



## ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

## 1. Ατμοσφαιρική ρύπανση – βασικές έννοιες και ορισμοί

**Ατμόσφαιρα (Atmosphere):** Το μίγμα των αερίων που περιβάλλει έναν πλανήτη και τον ακολουθεί στο σύνολο των κινήσεών του. Με βάση τη μεταβολή της θερμοκρασίας με το ύψος, η ατμόσφαιρα της γης μπορεί να χωριστεί στις εξής βασικές περιοχές:

- Τροπόσφαιρα: Η κατώτερη περιοχή της ατμόσφαιρας που εκτείνεται από το έδαφος μέχρι το ύψος των 10-12 km. Στην τροπόσφαιρα δημιουργείται ο καιρός.
- Στρατόσφαιρα: Το ατμοσφαιρικό στρώμα μεταξύ της τροπόπαυσης (δηλαδή του άνω ορίου της τροπόσφαιρας) και των 50 km από το έδαφος. Είναι η περιοχή όπου βρίσκεται το στρώμα του όζοντος.
- Μεσόσφαιρα: Εκτείνεται από την στρατόπαυση μέχρι τα 80 km περίπου και είναι η πιο ψυχρή περιοχή της γήινης ατμόσφαιρας.
- Θερμόσφαιρα: Εκτείνεται από την μεσόπαυση μέχρι τα 400 km περίπου και χαρακτηρίζεται από την μεγάλη αραίωση του αέρα.
- Εξώσφαιρα: Η ατμοσφαιρική περιοχή πάνω από την θερμόπαυση. Στην περιοχή αυτή τα μόρια μπορούν να διαφύγουν από την έλξη του πεδίου βαρύτητας της γης.

**Ατμοσφαιρική ρύπανση** καλείται, η παρουσία στην ατμόσφαιρα κάθε είδους ουσιών, σε συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

## 2. Πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Οι πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι ποικίλες καθώς κάθε άνθρωπος μπορεί, εν δυνάμει, να αποτελέσει πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης μέσω των καθημερινών του δραστηριοτήτων. Οι πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ανάλογα με την προέλευση τους, μπορούν να διαχωριστούν σε *φυσικές* και *ανθρωπογενείς* :

(α) οι ανθρωπογενείς, δηλαδή εκείνες που οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα (αυτοκίνητα, θέρμανση, βιομηχανία, φυτοφάρμακα, σπρέι κλπ)

(β) οι φυσικές, δηλαδή εκείνες που οφείλονται στη φυσική δραστηριότητα (ηφαίστεια, ηλεκτρικές εκκενώσεις κλπ).

### • Κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι

Αρχικά, ρύποι είναι κάθε ουσία η οποία μπορεί να δράσει βλαπτικά στον ανθρώπινο οργανισμό ή ακόμα και να προκαλέσει τον θάνατο. Ανάλογα με την ιδιότητά τους διακρίνονται σε:

- Επικίνδυνες χημικές ουσίες
- Αέριοι ρύποι (τοξικά αέρια και αιωρούμενα σωματίδια) και τέλος
- Φυτοφάρμακα

Πώς εισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό:

Πύλες εισόδου αυτών των ουσιών αποτελούν:

- Το αναπνευστικό σύστημα (εισπνοή)
- Το γαστρεντερικό σύστημα (λήψη υγρών και τροφών) και τέλος
- Το δέρμα

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι διαχωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες:

A. *Πρωτογενείς ρύποι*

B. *Δευτερογενείς ρύποι*

Πρωτογενείς, ονομάζουμε τους ρύπους οι οποίοι προέρχονται από ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης. Τέτοιες είναι η βιομηχανία, τα αυτοκίνητα (βενζίνη, πετρέλαιο), η θέρμανση κλπ. Κυριότεροι πρωτογενείς ρύποι είναι το μονοξείδιο του άνθρακα, το μονοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου και οι υδρογονάνθρακες. Οι ρύποι αυτοί μαζί με το όζον ( $O_3$ ) παρακολουθούνται συστηματικά από τους αρμόδιους κρατικούς φορείς και ονομάζονται «συμβατικοί ρύποι».

