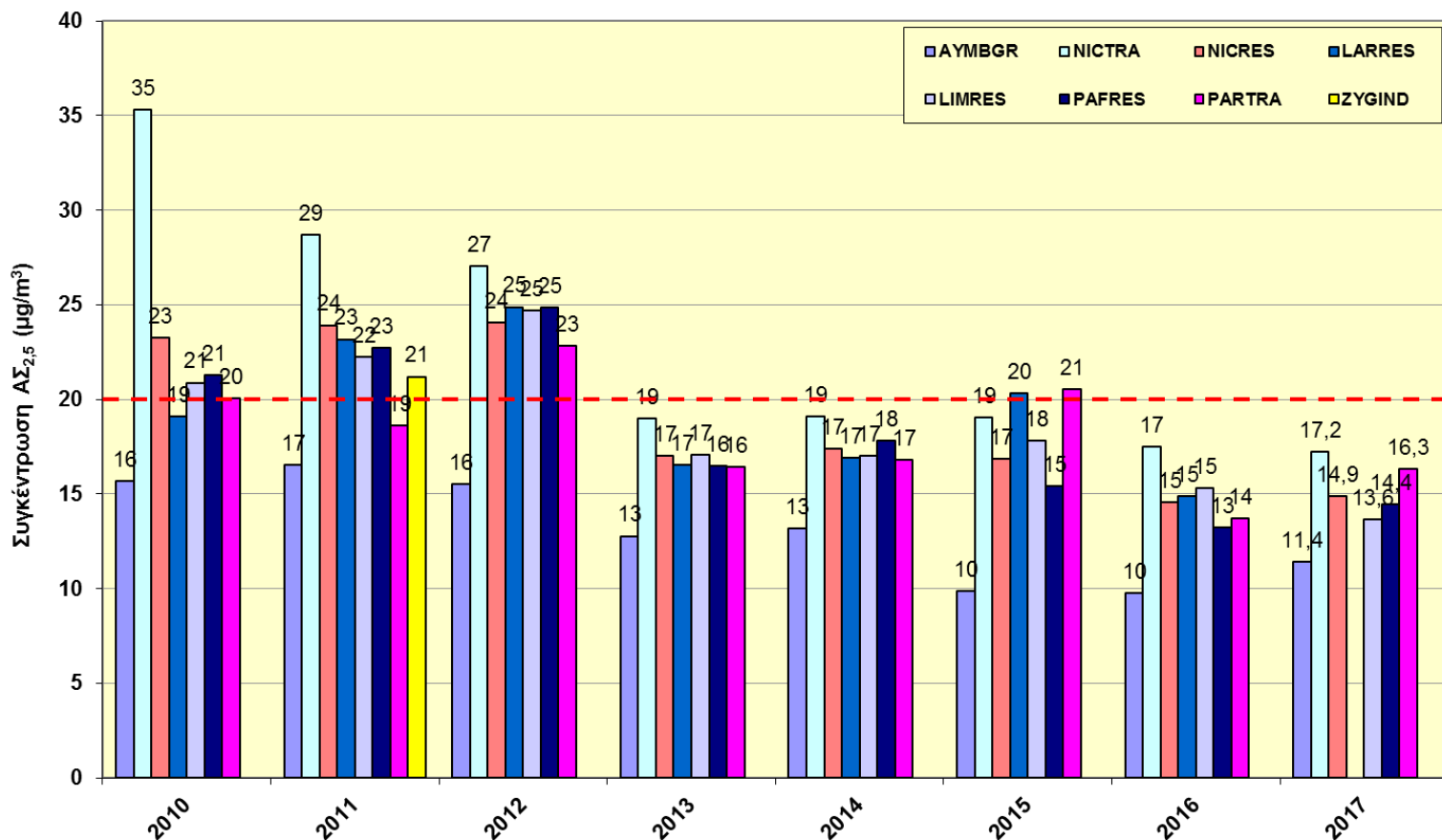


**Σχήμα 13(β):** Αριθμός υπερβάσεων κατ' έτος της ετήσιας οριακής τιμής για τα ΑΣ<sub>10</sub> στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για την περίοδο 2010-2017.

**Figure 13(b):** Number of PM<sub>10</sub> exceedances per year in Air Quality Monitoring Stations for the period 2010-2017.

Στο επόμενο διάγραμμα (**Σχήμα 14**), παρουσιάζονται οι ετήσιοι μέσοι όροι που καταγράφηκαν στο δίκτυο παρακολούθησης ποιότητας του αέρα για τα ΑΣ<sub>2,5</sub> κατά έτος για την περίοδο 2010-2017. Για την συγκέντρωση των ΑΣ<sub>2,5</sub> στη νομοθεσία ορίζεται οριακή τιμή για περίοδο ενός έτους ίση με 20μg/m<sup>3</sup>, ενώ δεν υπάρχει αριθμός επιτρεπόμενων υπερβάσεων. Παρόλο που τα προηγούμενα χρόνια υπήρχε υπέρβαση της τιμής στόχου σε ορισμένους σταθμούς, φαίνεται ότι η κατάσταση έχει βελτιωθεί αισθητά και δεν παρατηρείται καμία υπέρβαση του νομοθετικού ορίου.

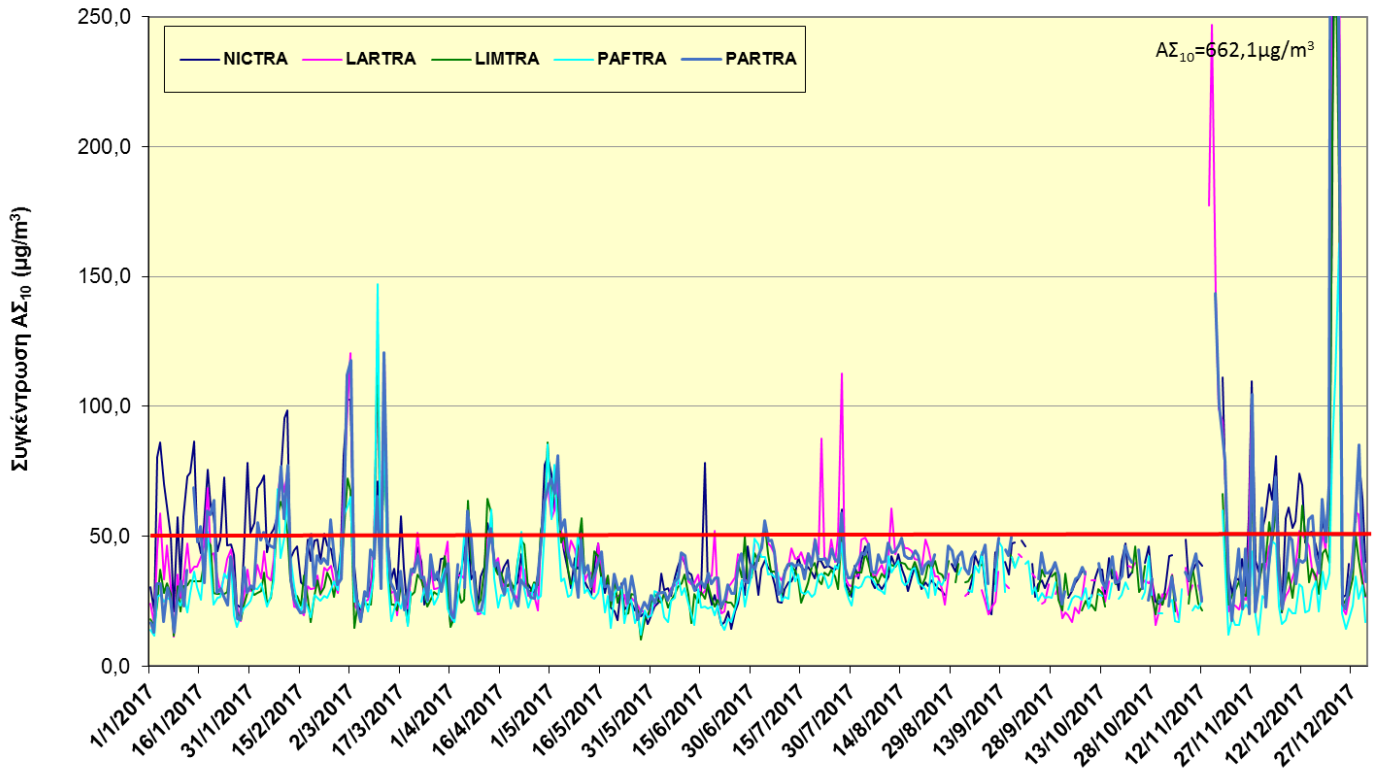




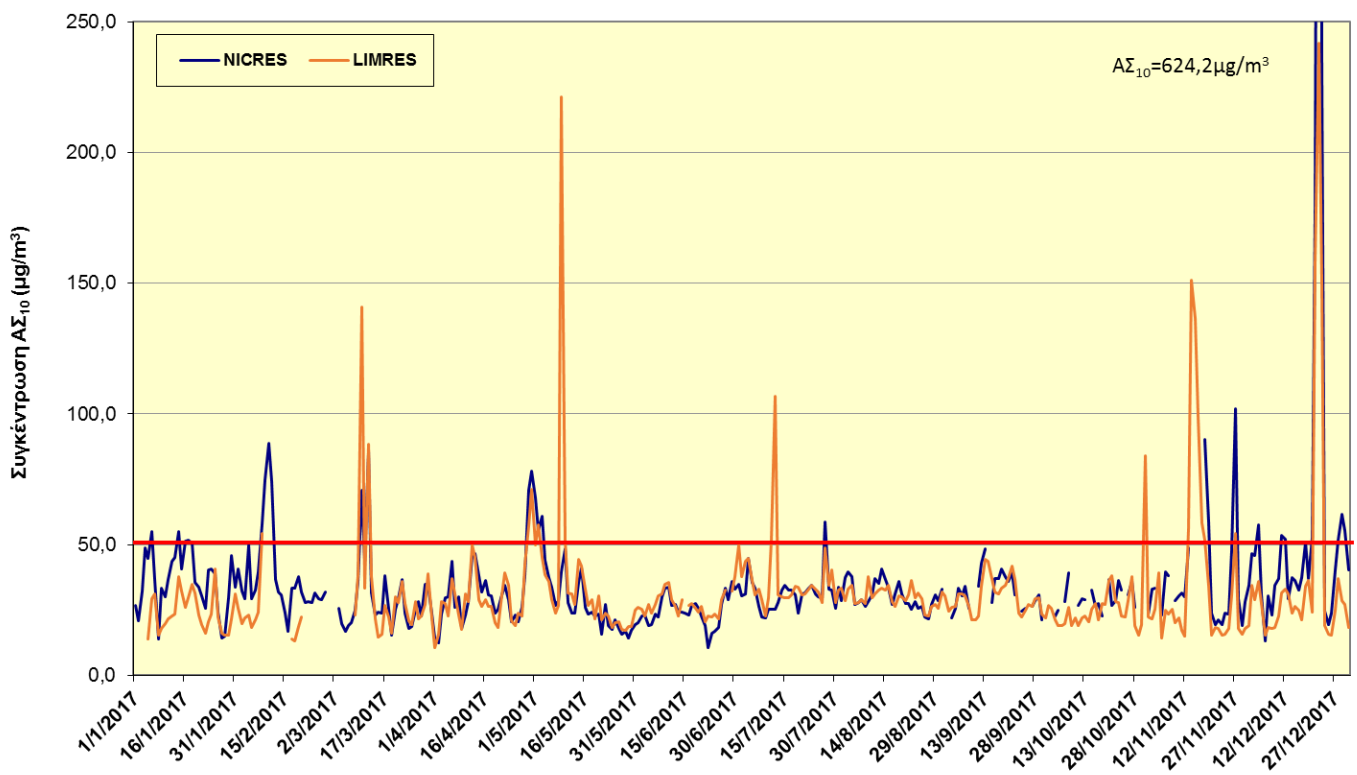
**Σχήμα 14:** Ετήσιοι μέσοι όροι  $ΑΣ_{2,5}$  για την περίοδο 2010-2017 στους διάφορους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.

