

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Λ. Σιχλιετίδης, Ι. Ζιώμας

Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένα συνακόλουθο της σύγχρονης βιομηχανικής ανάπτυξης, που προβληματίζει σοβαρά επιστήμονες, φορείς της πολιτείας αλλά και την όλη κοινωνία.

Ορίζεται ως η παρουσία στην ατμόσφαιρα ουσιών οι οποίες είναι επιβλαβείς για την υγεία και επηρεάζουν την ποιότητα ζωής. Προέρχονται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις και από φυσικές πηγές (πυρκαγιές δασών, εκρήξεις ηφαιστειών κλπ). Ο βαθμός ρύπανσης διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, ανάλογα με την πυκνότητα του πληθυσμού (π.χ. αστικά κέντρα) και τη συγκέντρωση βιομηχανικών μονάδων που εκπέμπουν αυξημένες ποσότητες ρύπων. Ακόμη σημαντικό ρόλο παίζουν η γεωγραφική μορφολογία μιας περιοχής (π.χ. λεκανοπέδιο) και η γνωστή θερμοκρασιακή αναστροφή, που καθιλώνει τους ρύπους σε χαμηλά επίπεδα.

Αρχικά οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία δεν έγιναν πλήρως αντιληπτές. Το ενδιαφέρον όμως των επιστημόνων αφυπνίστηκε μετά τα τραγικά επεισόδια αύξησης της νοσηρότητας και της θνησιμότητας σε διάφορες περιστάσεις, όπως: 1) Στο Μωζ του Βελγίου το Δεκέμβριο του 1930, όπου σημειώθηκαν 63 θάνατοι από ομίχλη που κράτησε πέντε ημέρες¹. Ο κύριος ρύπος που εμπλεκόταν ήταν το διοξείδιο του θείου. 2) Στη Ντονόρα της Πενσυλβανίας των ΗΠΑ τον Οκτώβριο του 1948, όπου επί μία εβδομάδα κυριάρχησαν άπνοια και χαμηλές θερμοκρασιακές αναστρο-

φές, με αποτέλεσμα να πεθάνουν 20 άτομα και να νοσήσει το 50% του σύνολου πληθυσμού². 3) Στο Λονδίνο όπου το Δεκέμβριο του 1952 σημειώθηκαν 4.000 θάνατοι σε τρεις ημέρες με κύριους υπεύθυνους ρύπους το διοξείδιο του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια³.

Μολονότι θα αναφερθεί και χωριστά κάθε ρυπαντής, εντούτοις στο σημείο αυτό πρέπει να αναγνωριστούν δύο γενικές κατηγορίες. Η πρώτη είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση «τύπου Λονδίνου» με κύριους ρυπαντές τις ενώσεις του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια. Η δεύτερη αφορά το φωτοχημικό νέφος «τύπου Λος Άντζελες» με κύριους ρυπαντές το όζον, τους υδρογονάνθρακες, το μονοξείδιο του άνθρακα και τα οξειδία του αζώτου. Οι ρυπαντές των δύο ομάδων είναι δυνατόν να συνυπάρχουν και σε διάφορους συνδυασμούς και συγκεντρώσεις.

Μολονότι τα δραματικά επεισόδια ατμοσφαιρικής ρύπανσης με προφανή αύξηση της θνητότητας είναι πλέον ασυνήθη, το όζον, τα αιωρούμενα σωματίδια και τα αερολύματα (aerosols) οξέων είναι υπεύθυνα για βλάβες της υγείας ακόμη και στα συνήθη επίπεδα έκθεσης. Πολλές επικίνδυνες για το αναπνευστικό σύστημα ουσίες έχουν αναγνωριστεί και ελεγχθεί στις ανεπτυγμένες χώρες. Παραμένουν, ωστόσο, πολλές αμφιβολίες όσον αφορά την ασφάλεια των θεσπισμένων ορίων έκθεσης για τους γνωστούς περιβαλλοντικούς ρύπους και για τους κινδύνους από νέους παράγοντες, που δεν έχουν ακόμη μελετηθεί. Στην προ-

σπάθεια εκτίμησης των επιδράσεων των εισπνεόμενων ρύπων συνεργάζονται αλληλοσυμπληρούμενοι κλινικοί, επιδημιολόγοι και τοξικολόγοι.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση προέρχεται κυρίως από την καύση ουσιών και περιλαμβάνει εκπομπές ρύπων από τα αυτοκίνητα, τις βιομηχανίες και τις κεντρικές θερμάνσεις. Οι εκπομπές των εξατμίσεων των αυτοκινήτων συμβάλλουν στη ρύπανση με μονοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου, υδρογονάνθρακες, αιθάλη και άλλα σωματίδια. Οι μη καταλυτικές μηχανές των αυτοκινήτων αποβάλλουν τετρααιθυλιούχο μόλυβδο. Περίπου, αν εξαιρεθεί το διοξείδιο του θείου, για τις μισές εκπομπές ρύπων ευθύνονται τα αυτοκίνητα. Για τις άλλες μισές υπεύθυνη είναι η βιομηχανία και οι κεντρικές θερμάνσεις.

Το όζον είναι ένας δευτερεύων ρυπαντής, που παράγεται στην ατμόσφαιρα μέσω φωτοχημικών αντιδράσεων, στις οποίες συμμετέχουν οξείδια του αζώτου και υδρογονάνθρακες. Τα επίπεδα του όζοντος είναι γενικώς υψηλότερα στους εξωτερικούς παρά στους εσωτερικούς χώρους. Τα οξείδια του αζώτου συμβάλλουν επίσης στη γένεση νιτρικών οξέων και αλάτων. Το διοξείδιο του αζώτου, αντίθετα με το όζον, συγκεντρώνεται στον αέρα εσωτερικών χώρων, όταν αυτοί δεν αερίζονται καλά.