Οι πρωτογενείς ρύποι στην ατμόσφαιρα μέσω διαφόρων χημικών αντιδράσεων παράγουν τους δευτερογενείς ρύπους, κυριότεροι εκ των οποίων είναι το διοξείδιο του αζώτου και το όζον.

Μια άλλη σημαντική κατηγορία ρύπων είναι τα αιωρούμενα σωματίδια. Πρόκειται για σωματίδια στερεής ή υγρής φάσης, τα οποία αιωρούνται στην ατμόσφαιρα. Τέτοια σωματίδια είναι η σκόνη, ο καπνός, διάφορα μέταλλα κλπ. Διακρίνονται ανάλογα με τη διάμετρό τους.

### **3. Από πού προέρχεται η ατμοσφαιρική ρύπανση; (ΑΙΤΙΑ ατμοσφαιρικής ρύπανσης)**

Τα προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ελλάδα άρχισαν να εμφανίζονται τα τελευταία σαράντα χρόνια και συνδέονται κυρίως με την αστικοποίηση του πληθυσμού της χώρας σε συνδυασμό με την οικονομική ανάπτυξη της. Η εισροή στα αστικά κέντρα έγινε χωρίς προγραμματισμό και οδήγησε στη διόγκωση των πόλεων κατά τρόπο αυθαίρετο, τόσο από πολεοδομική όσο και από λειτουργική άποψη. Αποτέλεσμα ήταν τα περιβαλλοντικά προβλήματα και κυρίως τα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης να πάρουν μεγαλύτερη έκταση και κυρίως να γίνουν πολυπλοκότερα και οξύτερα από όσο θα ήταν σε μια προγραμματισμένη ή τουλάχιστον ελεγχόμενη αστικοποίηση της χώρας. Σε αρκετές περιπτώσεις λόγω της άναρχης δόμησης, η βιομηχανική δραστηριότητα εκτείνεται πολύ κοντά ή ακόμα και εντός των οικιστικών ζωνών όπως αυτές αναπτύχθηκαν. Γενικά τα προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορούν να διαχωριστούν σε προβλήματα βιομηχανικής και αστικής ρύπανσης.

#### **Αστική ρύπανση**

Το είδος αυτό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης αφορά στις δομημένες περιοχές και κυρίως όσες από αυτές είναι πυκνοκατοικημένες. Οι πηγές ρύπανσης εδώ είναι κατά κύριο λόγο τα οχήματα και κατά δεύτερο λόγο η θέρμανση. Οι πηγές αυτές αναπτύχθηκαν και αναπτύσσονται ραγδαία ακολουθώντας την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη της χώρας. Επειδή τόσο η χρήση των αυτοκινήτων όσο και η χρήση της θέρμανσης μπορούν να θεωρηθούν σε πρώτη προσέγγιση ανάλογες του πληθυσμού, τα προβλήματα αστικής ρύπανσης διαβαθμίζονται κατ' αυξητική έννοια από τις μικρές προς τις μεγάλες πόλεις. Τα προβλήματα αυτά επιδεινώνονται λόγω της κακής ρυμοτομίας των περισσότερων ελληνικών πόλεων, που χαρακτηρίζεται από την έλλειψη ανοικτών χώρων και την ύπαρξη υψηλών κτιρίων σε δρόμους μικρού πλάτους. Η κυριότερη αιτία ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις αστικές περιοχές οφείλεται στον συνεχώς αυξανόμενο αριθμό των πάσης φύσεως οχημάτων που κυκλοφορούν, στον υψηλό μέσο όρο της ηλικίας των οχημάτων αυτών και τα κυκλοφοριακά προβλήματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο μέσος όρος των ΙΧ αυτοκινήτων και ελαφρών φορτηγών αγγίζει τα 12 έτη και των βαρέων οχημάτων ξεπερνά τα 17 έτη.