**Figure 14:**  $PM_{10}$  Annual Mean Concentration in Air Quality Monitoring Stations for the period 2010-2017.

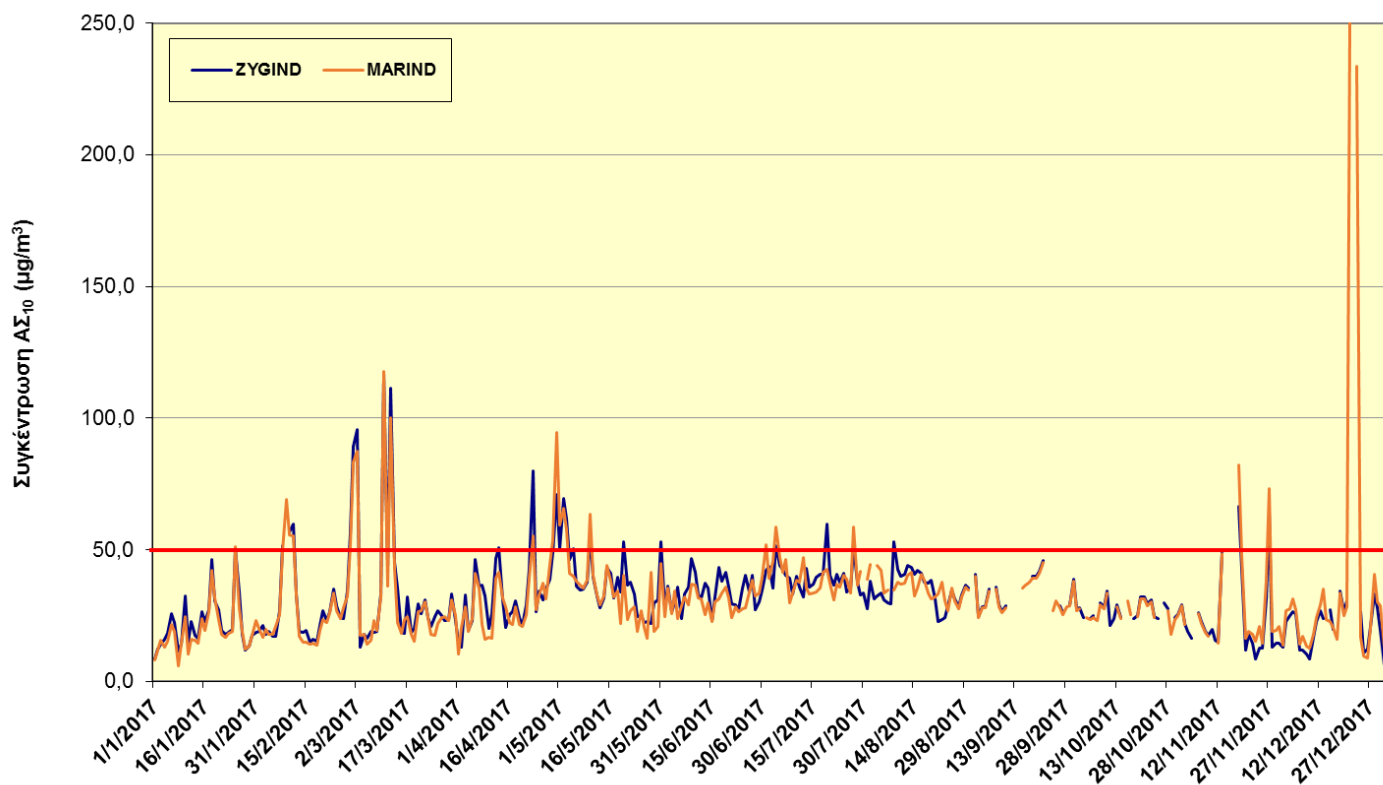
Στα διαγράμματα που ακολουθούν (**Σχήμα 15α, β, γ, δ**) παρουσιάζεται η ημερήσια διακύμανση των  $ΑΣ_{10}$  και  $ΑΣ_{2,5}$  (**Σχήμα 16**) στους σταθμούς του Δικτύου παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για το 2017. Η ημερήσια οριακή τιμή των  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  για τα  $ΑΣ_{10}$  παραβιάζεται σε αρκετές περιπτώσεις σε αρκετούς σταθμούς.



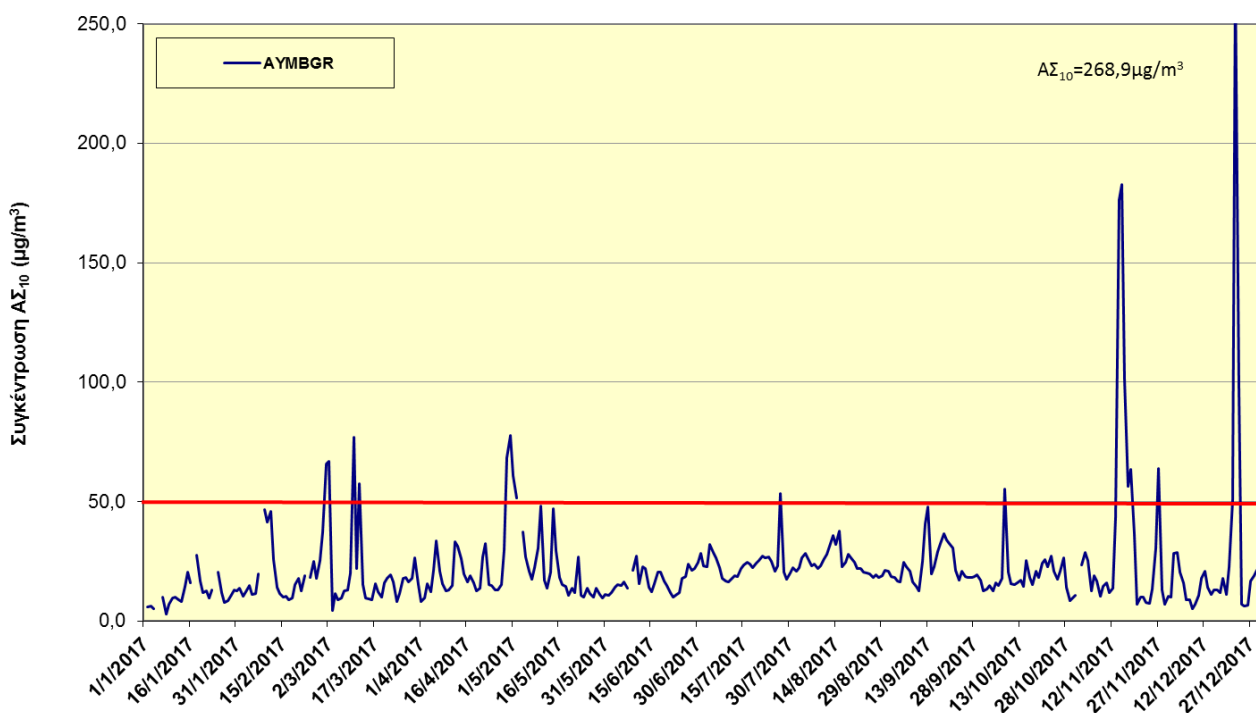
Σχήμα 15(α) / Figure 15(a)



Σχήμα 15(β) / Figure 15(b)



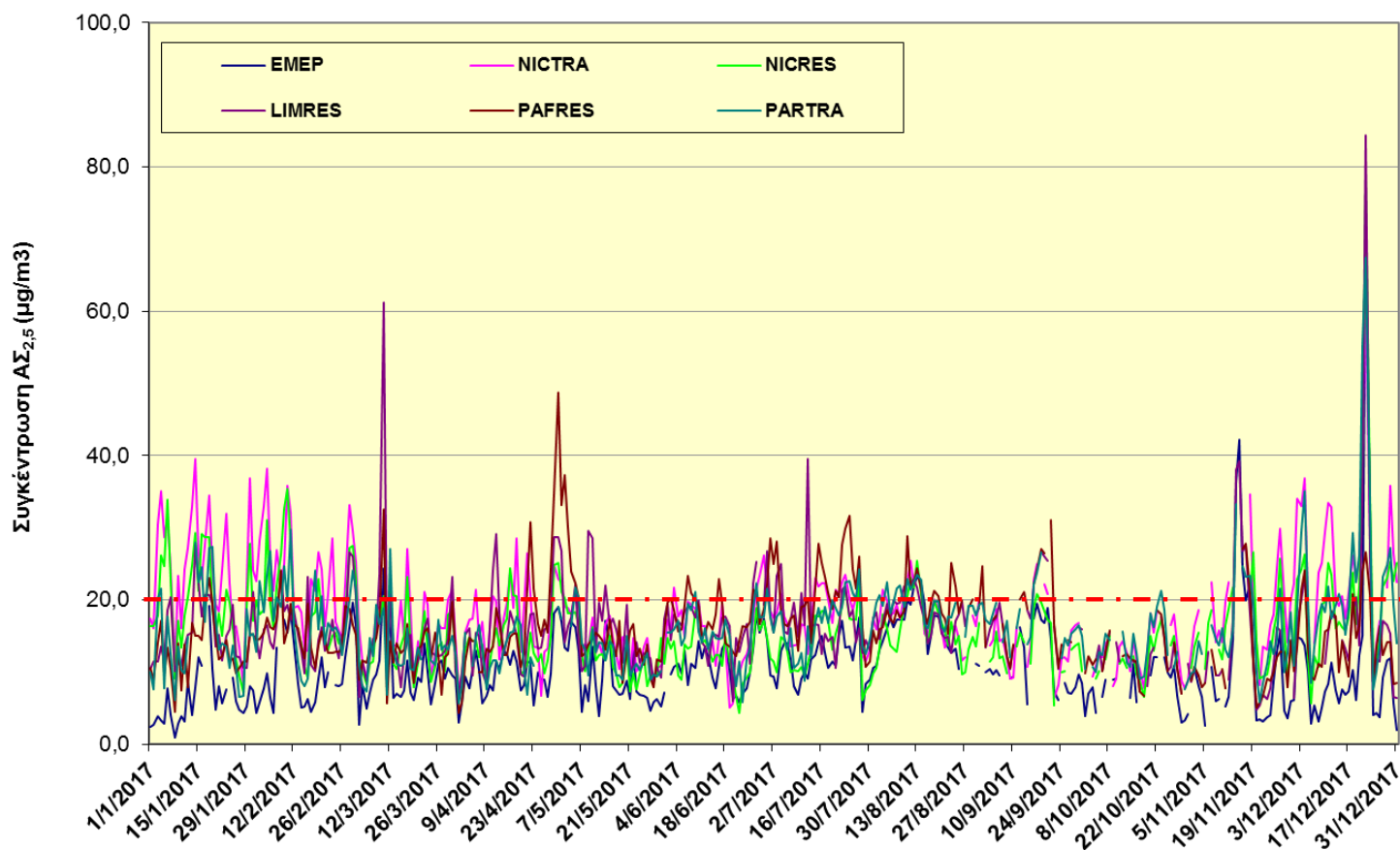
Σχήμα 15(γ) / Figure 15(c)



Σχήμα 15(δ) / Figure 15(d)

**Σχήμα 15:** Ημερήσια διακύμανση ΑΣ<sub>10</sub> για το έτος 2017 στους (α) Κυκλοφοριακούς Σταθμούς, (β) Οικιστικούς Σταθμούς, (γ) Βιομηχανικούς Σταθμούς και (δ) στον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίνας Ξυλιάτου, του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.

