

Ατμοσφαιρικό περιβάλλον

*Επικαιροποίηση
Έκθεσης Κατάστασης Περιβάλλοντος 2018*



ΕΚΠΑΑ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
& ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Πρόλογος

Το Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΕΚΠΑ) ιδρύθηκε το 2000 για να συνεισφέρει στην επίτευξη της ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής διάστασης στην ευρύτερη αναπτυξιακή πολιτική, σε επιμέρους τομείς και στο στρατηγικό σχεδιασμό, παρέχοντας την κατάλληλη τεχνογνωσία και αντικειμενική πληροφόρηση.

Σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα 325/2000 (Α' 266) με το οποίο συστάθηκε το ΕΚΠΑ, και ειδικότερα το σημείο (ε) της παρ. 2 του άρθρου 3 αυτού, προβλέπεται ότι το ΕΚΠΑ «*συντάσσει ετήσια έκθεση με την οποία αποτιμά την κατάσταση περιβάλλοντος της χώρας και προβαίνει σε εκτιμήσεις για τους στόχους, τις κατευθύνσεις και τα μέτρα της ασκούμενης περιβαλλοντικής πολιτικής*».

Το Νοέμβριο του 2018 το ΕΚΠΑ παρουσίασε την Έκθεση Κατάστασης Περιβάλλοντος 2018 (ΕΚΠ 2018, https://ekpaa.ypeka.gr/wp-content/uploads/2019/10/181019_Book-YPEKA_LOW.pdf) την πρώτη μετά το 2013 (που αφορούσε την περίοδο 2008-2011) και την τέταρτη συνολικά Έκθεση Κατάστασης Περιβάλλοντος της Ελλάδας. Η ΕΚΠ 2018 αποτελεί μια ολοκληρωμένη συνοπτική παρουσίαση των εξελίξεων και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι βασικοί τομείς του περιβάλλοντος και έχει στόχο την λεπτομερή ενημέρωση πολιτών και Πολιτείας αλλά και τη σύνδεση με την αντίστοιχη έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος. Για την εκπόνηση της Έκθεσης το ΕΚΠΑ συνεργάστηκε με πανεπιστημιακούς φορείς, ερευνητικά κέντρα και τεχνικές εταιρείες. Στην ΕΚΠ 2018 περιλαμβάνονται λεπτομερείς πληροφορίες για την κατάσταση του περιβάλλοντος στην Ελλάδα στους τομείς της κλιματικής αλλαγής, της ποιότητας της ατμόσφαιρας, του θορύβου, της φύσης, των υδάτων, των αποβλήτων και των οριζόντιων περιβαλλοντικών θεμάτων, παρέχοντας σε όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς μια αντικειμενική βάση στοιχείων και πληροφοριών.

Η παρούσα επικαιροποίηση της ΕΚΠ 2018 ως προς τον τομέα του Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος συντάχθηκε με βάση τα πλέον πρόσφατα διαθέσιμα στοιχεία και εστιάζει μόνο στα θέματα ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος για τα οποία υπάρχουν νεώτερα επίσημα στοιχεία σε σχέση με την ΕΚΠ 2018. Στόχος της επικαιροποίησης είναι η παροχή αντικειμενικής βάσης πληροφόρησης καθώς και η συνεισφορά στη δημόσια συζήτηση για τις κατευθύνσεις και τα μέτρα πολιτικής στον τομέα ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος με σκοπό ένα αειφόρο μέλλον.

Η Ομάδα Έργου για την επικαιροποίηση της ΕΚΠ 2018 ως προς τον τομέα του Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος αποτελείται από τους Αλ. Αδαμόπουλο, Π. Βαρελίδη και Κ. Κορυζή.

Ευχαριστούμε θερμά τη Δ/ση Ποιότητας Ατμόσφαιρας και Κλιματικής Αλλαγής του ΥΠΕΝ για την απρόσκοπτη παροχή των απαιτούμενων στοιχείων.

Πέτρος Βαρελίδης
Εκτελών χρέη Διευθυντή ΕΚΠΑ

Ζωή Βροντίση
Πρόεδρος ΕΚΠΑ

Πίνακας περιεχομένων

Διαχρονική εξέλιξη αέριων εκπομπών	4
1. Εκπομπές πρωτογενών ατμοσφαιρικών ρύπων	5
1.1 Εκπομπές διοξειδίου του θείου	5
1.2 Εκπομπές οξειδίων του αζώτου	8
1.3 Εκπομπές μη-μεθανιούχων πτητικών οργανικών ενώσεων	11
1.4 Εκπομπές αμμωνίας	14
1.5 Εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων	15
2. Εκπομπές ουσιών οξίνισης	20
3. Εκπομπές προπομπών του όζοντος	23
4. Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων του τομέα μεταφορών	26
5. Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων του τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας	29
Κατάσταση ποιότητας αέρα	31
1. Όζον	33
2. Διοξείδιο του αζώτου	35
3. Αιωρούμενα σωματίδια	39
(α) PM ₁₀	39
(β) PM _{2,5}	43
4. Διοξείδιο του θείου	46
5. Βενζόλιο	47
6. Βενζο(α)πυρένιο	48
Συμπεράσματα και εκτιμήσεις για τους στόχους, κατευθύνσεις και τα μέτρα περιβαλλοντικής πολιτικής	49

Διαχρονική εξέλιξη αέριων εκπομπών

Για την αποτίμηση της εξέλιξης των αέριων εκπομπών στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται οι περιβαλλοντικοί δείκτες που έχουν καθορισθεί από το Ευρωπαϊκό Γραφείο Περιβάλλοντος, οι οποίοι αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση της συντελούμενης προόδου προς την επίτευξη των στόχων που προβλέπονται από την Οδηγία (ΕΕ) 2016/2284 (National Emission Ceilings Directive - NEC) σχετικά με τη μείωση των εθνικών εκπομπών ορισμένων ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως αυτή έχει μεταφερθεί στο εθνικό δίκαιο με την ΚΥΑ 174111/525/2017 (ΦΕΚ 1139/Β/31.3.2017).

Η Οδηγία (ΕΕ) 2016/2284 αντικαθιστά την 2001/81/ΕΚ στο πλαίσιο της αναθεώρησης του καθεστώτος εθνικών ανώτατων ορίων εκπομπών, με στόχο την εναρμόνιση προς τις διεθνείς δεσμεύσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των κρατών-μελών (σε σχέση με το αναθεωρημένο πρωτόκολλο του Γκέτεμποργκ) και τον περιορισμό των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία. Με την Οδηγία καθορίζονται δεσμευτικά ποσοστά μείωσης αέριων εκπομπών για τα έτη μεταξύ 2020-2029 και για τα έτη από το 2030 και έπειτα, με έτος βάσης το 2005. Στους ατμοσφαιρικούς ρύπους προστίθενται πλέον και τα λεπτά αιωρούμενα σωματίδια $PM_{2.5}$.

Στα πλαίσια της παρακολούθησης και αξιολόγησης των αέριων εκπομπών, καταγράφεται η εξέλιξη της κατάστασης για την περίοδο 1990-2017, καθώς και οι τάσεις με βάση το έτος βάσης 2005 στο πλαίσιο της συμμόρφωσης με τους στόχους μείωσης των εθνικών αέριων εκπομπών.

Τα δεδομένα για τις εθνικές αέριες εκπομπές προέρχονται από την επίσημη εθνική αναφορά στο πλαίσιο της νέας Οδηγίας NEC με τελευταίο έτος αναφοράς το 2017, η οποία είναι διαθέσιμη στο κεντρικό διαδικτυακό αποθετήριο του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος ([EIONET, 2019](#)). Τα δεδομένα για τις εκπομπές μεθανίου (CH_4) προέρχονται από την επίσημη αναφορά της χώρας προς τα Ηνωμένα Έθνη για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change) ([UNFCCC, 2019](#)). Τα στοιχεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας προέρχονται από τη βάση δεδομένων του Ευρωπαϊκού Στατιστικού Συστήματος (κατηγορία “Transformation output - Conventional Thermal Power Stations”).

Οι εκπομπές και οι αντίστοιχες τιμές των δεικτών αναφέρονται συνολικά και ξεχωριστά για τους ακόλουθους τομείς δραστηριότητας (ταξινόμηση κατά NFR/CLRTAP):

- παραγωγή και διανομή ενέργειας
- χρήση ενέργειας στη βιομηχανία
- βιομηχανικές διεργασίες
- οδικές μεταφορές
- μη-οδικές μεταφορές
- εμπορικές-οικιακές χρήσεις
- χρήση διαλυτών
- γεωργικές χρήσεις
- διαχείριση αποβλήτων

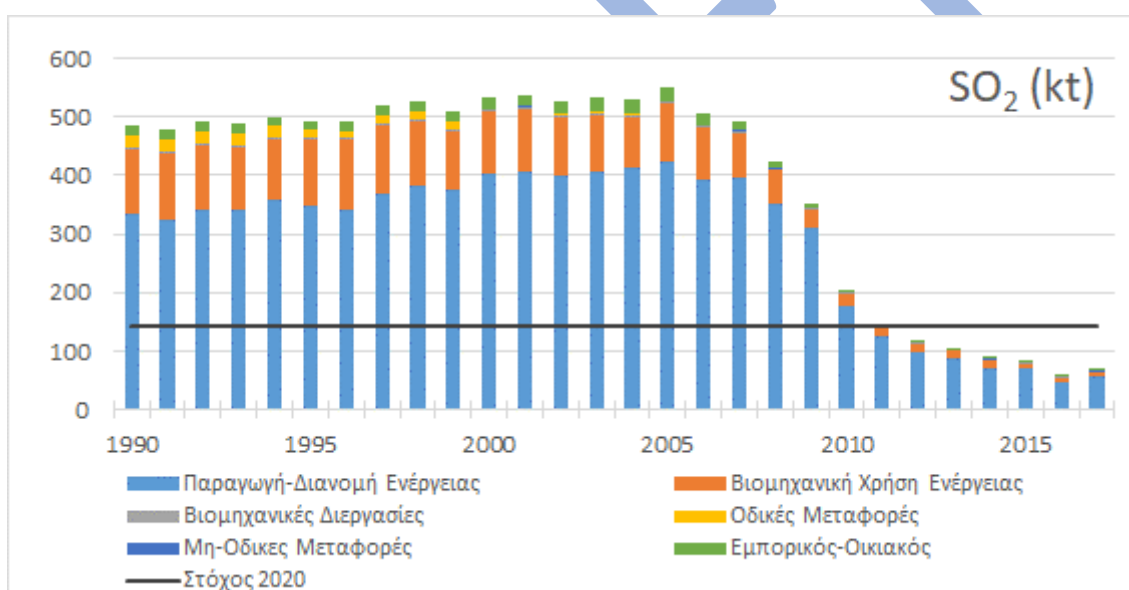
1. Εκπομπές πρωτογενών ατμοσφαιρικών ρύπων

1.1 Εκπομπές διοξειδίου του θείου

Με τον δείκτη ΕΕΑ ΑΡΕ 001 παρακολουθείται η διαχρονική εξέλιξη των ανθρωπογενών εκπομπών οξειδίων του θείου, από το 1990 και έπειτα (Γράφημα 1) που αποτυπώνεται η συνεισφορά των τομέων δραστηριότητας. Για τις εκπομπές του 2017 (69,2 kt) καταγράφεται μείωση της τάξης του 85,7% σε σχέση με το 1990, η οποία κυρίως σημειώνεται από το 2007 και έπειτα. Ήδη από το 2007, καταγράφονται εκπομπές χαμηλότερες από το προβλεπόμενο εθνικό στόχο της Οδηγίας 2001/81/ΕΚ.

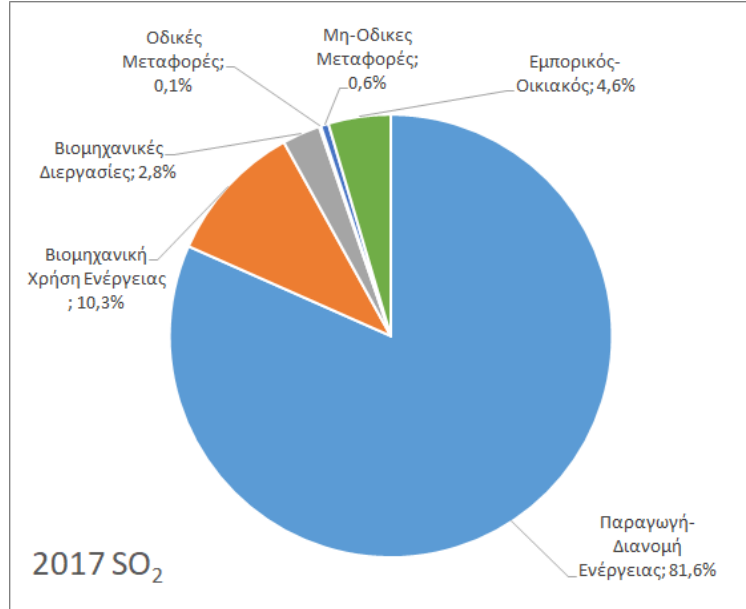
Η μείωση που καταγράφεται για το 2017 σε σχέση με το έτος αναφοράς 2005, το οποίο αποτελεί το έτος βάσης για τις προβλεπόμενες μελλοντικές μειώσεις σύμφωνα με την Οδηγία (ΕΕ) 2016/2284 (νέα Οδηγία NEC) για τα εθνικά ανώτατα όρια εκπομπών, είναι 87,4%. Σύμφωνα με τη νέα Οδηγία NEC, η χώρα πρέπει να μειώσει τις εκπομπές SO₂ σε σχέση με το 2005 κατά 74% έως το 2020 και κατά 88% για τα έτη μετά το 2030. Κατά συνέπεια, η χώρα ήδη έχει πετύχει το στόχο του 2020 και βρίσκεται σε τροχιά επίτευξης του εθνικού στόχου για το 2030.

Γράφημα 1: Διαχρονική εξέλιξη των εκπομπών διοξειδίου του θείου (SO₂) στην Ελλάδα



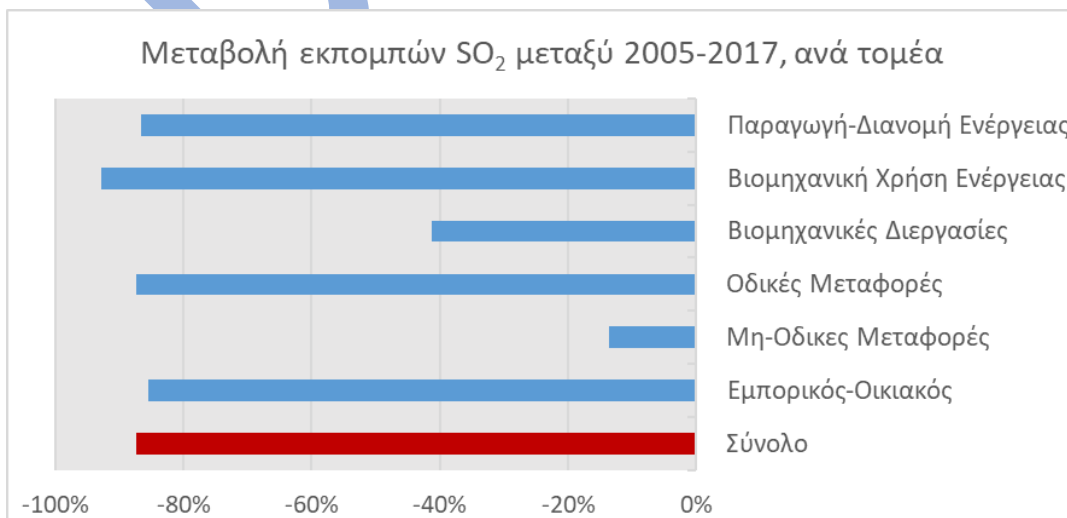
Η συμμετοχή των διαφόρων τομέων δραστηριότητας στις εκπομπές κατά το 2017 παρουσιάζεται στο Γράφημα 2. Ο τομέας της παραγωγής-διανομής ενέργειας (ηλεκτροπαραγωγή) εμφανίζει τη μεγαλύτερη συμμετοχή, παράγοντας τα 4/5 των εκπομπών (81,6%), ενώ σημαντική είναι και η συμμετοχή του βιομηχανικού τομέα, με συνδυαστική συνεισφορά από χρήση ενέργειας και βιομηχανικές διεργασίες, που αντιστοιχεί περίπου στο 1/8 των εκπομπών. Επισημαίνεται η ελάχιστη συνεισφορά των εκπομπών από τον τομέα των μεταφορών, καθώς, όπως αυτές υπολογίζονται με βάση την πωληθείσα ποσότητα καυσίμων, η συμμετοχή τους στις ολικές δεν υπερβαίνει το 1%.

Γράφημα 2: Συμμετοχή των διαφόρων τομέων δραστηριότητας στις εθνικές εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO₂) έτους 2017

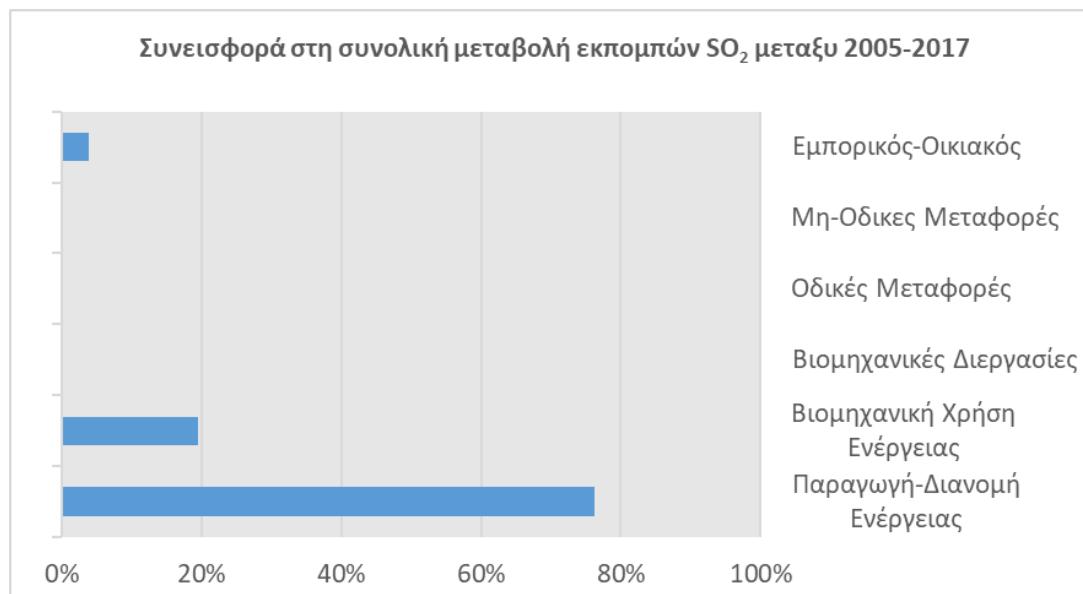


Η σχετική μείωση των εκπομπών, για την περίοδο 2005-2017, ανά τομέα δραστηριότητας, καθώς και η συνεισφορά κάθε τομέα στη συνολική μείωση των εκπομπών, απεικονίζονται στο Γράφημα 3. Πάνω από 50% έχουν μειωθεί οι εκπομπές από την παραγωγή και βιομηχανική χρήση ενέργειας, τον οδικό τομέα και τις εμπορικές - οικιακές δραστηριότητες. Η αύξηση του μεριδίου των μονάδων φυσικού αερίου και ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας και ο εκσυγχρονισμός παλαιότερων ρυπογόνων μονάδων, τα μέτρα για περιορισμό του περιεχομένου θείου στα υγρά καύσιμα και η αυξημένη χρήση φυσικού αερίου ως καύσιμο στον εμποροβιομηχανικό τομέα αλλά και για την οικιακή θέρμανση (σε συνδυασμό με την μειωμένη κατανάλωση), ερμηνεύουν την παρατηρούμενη κάμψη των εκπομπών. Το 76% της συνολικής μείωσης των εκπομπών αποδίδεται στη μείωση των εκπομπών από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ υπολογίσιμη είναι και η συνεισφορά της μείωσης των εκπομπών από τη βιομηχανική χρήση ενέργειας (19%).

Γράφημα 3: Μεταβολή εθνικών εκπομπών SO₂ για το 2017, σε σχέση με το 2005



Γράφημα 4: Συνεισφορά στη συνολική μεταβολή εθνικών εκπομπών SO₂ της περιόδου 2005-2017



Η προβλεπόμενη περαιτέρω εξέλιξη των εκπομπών SO₂ έως το 2030, με την παραδοχή ότι δεν πρόκειται να τροποποιηθούν οι πολιτικές και τα μέτρα που έχουν ήδη εγκριθεί, και η σύγκριση με τα εθνικά ανώτατα όρια της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/2284 (νέας Οδηγίας NEC) παρουσιάζεται στον πίνακα 1. Την περίοδο 2020-2030 προβλέπεται περαιτέρω μείωση των εκπομπών διοξειδίου του θείου που υπερκαλύπτει τόσο την εθνική δέσμευση για μείωση των εκπομπών SO₂ κατά τα έτη 2020-2029 (74%) όσο και από το 2030 και μετά (88%).

Πίνακας 1: Προβλεπόμενη εξέλιξη εθνικών εκπομπών SO₂ έως το 2030
(χωρίς να τροποποιηθούν οι πολιτικές και τα μέτρα που έχουν ήδη εγκριθεί)

	2020	2025	2030
Συνολικές εκπομπές SO ₂ (kt)	50,54	38,11	26,39
Προβλεπόμενο % μείωσης των εκπομπών SO ₂ σε σύγκριση με το 2005	90,8%	93,1%	95,2%
Εθνική δέσμευση μείωσης εκπομπών SO ₂ (%)		74%	88%

1.2 Εκπομπές οξειδίων του αζώτου

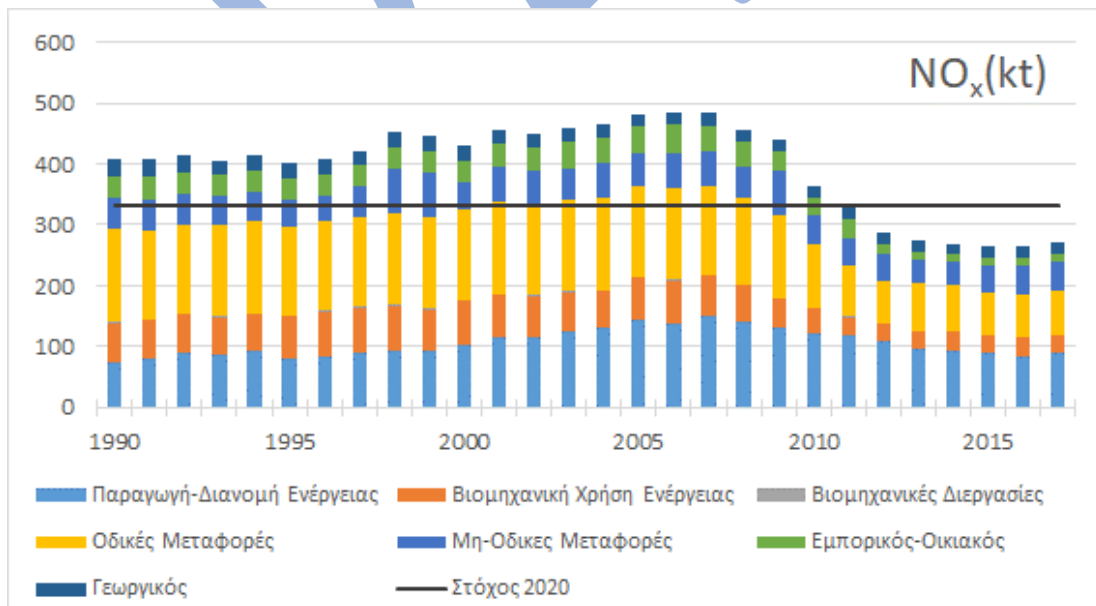
Τα εκπεμπόμενα οξείδια του αζώτου αναδεικνύονται σε παράγοντα υψηλής περιβαλλοντικής πίεσης στις αστικές περιοχές, καθώς τα επίπεδα συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου αν και έχουν μειωθεί σε σχέση με την προηγούμενη δεκαετία εξακολουθούν να καταγράφουν υπερβάσεις των αντιστοίχων οριακών τιμών για την ποιότητα του αέρα στην Αθήνα.

Ο δείκτης EEA APE 002 παρακολουθεί την διαχρονική εξέλιξη των ανθρωπογενών εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO_x), από το 1990 και έπειτα, παρέχοντας πληροφορίες για τις εκπομπές συνολικά και ανά τομέα. Δεδομένου ότι οι εκπομπές αναφέρονται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα για την αξιολόγηση της συμμόρφωσης με τις εθνικές δεσμεύσεις βάσει της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/2284 (νέα Οδηγία NEC), εξαιρούνται από τις ολικές εκπομπές κάποιες υποκατηγορίες του γεωργικού τομέα.

Η ανά τα έτη μεταβολή των εκπομπών NO_x παρουσιάζεται στο Γράφημα 5. Παρατηρείται ότι η διαχρονική πτωτική τάση από τα μέσα της προηγούμενης δεκαετίας δεν είναι του ίδιου μεγέθους με την καταγραφόμενη για τις εκπομπές οξειδίων του θείου. Οι ετήσιες εκπομπές μειώνονται σημαντικά από το 2009 έως και το 2012, ενώ σταθεροποιούνται κατά την πενταετία 2013-2017.

Οι εκπομπές του 2017 (270 kt) είναι μειωμένες κατά 33,8%, σε σχέση με το 1990. Κατά το 2010 σημειώνεται επίτευξη της τιμής στόχου για το εθνικό ανώτατο όριο της Οδηγίας 2001/81/ΕΚ. Αναφορικά με το έτος βάσης 2005 της νέας Οδηγίας NEC για τα ανώτατα εθνικά όρια εκπομπών, οι εκπομπές του 2017 καταγράφονται μειωμένες κατά 44%, υπερκαλύπτοντας ήδη τον εθνικό στόχο μείωσης για το 2020 που είναι 31% έως το έτος 2020 (σε σχέση με το 2005) και εκτιμώντας ότι ο στόχος μείωσης κατά 55% έως το 2030 μπορεί να επιτευχθεί.