## Βιομηχανική ρύπανση

Το είδος αυτό της ρύπανσης αφορά κυρίως:

- Τις περιοχές όπου λειτουργούν θερμοηλεκτρικοί σταθμοί για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Το μέγεθος των προβλημάτων ατμοσφαιρικής όπου λειτουργούν θερμοηλεκτρικοί σταθμοί εξαρτάται από το μέγεθος της παραγωγής, από το χρησιμοποιούμενο καύσιμο (λιγνίτη, πετρέλαιο) και από τις επικρατούσες κατά περίπτωση μετεωρολογικές συνθήκες.
- Τις περιοχές όπου λειτουργούν μεγάλες βιομηχανικές μονάδες. Η έννοια «μεγάλες βιομηχανικές μονάδες» περιλαμβάνει είτε τις πλέον ενεργότερες είτε αυτές που το είδος και η ποσότητα παραγωγής τους καθώς και η διακίνηση πρώτων υλών και προϊόντων δημιουργούν εκτεταμένα προβλήματα. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα διυλιστήρια, οι τσιμεντοβιομηχανίες, τα εργοστάσια παραγωγής λιπασμάτων, οι χαλυβουργίες και οι μονάδες εξόρυξης και επεξεργασίας μετάλλων.
- Τις περιοχές όπου υπάρχει συσσώρευση πολλών έστω και μικρών βιομηχανιών και κυρίως τις περιοχές εκείνες όπου υπάρχει άμεση γειτνίαση με κατοικημένες περιοχές.

Εκτός από αυτές τις ανθρωπογενείς αιτίες υπάρχουν και οι φυσικές αιτίες που επιδεινώνουν άμεσα ή έμμεσα τα προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Οι φυσικές αυτές αιτίες είναι:

- Η τοπογραφία μιας περιοχής. Η ύπαρξη πολλών ορεινών όγκων σε συνδυασμό με τη γειτνίαση της θάλασσας οδηγεί σε ανάπτυξη τοπικών συστημάτων κυκλοφορίας του αέρα, περίπτωση που απαντάται στα περισσότερα μεγάλα αστικά κέντρα, δυσχεραίνει σημαντικά τη διαδικασία καθαρισμού της ατμόσφαιρας με τους μηχανισμούς διάχυσης και μεταφοράς.
- Οι κλιματολογικές συνθήκες. Το κλίμα της Ελλάδας χαρακτηρίζεται από υψηλή ηλιοφάνεια και θερμοκρασία, συνθήκες που ευνοούν ιδιαίτερα την εμφάνιση της φωτοχημικής ρύπανσης. Επίσης, η έλλειψη βροχοπτώσεων δεν επιτρέπει την έκλυση της ατμόσφαιρας ιδιαίτερα σημαντικό για τη

μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από σωματίδια. Η έλλειψη βροχοπτώσεων δεν επιτρέπει στις περιοχές όπου υπάρχουν ελεύθερα εδάφη, τη φυσική αποκάλυψη τους, που δρα ως φυσικό φίλτρο για τα σωματίδια με αποτέλεσμα την υπαναχώρηση σκόνης από το έδαφος. Υπαναχώρηση σκόνης από το έδαφος λόγω έλλειψης βροχοπτώσεων υπάρχει και σε δρόμους αστικών περιοχών.

- Η μεταφορά σκόνης από ερήμους (π.χ. Σαχάρα) φαινόμενο που παρατηρείται σε όλες τις Νότιες Ευρωπαϊκές χώρες κάτω από ορισμένες μετεωρολογικές συνθήκες.

