

**ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ
ΚΑΙ ΚΑΥΣΗ ΞΥΛΩΝ ΣΤΙΣ
ΜΕΓΑΛΕΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΟΛΕΙΣ**

Σπύρος Πανδής

ΙΕΧΜΗ/ΙΤΕ και Παν. Πατρών

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ

- Κώστας Ελευθεριάδης (ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος)
- Νίκος Μιχαλόπουλος (Παν. Κρήτης, ΙΤΕ)
- Ευάγγελος Γερασόπουλος (Εθν. Αστεροσκοπείο Αθηνών)
- Γιώργος Μπίσκος (Παν. Αιγαίου)
- Νίκος Χατζηαναστασίου (Παν. Ιωαννίνων)
- Θάνος Νένες (Georgia Tech., ΙΤΕ)

Συντονιστής Προγράμματος ΕΣΠΑ-ΘΑΛΗΣ

- Χριστόδουλος Πηλίνης (Παν. Αιγαίου)



ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ



ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

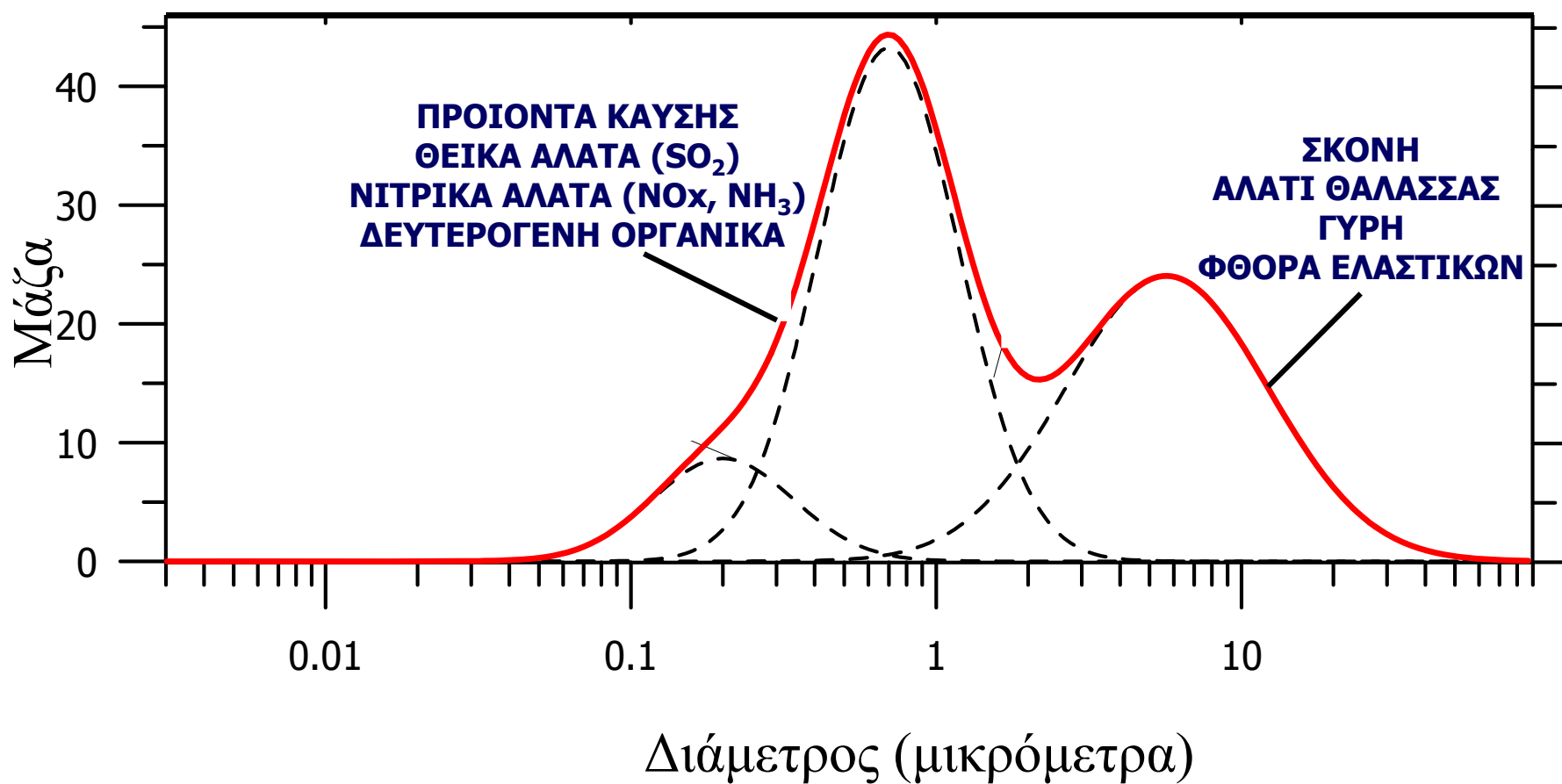


ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ

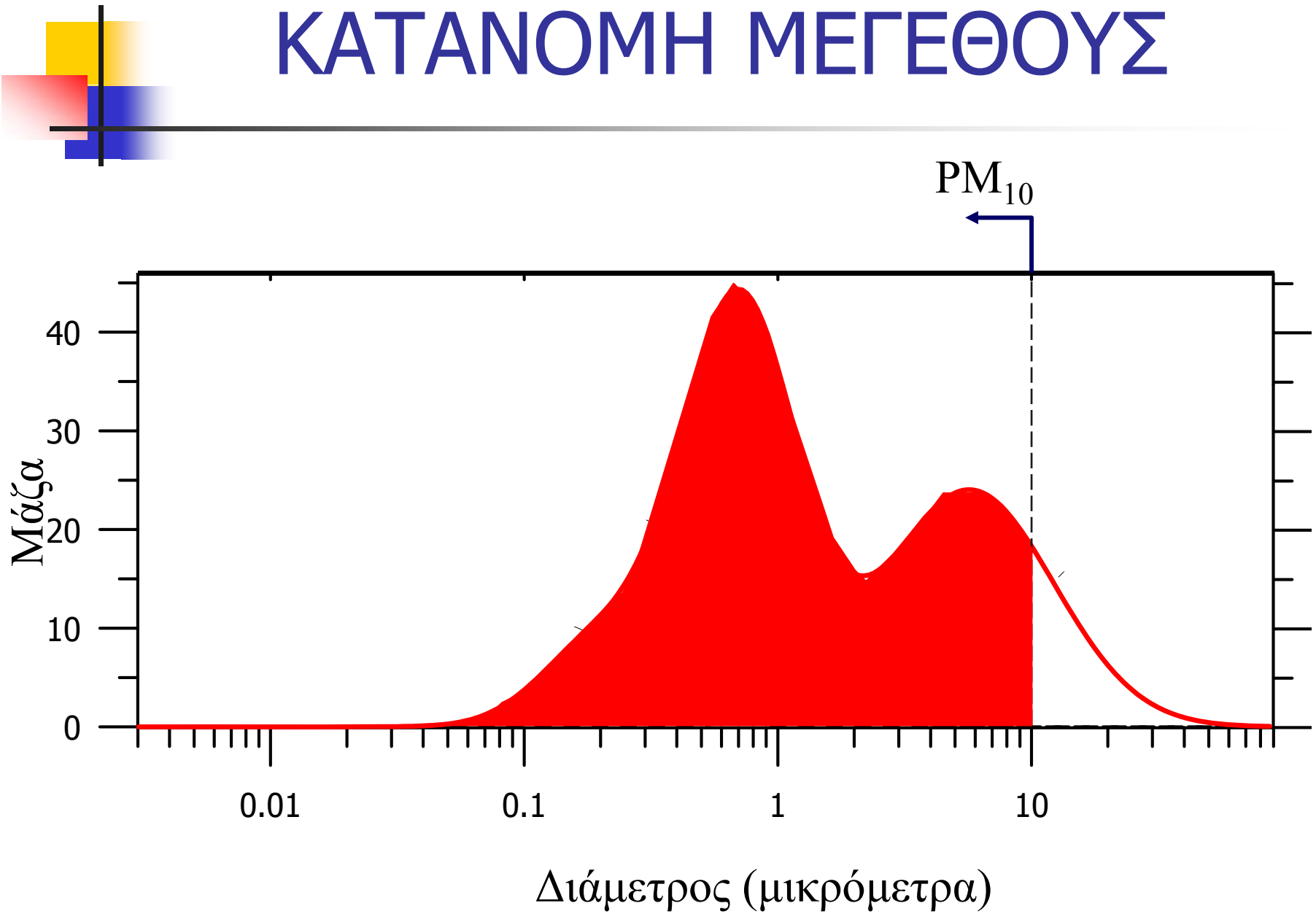
100 $\mu\text{g m}^{-3}$



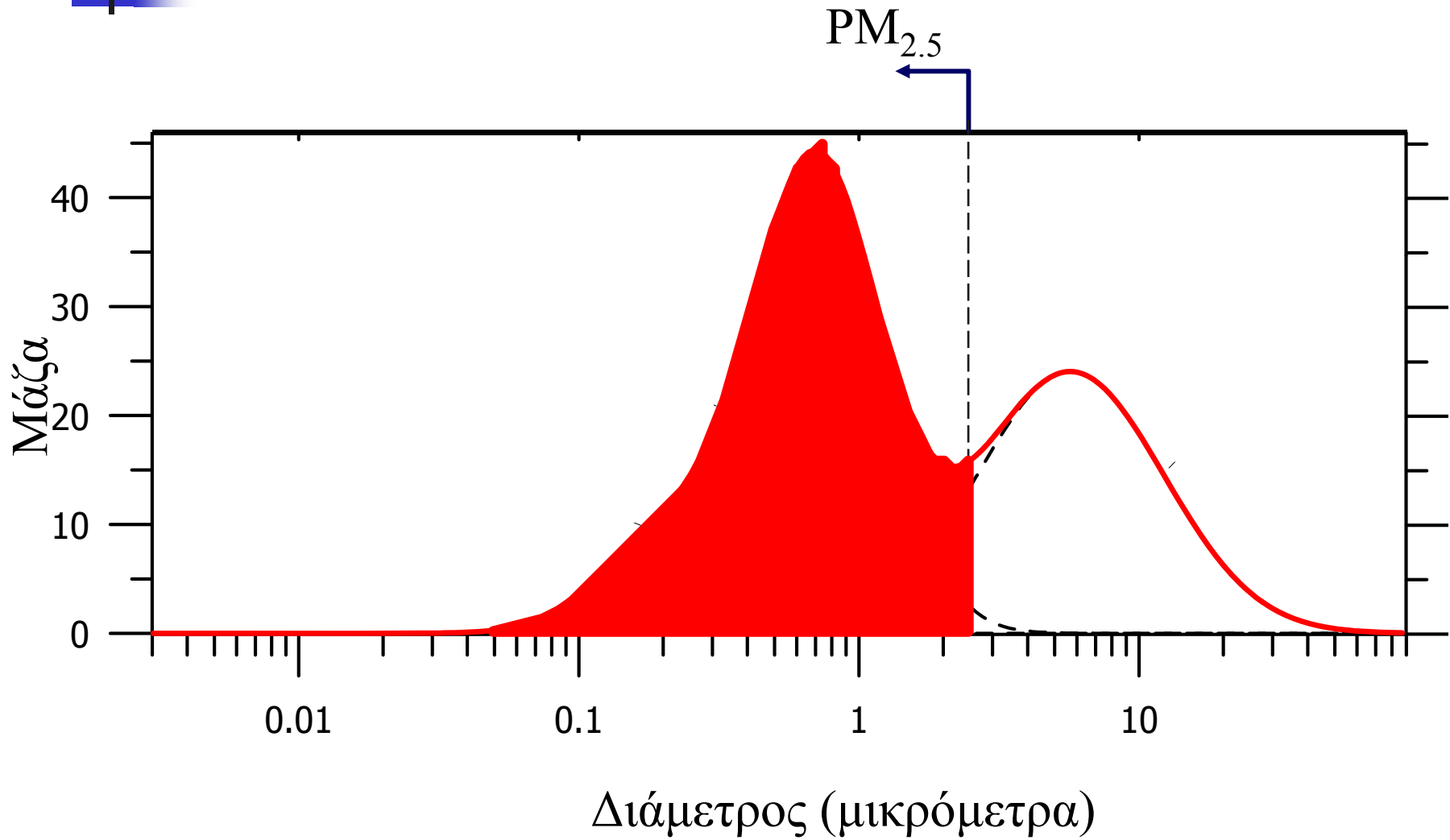
ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ



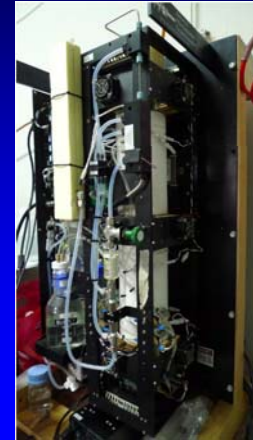
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ



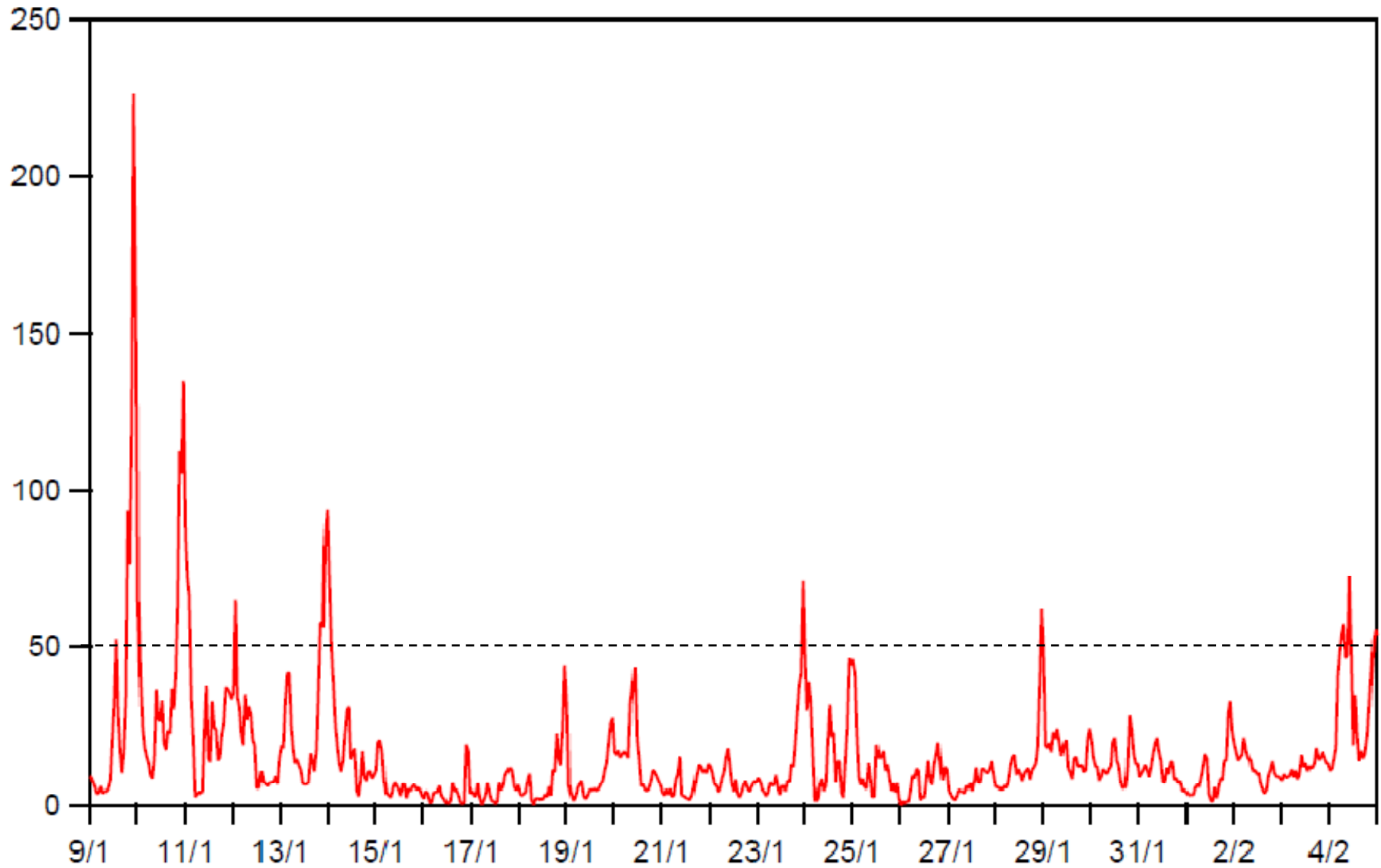
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ



