



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Σημειώσεις για τη ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΕΡΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

στο πρόγραμμα επικαιροποίησης γνώσεων αποφοίτων ΑΕΙ του Πανεπιστημίου Αιγαίου στο πλαίσιο υλοποίησης της πράξης «Περιβαλλοντική Διαχείριση-Σύγχρονα Εργαλεία», του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση», η οποία συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο-ΕΚΤ) και από Εθνικούς Πόρους.

Επιμορφωτές:

Νίκος Παπαμανώλης, Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης, nrapama@arch.tuc.gr
Ηλίας Κοπανάκης, Χημικός Μηχανικός, ΕΜΠ, υπ. Διδάκτορας Σχολής Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, ilikopa@windowslive.com

1. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Η ατμόσφαιρα με το οξυγόνο και τα άλλα αέρια που περιλαμβάνει στη σύστασή της συντηρεί τη ζωή επάνω στη Γη και επιπλέον την προστατεύει με το να απορροφά την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, να θερμαίνει την επιφάνεια της με την παρακράτηση της θερμότητας και να μειώνει το εύρος μεταβολών της θερμοκρασίας ανάμεσα στη μέρα και τη νύχτα.

Ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι ένα μίγμα αερίων σταθερών και μεταβαλλόμενων συγκεντρώσεων (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Κύρια συστατικά του ατμοσφαιρικού αέρα στην κατώτερη τροπόσφαιρα.

Αέριο		Όγκος	
Όνομα	Σύμβολο	σε ppmv	σε %
Άζωτο	N ₂	780,840	78.084
Οξυγόνο	O ₂	209,460	20.946
Αργό	Ar	9,340	0.9340
Διοξείδιο Άνθρακος	CO ₂	397	0.0397
Νέο	Ne	18.18	0.001818
Ήλιο	He	5.24	0.000524
Μεθάνιο	CH ₄	1.79	0.000179

Πέρα από τα συστατικά που αναφέρονται στο πίνακα 1, ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει υδρατμούς σε μεταβαλλόμενη σύσταση (από 10 μέχρι 50,000 ppmv και από 0.001 % μέχρι 5 % κατ' όγκο) καθώς επίσης ρύπους σε αέρια, υγρή και στερεή μορφή.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι μία από τις χαρακτηριστικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Η ατμόσφαιρα ρυπαίνεται από τις εκλύσεις αερίων ρύπων, κυρίως από τη βιομηχανία και τις μεταφορές. Ρυπαίνεται ακόμη από καύσεις και ενεργειακές καταναλώσεις για θέρμανση, κλιματισμό κτιρίων κλπ. Τα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης εμφανίζονται εντονότερα σε αστικό περιβάλλον και σε περιβάλλον όπου ασκείται έντονη παραγωγική δραστηριότητα (βιομηχανικές περιοχές, εργοτάξια, λιμάνια κλπ) (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Μεταξύ της πληθώρας των αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα, κάποιοι είναι πιο συνηθισμένοι και πιο εύκολα μετρήσιμοι. Στην κατηγορία αυτή των ρύπων ανήκουν:

- Το **μονοξείδιο του άνθρακα** (CO) εισπνεόμενο δεσμεύεται από την αιμοσφαιρίνη του αίματος και σχηματίζει την καρβοξυαιμοσφαιρίνη, μια ένωση που είναι πολύ πιο σταθερή και που αντικαθιστά την οξυαιμοσφαιρίνη, τη φυσιολογική ένωση του αίματος που μεταφέρει το οξυγόνο στους ιστούς του σώματος. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να δημιουργηθεί έλλειμμα οξυγόνου που καταπονεί την καρδιά και το αναπνευστικό σύστημα, πρόβλημα ιδιαίτερα σοβαρό για άτομα με σχετική ευαισθησία.

- Το **διοξείδιο του άνθρακα** (CO_2), συμβάλλει στην ενίσχυση του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο οδηγεί στην υπερθέρμανση του πλανήτη και σε κλιματικές αλλαγές. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασιακές αλλαγές αναμένεται να συμβούν στα υψηλά γεωγραφικά πλάτη και στο μέσο των ηπειρών. Οι αλλαγές των βροχοπτώσεων είναι μια από τις πλέον σοβαρές επιπτώσεις: εκτιμάται ότι περιοχές της Βόρειας και Νότιας Αμερικής καθώς και της Ασίας θα γίνουν πιο ξηρές απ' ό,τι είναι σήμερα με μεγάλες συνέπειες στην παγκόσμια παραγωγή τροφίμων. Επίσης, το λιώσιμο των πολικών πάγων μπορεί να οδηγήσει σε άνοδο της στάθμης της θάλασσας, γεγονός που θα απειλήσει το μισό περίπου παγκόσμιο πληθυσμό και μεγάλες γεωργικές εκτάσεις.

- Το **διοξείδιο του αζώτου** (NO_2), συμμετέχει στο φωτοχημικό νέφος και εισπνεόμενο μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικές διαταραχές μέχρι και πνευμονικό οίδημα, ενώ επιπλέον καθιστά ανθρώπους και ζώα επιρρεπείς σε μολύνσεις, αναστέλλει την ανάπτυξη των φυτών και καταστρέφει τους ιστούς των φύλλων. Μια επίσης σημαντική δράση είναι η συμμετοχή του στη δημιουργία όξινης βροχής.

- Το **διοξείδιο του θείου** (SO_2) ερεθίζει το αναπνευστικό σύστημα και μπορεί να προκαλέσει αύξηση της αναπνευστικής συχνότητας και των καρδιακών παλμών. Επίσης, έχει τη δυνατότητα να διαβρώσει μέταλλα, χρώματα και να προκαλέσει βλάβες σε φυτά, όπως το βαμβάκι και το κριθάρι. Η συμμετοχή του στη δημιουργία της όξινης βροχής αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές δράσεις του.

- Τα **αιωρούμενα σωματίδια** (TSP) προκαλούν ερεθισμό των αναπνευστικών οδών και των ματιών. Από το σύνολο των αιωρούμενων σωματιδίων, ιδιαίτερης σημασίας είναι τα μικρού μεγέθους (εισπνεύσιμα), τα οποία φτάνουν μέχρι τους πνεύμονες. Η σημασία τους έγκειται κυρίως στο γεγονός ότι περιέχουν άλλους ρύπους, όπως βαρέα μέταλλα και οργανικές ενώσεις, που έχουν τοξική δράση και τους οποίους μεταφέρουν στους πνεύμονες. Επίσης, τα σωματίδια, όταν εναποτίθενται στα φύλλα των φυτών, εμποδίζουν τη φωτοσύνθεση. Τα εισπνεόμενα αιωρούμενα σωματίδια κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το μέγεθός τους, σε: **PM10**, που έχουν αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 10 μm και **PM2,5**, που έχουν αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 2,5 μm . Τα αιωρούμενα σωματίδια ευθύνονται και για τη δημιουργία του νέφους αιθαλομίχλης (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Νέφος αιθαλομίχλης στην Αθήνα το 2014.

- Μια ειδική κατηγορία αιωρούμενων σωματιδίων αποτελούν τα **νανοσωματίδια**, δηλαδή σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 100 nm (=0,1 μm). Πρόκειται για τεχνητά κατασκευαζόμενα σωματίδια διαστάσεων μικροκλίμακας από διάφορα υλικά, προϊόντα νανοτεχνολογίας, που περιέχονται ως συστατικά σε μεγάλη κατηγορία προϊόντων καθημερινής χρήσης προκειμένου να βελτιώνουν τις ιδιότητές τους (μεγαλύτερη αντιμικροβιακή δράση, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής κ.ά.). Τα σωματίδια αυτά προφανώς εισέρχονται στον οργανισμό μέσω της αναπνευστικής οδού αλλά και μέσω του δέρματος. Μπορεί ακόμη να περάσουν μέσα από τις κυτταρικές μεμβράνες και να μεταναστεύσουν σε άλλα όργανα, συμπεριλαμβανομένου του εγκεφάλου. Η τοξικότητά τους δεν έχει μελετηθεί σε βάθος. Υπάρχει ολοένα και μεγαλύτερη ανησυχία σχετικά με το ότι η ανθρώπινη έκθεση σε ορισμένους τύπους τέτοιων σωματιδίων μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία. Έχει προταθεί για παράδειγμα ότι στον εγκέφαλο μπορούν να προκαλέσουν παρόμοια εγκεφαλική βλάβη, όπως αυτή που διαπιστώθηκε σε ασθενείς με Alzheimer.

- Οι **υδρογονάνθρακες** συμμετέχουν στη δημιουργία του φωτοχημικού νέφους και τα προϊόντα των αντιδράσεών τους στην ατμόσφαιρα είναι ιδιαίτερα τοξικά. Μια κατηγορία τους, οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι γνωστοί για τις καρκινογόνες και μεταλλαξιογόνες ιδιότητές τους. Αξίζει να σημειώσουμε ότι μέχρι και 90 % του συνόλου των πολυαρωματικών είναι προσροφημένοι σε αιωρούμενα σωματίδια μικρού μεγέθους, που φτάνουν μέχρι τους πνεύμονες.

- Το **όζον** (O₃) αποτελεί βασικό παράγοντα του φωτοχημικού νέφους και μπορεί να επιδεινώσει την κατάσταση ατόμων με άσθμα και να αλλάξει τη φυσιολογία της αναπνοής υγιών ατόμων. Επίσης, μειώνει τους ρυθμούς ανάπτυξης των φυτών, ενώ μπορεί να φτάσει μέχρι και τη θανάτωση φυτικών ιστών καθώς και ολόκληρων φυτών και δέντρων.

- Οι **χλωροφθοράνθρακες** συμβάλλουν στη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος, που αποτελεί ένα είδος φίλτρου προστασίας από τις επικίνδυνες υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου. Η προκαλούμενη αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας έχει επιπτώσεις μεταξύ των οποίων είναι η αυξημένη εμφάνιση καταρράκτη και καρκίνου του δέρματος, καθώς και μια μορφή εξασθένησης του ανοσοποιητικού συστήματος των ανθρώπων. Επίσης, παρεμποδίζει τη φωτοσύνθεση στα φυτά, αλλάζει τους ρυθμούς ανάπτυξης και καταστρέφει το DNA.

- **Διοξίνες και διβενζοφουράνια**: υπάρχουν 75 ισομερή ή 210 σύνολο, εάν περιληφθούν και τα διβενζοφουράνια. Οι ενώσεις αυτές εκπέμπονται στο περιβάλλον από τα εργοστάσια χλωρίωσης (χάρτου), από τα καυσαέρια των καυστήρων νοσοκομειακών/οικιακών απορριμμάτων, από καυστήρες κάρβουνου, με την καύση ξύλων και πυρκαγιές δασών, από τα καυσαέρια αυτοκινήτων. Οι ακριβείς ποσότητες των εκπομπών είναι δύσκολο να υπολογισθούν. Οι διοξίνες είναι ισχυρώς τοξικές ενώσεις και έχουν πιθανή καρκινογόνο δράση.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση, εκτός από τις βλαβερές επιπτώσεις της στο άνθρωπο, προσβάλλει όλα τα είδη της χλωρίδας και πανίδας και ακόμη, μέσω της διάβρωσης, όλες τις εκτεθειμένες επιφάνειες και τις κατασκευές, γενικά. Ένα υποσύνολο των αρνητικών επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο περιβάλλον αποτελούν οι λεγόμενες **δευτερογενείς επιπτώσεις**.

Πρόκειται για επιπτώσεις που προκύπτουν είτε από συνδυασμένη δράση διαφορετικών αέριων ρύπων είτε με τη μεσολάβηση παραγόντων του φυσικού περιβάλλοντος (όπως ηλιακή ακτινοβολία, υδρατμοί, μύκητες βακτήρια κλπ). Σημαντικότερες δευτερογενείς επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι:

- Το φαινόμενο του αστικού νέφους,
- το φαινόμενο του θερμοκηπίου,
- η όξινη βροχή και
- η τρύπα του όζοντος.

Η **ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα** σε έναν τόπο προσδιορίζεται από

- τις συγκεντρώσεις με τις οποίες εμφανίζονται οι ρύποι στη σύστασή του και
- τις επιπτώσεις των ρύπων για τις συγκεντρώσεις στις οποίες εμφανίζονται.

Οι συγκεντρώσεις των ρύπων με τη σειρά τους καθορίζονται από:

- τις πηγές ρύπανσης και ειδικότερα, τα είδη και τους συνολικούς όγκους εκπομπών ρύπων, τον τρόπο λειτουργίας (συνεχής, εποχιακή κλπ) και τη θέση τους στο χώρο,
- τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες και ιδιαίτερα την ταχύτητα και διεύθυνση των ανέμων, την ευστάθεια της ατμόσφαιρας, την ηλιοφάνεια και τη βροχόπτωση,
- τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής, δηλαδή, τα φυσικά εμπόδια (βουνά, λόφοι, δένδρα κλπ), τα τεχνητά εμπόδια (κτίρια, κατασκευές, διαμορφώσεις) και τα στερεομετρικά χαρακτηριστικά τους.

Ο προσδιορισμός αυτών των παραγόντων και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων προφανώς δεν είναι εύκολος. Πολύ περισσότερο, είναι δύσκολο να γίνει με ποσοτικούς όρους. Βοήθεια στην αντιμετώπιση ορισμένων από τα προβλήματα που ανακύπτουν σχετικά δίνουν τα **μοντέλα διασποράς** των ρύπων. Πρόκειται για μαθηματικά μοντέλα που λαμβάνουν υπόψη τους παράγοντες και μηχανισμούς που επηρεάζουν τη διαδρομή και αραίωση των ρύπων μετά την έκλυσή τους (π.χ. άνεμος, ατμοσφαιρική ευστάθεια). Έτσι, θεωρητικά, είναι δυνατόν, γνωρίζοντας τον ρυθμό εκπομπής ενός ρύπου να υπολογίσουμε τη συγκέντρωσή του σε συγκεκριμένο αποδέκτη, σε συγκεκριμένη θέση. Όμως, στην πράξη, η εφαρμογή τους είναι δύσκολη και τα αποτελέσματά τους δεν επαληθεύονται πάντοτε. Για τον λόγο αυτόν, παρόλο που τα μοντέλα διασποράς προσφέρουν δυνατότητες αξιολόγησης της ποιότητας του περιβάλλοντος με βάση τις **εκπομπές ρύπων**, η επικρατούσα προσέγγιση βασίζεται στις **συγκεντρώσεις ρύπων**.

Έτσι, η αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα μιας περιοχής γίνεται με βάση νομοθετημένα ή επιστημονικά καθιερωμένα όρια τιμών συγκεντρώσεων συγκεκριμένων ρύπων. Οι ρύποι αυτοί θεωρούνται ως **περιβαλλοντικοί δείκτες** και οι τιμές τους συνήθως παρακολουθούνται συστηματικά με μετρήσεις σε επιλεγμένες θέσεις.

Οι τιμές συγκεντρώσεων ρύπων που καθορίζονται βάσει επιστημονικών γνώσεων με σκοπό να αποφεύγονται, να προλαμβάνονται ή να μειώνονται οι επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και/ή στο σύνολο του περιβάλλοντος, ονομάζονται **οριακές τιμές**. Οι οριακές τιμές των ρύπων είναι νομοθετικά καθιερωμένες και δεν επιτρέπεται η υπέρβασή τους κατά τη διάρκεια καθορισμένων χρονικών περιόδων. Σημαντικό εργαλείο για την εξασφάλιση της μη υπέρβασης

των οριακών τιμών αποτελούν τα **όρια εκπομπών**, δηλαδή, θεσμοθετημένες ανώτερες τιμές εκπομπών ρύπων από συγκεκριμένες δραστηριότητες (π.χ. βιομηχανικές μονάδες).

Το σύνολο των οριακών τιμών των ρύπων σε έναν φυσικό αποδέκτη, δηλαδή, οι τιμές συγκεντρώσεων τις οποίες οι ρύποι που σημειώνονται στον φυσικό αποδέκτη δεν πρέπει αντίστοιχα να υπερβαίνουν για κάποιο καθορισμένο χρονικό διάστημα, προσδιορίζουν τα **όρια ποιότητας** περιβάλλοντος του συγκεκριμένου αποδέκτη.

Τα βασικά κριτήρια για τη διαμόρφωση των ορίων ποιότητας είναι:

- Το είδος των ρύπων στους οποίους αναφέρονται.
- Η διαφορετική δράση των ρύπων σε σχέση με τον χρόνο έκθεσης σ' αυτούς.
- Η πιθανή συνύπαρξη με άλλους ρύπους.
- Τα αποτελέσματα σχετικών επιδημιολογικών και εργαστηριακών ερευνών.
- Η υπάρχουσα μεθοδολογία προσδιορισμού των συγκεντρώσεων των ρύπων.
- Η οικονομική και περιβαλλοντική πολιτική της κάθε χώρας.

Τα όρια ποιότητας χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό μιας αποδεκτής ή επιθυμητής ποιότητας του περιβάλλοντος ή για τον καθορισμό καταστάσεων ρύπανσης επικίνδυνων για την υγεία (π.χ. επεισόδια ατμοσφαιρικής ρύπανσης) ή/και άλλων καταστάσεων (π.χ. προσβολές οικοσυστημάτων).

Η επίτευξη και διαφύλαξη της ποιότητας του περιβάλλοντος επιτυγχάνεται με τη θέσπιση **τιμών στόχων**, δηλαδή τιμών συγκεντρώσεων ρύπων που θα πρέπει κατά το δυνατόν να εκπληρωθούν εντός δεδομένης χρονικής περιόδου. Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται ως σημείο αναφοράς για την καθιέρωση ειδικών προγραμμάτων σε καθορισμένες περιοχές. Μια κατηγορία στόχων αναφέρεται σε μελλοντικό χρονικό ορίζοντα. Πρόκειται για τους **μακροπροθέσμους στόχους** που επίσης πρέπει να επιτευχθούν (αλλά μακροπρόθεσμα και αν είναι εφικτό) προκειμένου να εξασφαλισθεί η αποτελεσματική προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος.

Για την αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα, εκτός από την ελληνική νομοθεσία, η οποία σε μεγάλο βαθμό είναι αποτέλεσμα συμμόρφωσης με τις αντίστοιχες Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, χρησιμοποιούνται επίσης και τα προτεινόμενα όρια ποιότητας από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (Π.Ο.Υ.), τα οποία στηρίζονται σε επιστημονικά δεδομένα και έχουν αποκλειστικό κριτήριο τη διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας. Σε πολλές περιπτώσεις, οι προτάσεις της Π.Ο.Υ. συμπίπτουν με τις αντίστοιχες τιμές της ελληνικής και ευρωπαϊκής νομοθεσίας.

Οι οριακές τιμές προβλέπεται από τη νομοθεσία ότι σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να καθορίζονται σε πιο αυστηρά επίπεδα. Για παράδειγμα, σε περιοχές με ευαίσθητα οικοσυστήματα ή με ιδιαίτερα περιβαλλοντικά ή πολιτιστικά χαρακτηριστικά (π.χ. αρχαιολογικούς τόπους). Επίσης, προβλέπεται ότι σε περιοχές όπου τα επίπεδα ρύπανσης από διάφορους ρύπους είναι ήδη χαμηλότερα σε σχέση με τις οριακές τιμές, τα μέτρα που λαμβάνονται πρέπει να διασφαλίζουν κατά το δυνατόν τη διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος, και γι' αυτό μπορούν να ορίζονται επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ρύπων






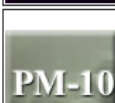
μικρότερες από τις οριακές τιμές, έχοντας σημείο αναφοράς τους μακροπρόθεσμους στόχους. Το ίδιο ισχύει και για περιοχές όπου προβλέπεται να υπάρξει αστική ή βιομηχανική ανάπτυξη και άρα αναμένεται αύξηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Και σ' αυτή την περίπτωση είναι δυνατόν να ορίζονται επιτρεπόμενες τιμές ρύπων, μικρότερες από τις οριακές τιμές, έχοντας σημείο αναφοράς τους μακροπρόθεσμους στόχους.

