

# 1η Ημερίδα

## Εταιρείας Δημόσιας και Περιβαλλοντικής Υγιεινής

11 Ιουνίου 2010, Λάρισα

Συγκριτική ανάλυση ατμοσφαιρικής  
ρύπανσης σε αστικές περιοχές  
Διαχρονική εξέλιξη

**Τσιρόπουλος Νικ.**

Αναπληρωτής Καθηγητής, Παν. Θεσσαλίας

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και  
Αγροτικού Περιβάλλοντος

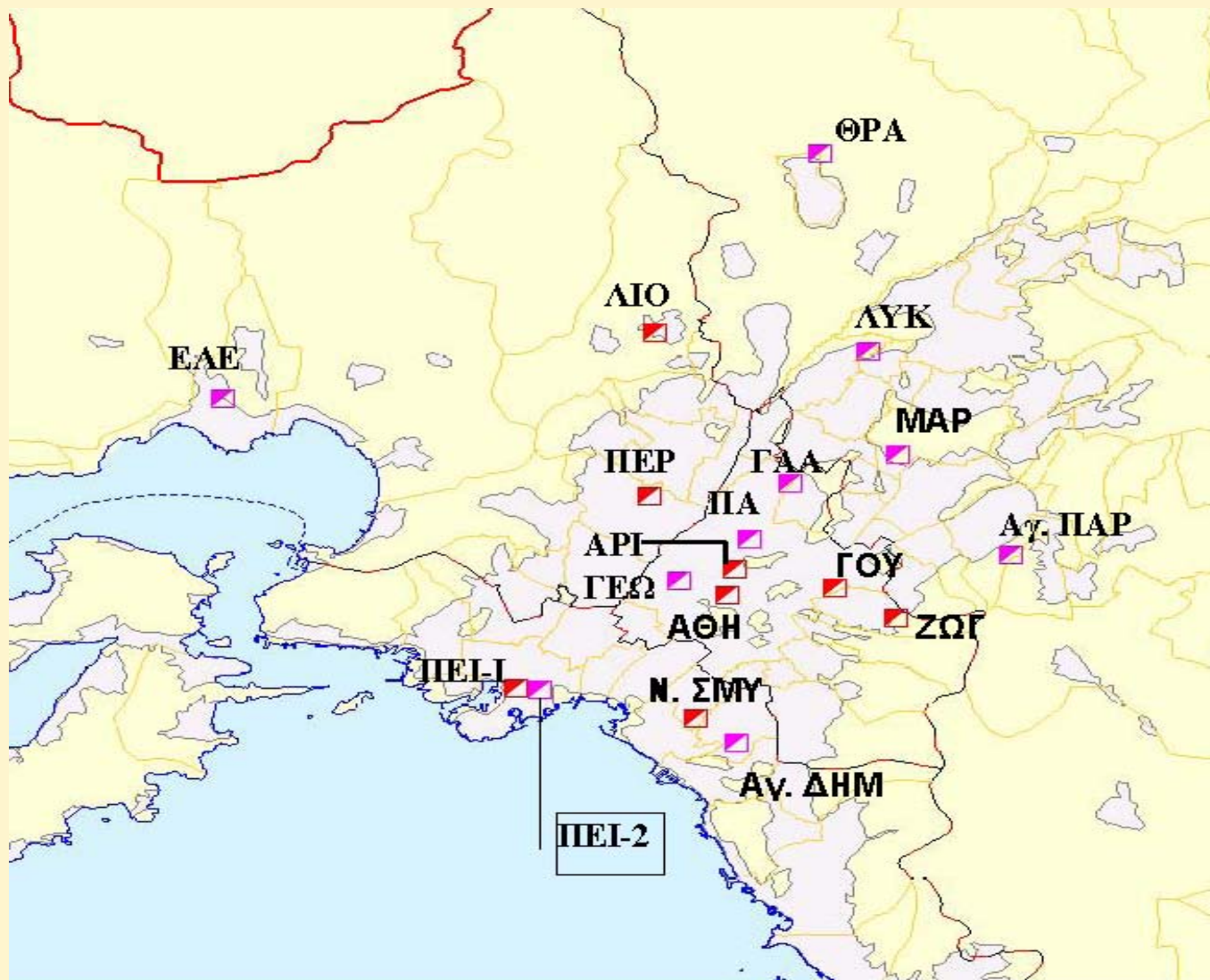
## Τι είναι η Ατμοσφαιρική Ρύπανση:

- Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια, που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της δομής, της σύστασης και των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας.
- Αυτές οι αλλαγές μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και τα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

# Το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (ΕΔΠΑΡ)



# Χωρική κατανομή του δικτύου παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας - ΔΕΑΡΘ



# Το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (ΕΔΠΑΡ)

όλοι οι σταθμοί του Εθνικού Δικτύου, είναι διασυνδεδεμένοι με την κεντρική έδρα του συστήματος (Τμήμα Ποιότητας Ατμόσφαιρας – Δ/ση Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης & Θορύβου– ΥΠΕΧΩΔΕ), όπου συλλέγονται τα δεδομένα από το σύνολο των σταθμών.