**Figure 15:** PM<sub>10</sub> Daily Mean Concentration for 2017 in Traffic Stations (a), Residential Stations (b), Industrial Stations (c) and Agia Marina Xyliatou Background Station (d), of Air Quality Monitoring Network.



Σχήμα 16: Ημερήσια διακύμανση ΑΣ<sub>2,5</sub> για το έτος 2017 στους Σταθμούς του Δικτύου Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα.

Figure 16: PM<sub>2,5</sub> Daily Mean Concentration for 2017 in Air Quality Monitoring Network.

### 3.6.6 Ανάλυση πηγών προέλευσης Αιωρούμενων Σωματιδίων

Οι χώρες της Μεσογείου, ανάμεσά τους και η Κύπρος, επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό, εξαιτίας της εγγύτητάς τους με τις άνυδρες και μερικώς άνυδρες περιοχές της Βορείου Αφρικής (έρημοι Σαχάρα και Σαχέλ) και της Μέσης Ανατολής (Σαουδική Αραβία, Ιορδανία, Συρία, Ιράκ). Η σκόνη μετατοπίζεται από την έρημο Σαχάρα, από χώρες όπως η Αίγυπτος και η Λιβύη, και μεταφέρεται στην Κύπρο σε σχετικά χαμηλό υψόμετρο. Στους σταθμούς ποιότητας αέρα στην Κύπρο, όπως φαίνεται και από τα πιο πάνω διαγράμματα, σημειώνεται ένας σημαντικός αριθμός επεισοδίων σκόνης κάθε χρόνο με συνέπεια τις ακραίες τιμές των συγκεντρώσεων ΑΣ.

Το κλίμα είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη μεταφορά σκόνης και τη συχνότητα εμφάνισης των επεισοδίων. Τα επεισόδια με τις υψηλότερες τιμές ΑΣ<sub>10</sub> παρατηρούνται κατά τις περιόδους της άνοιξης-καλοκαιριού και φθινοπώρου και αποδίδονται στα συχνά επεισόδια μεταφοράς σκόνης από τη Σαχάρα και άλλες ερήμους κατά τις συγκεκριμένες περιόδους.

Επίσης οι ψηλές θερμοκρασίες και η μεγάλη ξηρασία που επικρατούν στην Κύπρο σε συνδυασμό με την έλλειψη νερού, συμβάλλουν, ως φυσικό φαινόμενο, στην επαναιώρηση των ΑΣ από δρόμους, ακάλυπτες περιοχές εντός πόλεων ή γεωργικές και άλλες περιοχές που συνορεύουν με τις πόλεις. Ως αποτέλεσμα παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις ΑΣ<sub>10</sub> και αντίστοιχες υπερβάσεις της 24ωρης οριακής τιμής.

Εκτός από τη μεταφορά σκόνης από τις ερήμους της Βόρειας Αφρικής και της Μέσης Ανατολής, σημαντική είναι και η εισροή ΑΣ στην ανατολική Μεσόγειο, που δημιουργείται από τη διάβρωση του εδάφους λόγω ισχυρών ανέμων στη χερσόνησο των Βαλκανίων και την Τουρκία. Επίσης το

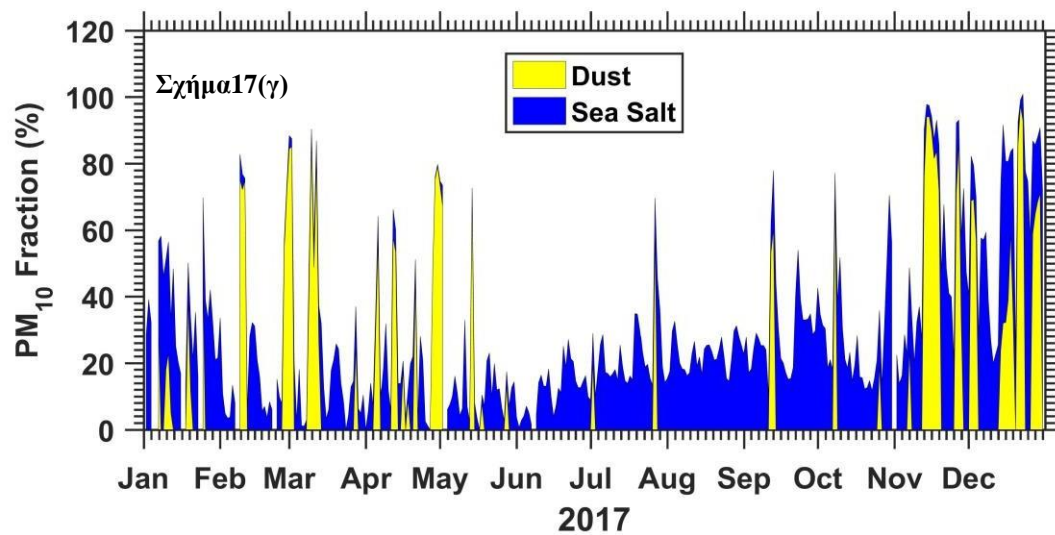
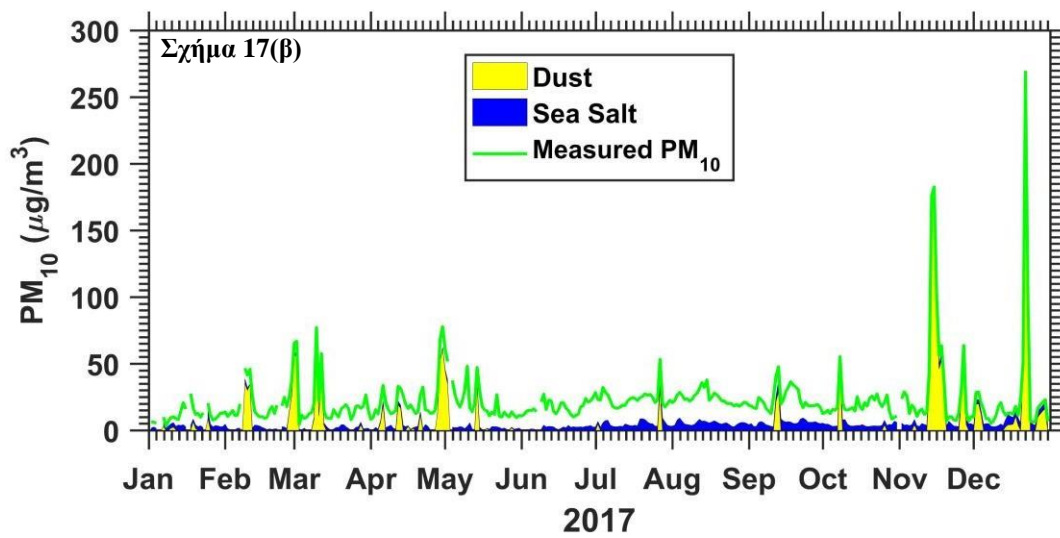
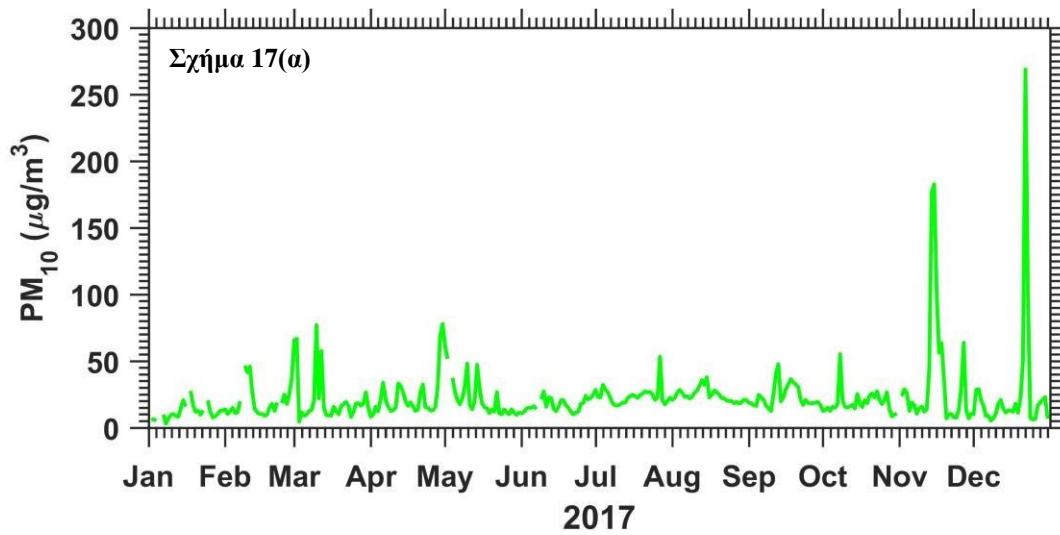
θαλάσσιο άλας αποτελεί άλλη μια σημαντική φυσική πηγή που συνεισφέρει με επιφόρτιση σωματιδίων στην περιοχή της Μεσογείου και ειδικά στην περίπτωση της Κύπρου που είναι νησί και περιβάλλεται από τη θάλασσα.

