



Σχολή Θετικών Επιστημών & Τεχνολογίας

## Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

«Μελέτη, σύγκριση και συμπεράσματα για την  
ατμοσφαιρική ρύπανση σε δύο μεγάλα αστικά κέντρα  
(Αθήνα-Παρίσι), πριν και κατά την διάρκεια της περιόδου  
οικονομικής κρίσης στην Ελλάδα με βάση στοιχεία από το  
ΕΔΠΑΡ του ΥΠΕΝ και το LCSQA του αντίστοιχου  
Υπουργείου της Γαλλίας για το περιβάλλον.»

---

Θεοδόσιος Καρανικολόπουλος

ΑΜ : 131429

Επιβλέπων Α' : Κατσαούνης Αλέξανδρος

Αθήνα 2019



# Περίληψη

Η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της παγκόσμιας κοινότητας καθώς οι συνέπειες της αρχίζουν να γίνονται αισθητές (φαινόμενο θερμοκηπίου, καρκινογεννήσεις, κλπ).

Είναι δεδομένο ότι τα επίπεδα των αέριων ρύπων εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό και από το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων μιας περιοχής, ιδιαιτέρως αν υπάρχουν βίαιες μεταβολές σε αυτό. Έτσι μελετώνται τα δεδομένα αέριων ρύπων ενός μεγάλου αστικού κέντρου(Παρίσι) σε σχέση με ένα άλλο μεγάλο(Αθήνα) όπου εκδηλώθηκε μια τεράστια οικονομική κρίση και συγκρίνονται ετήσια και εποχικά δεδομένα.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι, εκτός από την μελέτη, και η εξαγωγή συμπερασμάτων, τόσο γενικότερα για τους αέριους ρύπους στα δύο μεγάλα αστικά κέντρα συγκρίνοντας τα δεδομένα, όσο και ο ρόλος που διαδραμάτισε η οικονομική κρίση στα επίπεδα των ρύπων σε σχέση με ένα αστικό κέντρο όπου επικρατούσε κανονικότητα στην οικονομική ανάπτυξη.

# Ευχαριστίες

Τις θερμότερες ευχαριστίες μου για την εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας οφείλω στον Α' επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Κατσαούνη Αλέξανδρο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, τις γνώσεις που μου χάρισε αναθέτοντάς μου το παρόν θέμα καθώς και για την υπομονή του όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επιπλέον την οικογένειά μου, για τη στήριξη που μου προσέφερε σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Μια ξεχωριστή αφιέρωση αυτής της εργασίας θα ήθελα να κάνω στον εκλιπόντα πατέρα μου που τον έχασα λίγο πριν την πρώτη προγραμματισμένη παρουσίαση.

Θεοδόσιος Καρανικολόπουλος

## Πίνακας Περιεχομένων

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ

1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	5
1.2 Κατηγορίες αέριων ρύπων.....	7

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΑΘΗΝΑ-ΠΑΡΙΣΙ(2010 ΚΑΙ ΕΠΕΙΤΑ)

2.1 Εισαγωγή.....	10
2.2 Γενική παράθεση και μελέτη σημαντικών στοιχείων ανά έτος για τα αστικά κέντρα Αθήνα Παρίσι.....	11
2.3 Ποιοτικές και ποσοτικές μεταβολές για κάθε αστικό κέντρο για σημαντικούς αέριους ρύπους.....	28
2.3.1 Σύγκριση ετήσιας διακύμανσης των διάφορων ρύπων για τη χρονική περίοδο 2006-2018.....	28
2.3.2 Σύγκριση εποχιακών διακυμάνσεων των διάφορων ρύπων για τη χρονική περίοδο 2006-2018.....	34

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ

3.1 Εισαγωγή.....	44
3.2 Συμπεράσματα για τον ρόλο της οικονομικής κρίσης στην αέρια ατμοσφαιρική ρύπανση με βάση μελέτης το παράδειγμα Αθήνα-Παρίσι.....	45
3.3 Εξαγωγή συμπερασμάτων για τους παράγοντες που προκαλούν αλλαγές στην ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω οικονομικών συνθηκών.....	47
3.4 Γενικά συμπεράσματα για επιρροή των ατμοσφαιρικών ρύπων από μεταβολές βιοτικού επιπέδου.....	48

Βιβλιογραφία.....	50
-------------------	----

## Εισαγωγή στην μελέτη των αέριων ρύπων

### 1.1 Ιστορική Αναδρομή

1. Η ρύπανση του περιβάλλοντος αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της παγκόσμιας κοινότητας. Η ύπαρξή του ως ένα μείζον πρόβλημα άρχισε να γίνεται αντιληπτή από την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα αλλά και γενικά από την παγκόσμια κοινωνία στο δεύτερο μισό του προηγούμενου αιώνα. Όμως, χρειάστηκαν ακόμα λίγες δεκαετίες ώστε να συνειδητοποιηθεί ότι ένα από τα σημαντικότερα είδη της περιβαλλοντικής ρύπανσης αποτελεί η ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς τις προηγούμενες δεκαετίες όλοι επικεντρωνόντουσαν στις εμφανείς ενδείξεις ρύπανσης που αφορούσαν το υδάτινο και χερσαίο περιβάλλον. Παρ'όλα αυτά εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση εντοπίζει την ύπαρξη της από την εποχή που ο άνθρωπος αρχίζει με την καύση να παράγει CO, CO<sub>2</sub> κλπ. Ύστερα γίνεται εντονότερη η ύπαρξή της, όταν αρχίζει η χρήση γαιάνθρακα στην Β. Ευρώπη τον 14ο αιώνα και μάλιστα αυτό έγινε αντιληπτό και περιορίστηκε η χρήση μέσω φορολογικών κινήτρων και αντικινήτρων στην Αγγλία. Αντίστοιχα και η Γαλλία συνειδητοποίησε το πρόβλημα και το 1810 εξέδωσε νόμο για αδειοδότηση εμπορικών δραστηριοτήτων αλλά και αδειοδότησης και ελέγχου των ατμοκινητήρων. Λίγο αργότερα πολλές πολιτείες των ΗΠΑ εφάρμοσαν διάφορους νόμους για το πρόβλημα της αιθάλης από τις καύσεις(Ξενοφών Βερύκιος, Πάτρα 2003).

Τώρα, στην κινητοποίηση της παγκόσμιας κοινότητας για την ατμοσφαιρική ρύπανση σημαντικό ρόλο "έπαιξε" η εμφανής υποβάθμιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα αλλά και η πλέον τεκμηριωμένη και αποδεκτή άποψη για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τις γενικότερες επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων στην κλιματική αλλαγή αλλά και στην κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη (που θα απασχολήσει ιδιαίτερος αυτή την εργασία).

Χαρακτηριστικό της εγρήγορσης πλέον που άρχισε να παρουσιάζει η παγκόσμια κοινότητα αποτελεί η έκθεση που συνέταξε η Διακυβερνητική Ομάδα Εμπειρογνομόνων(ΔΟΕΑΚ) για τα προβλήματα αλλαγής του κλίματος που περιείχε αποτελέσματα για τις πιθανές αλλαγές του κλίματος αλλά και την επίδραση των κλιματικών αλλαγών στη κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη (Κώστας Βαρώτσος,Kirill Kondratyev,2000). Αυτή η έκθεση αποτέλεσε και την βάση για το σχέδιο της συμφωνίας Πλαίσιο για την κλιματική αλλαγή στη δεύτερη συνδιάσκεψη του ΟΗΕ το 1992.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση βέβαια επειδή συνδέεται άμεσα, όπως θα αναλυθεί και παρακάτω, με τον σύγχρονο τρόπο ζωής δεν είναι δυνατό να εξαφανιστεί, αλλά δύναται να βελτιώνεται η ποιότητα του περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας τις νέες τεχνολογίες, ώστε να μην αποτελούν μόνο αιτία ρύπανσης αλλά και να συμμετέχουν στην μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων, ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα, που είναι έντονο το πρόβλημα.Αυτό οδήγησε την παγκόσμια κοινότητα στην αναθεώρηση των πολιτικών της για την αντιμετώπιση της ρύπανσης και τελικά την υπογραφή του συμφώνου του Παρισιού το 2015 που προβλέπει δραστικές μειώσεις των αέριων ρύπων και αυστηρά μέτρα για την τήρηση των κανόνων.Δυστυχώς εδώ πρέπει να αναφερθεί η αναθεώρηση και τελικά μη συμφωνία με αυτούς τους όρους των ΗΠΑ, ενός κράτους λόγω και του μεγέθους του αποτελεί κύρια πηγή στα ποσοστά των ρύπων παγκοσμίως.

## 1.2 Κατηγορίες αέριων ρύπων και ιδιότητες αέριων ρύπων

2. Κατ' αρχάς ρύπος είναι οποιαδήποτε ουσία εμφανίζεται στον αέρα και ενδέχεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και/ή στο περιβάλλον στο σύνολό του. Ως ατμοσφαιρικοί ρύποι ορίζονται αέρια ή αερολύματα(aerosols) τα οποία συναντώνται στην ατμόσφαιρα σε συγκεντρώσεις που απειλούν την ομαλή διαβίωση και υγεία των οργανισμών και παρεμποδίζουν και μεταβάλλουν την ομαλή λειτουργία των οικοσυστημάτων(Χάρης Καμπερίδης,2004)

.

Μία πρώτη κατηγοριοποίηση είναι ο τρόπος εκπομπής η σχηματισμούς τους. Έτσι αν εκπέμπονται κατευθείαν από την πηγή στην ατμόσφαιρα και επιβαρύνουν την ποιότητα του αέρα τότε είναι πρωτογενείς. Αντίθετα όταν οι πρωτογενείς υποστούν μετατροπές στην ατμόσφαιρα μέσω χημικών διεργασιών ή φωτοχημικών αντιδράσεων τότε πρόκειται για δευτερογενείς ρύπους.

Τώρα η βασική κατηγοριοποίηση αφορά τους βασικούς ρύπους (prioritypollutants) και είναι αυτοί για τους οποίους έχουν αναπτυχθεί και εφαρμόζονται πρότυπες μέθοδοι δειγματοληψίας και προσδιορισμού των συγκεντρώσεών τους, έχουν θεσπιστεί όρια εκπομπών στις πηγές και στον ατμοσφαιρικό αέρα και λειτουργούν εθνικά δίκτυα παρακολούθησής τους στα μεγάλα αστικά κέντρα. Είναι εμφανές ότι με αυτούς τους ρύπους θα ασχοληθούμε στην μελέτη της εργασίας αυτής για τους οποίους υπάρχουν όπως προκύπτει και από τον ορισμό τους τα απαραίτητα στατιστικά στοιχεία. Οι βασικοί ρύποι είναι οι εξής:



- Το διοξείδιο του θείου(  $\text{SO}_2$ ): Πρόκειται για άχρωμο αέριο που δύναται να οξειδώνεται σε αιωρούμενες σταγόνες νερού και έτσι συμβάλλει στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Κυριότερη φυσική πηγή αποτελούν τα ηφαίστεια ενώ ανθρωπογενείς πηγές είναι η καύση γαιάνθρακα(50% της συνολικής εκπομπής) και η καύση πετρελαίου όπου οφείλεται στο 25-30% της παγκόσμιας εκπομπής. Η όξινη βροχή με τις επιπτώσεις στο οικοσύστημα και η εισπνοή θεικών ενώσεων που είναι επιβλαβείς για τον οργανισμό αποτελούν τις σημαντικότερες επιπτώσεις(*Ξενοφών Βερύκιος, 2003*).
- Το διοξείδιο του αζώτου  $\text{NO}_2$  και τα οξείδια( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ): Το μεγαλύτερο ποσοστό των δύο αυτών ενώσεων οφείλεται σε φυσικές πηγές (ηφαίστεια, αστραπές) ενώ κύρια ανθρώπινη πηγή είναι η καύση ορυκτών καυσίμων. Κύριες επιπτώσεις του είναι τα αναπνευστικά προβλήματα που προκαλούν και η γρήγορη γήρανση στους φυτικούς οργανισμούς(*Ξενοφών Βερύκιος, 2003*)..
- Το μονοξείδιο του άνθρακα  $\text{CO}$ : Πρόκειται για άχρωμο άγευστο αέριο αλλά πολύ επικίνδυνο λόγω της τοξικότητάς του. Έχει μικρότερο βάρος από τον αέρα και κύρια πηγή του αποτελούν οι μηχανές εσωτερικής καύσης και γενικότερα οι διεργασίες καύσης που τελικά παράγουν  $\text{CO}_2$ (*Ξενοφών Βερύκιος, 2003*).. Προκαλεί υποξαιμία και γενικότερα επηρεάζει τις ευπαθείς ομάδες με καρδιακές παθήσεις κλπ.
- Το όζον  $\text{O}_3$ : Είναι ισχυρό οξειδωτικό και μεγάλο μέρος βρίσκεται στην τροπόσφαιρα. Πρόκειται κυρίως για δευτερογενή ρύπο αφού σχηματίζεται με την βοήθεια της ακτινοβολίας και διοξειδίου του αζώτου και ένα μέρος μεταφέρεται με διεργασίες στην στρατόσφαιρα όπου αποτελεί φίλτρο για την υπεριώδη ακτινοβολία. Με την εξαφάνισή του έχουμε και το φαινόμενο της τρύπας του όζοντος. Καταστρέφει τους φυτικούς ιστούς και επηρεάζει τους ιστούς των πνευμόνων στον ανθρώπινο οργανισμό και γενικά αποτελεί ερεθιστική ουσία για τα μάτι(*Ξενοφών Βερύκιος, 2003*).α.

- Τα αιωρούμενα σωματίδια: Είναι μείγματα από οργανική ή ανόργανη ύλη που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα. Κύριες πηγές τους ανθρωπογενείς είναι οι καύσεις, οι μεταφορές, η θέρμανση κτιρίων και η ηλεκτροπαραγωγή. Εισχωρούν στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και ανάλογα το μέγεθός τους μπορούν να προκαλέσουν από απλά αναπνευστικά προβλήματα μέχρι και επικίνδυνα που αφορούν τους πνεύμονες κλπ(Ξενοφών Βερύκιος, 2003).
- Οι πτητικές οργανικές ενώσεις VOC: Μία σημαντική κατηγορία ρύπων που περιλαμβάνει οργανικές ενώσεις όπως υδρογονάνθρακες, αλογονάνθρακες και οξυγονούχες ενώσεις. Πηγές τους αποτελούν η εξάτμιση και διύλιση πετρελαίου, ατελείς καύσεις, εξάτμιση διαλυτών, βιομηχανικές διεργασίες κ.α. Είναι κύρια πηγή του φαινομένου του θερμοκηπίου και του φαινομένου της τρύπας του όζοντος. Μερικές ενώσεις είναι και καρκινογόνες για τον ανθρώπινο οργανισμό(Ξενοφών Βερύκιος, 2003)..