Το λογισμικό διασύνδεσης των κεντρικών μονάδων με τους σταθμούς μέτρησης επιτρέπει τη λήψη τιμών σε σχεδόν πραγματικό χρόνο και την διενέργεια διαδικασιών ποιοτικού ελέγχου (βαθμονομήσεις, εποπτεία λειτουργίας) από απόσταση.

Η παρακολούθηση και αξιολόγηση της εξέλιξης των τιμών ατμοσφαιρικής ρύπανσης γίνεται κυρίως σε ωριαία ή 24ωρη βάση, ανάλογα με τις απαιτήσεις της ισχύουσας νομοθεσίας.

# Χαρακτηριστικά σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης του ΕΔΠΑΡ , που την ευθύνη λειτουργίας τους έχει το ΥΠΕΚΑ

	Σταθμός		Μετρούμενοι ρύποι						
Όνομα	Υψόμετρο	Χαρακτηρισμός	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	ΑΣ-10	ΑΣ2,5	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Αθηνάς	100	Αστικός-Κυκλοφορίας	v	v	v	v			
Αριστοτέλους	95	Αστικός-Κυκλοφορίας		v			v		
Γεωπονική	50	Περιαστικός-Βιομηχανικός	v	v	v	v			
Λιόσια	165	Περιαστικός-Υποβάθρου	v	v		v			
Λυκόβρυση	210	Περιαστικός		v		v	v	v	
Μαρούσι	145	Αστικός-Κυκλοφορίας		v	v	v	v		
Πατησίων	105	Αστικός-Κυκλοφορίας	v	v	v	v			v
Πειραιάς – ΠΕΙ-1	20	Αστικός-Κυκλοφορίας	v	v	v	v	v	v	
Περιστερί	80	Αστικός-Υποβάθρου	v	v	v	v			
Αγ. Παρασκευή	290	Περιαστικός-Υποβάθρου		v		v	v	v	
Ελευσίνα	20	Περιαστικός-Βιομηχανικός	v	v		v	v		
Θρακομακεδόνες	550	Περιαστικός-Υποβάθρου		v		v	v		
Αλίαρτος	110	Υποβάθρου	v	v		v			

# Ποιοι είναι οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι, ποιες οι πηγές τους και ποιες οι επιδράσεις τους στο ανθρωπογενές περιβάλλον;

- Το Διοξείδιο του Θείου ( $\text{SO}_2$ )
- Το Μονοξείδιο του Άνθρακα ( $\text{CO}$ )
- Το Διοξείδιο του Αζώτου ( $\text{NO}_2$ ) -  $\text{NO}_x$
- Το Όζον ( $\text{O}_3$ )
- Τα Αιωρούμενα Σωματίδια ( $\text{PM}_{10}$ )
- Το Βενζόλιο ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )
- Ο Μόλυβδος ( $\text{Pb}$ )

Ειδικοί ρύποι σε περιοχές ή ρύποι που δεν καλύπτονται από τον ΕΔΠΑΡ (χημική σύσταση σωματιδίων, VOCs, καρβονυλικές ενώσεις, ...)

# Σύγκριση μέσων ετησίων τιμών σωματιδίων (ΑΣ 10) σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και διαχρονική εξέλιξη

	ΑΓ. ΣΟΦ	ΚΟΡ	ΠΑΝ	ΚΑΛ	ΣΙΝ	ΠΑΤ-2	ΒΟΛ	ΛΑΡ	ΗΡΑΚ	ΙΩΑΝ
2001	64	69	37		51	48	45	52	42	
2002	71	67	34		48	50	49	51	42	
2003	64	65	33		51	51	49		62	
2004		64	32		43	44	54		57	
2005		61			44		50		39	
2006		68 (0)	30		50 (0)		55 (3)			
2007	43 (2)	57 (1)	26	47 (2)	49 (1)	46 (3)	44 (2)	43 (2)		
2008	56 (4)	51 (2)		35	47 (2)	48 (4)	42 (3)	43 (1)		40
2009	43(2)	44(3)	23*(0)	31(1)	40*(2)	42(3)	36(2)	31*(0)		