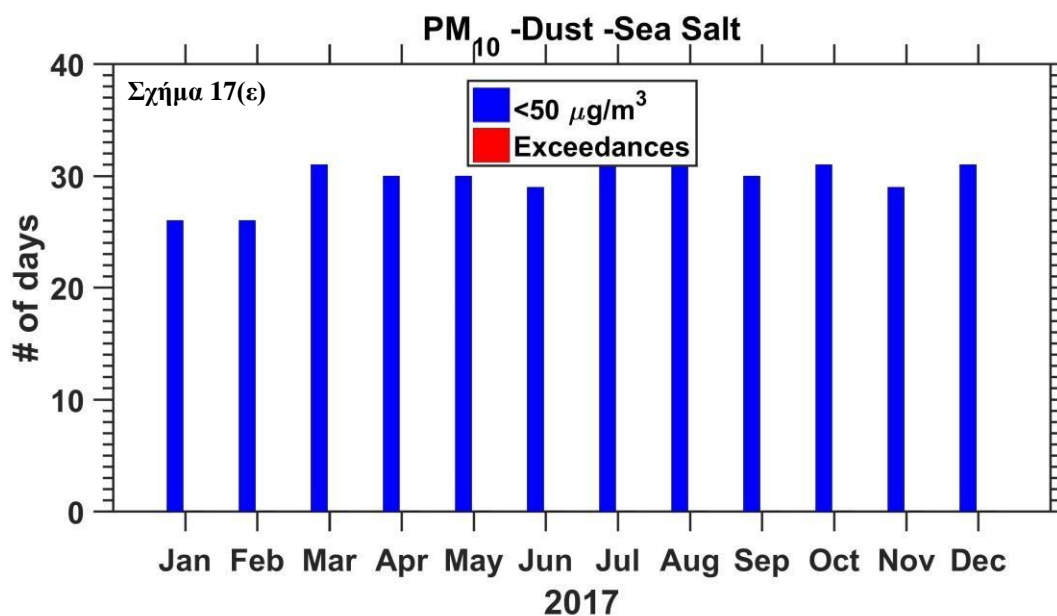
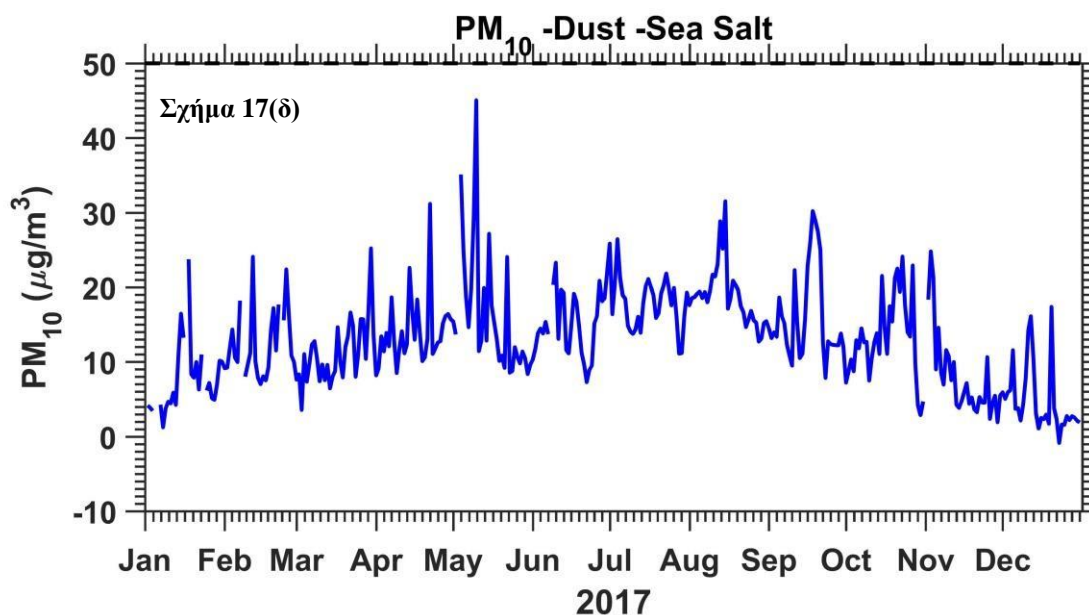
Η ημερήσια διακύμανση των επιπέδων  $AS_{10}$  σε διαφορετικούς σταθμούς στην Κύπρο υποδηλώνει την ταυτόχρονη εκδήλωση υπερβάσεων σε κυκλοφοριακούς, οικιστικούς και σταθμούς υποβάθρου. Ο συγχρονισμός αυτός εμφάνισης των υπερβάσεων στους περισσότερους σταθμούς επισημαίνεται για όλα τα έτη που υπάρχουν μετρήσεις και υποδεικνύει την προέλευση σκόνης από φυσικές πηγές. Τα επεισόδια σκόνης που οφείλονται σε φυσικές πηγές αντικατοπτρίζονται σε όλους τους σταθμούς της χώρας και παρατηρούνται κυρίως σε εποχές μετάβασης από χαμηλές σε υψηλές θερμοκρασίες και αντίστροφα.

Τα τελευταία χρόνια στην προσπάθεια του το ΤΕΕ ως η Αρμόδια Αρχή να δικαιολογήσει την μη τήρηση της οριακής τιμής για τα  $AS_{10}$  πραγματοποιεί ανάλυση πηγών προέλευσης Αιωρούμενων Σωματιδίων με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 10  $\mu m$  ( $AS_{10}$ ). Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται βασίζεται στον Οδηγό «Guidelines for demonstration and subtraction of exceedances attributable to natural sources under the Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe», που κυκλοφόρησε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Φεβρουάριο του 2011. Σύμφωνα με τις οπισθοτροχιές (HYSPLIT) που δημιουργούνται με βάση τον πιο πάνω Οδηγό, φαίνεται ότι συμβάντα μεταφοράς σκόνης εκτός από την Αφρική (Σαχάρα) λαμβάνουν χώρα και από περιοχές της Μέσης Ανατολής και της Ευρώπης. Η διερεύνηση της προέλευσης των  $AS_{10}$  έχει εντατικοποιηθεί με τη συστηματική χημική ανάλυση φίλτρων συλλογής σκόνης.

Έτσι για το έτος 2017 αποδείχθηκε ότι ο μέγιστος αριθμός των ημερήσιων υπερβάσεων  $AS_{10}$  που σημειώθηκαν στην Κύπρο, μετά από την αφαίρεση εκείνων που οφείλονται σε φυσικές πηγές είναι 23, δηλαδή πιο κάτω από τις 35 υπερβάσεις που επιτρέπονται σύμφωνα με τις πρόνοιες της Οδηγίας 2008/50/ΕΚ και ως εκ τούτου, δεν υπάρχει υπέρβαση της 24ωρης οριακής τιμής για τα  $AS_{10}$  ( $50 \mu g/m^3$ ). Αποδεικνύεται επίσης ότι, μετά την αφαίρεση της συνεισφοράς των  $AS_{10}$  από φυσικές πηγές σε ετήσια κλίμακα ( $6,0 \mu g/m^3$  από σκόνη από τη Σαχάρα και  $3,7 \mu g/m^3$  από θαλάσσιο άλας), η ετήσια μέση τιμή (Κυκλοφοριακός Σταθμός Λευκωσίας) κυμαίνεται στα  $33,9 \mu g/m^3$  και επομένως δεν υπάρχει υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής για τα  $AS_{10}$  ( $40 \mu g/m^3$ ).

Με βάση την Οδηγία της ΕΕ, υπερβάσεις που οφείλονται σε εκπομπές  $AS_{10}$  από φυσικές πηγές (θαλάσσιο άλας, σκόνη από Σαχάρα) εξαιρούνται. Για τον υπολογισμό του ποσοστού της σκόνης και του άλατος απαιτούνται χημικές αναλύσεις που είναι αρκετά επίπονες. Το **Σχήμα 17** παρουσιάζει τα επίπεδα και την ποσοστιαία συμμετοχή της σκόνης στον Σταθμό Υποβάθρου ΕΜΕΡ-Αγία Μαρίνα Ξυλιάτου με βάση τις χημικές αναλύσεις για το έτος 2017. Είναι ξεκάθαρο ότι η σκόνη από την Αφρική και τις γειτονικές Ανατολικές περιοχές κυμαίνεται στα  $5,7 \mu g/m^3$  ή περίπου το 25,6% της σωματιδιακής μάζας, ποσοστό αρκετά σημαντικό. Ας σημειωθεί ότι λαμβάνοντας υπ' όψη τη συμμετοχή της σκόνης αυτής και του θαλάσσιου άλατος στον Σταθμό Υποβάθρου ΕΜΕΡ-Αγία Μαρίνα, οι υπερβάσεις μειώνονται από **19 σε 0**.





Συνολικές ημερήσιες μετρήσεις	355
Συνολικός αριθμός ημερήσιων υπερβάσεων	19
Αριθμός ημερήσιων υπερβάσεων ημερών με χημική σύσταση	19
<ul style="list-style-type: none"> <li>Υπερβάσεις λόγω σκόνης από φυσικές πηγές (σκόνη από Σαχάρα, Μ. Ανατολή, θαλάσσιο άλας)</li> </ul>	19
<ul style="list-style-type: none"> <li>Υπερβάσεις τοπικής προέλευσης</li> </ul>	0
Συνολικός αριθμός αδικαιολόγητων υπερβάσεων	0

