

## Τζάκια και σόμπες καυσόξυλων: Πηγή ρύπανσης του περιβάλλοντος

Γράφει ο **Δρ Βαγγέλης Α. Μπούρμπος\***

Τελευταία παρατηρείται αυξημένη στροφή των νοικοκυριών στη χρησιμοποίηση των κλασικών τζακιών και λεβήτων με καυσόξυλα και των ξυλοσομπών. Σε πόλεις και χωριά ανασύρθηκαν και 'φούντωσαν' για τα καλά οι ξεχασμένες αυτές πηγές θέρμανσης.

Βασική αιτία τόσο η οικονομική κρίση που μαστίζει τη χώρα μας, η οποία έχει ως αποτέλεσμα στην αισθητή μείωση των εισοδημάτων, όσο και η αύξηση της τιμής του πετρελαίου θέρμανσης. Η τιμή των καυσόξυλων μέρα με τη μέρα ανεβαίνει. Η παράνομη υλοτόμηση ακόμα και δασών - μνημείων βρίσκεται στη δόξα της. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το σπάνιας ομορφιάς δάσος στα νότια της Σκιάθου που αποδεκατίζεται. Αναβιώνει ακόμα και η παμπάλαια νοοτροπία της κλοπής καυσόξυλων ξένης ιδιοκτησίας. Τα αποθέματα του τόσο πολύτιμου για την αντιμετώπιση του φαινομένου της υπερθέρμανσης του πλανήτη βιοάνθρακα εξαντλούνται.

Η επιστροφή στο τζάκι καυσόξυλων και στην ξυλόσομπα προκάλεσε έκρηξη στην έρευνα και ποικίλα δημοσιογραφικά σχόλια. Τα περισσότερα καταλήγουν πως προκλήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων μικροσωματιδίων, των γνωστών διεθνώς ως SPM (Suspended Particulate Matter) στην ατμόσφαιρα τόσο στα μεγάλα αστικά κέντρα όσο και στον εσωτερικό χώρο των κατοικιών. Το νέφος τη χειμωνιάτικη περίοδο στην Αθήνα, στη συμπρωτεύουσα και στον Βόλο συνεπικουρούντος και του καιρού κάνει επιδεικτικά την παρουσία του. Κι αυτό αποδίδεται από πολλούς στο ότι έγιναν για τα καλά 'φουγάρα' οι καμινάδες των τζακιών καυσόξυλων και των ξυλοσομπών.

Στο λεκανοπέδιο της Αττικής και ιδιαίτερα στην Κηφισιά, στην Εκάλη, στο Μαρούσι και στο Κορωπί -όπου είναι και τα πολλά τζάκια- στη Θεσσαλονίκη στον Βόλο και σε άλλες μεγαλουπόλεις διαπιστώνεται αύξηση των αιωρούμενων μικροσωματιδίων. Η αύξηση αυτή σε ορισμένες περιπτώσεις ξεπερνάει το ανώτατο επιτρεπτό όριο των 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (μικρογραμμαρίων ανά κυβικό μέτρο αέρα). Οι μετρήσεις μάλιστα στο Μαρούσι και στο Κορωπί ξεπέρασαν τον περασμένο Νοέμβρη 16 και 18 φορές το όριο, όταν για όλο το χρόνο δεν επιτρέπεται το ξεπέρασμά του πάνω από 35 φορές. Μία άλλη έρευνα δείχνει πως τα τζάκια που λειτουργούν μια χειμωνιάτικη μέρα στην Αττική εκλύουν την ίδια ποσότητα αιθάλης με το κάπνισμα τσιγάρου.

Μόλις προχθές στη Θεσσαλονίκη στο κέντρο της πόλης τα αιωρούμενα μικροσωματίδια έφτασαν στα 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  με μία μέση τιμή 102, όταν το όριο επιφυλακής είναι 90 και το όριο επιβολής μέτρων τα 110. Το φαινόμενο αυτό αποδόθηκε στη συχνή χρησιμοποίηση των τζακιών με καυσόξυλα και των ξυλοσομπών, στην άπνοια και στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν.

