



ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΑΠΟ ΚΑΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Dr. Αλέξανδρος Παπαγιάννης
Καθηγητής Φυσικής Περιβάλλοντος, ΕΜΠ

Γ. Τσακνάκης, Διδάκτορας ΕΜΠ
Π. Κόκκαλης, Διδάκτορας ΕΜΠ

Ε.Μ. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ-Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης Laser
Τηλ. 210-7722992, Email: apdlidar@central.ntua.gr



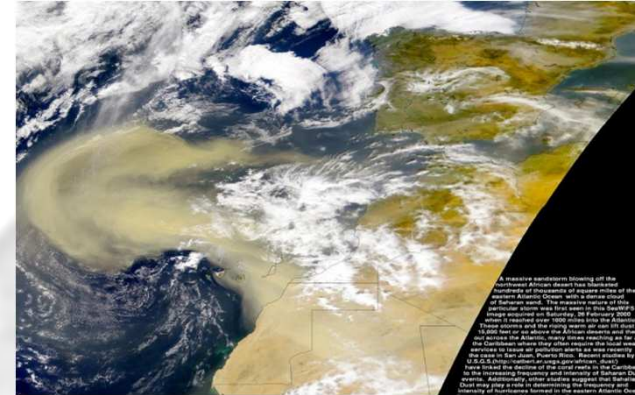
1. Πηγές προέλευσης των αερολυμάτων

Ανθρωπογενείς πηγές



Βιομηχανικές/αστικές εκπομπές

Φυσικές πηγές



Ερημικά σωματίδια

Ηφαιστειακά σωματίδια



Καύση βιομάζας

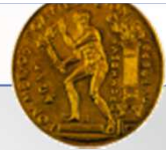


Θαλάσσια σωματίδια



2. Επίδραση της αέριας ρύπανσης στην υγεία

ΑΕΡΙΟΣ ΡΥΠΟΣ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ - ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ
ΟΖΟΝ (O₃)	ΕΡΕΘΙΣΤΙΚΟ – ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΘΕΙΟΥ (SO₂)	ΑΧΡΩΜΟ- ΕΡΕΘΙΣΤΙΚΟ ΤΟΥ ΑΝΩΤΕΡΟΥ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟΥ
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΖΩΤΟΥ (NO₂)	ΚΑΦΕ ΧΡΩΜΑΤΟΣ - ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)	ΑΟΡΑΤΟ, ΜΕΙΩΝΕΙ ΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΣΤΟ ΑΙΜΑ
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ < 10 microns (PM₁₀)	ΕΙΣΕΡΧΟΝΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ, ΚΑΡΔΙΟ-ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ < 2.5 microns (PM_{2.5})	ΕΙΣΕΡΧΟΝΤΑΙ ΒΑΘΕΙΑ ΣΤΟΥΣ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ, ΚΑΡΔΙΟ-ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ



2. Ποιότητα αναπνεύσιμου αέρα (αστικές περιοχές)

Με βάση τη συγκέντρωση των αέριων ρυπαντών στην κατώτερη ατμόσφαιρα χαρακτηρίζεται και η **ποιότητα του αναπνεύσιμου αέρα**

Directive 2008/50/EC



Air Quality Index (AQI)

ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

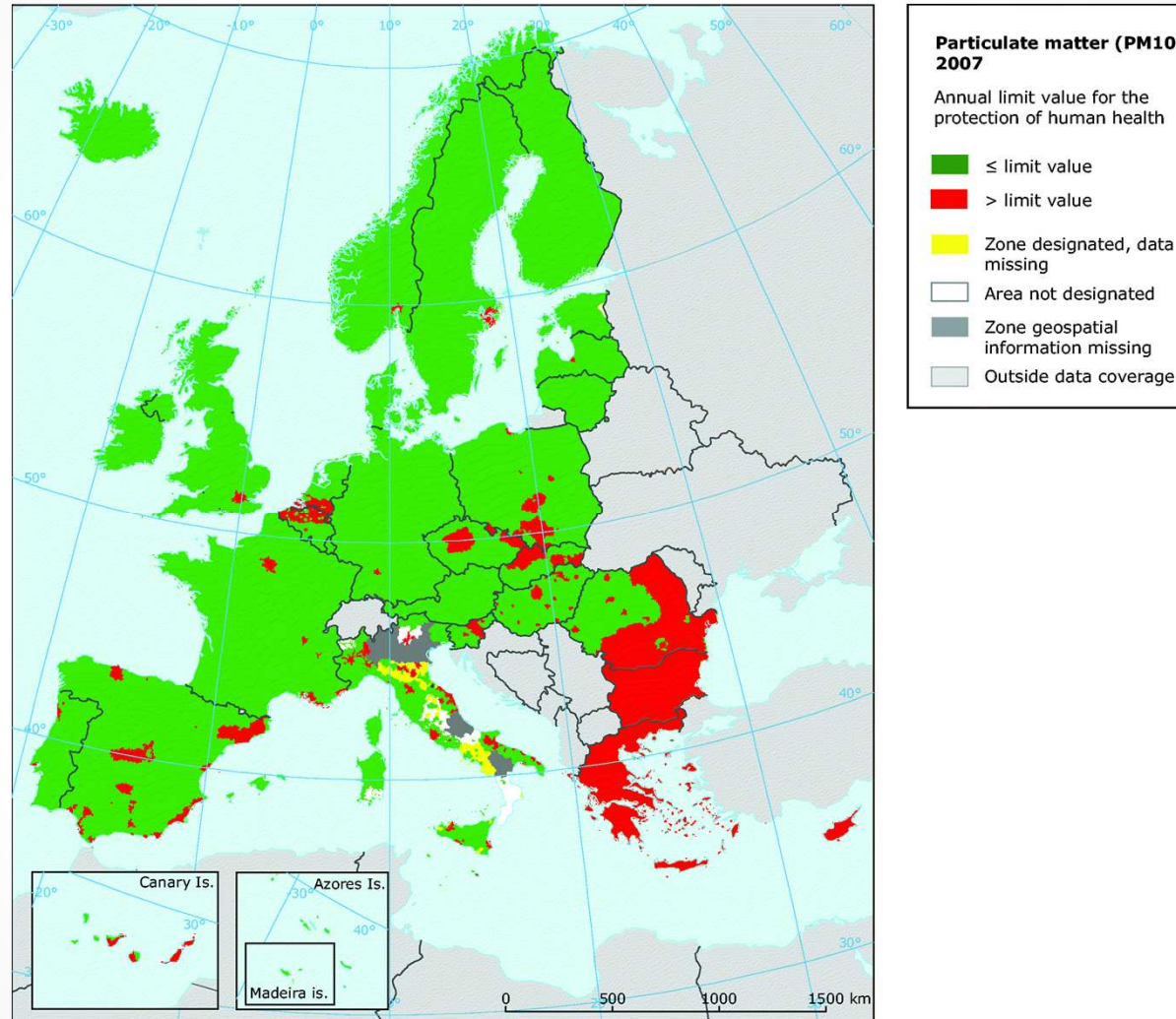
O ₃	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ 1-hr και 8-hr έκθεσης
CO	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ 8-hr έκθεσης
SO ₂	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ 1-hr και 24-hr έκθεσης
NO ₂	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ 24-hr έκθεσης
PM ₁₀ PM _{2.5}	Ετήσιος μέσος όρος < 40 µg/m ³ , Ημερήσιος μέσος όρος (<50 µg/m ³ έως 35 ημέρες το χρόνο) Ετήσιος μέσος όρος: ≤28-25 µg/m ³ (σε ισχύ από 1.1.11-1.1.15)



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο



2. Ποιότητα αναπνεύσιμου αέρα (αστικές περιοχές)



Αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ για το έτος 2007 (Ετήσια μέση τιμή) [πηγή: ΕΕΑ, 2009].
Εθνικό Μετσόβιο Πολύτεχνο

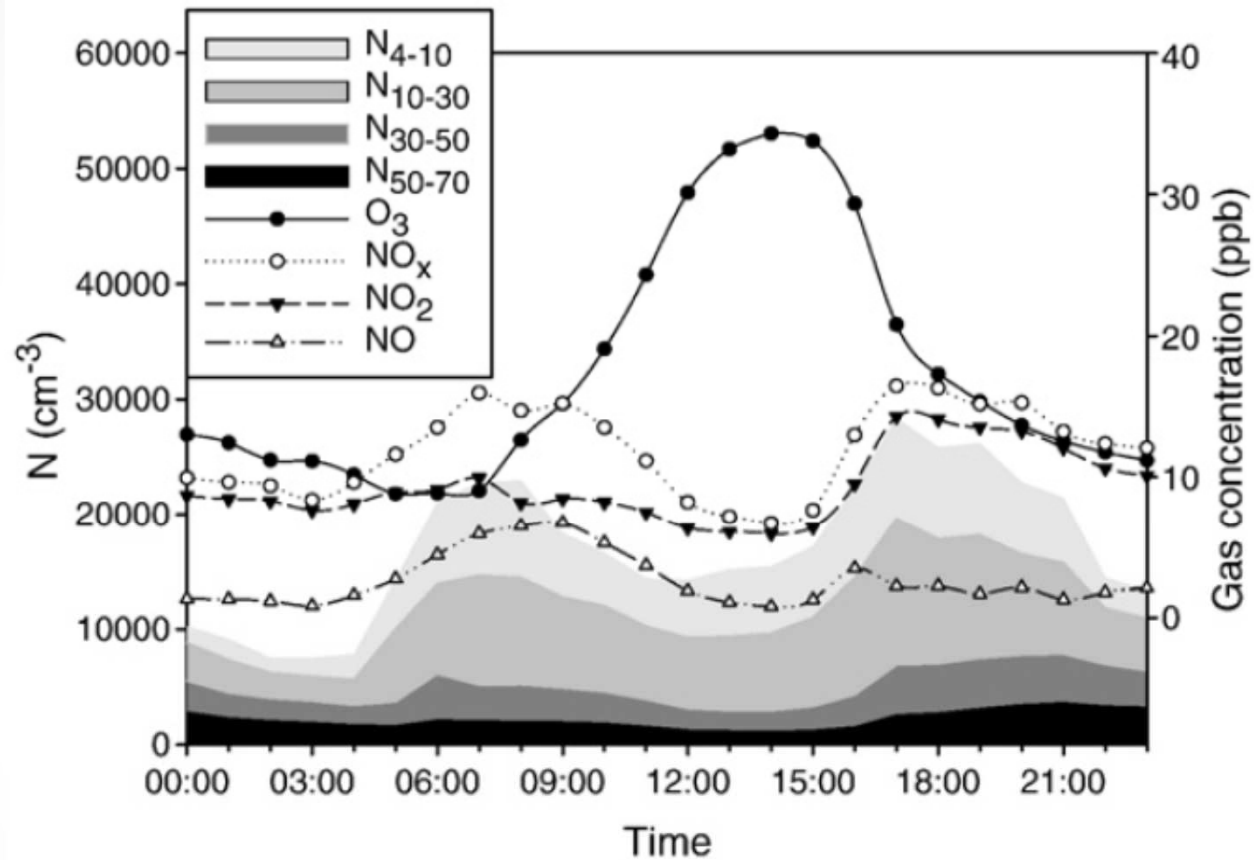


Fig. 4. Average daily pattern of particle number concentration (N) in different fractions (50–70 nm, 30–50 nm, 10–30 nm, 4–10 nm in diameter) and gaseous pollutants O_3 , NO_x , NO_2 , and NO .

F. Wang, et al., Atmos. Res., 98, 69-77, 2010.



3. Έκλυση αέριων ρύπων από καύση βιομάζας

Η **καύση** προϊόντων/υποπροϊόντων ξυλείας προκαλεί έκλυση και σχηματισμό πολυάριθμων αέριων τοξικών (ή λιγότερο τοξικών) ρύπων:

- Αιωρούμενα Σωματίδια (PM) διαφόρων διαμέτρων με διαφορετική χημική σύσταση.
- Αέριοι ρύποι: CO₂, O₃, CO, Hg, διοξίνες & πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs).

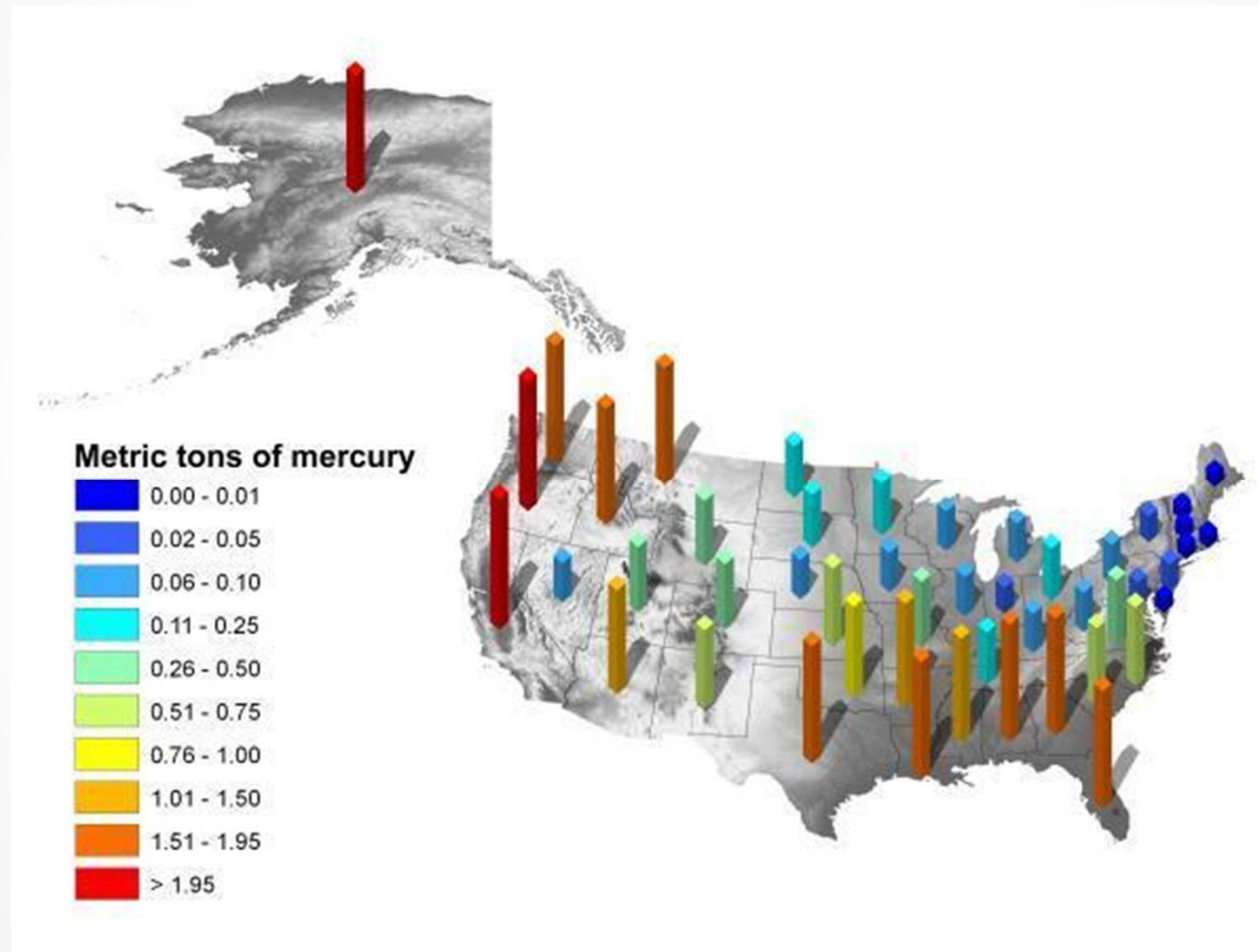
(Συσσωρευμένος στην ξυλεία από φυσικές και ανθρωπογενείς πηγές)

ΠΟΥ: «Ο υδράργυρος είναι άκρως τοξικός για την υγεία των ανθρώπων, και συνιστά ιδιαίτερη απειλή για την ανάπτυξη του εμβρύου και για τα μικρά παιδιά. Η εισπνοή των ατμών υδραργύρου μπορεί να επιφέρει βλάβες στο νευρικό, το πεπτικό και το ανοσοποιητικό σύστημα, τους πνεύμονες και τα νεφρά, και να αποδειχτεί θανατηφόρα».

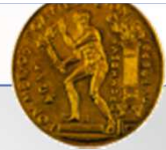


3. Έκλυση αέριων ρύπων από δασικές πυρκαγιές

Μέση ετήσια έκλυση υδραργύρου από δασικές πυρκαγιές (ΗΠΑ).



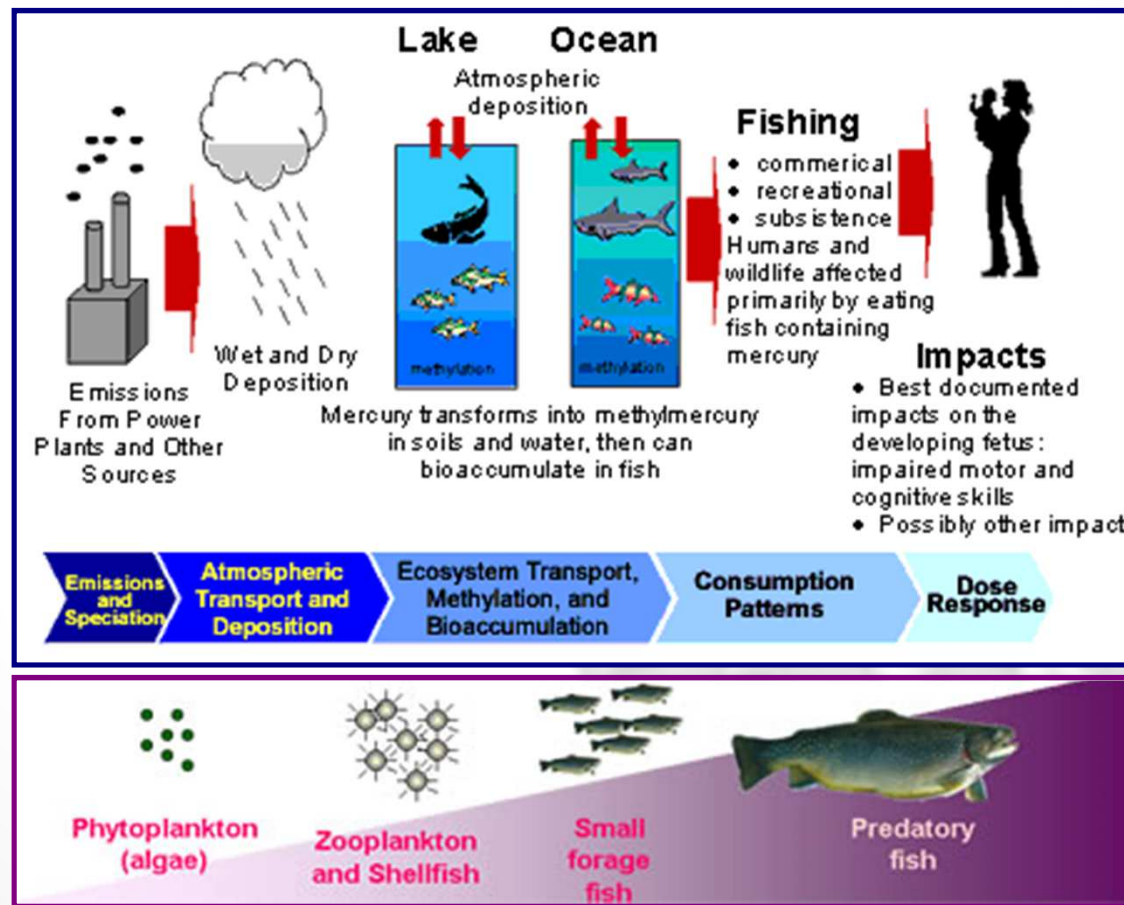
Πηγή: National Center for Atmospheric Research (NCAR), Boulder, Colorado.