## Εισαγωγή στην μελέτη των αέριων ρύπων(2010 και έπειτα)

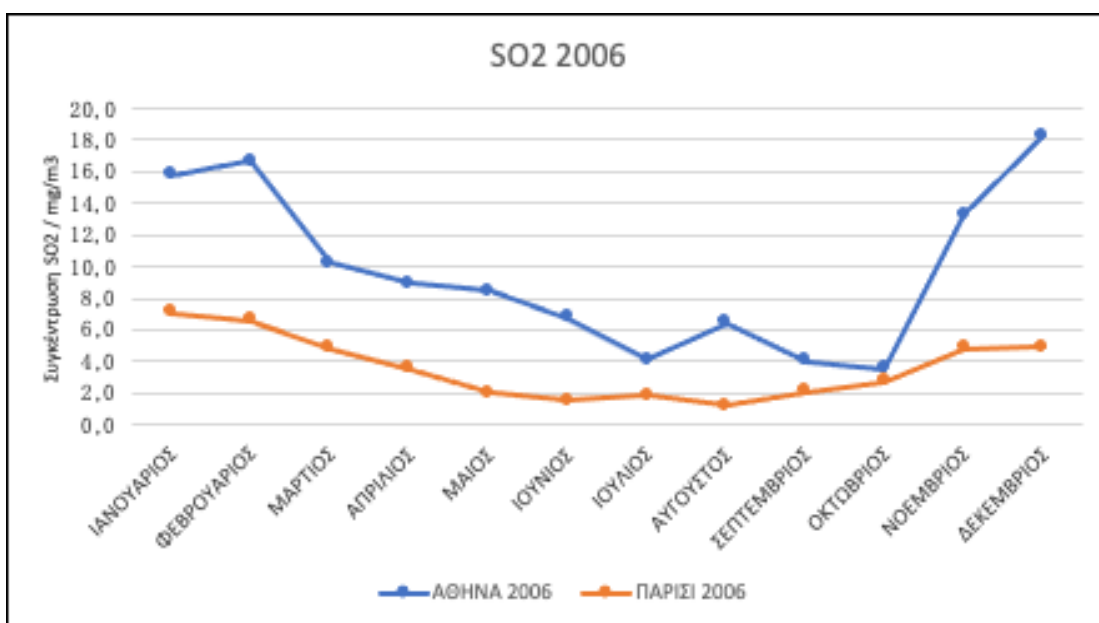
### 2.1.Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά, παράθεση και σύγκριση στατιστικών στοιχείων που αφορούν τους αέριους ρύπους στο Παρίσι και την Αθήνα. Επειδή η εργασία εστιάζει στις διαφορές και τις επιπτώσεις που άρχισαν να παρατηρούνται με την οικονομική κρίση στην Ελλάδα είναι προφανές ότι θα χρησιμοποιηθούν στοιχεία που αφορούν την περίοδο κυρίως μετά το 2010 με λίγες μόνο αναφορές σε προηγούμενα χρόνια ώστε να γίνει εμφανής η διαφορά. Έτσι θα έχουμε αντιπαράθεση μετρήσεων για τα δύο αστικά κέντρα για τους ίδιους ρύπους ώστε να εντοπιστούν ποσοτικές μεταβολές που εξαρτώνται από την εποχικότητα και μας οδηγούν στα ανάλογα συμπεράσματα. Η δειγματοληψία που θα ακολουθείται επιλέχθηκε με βάση τα εξής κριτήρια:

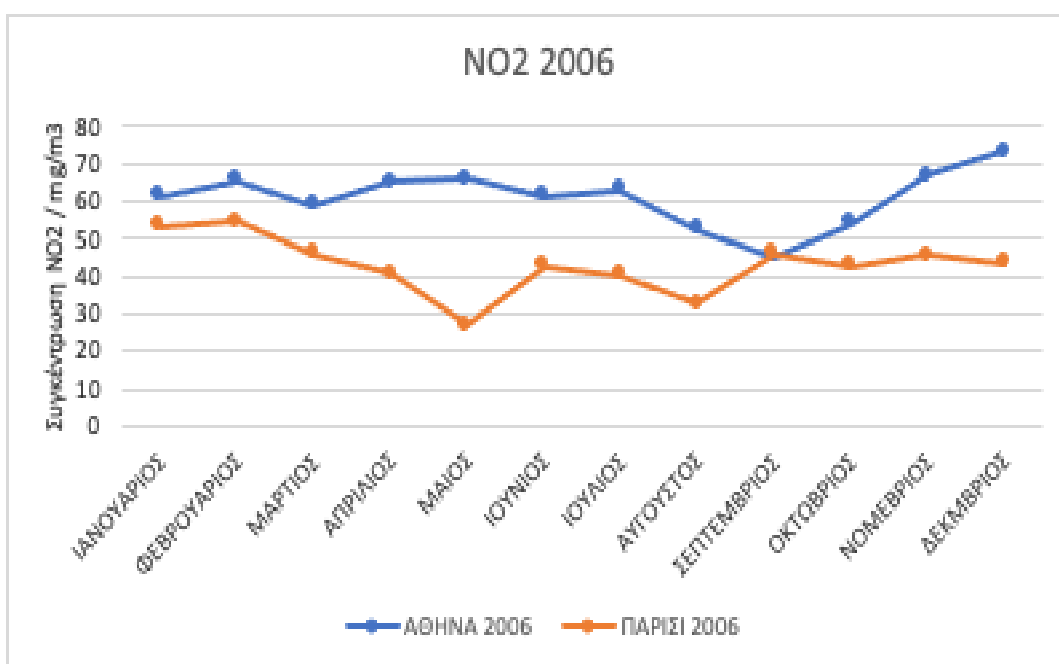
- A. Το γενικό κριτήριο της οικονομικής κρίσης που αναφέρθηκε παραπάνω και αφορά την εστίαση έπειτα από το 2010
- B. Τα κύρια χαρακτηριστικά των ρύπων και των πηγών τους οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι διεργασίες καύσης επηρεάζουν αρκετά τις συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων και επομένως η μελέτη θα εστιαστεί στην σύγκριση στοιχείων κατά τους χειμερινούς μήνες κυρίως όπου λόγω της ανάγκης θέρμανσης ίσως παρατηρηθούν περισσότερες μεταβολές.
- C. Για να είναι αντιπροσωπευτικό και να εξάγουμε καλύτερα συμπεράσματα θα υπάρχουν στοιχεία οπωσδήποτε για κάθε χρόνο για τουλάχιστον ένα είδος ρύπου

## 2.2.Γενική παράθεση και μελέτη σημαντικών στοιχείων ανά έτος των αέριων ρύπων για τα αστικά κέντρα Αθήνα-Παρίσι

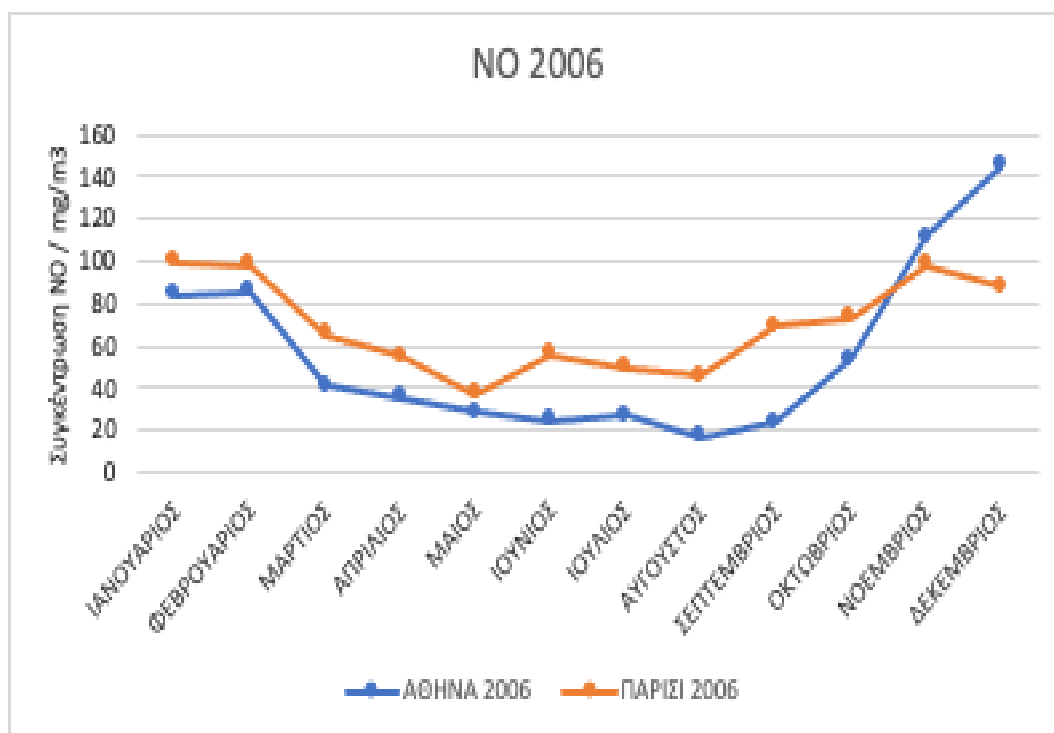
### Έτος 2006



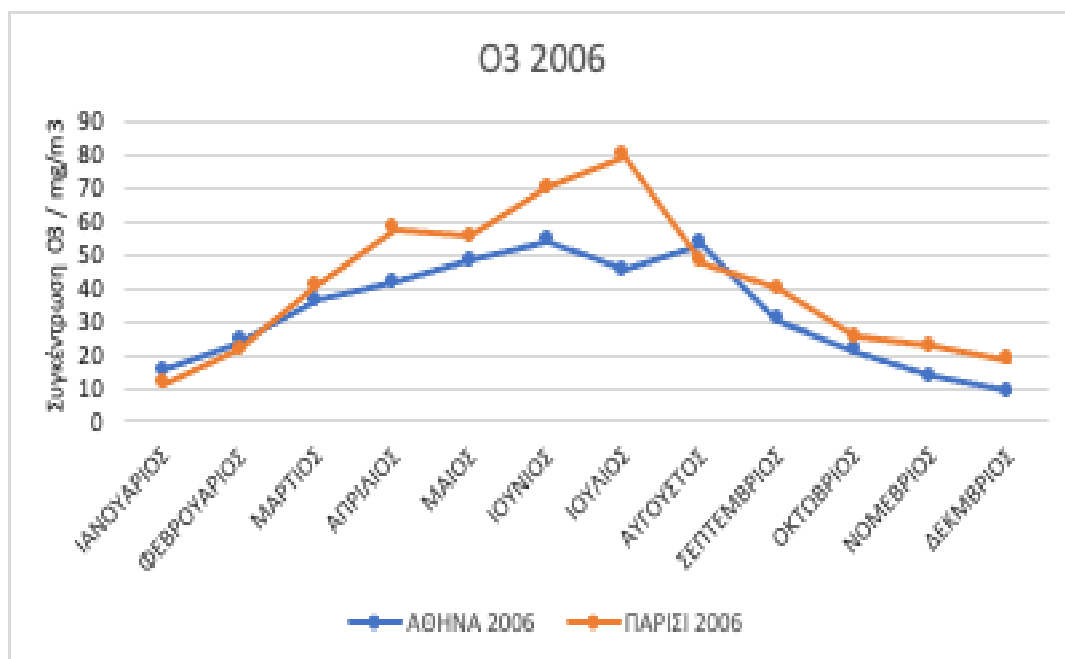
Σχήμα 2.2.1: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης SO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2006



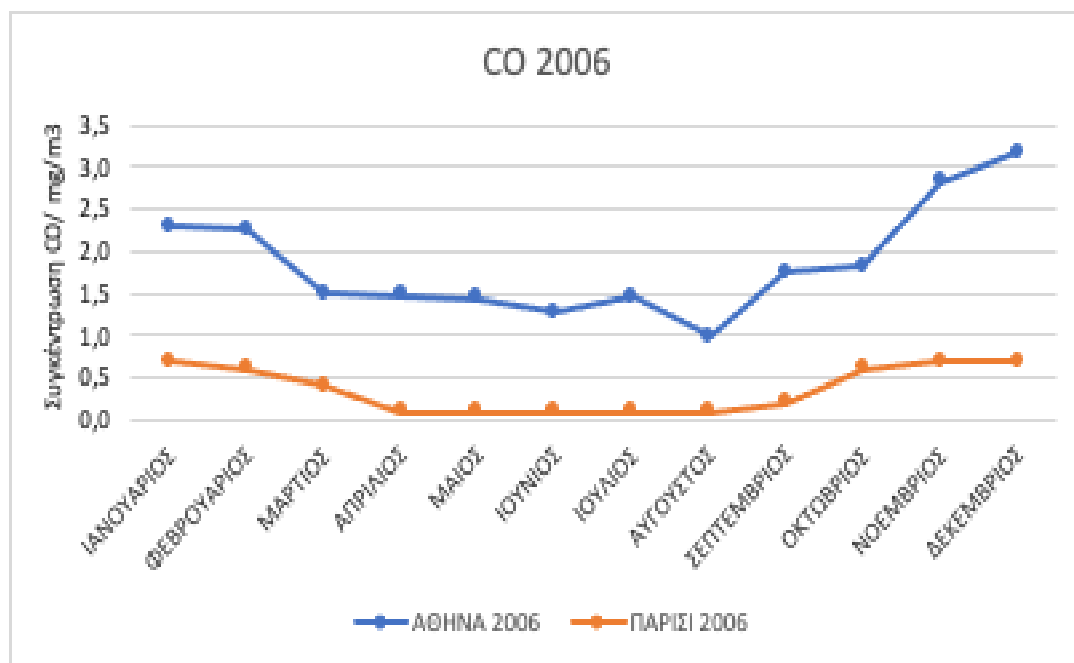
Σχήμα 2.2.2: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2006



Σχήμα 2.2.3: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2006



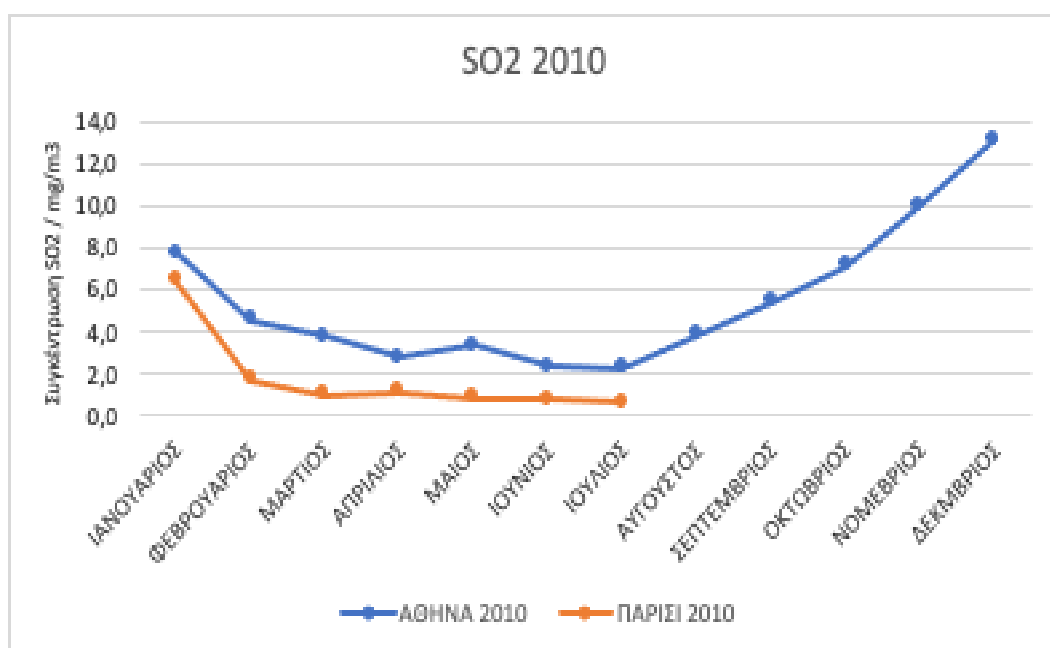
Σχήμα 2.2.4: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης O3 στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2006



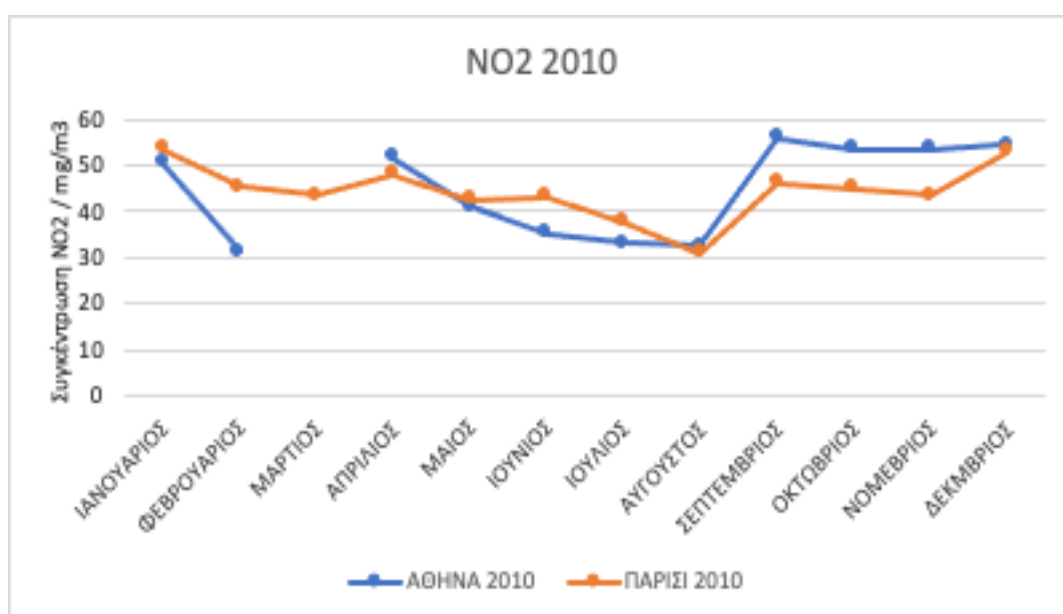
Σχήμα 2.2.5: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης CO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2006

Μελετώντας τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι κατά το έτος 2006, μια χρονική περίοδος που δεν έχουν εμφανιστεί σημάδια παγκόσμιας ούτε εθνικής οικονομικής κρίσης, το διοξείδιο του θείου, το διοξείδιο του αζώτου αλλά και συντριπτικά το μονοξείδιο του άνθρακα είναι σε μεγαλύτερες ποσότητες στην περιοχή της Αθήνας σε σχέση με το κέντρο του Παρισιού. Αντίθετα οι ποσότητες του μονοξειδίου του αζώτου και του όζοντος είναι μεγαλύτερες στο Παρίσι.