Οι έρευνες που έγιναν τελευταία δείχνουν πως αν σε κάθε 500.000 τόνους πετρελαίου θέρμανσης καίγονται επιπρόσθετα 50.000 τόνοι καυσόξυλων η ρύπανση της ατμόσφαιρας σε αιωρούμενα μικροσωματίδια διπλασιάζεται. Με άλλα λόγια, τα παραδοσιακά τζάκια με καυσόξυλα και οι ξυλόσομπες εκλύουν σε γενικές γραμμές 30 φορές περισσότερα αιωρούμενα μικροσωματίδια στο κιλό καύσιμης ύλης από ένα σύγχρονο και καλά συντηρημένο καυστήρα. Αυτό σημαίνει πως η ρύπανση που προκαλεί ένας σύγχρονος καυστήρας που θερμαίνει 30 διαμερίσματα σε μια πολυκατοικία είναι η ίδια με εκείνη που προκαλεί ένα μόνο παραδοσιακό τζάκι με καυσόξυλα που θερμαίνει ένα μόνο δωμάτιο. Γενικά τα κλασικά τζάκια με καυσόξυλα και οι παραδοσιακές ξυλόσομπες εκλύουν 19.3, οι παλαιοί λέβητες ξύλου 17.1, οι νέες ξυλόσομπες 12.2, τα ενεργειακά τζάκια 5.1 και οι σύγχρονοι λέβητες πετρελαίου ή με πέλετ 0.6  $\mu\text{g}$  αιωρούμενα μικροσωματίδια ανά κιλό καύσιμης ύλης. Οι τιμές αυτές για τα θερμαντικά μέσα που χρησιμοποιούν ξύλα διαφέρουν αν η καύσιμη ύλη είναι βαμμένο ξύλο ή μορισανίδες.

Ανάλογη επιβάρυνση τη χειμερινή περίοδο παρατηρείται σχεδόν σε όλες τις ευρωπαϊκές πόλεις. Έρευνες που έγιναν την περίοδο 2001 - 2005 δείχνουν πως το 50 -75% της χειμωνιάτικης ρύπανσης προέρχεται από τα βλαβερά για τον άνθρωπο αιωρούμενα μικροσωματίδια των ενώσεων του άνθρακα που εκλύουν τα κλασικά τζάκια και οι ξυλόσομπες που καίνε βιοάνθρακα.

Τι ακριβώς λοιπόν συμβαίνει με τα κλασικά τζάκια καυσόξυλων και τις ξυλόσομπες; Ρυπαίνουν τόσο πολύ την ατμόσφαιρα και τον εσωτερικό χώρο των κατοικιών; Μήπως μερικοί θέλουν να γίνουν ο 'αποδιοπομπαίος τράγος' της από τόσες άλλες πηγές παραγωγής αιωρούμενων μικροσωματιδίων; Ή μήπως αποτελούν τα 'θύματα' ειδικής εκστρατείας κατασκευοφάντησης, ώστε να διεκδικήσουν την αγορά άλλα μέσα θέρμανσης πιο σύγχρονα και πιο ακριβά;

Αξίζει να αναφερθεί κανείς με μεγαλύτερη λεπτομέρεια για τα αιωρούμενα μικροσωματίδια και τις επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου μια και είναι οι βασικότεροι ρύποι που εκλύονται από τα τζάκια και τις σόμπες καυσόξυλων.

Στη ρύπανση της ατμόσφαιρας και του εσωτερικού χώρου των κατοικιών συμμετέχουν -μαζί με τα αιωρούμενα μικροσωματίδια- και 5 άλλοι βασικοί ρύποι όπως τα οξειδία του θείου (SO<sub>x</sub>), τα οξειδία του αζώτου (NO<sub>x</sub>), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs -Volatile Organic Compounds) και ο Μόλυβδος (Pb). Τα αιωρούμενα μικροσωματίδια αποτελούν επομένως τη μία από τις έξι κατηγορίες των κυριότερων ατμοσφαιρικών ρύπων.

Ως αιωρούμενα μικροσωματίδια χαρακτηρίζεται κάθε σωματίδιο στερεό ή υγρό, εξαιρούμενου του νερού, που βρίσκεται σε διασπορά σε ένα χώρο και έχει διάμετρο που κυμαίνεται από 0,0002 μέχρι 500 μm (μικρόμετρα) περίπου. Η σκόνη λόγου χάρη, ο καπνός, τα διάφορα μέταλλα και η ιπτάμενη στάχτη αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα αιωρούμενων μικροσωματιδίων. Κάποια μικροσωματίδια είναι αρκετά μεγάλα ή σκουρόχρωμα και είναι κατά συνέπεια ορατά ως καπνός, ενώ άλλα είναι τόσο μικρά που ανιχνεύονται μόνο με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Ένα μέρος από τα μικροσωματίδια αυτά διαφεύγουν απευθείας από τις πηγές τους (καπνοδόχοι, αυτοκίνητα).