Οι βιομηχανικές εκπομπές είναι υπεύθυνες για τη ρύπανση κυρίως με διοξείδιο του θείου και μια σύνθετη ποικιλία αιωρούμενων σωματιδίων, που περιλαμβάνουν νιτρικά και θειικά άλατα, μεταλλικά άλατα και σωματίδια άνθρακα. Οι κλιματικές συνθήκες, θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακό φως και άνεμοι επηρεάζουν τόσο τη γένεση όσο και τη μεταφορά των ρύπων.

Διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες (μεταλλουργία, καύση αποβλήτων κλπ) είναι υπεύθυνες για εκπομπές ποικιλίας οξέων και οργανικών και μεταλλικών ενώσεων, που προκαλούν τυπικές μεταβολές στην ποιότητα του αέρα.

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι η κυριότερη αιτία: α) Της όξινης βροχής, β) Του φαινομένου του θερμοκηπίου και γ) Της καταστροφής του όζοντος της ατμόσφαιρας.

α) Όξινη βροχή

Με τον όρο όξινη βροχή εννοείται εκείνη που έχει pH μικρότερο από 5,1 (οι συνηθισμένες βρο-

χές έχουν pH που κυμαίνεται μεταξύ 5,1-5,3⁴). Το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου αποτελούν τις κύριες αιτίες της όξινης βροχής. Αυτά στην ατμόσφαιρα ενώονται με υδρατμούς (νερό), σχηματίζουν οξέα και μεταφέρονται μακριά από το χώρο της παραγωγής τους. Η όξινη βροχή έχει διαβρωτικές επιδράσεις στα κτίρια και απασχολεί πολύ το σύγχρονο κόσμο ως προς τα υπαίθρια μνημεία. Μεγάλη η επίδρασή της στη ρύπανση των υδάτων και στη βλάστηση⁵.

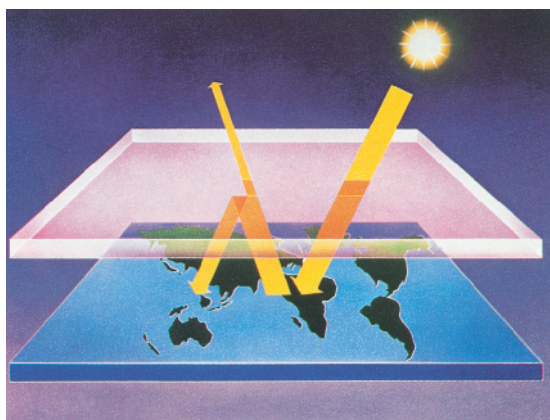
β) Φαινόμενο θερμοκηπίου

Είναι το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας της γης, το οποίο οφείλεται στην παγίδευση θερμότητας στην ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα της γης είναι σχετικά διαπερατή στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που φθάνει σε αυτήν από τον ήλιο, είναι όμως αδιαπέραστη στη θερμοκή ακτινοβολία που εκπέμπει η επιφάνεια της γης προς το διάστημα.

Το φαινόμενο θερμοκηπίου στη γήινη ατμόσφαιρα πρωτομελετήθηκε από τον Τύνταλ το 1860. Ονομάστηκε έτσι, γιατί στο ίδιο φαινόμενο οφείλεται και η λειτουργία των θερμοκηπίων, αν και σε αυτά η «παγίδευση» της θερμοκής ακτινοβολίας γίνεται από το γυαλί ή το πλαστικό που τα καλύπτει⁶.

Ενώ η ηλιακή ακτινοβολία έχει το μέγιστο της έντασής της στην κίτρινη περιοχή του φάσματος (μικρό μήκος κύματος, 5.000Å), όπου η γήινη ατμόσφαιρα είναι σχεδόν διαφανής, η ανακλώμενη από τη γη ακτινοβολία έχει το μέγιστο αυτό στην υπέρυθη περιοχή του φάσματος (μεγάλο μήκος κύματος, 10.000Å), όπου η γήινη ατμόσφαιρα είναι σχεδόν αδιαφανής. Ως εκ τούτου, ένα μέρος της ανακλώμενης ακτινοβολίας παγιδεύεται από την ατμόσφαιρα (Εικ. 36.1).

Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της γης είναι 35°C περίπου μεγαλύτερη από αυτή που θα είχε χωρίς την επίδραση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι τελικά ένα «φυσιολογικό φαινόμενο», το οποίο θερμαίνει την επιφάνεια της γης. Εάν δεν υπήρχαν αέρια στην ατμόσφαιρα ικανά να απορροφήσουν την υπεριώδη ακτινοβολία, η επιφάνεια της γης θα ήταν ψυχρότερη, οι ωκεανοί θα πάγωναν και η ζωή, όπως τη γνωρίζουμε, θα ήταν αδύνατη. Το φαινόμενο όμως αυτό επιτείνεται σε επικίνδυ-



Εικόνα 36.1. Σχηματική αναπαράσταση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

νο πλέον βαθμό από τις ανέλεγκτες ανθρώπινες δραστηριότητες. Αν συνεχιστεί ο σημερινός ρυθμός αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα, εκτιμάται ότι σε 50 έτη η επιβάρυνση της γήινης ατμόσφαιρας θα οδηγήσει σε άνοδο της θερμοκρασίας της γης κατά 2 ως 4 βαθμούς, με αποτέλεσμα να επέλθουν δραστηκότερες αλλαγές στις κλιματικές συνθήκες, καταστρεπτικές μη αντιστρεπτές μεταβολές της χλωρίδας και της πανίδας, επέκταση των ερήμων και ανύψωση της στάθμης της θάλασσας, με συνέπεια ριζικές γεωπολιτικές μεταβολές. Προβλέπεται ότι με την επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου η ρύπανση της ατμόσφαιρας από ουσίες ερεθιστικές για το αναπνευστικό σύστημα θα αυξηθεί, με αποτέλεσμα αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα από αναπνευστικές παθήσεις. Για την αντιμετώπιση του «θερμοκηπίου» προτείνεται η δημιουργία δασών, γνωστού όντος ότι τα δάση με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης απορροφούν το CO_2 της ατμόσφαιρας, λύση μάλλον απλοϊκή. Η πραγματική λύση του προβλήματος θα προέλθει με τη χρησιμοποίηση άλλων πιο ανθρώπινων μορφών ενέργειας, που θα επιτευχθεί με παγκόσμια αφύπνιση.

