

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Το Σύνδρομο του Αρρώστου Κτιρίου

Σπουδαστές: ΠΑΠΑΛΛΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

Επιβλέπων καθηγητής: κ. Δημήτριος Πατούχας

Αίγιο- 2014

1. Ο ΤΙΤΛΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ

Το Σύνδρομο του Αρρώστου Κτιρίου

Αναλύεται η συμπτωματολογία, η διακύμανση των διαφόρων περιστατικών, η σχέση τους με τις κτιριακές υποδομές και τους παράγοντες που επιδρούν στον άνθρωπο και οι τρόποι αντιμετώπισης των συμπτωμάτων τόσο σε επίπεδο ιατρικό όσο και στο επίπεδο των κτιριακών εγκαταστάσεων.

2. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάλυσή μας ξεκινά με τον ιατρικό καθορισμό της έννοιας και της συμπτωματολογίας του Συνδρόμου του Αρρώστου Κτιρίου, ενός φαινομένου που πλήττει σύμφωνα με τον W.H.O. (World Health Organization) πάνω από το 25% των νεόδμητων κτιρίων. Ακολούθως, θα αναλύονται οι διάφορες πτυχές του συνδρόμου καθώς και η σχέση τους με τους διάφορους δομικούς παράγοντες των κτιριακών εγκαταστάσεων. Σαφής διαχωρισμός θα γίνει σε επίπεδο ανάλυσης και ανάμεσα σε εργασιακές και κτιριακές εγκαταστάσεις. Η εργασία θα καταλήγει με την διττή ανάλυση των διαφόρων τρόπων αντιμετώπισης του συνδρόμου, οι οποίοι αφορούν τόσο την αντιμετώπιση της συμπτωματολογίας με φαρμακευτικά μέσα και αγωγές, όσο και τις δυνητικές αλλαγές στους παράγοντες των κτιριακών εγκαταστάσεων που συνδέονται με το φαινόμενο. Η εργασία θα προσεγγίσει το θέμα από πλευράς ιατρικής και φαρμακολογίας, αλλά και από πλευράς ανθρωπιστικής, στο επίπεδο που αφορά τις συνθήκες ζωής και εργασίας του σύγχρονου ανθρώπου.

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	σελ. 3
Κεφάλαιο 1^ο : Ορισμός έννοιας, συμπτωματολογία (γενικά) και ποσοτικά δεδομένα όπως δίδονται από τις εκθέσεις του World Health Organization	σελ. 5
Κεφάλαιο 2^ο : Ανάλυση των κατά περίπτωση συμπτωμάτων και σύνδεσή τους με τους κτιριακούς παράγοντες από όπου προέρχονται.	σελ. 10
Κεφάλαιο 3^ο : Μελέτες που έγιναν για το σύνδρομο του Άρρωστου κτιρίου.	σελ. 63
Κεφάλαιο 4^ο : Παρουσίαση των μεθόδων αντιμετώπισης του φαινομένου σε επίπεδο κτιριακής υποδομής	σελ. 66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

I. Ποιότητα εσωτερικής ατμόσφαιρας

1.1 Εισαγωγή

Η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους (*indoor air quality*), μπορεί να οριστεί, ως το σύνολο των ιδιοτήτων του εσωτερικού αέρα ενός κλειστού χώρου, που επηρεάζουν την υγεία και την ανθρώπινη ευεξία ή επηρεάζουν ευαίσθητα ηλεκτρονικά συστήματα. Η ποιότητα της εσωτερικής ατμόσφαιρας, εξαρτάται από πολλές παραμέτρους όπως:

- ▷ Τα επίπεδα θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας,
- ▷ Το ρυθμό αερισμού,
- ▷ Τους ατμοσφαιρικούς ρύπους στο χώρο (όπως ιόντα, αέριες χημικές ενώσεις, σωματίδια, μικροοργανισμοί, ραδόνιο),
- ▷ Τις υπάρχουσες μέσα στο χώρο οσμές και
- ▷ Την ύπαρξη, εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Σωστή ποιότητα αέρα στο χώρο, σημαίνει συνθήκες υγείας και άνεσης, για τα άτομα που ζουν ή εργάζονται στο χώρο αυτό. Από τη σκοπιά των ευαίσθητων ηλεκτρονικών, σωστή ποιότητα σημαίνει, ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες επιτρέπουν στις συσκευές να λειτουργούν σωστά. Τα κτίρια, υπάρχουν για να προστατεύουν τους ανθρώπους από επιβλαβείς παράγοντες και να βοηθούν την ανθρώπινη δραστηριότητα. Τα κτίρια, δεν θα πρέπει να αρρωσταίνουν τους ανθρώπους, να τους προκαλούν αισθήματα δυσφορίας και να τους μειώνουν την αποδοτικότητα στην εργασία τους. Το πόσο αποτελεσματικά υποστηρίζουν την ανθρώπινη δραστηριότητα οι λειτουργίες του κτιρίου και το πόσο αποτελεσματικά λειτουργεί το κτίριο, ώστε τα λειτουργικά του έξοδα να είναι λογικά, είναι ένα μέτρο της εκπλήρωσης του ρόλου του. Ο πολλαπλασιασμός των χημικών ρύπων στα καταναλωτικά και εμπορικά προϊόντα, η τάση για ολοένα και πιο αεροστεγή κτίρια και η μείωση του αερισμού για εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς και οι πιέσεις για αναβολή εργασιών συντήρησης του κτιρίου, για να μειωθούν τα έξοδα, οδήγησαν στην όξυνση των προβλημάτων ποιότητας της ατμόσφαιρας των κτιρίων. Έτσι, συχνά οι άνθρωποι παραπονούνται για δυσάρεστες οσμές μέσα στα κτίρια, για πνιγηρό αέρα

και για συμπτώματα ασθενειών ή αίσθημα δυσφορίας, γεγονός που οδηγεί σε φιλονικίες μεταξύ των εργαζομένων ή των ενοίκων του κτιρίου και των διαχειριστών. Κάποιες φορές, το θέμα φτάνει και στις αίθουσες των δικαστηρίων. Εάν δεν γίνεται σωστή διαχείριση της ποιότητας της ατμόσφαιρας σε καθημερινή βάση, η αντιμετώπιση των προβλημάτων που θα προκύψουν ή η λύση τους στα δικαστήρια, μπορεί να είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Κατά συνέπεια, η γνώση των αιτίων και των συνεπειών της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος, είναι κρίσιμη για την αποφυγή προβλημάτων.

Η ευαισθητοποίηση στο θέμα της ποιότητας του αέρα που ζούμε και εργαζόμαστε, ξεκίνησε από την Αμερική, όπου το 1970 ψηφίστηκε το Σχέδιο Δράσης για την Επαγγελματική Υγεία και Ασφάλεια (The Occupational Safety and Health Action), όταν η κοινή γνώμη ενημερώθηκε για τα εξής στατιστικά στοιχεία, μιας και στην Αμερική υπάρχει σύστημα καταγραφής επαγγελματικών ασθενειών:

- ✓ 300.000 νέες περιπτώσεις επαγγελματικών ασθενειών,
- ✓ ατυχήματα υπεύθυνα για πάνω από 14.000 θανάτους,
- ✓ περίπου 2 ½ εκατομμύρια εργαζόμενοι ανίκανοι προς εργασία και
- ✓ χάθηκαν 10 φορές περισσότερες μέρες εργασίας για λόγους αδυναμίας, από όσες χάθηκαν με απεργίες.

Σήμερα, στις ΗΠΑ, οι δικαστικοί αγώνες είναι πολύ συνηθισμένοι για θέματα ποιότητας του αέρα σε εσωτερικούς χώρους, όπου τα πρόστιμα για τους εργοδότες αγγίζουν και τα 200.000\$. Το θέμα της ποιότητας της ατμόσφαιρας, άρχισε να ευαισθητοποιεί μεγάλο μέρος πληθυσμού, αλλά και τις επίσημες κυβερνήσεις των διαφόρων κρατών, διότι διαπιστώθηκε ότι, η κακή ποιότητα της ατμόσφαιρας κοστίζει ακριβά. Στην Αυστραλία, εκτιμήθηκε ότι το κόστος αυτό, ανέρχεται στα 12 δις \$/έτος.

1.2 Το πρόβλημα της ποιότητας αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας των εσωτερικών χώρων αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τις αναπτυσσόμενες και τις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες, με διαφορετική βέβαια φύση και αιτιολογία σε κάθε περίπτωση. Σύμφωνα με έρευνες, στις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες οι άνθρωποι ξοδεύουν κατά μέσο όρο το 80 με 90 τοις εκατό του χρόνου τους στο εσωτερικό περιβάλλον (Σχήμα 1). Τα ποσοστά διαφοροποιούνται ελαφρώς ανάλογα με το είδος της πληθυσμιακής ομάδας. Για παράδειγμα οι νοικοκυρές, οι ηλικιωμένοι και τα παιδιά προσχολικής ηλικίας

περνούν περισσότερες ώρες στο σπίτι, ενώ οι εργαζόμενοι μοιράζουν το χρόνο που περνούν σε εσωτερικούς χώρους ανάμεσα στο σπίτι, το χώρο εργασίας και τα μέσα μεταφοράς.



Εικόνα 1: Κατανομή χρόνου σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους (California, USA 1988, Δείγμα πληθυσμού 61% ηλικίας >11 ετών).

Πολλοί κάτοικοι ή εργαζόμενοι σε κτίρια εκφράζουν παράπονα για την ποιότητα του αέρα που αναπνέουν, δημιουργώντας την ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση της κατάστασης. Η εσωτερική ατμοσφαιρική ποιότητα άρχισε να αναφέρεται ως πρόβλημα στο τέλος της δεκαετίας του '60, αν και οι πρώτες μελέτες εμφανίστηκαν περίπου δέκα έτη αργότερα. Από το 1984 η Επιτροπή Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (World Health Organization-WHO) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μέχρι το 30 τοις εκατό των νέων και αναδιαμορφωμένων κτιρίων παγκοσμίως μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο υπερβολικών καταγγελιών σχετικών με την εσωτερική ατμοσφαιρική ποιότητα. Αν και θα φαινόταν λογικό να θεωρηθεί ότι η υψηλή ατμοσφαιρική ποιότητα βασίζεται στην παρουσία των απαραίτητων συστατικών στις κατάλληλες αναλογίες στον αέρα, στην πραγματικότητα ο χρήστης, μέσω της αναπνοής, είναι ο καλύτερος κριτής της ατμοσφαιρικής ποιότητάς. Αυτό συμβαίνει διότι ο εισπνεόμενος αέρας γίνεται άμεσα αντιληπτός μέσω των αισθήσεων, δεδομένου ότι ο άνθρωπος είναι ευαίσθητος στα οσφρητικά και

ερεθιστικά αποτελέσματα των μισών περίπου χημικών ενώσεων. Συνεπώς, εάν οι χρήστες ενός κτιρίου είναι στο σύνολό τους ικανοποιημένοι με τον αέρα, θεωρείται ότι είναι της υψηλής ποιότητας, ενώ εάν είναι ανικανοποίητοι, κακής ποιότητας. Σωστή ποιότητα αέρα σε ένα εσωτερικό χώρο σημαίνει συνθήκες υγείας και άνεσης για τα άτομα που ζουν και εργάζονται στο χώρο αυτό. Αυτός ο μέσος όρος είναι δυνατό να προβλεφθεί βάσει της σύνθεσής του αέρα, αλλά μόνο εν μέρει. Αυτή η μέθοδος λειτουργεί καλά στο περιβάλλον βιομηχανικών κτιρίων, όπου οι συγκεκριμένες χημικές ενώσεις σχετικές με την παραγωγή είναι γνωστές, και οι συγκεντρώσεις τους στον αέρα μετριοούνται και συγκρίνονται με τις οριακές τιμές κατώτατων ορίων. Στα μη βιομηχανικά κτίρια, όμως, όπου μπορούν να υπάρχει πολύ μεγάλος αριθμός χημικών ουσιών και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις στον αέρα, η κατάσταση είναι διαφορετική.

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων αυτών οι πληροφορίες για τη χημική σύνθεση του εσωτερικού αέρα δεν επιτρέπουν σε μας την πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο ο αέρας θα γίνει αντιληπτός, από τη συνδυασμένη επίδραση των μολυσματικών παραγόντων, μαζί με τη θερμοκρασία και η υγρασία. Η κατάσταση είναι συγκρίσιμη με αυτό που συμβαίνει με τη λεπτομερή σύνθεση ενός στοιχείου των τροφίμων και της προτίμησής του: η χημική ανάλυση είναι ανεπαρκής να προβλέψει εάν τα τρόφιμα καλά ή όχι. Για αυτόν τον λόγο, όταν προγραμματίζονται ένα σύστημα εξαερισμού και η κανονική συντήρησή του, μια λεπτομερής χημική ανάλυση του εσωτερικού αέρα απαιτείται σπάνια. Μια άλλη άποψη είναι ότι οι άνθρωποι θεωρούνται οι μόνες πηγές μόλυνσης στον εσωτερικό αέρα. Αυτό θα ίσχυε βεβαίως εάν εξετάζαμε τα οικοδομικά υλικά, τα συστήματα επίπλων και εξαερισμού όπως χρησιμοποιήθηκαν 50 έτη πριν, όταν υπερίσχυαν τα τούβλα, το ξύλο και ο χάλυβας. Αλλά με τα σύγχρονα υλικά η κατάσταση έχει αλλάξει. Όλα τα υλικά μολύνουν, μερικά λίγο και άλλα πολύ, και μαζί συμβάλλουν σε επιδείνωση στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Το εξωτερικό περιβάλλον στις μεγάλες πόλεις είναι επίσης μολυσμένο, αλλά είναι γεγονός ότι συχνά ο αέρας μέσα στα κτίρια μπορεί να είναι πιο μολυσμένος από τον υπαίθριο αέρα (μερικές φορές ακόμη και στις μεγαλύτερες και πιο βιομηχανοποιημένες πόλεις) και επομένως ο κίνδυνος για την υγεία μπορεί να είναι μεγαλύτερος όταν οι άνθρωποι εκτίθενται στην εσωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση απ' ό,τι στην υπαίθρια. Το πρόβλημα αυξάνεται με την οικοδόμηση των κτιρίων που σχεδιάζονται με τρόπο ώστε να είναι πιο αεροστεγή και

να ανακυκλώνουν τον αέρα με ένα μικρότερο ποσοστό του νέου από το εξωτερικό περιβάλλον, προκειμένου να είναι ενεργειακά αποδοτικότερα.

Η χρήση αυξημένων ποσοστών εξαερισμού βρίσκεται, στις περισσότερες περιπτώσεις, σε αντίθεση με την ενεργειακή απόδοση καθώς το ενεργειακό φορτίο φρέσκου αέρα μπορεί να αποτελεί σημαντικό μέρος της κατανάλωσης ενέργειας ολόκληρου του κτιρίου. Επομένως είναι σημαντικό να ελέγχονται τα ποσοστά εξαερισμού σε ένα κτίριο επιτυγχάνοντας την ίδια στιγμή τα αποδεκτά επίπεδα της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Συχνά, τα προβλήματα σχετικά με την ποιότητα εσωτερικού αέρα εμφανίζονται όταν ένα κτίριο χρησιμοποιείται ή διατηρείται με έναν τρόπο, ο οποίος δεν είναι σύμφωνος με τον αρχικό σχεδιασμό του ή τις κατάλληλες λειτουργικές διαδικασίες. Φυσικά τα προβλήματα της ποιότητας αέρα μπορούν να είναι επίσης αποτέλεσμα φτωχού σχεδιασμού ή δραστηριοτήτων των κατοίκων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

II. Ρύποι εσωτερικού ατμοσφαιρικού αέρα

Το εσωτερικό περιβάλλον σε οποιοδήποτε κτίριο είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ της περιοχής, του κλίματος, του συστήματος κτιρίου (αρχικό σχέδιο και πιά πρόσφατες τροποποιήσεις στη δομή και τα μηχανικά συστήματα), των τεχνικών οικοδόμησης, των μολυσματικών πηγών (οικοδομικά υλικά και επιπλώσεις, υγρασία, διαδικασίες και δραστηριότητες μέσα στο κτίριο, υπαίθριες πηγές), καθώς και των χρηστών του κτιρίου. Η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους, λοιπόν, καθορίζεται από ένα πλήθος παραμέτρων όπως:

- ▮ Οι εσωτερικές συγκεντρώσεις ραδιενεργών στοιχείων.
- ▮ Οι τιμές της εσωτερικής θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας.
- ▮ Ο ρυθμός εναλλαγής του αέρα του εσωτερικού χώρου με το περιβάλλον.
- ▮ Ο θόρυβος, οι οσμές ή η ύπαρξη εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Οι παραπάνω παράγοντες μπορούν να ταξινομούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες: φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς, οι οποίες εξετάζονται εκτενώς στις υποενότητες 2.2, 2.3 και 2.4 αντίστοιχα

2.2 Χημικοί παράγοντες εσωτερικής ρύπανσης

Οι κυριότεροι παράγοντες που ρυπαίνουν τον αέρα σε ένα εσωτερικό χώρο είναι οι ακόλουθοι:

2.2.1 Αμίαντος

· Γενικά για τον αμίαντο

Ο αμίαντος είναι η συλλογική ονομασία ορισμένων ορυκτών ινώδους μορφής. Από χημική άποψη, είναι ένυδρα πυριτικά άλατα του μαγνησίου. Όμως, ανάλογα με το είδος τους, μπορεί να περιέχουν και ασβέστιο (Ca), σίδηρο (Fe) ή νάτριο (Na), καθώς και 2-4% ελεύθερο πυρίτιο (Si). Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα αμίαντου υπάρχουν στον Καναδά, στη Ρωσία και στη Νότια Αφρική. Στην Ευρώπη, κοιτάσματα υπάρχουν στην Ιταλία, στην Ελλάδα και στην Κύπρο. Στην Ελλάδα, τα σημαντικότερα βρίσκονται στην Κοζάνη.

Στη δεκαετία του '60, εμφανίζονται στον τύπο οι πρώτες αντιδράσεις για τη μαζική παραγωγή και χρήση του αμίαντου, μαζί με τα πρώτα επιδημιολογικά στοιχεία για τη βλαπτική επίδρασή του στην ανθρώπινη υγεία. Παρ' όλα αυτά, η παγκόσμια ετήσια παραγωγή αμίαντου που το 1960 ήταν 2.200.000 τόνοι, αυξάνεται αλματωδώς στους 6.018.000 τόνους, το 1977. Η Ελλάδα αποτέλεσε μία από τις πιο σημαντικές χώρες εξόρυξης και παραγωγής προϊόντων αμίαντου (το 1995 κάλυπτε την 7η θέση στον κατάλογο των αμιαντοπαραγωγών χωρών του κόσμου, με παραγωγή 100.000 τόνους χρυσότιλο αμίαντο το χρόνο).

Οι κυριότερες ομάδες εργαζόμενων οι οποίοι εκτίθενται σε ίνες αμίαντου, είναι οι εργαζόμενοι:

- Û στην ανακαίνιση παλαιών κτιρίων, όπου είχε χρησιμοποιηθεί αμίαντος ως οικοδομικό υλικό,
- Û στα ορυχεία αμίαντου,
- Û στην παραγωγή προϊόντων αμιαντοτσιμέντου,
- Û που ασχολούνται με θερμομονώσεις,
- Û που επισκευάζουν φρένα και φερμουίτ αυτοκινήτων,
- Û σε οικοδομές, όπου χρησιμοποιούν προϊόντα με αμίαντο,
- Û που ασχολούνται με την ύφανση και γενικότερα με την επεξεργασία διάφορων προϊόντων αμίαντου,
- Û στα διαλυτήρια των πλοίων.

Είναι όμως πολύ δύσκολο να προσδιορίσουμε τους μη επαγγελματικά εκτεθειμένους στον αμίαντο. Τέτοιοι είναι, οι κάτοικοι των περιοχών που βρίσκονται κοντά σε ορυχεία ή εργοστάσια επεξεργασίας αμιάντου. Οι κάτοικοι των μεγάλων πόλεων κινδυνεύουν επίσης, από τη διάβρωση των οικοδομικών υλικών που περιέχουν αμίαντο και την τριβή των φρένων και των συμπλεκτών των αυτοκινήτων και των τραίνων. Χαρακτηριστικό είναι, αυτό που γράφει ο Dr. Selikof (γιατρός παγκόσμια γνωστός, για τις σχετικές με τον αμίαντο μελέτες του) «αυτοί που εκτίθενται στον αμίαντο, συχνά δεν υποπτεύονται ούτε γνωρίζουν την παρουσία του».