Σε άλλες πάλι περιπτώσεις τα αιωρούμενα μικροσωματίδια είναι αποτελέσματα αντίδρασης των αερίων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO), του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>), των οξειδίων του Αζώτου (NO<sub>x</sub>) και των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) με διάφορες άλλες ενώσεις. Η φύση κατά συνέπεια και η χημική σύστασή τους ποικίλει και εξαρτάται από την τοποθεσία, την εποχή του χρόνου και τις καιρικές συνθήκες. Με βάση την προέλευση, τον τρόπο σχηματισμού και τη σύστασή τους τα μικροσωματίδια αυτά διακρίνονται αντίστοιχα σε φυσικά και ανθρωπογενή, πρωτογενή και δευτερογενή και σε οργανικά και ανόργανα.

Παλαιότερα η μέτρηση των αιωρούμενων μικροσωματιδίων αναφέρονταν στα ολικά, γνωστά και ως TSP (Total Suspended Particulates), χωρίς να γίνεται διαφοροποίησή τους. Σήμερα τα αιωρούμενα μικροσωματίδια με την τεχνολογική ανάπτυξη και εξέλιξη και την ανακάλυψη της διαφορετικής επίπτωσης ανάλογα με το μέγεθός τους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Σ' εκείνα που έχουν διάμετρο μικρότερη από 10 μm (μικρόμετρα) και είναι γνωστά ως PM-10 (Particulate Matter 10) και στα PM-2.5 με διάμετρο μικρότερη των 2.5 μm. Τα πρώτα αποτελούνται κατά κανόνα από διαχωρισμένη ανόργανη ύλη, όπως από οξειδία του αργιλίου, πυρίτιο, σίδηρο και κάλιο και είναι εισπνεύσιμα. Τα μικροσωματίδια αυτά με διάμετρο 2.5 - 10 μm αναφέρονται διεθνώς και ως χονδρόκοκκα (CP - Coarse Particles). Τα δεύτερα είναι γνωστά και ως λεπτόκοκκα μικροσωματίδια (FP - Fine Particles). Τα μικροσωματίδια με διάμετρο γύρω στα 0.05 μm που είναι γνωστά και ως πολύ λεπτόκοκκα σωματίδια (Ultra Fine Particles - UFP) ή πυρήνες μικροσωματιδίων έχουν την τάση να συσσωρεύονται και να σχηματίζουν τα σχετικά σταθερά στην ατμόσφαιρα συσσωρευμένα σωματίδια με διάμετρο γύρω στα 0.5 μm. Τα PM-2.5 είναι αναπνεύσιμα και μπορούν να διεισδύσουν βαθύτερα στα πνευμόνια και να προκαλέσουν σοβαρότερη βλάβη. Τα λεπτόκοκκα μικροσωματίδια προέρχονται από καυσαέρια των αυτοκινήτων, από διάφορες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, από εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, από οικιακές εστίες φωτιάς (τζάκια, φούρνοι, ξυλόσομπες) και από αέρια πυρανάφλεξης. Και οι δύο κατηγορίες δεν φιλτράρονται από τους πνεύμονες και μπορούν να περάσουν εύκολα στο εσωτερικό των σπιτιών ακόμα και αν τα πορτοπαράθυρα είναι κλειστά.

Τα κλασικά τζάκια με καυσόξυλα και οι ξυλόσομπες παράγουν στο μεγαλύτερο ποσοστό PM-2.5. Ένα τζάκι με καυσόξυλα που ανάβει για 3 ώρες εκλύει μέχρι και 50 γραμμάρια αιωρούμενων μικροσωματιδίων. Γενικά η συμβολή των τζακιών και των ξυλόσομπών με καυσόξυλα στην εκδήλωση του 'νέφους' δεν ξεπερνάει το 1%. Στον Καναδά ύστερα από σχετική μελέτη βρέθηκε πως ένα κιλό ξύλου που καίγεται στο τζάκι εκλύει 13.5 - 19.3 γραμμάρια αιωρούμενων μικροσωματιδίων, 0.2 γραμμάρια οξειδία του θείου, 1.4 γραμμάρια οξειδία του αζώτου και 6.5 - 21 γραμμάρια οργανικές πτητικές ενώσεις. Σημαντική είναι επίσης και η έκλυση κατά την ατελή καύση του μονοξειδίου του άνθρακα. Αξίζει επίσης να αναφερθεί πως η χρησιμοποίηση στο τζάκι βερνικωμένων κομματιών επίπλων είναι πολύ επικίνδυνη γιατί εκπέμπονται στον αέρα μικροσωματίδια υδραργύρου και αρσενικού.