3. Έκλυση αέριων ρύπων από δασικές πυρκαγιές

Πολύ μεγάλες ποσότητες υδραργύρου εκλύονται από δασικές πυρκαγιές

Το πρόβλημα της ΒΙΟ-ΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗΣ





4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Συστηματικές Μετρήσεις

- **Δίκτυο ΥΠΕΚΑ** (και Αεροδρόμιο Αθηνών, ΕΚΕΦΕ-Δ, ΕΜΠ, ΕΑΑ...).

ΥΠΕΚΑ ↓

Όχι ανακοινώσεις σε πραγματικό χρόνο!

Δεν λειτουργούν όλοι οι σταθμοί.

Δεν ανακοινώνονται μετρήσεις το Σαββατο-Κύριακο!

PM₁₀ (ανακοίνωση στις 14:00 τοπική ώρα) και

PM_{2.5} (ανακοίνωση για το προηγούμενο έτος (!) σε 3 μόνο σταθμούς)

<http://www.minenv.gr/1/12/122/12204/g1220400.html>

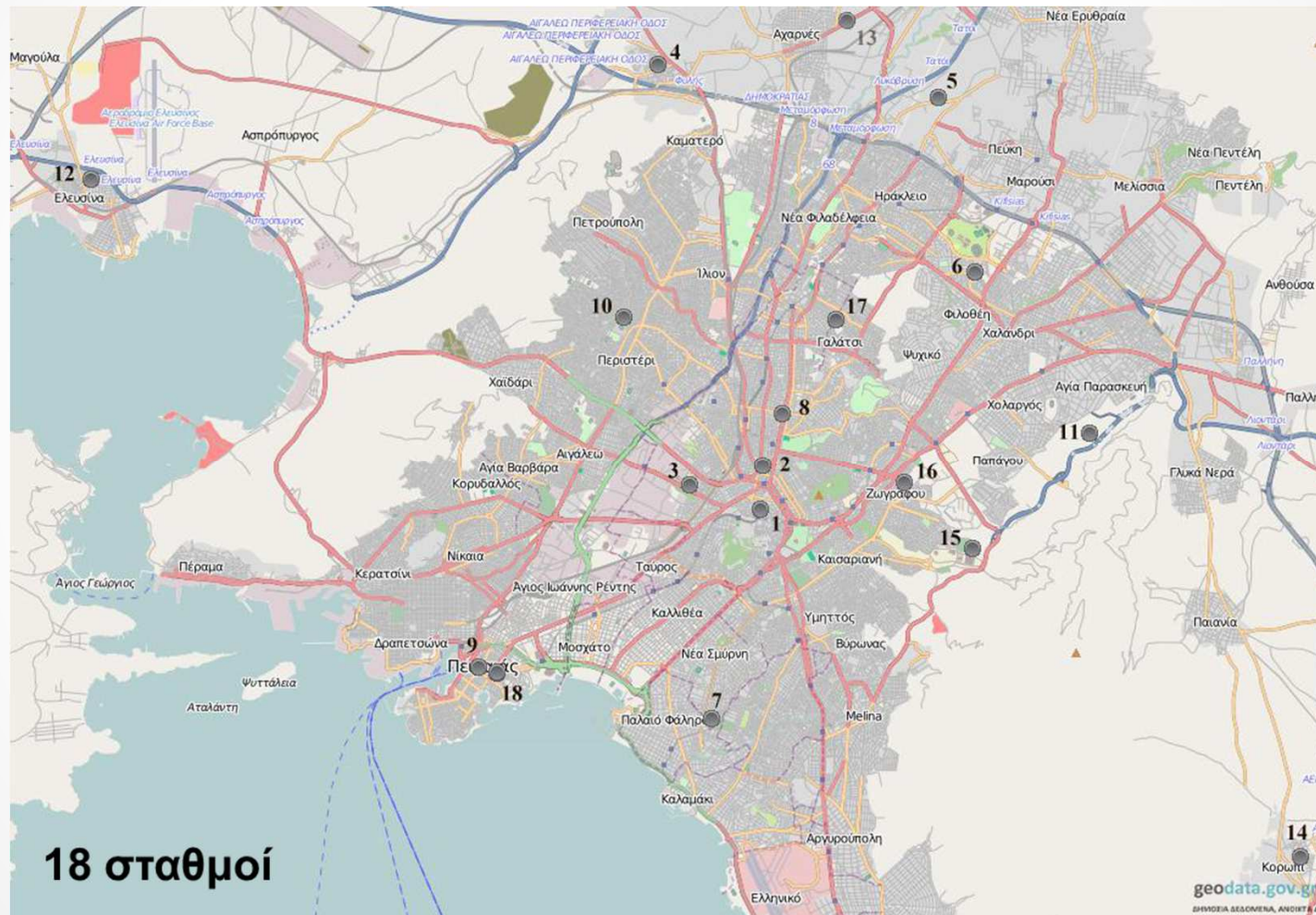
(Ε. Μ. Πολυτεχνείο)

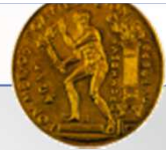
- Αξονική Τομογραφία με Τεχνικές Ενεργούς Τηλεπισκόπησης
- Αιωρούμενα Σωματίδια (in situ)
(PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁, PM_{0.5}, PM_{0.3}, PM_{0.1})



4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Συστηματικές Μετρήσεις (Δίκτυο ΥΠΕΚΑ)

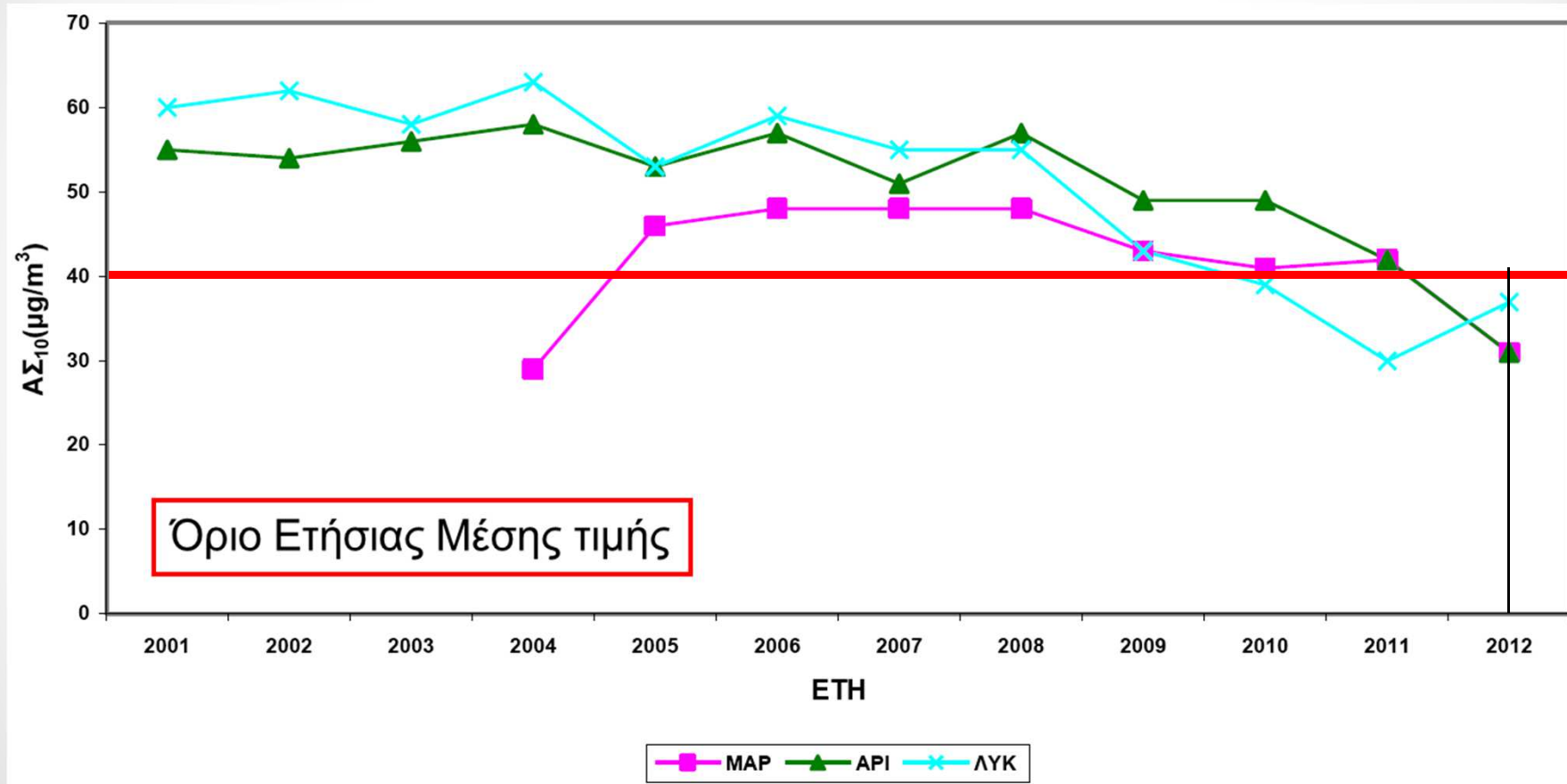




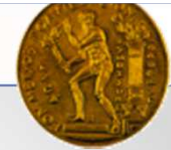
4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Συστηματικές Μετρήσεις (Δίκτυο ΥΠΕΚΑ)

PM₁₀



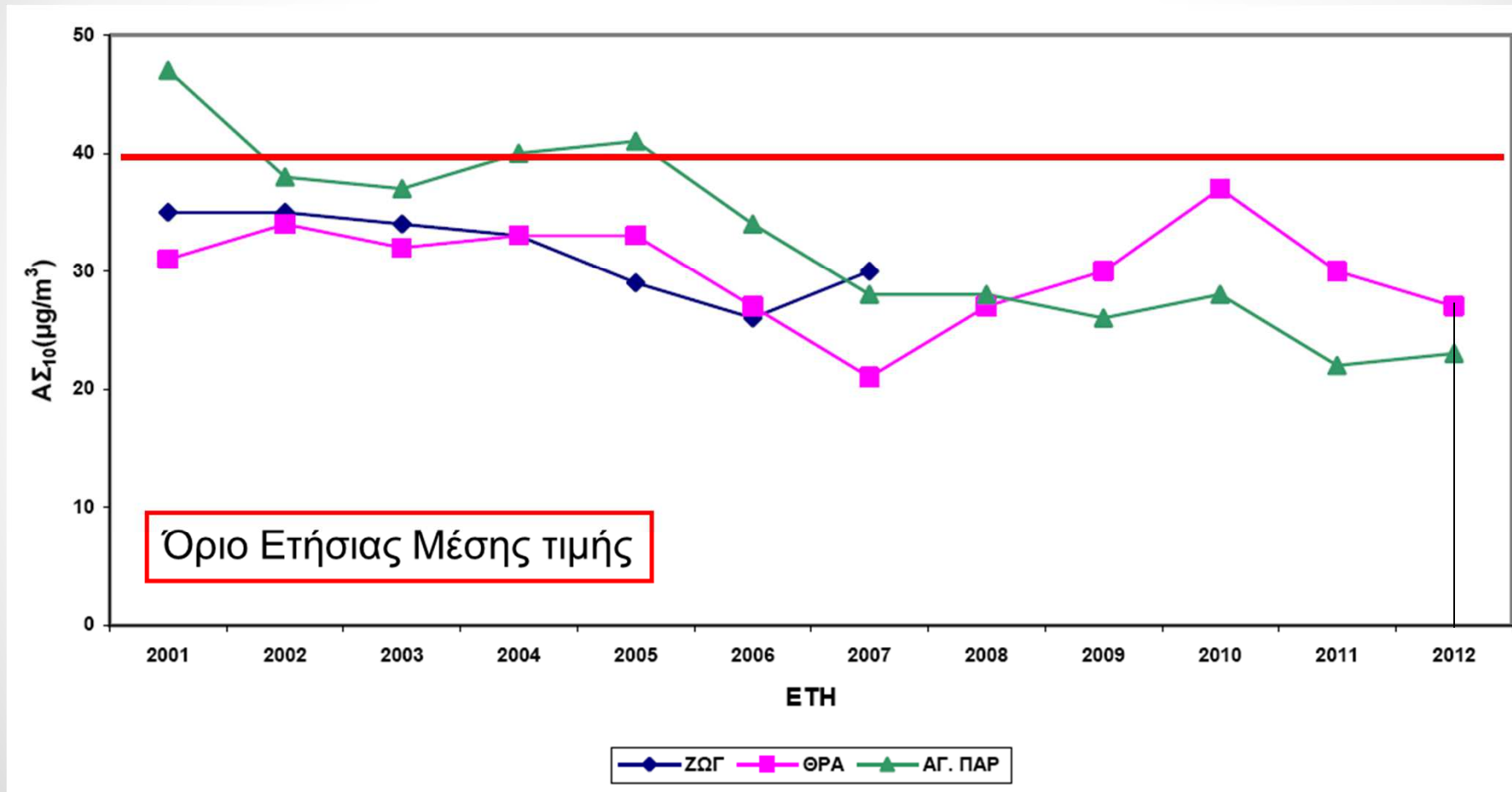
Ετήσιος Μέσος Όρος



4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Συστηματικές Μετρήσεις (Δίκτυο ΥΠΕΚΑ)

PM₁₀



Ετήσιος Μέσος Όρος

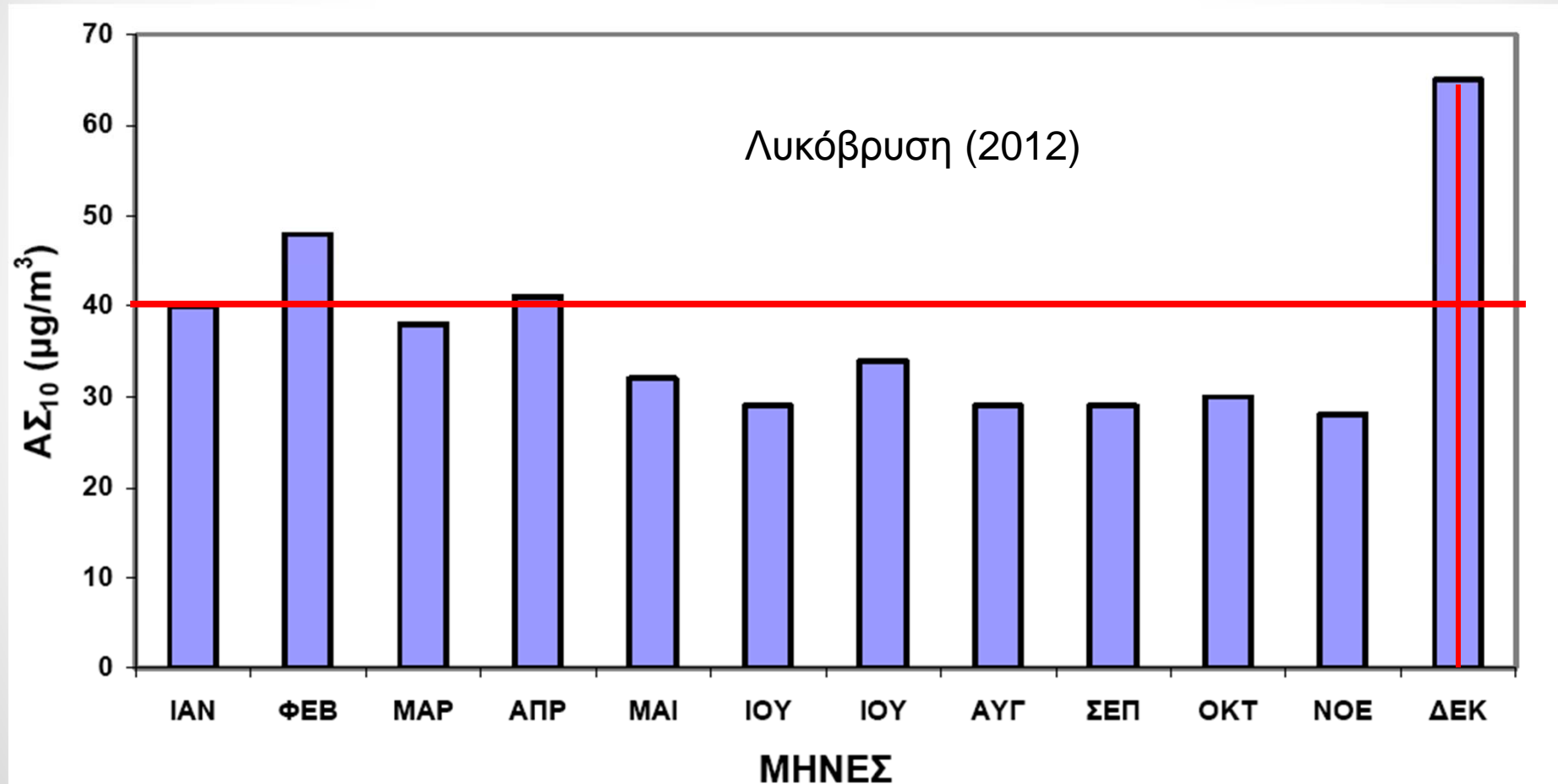
Πηγή: Ετήσια Έκθεση ΥΠΕΚΑ (2013)