· **Οι επιπτώσεις του αμιάντου στην υγεία**

Η ίνα του αμιάντου, εισέρχεται στον οργανισμό με την εισπνοή και την κατάποση. Η διάμετρος, το μήκος και το σχήμα της ίνας, θεωρούνται κριτικές παράμετροι για την «αναπνευστικότητα» και κατά συνέπεια για τη διανομή και την τελική κατάληξη της ίνας στον πνευμονικό ιστό. Επίσης, σημαντικές για τη βιολογική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό θεωρούνται, η ανθεκτικότητα και η αντοχή της ίνας αμιάντου. Οι ίνες αμιάντου, μπορούν να εντοπισθούν σ' όλο το αναπνευστικό σύστημα, κυρίως στον κάτω και μέσο λοβό του πνεύμονα. Άπαξ και βρεθούν οι ίνες στον πνεύμονα, ένα ποσοστό τους, ιδιαίτερα αυτές που έχουν μήκος από 10 μέχρι και 40 μικρά και διάμετρο 3 με 5 μικρά, αποκτούν ένα ανώμαλο κάλυμμα, που τους δίνει μορφή ροπάλου ή κομπολογιού και χρώμα κίτρινο μέχρι κόκκινο-καφέ. Οι επικαλυμμένες αυτές ίνες, ονομάζονται «σωματίδια αμιάντου». Αυτά μπορούν να βρεθούν στην απόχρεμψη, ήδη 2 με 3 μήνες από την αρχή της έκθεσης ή ακόμα και 3 χρόνια μετά το τέλος της. Η δημιουργία τους, είναι μία βιολογική διαδικασία, δηλαδή το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των ινών αμιάντου και των κυψελιδικών μακροφάγων. Ο εντοπισμός των «σωματιδίων αμιάντου» στα πτύελα των επαγγελματικά εκτεθειμένων, θεωρείται από διάφορους ερευνητές, σαν πρώιμος προακτινολογικός δείκτης μιας κυψελιδικής φλεγμονής, η οποία οδηγεί στην αμιάντωση.

Η αμιάντωση, είναι μία διάχυτη πνευμονική ίνωση. Αν και είναι γνωστή εδώ και 70 σχεδόν χρόνια σαν νοσολογική οντότητα, ο παθογενετικός μηχανισμός της είναι ακόμα σχεδόν άγνωστος. Εκδηλώνεται μετά από 20-30 χρόνια έκθεσης σε αμίαντο όλων των μορφών και η κατάληξή της είναι μοιραία. Το γεγονός ότι η επαγγελματική ή μη επαγγελματική έκθεση σε αμίαντο μπορεί να οδηγήσει σε βρογχογενή καρκίνο, είναι πλέον αποδεκτό απ' όλους τους επιστήμονες. Ερευνητές

απέδειξαν ότι, η καρκινογένεση από αμιάντο ακολουθεί αρχικά δύο στάδια, το στάδιο της έναρξης και το στάδιο της προαγωγής. Οι κακοήθειες του υπεζωκότα και περιτοναϊκά μεσοθηλιώματα, είναι νεοπλάσματα της επένδυσης του μεσοθηλίου και σχετίζονται άμεσα με την έκθεση σε αμιάντο. Το κακοήθες μεσοθηλιώμα είναι διάχυτο, διηθεί τον υπεζωκότα ευρέως και συνοδεύεται πάντα από υπεζωκοτική συλλογή.

Το Π.Δ. 175/1997 (ΦΕΚ 150/Α/15.7.1995) καθορίζει στο Άρθρο 12, τις παρακάτω Οριακές Τιμές Έκθεσης, για τους επαγγελματικά εκτεθειμένους:

§ Η χρονικά σταθμισμένη μέση τιμή συγκέντρωσης ινών χρυσότιλου στον αέρα του χώρου εργασίας, στην οποία εκτίθενται οι εργαζόμενοι κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε 8ωρης ημερήσιας εργασίας μιας 40ωρης εβδομαδιαίας εργασίας, δεν πρέπει να ξεπερνά τις 0,60 ίνες/cm³ αέρα.

§ Για όλους τους υπόλοιπους τύπους αμιάντου, είτε μεμονωμένους είτε σε μείγματα, συμπεριλαμβανομένων και των μειγμάτων που περιέχουν χρυσότιλο, η χρονικά σταθμισμένη μέση τιμή συγκέντρωσης ινών στον αέρα του χώρου εργασίας στην οποία εκτίθενται οι εργαζόμενοι κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε 8ωρης ημερήσιας εργασίας μιας 40ωρης εβδομαδιαίας εργασίας, δεν πρέπει να ξεπερνά τις 0,30 ίνες/cm³ αέρα. Επίσης, με την 1154/93 απόφαση του Ανώτατου Χημικού Συμβουλίου (ΦΕΚ 93/1993), απαγορεύεται η εμπορία και η χρήση του κροκιδολιθικού αμιάντου. Από το 2005, απαγορεύεται η εμπορία και η χρήση, κάθε μορφής αμιάντου στην Ελλάδα. Η Οριακή Τιμή Έκθεσης για τους μη επαγγελματικά εκτεθειμένους είναι: μηδέν ίνες/cm³.

· **Μέτρα προστασίας από τον αμιάντο**

Μέσω της «τεχνικής» και της «ιατρικής» πρόληψης. Ειδικότερα, η τεχνική πρόληψη, περιλαμβάνει μία σειρά από ενέργειες που αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση της έκθεσης στο βλαπτικό παράγοντα, όπως:

- αντικατάσταση του επικίνδυνου υλικού,
- υγρές διαδικασίες παραγωγής,
- κλειστές διαδικασίες παραγωγής,
- χρήση ατομικών μέσων προστασίας,
- διεξαγωγή μετρήσεων, για τον ποσοτικό και ποιοτικό προσδιορισμό του βλαπτικού παράγοντα.

Όσον αφορά την ιατρική πρόληψη επισημαίνεται πως η πρώτη ιατρική εξέταση, συμπεριλαμβανομένων και των εργαστηριακών εξετάσεων της ακτινογραφίας

θώρακος και του σπιρομετρικού ελέγχου, πραγματοποιείται αμέσως μετά την πρόσληψη, για τη σωστή τοποθέτηση του εργαζόμενου στην παραγωγική διαδικασία. Ο περιοδικός ιατρικός έλεγχος των εργαζόμενων που εκτίθενται σε αμίαντο, πραγματοποιείται μία φορά το χρόνο και περιλαμβάνει πλήρη κλινική σπιρομετρική εξέταση, καθώς και διάχυση. Ο ακτινολογικός έλεγχος (ακτινογραφία θώρακος και όχι μικροακτινογραφία), πρέπει να πραγματοποιείται μία φορά κάθε πέντε χρόνια.

Η αμιάντωση, συμπεριλαμβάνεται στις επαγγελματικές ασθένειες που περιέχει το Άρθρο 40 του Κανονισμού του Ι.Κ.Α. Το Π.Δ. 70α/1988, που αναφέρεται στην «Προστασία των εργαζομένων που εκτίθενται σε αμίαντο κατά την εργασία» (ΦΕΚ 54/Α/22.4.1987), προσδιορίζει τις εργοδοτικές υποχρεώσεις, καθώς και τη μεθοδολογία για τον έλεγχο του εργασιακού περιβάλλοντος και την ιατρική παρακολούθηση των εργαζόμενων.

2.2.2 Ραδόνιο

· Γενικά για το ραδόνιο

Το ραδόνιο, απελευθερώνεται από την ραδιενεργό διάσπαση του ουρανίου, που βρίσκεται στα πετρώματα και στο έδαφος. Όταν απελευθερωθεί, διαφεύγει από τους πόρους και τις ρωγμές των πετρωμάτων, και εισέρχεται στην ατμόσφαιρα. Άοσμο, αθέατο και χωρίς γεύση, καθώς είναι το ραδόνιο, δεν μπορεί να ανιχνευθεί από τις ανθρώπινες αισθήσεις.

Το πρόβλημα με το ραδόνιο, είναι γνωστό εδώ και πολλές δεκαετίες στο εξωτερικό. Στη χώρα μας πολύ πρόσφατα άρχισε ν' απασχολεί εντονότερα τους ειδικούς. Σε πολλές πολιτείες των ΗΠΑ είναι υποχρεωτική η μέτρηση του ραδονίου, πριν την έκδοση της οικοδομικής άδειας. Η Τσεχία διαθέτει ένα κρατικό δίκτυο 300.000 μετρητών ραδονίου. 50.000 άτομα περίπου πεθαίνουν κάθε χρόνο στον πλανήτη μας από καρκίνο εξαιτίας του ραδονίου. Σύμφωνα με έρευνες, 12 σημεία του Ελληνικού χώρου ξεπερνούν κατά πολύ τα όρια ασφαλείας και 25 τα όρια κινδύνου.

Τελευταία, γίνεται ολοένα και πιο συχνά αναφορά για το δηλητηριώδες αέριο ραδόνιο στα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Παρά το γεγονός ότι το πρόβλημα ήταν γνωστό εδώ και πολλές δεκαετίες σε χώρες όπως η Σουηδία, οι ΗΠΑ και άλλες όπου ήδη έχουν ληφθεί σημαντικές αποφάσεις και έχουν γίνει ουσιαστικές ενέργειες στον τομέα αντιμετώπισής του.

Στη χώρα μας, πολύ πρόσφατα, άρχισε να μας απασχολεί. Από την πλευρά του Ελληνικού κράτους ελάχιστα έχουν γίνει, τόσο για τον εντοπισμό των περιοχών

με πρόβλημα, όσο και προς την κατεύθυνση της αντιμετώπισής του και δεν θα ήταν υπερβολή αν λέγαμε ότι όλη η προσπάθεια να ξεκινήσει από σχεδόν μηδενική βάση, πριν να είναι πολύ αργά.

Οι Περιοχές με τη μεγαλύτερη συσσώρευση ραδονίου στην Ελλάδα:

- Νεράιδα Θεσπρωτίας 511 bq/m³
- Μελιβοία Ξάνθης 460 bq/m³
- Κέντρο Καβάλας Καβάλας 350 bq/m³
- Σέλερο Ξάνθης 320 bq/m³
- Πρασινάδα Δράμας 280 bq/m³
- Μύκονος Κυκλάδων 280 bq/m³
- Δεσκάτη Γρεβενών 279 bq/m³
- Πεντάλοφο Κοζάνη 258 bq/m³
- Νικίσιανη Καβάλας 237 bq/m³
- Κέντρο Θεσ/νίκης Θεσσαλονίκης 220 bq/m³
- Δοξάτο Δράμας 211 bq/m³
- Γενισέα Ξάνθης 200 bq/m³

Σημαντικό είναι να επισημανθεί πως η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA) έχει ορίσει ως ανώτερο επιτρεπτό όριο ραδονίου στο εσωτερικό των κατοικιών, των σχολείων και των χώρων εργασίας τα 150 μπεκερέλ ανά κυβικό μέτρο (ποσότητα η οποία υπερβαίνεται κατά πολύ —στους νομούς Θεσπρωτίας, Ξάνθης και Καβάλας επί 3 φορές— στις περιοχές της Ελλάδας με το μεγαλύτερο πρόβλημα ραδονίου) (http://thesecretrealthtruth.blogspot.com/2012/10/blog-post_1179.html#ixzz2Z0fUavTo).

Το ραδόνιο εισέρχεται στα υφιστάμενα κτίρια από τις ρωγμές στο σκυρόδεμα, η από τις οπές που διανοίγονται στο σκυρόδεμα του δαπέδου η στους τοίχους για να περάσουν οι σωληνώσεις των αποχετεύσεων και της ύδρευσης και δεν έχουν σφραγιστεί κατάλληλα. Αυτά συμβαίνουν σε χώρους που εφάπτονται με το έδαφος και όταν αυτοί οι χώροι δεν αερίζονται επαρκώς το ραδόνιο συσσωρεύεται και περνά στους χώρους διαβίωσης των κατοίκων.

- **Επικινδυνότητα του ραδονίου**

Το ραδιενεργές αέριο ραδόνιο, που απελευθερώνεται από το φλοιό της γης και συγκεντρώνεται στα σπίτια, είναι υπεύθυνο για το 9% των θανάτων που προκαλούνται λόγω καρκίνου του πνεύμονα, είναι συνολικά υπεύθυνο για το 2% όλων των θανάτων που συμβαίνουν λόγω όλων των μορφών καρκίνου. Οι καπνιστές κινδυνεύουν πολύ περισσότερο από όλους τους άλλους από το ραδόνιο. Το ραδόνιο διασπάται και παράγει ραδιενεργά σωματίδια, τα σωματίδια αυτά με την εισπνοή εγκλωβίζονται στους ιστούς των πνευμόνων και με την πάροδο του χρόνου, καθώς ο άνθρωπος είναι εκτεθειμένος σε υψηλά επίπεδα ραδονίου, αυξάνεται ο κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα. Χρειάζονται πολλά χρόνια από την έκθεση σε ραδόνιο, πριν από την εκδήλωση του καρκίνου του πνεύμονα.

- **Μέθοδοι για την μείωση του ραδονίου στα σπίτια**

Ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα για να μειωθεί ή να περιοριστεί ο κίνδυνος από το ραδόνιο στα σπίτια επικεντρώνεται στις εξής κύριες στρατηγικές:

1. Πιθανώς η πιο απλή μέθοδος μείωσης του ραδονίου είναι η αύξηση του αερισμού του σπιτιού, (μερικές φορές αυτό επαρκεί για να λύσουμε το πρόβλημα). Ο αερισμός του σπιτιού μπορεί να βελτιωθεί με τη διατήρηση περισσότερων ανοιχτών παραθύρων ή τη λειτουργία ανεμιστήρων.

2. Τα σημεία εισόδου του ραδονίου στα σπίτια πρέπει να εντοπιστούν και να σφραγιστούν.

3. Επιλογή μη ραδιενεργών κατασκευαστικών υλικών.

4. Η μόνωση των ρωγμών στα κτήρια μπορεί επίσης να μειώσει την είσοδο ραδονίου ιδιαίτερα όταν γίνει σε ειδικά σημεία όπου το ραδόνιο εισέρχεται στο σπίτι.

Μια ποικιλία από κατασκευαστικές λύσεις είναι διαθέσιμες στους ιδιοκτήτες σπιτιών και περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, συστήματα αερισμού στα θεμέλια του σπιτιού.

Τα καινούργια σπίτια μπορούν να χτιστούν με χαρακτηριστικά που εμποδίζουν την είσοδο ραδονίου και επιτρέπουν την αντιμετώπιση των προβλημάτων του ραδονίου, τα οποία θα μπορούσαν να εμφανισθούν στο μέλλον. Αυτά κοστίζουν ελάχιστα εάν τοποθετηθούν κατά τη διάρκεια της κατασκευής του σπιτιού παρά σε ένα ήδη υπάρχον σπίτι. Αυτές οι επεμβάσεις διατηρούν τις τιμές του ραδονίου σε επίπεδα

χαμηλότερα των 2pCi/L .Το κόστος των επισκευών για την μείωση του ραδονίου εξαρτάται από τον τρόπο κατασκευής του σπιτιού και από άλλους παράγοντες

2.2.3 Ρύποι καύσεων

Κατά τις καύσεις εκλύονται άκαυστα αιωρούμενα σωματίδια, λόγω ατελούς καύσεως της καιγόμενης ύλης, καπνός, αιθάλη, άκαυστοι υδρογονάνθρακες, αλδεΐδες, υδρατμοί και διάφορα ρυπογόνα αέρια, τα κυριότερα εκ των οποίων είναι:

α) Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO): Πρόκειται για ένα άχρωμο και άοσμο αέριο του οποίου η συγκέντρωση σε εσωτερικούς χώρους μπορεί να αυξηθεί σημαντικά κατά την ατελή καύση του άνθρακα που περιέχεται σε καύσιμα, όπως η βενζίνη, το ξύλο ή η κηροζίνη, με τη χρήση οικιακών συσκευών και ψησταριών, με το κάπνισμα, αλλά και από εξωτερικές πηγές, όπως τα οχήματα και τις βιομηχανικές δραστηριότητες. Οι μέσες συγκεντρώσεις σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους κυμαίνονται συνήθως από 1-3 ppm, αν και τιμές από 10-20 ppm είναι συχνά απαντώμενες στα γκαράζ, λόγω των εκπομπών του μονοξειδίου του άνθρακα από τα οχήματα. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι η ικανότητα του CO να συμπλέκεται ισχυρά με την αιμοσφαιρίνη (Hb) του αίματος και με αυτόν τον τρόπο να εμποδίζει τη μεταφορά του οξυγόνου στα κύτταρα (σωστή οξυγόνωση των ιστών και οργάνων). Η χημική του συγγένεια με την αιμοσφαιρίνη είναι 218-250 φορές ισχυρότερη από αυτή του οξυγόνου. Συνεπώς, παρουσία του CO η Hb αντιδρά επιλεκτικά με αυτό σχηματίζοντας την ανθρακο-οξυαιμοσφαιρίνη (COHb), ενώ παράλληλα ,τα επίπεδα της οξυαιμοσφαιρίνης (OHb) μειώνονται σταδιακά. Η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα δημιουργεί πονοκεφάλους και κούραση, δύσπνοια, ταχυκαρδία, απώλεια μνήμης, αίσθημα πανικού, κατάθλιψη, ακόμα και θάνατο. Η βελτίωση του εξαερισμού, ο έλεγχος των εκπομπών των πηγών εσωτερικού χώρου, η χρήση συστημάτων ανίχνευσης ρύπων αποτελούν κάποια από τα μέτρα περιορισμού και ελέγχου του CO. Η συγκέντρωση υποβάθρου του CO είναι περίπου 0.19 ppm και σε αστικές περιοχές οι ημερήσιες συγκεντρώσεις του που σχετίζονται με τη χρήση μηχανοκίνητων μέσων, μπορεί να φτάσουν τα 50-60 ppm.

β) Το διοξείδιο του θείου (SO₂): Αποτελεί ένα αέριο το οποίο καταλήγει στους εσωτερικούς χώρους από εξωτερικές πηγές, ως αποτέλεσμα της φυσικής και ανθρωπογενούς δραστηριότητας. Φυσικές πηγές είναι οι εκρήξεις ηφαιστείων και τα αναερόβια βακτήρια (παραγωγή H₂S το οποίο μετατρέπεται σε SO₂). Όσον αφορά στις ανθρωπογενείς πηγές, η χρήση ορυκτών καυσίμων που περιέχουν θείο και ο

καθαρισμός θειούχων μεταλλευμάτων είναι οι κύριες πηγές απελευθέρωσής του στην τροπόσφαιρα.

Η είσοδος του SO₂ σε ένα κτήριο μπορεί να γίνει είτε μέσω του εξαερισμού είτε με διείσδυση μέσω των μικρών κενών στη δόμηση του κτηρίου. Το SO₂ στο εσωτερικό του κτηρίου αναμιγνύεται με τον αέρα και κατόπιν μπορεί να προσροφηθεί πάνω σε διάφορες επιφάνειες, οπότε μειώνεται σημαντικά η συγκέντρωσή του. Το SO₂ μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό του αναπνευστικού συστήματος, ερεθισμούς στο δέρμα και εκζέματα, καθώς και αύξηση θνησιμότητας των ηλικιωμένων κατά τα επεισόδια ατμοσφαιρικής ρύπανσης με SO₂. Η συγκέντρωση υποβάθρου για το SO₂ είναι περίπου 0,001 ppm, αλλά στις αστικές περιοχές οι μέγιστες συγκεντρώσεις του των 800 ppm φανερώνουν ανεπαρκή αερισμό, συγκεντρώσεις από 600-800 ppm, δείχνουν επαρκή αερισμό, ενώ συγκεντρώσεις μικρότερες των 600 ppm είναι οι συνιστώμενες για τα σχολεία. Ένας άνθρωπος, μη καπνιστής, εκπέμπει 0.025 m³/h CO₂. Ως μέτρο περιορισμού του διοξειδίου του άνθρακα σε εσωτερικούς χώρους θεωρείται ο περιορισμός των πηγών εκπομπής του και ο συχνός αερισμός.