Τα προαναφερόμενα όρια ποιότητας χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ποιότητας του περιβάλλοντος και για τη λήψη μέτρων προστασίας σε ετήσια και μακροπρόθεσμη βάση. Για ειδικές όμως περιπτώσεις, όπου υπάρχει ανάγκη για καθημερινή αξιολόγηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας και για πιθανή λήψη μέτρων σε ημερήσια βάση, έχουν οριστεί για ορισμένους κρίσιμους ρύπους όρια επιφυλακής υπηρεσιών καθώς και όρια λήψης έκτακτων μέτρων σε δύο επίπεδα:

- Το **όριο ενημέρωσης** που αντιστοιχεί στην ορισμένη τιμή συγκέντρωσης του ρύπου πέραν της οποίας η βραχύχρονη έκθεση εγκυμονεί, ιδιαίτερα για ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού, κινδύνους για την υγεία με αποτέλεσμα να καθίσταται απαραίτητη η άμεση και κατάλληλη πληροφόρηση και

- Το **όριο συναγερμού** που αντιστοιχεί στην ορισμένη τιμή συγκέντρωσης του ρύπου πέραν του οποίου υπάρχει κίνδυνος για την υγεία του πληθυσμού εν γένει ύστερα από σύντομη έκθεση και κατά τη διαπίστωση του οποίου θα πρέπει να λαμβάνονται άμεσα συγκεκριμένα μέτρα (π.χ. περιορισμοί κυκλοφορίας αυτοκινήτων).

Στην Εικόνα 3 δίνεται ένα απόσπασμα του Ημερήσιου Δελτίου Τιμών Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης της Αθήνας, στις 23 Ιανουαρίου 2015. Σε αυτό σημειώνονται οι ακραίες τιμές συγκέντρωσης των αέριων ρύπων που μετρήθηκαν από ένα δίκτυο 15 σταθμών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής στο λεκανοπέδιο της Αττικής, για την ημέρα έκδοσης του δελτίου και την προηγούμενη. Για κάθε ρύπο σημειώνεται η ελάχιστη και μέγιστη συγκέντρωση και ο σταθμός από όπου προήλθε αυτή η μέτρηση. Για τους ρύπους που μετρώνται σε ωριαία βάση (O_3 , NO_2 και SO_2) σημειώνονται στο δελτίο τα δύο όρια έκτακτων μέτρων: το όριο ενημέρωσης κοινού και το όριο συναγερμού. Για τους ρύπους που οι μετρήσεις τους γίνονται σε μεγαλύτερης διάρκειας βάση (8ωρη ή 24ωρη), σημειώνονται οι οριακές τιμές. Οι αέριοι ρύποι που σημειώνονται σε αυτό το δελτίο (O_3 , NO_2 , SO_2 , CO και σωματίδια PM_{10}) είναι τυπικοί περιβαλλοντικοί δείκτες ποιότητας του αέρα σε αστικό περιβάλλον. Οι συγκεκριμένοι ρύποι ονομάζονται επίσης και **συμβατικοί**.

Ημερήσιο Δελτίο Τιμών Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης Αθήνα, 23/01/2015 Το ημερήσιο δελτίο ρύπων ενημερώνεται καθημερινά περίπου στις 2 μ.μ.		
Σταθμοί Αττικής		
	Σήμερα 23/01/2015 οι τιμές μέχρι τις 13:00 κυμάνθηκαν:	Χθες 22/01/2015 οι τιμές κυμάνθηκαν:
 Ozone	από 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΠΑΤΗΣΙΩΝ, μέχρι 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΛΙΟΣΙΑ	από 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΠΕΙΡΑΙΑΣ-1, μέχρι 92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΛΙΟΣΙΑ
Όρια : ενημέρωσης κοινού 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -- συναγερού 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Οι μετρήσεις γίνονται σε ωριαία βάση		
 Nitrogen Dioxide	από 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΕΛΕΥΣΙΝΑ, μέχρι 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ	από 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΑΓ_ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ, μέχρι 151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΜΑΡΟΥΣΙ
Όριο συναγερού 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Οι μετρήσεις γίνονται σε ωριαία βάση		
 Sulfur Dioxide	από 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΑΘΗΝΑΣ, μέχρι 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΠΑΤΗΣΙΩΝ	από 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΑΘΗΝΑΣ, μέχρι 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΠΑΤΗΣΙΩΝ
Όριο συναγερού 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Οι μετρήσεις γίνονται σε ωριαία βάση		
 Sulfur Dioxide		από 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΑΘΗΝΑΣ, μέχρι 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΠΑΤΗΣΙΩΝ
Οριακή τιμή 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (να μην υπερβαίνεται περισσότερες από 3 φορές το έτος) Οι τιμές είναι σε 24ωρη βάση.		
 Carbon Monoxide	από 0.2 mg/m^3 στο σταθμό ΠΑΤΗΣΙΩΝ, μέχρι 1.6 mg/m^3 στο σταθμό ΑΘΗΝΑΣ	από 0.3 mg/m^3 στο σταθμό ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ, μέχρι 3.5 mg/m^3 στο σταθμό ΠΑΤΗΣΙΩΝ
Δεν έχει θεσπιστεί όριο συναγερού. Οριακή τιμή 10 mg/m^3 . Οι τιμές είναι σε 8ωρη βάση		
 Particulate Matter		από 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ, μέχρι 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο σταθμό ΠΕΙΡΑΙΑΣ-1
Δεν έχει θεσπιστεί όριο συναγερού -- Οριακή τιμή 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ να μην υπερβαίνεται περισσότερες από 35 φορές το έτος Οι μετρήσεις γίνονται σε 24ωρη βάση		

Εικόνα 3: Ημερήσιο Δελτίο Ατμοσφαιρικών Ρύπων στην Αθήνα της 23-1-2015.

Σε άλλο απόσπασμα του Δελτίου, γίνεται με βάση τη μετεωρολογική πρόγνωση της Ε.Μ.Υ., μια γενική εκτίμηση - πρόβλεψη για την ατμοσφαιρική ρύπανση της Αττικής τις δύο επόμενες μέρες (Σαββατοκύριακο 24 και 25 Ιανουαρίου). Επίσης, δίνονται συνοπτικά οι μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων των αέριων ρύπων που μετρήθηκαν την προηγούμενη μέρα και στους 15 σταθμούς του δικτύου (Εικόνα 4).

Γενική Εκτίμηση - Πρόβλεψη

Σύμφωνα με τις πρωινές μετρήσεις η ατμοσφαιρική ρύπανση κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα για τους αέριους ρύπους ενώ τα αιωρούμενα σωματίδια κυμάνθηκαν σε μέτρια επίπεδα λόγω της έντονης μεταφοράς σκόνης από τη Σαχάρα.

Με βάση τις προβλεπόμενες μετεωρολογικές συνθήκες όπως προκύπτει από τα στοιχεία της ΕΜΥ, η ατμοσφαιρική ρύπανση για το Σαββατοκύριακο αναμένεται να κυμανθεί σε χαμηλά επίπεδα.

Αναλυτική Παρουσίαση των Χθесινών Μέγιστων Τιμών

Pollution Substances Measuring Stations	<chem>O3</chem>	<chem>NO2</chem>	<chem>SO2</chem>	<chem>SO2</chem>	<chem>CO</chem>	PM-10
	Ozone	Nitrogen Dioxide	Sulfur Dioxide	Sulfur Dioxide	Carbon Monoxide	Particulate Matter
Patision	47	77	18	12	3.5	
Pireaus - 1	87	52	16	10		77
Athinas	52	68	8	4	3.0	
Geoponiki		90				
N. Smirni	82	70			1.8	
Liosia	92	70				
Marousi	66	151			2.3	62
Peristeri	58	53	12	7	1.8	
Aristotelous		104				77
Likovrisi	78					48
Ag. Paraskevi	82	17				40
Thrakomakedones	75	21				36
Elefsina	56	76	9	5		
Goudi						
Koropi						

* Οι τιμές των ρύπων υπολογίζονται σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ εκτός του CO που υπολογίζονται σε mg/m^3

Εικόνα 4: Ημερήσιο Δελτίο Πρόγνωσης Ρύπων και Αναλυτικής Παρουσίασης των Μέγιστων Τιμών της προηγούμενης μέρας στην Αθήνα της 23-1-2015.

Στον Πίνακα 2 σημειώνεται η εξέλιξη των ελάχιστων και μέγιστων συγκεντρώσεων συμβατικών αέριων ρύπων στην περιοχή του λεκανοπεδίου της Αθήνας, όπως καταγράφηκαν στο δίκτυο σταθμών μέτρησης αέριας ρύπανσης του Υπουργείου Περιβάλλοντος κατά το πρώτο έτος έναρξης των μετρήσεων, το έτος 2001, όταν το δίκτυο έφτασε στη μέγιστη ανάπτυξή του, το 2007, όταν άρχισαν να εμφανίζονται σημάδια μείωσης των συγκεντρώσεων, και το 2013.

Πίνακας 2: Η εξέλιξη των ελάχιστων και μέγιστων συγκεντρώσεων συμβατικών αέριων ρύπων στην περιοχή της Αθήνας κατά τακτά χρονικά διαστήματα [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Αέριος ρύπος	Έτος έναρξης μετρήσεων	Πρώτο έτος μετρήσεων		2001		2007		2013	
		min	max	min	max	min	max	min	max
SO ₂	1984	18	55	6	26	9	24	5	10
NO ₂	1984	23	105	11	95	13	100	8	52
CO	1984	1300	8900	500	3600	700	2400	600	1400
NO	1987	7	162	3	122	2	125	3	83
O ₃	1987	29	64	20	93	19	83	25	97
PM10	2001	-	-	31	60	21	55	26	42

2. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

Βασικό κριτήριο ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος αποτελούν οι συνθήκες υγιεινής. Σε έναν χώρο, θα μπορούσαν να γίνουν συμβιβασμοί στην άνεση. Προκειμένου όμως για συνθήκες που θα μπορούσαν να βλάψουν την υγεία όσων τον χρησιμοποιούν (ένοικοι, εργαζόμενοι, επισκέπτες), κανένας συμβιβασμός δεν είναι επιτρεπτός.

Μεταξύ των παραγόντων που διαμορφώνουν τις συνθήκες υγιεινής, η ποιότητα του αέρα (Indoor Air Quality) έχει πρωταρχική σημασία. Από μετρήσεις υπολογίστηκε ότι το εσωτερικό περιβάλλον μπορεί να είναι 2 - 5 φορές, και ενίοτε μέχρι 100 φορές, πιο φορτισμένο σε αέριους ρύπους από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Σε αυτό συντελούν οι περισσότεροι από 300 οργανικοί και ανόργανοι αέριοι ρύποι που έχουν εντοπιστεί και μετρηθεί σε κλειστούς χώρους σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες και σε ορισμένες περιπτώσεις πολλαπλάσιες από αυτές του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 50 με 60 χρόνων η έκθεση σε αέριους ρύπους στο εσωτερικό των κτιρίων έχει αυξηθεί εξαιτίας παραγόντων, όπως:

- Η κατασκευή κτιρίων με λιγότερο αεροπερατό κέλυφος για μειωμένο αερισμό και λιγότερες απώλειες ενέργειας.
- Η χρήση συνθετικών δομικών υλικών και υλικών εξοπλισμού και επίπλωσης.
- Η χρήση χημικών προϊόντων προσωπικής φροντίδας, εντομοκτόνων και απορρυπαντικών.

Στους παράγοντες αυτούς θα πρέπει να προστεθεί και η τάση να καθυστερεί η συντήρηση των κτιρίων και των συστημάτων που υποστηρίζουν τη διαβίωση σε αυτά, για λόγους οικονομίας.

Τα παραπάνω στοιχεία, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι περισσότεροι άνθρωποι περνούν μέχρι και το 90 % του χρόνου τους στο εσωτερικό των κτιρίων, κατατάσσει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα μεταξύ των πιο σημαντικών σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Συνήθεις αέριοι ρύποι στο εσωτερικό των κτιρίων.

Πηγές	Τύπος ρύπων
<u>Δομικά Υλικά</u> Τσιμέντο, Τούβλα, πέτρες, Μοριοσανίδες, Γυψοσανίδες, Μονωτικά Υλικά, Κόλλες, Χρώματα	Ραδόνιο, Φορμαλδεΐδη, Θεϊκά άλατα, Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOCs), Υδράργυρος, Αμίαντος
<u>Εξοπλισμός</u> Καύσεις σε συσκευές μαγειρικής και θέρμανσης Επίπλωση Εξοπλισμός γραφείου Νερό ύδρευσης, φυσικό αέριο	CO, SO ₂ , NO _x , Καπνός, VOCs, O ₃ , Οσμές Ραδόνιο, (Υδρατμοί) *
<u>Βιολογικές</u> Αναπνοή, Μεταβολισμός, Χρήση τουαλέτας	CO ₂ , Αμμωνία, VOCs, Οσμές, (Υδρατμοί) *
<u>Δραστηριότητες Ενοίκων</u> Κάπνισμα, Αεροζόλ, Οικιακές εργασίες	CO, NO _x , HCN, VOCs, Οσμές, Φθοράνθρακες, Βινυλοχλωρίδιο, CxHy, NH ₃ , (Υδρατμοί) *

* Οι υδρατμοί σημειώνονται μέσα σε παρένθεση γιατί, τυπικά, δεν είναι ρύποι.

Η περιεκτικότητα του αέρα μέσα στα κτίρια σε αέριους ρύπους, αποκτά μεγαλύτερη σημασία σε κτίρια συναθροίσεων ή σε κτίρια που φιλοξενούν παραγωγικές δραστηριότητες γιατί εκεί συντρέχουν πρόσθετοι λόγοι που θα μπορούσαν να δικαιολογούν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις και μεγαλύτερη ποικιλία αλλά και τοξικότητα ρύπων. Μάλιστα, στους προφανείς λόγους (π.χ. εκλύσεις αερίων ρύπων κατά την παραγωγική διαδικασία), μπορούμε ακόμη να προσθέσουμε:

- Τον σχετικά υψηλό συντελεστή εκμετάλλευσης του χώρου που παρατηρείται σε ορισμένα επαγγελματικά κτίρια (συγκέντρωση πολλών ρυπογόνων δραστηριοτήτων σε μικρό χώρο) και
- Τη σχετική απροθυμία που χαρακτηρίζει κάποιους επιχειρηματίες να επενδύσουν για δραστικά μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης του προβλήματος.

Ραδόνιο

Το Ραδόνιο (Rn) είναι ένα αδρανές αέριο που απαντάται, έστω και σε μικρές συγκεντρώσεις, σε όλους τους κλειστούς χώρους. Είναι άοσμο και άχρωμο και παρουσιάζει μικρή διαλυτότητα στο νερό. Η δυσκολία του να αντιδρά στη δημιουργία χημικών ενώσεων το κάνει δύσκολο στην ανίχνευσή του. Το Ραδόνιο απαντάται μέσα στα κτίρια κυρίως με τη μορφή του ισοτόπου ²²²Rn, που αποτελεί βήμα της ραδιενεργού αλυσίδας του Ουρανίου, με χρόνο ημιζωής τις 3.28 ημέρες. Τόσο το ²²²Rn όσο και πολλά από τα θυγατρικά του στοιχεία είναι α-ραδιενεργά. Το Ραδόνιο και τα προϊόντα της διάσπασής του, εισπνεόμενα σε μεγάλες συγκεντρώσεις και για μακρές περιόδους, είναι επικίνδυνα για την πρόκληση καρκίνου των πνευμόνων.

Σημαντική πηγή Ραδονίου μέσα στα κτίρια είναι το νερό για όλες τις χρήσεις. Όταν το νερό πριν εισέλθει στο δίκτυο ύδρευσης διέρχεται από πετρώματα με Ουράνιο, τότε απορροφά και μεταφέρει ποσότητα Ραδονίου. Η κατανάλωση του νερού είναι λιγότερο βλαβερή από την εισπνοή του Ραδονίου που ελευθερώνεται όταν αυτό αποθηκεύεται ή αντλείται επί τόπου. Μία άλλη πηγή Ραδονίου μέσα στα κτίρια είναι το έδαφος κάτω από τα θεμέλια, εφόσον σε αυτό σημειώνονται αυξημένες συγκεντρώσεις Ουρανίου. Το Ραδόνιο διεισδύει στους εσωτερικούς χώρους μέσα από ανοίγματα στο δάπεδο και τις τοιχοποιίες των υπογείων ή ακόμη και μέσα από αγωγούς που διαπερνούν το κέλυφος από τα θεμέλια (ύδρευσης, αποχέτευσης κ.λπ.). Η τρίτη πηγή Ραδονίου είναι τα δομικά υλικά. Κυρίως το μπετόν, τα τούβλα και άλλα αδρανή υλικά, εφόσον για την κατασκευή τους χρησιμοποιήθηκαν πρώτες ύλες από εδάφη με αυξημένες συγκεντρώσεις Ουρανίου. Ο ρυθμός έκλυσης του Ραδονίου από τα υλικά αυτά εξαρτάται σημαντικά από τις επικρατούσες μικρομετεωρολογικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία κ.λπ.). Σε κάθε περίπτωση πάντως, κρίσιμος παράγων στη διατήρηση χαμηλών συγκεντρώσεων Ραδονίου στα κτίρια είναι ο επαρκής αερισμός τους.

Έχει υπολογιστεί ότι ραδιενέργεια διατηρούμενη σταθερά στα 400 Bq/m³ στο εσωτερικό ενός κτιρίου μπορεί να προκαλέσει καρκίνο των πνευμόνων σε περίπου 25 χρόνια. Το όριο αυτό της ραδιενέργειας έχει βρεθεί ότι, εξαιτίας του Ραδονίου, συχνά ξεπερνιέται σε ορισμένες περιοχές του πλανήτη (π.χ. Σκανδιναβία). Στην Ελλάδα, από σχετικές μελέτες που έγιναν από το Εργαστήριο Πυρηνικής Φυσικής του ΑΠΘ και άλλα Εργαστήρια, δεν εντοπίστηκαν ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις Ραδονίου στα κτίρια που μετρήθηκαν.

Πτητικές Οργανικές Ενώσεις, Volatile Organic Compounds (VOCs)

Πρόκειται για μία πολυπληθή ομάδα Οργανικών Ενώσεων που ρυπαίνουν τον αέρα, τόσο στο περιβάλλον όσο και μέσα στα κτίρια. Στα κτίρια ειδικότερα, παράγονται κυρίως από καύσεις (κάπνισμα), από μηχανές γραφείου (φωτοτυπικά, εκτυπωτές κ.λπ.), από ένα ευρύ φάσμα δομικών υλικών και από υλικά καθαρισμού, προσωπικής φροντίδας κ.λπ. Από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε κτίρια του εξωτερικού εντοπίστηκαν περισσότερες από 250 χημικές ενώσεις αυτής της κατηγορίας, σε συγκεντρώσεις πάνω από 1 ppb και βάσιμα πιθανολογείται ότι το πλήθος τους, σε μικρότερες συγκεντρώσεις, είναι πολύ μεγαλύτερο. Για πολλούς από τους ρύπους αυτούς είναι γνωστή η τοξικότητά τους. Οι άμεσες ή έμμεσες απειλές της υγείας που συνδέονται με την παρουσία τους σε υψηλές συγκεντρώσεις περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα δηλητηριάσεων και αλλεργικών αντιδράσεων καθώς και ασθένειες που προσβάλλουν ουσιαστικά όλο τον οργανισμό (π.χ. κυκλοφοριακό, αναπνευστικό, πεπτικό, νευρικό σύστημα) καθώς και νεοπλασίες και γενετικές ανωμαλίες. Περιλαμβάνουν επίσης ένα ευρύ φάσμα ενοχλήσεων όπως: ερεθισμός των ματιών, της μύτης ή του λαιμού, ξηρότητα των βλεννογόνων (π.χ. στόμα, λαιμός μύτη), ξηρότητα δέρματος, εξανθήματα, διανοητική κόπωση (δυσκολία συγκέντρωσης), πονοκέφαλος, ναυτία, ζάλη, βήχας, βραχνάδα, δυσκολία αναπνοής, φαγούρα και αντιδράσεις υπερευαισθησίας, δηλαδή, συμπτώματα που συχνά αποδίδονται στο **Σύνδρομο του Αρρωστού Κτιρίου**. Παράλληλα όμως, είναι πολλοί οι ρύποι αυτής της κατηγορίας για τους οποίους δεν είναι ακόμη γνωστή η βλαβερή επίδρασή τους στην υγεία ενώ ακόμη λιγότερες είναι οι γνώσεις για τη συσσωρευτική δράση τους, τη συνεργική δράση τους, τη μεταβολή της τοξικότητάς τους υπό διαφορετικές συνθήκες κ.λπ.