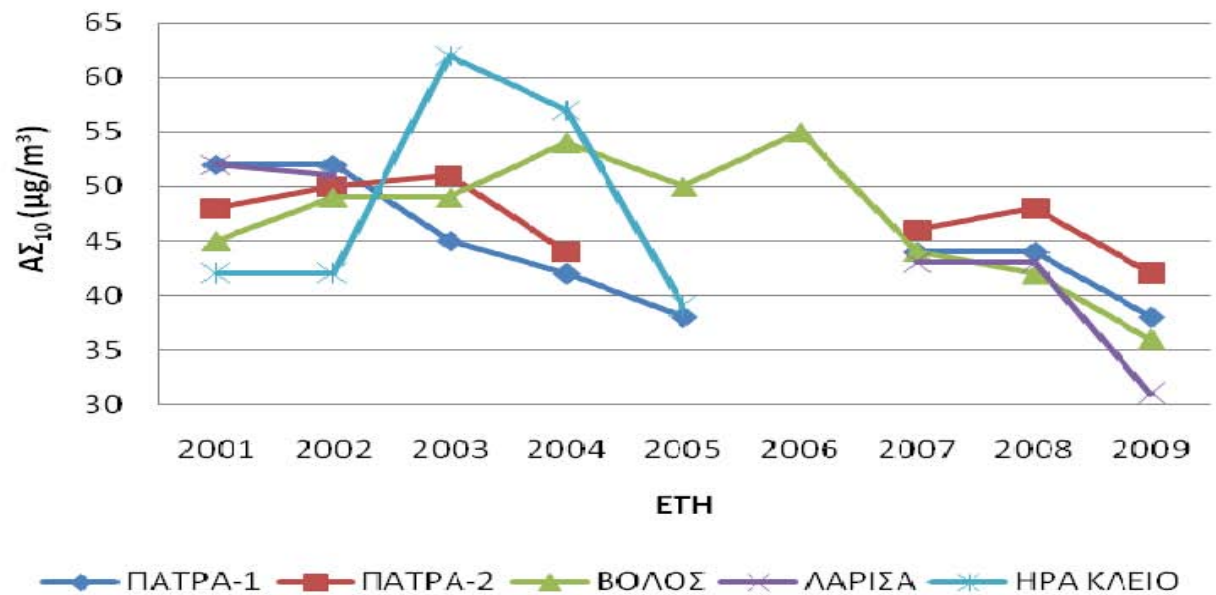
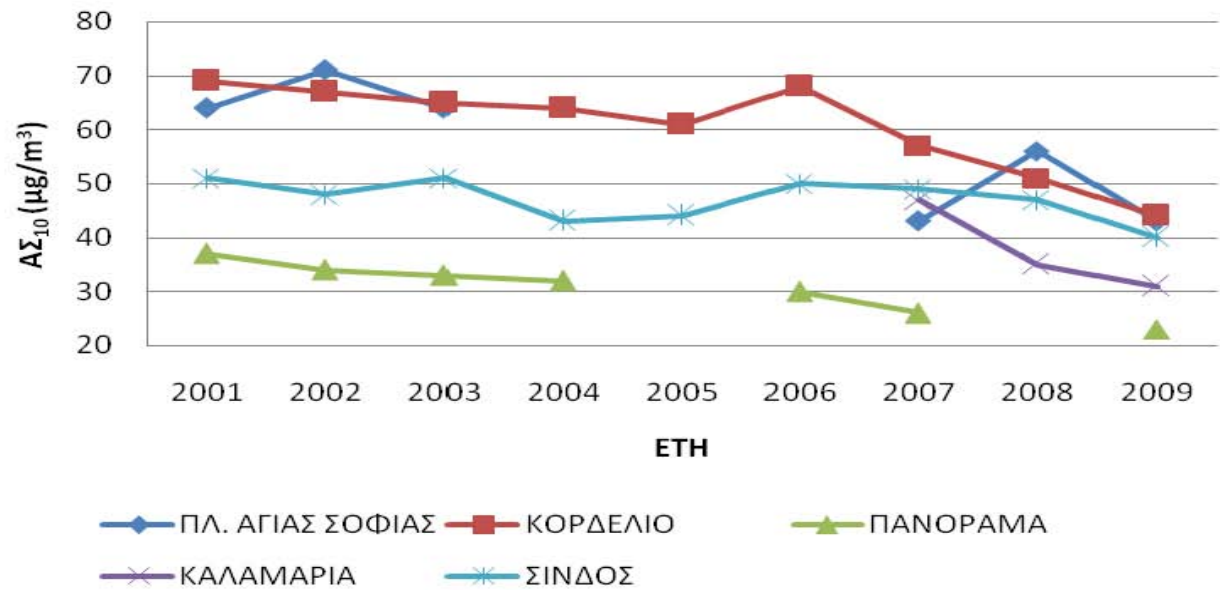


