



**ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ**  
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



**Πανεπιστήμιο  
Κρήτης**



**Πανεπιστήμιο  
Πατρών**



Πάτρα, 25/2/2013

## ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ

Με την πτώση των θερμοκρασιών από τα μέσα Δεκεμβρίου παρατηρήθηκε εκτεταμένη καύση ξύλων σε τζάκια και ξυλόσομπες με αποτέλεσμα να σημειωθούν αρκετά επεισόδια «αιθαλομίχλης» σε πολλές πόλεις της Ελλάδας. Για την παρακολούθηση των επιπέδων της χειμερινής ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τη μελέτη της συνεισφοράς διαφορετικών πηγών σε αυτά, πραγματοποιήθηκαν κατά το διάστημα 10 Ιανουαρίου – 10 Φεβρουαρίου 2013 λεπτομερείς μετρήσεις τόσο των αιωρούμενων σωματιδίων, με εξειδικευμένες χημικές αναλύσεις, στις πέντε μεγαλύτερες Ελληνικές πόλεις. Το πείραμα έγινε στο πλαίσιο του προγράμματος ΕΣΠΑ-ΘΑΛΗΣ με θέμα "Προσδιορισμός των πηγών και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των λεπτόκοκκων και υπερλεπτόκοκκων αιωρούμενων σωματιδίων του ατμοσφαιρικού αερολύματος που επηρεάζουν το κλίμα της Ελλάδας". Μετρήσεις έγιναν στο Θησείο, στην Αγ. Παρασκευή και στην Πεντέλη για την Αθήνα (από το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. "Δημόκριτος", τα Πανεπιστήμια Κρήτης και Αιγαίου), στη Θεσσαλονίκη (από το Πανεπιστήμιο Αιγαίου), στην Πάτρα (από το Πανεπιστήμιο Πατρών), στο Ηράκλειο (από το Πανεπιστήμιο Κρήτης) και στα Ιωάννινα (από τα Πανεπιστήμια Ιωαννίνων και Κρήτης). Παράλληλα έγιναν μετρήσεις και στους απομακρυσμένους σταθμούς υποβάθρου "Φινοκαλιά" στο Λασίθι (από το Πανεπιστήμιο Κρήτης) και στο "NEO-Navarino Environmental Observatory" στη Μεσσηνία (από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και την Ακαδημία Αθηνών). Το πρόγραμμα συντονίστηκε από τον Καθ. Χ. Πηλίνη (Παν. Αιγαίου) και συμμετείχαν οι ερευνητικές ομάδες ατμοσφαιρικής χημείας και φυσικής των Ε. Γερασόπουλου (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών), Κ. Ελευθεριάδη (Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. "Δημόκριτος"), Ν. Μιχαλόπουλου (Παν. Κρήτης και ΙΤΕ),

Γ. Μπίσκου (Παν. Αιγαίου), Α. Νένε (ΙΤΕ και Georgia Tech.), Σ. Πανδή (ΙΤΕ και Παν. Πατρών) και Ν. Χατζηναστασίου (Παν. Ιωαννίνων).

Τα κυριότερα πρώτα συμπεράσματα από τις μετρήσεις ήταν:

- Οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων τις κρύες νύχτες με άπνοια έφτασαν σε πολύ υψηλά επίπεδα. Για παράδειγμα οι μέγιστες ωριαίες συγκεντρώσεις που μετρήθηκαν στο Θησείο ήταν περίπου 300 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο και στο κέντρο της Πάτρας πάνω από 200 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο. Για σύγκριση, το όριο (σαν ετήσιος μέσος όρος) για την συγκέντρωση των  $PM_{2.5}$  στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι 20 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο.
- Στις νυχτερινές περιόδους με μεγάλα επίπεδα ρύπανσης άνω του 90% της συγκέντρωσης οφειλόταν σε μικρά σωματίδια και συγκεκριμένα με διάμετρο μικρότερη από 2.5 μικρόμετρα ( $PM_{2.5}$ ). Τα σωματίδια αυτά είναι πιο διεσδυτικά από τα αντίστοιχα μεγαλύτερης διαμέτρου και συνεπώς ικανά να φτάνουν ευκολότερα στις κυψελίδες των πνευμόνων όπου και είναι ιδιαίτερα επιβλαβή.
- Οι υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρούνταν από περίπου τις 7 το βράδυ μέχρι και τις 3 το πρωί, με μέγιστο λίγο πριν τα μεσάνυχτα.
- Η καύση ξύλων ήταν υπεύθυνη σχεδόν αποκλειστικά (άνω του 80% συνεισφορά) για τις υψηλές συγκεντρώσεις τις νυχτερινές ώρες. Το συμπέρασμα αυτό υποστηρίζεται από μετρήσεις του ακετονιτριλίου (ενός αέριου ρύπου) και του καλίου (στοιχείο που εντοπίζεται στα σωματίδια), 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, διτερπενικά οξέα, λεβογλυκόζη, κλπ.
- Κατά ευτυχή συγκυρία, οι καιρικές συνθήκες που επικράτησαν το φετινό χειμώνα (υψηλές θερμοκρασίες – ο φετινός Ιανουάριος ήταν περίπου κατά 3.5 βαθμούς θερμότερος του περσινού, δυνατός αέρας και βροχή) περιόρισαν πολύ τη συχνότητα των επεισοδίων ρύπανσης. Έτσι, για παράδειγμα στο Θησείο οι συγκεντρώσεις των  $PM_{2.5}$  ξεπέρασαν τα 50 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο μόνο έξι νύχτες κατά τη διάρκεια των 30 ημερών των μετρήσεων. Σε τρεις από αυτές τις νύχτες ξεπέρασαν και τα 100 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο.
- Στους σταθμούς υποβάθρου στην Αθήνα, οι συγκεντρώσεις  $PM_{2.5}$  και των συστατικών του μετρήθηκαν ήταν σε αισθητά χαμηλότερα επίπεδα, αλλά παρατηρήθηκε αναλογικά η ίδια εικόνα. Τονίζεται ότι ενδεχομένως σε άλλες περιοχές του λεκανοπεδίου το πρόβλημα να ήταν πιο οξύ, και ότι οι μετρήσεις στο Θησείο αποτελούν μια απεικόνιση της μέσης κατάστασης στο αστικό περιβάλλον της πόλης.
- Στις υπόλοιπες Ελληνικές πόλεις όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις, παρουσιάστηκαν παρόμοια προβλήματα. Για παράδειγμα στην Πάτρα οι

συγκεντρώσεις των  $PM_{2.5}$  ξεπέρασαν τα 50 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο δώδεκα νύχτες κατά τη διάρκεια του μήνα των μετρήσεων. Σε πέντε από αυτές τις νύχτες ξεπέρασαν και τα 100 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο. Παρόμοια εικόνα και στα Ιωάννινα, με τα επίπεδα των ανθρωπογενούς προέλευσης σωματιδίων να ξεπερνούν τα 50 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο σε δεκαεννέα περιπτώσεις κατά την διάρκεια του μήνα των μετρήσεων και σε πέντε από αυτές και τα 100 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο. Με τη μέχρι στιγμής εικόνα, ο μικρότερος αριθμός υπερβάσεων παρατηρήθηκε στο Ηράκλειο Κρήτης όπου και οι θερμοκρασίες είναι γενικώς υψηλότερες.

- Ταυτόχρονα με τις υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων, σε συγκεκριμένες νύχτες μετρήθηκαν και σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις αερίων αρωματικών ενώσεων (τολουόλιο, ξυλόλια, κλπ). Η ύπαρξη αυτών των ενώσεων αποδεικνύει την καύση επεξεργασμένων ξύλων και άλλων υλικών. Οι συγκεντρώσεις αυτών των τοξικών ενώσεων τη νύχτα ήταν διπλάσιες ή και τριπλάσιες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις τους κατά τις ώρες κυκλοφοριακής αιχμής.
- Τις κρύες νύχτες (ελάχιστη θερμοκρασία μικρότερη των 5 βαθμών Κελσίου) με άπνοια, αυτά τα σωματίδια και αέρια παγιδεύονται σε ένα στρώμα λίγων εκατοντάδων μέτρων πάνω από το έδαφος, φτάνοντας σε ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις.

Συμπερασματικά, 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. Οι μετρήσεις μας καταδεικνύουν το μέγεθος του προβλήματος ατμοσφαιρικής ρύπανσης που μπορεί να δημιουργηθεί τόσο στην Αθήνα όσο και σε άλλες ελληνικές πόλεις, αν συνδυασθούν η καύση ξύλων με τις κατάλληλες καιρικές συνθήκες (χαμηλές θερμοκρασίες και άπνοια). Ευτυχώς αυτές οι συνθήκες ήταν σχετικά σπάνιες το χειμώνα που διανύουμε. Αυτό δεν σημαίνει ότι πρέπει να επαναλάβουμε σαν χώρα αυτό το «πείραμα» υψηλών εκπομπών και τις επόμενες χρονιές ελπίζοντας ότι η φύση θα δείξει κατανόηση.