#### **4. Οι συνέπειες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης**

##### **➤ Οι συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία**

Η ατμοσφαιρική ρύπανση, θεωρείται υπεύθυνη τόσο για καρδιαγγειακές και κυκλοφοριακές παθήσεις και παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, όσο και για καρκίνο διαφόρων μορφών. Από δημοσιεύματα ιατρικών περιοδικών και ανακοινώσεις συνεδρίων που είδαν το φως της δημοσιότητας, προκύπτουν εντυπωσιακά μεγέθη κινδύνων από την ατμοσφαιρική ρύπανση. Πέρα από τις διάφορες μορφές καρκίνου που συνδέονται άμεσα με το νέφος λόγω της περιεκτικότητάς του σε καρκινογόνες ενώσεις όπως οι αρωματικοί κυκλικοί υδρογονάνθρακες, η τολουόλη και το βενζόλιο, ακόμη οι ενώσεις του μολύβδου είναι υπεύθυνες για πνευματικές ασθένειες μέσω της αλλοίωσης του αίματος (καθυστερήσεις πνευματικής ανάπτυξης σε παιδιά κ.α.). Επίσης όλοι αυτοί οι ρύποι πολλαπλασιάζουν την καταστρεπτική τους δράση, όταν στο νέφος περιέχονται μικροσωματίδια, είτε από καπνό (αιθαλομίχλη) είτε από σκόνη, διότι επικολλώνται στα μικροσωματίδια πλήθος από μόρια των ενώσεων που αναφέρθηκαν και συναποτελούν συγκεντρώσεις που επικάθονται στις κυψελίδες των πνευμόνων. Για παράδειγμα, έχουμε μελέτες οι οποίες κατέγραψαν σε περιεκτικότητα σε διοξείδιο του θείου κάτω από 99 μικρογραμμάρια 27,5 θανάτους την ημέρα, ενώ όταν το

ποσό ανέβηκε στα 400 μικρογραμμάρια οι θάνατοι έφτασαν τους 36,8 αντίστοιχα όταν οι τιμές καπνού ήταν κάτω από 50 μικρογραμμάρια οι θάνατοι ήταν 35,5 ενώ όταν ξεπερνούσαν τα 350 μικρογραμμάρια έφτασαν τους 41,2 την ημέρα. Αυτό βέβαια δείχνει την επίδραση της μόλυνσης σε ακραία και ευαίσθητα στρώματα πληθυσμού, αλλά το νέφος βλάπτει περισσότερο σε μακροχρόνια βάση προκαλώντας σοβαρότερες μορφές ασθενειών, εκτός από καρκινογενέσεις του καταλογίζουν και στειρότητα, κ.α. Άλλες έρευνες, υπολογίζουν ότι περίπου 10 θάνατοι την ημέρα έχουν ως αίτιο το νέφος, σε μακροχρόνια ή μη δράση, ενώ άλλοι επιστήμονες υπολογίζουν σε 50.000 τους νεκρούς ετησίως για την Ελλάδα από τις επιδράσεις του νέφους σε κάθε κλίμακα.

### ➤ **Επιπτώσεις στα ζώα**

Αέρια και σωματιδιακά φθορίδια προκαλούν βλάβες και απώλειες σε διάφορα ζώα – κτηνοτροφικά και άγρια- καθώς επίσης και στα ψάρια. Η φθορίωση των ζώων παρατηρείται σε βιομηχανικές περιοχές που εκπέμπουν σημαντικές ποσότητες φθοριδίων. Τα ζώα προσλαμβάνουν τόσο τα φθορίδια που περιέχονται στον αέρα όσο και αυτά που υπάρχουν στα άχυρα και στα χόρτα. Η φθορίωση εκδηλώνεται με ανωμαλίες στη διάπλαση των οστών και των οδόντων και μερικές φορές επέρχεται ο θάνατος. Στις αγελάδες παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγής του γάλακτος. Έχει επίσης παρατηρηθεί έντονη θνησιμότητα των μελισσών που βρίσκονται πλησίον βιομηχανιών αλουμινίου. Οι μεταξοσκώληκες είναι επίσης πολύ ευαίσθητοι στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Αυτοψίες σε ζώα μετά τα επεισόδια αιθαλομίχλης στην κοιλάδα Meuse, στη Donora και στο Λονδίνο έδωσαν αποδείξεις για την πρόκληση πνευμονικών οιδημάτων. Ωστόσο, η εισπνοή τοξικών ρύπων δεν είναι το σοβαρότερο πρόβλημα όσο η κατανάλωση ρυπασμένων τροφών. Επιπρόσθετα, τα μικρά χορτοφάγα ζώα που καταναλώνουν φυτά στα οποία είτε έχουν αποθεθεί ρύποι είτε αυτοί έχουν εισέλθει σ' αυτά, όταν γίνονται τροφή άλλων ζώων μεταφέρουν το πρόβλημα στους υπόλοιπους κρίκους της τροφικής αλυσίδας.