4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Συστηματικές Μετρήσεις (Δίκτυο ΥΠΕΚΑ)

PM₁₀

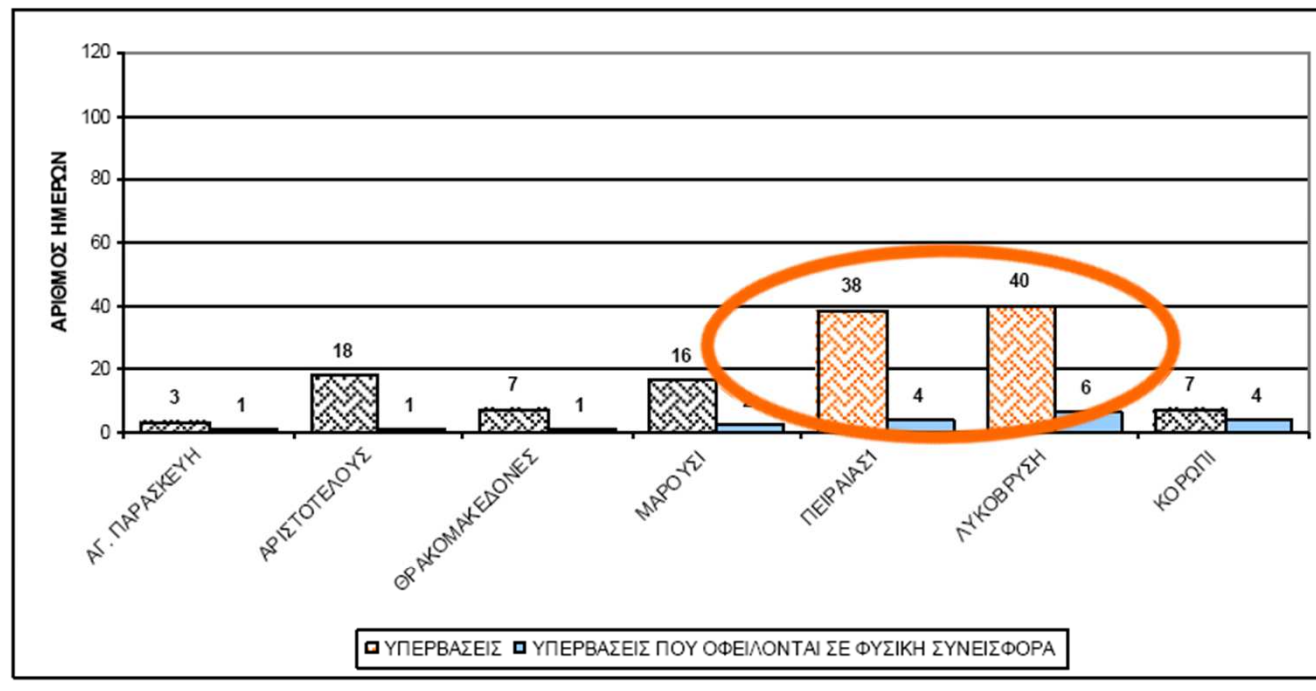




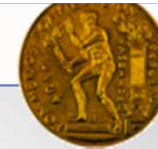
Επιτόπιες Συστηματικές Μετρήσεις (Δίκτυο ΥΠΕΚΑ)

PM₁₀

- Υπερβάσεις ορίου που αφορά στη μέση ημερήσια τιμή



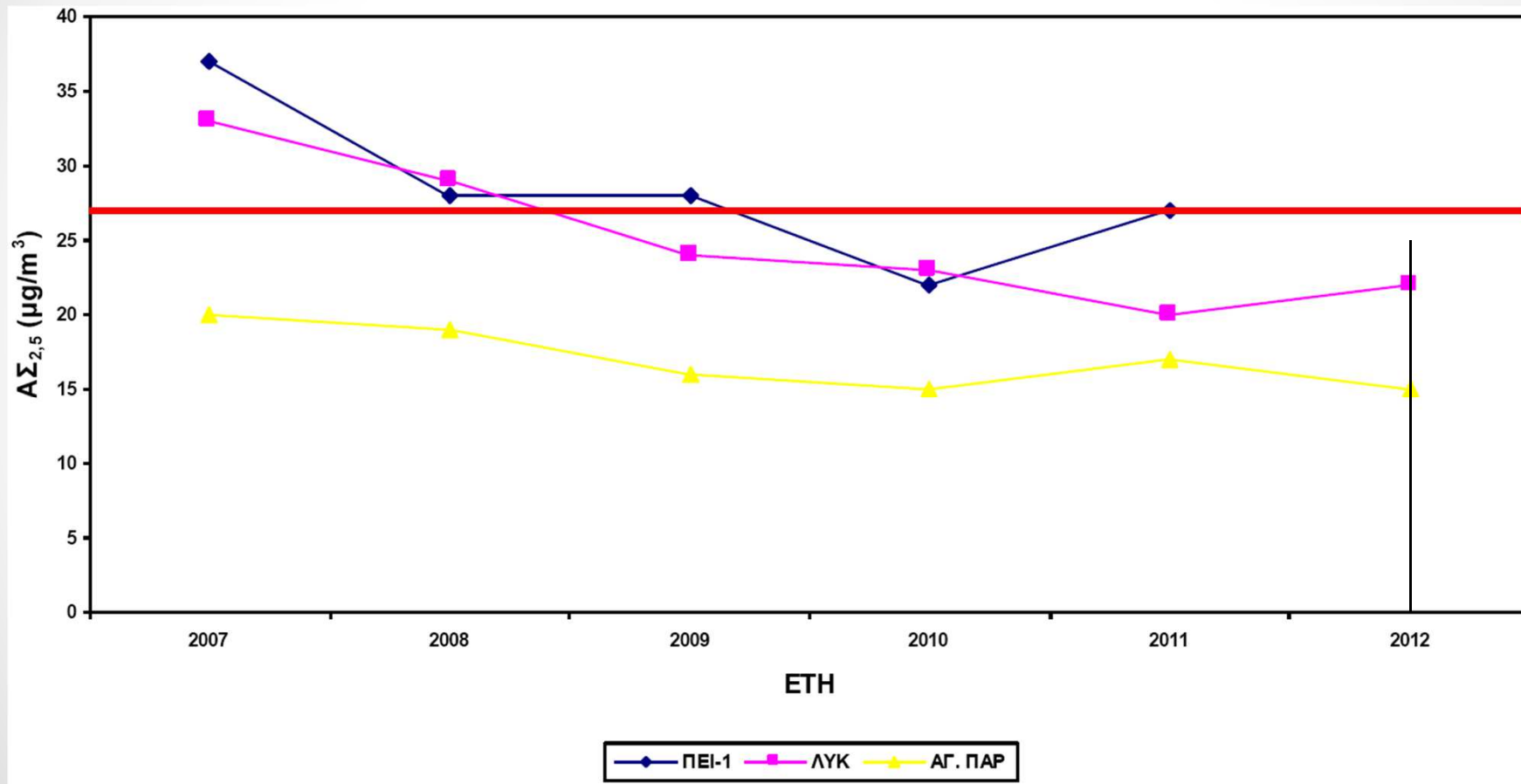
Σχήμα 5.1 Αριθμός ημερών για το 2012 με μέση ημερήσια τιμή ΑΣ₁₀ μεγαλύτερη από 50μg/m³ (Με κόκκινο χρώμα σχεδιάζονται οι περιπτώσεις στις οποίες σημειώθηκε υπέρβαση του ορίου.)



4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

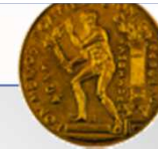
Επιτόπιες Συστηματικές Μετρήσεις (Δίκτυο ΥΠΕΚΑ)

PM_{2.5}



Ετήσιος Μέσος Όρος

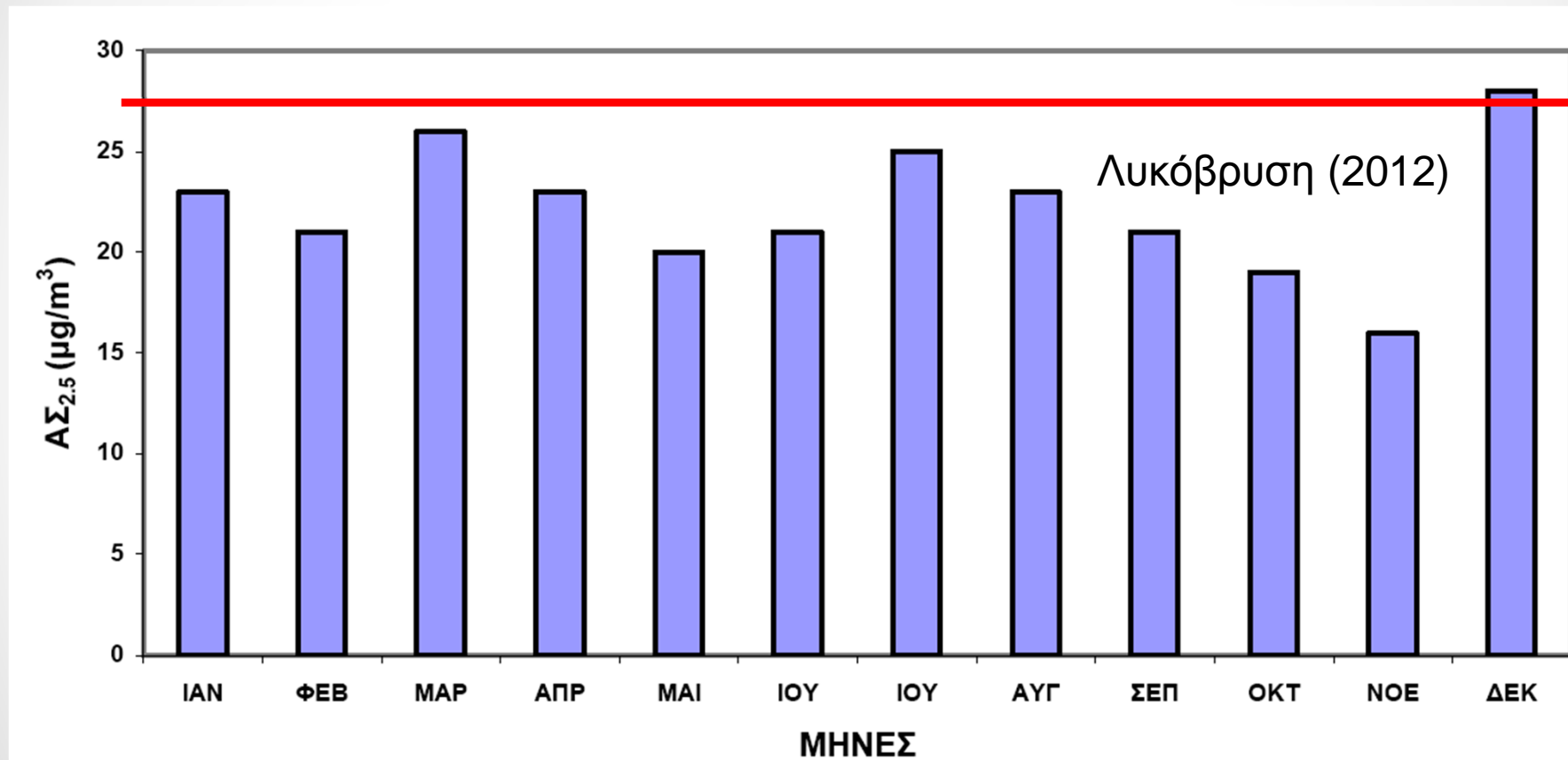
Πηγή: Ετήσια Έκθεση ΥΠΕΚΑ (2013)



4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Συστηματικές Μετρήσεις (Δίκτυο ΥΠΕΚΑ)

PM_{2.5}

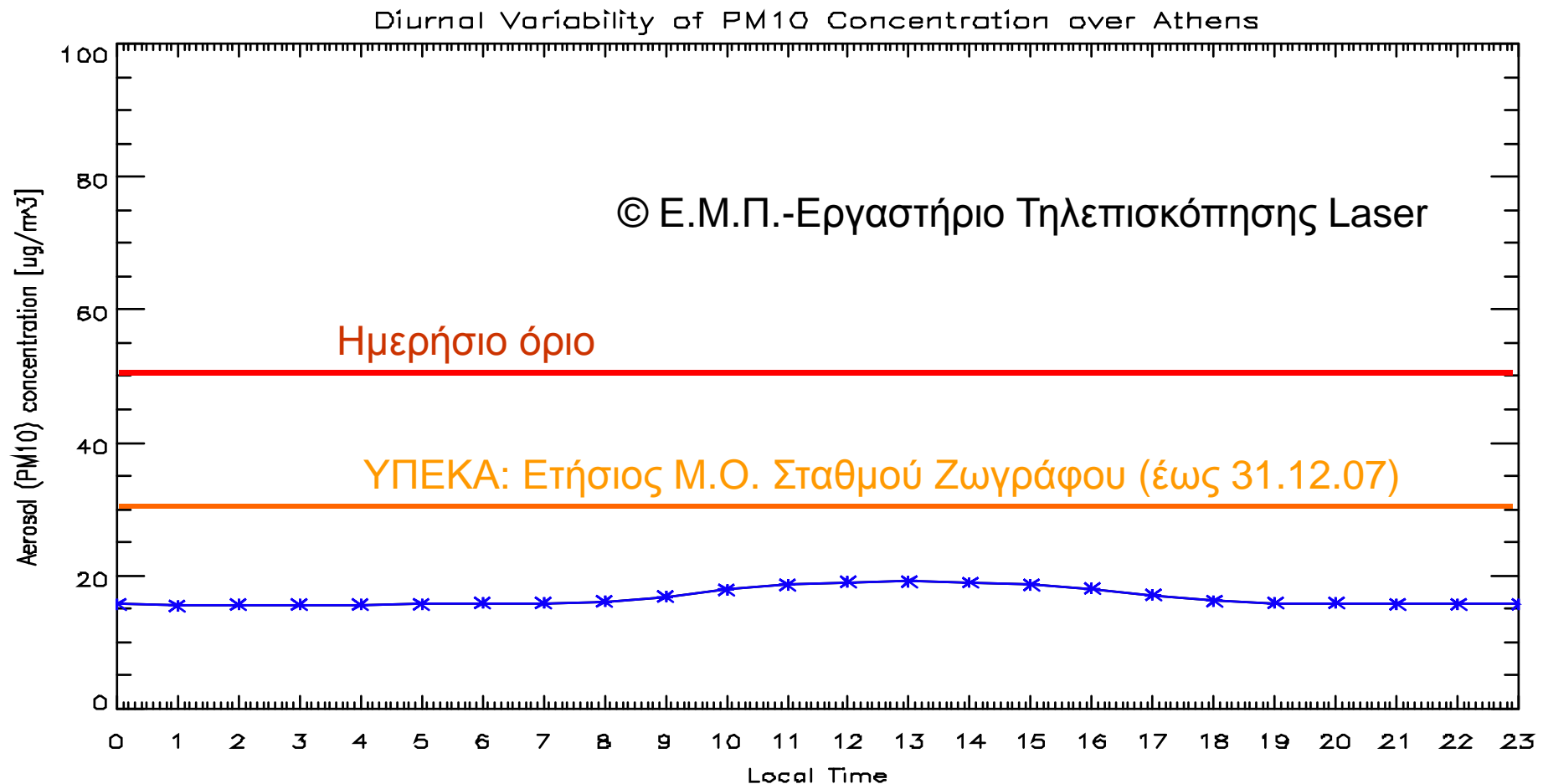




4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2011-2012)

Δεκ. 2011 – Ιαν. 2012

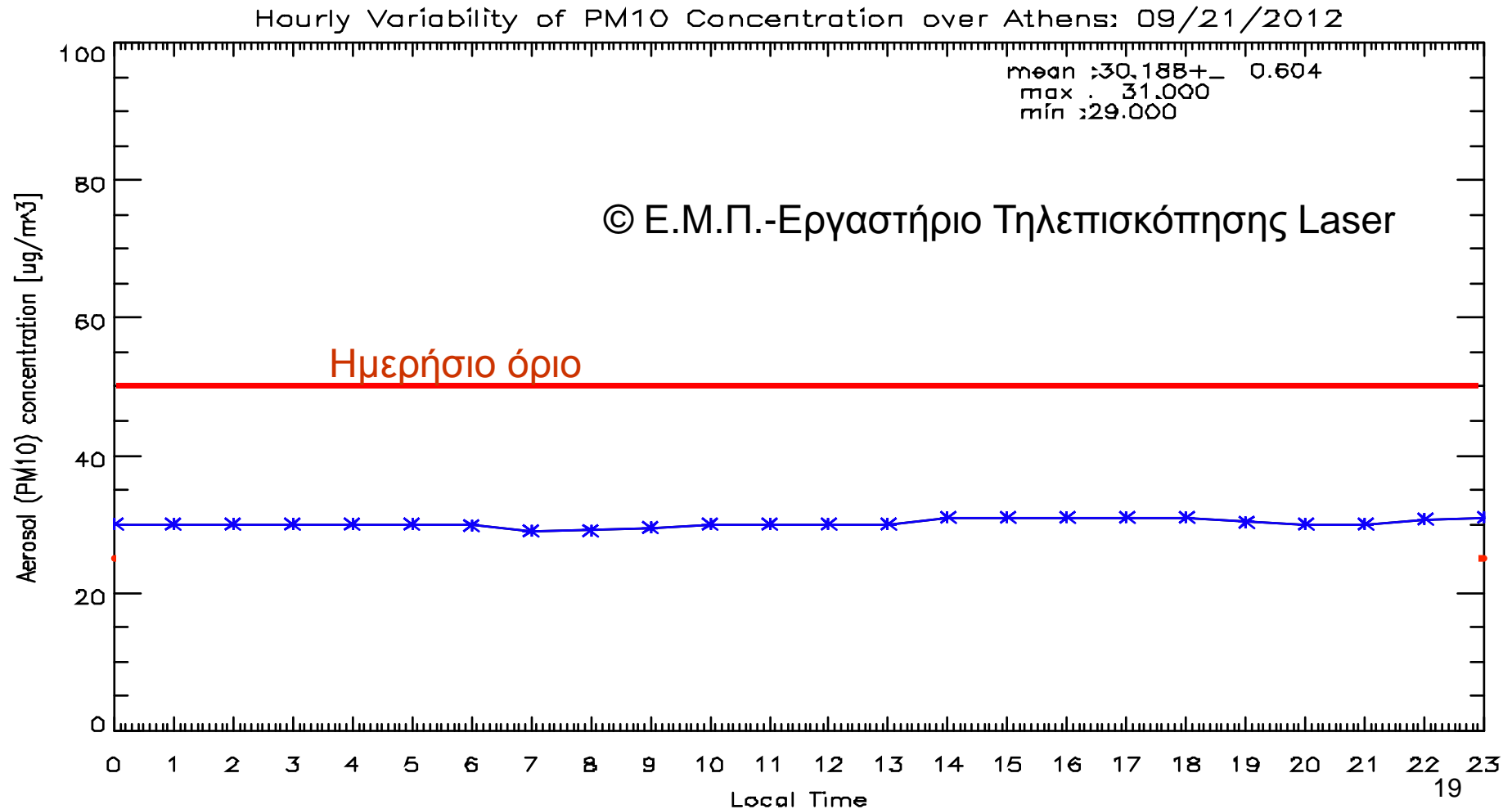




4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2012-2013)