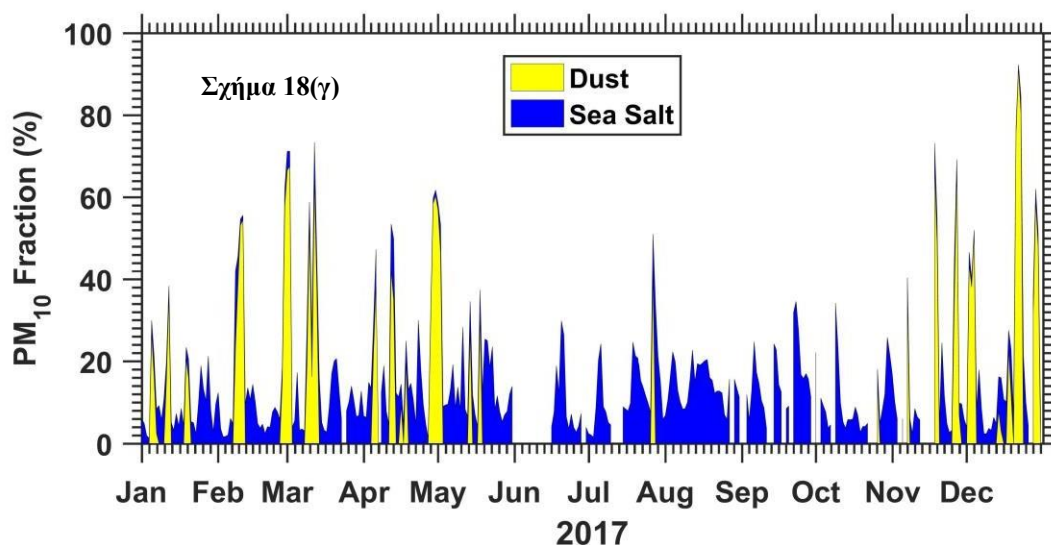
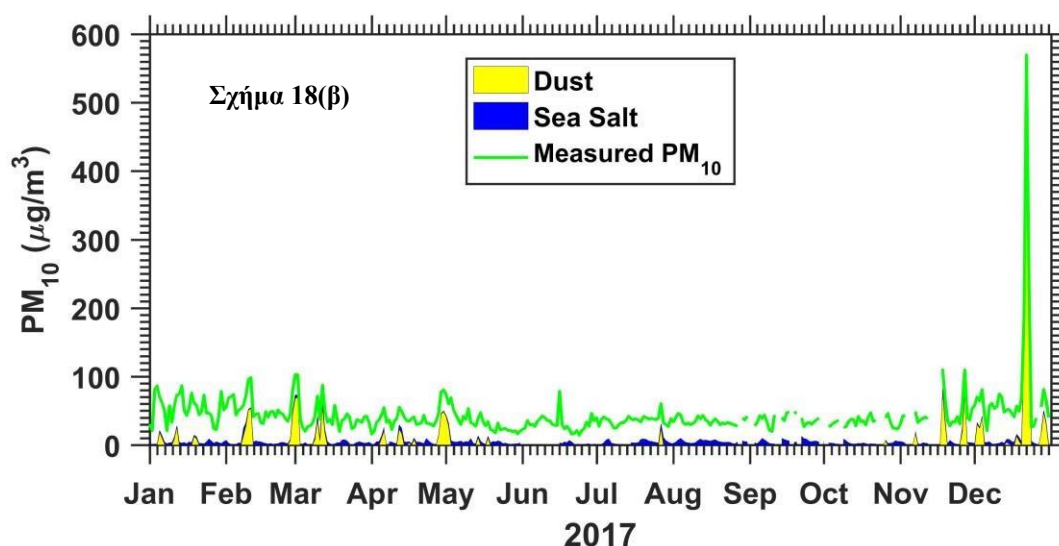
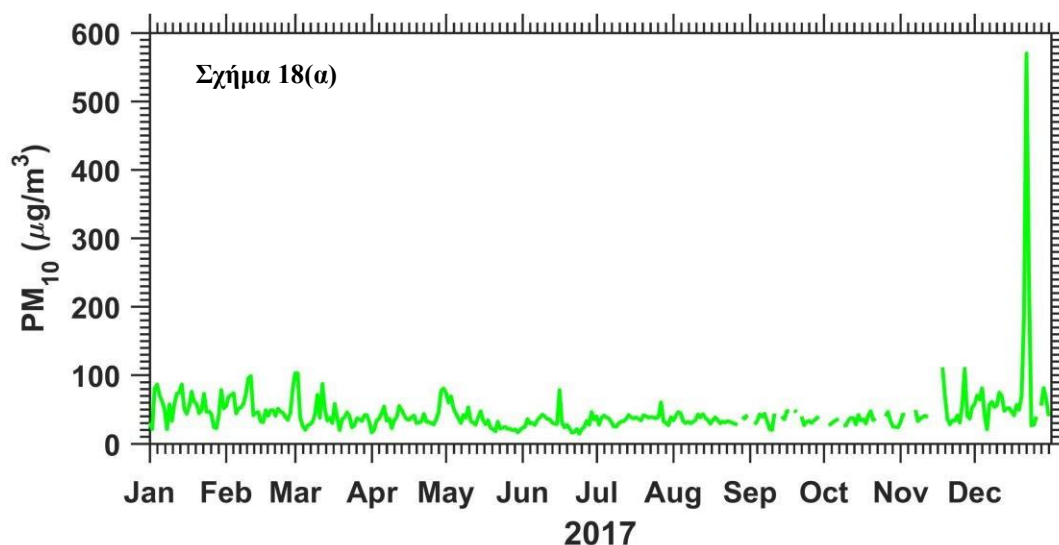
**Σχήμα 17:** Συγκεντρώσεις ΑΣ<sub>10</sub> στον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίας πριν και μετά την αφαίρεση σκόνης από φυσικές πηγές (σκόνη από Σαχάρα, Μ. Ανατολή και θαλάσσιο άλας) για το 2017.

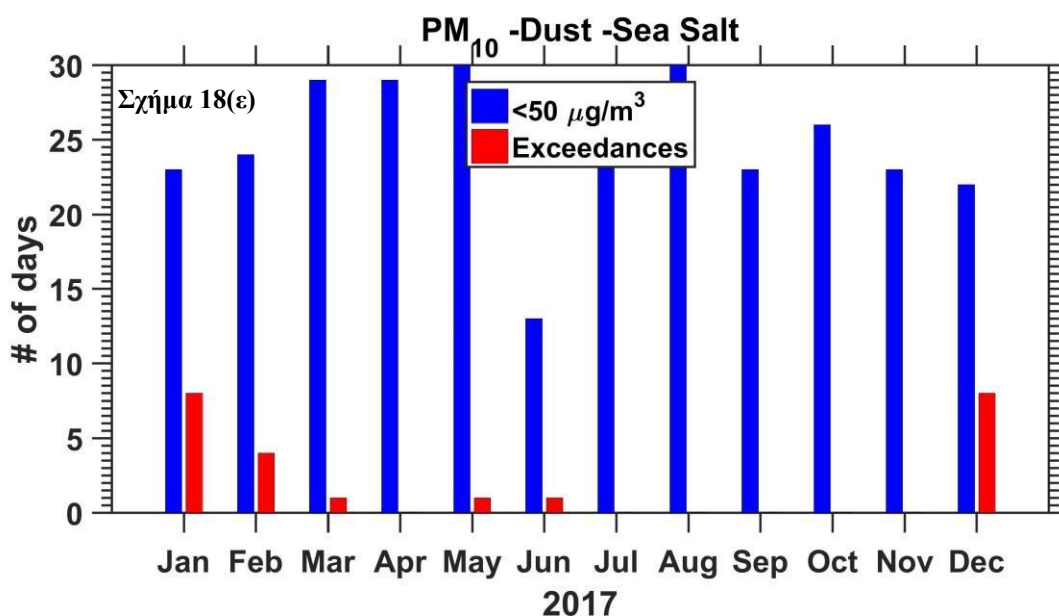
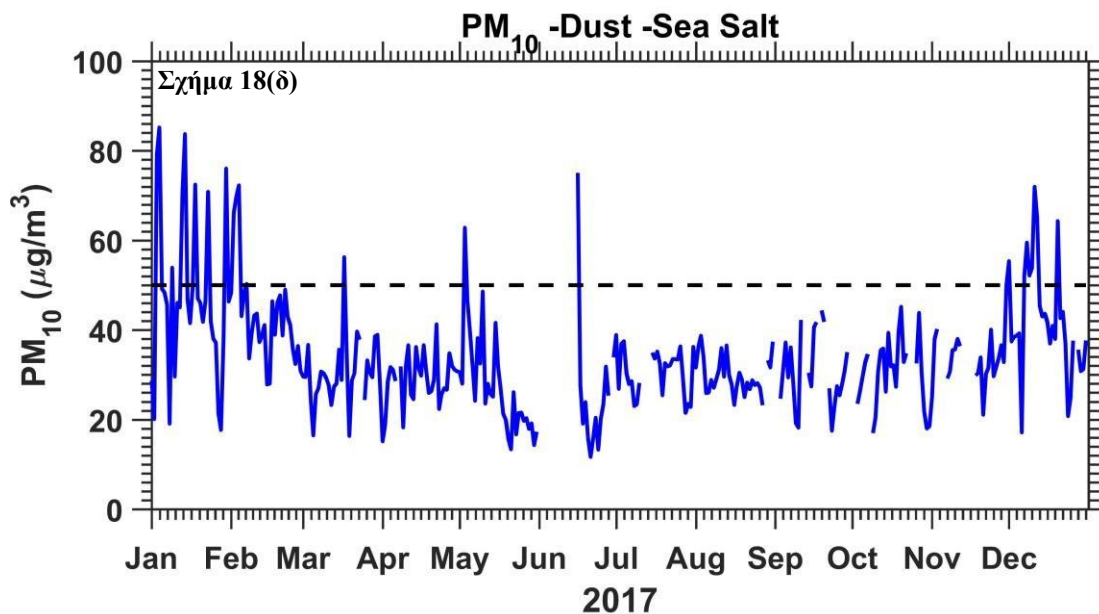
**Figure 17:** PM<sub>10</sub> concentration in Ayia Marina Background Station before and after the subtraction of exceedances attributable to natural sources (Dust from Sahara, Middle East and sea salt) for 2017.

Το **Σχήμα 18** παρουσιάζει τα επίπεδα και την ποσοστιαία συμμετοχή της σκόνης στον Κυκλοφοριακό Σταθμό Λευκωσίας με βάση τις χημικές αναλύσεις για το 2017. Η σκόνη από την Αφρική και τις γειτονικές Ανατολικές περιοχές είναι υπεύθυνη για 6,0 µg/m<sup>3</sup> που αντιστοιχεί στο



13,8% της μάζας. Λαμβάνοντας υπ' όψη τη συμμετοχή της σκόνης αυτής και του θαλάσσιου άλατος, οι υπερβάσεις στον Κυκλοφοριακό Σταθμό Λευκωσίας για την περίοδο που υπάρχουν χημικές αναλύσεις μειώνονται από **71 σε 23**.