Τα βασικότερα αιωρούμενα σωματίδια που ανιχνεύονται στην ατμόσφαιρα είναι η αιθάλη, ο καπνός, η σκόνη, οι ίνες αμιάντου, τα φυτοφάρμακα που πλανώνται με τη μορφή τοξικής ομίχλης καθώς επίσης και ορισμένα μέταλλα και κυρίως ο υδράργυρος (Hg), ο σίδηρος (Fe), ο Χαλκός (Cu) και ο μόλυβδος. Η διάρκεια αιώρησης και παραμονής τους σε ένα περιβάλλον εξαρτάται από την αεροδυναμική τους διάμετρο. Έτσι για τα μικροσωματίδια με διάμετρο από 0,01 μέχρι 1 μm η παραμονή τους είναι ίση με μια εβδομάδα περίπου στην κατώτερη ατμόσφαιρα και φτάνει τα δύο χρόνια στην τροπόσφαιρα. Αυτό σημαίνει πως μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις και να ρυπάνουν και άλλες περιοχές.

Στη φύση τα αιωρούμενα μικροσωματίδια προέρχονται από τα ηφαίστεια, τα θαλάσσια σταγονίδια, τη γύρη ανθέων, τα σπόρια των μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες) και μικροσωματίδια του εδάφους. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων σε καθαρή ατμόσφαιρα είναι της τάξης των 10 μg/m<sup>3</sup>. Στον εσωτερικό χώρο των κατοικιών που αερίζονται κανονικά είναι κατά τι μικρότερη.

Αξίζει να αναφερθεί πως στις Περιφερειακές Ενότητες Κοζάνης και Φλώρινας τα αιωρούμενα μικροσωματίδια PM-10 από τη λειτουργία των εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος τις περισσότερες μέρες βρίσκονται πάνω από τα ανώτατα επιτρεπτά όρια.

Η Κύπρος με ανασφαλή επιχειρήματα αντί να προσπαθήσει να αντιμετωπίσει το πρόβλημα των συχνών υπερβάσεων των αιωρούμενων μικροσωματιδίων και να συμμορφωθεί προς τη σχετική οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης αρέσκει να υποστηρίξει πως η υπερβολική συγκέντρωση των μικροσωματιδίων αυτών οφείλεται σε εξωγενείς ρυπογόνες πηγές, όπως η σκόνη από τη Σαχάρα και το αλάτι των θαλασσών. Η έρευνα όμως του Τμήματος του Ελέγχου της Ποιότητας του Αέρα του Πανεπιστημίου της Στουτγάρδης λέει άλλα. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας της Κύπρου μόνο κατά 10 - 15% αποδίδεται σε εξωγενείς ρυπογόνες πηγές. Μάλιστα τις τελευταίες 100 μέρες που η συγκέντρωση των αιωρούμενων μικροσωματιδίων ξεπερνούσε το ανώτατο όριο δεν υπήρχε καμία σοβαρή μεταφορά σκόνης από τη Σαχάρα.

Η ρύπανση του αέρα των εσωτερικών χώρων των κατοικιών αποτελεί επίσης στις μέρες μας σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Κι αυτό γιατί ο άνθρωπος το 50 - 90 % του χρόνου του τον περνάει σ' αυτό το περιβάλλον. Επιπρόσθετα η τεχνολογική εξέλιξη έφερε στο χώρο αυτό πληθώρα ρύπων ικανών να προκαλέσουν διάφορες σοβαρές ασθένειες. Οι ρυπογόνες πηγές είναι πολλές. Έτσι τα ξύλινα έπιπλα εκλύουν φορμαλδεΐδη. Τα χαλιά συγκρατούν τη σκόνη, ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων και εκλύουν στυρένιο. Τα υφάσματα των επιπλώσεων και οι κουρτίνες από συνθετικές υφαντικές ίνες εκλύουν φορμαλδεΐδη, συγκρατούν τα μικροσωματίδια του καπνίσματος και του τζακιού ή της ξυλόσομπας καθώς και την οικιακή σκόνη και τα σωματίδια μετάλλων. Τα τζάκια, οι ξυλόσομπες και κάθε ανοιχτή πηγή θέρμανσης διαχέουν στον εσωτερικό χώρο τα δικά τους μικροσωματίδια. Ανάλογη αλλά σε μικρότερο βαθμό είναι και η εκπομπή μικροσωματιδίων από τα άλλα συστήματα θέρμανσης. Τα δάπεδα ανάλογα με την κατασκευή τους μπορεί να εκπέμπουν ραδόνιο, στυρένιο, αμιάντο και πολλούς άλλους χημικούς ρύπους. Οι τοίχοι αποτελούν πηγές εκπομπής ραδονίου, φορμαλδεΐδης και πολλών άλλων χημικών ρύπων. Τα αλουμινοκουφώματα απελευθερώνουν μικροσωματίδια αλουμινίου. Ο κλιματισμός εκπέμπει τους δικούς του ρύπους. Οι ηχητικές και οπτικές συσκευές, οι φούρνοι μικροκυμάτων και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές αποδίδουν στο χώρο την ηλεκτρομαγνητική τους ακτινοβολία. Οι τελευταίοι ενοχοποιούνται και για την απελευθέρωση μικροσωματιδίων βρωμίου. Τα ρούχα στις ντουλάπες αν έχουν υποστεί στεγνό καθάρισμα αναδίδουν τετραχλωροαιθυλένιο και αν χρησιμοποιείται ως σκωροκτόνο η καμφορά παραδιχλωροβενζόλιο.