21 09 2012

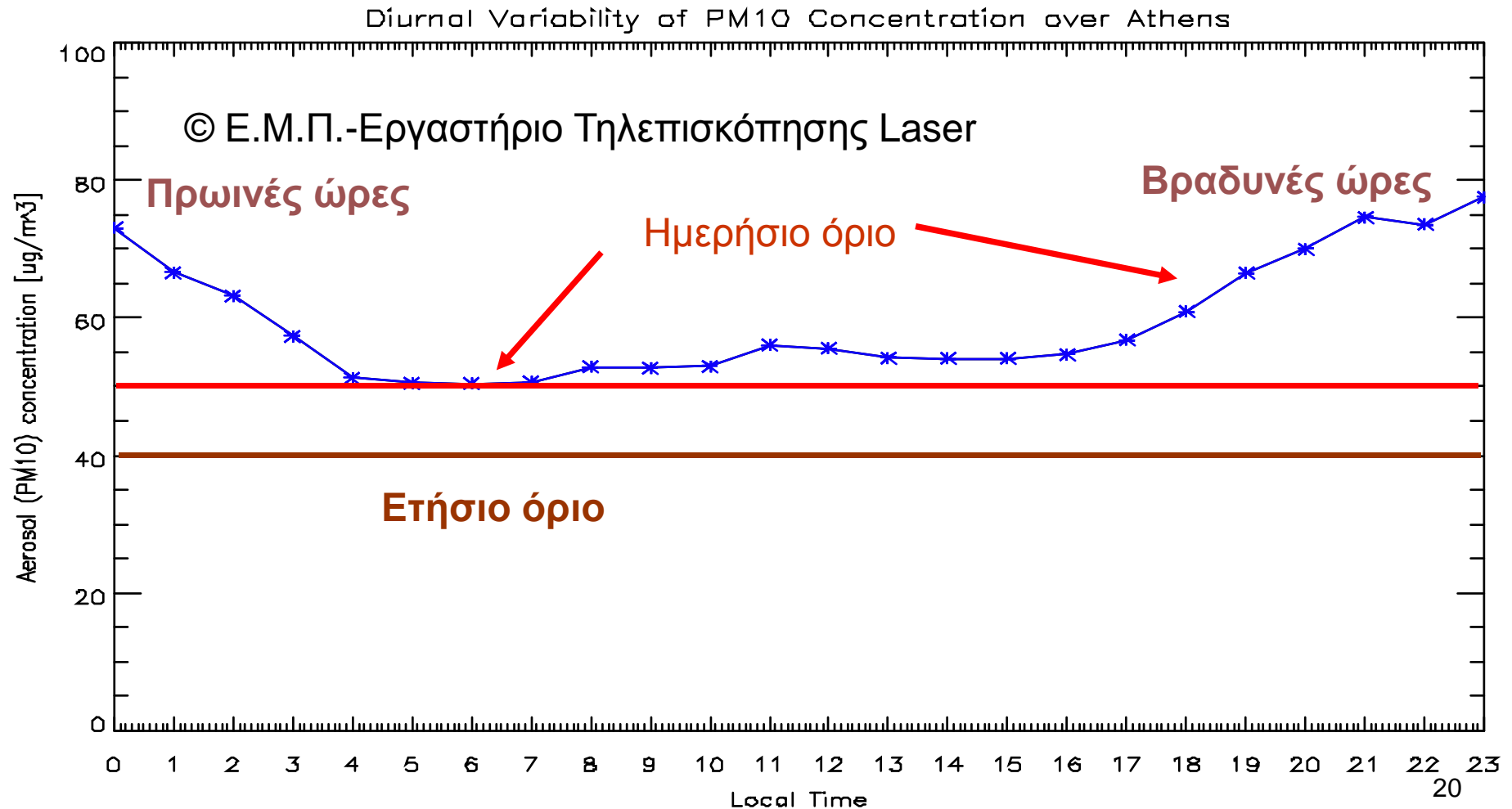




4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2012-2013)

Δεκ. 2012 – Ιαν. 2013

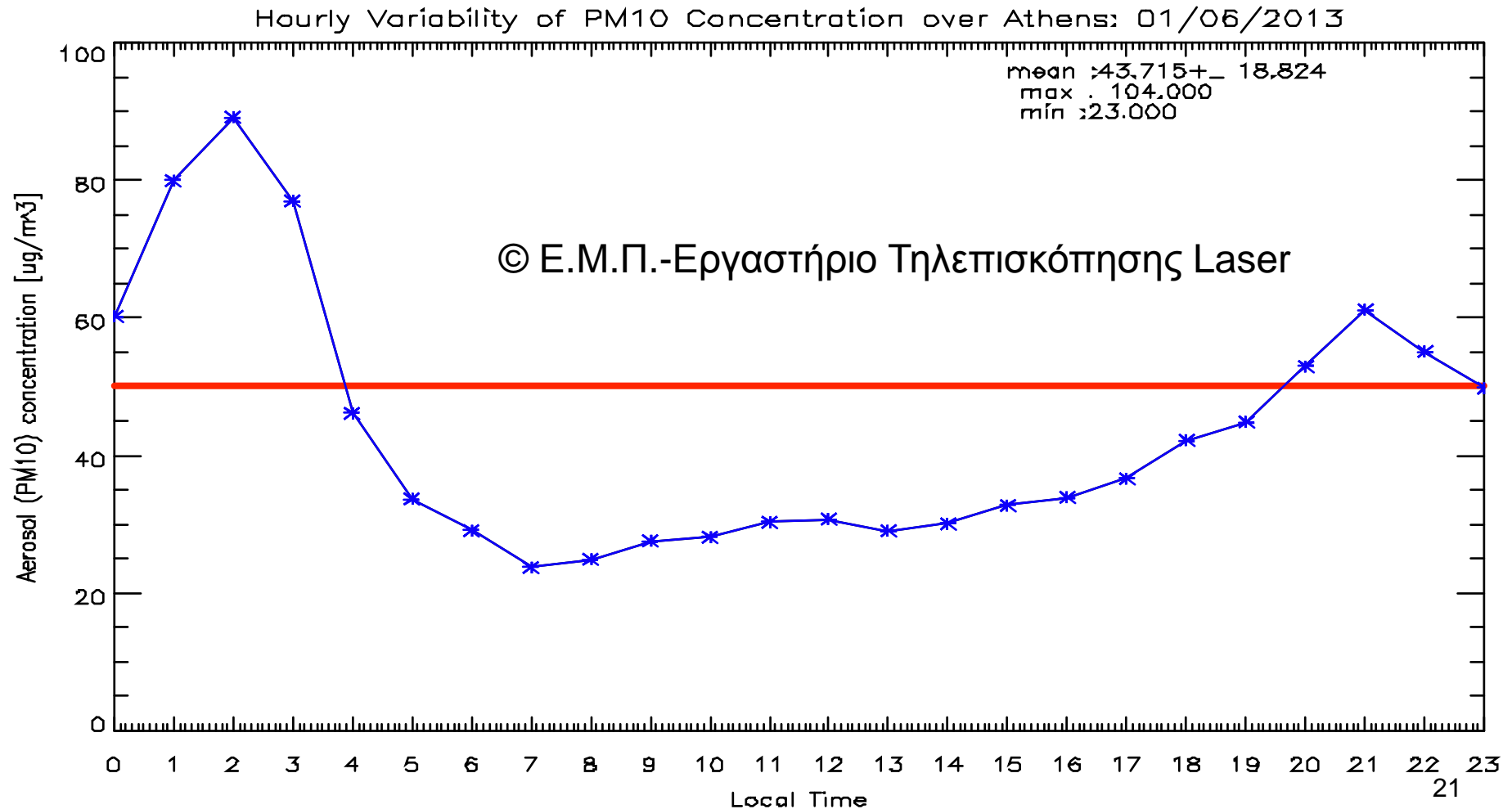




4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2012-2013)

06 01 2013

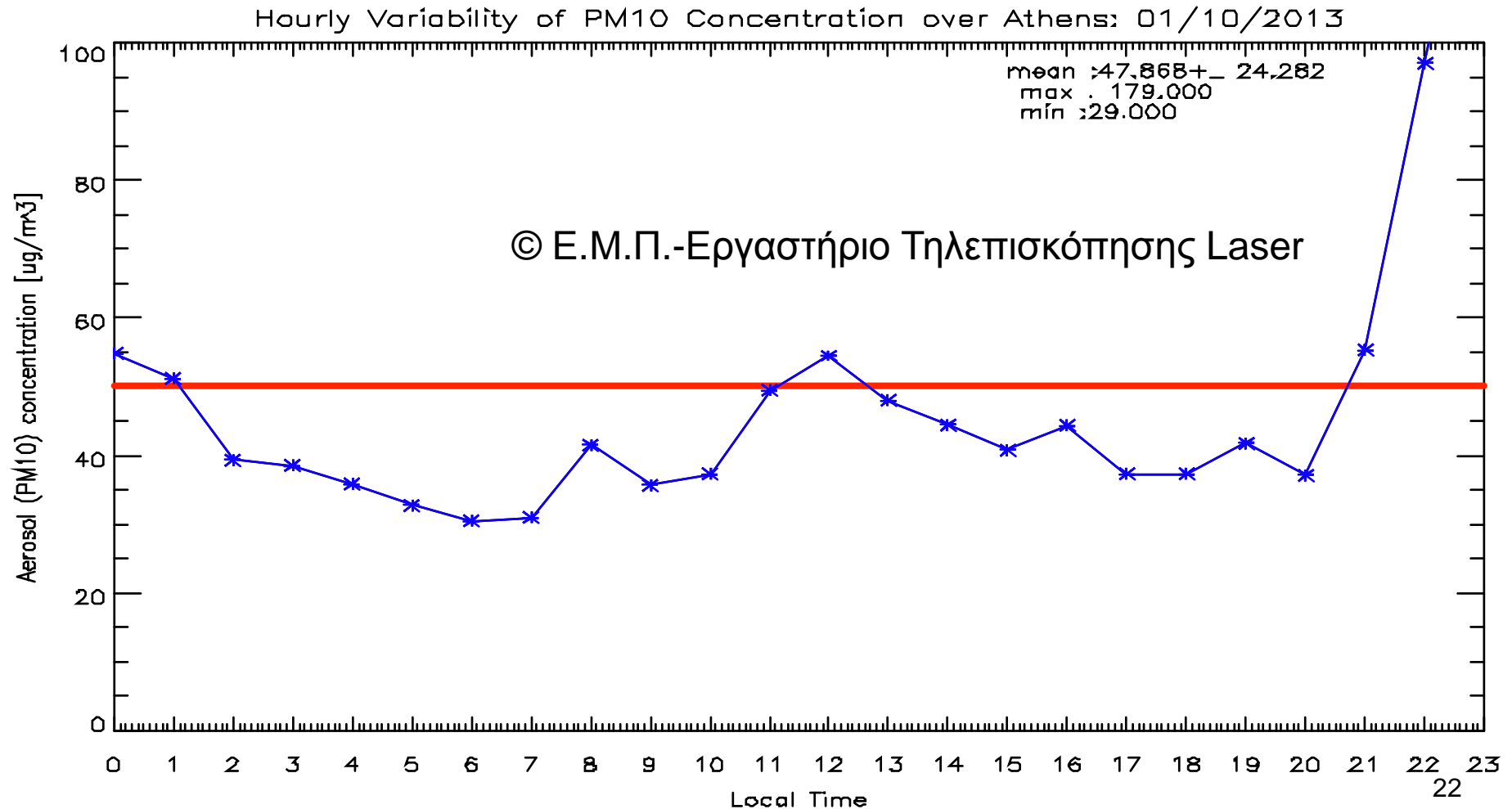




4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2012-2013)

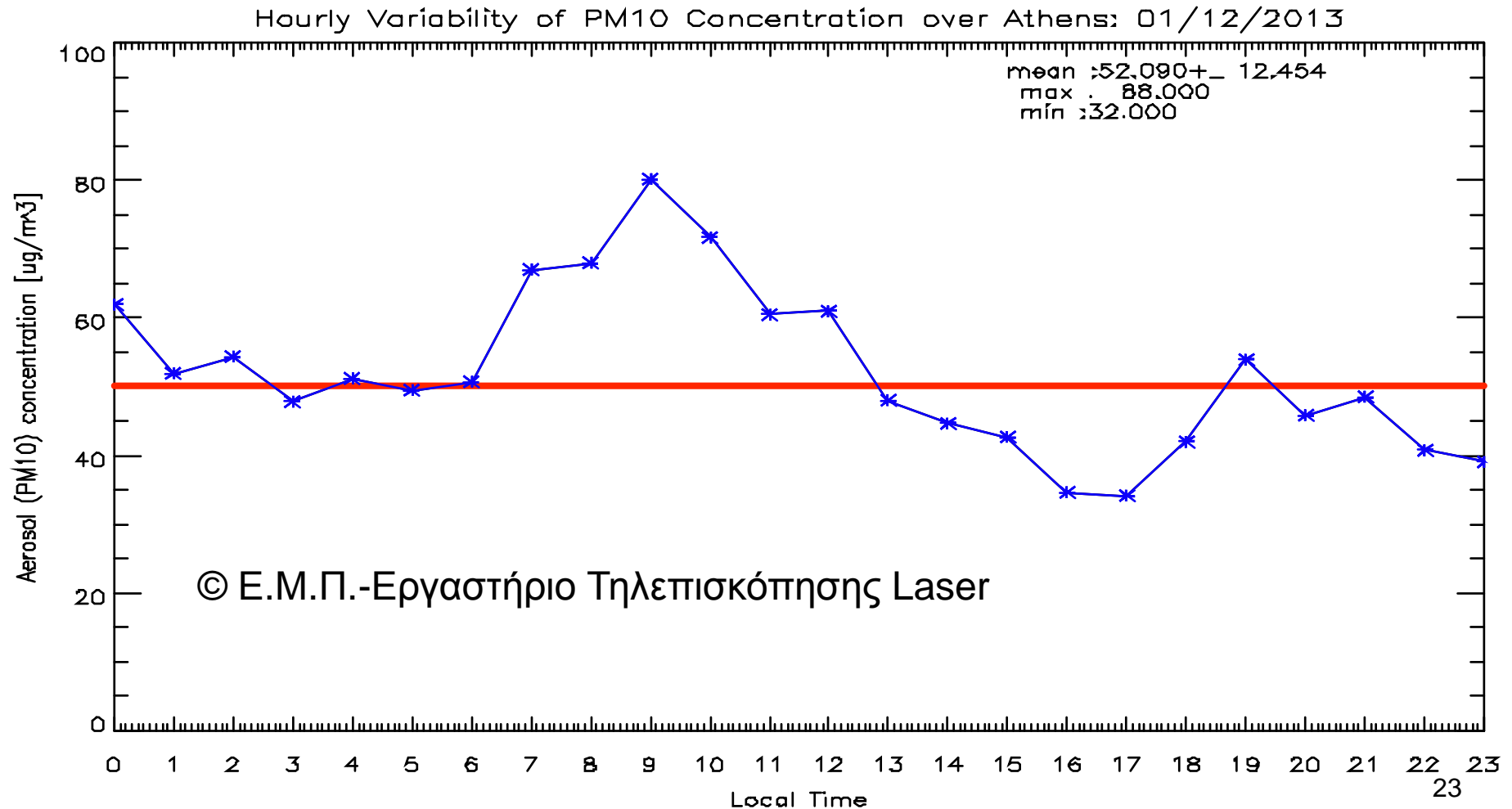
10 01 2013

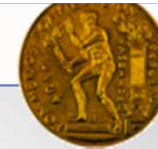




Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων (Χειμώνας 2012-2013)