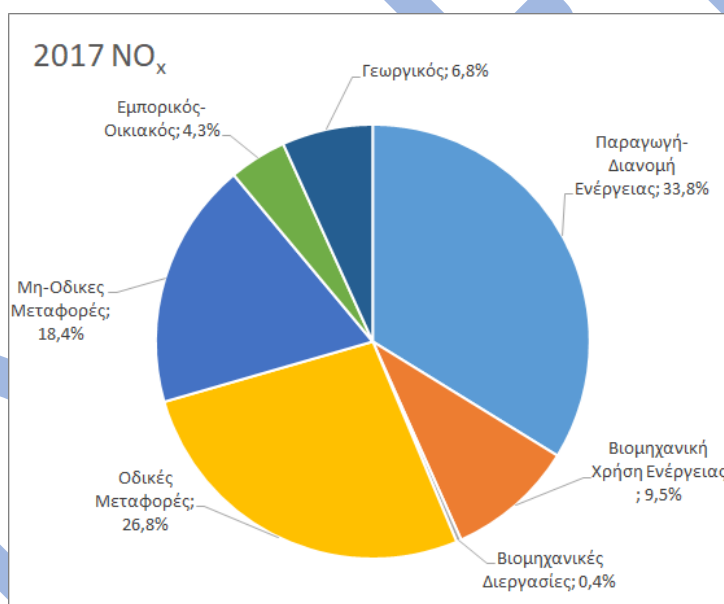
Γράφημα 5: Διαχρονική εξέλιξη των εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO_x) στην Ελλάδα



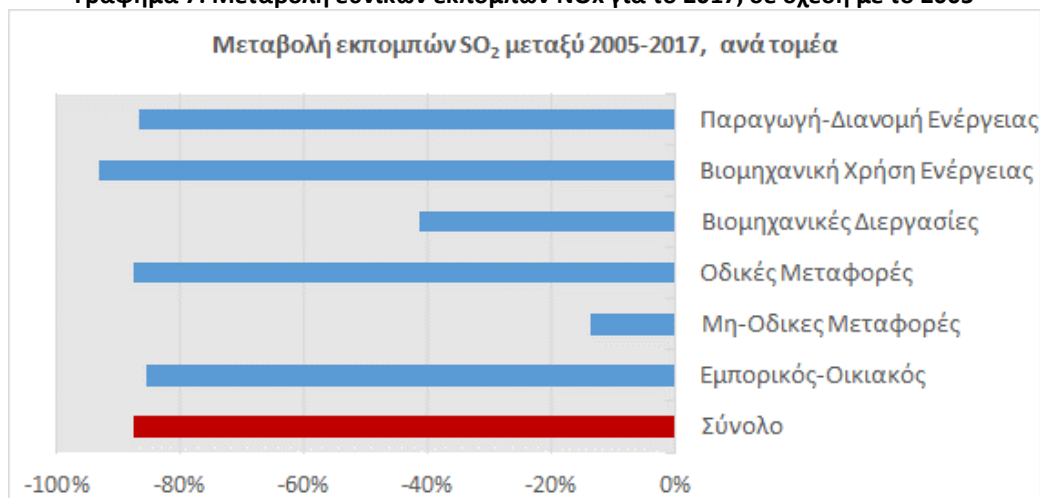
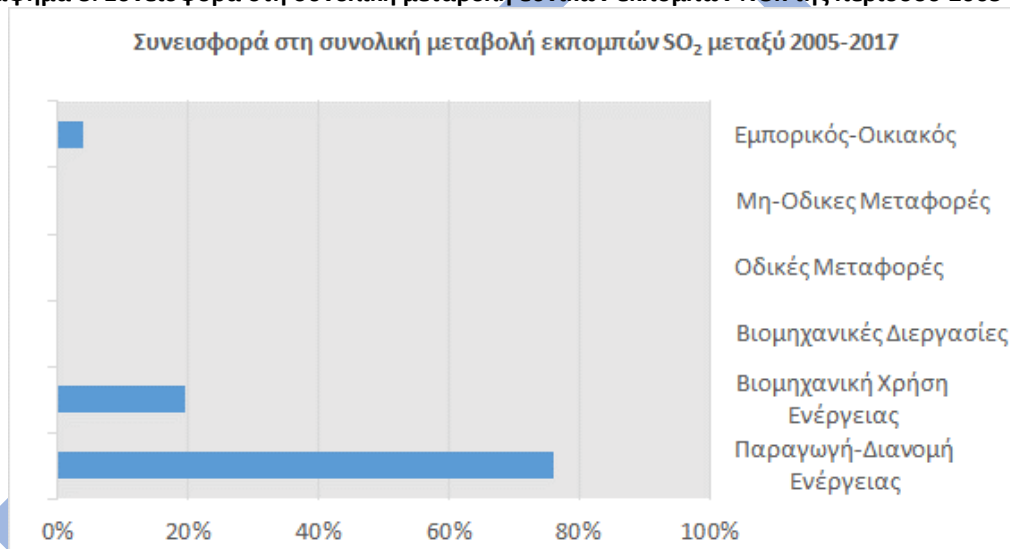
Η συμμετοχή των διαφόρων τομέων δραστηριότητας στις εκπομπές NO_x του έτους 2017 απεικονίζεται στο Γράφημα 6, όπου παρατηρείται μια πιο ισομερής κατανομή συμμετοχής των τομέων στις ολικές εκπομπές NO_x, σε σύγκριση με τα οξειδία του θείου. Αν και η παραγωγή ενέργειας παραμένει η κατηγορία με τη μεγαλύτερη συμμετοχή (33,8%), σημαντική εμφανίζεται η συνεισφορά των εκπομπών από τον οδικό τομέα (26,8%).

Η συνεισφορά των εκπομπών από τον οδικό τομέα έχει περιορισθεί σημαντικά σε σχέση με τις δύο προηγούμενες δεκαετίες, ως αποτέλεσμα της βαθμιαίας ανανέωσης του στόλου, με την πλήρη επικράτηση των καταλυτικών οχημάτων και την αυξημένη συμμετοχή οχημάτων νέα τεχνολογίας για τα οποία προβλέπονται χαμηλότερες εκπομπές NO_x από την ευρωπαϊκή νομοθεσία. Παρά την αυξημένη χρήση φυσικού αερίου και ΑΠΕ για την παραγωγή ενέργειας, καθώς και τη χρήση εξελιγμένων τεχνολογιών στις διεργασίες καύσης και στις εγκαταστάσεις αντιρρύπανσης, η μείωση των εκπομπών από τον τομέα παραγωγής ενέργειας υπήρξε μικρότερη κατά την τελευταία δεκαετία σε σχέση με την αντίστοιχη από τον τομέα οδικών μεταφορών.

Γράφημα 6: Συμμετοχή των διαφόρων τομέων δραστηριότητας στις εθνικές εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x), για το έτος 2017



Η σχετική μείωση των εκπομπών, για την περίοδο 2005-2017 ανά τομέα δραστηριότητας, καθώς και η συνεισφορά κάθε τομέα στη συνολική μείωση των εκπομπών απεικονίζονται στα Γραφήματα 7 και 8. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρείται για τις οικιακές και εμπορικές εκπομπές NO_x, η οποία προσεγγίζει το 73%. Πάνω από 50% είναι η μείωση των εκπομπών για τον τομέα των οδικών μεταφορών, στην οποία αποδίδεται και το μεγαλύτερο ποσοστό (35%) της μείωσης των συνολικών εκπομπών. Οι μειώσεις των εκπομπών από την παραγωγή και τη βιομηχανική χρήση ενέργειας είναι οι υψηλότερες και συνδυαστικά αντιστοιχούν περίπου στο 1/2 της μείωσης των συνολικών εκπομπών. Η παρατηρούμενη μείωση των εκπομπών από τον γεωργικό τομέα δεν επιφέρει ουσιαστικό αποτέλεσμα, με δεδομένη την ελάχιστη συμμετοχή (2%) του τομέα στις συνολικές εκπομπές, όπως αυτές προσμετρώνται στο εθνικό σύνολο.

Γράφημα 7: Μεταβολή εθνικών εκπομπών NOx για το 2017, σε σχέση με το 2005

Γράφημα 8: Συνεισφορά στη συνολική μεταβολή εθνικών εκπομπών NOx της περιόδου 2005-2017


Η προβλεπόμενη περαιτέρω εξέλιξη των εκπομπών NOx έως το 2030, με την παραδοχή ότι δεν πρόκειται να τροποποιηθούν οι πολιτικές και τα μέτρα που έχουν ήδη εγκριθεί, και η σύγκριση με τα εθνικά ανώτατα όρια της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/2284 (νέας Οδηγίας NEC) παρουσιάζεται στον πίνακα 2. Την περίοδο 2020-2030 προβλέπεται περαιτέρω μείωση των εκπομπών των οξειδίων του αζώτου που υπερκαλύπτει τόσο την εθνική δέσμευση για μείωση των εκπομπών NOx κατά τα έτη 2020-2029 (31%) όσο και από το 2030 και μετά (55%).

Πίνακας 2: Προβλεπόμενη εξέλιξη εθνικών εκπομπών NOx έως το 2030
(χωρίς να τροποποιηθούν οι πολιτικές και τα μέτρα που έχουν ήδη εγκριθεί)

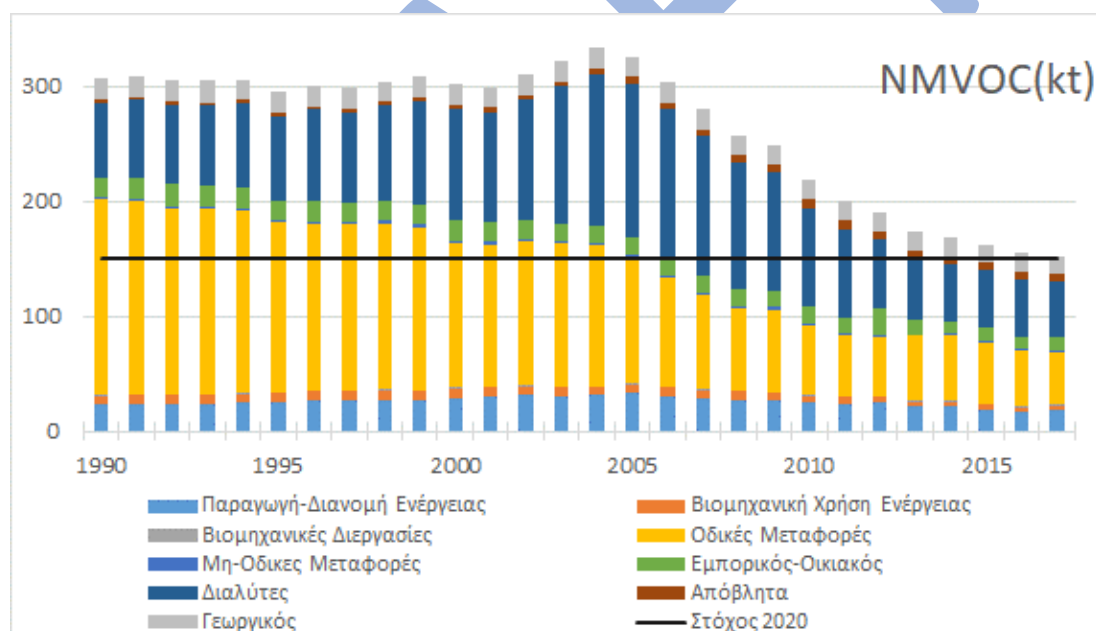
	2020	2025	2030
Συνολικές εκπομπές NOx (kt)	203,52	182,74	155,58
Προβλεπόμενο % μείωσης των εκπομπών NOx σε σύγκριση με το 2005	56,0%	60,4%	66,3%
Εθνική δέσμευση μείωσης εκπομπών NOx (%)		31%	55%

1.3 Εκπομπές μη-μεθανιούχων πτητικών οργανικών ενώσεων

Ο δείκτης ΕΕΑ ΑΡΕ 004 περιγράφει τη μεταβολή των ανθρωπογενών εκπομπών μη-μεθανιούχων πτητικών οργανικών ενώσεων (NMVOCs - Non-Methane Volatile Organic Compounds) κατά την περίοδο 1990-2017. Σε αντιστοιχία με τα NOx και σύμφωνα με τα προβλεπόμενα για την αξιολόγηση της συμμόρφωσης με τις εθνικές δεσμεύσεις βάσει της νέας οδηγίας NEC, για τις εκπομπές NMVOCs εξαιρούνται από τις ολικές εκπομπές κάποιες υποκατηγορίες του γεωργικού τομέα.

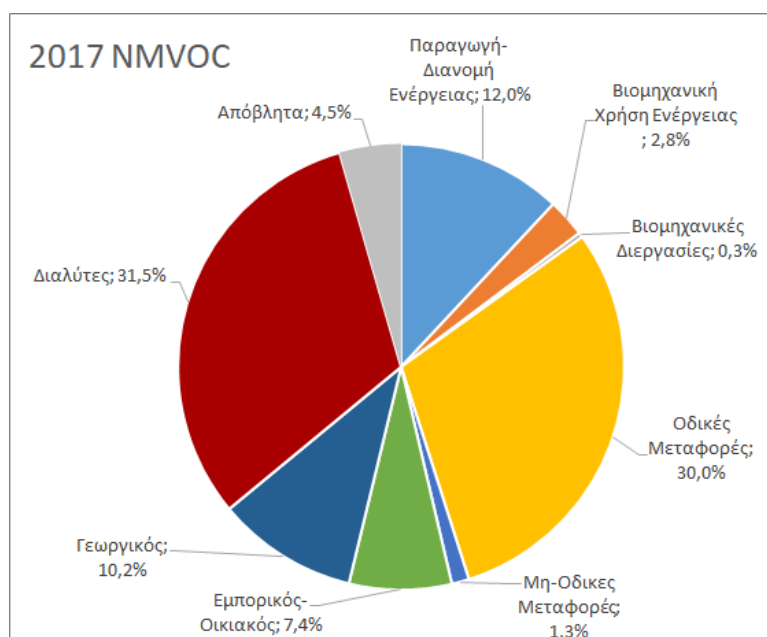
Τα αποτελέσματα της διαχρονικής εξέλιξης των εκπομπών (Γράφημα 10) αποτυπώνουν μια συνεχή πτώση των επιπέδων εκπομπών NMVOCs μετά το 2004, καταγράφοντας το 2017 μείωση κατά 50,4% σε σχέση με το 1990. Ο προβλεπόμενος στόχος της Οδηγίας 2001/81/ΕΚ φαίνεται να έχει επιτευχθεί από το 2009. Η νέα οδηγία NEC προβλέπει τη μείωση εκπομπών NMVOCs, ως προς το έτος αναφοράς 2005, κατά 54% έως το 2020 και κατά 62% έως το 2030. Τα δεδομένα για το 2017 υποδεικνύουν μείωση κατά 53,3% σε σχέση με το 2005, συνεπώς διαφαίνεται ότι η επίτευξη του εθνικού στόχου για το 2020 θα είναι οριακή, ενώ για την επίτευξη του στόχου μείωσης το 2030 θα απαιτηθεί η λήψη πρόσθετων μέτρων.

Γράφημα 9: Διαχρονική εξέλιξη των εκπομπών μη-μεθανιούχων πτητικών οργανικών ενώσεων (NMVOC) στην Ελλάδα



Οι διάφορες πτητικές οργανικές ενώσεις εκπέμπονται από μεγάλο αριθμό διαφοροποιημένων πηγών (Γράφημα 11), όμως εμφανίζουν παρεμφερή συμπεριφορά στην ατμόσφαιρα. Η χρήση προϊόντων που περιέχουν ή χρησιμοποιούν οργανικούς διαλύτες και η κυκλοφορία οχημάτων είναι οι κατηγορίες με τη μεγαλύτερη συνεισφορά (31,5% και 30% αντίστοιχα κατά το 2017).

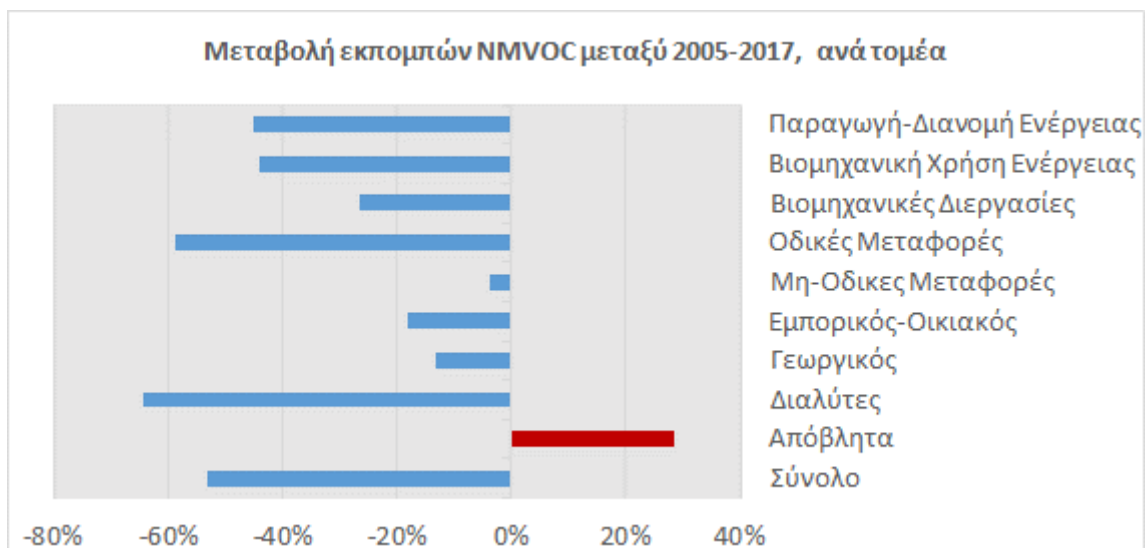
Γράφημα 10: Συμμετοχή των διαφόρων τομέων δραστηριότητας στις εθνικές εκπομπές μη-μεθανούχων πτητικών οργανικών ενώσεων (NMVOC), για το έτος 2017



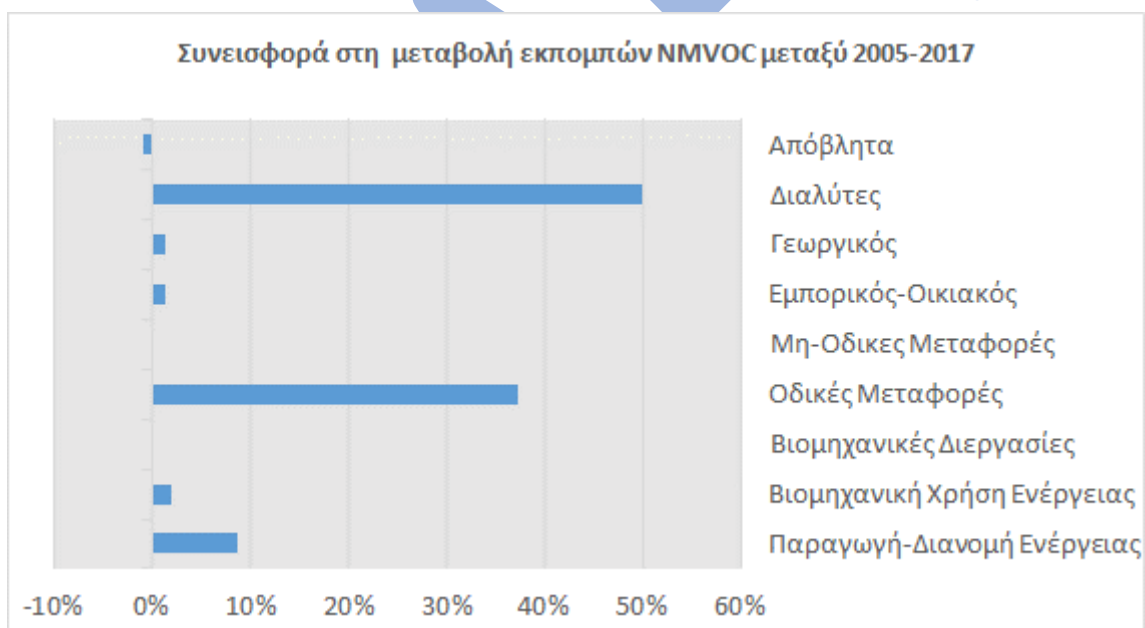
Η μείωση που έχει καταγραφεί στις εκπομπές από τα οχήματα, ως αποτέλεσμα της ευρωπαϊκής νομοθεσίας για τις εκπομπές από νέα οχήματα και τη σταδιακή ανανέωση του επιβατικού και επαγγελματικού στόλου, ερμηνεύει σε μεγάλο βαθμό την παρατηρούμενη μείωση των ολικών εκπομπών. Οι εκπομπές NMVOCs από τους διαλύτες, αν και δεν απέχουν πολύ από τα επίπεδα του 1990, έχουν μειωθεί σημαντικά σε σχέση με τις πολύ υψηλότερες τιμές που καταγράφονταν στο μέσο της προηγούμενης δεκαετίας, ως αποτέλεσμα και των στοχευμένων νομοθετικών παρεμβάσεων (Solvents Directive - 1999/13/ΕΚ, Paints Directive - 2004/32/ΕΚ). Οι εκπομπές που εμπύπτουν στον κλάδο παραγωγής και διανομής ενέργειας σχετίζονται, κατά κύριο λόγο, με διαφεύγουσες εκπομπές από τη διύλιση πετρελαίου και την αποθήκευση πετρελαιοειδών και λιγότερο με άμεσες εκπομπές από τις διεργασίες παραγωγής.

Στα Γραφήματα 12 και 13 παρουσιάζεται η μεταβολή των εκπομπών NMVOC ανά τομέα, μεταξύ 2005-2017, καθώς και η συνεισφορά εκάστου τομέα στη συνολική μεταβολή, που όπως διαφαίνεται τη μεγαλύτερη συνεισφορά έχει ο τομέας των διαλυτών. Σχεδόν σε όλους τους τομείς καταγράφονται μειώσεις, τα ποσοστά των οποίων υπερβαίνουν το 40% για τα προϊόντα που περιέχουν ή χρησιμοποιούν οργανικούς διαλύτες, τις οδικές μεταφορές καθώς και την παραγωγή και τη βιομηχανική χρήση ενέργειας. Ο τομέας των αποβλήτων είναι ο μόνος που παρουσιάζει αυξητική τάση αλλά έχει αμελητέα συμμετοχή στις συνολικές εκπομπές.

Γράφημα 11: Μεταβολή εθνικών εκπομπών NMVOC για το 2017, σε σχέση με το 2005



Γράφημα 12: Συνεισφορά μεταβολής εθνικών εκπομπών NMVOC της περιόδου 2005-2017



Η προβλεπόμενη περαιτέρω εξέλιξη των εκπομπών NMVOC έως το 2030 και η σύγκριση με τα εθνικά ανώτατα όρια της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/2284 (νέας Οδηγίας NEC) παρουσιάζεται στον πίνακα 3. Με την παραδοχή ότι δεν θα τροποποιηθούν οι πολιτικές και τα μέτρα που ήδη έχουν εγκριθεί για την περίοδο 2020-2030, προβλέπεται ότι η μείωση των εκπομπών μη μεθανιούχων πτητικών οργανικών ενώσεων καλύπτει τόσο την εθνική δέσμευση για μείωση των εκπομπών NMVOC κατά τα έτη 2020-2029 (54%) όσο και από το 2030 και μετά (62%).

Πίνακας 3: Προβλεπόμενη εξέλιξη εθνικών εκπομπών NMVOC έως το 2030
(χωρίς να τροποποιηθούν οι πολιτικές και τα μέτρα που έχουν ήδη εγκριθεί)

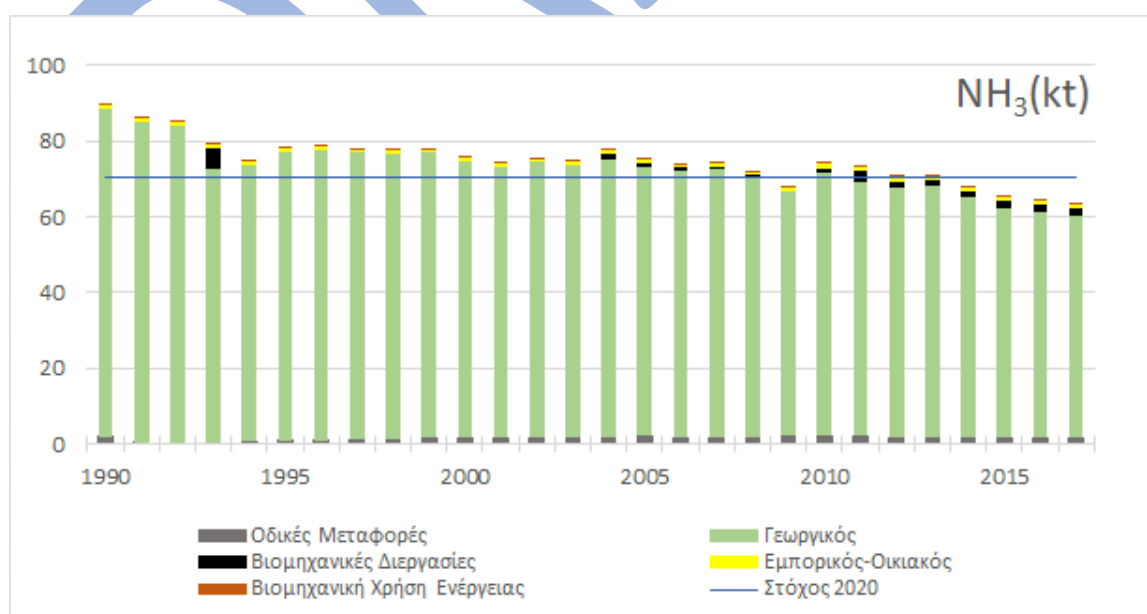
	2020	2025	2030
Συνολικές εκπομπές NMVOC (kt)	125,76	115,82	106,06
Προβλεπόμενο % μείωσης των εκπομπών NMVOC σε σύγκριση με το 2005	59,2%	62,4%	65,6%
Εθνική δέσμευση μείωσης εκπομπών NMVOC (%)		54%	62%

1.4 Εκπομπές αμμωνίας

Ο δείκτης ΕΕΑ ΑΡΕ 003 παρακολουθεί τη διαχρονική εξέλιξη των ανθρωπογενών εκπομπών αμμωνίας (NH₃) στην ατμόσφαιρα, από το 1990 και μετά, συνολικά και ανά τομέα (Γράφημα 9). Οι δραστηριότητες για τις οποίες αναφέρονται εκπομπές NH₃ εμπίπτουν στους πέντε τομείς, στο γεωργικό τομέα, στις οδικές μεταφορές, στις βιομηχανικές διεργασίες, στη βιομηχανική χρήση ενέργειας και στον εμπορικό-οικιακό τομέα. Καθώς το μεγαλύτερο τμήμα (>90%) των εκπομπών προέρχεται από έναν κύριο τομέα, αυτόν της γεωργίας, είναι δυνατή η άμεση παρατήρηση της αποτελεσματικότητας συγκεκριμένων πολιτικών για τον περιορισμό των ολικών εκπομπών.

Τα επίπεδα εκπομπών αμμωνίας παρουσιάζουν σχετική διαχρονική σταθερότητα την τελευταία δεκαετία, με σταθερή μείωση της τάξης του 1-4% ετησίως την τελευταία πενταετία. Το 2017 καταγράφεται μείωση των εκπομπών αμμωνίας κατά 29,5% σε σχέση με το έτος βάσης 1990. Ο εθνικός στόχος μείωσης των εκπομπών αμμωνίας, σε σχέση με το 2005, όπως περιγράφεται στη νέα Οδηγία NEC, είναι 7% έως το 2020 και 10% έως 2030 και έπειτα. Για το 2017, το ποσοστό μείωσης εκπομπών NH₃ ως προς το 2005 είναι 16%. Κατά συνέπεια, η χώρα ήδη έχει υπερκαλύψει όχι μόνο το στόχο του 2020 αλλά και αυτόν του 2030.