γ) Καταστροφή του όζοντος της ατμόσφαιρας

Μια μορφή του οξυγόνου στην ατμόσφαιρα είναι το όζον (O_3), που κατά 10% περιέχεται στην τροπόσφαιρα (το ύψος της τροπόσφαιρας στον ισημερινό φθάνει τα 17 km περίπου, ενώ στις πολικές περιοχές τα 7 km) και κατά 90% περιέχεται στη στρατόσφαιρα (εκτείνεται πάνω από την τροπόσφαιρα μέχρι το ύψος των 50 km περίπου). Ο φυ-

σικός ρόλος του όζοντος στη στρατόσφαιρα είναι διπτός: α) Θερμαίνει την περιοχή αυτή απορροφώντας μέρος της ηλιακής υπεριώδους ακτινοβολίας και β) Δεσμεύει το μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας, που εάν έφτανε στο έδαφος, θα κατέστρεφε το οικοσύστημα. Βεβαίως το ατμοσφαιρικό όζον ανανεώνεται με «νόμους» που προβλέπει η φύση. Συγκεκριμένα, μια σειρά χημικών κύκλων, στους οποίους συμμετέχει το οξυγόνο, το άζωτο και το υδρογόνο, έχει ως αποτέλεσμα τη φυσική καταστροφή του όζοντος. Ταυτόχρονα, όμως, αναπαράγεται με τη διαδικασία της **φωτόλυσης**, με την οποία μόρια οξυγόνου διασπώνται σε άτομα οξυγόνου, τα οποία ενώνονται με άλλα μόρια οξυγόνου σχηματίζοντας νέα μόρια όζοντος. Το σπουδαίο αυτό συστατικό της γήινης ατμόσφαιρας δεν κατανέμεται ομοιόμορφα σε αυτήν. Η ποσότητα του όζοντος γίνεται μέγιστη στην κατώτερη στρατόσφαιρα στο ύψος των 19-23 km πάνω από τη γη. Είναι όμως σήμερα επιστημονικά διαπιστωμένο ότι το στρώμα του όζοντος εξασθενεί και μάλιστα με απρόσμενους ρυθμούς. Πιο συγκεκριμένα, δορυφορικές και επίγειες μετρήσεις απέδειξαν ότι η μείωση του όζοντος είναι πιο έντονη στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Βεβαίως η μείωση αυτή δεν είναι συμμετρική στα δύο ημισφαίρια. Για παράδειγμα, στην Ανταρκτική η μείωση του όζοντος μετρήθηκε στο 50%, ενώ στην Αρκτική στο 15%. Μάλιστα επειδή στην Ανταρκτική η μείωση του όζοντος είναι μεγάλη, έχει επικρατήσει ο όρος **τρύπα του όζοντος της Ανταρκτικής**.

Η συνοπτική ερμηνεία της αραίωσης του στρώματος του όζοντος είναι η ακόλουθη: Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν ως συνέπεια την τροφοδοσία της ατμόσφαιρας με χημικές ενώσεις που περιέχουν χλώριο ή βρώμιο. Οι ενώσεις αυτές ανερχόμενες σε μεγάλα ύψη (κατώτερη στρατόσφαιρα) διασπώνται από την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα την απελευθέρωση ενώσεων χλωρίου και βρωμίου. Τα συστατικά αυτά ακολουθούν στη συνέχεια τη γενική κυκλοφορία προς τα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Στα μεγάλα όμως γεωγραφικά πλάτη, και ιδιαίτερα στις πολικές περιοχές, η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή, με συνέπεια τα συστατικά αυτά να γίνονται πλέον δραστηκότε στην καταστροφή του όζοντος. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος για τον οποίο οι

μεγαλύτερες μειώσεις του όζοντος (13 έως 20 km) παρατηρούνται στα πολύ μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Η πλέον εκτενής μείωση του όζοντος στην Ανταρκτική δικαιολογείται κυρίως από το γεγονός ότι η θερμοκρασία στην Ανταρκτική είναι χαμηλότερη από εκείνη της Αρκτικής.

Η διαδικασία της φωτόλυσης, που οφείλεται στην επίδραση του ηλιακού φωτός στο οξυγόνο της στρατόσφαιρας, είναι βραδεία. Ο χρόνος ημίσειας ζωής για την ανακύκλιση του O₃ της στρατόσφαιρας είναι 3-4 χρόνια⁷. Κάθε κατάσταση που επιταχύνει την αποδόμηση του όζοντος μπορεί να παρεμβληθεί στην ομαλή ανακύκλισή του και εάν το O₃ καταστραφεί, μπορεί να χρειαστούν 8-10 χρόνια για την αποκατάστασή του⁸.

Το όζον της τροπόσφαιρας αποτελεί τον πιο σημαντικό δευτερογενή ρύπο της ατμόσφαιρας. Η αιτία που προκαλεί την καταστροφή του όζοντος της στρατόσφαιρας είναι οι χλωροφθοράνθρακες που ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα κατά την παραγωγή, τη χρήση ή την απόρριψή τους. Στη συνέχεια ανέρχονται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και εκεί παραμένουν ως αδρανή αέρια για 50-100 χρόνια. Με την επίδραση του ηλιακού φωτός διασπώνται και ελευθερώνεται χλώριο, το οποίο καταστρέφει το όζον της στρατόσφαιρας. Η μείωση του όζοντος της στρατόσφαιρας θα έχει επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου (καρκίνος του δέρματος, μελανώματα, οφθαλμικές παθήσεις - καταρράκτης, εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος και αύξηση της συχνότητας των λοιμώξεων).