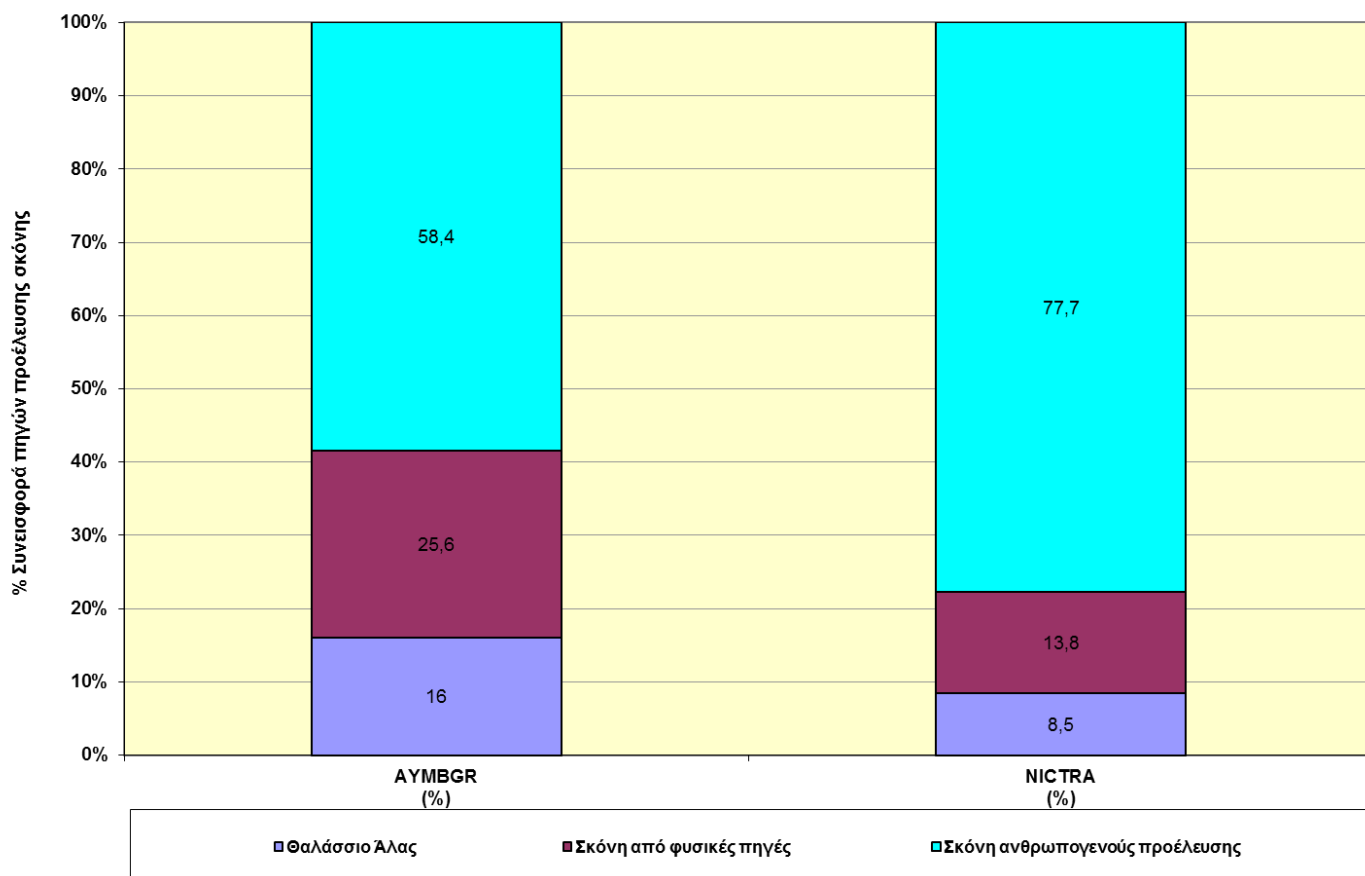




Συνολικές ημερήσιες μετρήσεις	344
Συνολικός αριθμός ημερήσιων υπερβάσεων	71
Αριθμός ημερήσιων υπερβάσεων ημερών με χημική σύσταση	71
<ul style="list-style-type: none"> <li>Υπερβάσεις λόγω σκόνης από φυσικές πηγές (σκόνη από Σαχάρα, Μ. Ανατολή, θαλάσσιο άλας)</li> </ul>	48
<ul style="list-style-type: none"> <li>Υπερβάσεις τοπικής προέλευσης</li> </ul>	23
Συνολικός αριθμός αδικαιολόγητων υπερβάσεων	23

Σχήμα 18: Συγκεντρώσεις ΑΣ<sub>10</sub> στον Κυκλοφοριακό Σταθμό Λευκωσίας πριν και μετά την αφαίρεση σκόνης από φυσικές πηγές (σκόνη από Σαχάρα, Μ. Ανατολή και θαλάσσιο άλας) για το 2017.

Figure 18: PM<sub>10</sub> concentration in Traffic Station Nicosia before and after the subtraction of exceedances attributable to natural sources (Dust from Sahara, Middle East and sea salt) for 2017.



**Σχήμα 19:** Ποσοστό συνεισφοράς πηγών προέλευσης σκόνης για το έτος 2017 στον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίνας και στον Κυκλοφοριακό Σταθμό Λευκωσίας.

**Figure 19:** Dust origin sources contribution rate for 2017 in Ayia Marina Background Station and Nicosia Traffic Station.

**Πίνακας 4:** Υπερβάσεις ΑΣ<sub>10</sub> πριν και μετά την αφαίρεση σκόνης από φυσικές πηγές (σκόνη από Σαχάρα, Μ. Ανατολή και θαλάσσιο άλας) στον Σταθμό Υποβάθρου Αγίας Μαρίνας και στον Κυκλοφοριακό Σταθμό Λευκωσίας για το έτος 2016.

**Table 4:** PM<sub>10</sub> exceedances before and after the subtraction of exceedances attributable to natural sources (Dust from Sahara, Middle East and sea salt) for 2016 in Ayia Marina Background Station and Nicosia Traffic Station.

	NICTRA	AYMBGR
Συνολικές ημέρες μετρήσεων	344	355
Συνολικές υπερβάσεις	71	19
Ημέρες με χημική ανάλυση	342	316
Υπερβάσεις σε μέρες με χημική ανάλυση	71	19
Υπερβάσεις σε μέρες χωρίς χημική ανάλυση	0	0
Υπερβάσεις σε μέρες με χημική ανάλυση μετά την αφαίρεση σκόνης και θαλάσσιου άλατος	23	0
Σύνολο υπερβάσεων	0 + 23 = 23	0 + 0 = 0

### 3.7 Πτητικές Οργανικές Ενώσεις

#### 3.7.1 Εισαγωγή

Οι Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (ΠΟΕ/VOC's) είναι οργανικές ενώσεις που σε συνήθεις θερμοκρασίες βρίσκονται σε αέρια κατάσταση ή μεταβαίνουν εύκολα σε αυτή, από την υγρή φάση που βρίσκονται αρχικά. Το βενζόλιο είναι μια από αυτές τις πτητικές οργανικές ενώσεις. Πρόκειται για άχρωμο, πολύ πτητικό υγρό με χαρακτηριστική μυρωδιά. Ο μοριακός του τύπος είναι  $C_6H_6$  και αποτελεί φυσικό συστατικό του αργού πετρελαίου (1-5%) και ένα από τα θεμελιώδη πετροχημικά προϊόντα. Αποτελεί ένα πολύ σημαντικό συστατικό της βενζίνης λόγω του υψηλού βαθμού οκτανίου που έχει.

Οι πηγές των ΠΟΕ είναι οι διαδικασίες χρήσης οργανικών διαλυτών, τα πρατήρια καυσίμων και τα αυτοκίνητα διανομής της, καθώς επίσης και όλες οι μηχανές που χρησιμοποιούν βενζίνη ως καύσιμο. Η πιο σημαντική χρήση του βενζολίου σήμερα είναι ως ενδιάμεσο για την παραγωγή πολλών σημαντικών βιομηχανικών ενώσεων (π.χ. στυρένιο, φαινόλη, κυκλοεξάνιο, ανιλίνη, αλκυλοβενζόλια, χλωροβενζόλια) οι οποίες στη συνέχεια εφοδιάζουν ένα μεγάλο αριθμό χημικών βιομηχανιών για την παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων, ειδικών χημικών, πλαστικών, ρητινών, χρωμάτων και εντομοκτόνων. Επίσης το βενζόλιο, μαζί με άλλους ελαφρείς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, όπως το τολουόλιο και το ξυλένιο, χρησιμοποιείται ως πρόσθετο στην βενζίνη για την αύξηση του αριθμού οκτανίου. Είναι πολύ καλός διαλύτης αλλά δεν χρησιμοποιείται πλέον σε μεγάλες ποσότητες λόγω της τοξικότητάς του.

#### 3.7.2 Επίδραση ΠΟΕ – Βενζολίου στην υγεία

(Πηγή: European Environment Agency – Air Quality in Europe, Yearly Report 2013-2019)

Οι ΠΟΕ είναι τοξικές χημικές ενώσεις. Το βενζόλιο είναι ιδιαίτερα τοξικό. Όταν εισπνέεται σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκαλέσει ζάλη, ταχυκαρδία, πονοκεφάλους, σύγχυση, αναισθησία, ακόμη και θάνατο. Επίσης σε μεγάλες συγκεντρώσεις στα τρόφιμα μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό, ζάλη, ταχυκαρδία, τάση για εμετό, σπασμούς και θάνατο.

Μακροχρόνια έκθεση σε βενζόλιο έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και κυρίως στο αίμα. Καταστρέφει το μυελό των οστών και μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση αναιμίας. Επίσης μπορεί να προκαλέσει υπερβολική αιμορραγία και να μειώσει την ικανότητα του ανοσοποιητικού συστήματος αυξάνοντας τις πιθανότητες μόλυνσεων. Τέλος, το βενζόλιο θεωρείται καρκινογόνο για τον άνθρωπο και μακροχρόνια έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει εμφάνιση λευχαιμίας.

#### 3.7.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ΠΟΕ – βενζολίου

Πολλές πτητικές οργανικές ενώσεις είναι αρκετά σταθερές, ώστε να φτάσουν στην στρατόσφαιρα, όπου μέσω της φωτόλυσης και της αντίδρασης με υδροξυλικές ρίζες, παράγουν ενώσεις που καταστρέφουν το όζον. Κοντά στην επιφάνεια της Γης πολλές πτητικές οργανικές ενώσεις συμμετέχουν σε φωτοχημικές αντιδράσεις παραγωγής όζοντος και συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

#### 3.7.4 Μέθοδος προσδιορισμού ΠΟΕ – βενζολίου

Η μέθοδος προσδιορισμού των ΠΟΕ στην ατμόσφαιρα βασίζεται στη χρήση αυτόματου αναλυτή αέριων χρωματογραφίας, με βάση το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 14662-3:2015.

### 3.7.5 Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 5 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ετήσιοι μέσοι όροι για το Βενζόλιο που καταγράφηκαν στο Δίκτυο παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα για την περίοδο 2010-2017. Σε κανένα σταθμό του Δικτύου δεν παρατηρείται οποιαδήποτε υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής των  $5\mu\text{g}/\text{m}^3$  που ορίζεται στη σχετική Νομοθεσία.

**Πίνακας 5:** Ετήσιοι μέσοι όροι συγκέντρωσης Βενζολίου στο Δίκτυο Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για την περίοδο 2010-2017

**Table 5:** Benzene Annual Mean Concentration for 2010-2017 in Air Quality Monitoring Stations

Έτος	Ετήσιοι μέσοι όροι συγκέντρωσης Βενζολίου ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
	NICTRA	NICRES	LIMTRA	LARTRA	PAFTRA	ZYGINO	AYMBGR
2010	1,1	0,9	1,3	1,4	0,4	-	0,3
2011	1,4	0,9	1,4	1,2	0,6	-	0,6
2012	1,3	0,9	1,0	1,0	1,2	-	0,5
2013	1,1	1,0	1,4	1,1	1,3	-	0,5
2014	1,1	0,7	1,6	1,2	1,3	-	0,5
2015	1,3	0,9	0,7	1,5	0,6	-	0,4
2016	1,4	-	1,2	1,6	0,8	-	0,3
2017	1,4	-	-	1,3	0,7	0,3	0,46

## 3.8 Βαρέα Μέταλλα

### 3.8.1 Εισαγωγή

Ως βαρέα μέταλλα αναφέρονται συνήθως εκείνα που έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη από 5g/cm<sup>3</sup>, είναι δηλαδή σχετικά πυκνά, όπως το κάδμιο, ο κασσίτερος, ο μόλυβδος, το κοβάλτιο, το αρσενικό, ο υδράργυρος, ο ψευδάργυρος κ.ά. Ορισμένα βαρέα μέταλλα είναι ιδιαίτερα τοξικά και άλλα είναι απαραίτητα ως ιχνοστοιχεία για τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα βαρέα μέταλλα αποτελούν συστατικά των Αιωρούμενων Σωματιδίων. Σημειώνεται επίσης ότι στη νομοθεσία υπάρχουν Ετήσιες Οριακές Τιμές για το Αρσενικό (As), το Κάδμιο (Cd), το Νικέλιο (Ni) και τον Μόλυβδο (Pb) (Πίνακας 1).