Γράφημα 13: Διαχρονική εξέλιξη των εκπομπών αμμωνίας (NH₃) στην Ελλάδα



Το κύριο τμήμα των εκπομπών αμμωνίας προέρχεται από τον γεωργικό τομέα, του οποίου η συμμετοχή για το έτος 2017 ανέρχεται σε 92,4%. Η μείωση των εκπομπών για το 2017 από τον τομέα σε σχέση με το έτος βάσης 2005 ελαττώνεται κατά 17,1%, αν και οι εκπομπές παρουσιάζονται μόνο κατά 8,4% μειωμένες από το 2009 και έπειτα. Στην Ελλάδα, η διαχρονική αυτή μείωση συνδέεται με τον περιορισμό της χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων και την παράλληλη ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας, καθώς και με την εφαρμογή καλών αγροτικών πρακτικών, ενώ λιγότερο σημαντική είναι η επίδραση των μεταβολών στον κτηνοτροφικό τομέα.

Σε ό,τι αφορά τις εκπομπές αμμωνίας από τον οδικό τομέα, αυτές προέρχονται από τα καυσαέρια των επιβατικών αυτοκινήτων, καθώς αμμωνία παράγεται από σειρά αντιδράσεων στους τριοδικούς καταλύτες. Σε σχέση με το 2005 παρατηρείται μείωση κατά 25%, ενώ μεταξύ 2013-2017 οι εκπομπές εμφανίζονται σταθεροποιημένες σε ποσοστό 1,5%. Το 2009 καταγράφονται οι υψηλότερες εκπομπές από τον οδικό τομέα (2,3kt), οι οποίες έως το 2017 σημειώνουν συνολική μείωση κατά 34,8%. Μικρό τμήμα των εκπομπών NH₃ (3,1%) αποδίδεται σε χημικές βιομηχανικές διεργασίες και συγκεκριμένα στην παραγωγή νιτρικού αμμωνίου για χρήση σε λιπάσματα. Τέλος, ένα μικρό αλλά υπολογίσιμο ποσοστό καταλαμβάνουν οι εκπομπές αμμωνίας από τον εμπορικό-οικιακό τομέα και τη βιομηχανική χρήση ενέργειας.

Η προβλεπόμενη περαιτέρω εξέλιξη των εκπομπών NH₃ έως το 2030 και η σύγκριση με τα εθνικά ανώτατα όρια της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/2284 (νέας Οδηγίας NEC) παρουσιάζεται στον πίνακα 4. Με την παραδοχή ότι δεν θα τροποποιηθούν οι πολιτικές και τα μέτρα που ήδη έχουν εγκριθεί για την περίοδο 2020-2030, προβλέπεται ότι η μείωση των εκπομπών αμμωνίας καλύπτει τόσο την εθνική δέσμευση για μείωση των εκπομπών NH₃ κατά τα έτη 2020-2029 (7%) όσο και από το 2030 και μετά (10%).

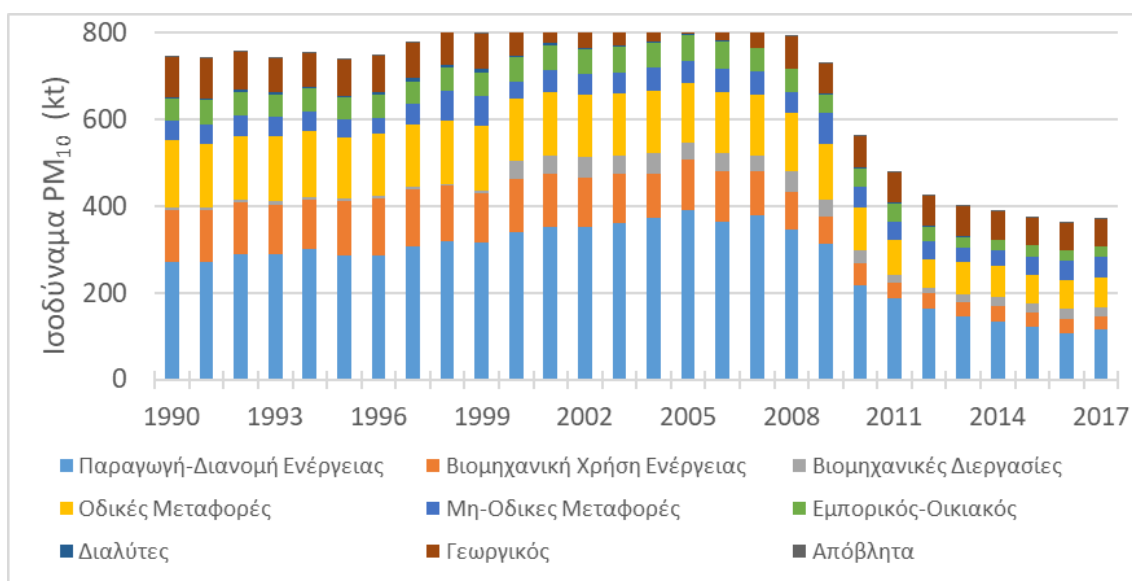
Πίνακας 4: Προβλεπόμενη εξέλιξη εθνικών εκπομπών NH₃ έως το 2030
(χωρίς να τροποποιηθούν οι πολιτικές και τα μέτρα που έχουν ήδη εγκριθεί)

	2020	2025	2030
Συνολικές εκπομπές NH ₃ (kt)	65,13	63,4	67,02
Προβλεπόμενο % μείωσης των εκπομπών NH ₃ σε σύγκριση με το 2005	14,0%	16,3%	11,5%
Εθνική δέσμευση μείωσης εκπομπών NH ₃ (%)		7%	10%

1.5 Εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων

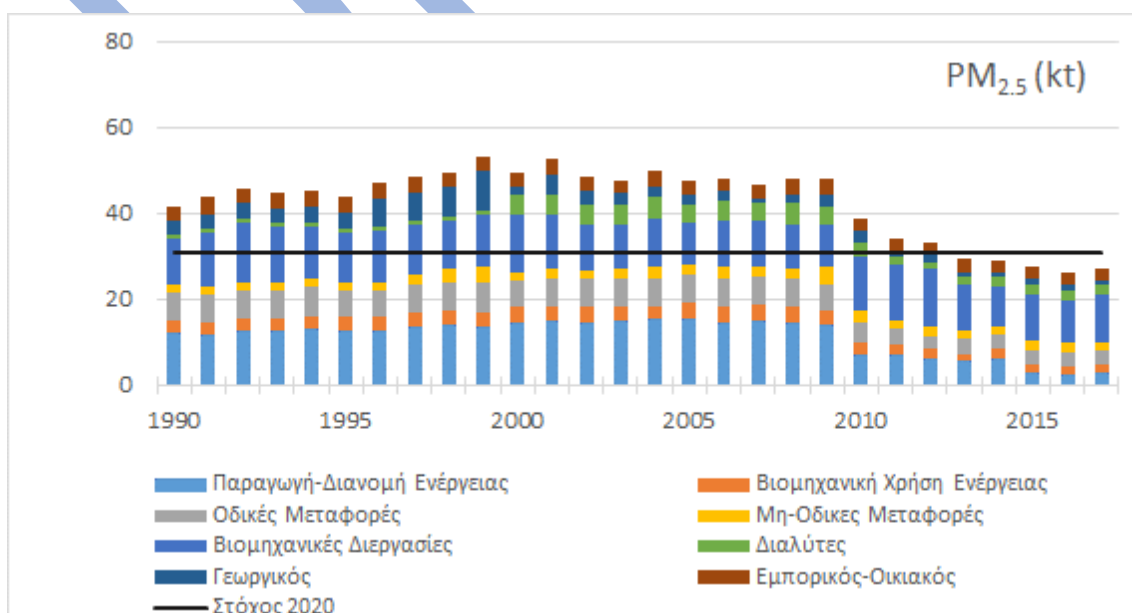
Οι δείκτες CSI 003 και ENER 007 ανιχνεύουν τις μεταβολές στις ανθρωπογενείς εκπομπές των πρωτογενών σωματιδίων (PM₁₀ και PM_{2.5}) και των κυρίων ατμοσφαιρικών ρύπων (NO_x, SO₂ και NH₃) που συμμετέχουν στις διαδικασίες σχηματισμού δευτερογενών σωματιδίων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εξέλιξης των εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀, παρατηρείται ο σταδιακός περιορισμός της παραγωγής αιωρούμενων σωματιδίων από το 2007 και έπειτα (Γράφημα 14). Το 2017 η μείωση ανέρχεται σε 50,3% σε σχέση με το έτος 1990, και σε 57,6% σε σχέση με το 2005. Παρατηρείται επίσης εξομάλυνση κατά την περίοδο 2012-2017.

Γράφημα 14: Διαχρονική εξέλιξη των εκπομπών πρωτογενών σωματιδίων PM₁₀ στην Ελλάδα


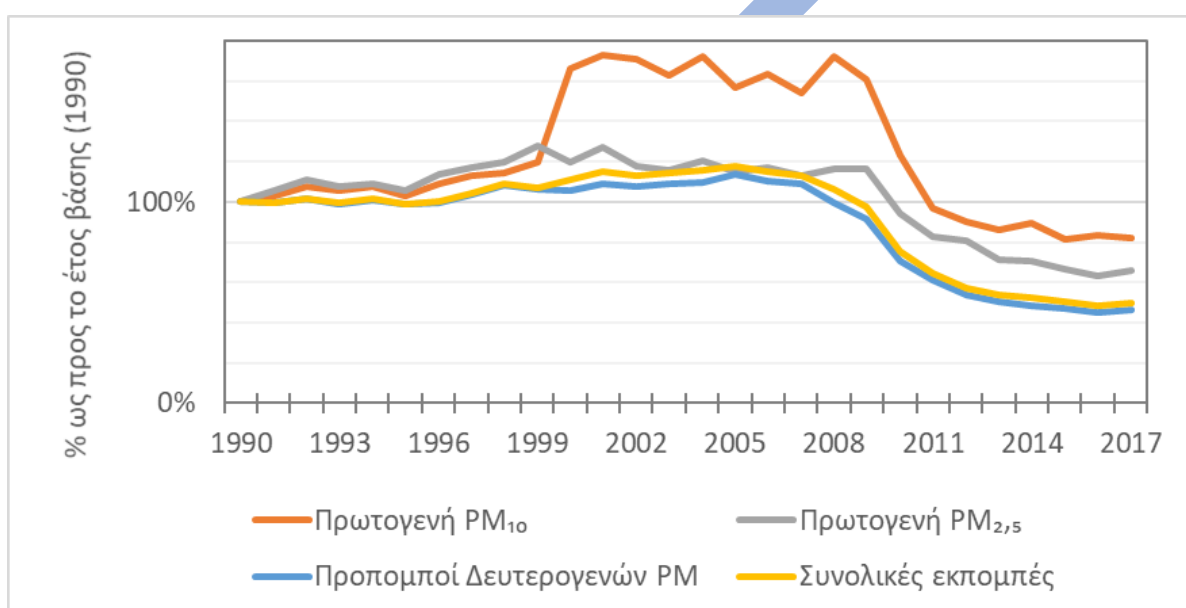
Στο Γράφημα 15 παρουσιάζεται συνολικά και ανά τομέα η μεταβολή των εκπομπών PM_{2.5}, τα οποία έχουν ενταχθεί πλέον, με τη νέα Οδηγία NEC, στους ρύπους για τους οποίους προβλέπονται εθνικά όρια εκπομπών.

Παρατηρείται ότι μετά από μια σημαντική μείωση κατά την περίοδο 2009-2013, οι εκπομπές PM_{2.5} εμφανίζονται σταθεροποιημένες και μάλιστα καταγράφουν μια μείωση (7,6%) κατά την περίοδο 2013-2017. Ο εθνικός στόχος μείωσης των εκπομπών PM_{2.5}, σε σχέση με το 2005, σύμφωνα με τη νέα Οδηγία NEC, είναι 35% για το 2020 και 50% έως το 2030. Το έτος 2017 καταγράφεται μείωση κατά 42,9% σε σχέση με το 2005, δηλαδή έχει ήδη υπερκαλυφθεί ο στόχος του 2020, ενώ η επίτευξη του εθνικού στόχου για το 2030 προβλέπεται να απαιτήσει πρόσθετα μέτρα.

Γράφημα 15: Διαχρονική εξέλιξη των εκπομπών πρωτογενών σωματιδίων PM_{2.5} στην Ελλάδα


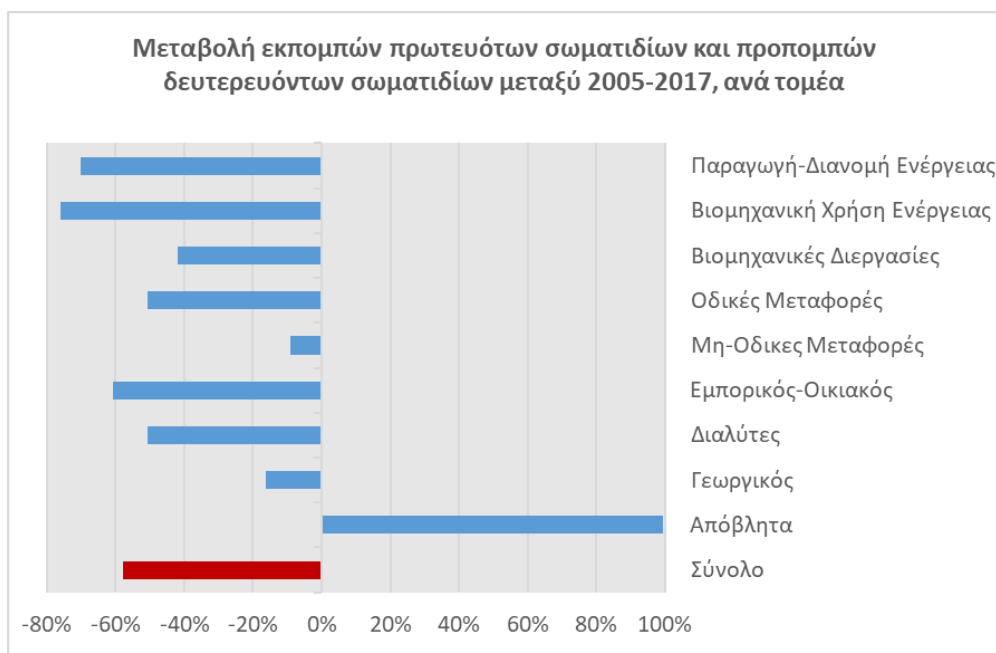
Κατά την περίοδο 1990-2017, οι παρατηρούμενες μειώσεις των εκπομπών πρωτογενών σωματιδίων, 18% για τα PM₁₀ και 34,2% για τα PM_{2,5} υπολείπονται της μείωσης στις ισοδύναμες εκπομπές προπομπών δευτερογενών σωματιδίων που ανέρχονται σε 53,4% (Γράφημα 16). Και οι τρεις παράμετροι παρουσιάζουν παρεμφερή διαχρονική διακύμανση, με τη μείωση που παρατηρείται την τελευταία δεκαετία να αποδίδεται στη βαθμιαία αλλαγή του ενεργειακού μίγματος και στην εφαρμογή αντιρρυπαντικών τεχνολογιών στις μονάδες παραγωγής, στη μείωση των εκπομπών από τα ιδιωτικά και επαγγελματικά οχήματα σύμφωνα με τις προβλέψεις της ευρωπαϊκής νομοθεσίας, αλλά και στη συνολική μείωση κατανάλωσης ενέργειας στο πλαίσιο της οικονομικής ύφεσης.

Γράφημα 16: Διαχρονική μεταβολή εκπομπών σωματιδίων και προπομπών τους



Όπως γίνεται εμφανές από το Γράφημα 14, η μείωση που καταγράφεται από τον δείκτη EEA CSI 003, κατά την περίοδο 2005-2017, σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τις μειώσεις στις εκπομπές από τους τομείς που σχετίζονται με την ενέργεια. Με εξαίρεση τις εκπομπές από τα απόβλητα, όλοι οι υπόλοιποι τομείς καταγράφουν μείωση στις εκπομπές, με σημαντικότερες τις μειώσεις που αποδίδονται στους τομείς της παραγωγής και βιομηχανικής χρήσης ενέργειας, στις βιομηχανικές διεργασίες, στις οδικές μεταφορές, στον εμπορικό-οικιακό τομέα και στους διαλύτες, σε ποσοστά που κυμαίνονται μεταξύ 42-76% (Γράφημα 14).

Γράφημα 17: Μεταβολή εθνικών εκπομπών πρωτογενών σωματιδίων και προπομπών δευτερογενών σωματιδίων, μεταξύ 2005-2017, ανά τομέα



Η προβλεπόμενη περαιτέρω εξέλιξη των εκπομπών $PM_{2.5}$ έως το 2030 και η σύγκριση με τα εθνικά ανώτατα όρια της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/2284 (νέας Οδηγίας NEC) παρουσιάζεται στον πίνακα 5. Με την παραδοχή ότι δεν θα τροποποιηθούν οι πολιτικές και τα μέτρα που ήδη έχουν εγκριθεί για την περίοδο 2020-2030, η μείωση των εκπομπών $PM_{2.5}$ αναμένεται να είναι σε συμμόρφωση με την εθνική δέσμευση για μείωση των εκπομπών $PM_{2.5}$ κατά τα έτη 2020-2029 (35%) όσο και από το 2030 και μετά (50%).

Πίνακας 5: Προβλεπόμενη εξέλιξη εθνικών εκπομπών $PM_{2.5}$ έως το 2030
(χωρίς να τροποποιηθούν οι πολιτικές και τα μέτρα που έχουν ήδη εγκριθεί)

	2020	2025	2030
Συνολικές εκπομπές $PM_{2.5}$ (kt)	24,44	22,7	21,73
Προβλεπόμενο % μείωσης των εκπομπών $PM_{2.5}$ σε σύγκριση με το 2005	48,7%	52,4%	54,4%
Εθνική δέσμευση μείωσης εκπομπών $PM_{2.5}$ (%)		35%	50%

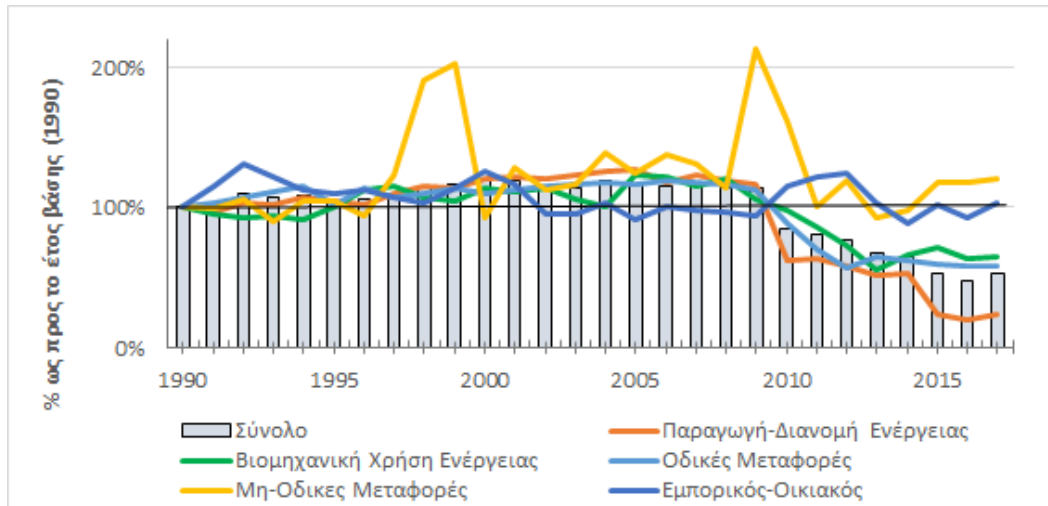
Σωματιδιακές εκπομπές που σχετίζονται με την ενέργεια

Με δεδομένη τη μεγάλη συνεισφορά των εκπομπών από τους συγκεκριμένους τομείς, στις ολικές εκπομπές ισοδυνάμων αιωρούμενων σωματιδίων, είναι σημαντική η εξέταση των ανθρωπογενών σωματιδιακών εκπομπών που σχετίζονται με την ενέργεια. Ο δείκτης ΕΕΑ ENER 007 παρακολουθεί τις συνολικές ανθρωπογενείς εκπομπές των πρωτογενών σωματιδίων PM_{10} και $PM_{2.5}$, από τους τομείς της παραγωγής-διανομής ενέργειας, της βιομηχανικής χρήσης ενέργειας, των οδικών και μη-οδικών μεταφορών και της εμπορικής/οικιακής χρήσης ενέργειας.

Η διαχρονική μεταβολή των εκπομπών πρωτογενών εκπομπών PM_{10} , συνολικά και ανά τομέα, απεικονίζεται στο Γράφημα 18. Καταγράφεται μείωση κατά 47,7% ως προς το 1990 και κατά 55,3% ως προς το 2005. Οι μεγαλύτερες μειώσεις σε σχέση με το 1990 παρατηρούνται για τους τομείς

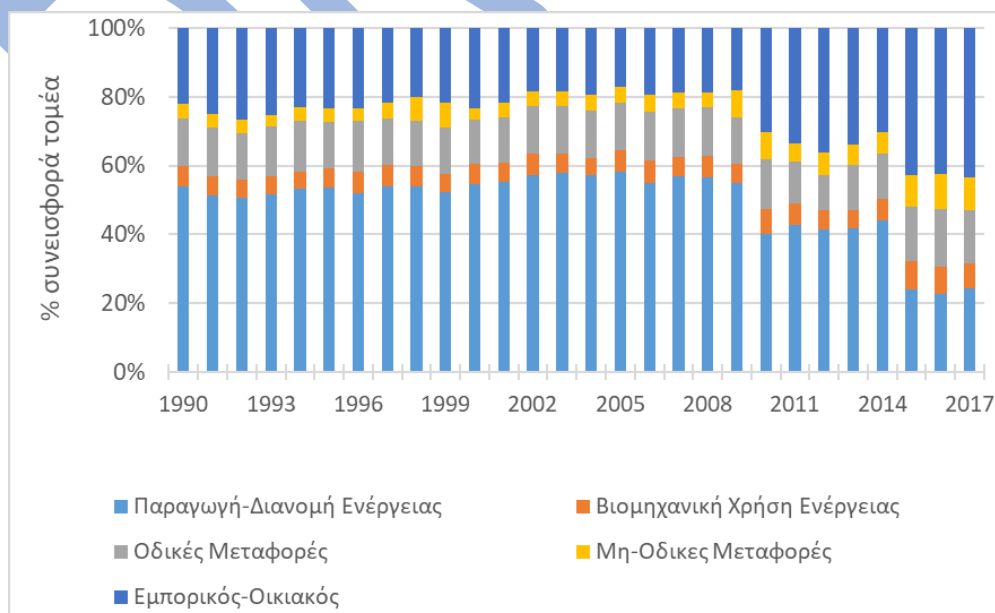
παραγωγής ενέργειας (76,5%) και βιομηχανικής χρήσης ενέργειας (35,4%), καθώς για τον τομέα των οδικών μεταφορών (42,1%). Οι εκπομπές από τον κλάδο των μη-οδικών μεταφορών χαρακτηρίζονται από μεγάλη μεταβλητότητα και κατά το 2017 εξακολουθούν να υπερβαίνουν τις εκπομπές του έτους βάσης 1990.

Γράφημα 18: Διαχρονική μεταβολή εκπομπών πρωτογενών PM₁₀ που σχετίζονται με την ενέργεια, ανά τομέα



Όπως διακρίνεται και από το Γράφημα 19, η συνεισφορά των πρωτογενών εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων από την παραγωγή ενέργειας έχει μειωθεί στο 1/2 σε σχέση με την αντίστοιχη του 1990 και ανέρχεται στο 24,2% των ολικών εκπομπών. Τη μεγαλύτερη συνεισφορά την έχει πλέον η οικιακή και εμπορική χρήση ενέργειας, επισημαίνοντας τη σχετική σταθερότητα των πρωτογενών εκπομπών, το ποσοστό μείωσης των οποίων, ιδιαίτερα στην περίοδο 2005-2017, φαίνεται ότι ελαττώνεται πολύ λιγότερο απ' ό,τι για τους άλλους ρύπους.

Γράφημα 19: Συνεισφορά τομέων στις συνολικές εκπομπές πρωτογενών σωματιδίων PM₁₀ που σχετίζονται με την ενέργεια



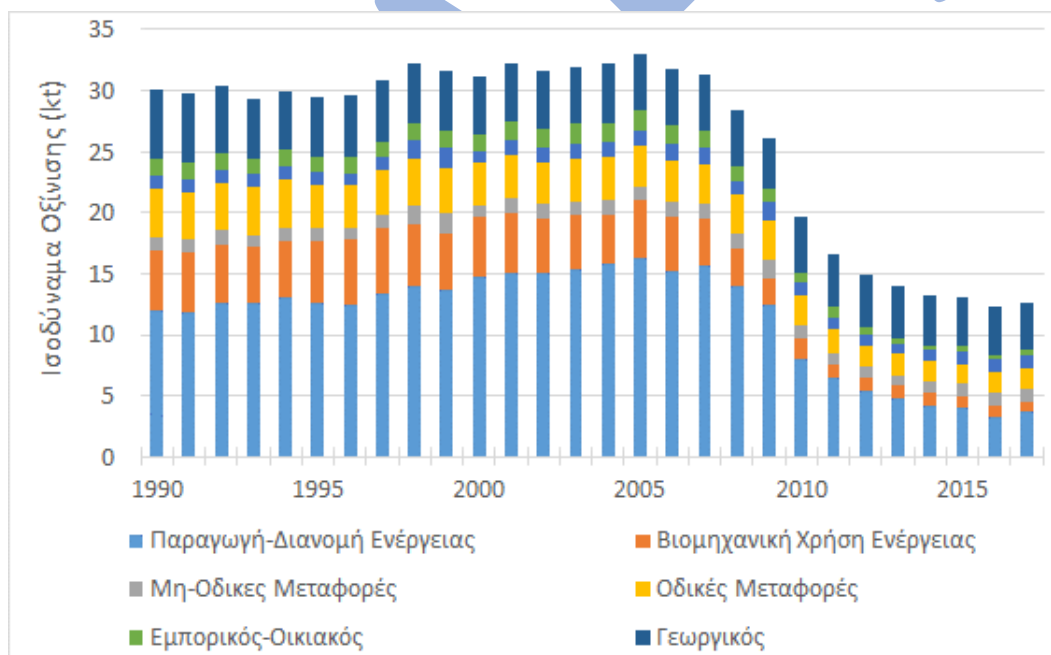
2. Εκπομπές ουσιών οξίνισης

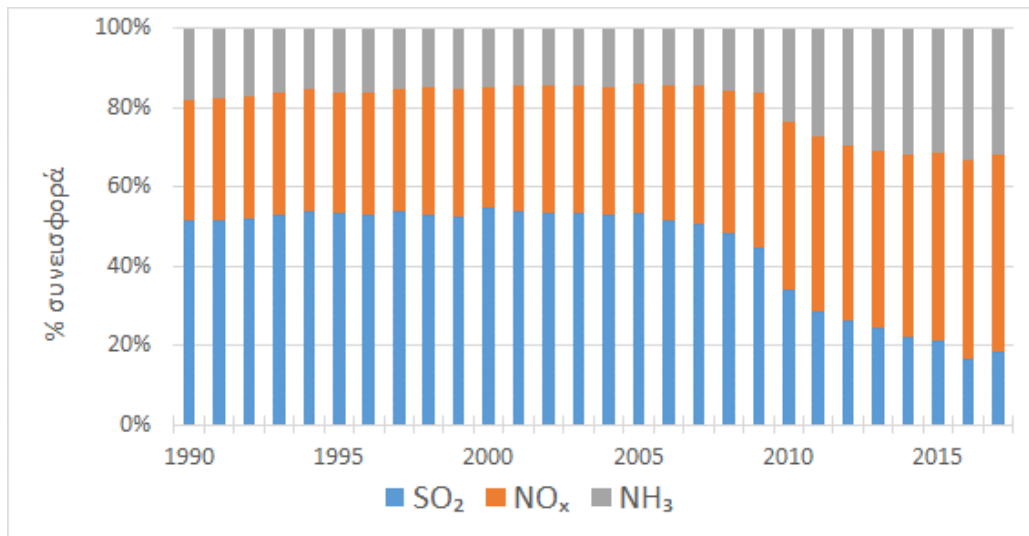
Οι δείκτες EEA CSI 001 και EEA ENER 006 καταγράφουν τις συνολικές και ανά τομέα εκπομπές των ατμοσφαιρικών ρύπων (SO₂, NO_x και NH₃), οι οποίοι προκαλούν οξίνιση (acidification) κατά την εναπόθεσή τους και συνδέονται με σειρά αρνητικών επιπτώσεων στα οικοσυστήματα και με φθορές σε κτίρια και υλικά.