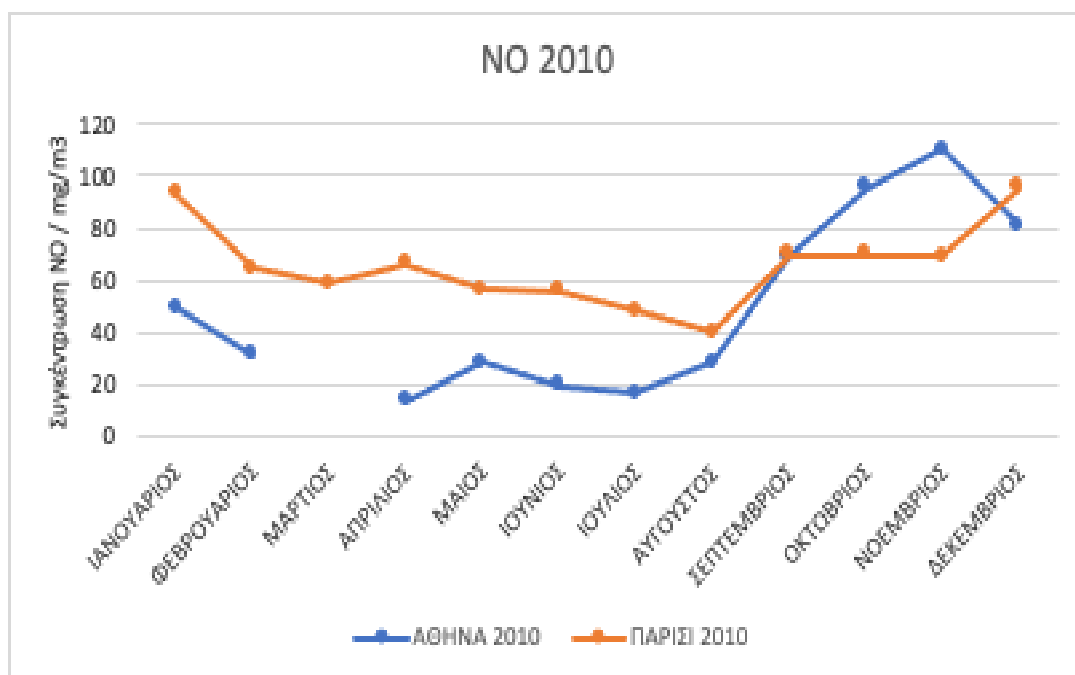
## Έτος 2010



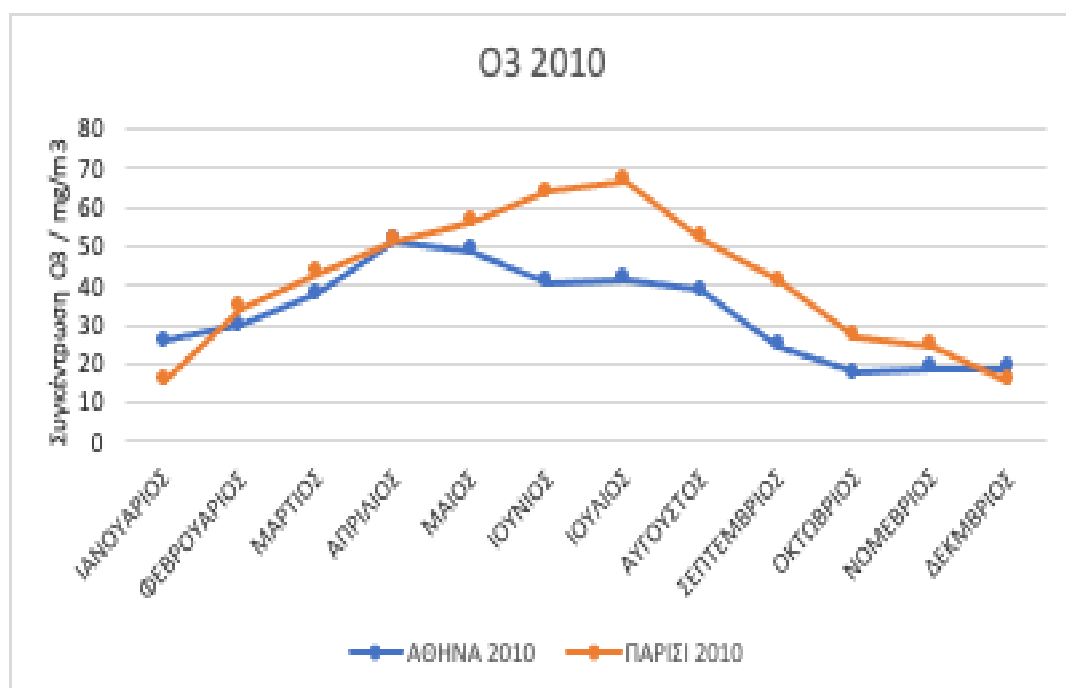
Σχήμα 2.2.6: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης SO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2010



Σχήμα 2.2.7: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2010

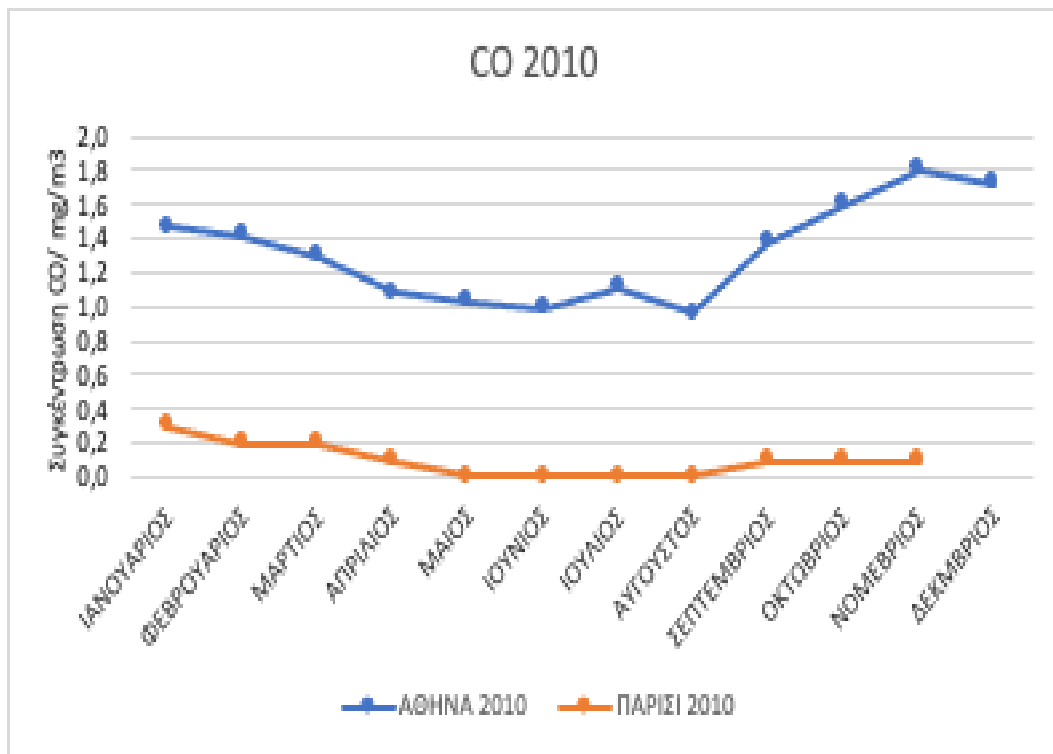


Σχήμα 2.2.8: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2010



Σχήμα 2.2.9: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης O3 στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2010

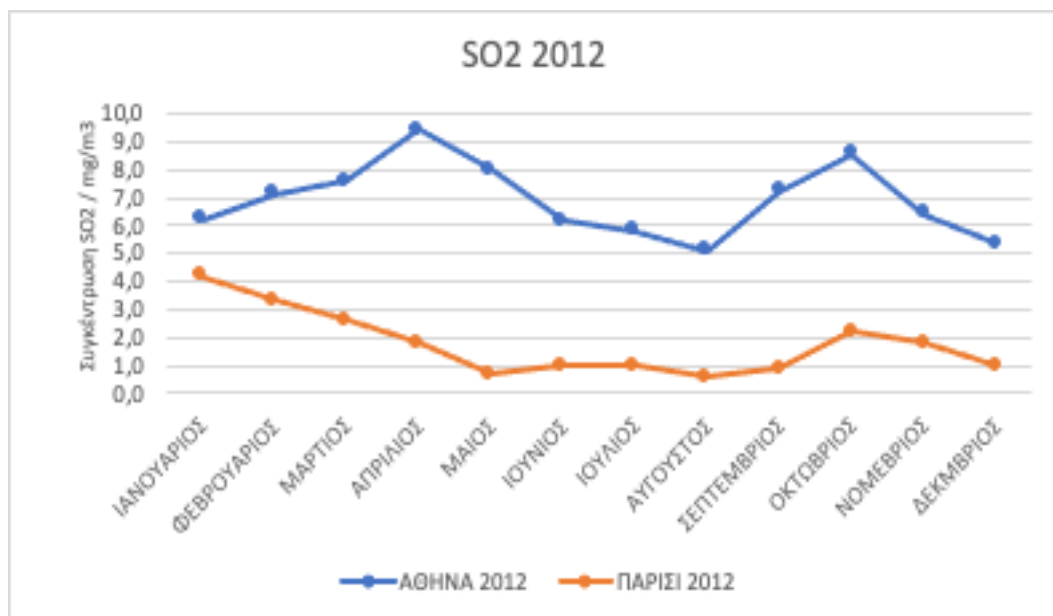




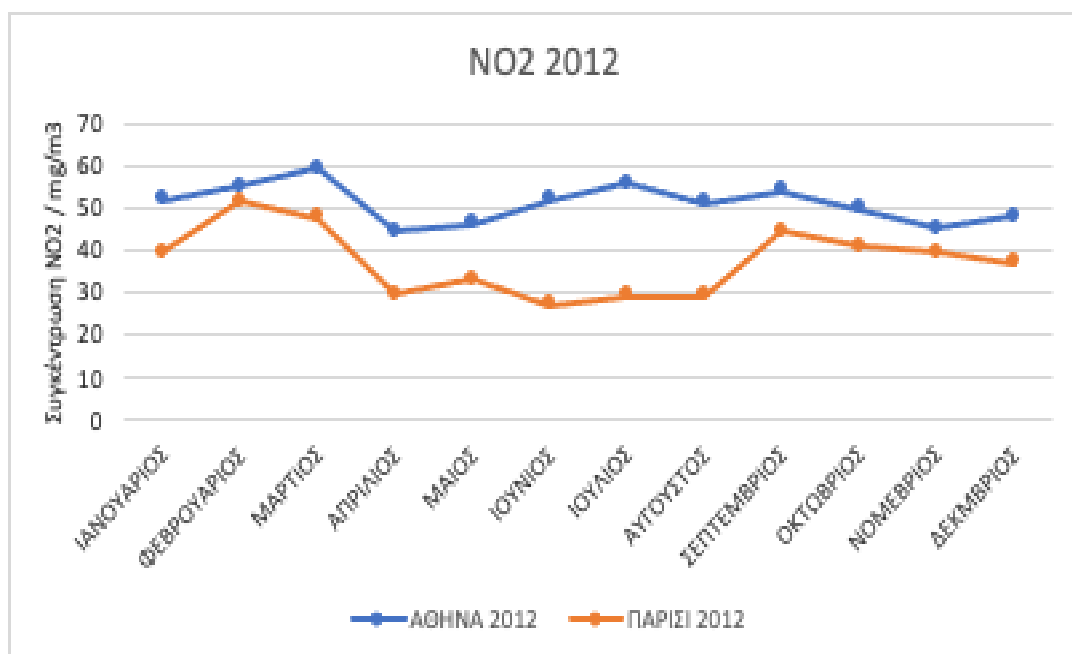
Σχήμα 2.2.10: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης CO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2010

Παρατηρώντας τα στατιστικά των αέριων ρύπων στα παραπάνω διαγράμματα για το έτος 2010 ,που αποτελεί το έτος ορόσημο για την εκδήλωση της οικονομικής κρίσης στην Ελλάδα και αφού έχει προηγηθεί η έναρξη της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης, παρουσιάζεται μια παρόμοια διακύμανση με το 2006 με βασική αλλαγή στο οξείδιο του αζώτου στην Ελλάδα που αυξάνεται και ξεπερνάει κάποιες χρονικές στιγμές τα αντίστοιχα επίπεδα του Παρισιού.

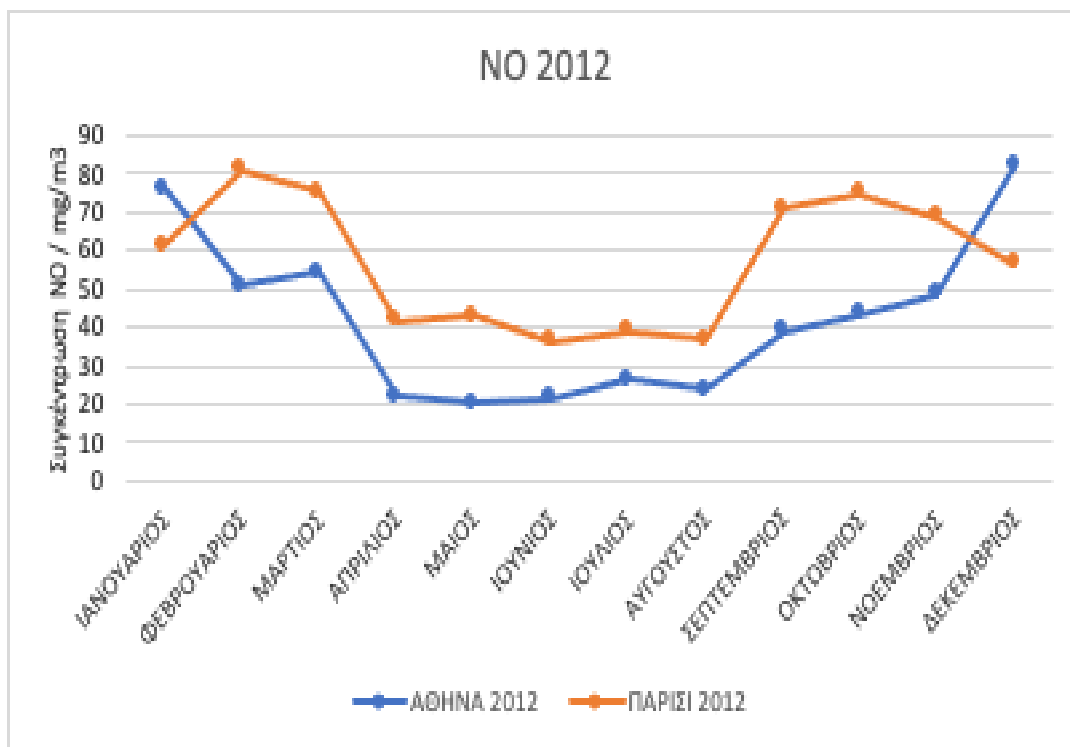
## Έτος 2012



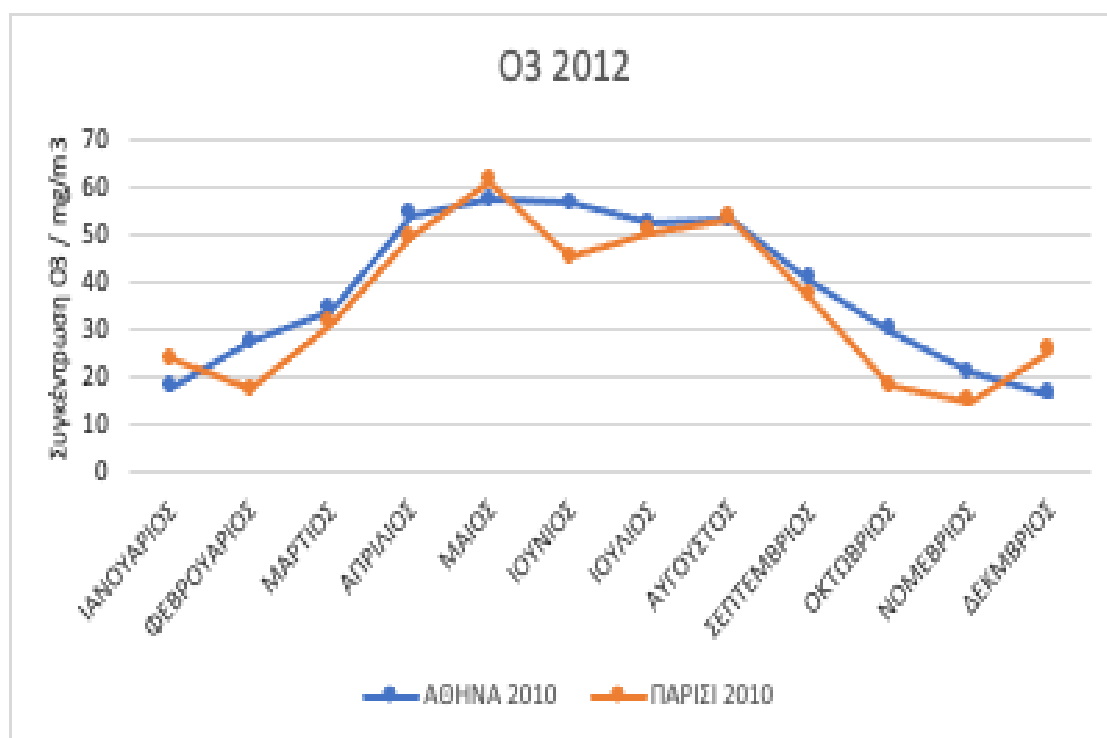
Σχήμα 2.2.11: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης SO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2012