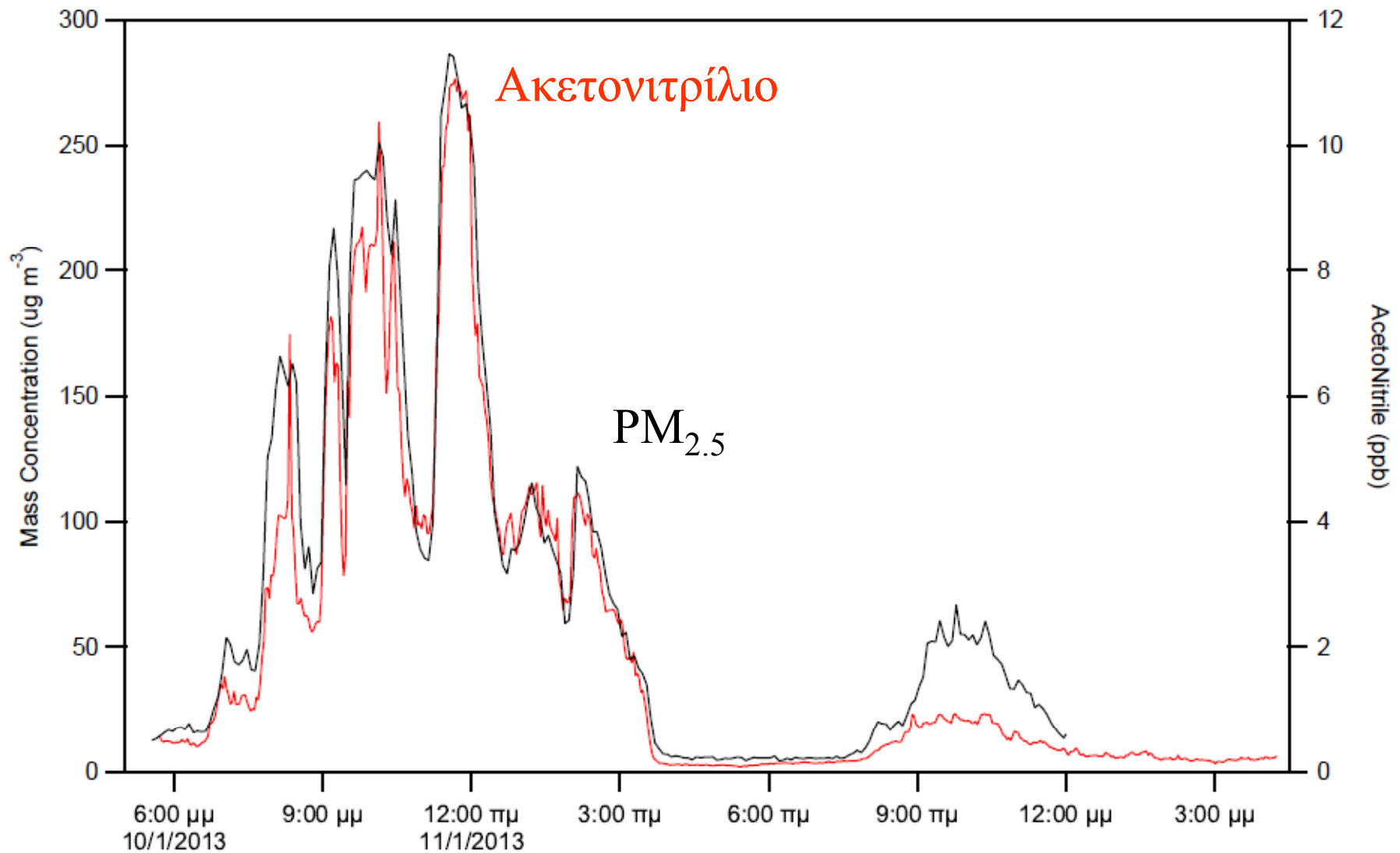
Μετρήσεις στο Θησείο



Συγκεντρώσεις $PM_{2.5}$ στην Αθήνα



Πηγή των Σωματιδίων στην Αθήνα



ΚΑΥΣΗ ΞΥΛΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

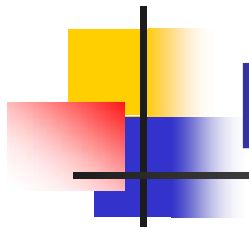


Ενδεικτικές Εκπομπές Σωματιδίων

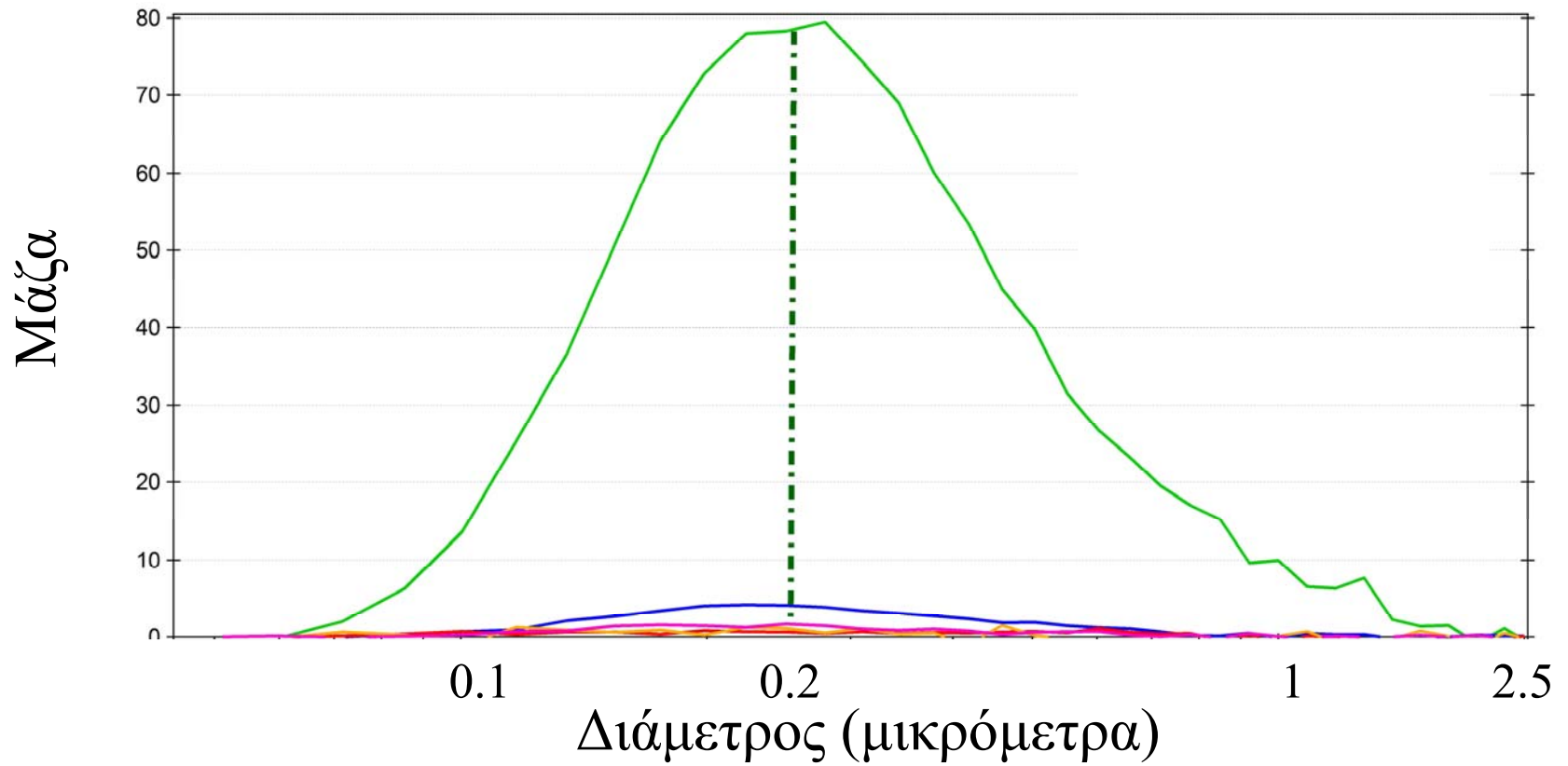
- Τζάκι ή ξυλόσομπα (σε 4 ώρες): 150 g
- Αυτοκίνητο 1992 (30 km): 0.5 g
- Αυτοκίνητο 2009 (30 km): 0.15 g
 - Ένα τζάκι εκπέμπει όσο 1000 νέα αυτοκίνητα την ημέρα !
- Καυστήρας με pellets (4 ώρες): 5-20 g
- Καυστήρας πετρελαίου (4 ώρες): 2 g
- Καυστήρας με φυσικό αέριο (4 ώρες): 0.2 g

Χημική Σύσταση Σωματιδίων από Καύση Ξύλων

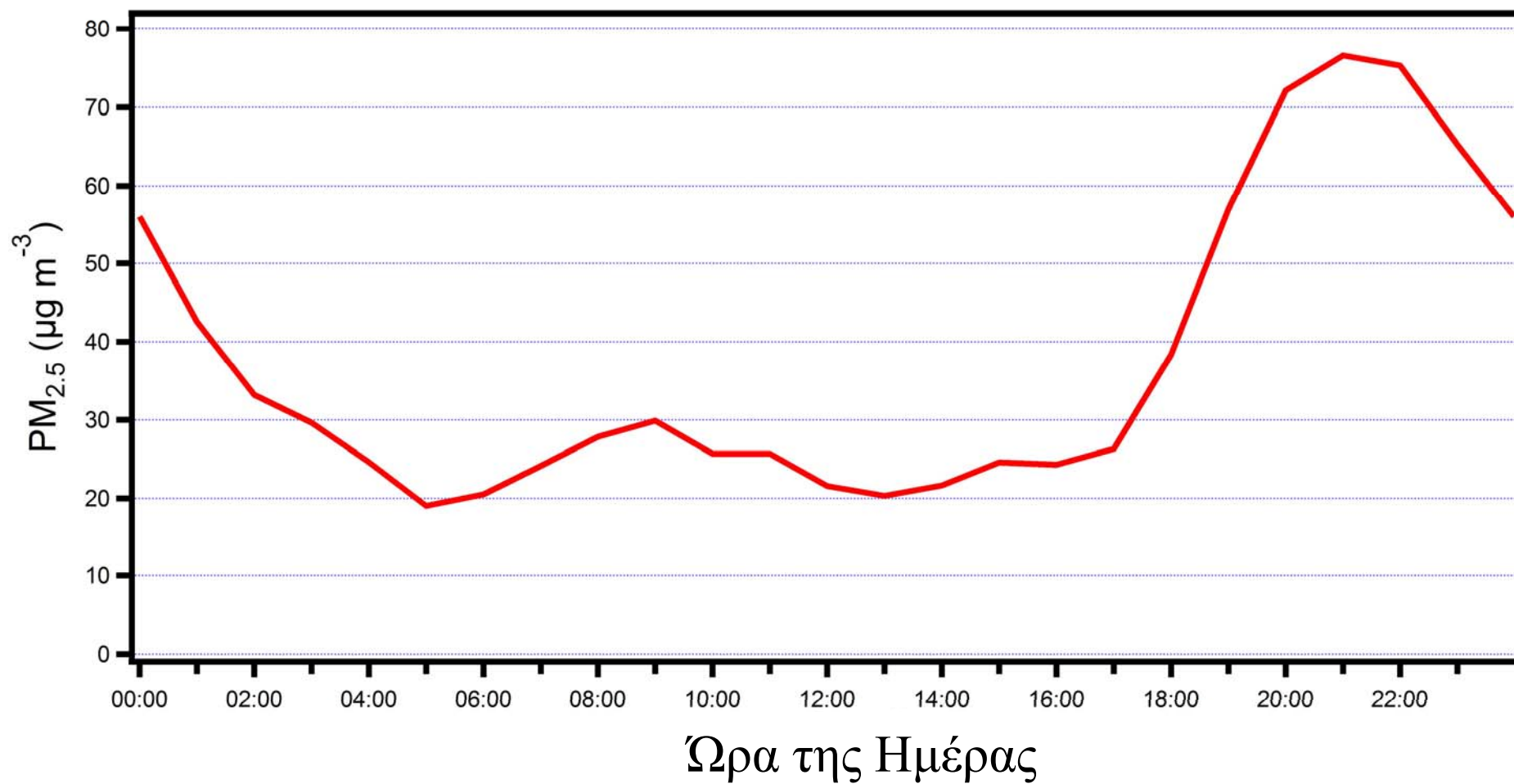
- 80% οργανικές ενώσεις (εκατοντάδες)
 - Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, αλκάνια, μονο- και δι-καρβοξυλικά οξέα, διτερπενοϊκά οξέα, λεβογλυκοζάνη, κλπ.
- 10% στοιχειακός άνθρακας
- 10% ανόργανα άλατα (χλωριούχο κάλιο, θειικό κάλιο, κλπ.)



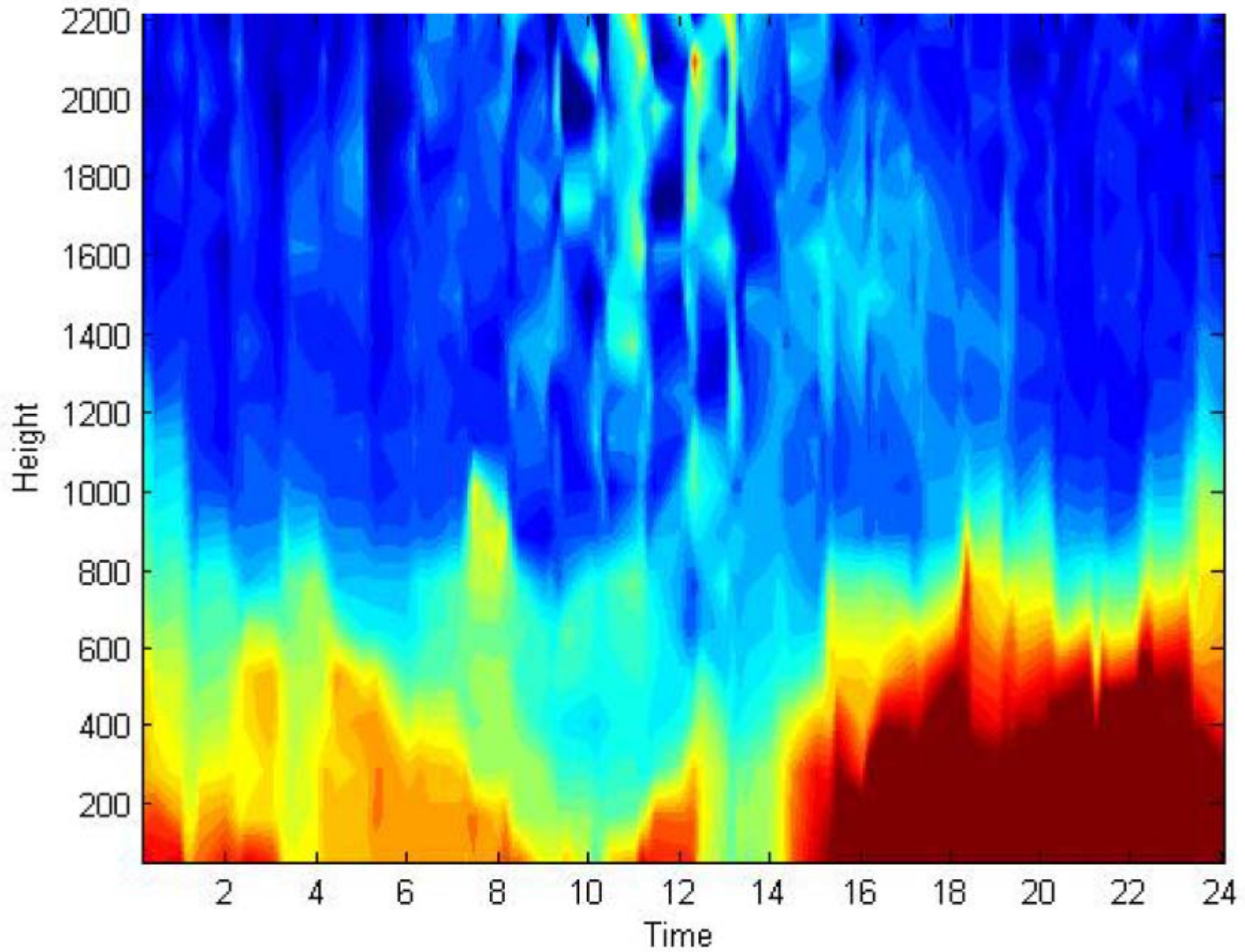
Κατανομή Μεγέθους



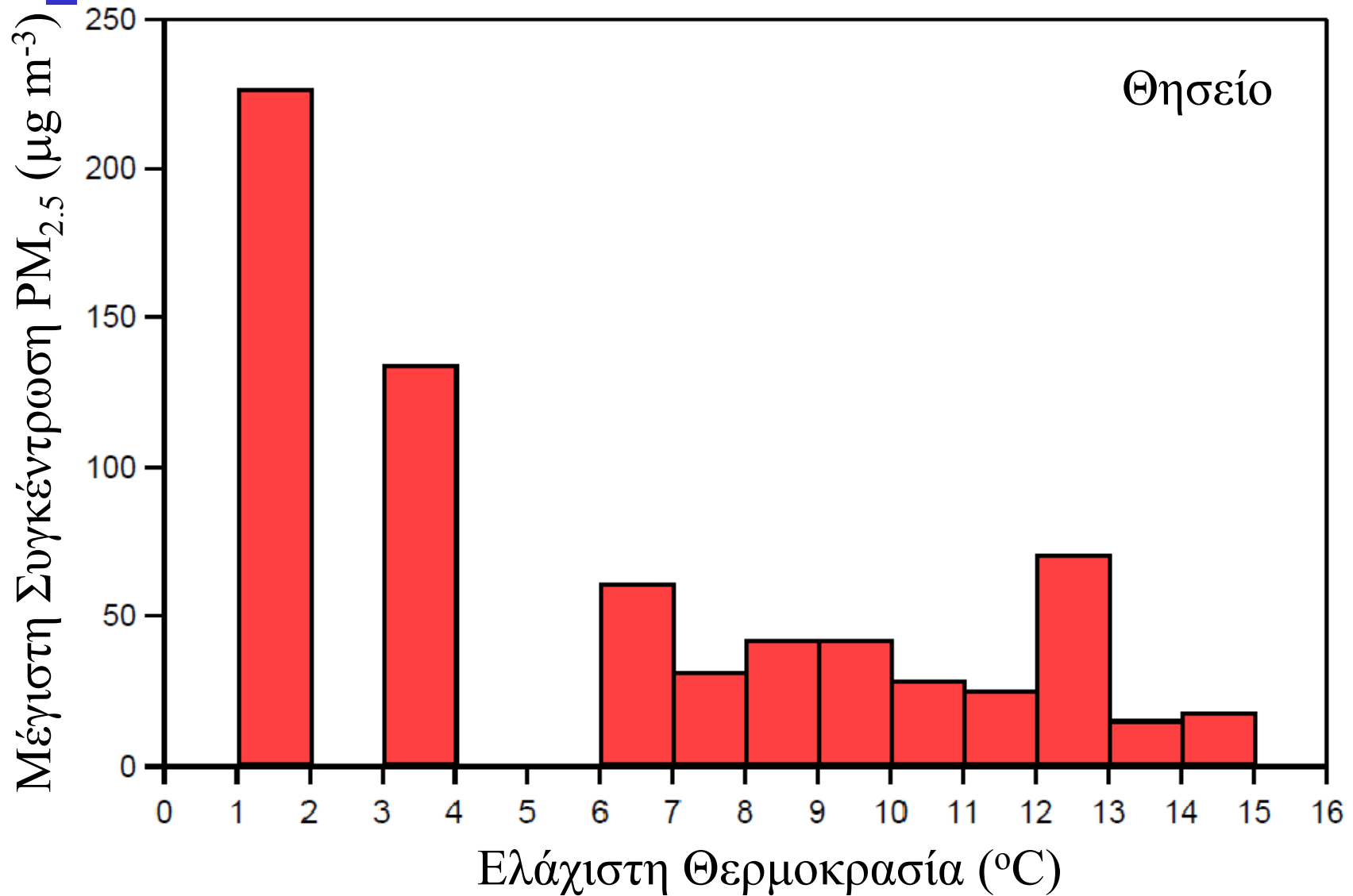
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ-ΧΕΙΜΩΝΑΣ 2013