γ) Το μονοξείδιο και το διοξείδιο του αζώτου (NO, NO₂): Τα οξείδια του αζώτου είναι προϊόντα της καύσης στερεών, υγρών και αέριων καυσίμων σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 1000° C. Οι κύριες πηγές τους είναι τα αυτοκίνητα, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρισμού που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα και οι οικιακοί καυστήρες. Παράγονται, επίσης, από βιομηχανίες λιπασμάτων και εκρηκτικών. Το NO είναι σχετικά μη τοξικό, όμως οξειδώνεται σε NO₂, ιδίως σε επεισόδια φωτοχημικής ρύπανσης. Η συγκέντρωση του NO στις αστικές περιοχές ανέρχεται ως και τα 0.5 ppm. Το εξωτερικό περιβάλλον είναι η κύρια πηγή διοξειδίου του αζώτου στα κτήρια που έχουν εξαεριζόμενα συστήματα καύσης. Όπως το διοξείδιο του θείου, έτσι και το διοξείδιο του αζώτου προσροφάται στις επιφάνειες. Το NO, όπως και το CO ελαττώνει την ικανότητα του αίματος για μεταφορά οξυγόνου. Το διοξείδιο του αζώτου σε υψηλές συγκεντρώσεις θεωρείται εξαιρετικά ερεθιστικό, αφού προκαλεί βρογχίτιδα και αυξάνει την ευαισθησία των ασθματικών ατόμων. Σε πολλές περιπτώσεις η εισπνοή NO₂ αυξάνει την ευαισθησία των πνευμόνων για εμφάνιση βακτηριακών λοιμώξεων. Ως μέτρο περιορισμού των συγκεκριμένων οξειδίων θεωρείται η μείωση των δραστηριοτήτων που προκαλούν την εκπομπή τους και ο καλός εξαερισμός του χώρου.

δ) Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂): Σχετίζεται κυρίως με τις συσκευές καύσης και θέρμανσης, καθώς και με την ανθρώπινη παρουσία μέσα σε ένα κτήριο.

Δεν είναι τοξική ουσία. Είναι γνωστό, όμως, ότι σε μεγάλες συγκεντρώσεις προκαλεί ασφυξία. Συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 800 ppm φανερώνουν ανεπαρκή αερισμό, συγκεντρώσεις από 600-800 ppm, δείχνουν επαρκή αερισμό, ενώ συγκεντρώσεις μικρότερες των 600 ppm είναι οι συνιστώμενες για τα σχολεία. Ένας άνθρωπος, μη καπνιστής, εκπέμπει 0.025 m³/h CO₂. Ως μέτρο περιορισμού του διοξειδίου του άνθρακα σε εσωτερικούς χώρους θεωρείται ο περιορισμός των πηγών εκπομπής του και ο συχνός αερισμός.

ε) Αιωρούμενα σωματίδια: Γενικά για τα αιωρούμενα σωματίδια Τα αιωρούμενα σωματίδια αποτελούνται από μία ανόργανη (στερεό ανόργανο υλικό, υδατοδιαλυτά ανόργανα άλατα, κ.α.) και μία οργανική φάση. Το ερώτημα βέβαια είναι σε ποιο ποσοστό είναι η οργανική και σε ποιο η ανόργανη φάση, αυτό το ζήτημα εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους. Πιο συγκεκριμένα, το ποσοστό συνεισφοράς του οργανικού και του ανόργανου υλικού στη συνολική μάζα των αιωρούμενων σωματιδίων εξαρτάται κυρίως από την πηγή προέλευσής τους, την κατάσταση της ατμόσφαιρας σε ρύπους και το μέγεθός τους. Συμπερασματικά λοιπόν η αιωρούμενη σωματιδιακή ύλη είναι ένα μίγμα διάφορων φυσικών και χημικών ουσιών, που εμφανίζονται στην ατμόσφαιρα σε στερεή ή υγρή κατάσταση και σε μεγέθη που κυμαίνονται μεταξύ 0,005-100 μm.

Οι άμεσες ή έμμεσες πηγές των σωματιδίων στους εσωτερικούς χώρους είναι:

- § Το εξωτερικό περιβάλλον.
- § Οι εστίες καύσης και θερμαντικά σώματα καύσης.
- § Τα προϊόντα καπνού.
- § Οι συσκευές γραφείου, εκτυπωτές, φωτοτυπικά μηχανήματα.
- § Τα προϊόντα καθαρισμού.
- § Οι βιολογικές πηγές.
- § Τα φυτά.
- § Οι άνθρωποι μέσω φυσιολογικών λειτουργιών.
- § Ο μηχανικός ή φυσικός αερισμός του χώρου.
- § Η πυκνότητα των χρηστών του χώρου και η κίνησή τους.

Το μέγεθος των σωματιδίων είναι σημαντικό καθώς αποτελεί το κριτήριο για το που εναποτίθενται τα σωματίδια κατά την εισπνοή, για την αποτελεσματικότητα των φίλτρων που χρησιμοποιούνται με σκοπό την απομάκρυνση των σωματιδίων από τον εσωτερικό χώρο και για την απομάκρυνσή λόγω της απόθεσής τους στις επιφάνειες του χώρου. Τα αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία συνδέονται με την απόθεση των

σωματιδίων στην περιοχή της αναπνευστικής οδού, στη θωρακική περιοχή και στους πνεύμονες. Τα μικρά σωματίδια μπορούν να φτάσουν μέχρι τους πνεύμονες. Για σωματίδια διαμέτρου 10 μm το 80% της μάζας τους είναι εσπνεύσιμο, το 50% θωρακικό ενώ το ελάχιστο ποσό είναι αναπνεύσιμο. Αντίθετα, το 90% της μάζας των μικρών σωματιδίων ($d < 2,5 \mu\text{m}$) είναι αναπνεύσιμο. Το διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζει τη σχέση αυτή.

Ήδη έχουν αναφερθεί οι σημαντικότερες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία που προκαλούνται από κάθε αέριο καύσης χωριστά. Γενικά βέβαια υπάρχουν κάποιες επιπτώσεις που παρατηρούνται κατά την έκθεση του ανθρώπου σε τέτοιου είδους αέρια. Τα συμπτώματα αυτά είναι:

- Í Ζάλη ή πονοκέφαλοι
- Í Σύγχυση
- Í Ναυτία / εμετός
- Í Κόπωση
- Í Ταχυκαρδία
- Í Ερεθισμός ματιών και άνω αναπνευστικής περιοχής
- Í Θορυβώδης αναπνοή / βρογχική συστολή
- Í Επίμονος βήχας
- Í Ανεβασμένα επίπεδα καρβοξυ-αιμογλοβίνης (carboxyhemoglobin)

· **Τρόπος αντιμετώπισης επιπτώσεων από σωματίδια καύσης**

Προτείνεται περιοδική επιθεώρηση από ειδικούς και έλεγχος των εγκατεστημένων συσκευών ώστε τα αέρια προϊόντα τους να διοχετεύονται στον εξωτερικό χώρο. Τζάκια και καπνοδόχοι σομπών που λειτουργούν με ξύλα ή κάρβουνα θα πρέπει να καθαρίζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και να επιθεωρούνται πριν την έναρξη της περιόδου χρήσης τους. Εξαεριστήρες κουζινών θα πρέπει να οδηγούν τα απορροφώμενα αέρια στον εξωτερικό χώρο. Άτομα που πιθανόν εκτίθενται σε συσκευές καύσης θα πρέπει να σκεφτούν το ενδεχόμενο εγκατάστασης ανιχνευτών μονοξειδίου του άνθρακα που να είναι σύμφωνοι με τα πρότυπα του Underwriters Laboratory (UL) 2034.

2.2.4 Όζον (O₃)

Το «κακό» ή τροποσφαιρικό όζον δημιουργείται με χημικές αντιδράσεις μεταξύ των οξειδίων του αζώτου, των πτητικών οργανικών ενώσεων και του CO, παρουσία φωτός. Αποτελεί βασικό συστατικό της αστικής αιθαλομίχλης. Οι εσωτερικές συγκεντρώσεις του όζοντος είναι σημαντικά μικρότερες από τις εξωτερικές, λόγω της προσρόφησης του όζοντος στις επιφάνειες και λόγω έλλειψης σημαντικών εσωτερικών πηγών. Το όζον είναι ισχυρό οξειδωτικό και αντιδρά με τα αμινοξέα των ενζύμων, τα ακόρεστα λιπίδια και άλλα στοιχεία του μεταβολισμού και των κυττάρων. Προκαλεί σημαντικές φθορές στους πνεύμονες, βλάπτει σημαντικά τη χλωρίδα, επιδρά στα φωτογραφικά υλικά, καταστρέφει το καουτσούκ, μειώνει την αντοχή των υφασμάτων, ξεθωριάζει βαφές και χρώματα και καταστρέφει το χαρτί. Σε απομονωμένες περιοχές η συγκέντρωση υποβάθρου του όζοντος είναι 0,01-0,02 ppm και τους καλοκαιρινούς μήνες, σε αστικές περιοχές μπορεί να υπερβεί κατά πολύ τα 0,12 ppm. Οι εσωτερικές συγκεντρώσεις του, υπό κατάλληλες συνθήκες αερισμού, θερμοκρασίας και φωτισμού είναι σημαντικά μικρότερες, λόγω της προσρόφησης του όζοντος στις επιφάνειες και λόγω έλλειψης σημαντικών εσωτερικών πηγών. Επειδή τα μηχανήματα γραφείου (πχ φωτοτυπικά) αποτελούν εσωτερικές πηγές όζοντος, η τοποθέτηση τους συνίσταται να γίνεται σε καλά αεριζόμενους χώρους.

2.2.5 Πτητικές Οργανικές ενώσεις (VOCs)

Πρόκειται κυρίως για αλειφατικούς και αρωματικούς υδρογονάνθρακες με τάση ατμών μεταξύ 1 και 760 mmHg σε θερμοκρασία 250C, γι' αυτό ονομάζονται πτητικοί. Αποτελούν ενεργά συστατικά σε πολλά προϊόντα ευρείας χρήσης, όπως προϊόντα οικιακής χρήσης, καλλυντικά, εντομοκτόνα, απορρυπαντικά, καύσιμα κ.ά. Χαρακτηριστικές τέτοιες ενώσεις είναι η φορμαλδεΐδη, το τετραχλωροαιθυλένιο, το βενζοπυρένιο, οι διοξίνες, το χλωροφόρμιο, το υπερχλωροαιθυλένιο, το τριχλωροαιθάνιο, τα πολυχλωριούχα διφαινύλια (DCB), το χλωροαιθυλένιο, το βενζόλιο, το παραδιχλωροαιθάνιο, οι χλωροφοράνθρακες, το τριχλωροαιθυλένιο, το στυρένιο, το παραδιχλωροβενζόλιο κ.ά.

Οι δυσμενείς επιδράσεις των VOCs στην υγεία ποικίλουν ανάλογα με το ύψος των συγκεντρώσεών τους, την τοξικότητά τους, το χρόνο έκθεσης και την

κατάσταση της υγείας των εκτιθέμενων ατόμων. Πάντως, εκτός από συνήθη συμπτώματα, όπως πονοκεφάλους, δερματικούς ερεθισμούς και δύσπνοια ενοχοποιούνται και για πρόκληση καρκίνου, ηπατικών παθήσεων και πολυνευρίτιδας. Ως μέτρα περιορισμού της έκθεσης στις πτητικές οργανικές ενώσεις θεωρούνται η αποφυγή ή η λογική χρήση τους.

α) Φορμαλδεΰδη: Εύφλεκτη και τοξική ουσία αποτελεί το πρώτο μέλος της ομόλογης σειράς των αλδευδών με τύπο HCH=O . Σε κανονική πίεση και θερμοκρασία είναι άχρωμο αέριο, με οξεία χαρακτηριστική οσμή, διαλυτή στο νερό. Ήταν από τους πρώτους ρύπους, εξαιτίας του οποίου δημιουργήθηκαν προβλήματα υγείας σε εσωτερικούς χώρους και αποτέλεσε αφορμή για την ανάπτυξη του ενδιαφέροντος των επιστημόνων γύρω από τη ρύπανση των χώρων αυτών. Τα υλικά τα οποία έχουν συγκεντρώσει τη μεγαλύτερη προσοχή ως πηγές φορμαλδεΰδης σχετίζονται κυρίως με ξύλινες επιφάνειες κατασκευασμένες από πεπιεσμένα βιομηχανικά ξύλα, κόντρα πλακέ κ.ά., τα οποία έχουν συγκολληθεί με ρητίνη ουρίας-φορμαλδεΰδης (UF) και τα μονωτικά που περιέχουν ρητίνη ουρίας –φορμαλδεΰδης (UFFI). Η φορμαλδεΰδη εκλύεται επίσης και από τον καπνό του τσιγάρου, κάποια οικιακά προϊόντα καθαρισμού και τις συσκευές καύσης αερίων. Ο ρυθμός εκπομπής της φορμαλδεΰδης από τα συνθετικά υλικά αυξάνεται με τη αύξηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας και μειώνεται με την ηλικία των υλικών και την αύξηση του ρυθμού εξαερισμού του χώρου. Το όριο υγείας για τους εσωτερικούς χώρους έχει καθοριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση στα 0.1 ppm, ενώ η έκθεση σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό των ματιών, αίσθηση καψίματος στο δέρμα, ναυτία, βήχα και σε μερικές περιπτώσεις προβλήματα αναπνοής και άσθματος. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO) έχει κατατάξει τη φορμαλδεΰδη στις ουσίες που μπορούν να προκαλέσουν καρκίνο στον άνθρωπο. Επίσης, είναι ιδιαίτερα επιβλαβής για τα έργα τέχνης. Τα μέτρα περιορισμού της έκθεσης σε φορμαλδεΰδη συνίστανται στον επαρκή εξαερισμό και στον έλεγχο της θερμοκρασίας και της υγρασίας.

β) Βενζόλιο: Είναι ένας σταθερός, πτητικός αρωματικός υδρογονάνθρακας με γενικό μοριακό τύπο C_6H_6 και θεωρείται επικίνδυνος ρύπος. Ο άνθρωπος εκτίθεται σε ατμούς βενζολίου από την χρήση διαλυτών και βενζίνης σε εσωτερικούς χώρους, από τον καπνό του τσιγάρου και από τον εξωτερικό αέρα. Το βενζόλιο έχει ταξινομηθεί στα γνωστά χημικά που προκαλούν καρκίνο. Χρόνια έκθεση σε αυτό αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης λευχαιμίας.

2.2.6 Ρύποι τσιγάρου

Το κάπνισμα σε εσωτερικούς χώρους, όπου ο αερισμός δεν είναι αρκετός για να διαλύσει τον καπνό γρήγορα, επιβαρύνει το χώρο με μια ποικιλία συστατικών που φτάνουν τα 4000 διαφορετικά είδη. Πολλά από αυτά είναι ύποπτα για πρόκληση καρκίνου όπως το βενζοπυρένιο, το νικέλιο κ.ά. Τα σωματίδια του καπνού είναι μικρά, περίπου 0.2 μm και έτσι διεισδύουν εύκολα και στα βαθύτερα σημεία των πνευμόνων. Η ρυπαίνουσα ύλη στον αέρα εσωτερικών χώρων που προέρχεται από τον καπνό του τσιγάρου έχει οριστεί διεθνώς ως ETS (Environmental Tobacco Smoke). Είναι κυρίως ένα σύνολο αιωρούμενων σωματιδίων τα οποία εκπέμπονται από την καιγόμενη μάζα του τσιγάρου. Αυτή η εκπομπή καλείται καπνός παράπλευρου ρεύματος (sidestream smoke-SS). Σε μικρότερο ποσοστό ο ETS αποτελείται και από τον καπνό κυρίως ρεύματος (mainstreamsmoke-MS), που είναι ο καπνός που εισπνέουν οι καπνιστές. Μερικές από τις χημικές ενώσεις της αέριας φάσης του καπνού είναι το CO, η φορμαλδεΐδη, τα οξειδία του αζώτου, το υδροκυάνιο, η ακρολεΐνη, το 1,3 βουταδιένιο, το βενζόλιο και η υδραζίνη, ενώ ουσίες της σωματιδιακής φάσης είναι η πίσσα, η νικοτίνη, η φαινόλη, η κατεχόλη, το βενζοπυρένιο, το κάδμιο, το νικέλιο, ο ψευδάργυρος και το πολώνιο-210. Παρόλο που ο καπνός του παράπλευρου ρεύματος περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα τοξικών και καρκινογόνων συστατικών, από αυτόν του κυρίως ρεύματος, όταν εισπνέεται από μη καπνιστές, είναι ισχυρά διαλυμένος και οι ιδιότητές του έχουν μεταβληθεί λόγω της μείωσης της συγκέντρωσης κάποιων δραστικών συστατικών. Η ατμοσφαιρική διάλυση του καπνού παράπλευρου ρεύματος έχει σημαντική επίδραση στις ιδιότητες των αιωρούμενων σωματιδίων, από τα οποία αποτελείται, με αποτέλεσμα η κατανομή των διαφόρων συστατικών μεταξύ της αέριας και της σωματιδιακής φάσης να μεταβάλλεται προς όφελος της πρώτης. Πάντως, και άλλες ουσίες, όπως η αμμωνία και οι αμίνες είναι παρούσες κυρίως υπό μορφή ατμών. Το κάπνισμα αυξάνει σοβαρά τον κίνδυνο καρκίνου των πνευμόνων και άλλων αναπνευστικών, πνευμονικών και στεφανιαίων παθήσεων. Τα τελευταία χρόνια προέκυψαν επαρκείς κλινικές αποδείξεις, ότι το παθητικό κάπνισμα σχετίζεται με την επιδείνωση του άσθματος σε παιδιά που ήδη έχουν την πάθηση.

2.3 Φυσικοί παράγοντες ρύπανσης του εσωτερικού αέρα

Αντικείμενο της υποενότητας αυτής αποτελεί η μελέτη των φυσικών παραμέτρων οι οποίες καθορίζουν την ποιότητα αέρα στο εσωτερικό περιβάλλον. Σε αυτές τις παραμέτρους εντάσσονται η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα, ο αερισμός, η σκόνη και ο θόρυβος.

2.3.1 Θόρυβος

2.3.1α Εισαγωγή

Ήχος, είναι κάθε μεταβολή της πίεσης του αέρα ή άλλου μέσου, η οποία είναι ικανή να ερεθίσει την αίσθηση της ακοής και να γίνει αντιληπτή από τον άνθρωπο. Ο ανεπιθύμητος, ενοχλητικός ή/και απλά δυσάρεστος για τον άνθρωπο ήχος, λέγεται θόρυβος. Από φυσική άποψη, θόρυβος είναι ένα σύμπλεγμα ηχητικών κυμάτων με ελάχιστη ή καμία περιοδικότητα. Οι φυσικές έννοιες δεν επαρκούν, για να καθορίσουν μόνες τους τη διαφορετική αίσθηση που προκαλεί ένας ήχος, από ένα θόρυβο. Αυτή η διαφορά, καθορίζεται από υποκειμενικούς παράγοντες, που προσδίδουν σε κάθε ηχητικό ερέθισμα που γίνεται αντιληπτό, έναν επιθυμητό ή ανεπιθύμητο χαρακτήρα.