Σημαντικό ποσοστό των πηγών των Πτητικών Οργανικών Ενώσεων αποτελούν τα συνθετικά υλικά που ήδη χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση για την κατασκευή και τον εξοπλισμό των κτιρίων. Μάλιστα, η αναλογία των υλικών αυτών κατά τις τελευταίες δεκαετίες παρουσιάζει συνεχή αύξηση, με πιο συνηθισμένες εφαρμογές τους σε δάπεδα, επενδύσεις τοίχων, ψευδοροφές, ψευδοδάπεδα, κουφώματα και εγκαταστάσεις. Τα συνθετικά υλικά, παρά τα πολλά πλεονεκτήματά τους, παρουσιάζουν χαμηλή θερμική αντίσταση και ευαισθησία στην ακτινοβολία και τον ατμοσφαιρικό αέρα. Το οξυγόνο της ατμόσφαιρας μαζί με την ηλιακή ακτινοβολία ασκούν θερμοοξειδωτική δράση επάνω στα μακρομόρια τους διασπώντας τα σε, συνήθως, πτητικά παράγωγα. Πρακτικά, όλα τα συνθετικά υλικά υφίστανται αυτή τη διαδικασία, ακόμη και υπό κανονικές συνθήκες. Η θερμοοξείδωση των συνθετικών υλικών χαρακτηρίζεται από μία κύρια αλυσιδωτή αντίδραση και από παράπλευρες, επίσης αλυσιδωτές, αντιδράσεις αποσύνθεσης. Τα πτητικά παράγωγα προέρχονται κυρίως από την αποσύνθεση των οξειδωτικών προϊόντων της κύριας αλυσίδας. Η σύνθεση αλλά και ο ρυθμός έκλυσης των πτητικών παραγώγων παρουσιάζει πολύ μεγάλη ποικιλία εξαρτώμενη από τη σύνθεση των υλικών από τα οποία προέρχονται και τις συνθήκες υπό τις οποίες λαμβάνει χώρα η θερμοοξειδωτική αντίδραση. Ειδικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας φαίνεται να προκαλεί αύξηση του ρυθμού έκλυσης των αέριων ρύπων. Σχετικά, αξίζει να σημειωθεί ότι τα υλικά στο εσωτερικό ενός κτιρίου δεν βρίσκονται εκτεθειμένα μόνο στη θερμοκρασία περιβάλλοντος αλλά συχνά σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες, όταν π.χ. βρίσκονται κοντά σε καλοριφέρ, ηλεκτρικές θερμάστρες, ηλεκτρικές κουζίνες κ.λπ.

Φορμαλδεΐδη

Η Φορμαλδεΐδη (HCHO) περιέχεται ως συστατικό σε μεγάλη ποικιλία υλικών που χρησιμοποιούνται στις οικοδομικές εργασίες, όπως, χρώματα, κόλλες, στόκοι, ρητίνες, βερνίκια, στιλβωτικά, διαλυτικά και απορρυπαντικά. Επίσης, λόγω της εφαρμογής της στην παραγωγή και επεξεργασία τους, περιέχεται σε διάφορα προϊόντα ξύλου και άλλα στερεά υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή και τον εξοπλισμό των κτιρίων, όπως, μοριοσανίδες, ινοσανίδες, κόντρα-πλακέ, μονωτικά υλικά κ.λπ. Η απελευθέρωση της Φορμαλδεΐδης από τα υλικά αυτά προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα μέσα στα κτίρια. Η παρουσία της Φορμαλδεΐδης στο περιβάλλον γίνεται αισθητή, ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις (μερικές δεκάδες ppm), από τη χαρακτηριστική έντονη οσμή της. Η έκθεση στη Φορμαλδεΐδη μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς στα μάτια, το δέρμα και το ανώτερο αναπνευστικό σύστημα ενώ για μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ή για μακρύτερες περιόδους έκθεσης μπορεί να προκαλέσει πονοκέφαλο, πονόλαιμο, ιγμορίτιδα, έντονη δυσφορία κ.ά.

Ο ρυθμός έκλυσης της Φορμαλδεΐδης από τα υλικά στα οποία περιέχεται συναρτάται κατά σύνθετο τρόπο από μια σειρά παραγόντων μεταξύ των οποίων, εκτός από τις μικρομετεωρολογικές συνθήκες, περιλαμβάνονται οι τιμές των συγκεντρώσεων που ήδη σημειώνονται στο περιβάλλον (που με τη σειρά τους εξαρτώνται από τον αερισμό του χώρου) καθώς και η ποικιλία και τα χαρακτηριστικά των ίδιων των πηγών. Πάντως, έχει αποδειχθεί ότι οι συγκεντρώσεις Φορμαλδεΐδης, όπως και πολλών Πτητικών Οργανικών Ενώσεων, παρουσιάζουν ραγδαία μείωση κατά την πρώτη περίοδο (συνήθως μερικών ημερών ή εβδομάδων) μετά την εφαρμογή των υλικών στα οποία περιέχονται.

Αμιάντος

Ο Αμιάντος προσδιορίζει μία ποικιλία πυριτικών ορυκτών που εξαιτίας των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων τους έχουν ευρύ πεδίο εφαρμογών, μεταξύ των οποίων πολλές ανήκουν στον τομέα της κατασκευής κτιρίων. Τυπικές εφαρμογές του περιλαμβάνουν πυροπροστατευτικά, θερμομονωτικά και ηχομονωτικά υλικά καθώς και τη χρήση του, ως ενισχυτικού, στην κατασκευή τσιμεντένιων σωλήνων, μορφοποιημένων στοιχείων, πλακών ή φύλλων επικάλυψης, επένδυσης κ.λπ. Ο Αμιάντος με τη μορφή αιωρούμενων σωματιδίων, ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις, είναι επικίνδυνος για την υγεία εφόσον εισπνεόμενος μπορεί να προκαλέσει διαφόρων μορφών καρκίνους και άλλες σοβαρές ασθένειες. Τα αιωρούμενα σωματίδια Αμιάντου ελευθερώνονται κατά τον θρυμματισμό των εκτεθειμένων στον αέρα υλικών που τον περιέχουν (ευτυχώς που πολλές από τις χρήσεις του Αμιάντου ευνοούν τη μη έκθεσή του). Η μεγάλη τοξικότητα του Αμιάντου, από την εποχή που έγινε αντιληπτή (1978), συνέβαλε σε δραστικό περιορισμό της χρήσης του στα κτίρια ενώ, ήδη, σε πολλές χώρες εφαρμόζονται προγράμματα αντικατάστασης ή ασφαλούς επικάλυψης των εκτεθειμένων στοιχείων του.

Βαρέα μέταλλα (Μόλυβδος, Υδράργυρος κ.λπ.)

Τα βαρέα μέταλλα, κυρίως ο Μόλυβδος και ο Υδράργυρος, χρησιμοποιούνταν παλαιότερα στην παραγωγή χρωμάτων για βαφές των κτιρίων. Διαπιστώθηκε όμως ότι κατά την απορρόφησή τους από τον οργανισμό σε μεγάλες ποσότητες, συσσωρευτικά, προκαλούνται σοβαρές βλάβες στην υγεία, κυρίως των ατόμων μικρής ηλικίας. Παρόλο που η διαπίστωση της τοξικότητάς τους, ήδη από το 1978, έχει διακόψει τη χρήση τους στα οικοδομικά χρώματα, το πρόβλημα παραμένει για τα παλαιότερα κτίρια που έχουν βαφεί με τέτοια χρώματα. Τα βαρέα μέταλλα ρυπαίνουν τον εσωτερικό αέρα μέσω της σκόνης που προκαλείται από τη φθορά των επιφανειών που είναι βαμμένες με χρώματα που τα περιέχουν. Χρειάζεται επομένως προσοχή στις ανακαινίσεις, επισκευές και γενικά τις οικοδομικές εργασίες σε κτίρια που είναι βαμμένα με τέτοια χρώματα.

Αμμωνία

Η Αμμωνία (NH₃) είναι ένας από τους σημαντικούς αέριους ρύπους, τόσο στο περιβάλλον όσο και σε κλειστούς χώρους. Η παρουσία της σε έναν χώρο γίνεται αισθητή από τη χαρακτηριστική της οσμή. Εισπνεόμενη σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό του αναπνευστικού συστήματος, λαρυγγίτιδα, δύσπνοια και πόνο στο στήθος. Κυριότερη πηγή Αμμωνίας μέσα σε κτίρια είναι οι βιολογικές λειτουργίες των ενοίκων. Διαρροή Αμμωνίας μπορεί να έχουμε από συστήματα ψύξης που βρίσκονται εγκαταστημένα μέσα σε κτίρια, εφόσον τη χρησιμοποιούν ως ψυκτικό. Σε υλικά κατασκευής και εξοπλισμού των κτιρίων η Αμμωνία έχει περιορισμένη χρήση, κυρίως ως καταλύτης σε διάφορα στάδια επεξεργασίας τους ή ως ενισχυτικό (π.χ. στα ελαστικά). Επίσης, χρησιμοποιείται στα κτίρια ως συστατικό διάφορων προϊόντων καθαρισμού.

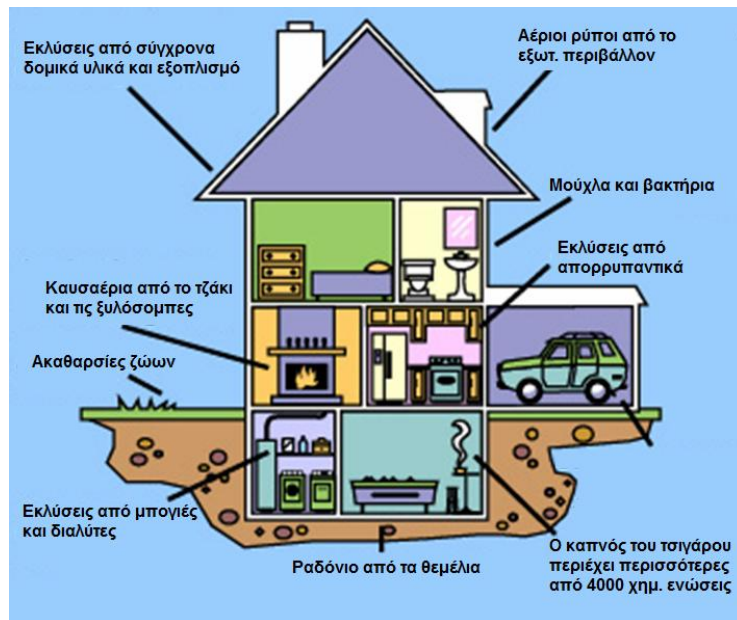
Πέντε κύριοι παράγοντες επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων:

- Οι πηγές έκλυσης αέριων ρύπων.
- Ο αερισμός των εσωτερικών χώρων
- Η διαδρομή των αέριων ρύπων.
- Η λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού.
- Οι χρήστες - ένοικοι.

Τους παράγοντες αυτούς θα εξετάσουμε στη συνέχεια εν συντομία.

Πηγές ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων

Στους ρύπους που συναντώνται στο εσωτερικό των κτιρίων περιλαμβάνονται, εκτός από αέρια, διάφορα στερεά και υγρά σωματίδια καθώς και σωματίδια βιολογικής προέλευσης - τα λεγόμενα **βιοαεροζόλ** (νημάτια, σταγονίδια, σπόροι μικροοργανισμών, βακτήρια κλπ). Οι αέριοι αυτοί ρύποι είτε παράγονται από πηγές στο εσωτερικό των κτιρίων είτε έρχονται εκεί από το περιβάλλον. Στην Εικόνα 5 σημειώνονται διάφορες τυπικές πηγές ρύπανσης στα κτίρια κατοικίας. Σε αυτές περιλαμβάνονται δομικά υλικά και υλικά εξοπλισμού, διάφορα προϊόντα οικιακής χρήσης, απορρίμματα, περιοχές με υγρασία. Περιλαμβάνονται ακόμη πηγές από το εξωτερικό περιβάλλον, τόσο το άμεσο, όπως έδαφος, αυλή, διάφορες παροχές (νερό, φυσικό αέριο), όσο και το ευρύτερο (ατμοσφαιρική ρύπανση).



Εικόνα 5: Πηγές εσωτερικής αέριας ρύπανσης σε μια τυπική μονοκατοικία

Εκτός από την ποικιλία των αέριων ρύπων, είναι ενδεχόμενο ότι και τα επίπεδα συγκεντρώσεών τους είναι διαφορετικά σε διαφορετικές περιοχές του κτιρίου. Επίσης, τόσο το είδος όσο και οι συγκεντρώσεις των ρύπων είναι ενδεχόμενο ότι μεταβάλλονται χρονικά. Έτσι, για παράδειγμα, παρατηρούνται περιστασιακά αυξημένες συγκεντρώσεις όζοντος (O₃) που εκλύονται από συγκεκριμένα μηχανήματα (π.χ. φωτοτυπικά) όταν αυτά τίθενται σε λειτουργία ή παρατηρούνται

σταθερά αυξανόμενες συγκεντρώσεις βιοαεροζόλ που εκλύονται από αναπτυσσόμενες αποικίες μούχλας σε συμπυκνώσεις υγρασίας.

Αερισμός

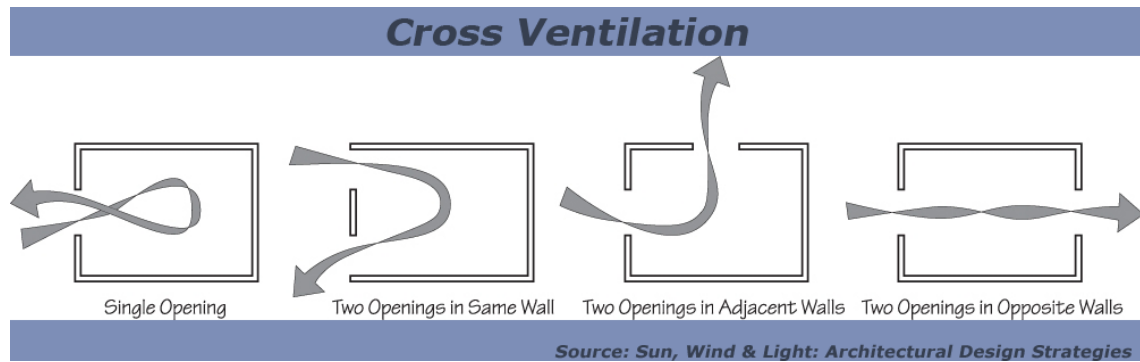
Ο αερισμός, δηλαδή η εναλλαγή του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων, αποτελεί κρίσιμη παράμετρο ποιότητας του εσωτερικού τους περιβάλλοντος. Ο αερισμός απομακρύνει τους αέριους ρύπους και τροφοδοτεί τους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων με καθαρό αέρα και οξυγόνο. Χωρίς αερισμό τα κτίρια θα ήταν αβίωτα. Ο αερισμός μεταβάλλει τη θερμοκρασία και την περιεκτικότητα σε υδρατμούς στο εσωτερικό του κτιρίου. Ως αποτέλεσμα, επιδρά στη διαμόρφωση του ενεργειακού ισοζυγίου και των συνθηκών θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου. Ακόμη στις ιδιότητες του αερισμού θα πρέπει να σημειώσουμε ότι επηρεάζει την εξέλιξη πυρκαγιάς και την κυκλοφορία του καπνού και επηρεάζει τον έλεγχο του θορύβου.

Οι ανάγκες των χώρων σε αερισμό προκύπτουν ως συνάρτηση του αριθμού των ατόμων που βρίσκονται στο εσωτερικό τους και των δραστηριοτήτων που αυτοί εκτελούν (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Απαιτήσεις αερισμού ως συνάρτηση της πυκνότητας των ατόμων σε ένα χώρο.

Χώρος ανά άτομο	Παροχή αέρα ανά άτομο	Αλλαγές του αέρα ανά ώρα
3 m ³	17 litres/s	20
6	11	6,5
9	8	3,2
12	6	1,8

Σχετικά, έχει υπολογιστεί ότι για να καλυφθούν οι ανάγκες αναπνοής ενός ατόμου σε ανάπαυση χρειάζονται περίπου 12 m³ καθαρού αέρα την ώρα. Οι ανάγκες είναι μεγαλύτερες αν το άτομο εκτελεί κάποια εργασία. Σε κτίρια κατοικίας έχει επικρατήσει ως ασφαλές όριο αερισμού η τιμή της μιας αλλαγής του αέρα ανά ώρα (δηλαδή, ο όγκος καθαρού αέρα που εισέρχεται από το περιβάλλον σε μία ώρα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσος με τον συνολικό όγκο του χώρου). Σημαντικά υψηλότερες είναι οι απαιτήσεις σε καθαρό αέρα σε χώρους όπου συναθροίζονται πολλά άτομα (π.χ. αίθουσες κινηματογράφου) ή λαμβάνουν χώρα ρυπογόνες δραστηριότητες (π.χ. κουζίνες εστιατορίων, τουαλέτες κ.λπ.). Ενδεικτικά, οι απαιτήσεις αερισμού σε χώρους εργασίας, όπου οι συνθήκες ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος είναι πολύ κρίσιμες, σύμφωνα με σχετικούς κανονισμούς που ισχύουν σε διάφορες χώρες, ξεπερνούν και τις 10 αλλαγές αέρα ανά ώρα. Πάντως, είναι σκόπιμο να διευκρινίσουμε ότι εξίσου σημαντική με την ποσότητα αερισμού είναι και η ποιότητά της, όπως αυτή καθορίζεται από το μοντέλο ανάμιξης των εναλλασσόμενων αέριων μαζών. Το μοντέλο ανάμιξης, που αντανακλά και τον βαθμό ανάμιξης των εναλλασσόμενων αέριων μαζών, βασικά διαμορφώνεται από τη γεωμετρία του αεριζόμενου χώρου και από το πλήθος, τη θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων στο κέλυφός του (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Μοντέλα αερισμού

Αξίζει να επαναλάβουμε ότι ο αερισμός ενός χώρου, εκτός από τα προφανή ανοίγματα στο κέλυφος όπως παράθυρα, μπαλκονόπορτες, σπές αερισμού, αεραγωγοί, συμβαίνει και μέσω των διαφυγών του αέρα, δηλαδή, μέσα από πλήθος μικρών και συχνά ανυποψίαστων ανοιγμάτων που αναπόφευκτα υπάρχουν σε αυτό λόγω κακής ποιότητας υλικών, κακοτεχνιών, κακής προσαρμογής δομικών στοιχείων, πόρων κ.λπ. Μάλιστα, σε συμβατικά κτίρια, η συνιστώσα αερισμού που λαμβάνει χώρα μέσα από τέτοια ανοίγματα, συχνά αρκεί να υπερκαλύψει τις ανάγκες αερισμού των εσωτερικών τους χώρων.

Τα **συστήματα αερισμού** των κτιρίων διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: (α) φυσικού αερισμού, (β) μηχανικού αερισμού και (γ) μικτά.

Στα συστήματα φυσικού αερισμού η εναλλαγή του αέρα γίνεται μέσα από ανοίγματα στο κέλυφος του κτιρίου υπό την επίδραση διαφορών πίεσης που προκαλούν φυσικά αίτια. Τα φυσικά αίτια που μπορούν να προκαλέσουν διαφορά πίεσης εκατέρωθεν των ανοιγμάτων στο κέλυφος είναι δύο:

- ο άνεμος και
- η διαφορά εσωτερικής - εξωτερικής θερμοκρασίας.