Η μεταβολή των συνολικών εκπομπών ουσιών οξίνισης (δείκτης EEA CSI 001), καταγεγραμμένη στους τομείς δραστηριότητας απεικονίζεται στο Γράφημα 20 για την περίοδο 1990-2017. Καταγράφεται μείωση των συνολικών εκπομπών πάνω από το ήμισυ (59,8%) σε σχέση με το 1990, η οποία κυρίως παρατηρείται από το 2008 και μετά, ενώ κατά την περίοδο 2012-2017 εξομαλύνεται η πτωτική τάση.

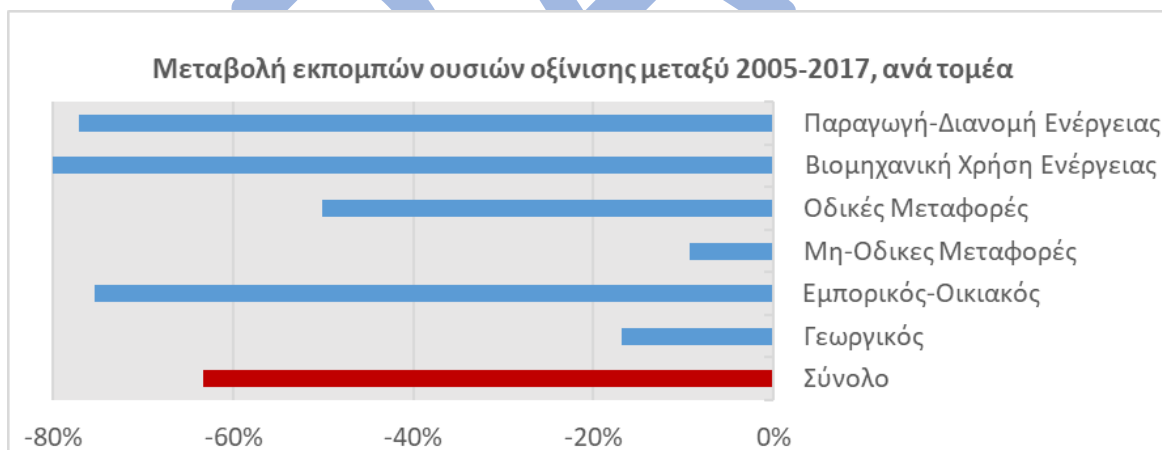
Η σχετική συμμετοχή των τριών ατμοσφαιρικών ρύπων στο υπολογιζόμενο δυναμικό οξίνισης παρουσιάζεται στο Γράφημα 21. Έως και το 2010 οι εκπομπές οξειδίων του θείου αποτελούσαν τον κυριότερο παράγοντα οξίνισης, έχοντας υποσκελισθεί από το 2011 και μετά από τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου, οι οποίες ελαττώνονται με σχετικά βραδύτερο ρυθμό. Η συμμετοχή των εκπομπών αμμωνίας, που εμφανίζουν μεγαλύτερη διαχρονική σταθερότητα, έχουν σταδιακά υπερβεί το 1/4 των ολικών.

Γράφημα 20: Διαχρονική μεταβολή των εκπομπών ουσιών οξίνισης στην Ελλάδα



Γράφημα 21: Σχετική συμμετοχή ατμοσφαιρικών ρύπων στο ολικό δυναμικό οξίνισης


Σε σχέση με το 2005, οι ολικές εκπομπές ουσιών οξίνισης έχουν μειωθεί κατά 63,3%. Η μεταβολή ανά τομέα δραστηριότητας περιγράφεται στο Γράφημα 22, όπου παρατηρείται σημαντική μείωση των εκπομπών από τομείς που περιλαμβάνουν τη χρήση καυσίμων (για παραγωγή ενέργειας, οδικές μεταφορές και βιομηχανικές/εμπορικές/ οικιακές χρήσεις), η μείωση των οποίων υπερβαίνει το 50%. Επισημαίνεται η σχετική διαχρονική σταθερότητα των εκπομπών από τον γεωργικό τομέα, των οποίων η συνολική μεταβολή ανέρχεται σε 32,9% σε σχέση με το 1990 και 16,9% σε σχέση με το 2005.

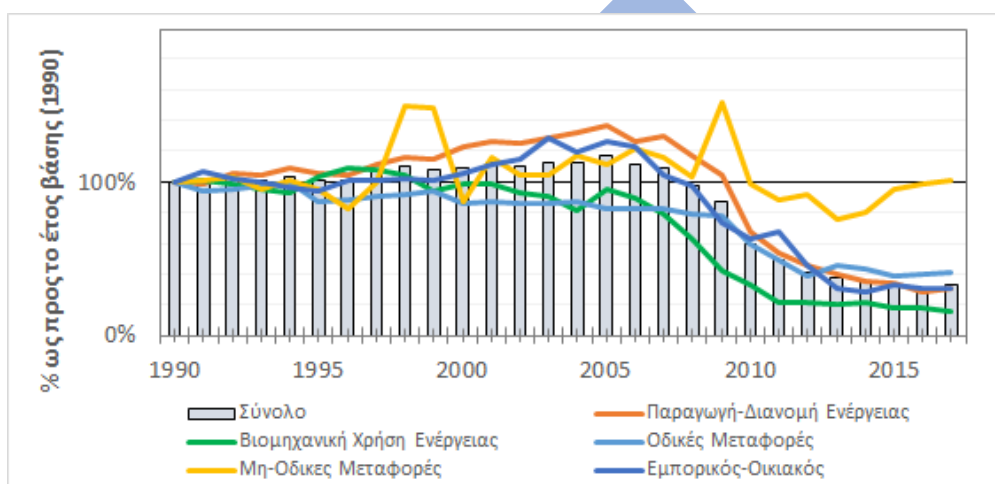
Γράφημα 22: Μεταβολή εκπομπών ουσιών οξίνισης μεταξύ 2005-2017, ανά τομέα


Οι μεταβολές στις εκπομπές ουσιών οξίνισης που σχετίζονται με την ενέργεια περιγράφονται από τον δείκτη EEA ENER 006. Οι τομείς δραστηριότητας που συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό του δείκτη είναι η παραγωγή-διανομή ενέργειας, η χρήση ενέργειας στη βιομηχανία, οι οδικές μεταφορές και η εμπορική-οικιακή χρήση ενέργειας. Στο Γράφημα 23 απεικονίζεται η διαχρονική μεταβολή των ολικών και ανά τομέα εκπομπών ουσιών οξίνισης που σχετίζονται με την ενέργεια, ως ποσοστό επί του έτους βάσης 1990. Η ελάττωση των ολικών εκπομπών από τους ενεργειακούς τομείς είναι σημαντική, με τις εκπομπές για το 2017 να παρουσιάζονται υποδιπλασιασμένες σε σχέση με το 1990, καταγράφοντας μείωση 67%, η οποία σημειώνεται μετά το 2009.

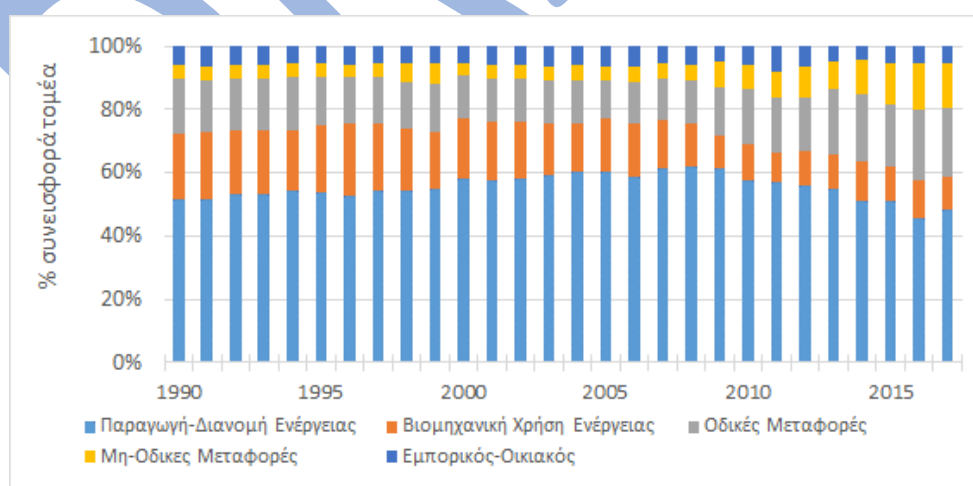
Οι εκπομπές από παραγωγή και διανομή ενέργειας, η οποία αποτελεί τον παράγοντα με την μεγαλύτερη συνεισφορά στον δείκτη (Γράφημα 24), έως και το 2009 υπερέβαιναν τις αντίστοιχες του έτους βάσης. Στη ραγδαία μείωση τους, κατά την περίοδο που ακολουθεί, αποδίδεται σε μεγάλο βαθμό η μείωση και των ολικών εκπομπών.

Οι εκπομπές από τη βιομηχανική και εμπορική/οικιακή χρήση ενέργειας έχουν ελαττωθεί σε μεγάλο βαθμό, ώστε να αιτιολογούν το 19,8% και 6,5%, αντίστοιχα, της μείωσης των ολικών εκπομπών, μεταξύ 2005-2017. Επίσης, η μείωση των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές μεταξύ 2005-2017 (50,2%) αντιστοιχεί στο 8,6% της μείωσης των ολικών εκπομπών. Οι εκπομπές από τον τομέα των μη-οδικών μεταφορών παρουσιάζουν μεγάλο εύρος διακύμανσης και σχετικά μικρότερη μείωση, καθώς κατά το 2017 εμφανίζεται μείωση σε ποσοστό 9,3%.

Γράφημα 23: Διαχρονική μεταβολή εκπομπών ουσιών οξίνισης που σχετίζονται με την ενέργεια



Γράφημα 24: Συνεισφορά τομέων στις συνολικές εκπομπές ουσιών οξίνισης που σχετίζονται με την ενέργεια



3. Εκπομπές προπομπών του όζοντος

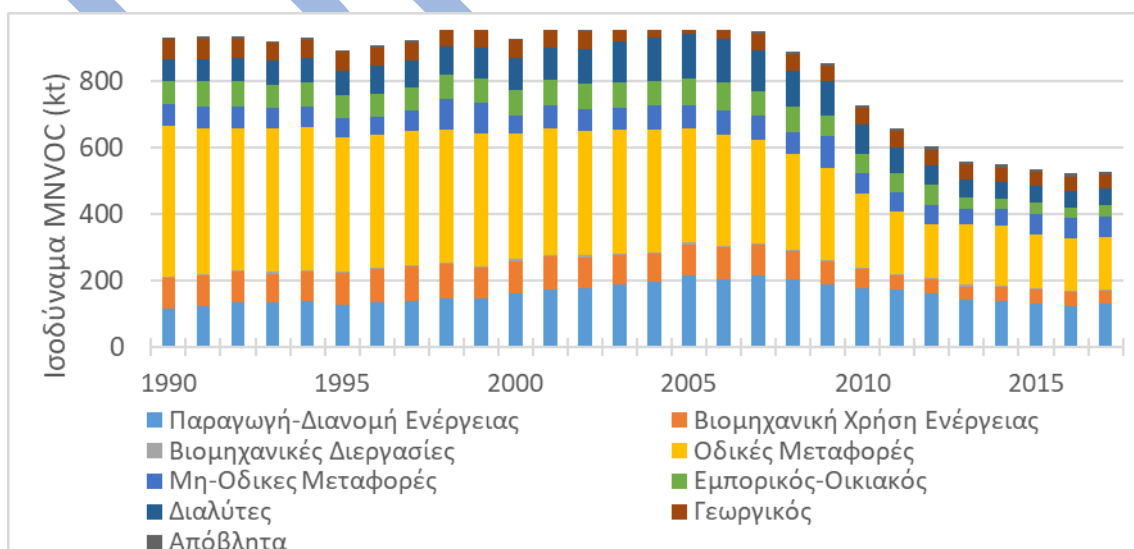
Οι δείκτες EEA CSI 002 και EEA ENER 005 καταγράφουν τις συνολικές και ανά τομέα εκπομπές των ατμοσφαιρικών ρύπων (NO_x, NMVOC, CO και CH₄) που συμβάλουν στον σχηματισμό του τροποσφαιρικού όζοντος.

Ο δείκτης EEA CSI 002 παρακολουθεί τη μεταβολή των συνολικών εκπομπών προπομπών όζοντος, η οποία απεικονίζεται, κατά τα έτη 1990-2017, ανά τομέα δραστηριότητας (Γράφημα 25). Σε σχέση με το έτος 1990, το ολικό δυναμικό σχηματισμού όζοντος από πρόδρομες ενώσεις, για το 2017, εμφανίζεται μειωμένο κατά 43,4%, μείωση που πραγματοποιείται κυρίως μεταξύ 2009-2013.

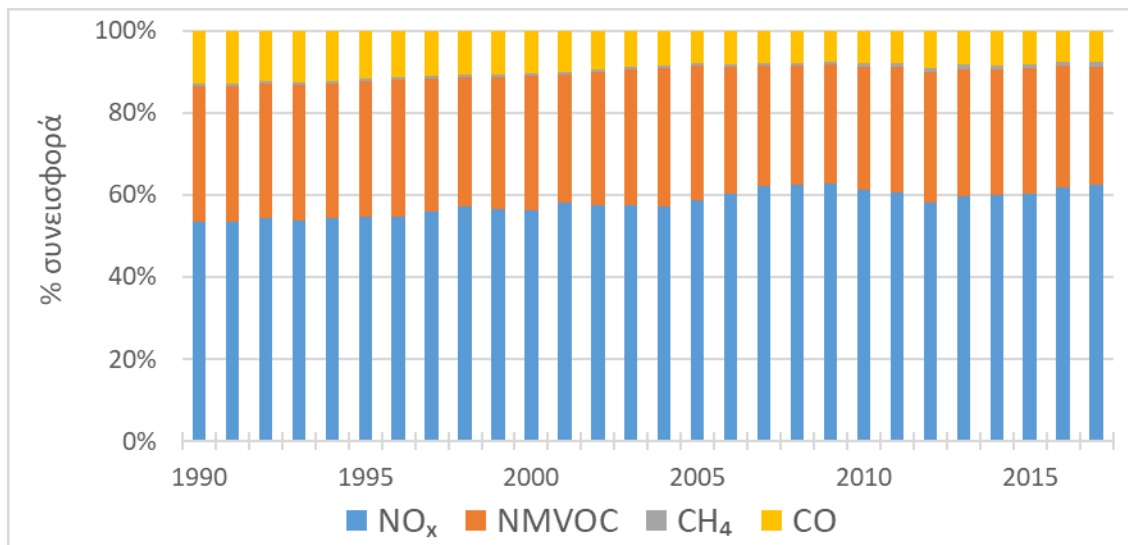
Τα οξείδια του αζώτου αποτελούν την πρόδρομη ένωση τροποσφαιρικού όζοντος με τη μεγαλύτερη σχετική συνεισφορά (Γράφημα 26), η οποία το 2017 παρουσιάζεται μειωμένη κατά 33,8% σε σχέση με το 1990. Επίσης, η σχετική συνεισφορά των εκπομπών οργανικών ενώσεων εμφανίζεται μειωμένη κατά 50,4% σε σχέση με το 1990 μετά το 2005. Παρά τη σημαντική διαχρονική μείωση τους, οι εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, εξακολουθούν να συνεισφέρουν περί το 7,7% στο συνολικό δυναμικό σχηματισμού τροποσφαιρικού όζοντος. Η συνεισφορά των εκπομπών μεθανίου κυμαίνεται περί το 1,1%, λόγω της περιορισμένης συμμετοχής του στις δευτερογενείς αντιδράσεις παραγωγής O₃.

Κατά την περίοδο 2005-2017, αξιοσημείωτες είναι οι μειώσεις στις εκπομπές προπομπών όζοντος που καταγράφονται για τους τομείς της παραγωγής και βιομηχανικής χρήσης ενέργειας, τις βιομηχανικές διεργασίες, τις οδικές μεταφορές, την εμπορική και οικιακή χρήση ενέργειας και τη χρήση διαλυτών, οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 41,8 – 76,0% (Γράφημα 27). Από την άλλη πλευρά, στον γεωργικό τομέα και στις μη-οδικές μεταφορές παρατηρείται σημαντικά μικρότερη μείωση κατά 16,3% και 8,9% αντίστοιχα, ενώ εξαίρεση αποτελεί ο τομέας των αποβλήτων στον οποίο σημειώνεται αύξηση κατά 99,4%.

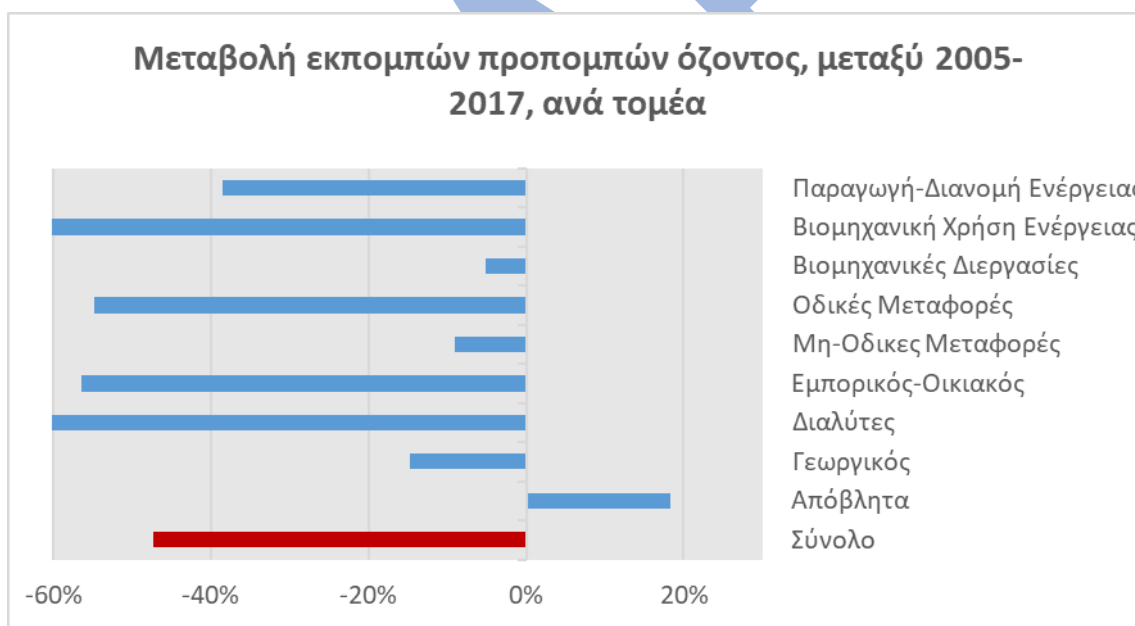
Γράφημα 25: Διαχρονική μεταβολή των εκπομπών προπομπών όζοντος στην Ελλάδα



Γράφημα 26: Σχετική συμμετοχή ατμοσφαιρικών ρύπων στο ολικό δυναμικό σχηματισμού τροποσφαιρικού όζοντος



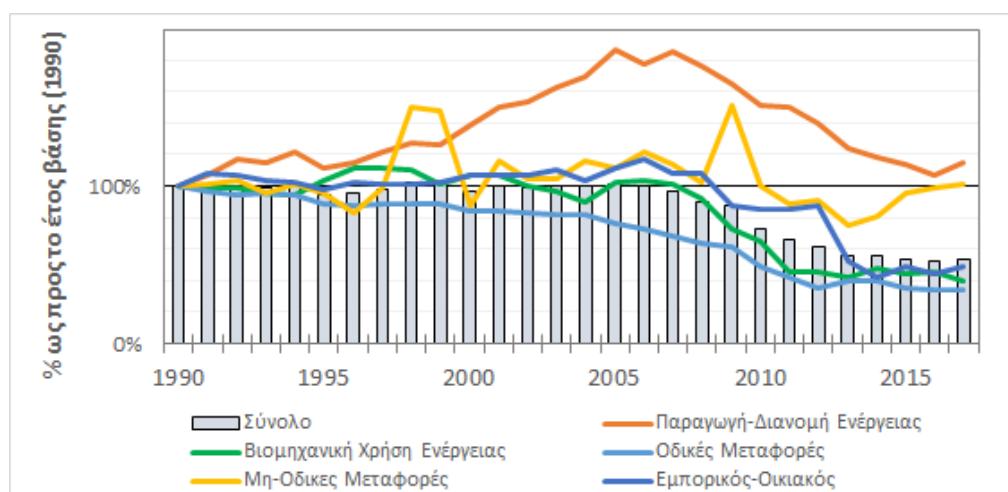
Γράφημα 27: Μεταβολή εκπομπών προπομπών όζοντος, μεταξύ 2005-2015, ανά τομέα



Όπως προκύπτει, οι εκπομπές πρόδρομων ενώσεων που σχετίζονται με την παραγωγή ενέργειας έχουν καθοριστική συνεισφορά στη μεταβολή του συνολικού δυναμικού σχηματισμού O₃, η οποία, για την παρατηρούμενη μείωση κατά την περίοδο 2005-2017, ανέρχεται σε 80,2%. Κατά συνέπεια, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η ξεχωριστή εξέταση των μεταβολών τους (Γράφημα 28), η οποία προβλέπεται από τον δείκτη EEA ENER 005. Στην περιγραφή του δείκτη λαμβάνονται υπόψη οι ίδιες δραστηριότητες, όπως και στον δείκτη EEA ENER 006 (παραγωγή-διανομή ενέργειας, χρήση ενέργειας στη βιομηχανία, οδικές και μη-οδικές μεταφορές και εμπορική-οικιακή χρήση ενέργειας). Παρά τη σχετική αύξηση (14,6%), ως προς το έτος βάσης, των εκπομπών που προέρχονται από τον

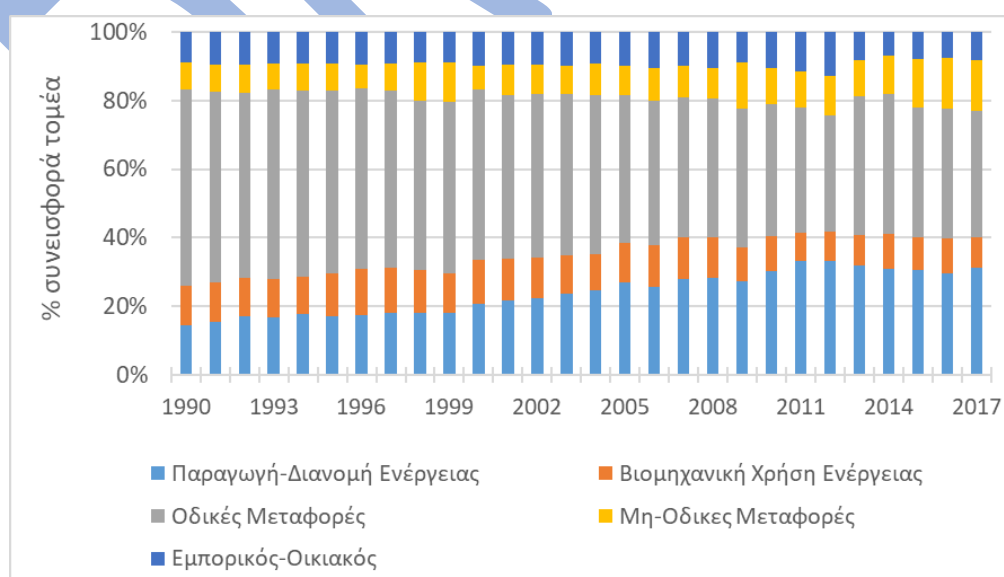
τομέα της παραγωγής ενέργειας, το συνολικό δυναμικό σχηματισμού τροποσφαιρικού όζοντος, για το 2017, παρουσιάζεται μειωμένο κατά 43,4% σε σχέση με το 1990, και 47,2% σε σχέση με το 2005. Η μείωση προκύπτει, κυρίως, ως αποτέλεσμα των πολύ μειωμένων εκπομπών από τον τομέα των οδικών μεταφορών (κατά 65,6% σε σύγκριση με το 1990).

Γράφημα 28: EEA ENER 005: Διαχρονική μεταβολή εκπομπών προπομπών του όζοντος, που σχετίζονται με την ενέργεια



Η παρατηρούμενη μείωση σε σχέση με το 2005, αποδίδεται κατά 54,7% στη μείωση των εκπομπών του τομέα οδικών μεταφορών και κατά 61,0% στη μείωση των εκπομπών του τομέα της βιομηχανικής χρήσης ενέργειας. Η συνεισφορά των εκπομπών (Γράφημα 29) από τις διαδικασίες παραγωγής ενέργειας έχει σταδιακά φθάσει λιγότερο από το 1/3 των ολικών (31% για το 2017) και είναι σχεδόν συγκρίσιμη με τη συνεισφορά του τομέα των οδικών μεταφορών (37% για το 2015). Η συμμετοχή των υπόλοιπων τριών τομέων περιορίζεται στο 9-15%.