### ➤ **Επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα φυτά**



Η επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα φυτά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το αποτέλεσμα, όπως τα είδη των φυτών, η ηλικία, το ισοζύγιο των θρεπτικών, οι συνθήκες εδάφους, η θερμοκρασία, η υγρασία και το ηλιακό φως. Σε πολύ χαμηλά επίπεδα έκθεσης δεν υπάρχει καμιά ιδιαίτερη επίδραση, σε λίγο μεγαλύτερα μπορεί να υπάρξει ακόμη και θρεπτική αξία, όπως για παράδειγμα το διοξείδιο του θείου να προσφέρεται ως πηγή θείου για το φυτό, ενώ σε αυξανόμενη έκθεση παρουσιάζονται διάφορες βλάβες, έως τον τελικό θάνατο του φυτού. Οι αέριοι ρύποι εισχωρούν στο σύστημα του φυτού άμεσα ή έμμεσα. Ο άμεσος τρόπος είναι ανάλογος με την ανθρώπινη εισπνοή. Με τη διάχυση του αέρα μέσα και έξω από το φύλλο, οι αέριοι ρύποι έχουν ένα άμεσο μονοπάτι να εισέλθουν στο κυτταρικό σύστημα της δομής του φύλλου. Συμβαίνει επίσης άμεση απόθεση σωματιδιακής ύλης στις εξωτερικές επιφάνειες των φύλλων, εμποδίζοντας την κανονική αναπνοή και τους μηχανισμούς φωτοσύνθεσης. Ο έμμεσος τρόπος με τον οποίο οι αέριοι ρύποι εισχωρούν στο εσωτερικό του φυτού, είναι μέσω του ριζικού συστήματος. Η απόθεση των αερίων ρύπων στο έδαφος και στα επιφανειακά νερά μπορεί να προκαλέσει αλλαγή στην περιεκτικότητα σε θρεπτικά, του εδάφους στη γειτονιά του φυτού. Αυτή η αλλαγή των εδαφικών συνθηκών οδηγεί σε άμεσες και έμμεσες επιδράσεις των αερίων ρύπων στη βλάστηση και στα φυτά.

Οι επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης στα φυτά ταξινομούνται σε ορατά συμπτώματα και μη ορατές ή ανεπαίσθητες επιπτώσεις. *Ορατά συμπτώματα* είναι οι αποκλίσεις από την κανονική υγιή εμφάνιση των φύλλων. Στα πλατύφυλλα φυτά, ένα υγιές φύλλο έχει καλό χρώμα, με κανονική δομή κυττάρων στα διάφορα στρώματα. Αποκλίσεις από την υγιή εμφάνιση περιλαμβάνουν κατάρρευση των ιστών και διάφορες διαβαθμίσεις απώλειας χρώματος. Άλλες μορφές ορατής βλάβης σχετίζονται με διάφορες αλλαγές στη φυσιολογία. Η αέρια ρύπανση μπορεί να προκαλέσει πρόωρη γήρανση ή πτώση του φύλλου. Ο μίσχος του φύλλου μπορεί να επιμηκυνθεί ή να παραμορφωθεί. Διακοσμητικά και οπωροφόρα δένδρα μπορούν επίσης να παρουσιάσουν ορατές βλάβες στα άνθη και στους καρπούς, γεγονός το οποίο θα έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της παραγωγής. *Οι μη ορατές ή ανεπαίσθητες επιπτώσεις των αερίων ρύπων* έχουν να κάνουν με τη μείωση της ανάπτυξης του φυτού και την αλλαγή των φυσιολογικών και βιοχημικών διεργασιών, όπως επίσης και αλλαγές στον κύκλο αναπαραγωγής. Ελάττωση της παραγωγής

μπορεί να συμβεί και χωρίς την παρουσία ορατών συμπτωμάτων. Αυτός ο τύπος βλάβης συχνά σχετίζεται με χαμηλού επιπέδου, μακροχρόνια έκθεση στην αέρια ρύπανση.