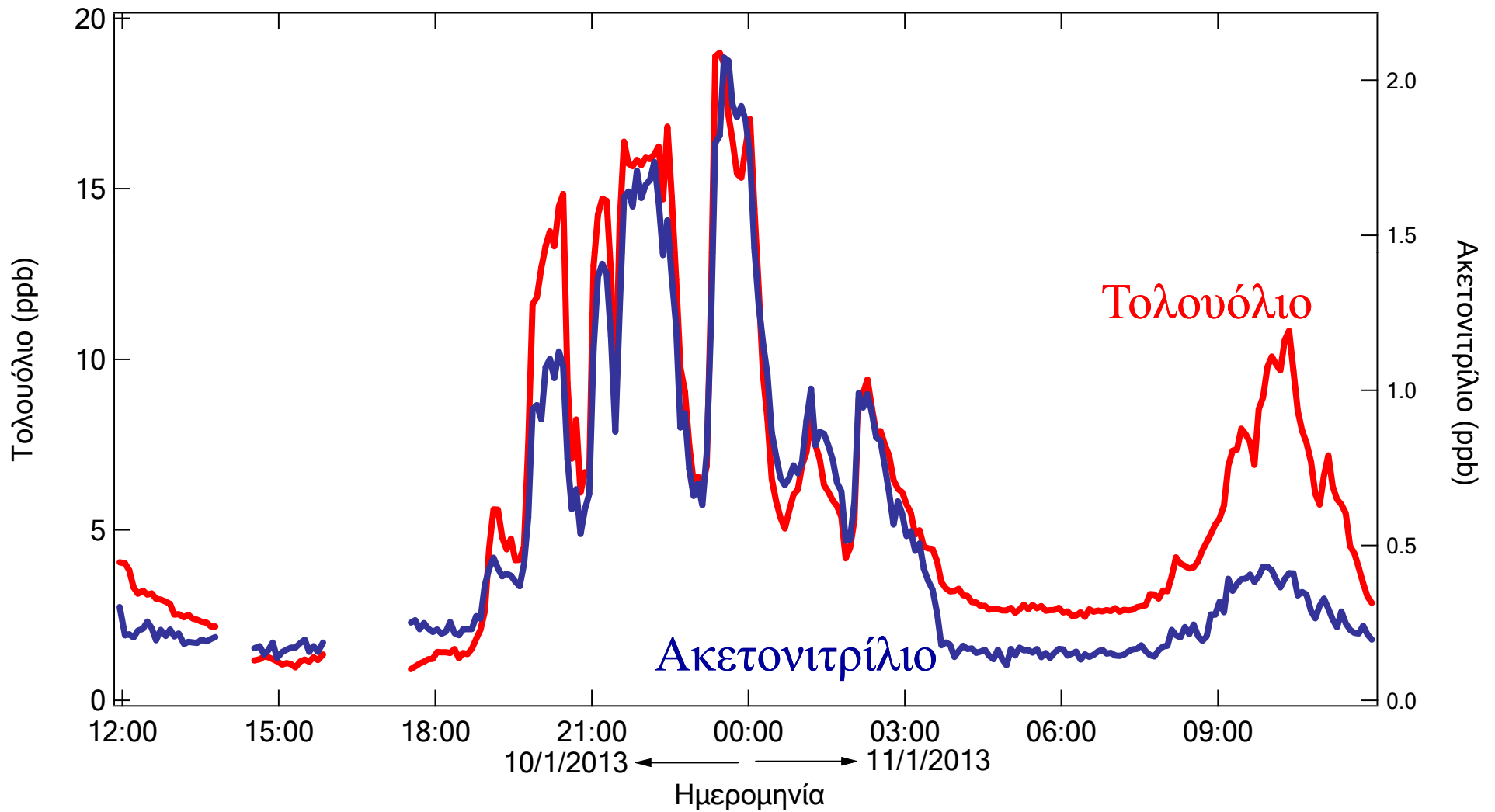
Κατανομή Σωματιδίων στην Ατμόσφαιρα



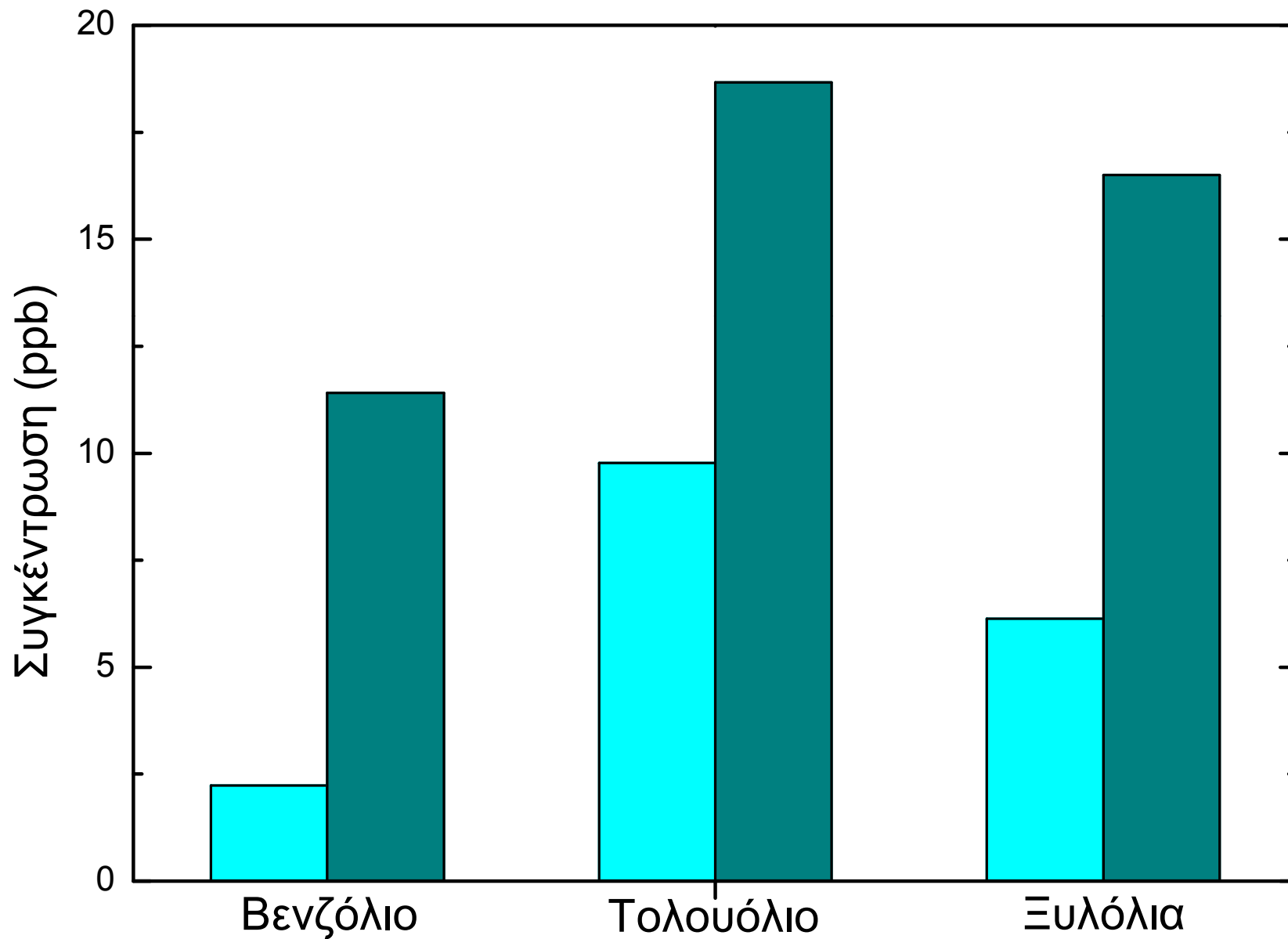
Επίδραση της Θερμοκρασίας



Άλλοι Αέριοι Ρύποι



Αρωματικές Ενώσεις: Πρωί-Βράδυ

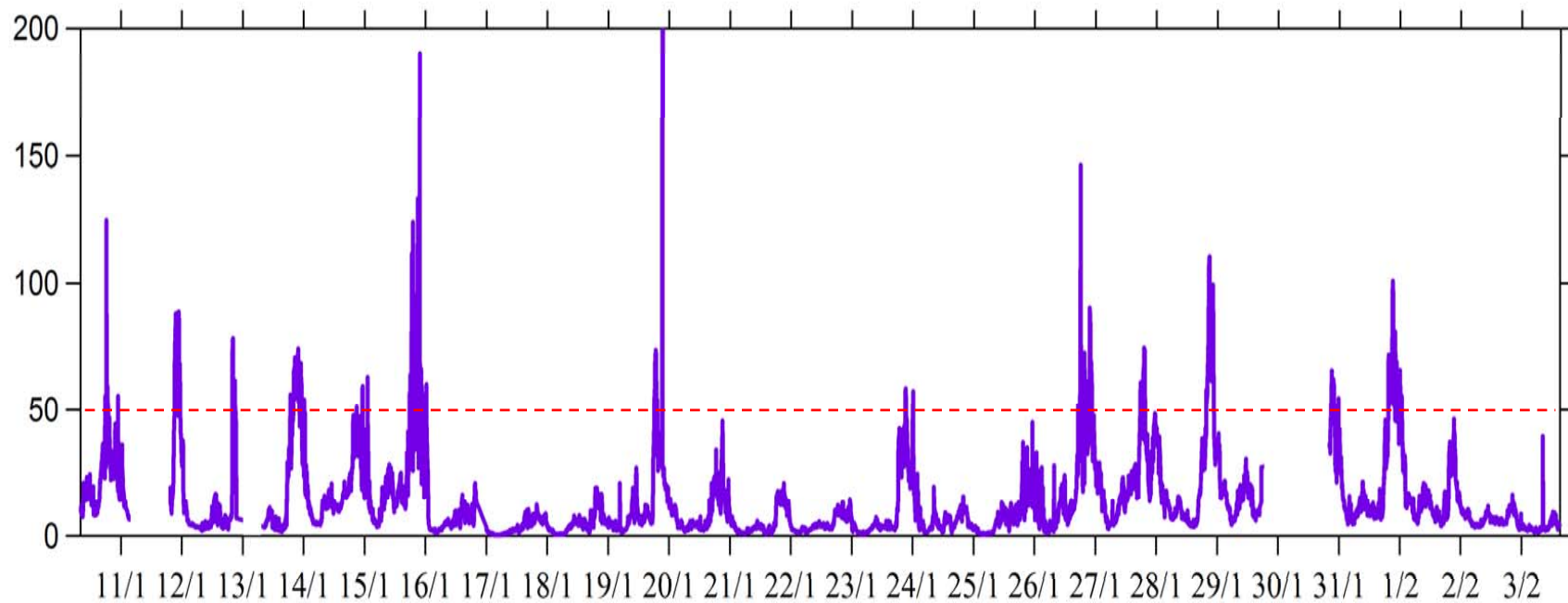


Περιοχή Δειγματοληψίας

Μέγαρο Λόγου και Τέχνης, Πάτρα



PM_{2.5} στην Πάτρα - 2013

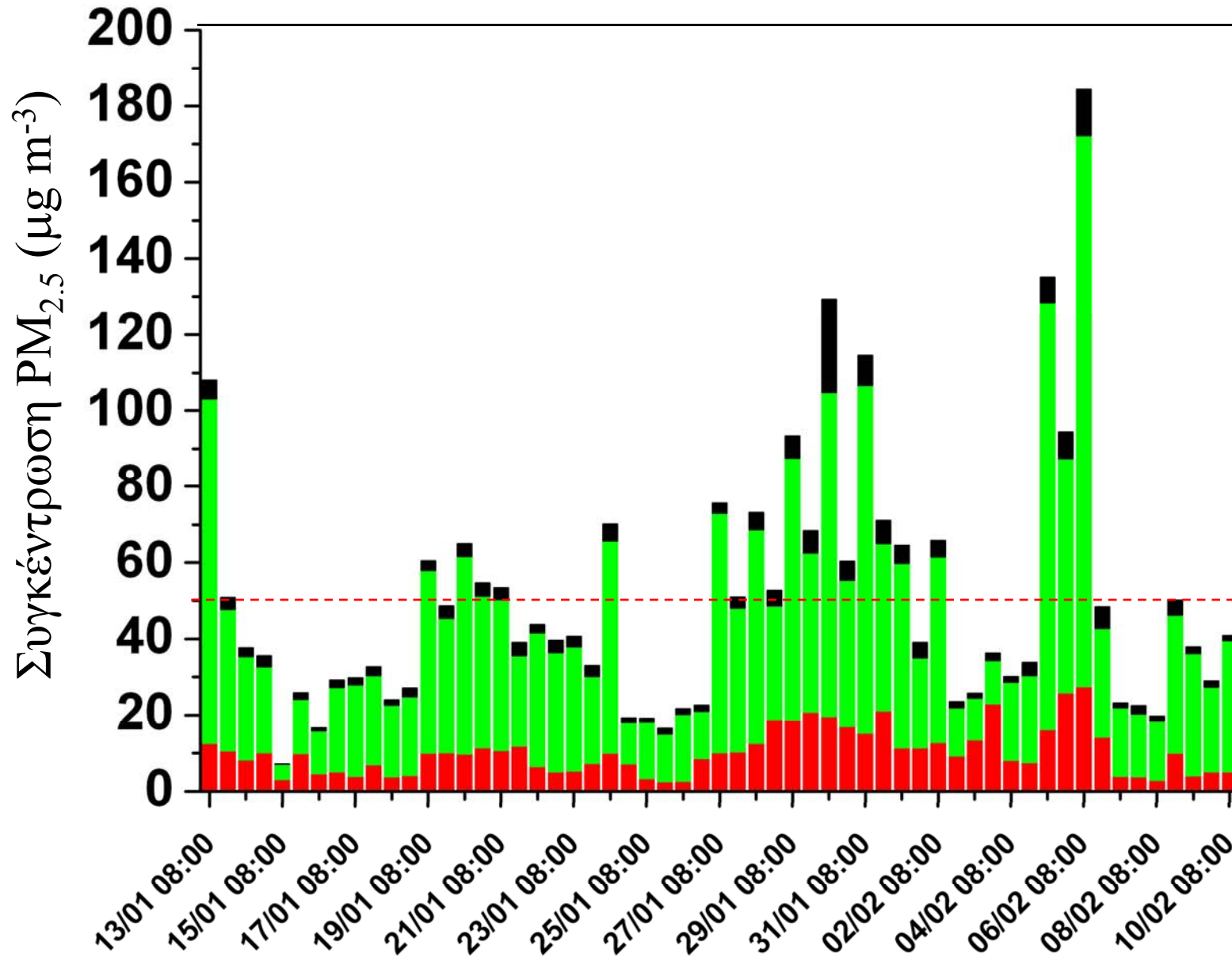


Ημερομηνία (2013)