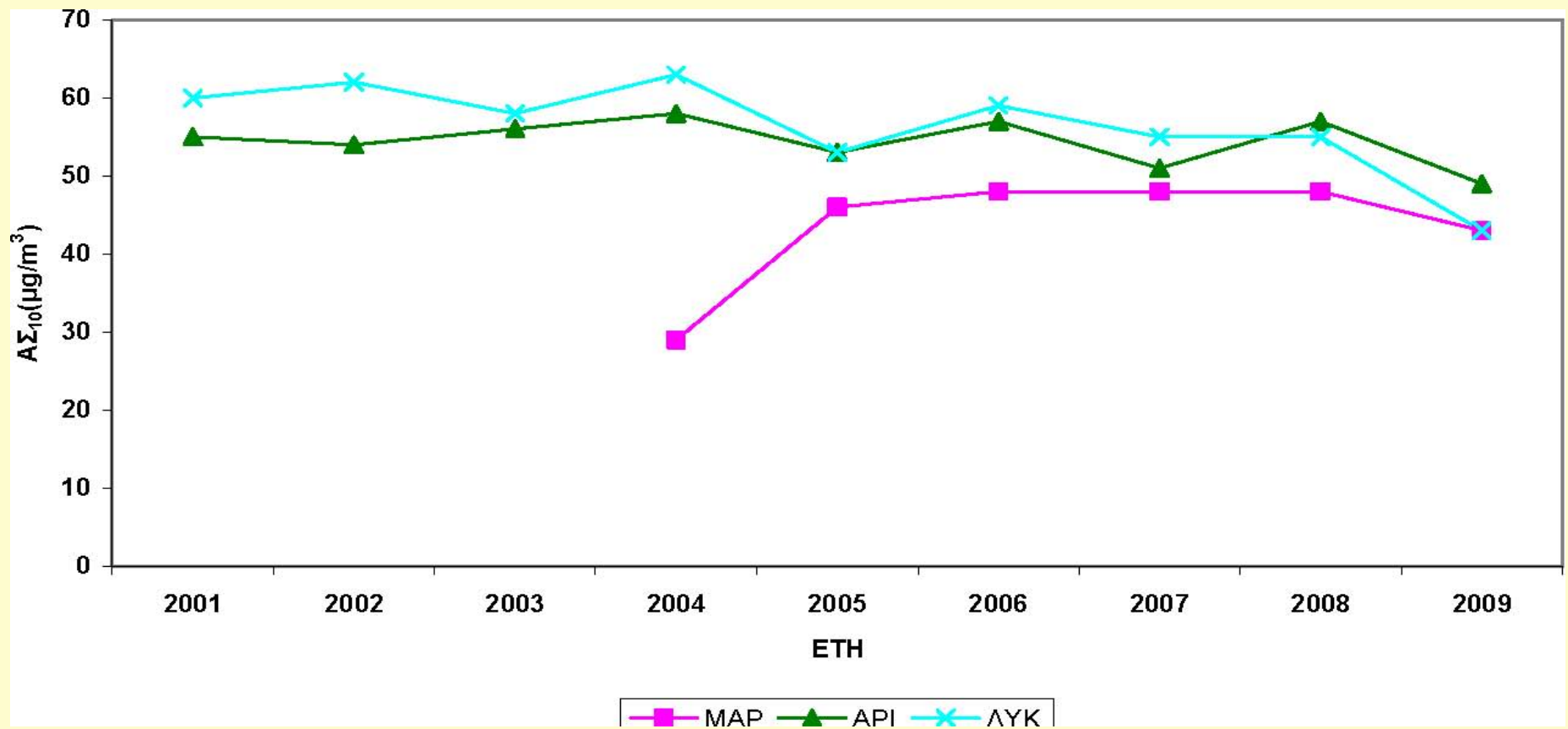
Αριθμός ημερών για το 2009 με μέση ημερήσια τιμή ΑΣ10 > 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
(Με κόκκινο χρώμα σχεδιάζονται οι περιπτώσεις στις οποίες  
σημειώθηκε υπέρβαση του ορίου - 35)

	ΑΓ.ΣΟΦ	ΚΟΡΔ	ΠΑΝ	ΚΑΛ	ΣΙΝ	ΠΑΤ-1	ΠΑΤ-2	ΒΟΛ	ΛΑΡ
2009	67(12)	80(28)	3(3)	19(6)	21(10)	28(12)	69(29)	43(13)	11*(1)

Στις παρενθέσεις εμφανίζεται η εκτιμώμενη συνεισφορά μεταφοράς σκόνης σε  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  από απομακρυσμένες ξηρές περιοχές (π.χ. Σαχάρα) στη μετρούμενη συγκέντρωση της μέσης τιμής ΑΣ10.

## Χρονικές διακυμάνσεις ΑΣ σε διάφορες περιοχές





Χρονικές διακυμάνσεις  $ΑΣ$  σε διάφορες περιοχές της Αθήνας

# Σύγκριση τιμών διοξειδίου του θείου ( $SO_2$ ) - διαχρονική εξέλιξη

- Δεν παρατηρήθηκαν υπερβάσεις της οριακής τιμής για τη μέση ωριαία τιμή (  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ) ούτε για τη μέση ημερήσια τιμή (  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ) σε κανένα σταθμό μέτρησης για το 2009
- Σημαντική μείωση (τιμές  $< 40\text{-}50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) σε σχέση με την περίοδο 1985-2000.
- Η μείωση συνδέεται με τις μειώσεις της περιεκτικότητας θείου τόσο στο πετρέλαιο κίνησης και θέρμανσης όσο και στην αμόλυβδη βενζίνη αλλά και στα βιομηχανικά καύσιμα.