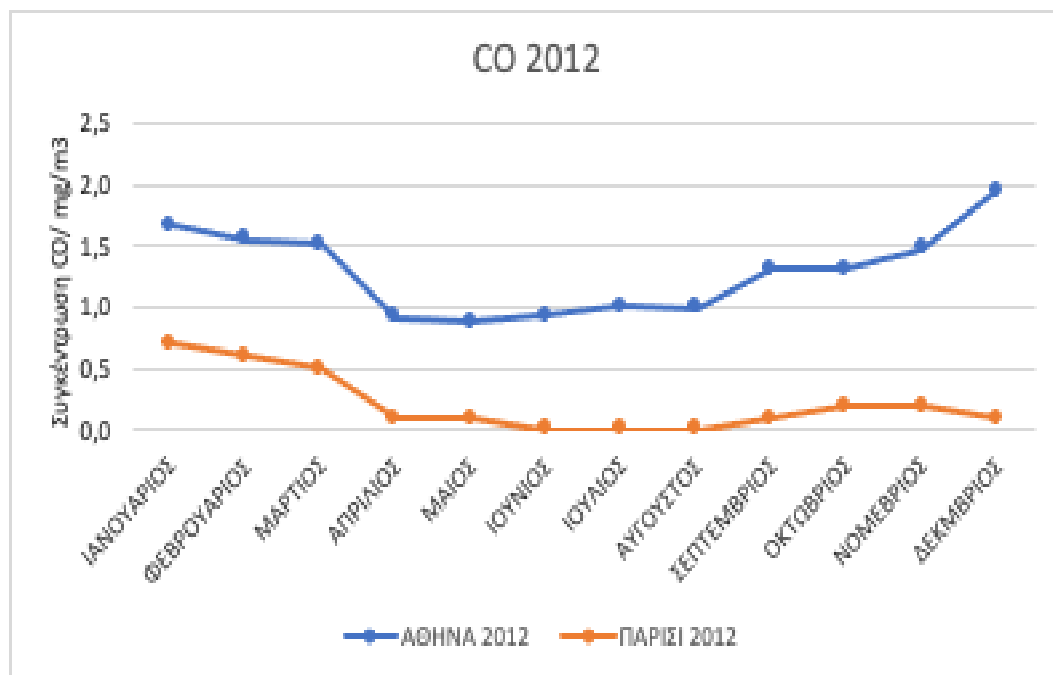
Σχήμα 2.2.12: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2012



Σχήμα 2.2.12: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2012



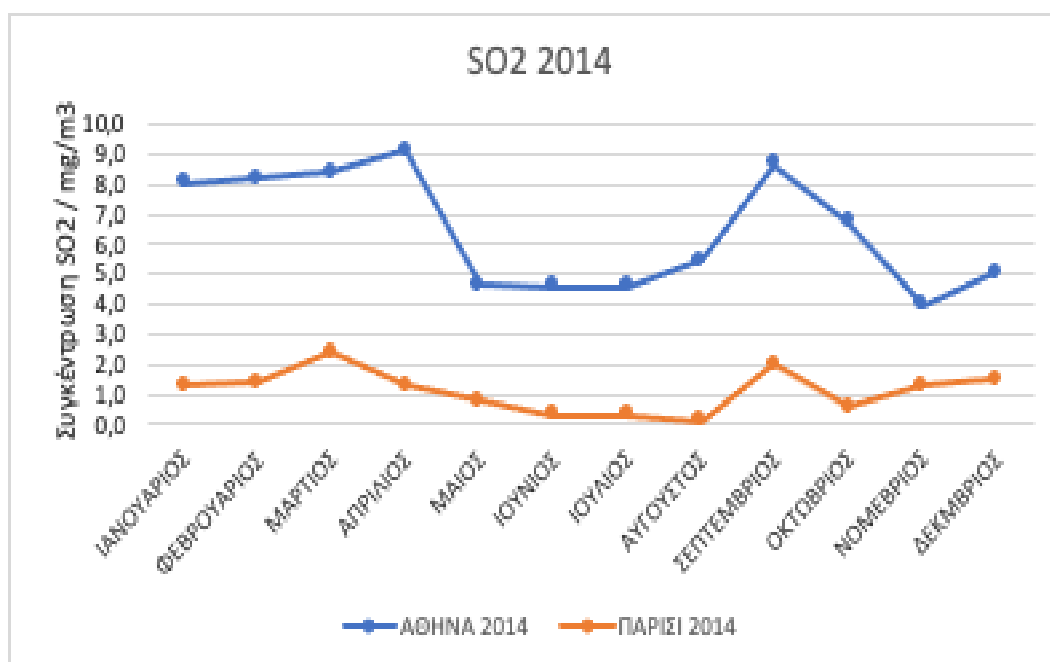
Σχήμα 2.2.14: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης O3 στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2012



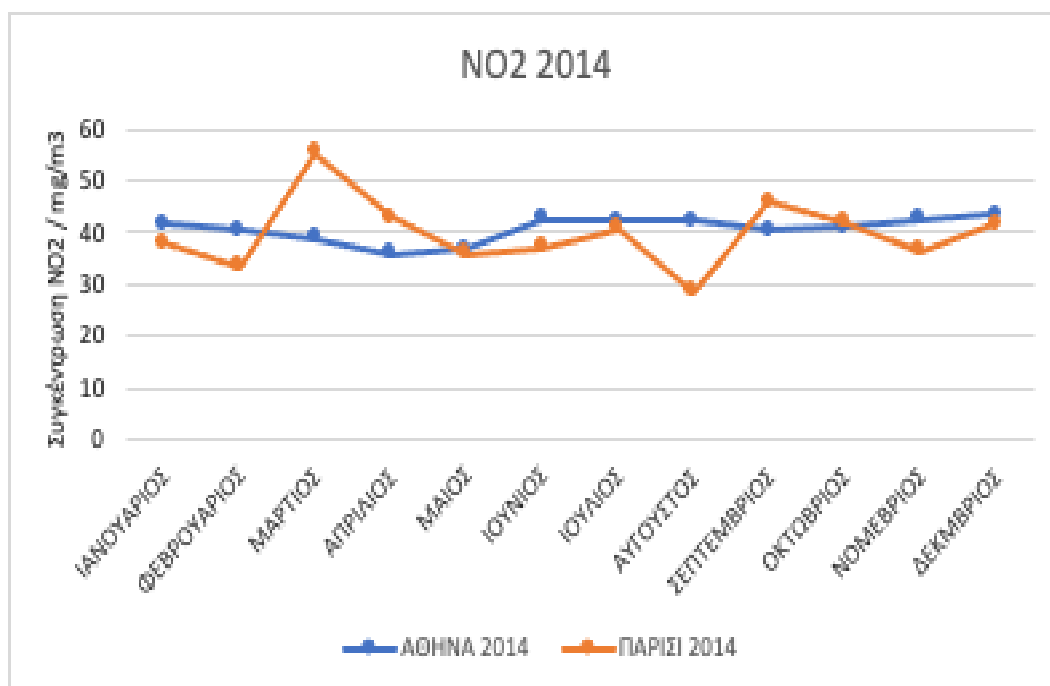
Σχήμα 2.2.15: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης CO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2012

Σύμφωνα τώρα με τα παραπάνω στοιχεία για το 2012, η κύρια μεταβολή που μπορεί να παρατηρηθεί προς το παρόν, πριν τη συνολική ανάλυση που θα γίνει παρακάτω, είναι η εμφανής αύξηση των επιπέδων του όζοντος στο αστικό κέντρο της Αθήνας που ξεπερνούν αυτά στο Παρίσι. Οι αιτίες θα αναλυθούν στη συνέχεια.

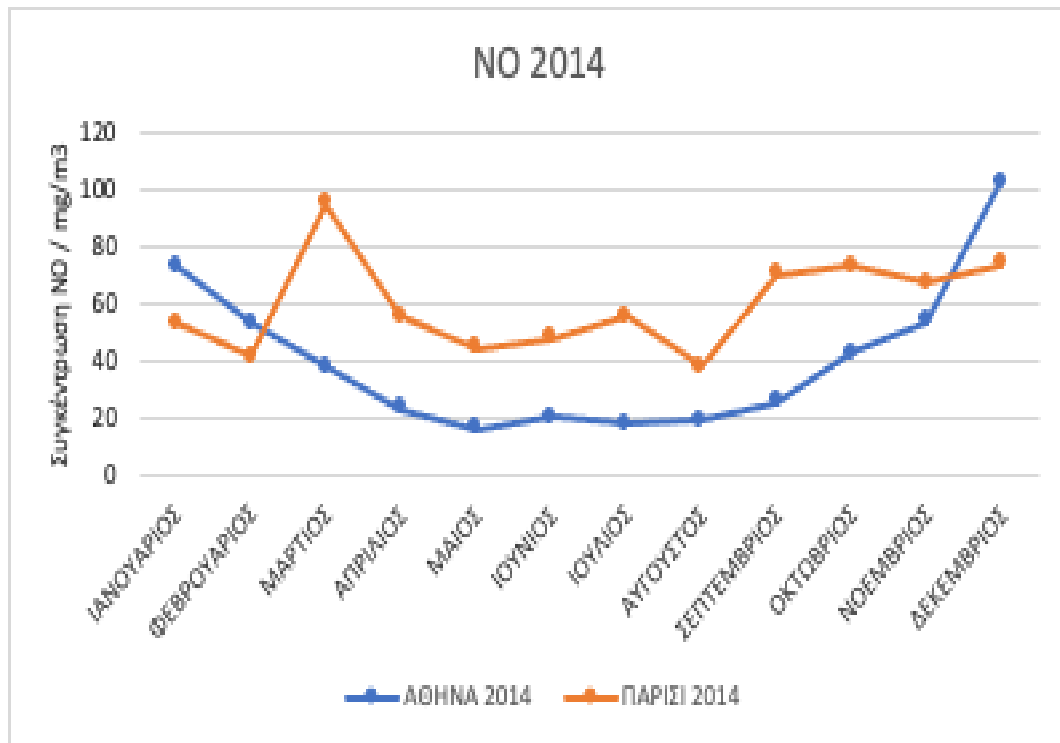
## Έτος 2014



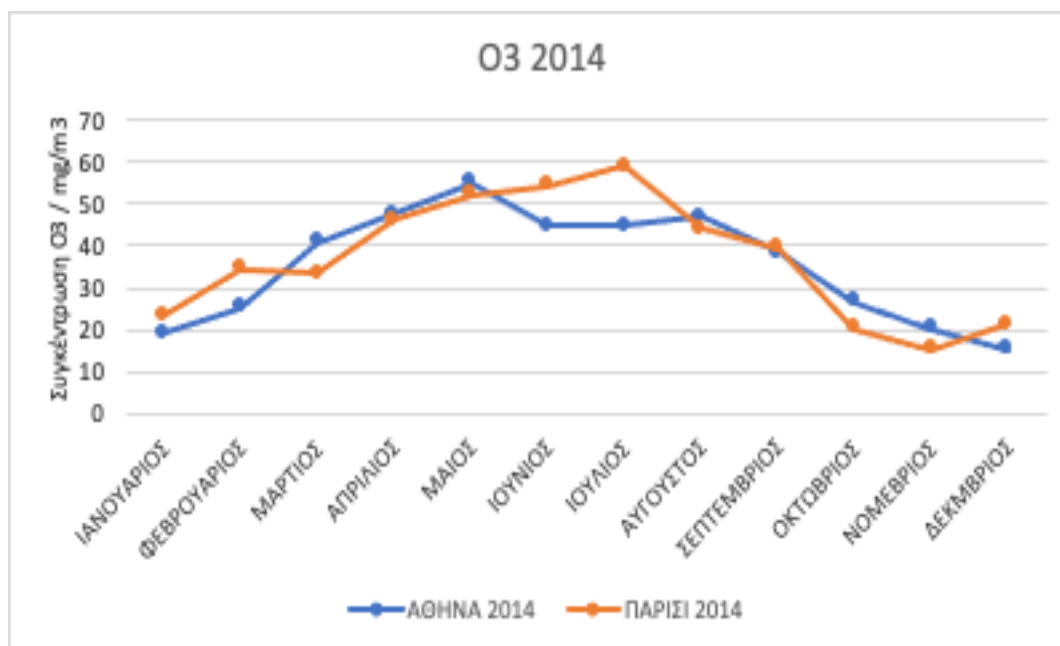
Σχήμα 2.2.16: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης SO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2014



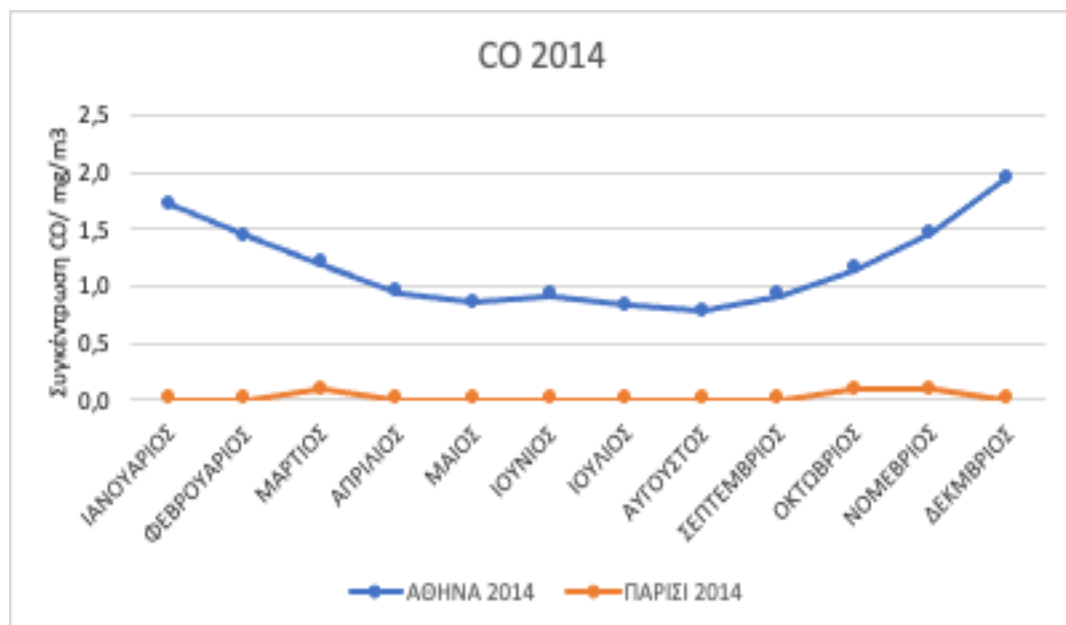
Σχήμα 2.2.17: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2014



Σχήμα 2.2.18: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2014



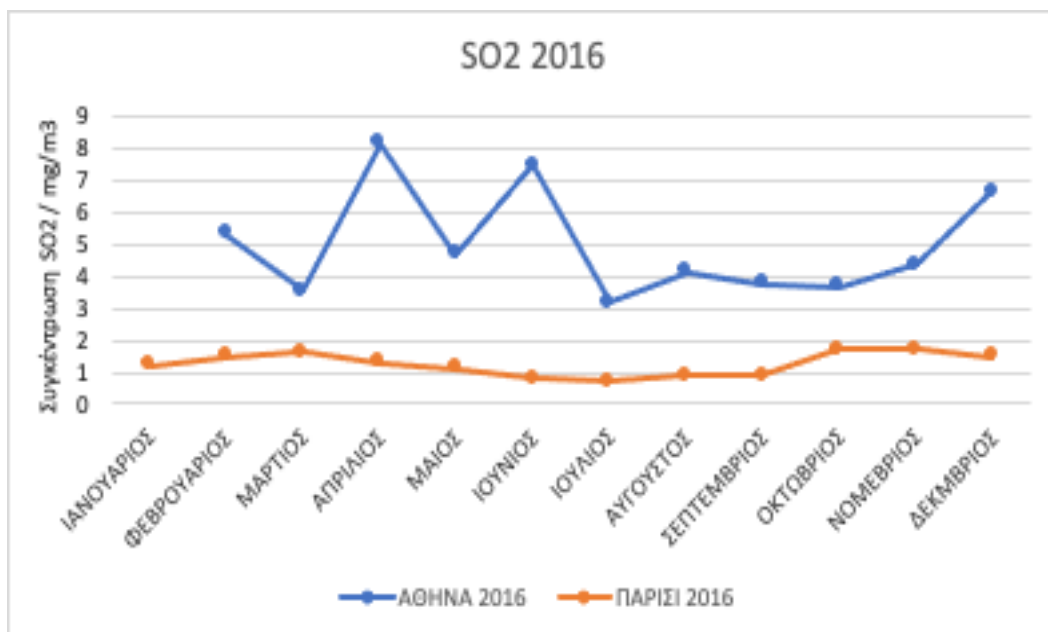
Σχήμα 2.2.19: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης O3 στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2014