2.3.1β Τα χαρακτηριστικά του θορύβου

Τα κύρια φυσικά χαρακτηριστικά του θορύβου, είναι η συχνότητα και η ένταση. Η συχνότητα ορίζει τον αριθμό των ολοκληρωμένων δονήσεων στη μονάδα του χρόνου και μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο ή Hertz (Hz). Ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί, να αφομοιώσει και κυρίως να ανεχθεί ένα ορισμένο φάσμα ήχων, που βρίσκονται μέσα στην περιοχή συχνοτήτων από 16 έως 20.000 Hz. Οι ήχοι που έχουν συχνότητα μεγαλύτερη των 20.000 Hz ονομάζονται «υπέρηχοι», ενώ εκείνοι με συχνότητα μικρότερη των 16 Hz, «υπόηχοι». Οι υπόηχοι και οι υπέρηχοι, αν και δεν γίνονται αντιληπτοί από τον άνθρωπο, μπορεί να έχουν βλαπτική επίδραση στην υγεία του. Σαν ένταση ήχου, ορίζεται το ποσό της ηχητικής ενέργειας που διέρχεται από τη μονάδα επιφάνειας (η οποία βρίσκεται κάθετα στην ακτίνα μετάδοσης του ηχητικού κύματος), στη μονάδα του χρόνου. Εκφράζεται σε Watt/m². Στην ακοολογία, ως μονάδα μέτρησης της ηχητικής έντασης χρησιμοποιείται το

decibel (dB), το οποίο είναι λογαριθμική μονάδα και εκφράζει το επίπεδο της ηχητικής πίεσης. Το decibel (dB), ως λογαριθμική μονάδα παρουσιάζει μία ιδιαιτερότητα, πολύ σημαντική στην εκτίμηση των ηχητικών επιπέδων στους εργασιακούς χώρους. Για κάθε διπλασιασμό της ηχητικής έντασης, παρατηρείται μία αύξηση 3dB του ηχητικού επιπέδου, δηλαδή το διπλάσιο των 85 dB δεν είναι τα 170, αλλά τα 88 db.

Το αισθητήριο όργανο της ακοής, αποτελείται από το εξωτερικό αυτί (ακουστικό πτερύγιο και έξω ακουστικό πόρο), το μέσον αυτί (τυμπανοσταριώδες σύστημα και ευσταχιανή σάλπιγγα) και το εσωτερικό αυτί (κοχλίας και ημικύκλιοι σωλήνες). Τα ηχητικά κύματα συγκεντρώνονται από το ακουστικό πτερύγιο, διέρχονται από τον έξω ακουστικό πόρο και φθάνουν στην τυμπανική μεμβράνη. Στο τυμπανοσταριώδες σύστημα, μετασχηματίζεται το ηχητικό κύμα σε μηχανική κινητική ενέργεια. Το τυμπανοσταριώδες σύστημα (τυμπανική μεμβράνη, σφύρα, άκμονας και αναβολέας), έχει σαν βασική αποστολή τη μετάδοση των δονήσεων στο εσωτερικό αυτί (περίλεμφο του κοχλίου). Ο κοχλίας, αποτελεί το «όργανο αντίληψης της ακοής» και μέσω του οργάνου του Corti μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε βιοηλεκτρική. Έτσι, τα ακουστικά ερεθίσματα μεταβιβάζονται από το ακουστικό νεύρο στην ακουστική οδό και φθάνοντας στον ακουστικό φλοιό του εγκεφάλου γίνονται αντιληπτά.

2.3.1 γ Επιπτώσεις θορύβου

Πολλοί εργαζόμενοι, μετά από χρόνια παραμονής σε χώρους εργασίας που υπάρχει υψηλός θόρυβος, διαπιστώνουν ότι φωνάζουν δυνατά ή δυσκολεύονται να ακούσουν κάποιες συνομιλίες στο κοινωνικό ή το εργασιακό τους περιβάλλον. Όλα αυτά είναι μηνύματα, ότι η ακοή τους έχει υποστεί κάποια βλάβη. Οι επιπτώσεις του θορύβου στον οργανισμό, μπορούν να ταξινομηθούν σε:

- μη ακουστικές επιδράσεις και
- επιδράσεις στην ακοή.

Οι μη ακουστικές επιδράσεις, αφορούν κυρίως στο νευρικό σύστημα, στις ψυχικές λειτουργίες, στο κυκλοφορικό, στο γαστρεντερικό, στο ενδοκρινικό και άλλα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού. Είναι γνωστό ότι, οι εκτεθειμένοι στο θόρυβο εργαζόμενοι, παρουσιάζουν συχνά υπέρταση, ταχυκαρδία, διαταραχές στην πέψη, δυσκολία στη συγκέντρωση, πονοκεφάλους, διαταραχές στον ύπνο, σωματική κόπωση, εκνευρισμό, υπερένταση, άγχος και διαταραχές στη συμπεριφορά. Ο

θόρυβος δρα στο κεντρικό νευρικό σύστημα, προκαλώντας αλλοιώσεις στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, επιβράδυνση του χρόνου της αντίδρασης και αύξηση των λαθών. Η ενόχληση είναι ένα υποκειμενικό, αλλά και αντικειμενικό αίσθημα. Όσο πιο δυνατός γίνεται ο θόρυβος, τόσο πιο ενοχλητικός είναι. Με συνεχή έκθεση, έχουμε προσαρμογή μόνο εάν δεχθούμε το θόρυβο ως αναπόσπαστο τμήμα του περιβάλλοντος. Ο αρκετά δυνατός θόρυβος θα ξυπνήσει έναν άνθρωπο. Ο λιγότερο δυνατός θόρυβος, διεγείρει έναν άνθρωπο από βαθύ ύπνο σε πιο ελαφρύ. Οι ακουστικές επιδράσεις που αφορούν στο όργανο της ακοής, χαρακτηρίζονται από τη βαρηκοΐα, η οποία αποτελεί μία από τις συχνότερες επαγγελματικές ασθένειες. Η επαγγελματική βαρηκοΐα χαρακτηρίζεται ως μία αμφοτερόπλευρη βαρηκοΐα αντιλήψεως (νευροαισθητηριακή) που προκαλείται από εκφυλιστικές και ατροφικές μεταβολές στο όργανο του Corti και το ακουστικό νεύρο. Αναπτύσσεται αργά, βαθμιαία, θα λέγαμε με δόλιο τρόπο. Αυτό οφείλεται στην ιδιάζουσα μορφή της μείωσης της ακουστικής οξύτητας που αρχικά αφορά το φάσμα των υψηλών συχνοτήτων (3000-6000 Hz), με μία χαρακτηριστική εκλεκτική ακοομετρική πτώση στα 4000 Hz. Η βαρηκοΐα, συμπεριλαμβάνεται στον κατάλογο των επαγγελματικών ασθενειών, που καθορίζονται στο Άρθρο 40 του Κανονισμού Ασθενείας του ΙΚΑ (ΦΕΚ 132/12.2.1979). Στο Άρθρο αυτό, προσδιορίζεται σαν ελάχιστος χρόνος απασχόλησης για την αναγνώριση της βαρηκοΐας σαν επαγγελματική ασθένεια, τα 5 έτη. Στην περίπτωση εργασιών σε δοκιμαστήρια μηχανών αεροπλάνων, ο χρόνος αυτός μειώνεται στα 2 έτη. Η έκθεση σε πολύ έντονους κρουστικούς θορύβους, μεγαλύτερους από 140 με 150 dB, όπως και πολύ κοντινή εκπυρσοκρότηση όπλων ή/και εκρήξεων, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα άμεση και ανεπανόρθωτη βλάβη ακοής, κύρια στο τύμπανο ή/και στα οστάρια. Γι' αυτό τον λόγο, η Εθνική Νομοθεσία ορίζει ότι, ισχύει και το κριτήριο της στιγμιαίας μη σταθμισμένης ηχητικής πίεσης, η οποία ορίζεται ίση με τα 200 Pa. Έκθεση σε χαμηλότερης στάθμης συνεχή έντονο θόρυβο, από 90 έως 110 dB, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα προσωρινή απώλεια της ακοής, την οποία επανακτεί μετά από μία περίοδο ανάπαυσης σε ήσυχο περιβάλλον.

2.3.2 Σχετική υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα

2.3.2 α Εισαγωγή

Η υγρασία (μαζί με τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας) αποτελεί ένα από τα δυσκολότερα μεγέθη κατά την αξιολόγηση του εσωκλίματος και εκφράζεται με σχετικούς και απόλυτους όρους. Ως ορισμός, η υγρασία είναι το ποσό των υδρατμών που υπάρχει στον αέρα. Η σχετική υγρασία, που χρησιμοποιείται συχνότατα στην αξιολόγηση της θερμικής άνεσης, εκφράζεται ως ποσοστό του κορεσμένου αέρα σε υδρατμούς. Η σχετική υγρασία επενεργεί στην εξάτμιση του νερού από την επιδερμίδα μεταβάλλοντας τη θερμοκρασία του δέρματος και επηρεάζοντας το θερμικό ισοζύγιο του σώματος. Συνοπτικά, η υγρασία του αέρα επηρεάζει τους εξής τρεις μηχανισμούς του σώματός μας: ο το μηχανισμό διάχυσης των υγρών υπό τη μορφή αερίων του σώματός μας μέσω του δέρματος, ο το μηχανισμό εξάτμισης του ιδρώτα από την επιφάνεια του δέρματος και ο το μηχανισμό ύγρανσης του εισπνεόμενου αέρα.

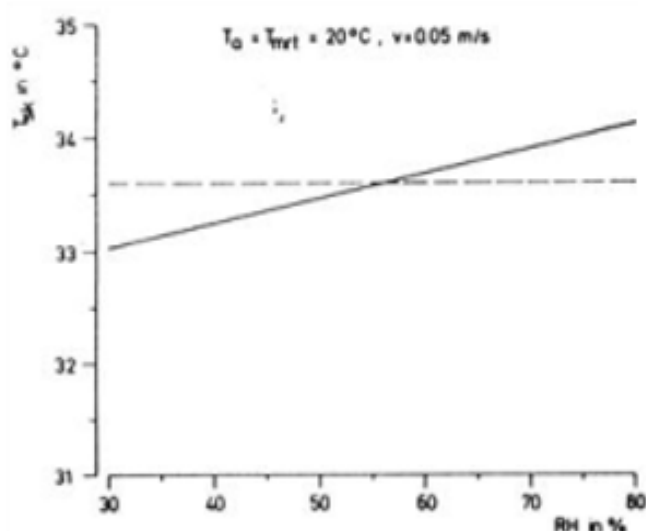
Οι μηχανισμοί της διάχυσης και της εξάτμισης εξαρτώνται άμεσα από τη σχετική υγρασία του αέρα. Αν το περιεχόμενο του αέρα είναι υψηλό σε υδρατμούς (σχετική υγρασία μεγαλύτερη από 60–70%) και η θερμοκρασία του αέρα υψηλή, το σώμα μας ενεργοποιεί το μηχανισμό της εφίδρωσης. Ωστόσο, η εξάτμιση του ιδρώτα είναι αδύνατη σε αέρα με υψηλό περιεχόμενο υδρατμών και έτσι ο ιδρώτας παραμένει στο δέρμα διαβρέχοντάς το. Η κατάσταση αυτή οδηγεί το σώμα μας στο να αισθάνεται τον αέρα πιο ζεστό απ' όσο πραγματικά είναι και η ατμόσφαιρα να μοιάζει να είναι κολλώδης. Αντίθετα, το μικρό περιεχόμενο υδρατμών του αέρα (σχετική υγρασία μικρότερη από 30%) καθιστά εφικτή την εξάτμιση μεγάλων ποσοτήτων υγρών, άρα και του ιδρώτα του δέρματος. Πέρα από τις παραπάνω επιδράσεις της υγρασίας, περαιτέρω έρευνες έχουν γίνει για την εξακρίβωση της σχέσης των τιμών της σχετικής υγρασίας με το δέρμα και την αναπνευστική οδό.

Η εικόνα 2 παρουσιάζει τη μέση θερμοκρασία του δέρματος σε σχέση με τη μεταβολή της σχετικής υγρασίας. Στο διάγραμμα φαίνεται καθαρά η μικρή επίδραση της σχετικής υγρασία στη μέση θερμοκρασία του δέρματος (50% μεταβολή σχετικής υγρασίας, επιφέρει μεταβολή 1,2–1,3 0C της μέσης θερμοκρασίας δέρματος). Σε γενικές γραμμές, η ανοσοποιητική ικανότητα του δέρματος μειώνεται όταν το δέρμα δεν υγραίνεται επαρκώς. Απ' την άλλη μεριά, το αίσθημα της δυσαρέσκειας

εμφανίζεται όταν το δέρμα είναι έντονα βρεγμένο υπό την παρουσία υψηλών θερμοκρασιών, υψηλής σχετικής υγρασίας και δραστηριότητας εντονότερης της καθιστικής.

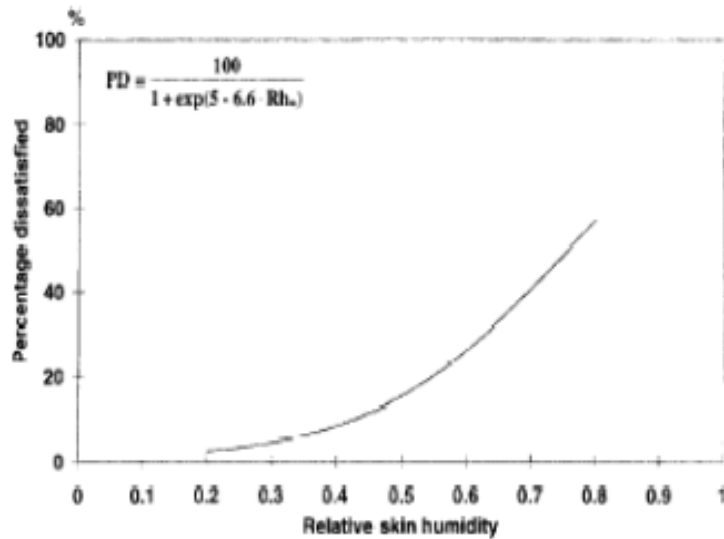
Η έννοια της διαβροχής του δέρματος μελετάται από το 1937, χρονιά κατά την οποία ο Gagge έδωσε τον παρακάτω ορισμό: 'η διαβροχή του δέρματος είναι η διαφορά μεταξύ της πραγματικής απώλειας θερμότητας λόγω εξάτμισης του ιδρώτα προς τη μέγιστη που μπορεί να επιτευχθεί υπό τις ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες'.

Εναλλακτικά, η διαβροχή του δέρματος μπορεί να οριστεί λαμβάνοντας υπόψη την επιφάνεια του σώματος που είναι καλυμμένο με ιδρώτα λόγω εφίδρωσης. Η διαβροχή του δέρματος δηλώνει την ένταση που επιβάλλεται στο θερμορυθμιστικό σύστημα του σώματος και αποτελεί πολύ καλό δείκτη δυσαρέσκειας.



Εικόνα 2 : Μεταβολή της σχετικής υγρασίας του αέρα και της μέσης θερμοκρασίας του δέρματος tsk.

Οι παραπάνω μηχανισμοί και μεγέθη μελετήθηκαν από τον John Toftum με στόχο τον προσδιορισμό του ορίου διαβροχής του δέρματος και των άνω ορίων σχετικής υγρασίας, ώστε να αποφευχθεί το αίσθημα της δυσαρέσκειας. Τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης απέδειξαν ότι η κατάσταση του δέρματος είναι λιγότερη αποδεκτή καθώς αυξάνεται η σχετική υγρασία του δέρματος. Η εικόνα 3 αναπαριστά ακριβώς αυτό το συμπέρασμα



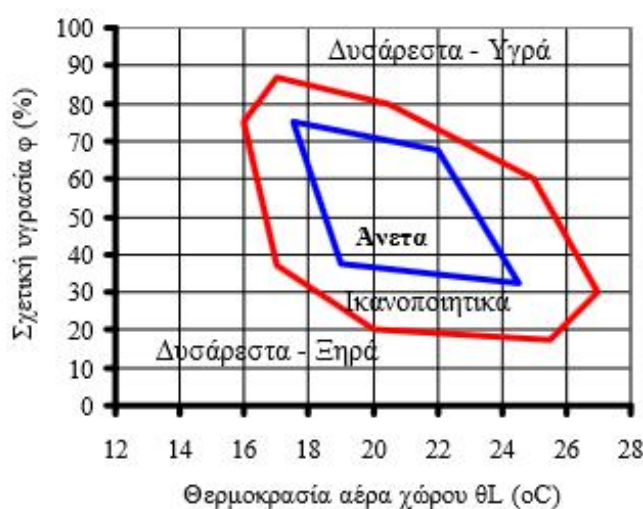
Εικόνα 3: Ποσοστό δυσαρεστημένων χρηστών, σε σχέση με τη σχετική υγρασία του δέρματος

Η επίδραση της υγρασίας του αέρα στην αναπνευστική οδό λαμβάνει χώρα για δύο λόγους. Πρώτον, οι βλεννώδεις μεμβράνες της αναπνευστικής οδού ψύχονται κατά την εισπνοή του αέρα. Η ψύξη αυτή παίζει κυρίαρχο ρόλο στην αντίληψη του θερμικού περιβάλλοντος. Δεύτερον, η αναπνευστική οδός δρα ως ένα σύστημα κλιματισμού που ρυθμίζει την υγρασία και τη θερμοκρασία του εισπνεόμενου αέρα, πριν αυτός φτάσει στους πνεύμονες. Το σημείο της αναπνευστικής οδού στο οποίο γίνεται ο κλιματισμός του αέρα εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το περιεχόμενο σε υδατμούς του εισπνεόμενου αέρα. Σε χαμηλούς ρυθμούς αναπνοής και τυπικές τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας, ο κλιματισμός του αέρα γίνεται στο άνω μέρος της αναπνευστικής οδού. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο μηχανισμός της ψύξης μέσω του εισπνεόμενου αέρα είναι ένας πολύπλοκος μηχανισμός στον οποίο λαμβάνει χώρα ανταλλαγή ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας μέσω εξάτμισης και μεταφοράς.

Σε υψηλή θερμοκρασία και υγρασία η ικανότητα της αναπνευστικής οδού για ψύξη του εισπνεόμενου αέρα μειώνεται και ο αέρας μοιάζει να είναι αποπνικτικός και θερμότερος απ' όσο πραγματικά είναι. Στην περίπτωση κατά την οποία η υγρασία του

αέρα είναι πολύ χαμηλή, ο κίνδυνος να ξηραθούν οι βλεννώδεις μεμβράνες είναι μεγάλος. Η ξηρότητα των μεμβρανών μειώνει την προστατευτική τους ισχύ και ο καθαρισμός του αέρα, μαζί με τον κλιματισμό του πριν αυτός φτάσει στους πνεύμονες, που γίνεται στην αναπνευστική οδό δεν είναι δυνατός.

Τα αποδεκτά όρια σχετικής υγρασίας του αέρα είναι λιγότερο σαφή από αυτά της θερμοκρασίας με το ανώτερο επιτρεπτό επίπεδό της να εξακολουθεί ακόμη να βρίσκεται υπό μελέτη. Όπως και στην περίπτωση της θερμοκρασίας του αέρα, τα αποδεκτά όρια της σχετικής υγρασίας για την επίτευξη θερμικής άνεσης εξαρτώνται από συνδυασμό παραμέτρων. Το ζήτημα της θερμικής άνεσης είναι λοιπόν πολυπαραγοντικό με τη θερμοκρασία του αέρα, ιδιαίτερα, να παίζει κρίσιμο ρόλο στον προσδιορισμό της αποδεκτής σχετικής υγρασίας. Ως αποτέλεσμα του παραπάνω γεγονότος, τα διαγράμματα θερμικής άνεσης όπως αυτά της σχετικής υγρασίας σε συνάρτηση της θερμοκρασίας (Εικόνα 4) οριοθετούν το πεδίο θερμικής ευεξίας και προσδιορίζουν το κατάλληλο ζεύγος τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.



Εικόνα 4: Διάγραμμα θερμικής άνεσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.