# Σύγκριση τιμών διοξειδίου του αζώτου (NO<sub>2</sub>) - διαχρονική εξέλιξη

	ΑΓ.ΣΟΦ	ΚΟΡΔ	ΚΑΛ	ΣΙΝ	ΠΑΝ	ΝΕΟΧ	Α.Π.Θ.	ΠΑΤ	ΒΟΛ	ΛΑΡ	ΗΡΑΚ	ΙΩΑΝ
2001	58	37	35	22	12	8	43	46	52	17	15	
2002	59	40	39	23	14	9	44	57	35	8		
2003	56	42	35	22	12	9	39	52	20			
2004	54	44	33			10		48	22			
2005		34							28			
2006		39	36	25		8	42		24			
2007	54	41	37	27	14	10	40	48				
2008	50	34	48	29	15	11	41	41		29		18
2009	40	33	32	22	10	8	35	31		22		17

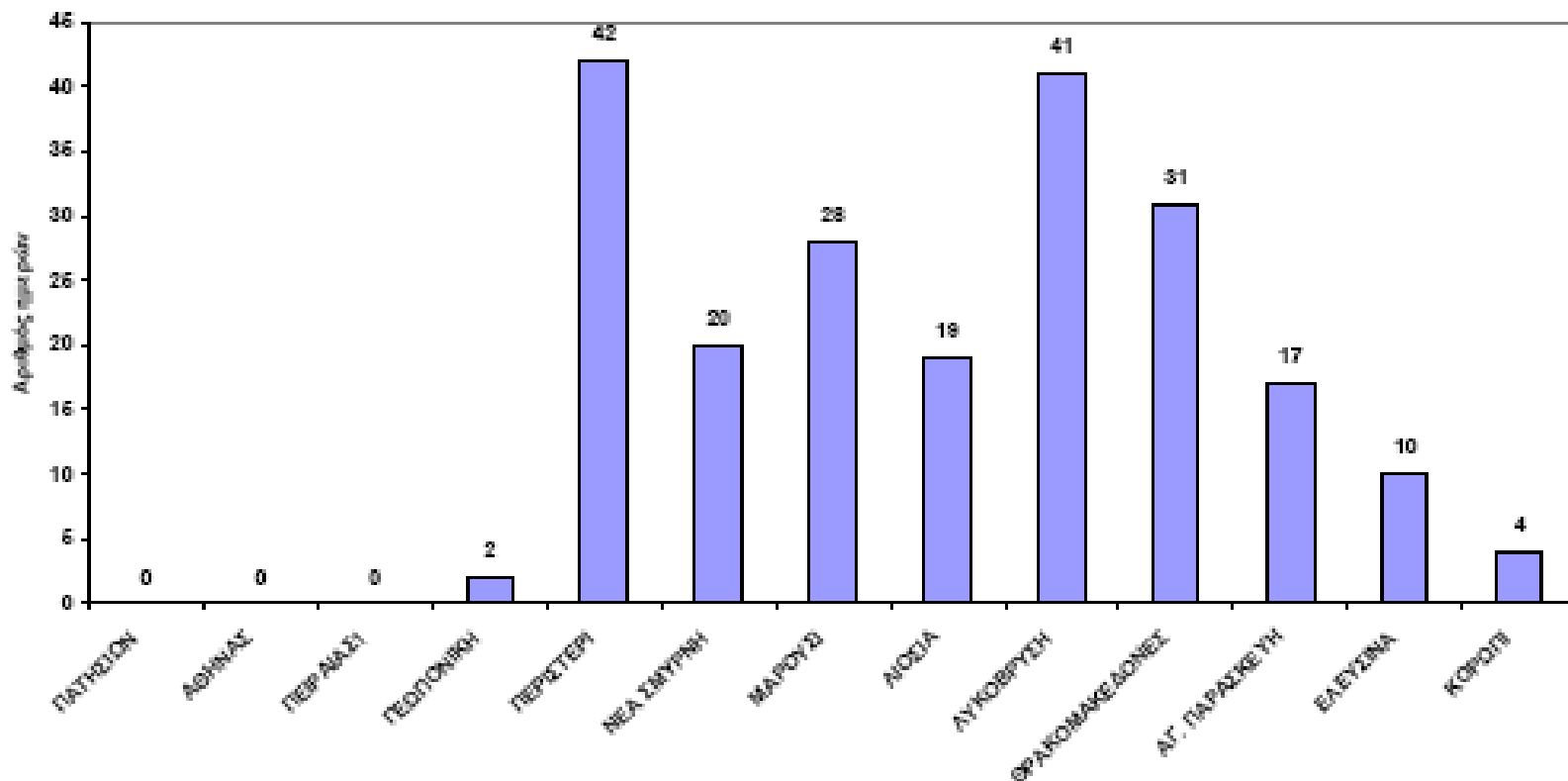
- Δεν παρατηρήθηκαν υπερβάσεις της ενδεικτικής οριακής τιμής της μέσης ωριαίας τιμής ( 210 μg/m<sup>3</sup>) ούτε της ενδεικτικής μέσης ετήσιας τιμής (42 μg/m<sup>3</sup> ) σε κανένα σταθμό μέτρησης για το 2009