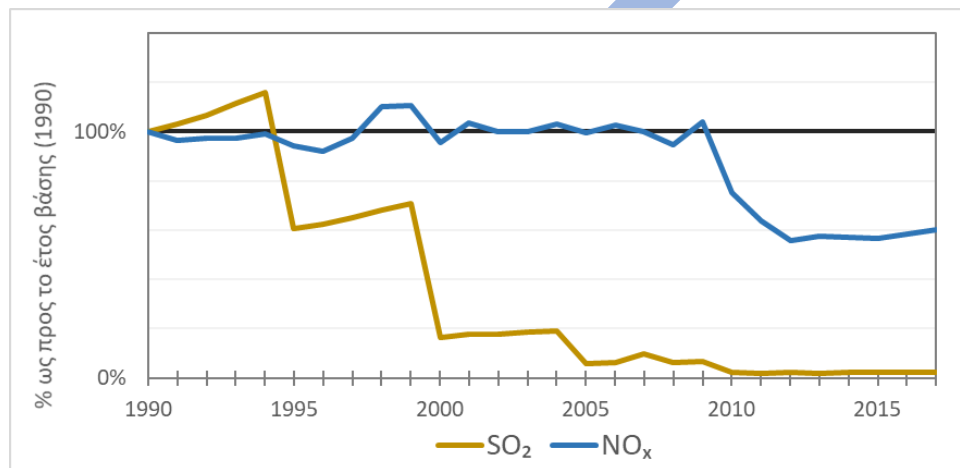
Γράφημα 29: Συνεισφορά τομέων στις συνολικές εκπομπές προπομπών όζοντος που σχετίζονται με την ενέργεια



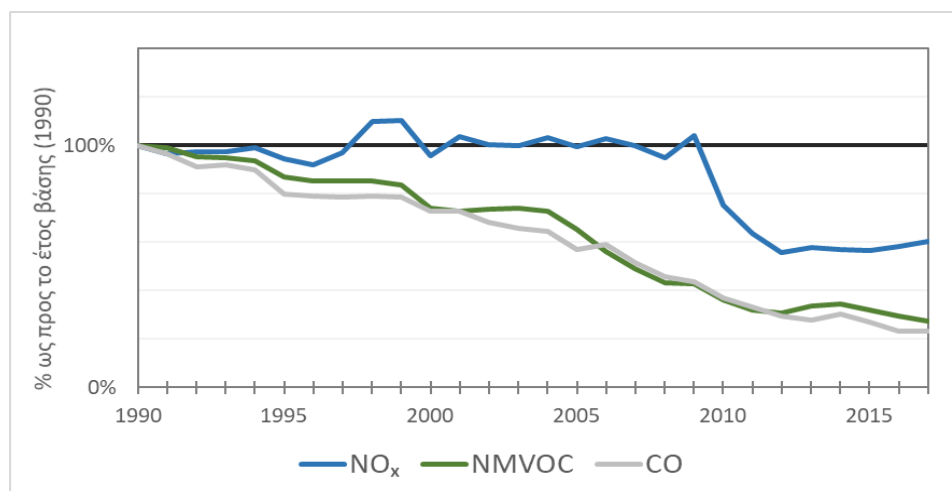
4. Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων του τομέα μεταφορών

Στο Γράφημα 30 απεικονίζονται οι ετήσιες εκπομπές ουσιών οξίνισης από τις μεταφορές (δεν συμπεριλαμβάνεται η ποντοπόρος ναυτιλία), ως ποσοστό επί του έτους 1990. Η μείωση των επιπέδων διοξειδίου του θείου είναι ραγδαία, καθώς οι εκπομπές του 2017 αποτελούν μόλις το 2% των αντιστοίχων του 1990, και το 41% αυτών του 2005, αντικατοπτρίζοντας την επιτυχία σε βάθος χρόνου των στρατηγικών περιορισμού τους, μέσω της μείωσης του περιεχομένου θείου στα καύσιμα. Αντίθετα, οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου από τις μεταφορές εμφανίζουν μια πιο ομαλή διαχρονική διακύμανση, με το 2017 να καταγράφεται το 60% αυτών του 1990, με την κάμψη να εμφανίζεται από το 2005 και έπειτα. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται στασιμότητα των εκπομπών NO_x.

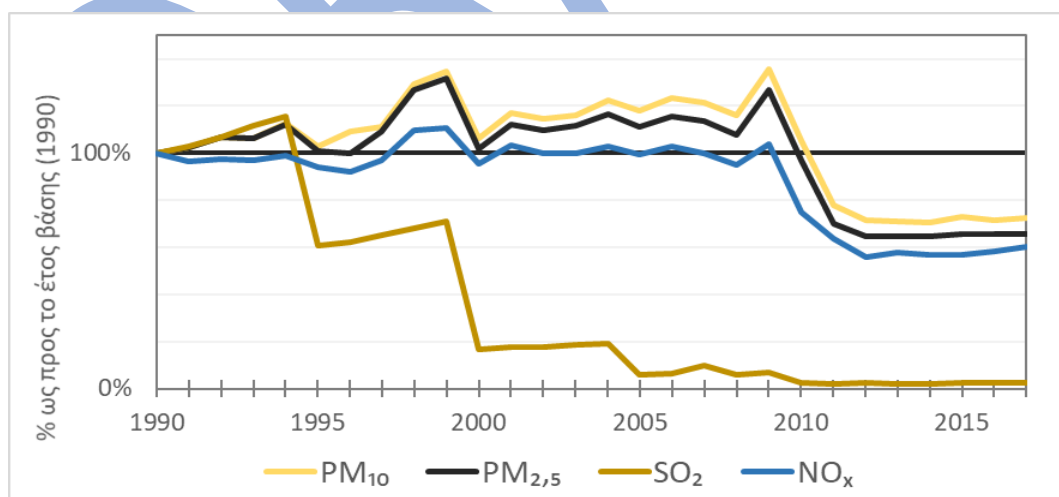
Γράφημα 30: Διαχρονική μεταβολή εκπομπών ουσιών οξίνισης, από τον τομέα των μεταφορών



Σε αντίθεση με τα οξείδια του αζώτου, οι άλλες ενώσεις προπομποί του όζοντος που εξετάζονται από τον δείκτη, χαρακτηρίζονται από σταθερή διαχρονικά ελάττωση των εκπομπών τους (Γράφημα 31). Οι εκπομπές NMVOCs και CO για το 2017 είναι μειωμένες κατά 72,3% και 76,6%, αντίστοιχα, σε σχέση με το 1990, υποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής των κανονισμών ορίων εκπομπών στα οχήματα, τουλάχιστον για τους συγκεκριμένους ρύπους. Επισημαίνεται ότι οι εκπομπές NMVOCs από τον οδικό τομέα, εκτός από τις απ' ευθείας εκλύσεις καυσαερίων, προέρχονται και από την εξάτμιση των καυσίμων, ιδιαίτερα κατά την επικράτηση θερμών καιρικών συνθηκών.

Γράφημα 31: Διαχρονική μεταβολή εκπομπών προπομπών όζοντος, από τον τομέα των μεταφορών


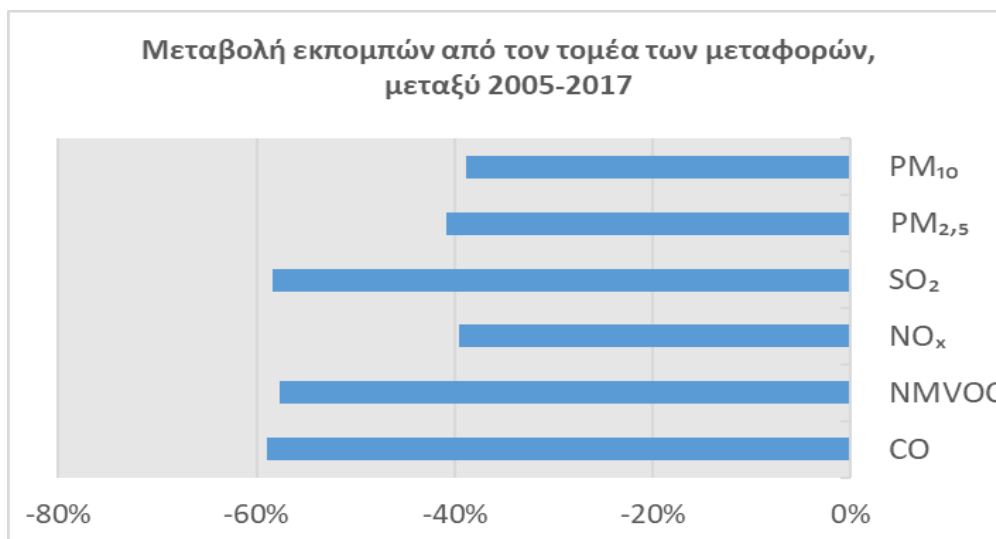
Οι εκπομπές πρωτογενών αιωρούμενων σωματιδίων από τον τομέα των οδικών μεταφορών δεν περιορίζονται μόνο στα καυσαέρια που απελευθερώνονται άμεσα στην ατμόσφαιρα, αλλά σε ένα σημαντικό βαθμό μπορούν να περιλαμβάνουν σωματίδια που προέρχονται από τη φθορά υλικών πέδησης, ελαστικών και μηχανικών μερών των οχημάτων, αλλά και από τη φθορά του οδοστρώματος λόγω της κυκλοφορίας. Αυτές οι εκπομπές που δε σχετίζονται με καύσεις, αφορούν κυρίως τα σωματίδια PM₁₀, αλλά σε μικρότερο βαθμό περιέχουν και PM_{2,5}. Οι εκπομπές πρωτογενών αιωρούμενων σωματιδίων από τον τομέα των μεταφορών, μετά από μια περίοδο περιορισμένης διακύμανσης (1990-2009), έχουν βαθμιαία ελαττωθεί από το 2010 και μετά, ώστε το 2017 να εμφανίζονται μειωμένες κατά 28,1% και 34% σε σχέση με το 1990, για τα PM₁₀ και τα PM_{2,5} αντίστοιχα (Γράφημα 32).

Γράφημα 32: Διαχρονική μεταβολή εκπομπών πρωτογενών σωματιδίων και προπομπών δευτερογενών σωματιδίων, από τον τομέα των μεταφορών


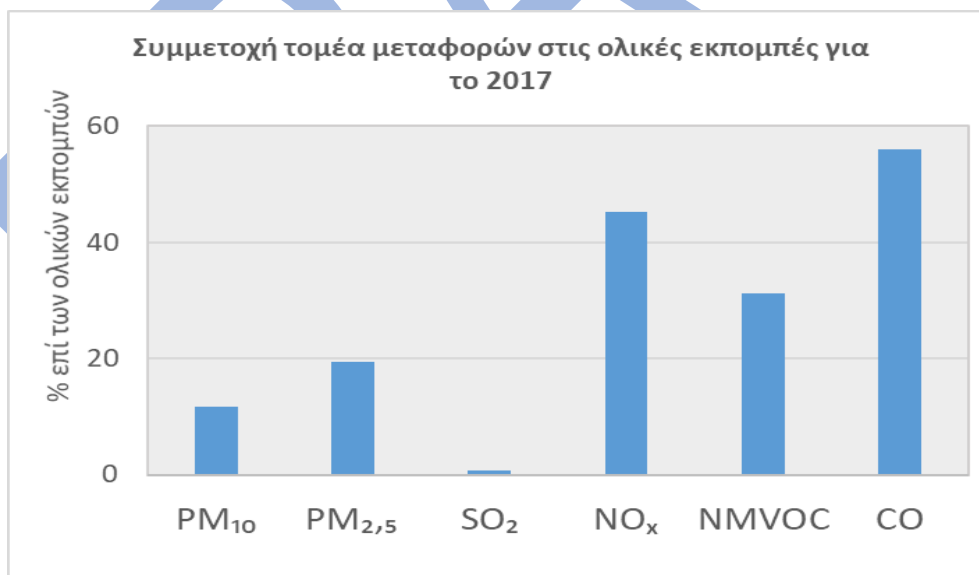
Το 2017 όλοι οι εξεταζόμενοι ατμοσφαιρικοί ρύποι από τον τομέα των μεταφορών εμφανίζουν σημαντική μείωση σε σχέση με το 2005 (Γράφημα 33) που υπερβαίνει το 38% ξεχωριστά για κάθε ρύπο. Η μείωση των εκπομπών SO₂, η οποία καταγράφεται στο 58,4%, αποδίδεται κατά κύριο λόγο στη μείωση των εκπομπών από οδικές μεταφορές.

Η σχετική συμμετοχή του τομέα μεταφορών στις ολικές εκπομπές των διαφόρων ρύπων για το 2017 παρουσιάζεται στο Γράφημα 34. Ενώ για το SO₂ η συνεισφορά περιορίζεται στο 0,7%, για τα NO_x, NMVOCs και CO, ο τομέας μεταφορών έχει τη μεγαλύτερη συμβολή στις συνολικές εκπομπές (45,2%, 31,3% και 56% αντίστοιχα).

Γράφημα 33: Μεταβολή εκπομπών ρύπων, από τον τομέα των μεταφορών, μεταξύ 2005-2015



Γράφημα 34: Συμμετοχή τομέα μεταφορών στις εθνικές εκπομπές ρύπων για το 2017



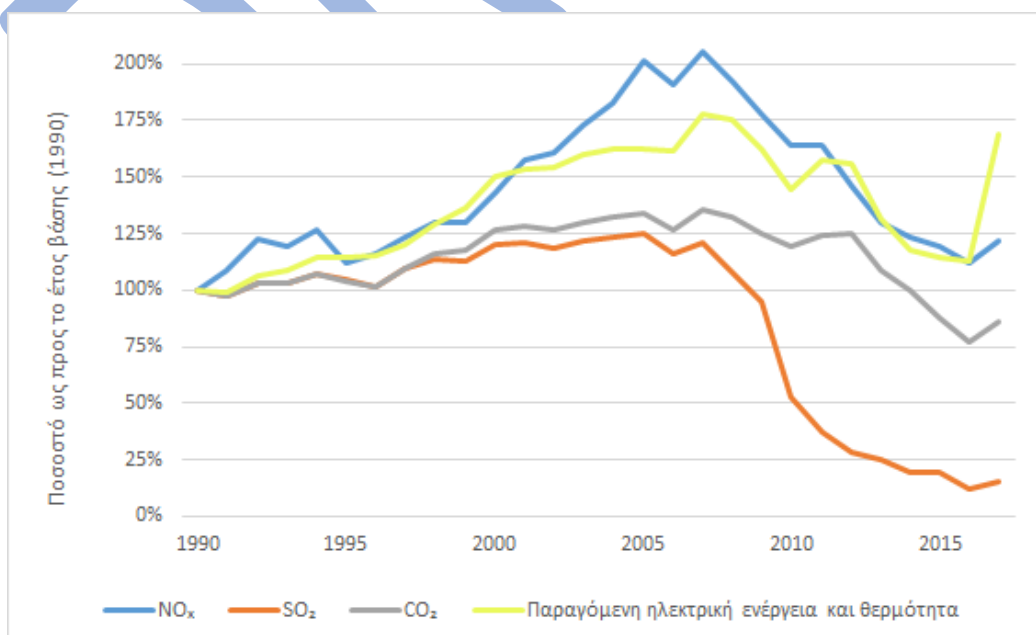
5. Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων του τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας

Η παρακολούθηση και ο έλεγχος των ποσοτήτων που εκλύονται ανάλογα με την παραγόμενη ενέργεια (ένταση εκπομπών) από τις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής αποτελεί κεντρικό σημείο στην προσπάθεια για περιορισμό των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων. Ο δείκτης ΕΕΑ ENER 008, προσφέρει ένα μέτρο για την παρακολούθηση των σχετικών μεταβολών των αέριων εκπομπών σε σχέση με το ποσό της ενέργειας (ηλεκτρικής ή/και θερμικής) που παράγεται από τις ίδιες διαδικασίες που οδηγούν στην εκπομπή τους.

Στο Γράφημα 35 παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των εκπομπών αερίων από τη χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας δημόσιας χρήσης, καθώς και η αντίστοιχη μεταβολή στην παραγόμενη ενέργεια. Παρατηρείται ότι μετά από τη φάση διαρκούς αύξησης, τόσο της παραγωγής όσο και των εκπομπών για το διάστημα 1990-2007, από το 2008 και μετά υπάρχει σταδιακή μείωση για όλους τους ρύπους.

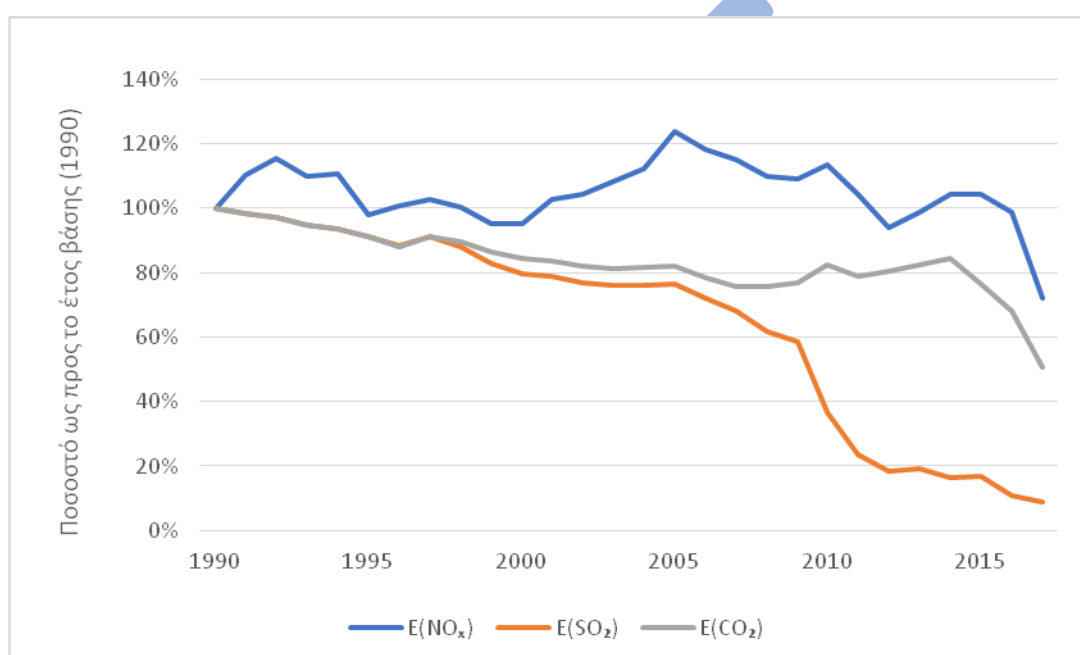
Η μείωση των ρύπων είναι σημαντική την τελευταία δεκαετία, καταγράφοντας μείωση 86,1% για τα SO₂, 36,7% για τα NO_x και 35,3% για το CO₂ την περίοδο 2008-2017. Σε γενικές γραμμές η διακύμανση των εκπομπών φαίνεται να παρακολουθεί τη μεταβλητότητα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, κυρίως ως προς την κατεύθυνση των ετήσιων αυξομειώσεων και λιγότερο ως προς το απόλυτο ποσοστό μεταβολής. Σε σχέση με το έτος βάσης 1990, το 2017 οι εκπομπές SO₂ σημειώνουν πλέον μόλις το 15% των αντίστοιχων εκπομπών του 1990, οι εκπομπές CO₂ είναι μειωμένες κατά 14%, ενώ οι εκπομπές NO₂ είναι αυξημένες κατά 22%.

Γράφημα 35: Διαχρονική μεταβολή παραγωγής δημόσιας ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από ορυκτά καύσιμα και αντίστοιχες εκπομπές αέριων ρύπων



Η ένταση των εκπομπών ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας απεικονίζεται στο Γράφημα 36, στο οποίο παρατηρείται η ραγδαία μείωση της έντασης των εκπομπών SO₂, η οποία εμφανίζεται ιδιαίτερα έντονη κατά την περίοδο 2009-2012, ενώ το 2017 διαμορφώνεται στο 9% ως προς το έτος βάσης 1990. Η ένταση των εκπομπών NO_x παρουσιάζει μεγαλύτερη μεταβλητότητα και μετά από μια περίοδο ενίσχυσης κατά το 2001-2008, το 2012 διαμορφώθηκε για πρώτη φορά μετά το 2000 σε επίπεδα χαμηλότερα του έτους βάσης, ενώ το 2017 αποτελεί το 72% των εκπομπών του έτους βάσης 1990. Η ένταση των εκπομπών CO₂ παρουσιάζει μεγαλύτερη σταθερότητα με σταθερή πτωτική τάση, καταγράφοντας το 2017 μείωση κατά 49% σε σχέση με το έτος βάσης 1990.

Γράφημα 36: Διαχρονική μεταβολή έντασης εκπομπών ανά μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από ορυκτά καύσιμα



Κατάσταση ποιότητας αέρα

Η παρακολούθηση της εξέλιξης της ποιότητας του αέρα βασίζεται στα διαθέσιμα δεδομένα μέτρησης των σταθμών του Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (ΕΔΠΑΡ), το οποίο καλύπτει την πλειονότητα των μεγάλων αστικών κέντρων της χώρας.

Πίνακας 6. Σταθμοί μέτρησης Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης-2018

Σταθμός	Χαρακτηρισμός	Μετρούμενοι Ρύποι						
		SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	C ₆ H ₆
ΑΘΗΝΑ^α								
Αγ. Παρασκευή – ΑΓ.ΠΑΡ.	Περιαστικός -Υποβάθρου		x		x	x	x	
Θρακομακεδόνες – ΘΡΑ	Περιαστικός -Υποβάθρου		x		x	x	x	
Κορωπί – ΚΟΡ	Περιαστικός -Υποβάθρου	x	x		x	x		
Λιόσια – ΛΙΟ	Περιαστικός -Υποβάθρου		x		x	x		
Λυκόβρυσση – ΛΥΚ	Περιαστικός -Υποβάθρου		x		x	x	x	
Νέα Σμύρνη – ΣΜΥ	Αστικός -Υποβάθρου		x	x	x	x		x
Περιστέρι – ΠΕΡ	Αστικός -Υποβάθρου		x		x	x		
Αθηνάς – ΑΘΗ	Αστικός -Κυκλοφορίας	x	x	x	x			
Αριστοτέλους – ΑΡΙ	Αστικός -Κυκλοφορίας	x	x			x		x
Μαρούσι – ΜΑΡ	Αστικός -Κυκλοφορίας		x	x	x	x		
Πατησίων – ΠΑΤ	Αστικός -Κυκλοφορίας	x	x	x	x			x
Πειραιάς – ΠΕΙ	Αστικός -Κυκλοφορίας	x	x	x	x	x	x	x
Γεωπονική – ΓΕΩ	Περιαστικός -Βιομηχανικός		x	x	x			
Ελευσίνα – ΕΛΕ	Περιαστικός -Βιομηχανικός	x	x		x	x	x	x
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ^β								
Πανεπιστήμιο – Α.Π.Θ.	Αστικός -Υποβάθρου	x	x		x			
Καλαμαριά – ΚΑΛ	Περιαστικός -Υποβάθρου	x	x	x	x	x		
Νεοχωρούδα – ΝΕΟΧ	Περιαστικός -Υποβάθρου		x		x	x		
Πανόραμα – ΠΑΝ	Περιαστικός -Υποβάθρου		x		x	x	x	
Αγ. Σοφίας – ΑΓ.ΣΟΦ.	Αστικός -Κυκλοφορίας	x	x	x	x	x	x	x
Κορδελιό – ΚΟΡ	Αστικός -Βιομηχανικός	x	x	x	x	x		
Σίνδος – ΣΙΝ	Αστικός -Βιομηχανικός	x	x	x	x	x		
ΛΟΙΠΕΣ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ^β								
Αλιάρτος – ΑΛΙ ^α		x	x		x	x	x	
Άμφισσα – ΑΜΦ	Αστικός -Υποβάθρου					x		
Βόλος – ΒΟΛ	Αστικός -Υποβάθρου	x	x	x	x	x	x	
Ιωάννινα – ΙΩΑ	Αστικός -Υποβάθρου		x		x	x	x	x
Καβάλα – ΚΑΒ	Αστικός -Υποβάθρου							x
Καρπενήσι – ΚΑΡ	Αστικός -Υποβάθρου					x		
Λαμία – ΛΑΜ	Αστικός -Υποβάθρου					x		
Λειβαδιά – ΛΕΙΒ	Αστικός -Υποβάθρου					x		
Χαλκίδα – ΧΑΛ	Αστικός -Υποβάθρου					x		
Λάρισα – ΛΑΡ	Αστικός -Κυκλοφορίας	x	x	x	x	x		
Πάτρα 1 – ΠΑΤ-1	Αστικός -Κυκλοφορίας	x	x	x	x	x	x	x
Πάτρα 2 – ΠΑΤ-2	Αστικός -Κυκλοφορίας	x	x	x		x		

^α Λειτουργούν υπό την ευθύνη του ΥΠΕΝ, ^β Λειτουργούν υπό την ευθύνη των Περιφερειών

Στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας λειτουργούν 14 σταθμοί μέτρησης: 7 αστικοί και περιαστικοί σταθμοί υποβάθρου, 5 σταθμοί κυκλοφορίας και 2 περιαστικοί-βιομηχανικοί σταθμοί. Λόγω της βαθμιαίας αποκέντρωσης των βιομηχανικών δραστηριοτήτων από το κέντρο του Λεκανοπεδίου, ο σταθμός της Γεωπονικής μπορεί να θεωρηθεί ότι συγκεντρώνει πλέον τα χαρακτηριστικά ενός περιαστικού σταθμού υποβάθρου.

Στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης λειτουργούν 7 σταθμοί μέτρησης: 4 αστικοί και περιαστικοί σταθμοί υποβάθρου, 1 σταθμός κυκλοφορίας στο κέντρο της πόλης (Αγίας Σοφίας), και

2 βιομηχανικοί σταθμοί στις περιοχές Ελευθερίου-Κορδελιού και Σίνδου. Σημειώνεται ότι ο σταθμός υποβάθρου της Καλαμαριάς δεν παρέχει δεδομένα μετρήσεων μετά το 2015.

Το δίκτυο ΕΔΠΑΡ έχει εγκατεστημένους σταθμούς σε άλλες 10 μεγάλες πόλεις της χώρας, καθώς και έναν σταθμό (Αλίartos) που λειτουργεί στο πλαίσιο του προγράμματος παρακολούθησης της διασυνοριακής μεταφοράς ρύπανσης σε μεγάλη απόσταση στην Ευρώπη (EMEP). Σημειώνεται ότι στον Βόλο παρακολουθούνται αποκλειστικά τα αιωρούμενα σωματίδια την τελευταία δεκαετία.

Για την εξέταση της εξέλιξης της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές αξιοποιούνται τα δεδομένα μετρήσεων των σταθμών υποβάθρου, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο τμήμα του πληθυσμού. Σημειώνεται ότι στις πόλεις που δεν υπάρχουν σταθμοί υποβάθρου (Πάτρα και Λάρισα) αξιοποιούνται οι μετρήσεις των σταθμών κυκλοφορίας. Στις περιπτώσεις της Αθήνας και Θεσσαλονίκης που υπάρχουν δεδομένα από πολλαπλές θέσεις υποβάθρου ή κυκλοφορίας, τα επίπεδα συγκέντρωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων αποτυπώνονται σε εύρος τιμών.