Σε σχέση με την ΠΕΑ, η σχετική υγρασία συνδέεται άμεσα διότι το δέρμα και η αναπνευστική οδός σχετίζονται με τον αέρα και το ποσό των υδρατμών που περιέχει. Αυτό οφείλεται αφενός στο γεγονός ότι η ανοσοποιητική ικανότητα του δέρματος μειώνεται όταν το δέρμα δεν υγραίνεται επαρκώς, αφετέρου διότι η ψύξη

των βλεννωδών μεμβρανών της αναπνευστικής οδού διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στην αντίληψη του θερμικού περιβάλλοντος και της ποιότητας του αέρα. Η αίσθηση του 'μπαγιάτικου' αέρα, η εντονότερη αίσθηση διάφορων οσμών, η ξηρότητα του δέρματος που προκαλεί φαγούρα, εξανθήματα και αλλεργικές αντιδράσεις, η δυσφορία από την αύξηση των δυνάμεων συνάφειας μεταξύ του δέρματος και των τινών των υφασμάτων των ρούχων είναι μερικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τη σχετική υγρασία. Η σχετική υγρασία είναι επίσης ιδιαίτερα κρίσιμη παράμετρος για την ΠΕΑ για το λόγο ότι πιθανή συμπύκνωση των υδρατμών του αέρα οδηγεί στην εμφάνιση μούχλας και αποτελεί ευνοϊκό περιβάλλον για το σχηματισμό και την ανάπτυξη μικροοργανισμών που απειλούν την υγεία των ανθρώπων

2.3.2 β Επιπτώσεις της υγρασίας στην υγεία

Συγκεκριμένα, μελέτη που δόθηκε πριν από λίγο καιρό στη δημοσιότητα από την 1η Πανεπιστημιακή Καρδιολογική Κλινική του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Ιπποκράτειο Νοσοκομείο), δείχνει σαφή συσχέτιση ανάμεσα στην υγρασία του χώρου και σε θανάτους από οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου. Στην υποενότητα αυτή θα εξεταστεί τι επισημαίνεται από την ιατρική ερευνητική ομάδα η οποία πραγματοποίησε τη μελέτη, καθώς και τι αποκαλύπτουν για τις επιπτώσεις της υγρασίας του χώρου σε διάφορες παθήσεις, άλλες μελέτες που έχουν γίνει κατά καιρούς.

· **Υγρασία και θάνατοι από οξύ έμφραγμα:** Σύμφωνα με τα συμπεράσματα της μελέτης που έγινε στην Πανεπιστημιακή Καρδιολογική Κλινική του Ιπποκράτειου Νοσοκομείου: την περίοδο του χειμώνα που υπάρχει αυξημένη υγρασία (72.6%), ο μέσος ημερήσιος αριθμός θανάτων από οξύ έμφραγμα ήταν περίπου 32% μεγαλύτερος σε σχέση με το καλοκαίρι.

Η εποχιακή αυτή διακύμανση αφορούσε κατά κύριο λόγο την ηλικιακή ομάδα των ατόμων που ήταν άνω των 70 χρόνων, μεταξύ των οποίων οι θάνατοι τον μήνα Δεκέμβριο ήταν κατά μέσο όρο διπλάσιοι από τον μήνα Ιούνιο. Τα στοιχεία της μελέτης έδειξαν ακόμα ότι οι άνδρες αντιπροσώπευαν το 86% εκείνων που απεβίωσαν και ήταν νεότεροι των 50 ετών, ενώ μεταξύ των άνω των 70 το 47,5% ήταν γυναίκες.

· **Υγρασία και αναπνευστικά προβλήματα:** Η έντονη υγρασία στην ατμόσφαιρα παίζει σημαντικό ρόλο και στην επιδείνωση μιας αλλεργικής κατάστασης, αφού προκαλεί μορφολογικές αλλοιώσεις στους κόκκους της γύρης, αυξάνοντας τις αναπνευστικές αλλεργίες και το άσθμα, σύμφωνα με την παθολόγο – αλλεργιολόγο, πρόεδρο της Ελληνικής Εταιρείας Αλλεργιολογίας και Κλινικής Ανοσολογίας Καλλιόπη Κόντου-Φίλη.

Επίσης, πολλές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί από την Ευρωπαϊκή Εταιρία, Αλλεργιολογίας και Κλινικής Ανοσολογίας, επισημαίνουν πως στα αναπνευστικά προβλήματα συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό οι μύκητες (εσωτερικών και εξωτερικών χώρων), που αναπτύσσονται από την υγρασία στους τοίχους. Οι μελέτες μάλιστα που έχουν γίνει διεθνώς δίνουν μεγάλη έμφαση στην έρευνα για τα ακάρεα και τους μύκητες των εσωτερικών χώρων, οι οποίοι βρίσκουν πρόσφορο έδαφος στα σπίτια που δεν αερίζονται καλά και έχουν πρόβλημα με την υγρασία στους τοίχους. Συνήθως, βρίσκονται σε χώρους με αυξημένη σχετική υγρασία (ντουλάπια, αποθήκες, κελάρια) αλλά και στα σαπισμένα φύλλα του κήπου.

· **Υγρασία και αρθρικά – ρευματισμοί:** Παρόλο που ο ακριβής μηχανισμός της σχέσης υγρασίας και αρθροπαθειών δεν είναι ακόμη γνωστός, φαίνεται να επηρεάζεται μια ομάδα υποδοχέων στις αρθρώσεις, οι οποίοι διεγείρουν την παραγωγή ουσιών που προκαλούν φλεγμονή και πόνο. Έτσι ο υγρός καιρός «χτυπά» το μυϊκό σύστημα και «πλήττει» τις αρθρώσεις κυρίως αυτών που υποφέρουν από μετατραυματικές αρθρίτιδες, αρθρικά και ρευματισμούς. Η υγρασία στην ατμόσφαιρα γίνεται αμέσως αντιληπτή από τους ρευματοπαθείς με πόνους στα άκρα. Δεν είναι λίγοι και αυτοί που παραπονούνται ότι τους πονά ένα παλιό κάταγμα ποδιού ή χεριού. Μελέτες επίσης αναφέρουν ότι όσοι ζουν σε υγρό περιβάλλον κοντά στη θάλασσα -όπως για παράδειγμα στα νησιά και τα παράλια του Ιονίου- συχνά σχετίζονται με εκφυλιστικές αλλοιώσεις του μυοσκελετικού συστήματος (άλατα). Τις αλλοιώσεις αυτές μερικοί μπορεί να τις παρουσιάσουν μετά τα τριάντα τους, γι αυτό ορισμένοι νέοι άνθρωποι όταν ο καιρός αλλάζει παραπονιούνται για πόνους στα χέρια και στα πόδια

· **Υγρασία και πονοκέφαλοι:** Στατιστικά έχει βρεθεί ότι η συχνότητα των κρίσεων ημικρανίας και γενικά των πονοκεφάλων επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την υγρασία. Στις βόρειες και υγρές περιοχές της Ελλάδας π.χ., αναφέρουν κεφαλαλγίες περισσότεροι κάτοικοι από ότι σε άλλες περιοχές με

λιγότερη υγρασία όπως λ.χ. στην Πελοπόννησο. Ο υγρός καιρός μπορεί να δημιουργήσει κρίσεις ημικρανίας όχι μόνο σε αυτούς που υποφέρουν από πονοκεφάλους αλλά και σε άτομα που δεν αντιμετωπίζουν τέτοιο πρόβλημα.

- **Υγρασία και δερματοπάθειες:** Η υγρασία επιδεινώνει και ορισμένα δερματικά προβλήματα όπως την ακμή και τις μυκητιάσεις. Και αυτό γιατί τόσο ο σταφυλόκοκκος (που ενοχοποιείται για την ακμή) όσο και οι μύκητες αγαπούν το υγρό περιβάλλον. Το σχολαστικό σκούπισμα και η σωστή φροντίδα του δέρματος, είναι τα μόνα που σε αυτές τις περιπτώσεις βοηθούν.

- **Υγρασία και ξερόβηχας:** Οι απότομες αλλαγές του καιρού, κυρίως η αύξηση της υγρασίας, φαίνεται ότι κόβουν την ανάσα ατόμων με χρόνια αναπνευστικά προβλήματα, όπως το βρογχικό άσθμα. Μπορεί, όμως, να αποτελέσουν και την αφορμή για να ανακαλύψετε μια ευαισθησία του αναπνευστικού σας συστήματος. Αν, για παράδειγμα, βγείτε από ένα ζεστό περιβάλλον έξω στην υγρή ατμόσφαιρα και σας πιάσει ξερόβηχας, ο οποίος θα σταματήσει αργότερα αλλά θα επανέλθει την επόμενη μέρα, τότε αυτό μπορεί να είναι ένδειξη ενός ήπιου άσθματος ή υπερευαισθησίας του αναπνευστικού.

Μελέτες που προέρχονται από το Εργαστήριο Υγρασίας του Ελληνικού Ινστιτούτου Μετρολογίας (ΕΙΜ) δείχνουν ότι το ποσοστό υγρασίας ενός σπιτιού είναι συχνά μεγαλύτερο από εκείνο του εξωτερικού περιβάλλοντος, διότι σε αυτό προστίθεται και η υγρασία που παράγεται από το μπάνιο και την κουζίνα αλλά και αυτή που βρίσκεται μέσα στους τοίχους του σπιτιού. Τα φυτά επίσης παράγουν υγρασία στο σπίτι. Κατά τους ψυχρούς μήνες τα ιδανικά επίπεδα υγρασίας σε ένα σπίτι είναι γύρω στο 30-50%.

Βάση των ανωτέρων γίνεται εύκολα κατανοητό πως ένας υγρός τοίχος δεν είναι μόνο αντιαισθητικός στο μάτι του ανθρώπου, ή επηρεάζει αρνητικά στην αίσθηση της άνεσης ενός χώρου, αλλά αυξάνει τον κίνδυνο πολλών ασθενειών εξαιτίας της υγρασίας και την επιβάρυνση που έχει στον αέρα, συνεπώς στο κλίμα του χώρου που ζούμε.

2.3.3 Θερμοκρασία

2.3.3 α Εισαγωγή

Ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός ενός κτιρίου θα πρέπει να έχει ως στόχο τη βελτιστοποίηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο εσωτερικό του. Οι παράμετροι που θα μας απασχολήσουν σε αυτή την ενότητα οριοθετούν τη θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου. Ως θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση του μυαλού κατά την οποία ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή του εσωτερικού περιβάλλοντος και εκφράζει ικανοποίηση με τις επικρατούσες θερμικές συνθήκες. Από τον ορισμό της θερμικής άνεσης είναι εμφανές ότι η κατάσταση στην οποία ένα άτομο αισθάνεται θερμικά άνετα έχει υποκειμενικό χαρακτήρα. Έτσι στον ίδιο χώρο είναι δυνατόν κάποιο άτομο να εκφράζει την ικανοποίησή του για τις θερμικές συνθήκες, ενώ κάποιο άλλο άτομο τη δυσαρέσκειά του. Η λέξη άνεση εμπεριέχει ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων που την ορίζουν κάθε φορά για κάθε άτομο. Πέρα από τους παράγοντες που συνδέονται με την κοινωνική και ψυχολογική κατάσταση του ατόμου, προκειμένου να αξιολογηθεί η θερμική άνεση και επομένως να αποκτήσει και αντικειμενικό χαρακτήρα, ορίστηκαν οι φυσικές παράμετροι οι οποίες την επηρεάζουν (Πίνακας 1).

Πίνακας 1 : Παράμετροι που επηρεάζουν τη θερμική άνεση.

Φυσικές παράμετροι

1. Θερμοκρασία του αέρα [0C]
2. Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών [0C]
3. Η υγρασία και η σχετική υγρασία του αέρα [Pa]
4. Η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα [m/s]
5. Χωροταξική κατανομή των παραπάνω μεγεθών

Βιολογικές παράμετροι

1. Το φύλλο των χρηστών του χώρου
2. Η ηλικία των χρηστών του χώρου
3. Οι συνήθειες των χρηστών του χώρου

Εξωτερικές παράμετροι.

1. Το είδος των δραστηριοτήτων των χρηστών του χώρου [met] (1 met = 58,15 W/m²)

2. Ο τύπος του ρουχισμού των χρηστών του χώρου [clo] ($1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ 0C/W}$)

Όλες οι παραπάνω παράμετροι, και κυρίως οι φυσικές, επηρεάζουν τη ροή ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας από τον άνθρωπο προς το περιβάλλον και αντίστροφα. Ο άνθρωπος διαθέτει μηχανισμούς, οι οποίοι έχουν ως στόχο τη διατήρηση της θερμική κατάσταση του σώματος σταθερή και την προσαρμογή της στις συνθήκες του περιβάλλοντος. Εξισορροπώντας τα θερμικά κέρδη και τις απώλειες θερμότητας (μεταβολισμός, εφίδρωση), το σώμα μας καθορίζει την αναφερθείσα ροή θερμότητας.

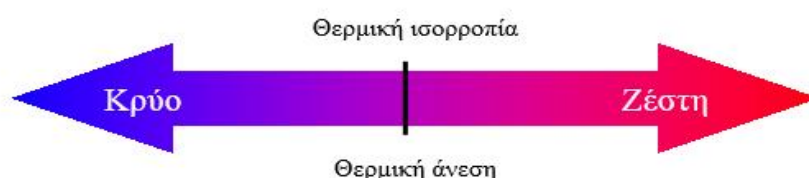
23.3β Η φυσιολογία της θερμικής άνεσης

Το ανθρώπινο σώμα διαθέτει ένα αποτελεσματικό σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας, η οποία διατηρείται περίπου στους 37°C . Όταν η θερμοκρασία του σώματος αρχίσει να αυξάνεται, είτε λόγω κλιματολογικών συνθηκών είτε λόγω έντονης δραστηριότητας, δύο μηχανισμοί ενεργοποιούνται για την ελάττωσή της. Πρώτον, τα αιμοφόρα αγγεία διαστέλλονται αυξάνοντας τη ροή του αίματος στο δέρμα, ώστε να αυξηθούν οι απώλειες μέσω αγωγής και ακτινοβολίας και δεύτερον αρχίζει η λειτουργία της εφίδρωσης. Η εφίδρωση και το αποτέλεσμά της, η ψύξη μέσω εξάτμισης, είναι ο βασικός μηχανισμός ψύξης του δέρματος. Η αύξηση ενός βαθμού στη θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος, μπορεί να ενεργοποιήσει το μηχανισμό της εφίδρωσης που τετραπλασιάζει τη μετάδοση θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα προς το περιβάλλον.

Όταν η θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος αρχίσει να μειώνεται, τα αιμοφόρα αγγεία συστέλλονται, μειώνοντας τη ροή του αίματος στο δέρμα, ώστε να μειωθεί η απώλεια θερμότητας μέσω αγωγής και ακτινοβολίας. Στη συνέχεια, η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος αυξάνεται με την αύξηση των εσωτερικών καύσεων, την ενεργοποίηση των μυών και την εμφάνιση ρίγους. Η κίνηση αυτή των μυών αυξάνει τις καύσεις, άρα και την παραγόμενη από το σώμα θερμότητα. Το σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας του σώματος λαμβάνει υπόψη εκτός από τα αισθητήρια όργανα του δέρματος και τα αισθητήρια όργανα του υποθαλάμου. Τα αισθητήρια όργανα του υποθαλάμου είναι υπεύθυνα για την ενεργοποίηση των μηχανισμών ψύξης του σώματος, όταν η θερμοκρασία του ξεπεράσει τους 37°C . Τα

αισθητήρια όργανα του δέρματος ενεργοποιούν τους αμυντικούς μηχανισμούς του σώματος, όταν η θερμοκρασία του μειωθεί κάτω από τους 34°C.

Τα αποτελέσματα λοιπόν της επίδρασης των περιβαλλοντικών παραγόντων γίνονται αισθητά από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του δέρματος και το είδος των σημάτων που λαμβάνει ο εγκέφαλος από τα αισθητήρια όργανα του δέρματος. Ο άνθρωπος θεωρεί το περιβάλλον του θερμικά άνετο όταν δεν υπάρχει κάποιο σήμα από τα αισθητήρια όργανα για πτώση ή άνοδο της θερμοκρασίας του σώματος. Αυτή η κατάσταση μπορεί να περιγραφεί ως θερμική ισορροπία (Εικόνα 5). Έτσι, σε μια τέτοια κατάσταση ένα άτομο δεν αισθάνεται ούτε κρύο ούτε ζέστη.



Εικόνα 5: Κατάσταση θερμικής ισορροπίας.

Σύμφωνα με τη φυσιολογία, η θερμοκρασία του δέρματος είναι ο κατάλληλος δείκτης για τη θερμική αίσθηση του περιβάλλοντος. Η θερμική άνεση όμως είναι μια ολοκληρωτική μονάδα και απεικονίζει τη συνολική θερμική κατάσταση του σώματος. Συμπληρωματικά, έχει προταθεί η εισαγωγή και άλλων φυσικών παραμέτρων για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης όπως:

- Η μέση θερμοκρασία δέρματος.
- Ο ρυθμός εφίδρωσης.
- Η ξηρότητα του δέρματος
-

2.3.3γ Επιπτώσεις από ακατάλληλη θερμοκρασία του χώρου εργασίας

• Θερμικό περιβάλλον

Όταν έχουμε κυρίως επαγγελματική έκθεση σε θερμό περιβάλλον, το οποίο προκαλεί παρατεταγμένη ή μεγάλη θερμική καταπόνηση στον οργανισμό, παρουσιάζονται διάφορες παθολογικές καταστάσεις, οι οποίες οφείλονται, είτε στην εξασθένιση της θερμορρύθμισης, είτε στις διαταραχές των βοηθητικών μηχανισμών αυτής, είτε ακόμη στις λειτουργικές αλλοιώσεις των οργάνων που συγκατέχουν.

Αυτές οι καταστάσεις, κατατάσσονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες φυσιοπαθολογικών εκδηλώσεων, σύμφωνα και με την ταξινόμηση που πρότεινε ο Minard το 1976.

Ø Διαταραχές της θερμορύθμισης

Η λειτουργική εξάντληση των μηχανισμών της θερμορρύθμισης, προκαλεί την άνοδο της κεντρικής θερμοκρασίας, άνω των 40,5 °C, με ταυτόχρονη καταστολή των μηχανισμών της εφίδρωσης. Αυτή η λειτουργική εξάντληση, εκδηλώνεται κύρια με δύο παθολογικές καταστάσεις, την θερμοπληξία και την υπερπυρεξία. Η θερμοπληξία, μπορεί να εκδηλωθεί, είτε σταδιακά με πρόδρομα συμπτώματα, είτε με οξύ τρόπο χωρίς καμία προειδοποίηση.

- Στην πρώτη περίπτωση, εκδηλώνεται με αίσθημα ανυπόφορης θερμότητας, ακολουθεί γενική εξάντληση, κεφαλαλγία και ναυτία συνοδευόμενη από εμετούς. Η συμπτωματολογία ολοκληρώνεται ή στις πρώτες δύο με τρεις ώρες από την εμφάνισή της ή το αργότερο εντός 48 ωρών. Στην οξεία εμφάνισή του, το σύνδρομο εκδηλώνεται με χαρακτηριστικά συμπτώματα, όπως η άνοδος της εσωτερικής θερμοκρασίας του σώματος, η πλήρης καταστολή των μηχανισμών εφίδρωσης, η πτώση της αρτηριακής πίεσης, οι διαταραχές του ψυχισμού, οι σπασμοί και το κώμα. Εμφανίζονται επίσης, ερυθρότητα, ξηρότητα και υπερθερμία του δέρματος. Η πρόγνωση είναι πολλές φορές μοιραία, όπως αποδεικνύει ο υψηλός δείκτης θνητότητας που χαρακτηρίζει το σύνδρομο και ο οποίος προσεγγίζει το 21%.