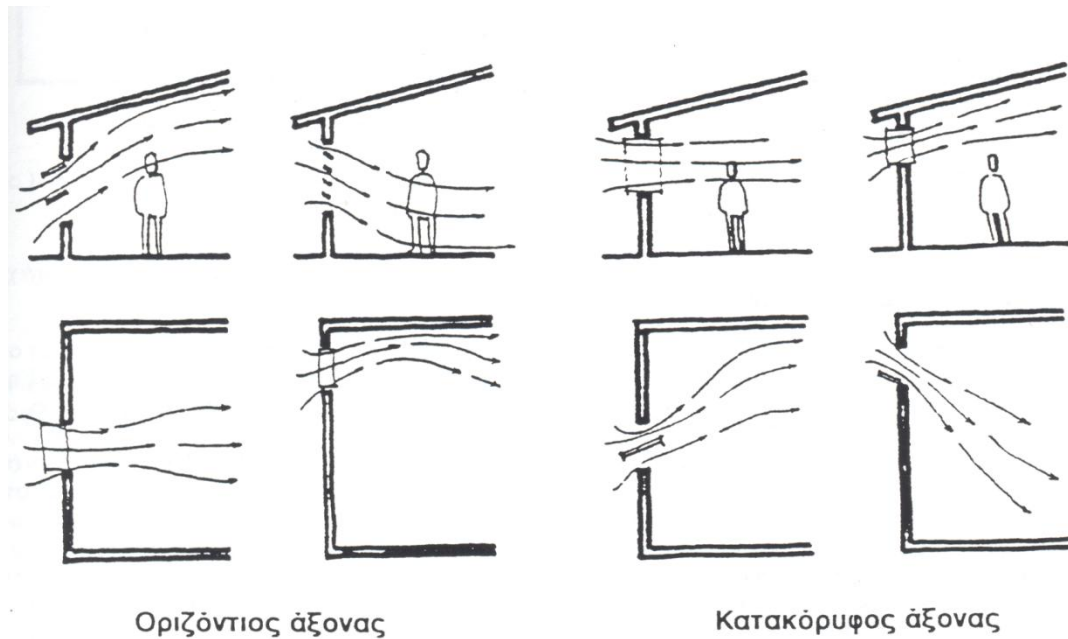
Στα μηχανικά συστήματα, η εναλλαγή γίνεται μέσω αεραγωγών όπου ο αέρας κυκλοφορεί με μηχανικά μέσα (ανεμιστήρες). Σε όλα τα συστήματα αερισμού υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που συνδέονται με την άνεση και την υγεία των ενοίκων (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των βασικών συστημάτων αερισμού.

Συστήματα Φυσικού Αερισμού	
<p><u>Πλεονεκτήματα:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Δεν προϋποθέτουν κατανάλωση ενέργειας. - Είναι απλά στη λειτουργία τους. - Δεν χρειάζονται συντήρηση. - Υπό προϋποθέσεις, επιτρέπουν φυσικό δροσισμό. 	<p><u>Μειονεκτήματα:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Η λειτουργία και η απόδοσή τους καθορίζεται από την ισχύ και τα εν γένει χαρακτηριστικά των μηχανισμών ελέγχου (ανεμοπίεση και διαφορά εσωτερικής-εξωτερικής θερμοκρασίας). - Δεν προσφέρουν τη δυνατότητα εφαρμογής επιθυμητών μοντέλων ανάμιξης των εναλλασσόμενων αέριων μαζών.

	<ul style="list-style-type: none"> - Ακόμη και με ευνοϊκές συνθήκες, δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε ειδικές απαιτήσεις αερισμού χώρων (π.χ. μεγάλες αίθουσες, χώροι στον πυρήνα μεγάλων κτιρίων). - Δεν επιτρέπουν την εφαρμογή μέτρων ελέγχου της εξωτερικής ρύπανσης.
Συστήματα Μηχανικού Αερισμού	
<p><u>Πλεονεκτήματα:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Γενικά, επιτρέπουν την ικανοποίηση ειδικών απαιτήσεων αερισμού χώρων και κτιρίων. - Επιτρέπουν τη ρύθμιση της απόδοσής τους. - Υπό προϋποθέσεις επιτρέπουν την εφαρμογή επιθυμητού μοντέλου ανάμιξης των εναλλασσόμενων αέριων μαζών. - Επιτρέπουν την εφαρμογή μέτρων ελέγχου της ρύπανσης (φίλτρα). - Συνεργάζονται με άλλα Η/Μ συστήματα (π.χ. κλιματισμού, ελέγχου υγρασίας). - Περιορίζουν την εμφάνιση υγρασίας στα δομικά στοιχεία. 	<p><u>Μειονεκτήματα:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Προϋποθέτουν κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. - Έχουν αυξημένο κόστος εγκατάστασης. - Έχουν ανάγκη συντήρησης. - Συχνά δεν είναι εύκολη και προσιτή σε κάθε ένοικο η ρύθμιση της λειτουργίας και απόδοσής τους. - Στους χώρους όπου συνήθως χρησιμοποιούνται, πιθανή διακοπή της λειτουργίας τους (π.χ. λόγω βλάβης) συνεπάγεται ιδιαίτερα δυσμενείς συνθήκες διαβίωσης. - Σε διάφορα εξαρτήματά τους μερικές φορές αναπτύσσονται επιβλαβείς μικροοργανισμοί. - Δημιουργούν θόρυβο. - Συχνά δημιουργούν ενοχλητικά ρεύματα αέρα μέσα στο κτίριο.

Σε μεγάλα κτίρια, όπου τα ανοίγματα στο κέλυφος αδυνατούν να καλύψουν ικανοποιητικά τις ανάγκες αερισμού των εσωτερικών τους χώρων, είναι προτιμότερο να εγκατασταθούν εξαρχής συστήματα μηχανικού αερισμού. Σύστημα φυσικού αερισμού θα ταίριαζε σε ένα μικρό κτίριο σε περιοχή όπου οι κλιματικές και εν γένει περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν δεν εισάγουν περιορισμούς στη χρήση των ανοιγμάτων στο κέλυφός του. Ακόμη όμως και σε ένα τέτοιο κτίριο, είναι πολύ πιθανό ότι σε κάποιους χώρους του θα χρειάζεται, έστω και υποβοηθητικά, μηχανικός αερισμός (π.χ. τουαλέτες, αποθήκες κ.λπ.). Πάντως, και σε κτίρια υποστηριζόμενα από μηχανικό σύστημα αερισμού είναι πολύ χρήσιμο να υπάρχει δυνατότητα φυσικού αερισμού όσων το δυνατόν περισσότερων χώρων του. Δηλαδή να λειτουργεί ένα μικτό σύστημα αερισμού. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να προβλεφθούν επαρκή σε πλήθος και διαστάσεις ανοίγματα στο κέλυφός του. Προκειμένου για παράθυρα, σημασία έχει και ο τύπος τους (ανακλινόμενο, περιστρεφόμενο, συρόμενο κ.λπ.) εφόσον κάθε ένας από αυτούς συνεπάγεται διαφορετικό τρόπο κυκλοφορίας του αέρα (Εικόνα 7). Ακόμη, σε κτίρια σε θερμά κλίματα είναι σκόπιμο να επιδιώκεται μέσω της κατανομής των ανοιγμάτων και ο φυσικός δροσισμός των εσωτερικών χώρων. Αυτό επιτυγχάνεται με ανοίγματα σε αντίθετες πλευρές των χώρων μέσω των οποίων δημιουργούνται διαμεπρή ρεύματα του αέρα που προκαλούν το αίσθημα της ψύξης σε όσους τα αισθάνονται.



Εικόνα 7: Ρύθμιση της κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου.

Διαδρομή των αέριων ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων

Η διαδρομή των αέριων ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων προσδιορίζεται από την κυκλοφορία του αέρα. Ο αέρας κυκλοφορεί υπό την επίδραση διαφορών πίεσης (από τις υψηλές στις χαμηλές πιέσεις) που μπορεί να προκύψουν είτε με μηχανικά μέσα (π.χ. ανεμιστήρες, απορροφητήρες) είτε με φυσικούς μηχανισμούς (ανεμοπιέσεις, διαφορές θερμοκρασίας). Είναι λογικό ότι οι αέριοι ρύποι που παράγονται μέσα στο κτίριο θα πρέπει να απάγονται όσο γίνεται πιο κοντά στην πηγή τους και όσο γίνεται πιο γρήγορα. Αυτό προϋποθέτει κατάλληλο σχεδιασμό των συστημάτων που προκαλούν κυκλοφορία του αέρα (είτε φυσικών είναι μηχανικών) στο εσωτερικό του κτιρίου, σχεδιασμός που θα περιλαμβάνει και τα ανοίγματα εισόδου και εξόδου του αέρα στο κέλυφος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής αυτής της απλής αρχής για την ποιότητα εσωτερικού αέρα αποτελούν οι θάλαμοι "αρνητικής πίεσης" για τη νοσηλεία ασθενών με μεταδοτικές ασθένειες στα Νοσοκομεία. Στους θαλάμους αυτούς λειτουργεί συνεχώς απορροφητήρας που απάγει τον εσωτερικό αέρα και δημιουργεί υποπίεση. Έτσι, όταν ανοίγει η πόρτα του θαλάμου, δεν μπορεί να "βγει" αέρας, που πιθανά μεταφέρει παθογόνους μικροοργανισμούς, από το θάλαμο προς το διάδρομο.

Συστήματα θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού

Ο κύριος προορισμός των συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού (HVAC) των κτιρίων είναι :

- η ρύθμιση της εσωτερικής θερμοκρασίας και της υγρασίας σε όρια συνθηκών θερμικής άνεσης και η
- εξασφάλιση επαρκούς για τις ανάγκες των ενοίκων αερισμού των εσωτερικών χώρων τους.

Για συστήματα αυτής της κατηγορίας που η λειτουργία τους προϋποθέτει την κυκλοφορία αέρα, ορισμένες πτυχές του σχεδιασμού και της λειτουργίας τους έχουν επίδραση στη διαμόρφωση της ποιότητας εσωτερικού αέρα στα κτίρια όπου είναι εγκατεστημένα:

- Ο κίνδυνος συμπύκνωσης υδρατμών στις σωληνώσεις ή σε άλλα σημεία των αντίστοιχων εγκαταστάσεων μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία αποικίας υδρόφιλων μικροοργανισμών που παράγουν βιοαεροζόλ.
- Ο "επεξεργασμένος" από τα συστήματα αυτά αέρας θα πρέπει να αναμιγνύεται όσο το δυνατόν πληρέστερα με τον υπάρχοντα, "παλιό", αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Η συγκεκριμένη παρατήρηση, πέρα από τη γενικότερη αξία της για την απόδοση των συστημάτων, έχει αυξημένη σημασία στην περίπτωση των συστημάτων αερισμού. Ο "καθαρός" αέρας θα πρέπει να φτάνει σε όλες τις περιοχές του κτιρίου και να αναμιγνύεται καλά με τον παλιό και κατά τεκμήριο "βρώμικο" αέρα ώστε επιτυγχάνεται αραίωση των συγκεντρώσεων των αέριων ρύπων που αυτός περιέχει.
- Εφόσον η λειτουργία αυτών των συστημάτων προβλέπει εισαγωγή καθαρού αέρα από το περιβάλλον θα πρέπει να μελετηθεί η θέση του στομίου ή των στομιών εισόδου του αέρα ώστε αυτός να είναι πράγματι "καθαρός" (Αρνητικά παραδείγματα αποτελούν επιλογές στομιών εισόδου αέρα κοντά σε θέσεις συλλογής σκουπιδιών, θέσεις παρκινγκ, καμινάδες, στόμια εξαερισμού κλπ). Παρόμοια μελέτη θα πρέπει να γίνει και για τα στόμια εξαερισμού, ώστε ο "βρώμικος" αέρας που απάγεται να μην επηρεάζει το άμεσο περιβάλλον του κτιρίου.
- Τα συστήματα αυτά επιδέχονται την τοποθέτηση φίλτρων που μπορούν αν μειώσουν τις συγκεντρώσεις των αέριων ρύπων στο εσωτερικό αέρα. Θεωρητικά, φίλτρα μπορούν να υπάρξουν για κάθε αέριο ρύπο. Το πρόβλημα είναι πολλά από αυτά έχουν υψηλό κόστος. Ακόμη, χρειάζονται έλεγχο, συντήρηση και περιοδική αντικατάσταση (γεγονός που αυξάνει το κόστος) που, αν δεν εφαρμόζονται όπως πρέπει, μπορεί να προκληθούν αντίθετα αποτελέσματα.

Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι, ιδιαίτερα για την Ελλάδα - αλλά και για άλλες περιοχές με εύκρατο κλίμα - δεν είναι απαραίτητο τα συστήματα που θα αναλάβουν την εξασφάλιση ικανοποιητικού εσωτερικού περιβάλλοντος να είναι οπωσδήποτε ηλεκτρομηχανολογικά. Αντίθετα, υπάρχουν μεγάλα περιθώρια, τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού όσο και σε επίπεδο υλοποίησης, να ανταποκριθούν με επάρκεια στις σχετικές απαιτήσεις φυσικά συστήματα (π.χ. φυσικός αερισμός, φυσικός δροσισμός κ.λπ.), γεγονός που, εκτός από τα άλλα πλεονεκτήματα, περιορίζει και τους κινδύνους που μπορεί να υπάρξουν για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στα κτίρια.

Ο ρόλος των ενοίκων

Οι ενοικιοί με τις δραστηριότητες, τις συμπεριφορές και τις αντιδράσεις τους έχουν αποφασιστική συμβολή στη διαμόρφωση της ποιότητας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων. Κατ' αρχάς, η ίδια η παρουσία τους προκαλεί ρύπανση του εσωτερικού αέρα: η αναπνοή συνεπάγεται μείωση των συγκεντρώσεων οξυγόνου και αύξηση των συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα ενώ άλλες βιολογικές λειτουργίες, όπως η εφίδρωση, η χρήση της τουαλέτας κλπ, συνεπάγονται επίσης εκλύσεις υδρατμών, αέριων ρύπων (π.χ. αμμωνία), οσμών, μικροοργανισμών. Βασικές ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η παρασκευή φαγητού και η προσωπική φροντίδα προκαλούν

ρύπανση. Οικιακές εργασίες, όπως η καθαριότητα του σπιτιού, η απολύμανση, η εφαρμογή εντομοκτόνων, η χρήση αποσμητικών χώρου κλπ έχουν ως "παράπλευρες συνέπειες" την έκλυση μεγάλης ποικιλίας οργανικών κι ανόργανων αέριων ρύπων. Το κάπνισμα είναι μια τραγική για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα συνήθεια. Στον καπνό του τσιγάρου έχουν καταμετρηθεί περίπου 4700 οργανικές και ανόργανες πτητικές χημικές ενώσεις. Περισσότερες από 50 από αυτές έχουν διαπιστωμένη βλαβερή επίδραση σε όσους τις εισπνέουν ενώ περίπου 12 από αυτές θεωρούνται καρκινογόνες. Αλλά και πιο "ήπιες" συνήθειες και χόμπι μπορεί επίσης να είναι επιβαρυντικά για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στα κτίρια (π.χ. κόλλες, μπογιές, βερνίκια κλπ).

Από την άλλη πλευρά, οι ένοικοι είναι αυτοί που έχουν τη φροντίδα και την ευθύνη διατήρησης ικανοποιητικής ποιότητας εσωτερικού αέρα στα κτίρια. Εξ άλλου, είναι αυτοί που αντιλαμβάνονται και υφίστανται τις συνέπειες της υποβαθμισμένης ποιότητας του αέρα στα κτίρια όπου κατοικούν ή εργάζονται. Οι πρακτικές και τα μέτρα για τον έλεγχο της εσωτερικής ρύπανσης εφαρμόζονται από τους ενοίκους ή τους εν γένει χρήστες των κτιρίων. Ακόμη, η αντιμετώπιση των επεισοδίων εσωτερικής ρύπανσης (π.χ. το άνοιγμα των παραθύρων ή η ενεργοποίηση του συστήματος μηχανικού αερισμού για την απομάκρυνση συσσωρευμένων αέριων ρύπων) γίνεται με πρωτοβουλία των ενοίκων.

Μέτρα ελέγχου της εσωτερικής ρύπανσης

Υπάρχουν πέντε βασικές στρατηγικές και κατηγορίες μέτρων ελέγχου των συγκεντρώσεων αέριων ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων:

1. Η **διαχείριση των πηγών** περιλαμβάνει (α) απομάκρυνση, (β) αντικατάσταση και (γ) επικάλυψη των πηγών. Η διαχείριση των πηγών, στο μέτρο που είναι εφαρμόσιμη, είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος καταπολέμησης της εσωτερικής ρύπανσης. Η καλύτερη πρόληψη επιτυγχάνεται όταν δεν έρχονται μέσα στο κτίριο μη απαραίτητα ρυπογόνα υλικά και αντικείμενα. Παραδείγματα απομάκρυνσης ρυπογόνων πηγών αποτελούν η αποκομιδή των σκουπιδιών, η απαγόρευση του καπνίσματος στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου. Παραδείγματα αντικατάστασης ρυπογόνων πηγών αποτελούν οι επιλογές λιγότερο τοξικών πρώτων υλών και υλικών για τις ανάγκες μιας επιχείρησης (π.χ. μη τοξικές βαφές). Τέλος, παραδείγματα επικάλυψης των πηγών αποτελούν η εφαρμογή μη τοξικών επαλείψεων (π.χ. βαφές, βερνίκια) σε επιφάνειες που εκλύουν ρύπους, ο εγκιβωτισμός ή ακόμη και το σφράγισμα των πηγών (π.χ. σε αεροστεγή βαρέλια).
2. Ο **αερισμός**, ως διαδικασία ανταλλαγής του εσωτερικού αέρα με αέρα του περιβάλλοντος, που είναι κατά τεκμήριο πιο καθαρός, συνεισφέρει σημαντικά στην απομάκρυνση (διάχυση) των αέριων ρύπων που εκλύονται σε κλειστούς χώρους. Σε χώρους όπου σημειώνονται αυξημένες εκλύσεις αέριων ρύπων και ενδεχόμενα μεγάλες συγκεντρώσεις ατόμων, όπως συμβαίνει σε αρκετά επαγγελματικά κτίρια, απαιτούνται αυξημένες τιμές αερισμού για διατήρηση ικανοποιητικής ποιότητας εσωτερικού αέρα. Ακόμη μεγαλύτερες είναι οι απαιτήσεις σε χώρους ή

κατά τις περιόδους που συμβαίνουν ρυπογόνες δραστηριότητες, όπως είναι για παράδειγμα οι καύσεις, τα βαψίματα, οι χρήσεις χημικών κ.λπ.

Ο ρυθμός μεταβολή της συγκέντρωσης ενός αέριου ρύπου στο εσωτερικό ενός χώρου, dc/dt , περιγράφεται από την εξίσωση:

$$V \frac{dc}{dt} = Qc_a + E - Qc - kcV$$

όπου:

V = ο όγκος του χώρου (m^3)

Q = η παροχή όγκου αέρα που εισέρχεται από το περιβάλλον στο εσωτερικό του κτιρίου (m^3/s) = με την παροχή όγκου που απάγεται από το εσωτερικό του κτιρίου.

c_a = η συγκέντρωση του ρύπου στο περιβάλλον (g/m^3)

E = ο ρυθμός έκλυσης του αέριου ρύπου στο εσωτερικό του χώρου (g/s)

k = συντελεστής χημικών αντιδράσεων όπου συμμετέχει ο αέριος ρύπος (και έτσι απομακρύνεται από τον αέρα) (s^{-1})

Η λύσης σταθερής κατάστασης της παραπάνω διαφορικής εξίσωσης, δηλαδή, η συγκέντρωση του αέριου ρύπου στο χώρο προς την οποία τείνει με το χρόνο, δίνεται από τον τύπο:

$$c = \frac{Qc_a + E}{Q + kV}$$

Από τον παραπάνω τύπο, αν θεωρήσουμε ότι ο ρύπος έχει αμελητέες συγκέντρωση στο περιβάλλον ($c_a = 0$), δηλαδή, πρόκειται για τυπικό ρύπο εσωτερικού περιβάλλοντος και ακόμη ότι ο ρυθμός απομάκρυνσης του μέσω χημικών αντιδράσεων είναι επίσης αμελητέος ($k = 0$) προκύπτει:

$$c = \frac{E}{Q} = \frac{3600 \times E}{A \times V}$$

όπου:

A = ο αερισμός του χώρου σε τιμές **αλλαγών όγκου αέρα στην ώρα** (air changes per hour)

Ο τελευταίος τύπος δείχνει ότι οι συγκεντρώσεις των αέριων ρύπων που παράγονται μέσα στα κτίρια είναι ανάλογες του ρυθμού έκλυσής τους και αντιστρόφως ανάλογες του αερισμού.