12 01 2013

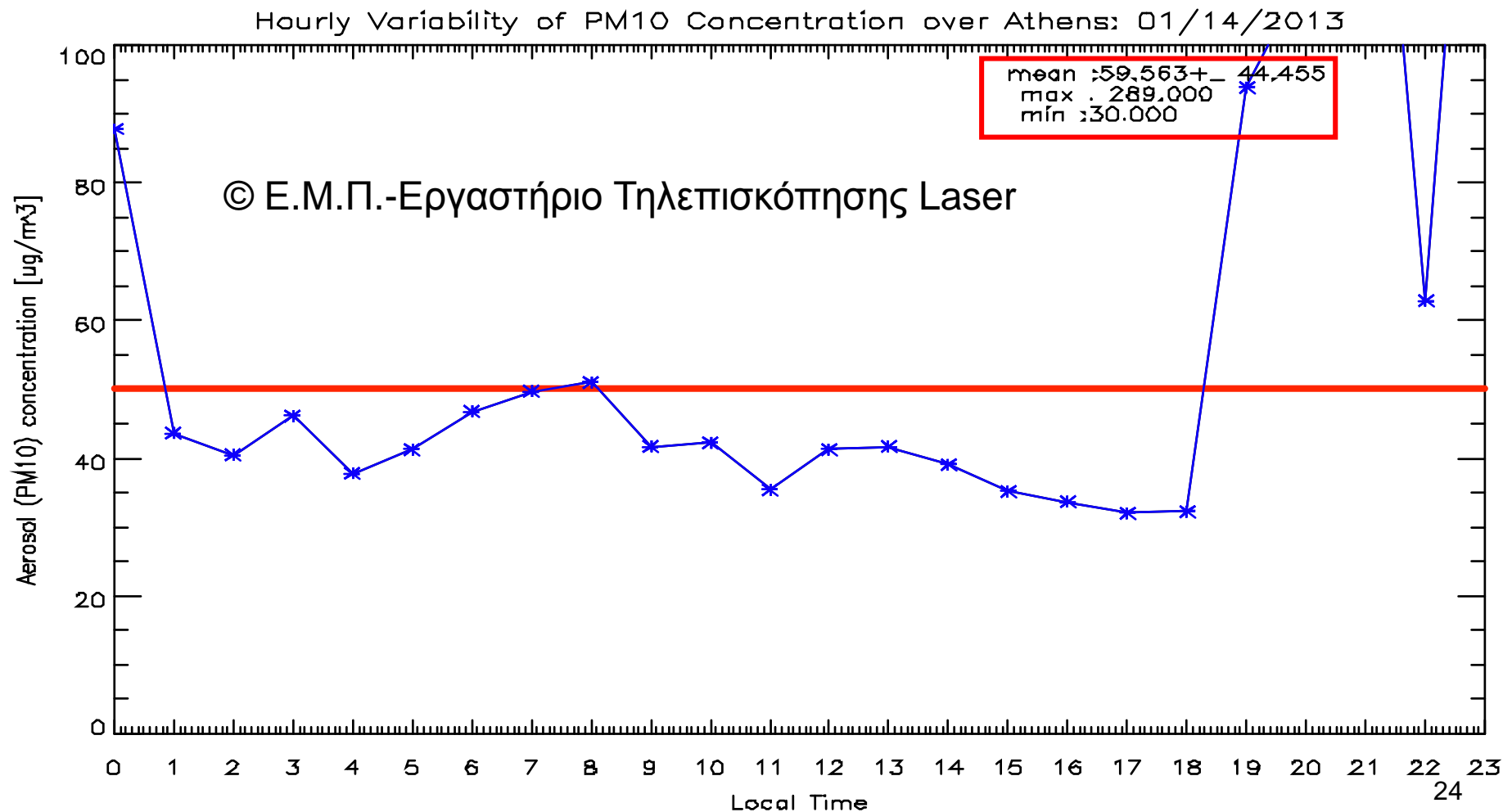




4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2012-2013)

14 01 2013

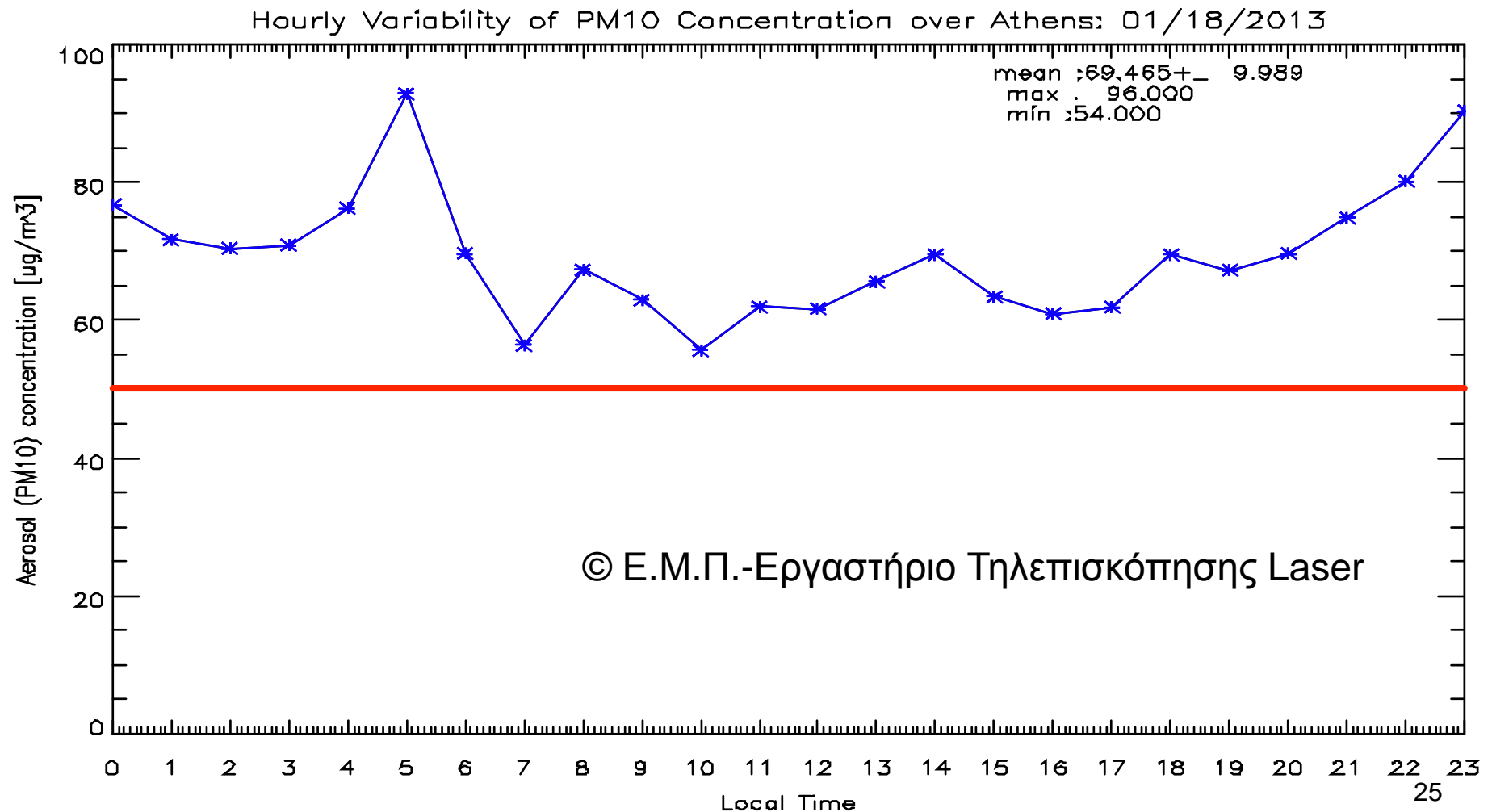




4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2012-2013)

18 01 2013

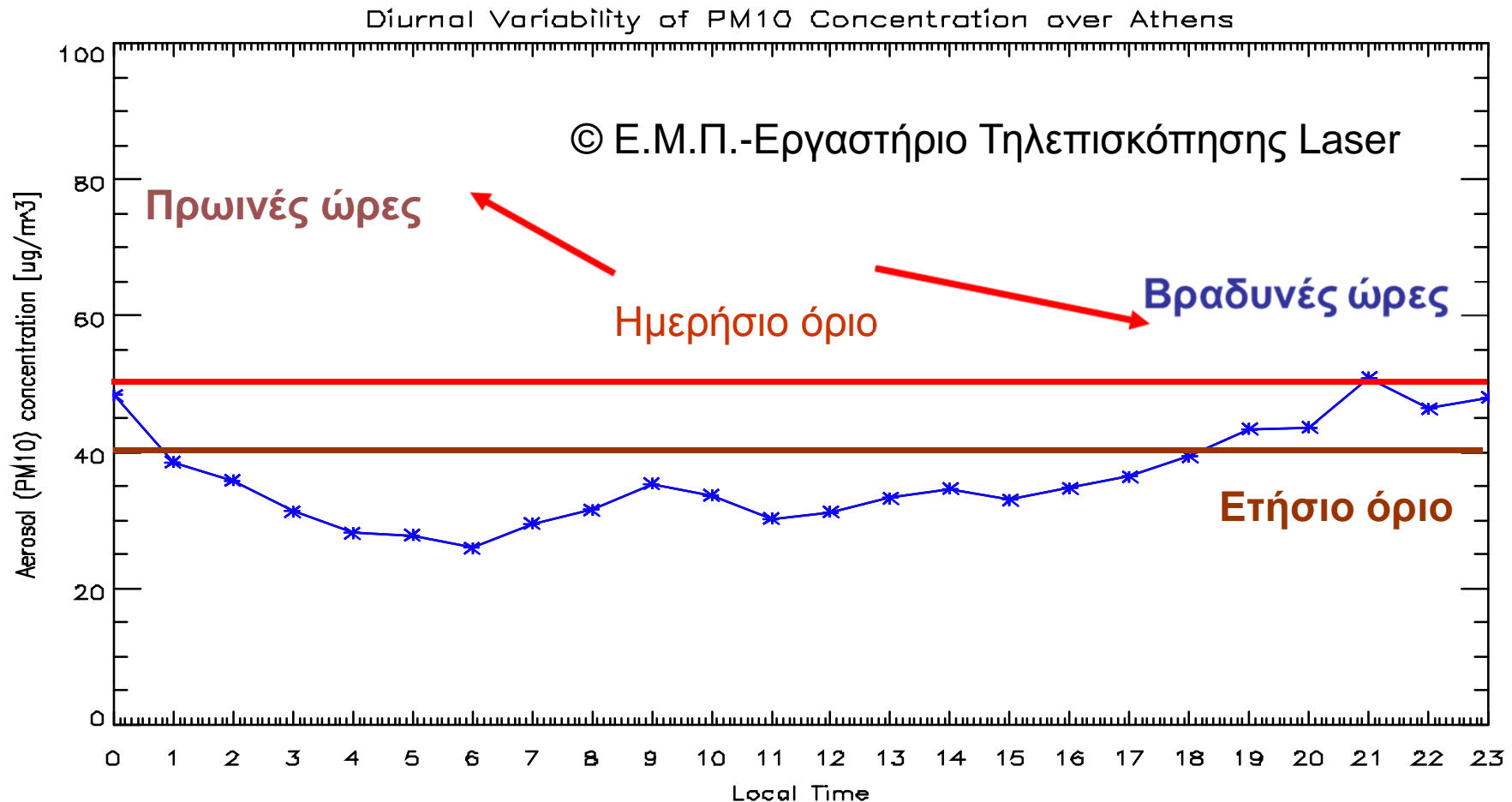




4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2013-2014)

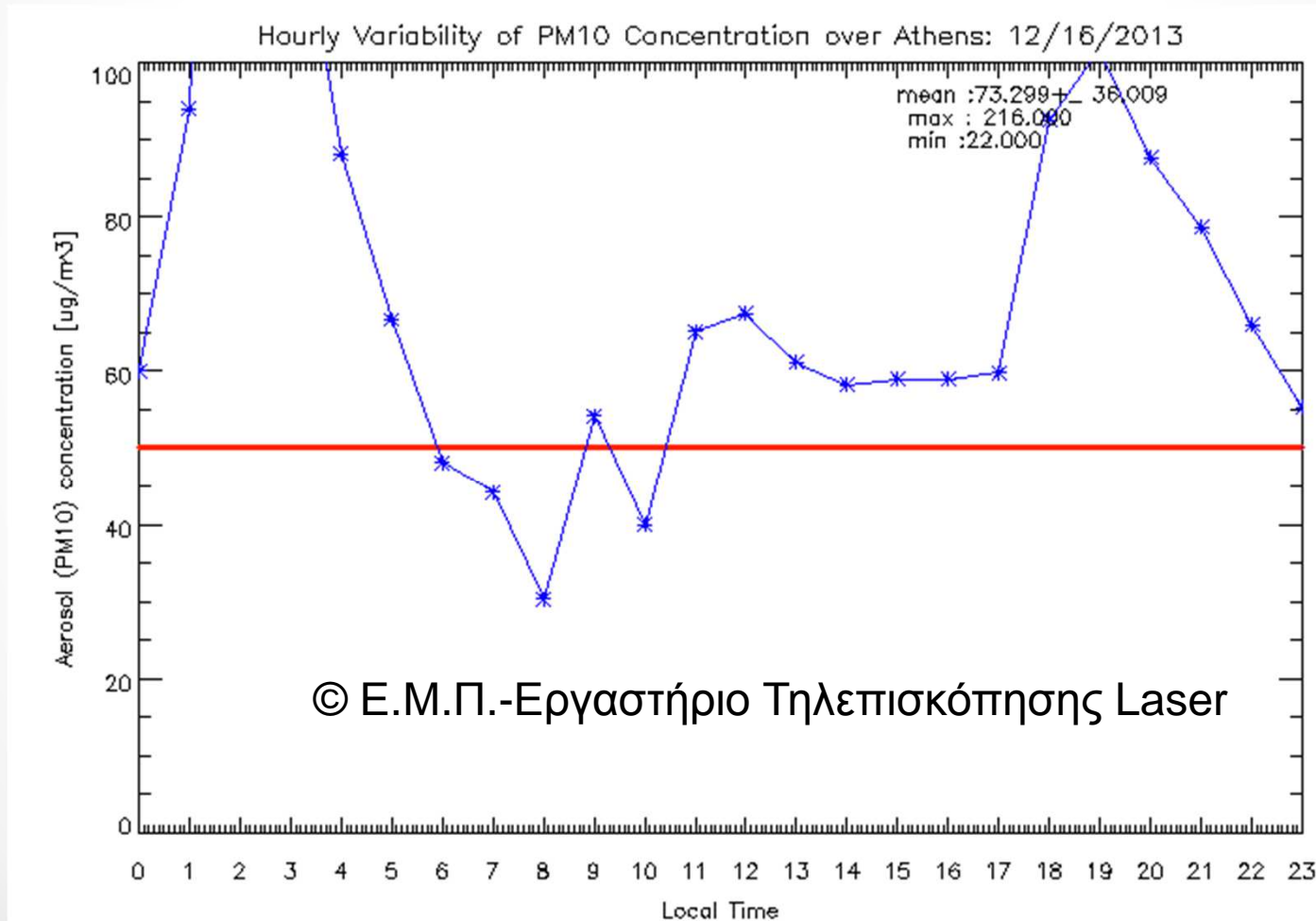
Δεκ. 2013 – Ιαν. 2014





Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2013-2014)

16 12 2013

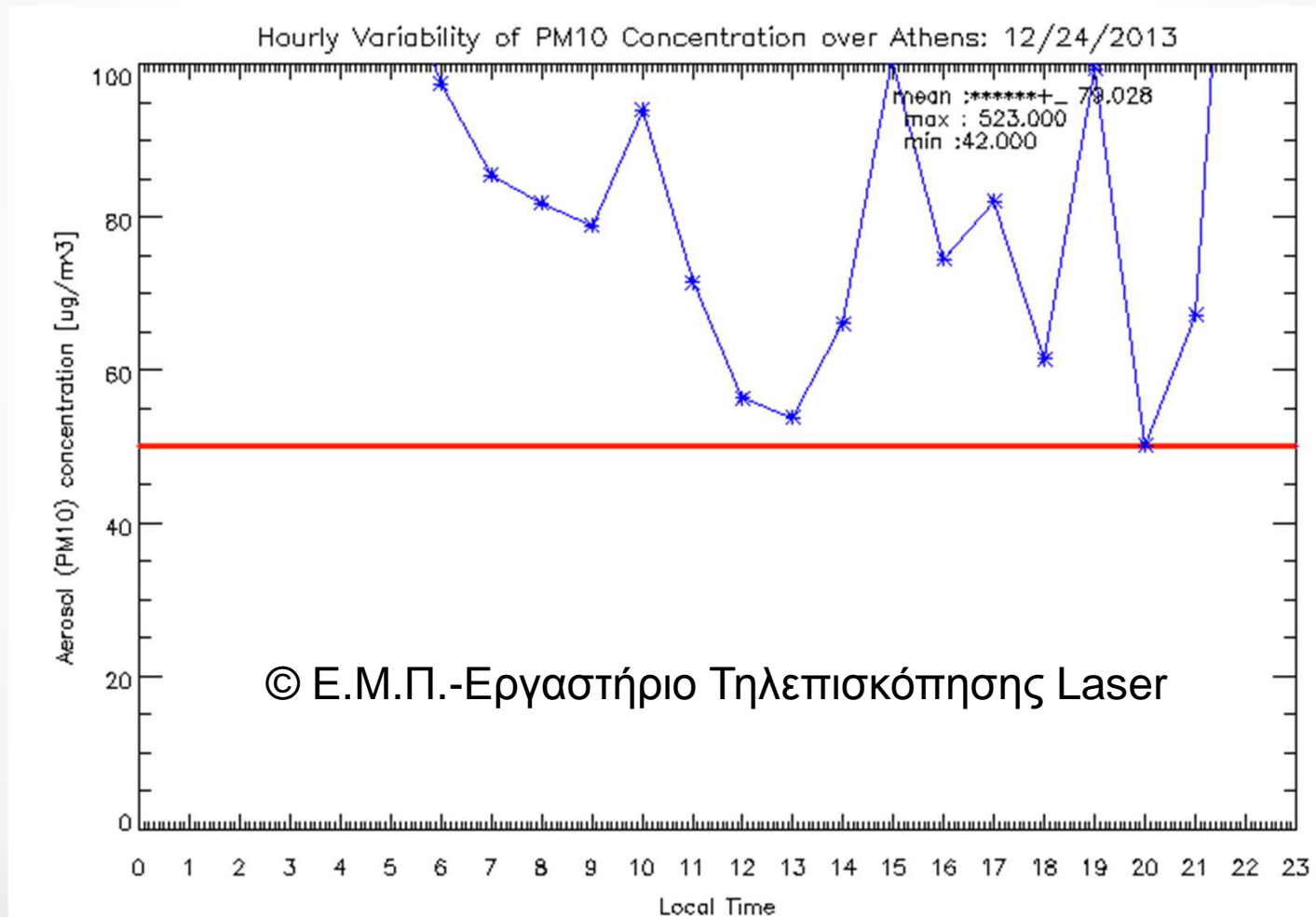




4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2013-2014)