Οι επιδράσεις στην υγεία από την έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση είναι πολυποίκιλες⁹ και συνοψίζονται στον **πίνακα 36.1**. Οι ενδείξεις που συνδέουν την ατμοσφαιρική ρύπανση με τις βλαβερές επιδράσεις στην υγεία προέρχονται από επιδημιολογικές, κλινικές και πειραματικές τοξικολογικές έρευνες. Οι μηχανισμοί πάντως για πολλές από αυτές είναι αδιευκρίνητοι. Επί παραδείγματι οι τοξικές ουσίες που είναι υπεύθυνες για την αύξηση της νοσηρότητας και θνητότητας από αύξηση των αιωρούμενων σωματιδίων αεροδυναμικής διαμέτρου κάτω των 10 μm δεν έχουν ακόμη διευκρινιστεί και κατά συνέπεια οι μηχανισμοί δεν έχουν κατανοηθεί.

Κάθε ορισμός που αφορά τη «βλάβη υγείας»

Πίνακας 36.1. *Επιδράσεις στην υγεία και βιολογικοί δείκτες που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση*

- Αύξημένη θνητότητα από καρδιά και αναπνευστικό: Θνητότητα από καρδιακή ή πνευμονική νόσο πέραν της αναμενόμενης συχνότητας
- Αύξημένη χρήση των υπηρεσιών υγείας: Αύξηση νοσηλείων και επισκέψεων στους ιατρούς
- Κρίσεις άσθματος: Αύξηση επισκέψεων στους ιατρούς, χρήσεις φαρμάκων, μείωση της εκπνευστικής ροής
- Αύξηση νοσηρότητας από το αναπνευστικό: Αύξημένος αριθμός πνευμονικών λοιμώξεων και ιατρικών επισκέψεων για πνευμονικά συμπτώματα
- Αύξηση αναπνευστικών συμπτωμάτων:
- Μειωμένη πνευμονική λειτουργία: Σπυρομέτρηση, αντιστάσεις αεραγωγών
- Αύξημένη βρογχική αντιδραστικότητα: Πρόκληση με μεταχολίνη, ισταμίνη κλπ
- Φλεγμονή πνευμονικού παρεγχύματος: Βρογχοκυψελιδική έκπλυση (κύτταρα, μεσολαβητές, πρωτεΐνες)
- Έκπτωση αμυντικών μηχανισμών: Ελάττωση βλεννοκορροσσωτής κάθαρσης, μείωση λειτουργικότητας μακροφάγων και ελαττωμένη ανοσιακή αντίδραση

από ρύπους του περιβάλλοντος, πέρα από την κλινική και βιολογική, έχει πρωτίστως κοινωνική σημασία¹⁰.

Ωστόσο, μολονότι ορισμένες φορές η «βλάβη υγείας» είναι προφανής, π.χ. αύξηση νοσηρότητας και θνητότητας που συνοδεύουν την οξεία αύξηση ενός ή συνδυασμού ρυπαντών (**Πίν. 36.2**), δεν έχει γίνει σαφής αποτίμηση και αποτύπωση του προβλήματος και γι' αυτό δεν υπάρχει γενικά αποδεκτός ορισμός. Επιπλέον δεν έχουν ακόμα επαρκώς μελετηθεί οι απώτερες επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό ή, γενικότερα, στα έμβια όντα. Παράδειγμα αποτελεί η αύξηση των μεσολαβητών της φλεγμονής στο βρογχοκυψελιδικό έκπλυμα, της οποίας (φλεγμονής) η κλινική σημασία, επί του παρόντος, παραμένει αδιευκρίνητη.

Παρακάτω αναλύονται οι επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία των κυριότερων ρυπαντών της ατμόσφαιρας.

Πίνακας 36.2. *Επιδράσεις των αέριων ρυπαντών στην υγεία και πληθυσμιακές ομάδες υψηλού κινδύνου*

Παράγοντες	Άτομα υψηλού κινδύνου	Κλινικές επιπτώσεις	Σχόλια
Όζον	- Υγιείς ενήλικες και παιδιά - Αθλητές, εργαζόμενοι σε εξωτερικούς χώρους - Ασθματικοί (και άλλοι με χρόνιες αναπνευστικές παθήσεις)	- Ελάττωση της πνευμονικής λειτουργίας. Αύξηση της αντιδραστικότητας. Πνευμονική φλεγμονή. Αύξηση αναπνευστικών συμπτωμάτων - Μείωση ικανότητας άσκησης - (Αύξηση συχνότητας νοσηλείας)	- Οι επιδράσεις γίνονται φανερές ακόμη και κάτω από τα ανεκτά όρια έκθεσης. Οι επιδράσεις αυξάνουν κατά την άσκηση - Οι επιδράσεις προκαλούνται, όταν συνυπάρχει ρύπανση με όξινα αερολύματα και σωματίδια
Διοξείδιο του αζώτου	- Υγιείς ενήλικες - Ασθματικοί - Παιδιά	- Αύξηση βρογχικής αντιδραστικότητας - Μείωση αναπνευστικής λειτουργίας - Αύξηση αναπνευστικών συμπτωμάτων (αύξηση συχνότητας πνευμονικών λοιμώξεων)	- Οι επιδράσεις προκαλούνται σε επίπεδα ρύπανσης που βρίσκονται σε μη καλώς αεριζόμενους εσωτερικούς χώρους, όπου λειτουργούν εστίες καύσεως
Διοξείδιο του θείου	- Υγιείς ενήλικες και ασθενείς με ΧΑΠ - Ασθματικοί	- Αύξηση αναπνευστικών συμπτωμάτων, νοσηρότητας και θνητότητας - Μείωση αναπνευστικής λειτουργίας	- Υψηλής διαλυτότητας αέριο με επίδραση στους ανώτερους αεραγωγούς - Παρατηρείται και μετά βραχεία έκθεση
Όξινα αερολύματα	- Υγιείς ενήλικες - Παιδιά - Ασθματικοί και άλλοι	- Διαταραχή βλεννοκορσσωτής κάθαρσης - Αύξηση αναπνευστικών νοσημάτων - Μείωση της πνευμονικής λειτουργίας (αύξηση συχνότητας νοσηλείας)	- Δεν έχει θεσπιστεί όριο ασφαλείας - Τα αποτελέσματα φαίνονται σε συνδυασμό με όζον και σωματίδια
Σωματίδια (PM ₁₀)	- Παιδιά - Χρόνιοι πνευμονοπαθείς/καρδιοπαθείς - Ασθματικοί	- Αύξηση πνευμονικών νοσημάτων - Αύξηση αναπνευστικής νοσηρότητας - Μείωση αναπνευστικής λειτουργίας - Αύξηση θνησιμότητας - Αύξηση κρίσεων άσθματος	- Οι επιδράσεις φαίνονται μόνο σε έκθεση με σωματίδια ή σε συνδυασμό με SO ₂
Μονοξείδιο του άνθρακα	- Υγιείς ενήλικες - Ασθενείς με στεφανιαία νόσο	- Μείωση ικανότητας άσκησης - Μείωση ικανότητας άσκησης - Στηθάγχη (Αύξηση θνητότητας)	- Επιδεινωση των επιδράσεων σε συνδυασμό με αναιμία ή χρόνια πνευμονοπάθεια
Μόλυβδος	- Παιδιά - Ενήλικες	- Διαταραχές συμπεριφοράς - Αύξηση αρτηριακής πίεσης	- Η χρήση αμόλυβδης βενζίνης οδήγησε σε σημαντική μείωση των επιπέδων ρύπανσης