Μετρήσεις στα Ιωάννινα



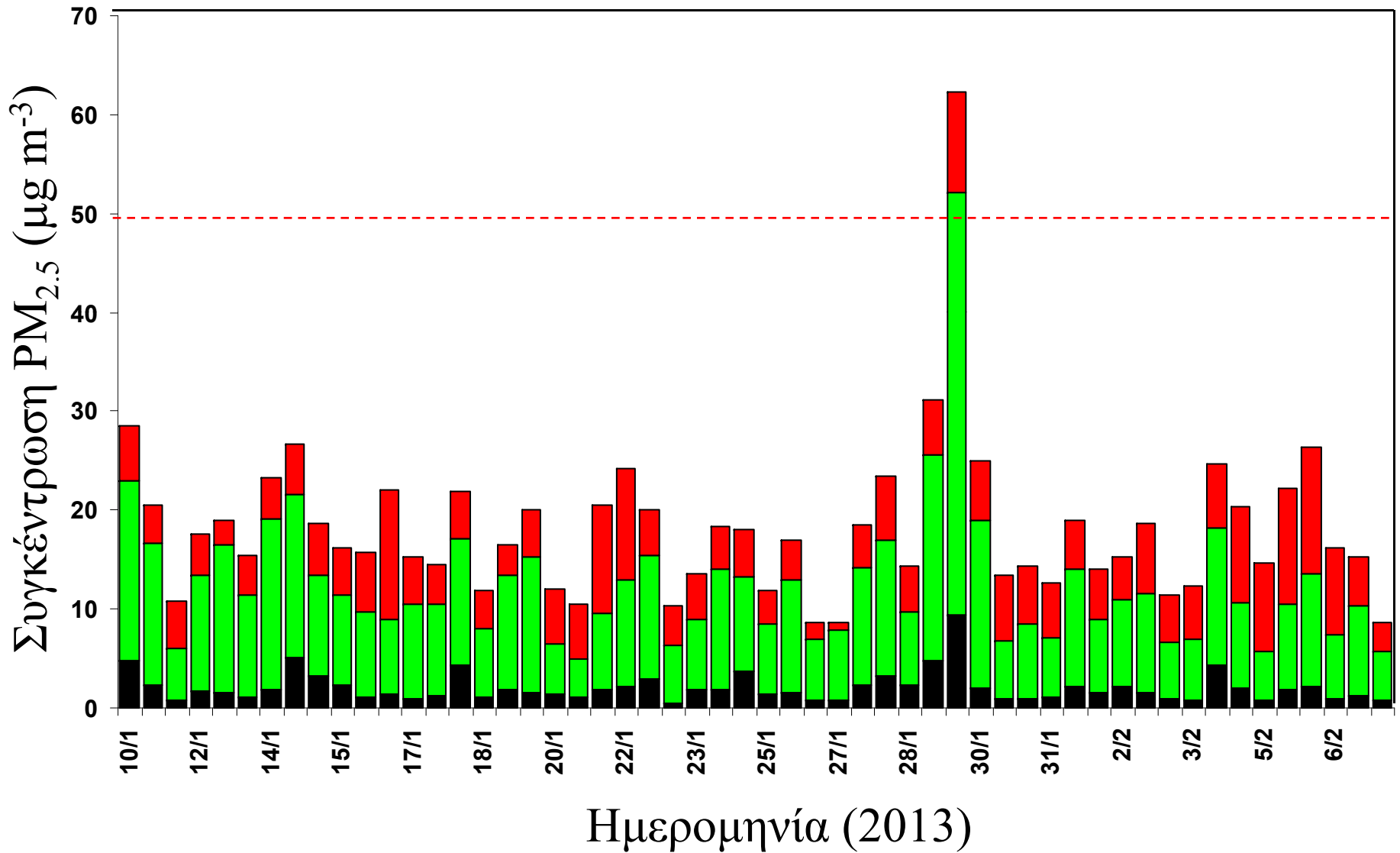
Ιωάννινα Συγκεντρώσεις



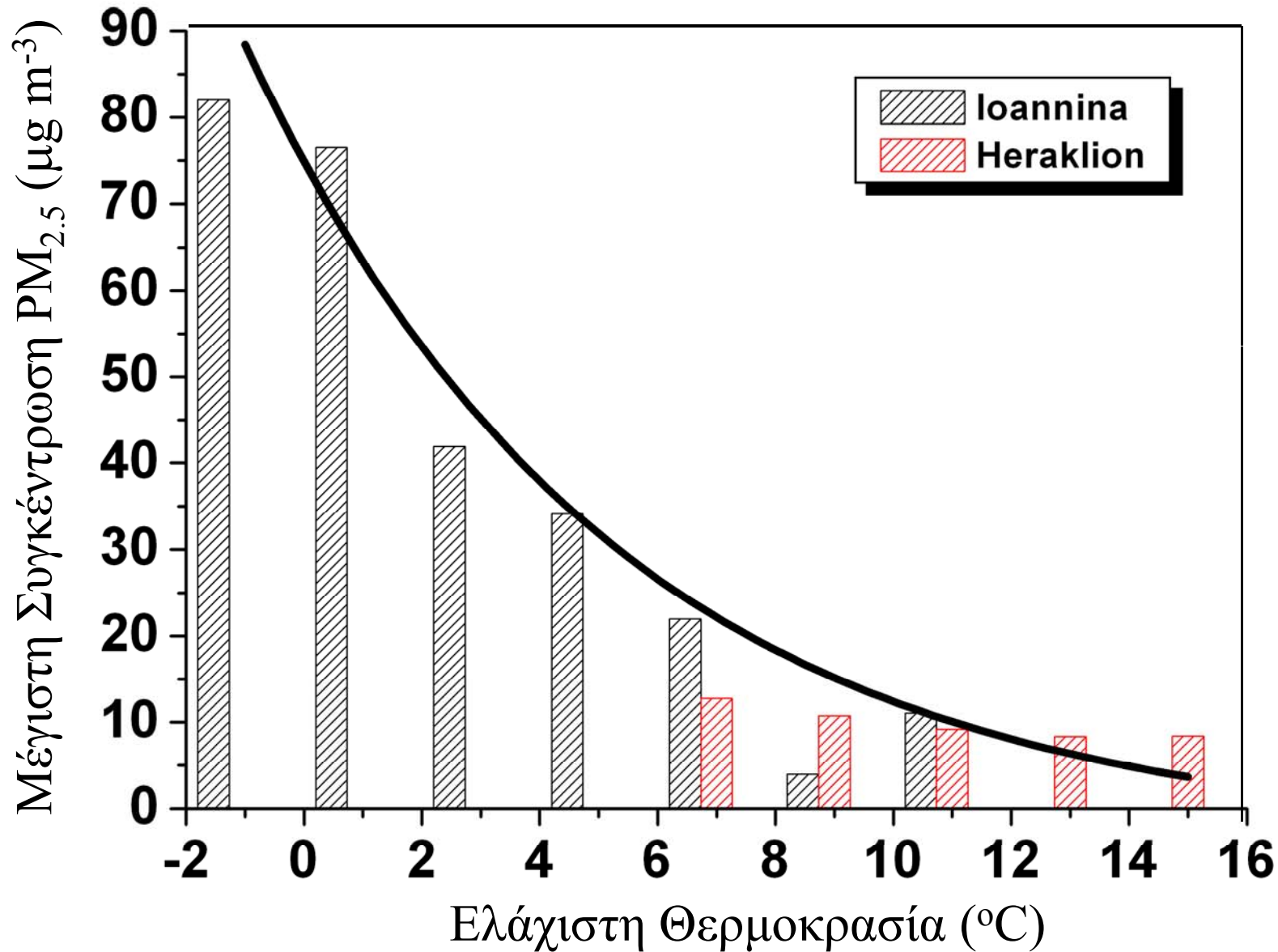
Μετρήσεις στο Ηράκλειο



Ηράκλειο Συγκεντρώσεις Σωματιδίων

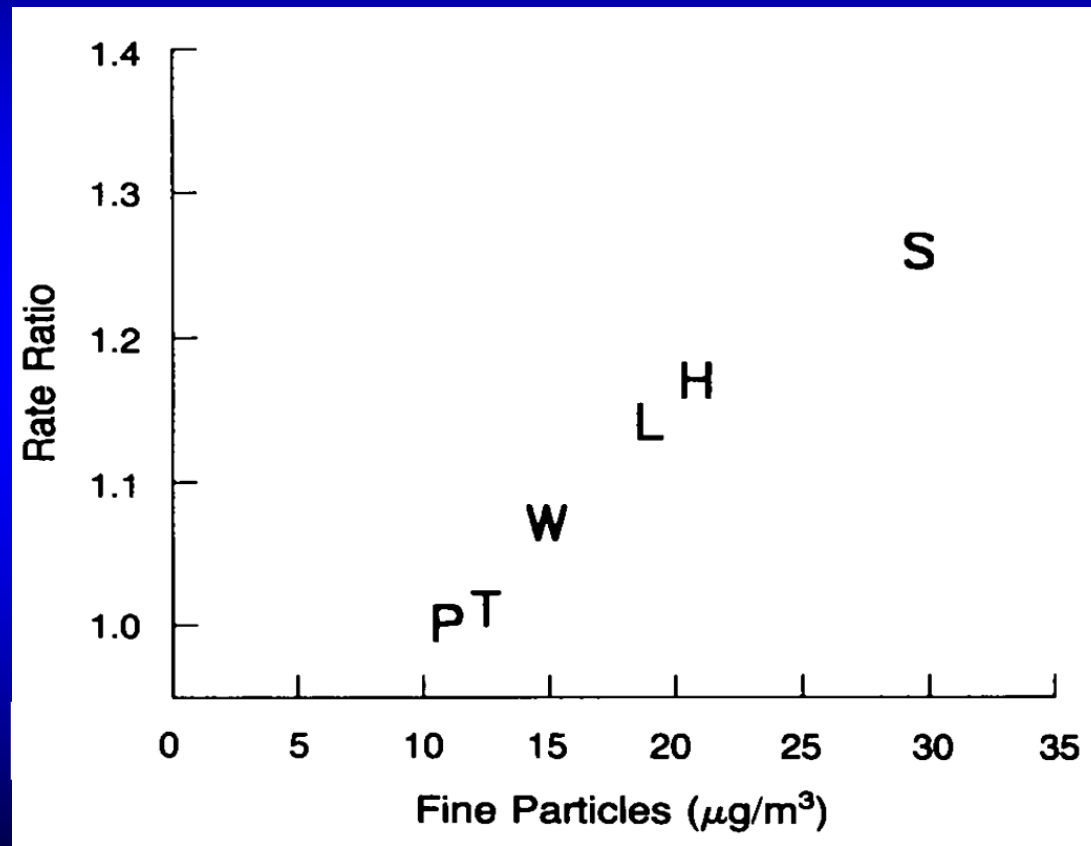


Επίδραση της Θερμοκρασίας



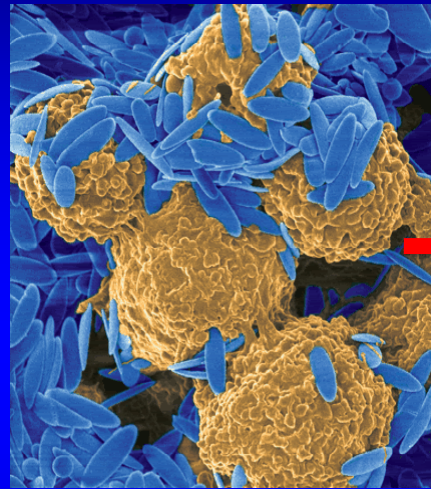
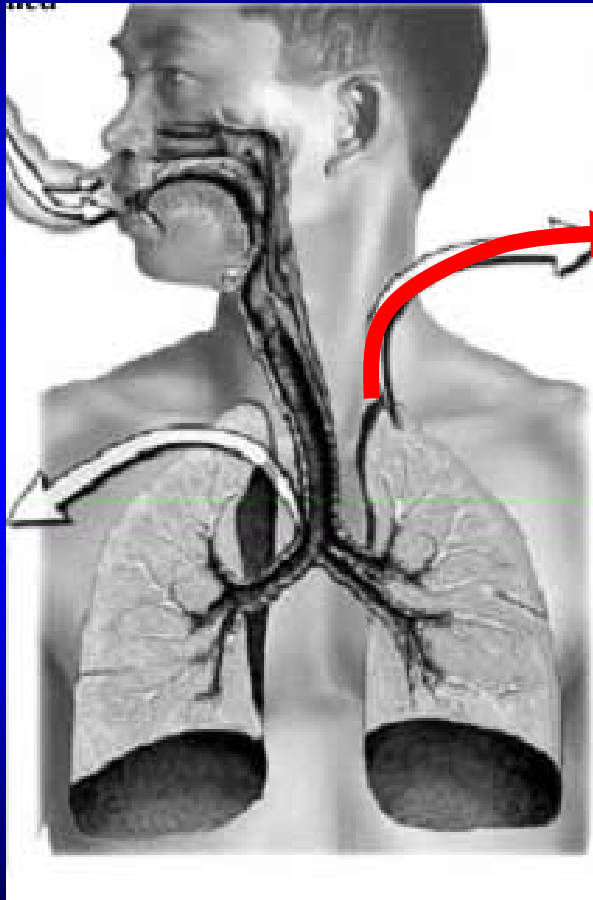
Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ 6 ΠΟΛΕΩΝ (Harvard, 1993)

Σχετική
Αύξηση
Θνησιμότητας



Μέση Συγκέντρωση Σωματιδίων ($\mu\text{g m}^{-3}$)

Μηχανισμός Επίδρασης Σωματιδίων στην Υγεία μας



**ΟΞΕΙΑΩΤΙΚΟ
ΣΤΡΕΣ**



Συμπεράσματα (1/3)

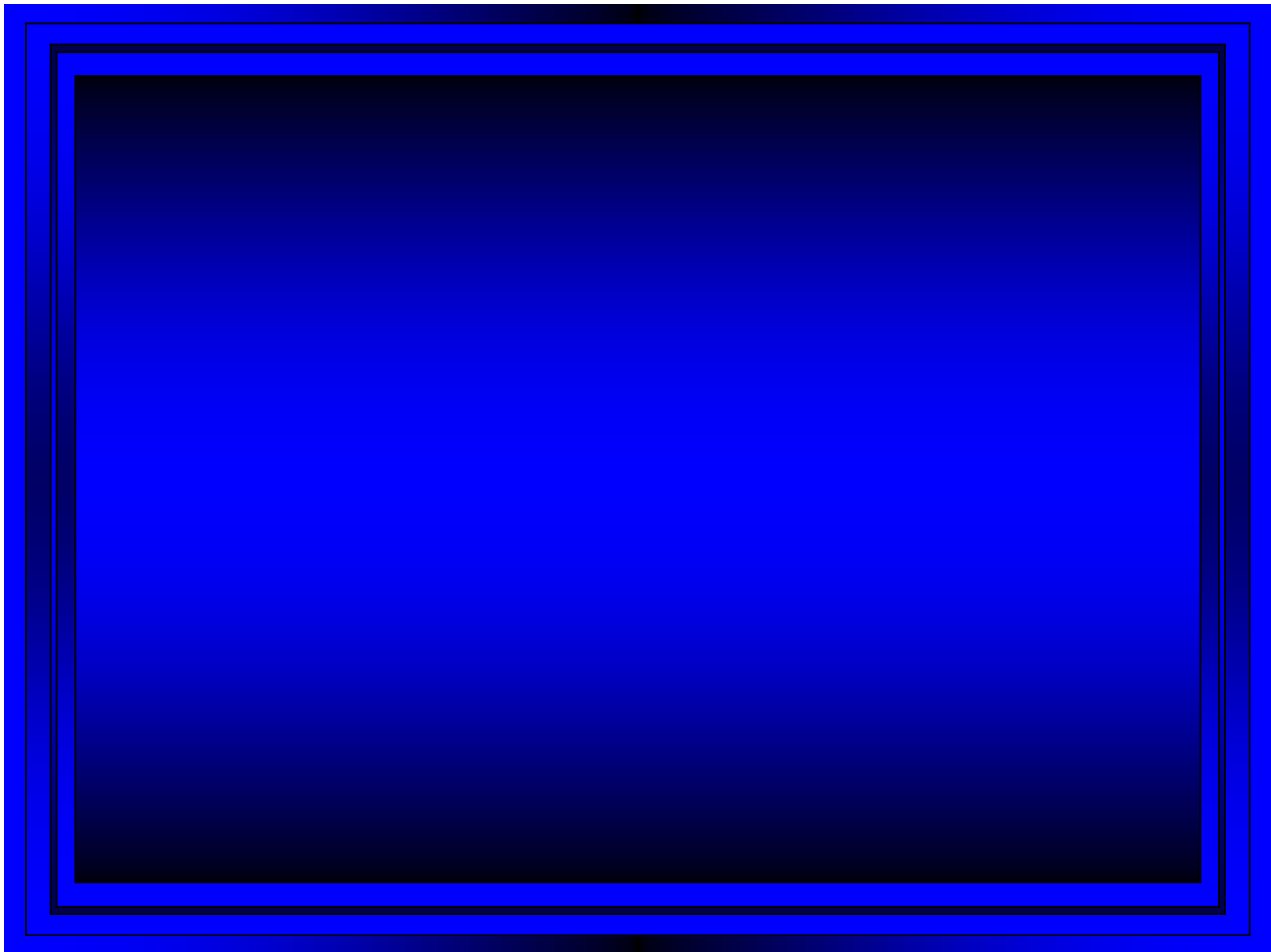
- Οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων τις κρύες νύχτες με άπνοια έφτασαν σε πολύ υψηλά επίπεδα.
 - Θησείο: 300 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο
 - Πάτρας: 200 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο
 - Ιωάννινα: 200 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο
 - Όριο (σαν ετήσιος μέσος όρος): 20 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο.
- Τις νύχτες άνω του 90% ήταν μικρά σωματίδια (PM2.5).
- Οι υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρούνταν από περίπου τις 7 το βράδυ μέχρι και τις 3 το πρωί.
 - Μέγιστο λίγο πριν τα μεσάνυχτα.
- Η καύση ξύλων ήταν υπεύθυνη σχεδόν αποκλειστικά (άνω του 90% συνεισφορά) για τις υψηλές συγκεντρώσεις τις νυχτερινές ώρες.
 - Μετρήσεις του ακετονιτριλίου και του καλίου που παίζουν το ρόλο του χημικού «δακτυλικού αποτυπώματος» της συγκεκριμένης πηγής εκπομπών.
- Τα σωματίδια από την καύση των ξύλων αποτελούνταν κατά 80% από οργανικές ενώσεις, κατά 10% από στοιχειακό άνθρακα (μη καθαρό γραφίτη) και κατά 10% από ανόργανα άλατα (χλωριούχο κάλιο, θειικό κάλιο, κλπ).
 - Οι εκατοντάδες οργανικές ενώσεις συμπεριλαμβάνουν πολυκυκλικούς αρωματικές υδρογονάνθρακες (ιδιαίτερα τοξικές ενώσεις), αλκάνια, μονο- και δι-καρβοξυλικά οξέα, διτερπενοικά οξέα, λεβογλυκόζη, κλπ.

Συμπεράσματα (2/3)

- Οι σχετικά υψηλές θερμοκρασίες περιόρισαν πολύ τη συχνότητα των επεισοδίων ρύπανσης.
- Οι μετρήσεις στο Θησείο αποτελούν μια απεικόνιση της μέσης κατάστασης στο αστικό περιβάλλον της πόλης.
- Τα PM_{2.5} ήταν:
 - Ανω των 50 $\mu\text{g m}^{-3}$
 - Θησείο 6 νύχτες (από τις 30).
 - Πάτρα 12 νύχτες
 - Ιωάννινα 19 νύχτες
 - Ηράκλειο 1 νύχτα
 - Ανω των 100 $\mu\text{g m}^{-3}$
 - Θησείο 3 νύχτες (από τις 30).
 - Πάτρα 5 νύχτες
 - Ιωάννινα 5 νύχτες
 - Ηράκλειο 0 νύχτες

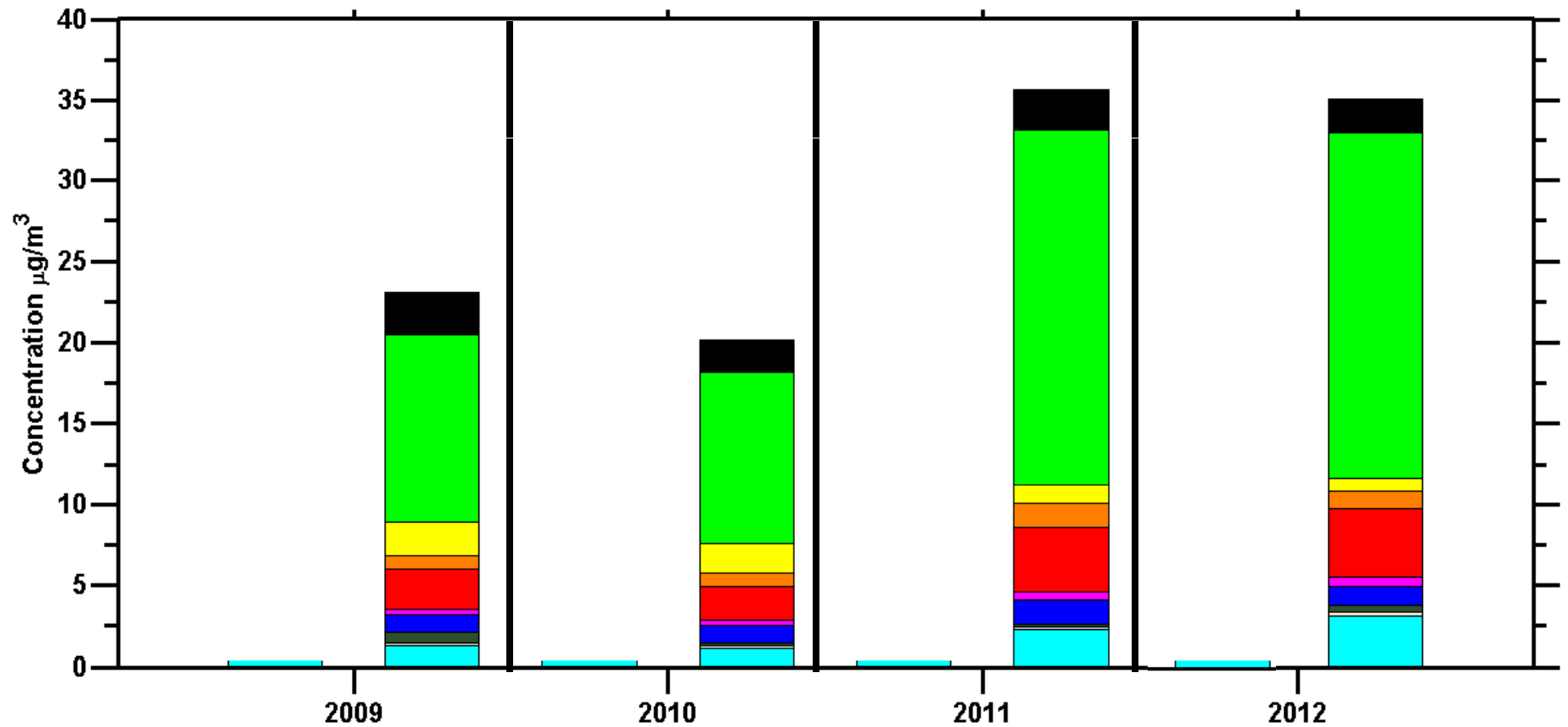
Συμπεράσματα (3/3)

- Σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις αερίων αρωματικών ενώσεων (τολουόλιο, ξυλόλια, κλπ).
 - Καύση επεξεργασμένων ξύλων και άλλων υλικών.
 - Συγκεντρώσεις αυτών των τοξικών ενώσεων τη νύχτα ήταν διπλάσιες ή και τριπλάσιες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις τους κατά τις ώρες κυκλοφοριακής αιχμής.
- Τις νύχτες τα σωματίδια και αέρια παγιδεύονται σε ένα στρώμα λίγων εκατοντάδων μέτρων πάνω από το έδαφος.
- Με βάση το μέγεθός τους και τη χημική τους σύσταση, τα σωματίδια που παράγονται από την καύση του ξύλου φαίνονται να είναι το ίδιο επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία με τα σωματίδια από την κυκλοφορία των οχημάτων και τις άλλες πηγές καύσης.
- Δεν σημαίνει πρέπει να επαναλάβουμε σαν χώρα αυτό το «πείραμα» υψηλών εκπομπών και τις επόμενες χρονιές ελπίζοντας ότι η φύση θα δείξει την ίδια κατανόηση όπως έδειξε φέτος.