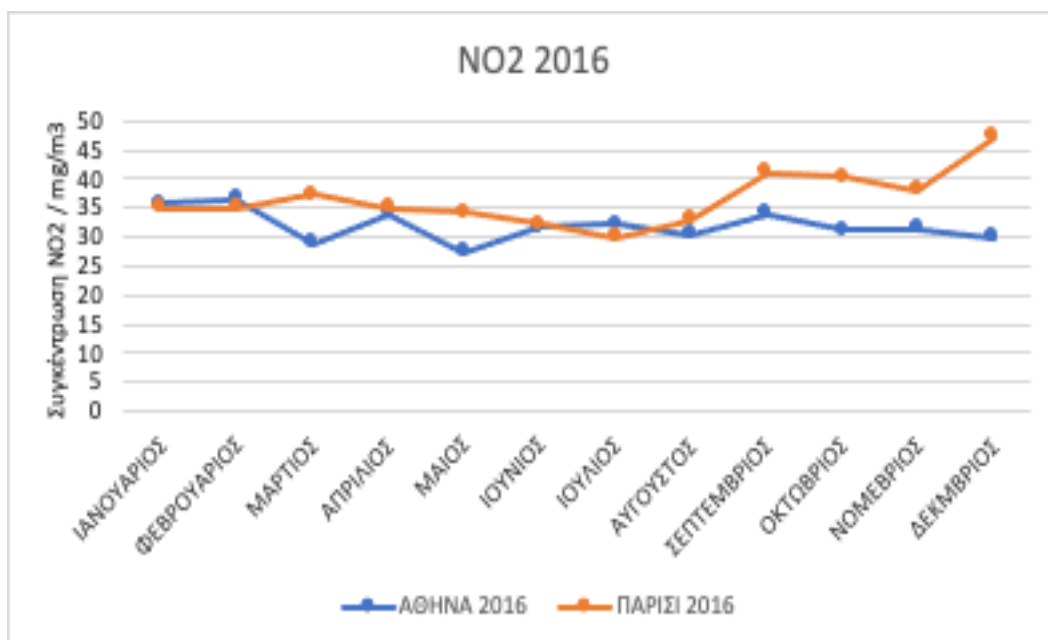
Σχήμα 2.2.20: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης CO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2014

Από τα παραπάνω γραφήματα για το έτος 2014 μπορεί να παρατηρηθεί γενικότερα μια ίδια κατάσταση με αυτή του 2012 όσον αφορά σε ποια πόλη οι ποσότητες των αέριων ρύπων είναι μεγαλύτερες από την άλλη.

## Έτος 2016

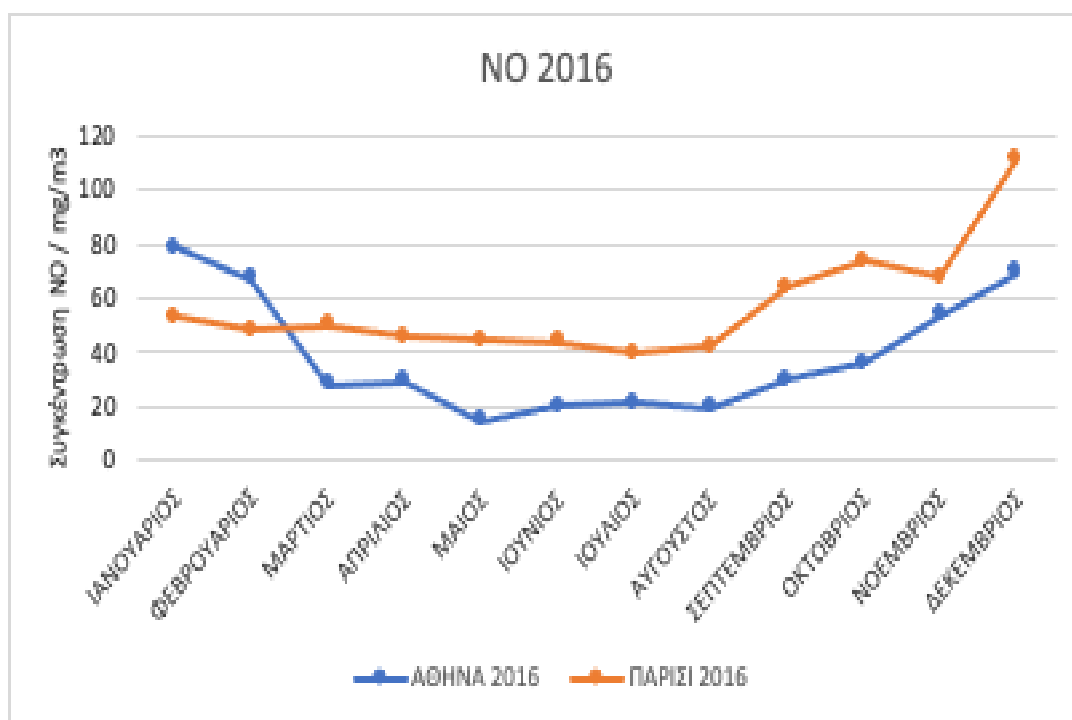


Σχήμα 2.2.21: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης SO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2016

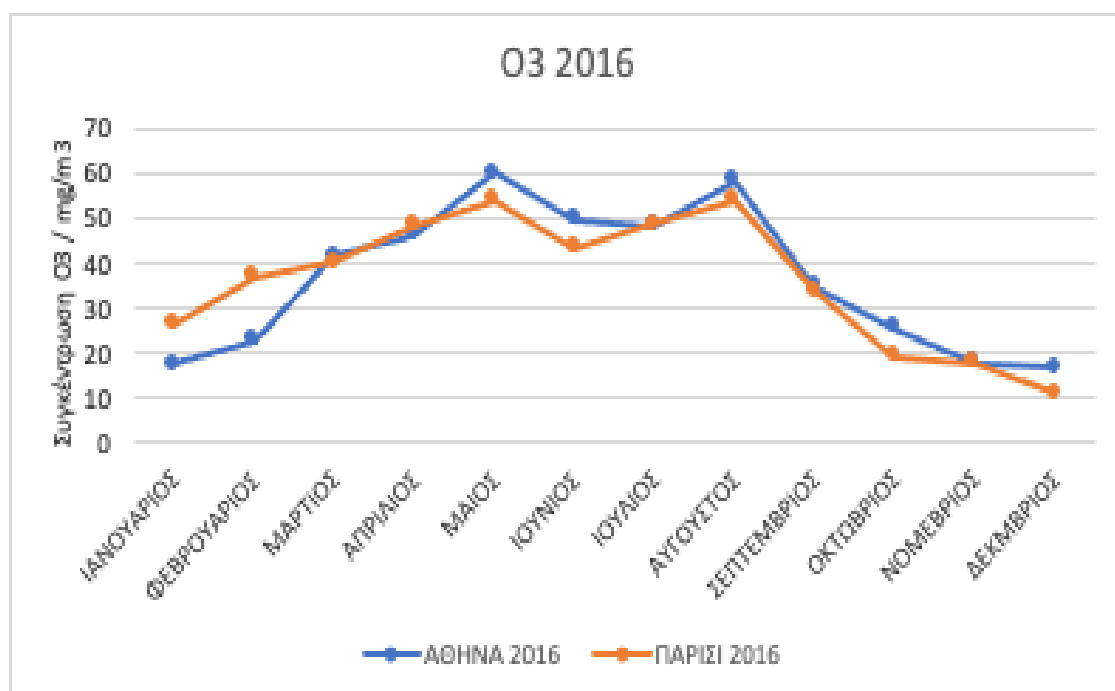


Σχήμα 2.2.22: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2016

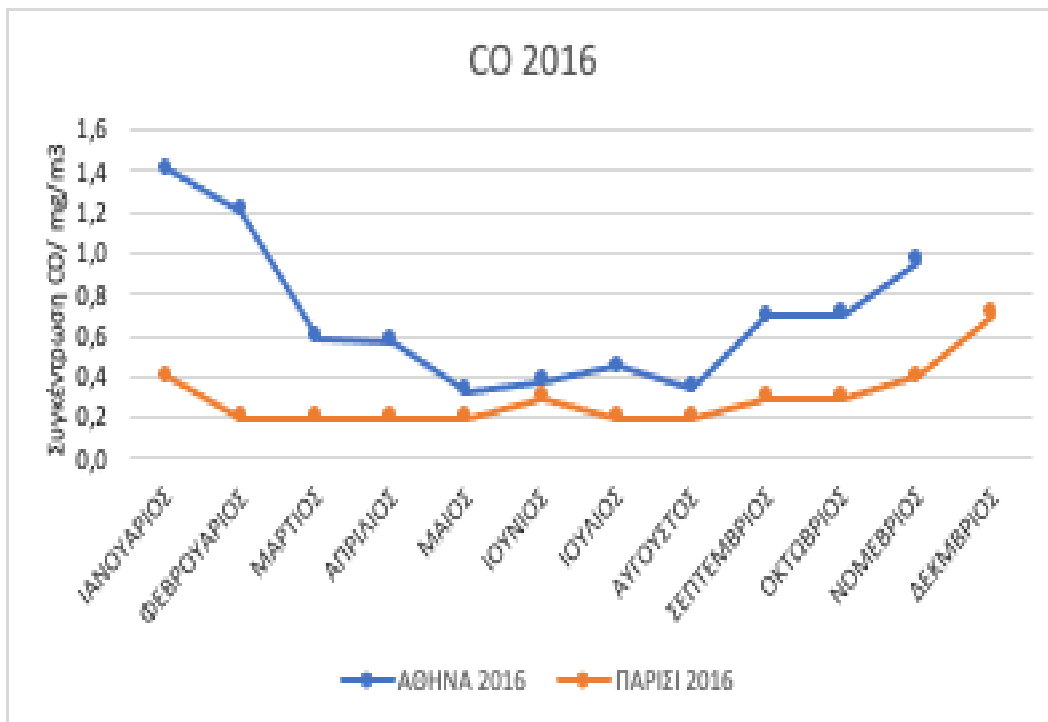




Σχήμα 2.2.23: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2016



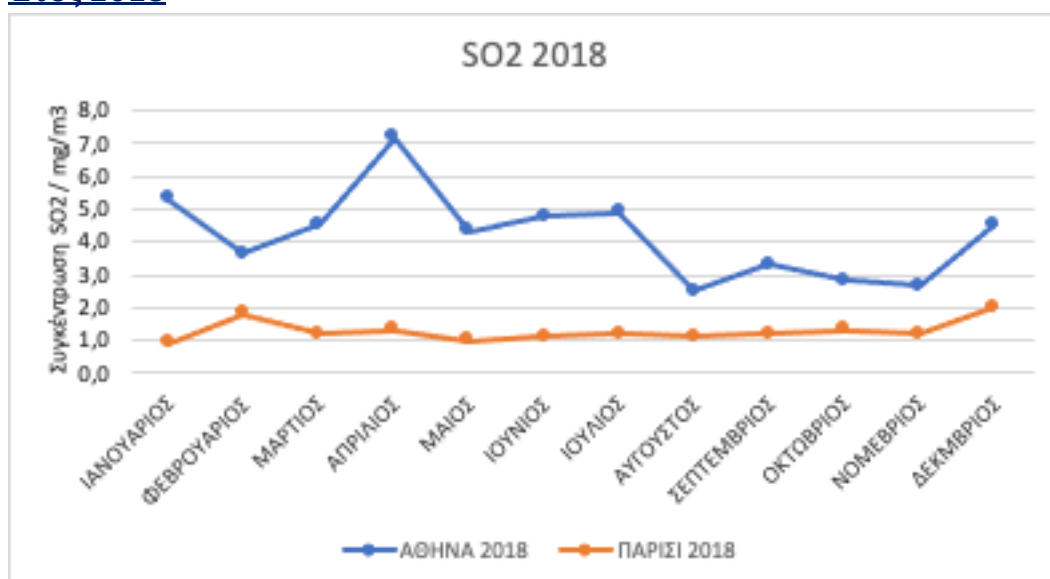
Σχήμα 2.2.24: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης O3 στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2016



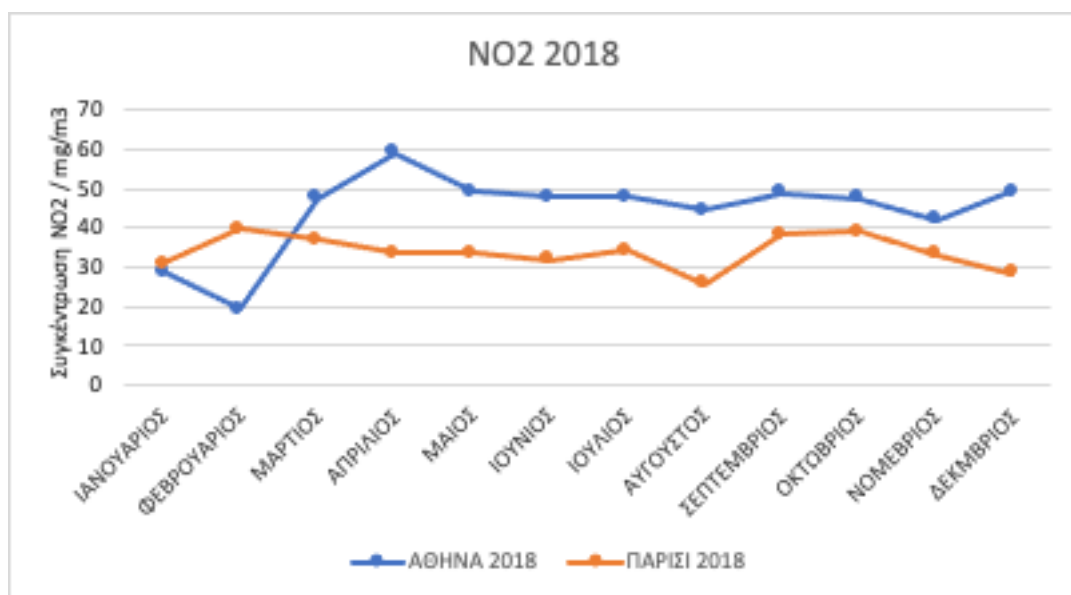
Σχήμα 2.2.25: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης CO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2016

Όπως το 2014 παραπάνω, έτσι και κατά την περίοδο του 2016 δεν εντοπίζονται μεγάλες ανακατατάξεις στις ποσότητες των αέριων ρύπων που μελετώνται. Άξιο αναφοράς είναι η αύξηση των επιπέδων CO που παρατηρούνται στο αστικό κέντρο του Παρισιού.