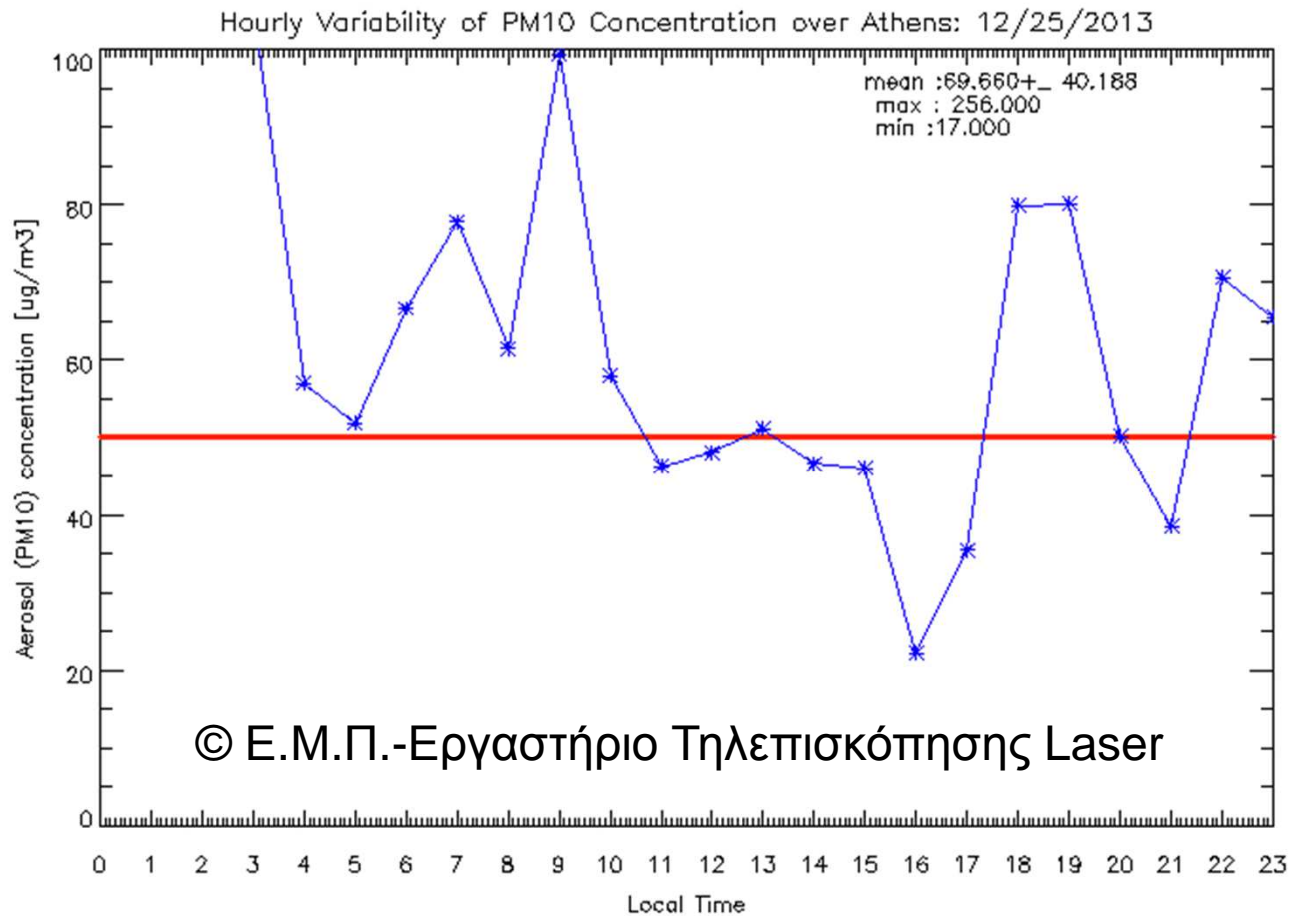
24 12 2013





Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2013-2014)

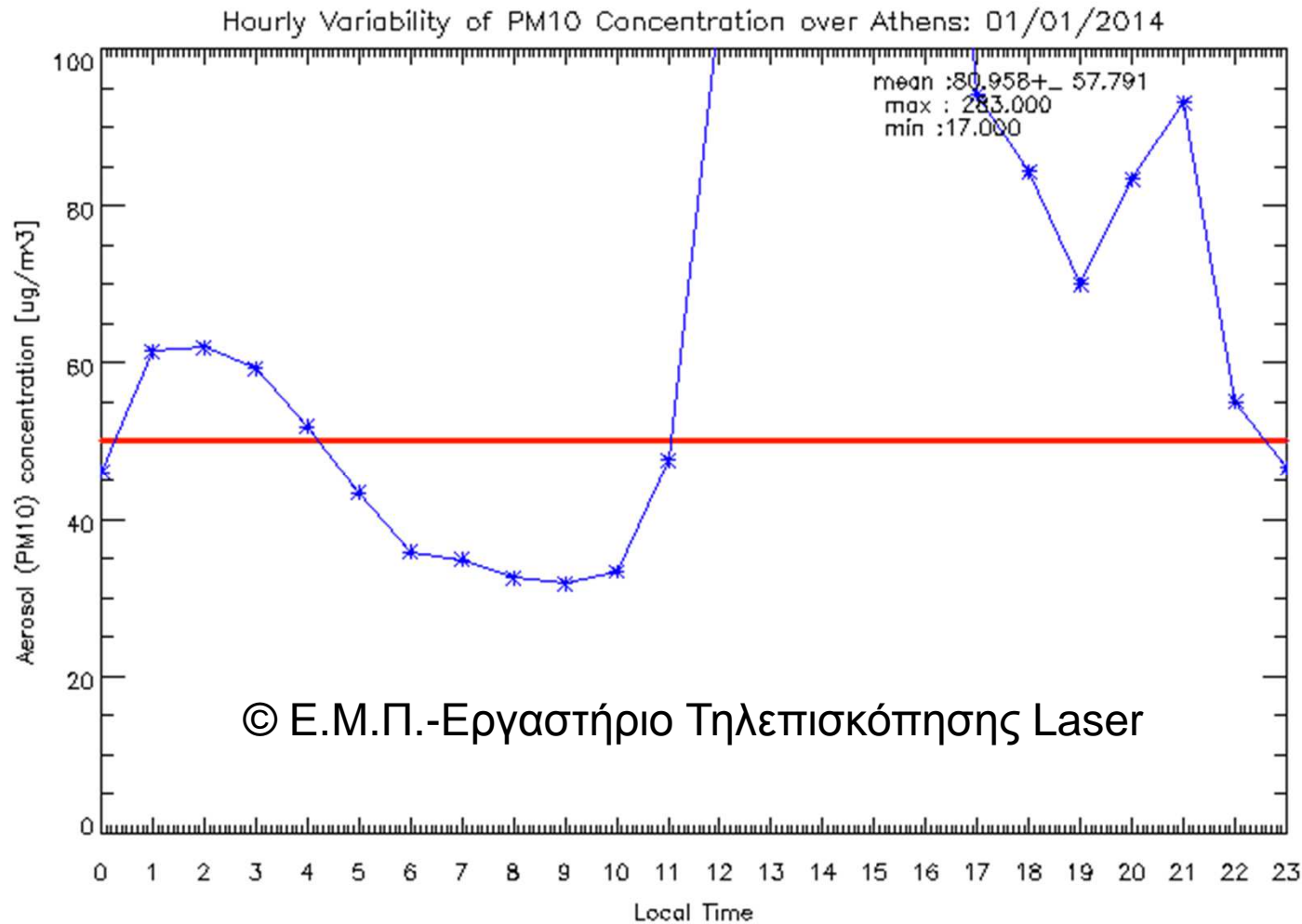
25 12 2013





Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2013-2014)

01 01 2014

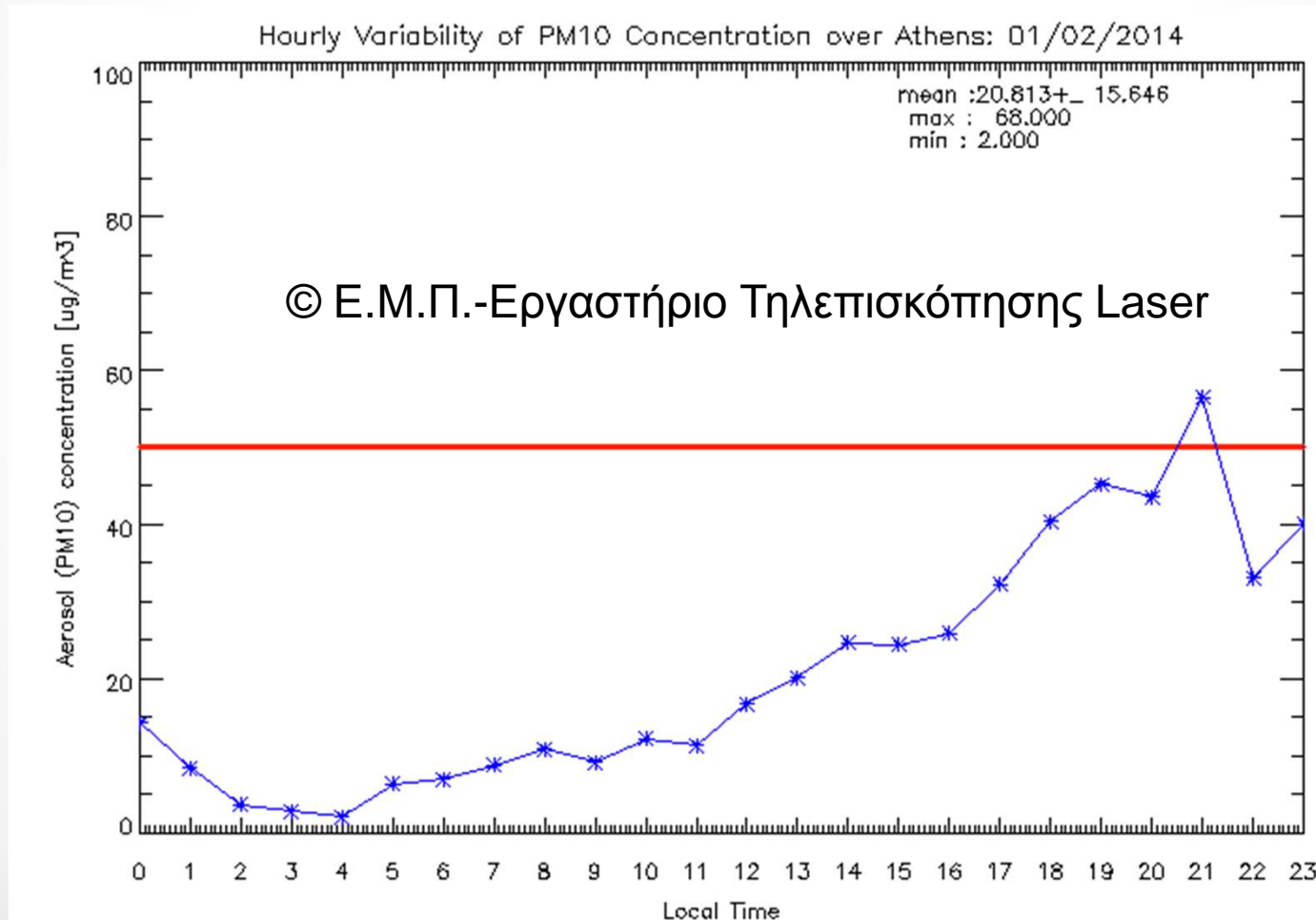


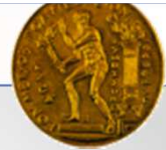


4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2013-2014)

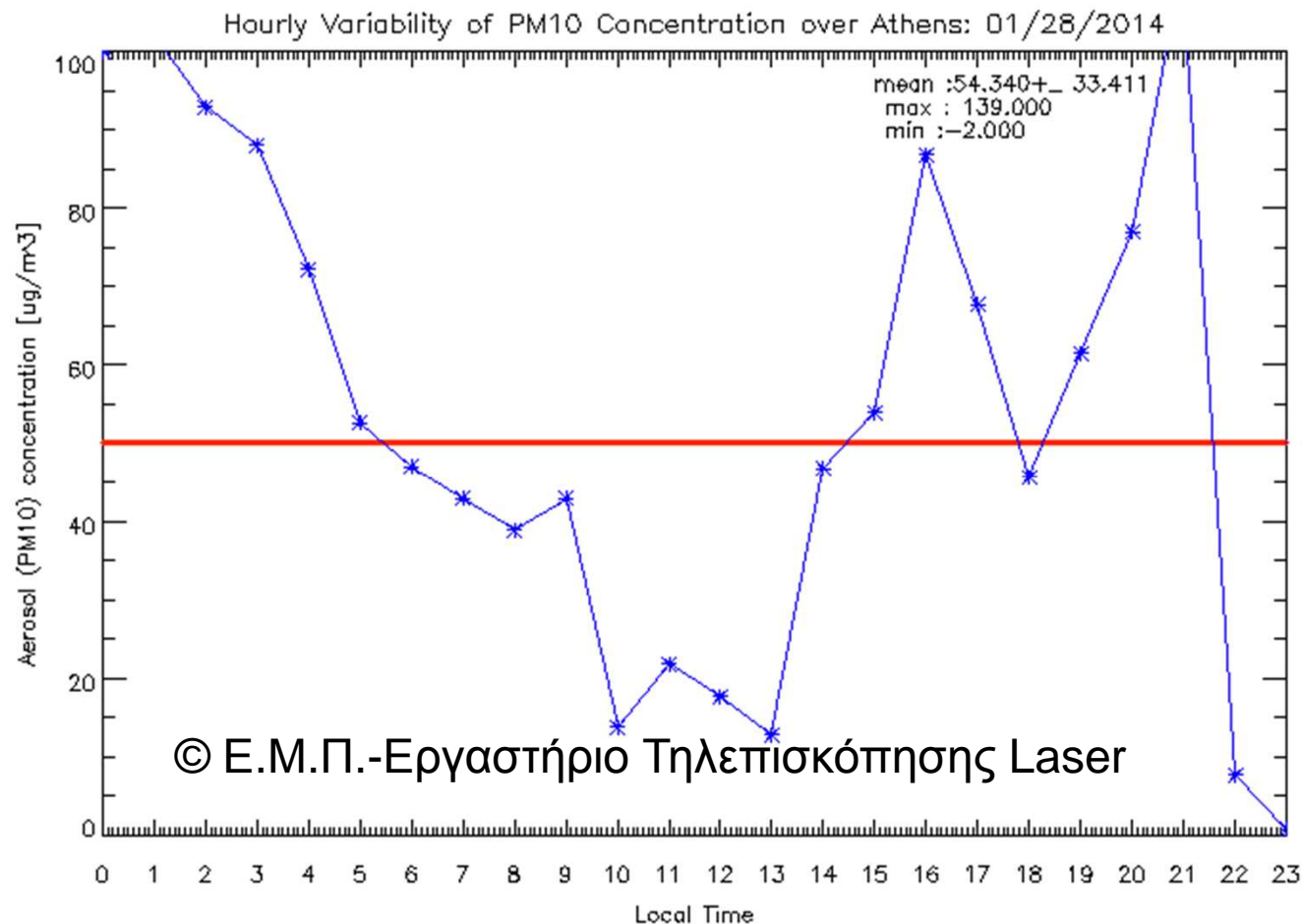
02 01 2014





Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων
(Χειμώνας 2013-2014)

28 01 2014





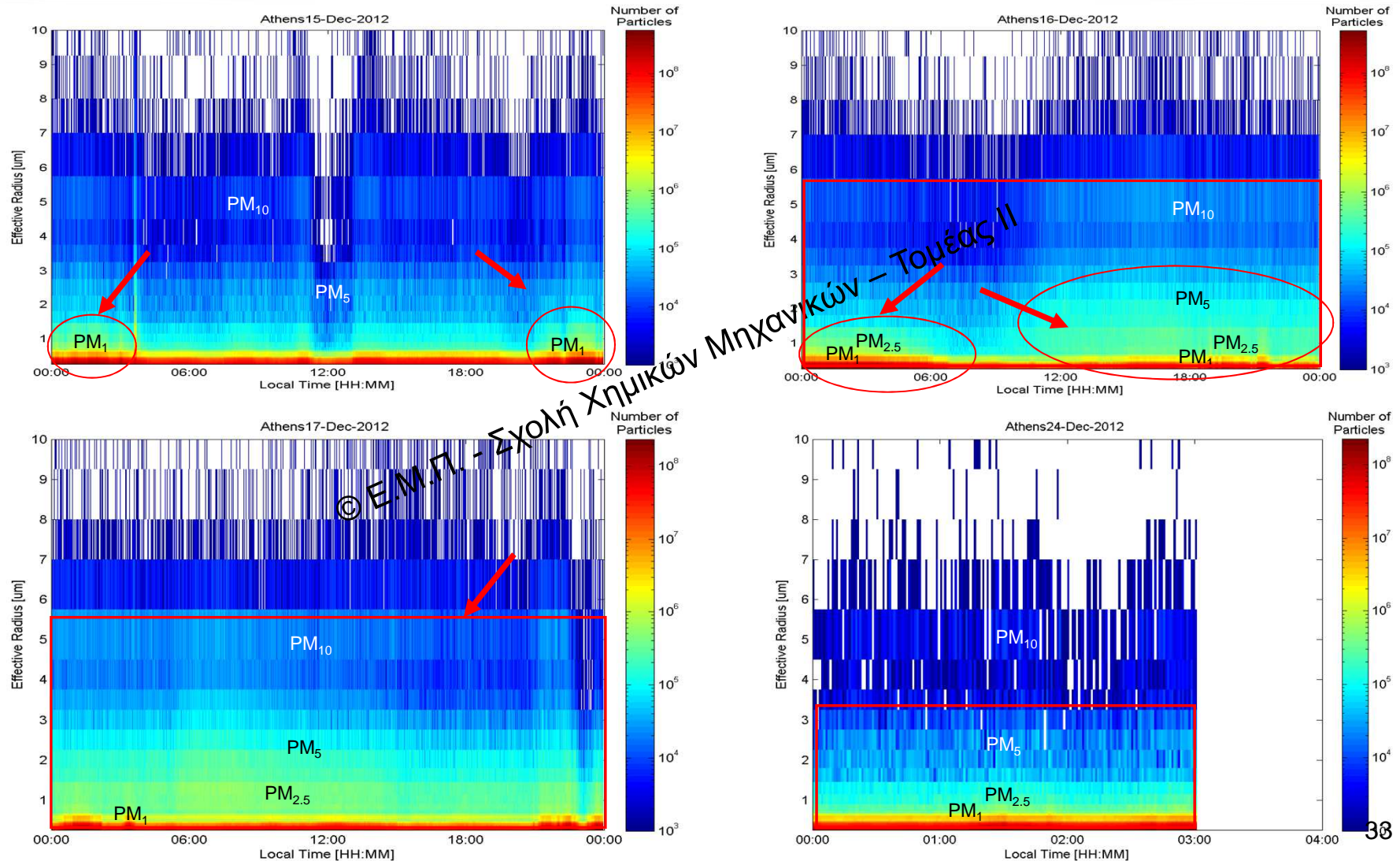
4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων