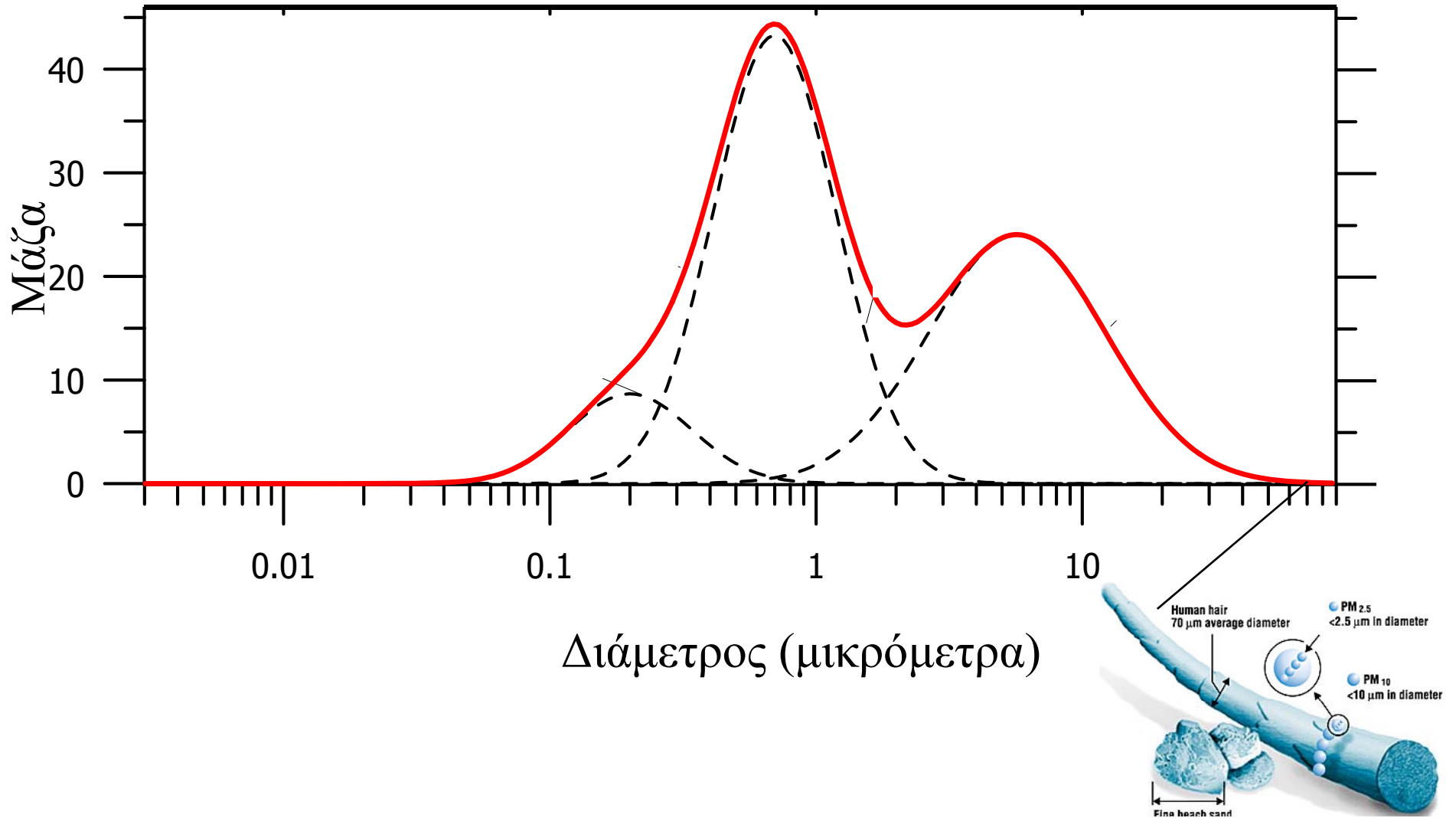


ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΤΡΑ

ΧΕΙΜΩΝΑΣ

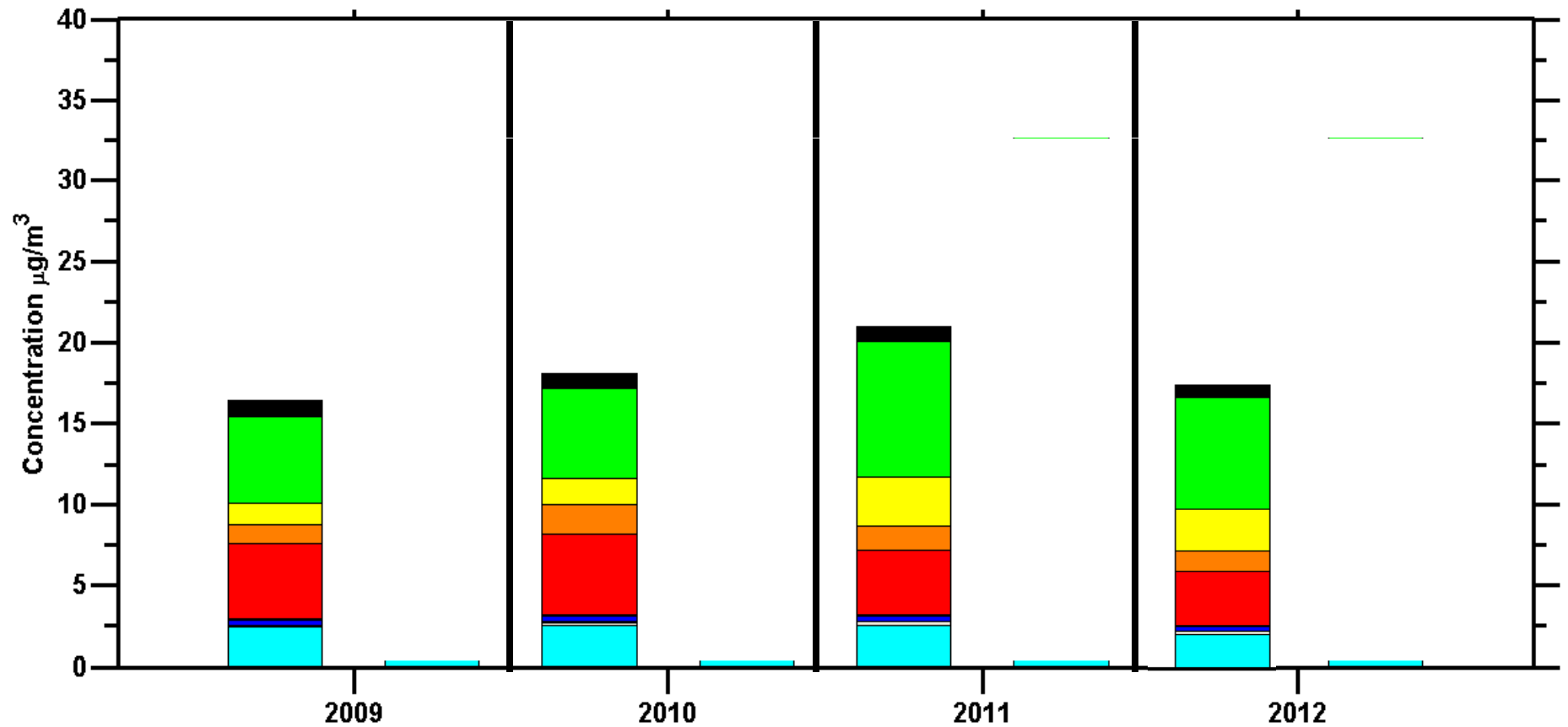


ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ



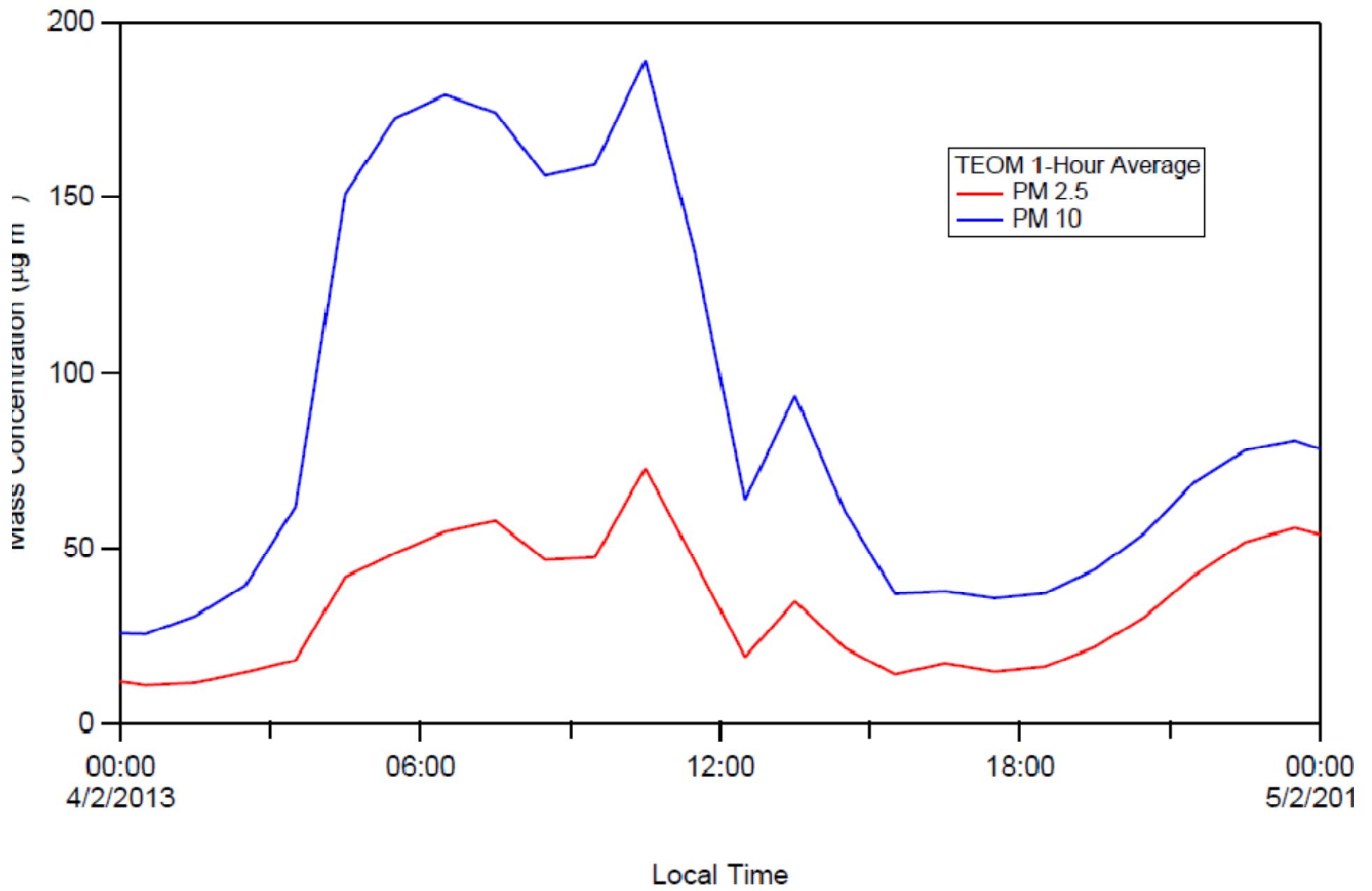
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΤΡΑ

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ



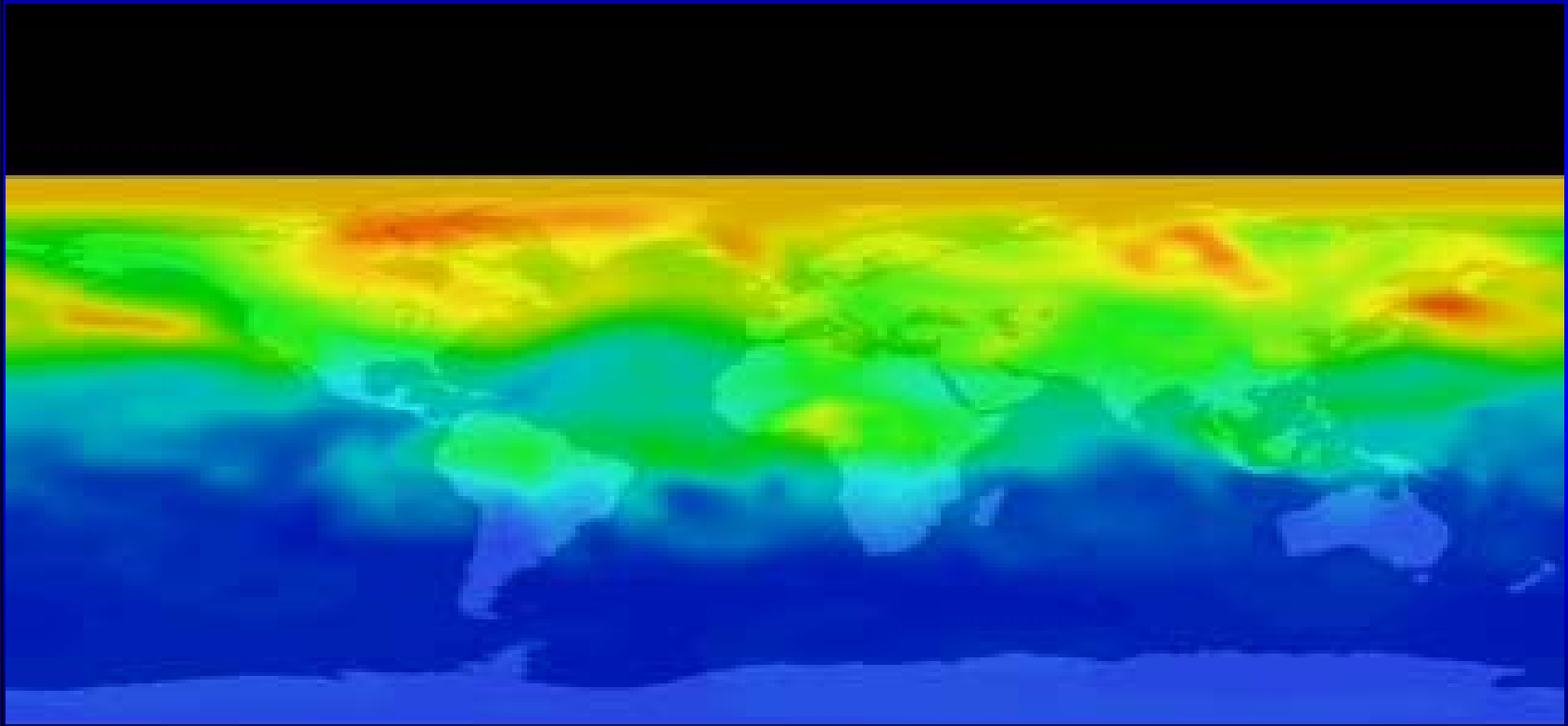
Skonh Saharas (Deytera 4 Feb)