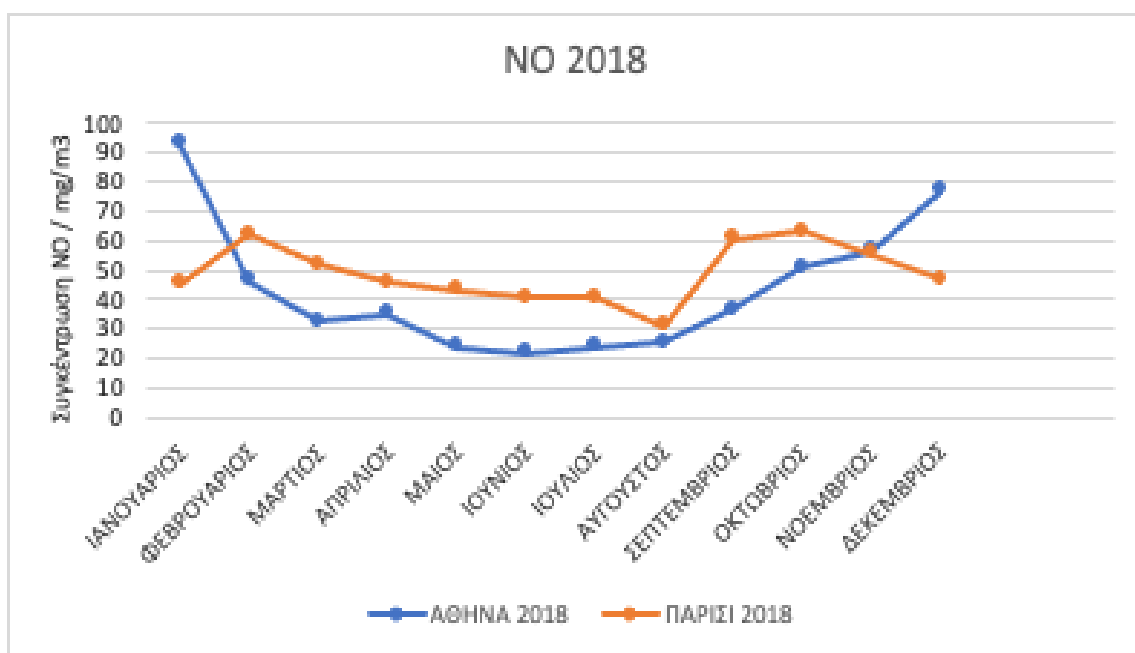
### Έτος 2018



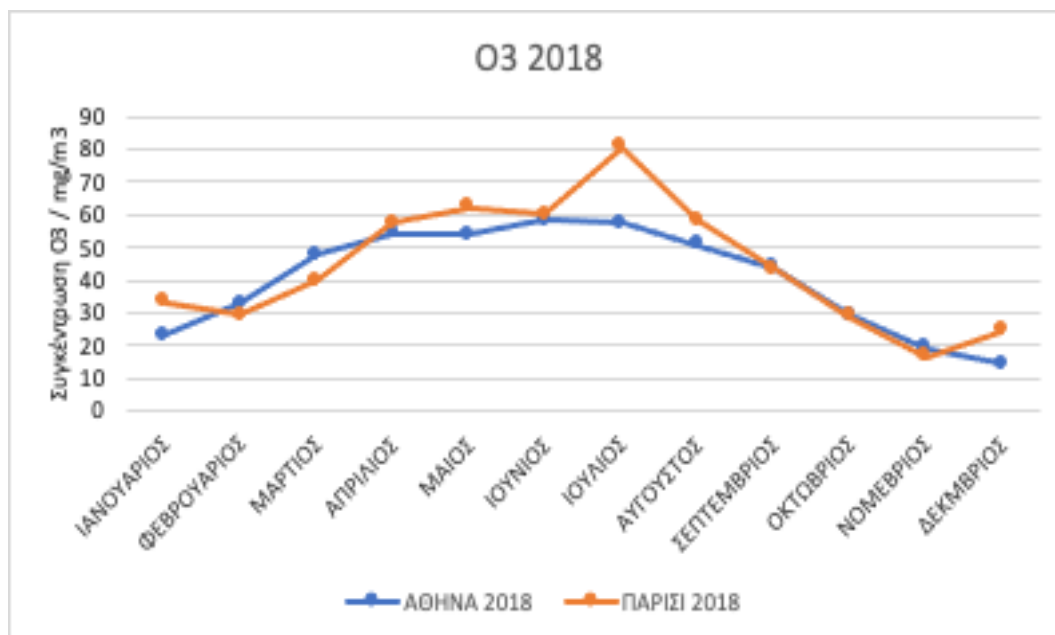
Σχήμα 2.2.26: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης SO2 στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2018



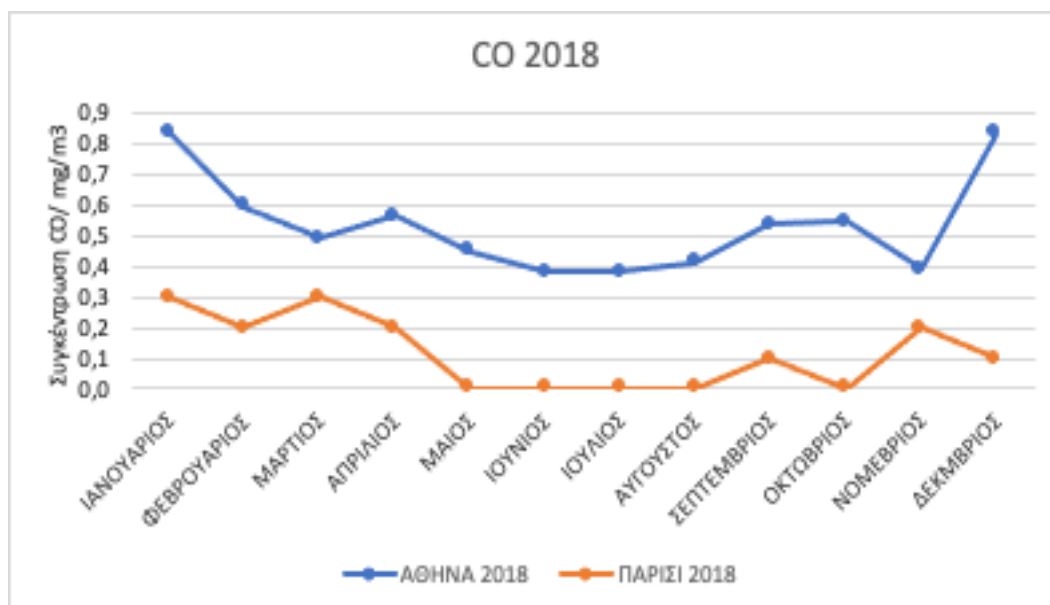
Σχήμα 2.2.27: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2018



Σχήμα 2.2.26: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης NO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2018



Σχήμα 2.2.29: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης O<sub>3</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2018



Σχήμα 2.2.30: Μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης CO στην Αθήνα και στο Παρίσι για το έτος 2018

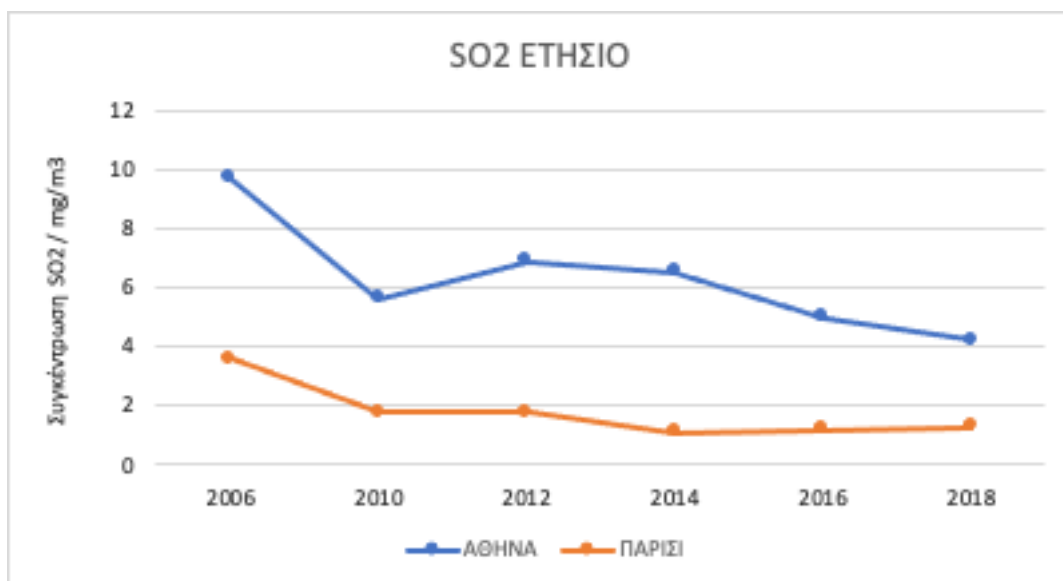
Τέλος κατά το έτος 2018 όπου σιγά σιγά η οικονομική κρίση στην Ελλάδα ομαλοποιείται παρατηρείται μια παρόμοια διακύμανση με το έτος 2016 όσον αφορά τους αέριους ρύπους με κύριο ποσοτικό χαρακτηριστικό σε αυτή την χρονιά την μεγάλη μείωση της ποσότητας CO κάτω από το όριο του 1 mg/m<sup>3</sup>.

Όλες οι παραπάνω γενικές παρατηρήσεις που έγιναν θα αναλυθούν και θα αιτιολογηθούν παρακάτω που λαμβάνονται υπόψιν και οι ετήσιες και εποχικές διακυμάνσεις και μπορούν να εξαχθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα.

## **2.3 Ποιοτικές και ποσοτικές μεταβολές για κάθε αστικό κέντρο για διάφορους σημαντικούς αέριους ρύπους**

### **2.3.1 Σύγκριση ετήσιας διακύμανσης των διάφορων ρύπων για τη χρονική περίοδο 2006-2018**

Σε αυτό το τμήμα ακολουθούν τα διαγράμματα για κάθε ρύπο και την ετήσια διακύμανση του για τα έτη που μελετήθηκαν για το κάθε αστικό κέντρο. Επομένως θα εξαχθούν τα αντίστοιχα συμπεράσματα για κάθε ρύπο και τις αυξομειώσεις του με την πάροδο των ετών για τα τις δύο μεγάλες πόλεις.

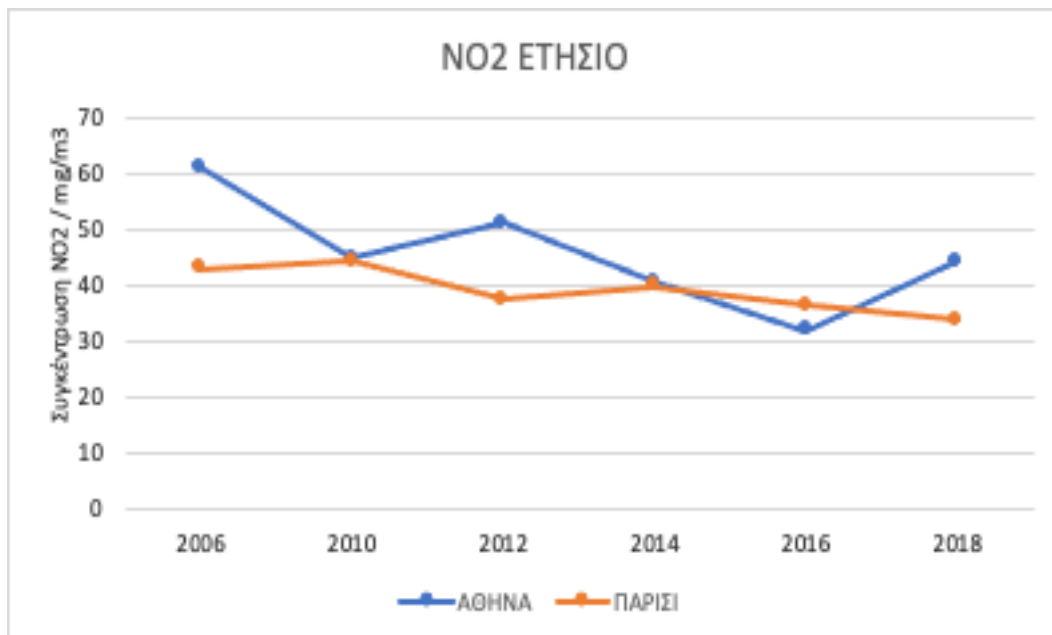


Σχήμα 2.3.1: Ετήσιες τιμές συγκέντρωσης SO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Το SO<sub>2</sub> αποτελεί έναν από τους βασικότερους αέριους ρύπους με κύρια πηγή τις καύσεις. Επομένως όπως φαίνεται στο διάγραμμα το 2006 οι αυξημένες ανάλογα ποσότητες και στα δύο αστικά κέντρα είναι απόρροια της μη ύπαρξης πολλών νέων τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον. Έτσι η φυσική εξέλιξη των επιπέδων αυτού του ρύπου τα επόμενα χρόνια θα ήταν η συνεχόμενη μείωση με την χρήση νέων τεχνολογιών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αφού υπάρχει μια έκρηξη ανάπτυξης σε αυτό τον τομέα την τελευταία δεκαετία.

Παρ' όλα αυτά παρατηρείται μια μικρή αύξηση στην Αθήνα από το 2010 που συμπίπτει με την εκδήλωση της οικονομικής κρίσης έως και το 2014 που αρχίζει να ομαλοποιείται η κατάσταση. Τα αίτια θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο που αφορά τον άμεσο συσχετισμό με την οικονομία.

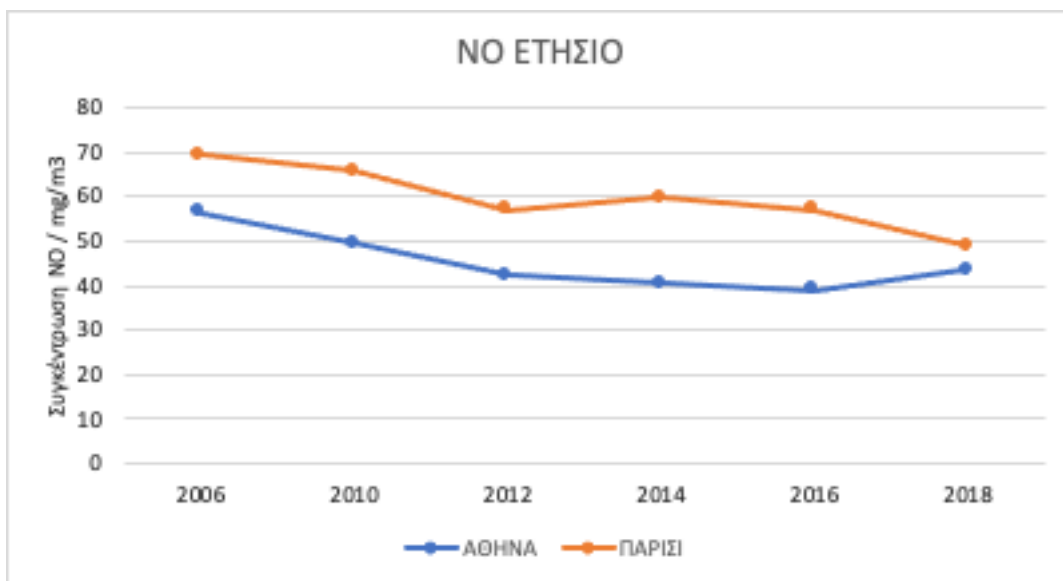
Αντίστοιχα στο Παρίσι παρατηρούμε μια συνεχιζόμενη μείωση και τελικά σταθεροποίηση των ποσοτήτων τα τελευταία χρόνια. Αυτή η σταθεροποίηση οφείλεται και στην συνεχώς αυξανόμενη ανάπτυξη βιομηχανικά αλλά και πληθυσμιακά του Παρισιού αφού αποτελεί οικονομικό κέντρο της Ευρώπης.