- Η υπερπυρεξία, χαρακτηρίζεται και αυτή από την άνοδο της εσωτερικής θερμοκρασίας του σώματος, που μπορεί να υπερβεί τους 40,5 °C, καθώς επίσης και από την πλήρη καταστολή των μηχανισμών της εφίδρωσης. Τα συμπτώματα αυτά, συνοδεύονται από υπερκινητικότητα και κατάσταση παραληρήματος. Η υπερπυρεξία, θεωρείται από πολλούς ερευνητές πρόδρομος της θερμοπληξίας, καθώς και τα δύο σύνδρομα χαρακτηρίζονται από την τριάδα των συμπτωμάτων, διαταραχές της ψυχικής σφαίρας και του κεντρικού νευρικού συστήματος, άνοδος της θερμοκρασίας του σώματος και πλήρης καταστολή των μηχανισμών της εφίδρωσης. Η διαφορά τους όμως, εστιάζεται στη βαρύτητα με την οποία εκδηλώνονται οι ψυχικές και νευρολογικές διαταραχές. Αυτή η βαρύτητα, εξαρτάται όχι από τα επίπεδα της εσωτερικής θερμοκρασίας, αλλά από το χρονικό διάστημα έκθεσης του εγκεφάλου στην υψηλή θερμοκρασία. Η θερμοπληξία,

εκδηλώνεται με σαφώς βαρύτερα νευρολογικά συμπτώματα από την υπερπυρεξία, γεγονός που σημαίνει ότι στο θερμοπληκτικό σύνδρομο, ο εγκέφαλος εκτέθηκε για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στην υψηλή θερμοκρασία του σώματος. Η υπερπυρεξία, αντιμετωπίζεται με την μεταφορά του παθόντος σε δροσερό περιβάλλον και την άμεση ιατρική φροντίδα, με την αποκατάσταση του υδροηλεκτρολυτικού ισοζυγίου του. Η πλήρης αποκατάσταση της ομοιόστασης, μπορεί να χρειαστεί περισσότερο από μία εβδομάδα.

· **Θερμική συγκοπή (θερμική λιποθυμία).** Ορίζεται ως η θερμική συγκοπή (λιποθυμία), η παροδική και αιφνίδια απώλεια της συνείδησης, η οποία κατά κύριο λόγο οφείλεται σ' ένα ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, λόγω μειωμένης αιματικής παροχής. Η πτώση της αιματικής παροχής στον εγκέφαλο, εξαρτάται είτε από την μείωση της καρδιακής ικανότητας είτε από μία περιφερειακή αγγειοδιαστολή, που προκαλεί στάση και υπόταση. Η θερμική συγκοπή, εκδηλώνεται στα άτομα που εργάζονται σ' ένα πολύ θερμό εργασιακό περιβάλλον και συνοδεύεται από υπερθερμία (η κεντρική θερμοκρασία του σώματος πλησιάζει τους 39 °C), ωχρότητα, ζαλάδες, γενική εξάντληση, ταχυκαρδία και λιποθυμία. Το λιποθυμικό επεισόδιο που χαρακτηρίζει την θερμική συγκοπή, μπορεί να εμφανιστεί επίσης και σε άτομα τα οποία εργάζονται στην ορθή στάση σε μέτρια επίπεδα θερμοκρασίας, χωρίς όμως να παρατηρηθεί αύξηση της κεντρικής θερμοκρασίας του σώματος (υπερθερμία). Η παθογένεση, τα κλινικά συμπτώματα, καθώς και η ιατρική φροντίδα των διαταραχών του υδροηλεκτρολυτικού ισοζυγίου, εξαρτώνται κύρια από τις αιτίες που προκάλεσαν αυτές τις διαταραχές. Το υδατικό έλλειμμα, οφείλεται κύρια στη μη επαναπρόσληψη του ύδατος που χάθηκε με την εφίδρωση. Τα βασικά συμπτώματα της αφυδάτωσης, μπορούν να εμφανιστούν μετά από σχετικά μικρό χρονικό διάστημα βαριάς εργασίας σε θερμό περιβάλλον και εφόσον απολεσθεί το 5% του συνολικού υδατικού όγκου (η εφίδρωση 1 λίτρου ιδρώτα, αντιστοιχεί στην απώλεια του 2,5% του συνολικού υδατικού όγκου, για έναν ενήλικα βάρους 75 Kg και ύψους 175 cm).

Η αφυδάτωση, εκδηλώνεται με έντονο αίσθημα δίψας, ταχυκαρδία, καταστολή των μηχανισμών της εφίδρωσης και νοητική σύγχυση. Το ηλεκτρολυτικό έλλειμμα, οφείλεται στη μη επαναπρόσληψη του νατρίου που χάθηκε με τον ιδρώτα. Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα που παρουσιάζει το έλλειμμα του νατρίου, εκδηλώνονται κυρίως μετά από 7 με 8 ημέρες επαγγελματικής έκθεσης σ' ένα θερμό περιβάλλον και εντοπίζονται στη γενική

εξάντληση, στις κράμπες (οξείς μυϊκοί πόνοι), στη βραδυκαρδία, στις ζαλάδες και στους εμετούς.

- **Ψυχρό περιβάλλον**

Όταν ο ανθρώπινος οργανισμός εκτίθεται σ' ένα πολύ ψυχρό εργασιακό περιβάλλον, μπορούν να υπάρξουν διαταραχές στους μηχανισμούς της θερμορρύθμισης, εφ' όσον το ποσόν της θερμότητας που αποδίδεται μέσω των παθητικών μηχανισμών της θερμοαποβολής στο περιβάλλον, είναι μεγαλύτερο από το ποσόν της θερμότητας που παράγει ενδογενώς ο οργανισμός. Αυτό το αρνητικό θερμικό ισοζύγιο, οδηγεί σε μία μείωση της κεντρικής θερμοκρασίας του οργανισμού (υποθερμία), που προκαλεί διαταραχές στο κεντρικό νευρικό σύστημα και το μυοκάρδιο, καθώς επίσης και στο κέντρο της αναπνοής που βρίσκεται στον προμήκη μυελό.

Η επίμονη και συνεχής ενεργοποίηση των μηχανισμών της θερμορρύθμισης, για την παραγωγή και εξοικονόμηση θερμότητας, επηρεάζει αρνητικά και τις επιφάνειες του σώματος που είναι εκτεθειμένες στο ψυχρό εργασιακό περιβάλλον, οι οποίες μπορούν να παρουσιάσουν ανατομικές και ιστολογικές αλλοιώσεις. Τα κρυοπαγήματα, αποτελούν ιστολογικές αλλοιώσεις, που οφείλονται κατά κύριο λόγο στην ισχαιμία που προκαλεί η έντονη αγγειοσυστολή. Πρέπει να σημειωθεί ότι, η συχνή εναλλαγή θερμοκρασιακών καταστάσεων (ζέστη - κρύο), ευθύνεται για την εκδήλωση παθολογιών του μυϊκού (ψύξεις), καθώς επίσης και για την ανάπτυξη διάφορων μικροβιακών νοσημάτων του αναπνευστικού συστήματος.

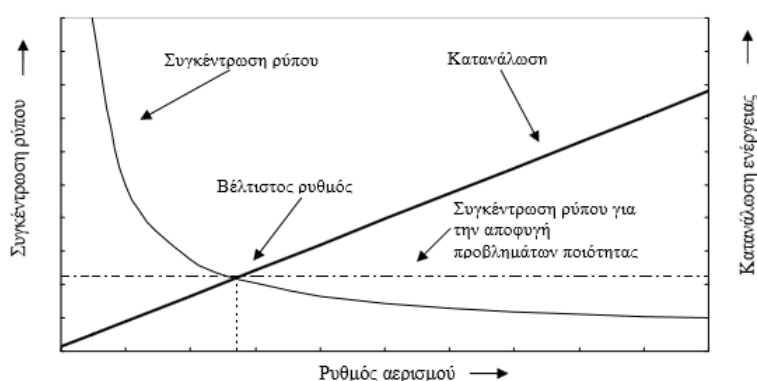
2.3.4 Αερισμός

2.3.4^α Εισαγωγή

Ο αερισμός είναι ο μηχανισμός κατά τον οποίο παρέχεται καθαρός αέρας σε έναν εσωτερικό χώρο. Ο αερισμός των χώρων ενός κτιρίου έχει ως στόχο να ικανοποιήσει τις ανάγκες των χρηστών του χώρου σε οξυγόνο, να απομακρύνει και διαλύσει τις δυσάρεστες οσμές και ρύπους ελέγχοντας με αυτόν τον τρόπο τη ρύπανση του εσωτερικού χώρου και τέλος να παρέχει θερμική άνεση με βάση το ανθρώπινο ισοζύγιο θερμότητας. Από τους παραπάνω στόχους του αερισμού είναι σαφές πως ο τελευταίος αποτελεί κρίσιμη παράμετρο του σχεδιασμού των κτιρίων

για την επίτευξη και διασφάλιση ικανοποιητικής ποιότητας εσωτερικού αέρα και θερμικής άνεσης. Ως εκ τούτου, ο ανεπαρκής αερισμός συνδέεται με την εμφάνιση συμπτωμάτων υγείας στα κτίρια. Για παράδειγμα, μειωμένος ρυθμός αερισμού σχετίζεται με αυξημένη βακτηριολογική συγκέντρωση. Αν και τα συμπτώματα του Συνδρόμου των Άρρωστων Κτιρίων λαμβάνουν χώρα για οποιοδήποτε ρυθμό αερισμού, η συσχέτιση ρυθμού αερισμού και εμφάνισης συμπτωμάτων υγείας εξασθενίζει όταν ο ρυθμός αερισμού είναι μεγαλύτερος από 10 l/s και άτομο.

Ο απαιτούμενος ρυθμός αερισμού για την επίτευξη ικανοποιητικής ΠΕΑ εξαρτάται από το ποσότητα και τη φύση του ρύπου που βρίσκεται στον χώρο. Ωστόσο, ένας χώρος περιέχει περισσότερους από έναν ρύπους και ένας ρύπος παράγεται συνήθως από περισσότερες από μία πηγές. Συνεπώς, ο ρυθμός αερισμού εξαρτάται από την απαιτούμενη ποσότητα αερισμού για τον έλεγχο του επικρατέστερου ρύπου. Αντίστοιχα η συγκέντρωση του ρύπου είναι συνάρτηση του ρυθμού εκπομπής ρύπων και του ρυθμού με τον οποίο αερίζεται ο χώρος. Η σχέση του ρυθμού αερισμού και της συγκέντρωσης του ρύπου παρουσιάζεται στην εικόνα 5, στην οποία φαίνεται πως η αύξηση του ρυθμού αερισμού συνεπάγεται μείωση της συγκέντρωσης του ρύπου. Βέβαια η αύξηση της ποσότητας αέρα οδηγεί αναπόφευκτα σε αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας για τη διαχείρισή του.

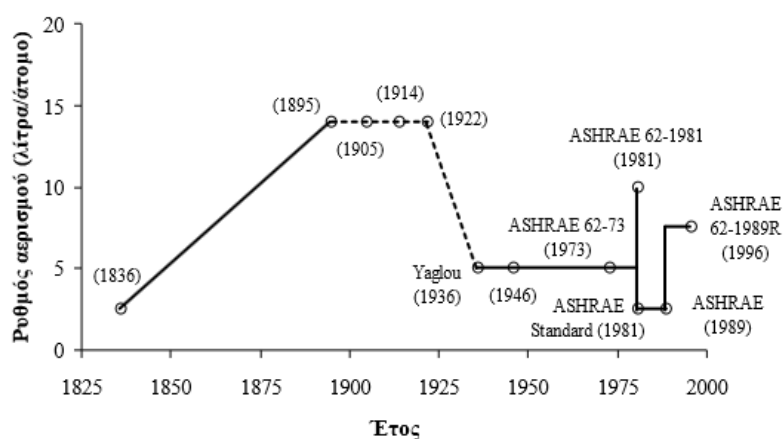


Εικόνα 6 : Ο έλεγχος του επικρατέστερου ρύπου και η σχέση συγκέντρωσης ρύπου, ρυθμού αερισμού και κατανάλωσης ενέργειας .

Η σημασία του αερισμού στην επίτευξη ικανοποιητικών επιπέδων ΠΕΑ αντικατοπτρίζεται στην ανάπτυξη οδηγιών και κανονισμών ΠΕΑ για τον προσδιορισμό του ενδεικνυόμενου ρυθμού αερισμού ανά χρήση κτιρίου. Στην εικόνα 6 παρουσιάζεται η μεταβολή του ρυθμού αερισμού στις ΗΠΑ σε σχέση με το χρόνο. Καθώς στο πέρασμα του χρόνου οι δυνατότητες έρευνας των ζητημάτων ΠΕΑ κατέστησαν πιο αποτελεσματικές, νέα και πιο έγκυρα στοιχεία συλλέχθηκαν και οδήγησαν στην αύξηση του ρυθμού αερισμού. Ωστόσο, σύμφωνα και με το Διάγραμμα 9 αυξημένοι ρυθμοί αερισμού συνεπάγονται υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας και συνεπώς λόγω των κατά καιρών πολιτικών εξοικονόμησης ενέργειας, ιδιαίτερα τις δύο περιόδους της πετρελαϊκής κρίσης, ακολουθήθηκε η στρατηγική μείωσης του αερισμού για λόγους μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια. Η ελάττωση του ρυθμού αερισμού συνοδεύτηκε τότε από αύξηση των συμπτωμάτων του ΣΑΚ.

Αν και ο ρυθμός αερισμού δεν επιδρά άμεσα στην υγεία των ανθρώπων, εν τούτοις επηρεάζει τις εσωκλιματικές συνθήκες συμπεριλαμβανομένου και τις συγκεντρώσεις των αέριων ρύπων που βρίσκονται στο εσωτερικό των κτιρίων οι οποίες είναι ικανές να επιδράσουν στην υγεία και αίσθηση της ΠΕΑ. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά τα σημαντικότερα ευρήματα σε ότι αφορά τα αποτελέσματα στον άνθρωπο (μεταδοτική ασθένεια του αναπνευστικού ή βραχυχρόνια απουσία, συμπτώματα ΣΑΚ και αίσθηση λιγότερο ικανοποιητικής ΠΕΑ) του ρυθμού αερισμού για ένα σημαντικό αριθμό μελετών. Όσον αφορά τα συμπτώματα του ΣΑΚ, σε 20 από τις 27 ανασκοπημένες μελέτες παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση ενός ή περισσότερων συμπτωμάτων του ΣΑΚ με μείωση του ρυθμού αερισμού. Μάλιστα ο κίνδυνος εμφάνισης συμπτωμάτων του ΣΑΚ μειώνεται ακόμα και αν ο ρυθμός αερισμού υπερβεί τα 9 λ/δευτ. ανά άτομο, που αποτελούν το ελάχιστο όριο που συστήνει το πρότυπο ANSI/ASHRAE Standard 62-1999. Ωστόσο, το όφελος από την αύξηση του ρυθμού αερισμού πέρα από τα 9 λ/δευτ. ανά άτομο είναι λιγότερο σημαντικό σε σύγκριση με αυτό της αύξησης του ρυθμού αερισμού ως 9 λ/δευτ. ανά άτομο. Στο ίδιο μήκος κύματος κινούνται και τα αποτελέσματα που αφορούν στην αίσθηση της ΠΕΑ. Εφτά στις οκτώ μελέτες δείχνουν πως η μείωση του ρυθμού αερισμού χειροτερεύει την αίσθηση της ΠΕΑ σημαντικά ή διαφορετικά η αύξηση του ρυθμού αερισμού επιδρά θετικά στην αίσθηση της ΠΕΑ.

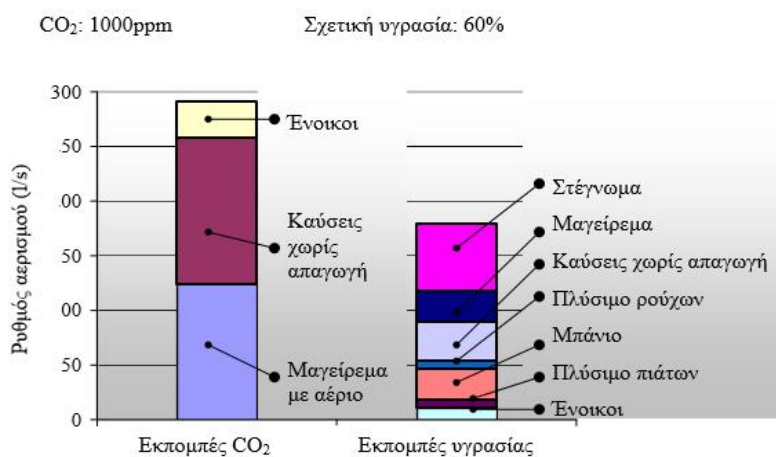
Στην ίδια μελέτη διερευνήθηκε η σχέση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα και των συμπτωμάτων του ΣΑΚ. Σε περισσότερες από τις 21 μελέτες που ανασκοπήθηκαν, διαπιστώθηκε πως αυξημένη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί δείκτη της αποτελεσματικότητας του αερισμού, όπου υψηλή συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα υποδηλώνει ανεπαρκή αερισμό) συσχετίζεται σημαντικά με την αύξηση των συμπτωμάτων υγείας. Ο ρυθμός αερισμού που απαιτείται για τη μείωση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα και της σχετικής υγρασίας στα επιτρεπτά από τους κανονισμούς και τις οδηγίες ΠΕΑ επίπεδα υπολογίστηκε για διάφορες οικιακές δραστηριότητες και παρουσιάζεται στην εικόνα 7.



Εικόνα 6: Μεταβολή του ρυθμού αερισμού στις ΗΠΑ σε σχέση με το χρόνο.

Πίνακας 2: Σύνοψη των σημαντικότερων ευρημάτων σε ότι αφορά τα αποτελέσματα στον άνθρωπο του ρυθμού αερισμού.

Αποτέλεσμα	Αριθμός μελετών ή αποτιμήσεων	Αριθμός μελετών χειροτέρευσης (βελτίωσης) αποτελέσματος σε χαμηλότερους ρυθμούς αερισμού	Αύξηση αποτελέσματος σε χαμηλότερους (υψηλότερους) ρυθμούς αερισμού
Μεταδοτική ασθένεια του αναπνευστικού ή βραχυγρόνια απουσία	4	4 (0)	51%, 53%, 94%, 120% ως 370% (μη διαθέσιμο)
Συμπτώματα ΣΑΚ	27	20 (3)	Συνήθως 10% ως 100%, >80% σε 9 μελέτες (54% ως 420%)
Αίσθηση λιγότερο ικανοποιητικής ΠΕΑ	8	7 (1)	60% ως 180% (53%)



Εικόνα 7: . Τυπικοί ρυθμοί αερισμού για τη διαχείριση ποικίλων οικιακών δραστηριοτήτων

2.3.4β Αποτελεσματικότητα αερισμού

Αν και ο ρυθμός αερισμού, αυτός καθαυτός, δεν αποτελεί το μοναδικό παράγοντα καθορισμού της ικανότητας του αερισμού για την επίτευξη ικανοποιητικής ποιότητας εσωτερικού αέρα, αλλά η εκπλήρωση των στόχων του επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό και από το προφίλ της ροής του αέρα.

Η επάρκεια του αερισμού λοιπόν εξαρτάται τόσο από τον ρυθμό αερισμού όσο και από το προφίλ της ροής του αέρα που είναι αποτέλεσμα των χαρακτηριστικών του χώρου και του συστήματος αερισμού. Για τον λόγο αυτό εισήχθη η έννοια της αποτελεσματικότητας του αερισμού η οποία αφορά

ουσιαστικά σε μία σειρά παραμέτρων και δεικτών που χαρακτηρίζουν την ανάμιξη του αέρα και τη διανομή των ρύπων μέσα στο χώρο, δηλαδή το κατά πόσο το σύστημα αερισμού εκπληρώνει τις σχετικές απαιτήσεις. Στην πραγματικότητα αυτό που ενδιαφέρει πρωτίστως είναι η ποιότητα του αέρα στη ζώνη αναπνοής. Ένας τρόπος ποσοτικοποίησης της αποτελεσματικότητας του αερισμού είναι η ικανότητά του να απομακρύνει τους ρύπους που παράγονται στο εσωτερικό ενός χώρου μετρώντας τη συγκέντρωση στην απαγωγή και συγκρίνοντάς την με τη μέση συγκέντρωση στο χώρο. Ωστόσο, επειδή ένα σύστημα αερισμού σπανίως δημιουργεί στο χώρο μια κατάσταση πλήρους ανάμιξης του αέρα και οι πηγές ρύπων δεν είναι γνωστές ή σταθερές, ο τρόπος αυτός δεν είναι πάντα ο καταλληλότερος. Μια άλλη μέθοδος ποσοτικοποίησης της αποτελεσματικότητας του αερισμού είναι η ικανότητα εναλλαγής του αέρα στο χώρο. Γενικότερα λοιπόν η αποτελεσματικότητα του αερισμού βασίζεται στην εκτίμηση της ‘ηλικίας’ του αέρα και στην κατανομή της συγκέντρωσης του ρύπου στον αέρα. Οι δείκτες αφορούν είτε σε μέσες τιμές στο χώρο είτε σε τιμές σε συγκεκριμένο σημείο ή περιοχή του χώρου. Οι τελευταίοι είναι πολύ σημαντικοί διότι επισημαίνουν περιοχές όπου τοπικά ο αερισμός χαρακτηρίζεται ανεπαρκής. Συνοπτικά, οι σχέσεις των δύο κατηγοριών δεικτών είναι:

Αποτελεσματικότητα απομάκρυνσης ρύπου (Contaminant Removal Effectiveness, CRE):

Αποτελεσματικότητα απομάκρυνσης ρύπου = $\frac{\text{Συγκέντρωση στην απαγωγή}}{\text{Μέση συγκέντρωση στο χώρο}}$

Απόδοση εναλλαγής αέρα = $\frac{\text{Ο ελάχιστος δυνατός χρόνος εναλλαγής αέρα}}{\text{Πραγματικός χρόνος εναλλαγής αέρα}}$

Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας του αερισμού πραγματοποιείται με πειραματικές μεθόδους, ωστόσο η μοναδικότητα κάθε χώρου συχνά περιορίζει την εφαρμογή των αποτελεσμάτων τους ευρέως. Την παραπάνω αδυναμία έρχεται να καλύψει τα τελευταία χρόνια υπολογιστική ρευστομηχανική (Computational Fluid Dynamics) με την οποία μπορούν να προβλεφθούν η ροή αέρα και η μεταφορά ρύπων σε κάθε σημείο ενός χώρου.