Βοηθητικές Διαφάνειες

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

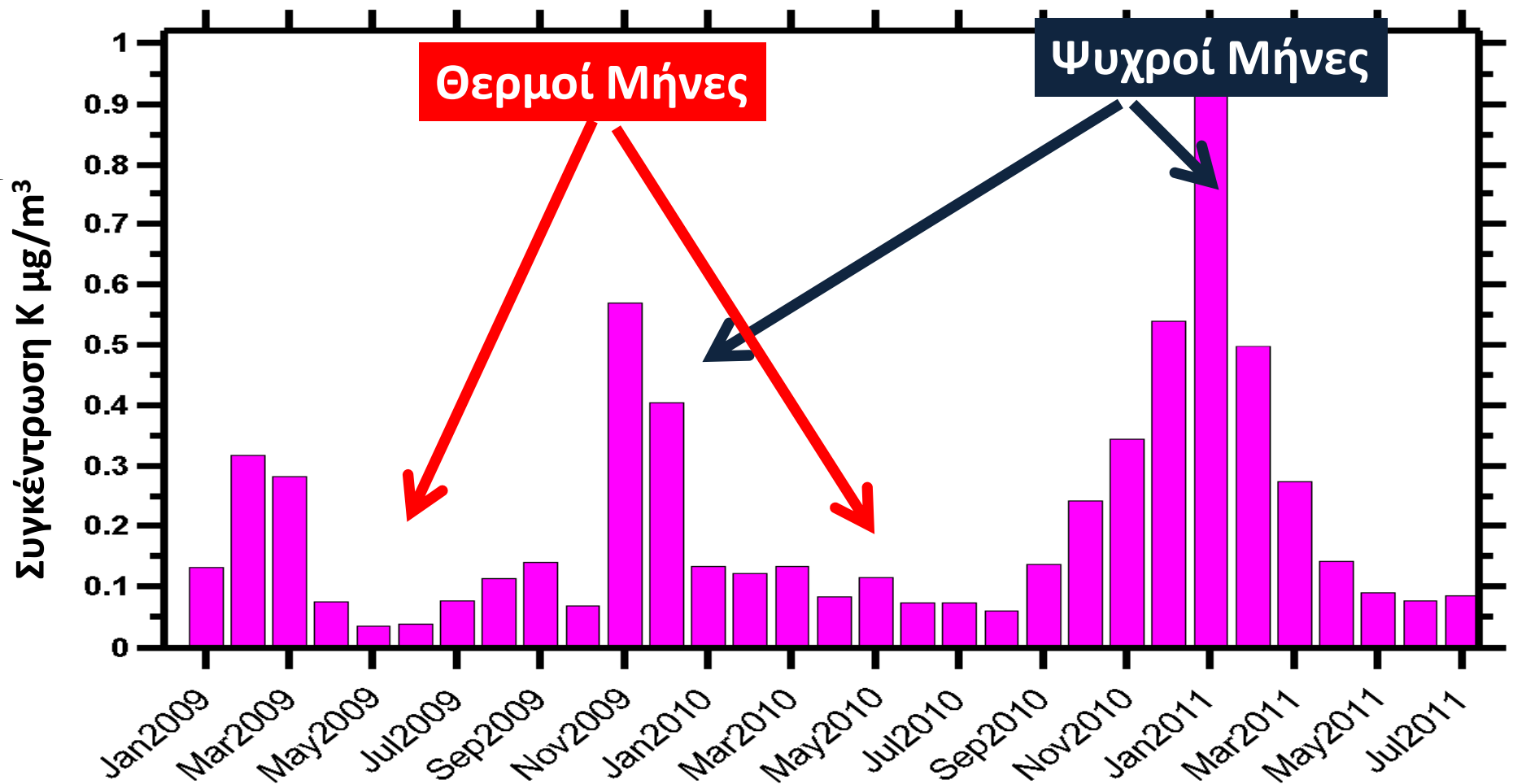


1 Mar 2000

Αθήνα Χειμώνας 2013

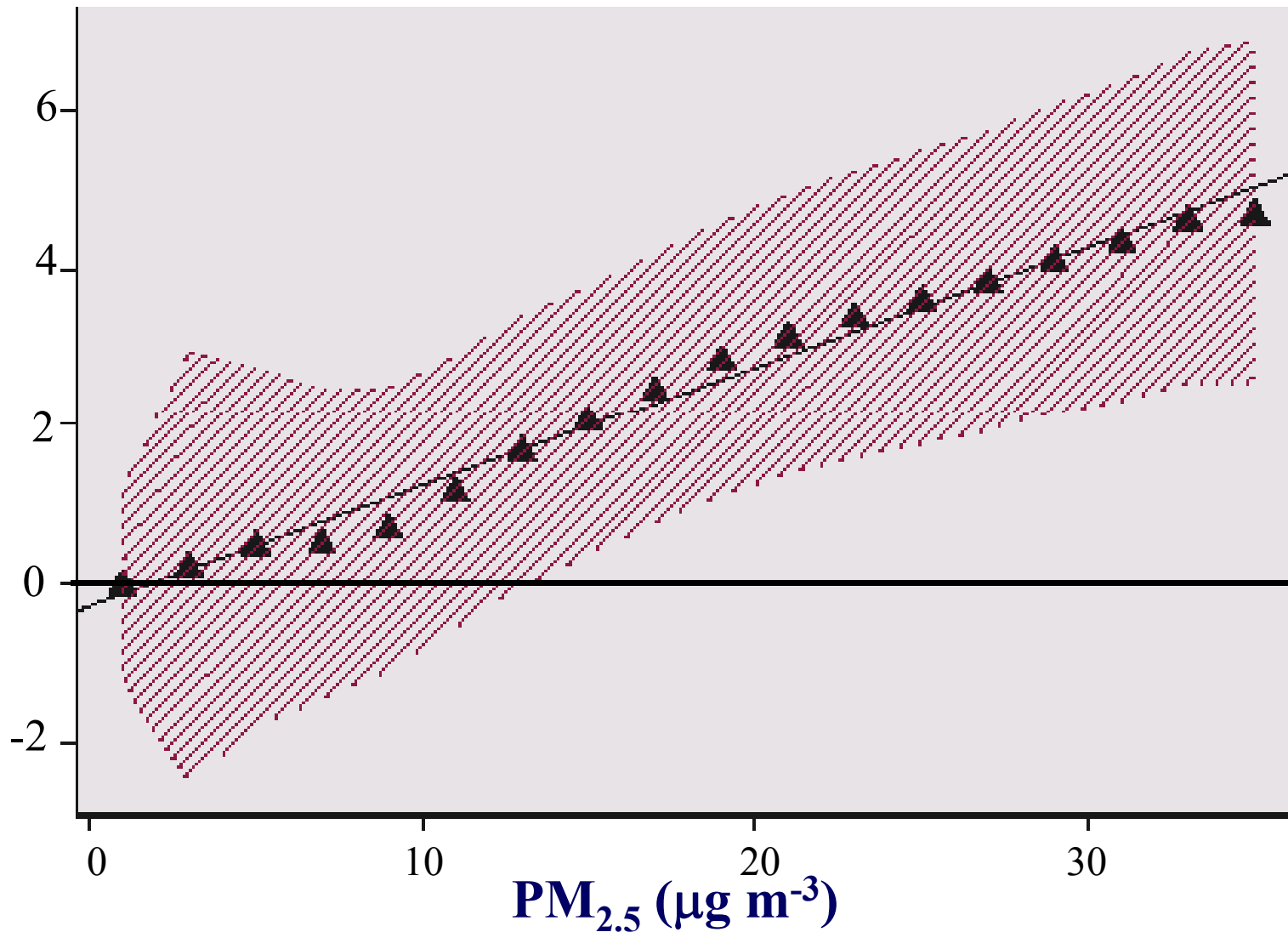


Η Παρουσία Καλίου προδίδει την συνεισφορά της Καύσης Βιομάζας



ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΑΥΞΗΣΗ ΘΑΝΑΤΩΝ



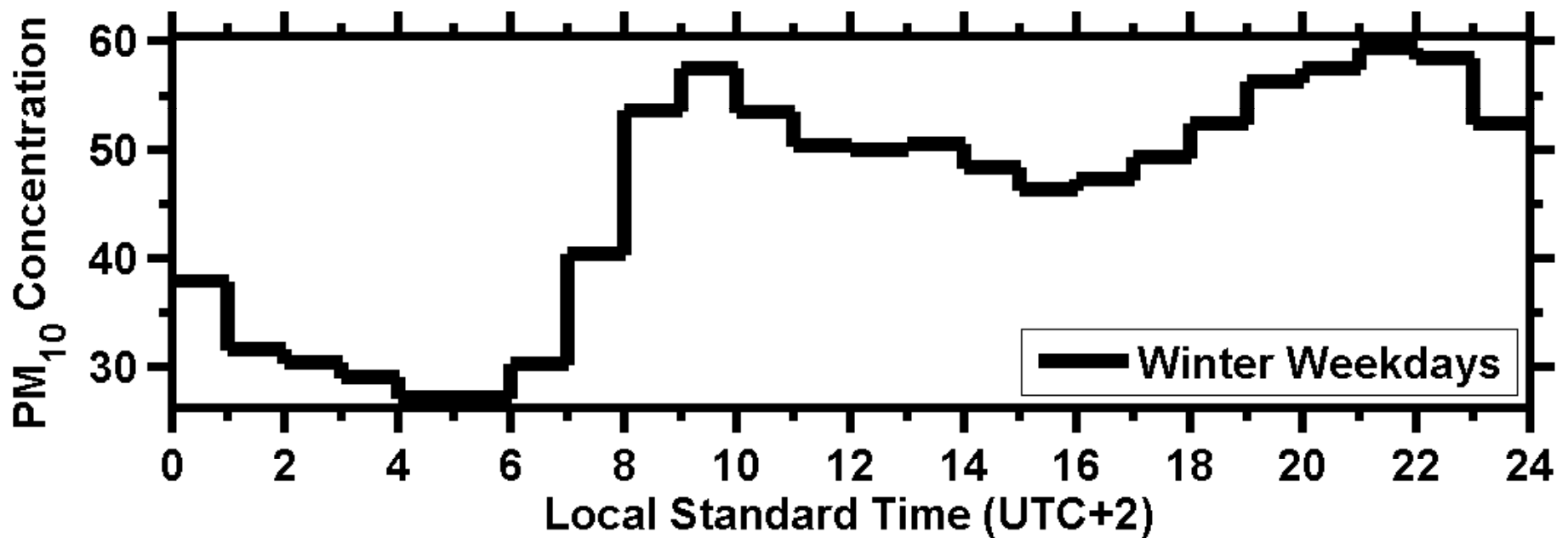
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Για την Ελλάδα ΚΑΘΕ ΧΡΟΝΟ τα σωματίδια προκαλούν:

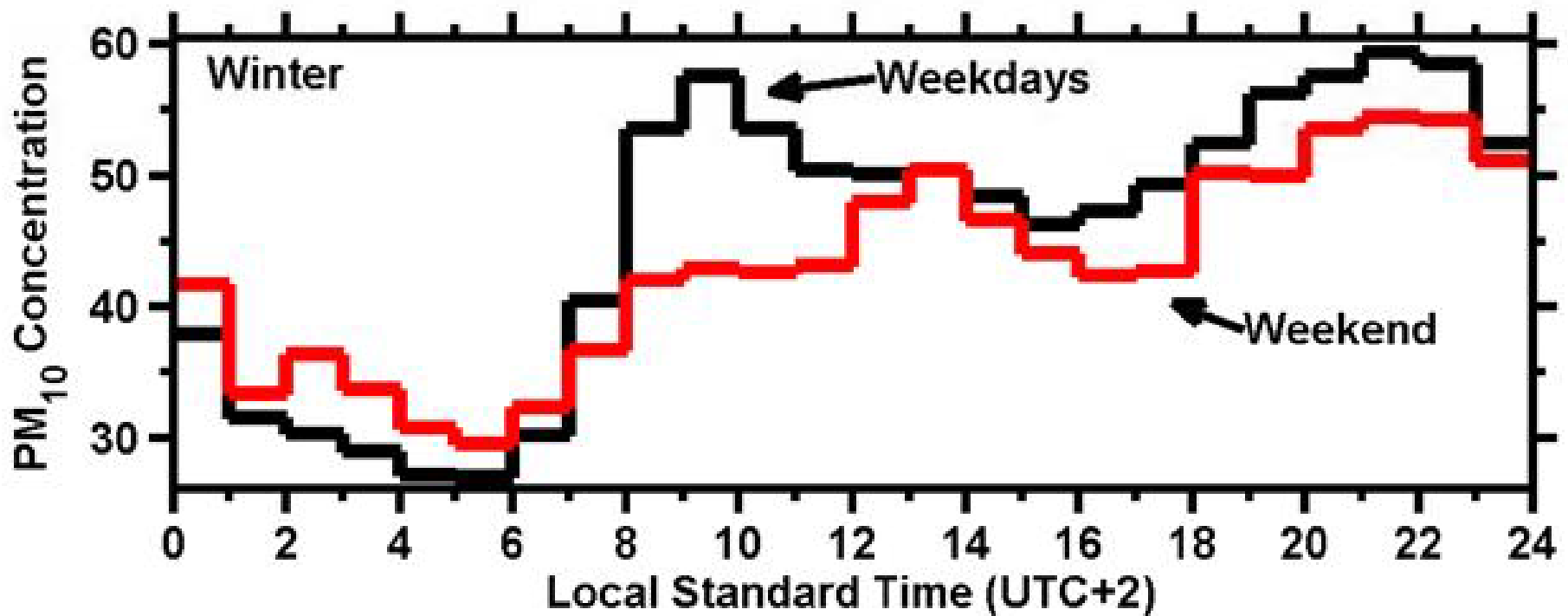
Αριθμός θανάτων	3,000
Αριθμός εισαγωγών σε νοσοκομεία με αναπνευστικά προβλήματα	20,000
Ανθρωπο-ημέρες χρήσης βρογχοδιασταλτικών	4 εκατομμύρια
Ανθρωπο-ημέρες επιδείνωσης συμπτωμάτων	4 εκατομμύρια

Στην Ευρώπη περίπου 100,000 επιπλέον θάνατοι τον χρόνο.

PM₁₀ ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΠΡΟΦΙΛ – ΨΥΧΡΟΙ ΜΗΝΕΣ

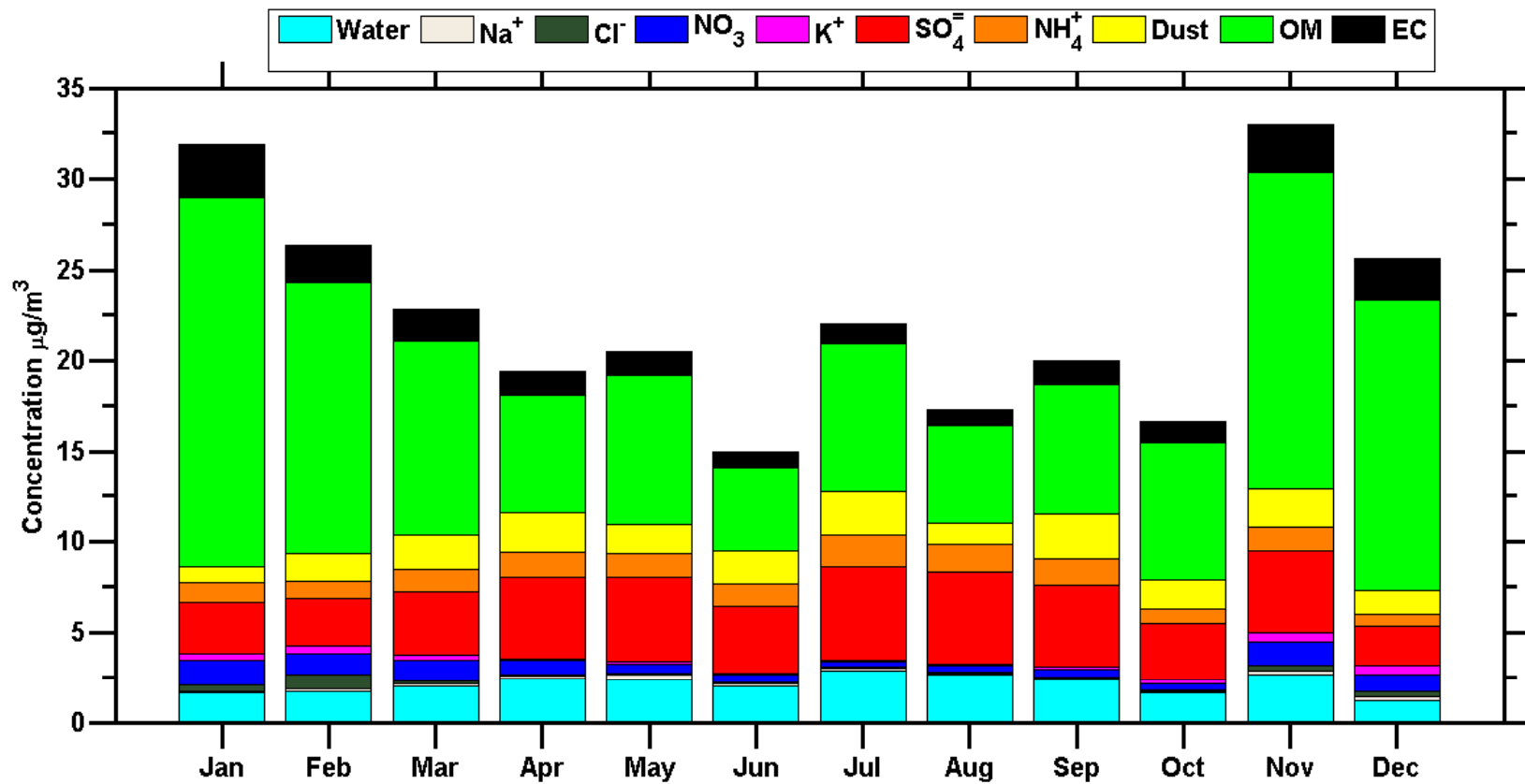


PM₁₀ – ΨΥΧΡΟΙ ΜΗΝΕΣ

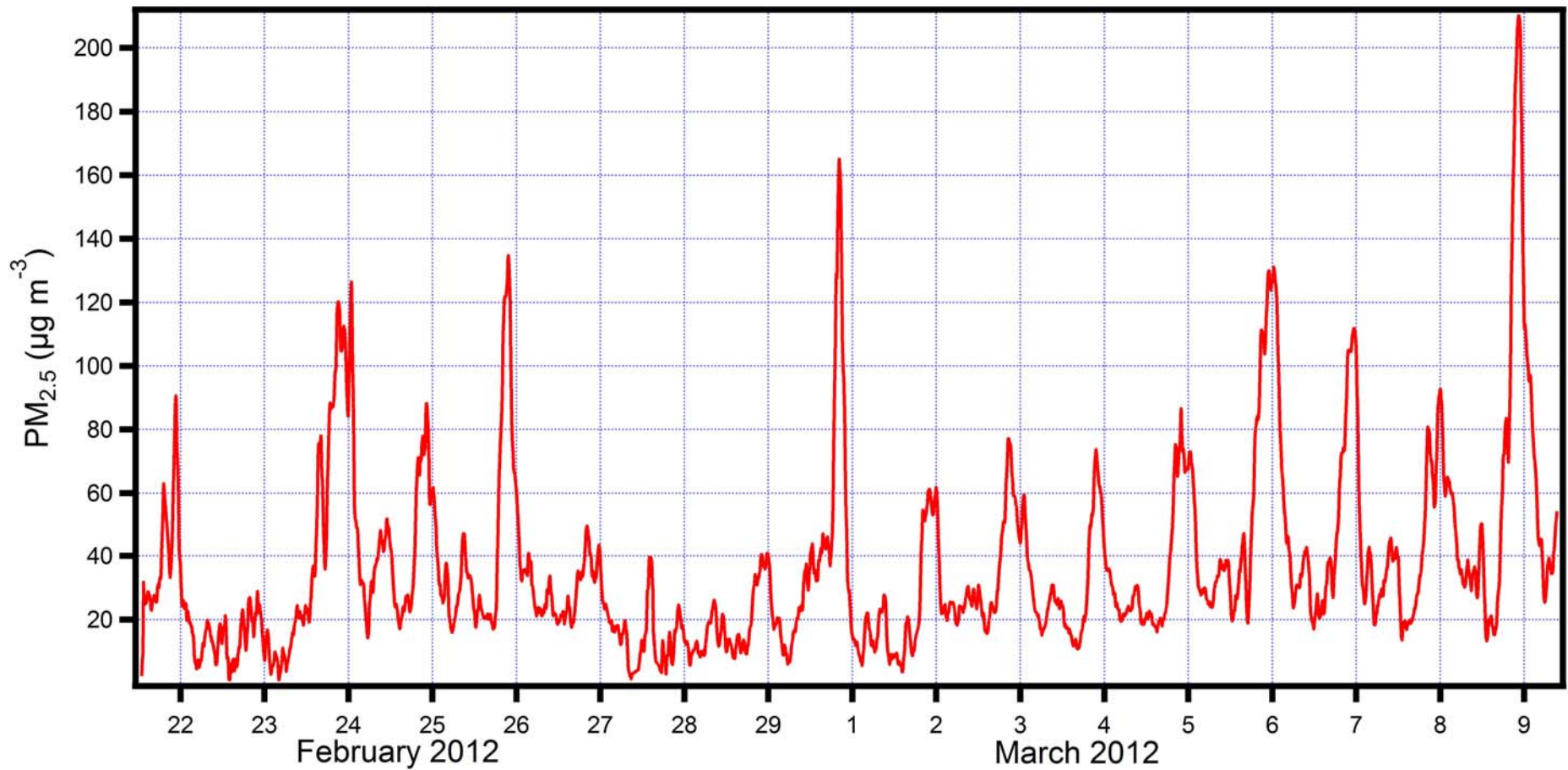


- ✘ Συνεισφορά τοπικής κίνησης ήταν 15%

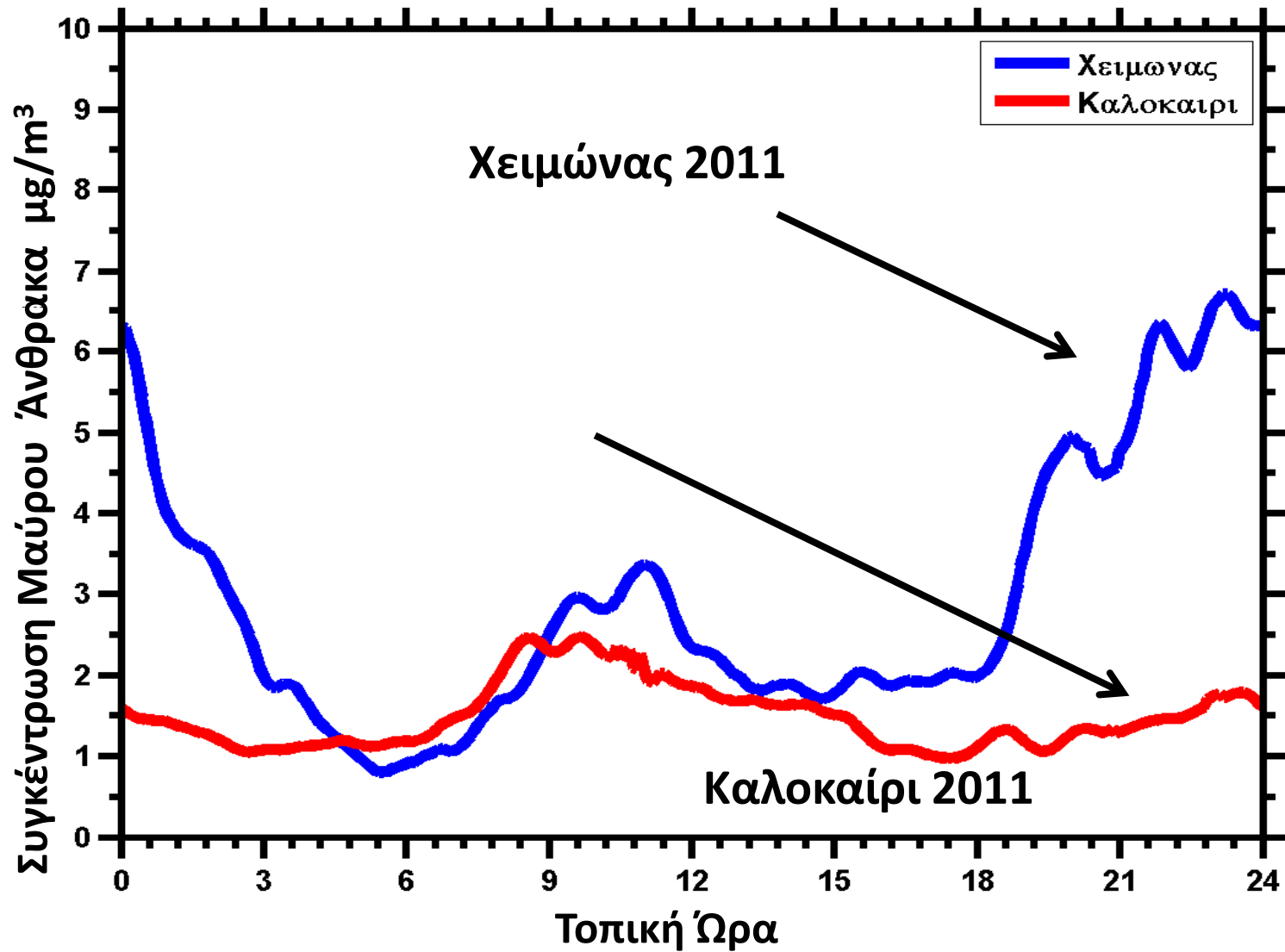
PM_{2.5} ΜΗΝΙΑΙΑ ΣΥΣΤΑΣΗ (2009 - 2012)



ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ-ΧΕΙΜΩΝΑΣ 2012



Συγκεντρώσεις Μαύρου Άνθρακα



Όρια και οδηγίες για τα σωματίδια

- **Η.Π.Α.**

- $PM_{2.5}$ ημερήσιο $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και ετήσιο $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $PM_{2.5-10}$ ημερήσιο $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- «Επιτρέπεται» 1 παραβίαση του ημερήσιου ορίου τον χρόνο
- Οι πολιτείες που παραβιάζουν το όριο χάνουν την κρατική χρηματοδότηση για έργα οδοποιίας και δεν μπορούν να δώσουν άδειες λειτουργίας σε καινούργιες βιομηχανίες.