Σχήμα 2.3.2: Ετήσιες τιμές συγκέντρωσης NO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Το διοξείδιο του αζώτου NO<sub>2</sub> ,ένας άλλος βασικός αέριος ρύπος, προέρχεται εκτός από φυσικές πηγές από καύσεις ορυκτών καυσίμων.Από την ετήσια διακύμανση εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- Στο Παρίσι το 2006 καταμετράται μια ποσότητα 40mg/m<sup>3</sup> περίπου ετησίως ενώ στην Αθήνα 60 mg/m<sup>3</sup> δηλαδή **50% αυξημένη**. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη εφαρμογή νέων τεχνολογιών και αυστηρότερων μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος που εφάρμοζε το Γαλλικό κράτος.Στη συνέχεια με την αρωγή της ΕΕ και την εφαρμογή αντίστοιχων οδηγιών για την προστασία του περιβάλλοντος άρχισε η μείωση των ρύπων και στην Ελλάδα.
- Παρατηρείται μια σταθεροποίηση αυτού του ρύπου όσον αφορά το Παρίσι η οποία οφείλεται στην συνεχώς αυξανόμενη οικονομική-βιομηχανική ανάπτυξη η οποία δεν επιτρέπει την περαιτέρω μείωση των επιπέδων του NO<sub>2</sub>
- Υπάρχει μια ξαφνική αύξηση του ρύπου από την διετία 2010-2012 και στην συνέχεια 2016-2018. Οι αιτίες εδώ σχετίζονται με τη ραγδαία επιδείνωση του οικονομικού κλίματος μετά το 2010 και έτσι η ομαλή καμπύλη μείωσης που αναμενόταν παρουσιάζει κάποια σημεία αύξησης.Οι αιτίες αυτές θα αναφερθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

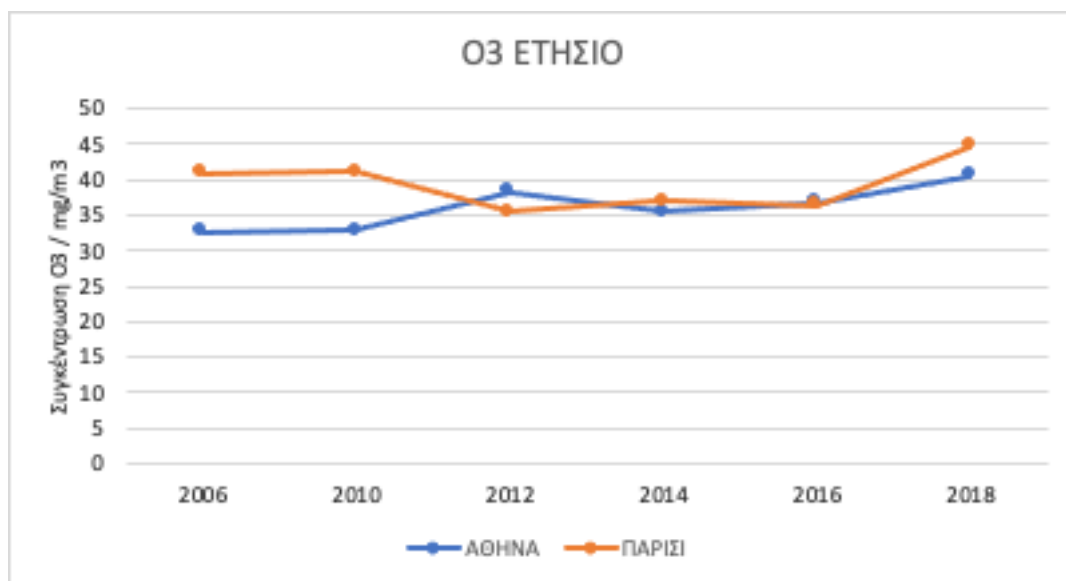


Σχήμα 2.3.3: Ετήσιες τιμές συγκέντρωσης NO στην Αθήνα και στο Παρίσι τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Το μονοξείδιο του αζώτου ανήκει στην κατηγορία των οξειδίων του αζώτου και αποτελεί και αυτό έναν από τους βασικούς αέριους ρύπους. Οι πηγές του δεν διαφέρουν από τις πηγές του διοξειδίου του αζώτου με κύριες ανθρωπογενείς τις καύσεις ορυκτών(*Ξενοφών Βερύκιος, 2003*). Από το διάγραμμα για την ετήσια μεταβολή στα δύο αστικά κέντρα παρατηρείται μια συνεχόμενη μείωση από το 2006 και μετά στα δύο μεγάλα αστικά κέντρα που μελετώνται και μια μικρή αλλαγή της τάσης αυτής το 2014 στο Παρίσι και μετά το 2016 στην Αθήνα.

Επίσης διατηρείται μια μέση διαφορά 10mg/m<sup>3</sup> ανάμεσα στα επίπεδα Παρισιού και Αθηνas μέχρι το 2012. Στη συνέχεια αυτή η "ψαλίδα" της διαφοράς φτάνει μέχρι και τα 20 mg/m<sup>3</sup> έως ότου το έτος 2018 που σχεδόν εξισώνονται οι ποσότητες.

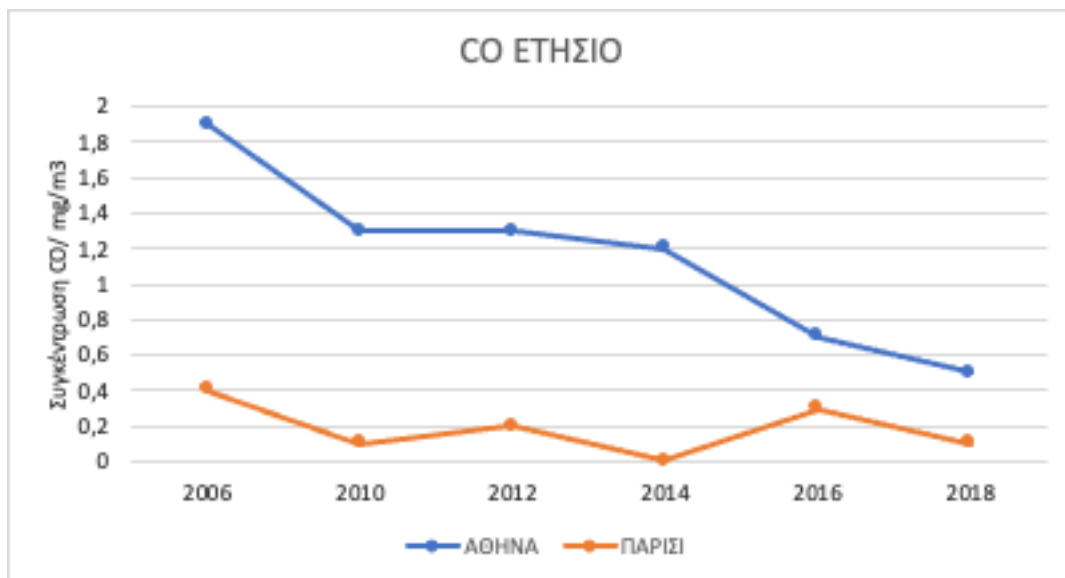




Σχήμα 2.3.4: Ετήσιες τιμές συγκέντρωσης O<sub>3</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Το όζον αποτελεί έναν από τους πιο επικίνδυνους αέριους ρύπους αφού είναι υπαίτιο για την τρύπα του όζοντος που επιτρέπει την υπέρυθρη ακτινοβολία να περνά στην επιφάνεια της γης.Επειδή αποτελεί δευτερογενή ρύπο από τον μετασχηματισμό του NO<sub>2</sub>, εξαρτάται από τις καύσεις αλλά και την αύξηση της θερμοκρασίας. Από το παραπάνω τα συμπεράσματα για αυτό τον ρύπο είναι τα εξής:

- Την χρονική περίοδο 2006-2010 στο Παρίσι υπάρχει μια ποσότητα σταθερά περίπου 15% μεγαλύτερη από την Αθήνα
- Ενώ λόγω της τεχνολογικής ανάπτυξης και της ευαισθητοποίησης για το περιβάλλον θα περιμέναμε δραστική μείωση των ποσοτήτων τα επόμενα χρόνια παρατηρείται μια μείωση για το Παρίσι έως το 2016 αλλά για την Αθήνα είναι εμφανής μια αύξηση που το 2012 ξεπερνάει σε ποσότητες O<sub>3</sub> και αυτές στο Παρίσι.
- Τέλος μετά το 2016 ενδεχομένως λόγω της συνεχής βιομηχανικής ανάπτυξης και γενικά του σύγχρονου τρόπου ζωής παρατηρείται μια εκ νέου αύξηση του ρύπου και στα δύο αστικά κέντρα



Σχήμα 2.3.5: Ετήσιες τιμές συγκέντρωσης CO στην Αθήνα και στο Παρίσι για τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Το CO αποτελεί άλλον ένα επικίνδυνο αέριο ρύπο για την ανθρώπινη υγεία αλλά και για το περιβάλλον γενικότερα αφού είναι και κύρια αιτία του φαινομένου του θερμοκηπίου(Κώστας Βαρώτσος,KirillKondratyev,1996). Κύρια πηγή είναι οι μηχανές εσωτερικής καύσης, ιδιαιτέρως παλαιότερης τεχνολογίας. Όπως παρατηρείται στο παραπάνω διάγραμμα:

- Τα ποσοστά του CO το 2006 είναι τετραπλάσια στην Αθήνα από το Παρίσι
- Οι ποσότητες του ρύπου στην Αθήνα μειώνονται συνεχώς με την πάροδο των ετών κάτι που θα μελετηθεί σύμφωνα με την οικονομική κρίση παρακάτω
- Στο Παρίσι οι ποσότητες παρουσιάζουν αυξομειώσεις που μπορούν να δικαιολογηθούν από τον σύγχρονο τρόπο ζωής(ραγδαία αύξηση μέσων μεταφοράς και παραγωγής)

### 2.3.2 Σύγκριση εποχιακών διακυμάνσεων των διάφορων ρύπων για τη χρονική περίοδο 2006-2018

Παρακάτω ακολουθούν τα ιστογράμματα για τις εποχιακές διακυμάνσεις των ρύπων που μελετώνται. Έχει γίνει επεξεργασία για την θερινή και χειμερινή περίοδο γιατί μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα συναρτήσει και της οικονομικής κρίσης που έπληξε κυρίως την Αθήνα.



Σχήμα 2.3.6: Ετήσιες χειμερινές τιμές συγκέντρωσης SO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Το SO<sub>2</sub> όπως φαίνεται στο παραπάνω γράφημα για την χειμερινή περίοδο παρουσιάζει μια διαρκή ελάττωση κάθε χρονική περίοδο για την περιοχή του Παρισιού ενώ για την Αθήνα το 2014 παρατηρείται μια αύξηση. Αφού εξηγήθηκε παραπάνω που οφείλεται ο ρύπος και οι γενικές αυξομειώσεις του με την πάροδο των χρόνων εδώ συμπεραίνεται ότι η αύξηση αυτή οφείλεται πιθανότατα σε καύσεις που έγιναν την χειμερινή περίοδο για θέρμανση και είχαν ως καύσιμη ύλη υλικά που επιβαρύνουν περισσότερο την ατμόσφαιρα καθώς είναι φθηνότερα υλικά.



Σχήμα 2.3.7: Ετήσιες θερινές τιμές συγκέντρωσης SO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Όσον αφορά την θερινή περίοδο παρατηρείται μια ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων του SO<sub>2</sub> στο Παρίσι σε αντίθεση με την Αθήνα όπου οι ποσότητες αγγίζουν ακόμα και το πενταπλάσιο των αντίστοιχων. Μάλιστα ενώ το 2010 υπάρχει μια αισθητή μείωση στην συνέχεια έχουμε εκ νέου ακόμα και διπλασιασμό της ποσότητας. Οι αιτίες αυτής της διαφοροποίησης εντοπίζεται στο οικονομικό πρόβλημα που αντιμετώπισε η Ελλάδα. Οι κάτοικοι άρχισαν να προτιμούν τις φθηνότερες λύσεις και κακή συντήρηση σε μηχανές καύσεως αλλά και φυσικές αιτίες όπως είναι οι πυρκαγιές αυξήθηκαν κατακόρυφα καθώς υπήρχε ελλιπής εξοπλισμός αντιμετώπισης. Είναι εμφανές ότι μετά το 2018 αρχίζει η κανονικότητα της μεταβολής του ρύπου, δηλαδή η φθίνουσα πορεία



Σχήμα 2.3.8: Ετήσιες χειμερινές τιμές συγκέντρωσης NO στην Αθήνα και στο Παρίσι για τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Η παρατήρηση της χειμερινής μεταβολής ανά έτος του NO στα δύο αστικά κέντρα οδηγεί στα εξής συμπεράσματα:

- Στο Παρίσι παρατηρείται με την πάροδο των ετών μια διαρκής μείωση των ποσοτήτων με εξαίρεση το 2016 που μπορεί να είναι και κάποιο τυχαίο γεγονός λόγω κλιματολογικών συνθηκών.
- Στην Αθήνα ενώ από το 2006 έως το 2010 υπάρχει μια μείωση της τάξεως του 50% στην ποσότητα του ρύπου η οποία όπως έχει αναφερθεί είναι λογική με την χρήση νέων τεχνολογιών, μετά το ξέσπασμα της κρίσης ακολουθεί μια αύξηση 25% και παραμένει η ποσότητα σε αυτό το επίπεδο έως σήμερα.



Σχήμα 2.3.9: Ετήσιες θερινές τιμές συγκέντρωσης NO στην Αθήνα και στο Παρίσι τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Αντίθετα την θερινή περίοδο παρατηρείται ότι τα επίπεδα του NO στην Αθήνα αγγίζουν μόλις το 50% των αντίστοιχων ποσοτήτων του Παρισιού και υπάρχει μια σταθερότητα τόσο στις ποσότητες και των δύο κέντρων.

Η εξήγηση στην αντιστροφή της εικόνας σε σχέση με τους χειμερινούς μήνες βρίσκεται στο ότι η Αθήνα έχει καλύτερο και πιο ζεστό κλίμα όλο το καλοκαίρι αλλά και η δραστηριότητα λόγω πληθυσμού ελαχιστοποιείται σε αντίθεση με το Παρίσι.



Σχήμα 2.3.10 Ετήσιες χειμερινές τιμές συγκέντρωσης NO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για τα έτη 2006, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018

Παρατηρώντας το ιστόγραμμα για το ρύπο NO<sub>2</sub> τις χειμερινές περιόδους συμπεραίνονται τα εξής:

- Στο Παρίσι έχουμε μια μικρή μείωση με την πάροδο των χρόνων που εξηγείται και πάλι από τις νέες τεχνολογίες και την αυστηροποίηση των περιβαλλοντικών κανόνων.
- Στην Αθήνα επίσης παρατηρείται μια συνεχιζόμενη μείωση των ποσοτήτων με μια μικρή αύξηση το 2012 που ενδέχεται να οφείλεται και στην οικονομική κρίση και χρήση βλαβερών υλών προς καύση για θερμαντικούς σκοπούς.
- Επίσης παρατηρείται ότι οι ποσότητες βρίσκονται στα ίδια επίπεδα



Σχήμα 2.3.11: Ετήσιες θερινές τιμές συγκέντρωσης NO<sub>2</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Παρατηρώντας τα στατιστικά για τους θερινούς μήνες για το ρύπο NO<sub>2</sub> τα συμπεράσματα είναι τα εξής:

- Στο Παρίσι παρατηρείται μια ελαφρά μείωση με την πάροδο των χρόνων χωρίς να υπάρχουν ιδιαίτερες αυξομειώσεις που να υποδηλώνουν κάποιο ιδιαίτερο γεγονός
- Στην Αθήνα παρατηρείται μια μείωση της τάξεως 50% από το 2006 έως το 2010 αλλά στην συνέχεια υπάρχει αύξηση της τάξεως 60% έως ότου το 2016 όπου επιστρέφουν οι ποσότητες στα επίπεδα του 2010
- Η αύξηση αυτή μετά το 2010 στην Αθήνα οφείλεται βεβαίως στο οικονομικό κλίμα που επικράτησε και οδήγούσε σε ενέργειες με μικρό κόστος αλλά πιο βλαβερές για το περιβάλλον(θέρμανση με καυσόξυλα κλπ)





Σχήμα 2.3.12: Ετήσιες χειμερινές τιμές συγκέντρωσης O<sub>3</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Το όζον αποτελεί έναν δευτερογενή αέριο ρύπο που εξαρτάται και από την θερμοκρασία και το NO<sub>2</sub>. Έτσι το χειμώνα τα επίπεδα είναι μικρότερα απ' ότι το καλοκαίρι. Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα για τις χειμερινές περιόδους συμπεραίνεται ότι:

- Και στις δύο περιοχές οι ποσότητες βρίσκονται σε παρόμοια επίπεδα
- Στο Παρίσι τις χειμερινές περιόδους με την πάροδο των χρόνων υπάρχει μια μικρή αύξηση που σχετίζεται με το σύγχρονο τρόπο ζωής και ανάπτυξης
- Στην Αθήνα ενώ μέχρι το 2010 παρατηρείται αύξηση των ποσοτήτων, στη συνέχεια υπάρχει μείωση μέχρι να επιστρέψει στα ίδια επίπεδα το 2018



Σχήμα 2.3.13: Ετήσιες θερινές τιμές συγκέντρωσης O<sub>3</sub> στην Αθήνα και στο Παρίσι για τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Παρατηρώντας τις θερινές διακυμάνσεις του όζοντος για διάφορες χρονικές περιόδους εξάγεται το συμπέρασμα ότι ακολουθούν μια παρόμοια πορεία αυξομειώσης. Τα επίπεδα των μετρήσεων για κάθε κέντρο δεν διαφέρουν πολύ ανάμεσα σε αυτά του 2006 με το 2018. Ενδιάμεσα υπάρχουν κάποιες αυξομειώσεις οι οποίες όμως δεν μπορούν να οδηγήσουν σε ασφαλή συμπεράσματα που τις προκάλεσαν πέρα από κλιματολογικά αίτια και κάποιες καταναλωτικές συνήθειες. Το μοντέλο των αυξομειωτικών τάσεων που ακολουθούν δεν μπορεί να αιτιολογηθεί από κάποιο άλλο παράγοντα όπως οικονομική κατάσταση του ενός κέντρου κλπ. Σε αυτό μεγάλο ρόλο παίζει ότι ο σχηματισμός του ρύπου είναι κατ' εξοχήν συνάρτηση του κλίματος και οποιαδήποτε άλλα συμπεράσματα θα ήταν αβάσιμα αφού δεν υπάρχουν εμφανείς διαφορές στις μετρήσεις.