Ο **άμεσος αερισμός** των χώρων όπου παράγονται οι αέριοι ρύποι βοηθά στην απομάκρυνσή τους πριν αυτοί διαχυθούν σε όλο το κτίριο. Παραδείγματα εφαρμογής αυτής της μεθόδου αποτελούν οι εξαεριστήρες, οι καπνοδόχοι ή τα ανοικτά παράθυρα στα εργαστήρια, τουαλέτες κ.λπ. Άλλοι χώροι όπου συνήθως παράγονται αέριοι ρύποι και έτσι είναι κατάλληλοι για άμεσο αερισμό είναι

οι αποθήκες καυσίμων, πτητικών ουσιών κ.λπ. και τα δωμάτια με φωτοτυπικά και εκτυπωτικά μηχανήματα.

3. Ο **έλεγχος της έκθεσης** αφορά στην επιλογή του χρόνου και του τόπου που πραγματοποιούνται δραστηριότητες που είτε είναι ύποπτες για εκλύσεις αέριων ρύπων είτε εκθέτουν τους ενοίκους σε αυξημένες συγκεντρώσεις αέριων ρύπων. Ένα παράδειγμα επιλογής χρόνου είναι να επιλέγεται η Παρασκευή για την εκτέλεση ρυπογόνων εργασιών σε μια επιχείρηση (π.χ. βαψίματα), ώστε κατά τη διάρκεια της αργίας του Σαββατοκύριακου να διαχθούν οι αέριοι ρύποι και οι οσμές και να μειωθούν οι συγκεντρώσεις τους σε χαμηλά επίπεδα όταν την επόμενη Δευτέρα αρχίσουν και πάλι οι εργασίες. Παράδειγμα επιλογής τόπου αποτελεί η εκτέλεση ρυπογόνων εργασιών σε ανοικτούς χώρους, πχ. στην αυλή, όταν η φύση των εργασιών και οι καιρικές συνθήκες το επιτρέπουν.

4. Τα **συστήματα καθαρισμού του αέρα** περιλαμβάνουν συνήθως φίλτρα συγκράτησης στερεών ρύπων από εξαρτήματα των συστημάτων αερισμού. Υπάρχουν και φίλτρα απομάκρυνσης αέριων και βιολογικών ρύπων αλλά αυτά είναι αρκετά ακριβά, δύσκολα στην εγκατάστασή τους και εξειδικευμένα (δηλαδή για συγκεκριμένους αέριους ρύπους).

5. Η **ενημέρωση** και η **εκπαίδευση** αποτελούν σημαντικά όπλα στην πρόληψη και αντιμετώπιση προβλημάτων εσωτερικής ρύπανσης στα κτίρια. Σχετικά, η πληροφόρηση των ενοίκων ή εν γένει χρηστών ενός χώρου (π.χ. προσωπικό μιας επιχείρησης) για τις πηγές ρύπανσης που έχουν στον έλεγχο ή τη διαχείρισή τους και για τους κινδύνους που μπορεί να προέλθουν από αυτές, καθώς και η ενημέρωσή τους για τη λειτουργία των συστημάτων αερισμού και καθαρισμού του αέρα θα περιορίσει τις πιθανότητες και τους κινδύνους επεισοδίων εσωτερικής ρύπανσης και έκθεσής τους σε αυτά.

Συμπτώματα και παθήσεις που σχετίζονται με υποβαθμισμένη ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος

Οι αρνητικές επιδράσεις της υποβαθμισμένης ποιότητας του εσωτερικού αέρα στους ενοίκους των κτιρίων καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα από επιπόλαιες και συχνά ανυποψίαστες ενοχλήσεις μέχρι σοβαρές παθήσεις που μπορούν να οδηγήσουν σε θάνατο. Οι επιδράσεις αυτές, για τις ανάγκες της συγκεκριμένης περιγραφής, μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες.

α. Στην πρώτη κατηγορία υπάγονται οι λεγόμενες "**Ασθένειες των Κτιρίων**" (Building Related Illnesses), δηλαδή, η Νόσος των Λεγεωνάριων (Legionnaire's disease), η πνευμονία του Pittsburgh (Pittsburgh Pneumonia), ο πυρετός των Υγραντήρων (Humidifier Fever), ο πυρετός Q (Q Fever), ο πυρετός Pontiac (Pontiac Fever), η Πνευμονίτιδα Υπερευαισθησίας (Hypersensitivity Pneumonitis) και μερικές ακόμη μη ταυτοποιημένες ιογενείς ασθένειες που τα αίτιά τους συναρτώνται άμεσα με τις συνθήκες διαβίωσης μέσα σε κτίρια. Πρόκειται για ασθένειες που συνήθως έχουν έντονα συμπτώματα (πυρετός, βήχας, άσθμα, μυαλγίες, ίλιγγοι κ.λπ.) και ορισμένες έχουν και υψηλά ποσοστά θνησιμότητας. Οι ασθένειες αυτές οφείλονται σε μικροοργανισμούς όπως οι *Coxiella Burnetti*, *Legionella Pneumophila*, *Thermophilic Fungi*,

Aspergillus, Penicillium κ.ά. που αναπτύσσονται και διαδίδονται στον αέρα μέσα σε κλειστούς χώρους.

Η νόσος των **Λεγεωνάριων**, η πιο γνωστή ίσως από τις ασθένειες των κτιρίων, προκαλείται από το βακτηρίδιο Legionella Pneumophila και εκδηλώνεται ως σοβαρή μορφή πνευμονίας. Η θνησιμότητα από την πνευμονία αυτή είναι υψηλή, της τάξης του 15 %, ενώ προκειμένου για άτομα που ανήκουν σε ομάδες υψηλού κινδύνου, όπως ηλικιωμένοι, καπνιστές με αναπνευστικά προβλήματα, νεφροπαθείς, διαβητικοί και άτομα με καταστολή του ανοσοποιητικού συστήματος, η θνησιμότητα φθάνει μέχρι και το 40 %. Η νόσος ταυτοποιήθηκε το 1976 στη Φιλαδέλφεια όπου εκδηλώθηκαν κρούσματα πνευμονίας ανάμεσα σε άτομα που συμμετείχαν σε συνέδριο της αμερικανικής Λεγεώνας· εξ ου και το όνομά της. Η περίοδος επώασης και εκδήλωσης της ασθένειας κυμαίνεται από δύο μέχρι δέκα μέρες.

Το βακτηρίδιο της Legionella βρίσκεται σε μικρούς αριθμούς στο φυσικό υγρό περιβάλλον (λίμνες, ποταμοί, φράγματα). Μπορεί να επιβιώσει σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών (από 6-60° C). Οι θερμοκρασίες που ευνοούν την ανάπτυξη της Legionella είναι μεταξύ 20 και 45° C. Επομένως, η Legionella μπορεί να επιβιώσει σε κρύο νερό και να αρχίσει να πολλαπλασιάζεται όταν η θερμοκρασία του νερού ανεβεί σε ικανοποιητικά επίπεδα. Η Legionella ως βακτηρίδιο μπορεί εύκολα να πολλαπλασιαστεί και να αποικήσει συστήματα κρύου και ζεστού νερού και οποιεσδήποτε άλλες εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν και αποθηκεύουν νερό. Σκουριασμένα ντεπόζιτα με πλήθος ακαθαρσίες (νεκρά πουλιά, λάσπη κ.λπ.) που είναι εκτεθειμένα στον ήλιο αποτελούν ιδανικό βιότοπο για το βακτηρίδιο. Επίσης, παλιές υδραυλικές εγκαταστάσεις σωλήνων γαλβανιζέ ή και άλλων που δεν συντηρούνται κανονικά και στις οποίες το νερό μπορεί να μείνει στάσιμο για αρκετό καιρό εύκολα μπορούν να γίνουν εστίες μόλυνσης. Χαρακτηριστική περίπτωση είναι οι βρύσες που δεν χρησιμοποιούμε συχνά ή ακόμα και μεγάλα ντεπόζιτα νερού που δεν έχουν σχεδιαστεί σωστά. Ιδιαίτερη προσοχή και συντήρηση επιβάλλεται στα συστήματα κλιματισμού που λειτουργούν με νερό (cooling towers) και στα κεντρικά συστήματα κλιματισμού που διοχετεύουν τον αέρα μέσω αγωγών, στους οποίους η παρουσία σκουριάς και υγρασίας δημιουργεί πρόσφορο έδαφος για τη ραγδαία ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό του βακτηριδίου. Είναι χαρακτηριστικό ότι στο Ξενοδοχείο Bellevue-Stratford της Φιλαδέλφεια, όπου αρχικά εντοπίστηκε η νόσος το 1976, το βακτήριο αναπτύχθηκε στο σύστημα κλιματισμού του κεντρικού lobby.

β. Στη δεύτερη κατηγορία υπάγονται ενοχλήσεις και παθήσεις που προκαλούνται από συγκεκριμένους ρύπους που συναντώνται στο εσωτερικό περιβάλλον σε συγκεντρώσεις ανώτερες των φυσιολογικών. Μεταξύ των αέριων ρύπων που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι το CO₂, το CO, τα NO_x, το SO₂, το O₃, η Φορμαλδεΐδη, το Ραδόνιο, καθώς και δεκάδες ακόμη ρύποι γνωστής τοξικότητας. Οι άμεσες ή έμμεσες απειλές της υγείας που συνδέονται με την παρουσία αυτών των ρύπων σε υψηλές συγκεντρώσεις περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα δηλητηριάσεων και αλλεργικών αντιδράσεων καθώς και ασθένειες που προσβάλλουν ουσιαστικά όλο τον οργανισμό (π.χ. κυκλοφοριακό, αναπνευστικό, πεπτικό, νευρικό σύστημα) καθώς επίσης

νεοπλασίες και γενετικές ανωμαλίες. Οι ασθένειες αυτές μπορούν να προκληθούν και από παράγοντες άσχετους με την ποιότητα του αέρα.

γ. Στην τρίτη κατηγορία υπάγονται ενοχλήσεις και παθήσεις για τις οποίες υπάρχουν ενδείξεις ότι τα αίτιά τους οφείλονται κυρίως στο βεβαρημένο σε αέριους ρύπους και μικροοργανισμούς εσωτερικού αέρα αλλά δεν είναι απόλυτα γνωστοί ούτε οι ρύποι ή/και μικροοργανισμοί που τα προκαλούν ούτε αν για την εμφάνισή τους συντρέχουν και άλλοι άσχετοι με την ποιότητα του εσωτερικού αέρα παράγοντες. Το πλήθος των ύποπτων για την πρόκλησή τους αέριων ρύπων είναι τεράστιο. Από το πλήθος αυτό μόνο για ένα πολύ μικρό ποσοστό είναι γνωστές οι επιπτώσεις τους στην υγεία ενώ, ακόμη λιγότερες είναι οι γνώσεις για τη συσσωρευτική δράση τους, τη συνδυασμένη (συνεργική) δράση περισσοτέρων του ενός, τη μεταβολή της τοξικότητάς τους υπό διαφορετικές συνθήκες κ.λπ. Εκτός από τους αέριους ρύπους, στον αέρα μέσα στα κτίρια κυκλοφορεί ένα επίσης τεράστιο σε μέγεθος και ποικιλία πλήθος μικροοργανισμών (βακτήρια, ιοί, μύκητες, σπόρια κ.λπ.) για το μέγιστο ποσοστό των οποίων η γνώση της μολυσματικής τους δράσης είναι περιορισμένη.

Οι ενοχλήσεις και παθήσεις που περιλαμβάνονται σε αυτή την κατηγορία καλύπτουν ευρύ φάσμα, όπως και στην προηγούμενη κατηγορία (δηλητηριάσεις, αλλεργικές αντιδράσεις, αδιαθεσίες κλπ). Ένα υποσύνολό τους, θεωρούνται ως εκδηλώσεις του Συνδρόμου του Άρρωστου Κτιρίου (Sick Building Syndrome).

Το Σύνδρομο του Άρρωστου Κτιρίου

Το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου συγκεντρώνει μία ομάδα από ασαφή συμπτώματα. Στην ομάδα αυτή, σύμφωνα με τον σχετικό ορισμό του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (W.H.O.), περιλαμβάνονται: ερεθισμός των ματιών, της μύτης ή του λαιμού, ξηρότητα των βλεννογόνων (π.χ. στόμα, λαιμός, μύτη), ξηρότητα δέρματος, εξανθήματα, διανοητική κόπωση (δυσκολία συγκέντρωσης), πονοκέφαλος, ναυτία, ζάλη, βήχας, βραχνάδα, δυσκολία αναπνοής, φαγούρα και αντιδράσεις υπερευαισθησίας. Συνήθως, τα πρώτα κλινικά συμπτώματα εκδηλώνονται μετά από κάποιο χρόνο (μερικές ώρες) παραμονής στον "προβληματικό" χώρο και δεν είναι γνωστό αν κατά το στάδιο που προηγείται της εκδήλωσής τους μπορεί να γίνει ασφαλής διάγνωση. Το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου, στους χώρους που εκδηλώνεται, συνεπάγεται μείωση της παραγωγικότητας και αύξηση των απουσιών των εργαζόμενων από την εργασία τους. Το αντίστοιχο κόστος (συμπεριλαμβανομένου του κόστους αποκατάστασης των κτιρίων), σύμφωνα με υπολογισμούς του Οργανισμού Προστασίας Περιβάλλοντος των Η.Π.Α. (E.P.A.), ανέρχεται σε περίπου 66 δισ. δολάρια τον χρόνο.

Δεν είναι γνωστό πότε για πρώτη φορά εμφανίστηκε το συγκεκριμένο σύνδρομο. Επίσης, δεν έχει προσδιοριστεί με ακρίβεια η συχνότητα εμφάνισής του. Σύμφωνα με υπολογισμούς του W.H.O. παρουσιάζεται στο 30 % των νέων κτιρίων και σε κάποιο βαθμό επηρεάζει το 10 - 30 % των ενοίκων του. Στη Σουηδία, υπολογίστηκε ότι περίπου 2 εκ., από τον συνολικό πληθυσμό των 8 εκ., έχουν υποστεί, ή σε κάποια φάση της ζωής τους θα υποστούν, την επίδρασή του. Το αντίστοιχο ποσοστό για τον Καναδά είναι περίπου 6 εκ., ενώ σε περίπου 500 χιλ. από τους

εργαζόμενους σε κλειστούς χώρους στη χώρα εκτιμάται ότι αυτό έχει ήδη εκδηλωθεί. Στις Η.Π.Α. έχει υπολογιστεί ότι από τους περίπου 70 εκ. εργαζόμενους σε κλειστούς χώρους οι περίπου 21 εκατ. εργάζονται σε κτίρια ύποπτα για την εκδήλωση του συνδρόμου. Πάντως, η ασάφεια γύρω από τα αίτια και τα συμπτώματα του συνδρόμου οδηγεί συχνά σε σύγχυση. Έτσι, πολλές αδιαθεσίες ή ασθένειες που εκδηλώνονται σε κλειστούς χώρους αποδίδονται σε αυτό χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ότι πλήθος από γνωστούς και άγνωστους ρυπογόνους και μολυσματικούς παράγοντες στο εσωτερικό των κτιρίων, χωρίς να έχουν σχέση με το συγκεκριμένο σύνδρομο, προκαλούν βλάβες, που μάλιστα συχνά είναι σοβαρότερες και μονιμότερες.

Σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική, ένα κτίριο θεωρείται "ύποπτο" αν το 20 % των ενοίκων του παραπονεθεί κάποια χρονική στιγμή (όχι απαραίτητα ταυτόχρονα) για προβλήματα υγείας που σχετίζονται άμεσα με την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος. Είναι ενδεχόμενο τα προβλήματα αυτά να οφείλονται σε μία από τις γνωστές ασθένειες με καθορισμένη παθοφυσιολογία που μπορεί να αποδοθεί στην ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος (π.χ. ρινίτιδα, άσθμα, νόσος των λεγεωνάριων, δηλητηριάσεις, κ.λπ.) ή να πρόκειται για το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου.

Τα αίτια του Συνδρόμου του Άρρωστου Κτιρίου

Τα ακριβή αίτια του συνδρόμου δεν έχουν εντοπιστεί. Θα μπορούσαν όμως με βάση τις υπάρχουσες ενδείξεις να αναζητηθούν σε τρεις περιοχές:

1. Βιολογικά αίτια: Έχει αποδειχθεί ότι η νόσος των λεγεωνάριων, ο πυρετός Pontiac και η πνευμονία του Pittsburgh, ασθένειες με συμπτώματα παρόμοια με αυτά του συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου, οφείλονται σε είδη του βακτηρίου Legionella, Επίσης, ένα άλλο βακτήριο (Actinomyces) εντοπίστηκε μεταξύ των μικροοργανισμών που ευθύνονται για την εκδήλωση μιας ακόμη ασθένειας με παρόμοια συμπτώματα, του πυρετού των υγραντήρων.

2. Χημικά αίτια: Οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) είναι αέριοι ρύποι που συναντώνται στο εσωτερικό των κτιρίων. Είναι γνωστό ότι από αυτές, ορισμένοι χλωριωμένοι διαλύτες και ελαφροί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, σε υψηλές συγκεντρώσεις, προκαλούν συμπτώματα παρόμοια με αυτά του συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου. Επίσης, και η Φορμαλδεΐδη, ένας άλλος αέριος ρύπος που εκλύεται από πολλές πηγές στο εσωτερικό των κτιρίων, ευθύνεται, σε υψηλές συγκεντρώσεις, για παρόμοια συμπτώματα.

3. Φυσικά αίτια: Η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα των αέριων ρευμάτων και ο βαθμός ιονισμού του αέρα, δηλαδή οι φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις συνθήκες άνεσης των ενοίκων στο εσωτερικό των κτιρίων είναι εξακριβωμένο ότι σε ακραίες τιμές προκαλούν συμπτώματα δυσφορίας ανάλογα με αυτά του συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου.

Πολλοί ερευνητές συνέδεσαν το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου με τις συνθήκες αερισμού των χώρων στους οποίους εκδηλώνεται. Οι μελέτες όμως που επεχείρησαν τη διερεύνηση αυτής της συνάρτησης, υπέδειξαν ότι ο αερισμός αποτελεί μία μόνο παράμετρο του θέματος, ίσως όχι

τη σημαντικότερη. Συγκεκριμένα, προέκυψε ότι το σύνδρομο συναντάται σε όλη την κλίμακα τιμών αερισμού των κτιρίων. Φαίνεται όμως ότι η συχνότητα εμφάνισής του είναι μεγαλύτερη σε χώρους που οι τιμές αερισμού τους είναι πολύ μικρές. Χαρακτηριστικά, το φαινόμενο παρατηρείται εντονότερο σε "ενεργειακά" κτίρια, δηλαδή σε κτίρια όπου, για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας, μεταξύ των άλλων μέτρων, περιορίζεται κατά το δυνατόν και ο αερισμός τους. Σε ορισμένες μελέτες διαπιστώθηκε αύξηση της συχνότητας εμφάνισης του συνδρόμου σε μηχανικά αεριζόμενους χώρους καθώς και σε χώρους όπου λειτουργούν συστήματα κλιματισμού και συσκευές ύγρανσης του αέρα. Το πρόβλημα επιτείνεται σε κτίρια όπου οι ένοικοι έχουν περιορισμένες δυνατότητες παρέμβασης στον έλεγχο του εσωτερικού περιβάλλοντος (π.χ. αυτόματα συστήματα).

Άλλες μελέτες στράφηκαν στην αναζήτηση χημικών και βιολογικών παραγόντων που πιθανά ευθύνονται για την εμφάνιση του συνδρόμου. Για τον σκοπό αυτόν εξετάστηκαν πλήθος από τους αέριους ρύπους και μικροοργανισμούς που συναντώνται στο εσωτερικό των κτιρίων. Ορισμένες από τις μελέτες αυτές απέδωσαν ενδιαφέροντα ευρήματα. Έτσι για παράδειγμα, εντοπίστηκαν κάποιοι τοξικοί μυκητόσποροι (Mycotoxins) που φαίνεται να σχετίζονται με αυξημένες συχνότητες εμφάνισης του συνδρόμου. Επίσης, δεν αποκλείστηκε το ενδεχόμενο να ευθύνονται και ατμοσφαιρικοί ρύποι (π.χ. καυσαέρια αυτοκινήτων) που εισέρχονται στο εσωτερικό των κτιρίων από τα ανοίγματα αερισμού τους.