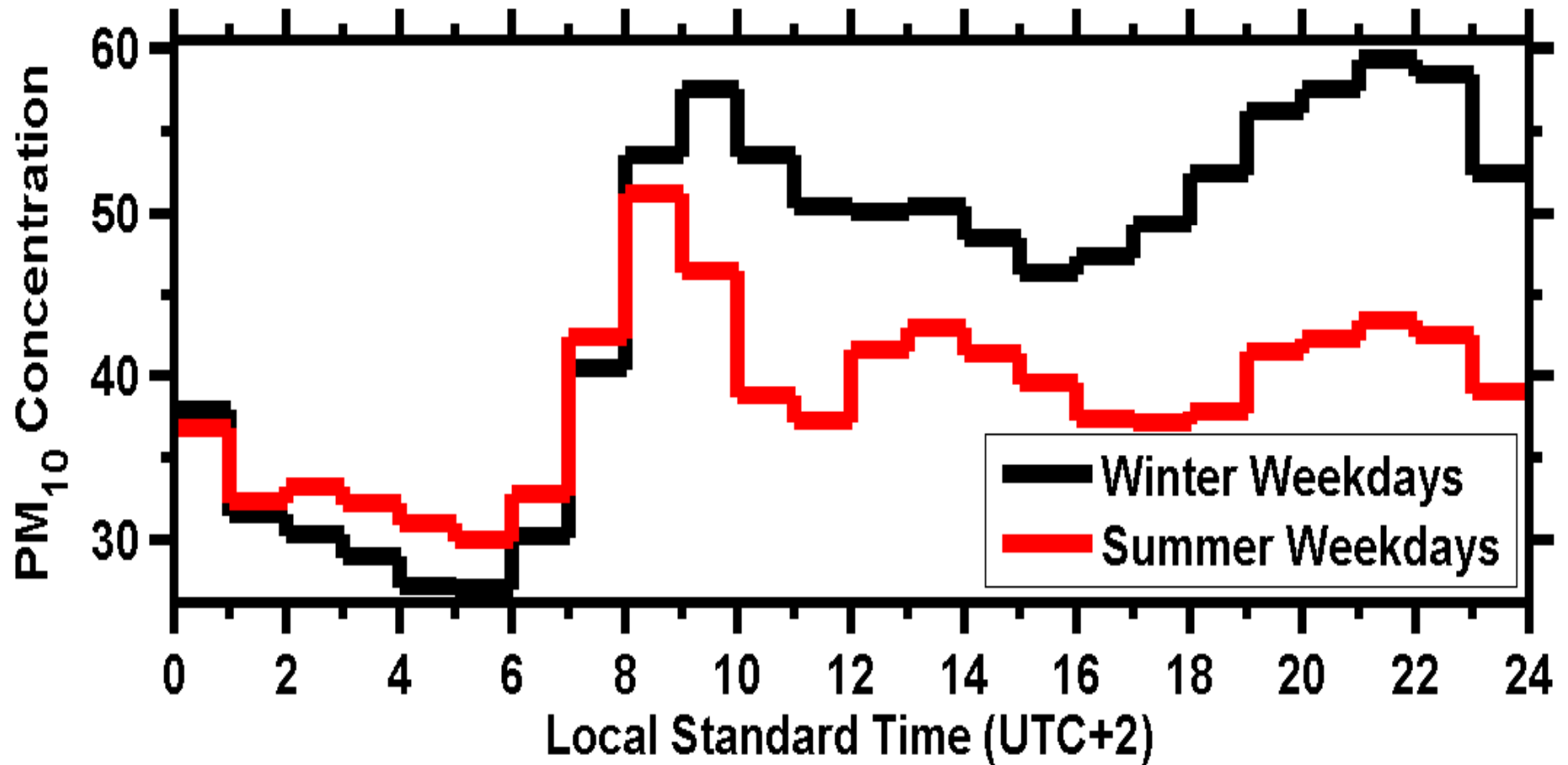
- **Ευρωπαϊκή Ένωση**

- PM_{10} ημερήσιο $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και ετήσιο $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- «Επιτρέπονται» 35 παραβιάσεις του ημερήσιου ορίου PM_{10} τον χρόνο (μέχρι το 2010) !
- $PM_{2.5}$ ετήσιο $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (από το 2015)

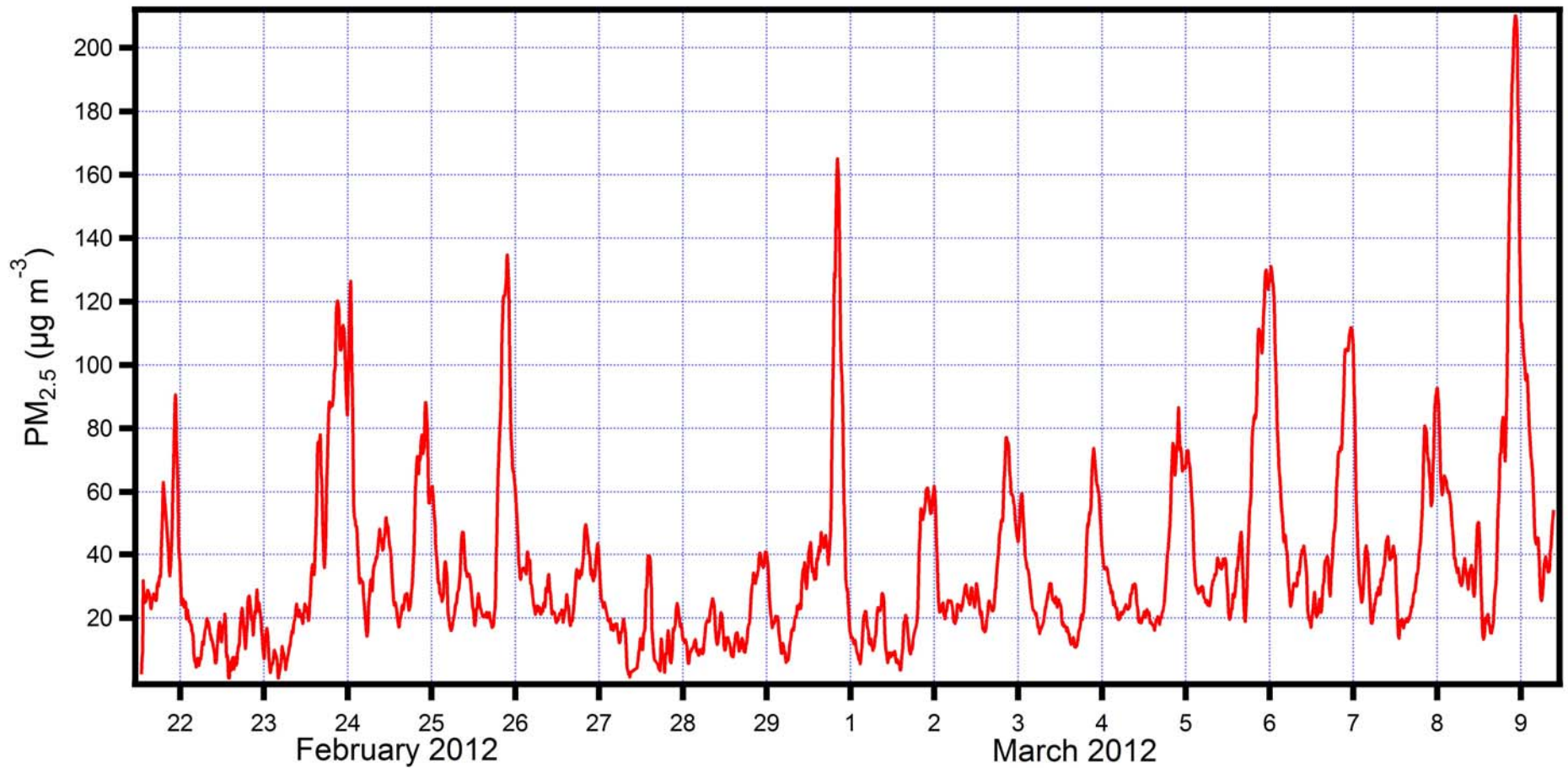
- **Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας**

- PM_{10} Δέχεται ότι δεν υπάρχει όριο και παρατηρούνται επιδράσεις από πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.