Σχήμα 2.3.14: Ετήσιες χειμερινές τιμές συγκέντρωσης CO στην Αθήνα και στο Παρίσι για τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Στο παραπάνω διάγραμμα με την χειμερινή διακύμανση του CO για τα δύο αστικά κέντρα υπάρχουν τα εξής συμπεράσματα:

- Η ποσότητα του CO στην Γαλλική πρωτεύουσα είναι ελάχιστη και με την πάροδο των χρόνων μειώνεται κατά την χειμερινή περίοδο. Αυτό αποδεικνύει την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση αλλά και την χρήση νέων τεχνολογιών σε όλα τα είδη καύσεων
- Αντίθετα στην Αθήνα τα επίπεδα ήταν αρκετά υψηλότερα από το 2006. Οι νέες τεχνολογίες και νομοθεσίες διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στην μείωση περί 42% ως το 2010 αλλά στην συνέχεια αυτή η τάση αντιστράφηκε ως το 2014 και παρατηρήθηκε μικρή αύξηση. Αυτό οφείλεται στα επιβλαβή είδη καύσεων που αυξήθηκαν στην αρχή της οικονομικής κρίσης με κύριο στόχο την θέρμανση.



Σχήμα 2.3.15: Ετήσιες χειμερινές τιμές συγκέντρωσης CO στην Αθήνα και στο Παρίσι για τα έτη 2006,2010,2012,2014,2016,2018

Στις θερινές περιόδους όσον αφορά το ρύπο CO εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- Το Παρίσι όπως και τις χειμερινές περιόδους έχει καταφέρει να μειώσει στο ελάχιστο τις εκπομπές CO
- Στην Αθήνα παρατηρείται μια συνεχιζόμενη μείωση που είναι αντίθετη με την εικόνα που υπήρχε τους χειμερινούς μήνες το πρώτο χρονικό διάστημα της οικονομικής κρίσης. Αυτό οφείλεται στο ότι την θερινή περίοδο δεν υπάρχουν ανάγκες θέρμανσης αλλά και μειώθηκε αισθητά για οικονομικούς λόγους και η χρήση των ιδιωτικών οχημάτων.

## Οικονομική κρίση και αέριοι ρύποι

### 3.1. Εισαγωγή

Η ρύπανση του περιβάλλοντος αλλά και ειδικότερα η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί μια μεταβλητή που αλληλοσυνδέεται με την κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη και αυτό είχε γίνει ήδη αποδεκτό από τον ΟΗΕ το 1990(*Ξενοφών Βερύκιος, 2003*). Έτσι η οικονομική κρίση της Ελλάδος που ξεκίνησε το 2010 περίπου είναι επόμενο να επηρέασε άμεσα τις ποσότητες των αέριων ρύπων στην πρωτεύουσα της και αυτό μπορεί να γίνει εμφανέστερο με την σύγκριση που έγινε παραπάνω με ένα άλλο μεγάλο αστικό κέντρο που δεν αντιμετώπισε μια τόσο σοβαρή κρίση στην οικονομία του. Η γενική εικόνα που υπάρχει για μια χώρα σαν την Ελλάδα που βρέθηκε σε αυτή την έκτακτη οικονομική κατάσταση είναι ότι η απότομη μείωση των εισοδημάτων οδηγεί και στην περικοπή δαπανών που αφορούν δευτερεύουσες ανάγκες. Έτσι τέτοιες ανάγκες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η θέρμανση και η χρήση Αυτοκινήτων. Όμως στην πρώτη περίπτωση είναι πασιφανές ότι η περικοπή δαπανών δεν οδηγεί στην μη θέρμανση αλλά στη χρήση φθηνότερων μεθόδων οι οποίες μπορεί να είναι και πιο ρυπογόνες ποσοτικά αλλά και ποιοτικά. Όσον αφορά τη δεύτερη περίπτωση η μείωση των μετακινήσεων με Ι.Χ. συμβάλλει στην μείωση των αέριων ρύπων αλλά πρέπει να μελετηθεί πόσο μπορεί να επηρέασε αυτό ο παράγοντας αφού η εργασία αναφέρεται σε ένα μόνο αστικό κέντρο που οι αποστάσεις δεν είναι πολύ μεγάλες και επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο παράγοντας πόσο βοήθησε η σωστή λειτουργία των μέσων μαζικής μεταφοράς ώστε να αποτελέσει πρωταρχική περικοπή δαπανών η μετακίνηση με Ι.Χ. Αυτοί οι δύο παράγοντες αποτελούν την σημαντικότερη επιρροή αέριων ρύπων στα αστικά κέντρα και έτσι θα μελετηθεί πως η οικονομική κρίση

επηρέασε τις συγκεντρώσεις. Ένα μικρό ποσοστό μπορεί να προέρχεται, εκτός βέβαια από τυχαίες αυξομειώσεις άλλων παραγόντων που δεν αφορούν την οικονομική κρίση, και από επιχειρήσεις-βιομηχανίες και τις διεργασίες τους. Έτσι η οικονομική κρίση που μπορεί να οδηγήσει σε παύση λειτουργίας κάποιων βιομηχανιών επηρεάζει τις συγκεντρώσεις αέριων ρύπων. Με βάση αυτούς τους παράγοντες και τις παραπάνω αναλύσεις των στατιστικών στοιχείων μπορούν να εξαχθούν παρακάτω ασφαλή και χρήσιμα συμπεράσματα για τα δύο μεγάλα αστικά κέντρα και το πως η οικονομική κρίση επηρέασε την ατμοσφαιρική ρύπανση στην Αθήνα σε σχέση με το Παρίσι που δεν υπήρχαν οικονομικά προβλήματα(τουλάχιστον τόσο “βίαια” όσο στην Ελλάδα).

### **3.2.Συμπεράσματα για τον ρόλο της οικονομικής κρίσης στην αέρια ατμοσφαιρική ρύπανση με βάση μελέτης το παράδειγμα Αθήνα-Παρίσι**

Σε όλο το προηγούμενο τμήμα της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν διάφορα δεδομένα για τους βασικούς αέριους ρύπους σε δύο μεγάλα αστικά κέντρα, την Αθήνα και το Παρίσι. Όμως, πέρα από τις πολλές ομοιότητες που παρουσιάζουν οι δύο αυτές περιοχές αφού πρόκειται για πυκνοκατοικημένες πρωτεύουσες ευρωπαϊκών χωρών, η κύρια διαφορά τους έγκειται στο ότι η περίοδος που μελετήθηκε αφορά την περίοδο που η Ελλάδα πέρασε μια μεγάλη οικονομική κρίση. Το ΑΕΠ της χώρας μειώθηκε κατά 26% και το εισόδημα των κατοίκων 42%(/[www.dianeosis.org](http://www.dianeosis.org)). Αυτή η ξαφνική αλλαγή στα οικονομικά δεδομένα σε μια περιοχή αποτυπώνεται και στην εκπομπή αέριων ρύπων αφού η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι συνδεδεμένη με την οικονομία όπως αιτιολογείται και από τα διάφορα στοιχεία που συλλέχθηκαν. Έτσι μελετώντας τους βασικούς αέριους ρύπους για κάθε αστικό κέντρο ανά έτος και ανά εποχή και συγκρίνοντας παραπάνω τα αποτελέσματα μπορούν πλέον να εξαχθούν τα εξής ασφαλή συμπεράσματα για τον

ρόλο της οικονομικής κρίσης στην ατμοσφαιρική ρύπανση αλλά και γενικότερα της οικονομίας μιας περιοχής-χώρας:

1. Η οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας οδηγεί στην μείωση των αέριων ρύπων. αυτού συμπεραίνεται από το παράδειγμα του Παρισιού το οποίο όλα αυτά τα χρόνια που μελετήθηκαν τα δεδομένα δεν είχε κάποιο ιδιαίτερο οικονομικό πρόβλημα η Γαλλία και τα επίπεδα των ρύπων μειώνονταν με την πάροδο του χρόνου. Όλοι οι βασικοί ρύποι μειωνόντουσαν σταθερά εκτός από μια διακύμανση στο όζον η οποία όμως εξαρτάται από κλιματικά φαινόμενα κυρίως. Όταν δεν υπάρχουν οικονομικά προβλήματα εφαρμόζονται ευκολότερα νέες τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον καθώς επίσης και αυστηρότεροι νόμοι για την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτό αποδεικνύει το παράδειγμα του Παρισιού το οποίο γίνεται ολοένα και πιο πυκνοκατοικημένο και με περισσότερες βιομηχανίες, κάτι που θα έπρεπε να οδηγεί σε αύξηση των ρύπων.
2. Από το παράδειγμα της Αθήνας και την σύγκριση με το Παρίσι είναι εμφανές ότι η Αθήνα δεν ακολουθεί αυτή την ομαλή πορεία της μείωσης των ρύπων παρ'όλο που πρόκειται για ένα πανομοιότυπο αστικό κέντρο. Οι ημερομηνίες αυξομειώσεων των ρύπων καταδεικνύουν ότι αυτό το πρόβλημα σχετίζεται άμεσα με το οικονομικό σοκ που υπέστη η Ελλάδα το 2010.
3. Το πιο αισιόδοξο συμπέρασμα όμως από την μελέτη αυτή είναι ότι ενώ η Ελλάδα ακόμα βρίσκεται σε στάδιο ανάκαμψης, οι παρενέργειες που προκάλεσε η κρίση στην αύξηση των ρύπων αρχίζει να εξαφανίζεται και να ακολουθεί η Αθήνα το παράδειγμα πάλι ενός αστικού κέντρου που αναπτύσσεται και οι ρύποι μειώνονται αναλογικά. Γιατί προφανώς αν διπλασιαστεί ο πληθυσμός η τα εργοστάσια σε μια περιοχή ο στόχος της μείωσης επιτυγχάνεται αν υπάρχει απλά μια ελάχιστη αύξηση ,μη αναλογική με την προηγούμενη κατάσταση.

### **3.3 Εξαγωγή συμπερασμάτων για τους παράγοντες που προκαλούν αλλαγές στην ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω οικονομικών συνθηκών**

Η ύπαρξη οικονομικής κρίσης παίζει σημαντικό ρόλο στην ατμοσφαιρική ρύπανση όπως αναδείχθηκε παραπάνω. Υπάρχουν όμως συγκεκριμένοι παράγοντες που λόγω των έκτακτων οικονομικών συνθηκών οδηγούν σε αύξηση των αέριων ρύπων. Αυτοί οι παράγοντες και οι αντίστοιχες μεταβολές που προκαλούν είναι οι εξής:

#### 1. Καύση ακατάλληλης καύσιμης ύλης με σκοπό τη θέρμανση.

Όπως φαίνεται ειδικότερα στο προηγούμενο κεφάλαιο με τις εποχικές διακυμάνσεις, στην Αθήνα υπήρχε έντονο πρόβλημα με αύξηση αέριων ρύπων στα χειμερινά χρονικά διαστήματα 2010-2014 και αφορούσε ρύπους(SO<sub>2</sub>,CO) που συνδέονται με καύσεις. Είναι προφανές ότι λόγω της οικονομικής κρίσης οι κάτοικοι απευθύνθηκαν σε λύσεις θέρμανσης λιγότερο κοστοβόρες αλλά και λιγότερο φιλικές προς το περιβάλλον.

#### 2. Μείωση χρήσης ιδιωτικών αυτοκινήτων

Από τις θερινές τιμές του CO στην Αθήνα σε σύγκριση με τις χειμερινές αλλά και τα στοιχεία του Παρισιού και των τιμών του όζοντος συμπερένεται ότι κάποιες μειώσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης που παρατηρήθηκαν ξαφνικά εν μέσω οικονομικής κρίσης οφείλονται στην αδυναμία χρήσης σε τόσο μεγάλο βαθμό των ιδιωτικών αυτοκινήτων. Αυτό επιβεβαιώνεται πάλι με την ανάκαμψη της ελληνικής οικονομίας και την αύξηση δεικτών ρύπανσης το καλοκαίρι που δεν υπάρχουν καύσεις για θέρμανση.



### 3. Γενική χρήση μη φιλικών περιβαλλοντικών τακτικών

Γενικότερα η αλλαγή οικονομικών συνθηκών προς το χειρότερο επηρεάζει όλο το κοινωνικό σύνολο όσον αφορά την περιβαλλοντική συνείδηση. Από μια μεγάλη βιομηχανία που θα αντιμετωπίσει οικονομικά προβλήματα και θα ελαττώσει τα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος με σκοπό την μείωση του κόστους μέχρι και τον απλό πολίτη που δεν θα αποσύρει η δεν θα συντηρήσει όπως πρέπει ένα παλαιό αμάξι που εκπέμπει περισσότερους ρύπους. Αυτό δείχνουν τα στοιχεία ιδιαίτερα από το 2010 έως το 2014 αφού τα υπόλοιπα απλώς δείχνουν την αισιοδοξία ότι με την αλλαγή του οικονομικού κλίματος ξαναμειώνονται σιγά σιγά και οι ρύποι.

### **3.4. Γενικά συμπεράσματα για επιρροή των ατμοσφαιρικών ρύπων από βίαιες μεταβολές βιοτικού επιπέδου.**

Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένα πρόβλημα που τα τελευταία χρόνια απασχολεί όλο και περισσότερο την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα αλλά και το κοινωνικό σύνολο ολόκληρο αφού η ρύπανση επηρεάζει την ίδια την ανθρώπινη ζωή. Λόγω του σύγχρονου τρόπου ζωής και της τεχνολογικής εξέλιξης πολλές εκπομπές ρύπων έχουν αυξηθεί. Παρ'όλα αυτά η ίδια η ανάπτυξη της τεχνολογίας οδηγεί σε αποτελεσματικές λύσεις για δραστική μείωση αυτής της ρύπανσης και με την κατάλληλη αυστηρή νομοθεσία και ευαισθητοποίηση επιτυγχάνονται πολύ καλά αποτελέσματα, κάτι που στην παρούσα εργασία αποδεικνύεται από το παράδειγμα του Παρισιού.

Όλα αυτά όμως τα μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης απαιτούν ένα υψηλό βιοτικό και μορφωτικό επίπεδο για την ανάλογη διαμόρφωση περιβαλλοντικής ευαισθησίας και την οικονομική δυνατότητα εφαρμογής κοστοβόρων τεχνολογιών.

Επομένως με την βίαιη μεταβολή βιοτικού επιπέδου σε μια κοινωνία τα αποτελέσματα στον τομέα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι επόμενο να είναι αποκαρδιωτικά. Όταν ξαφνικά δεν μπορεί κάποιος να εξυπηρετήσει κύριες βιοτικές ανάγκες είναι σίγουρο πως δεν θα ενδιαφερθεί για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να προκαλεί και οι οποίες θα έχουν μακροχρόνιες συνέπειες. Έτσι σε μια τέτοια κατάσταση είναι επόμενο οι ατμοσφαιρικοί ρύποι να αυξάνονται κατακόρυφα και η μόνη μείωσή τους να προέρχεται από αδυναμία χρήσης κάποιων μέσων που επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα(πχ αυτοκίνητο).

## **Βιβλιογραφία**

1. Κώστας Βαρώτσου, Kirill Kondratyev, Φυσικοχημεία Περιβάλλοντος, Εκδόσεις Τραυλός, 2000
2. Ξενοφών Βερούκιος, Ατμοσφαιρικοί Ρύποι και Τεχνολογία Ελέγχου εκπομπής τους Τόμος Α, Ελληνικό Ανοιχτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα 2003
3. Χάρης Καμπερίδης, Χάρης Ματραλής, Ατμοσφαιρικοί Ρύποι και Τεχνολογία Ελέγχου εκπομπής τους Τόμος Β, Ελληνικό Ανοιχτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα 2004
4. <https://www.airparif.fr/etat-air/bilan-annuel>
5. <https://www.airparif.asso.fr/telechargement/telechargement-statistique>
6. [https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2018/11/social\\_mobility\\_press\\_release.pdf?utm\\_source=newsletter&utm\\_campaign=fe2fab59ec-EMAIL\\_CAMPAIGN\\_2018\\_11\\_19\\_07\\_57&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_5bd715c0d4-fe2fab59ec-149619577](https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2018/11/social_mobility_press_release.pdf?utm_source=newsletter&utm_campaign=fe2fab59ec-EMAIL_CAMPAIGN_2018_11_19_07_57&utm_medium=email&utm_term=0_5bd715c0d4-fe2fab59ec-149619577)
7. <https://ypen.gov.gr/perivallon/poiotita-tis-atmosfairas/dedomena-metriseon-atmosfairikis-rypansis/>
8. <https://www.lcsqa.org/fr/les-donnees-nationales-de-qualite-de-lair>

\*Σημειώνεται ότι από τα παραπάνω επίσημα sites των υπουργείων έγινε η επεξεργασία όλων των δεδομένων που περιέχονται σε αρχεία excel.