Οι ατμοί μαγειρέματος ευνοούν την ανάπτυξη της μούχλας που με τη σειρά της διαχέει στον εσωτερικό χώρο τα μικροσπόρια. Το ζεστό νερό που είναι υπερχλωριωμένο αποδίδει χλωροφόρμιο. Τα καθαριστικά, τα απολυμαντικά, τα απορρυπαντικά εκλύουν βλαβερούς ρύπους. Το κάπνισμα επιβαρύνει τον εσωτερικό χώρο με μικροσωματίδια μεγέθους 0.2 μm, που διεισδύουν εύκολα στα βαθύτερα σημεία των πνευμόνων. Μεταξύ αυτών το βενζοπυρένιο και το νικέλιο θεωρούνται ύποπτα πρόκλησης καρκίνου. Ακόμα στον καπνό του τσιγάρου εμπεριέχονται μονοξειδίο του άνθρακα, φορμαλδεΐδη, οξειδία του αζώτου, υδροκυάνιο, ακρολεινη, 1.3 βουταδιένιο, βενζόλιο, υδραζίνη, πίσσα, νικοτίνη, κατεχόλη, κάδμιο, ψευδάργυρος, αμίνες και αμμωνία. Οι βαφές, οι σωληνώσεις και τα κεραμικά εκπέμπουν μόλυβδο.

Ο αέρας λοιπόν που αναπνέουμε τόσο στο εξωτερικό όσο και στο εσωτερικό στα κτήρια περιβάλλον είναι πραγματικά ένας 'αχαρμάς' από ρύπους και αιωρούμενα μικροσωματίδια. Και σαν να μην έφτανε αυτό τα μικροσωματίδια αυτά με την προσρόφηση άλλων χημικών ενώσεων μετατρέπονται σε πραγματικούς 'φονιάδες' της ζωής μας. Κάθε ενήλικο άτομο αναπνέει ημερησίως 10 κυβικά μέτρα αέρα. Η ποιότητα κατά συνέπεια του αναπνεόμενου αέρα αποκτά ιδιαίτερη σημασία για την υγεία του ανθρώπου. Είναι ακόμα γνωστό πως η ατμοσφαιρική ρύπανση θεωρείται υπεύθυνη για μεγάλο αριθμό θανάτων, αλλά και ασθενειών του αναπνευστικού και καρδιαγγειακού συστήματος. Αυτό παρατηρείται ιδιαίτερα στα μεγάλα αστικά κέντρα.