Τα βαρέα μέταλλα έχουν φυσική γεωλογική προέλευση ή είναι αποτέλεσμα ανθρωπογενούς βιομηχανικής δραστηριότητας. Στις φυσικές πηγές συγκαταλέγονται οι ηφαιστειακές εκπομπές, η αποσάθρωση εδαφών, τα ατμοσφαιρικά σωματίδια, τα θαλάσσια αερολύματα, οι δασικές πυρκαγιές και η πρόσληψη και απελευθέρωσή τους από φυτά. Στις ανθρωπογενείς συγκαταλέγονται η εξόρυξη και επεξεργασία ορυκτών, οι καύσεις (υγρών καυσίμων, απορριμμάτων και βιομάζας), οι εκπομπές οχημάτων και η χρήση και απόρριψη προϊόντων μετάλλων. Οι βιομηχανικές διεργασίες παραγωγής (μεταλλουργίας και κατασκευής μεταλλικών αντικειμένων, ηλεκτρονικών, χρωμάτων και χρωστικών, υφασμάτων, χάρτου κλπ.) αυξάνουν επίσης το φορτίο των μετάλλων στο περιβάλλον.

### 3.8.2 Επίδραση Βαρέων Μετάλλων στην υγεία

(Πηγή: *European Environment Agency – Air Quality in Europe, Yearly Report 2013-2019*)

Τα βαρέα μέταλλα σε αντίθεση με τις περισσότερες τοξικές οργανικές ενώσεις δεν αποικοδομούνται και για αυτό συσσωρεύονται στο περιβάλλον προκαλώντας στον άνθρωπο χρόνιες ή οξείες βλάβες. Έχουν προσδιοριστεί ως παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στην ανθρώπινη γονιμότητα. Προκαλούν καταστροφή των νεφρών και του ήπατος, υπέρταση, πόνους στις αρθρώσεις, δερματοπάθειες, αναιμία, παράλυση στην καρδιά, καταστροφή του νευρικού συστήματος, χρωμοσωμικές αλλοιώσεις και καρκινογένεση.

### 3.8.3 Μέθοδος προσδιορισμού Βαρέων Μετάλλων

Προσδιορίζονται με χημικές αναλύσεις (ICP-MS: φασματοσκοπία μάζας επαγωγικώς συζευγμένου πλάσματος) που πραγματοποιούνται στα φίλτρα συλλογής σκόνης (ΑΣ<sub>10</sub>).

### 3.8.4 Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 6 που ακολουθεί φαίνονται οι ετήσιοι μέσοι όροι που έχουν προσδιοριστεί για τα κυριότερα βαρέα μέταλλα για την περίοδο 2010-2017. Είναι προφανές ότι σε καμία περίπτωση δεν υπερβαίνεται η αντίστοιχη ετήσια οριακή τιμή.

Πίνακας 6: Ετήσιοι μέσοι όροι συγκέντρωσης Βαρέων Μετάλλων στο Δίκτυο Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα για την περίοδο 2010-2017.

Table 6: Heavy Metals Annual Mean Concentration for 2010-2017 in Air Quality Monitoring Stations.

	Ετήσιοι μέσοι όροι συγκέντρωσης κυριότερων βαρέων μετάλλων (ng/m <sup>3</sup> )				
	As	Cd	Pb	Hg	Ni
<b>2010</b>					
NICTRA	0,24	0,26	16,63	0,14	6,15
LIMRES	0,22	0,18	9,64	0,04	4,23
AYMBGR	0,22	0,15	6,54	0,04	2,22
<b>2011</b>					
NICTRA	0,18	0,08	6,69	0,14	2,14
LIMRES	0,06	0,05	5,48	0,02	2,48
AYMBGR	0,30	0,02	5,14	0,002	0,69
<b>2012</b>					
NICTRA	1,3	0,6	13,52	0,14	5,99
LIMRES	1,3	0,5	9,26	0,14	10,88
AYMBGR	1,5	0,85	4,90	0,14	3,11
<b>2013</b>					
NICTRA	0,15	0,15	8,42	0,14	2,44
LIMRES	0,29	0,052	5,35	0,14	1,26
AYMBGR	0,42	0,06	4,35	0,14	2,78
<b>2014</b>					
NICTRA	1,62	0,13	10,00	0,14	3,82
LIMRES	-	-	-	-	-
AYMBGR	0,96	0,09	5,76	0,14	1,85
<b>2015</b>					
NICTRA	0,39	0,15	7,27	0,08	2,49
LIMRES	-	-	-	-	-
AYMBGR	0,44	0,05	5,00	0,006	1,58
<b>2016</b>					
NICTRA	0,32	0,17	15,40	0,07	3,27
LIMRES	-	-	-	-	-
AYMBGR	0,80	0,12	6,00	0,01	2,22
<b>2017</b>					
NICTRA	0,56	0,17	10,00	0,07	3,97
LIMRES	-	-	-	-	-
AYMBGR	0,44	0,10	6,00	0,01	2,93
<b>Ετήσιες Οριακές Τιμές</b>	<b>6 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>5 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>500 ng/m<sup>3</sup></b>	<b>-</b>	<b>20 ng/m<sup>3</sup></b>



## 4. Ετήσιες Εθνικές Εκπομπές Αερίων Ρύπων

Ο Κλάδος Ποιότητας Αέρα του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας, είναι το εθνικό σημείο επαφής για τη Σύμβαση του 1979 για τη Διαμεθοριακή Ρύπανση της Ατμόσφαιρας σε Μεγάλη Απόσταση. Στο πλαίσιο αυτό, κατά το 2017 υπολογίσθηκαν οι ετήσιες συνολικές εκπομπές αερίων ρύπων της Κύπρου για τα έτη 1990-2017 και διαβιβάσθηκαν στο Εκτελεστικό Σώμα της Σύμβασης και στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνονται στις σχετικές εκθέσεις που δημοσιεύονται από το Εκτελεστικό Σώμα της Σύμβασης.

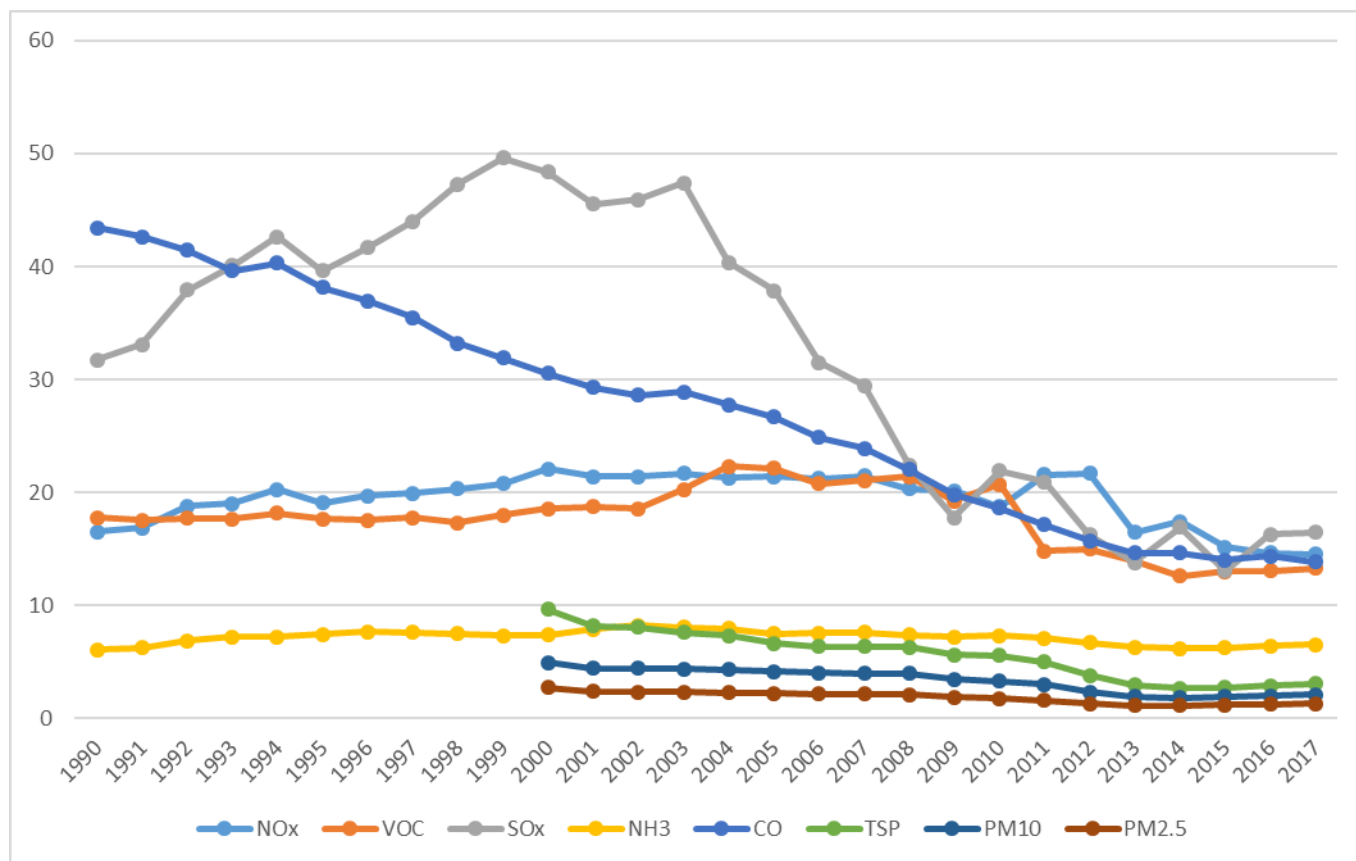
Στις εκπομπές όλων των ρύπων παρουσιάζεται γενικά αυξητική τάση για την περίοδο 1990-2000 και πτωτική τάση για την περίοδο 2000-2017, με εξαίρεση τις εκπομπές βαρέων μετάλλων, όπως φαίνεται στον **Πίνακα 7** και στα **Σχήματα 20-22**.

Οι κυριότεροι λόγοι στους οποίους οφείλεται η μείωση των συνολικών εκπομπών των ρύπων για την περίοδο μετά το 2000 είναι η χρήση καθαρότερων καυσίμων, τα οχήματα νέας τεχνολογίας, η μείωση των εκπομπών από βιομηχανικές εγκαταστάσεις και η εφαρμογή των προνοιών της σχετικής Ευρωπαϊκής Περιβαλλοντικής νομοθεσίας.