Ορισμένες μελέτες τέλος, επιχείρησαν την αναζήτηση των αιτίων του συνδρόμου σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Έτσι, για παράδειγμα, διερευνήθηκαν διάφορα χαρακτηριστικά των ατόμων που εκδήλωσαν συμπτώματά του, όπως, η ηλικία, το φύλο, η γενική κατάσταση της υγείας τους, η ψυχολογική τους κατάσταση, η επαγγελματική τους απασχόληση, κ.λπ. Εξετάστηκαν παράγοντες όπως, ο φωτισμός, ο θόρυβος, οι ακτινοβολίες, τα οπτικά ερεθίσματα, οι οσμές, κ.λπ. Ακόμη και οι μετεωρολογικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία κ.λπ.). Διαπιστώθηκε ότι τις απογευματινές ώρες τα συμπτώματα είναι εντονότερα. Εξετάστηκε επίσης η σχέση που πιθανά έχει με το σύνδρομο ο τύπος των κτιρίων στα οποία εκδηλώνεται. Σχετικά, προέκυψε ότι σε κτίρια που έχουν αλλάξει χρήση απαντώνται στατιστικά αυξημένες συχνότητες εκδήλωσης του συνδρόμου. Το ίδιο ισχύει και για τα πυκνοκατοικημένα κτίρια, ανεξάρτητα από τη χρήση τους.

Παρόλο που από τις μελέτες που έγιναν (και συνεχίζουν να γίνονται) για το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου προέκυψαν πολλά και χρήσιμα στοιχεία, τα κρίσιμα ερωτήματα που αφορούν τα αίτια που το προκαλούν παραμένουν ουσιαστικά αναπάντητα. Έτσι, αυτό εξακολουθεί, τουλάχιστον σε σύγκριση με άλλες παθήσεις που σχετίζονται με τα κτίρια, να παραμένει ασαφώς ορισμένο και ανεπαρκώς τεκμηριωμένο. Μάλιστα, τη σύγχυση επιτείνει και μία ομάδα ειδικών που επιμένουν ότι το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου δεν υπάρχει στην πραγματικότητα. Αρνούνται δηλαδή να παραδεχθούν ότι τα συμπτώματα που του αποδίδονται συνιστούν μία ξεχωριστή πάθηση, αλλά αντίθετα, εκτιμούν ότι πρόκειται για άλλες ασθένειες (π.χ. απλές ιώσεις) ή για υστερικές εκδηλώσεις ή ακόμη για παραπλανητικά ή υπερβολικά παράπονα εργαζόμενων (ή μαθητών) που απλά θέλουν να "αποδράσουν" από την εργασία τους.

Πολλά από τα συμπτώματα αυτής της κατηγορίας μπορεί να προέρχονται και από άλλα αίτια, που δεν συνδέονται αναγκαστικά με την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Έτσι, διάφορες περιβαλλοντικές καταπονήσεις όπως, ακατάλληλος φωτισμός, θόρυβος, ταλάντωση, συνωστισμός και ψυχολογικά προβλήματα μπορούν να προκαλέσουν παρόμοια συμπτώματα, που όμως χρειάζονται διαφορετικές λύσεις. Ακόμη, αξίζει να σημειώσουμε ότι επειδή οι άνθρωποι είναι διαφορετικοί, ένα άτομο μπορεί να αντιδρά σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα ρύπανσης του εσωτερικού αέρα ενώ οι υπόλοιποι στον ίδιο χώρο να μην επηρεάζονται. Αντίθετα, σε άλλες περιπτώσεις τα παράπονα μπορεί να είναι γενικευμένα. Επίσης, εκτός από τον διαφορετικό βαθμό αντίδρασης σε προβλήματα εσωτερικής ρύπανσης ή σε συγκεκριμένους ρύπους είναι ενδεχόμενο διαφορετικά άτομα να εκδηλώνουν, για το ίδιο πρόβλημα, διαφορετικά συμπτώματα και διαφορετικών τύπων αντιδράσεις. Μάλιστα, με δεδομένη την πολυπλοκότητα των μηχανισμών που διαμορφώνουν τις ευαισθησίες και ευπάθειες του κάθε ανθρώπινου οργανισμού, τελικά φαίνεται ότι ο δρόμος για τη μελέτη της επίδρασης της ποιότητας του εσωτερικού αέρα στην υγεία των ενοίκων είναι πολύ μακρύς.

Η διάγνωση των προβλημάτων ποιότητας εσωτερικού αέρα είναι δύσκολη και συχνά επισφαλής. Τα οξέα συμπτώματα προσβολής από πολλούς αέριους ρύπους είναι συνήθως παρόμοια με αυτά που οφείλονται σε κρύωμα, αλλεργίες, κούραση ή γρίπη. Υπάρχουν όμως ορισμένα σημάδια που θεωρούνται επαρκείς ενδείξεις για προβλήματα εσωτερικής ρύπανσης, όπως:

- Τα συμπτώματα είναι ευρέως διαδεδομένα μέσα στο κτίριο ή σε συγκεκριμένους χώρους του (π.χ. αποθήκες).
- Τα συμπτώματα σταματούν όταν οι παθόντες φεύγουν από το κτίριο.
- Τα συμπτώματα εμφανίζονται ξαφνικά και ταυτόχρονα με κάποια ύποπτη ως ρυπογόνα δραστηριότητα (π.χ. χρήση χρωμάτων, λειτουργία μηχανημάτων κ.λπ.).
- Άτομα με αλλεργικό ιστορικό παρουσιάζουν συμπτώματα μέσα στο κτίριο αλλά όχι έξω από αυτό.
- Υπάρχει ιατρική γνωμάτευση για σχετική με τη ρύπανση του αέρα νόσο σε εργαζόμενο στο κτίριο.

Η απουσία οξέων συμπτωμάτων δεν σημαίνει απαραίτητα ότι η ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου είναι ικανοποιητική. Ορισμένα συμπτώματα, και δυστυχώς από πιο σοβαρές παθήσεις που σχετίζονται με θέματα ποιότητας του εσωτερικού αέρα (όπως καρκίνος ή γενετικά νοσήματα) εμφανίζονται μετά από χρόνια οπότε και δεν να είναι εύκολο τότε να αποδοθούν σωστά. Έτσι, είναι απαραίτητο το θέμα της ποιότητας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων να απασχολεί διαρκώς τους ενοίκους και τους εν γένει χρήστες, ανεξάρτητα από την εμφάνιση συμπτωμάτων.

Μέτρα περιορισμού της εσωτερικής ρύπανσης στα κτίρια

- Να εξασφαλίζεται επαρκής αερισμός σε όλους ανεξαιρέτα τους χώρους του κτιρίου. Να τηρούνται τα σχετικά πρότυπα (όπου αυτά υπάρχουν) ή οι υποδείξεις που προκύπτουν από τα αντίστοιχα βιβλιογραφικά δεδομένα. Να λαμβάνεται ειδική μέριμνα για τις αυξημένες απαιτήσεις αερισμού των χώρων όπου περιστασιακά συγκεντρώνονται πολλά άτομα. Επίσης, πέραν της

ποσότητας αερισμού, είναι απαραίτητο να εξασφαλίζεται επαρκής ανάμιξη των εναλλασσόμενων αέριων μαζών σε όλους τους χώρους του κτιρίου.

- Να αποφεύγεται η τοποθέτηση των ανοιγμάτων εισόδου του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου στις πλευρές τις προσανατολισμένες σε πηγές περιβαλλοντικής ρύπανσης (π.χ. δρόμοι μεγάλης κυκλοφορίας, χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων). Επίσης, να αποφεύγεται η γειτνίασή τους με τις εξόδους του αέρα παρακείμενων κτιρίων.

- Τα ανοίγματα εισόδου του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου να διατηρούνται καθαρά και στεγνά. Το μέτρο αναφέρεται περισσότερο στα κτίρια με μηχανικά συστήματα αερισμού και αφορά, εκτός από τις εισόδους του αέρα, και τους σωλήνες διανομής του στους επιμέρους χώρους.

- Τα συστήματα καθαρισμού του εισερχόμενου αέρα καθώς και τα συστήματα ανακύκλωσης και καθαρισμού του εσωτερικού αέρα βοηθούν στη διατήρηση χαμηλών συγκεντρώσεων ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων, υπό την προϋπόθεση ότι η εγκατάσταση, λειτουργία και συντήρησή τους γίνεται σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές και οδηγίες του κατασκευαστή. Επίσης, θα πρέπει να είναι ξεκάθαρο ότι παρόμοια συστήματα είναι αποτελεσματικά μόνο για την απομάκρυνση μέρους των αέριων ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων

- Τα φίλτρα του αέρα, όπου αυτά υπάρχουν (π.χ. συστήματα κλιματισμού, αποροφητήρες κουζίνας, ηλεκτρικές σκούπες), να διατηρούνται καθαρά και στεγνά. Ακόμη, θα πρέπει αυτά να αντικαθίστανται τακτικά.

- Η υγρασία σε όλους τους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου να διατηρείται χαμηλότερη του 60 %. Να επιδιορθώνονται άμεσα όλα τα στοιχεία της κατασκευής που παρουσιάζουν προβλήματα υγρασίας.

- Να αποφεύγονται αντικείμενα και υλικά ύποπτα για εκλύσεις πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) και φορμαλδεΐδης. Να περιοριστούν όσο γίνεται μέσα στο κτίριο τα ρυπογόνα αντικείμενα και υλικά (π.χ. αμίαντος, μοριοσανίδες, HDF). Εάν είναι δυνατό, αυτά να αντικατασταθούν με άλλα που οι προδιαγραφές τους εγγυώνται ασφαλέστερη συμπεριφορά. Να γίνει, σε όσα από αυτά επιδέχονται, κατάλληλη επεξεργασία για περιορισμό των εκλύσεων αέριων ρύπων (π.χ. βερνίκωμα). Σε κάθε περίπτωση, η χρήση και μεταχείριση των υλικών αυτών να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

- Η αποθήκευση των ύποπτων για εκλύσεις αέριων ρύπων υλικών (απορρυπαντικά, διαλυτικά, εντομοκτόνα, μπογιές, κόλλες κλπ) να γίνεται μέσα σε ειδικά αεροστεγή ντουλάπια, σε καλά αεριζόμενους χώρους του κτιρίου. Η χρήση αυτών των υλικών να γίνεται κατά τις περιόδους που οι ένοικοι απουσιάζουν ή είναι λιγότεροι (π.χ. κατά τις ημέρες αργίας στα κτίρια εργασίας). Μάλιστα, καλό είναι μετά τη χρήση τους να προβλέπεται αρκετός χρόνος πριν από την επιστροφή των ενοίκων ώστε, μέσω του αερισμού, να διαχέονται στο περιβάλλον οι εκλυόμενοι ρύποι.

- Να απαγορευτεί ή να περιοριστεί το κάπνισμα στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου.

Εναλλακτικά, να δημιουργηθούν ειδικοί για το σκοπό αυτό χώροι στους οποίους να εξασφαλιστούν κατάλληλες προϋποθέσεις αερισμού.

- Οι μηχανές και τα λοιπά μέσα εξοπλισμού γραφείου (H/Y, εκτυπωτές, φωτοτυπικά μηχανήματα κλπ) να τοποθετούνται σε καλά αεριζόμενους χώρους. Για την εγκατάσταση και συντήρησή τους να τηρούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή. Επίσης, αυτά να καθαρίζονται τακτικά και να αντικαθίστανται τα φίλτρα τους (όπου υπάρχουν) και τα φθειρόμενα εξαρτήματά τους.

- Οι σοβαρές πηγές έκλυσης αέριων ρύπων, που πιθανά υπάρχουν στο κτίριο, να τοποθετούνται σε δωμάτια ή περιοχές από τις οποίες ο αέρας εξέρχεται απευθείας στο περιβάλλον. Το μέτρο ενδείκνυται για τα δωμάτια όπου αποθηκεύονται ρυπογόνα υλικά, τα δωμάτια καπνιστών, τα δωμάτια όπου λειτουργούν φωτοτυπικά ή εκτυπωτικά μηχανήματα, κλπ.
- Να αποφεύγεται στο εσωτερικό του κτιρίου οτιδήποτε μπορεί να προκαλέσει χημικές αντιδράσεις (π.χ. καύσεις υλικών, αναμίξεις υγρών κλπ).
- Να καθαρίζονται τακτικά όλοι οι χώροι του κτιρίου. Να καθαρίζονται οι τοίχοι και τα ταβάνια τουλάχιστον μία φορά το χρόνο.
- Να καθυστερεί η κατοίκηση νέων ή πρόσφατα ανακαινισμένων κτιρίων προκειμένου να διαχυθούν οι αέριοι ρύποι που εκλύουν πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε οικοδομικές εργασίες.
- Οι μικροκλιματικοί παράγοντες στο εσωτερικό του κτιρίου (θερμοκρασία, υγρασία κλπ) να διατηρούνται σε επίπεδα που να εξασφαλίζουν συνθήκες άνεσης για τους ενοίκους.
- Να γίνει ενημέρωση και, όπου χρειάζεται, εκπαίδευση των εργαζόμενων, συντηρητών και γενικά όσων ασχολούνται με το κτίριο, για τα εφαρμοζόμενα μέτρα και να ζητηθεί η μεταξύ τους επικοινωνία και συνεργασία προκειμένου αυτά να λειτουργήσουν πιο αποτελεσματικά.

Άλλοι παράγοντες που διαμορφώνουν τις συνθήκες υγιεινής στα κτίρια

Η ποιότητα εσωτερικού αέρα αποτελεί "συνήθη" αιτία προβλημάτων υγείας σε κτίρια αλλά όχι και μοναδική. Ήδη, σε προηγούμενα κεφαλαία του βιβλίου έγιναν αναφορές σε πιθανά προβλήματα υγείας λόγω κακού φωτισμού, υγρασίας, θορύβου. Ακόμη, απειλητικοί για την υγεία των ενοίκων παράγοντες, ειδικά σε χώρους εργασίας, μπορεί να προέρχονται από τις κατηγορίες:

- **Φυσικοί:** π.χ. ακτίνες Laser, υπεριώδη ακτινοβολία, ιονίζουσα ακτινοβολία, ραδιενεργά υλικά, θόρυβος, φωτισμός κ.λπ.
- **Χημικοί:** τοξικές, επικίνδυνες ουσίες (διαβρωτικές, εκρηκτικές, οξειδωτικές κ.λπ.), καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες, ουσίες που επιδρούν στην αναπαραγωγή κ.λπ.
- **Βιολογικοί:** μικρόβια, ιοί, βακτήρια, βιοτεχνολογικά προϊόντα, βιολογικά δείγματα που μπορούν να προκαλέσουν μόλυνση.
- **Εργονομικοί:** κτιριακές εγκαταστάσεις, θέσεις εργασίας, ρυθμός εργασίας, επαρκής φωτισμός για λεπτές εργασίες, οθόνες οπτικής καταγραφής και θέσεις εργασίας, μηχανήματα, ψυχολογικό στρες, υπερωρίες κ.λπ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε., Κέντρο Υγείας – Υγιεινής της Εργασίας, Σπύρος Δοντάς, Επικίνδυνες Χημικές Ουσίες στους Χώρους Εργασίας, σελ.14.

http://www.elinyae.gr/el/lib_file_upload/XiMika.1113227510826.pdf

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (Ε.Α.Π.), Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον, Τόμος Α, Το Φυσικό Περιβάλλον, 1999, σελ. 324.

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (Ε.Α.Π.), Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον, Τόμος Β (Β1 και Β2), Το Ανθρωπογενές Περιβάλλον, 1999, σελ. 602.

Λαζαρίδης Μ., Ατμοσφαιρική Ρύπανση με Στοιχεία Μετεωρολογίας, Εκδόσεις Τζιόλα, 2005.

Λαζαρίδης Μ., Ποιότητα Αέρα σε Εσωτερικούς Χώρους, Εκδόσεις Τζιόλα, 2008.

Παπαμανώλης Ν., Περιβαλλοντική Προστασία και Εξοικονόμηση Ενέργειας στη Μικρή Επιχείρηση, Έκδοση ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ, 2012, ISBN 978-618-5025-04-5, σελ. 154.

Παπαμανώλης Ν., Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για Τεχνικές Ειδικότητες, Έκδοση ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ, 2012, ISBN 978-618-5025-10-6, σελ. 146.

Παπαμανώλης Ν., Θέματα Δομικής Φυσικής και Αρχών Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού. Υπό δημοσίευση μέσω του Προγράμματος "Κάλλιπος", Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, 2014, σελ. περίπου 250.

Σκορδούλης Κ., Σωτηράκου Μ., Περιβάλλον Επιστήμη & Εκπαίδευση, LEADER BOOKS, 2005, σελ. 303.

European Commission, Information Notices on Occupational Diseases: A Guide to Diagnosis, 2009, p. 282.

European Environment Agency (EEA), "Environmental Management Tools for SMEs: A Handbook", edited for the EEA by Richard Starkey, The Centre for Corporate Environmental Management (CCEM), 1998, p. 168.

United States Environmental Protection Agency (E.P.A.), THE INSIDE STORY, A GUIDE TO INDOOR AIR QUALITY, 1998.