Η ικανότητα του αναπνευστικού συστήματος του ανθρώπου να προστατεύεται από τα αιωρούμενα στο περιβάλλον μικροσωματίδια καθορίζεται κυρίως από το μέγεθος και τη χημική σύσταση των τελευταίων. Όσο πιο μικρή είναι η διάμετρος τους τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα εισχώρησής τους σε βαθύτερη περιοχή των πνευμόνων και η επικάθεισή τους στις πνευμονικές κυψελίδες. Η συνεχιζόμενη μάλιστα εναπόθεση των μικροσωματιδίων αυτών προκαλεί σοβαρή βλάβη στην υγεία του ανθρώπου. Πιο αναλυτικά στη ρινολαρυγγική κοιλότητα επικάθονται τα μεγαλύτερης διαμέτρου μικροσωματίδια. Στην τραχεία και στις κυψελίδες το μεγαλύτερο ποσοστό από τα επικαθόμενα μικροσωματίδια είναι μικρής διαμέτρου. Βέβαια η αντίδραση του οργανισμού στη ρύπανση από τα αιωρούμενα μικροσωματίδια εξαρτάται και από τη χημική τους σύσταση καθώς και από τα άλλα χημικά σωματίδια που μπορούν να μεταφέρουν. Κι έχει επίσης αποδειχτεί πως δεν είναι απίθανη η δημιουργία με διάφορες αντιδράσεις μεταλλαξιογόνων ή και καρκινογόνων ουσιών. Το γεγονός ότι τα PM-10 και PM-2.5 μικροσωματίδια μπορούν και εισχωρούν στο εσωτερικό των κτηριακών εγκαταστάσεων και να δημιουργούν επικίνδυνα συσσωρευμένα μικροσωματίδια στην ατμόσφαιρα των κατοικιών, όταν εμπλουτίζεται από άλλες ουσίες όπως από το κάπνισμα ή τα κλασικά τζάκια καυσόξυλων και τις ξυλόσομπες πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μελέτη της Ομάδας Κτηριακού Περιβάλλοντος του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών, η οποία κατέδειξε την παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων από PM-10, PM-2.5 και VOCs σε 50 κατοικίες στο Κερατσίνι, στον Πειραιά, στη Νίκαια, στην Καλλιθέα, στο Χαλάνδρι, στα Πατήσια, στους Ζωγράφου, στην Καισαριανή, στο Καματερό, στο Μενίδι και στη Ραφήνα. Οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων αυτών μικροσωματιδίων ξεπερνούν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια που καθορίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση για τον αέρα του εσωτερικού χώρου. Οι βασικές πηγές τους είναι το εξωτερικό περιβάλλον, ο καπνός του τσιγάρου, οι εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης και όσες συσκευές έχουν ανοιχτές εστίες φωτιάς. Χωρίς βέβαια να λησμονείται το 'τσουνάμι' των ρύπων και των άλλων αιωρούμενων μικροσωματιδίων που κουβαλούν οι σύγχρονες κατοικίες. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν πως στα 21 σπίτια η συγκέντρωση PM-2.5 ξεπέρασε τα 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Τα PM-10 στο 94% των κατοικιών βρέθηκαν πάνω το όριο των 55 και σε όχι ευκαταφρόνητο αριθμό κατοικιών έφτασε στα 400 και 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Σχετικά με τις VOCs με εξαίρεση τη Νίκαια στο 70% των κατοικιών ξεπέρασε το όριο των 0.05 ppm (μέρη στο εκατομμύριο), που συνδέεται με ένα αίσθημα δυσφορίας. Τα μικροσωματίδια PM-2.5 έχουν σε ποσοστό 65% μόλυβδο.

Τα αιωρούμενα μικροσωματίδια θεωρούνται υπεύθυνα για πληθώρα καρδιακών και αναπνευστικών παθήσεων. Αναφέρονται για παράδειγμα το άσθμα, η βρογχίτιδα και το εμφύσημα. Βέβαια η βλαβερότητα στον ανθρώπινο οργανισμό επηρεάζεται και από τη σύνθεση των μικροσωματιδίων.

Γενικά τα αιωρούμενα μικροσωματίδια που προέρχονται από τα τζάκια και τις ξυλόσομπες μπορεί να προκαλέσουν βήχα, πονοκέφαλο και ενίοτε άσθμα. Κι αυτό μόνο όταν αιωρούνται μόνα τους στο εσωτερικό περιβάλλον της κατοικίας. Κάτι τέτοιο βέβαια είναι εντελώς απίθανο.

Η αύξηση των αιωρούμενων μικροσωματιδίων στον αέρα κατά 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  αυξάνει τη θνησιμότητα κατά 0.6% και κατά 1% τις εισαγωγές για επείγοντα αναπνευστικά περιστατικά στα Νοσοκομεία. Σε μακροχρόνια βάση μία πόλη με αυξημένη συγκέντρωση κατά 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  σε αιωρούμενα μικροσωματίδια έχει σε σύγκριση με μια άλλη πόλη 6% αυξημένη γενική θνησιμότητα και 14% από καρδιοναναπνευστικά αίτια.