Τα περιεχόμενα εντός παρενθέσεων είναι συσχετίσεις που παρατηρήθηκαν σε μερικές μόνο μελέτες και υπόκεινται σε αναθεωρήσεις

Όζον

Κατά τους θερινούς μήνες του έτους με την παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας, σχηματίζεται όζον από τις αντιδράσεις πτητικών οργανικών ενώσεων (υδρογονανθράκων) και οξειδίων του αζώτου. Οι πηγές προέλευσης των πρόδρομων ενώσεων περιλαμβάνουν τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, τις εκπομπές των βιομηχανιών και τους οργανικούς διαλύτες.

Υπό συνθήκες έκθεσης στο εργαστήριο, όπως και σε πραγματικές συνθήκες στο περιβάλλον, ασκούμενοι ενήλικες και παιδιά που εκτίθενται στην επίδραση του όζοντος παρουσιάζουν παροδικές διαταραχές της σπυρομετρικής ελεγχόμενης αναπνευστικής λειτουργίας, που διαρκούν πολλές ώρες και συμπτώματα, όπως ερεθιστικός βήχας και αναπνευστική δυσφορία¹¹.

Το ερώτημα εάν η καθ' υποτροπήν έκθεση σε όζον προκαλεί μόνιμες αναπνευστικές διαταραχές παραμένει αναπάντητο.

Διοξείδιο του αζώτου

Το διοξείδιο του αζώτου είναι οξειδωτικό αέριο που σχηματίζεται κατά τις καύσεις σε υψηλές θερμοκρασίες. Πηγές του είναι τα καυσαέρια των αυτοκινήτων και των βιομηχανιών.

Σε αντίθεση με το O₃, το NO₂ βρίσκεται συχνότερα σε υψηλές συγκεντρώσεις στους εσωτερικούς παρά στους εξωτερικούς χώρους. Ωστόσο το NO₂ στους εξωτερικούς χώρους συμβάλλει σημαντικά στη ρύπανση των χώρων αυτών και είναι μείζονος σημασίας για το σχηματισμό ατμοσφαιρικού όζοντος. Λόγω της χαμηλής διαλυτότητάς του εναποτίθεται σε ποσοστό 60% στο κατώτερο αναπνευστικό σύστημα.

Αιωρούμενα σωματίδια

Πρόσφατες επιδημιολογικές αναφορές παρέχουν πρόσθετες ενδείξεις ότι η σωματιδιακή ατμοσφαιρική ρύπανση συνοδεύεται από αυξημένη νοσηρότητα από το αναπνευστικό σύστημα και αυξημένη θνησιμότητα από αναπνευστικές και καρδιαγγειακές νόσους¹².

Τα αιωρούμενα σωματίδια διακρίνονται σε πρωτογενή, προερχόμενα από συνήθεις πηγές καύσης διαφόρων ουσιών, και σε δευτερογενή, που σχηματίζονται από συμπύκνωση και χημικές

αντιδράσεις μεταξύ αερίων που προέρχονται από τις καύσεις¹³.

Τα 3-30 μ σε αεροδυναμική διάμετρο προέρχονται συνήθως από φυσικά υλικά του φλοιού της γης, ή είναι βιολογικά σωματίδια, όπως γυρεόκοκκοι και σπόροι. Τα μικρότερα από 3μ είναι κυρίως ανθρωπογόνου προέλευσης και σχηματίζονται κατά την καύση ουσιών. Τα τελευταία τείνουν να εναποτίθενται στις κυψελίδες, ενώ τα μεγαλύτερα παγιδεύονται στις ανώτερες αεροφόρες οδούς¹⁴.

Διοξείδιο του θείου

Μολονότι τα επίπεδα SO₂ και των αιωρούμενων σωματιδίων του ατμοσφαιρικού αέρα μεταβάλλονται παράλληλα, τα σωματίδια φαίνεται να αποτελούν το μείζονα τοξικό παράγοντα του σύνθετου αυτού μείγματος.

Το SO₂ στη φύση απαντάται ως πρόσμειξη στα ορυκτά καύσιμα. Παράγεται στις βιομηχανικές εργασίες στις οποίες χρησιμοποιούνται ορυκτά καύσιμα και κυρίως σε εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, όπου χρησιμοποιείται άνθρακας ή πετρέλαιο. Οι εκπομπές του αυξάνονταν σταθερά κατά τον απελθόντα αιώνα και προβλέπεται να συνεχίσουν να αυξάνονται.

Μονοξείδιο του άνθρακα

Ο θάνατος από δηλητηρίαση με CO είναι από μακρού γνωστός και μολονότι είναι δυνατόν να προληφτεί, συνεχίζει να βρίσκεται επικεφαλής στον κατάλογο των θανάτων από τοξικούς παράγοντες, όπως αποδεικνύεται από τα σχετικά πιστοποιητικά θανάτου¹⁵.