### ➤ **Επιπτώσεις στα μνημεία**

Η ατμοσφαιρική ρύπανση συντελεί στην καταστροφή των υλικών με διάφορους τρόπους όπως με διάβρωση λόγω τριβής, με ακαθαρσία (στερεά σωματίδια, ιδίως καπνός) που επικάθεται στα υλικά, μειώνοντας το αισθητικό κάλλος μνημείων και κτιρίων, καθώς και με διάβρωση από όξινες ουσίες και άλλα οξειδωτικά. Η όξινη απόθεση διαβρώνει τα οικοδομήματα σε πολλές πόλεις στον κόσμο, για παράδειγμα στην Αθήνα και τη Ρώμη όπου η οξύτητα των βροχοπτώσεων έχει αρχίσει να παραμορφώνει ανεκτίμητα εξωτερικά μνημεία. Υλικά στα οποία η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει επιπτώσεις είναι:

#### · Τα μέταλλα

Βασική επίπτωση των αέριων ρύπων στα μέταλλα είναι η διάβρωση της επιφάνειας, με αποτέλεσμα απώλεια μάζας καθώς και αλλαγή των ηλεκτρικών ιδιοτήτων των μετάλλων.

#### · Τα δομικά υλικά και το μάρμαρο

Πολλά κτίρια στις παλιές και μεγάλες πόλεις είναι εκτεθειμένα σε υψηλές συγκεντρώσεις καπνού,  $\text{SO}_2$  και  $\text{CO}_2$  για πολλές δεκαετίες. Οι επιφάνειες τους έχουν λερωθεί και είναι εκτεθειμένα και στις χημικές δράσεις των όξινων αποθέσεων. Το διοξείδιο του θείου και η υγρασία αντιδρούν με το ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ) και σχηματίζουν θειικό ασβέστιο ( $\text{CaSO}_4$ ) και γύψο ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) τα οποία είναι διαλυτά στο νερό, με αποτέλεσμα να προκαλείται φθορά τόσο στα δομικά υλικά όσο και στο κονίαμα που τα συνδέει.

#### · Τα υφάσματα και οι βαφές τους

Βασική επίπτωση των αέριων ρύπων είναι το σπάσιμο της ύφανσης εξ αιτίας της απώλειας της ελαστικότητάς τους και η αποχρωμάτωσή τους.

#### · Το δέρμα, το χαρτί και τα χρώματα

Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) επιδρά στη σύνθεσή τους προκαλώντας σημαντικές φθορές. Μεγάλο πρόβλημα παρουσιάζεται στις βιβλιοθήκες πόλεων σε όλο τον κόσμο λόγω της καταστροφής των δερμάτινων καλυμμάτων των βιβλίων. Η κυτταρίνη του χαρτιού επίσης επηρεάζεται από το διοξείδιο του θείου. Το υδρόθειο αντιδρά με τις χρωστικές ουσίες που περιέχουν μόλυβδο και αμαυρώνει τις λευκές και ανοιχτόχρωμες βαφές.

#### · Το καουτσούκ

Το όζον προκαλεί ρωγμές στα προϊόντα φτιαγμένα από καουτσούκ καθώς σπάει το διπλό δεσμό του άνθρακα του ισοπρενίου από το οποίο συντίθεται το πολυμερές του καουτσούκ. Το φαινόμενο ξεκινά από την επιφάνεια και προχωρά σε βάθος ανάλογα με τις συγκεντρώσεις όζοντος που εκτίθεται το υλικό.