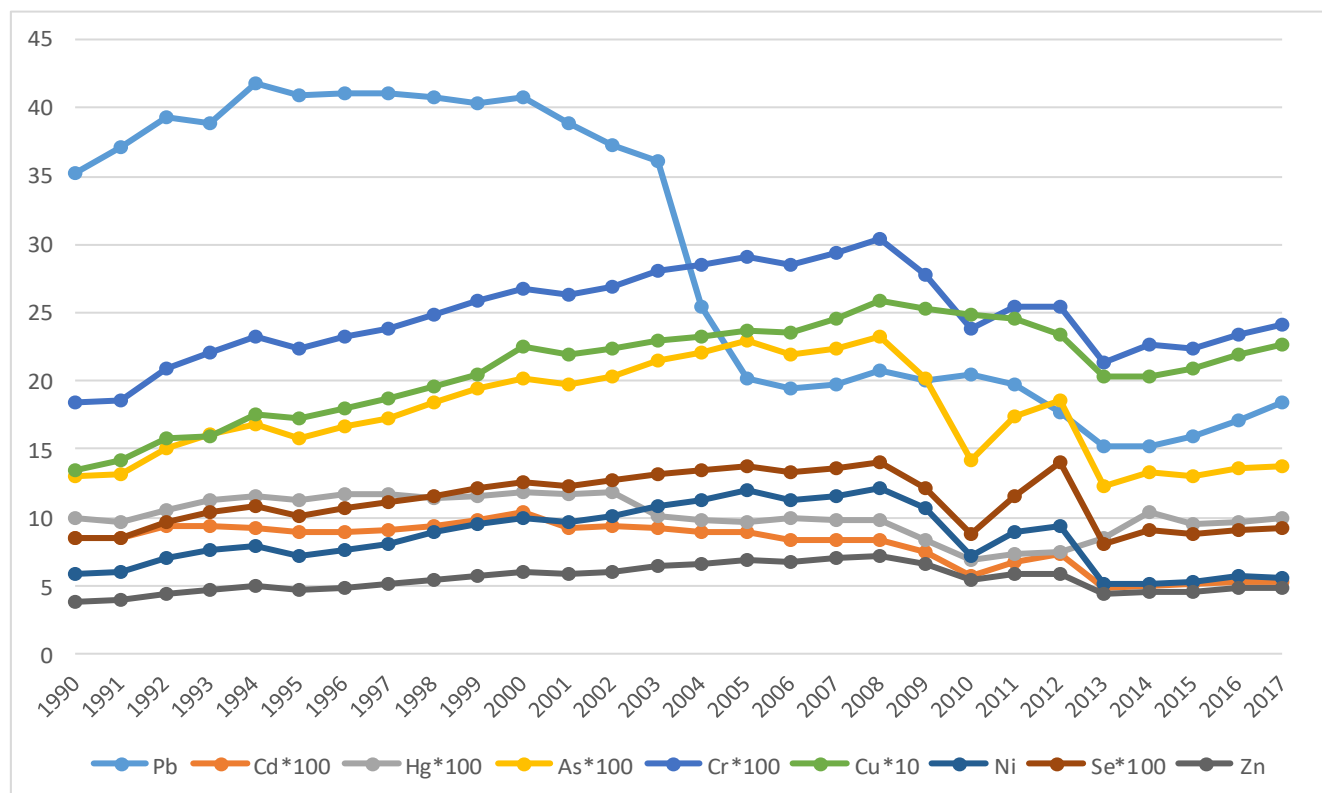
Πίνακας 7: Συνολικές Εθνικές Εκπομπές 1990-2017  
 Table 7: Total National Emissions 1990-2017

Year	Main Pollutants					Particulate Matter				Priority Heavy Metals		
	NOx	VOC	SOx	NH3	CO	TSP	PM10	PM2.5	BC	Pb	Cd	Hg
	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Mg	Mg	Mg
1990	16,50	17,78	31,74	6,07	43,40	-	-	-	-	35,26	0,09	0,10
1995	19,06	17,66	39,64	7,44	38,13	-	-	-	-	40,97	0,09	0,11
2000	22,06	18,55	48,37	7,35	30,54	9,63	4,90	2,68	0,69	40,86	0,10	0,12
2005	21,37	22,12	37,88	7,48	26,68	6,61	4,14	2,22	0,59	20,17	0,09	0,10
2010	18,69	20,71	21,93	7,32	18,59	5,55	3,30	1,75	0,45	20,42	0,06	0,07
2015	15,12	12,98	13,02	6,21	14,03	2,72	1,88	1,16	0,30	16,02	0,05	0,10
2016	14,61	13,04	16,26	6,40	14,36	2,89	1,99	1,24	0,32	17,08	0,05	0,10
2017	14,52	13,26	16,47	6,48	13,84	3,05	2,05	1,29	0,33	18,38	0,05	0,10
2017-1990 (%1990)	-12%	-25%	-48%	7%	-68%	-	-	-	-	-48%	-38%	0%
2017-2000 (%2000)	-34%	-29%	-66%	-12%	-55%	-68%	-58%	-52%	-52%	-55%	-49%	-16%
2017-2005 (%2005)	-32%	-40%	-57%	-13%	-48%	-54%	-50%	-42%	-43%	-9%	-41%	3%

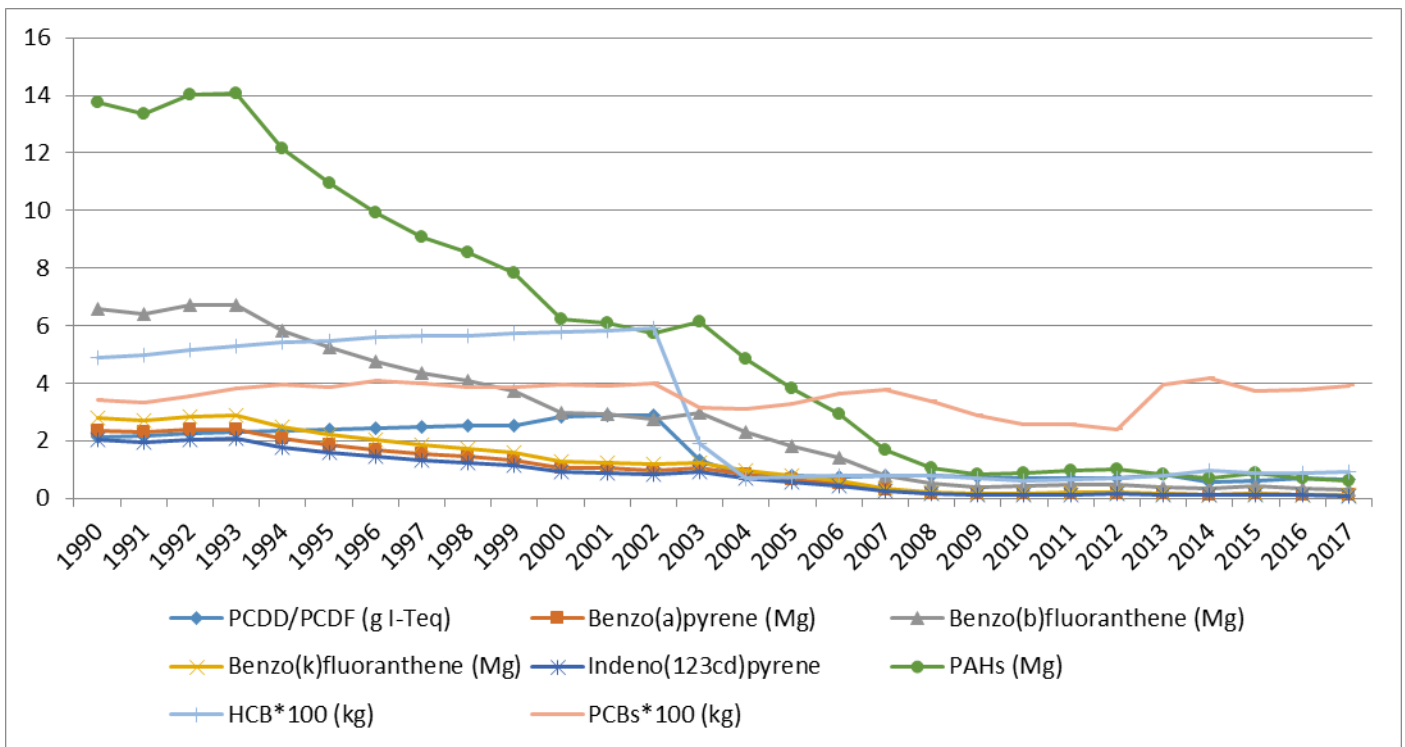
Year	Other Heavy Metals						POPs			
	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	PCDD/F	PAHs	HCB	PCBs
	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg	Mg	g I-Teq	Mg	kg	kg
1990	0,13	0,18	1,35	5,86	0,08	3,81	2,11	13,75	0,05	0,03
1995	0,16	0,22	1,72	7,25	0,10	4,67	2,38	10,95	0,05	0,04
2000	0,20	0,27	2,26	9,94	0,13	6,01	2,84	6,23	0,06	0,04
2005	0,23	0,29	2,37	12,05	0,14	6,95	0,79	3,80	0,01	0,03
2010	0,14	0,24	2,49	7,13	0,09	5,36	0,71	0,89	0,01	0,03
2015	0,13	0,22	2,10	5,29	0,09	4,58	0,61	0,89	0,01	0,04
2016	0,14	0,23	2,19	5,66	0,09	4,82	0,68	0,68	0,01	0,04
2017	0,14	0,24	2,27	5,62	0,09	4,90	0,66	0,60	0,01	0,04
2017-1990 (%1990)	5%	31%	68%	-4%	9%	28%	-69%	-96%	-81%	14%
2017-2000 (%2000)	-32%	-10%	0%	-43%	-27%	-19%	-77%	-90%	-84%	-1%
2017-2005 (%2005)	-41%	-17%	-4%	-53%	-33%	-30%	-16%	-84%	29%	19%



Σχήμα 20: Τάσεις εκπομπών για την περίοδο 1990-2017 (Κύριοι Ρύποι και Σωματίδια),  
 Figure 20: Emission trends for the period 1990-2017 (Main Pollutants and Particulates),



Σχήμα 21: Τάσεις εκπομπών για την περίοδο 1990-2017 (Βαρέα Μέταλλα),  
 Figure 21: Emission trends for the period 1990-2017 (Heavy Metals),



**Σχήμα 22:** Τάσεις εκπομπών για την περίοδο 1990-2017 (Έμμονοι Οργανικοί Ρύποι),  
**Figure 22:** Emission trends for the period 1990-2017 (Persistent Organic Pollutants),

## 5. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Τεχνική Έκθεση – Μετρήσεις Ποιότητας Ατμοσφαιρικού Αέρα στη Λευκωσία (Απρίλιος 1993 – Σεπτέμβριος 1994) – Κλάδος Επιθεώρησης Εργοστασίων, Υπηρεσία Ελέγχου Βιομηχανικής Ρύπανσης,
- Τεχνική Έκθεση – Μετρήσεις Ποιότητας Ατμοσφαιρικού Αέρα στη Λευκωσία (Απρίλιος 1993 – Μάρτιος 1999) – Κλάδος Επιθεώρησης Εργοστασίων, Υπηρεσία Ελέγχου Βιομηχανικής Ρύπανσης,
- Ιστοσελίδα Κλάδου Ποιότητας Αέρα: <http://www.airquality.gov.cy/>
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος <http://acm.eionet.europa.eu/reports>
- European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR), <http://prtr.ec.europa.eu/>
- [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE\\_%CF%81%CF%8D%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CF%81%CF%8D%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7)
- <http://www.eea.europa.eu/el/themes/air/intro>
- [http://www.pneumonologist.gr/article.php?article\\_id=51&lang=gr](http://www.pneumonologist.gr/article.php?article_id=51&lang=gr)
- <http://lap.physics.auth.gr/atmdiasp/simeiwseis/chapter2.pdf>