ΨΥΧΡΟΙ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΙ ΜΗΝΕΣ



PM_{2.5} in Patra-Winter 2012



Σταθμοί Μετρήσεων



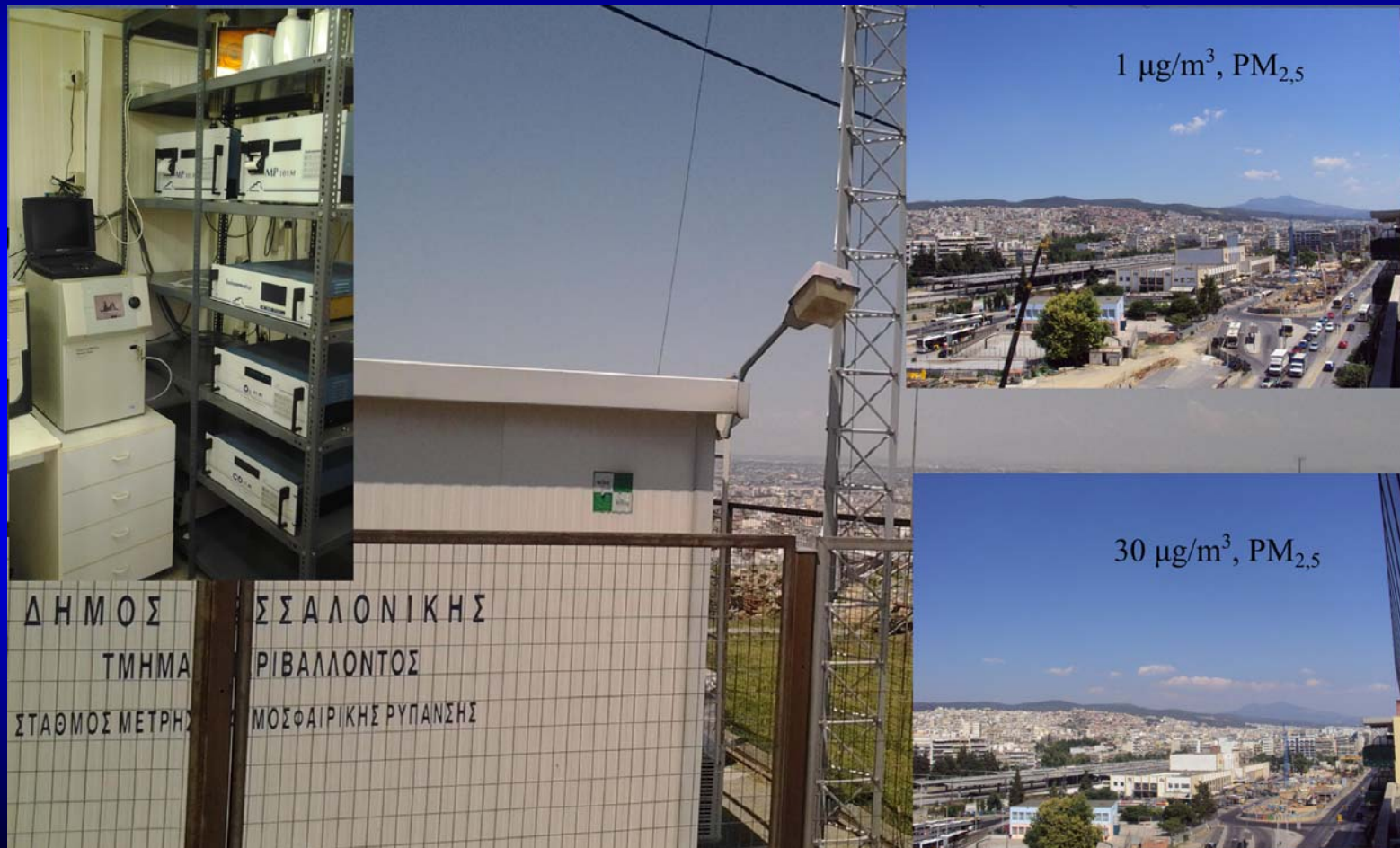
Χαρακτηρισμός σταθμού

 Αστικός

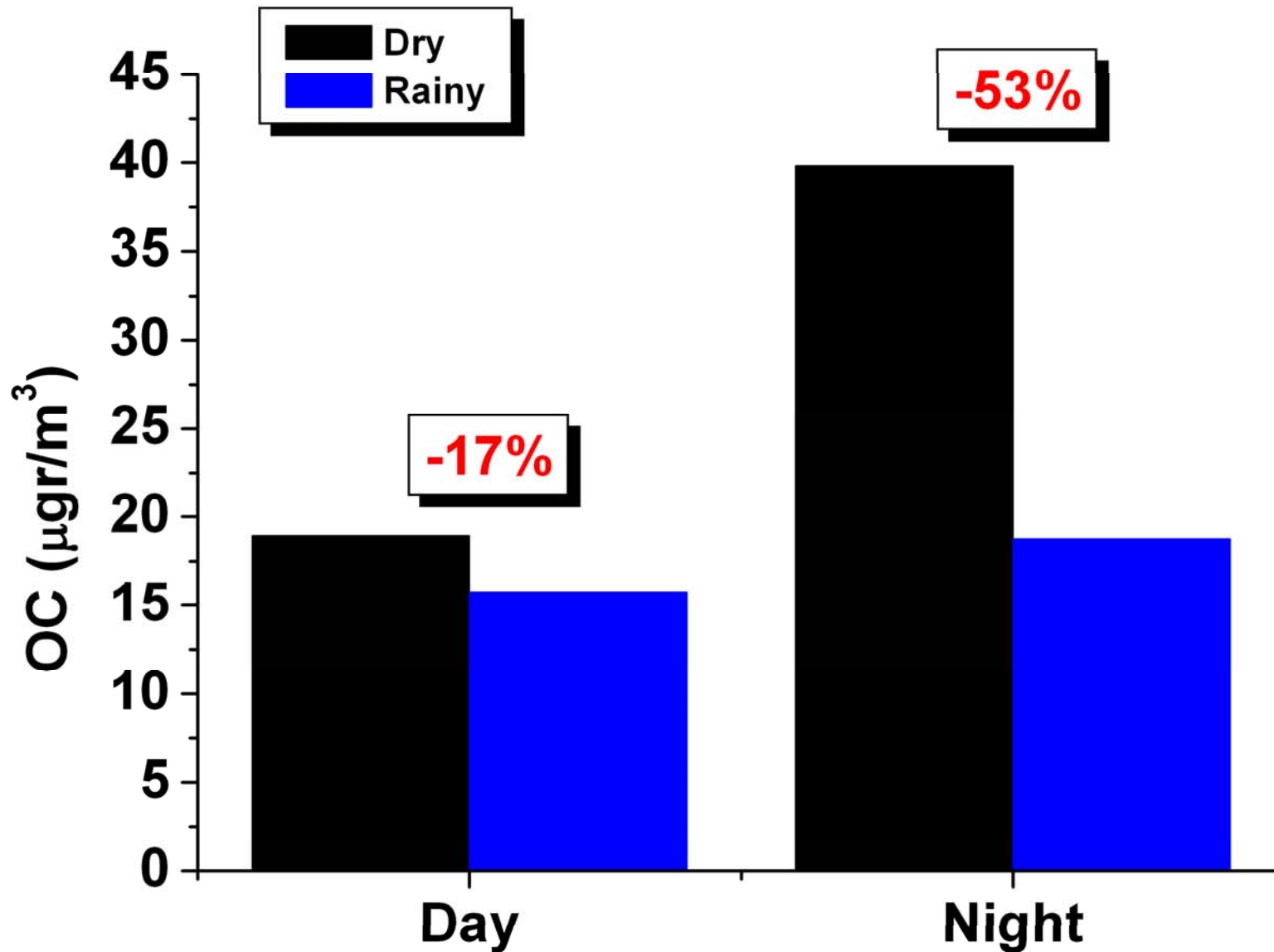
 Υποβάθρου



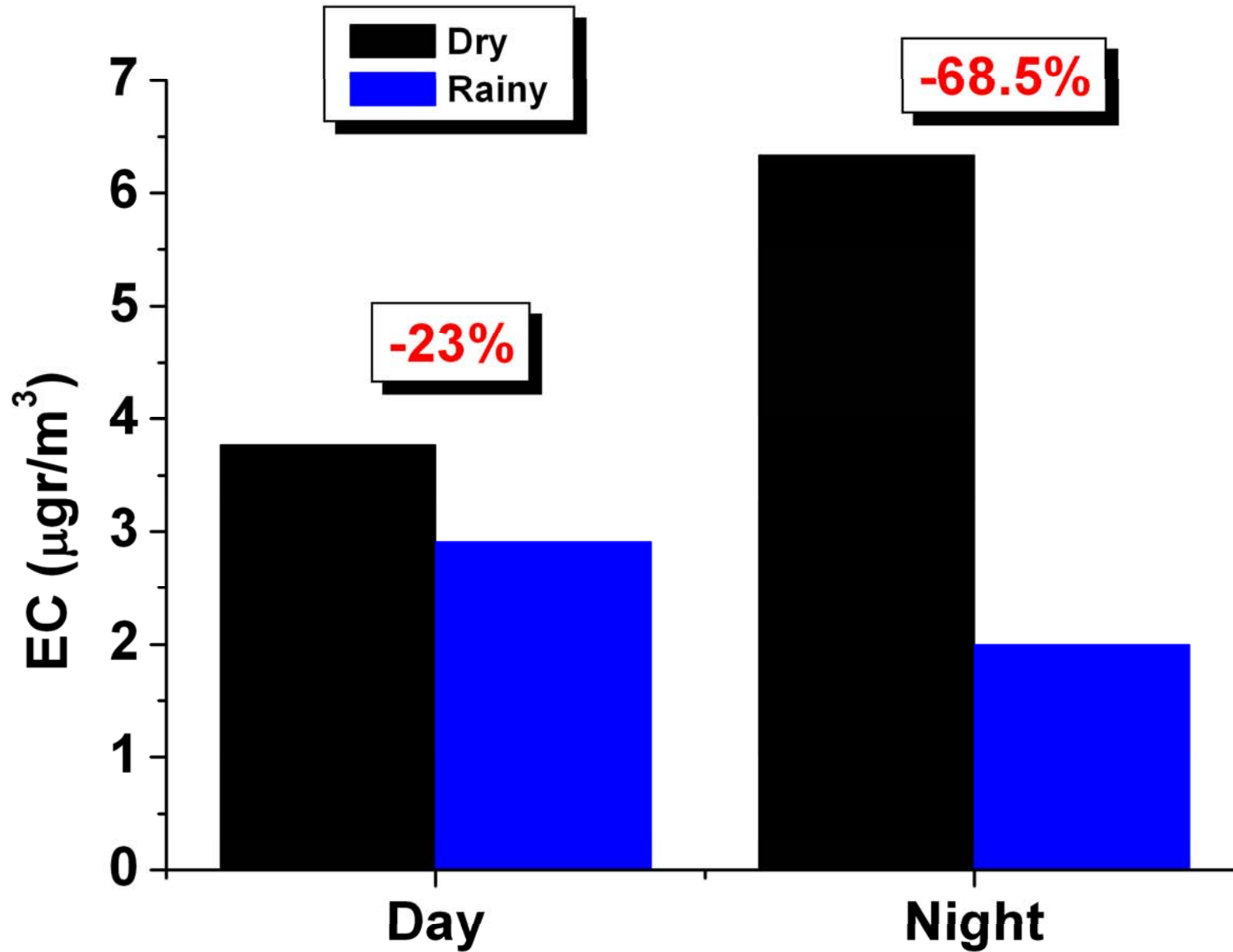
Μετρήσεις στην Θεσσαλονίκη



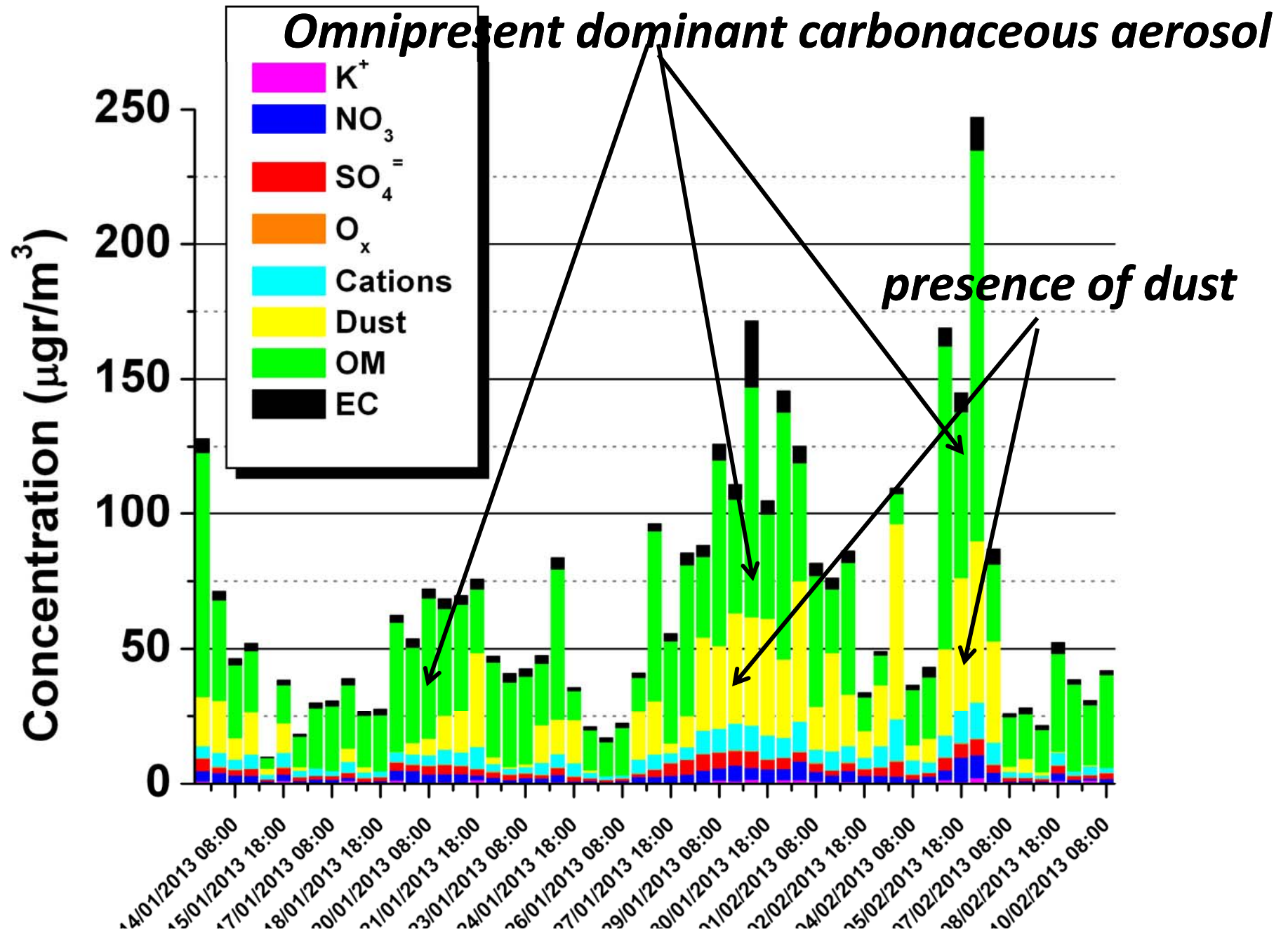
EXPERIMENT: comparison rainy(wet) – dry days



EXPERIMENT: comparison rainy(wet) – dry days



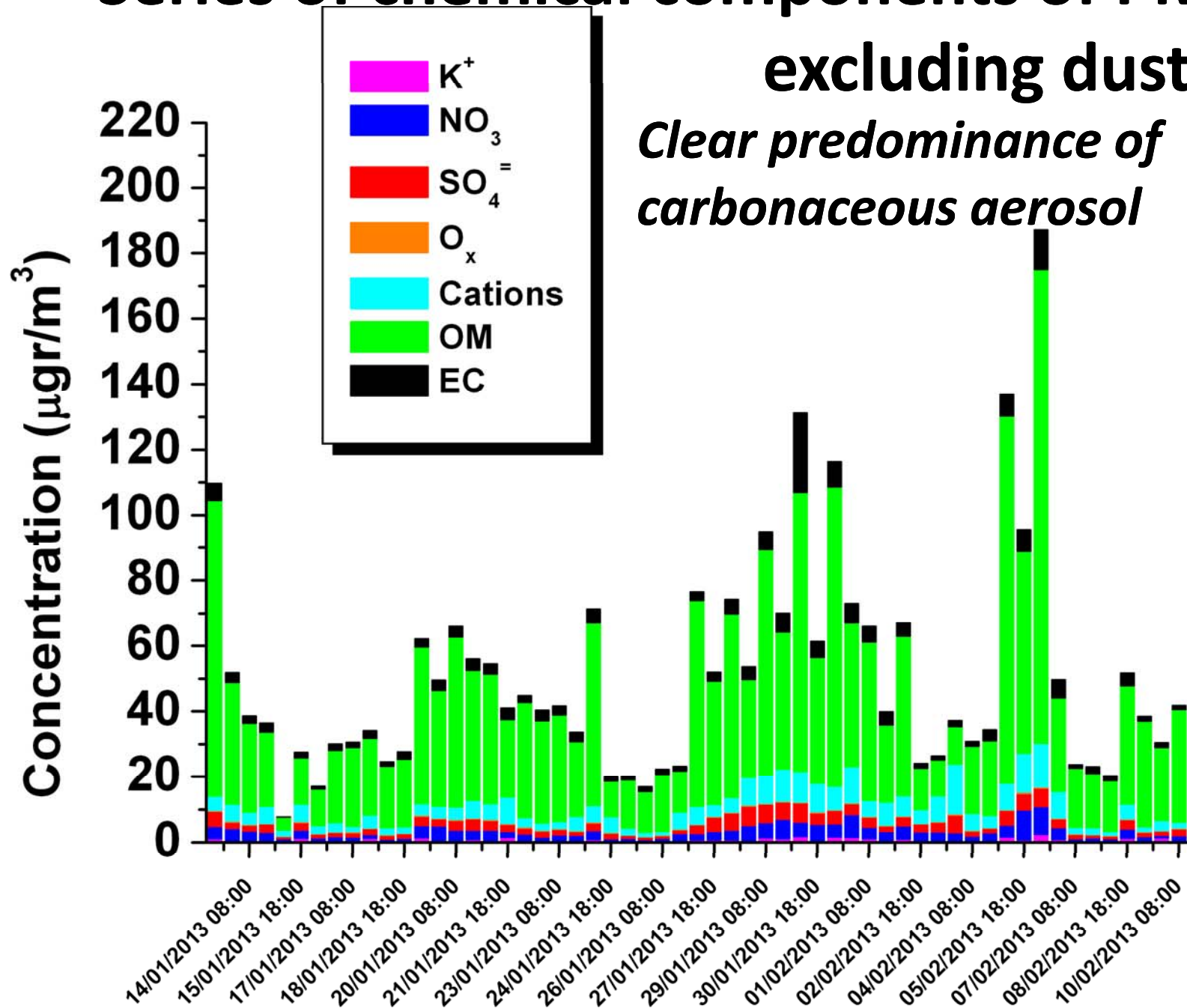
Series of chemical components of PM



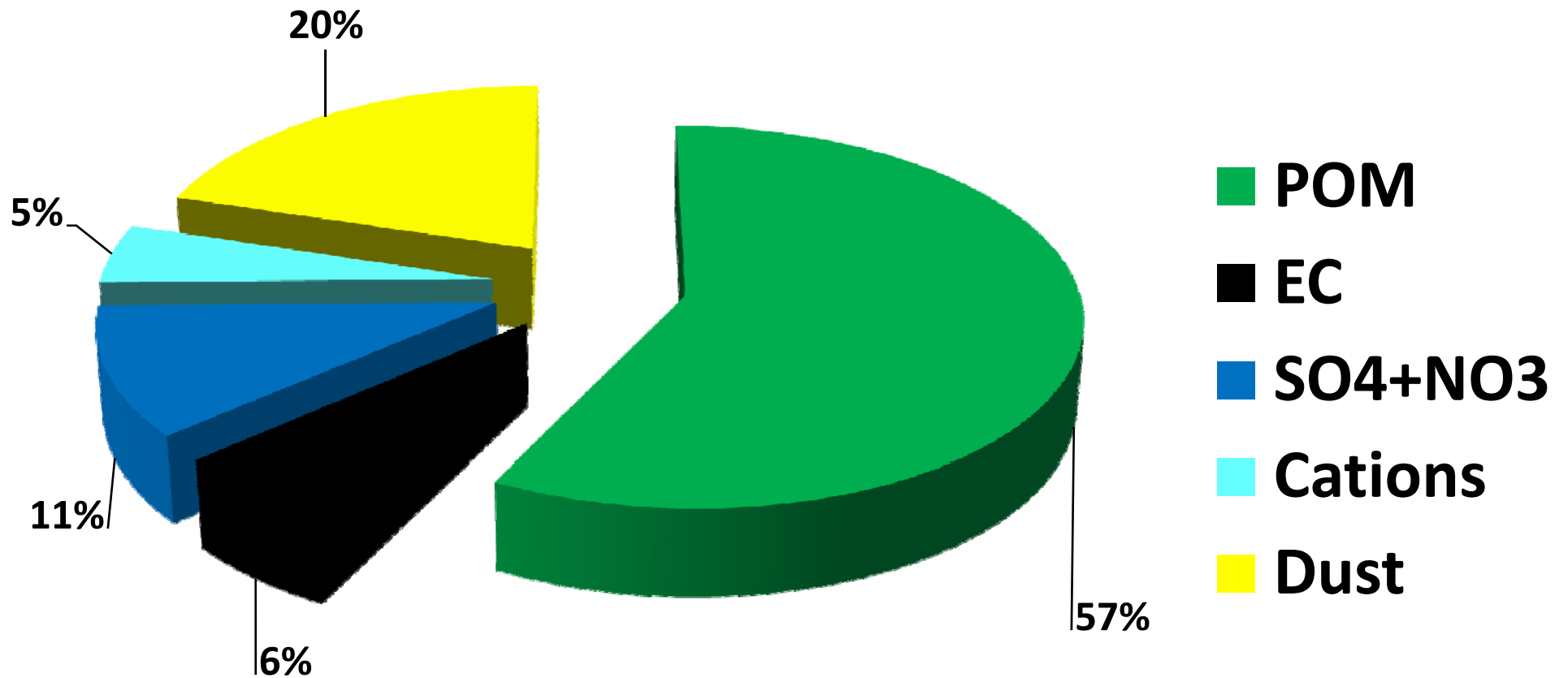
Series of chemical components of PM

excluding dust

Clear predominance of carbonaceous aerosol

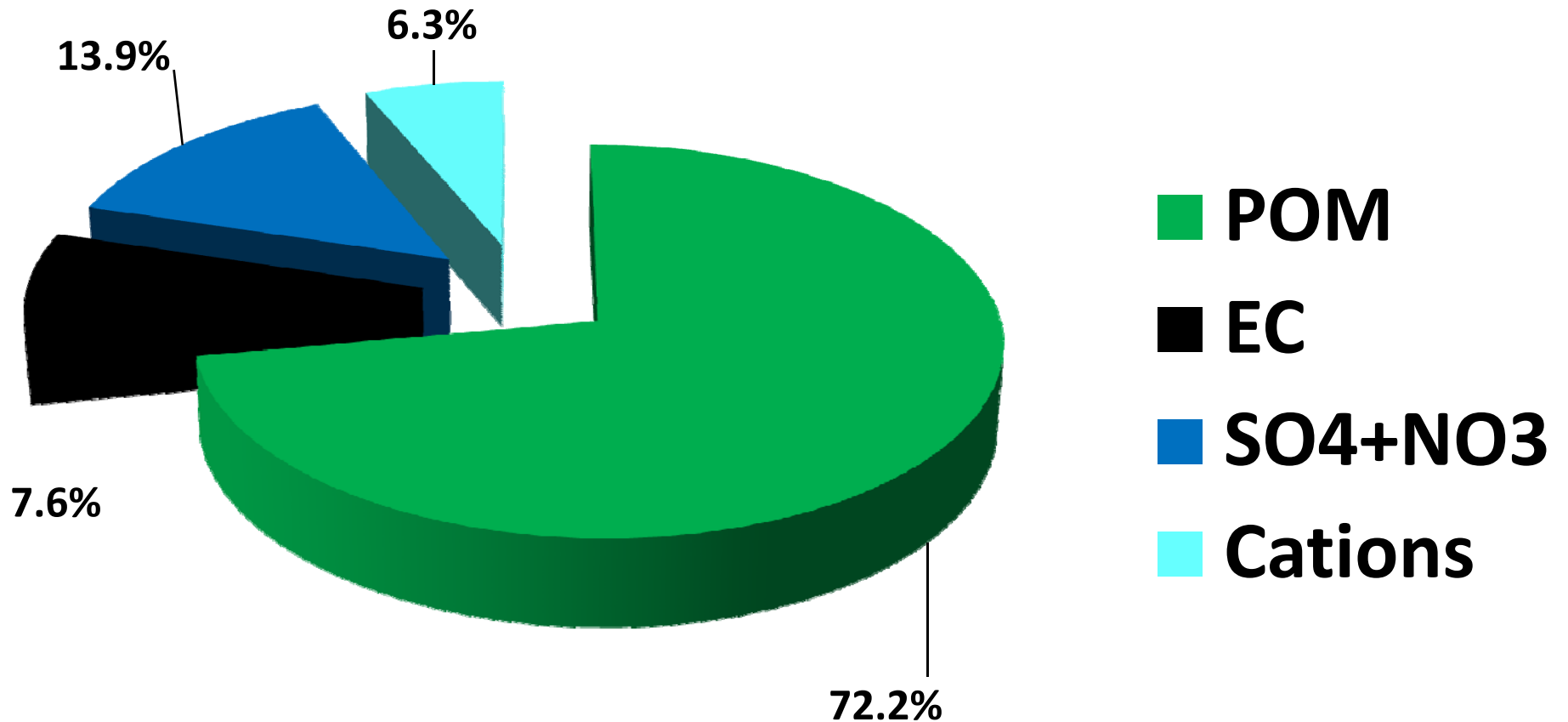


Composition of PM at Ioannina



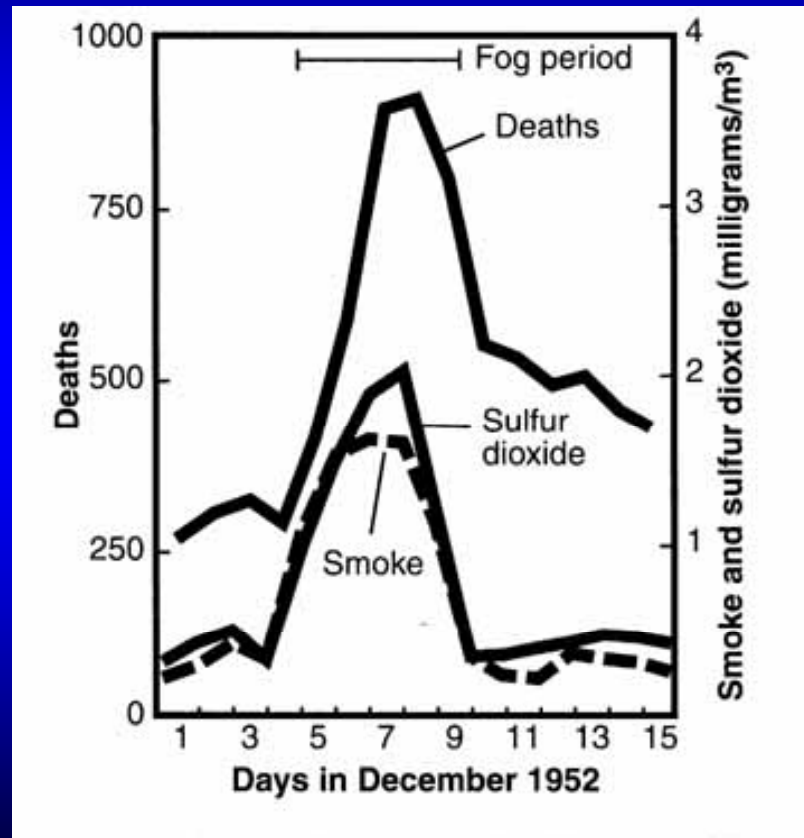
carbonaceous aerosols: 63%

Composition of PM at Ioannina *excluding dust*



carbonaceous aerosols: 80%

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΛΟΝΔΙΝΟ 1952



NYXTA