Η αποτίμηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα σε μια αστική περιοχή πραγματοποιείται με την εξέταση της συμμόρφωσης προς τις οριακές τιμές που προβλέπονται από τις οδηγίες 2008/50/ΕΚ και 2004/107/ΕΚ για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Συγκεκριμένα, οι ατμοσφαιρικοί ρύποι και οι οριακές τιμές που λαμβάνονται υπόψη για την αξιολόγηση είναι οι κάτωθι:

- O_3 : μέγιστη ημερήσια 8ωρη μέση τιμή (93,15^ο εκατοστημόριο έτους) - 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- NO_2 : μέση ετήσια τιμή - 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- PM_{10} : μέση ημερήσια τιμή (90,4^ο εκατοστημόριο έτους) - 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- $\text{PM}_{2.5}$: μέση ετήσια τιμή - 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- SO_2 : μέση ημερήσια τιμή (99,2^ο εκατοστημόριο έτους) - 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Βενζόλιο (C_6H_6): μέση ετήσια τιμή - 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Βενζο(α)πυρένιο: μέση ετήσια τιμή - 1 ng/m^3

Για την αποτίμηση της επίδρασης της κυκλοφορίας στα επίπεδα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, πραγματοποιείται σύγκριση των μετρήσεων των σταθμών υποβάθρου και των σταθμών κυκλοφορίας, που συνήθως βρίσκονται στα κεντρικά σημεία των αστικών περιοχών. Η εξέταση αυτή πραγματοποιείται για τους ρύπους διοξείδιο του αζώτου (NO_2) και αιωρούμενα σωματίδια (PM_{10} και $\text{PM}_{2.5}$) στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, καθώς δεν λειτουργούν ταυτόχρονα σταθμοί κυκλοφορίας και υποβάθρου σε άλλες πόλεις της χώρας.

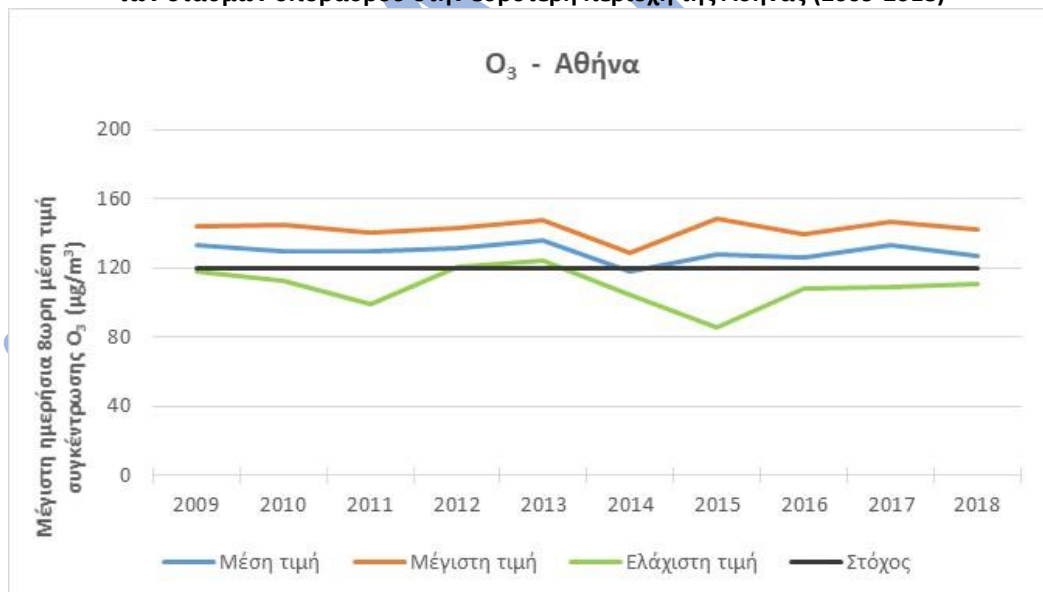
Τα δεδομένα σχετικά με τα στατιστικά στοιχεία των ετήσιων χρονοσειρών για κάθε σταθμό ελήφθησαν από τη βάση δεδομένων ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα που διατηρεί ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος ([AirBase](#) έως το 2011 και [AIDE F](#) για την περίοδο 2012-2018), λαμβάνοντας υπόψη μετρήσεις σταθμών με τουλάχιστον 75% συλλογή έγκυρων δεδομένων ανά ημερολογιακό έτος. Επισημαίνεται ότι το συγκεκριμένο ποσοστό είναι λιγότερο αυστηρό από το 90% που προβλέπεται στην οδηγία 2008/50/ΕΚ για την εξέταση της συμμόρφωσης προς τις οριακές τιμές, προκειμένου να ενισχυθεί η δυνατότητα εκτίμησης, χωρίς σημαντική αύξηση της αβεβαιότητας. Για τα έτη που δεν ικανοποιείται η κατ' ελάχιστο 75% πληρότητα, τα δεδομένα αναφέρονται με διακριτή επισήμανση ως ενδεικτικά.

1. Όζον

Για την παρακολούθηση της διαχρονικής μεταβολής των επιπέδων συγκέντρωσης του όζοντος χρησιμοποιούνται στοιχεία της μέγιστης ημερήσιας 8ωρης μέσης τιμής συγκέντρωσης (εκφρασμένης ως το 93,15^ο εκατοστημόριο μεγίστων ημερησίων 8-ωρων τιμών του έτους που αντιστοιχεί στην 26η μεγαλύτερη τιμή μέσα στο έτος) ως δείκτη με τον οποίο εξετάζεται η υπέρβαση ή μη του στόχου για την προστασία της ανθρώπινης υγείας που θέτει η νομοθεσία (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)¹.

Στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας τα επίπεδα του δείκτη είναι κατά μέσο όρο σταθερά υψηλότερα από τον στόχο (Γράφημα 37). Είναι χαρακτηριστικό ότι καταγράφεται υπέρβαση του στόχου σε 5 από τους 8 σταθμούς υποβάθρου σχεδόν στο σύνολο της δεκαετίας. Σε ό,τι αφορά τη σύγκριση με την οριακή τιμή (μέσος όρος 3 ετών)*, σημειώθηκαν υπερβάσεις σε 6 από τους 8 σταθμούς υποβάθρου για την τριετία 2016-2018. Λόγω της δευτερογενούς φύσης του ρύπου, η εμφάνιση των αυξημένων επιπέδων εξαρτάται τόσο από την ένταση των πρωτογενών εκπομπών όσο και από τις κλιματικές συνθήκες του Λεκανοπεδίου οι οποίες προάγουν το σχηματισμό τροποσφαιρικού όζοντος. Η έντονη ηλιοφάνεια, οι υψηλότερες θερμοκρασίες άλλα και τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά του Λεκανοπεδίου αυξάνουν την συχνότητα παρατήρησης υψηλών επιπέδων O_3 , ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο, αλλά και τους υπόλοιπους μήνες του έτους.

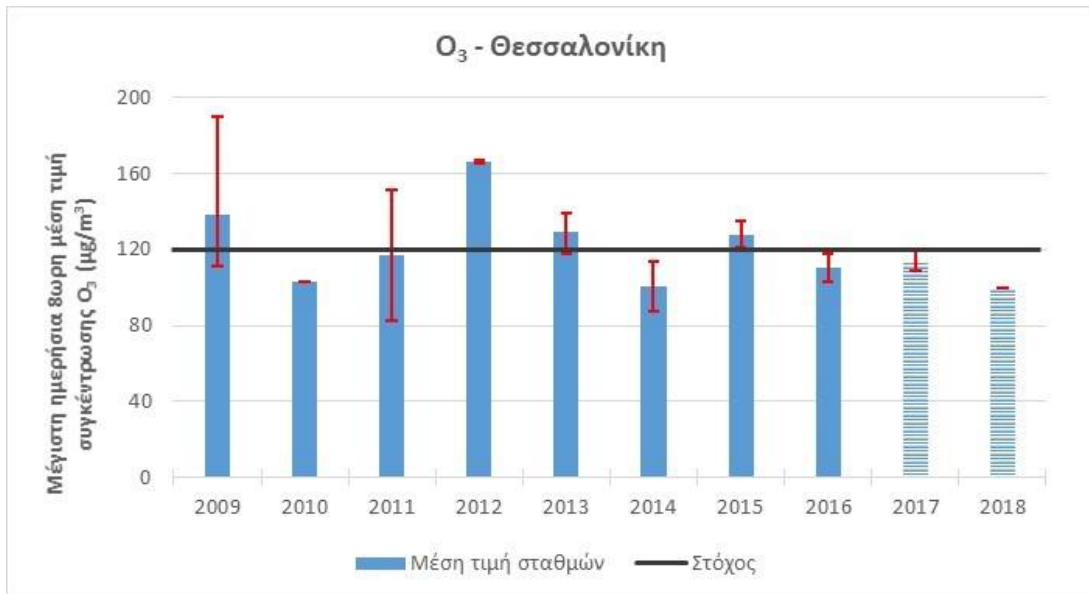
Γράφημα 37: Μέγιστη ημερήσια 8ωρη μέση τιμή συγκέντρωσης O_3 των σταθμών υποβάθρου στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας (2009-2018)



Στην περίπτωση των σταθμών υποβάθρου της Θεσσαλονίκης (Γράφημα 38), παρατηρείται επίσης καταγραφή υπερβάσεων του στόχου, αν και με μεγαλύτερη μεταβλητότητα και μικρότερη ένταση σε σχέση με την Αθήνα. Σε ό,τι αφορά τη σύγκριση με την οριακή τιμή (μέσος όρος 3 ετών), δεν σημειώθηκαν υπερβάσεις για την τριετία 2016-2018. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες της Βόρειας Ελλάδας είναι λιγότερο ευνοϊκές για τις διαδικασίες φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος σε σχέση με την Αθήνα.

¹ Σύμφωνα με τη νομοθεσία, η οριακή τιμή 120 mg/m^3 (δεν πρέπει να υπερβαίνονται περισσότερο από 25 ημέρες ανά ημερολογιακό έτος κατά μέσο όρο σε 3 χρόνια) είναι ο μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρου σε 3 έτη και ο μακροπρόθεσμος στόχος 120 mg/m^3 είναι ο μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρου σε ένα έτος.

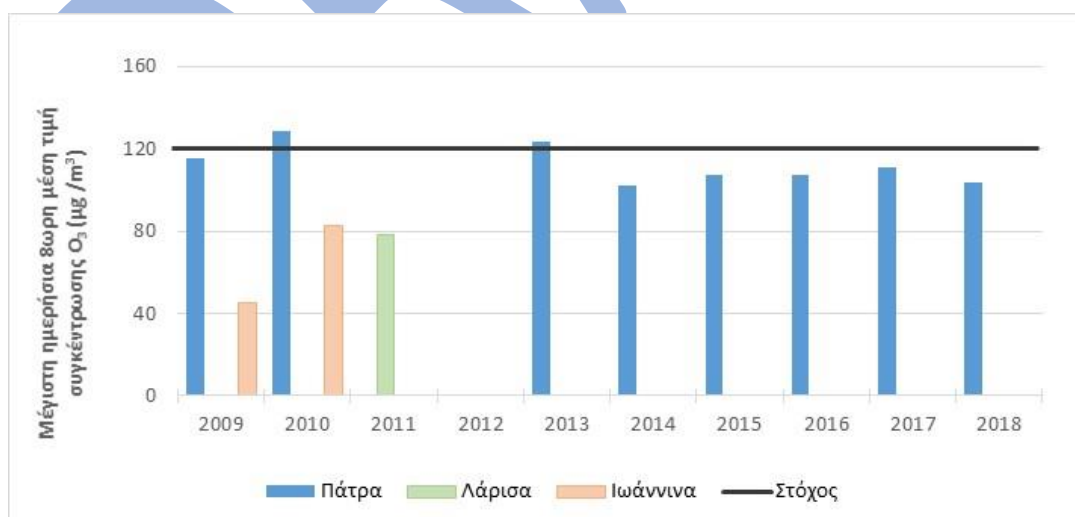
Γράφημα 38: Μέγιστη ημερήσια 8ωρη μέση τιμή συγκέντρωσης O₃ των σταθμών υποβάθρου στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή (2017-2018)

Δεν υπάρχει χωρική και χρονική αντιπροσωπευτικότητα της παρακολούθησης των επιπέδων όζοντος για την υπόλοιπη χώρα. Συστηματική παρακολούθηση των επιπέδων συγκέντρωσης του όζοντος πραγματοποιείται μόνο για την Πάτρα, όπου παρατηρείται συμμόρφωση με τον στόχο την τελευταία πενταετία. Για τα έτη που υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τις πόλεις Ιωάννινα και Λάρισα δεν σημειώνεται υπέρβαση του στόχου (Γράφημα 39). Σε ό,τι αφορά τη σύγκριση με την οριακή τιμή (μέσος όρος 3 ετών), δεν σημειώθηκαν υπερβάσεις για την τριετία 2016-2018.

Γράφημα 39: Μέγιστη ημερήσια 8ωρη μέση τιμή συγκέντρωσης O₃ λοιπών αστικών περιοχών (2009-2018)

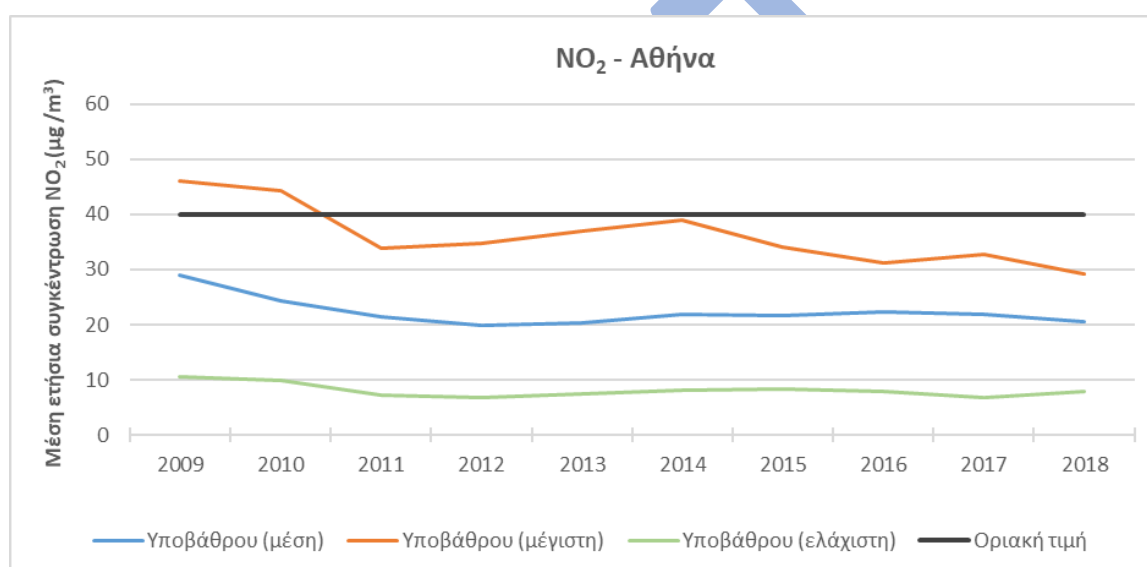


2. Διοξείδιο του αζώτου

Για την παρακολούθηση της διαχρονικής μεταβολής των επιπέδων συγκέντρωσης διοξειδίου του αζώτου NO₂ χρησιμοποιείται ο δείκτης της μέσης ετήσιας τιμής, ο οποίος συγκρίνεται με την ετήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας (40 μg/m³).

Είναι χαρακτηριστικό ότι στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας (Γράφημα 40) μετά το 2010 δεν καταγράφονται πλέον υπερβάσεις της οριακής τιμής σε θέσεις υποβάθρου, ενώ διαπιστώνεται μια τάση σταθεροποίησης κατά μέσο όρο και παράλληλα μείωσης της μέγιστης τιμής του δείκτη που το 2018 είναι κατά 34% μειωμένη σε σχέση με το 2010.

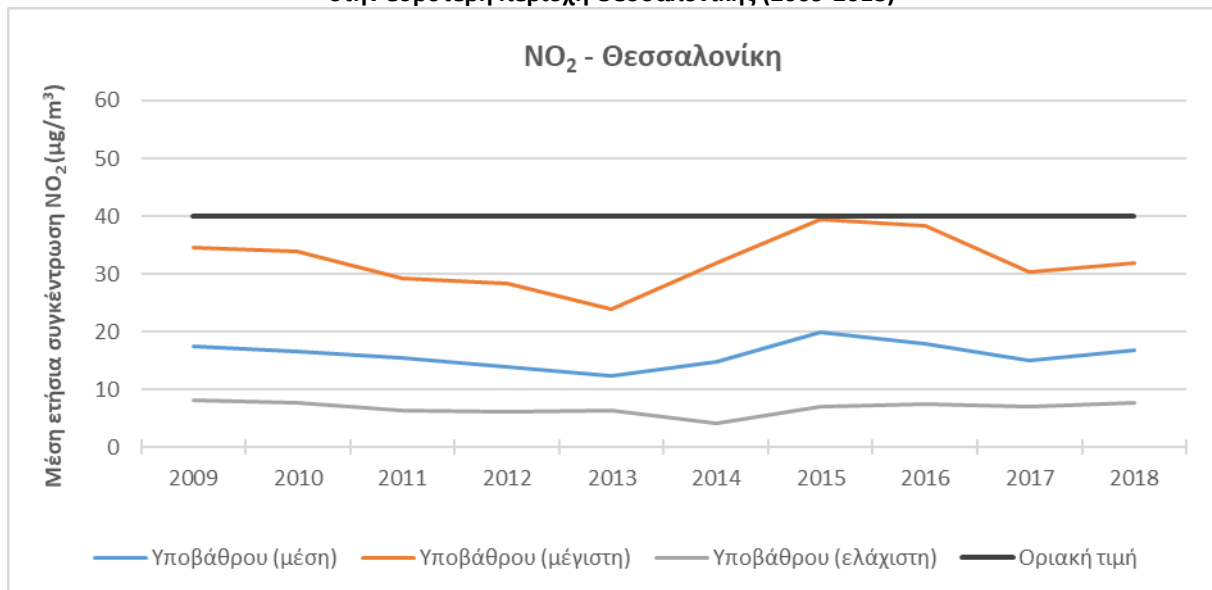
Γράφημα 40: Μέση ετήσια συγκέντρωση NO₂ των σταθμών υποβάθρου στην ευρύτερη περιοχή Αθήνας (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων για το έτος 2018 (3 σταθμοί)

Στην Θεσσαλονίκη παρατηρείται ότι τα επίπεδα NO₂ στους σταθμούς υποβάθρου είναι χαμηλότερα σε σχέση με τα επίπεδα των σταθμών υποβάθρου της Αθήνας, χωρίς να καταγράφονται υπερβάσεις την τελευταία δεκαετία (Γράφημα 41). Αξίζει να σημειωθεί ότι η διαχρονική εξέλιξη του δείκτη δεν είναι σε αντιστοιχία με τα επίπεδα της Αθήνας, σημειώνοντας την περίοδο 2013-2015 αύξηση, με τη μέγιστη τιμή του δείκτη να αγγίζει την οριακή τιμή.

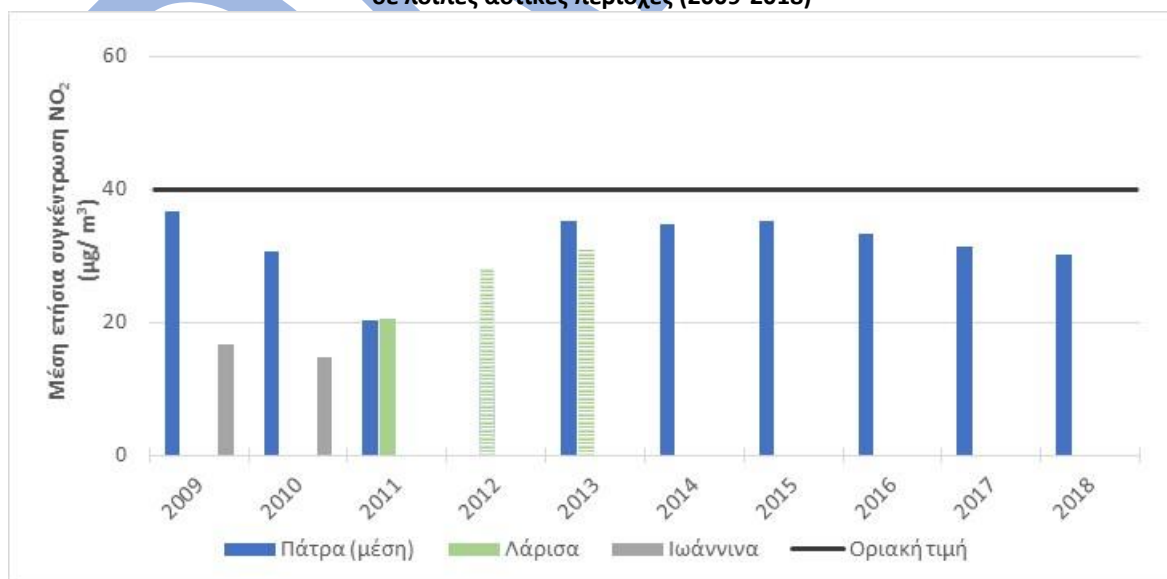
Γράφημα 41: Μέση ετήσια συγκέντρωση NO₂ των σταθμών υποβάθρου στην ευρύτερη περιοχή Θεσσαλονίκης (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων για τα έτη 2009, 2010, 2014, 2017 & 2018.

Δεν υπάρχει χωρική και χρονική αντιπροσωπευτικότητα της παρακολούθησης των επιπέδων NO₂ για την υπόλοιπη χώρα. Συστηματική παρακολούθηση των επιπέδων συγκέντρωσης του NO₂ πραγματοποιείται μόνο για την Πάτρα, όπου καταγράφεται συμμόρφωση με την οριακή τιμή καθόλη την τελευταία δεκαετία. Για τα έτη που υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τις πόλεις Ιωάννινα και Λάρισα δεν σημειώνεται υπέρβαση της οριακής τιμής (Γράφημα 42).

Γράφημα 42: Μέση ετήσια συγκέντρωση NO₂ των σταθμών υποβάθρου σε λοιπές αστικές περιοχές (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή (Λάρισα, 2012-2013)

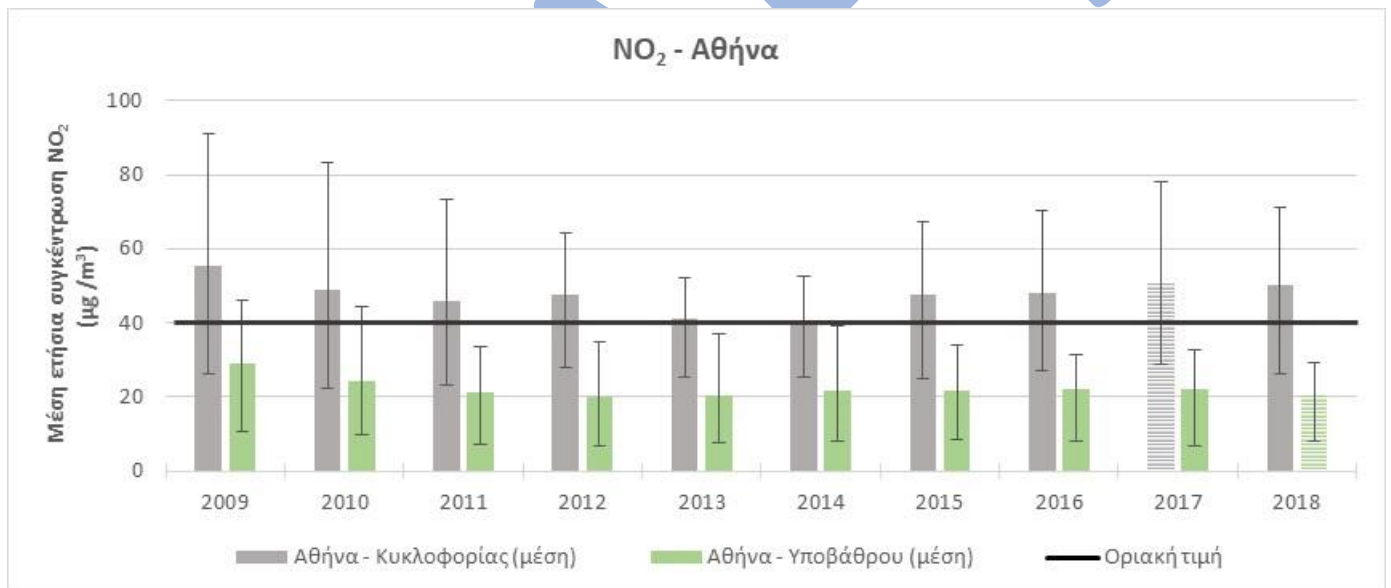
Εξέταση επιπέδων NO₂ λόγω της κυκλοφορίας

Καθόλη την περίοδο 2009-2018 παρατηρείται υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής στους σταθμούς κυκλοφορίας της Αθήνας. Ο σταθμός με τις πλέον αυξημένες τιμές είναι της Πατησίων, ο οποίος και καθορίζει τη μέγιστη τιμή του δείκτη σε θέσεις κυκλοφορίας. Στον σταθμό του Μαρουσίου, που βρίσκεται σε σχετικά μεγαλύτερη απόσταση από τον πλησιέστερο δρόμο υψηλής κυκλοφορίας, σημειώνονται οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις, οι οποίες δεν υπερβαίνουν την οριακή τιμή. Για το 2016 και το 2017, 3 από τους 5 σταθμούς κυκλοφορίας καταγράφουν συγκεντρώσεις ανώτερες της οριακής τιμής, ενώ το 2018 σημειώνονται υπερβάσεις σε 4 θέσεις κυκλοφορίας.

Διαχρονικά εμφανίζεται σχετικά παρόμοια εξέλιξη των επιπέδων NO₂ μεταξύ των σταθμών κυκλοφορίας -υποβάθρου. Μετά το 2014 παρατηρείται μια ενίσχυση των μέσων επιπέδων του δείκτη, ιδιαίτερα στους σταθμούς κυκλοφορίας.

Η μέση τιμή του δείκτη της μέσης ετήσιας τιμής διοξειδίου του αζώτου των σταθμών κυκλοφορίας, κατά το διάστημα 2009-2018, είναι κατά μέσο όρο 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2,1 φορές) μεγαλύτερη από αυτή των σταθμών υποβάθρου.