2.3.4γ Τεχνικές αερισμού

Ο αερισμός των χώρων στα κτίρια γίνεται κυρίως με δύο τρόπους:

α) τον φυσικό αερισμό με τον οποίο δε γίνεται χρήση μηχανικών μέσων για την ψύξη, τον κλιματισμό, ή την κυκλοφορία του αέρα στους χώρους του κτιρίου αλλά επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του ανέμου και τη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος και

β) τον μηχανικό αερισμό με τον οποίο γίνεται χρήση τοπικών ή κεντρικών μηχανικών μέσων για την ψύξη ή τον κλιματισμό ή την κυκλοφορία του αέρα στους χώρους του κτιρίου. Ο φυσικός αερισμός, διαμπερής ή μη, επιτυγχάνεται είτε κατά τη διάρκεια της ημέρας και λειτουργίας του κτιρίου αποσκοπώντας στην απομάκρυνση των ρύπων και των θερμικών κερδών είτε τη νύχτα στοχεύοντας στην ψύξη της θερμικής μάζας του κτιρίου από τον ψυχρό αέρα του περιβάλλοντος και στην αποβολή των ρύπων. Ο φυσικός αερισμός είναι κατάλληλος για τα περισσότερα κτίρια σε περιοχές με ήπιο κλίμα και μακριά από τα αστικά κέντρα. Ωστόσο, η μεγάλη πλειοψηφία των κτιρίων, τουλάχιστον στη Ελλάδα, δε διαθέτει κεντρικό σύστημα αερισμού και ως εκ τούτου ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη μοναδική επιλογή για την επίτευξη θερμικής άνεσης και ικανοποιητικής ΠΕΑ. Ο φυσικός αερισμός ως μοναδική επιλογή επιτείνεται και από το γεγονός ότι στα υφιστάμενα κτίρια η εγκατάσταση κεντρικών μηχανικών συστημάτων καθίσταται δύσκολη πολλές φορές ή και αδύνατη είτε λόγω υψηλού κόστους είτε λόγω προβλημάτων χώρου και σχεδιασμού. Ο φυσικός αερισμός μπορεί να είναι είτε διαμπερής είτε μη διαμπερής. Έχει αποδειχθεί ότι ο διαμπερής αερισμός είναι πιο αποτελεσματικός από το μη διαμπερή.

Ωστόσο, οι συνθήκες που επικρατούν στο αστικό δομημένο περιβάλλον συχνά καθιστούν το διαμπερή αερισμό αδύνατο. Το παραπάνω οφείλεται στο γεγονός ότι κατά κανόνα τα κτίρια που βρίσκονται στο κέντρο των πόλεων σπάνια διαθέτουν περισσότερες από μία όψεις εκτεθειμένες στο περιβάλλον. Παρότι οι σύγχρονες απαιτήσεις αερισμού αξιολογούν υψηλή αξιοπιστία και έλεγχο, ο προσεκτικός σχεδιασμός ενός φυσικά αεριζόμενου κτιρίου είναι ικανός να παρέχει ικανοποιητικές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος. Ο μηχανικός αερισμός επιτυγχάνεται από ένα μεγάλο εύρος συστημάτων και τεχνικών (προσαγωγή αέρα, εξαερισμός, αερισμός εκτόπισης, αερισμός ανάμιξης, έλεγχος απαιτούμενου αερισμού) η επιλογή των οποίων εξαρτάται από οικονομικά, ενεργειακά, κλιματικά και κατασκευαστικά κριτήρια. Ωστόσο αν και θα ήταν λογικό τα κτίρια με κεντρικό μηχανικό σύστημα να

παρέχουν καλύτερες συνθήκες ΠΕΑ σε σχέση με τα φυσικά αεριζόμενα κτίρια, αυτό δεν αποτελεί τον κανόνα. Αντιθέτως στατιστικά σημαντικά αυξημένα παρουσιάζονται τα συμπτώματα υγείας στα κλιματιζόμενα κτίρια (με ή χωρίς αφύγρανση) σε σχέση με τα κτίρια στα οποία ο αερισμός επιτυγχάνεται με φυσικό τρόπο.

Ομοίως, το ίδιο λαμβάνει χώρα και στη σύγκριση των κλιματιζόμενων κτιρίων σε σχέση με αυτά που διαθέτουν απλό μηχανικό σύστημα αερισμού, δηλαδή στα πρώτα εμφανίζονται πιο συχνά συμπτώματα υγείας από ότι στα δεύτερα. Η αιτία θα πρέπει να αναζητηθεί στο γεγονός ότι τα κεντρικά συστήματα κλιματισμού μπορούν να ρυπάνουν τους χώρους είτε γιατί μπορεί τα ίδια να είναι ρυπασμένα και να μολύνουν τη ροή αέρα που τα διαπερνά ή να αποτελέσουν την οδό μεταφέροντας ρύπους από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό του κτιρίου ή τέλος να μεταφέρουν από χώρους υψηλής συγκέντρωσης ρύπων, ρύπους σε άλλους χώρους σε περίπτωση που διαθέτουν διάταξη ανακύκλωσης του εσωτερικού αέρα. Επομένως, πρέπει να επισημανθεί πως τα κεντρικά συστήματα δεν επηρεάζουν άμεσα τα συμπτώματα υγείας αλλά μπορεί υπό συνθήκες να αποτελέσουν την οδό για την έκθεση σε ρύπους που επιδρούν στην ανθρώπινη υγεία.

Για πολλά έτη ο μηχανικός και φυσικός αερισμός αναπτύχθηκαν ξεχωριστά, ωστόσο πρόσφατα υπό τον όρο υβριδικά συστήματα αερισμού οι δύο παραπάνω μέθοδοι αερισμού συνδυάζονται εναλλασσόμενες για διαφορετικές ώρες κατά τη διάρκεια μιας ημέρας ή εποχή του έτους. Τα υβριδικά συστήματα αερισμού είναι συστήματα που οι μηχανικές και φυσικές δυνάμεις συνδυάζονται μαζί. Η διαφορά τους από τα συμβατικά συστήματα είναι ότι είναι «έξυπνα» συστήματα με διατάξεις ελέγχου ώστε με αυτοματοποιημένο τρόπο να εναλλάσσουν τη λειτουργία τους μεταξύ του φυσικού και μηχανικού τρόπου με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και την επίτευξη ικανοποιητικών εσωκλιματικών συνθηκών.

2.4 Βιολογικοί ρυπαντές

Αυτό το είδος μολυσματικών παραγόντων περιλαμβάνει, τη σκόνη, τα βακτηρίδια, τις φόρμες, τη γύρη και τους ιούς. Πρόκειται για αόρατους μικροσκοπικούς μονοκύτταρους οργανισμούς που προέρχονται κυρίως από μεγαλύτερους οργανισμούς (ανθρώπους, ζώα και φυτά) και διαχέονται στον αέρα των εσωτερικών χώρων. Μπορεί να προέρχονται από το εσωτερικό ή το εξωτερικό περιβάλλον. Βιολογικοί ρύποι είναι τα βακτήρια, οι μύκητες, οι ιοί και τα πρωτόζωα, τα οποία μεταφέρονται μέσω του αέρα ή εκπέμπονται από μούχλες, ακαθαρσίες κ.ά.

Πηγές βιολογικών ρύπων αποτελούν ο υγραντικές ή ψυκτικές συσκευές σε ένα χώρο, οι αεραγωγοί και οι μικρές διαρροές νερού. Τα βιολογικά υγρά (π.χ. ούρα), η οικιακή σκόνη, τα έντομα, η γύρη των λουλουδιών, τα πούπουλα και οι τρίχες από κατοικίδια, οι υγρές επιφάνειες, το χώμα, τα δίκτυα ύδρευσης, το στάσιμο νερό θεωρούνται επίσης πηγές βιολογικών ρύπων και προκαλούν διάφορες αλλεργικές, μολυσματικές και τοξικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό.

Οι κυριότερες συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη των βιολογικών ρύπων είναι η υγρασία, η μούχλα, η σκόνη, ο ανεπαρκής αερισμός, ο κακός φωτισμός και κάθε συνθήκη που δημιουργεί κατάλληλο διατροφικό υπόστρωμα (ακαθαρσίες, φυτικά ή ζωικά υπολείμματα, νεκροί φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί κ.ά.). Για παράδειγμα, κάποια έντομα μπορούν να εισέλθουν σε ένα κτήριο και να δημιουργήσουν αποικίες, όταν οι συνθήκες τροφής, υγρασίας και θερμοκρασίας ευνοούν την ανάπτυξή τους. Με τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας στο σπίτι μπορεί να ελαχιστοποιηθεί η δημιουργία ορισμένων βιολογικών ρύπων. Η συνιστώμενη σχετική υγρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 30-40%. Η σκόνη, η οποία αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια στερεής ανόργανης και οργανικής ύλης ποικίλης σύστασης, δημιουργεί προβλήματα στα αλλεργικά άτομα, όπως η επιδείνωση της αλλεργικής ρινίτιδας και μερικών μορφών άσθματος. Κάποιες ασθένειες, όπως ο πυρετός των υγραντών, σχετίζονται με την έκθεση σε τοξίνες μικροοργανισμών.

Κάποια μέτρα περιορισμού της έκθεσης σε βιολογικούς ρύπους είναι το καλό καθαίρισμα της οικίας, η σωστή συντήρηση των κλιματιστικών και της κεντρικής θέρμανσης, ο σωστός και επαρκής εξαερισμός, καθώς και ο έλεγχος της υγρασίας

2.4.1 Σκόνη

Η σκόνη ανήκει στην κατηγορία των βιολογικών ρυπαντών. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα μικρόβια, οι ρυπαντές που προέρχονται κυρίως από την υγρασία (π.χ. μούχλα) και αυτοί που είναι ζωικής προέλευσης (π.χ. ζώφια). Αυτού του είδους οι ρυπαντές βρίσκονται ως ένα βαθμό σε κάθε σπίτι, σχολείο ή εργασιακό χώρο. Πηγές τέτοιων ρυπαντών είναι ο εξωτερικός αέρας αλλά και ο ανθρώπινος οργανισμός που αποβάλλει ιούς και βακτήρια. Επιπλέον, η σκόνη και τα κατάλοιπα αυτής μπορεί να αποτίθενται στους αγωγούς ή στα δοχεία ανάμειξης του συστήματος των αεραγωγών. Οι βιολογικοί ρυπαντές ενισχύονται και από κλιματολογικές συνθήκες όπως για παράδειγμα η υγρασία. Ειδικά για την ύπαρξη σκόνης στο εσωτερικό περιβάλλον τα συμπτώματα που μας οδηγούν στο συμπέρασμα αυτό είναι συνήθως:

- Γ βήχας, αλλεργία (φτάρνισμα),
- Γ δύσπνοια, και
- Γ ενόχληση στα μάτια.

Βιολογικοί ρυπαντές αέρος βρίσκονται σε κάποιο βαθμό σε κάθε σπίτι, σχολείο ή εργασιακό χώρο. Πηγές τέτοιων είναι ο εξωτερικός αέρας και ο ανθρώπινος οργανισμός που αποβάλλει ιούς και βακτήρια, τα ζώα που αποβάλλουν αλλεργιογόνα, επιφάνειες στο εσωτερικό και δεξαμενές νερού όπου μπορούν να αναπτυχθούν μύκητες και βακτήρια, όπως οι υγραντήρες. Ένας ορισμένος αριθμός παραγόντων οδηγεί στην απελευθέρωση και ανάπτυξη βιολογικών παραγόντων στον αέρα. Από τους κυριότερους είναι η υψηλή σχετική υγρασία, που ενθαρρύνει την αύξηση πληθυσμών ζωυφίων σκόνης στο σπίτι και επιτρέπει την ανάπτυξη μυκήτων σε υγρές επιφάνειες. Μόλυνση από ζώφια και μύκητες μπορεί να προκληθεί από πλημμύρες, διαρκώς βρεγμένα χαλιά (που μπορεί να εμφανίζονται όταν τοποθετούνται σε ανεπαρκώς αεριζόμενα τσιμεντένια πατώματα), ανεπαρκή εξαερισμό σε μπάνια, ή υγρασία που παράγεται στην κουζίνα. Συσκευές όπως οι υγραντήρες, οι αποξηραντήρες, τα κλιματιστικά συμβάλλουν στην ανάπτυξη βακτηρίων και μυκήτων.

Τμήματα συστημάτων μηχανικής θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC) μπορεί επίσης να δράσουν ως αποθήκες ή χώροι πολλαπλασιασμού μικροβίων. Επιπλέον μικρόβια μπορούν να αναπτυχθούν και από διάφορες πηγές μόλυνσης που δημιουργούνται σε τμήματα των μηχανικών συσκευών όπως για

παράδειγμα λιμνάζοντα νερά, οργανικά κατάλοιπα ή περιττώματα πτηνών, εσωτερικά τμήματα του ίδιου του μηχανισμού όπως διάφορα υγροποιητικά συστήματα. Σκόνη και κατάλοιπα μπορεί να αποτίθενται στους αγωγούς ή στα δοχεία του συστήματος ανάμειξης των αεραγωγών.

Οι βιολογικοί παράγοντες στον αέρα εσωτερικού χώρου είναι γνωστό ότι προκαλούν τριών ειδών ασθένειες : μολύνσεις, όπου τα παθογόνα μικρόβια προσβάλλουν τους ανθρώπινους ιστούς, ασθένειες υπερευαισθησίας, όπου η ασθένεια προκαλείται από συγκεκριμένη ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος και δηλητηρίαση, όπου βιολογικά κατασκευασμένα χημικά τοξικά προκαλούν άμεσες τοξικές συνέπειες. Επιπρόσθετα, συνθήκες που ευνοούν την εμφάνιση βιολογικών μολύνσεων (όπως για παράδειγμα υγρασία, καταστροφές που σχετίζονται με το νερό) συνδέονται με γενικότερα συμπτώματα του άνω και κάτω αναπνευστικού. Υπάρχουν διαθέσιμες αποδείξεις ότι μερικά επεισόδια της ομάδας των γενικότερων συμπτωμάτων με τίτλο «σύνδρομο άρρωστου κτιρίου» (Sick Building Syndrome) συνδέονται με την παρουσία στο κτίριο βιολογικών μολύνσεων.

2.4.2 Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από την έκθεση στη σκόνη

Όπως ήδη αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, οι βιολογικοί παράγοντες στον αέρα εσωτερικού χώρου προκαλούν κατά βάση τριών ειδών ασθένειες:

- μολύνσεις, στην περίπτωση αυτή οι παθογόνοι μικροοργανισμοί προσβάλλουν τους ανθρώπινους ιστούς,
- ασθένειες υπερευαισθησίας, κατά τις οποίες προκαλείται ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος η οποία μπορεί να οδηγήσει και στη δηλητηρίαση και οφείλεται σε χημικά ή τοξικά συστατικά που βρίσκονται στον αέρα και εγκλωβίζονται στους βιολογικούς ρυπαντές και
- συμπτώματα που συνδέονται με το άνω και κάτω αναπνευστικό σύστημα και ενισχύονται από κλιματικά φαινόμενα όπως η υγρασία.

Ένας πρακτικός τρόπος διερεύνησης ύπαρξης ασθενειών από βιολογικούς παράγοντες είναι η διαγνωστική μέθοδος η οποία ουσιαστικά βασίζεται στην απάντηση ορισμένων βασικών ερωτήσεων. Αναλυτικότερα παρουσιάζονται τα ερωτήματα αυτά ανά τύπο ασθένειας.

✓ Μολυσματική ασθένεια

- I. Ο υπό μελέτη χώρος συνδέεται με παράγοντες που να ευνοούν την ύπαρξη σκόνης; Αν ναι συντρέχουν λόγοι έκθεσης των χρηστών του χώρου σε έκθεση;
- II. Σχετίζεται ο υπό μελέτη χώρος με άλλες περιοχές στους οποίους σημειώνονται παράγοντες που μπορούν να ευνοήσουν την ύπαρξη σκόνης;

✓ Ασθένειες υπερευαισθησίας

- I. Είναι η σχετική υγρασία στο σπίτι ή στο χώρο εργασίας σταθερά πάνω από 50%;
- II. Χρησιμοποιούνται υγραντήρες ή άλλες συσκευές ψεκαρίσματος νερού; Κάθε πότε καθαρίζονται και με ποιο τρόπο; Είναι ο τρόπος καθαρισμού των υγραντήρων ενδεδειγμένος;
- III. Έχουν καταγραφεί στον υπό μελέτη χώρο πλημμύρες ή διαρροές;
- IV. Υπάρχουν σημάδια ανάπτυξης μούχλας (οπτικά εμφανούς ή μέσω οσμής);
- V. Χρησιμοποιούνται οργανικά συστατικά στον υπό μελέτη χώρο;
- VI. Υπάρχει χαλί σε χώρους όπου δεν υπάρχει εξαερισμός (φυσικός ή τεχνητός);
- VII. Υπάρχουν κατοικίδια στον υπό μελέτη χώρο;
- VIII. Υπάρχουν προβλήματα με κατσαρίδες ή τρωκτικά;

Δηλητηρίαση ή / και ερεθισμός

- I. Διοχετεύεται αρκετός αέρας από τον εξωτερικό χώρο; Υπάρχει φυσικό ή τεχνητό σύστημα εξαερισμού;
- II. Είναι η σχετική υγρασία στο σπίτι ή στον εργασιακό χώρο μεγαλύτερη του 50% ή μικρότερη του 30%;
- III. Χρησιμοποιούνται υγραντήρες ή άλλες συσκευές διασποράς νερού;
- IV. Υπάρχουν σημάδια ανάπτυξης μούχλας (οπτικά εμφανούς ή μέσω οσμής);
- V. Υπάρχουν βακτηριακές μυρωδιές (π.χ. οσμή αποδυτηρίων);
Γενικά τα περισσότερα συμπτώματα στην υγεία από τους βιολογικούς ρυπαντές, συμπεριλαμβανομένης και της σκόνης, ανήκουν σε μία ομάδα

γενικότερων συμπτωμάτων με τίτλο «σύνδρομο άρρωστου κτιρίου» (sick building syndrome).