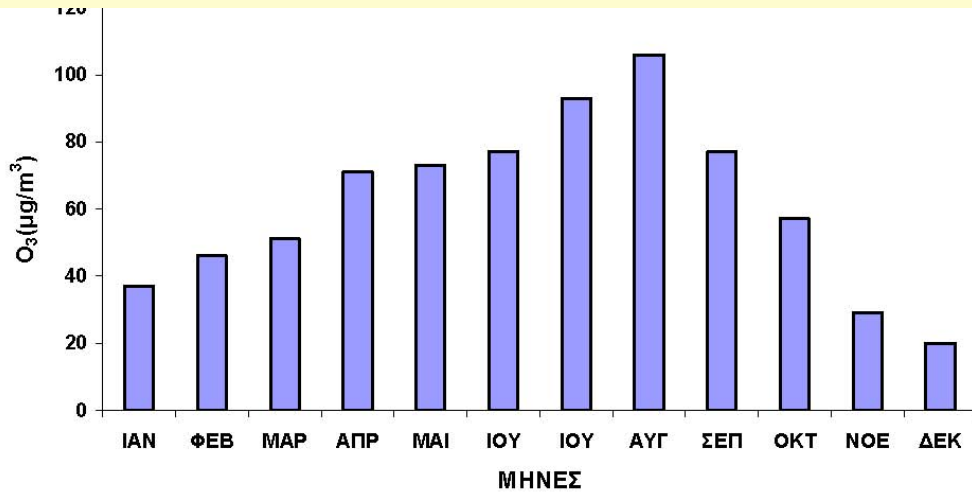
# Σύγκριση τιμών όζοντος (O<sub>3</sub>) - διαχρονική εξέλιξη μέσω ετήσιων συγκεντρώσεων

	ΑΓ Σ Ο Φ	ΚΟΡΔ	ΚΑΛ	ΣΙΝ	ΠΑΝ	ΝΕΟΧ	Α.Π.Θ.	ΠΑΤ	ΒΟΛ	ΛΑΡ	ΗΡΑΚ	ΙΩΑΝ
2001	44	58	54	60	95	87	57	50	59	67	77	
2002	38	52	51	58	96	79	47	40	53	33	76	
2003	40	47	42	60	101	92	54	47	56		86	
2004	43		48	48	71	83	50		51			
2005			24	53	55	54	48		58			
2006		37		64	57	64	47		43			
2007	16	44		52		75	28	30	39	29		
2008	47	72		48	97	90	48	43	42	55		
2009	33	64		52	104	78	52	65		39		29

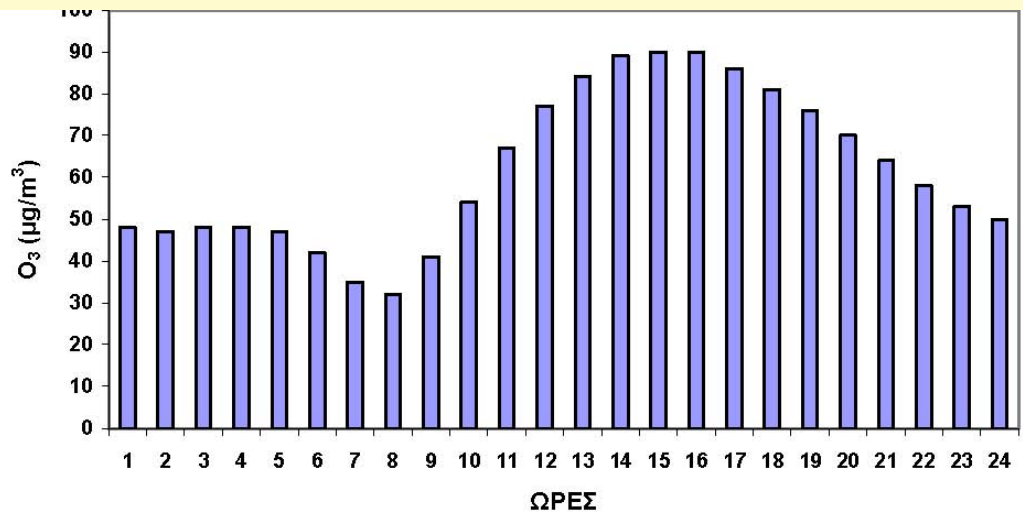
- Δεν παρατηρήθηκαν υπερβάσεις του ορίου ενημέρωσης (180 μg/m<sup>3</sup>) πλην στο ΚΟΡ (10) και ΠΑΝ (9) ούτε και του ορίου συναγερμού ( 240 μg/m<sup>3</sup> για 3 ώρες) σε κανένα σταθμό μέτρησης για το 2009

Αριθμός ημερών για το 2009 στην περιοχή Αθηνών  
με ωριαία τιμή όζοντος μεγαλύτερη από  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
(υπερβάσεις του ορίου ενημέρωσης)





Σχήμα 2.10. Μέσες μηνιαίες τιμές O<sub>3</sub> στο σταθμό Λυκόβρυση για το έτος 2009.