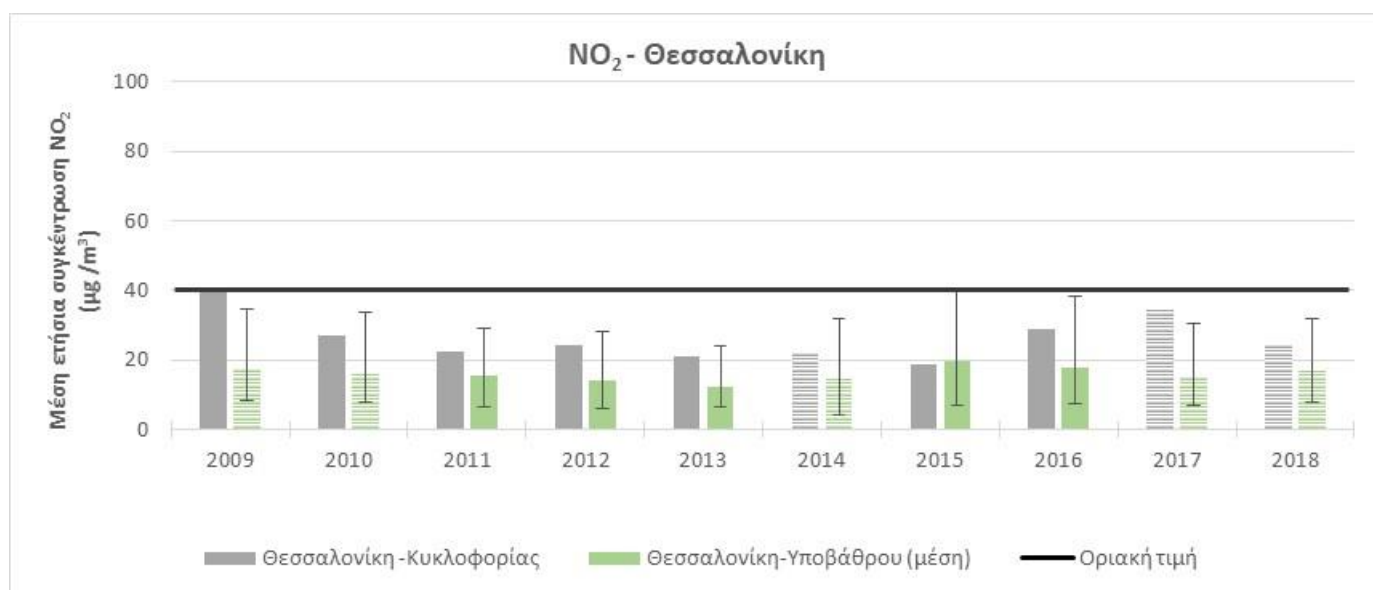
Γράφημα 43: Σύγκριση μέσης ετήσιας συγκέντρωσης NO₂ των σταθμών υποβάθρου και κυκλοφορίας στην ευρύτερη περιοχή Αθήνας (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή (2 σταθμοί το 2017 και 3 σταθμοί το 2018)

Στη Θεσσαλονίκη υφίσταται ένας σταθμός κυκλοφορίας (Πλ. Αγ. Σοφίας), στον οποίο μετά το 2009 δεν έχουν σημειωθεί υπερβάσεις της ετήσιας οριακής τιμής. Διαχρονικά εμφανίζεται σχετικά παρόμοια εξέλιξη των επιπέδων NO₂ μεταξύ των σταθμών κυκλοφορίας -υποβάθρου μέχρι το 2013, η οποία δεν διατηρείται στη συνέχεια. Τα επίπεδα συγκέντρωσης του σταθμού κυκλοφορίας της Αγ. Σοφίας, κατά το διάστημα 2009-2018, είναι κατά μέσο όρο 10 μg/m³ (1,7 φορές) μεγαλύτερα από τα επίπεδα των σταθμών υποβάθρου.

Γράφημα 44: Σύγκριση μέσης ετήσιας συγκέντρωσης NO₂ των σταθμών υποβάθρου και κυκλοφορίας στην ευρύτερη περιοχή Θεσσαλονίκης (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή

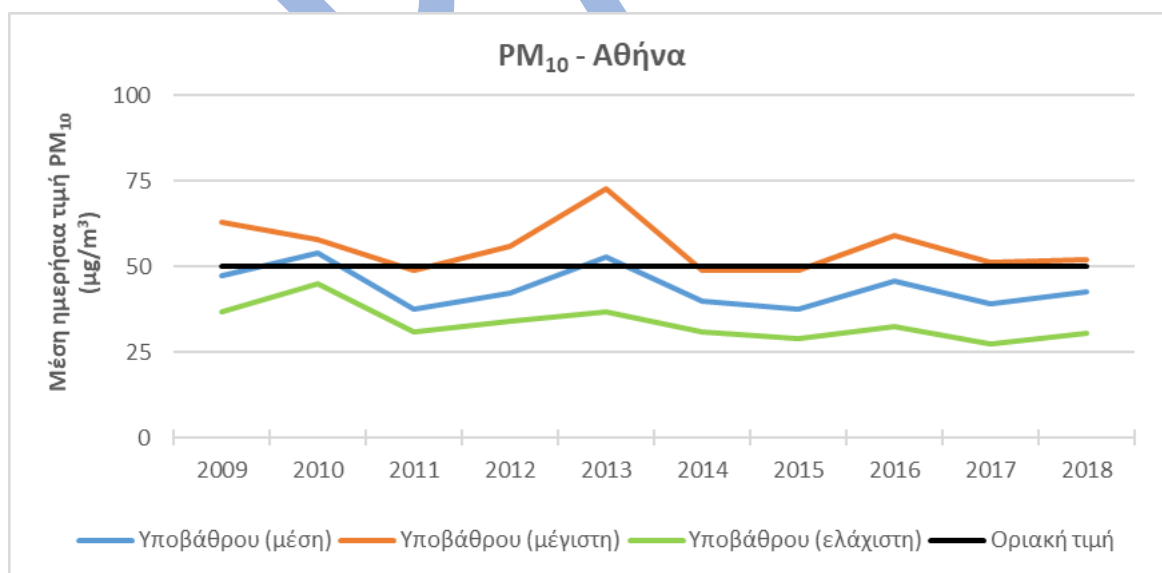
3. Αιωρούμενα σωματίδια

(α) PM₁₀

Για την παρακολούθηση της διαχρονικής εξέλιξης των επιπέδων συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ χρησιμοποιείται ο δείκτης της μέσης ημερήσιας τιμής (εκφρασμένη ως το 90,4^ο εκατοστημόριο που αντιστοιχεί στον αριθμό των 35 υπερβάσεων σε μια πλήρη ετήσια χρονοσειρά), με τον οποίο εξετάζεται η συμμόρφωση με την ημερήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας (50 μg/m³).

Σύμφωνα με το γράφημα 45 παρατηρείται συνολικά σε βάθος δεκαετίας μια μικρή μείωση του δείκτη στους σταθμούς υποβάθρου της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας της τάξης του 8% και ιδιαίτερα των μέγιστων τιμών του δείκτη κατά 18%. Παρά τη μείωση των επιπέδων συγκέντρωσης PM₁₀, καταγράφονται υπερβάσεις σε 1 κυρίως σταθμό το διάστημα 2009-2013 και σε 2 σταθμούς το διάστημα 2016-2018. Στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπόψη η μεταβαλλόμενη ανά τα έτη επίδραση των φαινομένων διασυνοριακής μεταφοράς αιωρούμενων σωματιδίων φυσικής προέλευσης (π.χ. Αφρικανική σκόνη). Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία των ετήσιων εκθέσεων του ΥΠΕΝ, αφαιρώντας τη φυσική συνεισφορά, υπερβάσεις της ημερήσιας οριακής τιμής που οφείλονται σε ανθρωπογενή δραστηριότητα σημειώνονται μόνο τα έτη 2009 και 2013 σε 1 σταθμό υποβάθρου (Λυκόβρυση). Αυξημένα επίπεδα συγκέντρωσης PM₁₀ μετά το 2011 οφείλονται και στην αυξημένη συνεισφορά από την καύση βιομάζας για οικιακή θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες.

Γράφημα 45: Μέση ημερήσια συγκέντρωση PM₁₀ των σταθμών υποβάθρου στην ευρύτερη περιοχή Αθήνας (2009-2018)

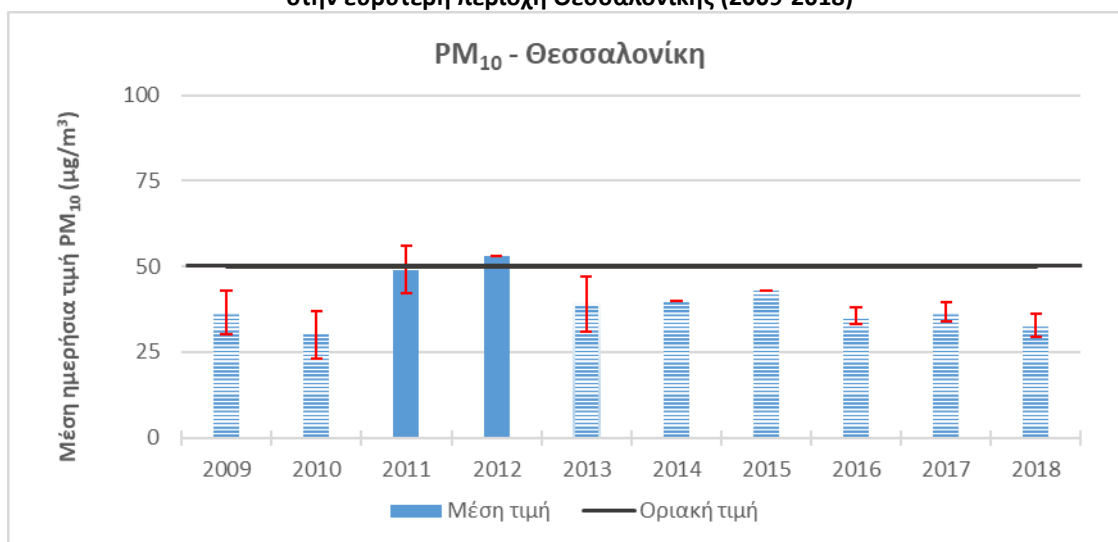


* Δεδομένα μετρήσεων PM₁₀ είναι διαθέσιμα σε 4 σταθμούς το διάστημα 2009-2015 και σε 7 σταθμούς το διάστημα 2016-2018

Στη Θεσσαλονίκη αν και υφίσταται παρακολούθηση των επιπέδων PM₁₀ σε θέσεις υποβάθρου, με συστηματική παρακολούθηση σε τουλάχιστον ένα σταθμό (Πανόραμα), τα δεδομένα δεν διαθέτουν την απαιτούμενη πληρότητα μετρήσεων (>75%), πλέον των ετών 2011 και 2012. Στο γράφημα 46

απεικονίζονται ενδεικτικά τα στατιστικά στοιχεία της τελευταίας δεκαετίας, όπου διαφαίνεται μια τάση μείωσης του δείκτη της μέσης ημερήσιας συγκέντρωσης PM_{10} μετά το 2012.

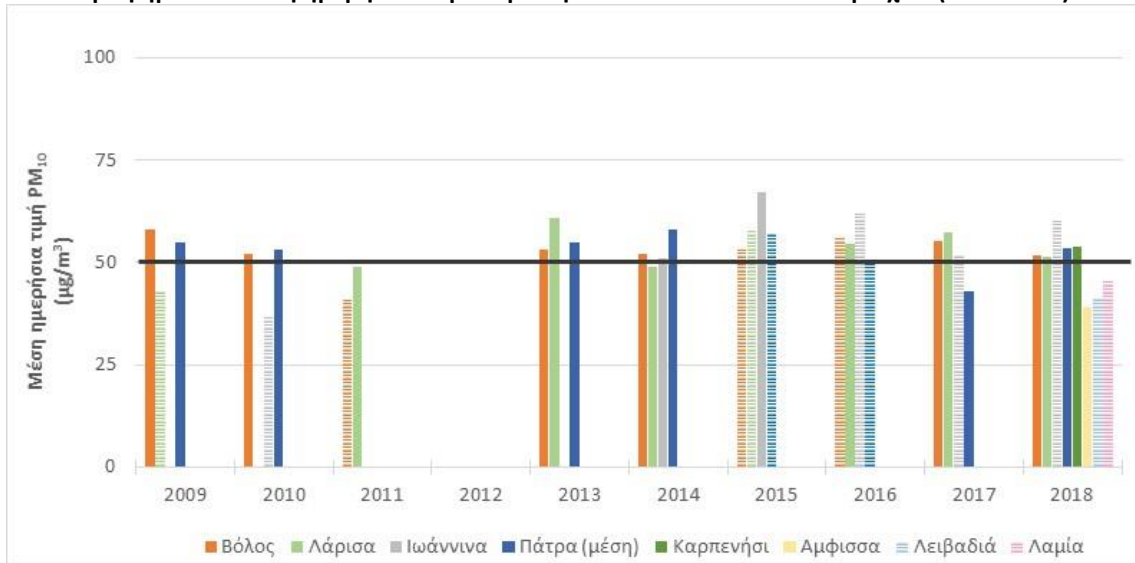
Γράφημα 46: Μέση ημερήσια συγκέντρωση PM_{10} των σταθμών υποβάθρου στην ευρύτερη περιοχή Θεσσαλονίκης (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή

Σύμφωνα με τις ετήσιες εκθέσεις του ΥΠΕΝ, μετά την αφαίρεση της φυσικής συνεισφοράς της μεταφοράς σκόνης, υπερβάσεις της ημερήσιας οριακής τιμής παραμένουν για τα έτη 2011 και 2012 στο σταθμό του Πανοράματος. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αυξημένη χρήση της βιομάζας στην οικιακή θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες κατά την περίοδο της οικονομικής ύφεσης πιστεύεται ότι συνεισφέρει και στη Θεσσαλονίκη στην παρατηρούμενη αύξηση των επιπέδων PM_{10} τα προαναφερθέντα έτη.

Στο γράφημα 47 παρουσιάζονται οι διαθέσιμες χρονοσειρές του δείκτη της μέσης ημερήσιας συγκέντρωσης PM_{10} άλλων αστικών περιοχών της χώρας. Για την πλήρωση των χρονοσειρών και την παρουσίαση περισσότερων δυνατών πόλεων, συμπεριλαμβάνονται και μετρήσεις σταθμών που δεν διαθέτουν την απαιτούμενη πληρότητα (κατ' ελάχιστον 75%) και οι οποίες λαμβάνονται ως ενδεικτικές.

Γράφημα 47: Μέση ημερήσια συγκέντρωση PM₁₀ λοιπών αστικών περιοχών (2009-2018)


* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή

Τα στοιχεία αναδεικνύουν ότι σε 5 από τις 8 πόλεις που πραγματοποιούνται μετρήσεις PM₁₀ έχουν καταγραφεί υπερβάσεις την περίοδο 2009-2018. Για την Πάτρα και τη Λάρισα είναι αναμενόμενα τα σχετικά αυξημένα επίπεδα PM₁₀ δεδομένου ότι οι μετρήσεις προέρχονται από σταθμούς κυκλοφορίας.

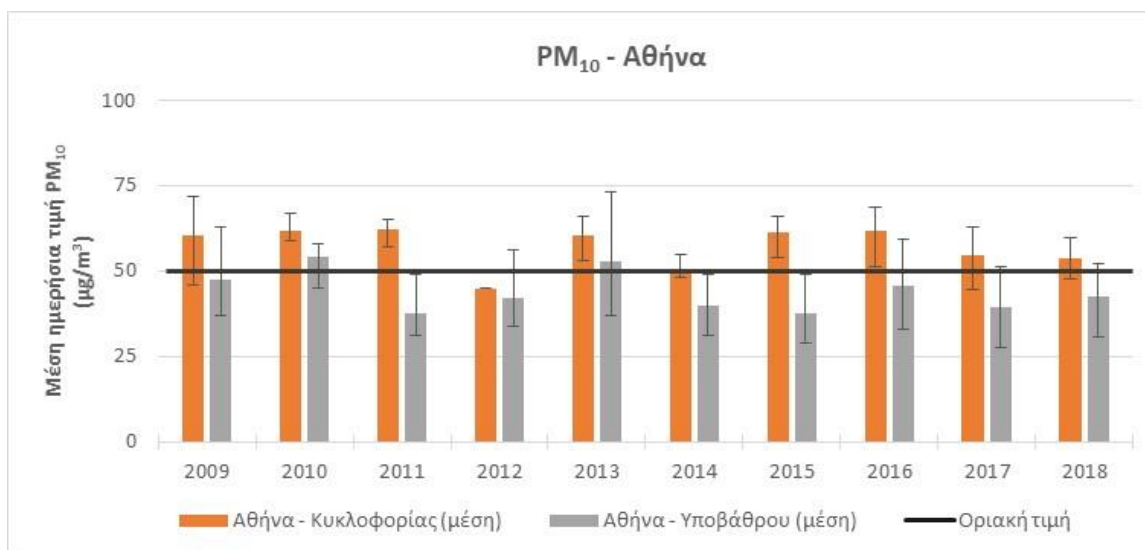
Στα παραπάνω αποτελέσματα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η φυσική συνεισφορά που αναπόφευκτα επηρεάζει την ερμηνεία των υπερβάσεων. Το 2018 ενώ καταγράφονται υπερβάσεις σε 5 πόλεις, αφαιρώντας τη συμμετοχή της φυσικής συνεισφοράς, δεν υπάρχει υπέρβαση σε καμία πόλη που να οφείλεται σε ανθρωπογενή δραστηριότητα. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία των ετήσιων εκθέσεων του ΥΠΕΝ, υπερβάσεις που οφείλονται σε ανθρωπογενή δραστηριότητα την περίοδο 2009-2018 καταγράφονται στην Πάτρα τα έτη 2009 και 2016, στη Λάρισα τα έτη 2013, 2015 και 2017, στο Βόλο το έτος 2017 και στα Ιωάννινα το έτος 2015.

Εξέταση επιπέδων PM₁₀ λόγω της κυκλοφορίας

Τα επίπεδα του δείκτη της μέσης ημερήσιας τιμής στους σταθμούς κυκλοφορίας της Αθήνας είναι συνεχώς υψηλότερα από την ημερήσια οριακή τιμή την περίοδο 2009-2018, με υπερβάσεις να καταγράφονται κυρίως στους σταθμούς Αριστοτέλους και Πειραιά, και λιγότερο στον σταθμό Μαρουσίου. Η μέση τιμή του δείκτη της μέσης ετήσιας τιμής PM₁₀ στους σταθμούς κυκλοφορίας, κατά το διάστημα 2009-2018, είναι κατά μέσο όρο 15 µg/m³ (1,4 φορές) μεγαλύτερη από αυτή των σταθμών υποβάθρου.

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία των ετήσιων εκθέσεων του ΥΠΕΝ, αφαιρώντας τη φυσική συνεισφορά, η ένταση των υπερβάσεων είναι μικρότερη κατά 30% κατά μέσο όρο (εύρος 7-63%), ενώ στον σταθμό Μαρουσίου δεν καταγράφονται υπερβάσεις από ανθρωπογενή δραστηριότητα μετά το 2011. Το διάστημα 2013-2014 δεν υφίστανται υπερβάσεις ανθρωπογενούς προέλευσης, ομοίως και το έτος 2018.

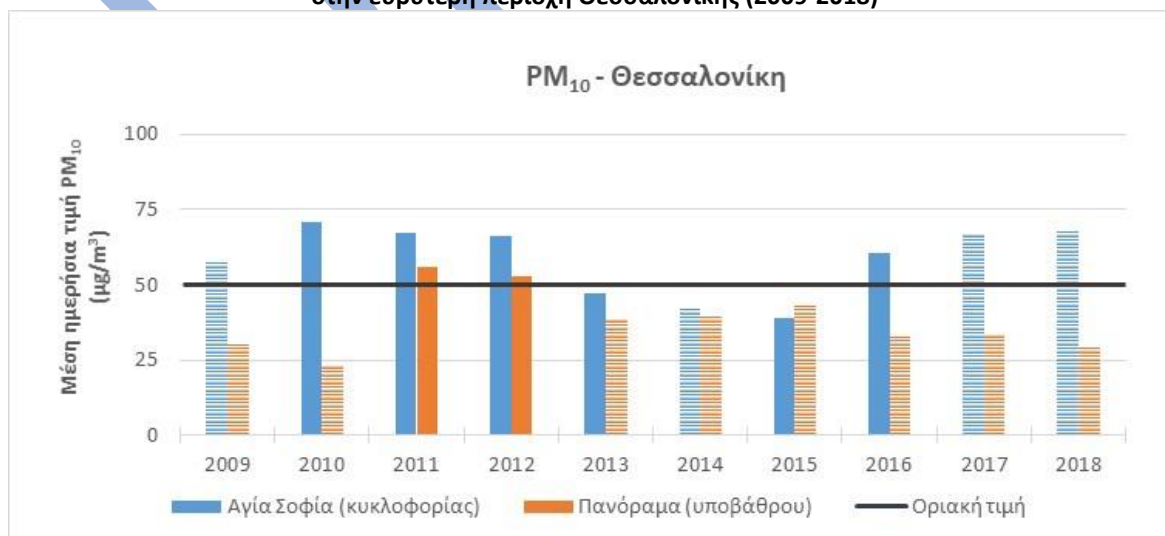
Γράφημα 48: Σύγκριση μέσης ημερήσιας συγκέντρωσης PM₁₀ των σταθμών υποβάθρου και κυκλοφορίας στην ευρύτερη περιοχή Αθήνας (2009-2018)



Στη Θεσσαλονίκη υφίσταται ένας σταθμός κυκλοφορίας (Πλ. Αγ. Σοφίας), στον οποίο, πλέον του διαστήματος 2013-2015, καταγράφονται συνεχείς υπερβάσεις της ετήσιας οριακής τιμής. Για τα επίπεδα υποβάθρου παρατίθεται ενδεικτικά ο σταθμός του Πανοράματος, ο οποίος αν και έχει διαθέσιμες χρονοσειρές, τα δεδομένα του δεν διαθέτουν την απαιτούμενη πληρότητα (>75%) για να καταστεί εφικτή η σύγκριση των επιπέδων του δείκτη της μέσης ετήσιας τιμής PM₁₀ μεταξύ θέσεων κυκλοφορίας-υποβάθρου σε βάθος χρόνου.

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία των ετήσιων εκθέσεων του ΥΠΕΝ, η ένταση των παρατηρούμενων υπερβάσεων στο σταθμό κυκλοφορίας της Αγ. Σοφίας είναι πολύ μικρότερη λόγω φυσικής συνεισφοράς κατά 20% κατά μέσο όρο (εύρος 3-34%).

Γράφημα 49: Σύγκριση μέσης ημερήσιας συγκέντρωσης PM₁₀ των σταθμών υποβάθρου και κυκλοφορίας στην ευρύτερη περιοχή Θεσσαλονίκης (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή

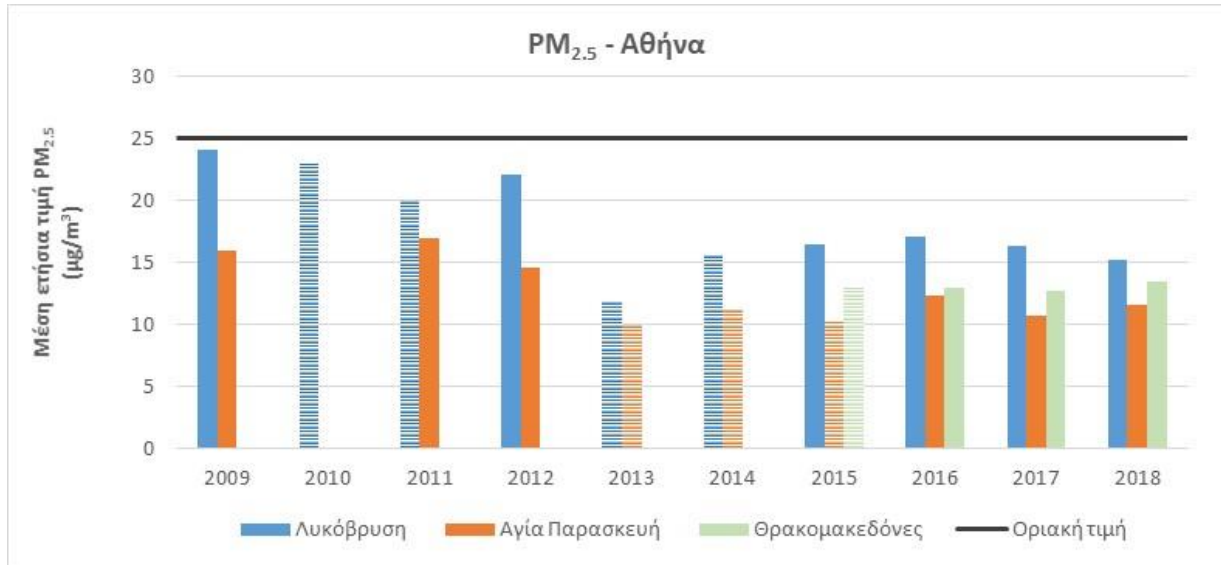
(β) PM_{2.5}

Η παρακολούθηση της διαχρονικής εξέλιξης των επιπέδων συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων PM_{2.5} πραγματοποιείται με τον δείκτη της μέσης ετήσιας τιμής, με τον οποίο εξετάζεται η συμμόρφωση με την ετήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας (25 µg/m³).

Στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας υφίστανται 2 σταθμοί υποβάθρου για την παρακολούθηση των επιπέδων συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων PM_{2.5} (Λυκόβρυση, Αγ. Παρασκευή), και προστέθηκε ένας επιπλέον (Θρακομακεδόνες) μετά την αναβάθμιση του δικτύου ΕΔΠΑΡ το 2015. Σε αντιστοίχιση με τα επίπεδα συγκέντρωσης PM₁₀, παρατηρείται σταδιακή μείωση των επιπέδων συγκέντρωσης PM_{2.5}, τα οποία δεν υπερβαίνουν την ετήσια οριακή τιμή σε όλους τους υποβάθρου κατά την περίοδο 2009-2018. Μετά το 2017 είναι πλέον διαθέσιμα στοιχεία για τα επίπεδα του δείκτη της μέσης ετήσιας τιμής PM_{2.5} και σε άλλες 3 πόλεις της χώρας (Θεσσαλονίκη, Πάτρα και Βόλο), στις οποίες καταγράφεται συμμόρφωση με την ετήσια οριακή τιμή.