(PM_{10} - PM_5 - $PM_{2.5}$ - PM_1)

(Χειμώνας 2012-2013)

15-24.12.2012





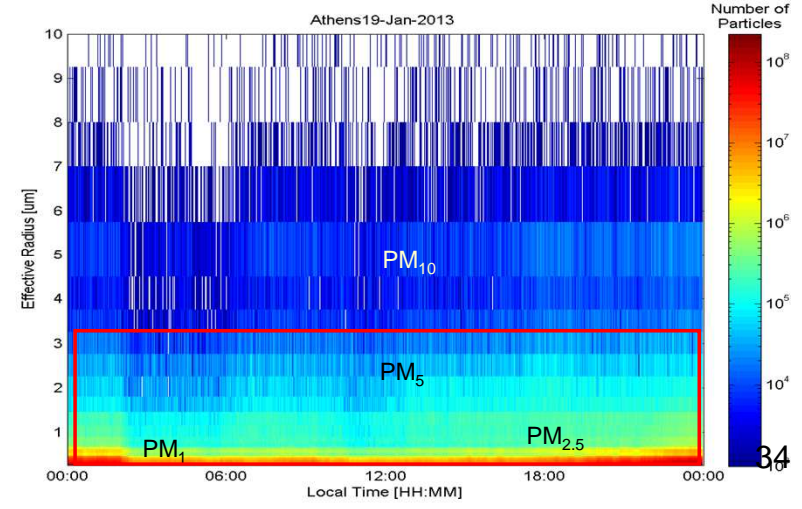
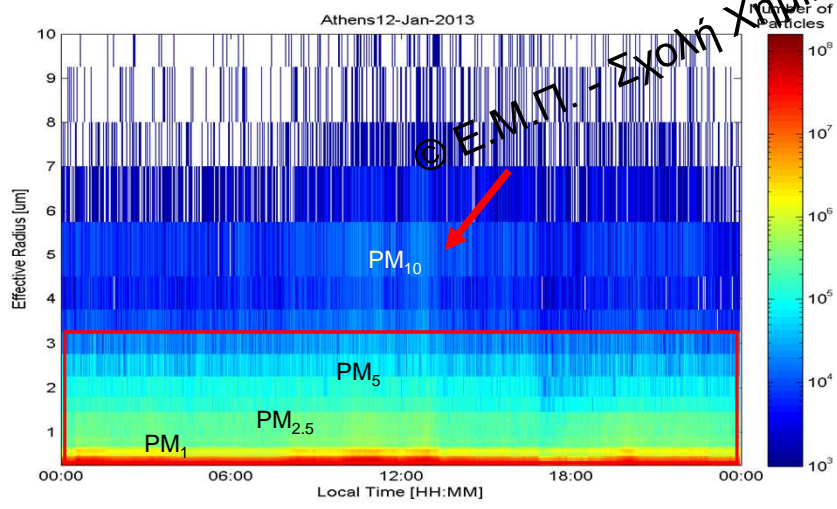
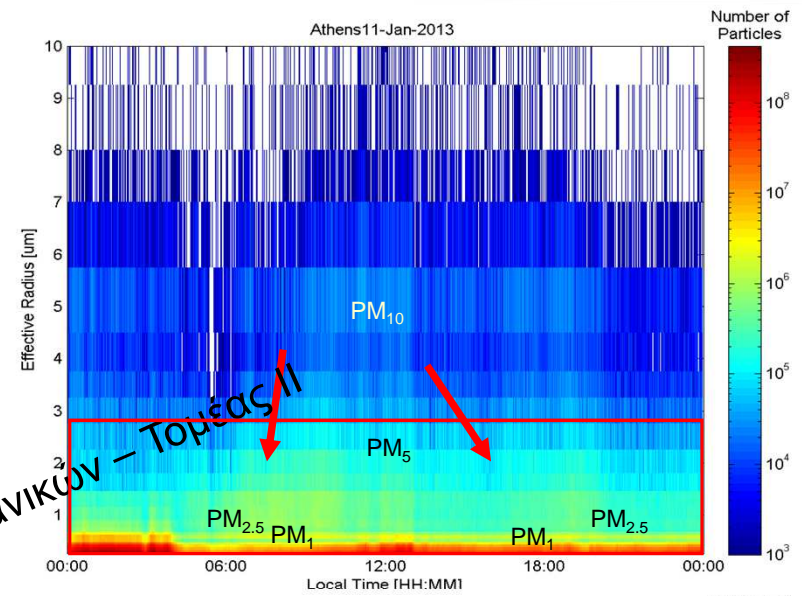
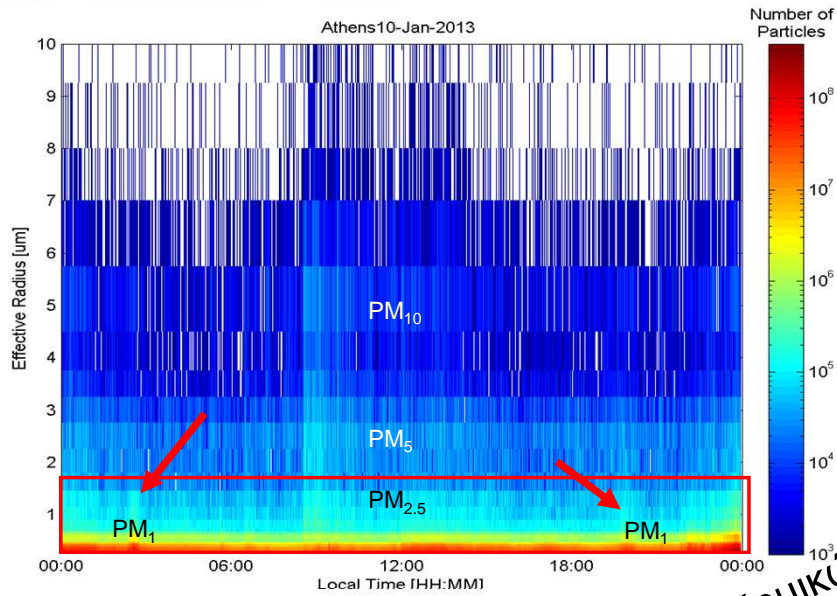
4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Επιτόπιες Μετρήσεις Κατανομής Μεγέθους Αιωρούμενων Σωματιδίων

(PM₁₀ - PM₅ - PM_{2.5} - PM₁)

(Χειμώνας 2012-2013)

10-19 01 2013



© Ε.Μ.Π. - Σχολή Χημικών Μηχανικών - Τομέας II



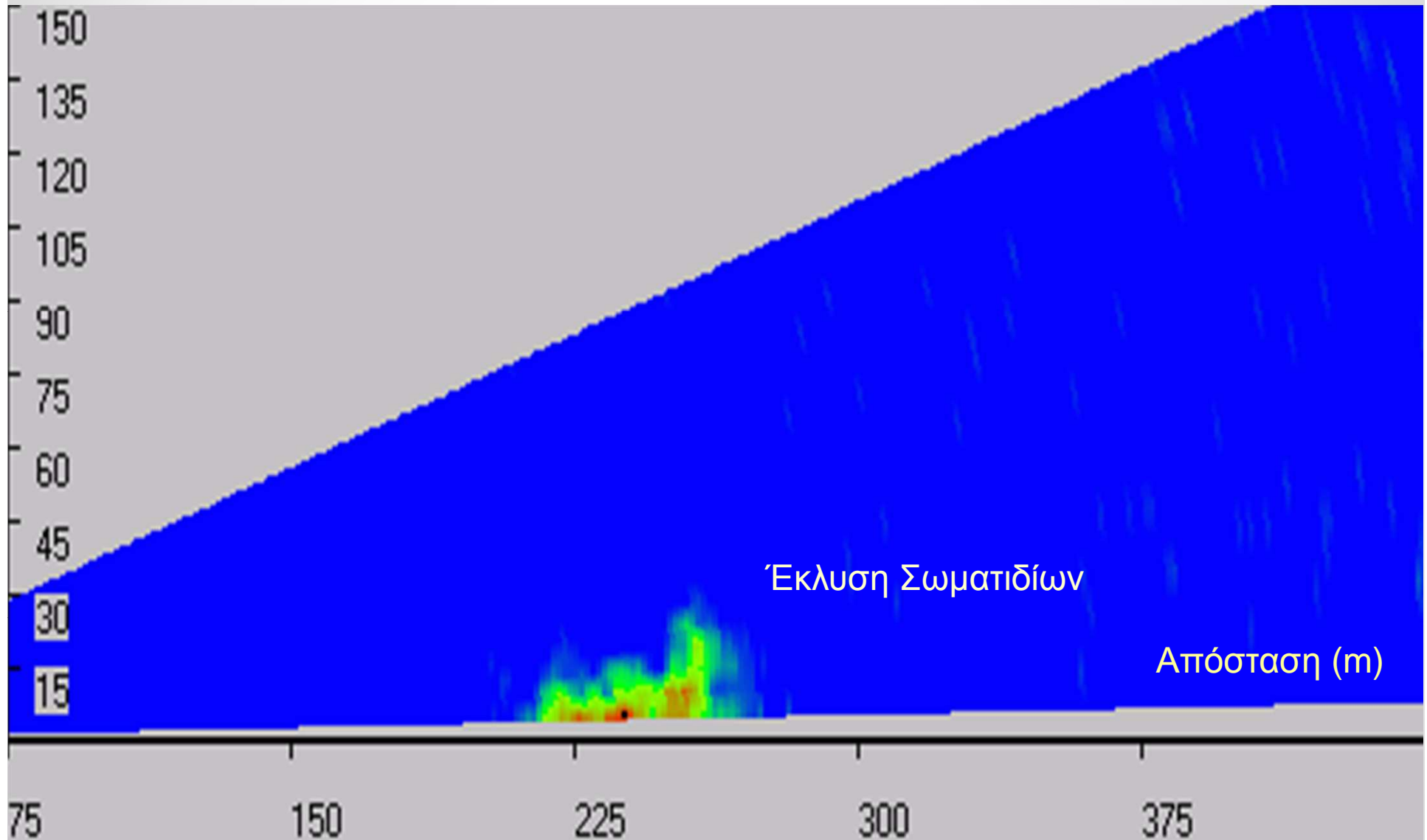
4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

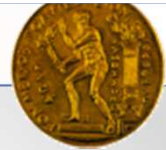
ΕΜΠ – ΣΕΜΦΕ -Τομέας φυσικής – Σύστημα Raman lidar



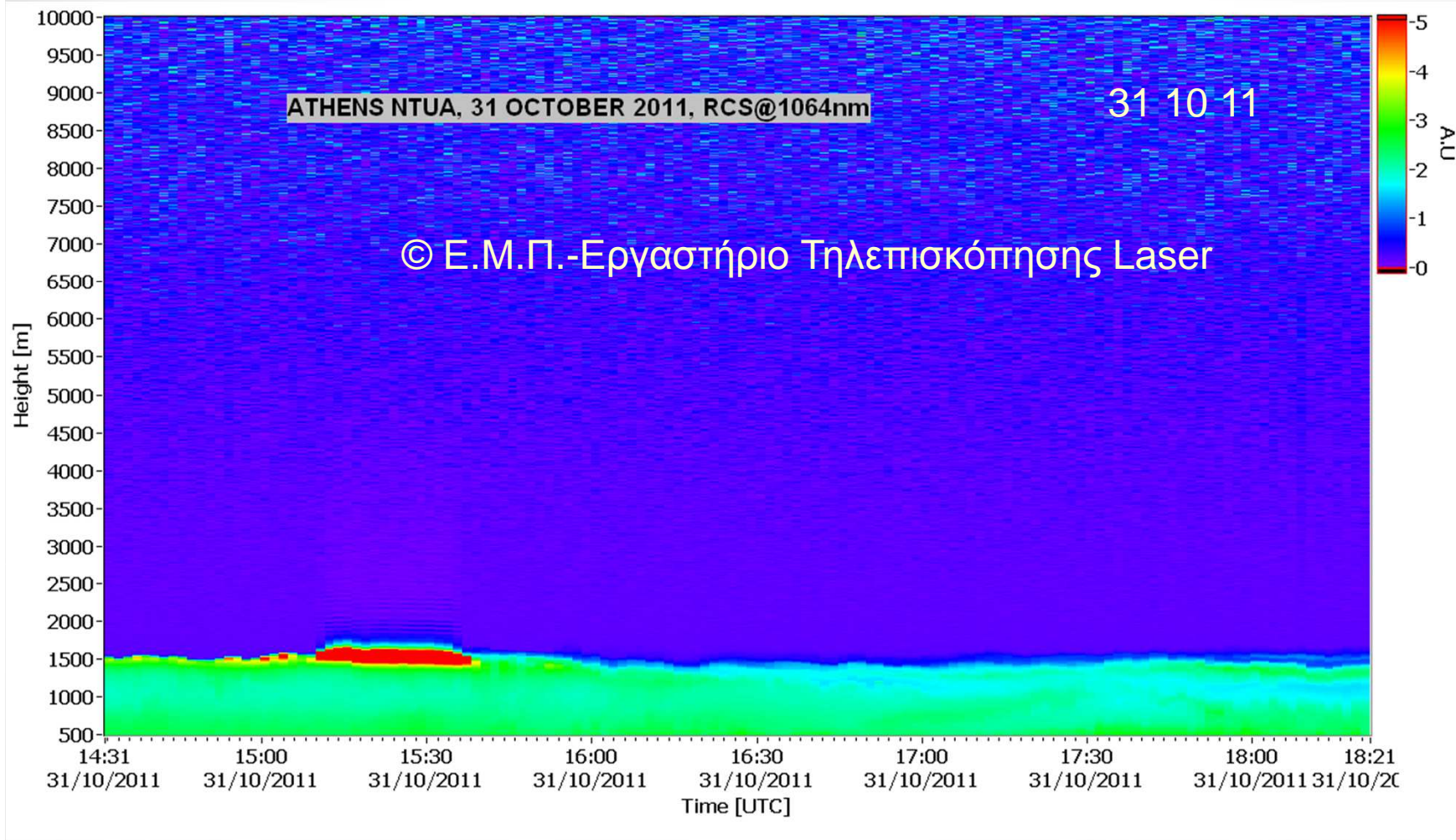


4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών



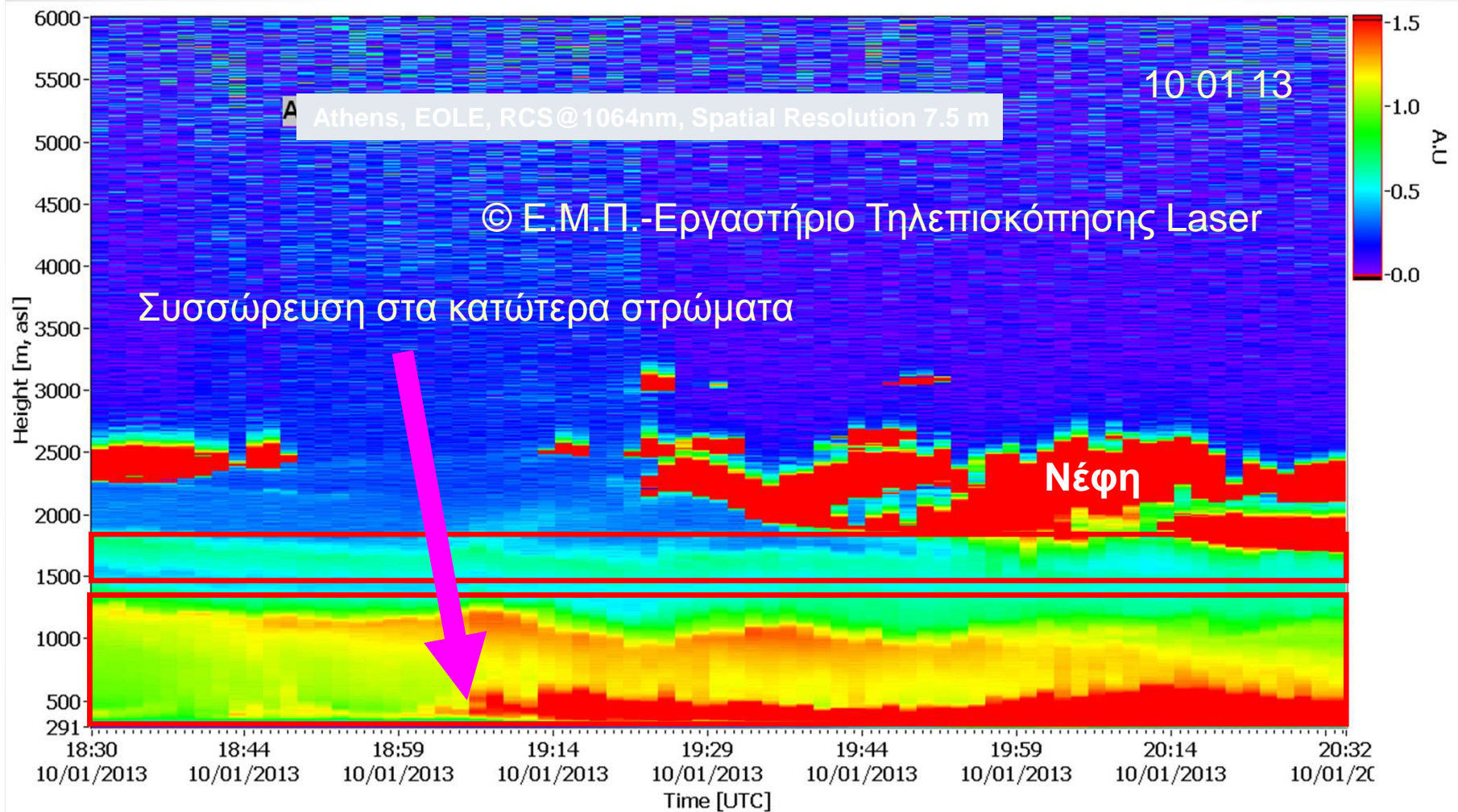


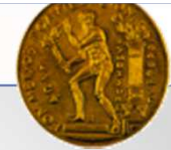
Παραδείγματα μετρήσεων lidar (2011)