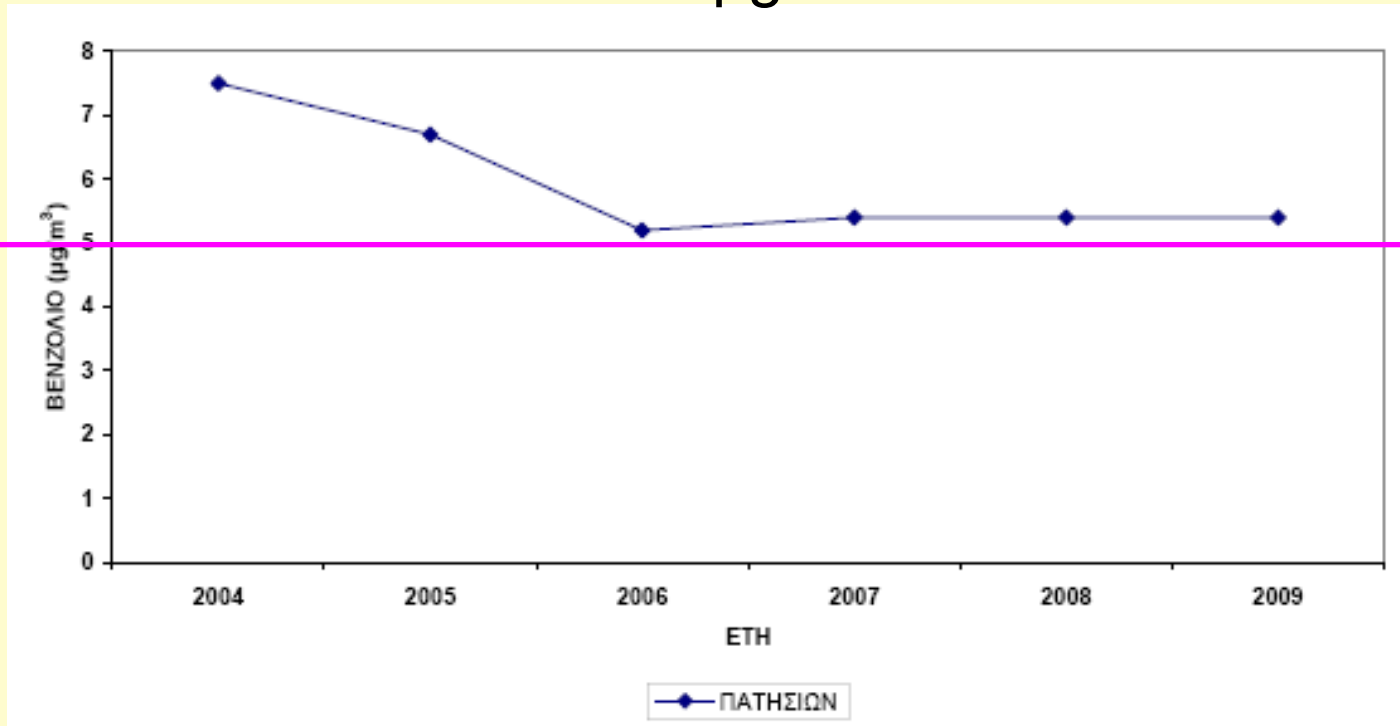


Σχήμα 2.22 Ωριαία μεταβολή O<sub>3</sub> στο σταθμό Λυκόβρυση για το έτος 2009.



# Σύγκριση τιμών βενζολίου - διαχρονική εξέλιξη

Το όριο, ως μέση ετήσια τιμή, που ισχύει από 1/1/2010 είναι 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Στο σταθμό ΙΩΑΝΝΙΝΑ όπου διεξάγονται συστηματικές μετρήσεις, δεν υπήρξε υπέρβαση της ενδεικτικής οριακής τιμής για το 2009 (6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Από ενδεικτικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν το 2004 σε ολόκληρη τη χώρα προκύπτει ότι οι συγκεντρώσεις βενζολίου, είναι χαμηλότερες από το όριο.

# Σύγκριση τιμών βενζολίου - διαχρονική εξέλιξη

Το όριο, ως μέση ετήσια τιμή, που ισχύει από 1/1/2010 είναι 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ΜΗΝΑΣ	Τιμή βενζολίου σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2009	5,03
ΜΑΙΟΣ 2009	6,03
ΙΟΥΝΙΟΣ 2009	4,82
ΙΟΥΛΙΟΣ 2009	4,10
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2009	2,82
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009	4,40
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2009	5,39
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2009	8,90
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2009	5,64
<b>ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2010</b>	<b>5,41</b>
<b>ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010</b>	<b>5,81</b>
<b>ΜΑΡΤΙΟΣ 2010</b>	<b>5,40</b>

## Αξιολόγηση ατμοσφαιρικών ρύπων σε σχέση με τα όρια

- Τα αιωρούμενα σωματίδια παρουσιάζουν υπερβάσεις ορίων της νέας οδηγίας στην πλειονότητα των σημείων μέτρησης. Είναι από τους νέους ρύπους και αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για όλες τις χώρες της ΕΕ
- $SO_2$  και  $CO$  : Δεν αποτελούν σήμερα πρόβλημα ούτε για την Αθήνα ούτε για άλλες περιοχές.
- Βενζόλιο: Πρόβλημα για την Αθήνα σύμφωνα με τα νέα όρια. Δεν υπάρχουν συστηματικές μετρήσεις για άλλες περιοχές.