Το CO προέρχεται από την ατελή καύση φυσικού αερίου, βενζίνης, άνθρακα, καπνού τσιγάρου και ορυκτελαίου. Η κύρια πηγή CO στον ατμοσφαιρικό αέρα είναι τα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Οι επιδράσεις στην υγεία αναπτύσσονται στο κεφάλαιο 12.

Μόλυβδος

Από μακρού έχει διαπιστωθεί ότι η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις μόλυβδου στην ατμόσφαιρα είναι οξέως τοξική. Από πρόσφατα ευρήματα φαίνεται ότι ο μόλυβδος είναι ικανός να προκαλέσει τοξικές βλάβες τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά, σε πυκνότητες πολύ χαμηλότερες εκείνων

που προκαλούν εμφανή κλινική συμπτωματολογία. Επίπεδα μολύβδου που θεωρούνταν «ασφαλής» μόλις πριν δέκα χρόνια, σήμερα αναγνωρίζεται ότι έχουν αφανείς τοξικές δράσεις και οι ενδείξεις υποσημαίνουν ότι δεν υπάρχουν κατώτερα όρια τοξικότητας για το μόλυβδο όσον αφορά τους ανθρώπους. Οι βλάβες υγείας από την έκθεση σε μόλυβδο έχουν σημαντικό κοινωνικο-οικονομικό κόστος¹⁶.

Ο μόλυβδος προέρχεται κυρίως από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Τα επίπεδα στην ατμόσφαιρα μειώθηκαν με την επικράτηση της αμόλυβδης βενζίνης¹⁷.

ΠΡΟΛΗΨΗ

Η πιθανότητα να προκληθεί βλάβη στην υγεία από κάποιον αέριο ρυπαντή εξαρτάται τόσο από το βαθμό της έκθεσης, όσο και από τα ατομικά χαρακτηριστικά του εκτιθέμενου ατόμου. Προδιαθετικοί παράγοντες αυξημένης ατομικής ευαισθησίας στη ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι η ηλικία (νήπια, ηλικιωμένοι), η εγκυμοσύνη, οι πα-

θήσεις της καρδιάς (στεφανιαία νόσος) ή των πνευμόνων (ΧΑΠ, βρογχικό άσθμα), η υπεραντιδραστικότητα των αεραγωγών, η ανεπάρκεια α1-αντιθρυψίνης και το κάπνισμα. Οι παράγοντες αυτοί πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό των προληπτικών μέτρων. Τα άτομα αυτά πρέπει να περιορίζουν τις δραστηριότητές τους κατά τη διάρκεια περιόδων αυξημένης ρύπανσης, να επιλέγουν κατάλληλο τόπο κατοικίας και να τροποποιούν τη φαρμακευτική τους αγωγή σύμφωνα με τις οδηγίες του ιατρού τους. Η λήψη μέτρων πρέπει να αφορά κυρίως τον περιορισμό των ρύπων από τα αυτοκίνητα. Η χρήση ατομικών αναπνευστικών προσωπίδων μπορεί να ελαττώσει την έκθεση, αλλά αυξάνει το έργο της αναπνοής και δεν είναι καλά ανεκτή από άτομα με αναπνευστικές παθήσεις. Η φυσική άσκηση σε μέρος με αυξημένη ρύπανση πρέπει να αποφεύγεται.

Τέλος, στους πίνακες 36.3, 36.4, 36.5, 36.6 και 36.7 παρατίθενται τα πρότυπα ποιότητας αέρα για τα αιωρούμενα σωματίδια, το SO₂, το NO₂, το CO και το O₃ από Ελλάδα^{18,21}, ΕΟΚ^{19,22} και ΠΟΥ^{20,23,24,25}.

Πίνακας 36.3. Πρότυπα ποιότητας αέρα για τα αιωρούμενα σωματίδια ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Η ετήσια περίοδος αναφοράς αρχίζει την 1/4 του ημερολογιακού έτους και λήγει στις 31/3 του επόμενου έτους

Πρότυπα ποιότητας Χώρα ή οργανισμός	Συγκέντρωση - Διάρκεια μέτρησης			Παρατηρήσεις
	Έτος 1	Μήνες 6	Ώρες 24	
Οριακές τιμές για τα αιωρούμενα σωματίδια	80			Διάμεση τιμή των μέσων ημερήσιων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
	Χειμώνας 1/10-31/3	130		Διάμεση τιμή των μέσων ημερήσιων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του χειμώνα
Ελλάδα ¹⁸ - Ε.Ο.Κ. ¹⁹			250	Το 98% όλων των μέσων ημερήσιων τιμών κατά τη διάρκεια του έτους δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή Από τις 7 ημέρες (δηλαδή κατά τη διάρκεια του 2% του έτους) που είναι ανεκτό η μέση ημερήσια τιμή να ξεπερνά αυτή την οριακή τιμή, συνεχόμενες δεν πρέπει να είναι περισσότερες από τρεις
Οριακές τιμές για τα αιωρούμενα σωματίδια	150			Μέθοδος αναφοράς: Αναρρόφηση μεγάλου όγκου αέρα. Αριθμητικός μέσος όρος των μέσων ημερήσιων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
Ε.Ο.Κ. ¹⁹			300	Το 95% όλων των μέσων ημερήσιων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή (δηλαδή η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται πάνω από 18 ημέρες το έτος)
Τιμές οδηγού για τα αιωρούμενα σωματίδια	40 έως 60			Μέθοδος αναφοράς: Μέθοδος μαύρου καπνού Αριθμητικός μέσος όρος μέσων ημερήσιων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
Ελλάδα ¹⁸ - Ε.Ο.Κ. ¹⁹			100 έως 150	Μέση ημερήσια τιμή
Κατευθυντήριες τιμές οδηγού για τα αιωρούμενα σωματίδια	40			Μέθοδος αναφοράς: Μέθοδος μαύρου καπνού Αριθμητικός μέσος όρος μέσων ημερήσιων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
			120	Το 98% όλων των μέσων ημερήσιων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή (δηλαδή η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται πάνω από 7 ημέρες το έτος)
Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.) ²⁰			180	Μέθοδος αναφοράς: Αναρρόφηση μεγάλου όγκου αέρα. Μέση ημερήσια τιμή
			110	Μέθοδος αναφοράς: Συγκράτηση σωματιδίων αναπνεύσιμου μεγέθους Μέση ημερήσια τιμή