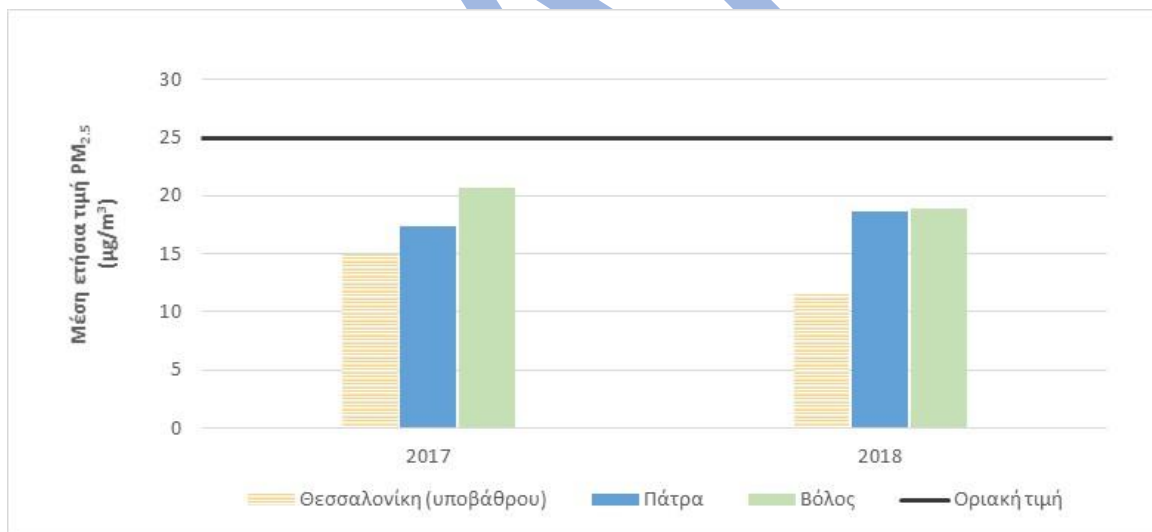
DRAFT

Γράφημα 50: Μέση ετήσια συγκέντρωση PM_{2.5} των σταθμών υποβάθρου στην ευρύτερη περιοχή Αθήνας (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή

Γράφημα 51: Μέση ετήσια συγκέντρωση PM_{2.5} λοιπών αστικών περιοχών (2017-2018)



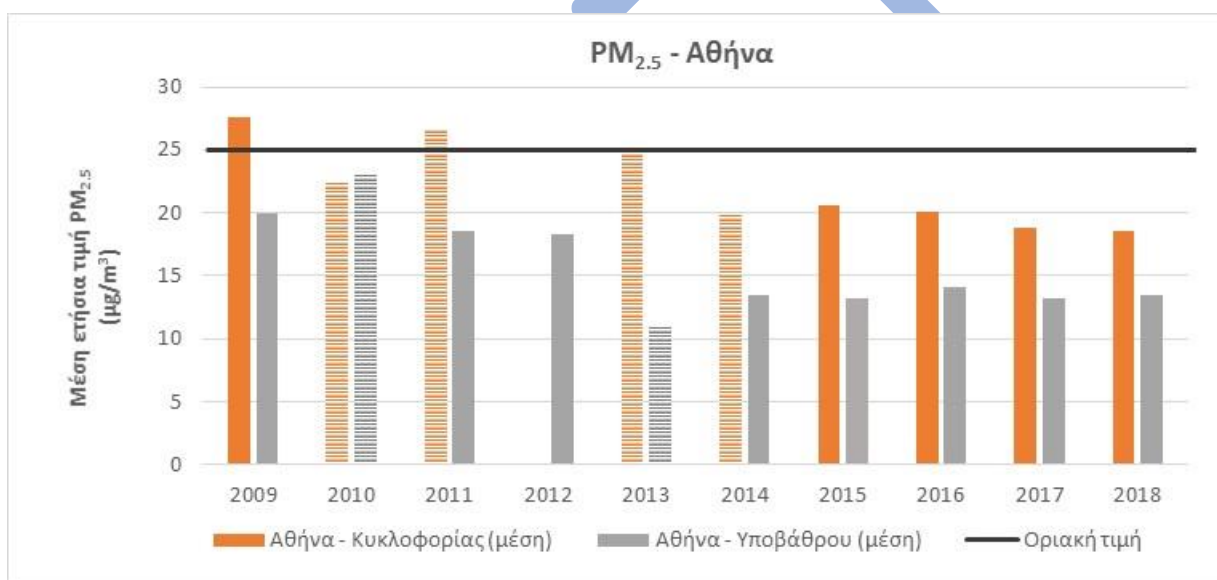
* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή

Εξέταση επιπέδων $PM_{2.5}$ λόγω της κυκλοφορίας

Μέχρι το 2015 υπήρχε ένας σταθμός κυκλοφορίας για την παρακολούθηση των επιπέδων του δείκτη της μέσης ετήσιας τιμής $PM_{2.5}$ (Πειραιάς), ο οποίος έπαψε να σημειώνει υπερβάσεις μετά το 2011. Ο πρόσθετος σταθμός κυκλοφορίας (Αριστοτέλους) σημειώνει παραπλήσια επίπεδα $PM_{2.5}$. Μετά το 2016 ο δείκτης και στους δύο σταθμούς καταγράφει τιμές κάτω από τα $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Δεδομένων των λίγων σταθμών και των μη διαθέσιμων χρονοσειρών επαρκούς πληρότητας (κατ' ελάχιστον 75%) καθόλη την περίοδο 2009-2018, δεν είναι δυνατή η σύγκριση διαχρονικά των επιπέδων συγκέντρωσης $PM_{2.5}$ μεταξύ των σταθμών κυκλοφορίας -υποβάθρου. Τα στοιχεία της περιόδου 2015-2018 δείχνουν παρόμοια εξέλιξη που τείνει μειούμενη. Η μέση τιμή του δείκτη στους σταθμούς κατά το ίδιο διάστημα είναι κατά $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1,4 φορές) μεγαλύτερη από την τιμή των σταθμών υποβάθρου.

Γράφημα 52: Σύγκριση μέσης ετήσιας συγκέντρωσης $PM_{2.5}$ των σταθμών υποβάθρου και κυκλοφορίας στην ευρύτερη περιοχή Αθήνας (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή

Στη Θεσσαλονίκη αν και λειτουργεί ένας σταθμός κυκλοφορίας για την παρακολούθηση των επιπέδων συγκέντρωσης $PM_{2.5}$ από το 2017, τα στοιχεία μετρήσεων είναι μη επαρκούς πληρότητας για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

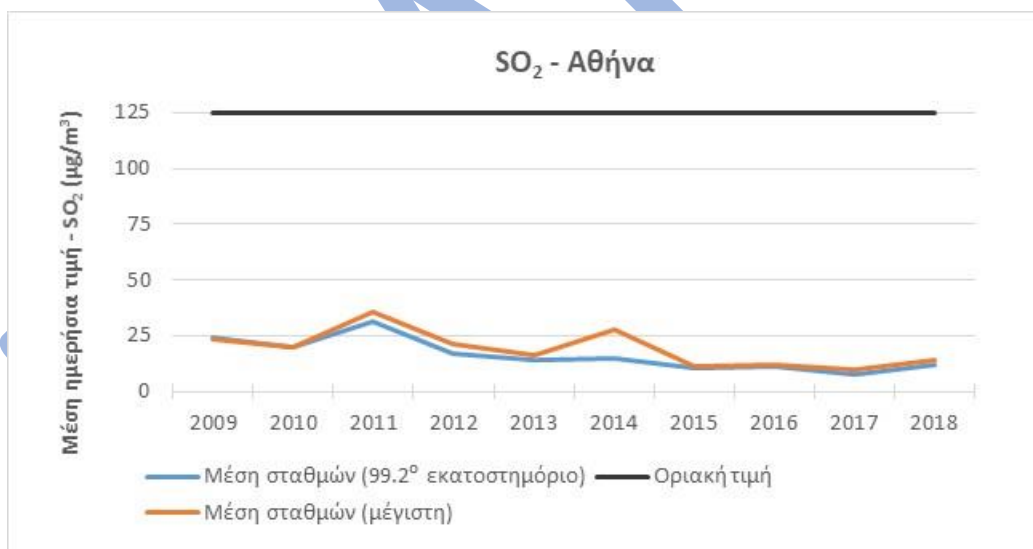
4. Διοξείδιο του θείου

Για την παρακολούθηση της διαχρονικής εξέλιξης των επιπέδων συγκέντρωσης του διοξειδίου του θείου SO₂ χρησιμοποιείται ο δείκτης της μέσης ημερήσιας τιμής (εκφρασμένης ως το 99,2^ο εκατοστημόριο που αντιστοιχεί στον αριθμό των 3 υπερβάσεων σε μια πλήρη ετήσια χρονοσειρά), με τον οποίο πραγματοποιείται σύγκριση με την ημερήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας (125 μg/m³).

Όπως φαίνεται στο γράφημα 53 , για τους σταθμούς υποβάθρου της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας, δεν έχουν παρατηρηθεί σε καμία περίπτωση περισσότερες από τις επιτρεπόμενες 3 ανά έτος υπερβάσεις της οριακής τιμής. Αυτό ισχύει εκτός από τους σταθμούς υποβάθρου της Αθήνας και για όλους τους σταθμούς υποβάθρου και κυκλοφορίας της χώρας (επίσης και για τους βιομηχανικούς σταθμούς).

Τα χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων SO₂ πάνω από μία δεκαετία είναι απόρροια των νομοθετικών παρεμβάσεων για τον περιορισμό του θείου στα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές, την οικιακή θέρμανση και τη βιομηχανία.

Γράφημα 53: Μέση ημερήσια συγκέντρωση SO₂ των σταθμών υποβάθρου στην ευρύτερη περιοχή Αθήνας (2009-2018)



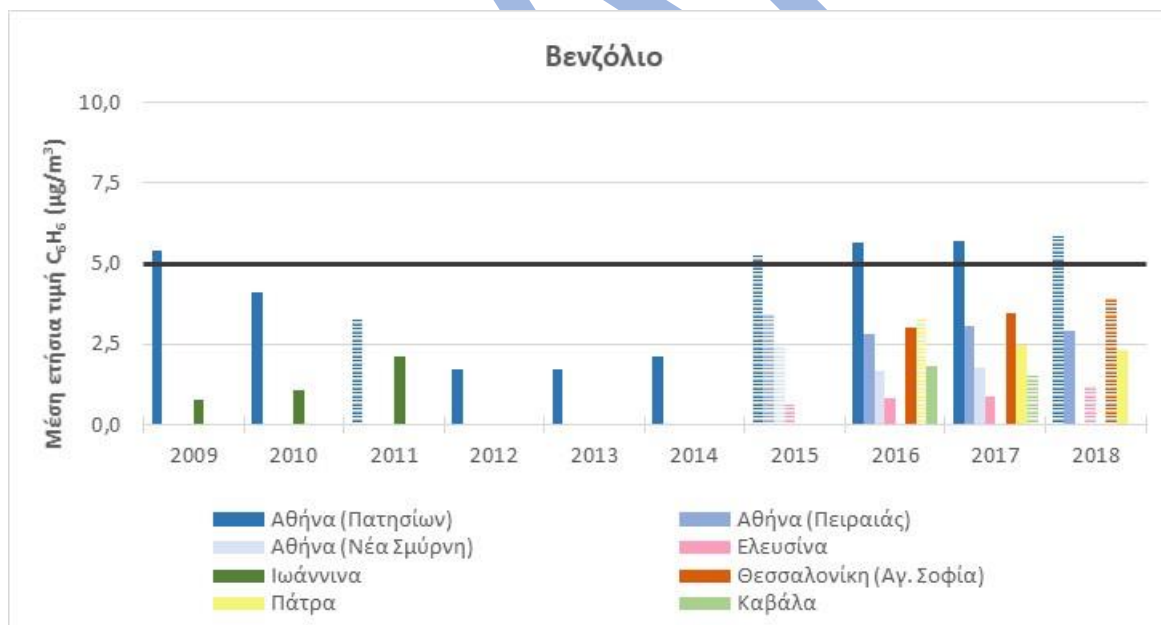
5. Βενζόλιο

Η παρακολούθηση της διαχρονικής μεταβολής των επιπέδων συγκέντρωσης του βενζολίου πραγματοποιείται με τον δείκτη της μέσης ετήσιας τιμής, ο οποίος συγκρίνεται με την ετήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Έως και το 2014, δεδομένα για την καταγραφή των επιπέδων βενζολίου στην Αθήνα υφίστανται μόνο για τον κεντρικό σταθμό κυκλοφορίας στην οδό Πατησίων. Κατά το διάστημα 2010-2014, τα επίπεδα του δείκτη διαμορφώθηκαν χαμηλότερα από την ετήσια οριακή τιμή. Κατά τα έτη 2008-2011, αναφέρονται με ικανοποιητική πληρότητα δεδομένα συγκεντρώσεων βενζολίου και για τον σταθμό υποβάθρου των Ιωαννίνων, από τα οποία προκύπτει ότι τα επίπεδα του δείκτη της μέσης ετήσιας τιμής για όλο το διάστημα παρέμειναν χαμηλότερα της οριακής τιμής.

Μετά την αναβάθμιση του δικτύου ΕΔΠΑΡ, η παρακολούθηση του βενζολίου πραγματοποιείται σε 3 επιπλέον θέσεις στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας, ενώ έχουν εγκατασταθεί όργανα μέτρησης και σε άλλες 3 πόλεις (Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Καβάλα). Το διάστημα 2016-2018, στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας, παρατηρούνται μέσα ετήσια επίπεδα βενζολίου χαμηλότερα της οριακής τιμής σε όλους τους σταθμούς πλην του σταθμού κυκλοφορίας της Πατησίων. Στο ίδιο διάστημα, τα επίπεδα του δείκτη της μέσης ετήσιας τιμής βενζολίου στη Θεσσαλονίκη και την Καβάλα είναι χαμηλότερα της οριακής τιμής.

Γράφημα 54: Μέση ετήσια συγκέντρωση βενζολίου στις αστικές περιοχές (2009-2018)



* Μη ικανοποιητική πληρότητα μετρήσεων με διακεκομμένη γραμμή

6. Βενζο(α)πυρένιο

Η παρακολούθηση των επιπέδων συγκέντρωσης του βενζο(α)πυρένιο πραγματοποιείται με τον δείκτη της μέσης ετήσιας τιμής που συγκρίνεται με την ετήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας (1 ng/m^3).

Αν και το απαιτούμενο ελάχιστο ποσοστό εγκύρων δεδομένων είναι 14% για ενδεικτικές μετρήσεις σύμφωνα με την οδηγία 2004/107/ΕΚ, από τα διαθέσιμα δεδομένα μετρήσεων βενζο(α)πυρενίου, προκύπτει ότι το παραπάνω ελάχιστο ποσοστό καλύπτεται μόνο στο σταθμό κυκλοφορίας της Αριστοτέλους στην Αθήνα για το έτος 2017, ο οποίος καταγράφει τιμή $0,34 \text{ ng/m}^3$, που είναι κατά πολύ χαμηλότερη από την οριακή τιμή.

DRAFT

Συμπεράσματα και εκτιμήσεις για τους στόχους, κατευθύνσεις και τα μέτρα περιβαλλοντικής πολιτικής

Η ποιότητα του αέρα στην Ελλάδα έχει γενικά βελτιωθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Η μείωση των συνολικών εθνικών εκπομπών των κυριότερων ρυπαντών (NO_x, SO₂, PM_{2.5}, NH₃) είναι σημαντική κυρίως λόγω της καθαρότερης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (μείωση λιγνιτικών σταθμών στο συνολικό ενεργειακό μίγμα, μείωση των ατμοσφαιρικών εκπομπών τους με δευτερογενή μέτρα, εξοικονόμηση ενέργειας, ΑΠΕ), των οχημάτων με νεώτερης τεχνολογία καθαρότερους κινητήρες κλπ.. Σύμφωνα με τα δεδομένα για το 2017 προβλέπεται ότι θα επιτευχθούν οι στόχοι μείωσης των εθνικών αέριων εκπομπών που έχουν τεθεί με βάση την Οδηγία NEC για το 2020².

Σε ότι αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση στις πόλεις, η διαχρονική εξέλιξη των μετρούμενων συγκεντρώσεων των αέριων ρύπων δείχνει ότι υπάρχει τάση πτωτική ή τάση σταθεροποίησης, ανάλογα με το ρύπο. Η εξέλιξη αυτή μπορεί να αποδοθεί στη μείωση των εκπομπών των αέριων ρύπων λόγω των μέτρων που ελήφθησαν τις προηγούμενες δεκαετίες και αφορούσαν κυρίως στην τεχνολογική αναβάθμιση του στόλου των επιβατικών οχημάτων, στην εφαρμογή του μέτρου της κάρτας ελέγχου καυσαερίων (ΚΕΚ), στα μέτρα ελέγχου εκπομπής ρύπων από διάφορες πηγές, στη χρήση καυσίμων με καλύτερες τεχνικές προδιαγραφές, στη λειτουργία των μέσων σταθερής τροχιάς (κυρίως τις επεκτάσεις του μετρό), στη διευκόλυνση της κυκλοφορίας των μέσων μαζικής μεταφοράς, στη διείσδυση του φυσικού αερίου στον οικιακό, βιομηχανικό και τριτογενή τομέα και στην ολοκλήρωση των μεγάλων κυκλοφοριακών έργων. Ωστόσο, παρά τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, προκύπτουν υπερβάσεις σε ορισμένους ρύπους, κυρίως στην Αθήνα, όπως φαίνεται από τις συγκρίσεις των συγκεντρώσεων των μετρούμενων ρύπων με τα ισχύοντα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας. Τα κύρια χαρακτηριστικά της κατάστασης της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές της χώρας συνοψίζονται ως εξής:

- το όζον παραμένει σταθερό, με υπερβάσεις να εμφανίζονται με μεγαλύτερη ένταση στην Αθήνα, που οφείλονται κατά κύριο λόγο στις κλιματικές συνθήκες της χώρας
- τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ παρουσιάζουν διαχρονικά υπερβάσεις της ημερήσιας οριακής τιμής στην Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη, κυρίως στους σταθμούς κυκλοφορίας, οι οποίες οφείλονται σε σημαντικό βαθμό στη φυσική συνεισφορά (π.χ. Αφρικανική σκόνη)
- τα αιωρούμενα σωματίδια PM_{2.5} και το SO₂ δεν υπερβαίνουν σε καμία θέση μέτρησης την οριακή τιμή
- υπερβάσεις των οριακών τιμών του NO₂ παρατηρούνται μόνο στην Αθήνα και μόνο στους σταθμούς κυκλοφορίας
- για το βενζόλιο σημειώνεται υπέρβαση της οριακής τιμής σε ένα σταθμό κυκλοφορίας στην Αθήνα
- δεν παρουσιάζονται υπερβάσεις βενζο(α)πυρενίου στην Αθήνα

Η πολιτική της ΕΕ για καθαρό αέρα απαιτεί σημαντική περαιτέρω βελτίωση της ποιότητας του αέρα ώστε, αφενός, να μειωθούν οι επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα και τις οικοσυστημικές υπηρεσίες και, αφετέρου, να προσεγγίσει η ποιότητα της ατμόσφαιρας σταδιακά τα συνιστώμενα επίπεδα

²https://ekpa.ypeka.gr/wp-content/uploads/2020/02/2018_1109_09-07-2018_NEC-2_EAKE-EMΠ_ΤΕΛΙΚΟ-ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ_P2.pdf

ποιότητας της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (ΠΟΥ) προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι μακροχρόνιες και βραχυχρόνιες επιπτώσεις στην υγεία των πολιτών.

Παρά την αναμφισβήτητη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στην Ελλάδα, εξακολουθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση να προκαλεί ανησυχία. Σύμφωνα με μελέτη³ της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ που αφορά τους ρύπους για τους οποίους υπάρχουν υπερβάσεις από τα συνιστώμενα επίπεδα στις οδηγίες του ΠΟΥ, με βάση τα πλέον πρόσφατα διαθέσιμα στοιχεία:

- περίπου 6.500 πρόωροι θάνατοι ετησίως στις αστικές περιοχές της Ελλάδας (το 58% αφορά σε πρόωρους θανάτους στην Αθήνα και το 13% αφορά στη Θεσσαλονίκη) αποδίδονται στις μακροχρόνιες επιπτώσεις των ΑΣ_{2,5},
- λίγο λιγότεροι από 5.000 πρόωροι θάνατοι ετησίως στις αστικές περιοχές της Ελλάδας (το 69% αφορά σε πρόωρους θανάτους στην Αθήνα και το 12% αφορά στη Θεσσαλονίκη) αποδίδονται στις μακροχρόνιες επιπτώσεις των ΑΣ₁₀ και
- περίπου 160 πρόωροι θάνατοι στην Αθήνα αποδίδονται στις μακροχρόνιες επιπτώσεις του ΝΟ₂,

σε σχέση με το πόσοι θάνατοι ή περιστατικά νοσηρότητας θα προλαμβάνονταν αν οι συγκεντρώσεις των ρύπων δεν υπερέβαιναν τα συνιστώμενα επίπεδα από τον ΠΟΥ. Από αυτούς, πάνω από 8.600 πρόωροι θάνατοι αποδίδονται στις υπερβάσεις των ΑΣ_{2,5}, πάνω από 5.700 στις υπερβάσεις των ΑΣ₁₀ και περίπου 160 στις υπερβάσεις του ΝΟ₂.

Η συστηματική ανανέωση του στόλου των οχημάτων, τα μέτρα ενεργειακής θωράκισης των κτιρίων, η περαιτέρω διείσδυση του φυσικού αερίου στην κεντρική θέρμανση, οι νέες γραμμές μετρό και η ενίσχυση των μέσων μαζικής μεταφοράς είναι μέτρα που αναμένεται να οδηγήσουν σε περαιτέρω βελτιώσεις. Η κατάρτιση και εφαρμογή του Εθνικού Προγράμματος Ελέγχου της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης⁴ (βάσει της Οδηγίας 2016/2284) σε συνδυασμό με την υλοποίηση του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (Απόφαση του Κυβερνητικού Συμβουλίου Οικονομικής Πολιτικής αρ. 4/2019 «Κύρωση του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)», Β' 4893) την ερχόμενη δεκαετία αναμένεται να μετριάσουν αποτελεσματικά τα επίπεδα εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων και να συμβάλλουν καθοριστικά στην επίτευξη των στόχων για την ποιότητα του αέρα στα αστικά κέντρα της χώρας. Μέτρα όπως ο σταδιακός τερματισμός της λειτουργίας των λιγνιτικών μονάδων μέχρι το έτος 2028, η ηλεκτρική διασύνδεση των νησιών, η αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή⁵, η προώθηση της ηλεκτροκίνησης⁶, η προώθηση συστημάτων ΑΠΕ στα κτίρια και συστημάτων διεσπαρμένης παραγωγής μέσω σχημάτων αυτοπαραγωγής και ενεργειακού συμπψηφισμού⁷, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων μέσω ανακαίνισής τους με τη βοήθεια προγραμμάτων όπως το «Εξοικονομώ κατ' οίκον», η επέκταση του δικτύου διανομής του φυσικού αερίου κλπ..

³<https://ekpa.ypeka.gr/atmosfairiko-perivallon/syntaksh-ekthesis-epidraseis-sthn-yge/>

⁴ Έχει ανατεθεί από το ΕΚΠΑ σχετικό έργο σε εξωτερικό ανάδοχο – αναμένεται να ξεκινήσει άμεσα η φάση της δημόσιας διαβούλευσης.

⁵ Σύμφωνα με το ΕΣΕΚ, ο εθνικός στόχος για το μερίδιο συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το 2030 είναι να ανέλθει σε ποσοστό τουλάχιστον στο 60%.

⁶ Σύμφωνα με το ΕΣΕΚ, ο εθνικός στόχος είναι το 2030 το 1/3 των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων να είναι ηλεκτρικά.

⁷ Σύμφωνα με το ΕΣΕΚ, προβλέπεται μέχρι το έτος 2030 η συνολική λειτουργία τέτοιων συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ εγκατεστημένης ισχύος 1 GW ικανών να καλύπτουν τις μέσες ηλεκτρικές καταναλώσεις τουλάχιστον 330.000 νοικοκυριών.

Περαιτέρω, θα μπορούσε να διερευνηθεί η σκοπιμότητα μέτρων που στοχεύουν:

- στην επιτάχυνση της εκπόνησης του Επιχειρησιακού Σχεδίου για την Καταπολέμηση της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης στην Αθήνα σύμφωνα με το άρθρο 23 της Οδηγίας 2008/50,
- στη βελτίωση των σιδηροδρομικών υποδομών και την επιτάχυνση της ηλεκτροκίνησης των τρένων
- στην αύξηση της συμμετοχής των μέσων μεταφοράς σταθερής τροχιάς στο μεταφορικό έργο (ήδη δρομολογημένα έργα της επέκτασης του μετρό στην Αθήνα και της λειτουργίας του Μετρό Θεσσαλονίκης, η επέκταση του Προαστιακού κλπ.),
- στην ανανέωση του στόλου των λεωφορείων με οχήματα χαμηλών εκπομπών ή/και εναλλακτικά καύσιμα θα μειώσει
- στη χρήση φυσικού αερίου είτε σε μορφή συμπιεσμένου αερίου (CNG) για την οδική κυκλοφορία επιβατηγών και ελαφρών οχημάτων (ιδίως εντός του αστικού ιστού) είτε σε μορφή υγροποιημένου φυσικού αερίου για την κυκλοφορία βαρέων οχημάτων (ιδίως στις εθνικές οδούς), συμπεριλαμβανομένης της αξιοποίησης βιομεθανίου (σε μίγμα με το φυσικό αέριο)
- στη βελτίωση των διαδικασιών ελέγχου των εκπομπών των οχημάτων (π.χ. κάρτα ελέγχου καυσαερίων, ΚΤΕΟ),
- στη μείωση εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NOx) στην Αθήνα (π.χ. μέσω του περιορισμού της κυκλοφορίας για τα παλαιότερα οχήματα όπως σε άλλες ευρωπαϊκές μεγαλουπόλεις ή επιβολή τέλους για την κυκλοφορία των παλαιότερων οχημάτων στο περιοχή του δακτυλίου χρηματοδοτώντας έτσι φορολογικές ελαφρύνσεις για αγορά νέων, ως ενδιάμεσο μέτρο στα κίνητρα για τα αμιγώς ηλεκτρικά (BEV) και plug-in υβριδικά (PHEV) οχήματα να προστεθούν κίνητρα για τα υβριδικά και ενδεχομένως και για τα βενζινοκίνητα Euro 6 με εκπομπές CO₂ έως 90 g/km έτσι ώστε να επιταχυνθεί η ανανέωση του στόλου),
- στην εφαρμογή (αστυνόμευση) του πράσινου δακτυλίου με τη χρήση συστήματος ελέγχου μέσω καμερών σε κομβικά σημεία και ειδικού λογισμικού,
- εκπόνηση του Επιχειρησιακού Σχεδίου για την Καταπολέμηση της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης στην Αθήνα,
- σύνδεση των τελών κυκλοφορίας και ταξινόμησης με τις εκπομπές καυσαερίων - ευνοϊκή μεταχείριση βενζινοκίνητων έναντι πετρελαιοκίνητων όπως π.χ. στην Ολλανδία.
- περαιτέρω ενίσχυση με οικονομικά κίνητρα της αντικατάστασης καυστήρων ντίζελ με φυσικό αέριο και συστήματα αυτόνομης θέρμανσης.
- Στην αξιοποίηση των σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης που εγκαθίστανται στο πλαίσιο των όρων ΑΕΠΟ διασφαλίζοντας την ορθή χωροθέτηση και βαθμονόμησή τους έτσι ώστε να πληρούνται οι προβλεπόμενες από την ενωσιακή νομοθεσία προδιαγραφές,
- μετά την πιλοτική εφαρμογή της ψυχρής τροφοδότησης (cold ironing) επιβατηγών (ή/και εμπορικών) πλοίων με ηλεκτρικό ρεύμα στο λιμάνι της Κυλλήνης, επέκτασή της και σε άλλους λιμένες.