## Αξιολόγηση ατμοσφαιρικών ρύπων σε σχέση με τα όρια

- Για το όζον υπάρχουν υπερβάσεις του ορίου ενημέρωσης του κοινοί. Γενικά οι υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος, που παρατηρούνται ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες στα περισσότερα σημεία μέτρησης, είναι χαρακτηριστικά των πόλεων του ευρωπαϊκού νότου της ΕΕ και η ρύπανση από το όζον αξιολογείται ως σημαντική



# Το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (ΕΔΠΑΡ)

- Κυριότερες πηγές προέλευσης του διοξειδίου του θείου είναι οι ηλεκτροπαραγωγοί σταθμοί, οι χημικές βιομηχανίες, τα διυλιστήρια πετρελαίου, οι κεντρικές θερμάνσεις και τα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν καύσιμο με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο.
- Κυριότερες πηγές προέλευσης του μονοξειδίου του άνθρακα είναι οι εξατμίσεις αυτοκινήτων, ιδιαίτερα σε κλειστούς χώρους στάθμευσης ή κατά μήκος δρόμων σε περίοδο κυκλοφοριακής αιχμής, και οι εξατμίσεις πάσης φύσεως μηχανών όταν συντελείται ατελής καύση. Άλλες πηγές είναι το καψάλισμα των χωραφιών και η καύση ελαστικών σε ανοικτούς χώρους.
- Η καύση ορυκτών καυσίμων κυρίως σε αυτοκίνητα, σε ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς και κεντρικές θερμάνσεις παράγουν μεταξύ άλλων και μονοξείδιο του αζώτου (NO). Αυτό με διάφορες χημικές αντιδράσεις που ενισχύονται με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας και του όζοντος, μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>).

# Το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (ΕΔΠΑΡ)

- Το όζον είναι αέριο άχρωμο, βαρύτερο του αέρα με δριμεία οσμή. Είναι ισχυρότατο οξειδωτικό. Διαλύεται δύσκολα στο νερό γι' αυτό και μπορεί να διεισδύσει μέχρι τους πνεύμονες με όλες τις αρνητικές συνέπειες για την υγεία των ανθρώπων. Στην ανώτερη ατμόσφαιρα (στρατόσφαιρα) το όζον έχει ευεργετικό ρόλο γιατί απορροφά τις υπεριώδεις ακτινοβολίες (UV), προστατεύοντας μας έτσι από τις βλαβερές ακτίνες του ήλιου.
- Το όζον σχηματίζεται στην κατώτερη ατμόσφαιρα (τροπόσφαιρα) ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων μεταξύ του οξυγόνου, πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs), και οξειδίων του αζώτου (NOx) με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Πηγές εκπομπής πρόδρομων ουσιών του όζοντος (VOCs και NOx) είναι τα οχήματα, τα χημικά εργοστάσια, τα χημικά διαλυτικά και τα βενζινάδικα.

# Το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (ΕΔΠΑΡ)

- **ε) Αιωρούμενα Σωματίδια (PM10)**
- Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι μικρά τεμάχια ύλης σε στερεή ή υγρή φάση, που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ανάλογα με την προέλευση τους μπορούν να παρουσιάζουν ανομοιογένεια στη μορφή, μέγεθος και χημική σύσταση. Όσον πιο μικρά είναι τα σωματίδια, τόσο πιο πολύ αυξάνει η πιθανότητα εισχώρησης τους στην αναπνευστική περιοχή των πνευμόνων, όπου εναποτίθενται κυρίως στις κυψελίδες των πνευμόνων και με την πάροδο του χρόνου επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία των ανθρώπων.
- **Πηγές**
- Οι κυριότερες πηγές εκπομπής αιωρουμένων σωματιδίων είναι οι διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες, τα αυτοκίνητα, οι πυρκαγιές, τα καψαλίσματα χωραφιών και άλλες γεωργικές δραστηριότητες, οι κατασκευές, η επαναιώρηση σκόνης λόγω ισχυρών ανέμων κλπ.



# Το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (ΕΔΠΑΡ)

- Πηγές βενζολίου είναι τα πρατήρια βενζίνης και τα αυτοκίνητα διανομής της, καθώς επίσης και όλες οι μηχανές που χρησιμοποιούν βενζίνη σαν καύσιμο.
- Το βενζόλιο σαν αυτούσια ένωση μπορεί να προκαλέσει χρόνιες παθήσεις όπως καρκίνο, αταξία στο κεντρικό νευρικό σύστημα, ζημιές στη λειτουργία του ήπατος και των νεφρών, ανωμαλίες στην αναπαραγωγή και προβληματικές γεννήσεις.

# Το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (ΕΔΠΑΡ)

- Πηγές μολύβδου μπορεί να είναι τα διάφορου τύπου μεταφορικά μέσα που χρησιμοποιούν μολυβδούχα βενζίνη, εργοστάσια που χρησιμοποιούν μόλυβδο ή ουσίες που περιέχουν μόλυβδο και χώροι που καίνε απορρίμματα.
- Επιδράσεις
- Υψηλά ποσοστά μολύβδου μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς την πνευματική ανάπτυξη και δραστηριότητα των ανθρώπων, τη λειτουργία των νεφρών και τη χημεία του αίματος.
- Τα νεαρά άτομα διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εξαιτίας της μεγαλύτερης ευαισθησίας των νεανικών ιστών και οργάνων στο μόλυβδο.