Όρια επιφυλακής Αθηνών: 250 (μέση τιμή εικοσιτετραώρου)

Όρια λήψης μέτρων (1η βαθμίδα): 400 (μέση τιμή εικοσιτετραώρου)

Όρια λήψης μέτρων (2η βαθμίδα): 600 (μέση τιμή εικοσιτετραώρου)

Πίνακας 36.4. Πρότυπα ποιότητας αέρα για το διοξείδιο του θείου ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Η ετήσια περίοδος αναφοράς αρχίζει την 1/4 του ημερολογιακού έτους και λήγει στις 31/3 του επόμενου έτους

Πρότυπα ποιότητας Χώρα ή οργανισμός	Συγκέντρωση - Διάρκεια μέτρησης			Παρατηρήσεις
	Έτος 1	Μήνες 6	Ώρες 24	
Οριακές τιμές για το διοξείδιο του θείου	80			Διάμεση τιμή των μέσων ημερησίων τιμών, όταν η ετήσια διάμεση των μέσων ημερησίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι $> 40\mu\text{g}/\text{m}^3$
	120			Διάμεση τιμή των μέσων ημερησίων τιμών, όταν η ετήσια διάμεση των μέσων ημερησίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι $< 40\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Χειμώνας 1/10 - 31/3	130		Διάμεση τιμή των μέσων ημερησίων τιμών του χειμερινού εξαμήνου, όταν η διάμεση των μέσων ημερησίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι $> 60\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ελλάδα ¹⁸ - Ε.Ο.Κ. ¹⁹	Χειμώνας 1/10 - 31/3	180		Διάμεση τιμή των μέσων ημερησίων τιμών του χειμερινού εξαμήνου, όταν η διάμεση των μέσων ημερησίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι $< 60\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Από τις 7 ημέρες (δηλαδή κατά τη διάρκεια του 2% του έτους) που είναι ανεκτό η μέση ημερησία τιμή να ξεπερνά αυτή την οριακή τιμή, συνεχόμενες δεν πρέπει να είναι περισσότερες από τρεις		250 350	Το 98% όλων των μέσων ημερησίων τιμών στη διάρκεια του έτους δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή, όταν 98% των μέσων ημερησίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι $> 150\mu\text{g}/\text{m}^3$. Το 98% όλων των μέσων ημερησίων τιμών στη διάρκεια του έτους δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή, όταν 98% των μέσων ημερησίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι $< 150\mu\text{g}/\text{m}^3$
Τιμές οδηγού για το διοξείδιο του θείου	40-60			Αριθμητικός μέσος όρος μέσων ημερησίων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
Ελλάδα ¹⁸ - Ε.Ο.Κ. ¹⁹			100 έως 150	Μέση ημερησία τιμή
Τιμές οδηγού για το διοξείδιο του θείου	50			Αριθμητικός μέσος όρος μέσων ημερησίων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους, όταν τα αιωρούμενα σωματίδια, όπως μετρούνται με τη μέθοδο του μαύρου καπνού, είναι $> 150\mu\text{g}/\text{m}^3$
Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.) ²⁰			125	Μέση ημερησία τιμή, όταν η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων, όπως μετρούνται με μία από τις παρακάτω μεθόδους, για: 1) Τη μέθοδο του μαύρου καπνού : $125\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2) Τη μέθοδο αναρρόφησης μεγάλου όγκου αέρα : $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ 3) Τη μέθοδο με διαχωρισμό αναπνεύσιμων σωματιδίων : $70\mu\text{g}/\text{m}^3$

Όρια επιφυλακής Αθηνών: 250 (μέση τιμή εικοσιτετραώρου)

Όρια λήψης μέτρων (1η βαθμίδα): 400 (μέση τιμή εικοσιτετραώρου)

Όρια λήψης μέτρων (2η βαθμίδα): 500 (μέση τιμή εικοσιτετραώρου)

Πίνακας 36.5. Πρότυπα ποιότητας αέρα για το διοξείδιο του αζώτου (σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Η ετήσια περίοδος αναφοράς αρχίζει την 1/1 του ημερολογιακού έτους και λήγει στις 31/12

Πρότυπα ποιότητας Χώρα ή οργανισμός	Συγκέντρωση - Διάρκεια μέτρησης			Παρατηρήσεις
	Έτος	Ώρες	1	
Οριακή τιμή για το διοξείδιο του αζώτου			200	Το 98% όλων των μέσων ωριαίων τιμών ή και για μικρότερα χρονικά διαστήματα, που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του έτους, δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή (δηλαδή η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται για πάνω από 175 ώρες το έτος)
Ελλάδα ²¹ - Ε.Ο.Κ. ²²				
Οδηγοί για το διοξείδιο του αζώτου	50			Το 50% όλων των μέσων ωριαίων τιμών ή και για μικρότερα χρονικά διαστήματα, που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του έτους, δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή (δηλαδή η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται για πάνω από 4380 ώρες το έτος)
Ελλάδα ²¹ - Ε.Ο.Κ. ²²	135			Το 98% όλων των μέσων ωριαίων τιμών ή και για μικρότερα χρονικά διαστήματα, που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του έτους, δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή (δηλαδή η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται για πάνω από 175 ώρες το έτος)
Οδηγοί για το διοξείδιο του αζώτου		150		Αριθμητικός μέσος όρος των μέσων ημερησίων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.) ^{23,24}			190 έως 320	Η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται για περισσότερο από 1 ώρα το μήνα
Όρια επιφυλακής Αθηνών:200 (μέση τιμή εικοσιτετραώρου) Όρια λήψης μέτρων (1η βαθμίδα):500 (μέση τιμή εικοσιτετραώρου) Όρια λήψης μέτρων (2η βαθμίδα):700 (μέση τιμή εικοσιτετραώρου)				