### **Υπολογίζεται πως αν τα αιωρούμενα μικροσωματίδια μειωθούν κατά 5 μικρογραμμάρια στο κυβικό μέτρο θα αποφεύγονταν σε ετήσια βάση 800 πρόωροι θάνατοι.**

Στην Αγγλία μετά το περιστατικό θανάτων το 1952 έχει απαγορευτεί η χρήση των τζακιών. Κι αυτό γιατί ο πυκνός καπνός που κάλυψε το Λονδίνο είχε ως αποτέλεσμα να πεθάνουν 4000 άτομα μέσα σε 4 ημέρες, άλλα 8.000 στις επόμενες εβδομάδες και 100.000 άτομα κατέληξαν στο κρεβάτι ή στα Νοσοκομεία. Βέβαια εκείνη την εποχή τα τζάκια στο Λονδίνο έκαιγαν ορυκτό άνθρακα. Η θνησιμότητα συσχετίζεται και με το κλίμα. Πιο συγκεκριμένα, όσο ανεβαίνει ο υδράργυρος τόσο αυξάνεται η θνησιμότητα. Σε σχετικά κρύες πόλεις η αύξηση των μικροσωματιδίων κατά 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  αντιστοιχεί σε αύξηση της θνησιμότητας κατά 0,29% ενώ σε θερμές πόλεις όπως η Αθήνα, η Βαρκελώνη και άλλες κατά 0,82%. Το μόνο θετικό όσον αφορά στην Αθήνα είναι ότι το ποσοστό των ηλικιωμένων είναι μικρότερο σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές πόλεις.

Πρόσφατες έρευνες απέδειξαν ότι τα αιωρούμενα μικροσωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 7  $\mu\text{m}$  μπορεί εισπνεόμενα να καταλήξουν στο κυκλοφορικό σύστημα και να προκαλέσουν καταστροφή των μακροφάγων, που αποτελούν το βασικό δομικό υλικό των αθηρωματικών πλακών στα τοιχώματα των αρτηριών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία θρόμβων, που μπορεί να πυροδοτήσουν καρδιακή προσβολή ή εγκεφαλικό επεισόδιο. Είναι επίσης επιβεβαιωμένο πως τα μικροσωματίδια αυτά μπορεί να προκαλέσουν φλεγμονή στους πνεύμονες που μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο από καρδιακό επεισόδιο.

Υπάρχουν επίσης στοιχεία που δείχνουν ότι τα αιωρούμενα μικροσωματίδια με διάμετρο μικρότερη του 0.1  $\mu\text{m}$  μπορεί να περάσουν μέσα από τις κυτταρικές μεμβράνες και να μεταναστεύσουν σε άλλα όργανα, συμπεριλαμβανομένου και του εγκεφάλου. Αναφέρεται ότι τα μικροσωματίδια αυτά μπορούν να προκαλέσουν παρόμοια με την ασθένεια Alzheimer εγκεφαλική βλάβη. Ακόμα στην περίπτωση της αιθάλης που εκπέμπεται από τους σύγχρονους κινητήρες ντήζελ τα μικροσωματίδια μπορεί να μεταφέρουν τα καρκινογόνα βενζοπυρένια που είναι προσροφημένα στην επιφάνειά τους.

Από επιδημιολογικές μελέτες αλλά και από πειράματα που έχουν διεξαχθεί σε πειραματόζωα καθώς και σε κύτταρα ανθρώπων και ζώων, διαπιστώθηκε πρόκληση τοξικών αντιδράσεων στον οργανισμό από αιωρούμενα μικροσωματίδια. Τα αποτελέσματα αυτών των αντιδράσεων είναι πνευμονικό οίδημα, δυσλειτουργίες στο νευρικό σύστημα ακόμη και υποτοξικό στρες.

Γενικά τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των PM-10 σε 24ωρη βάση είναι 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  και η υπέρβασή τους μειώθηκε από τις 35 σε 7 φορές το χρόνο. Τα όρια αυτά σε ετήσια βάση από το 2010 καθορίστηκαν από 40 σε 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Η συγκέντρωση 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  αποτελεί όριο επιφυλακής, ενώ εκείνη των 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  όριο συναγερμού. Για τα PM-2.5 μικροσωματίδια η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας έθεσε ως ανώτατο όριο τα 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Δυστυχώς, μισό εκατομμύριο άτομα πεθαίνουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση κάθε χρόνο από ατμοσφαιρική ρύπανση. Στην Κύπρο από την αιτία αυτή θρηνούν κάθε χρόνο 1000 ανθρώπους και εξαιτίας των PM-2.5 μικροσωματιδίων αυτών χάνονται κάθε χρόνο 11000 χρόνια ανθρώπινης ζωής. Από αυτά τα 3200 αφορούν καρδιακές παθήσεις και τα 400 καρκίνο των πνευμόνων.