### **5. Τρόποι αντιμετώπισης του φαινομένου**

Μέτρα για την καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης άρχισαν ουσιαστικά να εφαρμόζονται από το 1978 και είχαν τότε ως στόχο τη μείωση των τιμών του διοξειδίου του θείου και του μολύβδου, δύο ρύπων ιδιαίτερα επιβαρυντικών στην ανθρώπινη υγεία που εμφανίζονταν σε υψηλές τιμές. Η αντιμετώπιση του διοξειδίου του θείου έγινε αρχικά με την απαγόρευση της χρήσης μαζούτ στις κεντρικές θερμάνσεις και στη συνέχεια με συνεχείς μειώσεις της περιεκτικότητας σε θείο τόσο του μαζούτ όσο και του πετρελαίου. Τα αποτελέσματα ήταν θεαματικά και συνετέλεσαν ώστε σήμερα το πρόβλημα του διοξειδίου του θείου να ελέγχεται πλήρως. Η αντιμετώπιση του μολύβδου έγινε με συνεχείς μειώσεις της περιεκτικότητας του μολύβδου στη βενζίνη μέχρι της τελικής κατάργησης από 1/1/2002 της μολυβδωμένης βενζίνης που είχε ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει σήμερα πρόβλημα από τον ρύπο αυτό. Το σημαντικότερο πάντως μέτρο που οδήγησε σε μείωση αρχικά και σταθεροποίηση στη συνέχεια της φωτοχημικής ρύπανσης, ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, ήταν η απόσυρση των παλαιών ΙΧ αυτοκινήτων (περίοδος εφαρμογής 1992-93).

### ➤ Προτεινόμενα νέα μέτρα

Τα προτεινόμενα νέα μέτρα αποσκοπούν στη σημαντική μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και είναι τα εξής παρακάτω:

- Εξοικονόμηση ενέργειας: μείωση της κατανάλωσης καυσίμων προς παραγωγή ενέργειας (π.χ., βελτίωση μόνωσης στα κτίρια, απόδοσης οικιακών συσκευών, κινητήρων αυτοκινήτων, απόδοσης εγκαταστάσεων στη βιομηχανία)
- Βελτίωση μεταφορών: βελτίωση των συνθηκών κυκλοφορίας, αύξηση της χρήσεως των μαζικών μέσων μεταφοράς
- Εισαγωγή ευγενέστερων καυσίμων: φυσικό αέριο, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (π.χ., αιολική στα νησιά).
- Βελτίωση ποιότητας υγρών καυσίμων: ελάττωση του περιεχόμενου θείου (S) στο diesel και στη βενζίνη, καθώς και των πτητικών αρωματικών υδρογονανθράκων αντίστοιχα.
- Επεμβάσεις στις εκπομπές των βιομηχανιών: φίλτρα σε χαλυβουργεία, βιομηχανίες διατροφής και λιπασμάτων, μεταφορά χυτηρίων εκτός των μεγάλων πόλεων, μείωση απωλειών εξάτμισης στη βιομηχανία πετρελαίου και παραγώγων του, ανάπτυξη μηχανολογικού εξοπλισμού αντιρρύπανσης χημικών διεργασιών
- Έλεγχος πηγών ρύπανσης: δημιουργία «εθνικού μητρώου» απογραφής των εκπομπών και επέκταση του δικτύου παρακολούθησης με εναρμόνιση των μεθόδων μέτρησης των διαφόρων σταθμών
- Πληροφόρηση του κοινού: δημιουργία κέντρου πληροφοριών περιβάλλοντος και τεχνολογίας αντιρρύπανσης για το κοινό. Ο καθένας από εμάς μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση των προβλημάτων.