Πίνακας 36.6. Πρότυπα ποιότητας αέρα για το μονοξείδιο του άνθρακα (σε mg/m^3)

Πρότυπα ποιότητας Χώρα ή οργανισμός	Συγκέντρωση - Διάρκεια μέτρησης			Παρατηρήσεις
	Ώρες	1	Λεπτά	
Κατευθυντήριες τιμές για το μονοξείδιο του άνθρακα ^{25α}	10		30	Μέση τιμή οκτώ διαδοχικών μέσων ωριαίων τιμών
Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.)		30	60	Μέση ωριαία τιμή
Όριο επιφυλακής Αθηνών: : 15 (Κυλιόμενο οκτάωρο = Μέση τιμή οκτώ διαδοχικών ωριαίων τιμών) Όρια λήψης μέτρων (1η βαθμίδα): : 25 (Κυλιόμενο οκτάωρο = Μέση τιμή οκτώ διαδοχικών ωριαίων τιμών) Όρια λήψης μέτρων (2η βαθμίδα): : 35 (Κυλιόμενο οκτάωρο = Μέση τιμή οκτώ διαδοχικών ωριαίων τιμών)				

Πίνακας 36.7 Πρότυπα ποιότητας αέρα για το όζον(σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Πρότυπα ποιότητας Χώρα ή οργανισμός	Συγκέντρωση - Διάρκεια μέτρησης		Παρατηρήσεις
	Ώρες	1	
Κατευθυντήριες τιμές για το όζον ^{25β}	100 έως 120		Μέση τιμή οκτώ διαδοχικών μέσων ωριαίων τιμών
Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.)		150 έως 200 επιθυμητή: 120	Μέση ωριαία τιμή

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Firket H. Sur les causes des accidents survenue dans la veele de la Meuse, lors des brouillards du Decembre 1930, Bull R Acad Med Bely 1931, 11: 683-739.
2. Schrenk HH, Heimann H, Calyton GD, Gafafer WM, Wexler H. Air pollution in Donora, Pennsylvania: Epidemiology of a Unusual smog episode of October 1948. Feder Security Agency, Washington DC. Public Health Bulletin 1949 No. 306.
3. Great Britain Ministry of Health. Mortality and Morbidity during the Fog of December 1952. Her Majesty's Stationery Office, London 1954.
4. Galloway JN, Likens GE, Hawley ME. Acid Precipitation: Natural vs. anthropogenic components. Science 1984, 226: 829-31.
5. Mohnen V. The challenge of acid rain. Sci Am 1988, 259: 30-8.
6. Mason J. The green house effect and global warming. In: Cartledge B, ed. Monitoring the environment Oxford University Press, 1992 pp 55-92.
7. Mc Elroy MB, Salawitch RJ. Changing composition of the global statosphera. Science 1989, 243: 763-70.
8. Leaf A. Potential health effects of gloval climatic and environemental changes. N Engl J Med 1989, 321: 1577-83.
9. Bascom R, Bromberg P, Costa DA, Devlin R, Dockery DW, Frampton MW, Lambert WE, Samet JM, Speizer FE, Utell M: State of the art health effects of outdoor air pollution (in 2 parts). Am J Respir Crit Care Med 1996, 153: 3-50 and 477-98.
10. Samet JM. Defining and adverse respiratory health effects. Am Rev Respir Dis 1985, 131: 487.
11. Lippmann M. Ozone. In: Lippmann E, ed. Environemntal toxicants: Human Exposures and their health effects. New York: Van Nostrand Reinhold 1992, 465-519.
12. Schwartz J. What are people dying on the high pollution days? Environ Res 1994, 64; 26-35.
13. Wilson R, Spengler JD, eds. Particles in our air. Concentrations and health effects. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1996.
14. Thurston GD, Ito K, Lipmann M, Hayes C. Reexamination of London, England, mortality in relation to exposures to acidic aerosols during 1963-1972 winters. Environ Health Rerspect 1989, 79: 73-82.
15. Cobb N, Etzel RA. Unintentional carbon monoxide related deaths in the United States, 1979 through 1988. JAMA 1991, 266: 659-63.
16. Schwartz J. Social benefits of reducing lead exposure. Environ Res 1994, 66: 105-24.
17. Prikle J, Brody D, Gunter E, Kramer R, Paschal D, Flegal K, Matte T. The decline in blood lead levels in the United States: The National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES). JAMA 1994, 272: 284-9.
18. Πράξη 99 του Υπουργικού Συμβουλίου 10/7/87, «Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του θείου και αιωρούμενα σωματίδια» ΦΕΚ 135/28.7.87.
19. Οδηγία 80/779/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 15/7/1980 που αφορά τις οριακές και καθοδηγητικές τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας για το διοξείδιο του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια.
20. Air Quality Guidelines for Europe, Copenhagen World HHealth Organization, Regional Office for Europe, 1987, WHO regional publication. European Series No 23, p 357.
21. Πράξη 25 του Υπουργικού Συμβουλίου 18/3/88, «Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του αζώτου». ΦΕΚ 52/22.3.88.
22. Οδηγία 85/203/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 7/3/1985 που αφορά τις προδιαγραφές ποιότητας της ατμόσφαιρας για το διοξείδιο του αζώτου.
23. Air Quality Guidelines for Europe, Copenhagen World Organization, Regional Office for Europe, 1987, WHO regional publication. European Series No 23, p 308.
24. Environmental Health Criteria No 4, Oxides of Nitrogen, World Health Organization, Geneva 1978, p 16.
25. Air Quality Guidelines for Europe Copenhagen World Health Organization, Regional Office for Europe, 1987, WHO regional publication. European Series No 23 a) p 218, b) p 323.