Godich T., AIR QUALITY, Lewis Publishers, 1991.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ (από την ψηφιακή βάση του Ελληνικού Ινστιτούτου Υγιεινής και Ασφάλειας Εργασίας)

- [Υ.Α. Δ13/ο/1096/2014](#) (ΦΕΚ 218/Β\4.2.2014) Τροποποίηση της υπ' αριθμ. Δ13/Ο/121/4.1.2007 κοινής υπουργικής απόφασης (ΦΕΚ 53/Β/2007) «Μέτρα κατά της εκπομπής αερίων και σωματιδιακών ρύπων προερχόμενων από κινητήρες εσωτερικής καύσης που τοποθετούνται σε μη οδικά κινητά μηχανήματα σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 97/68/ΕΚ όπως τροποποιήθηκε από τις οδηγίες 2001/63/ΕΚ, 2002/88/ΕΚ και 2004/26/ΕΚ του Συμβουλίου της 17ης Αυγούστου 2001, της 9ης Δεκεμβρίου 2002 και της 21ης Απριλίου 2004 αντίστοιχα», όπως αυτή τροποποιήθηκε ...
- [Αρ. Πρωτ. ΔΥΓ2/Γ.Π. οικ. 3191/2014](#) (ΦΕΚ --/14/1.2014) Συστάσεις για την προστασία της δημόσιας υγείας από υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης, λόγω αυξημένων συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων (Α.Σ.10)
- [Υ.Α. οικ. 70601/2013](#) (ΦΕΚ 3272/Β\23.12.2013) Βραχυπρόθεσμα σχέδια δράσης για την αντιμετώπιση ατμοσφαιρικής ρύπανσης από αιωρούμενα σωματίδια
- [Υ.Α. Η.Π. 44105/1398/Ε.103/2013](#) (ΦΕΚ 1890/Β\1.8.2013) Τροποποίηση της αριθ. 29459/1510/2005 Κοινής Υπουργικής Απόφασης «Καθορισμός εθνικών ανωτάτων ορίων εκπομπών για ορισμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους...» (992/Β) και (1131/Β), όπως τροποποιήθηκε με την αριθ. 14849/853/2008 ΚΥΑ (645/Β) και της αριθ. 33318/3028/1998 Κοινής Υπουργικής Απόφασης «Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων (ενδιαιτημάτων) καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας» (Β\1289), όπως τροποποιήθηκε με την αριθ. 14849/853/2008 ΚΥΑ (645/Β), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2013/17/ΕΕ του Συμβουλίου της 13ης Μαΐου 2013 της Ευρωπαϊκής Ένωσης και άλλες διατάξεις»
- [Υ.Α. 36060/1155/Ε.103/2013](#) (ΦΕΚ 1450/Β\14.6.2013) Καθορισμός πλαισίου κανόνων, μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης του περιβάλλοντος από βιομηχανικές δραστηριότητες, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2010/75/ΕΕ «περί βιομηχανικών εκπομπών (ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης)» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Νοεμβρίου 2010
- [Υ.Α. Η.Π 26910/852/Ε103/2013](#) (ΦΕΚ 1021/Β\25.4.2013) Τροποποίηση της υπ' αριθ. 54409/2632/2004 κοινής υπουργικής απόφασης «σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/87/ΕΚ ... κλπ» (1931/Β), όπως ισχύει, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2008/101/ΕΚ «για την τροποποίηση της οδηγίας 2009/29/ΕΚ «για τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ με στόχο τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009»
- [Υ.Α. Δ13/Ο/11985/2012](#) (ΦΕΚ 3181/Β\29.11.2012) Τροποποίηση της υπ αριθμ Δ13/Ο/121/4.1.2007 κοινής υπουργικής απόφασης (53/Β) «Μέτρα κατά της εκπομπής αερίων και σωματιδιακών ρύπων προερχόμενων από κινητήρες εσωτερικής καύσης που τοποθετούνται σε μη οδικά κινητά μηχανήματα σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 97/68/ΕΚ όπως τροποποιήθηκε από τις οδηγίες 2001/63/ΕΚ, 2002/88/ΕΚ και 2004/26/ΕΚ του Συμβουλίου της 17ης Αυγούστου 2001, της 9ης Δεκεμβρίου 2002 και της 21ης Απριλίου 2004 αντίστοιχα», όπως αυτή τροποποιήθηκε με την υπ αριθμ Δ13/Ο/3967/28.4.11 κοινή υπουργική απόφαση (741/Β) σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2011/88/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Νοεμβρίου 2011 για την τροποποίηση της οδηγίας 97/68/ΕΚ όσον αφορά τις διατάξεις για τους κινητήρες που διατίθενται στην αγορά στο πλαίσιο του ευέλικτου συστήματος
- [Υ.Α. 120/2012/2012](#) (ΦΕΚ 1583/Β\9.5.2012) Τροποποίηση της ΑΧΣ 437/2005 (ΦΕΚ 1641/Β) και εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την οδηγία 2010/79/ΕΕ της Επιτροπής της 19ης Νοεμβρίου 2010 «για προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο του παραρτήματος ΙΙΙ της οδηγίας 2004/42/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τον περιορισμό των πτητικών οργανικών ενώσεων (ΕΕ L 30420.11.2010)»
- [Υ.Α. Αριθ. πρωτ. οικ.: 189533/2011](#) (ΦΕΚ 2654/Β\9.11.2011) Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανσης κτιρίων και νερού

- [Υ.Α. Η.Π. 48416/2037/Ε.103/2011](#) (ΦΕΚ 2516/Β'/7.11.2011) Μέτρα και όροι για την αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς - Τροποποίηση της υπ αριθμ. 29457/1511/2005 (992/Β) κοινής υπουργικής απόφασης, του Π.Δ 51/2007 (54/Α) και του Π.Δ 148/2009 (190/Α), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2009/31/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009 «σχετικά με την αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς και για την τροποποίηση της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ του Συμβουλίου, των οδηγιών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου 2000/60/ΕΚ, 2004/35/ΕΚ, 2008/1/ΕΚ και του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 1013/2006
- [Υ.Α. Δ13/Ο/3967/2011](#) (ΦΕΚ 741/Β'/5.5.2011) Τροποποίηση της υπ αριθμ. Δ13/Ο/121/4.1.2007 κοινής υπουργικής απόφασης «Μέτρα κατά της εκπομπής αερίων και σωματιδιακών ρύπων προερχόμενων από κινητήρες εσωτερικής καύσης που τοποθετούνται σε μη οδικά κινητά μηχανήματα σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 97/68/ΕΚ όπως τροποποιήθηκε από τις οδηγίες 2001/63/ΕΚ, 2002/88/ΕΚ και 2004/23/ΕΚ του Συμβουλίου της 17ης Αυγούστου 2001, της 9ης Δεκεμβρίου 2002 και 21ης Απριλίου 2004 αντίστοιχα» σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής 2010/23/ΕΕ της 31ης Μαρτίου 2010 «για την τροποποίηση της οδηγίας 97/68/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα ληπτέα μέτρα κατά της εκπομπής αερίων και σωματιδιακών ρύπων προερχομένων από κινητήρες εσωτερικής καύσης που τοποθετούνται σε μη οδικά κινητά μηχανήματα
- [Υ.Α. Η.Π. 14122/549/Ε. 103/2011](#) (ΦΕΚ 488/Β'/30.3.2011) Μέτρα για τη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2008/50/ΕΚ «για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 21ης Μαΐου 2008»
- [Υ.Α. Η.Π. 57495/2959/Ε103/2010](#) (ΦΕΚ 2030/Β'/29.12.2010) Τροποποίηση της υπ' αριθ. 54409/2632/2004 ΚΥΑ «Σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/87/ΕΚ κλπ» (1931/Β), όπως ισχύει, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2008/101/ΕΚ «για την τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ ώστε να ενταχθούν οι αεροπορικές δραστηριότητες στο σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Νοεμβρίου 2008 καθώς και με τις διατάξεις των παραγράφων 10 και 13 του άρθρου 1 της οδηγίας 2009/29/ΕΚ «για τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ με στόχο τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009»
- [Υ.Α. 38030/2127/Ε103/2008](#) (ΦΕΚ 1901/Β'/17.9.2008) Έγκριση Εθνικού Προγράμματος Μείωσης των Εκπομπών στην ατμόσφαιρα, ορισμένων ρύπων, σύμφωνα με το άρθρο 7 της υπ αριθμ. 29459/1510/2005 κοινής υπουργικής απόφασης «Καθορισμός εθνικών ανώτατων ορίων εκπομπών για ορισμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/81/ΕΚ «σχετικά με εθνικά ανώτατα όρια εκπομπών για ορισμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους» του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2001» (992/Β), όπως ισχύει
- [Υ.Α. Η.Π. 33437/1904/Ε103/2008](#) (ΦΕΚ 1634/Β'/14.8.2008) Έγκριση Εθνικού Προγράμματος Μείωσης των Εκπομπών στην ατμόσφαιρα, ορισμένων ρύπων, από υφιστάμενες μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης, σύμφωνα με το άρθρο 4 (παραγ. Γ εδ. 8) της υπ. αριθ. Η.Π. 29457/1511/2005 - Καθορισμός μέτρων και όρων για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων που προέρχονται από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/80/ΕΚ «για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων από μεγάλες εγκαταστάσεις», του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2001 (992/Β)
- [Υ.Α. Η.Π. 14849/853/Ε 103/2008](#) (ΦΕΚ 645/Β'/11.4.2008) Τροποποίηση των υπ' αριθμ. 33318/3028/1998 κοινών υπουργικών αποφάσεων (1289/Β) και υπ' αριθμ. 29459/1510/2005 κοινών υπουργικών αποφάσεων (992/Β), σε συμμόρφωση με διατάξεις της οδηγίας 2006/105 του Συμβουλίου της 20ης Νοεμβρίου 2006 της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- [Υ.Α. 37411/1829/Ε103/2007](#) (ΦΕΚ 1827/Β'/11.9.2007) Καθορισμός αρμόδιων αρχών, μέτρων και διαδικασιών για την εφαρμογή του Κανονισμού (ΕΚ) υπ' αριθμ. 2037/2000 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29ης Ιουνίου 2000 «για τις ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος», όπως τροποποιημένος ισχύει
- [Υ.Α. Η.Π. 22306/1075/Ε103/2007](#) (ΦΕΚ 920/Β'/8.6.2007) Καθορισμός τιμών – στόχων και ορίων εκτίμησης των συγκεντρώσεων του αρσενικού, του καδμίου, του υδραργύρου, του νικελίου και των

πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων στον ατμοσφαιρικό αέρα, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2004/107/ΕΚ «Σχετικά με το αρσενικό, το κάδμιο, τον υδράργυρο, το νικέλιο και τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες στον ατμοσφαιρικό αέρα» του Συμβουλίου της 15ης Δεκεμβρίου 2004 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων»

- [Υ.Α. 37353/2375/2007](#) (ΦΕΚ 543/Β`/18.4.2007) Προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας προς τις διατάξεις της οδηγίας 2005/553/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 28ης Σεπτεμβρίου 2005 «περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά των εκπομπών αερίων και σωματιδιακών ρύπων από τους κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση που χρησιμοποιούνται σε οχήματα, καθώς και κατά των εκπομπών αερίων ρύπων από κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης που τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο ή υγραέριο και χρησιμοποιούνται σε οχήματα», καθώς και των οδηγιών 2005/78/ΕΚ της Επιτροπής της 14ης Νοεμβρίου 2005 που τροποποιεί τα παραρτήματα I, II, III, IV και VI της οδηγίας 2005/55/ΕΚ και 2006/51/ΕΚ της 6ης Ιουνίου 2006 που τροποποιεί το παράρτημα I της οδηγίας 2005/55/ΕΚ και το παράρτημα IV της οδηγίας 2005/78/ΕΚ
- [Υ.Α. Η.Π. 9267/468/2007](#) (ΦΕΚ 286/Β`/2.3.2007) Τροποποίηση της υπ αριθμ. 54409/2632/2004 κοινής υπουργικής απόφασης (1931/Β), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2004/101/ΕΚ «για την τροποποίηση της οδηγίας 203/87/ΕΚ σχετικά με την θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας, όσον αφορά τους μηχανισμούς έργων του πρωτοκόλλου του Κιότο» του Συμβουλίου της 27ης Οκτωβρίου 2004
- [Υ.Α. Δ13/0/121/2007](#) (ΦΕΚ 53/Β`/24.1.2007) Μέτρα κατά της εκπομπής αερίων και σωματιδιακών ρύπων προερχόμενων από κινητήρες εσωτερικής καύσης που τοποθετούνται σε μη οδικά κινητά μηχανήματα σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 97/68/ΕΚ όπως τροποποιήθηκε από τις οδηγίες 2001/63/ΕΚ, 2002/88/ΕΚ και 2004/26/ΕΚ του Συμβουλίου της 17ης Αυγούστου 2001, της 9ης Δεκεμβρίου 2002 και της 21ης Απριλίου 2004 αντίστοιχα
- [Υ.Α. 437/2005/2006](#) (ΦΕΚ 1641/Β`/8.11.2006) Εναρμόνιση της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την οδηγία 2004/42/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Απριλίου 2004 όσον αφορά στον περιορισμό των εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων που οφείλονται στη χρήση οργανικών διαλυτών σε χρώματα διακόσμησης και βερνίκια και σε προϊόντα επαναβαφής (επισκευαστικής βαφής) αυτοκινήτων και για την τροποποίηση της οδηγίας 1999/13/ΕΚ
- [Υ.Α. 36028/1604/2006](#) (ΦΕΚ 1216/Β`/1.9.2006) Έγκριση Εθνικού Σχεδίου Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΕΣΚΔΕ) αερίων θερμοκηπίου περιόδου 2005 –2007, σύμφωνα με το άρθρο 7 της υπ αριθμ. 54409/2632/2004 κοινής υπουργικής απόφασης «Σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/87/ΕΚ ... κλπ» (1931/Β)» και σε συμμόρφωση με το άρθρο 11 (παρ. 1) της οδηγίας 2003/87/ΕΚ του Συμβουλίου της 31ης Δεκεμβρίου 2003»
- [Υ.Α. 16702/1285/2006](#) (ΦΕΚ 892/Β`/12.7.2006) Προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας προς τις διατάξεις της οδηγίας 2005/21/ΕΚ της Επιτροπής της 7ης Μαρτίου 2005 για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 72/306/ΕΟΚ του Συμβουλίου για προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται κατά της εκπομπής ρύπων από τους πετρελαιοκινητήρες των οχημάτων»
- [Υ.Α. Η.Π. 38638/2016/2005](#) (ΦΕΚ 1334/Β`/21.9.2005) Οριακές και κατευθυντήριες τιμές για τις συγκεντρώσεις όζοντος στον ατμοσφαιρικό αέρα, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2002/3/ΕΚ «σχετικά με το όζον στον ατμοσφαιρικό αέρα» του Συμβουλίου της 12ης Φεβρουαρίου 2002 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων
- [Διορθ. Σφ. 2005](#) (ΦΕΚ 1131/Β`/11.8.2005) Διόρθωση σφάλματος στην κυα 29459/1510/8.7.2005 (ΦΕΚ 992/Β/14.7.2005)
- [Υ.Α. 4113.206/01/2005/2005](#) (ΦΕΚ 1118/Β`/8.8.2005) Καθορισμός του τύπου του Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ρύπανσης του Αέρα
- [Υ.Α. Η.Π. 29457/1511/2005](#) (ΦΕΚ 992/Β`/14.7.2005) Καθορισμός μέτρων και όρων για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων που προέρχονται από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/80/ΕΚ «για τον περιορισμό των εκπομπών στην ατμόσφαιρα ορισμένων ρύπων από μεγάλες εγκαταστάσεις», του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2001
- [Υ.Α. Η.Π. 29459/1510/2005](#) (ΦΕΚ 992/Β`/14.7.2005) Καθορισμός εθνικών ανώτατων ορίων εκπομπών για ορισμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/81/ΕΚ

«σχετικά με εθνικά ανώτατα όρια εκπομπών για ορισμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους» του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2001

- [Υ.Α. 22912/1117/2005](#) (ΦΕΚ 759/Β`/6.6.2005) Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων
- [Ν. 3425/2005](#) (ΦΕΚ 306/Α`/13.12.2005) Κύρωση των τροποποιήσεων που έγιναν στο Μόντρεαλ στις 15-17 Σεπτεμβρίου 1997 και στο Πεκίνο στις 29 Νοεμβρίου – 3 Δεκεμβρίου 1999, του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ του 1987, που κυρώθηκε με το ν. 1818/1988 (253/Α), σχετικά με τις ουσίες που καταστρέφουν τη στρωβάδα του όζοντος
- [Υ.Α. Η.Π. 54409/2632/2004](#) (ΦΕΚ 1931/Β`/27.12.2004) Σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2003/87/ΕΚ «σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και την τροποποίηση της οδηγίας 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου» του Συμβουλίου της 13ης Οκτωβρίου 2003 και άλλες διατάξεις
- [Υ.Α. 74379/3650/2004](#) (ΦΕΚ 1694/Β`/16.11.2004) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2003/76/ΕΚ της Επιτροπής της 11ης Αυγούστου 2003 που τροποποίησε την οδηγία 70/220/ΕΟΚ του Συμβουλίου όπως ισχύει σήμερα, σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από εκπομπές προερχόμενες από οχήματα με κινητήρα
- [Υ.Α. 351/2003](#) (ΦΕΚ 1383/Β`/9.9.2004) Τροποποίηση της ΑΧΣ 340/00 απόφασης (ΦΕΚ 222/Β/6-3-01) «Εναρμόνιση της Ελληνικής νομοθεσίας προς την οδηγία 99/32/ΕΚ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999, σχετικά με τη μείωση της περιεκτικότητας ορισμένων υγρών καυσίμων σε θείο και για την τροποποίηση της οδηγίας 93/12/ΕΟΚ»
- [Υ.Α. Α.Η.Π. 9238/332/2004](#) (ΦΕΚ 405/Β`/27.2.2004) Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε βενζόλιο και μονοξειδίο του άνθρακα
- [Υ.Α. 30408/1491/2003](#) (ΦΕΚ 1054/Β`/29.7.2003) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2002/80/ΕΚ για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ όπως ισχύει σήμερα, σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από εκπομπές προερχόμενες από μηχανοκίνητα οχήματα
- [Υ.Α. οικ. 32957/1585/2003](#) (ΦΕΚ 796/Β`/19.6.2003) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2002/51/ΕΚ, για την μείωση του επιπέδου ρυπαντικών εκπομπών των δίκυκλων και τρίκυκλων οχημάτων με κινητήρα και την τροποποίηση της κ.υ.α. 22529/1883/98 (Β/956) με την οποία ενσωματώθηκε στην εθνική νομοθεσία η οδηγία 97/24/ΕΚ
- [Υ.Α. Δ13ε/4056/2003](#) (ΦΕΚ 592/Β`/14.5.2003) Τροποποίηση της κ.υ.α Δ13ε/9321/88 «μέτρα κατά της εκπομπής αερίων και σωματιδιακών ρύπων, προερχομένων από κινητήρες εσωτερικής καύσης που τοποθετούνται σε μη οδικά κινητά μηχανήματα σε συμμόρφωση προς την οδηγία 2001/63/ΕΚ της Επιτροπής
- [Π.Υ.Σ. 5/2003](#) (ΦΕΚ 58/Α`/5.3.2003) Έγκριση Εθνικού Προγράμματος μείωσης εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου (2000- 2010) σύμφωνα με το άρθρο 3 παρ. 3 του ν. 3017/02 (117/Α)
- [Υ.Α. 8407/395/2002](#) (ΦΕΚ 1368/Β`/24.10.2002) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 2001/100/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 7ης Δεκεμβρίου 2001 «για την τροποποίηση της Οδηγίας 70/220/ΕΟΚ του Συμβουλίου σχετικά με μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά της ρύπανσης του αέρα από τις εκπομπές των μηχανοκίνητων οχημάτων»
- [Υ.Α. Η.Π.: 11641/1942/2002](#) (ΦΕΚ 832/Β`/2.7.2002) Μέτρα και όροι για τον περιορισμό των εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων (ΠΟΕ) που οφείλονται στη χρήση οργανικών διαλυτών σε ορισμένες δραστηριότητες και εγκαταστάσεις
- [Υ.Α. 10689/523/2002](#) (ΦΕΚ 408/Β`/4.4.2002) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2001/1/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 22ας Ιανουαρίου 2001 «για την τροποποίηση της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ του Συμβουλίου σχετικά με μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά της ρύπανσης του αέρα από τις εκπομπές των μηχανοκίνητων οχημάτων
- [Π.Υ.Σ. 34/2002](#) (ΦΕΚ 125/Α`/5.6.2002) Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου
- [Υ.Α. 78106/3443/01/2002](#) (ΦΕΚ 118/Β`/1.2.2002) Τροποποίηση της 81160/861/91 κοινής υπουργικής απόφασης όπως ισχύει, και συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2001/27/ΕΚ της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 10ης Απριλίου 2001 «για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 88/77/ΕΟΚ του Συμβουλίου, σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά των εκπομπών αερίων και σωματιδιακών ρύπων από τους κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση που χρησιμοποιούνται σε οχήματα,

καθώς και κατά των εκπομπών αερίων ρύπων από κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης που τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο ή υγραέριο και χρησιμοποιούνται σε οχήματα