Παραδείγματα μετρήσεων lidar (Χειμώνας 2012-2013)

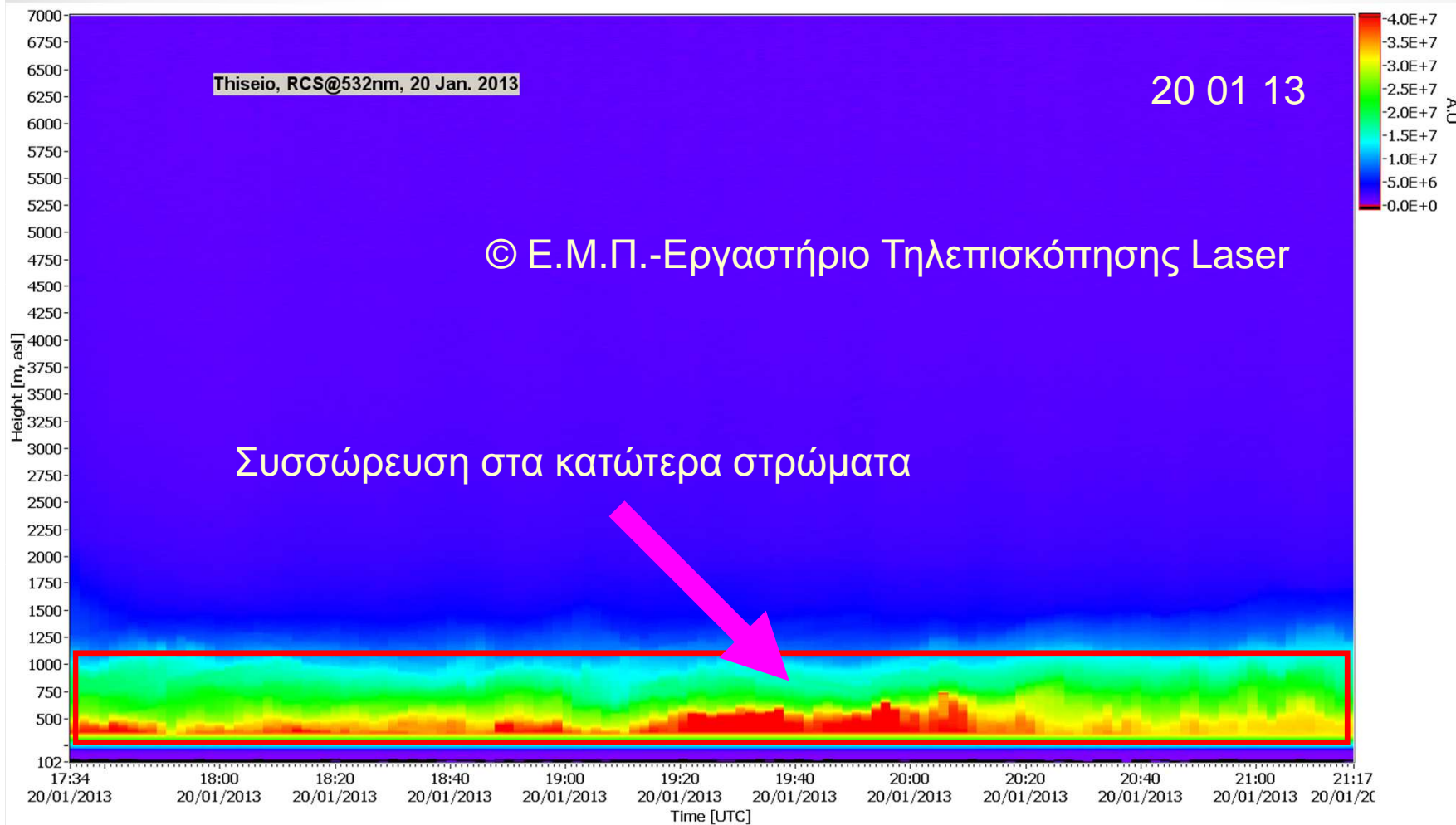


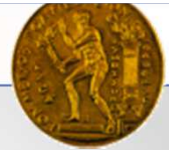


4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Παραδείγματα μετρήσεων lidar (Χειμώνας 2012-2013) – ΘΗΣΕΙΟ (ΕΑΑ)

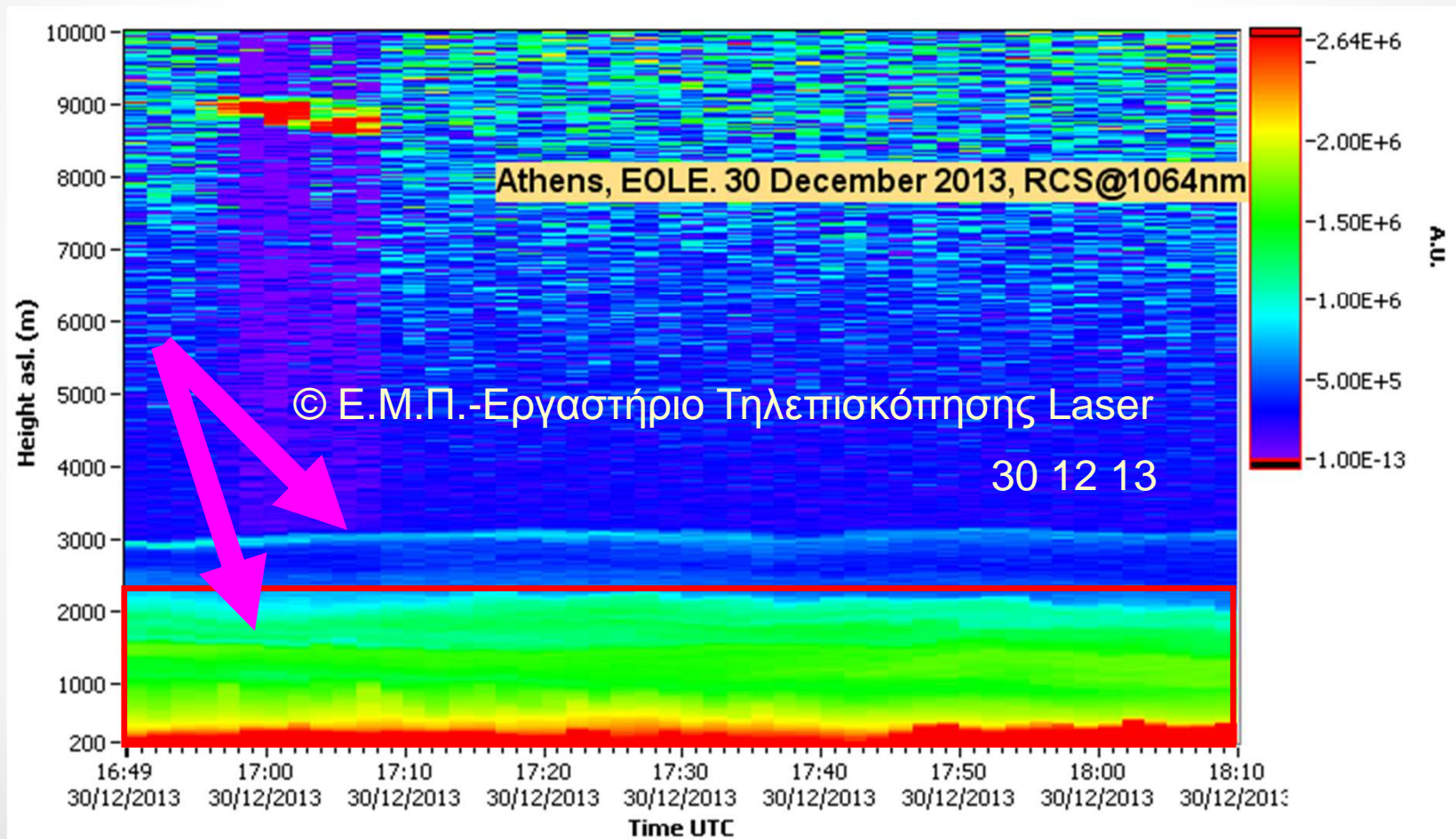
Συσσώρευση στα κατώτερα στρώματα





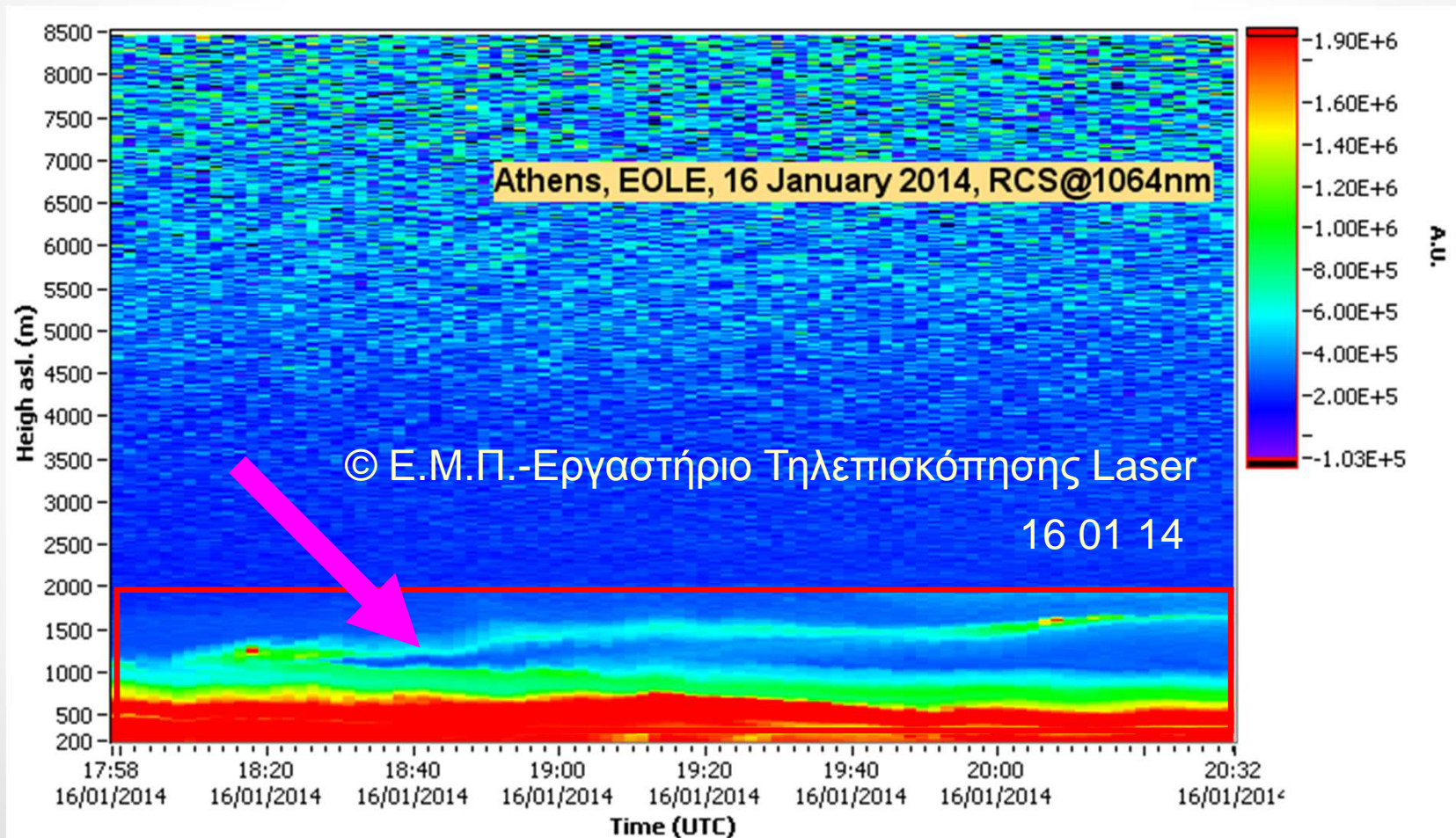
4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Παραδείγματα μετρήσεων lidar (Χειμώνας 2013-2014) – (ΕΜΠ)





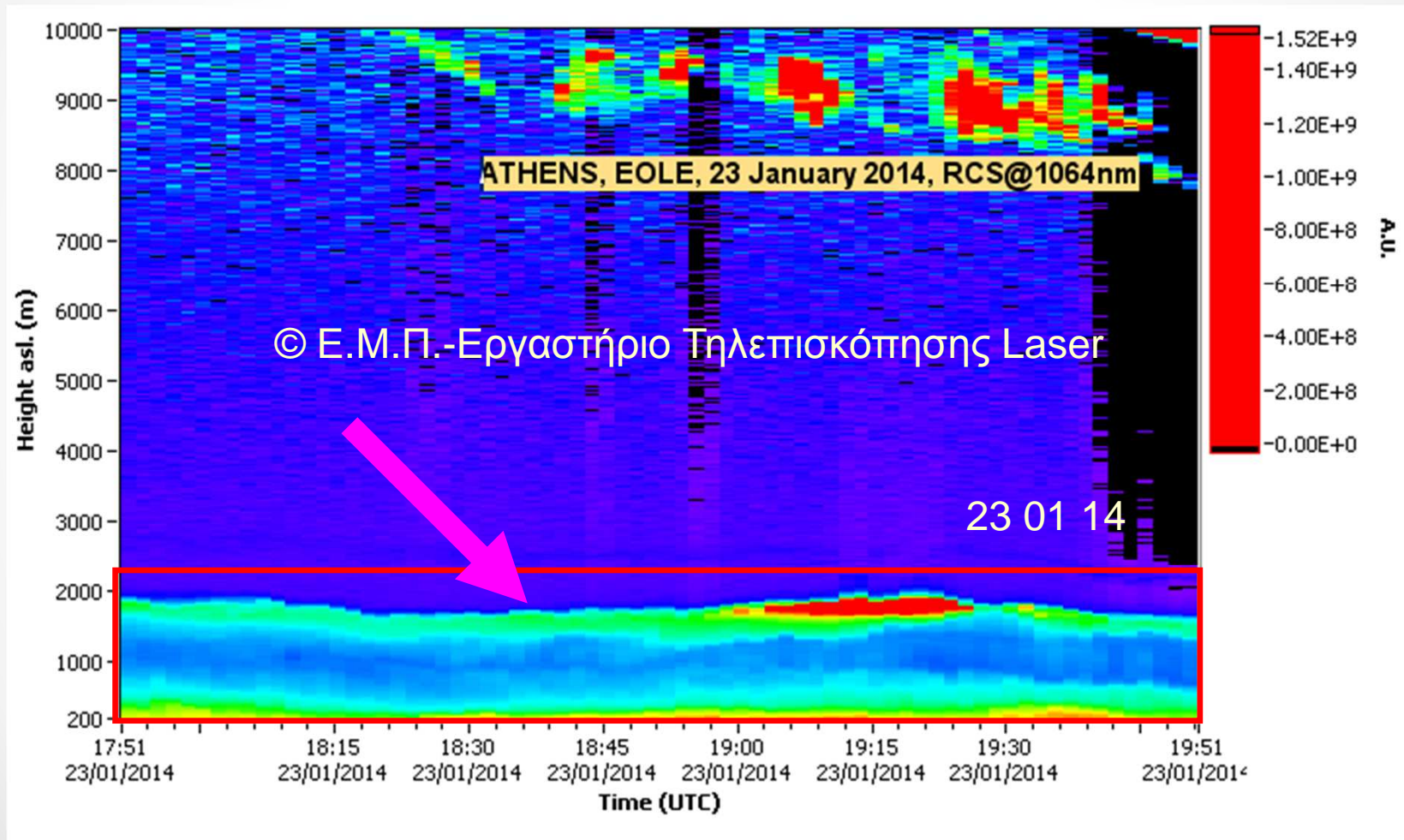
Παραδείγματα μετρήσεων lidar (Χειμώνας 2013-2014) – (ΕΜΠ)





4. Καταγραφή σωματιδίων στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Παραδείγματα μετρήσεων lidar (Χειμώνας 2013-2014) – (ΕΜΠ)





5. Συμπεράσματα

- Πρωτόγνωρα εξαιρετικά υψηλά επίπεδα πολύ μικρών σωματιδίων ($<PM_{2.5}$)
- Αύξηση των PM_{10} , PM_5 , $PM_{2.5}$, PM_1 και $PM_{0.5}$ κυρίως τις βραδυνές ώρες, οφειλόμενη στην ανεξέλεγκτη καύση ξυλείας και άλλων υλών!
- Υπέρβαση του ορίου των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ περισσότερο από 16 ημέρες (ΥΠΕΚΑ-Λυκόβρυση) Δεκ. 2012.
- Εγκλωβισμός λεπτών-υπέρλεπτων σωματιδίων στα πρώτα 100-300 m.

ΛΑΘΑΣΜΕΝΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ Η ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΗΣ ΦΟΡΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ:

- Μείωση κατά 72% στην κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης (2012-2013)
- Μείωση 85 Μ€ κρατικών εσόδων (2012-2013).
- **ΟΔΗΓΗΣΕ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΛΑΘΡΟΫΛΟΤΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**
- **ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΔΑΣΩΝ (ΔΕΚΑΔΕΣ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ ΠΑΡΘΕΝΟΥ ΔΑΣΟΥΣ: ΠΙΝΔΟ-ΓΡΑΜΜΟ-ΘΡΑΚΗ-ΡΟΔΟΠΗ, κλπ.).**

6. Προτάσεις για βελτίωση του αναπνεύσιμου αέρα

Μέτρα μείωσης των εκπεμπόμενων αέριων ρύπων/σωματιδίων

- Μείωση[Απαγόρευση] καύσης ξύλου για θέρμανση (αύξηση του φόρου κατανάλωσης)
- Χρήση μόνο πιστοποιημένων πηγών/εγκαταστάσεων θέρμανσης για καύση προϊόντων καθαρού ξύλου (ξυλόσπομπες, ενεργειακά τζάκια)
- Μείωση του φόρου κατανάλωσης στο πετρέλαιο θέρμανσης
- Προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου και υγραερίου
- Βελτίωση θερμομόνωσης στις κατοικίες – δημόσια κτήρια.

Ενημέρωση κοινής γνώμης για την επικινδυνότητα από την καύση μη πιστοποιημένων προϊόντων ξυλείας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ



- Ιωάννη Ζιώμα (Σχ. ΧΜ, Καθ. ΕΜΠ)
- 