**Σχετικές μελέτες έδειξαν πως αν η συγκέντρωση των PM-10 μικροσωματιδίων ήταν στην Αθήνα κάτω από τα 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , τότε οι κάτοικοι θα κέρδιζαν ένα χρόνο ζωής επιπλέον. Τα παιδιά είναι πιο ευάλωτα γιατί αναπνέουν σ' ένα χαμηλότερο στρώμα αέρα που έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση μικροσωματιδίων. Η μείωση των PM-2.5 κατά 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  προσθέτει 7 μήνες ζωής στους κατοίκους των πόλεων.**

Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία πως τα παραδοσιακά τζάκια με καυσόξυλα και οι ξυλόσομπες αποτελούν πηγές παραγωγής αιωρούμενων μικροσωματιδίων. Δεν είναι όμως οι μόνες. Έπειτα τα εκλυόμενα από τις πηγές αυτές θέρμανσης μικροσωματίδια, αν η καιόμενη ύλη είναι καθαρή και το περιβάλλον στο οποίο διαχέονται είναι απαλλαγμένο από άλλους ρύπους, θα είχαν μικρότερη βλαβερότητα στην υγεία του ανθρώπου. Κάτι τέτοιο όμως είναι εντελώς απίθανο. Κατά συνέπεια και το τζάκι και η σόμπα καυσόξυλων έχουν το δικό τους μερίδιο ευθύνης στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Ακόμα οι πηγές αυτές θέρμανσης μειώνουν τον πολύτιμο για την αντιμετώπιση του φαινομένου της υπερθέρμανσης του πλανήτη βιοάνθρακα και γίνονται μέσα αφανισμού ακόμα και δασών φυσικών μνημείων.

Η τακτική όμως που ακολουθείται σήμερα και με την οποία τα τζάκια και οι σόμπες καυσόξυλων θεωρούνται το 'κόκκινο πανί' και ο 'αποδιοπομπαίος τράγος' για τη ρύπανση του εξωτερικού και εσωτερικού των κατοικιών περιβάλλοντος αποπροσανατολίζει κάθε προσπάθεια επίλυσης του μεγάλου προβλήματος της ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Αν με τη λειτουργία των πηγών αυτών θέρμανσης ξεπερνιούνται τα ανώτατα επιτρεπτά όρια της συγκέντρωσης των αιωρούμενων μικροσωματιδίων την πρώτη και μεγάλη ευθύνη έχουν όλοι οι άλλοι ρύποι που τροφοδοτούν τη ρύπανση αυτή και τη διατηρούν κοντά στην ανεκτή οριακή γραμμή. Στις Περιφερειακές Ενότητες για παράδειγμα της Κοζάνης και της Φλώρινας στις οποίες τα αιωρούμενα μικροσωματίδια τις περισσότερες μέρες του χρόνου είναι κοντά ή πάνω από την κόκκινη γραμμή δεν φταίει το τζάκι και η σόμπα καυσόξυλων. Κανείς δεν θυμάται αυτές τις μέρες την πραγματική αλήθεια πως η δημιουργία του νέφους στην Αθήνα οφείλεται κατά 95% στα καυσαέρια από τα αυτοκίνητα.

Αυτό βέβαια σε καμία περίπτωση δεν αποτελεί προσπάθεια υποστήριξης των πηγών αυτών θέρμανσης. Πρέπει όμως η Πολιτεία αντί «να διυλίζει τον κώνωπα και να καταπίνει την κάμηλον» να καταλάβει πως αυτή ευθύνεται για τη στροφή του πολίτη στη φτηνή λύση του τζακιού και της σόμπας καυσόξυλων. Κι επομένως αυτή πρέπει να βρει και τη 'χρυσή τομή' του προβλήματος. Η σύγχρονη τεχνολογία έφερε στο προσκήνιο νέες πηγές θέρμανσης περισσότερο οικολογικές και πολύ λιγότερο ρυπογόνες. Υπάρχουν σήμερα συστήματα που αξιοποιούν τη γεωθερμία και την ηλιακή ενέργεια και οικολογικά καύσιμα με πολύ υψηλότερη θερμαντική απόδοση και μηδενική ρύπανση του περιβάλλοντος. Οι τιμές όμως είναι απρόσιτες για το μέσο πολίτη.

Αν θέλει η Πολιτεία να καταργήσει το τζάκι και τη σόμπα καυσόξυλων θα πρέπει με ειδικά προγράμματα ενημέρωσης να πείσει τον πολίτη για τις σύγχρονες και οικονομικότερες πηγές θέρμανσης και να τις προσφέρει σε τιμή προσιτή για το βαλάντιό του.

**Δρ Βαγγέλης Α. Μπούρμπος\***

Γεωπόνος Ερευνητής - Οικοτοξικολόγος

**ΠΗΓΗ:** <http://www.haniotika-nea.gr/88843>

<http://cleaningnews.gr/?p=4974>