- [Y.A. Γ5/29480/2304/2001](#) (ΦΕΚ 614/Β`/23.5.2001) Έλεγχος της νομιμότητας και ασφάλειας της κυκλοφορίας και των εκπομπών καυσαερίων όλων των οχημάτων, ελληνικών και αλλοδαπών που κυκλοφορούν στην χώρα, Αρμόδια Όργανα, Διαδικασία είσπραξης προστίμων και συναφή θέματα, σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 5, παρ. 4. και άρθ. 8 παρ. 5 του ν.2801/00
- [Y.A. 50050/2044/2000](#) (ΦΕΚ 1076/Β`/30.8.2000) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 1999/96/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13ης Δεκεμβρίου 1999, σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά των εκπομπών αερίων και σωματιδιακών ρύπων από τους κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση που χρησιμοποιούνται σε οχήματα, καθώς και κατά των εκπομπών αερίων ρύπων από κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης που τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο ή υγραέριο και χρησιμοποιούνται σε οχήματα, και σχετικά με την τροποποίηση της οδηγίας 88/77/ΕΟΚ
- [Y.A. 3261/128/2000](#) (ΦΕΚ 1049/Β`/25.8.2000) Συμμόρφωση προς διατάξεις Οδηγίας 1999/102 της Επιτροπής της 15ης Δεκεμβρίου 1999 σχετικά με την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ του Συμβουλίου όσον αφορά τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά της ρύπανσης του αέρα από τις εκπομπές των οχημάτων με κινητήρα
- [Y.A. 37791/1536/2000](#) (ΦΕΚ 862/Β`/12.7.2000) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 99/100/ΕΚ της Επιτροπής της 15ης Δεκεμβρίου 1998 «για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 80/1268/ΕΟΚ του Συμβουλίου σχετικά με το εκπεμπόμενο διοξείδιο του άνθρακα και την κατανάλωση καυσίμων των μηχανοκίνητων οχημάτων
- [Y.A. 4241/769/2000](#) (ΦΕΚ 239/Β`/1.3.2000) Επιβολή περιορισμών στο είδος των χρησιμοποιούμενων καυσίμων στην περιοχή του Ιστορικού Κέντρου της Αθήνα
- [Y.A. 4179/346/2000](#) (ΦΕΚ 182/Β`/17.2.2000) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 98/69/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13ης Οκτωβρίου 1998 «για την τροποποίηση της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τις εκπομπές οχημάτων με κινητήρα
- [Αποφ. οικ. 3277/209/2000](#) (ΦΕΚ 180/Β`/17.2.2000) Καθορισμός γενικών αρχών και αρμόδιων υπηρεσιών για εκτίμηση και διαχείριση ποιότητας αέρα του περιβάλλοντος
- [Y.A. 5535/459/1999](#) (ΦΕΚ 370/Β`/13.4.1999) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 98/77/ΕΚ της Επιτροπής της 22ας Οκτωβρίου 1998 για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της Οδηγίας 70/220/ΕΟΚ του Συμβουλίου για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών όσον αφορά τα μέτρα που επιβάλλεται να ληφθούν για την καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από εκπομπές μηχανοκίνητων οχημάτων
- [Y.A. οικ. 35212/3028/1998](#) (ΦΕΚ 1330/Β`/31.12.1998) Ταξινόμηση βυτιοφόρων οχημάτων αναφορικά με την τεκμηρίωση καταλληλότητας του εξοπλισμού τους όσον αφορά τη φόρτωση από τον πυθμένα, τη συλλογή των ατμών οργανικών πτητικών ουσιών Volatile Organic Compounds - VOC και την προστασία τους από υπερπλήρωση
- [Y.A. Δ13ε/9321/1998](#) (ΦΕΚ 1218/Β`/30.11.1998) Μέτρα κατά της εκπομπής αερίων και σωματιδιακών ρύπων, προερχομένων από κινητήρες εσωτερικής καύσης που τοποθετούνται σε μη οδικά κινητά μηχανήματα
- [Y.A. 21475/4707/1998](#) (ΦΕΚ 880/Β`/19.8.1998) Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων
- [Αποφ. Φ.0546/20/ΑΣ 342/Μ.4785/1998](#) (ΦΕΚ 121/Α`/5.6.1998) Ανακοίνωση για θέση σε ισχύ πρωτοκόλλου της Συμβάσεως του 1979 περί της διασυννοριακής ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε μεγάλη απόσταση σχετικά με τον έλεγχο εκπομπών οξειδίων του αζώτου ή των διασυννοριακών ροών τους. Σόφια 31-10-1988
- [Y.A. 17884/1368/1997](#) (ΦΕΚ 934/Β`/22.10.1997) Προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας προς την οδηγία 97/20/ΕΚ της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 18ης Απριλίου 1997 «για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 72/306/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται κατά της εκπομπής ρύπων από τους πετρελαιοκινητήρες των οχημάτων
- [Y.A. 23292/7192/1997](#) (ΦΕΚ 669/Β`/8.8.1997) Ανάθεση έργων με συμβάσεις σε είκοσι (20) άτομα διαφόρων ειδικοτήτων, διάρκειας οκτώ (8) μηνών

- [Υ.Α. οικ. 10245/713/1997](#) (ΦΕΚ 311/Β`/16.4.1997) Μέτρα και όροι για τον έλεγχο των εκπομπών πτητικών οργανικών ουσιών (VOC) που προέρχονται από την αποθήκευση βενζίνης και την διάθεση της από τις τερματικές εγκαταστάσεις στους σταθμούς διανομής καυσίμων
- [Ν. 2543/1997](#) (ΦΕΚ 252/Α`/15.12.1997) Κύρωση του Πρωτοκόλλου της Σύμβασης 1979 περί της διασυννοριακής ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε μεγάλη απόσταση σχετικά με τον έλεγχο των εκπομπών οξειδίων του αζώτου ή των διασυννοριακών ροών τους
- [Ν. 2542/1997](#) (ΦΕΚ 251/Α`/15.12.1997) Κύρωση του Πρωτοκόλλου της Σύμβασης 1979 περί της διασυννοριακής ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε μεγάλη απόσταση σχετικά με την περαιτέρω μείωση εκπομπών θείου
- [Υ.Α. 38377/3077/1997](#) (ΦΕΚ 201/Β`/17.3.1997) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 96/69/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 8ης Οκτωβρίου 1996 «για την τροποποίηση της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα μέτρα ρύπανσης του αέρα από τις εκπομπές οχημάτων με κινητήρα»
- [Π.Υ.Σ. 11/1997](#) (ΦΕΚ 19/Α`/19.2.1997) Μέτρα για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από το όζον
- [Υ.Α. 29086/2294/1996](#) (ΦΕΚ 1193/Β`/31.12.1996) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 96/44/ΕΚ της Επιτροπής της 1ης Ιουλίου 1996 «για την προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα προς λήψη μέτρα κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τις εκπομπές μηχανοκίνητων οχημάτων
- [Υ.Α. οικ. 85395/8153/1996](#) (ΦΕΚ 663/Β`/1.8.1996) Ανάθεση έργων από το ΥΠΕΧΩΔΕ με συμβάσεις σε είκοσι δύο (22) άτομα διαφόρων ειδικοτήτων, διάρκειας οκτώ (8) μηνών
- [Υ.Α. οικ. 76802/1033/1996](#) (ΦΕΚ 596/Β`/19.7.1996) Τροποποίηση και συμπλήρωση της 58751/2370/93 κοινής υπουργικής απόφασης «καθορισμός μέτρων και όρων για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης (264/Β)»
- [Υ.Α. οικ. 18611/1393/1996](#) (ΦΕΚ 465/Β`/18.6.1996) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 96/1/ΕΟΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 22ας Ιανουαρίου 1996 «για την τροποποίηση της οδηγίας 88/77/ΕΟΚ για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών-μελών σχετικά με τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά των εκπομπών αερίων και σωματιδιακών ρύπων από πετρελαιοκινητήρες προοριζόμενους να τοποθετηθούν σε οχήματα
- [Υ.Α. 31780/2522/1995](#) (ΦΕΚ 912/Β`/6.11.1995) Συμπλήρωση της κ.υ.α 33976/3189/93 (822/Β) με την οποία τροποποιήθηκε η κ.υ.α 28433/2448/92 (542/Β) που αφορά τα μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων των οχημάτων με κινητήρα, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 93/59/ΕΕ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 28ης Ιουνίου 1993
- [Υ.Α. Φ 42/60741/1028/1995](#) (ΦΕΚ 262/Β`/7.4.1995) Τροποποίηση και συμπλήρωση της 28433/2448/92 (542/Β) κοινής απόφασης των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Μεταφορών και Επικοινωνιών
- [Υ.Α. οικοθ. 6765/511/1995](#) (ΦΕΚ 194/Β`/21.3.1995) Τροποποίηση της κ.υ.α 28433/2448/92 (542/Β) όπως τροποποιήθηκε από την κ.υ.α 33976/3189/93 (822/Β) των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Μεταφορών και Επικοινωνιών που αφορά τα μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων των οχημάτων με κινητήρα σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 94/12/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Μαρτίου 1994
- [Υ.Α. Φ.0546/31/ΑΣ 7/Μ.4080/1995](#) (ΦΕΚ 23/Α`/7.2.1995) Ανακοίνωση για τη θέση σε ισχύ ως προς τη χώρας μας της τροποποίησης του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ του 1987 σχετικά με τις ουσίες που καταστρέφουν την στοιβάδα του όζοντος (Λονδίνο, 29.7.1990)
- [Υ.Α. 8742/524/1994](#) (ΦΕΚ 512/Β`/4.7.1994) Προσαρμογή στην τεχνική πρόοδο της οδηγίας 80/1268/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων σχετικά με το εκπεμπόμενο διοξείδιο του άνθρακα και την κατανάλωση καυσίμων των οχημάτων με κινητήρα
- [Υ.Α. Οικ. 33976/3189/1993](#) (ΦΕΚ 822/Β`/8.10.1993) Τροποποίηση της Υ-28433/2448/2.7.1992 απόφασης των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Μεταφορών και Επικοινωνιών (ΦΕΚ 542/Β) που αφορά τα μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων των οχημάτων με κινητήρα, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 93/59/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 28ης Ιουνίου 1993
- [Υ.Α. ΑΠ. οικ. 82805/2224/1993](#) (ΦΕΚ 699/Α`/9.9.1993) Καθορισμός μέτρων και όρων για την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από εγκαταστάσεις καύσης αστικών αποβλήτων

- [Υ.Α. οικ. 10315/1993](#) (ΦΕΚ 369/Β`/24.5.1993) Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανσης κτιρίων και νερού
- [Κ.Υ.Α οικοθεν 11824/1993](#) (ΦΕΚ 369/Β`/24.5.1993) Έκτακτα μέτρα για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Πρωτεύουσας
- [Υ.Α. οικοθεν 11535/1993](#) (ΦΕΚ 328/Β`/6.5.1993) Επιτρεπόμενα είδη καυσίμων στις βιομηχανικές, βιοτεχνικές και συναφείς εγκαταστάσεις στους αποτεφρωτήρες νοσηλευτικών μονάδων και μέτρα για τις ανοικτές εστίες καύσης
- [Υ.Α. οικοθεν 11294/1993](#) (ΦΕΚ 264/Β`/15.4.1993) Όροι λειτουργίας και επιτρεπόμενα όρια εκπομπών αερίων αποβλήτων από βιομηχανικούς λέβητες, ατμογεννήτριες, ελαιόθερμα και αερόθερμα που λειτουργούν με καύσιμο μαζούτ, ντίζελ ή αέριο
- [Υ.Α. 58751/2370/1993](#) (ΦΕΚ 264/Β`/15.4.1993) Καθορισμός μέτρων και όρων για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης
- [Υ.Α. 28433/2448/1992](#) (ΦΕΚ 542/Β`/28.8.1992) Μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων οχημάτων με κινητήρα σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις των οδηγιών 99/76/ΕΟΚ, 88/436/ΕΟΚ, 89/458/ΕΟΚ, 89/491/ΕΟΚ και 91/441/ΕΟΚ
- [Υ.Α. 28432/2447/1992](#) (ΦΕΚ 536/Β`/25.8.1992) Μέτρα για τον περιορισμό της εκπομπής αερίων και σωματιδιακών ρύπων από κινητήρες ντίζελ προοριζόμενους να τοποθετηθούν σε οχήματα, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις των οδηγιών 88/77/ΕΟΚ και 91/542/ΕΟΚ
- [Ν. 2110/1992](#) (ΦΕΚ 206/Α`/29.12.1992) Κύρωση της από 29 Ιουνίου 1990 τροποποίησης του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ του 1987 που κυρώθηκε με το ν. 1818/88, σχετικά με τις ουσίες που καταστρέφουν τη στρωβάδα του όζοντος
- [Ν. 2052/1992](#) (ΦΕΚ 94/Α`/5.6.1992) Μέτρα για την αντιμετώπιση του νέφους και πολεοδομικές ρυθμίσεις
- [Υ.Α. οικ. 81400/860/1991](#) (ΦΕΚ 575/Β`/25.7.1991) Μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων από βενζινοκινητήρες προοριζόμενους να τοποθετηθούν σε οχήματα σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 88/76/ΕΟΚ, 88/436/ΕΟΚ, 89/458/ΕΟΚ, 89/401/ΕΟΚ
- [Υ.Α. 81160/861/1991](#) (ΦΕΚ 574/Β`/25.7.1991) Μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων από ντίζελοκινητήρες προοριζόμενους να τοποθετηθούν σε οχήματα σε συμμόρφωση με την οδηγία 88/77/ΕΟΚ του Συμβουλίου 3ης Δεκεμβρίου 1987 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων
- [Υ.Α. οικ. 11166/1991](#) (ΦΕΚ 310/Β`/8.5.1991) Τροποποίηση του άρθρου 2 της 57520/4535 Υπουργικής απόφασης «Εργασίες συντήρησης, όροι λειτουργίας και καθορισμός καυσίμου γι τις εστίες καύσης αρτοκλιβάνων» (597/Β)
- [Υ.Α. 8243/1113/1991](#) (ΦΕΚ 138/Β`/8.3.1991) Καθορισμός μέτρων και μεθόδων για την πρόληψη και μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από εκπομπές αμιάντου
- [Υ.Α. 75308/5512/1990](#) (ΦΕΚ 691/Β`/2.11.1990) Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης των πολιτών και φορέων εκπροσώπησης τους για το περιεχόμενο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την § 2 του άρθ. 5 του ν.1650/86
- [Υ.Α. 69269/5387/1990](#) (ΦΕΚ 678/Β`/25.10.1990) Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών (ΕΠΜ) και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με το ν.1650/86
- [Υ.Α. 57520/4535/1990](#) (ΦΕΚ 597/Β`/13.9.1990) Εργασίες συντήρησης, όροι λειτουργίας και καθορισμός καυσίμου για τις εστίες καύσης αρτοκλιβάνων
- [Υ.Α. οικ. 12066/1989](#) (ΦΕΚ 351/Β`/12.5.1989) Έκτακτα μέτρα για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της πρωτεύουσας
- [Υ.Α. 11082/1989](#) (ΦΕΚ 44/Β`/23.1.1989) Έλεγχος της ποιότητας των υγρών καυσίμων για την προστασία του περιβάλλοντος
- [Υ.Α. οικ. 47942/1988](#) (ΦΕΚ 807/Β`/3.11.1988) Μείωση εκπομπών καύσης μέσω μέτρων εξοικονόμησης καυσίμου σε βαφεία – φινιριστήρια υφανσίμων της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας
- [Υ.Α. Α.Π. οικ. 47943/1988](#) (ΦΕΚ 807/Β`/3.11.1988) Όροι λειτουργίας εγκαταστάσεων απολίπανσης επιφανειών που λειτουργούν σε καταστήματα επιφανειακής επεξεργασίας μετάλλων στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας
- [Υ.Α. 59388/3363/1988](#) (ΦΕΚ 638/Β`/31.8.1988) Τρόπος, όργανα και διαδικασία επιβολής και είσπραξης των διοικητικών προστίμων του άρθρου 30 του ν. 1650/86
- [Υ.Α. Οικ. 392541/1010/1988](#) (ΦΕΚ 366/Β`/8.6.1988) Καθορισμός μέτρων για την ποιότητα της ατμόσφαιρας και ειδικότερα των οριακών τιμών για την περιεκτικότητα της βενζίνης σε μόλυβδο

- [Υ.Α. 40786/2143/1988](#) (ΦΕΚ 341/Β`/6.6.1988) Εφαρμογή μέτρων αντιρρύπανσης στους λιγνιτικούς σταθμούς της ΔΕΗ στους νομούς Κοζάνης & Φλώρινας και άλλες συναφείς διατάξεις
- [Ν. 1818/1988](#) (ΦΕΚ 253/Α`/15.11.1988) Κύρωση της Σύμβασης της Βιέννης του 1985 για την προστασία της στοιβάδας του όζοντος και του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ του 1987 για τις ουσίες που καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος
- [Π.Υ.Σ. 25/1988](#) (ΦΕΚ 52/Α`/22.3.1988) Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του αζώτου και τροποποίηση των με αριθ. 98 και 99/10-7-87 Πράξεων του Υπουργικού Συμβουλίου
- [Ν. 1758/1988](#) (ΦΕΚ 44/Α`/10.3.1988) Κύρωση του Πρωτοκόλλου που τροποποιεί τη σύμβαση για την αστική ευθύνη στον τομέα πυρηνικής ενέργειας της 29ης Ιουλίου 1960, όπως τροποποιήθηκε από το πρόσθετο πρωτόκολλο της 28ης Ιανουαρίου 1964
- [Υ.Α. οικ. 5068/1988](#) (ΦΕΚ 5/Β`/12.1.1988) Έκτακτα μέτρα για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Πρωτεύουσας
- [Υ.Α. 8356/1987](#) (ΦΕΚ 187/Β`/6.4.1987) Μείωση εκπομπών καύσης μέσω μέτρων εξοικονόμησης καυσίμου σε Βαφεία - Φινιριστήρια Υφανσίμων της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας
- [Π.Υ.Σ. 98/1987](#) (ΦΕΚ 135/Α`/28.7.1987) Οριακή τιμή ποιότητας της ατμόσφαιρας σε μόλυβδο
- [Π.Υ.Σ. 99/1987](#) (ΦΕΚ 135/Α`/28.7.1987) Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του θείου και αιωρούμενα σωματίδια
- [Υ.Α. 13736/1985](#) (ΦΕΚ 304/Β`/20.5.1985) Προσαρμογή της νομοθεσίας στις διατάξεις της 72/306/ΕΟΚ οδηγίας του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 2 Αυγ.1972, «περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των Κρατών μελών των αναφερομένων στα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά των εκπομπών μολυνόντων αερίων που προέρχονται από πετρελαιοκινητήρες προοριζόμενους για την προώθηση των οχημάτων»
- [Υ.Α. οικ. 1211/1985](#) (ΦΕΚ 16/Β`/15.1.1985) Έκτακτα μέτρα για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Πρωτεύουσας
- [Υ.Α. 12651/1984](#) (ΦΕΚ 679/Β`/20.9.1984) Συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 70/220/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 20ης Μαρτίου 1970 «για την προσέγγιση των νομοθεσιών των Κρατών μελών που αφορούν τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κατά της μόλυνσης του αέρα από τα αέρια που προέρχονται από κινητήρες με τους οποίους είναι εφοδιασμένα τα οχήματα με κινητήρα», όπως τροποποιήθηκε από τις οδηγίες 74/290/ΕΟΚ, 77/102/ΕΟΚ, 78/655/ΕΟΚ και 83/35/ΕΟΚ
- [Υ.Α. 339/49/1984](#) (ΦΕΚ 15/Β`/16.1.1984) Έκτακτα μέτρα για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Πρωτεύουσας
- [Ν. 1374/1983](#) (ΦΕΚ 91/Α`/8.7.1983) Κύρωση της Σύμβασης σχετικά με τη διασυνοριακή ρύπανση της ατμόσφαιρας σε μεγάλη απόσταση
- [Ν. 1327/1983](#) (ΦΕΚ 21/Α`/7.2.1983) Κύρωση και συμπλήρωση της από 18 Ιουνίου 1982 Πράξεως Νομοθετικού Περιεχομένου: «Αντιμετώπιση έκτακτων επεισοδίων ρύπανσης του περιβάλλοντος και ρύθμιση συναφών θεμάτων»
- [Υ.Α. Γ. 45750/2549/1982](#) (ΦΕΚ 862/Β`/1.11.1982) Έκτακτα μέτρα για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Πρωτεύουσας - Περιόδου Νοέμβρη - Δεκέμβρη
- [Π.Α. 922/1977](#) (ΦΕΚ 315/Α`/12.10.1977) Περί απαγορεύσεως της χρήσης πετρελαίου τύπου μαζούτ σε κτιριακές εγκαταστάσεις καύσεως
- [Υ.Α. 49073/1975](#) (ΦΕΚ 1162/Β`/14.10.1975) Περί συγκροτήσεως Συνεργείων Ελέγχου καυστήρων πετρελαίου Κεντρικών θερμάνσεων κτιρίων
- [Π.Υ.Σ. 166/1975](#) (ΦΕΚ 220/Α`/9.10.1975) Περί απαγορεύσεως χρήσεως πετρελαίου τύπου «μαζούτ» διά την λειτουργίαν των κεντρικών θερμάνσεων κτιρίων γραφείων, κατοικιών και Εμπορικών Καταστημάτων