## ✓ Συμπεράσματα



Η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει γενικά δυσμενώς τη βλάστηση, τα εδάφη, τα ζώα, την ποιότητα του νερού, τα κτίρια και την ανθρώπινη υγεία. Η ατμοσφαιρική ρύπανση καταστρέφει τους ιστούς των φύλλων, των λουλουδιών και των καρπών και μειώνει τους ρυθμούς ανάπτυξης ή τους αναστέλλει, κάνει τα φυτά επιρρεπή και τρωτά σε ποικιλίες ασθενειών και ζιζανίων, και τέλος καταστρέφει τις αναπαραγωγικές τους διαδικασίες. Τα ζώα υποφέρουν αντίστοιχα από ανωμαλίες του αναπνευστικού συστήματος, βλάβες στα μάτια, στα δόντια και στα κόκαλα, αυξημένη ευπάθεια σε αρρώστιες και μείωση της δυνατότητας αναπαραγωγής. Το έδαφος και το νερό ρυπαίνονται ανάλογα, όταν οι ρύποι της ατμόσφαιρας σταματήσουν, να αιωρούνται και εναποθεθούν σε αυτά. Τέλος, στην ανθρώπινη υγεία τα αποτελέσματα είναι δύσκολο να υπολογιστούν ακριβώς, λόγω της ποικιλίας των ρύπων, της δύσκολης ανιχνευσιμότητας αρκετών από αυτούς και της μεγάλης περιόδου μελέτης που χρειάζεται για να αποκαλυφθεί ο ρόλος ενός ρύπου στην ανθρώπινη υγεία, όμως, παρόλα αυτά, οι μελέτες δείχνουν ότι τα αποτελέσματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι πολύ σημαντικά και έχουν να κάνουν με βλάβες στο αναπνευστικό και καρδιαγγειακό σύστημα, ενώ τα αποτελέσματα πάνω στα οικοδομήματα είναι ο αποχρωματισμός η διάβρωση και η αποσύνθεση των οικοδομικών υλικών. Σε αντίθεση με όλα τα παραπάνω, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε, ότι πρέπει να βρούμε τρόπους ενάντια στην ατμοσφαιρική ρύπανση όσο μπορεί ο καθένας από εμάς για να σώσουμε εμείς οι ίδιοι τους εαυτούς μας. Ενδεικτικά, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε τη λύση του πρασίνου σαν αντίδοτο στη ρύπανση. Δηλαδή, να προχωρήσουν τα μεγάλα αστικά κέντρα σε θεσμοθέτηση αντικινήτρων τέτοιων που να αποθαρρύνουν την

ανοικοδόμηση. Επίσης, να ενισχυθούν τα περιαστικά δάση, να γίνουν εκτεταμένες πεζοδρομήσεις, να προστατευτούν εγκαταλελειμμένοι βιομηχανικοί χώροι, να γίνει προσπάθεια για σύνδεση στο μέγιστο των πράσινων χώρων της πόλης σε ένα ενιαίο δίκτυο και να γίνουν οι κατάλληλες χωροθετικές διευθετήσεις, ώστε οι χώροι πρασίνου να μπορέσουν να παίξουν τον ευεργετικό και αντιρρυπαντικό τους ρόλο. Η πολιτεία θα έπρεπε να δώσει όλα της στα ακίνητα για αυτό το σκοπό. Επιπλέον, άλλος ενδεικτικός τρόπος είναι η αποκέντρωση από τις μεγάλες πόλεις και η συγκέντρωση στα χωριά. Επίσης, η περιορισμένη χρήση των αυτοκινήτων και προτίμηση για την καλύτερη εξυπηρέτηση των μέσων μαζικής μεταφοράς είναι και αυτός ένας τρόπος αντιμετώπισης.

Συμπερασματικά θα λέγαμε, ότι υπάρχουν και πολλοί άλλοι τρόποι για να αντιμετωπιστεί καλύτερα το φαινόμενο αυτό αλλά εξαρτάται και από το πόσο έτοιμος είναι ο κόσμος να κάνει κάποιες τέτοιες αλλαγές στη ζωή του κοιτάζοντας όχι μόνο το προσωπικό του κίνητρο και συμφέρον αλλά το συμφέρον για το καλό όλων των συμπολιτών μαζικά.

#### ➤ **Λέξεις κλειδιά**

ατμόσφαιρα, ατμοσφαιρική ρύπανση, ανθρωπογενείς πηγές, φυσικές πηγές, ρύποι, πρωτογενείς ρύποι, δευτερογενείς ρύποι, αιωρούμενα σωματίδια, αστική ρύπανση, βιομηχανική ρύπανση.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Γεωργόπουλος Α.,(2004):ΓΗ ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης, Αθήνα: Gutenberg
- Χριστοδουλάκης Ν.(1995),Οικολογία «Εισαγωγή στη μελέτη του Περιβάλλοντος». Αθήνα: Πατάκη
- Πηγές στο Διαδίκτυο