2.4.3 Τρόποι αντιμετώπισης των επιπτώσεων από την έκθεση σε σκόνη

Οι τρόποι αντιμετώπισης των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία από την ύπαρξη των βιολογικών ρυπαντών είναι συγκεκριμένοι και μπορούν να εφαρμοστούν από τον καθένα χωρίς κάποια ειδική εκπαίδευση, αναλυτικότερα προτείνεται:

- ┆ Φυσικός ή τεχνητός εξαερισμός.
- ┆ Τακτικός καθαρισμός των χαλιών και επίπλων με ηλεκτρική σκούπα
Σημειώνεται πως μολονότι είναι σημαντικό να διατηρείται μία περιοχή καθαρή από σκόνη, μέσω των καθαριστικών δραστηριοτήτων συχνά επαναδιοχετεύονται στον αέρα λεπτά σωματίδια είτε κατά τη διάρκεια καθαρισμού είτε λίγο μετά τη διαδικασία καθαρισμού. Κρίνεται σκόπιμο άτομα με ευαισθησία να αποφεύγουν την έκθεση ή να χρησιμοποιούν ηλεκτρική σκούπα με φίλτρο ώστε να μην εκτίθενται στη σκόνη.
- ┆ Καθαρισμός των κατοικίδιων ζώων.
- ┆ Διατήρηση της σχετικής υγρασίας κάτω από 50% με χρήση ειδικών συσκευών εξαερισμού (exhaust fans) στο μπάνιο και καθοδήγηση του αέρα από τους στεγνωτήρες ρούχων στον εξωτερικό χώρο.
- ┆ Τακτική συντήρηση των μονάδων κλιματισμού.
- ┆ Λειτουργία των υγραντήρων και των ξηραντήρων σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
- ┆ Πλύσιμο των σκεπασμάτων και των μαλακών παιχνιδιών σε νερό θερμοκρασίας μεγαλύτερης των 130° F προκειμένου να σκοτώνονται τα ζώφια της σκόνης.

2.5 Συμπτώματα που συνδέονται με την κακή ποιότητα του εσωτερικού αέρα

Ο ανθρώπινος οργανισμός ανταποκρίνεται στους ρύπους, στους κλιματικούς παράγοντες και σε άλλες περιπτώσεις, ανάλογα με τη φύση και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε παραμέτρου. Επειδή ο άνθρωπος ξοδεύει τουλάχιστον το 90% του χρόνου μέσα σε ένα κτίριο, διατρέχει κίνδυνο η υγεία του, εξαιτίας της ρυπασμένης ατμόσφαιρας. Τα συμπτώματα που εμφανίζονται, είναι:

- ▼ Πονοκέφαλοι,

- ✓ Ναυτία,
- ✓ Ρινική συμφόρηση,
- ✓ Φτέρνισμα,
- ✓ Θωρακική συμφόρηση (συντομία της αναπνοής, θωρακική συμπίεση),
- ✓ Προβλήματα ματιών (ερεθισμός ή θολά μάτια),
- ✓ Προβλήματα λαιμού (ερεθισμένος λαιμός, βραχνάδα, ξηρός λαιμός),
- ✓ Κούραση (υπνηλία),
- ✓ Πόνος μυών (κλειδώσεις που πονούν, ακαμψία πλάτης, μούδιασμα στους ώμους, χέρια και καρπούς),
- ✓ Νευρολογικά συμπτώματα (νευρικότητα, ένταση, αδυναμία συγκέντρωσης),
- ✓ Ίλιγγος,
- ✓ Ξηρό δέρμα,
- ✓ Αλλεργίες,
- ✓ Άσθμα,
- ✓ Πολλαπλάσια ευαισθησία σε χημικές ενώσεις και
- ✓ Πνευμονική ευαισθησία.

Εάν οι εργαζόμενοι ή οι επισκέπτες του κτιρίου, παραπονούνται ότι εμφανίζουν κάποια από τα παραπάνω συμπτώματα, αυτό είναι το πρώτο σημάδι ότι κάτι συμβαίνει με την ποιότητα της εσωτερικής ατμόσφαιρας. Βέβαια, οι αντιδράσεις του οργανισμού διαφοροποιούνται από άτομο σε άτομο. Ιδιαίτερα ευπαθή άτομα είναι:

- Αυτά που φορούν φακούς επαφής.
- Όσα έχουν χρόνια καρδιαγγειακή νόσο ή υφίστανται χημειοθεραπεία ή ακτινοβολίες.
- Όσα έχουν αλλεργίες ή χρόνια αναπνευστική πάθηση.
- Όσα έχουν πτώση του ανοσοποιητικού τους συστήματος, από ασθένεια ή έχουν νευρολογικά προβλήματα. Επίσης, διαφοροποιείται η απόκριση του ανθρώπινου οργανισμού από άτομο σε άτομο, ανάλογα με το φύλο, την ηλικία, την ιδιοσυγκρασία κλπ. Φυσικά, είναι ευνόητο ότι ένας και μόνο ρύπος, μπορεί να προκαλέσει διαφορετικές αντιδράσεις στα διάφορα άτομα και άλλους να μην τους επηρεάσει καθόλου.

2.6 Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία

Οι επιπτώσεις της κακής εσωτερικής ατμόσφαιρας στην ανθρώπινη υγεία, διαχωρίζονται σε άμεσες και μακροχρόνιες επιπτώσεις.

Οι άμεσες επιπτώσεις στην υγεία, θεωρούνται αυτές που εμφανίζονται άμεσα (π.χ. μέσα σε 24 ώρες) μετά την έκθεση σε ρύπους. Χημικές ουσίες που εκπέμπονται από δομικά ή άλλα υλικά του κτιρίου, μπορούν να προκαλέσουν κεφαλαλγίες. Σπόροι μούχλας, μπορούν να προκαλέσουν κνησμό στα μάτια και καταρροή της μύτης. Μία σειρά δηλαδή από συμπτώματα, που δεν διαρκούν πολύ και εξαφανίζονται μετά το τέλος της έκθεσης. Όμως, η έκθεση σε κάποιους βιολογικούς παράγοντες, όπως είναι μύκητες, βακτήρια ή ιοί που προέρχονται από προβλήματα υγρασίας, κακή συντήρηση ή ανεπαρκή αερισμό, έχει διαπιστωθεί ότι πολλές φορές μπορούν να προκαλέσουν απειλητικές για τη ζωή αναπνευστικές παθήσεις, που μπορεί να οδηγήσουν σε χρόνια αναπνευστικά νοσήματα.

Οι μακροχρόνιες επιπτώσεις, είναι μεγάλης διάρκειας αποκρίσεις του οργανισμού, σε μακροχρόνιες εκθέσεις ή έκθεση που επαναλαμβάνεται συχνά. Μακροχρόνιες εκθέσεις, ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις ορισμένων χημικών ουσιών, μπορεί να έχουν μακροχρόνιες επιπτώσεις. Ο καρκίνος, είναι η συνηθέστερη συνέπεια στην ανθρώπινη υγεία, που συνδέεται με ρύπους εσωτερικών χώρων.

Η έλλειψη άνεσης, τυπικά συνδέεται με τις κλιματικές συνθήκες, αλλά οι ρύποι που υπάρχουν μέσα στο κτίριο, μπορεί επίσης να συνεισφέρουν στο φαινόμενο. Οι άνθρωποι παραπονιούνται για το ότι ζεσταίνονται πολύ ή κρυώνουν πολύ ή αισθάνονται ερεθισμό στα μάτια, στη μύτη, στο λαιμό, λόγω χαμηλής υγρασίας. Όμως τα συμπτώματα που αναφέρονται, είναι δύσκολο να ερμηνευτούν. Παράπονα για το ότι ο αέρας είναι «πολύ ξηρός», μπορεί να οφείλονται σε ερεθισμούς των βλεννογόνων, από και όχι αναγκαστικά, χαμηλή υγρασία ή «αποπνικτική ατμόσφαιρα». Μπορεί να σημαίνει ότι, η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή ή ότι δεν υπάρχει κίνηση αέρα ή «μπαγιάτικος αέρας». Μπορεί να σημαίνει ότι, υπάρχει μία ελαφριά αλλά δύσκολο να προσδιορισθεί οσμή. Αυτές οι συνθήκες, μπορεί να είναι δυσάρεστες και μη ανεκτές από τους ενοίκους, αλλά πέρα από αυτό, συνήθως δεν αποτελούν απειλή για την ανθρώπινη υγεία. Από την άλλη πλευρά όμως, οι απουσίες

από την εργασία και η αποδοτικότητα των εργαζομένων, επηρεάζονται έντονα, εάν ο διαχειριστής του κτιρίου αποτύχει να επιλύσει τα προβλήματα αυτά.

2.7 Ασθένειες που σχετίζονται με την κακή ποιότητα της εσωτερικής ατμόσφαιρας

Η εμφάνιση και η γρήγορη ανάπτυξη προβλημάτων στην ανθρώπινη υγεία και άνεση, που συνδέονται με το κτίριο, οδήγησε στη δημιουργία νέων όρων, οι οποίοι μπορούν να περιγράψουν ασθένειες ή συγκεκριμένες επιπτώσεις, που αποδεδειγμένα έχουν σχέση με την παραμονή του ατόμου στο κτίριο. Οι όροι αυτοί είναι:

- ▷ Οι ασθένειες οφειλόμενες στο κτίριο, όπως η νόσος των λεγεωνάριων και ο πυρετός των υγραντών ή των κλιματιστικών.
- ▷ Πολλαπλή ευαισθησία σε χημικές ουσίες.
- ▷ Ασθένειες υπερευαισθησίας.

2.7.1 Το σύνδρομο του «άρρωστου» κτιρίου.

Όταν λέμε «ασθένεια οφειλόμενη στο κτίριο», αναφερόμαστε σε μία ορισμένη νόσο, που οφείλεται σε ένα συγκεκριμένο παράγοντα και προέρχεται από την έκθεση στην εσωτερική ατμόσφαιρα του κτιρίου. Ο συγκεκριμένος παράγοντας, μπορεί να είναι μία χημική ουσία (π.χ. φορμαλδεΐδη), αλλά συνήθως είναι βιολογικός ρύπος. Αντιπροσωπευτικές πηγές βιολογικών ρύπων, είναι τα συστήματα ύγρανσης, ψυκτικοί πύργοι, αποχετευτικοί αγωγοί και φίλτρα, άλλες υγρές επιφάνειες ή υλικά του κτιρίου που έχουν υγρανθεί. Μπορεί τα συμπτώματα να είναι ειδικά ή να είναι μιμητικά, τα οποία συνήθως είναι συνδεδεμένα με τη γρίπη, όπως πυρετός, ρίγη και βήχας. Μπορεί να προκληθούν σοβαρά πνευμονικά και αναπνευστικά προβλήματα. Η νόσος των λεγεωνάριων και ο πυρετός των υγραντών ή κλιματιστικών, είναι τυπικά παραδείγματα ασθενειών, σχετιζομένων με το κτίριο.

2.7.1^α Η νόσος των λεγεωνάριων

Είναι η πρώτη πνευμονική νόσος, που μελετήθηκε συστηματικά. Το 1976, σε ξενοδοχείο στη Φιλαδέλφεια των ΗΠΑ, κατά τη διάρκεια ενός συνεδρίου αποστράτων λεγεωνάριων, παρουσιάστηκαν 182 κρούσματα πνευμονίας, από τα

οποία, τα 29 ήταν θανατηφόρα. Αργότερα, εξακριβώθηκε ότι η πνευμονία προκλήθηκε από ένα βακτήριο (*Legionella Pneumophila*), το οποίο είχε αναπτυχθεί στους αεραγωγούς και τα φίλτρα του κεντρικού κλιματιστικού συστήματος του ξενοδοχείου. Η μόλυνση, προκαλείται από την εισπνοή μικρών σταγονιδίων νερού που έχουν μολυνθεί από το βακτήριο, ενώ η ασθένεια δεν είναι μεταδοτική. Όλοι μπορεί να προσβληθούν, αλλά υπάρχουν κάποιες ομάδες υψηλού κινδύνου, όπως:

- τα άτομα άνω των 45 ετών,
- οι καπνιστές,
- αυτοί που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες αλκοόλ,
- όσοι που έχουν χρόνιες ασθένειες του αναπνευστικού ή των νεφρών και
- άτομα με εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα.

Το βακτήριο της λεγεωναρίωσης, βρίσκεται σε συνήθεις πηγές ύδατος, όπως ποτάμια και λίμνες. Καθώς είναι διαδεδομένο στο περιβάλλον, μπορεί να αναπτυχθεί και να μολύνει και άλλα υδατικά συστήματα, όπως πύργοι ψύξης κλιματιστικών και παροχή ψυχρού ή θερμού νερού. Το βακτήριο, επιβιώνει σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και ευδοκιμεί μεταξύ 20-45 °C, αν οι συνθήκες είναι κατάλληλες, δηλαδή, αν υπάρχει παροχή τροφής, όπως σκουριά, λίπη, ακαθαρσίες και άλλα βακτήρια. Αντίθετα, σε υψηλές θερμοκρασίες >45°C, δεν μπορεί να αναπτυχθεί και σκοτώνεται. Ο εργοδότης, είναι υποχρεωμένος να λάβει υπόψη και να εκτινάξει τον κίνδυνο προσβολής από την ασθένεια των λεγεωνάριων, να λάβει μία σειρά μέτρων για την πρόληψη και παρεμπόδιση του κινδύνου και να επιβλέψει την εφαρμογή και έλεγχο των μέτρων.

Όσον αφορά την δυνητική εκτίμηση κινδύνου σημειώνεται πως πρέπει να ελεγχθεί, εάν το σύστημα παροχής νερού (συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού που συνδέεται με το σύστημα, όπως αντλίες, εναλλάκτες, βρύσες, κλπ), μπορούν να δημιουργήσουν τέτοιο κίνδυνο. Για τον έλεγχο αυτό πρέπει να απαντηθούν τα ακόλουθα ερωτήματα:

• Υπάρχουν συνθήκες που θα επέτρεπαν στο βακτήριο να πολλαπλασιαστεί; (π.χ. η θερμοκρασία νερού είναι μεταξύ 20-45 °C).

• Είναι πιθανό να σχηματιστούν σταγονίδια νερού και αν ΝΑΙ, μπορούν να διαχυθούν σε όλη την περιοχή; (π.χ. να εξεταστούν διαρροές και ψεκασμοί από κλιματιστικά συστήματα).

▷ Είναι πιθανό κάποιος που ανήκει σε ομάδα υψηλού κινδύνου, να έρθει σε επαφή με μολυσμένα σταγονίδια νερού; Ο εξοπλισμός που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επικινδυνότητα, είναι:

◌ Πύργοι ψύξης και συμπυκνωτές (κλιματιστικά) με πιθανότητα διαρροών.

◌ Οι υγραντήρες και τα συστήματα spa. Αν αναγνωριστεί ένας κίνδυνος που δεν μπορεί να εξαλειφθεί, λαμβάνονται μέτρα ελέγχου. Ο κίνδυνος της ασθένειας των λεγεωναρίων, σε υδατικά συστήματα μπορεί να ελεγχθεί, αλλά απαιτείται συνεχής παρακολούθηση και έλεγχος. Πρέπει να εξεταστεί η μείωση του κινδύνου της ασθένειας των λεγεωναρίων, μέσω του συστήματος παροχής νερού ή του συστήματος κλιματισμού. Συγκεκριμένα:

- I. Έλεγχος, ότι ο ψεκασμός σταγονιδίων νερού ελέγχεται κατάλληλα.
- II. Αποφυγή θερμοκρασιών και συνθηκών, που ευνοούν την ανάπτυξη του βακτηρίου και άλλων μικροοργανισμών.
- III. Εξασφαλίστε, ότι δεν μένει στάσιμο νερό πουθενά στο σύστημα, με την αφαίρεση άχρηστων σωληνώσεων και τη μείωση όσο γίνεται γενικά των σωλήνων.
- IV. Να αποφεύγονται υλικά, που ευνοούν την ανάπτυξη του βακτηρίου.
- V. Διατήρηση καθαρού, του συστήματος και του νερού μέσα σε αυτό.
- VI. Επεξεργασία του νερού, για την εξάλειψη της ύπαρξης του βακτηρίου ή άλλων μικροοργανισμών ή της δυνατότητας ανάπτυξής τους.

Η διατήρηση του νερού καθαρού σε ένα σύστημα, δεν θα περιορίσει απλώς το βακτήριο, αλλά θα οδηγήσει και σε άλλα πλεονεκτήματα (καλύτερη λειτουργία του συστήματος). Όμως, χρειάζεται πολλή προσοχή στο ζεστό νερό. Πρέπει να εκτιμηθεί ο κίνδυνος ζεματίσματος και να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή εγκαυμάτων, όπως προειδοποιητικά σήματα και βαλβίδες ανάμιξης με θερμοστάτη, στις βρύσες. Μπορούμε, όμως, να διατηρήσουμε το νερό σε χαμηλές θερμοκρασίες, αν λάβουμε άλλα προληπτικά μέτρα για τα βακτήρια. Τα συστήματα κλιματισμού, συνήθως χρησιμοποιούν βιοκτόνα. Αλλά υπάρχουν και άλλες μέθοδοι επεξεργασίας, όπως τα (UV), ιονισμός χαλκού/αργύρου και όζον. Στα συστήματα ζεστού και κρύου νερού, το βακτήριο συνήθως ελέγχεται με αποθήκευση του νερού πάνω από 60 °C και παροχή κάτω από 50 °C, καθώς και διατήρηση του ψυχρού νερού κάτω από 20 °C. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ιονισμός χαλκού/αργύρου και διοξείδιο του χλωρίου.

2.7.1β Πυρετός των υγραντών ή των κλιματιστικών

Μία νόσος του αναπνευστικού συστήματος, που οφείλεται σε έκθεση σε τοξίνες μικροοργανισμών, που αναπτύσσονται σε υγρά ή νοτισμένα τμήματα των υγραντών ή των κλιματιστικών. Έχει μία ιδιαίτερη υψηλή συχνότητα εμφάνισης και μικρή περίοδο επώασης. Τα κύρια συμπτώματα τα οποία εμφανίζονται μερικές ώρες μετά την έκθεση, μοιάζουν πολύ με αυτά της γρίπης, με πυρετό, κεφαλαλγίες, μυαλγίες, ρίγη. Διαρκούν περίπου 24 ώρες και σπάνια σε αυτό το διάστημα επισκέπτεται κανείς γιατρό. Το βακτήριο που τον προκαλεί, είναι η *Amoebae* και μία σειρά από μύκητες, που εντοπίζονται σε πύργους ψύξης νερού, στα κλιματιστικά και σε υδατικά συστήματα, όπως τα ενυδρεία. Το ποσοστό της εμφάνισης της νόσου στους χώρους εργασίας, αγγίζει το 25%. Το παραπάνω βακτήριο, ελευθερώνεται από τους υγραντές χώρων που λειτουργούν με υπέρηχους, όπου η συγκέντρωσή τους είναι ιδιαίτερα υψηλή, μιας και βρίσκουν κατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό. Η ξήρανση της ατμόσφαιρας, καθώς και η χρήση υπεροξειδίου του υδρογόνου (3%), μπορούν να αποτελέσουν προσωρινές λύσεις, αλλά δεν φέρουν μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Σίγουρα, η συντήρηση και ο καθαρισμός των υγραντών και των κλιματιστικών, αποτελούν την καταλληλότερη λύση.

2.7.2 Πολλαπλή ευαισθησία σε χημικές ουσίες

Έχει αναγνωριστεί εν γένει, ότι μερικά άτομα μπορεί να είναι ευαίσθητα σε ορισμένους παράγοντες, σε επίπεδα που αυτοί δεν έχουν επίδραση στο σύνολο του πληθυσμού. Επιπρόσθετα, έχει αναγνωριστεί ότι, μερικές χημικές ουσίες ευαισθητοποιούν τον οργανισμό, μετά από έκθεση σε υψηλά επίπεδα αυτών των ουσιών, έτσι ώστε να αποκτηθεί μία ευαισθησία ακόμα και σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα αυτών των χημικών.

Τα μέχρι τώρα δεδομένα δείχνουν ότι, ένα μέρος του πληθυσμού μπορεί να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο σε χαμηλά επίπεδα μίας ευρείας κλίμακας χημικών ουσιών, σε επίπεδα, που είναι συνηθισμένα στα σημερινά οικιακά και εργασιακά περιβάλλοντα. Αυτή η κατάσταση, άρχισε να αναγνωρίζεται ως «πολλαπλή ευαισθησία σε χημικές ουσίες» (Multiple Chemical Sensitivity - MCS). Για τα άτομα που πάσχουν από MCS, είναι φανερό ότι έχουν πρόβλημα μέσα στα περισσότερα κτίρια. Μεταξύ των ειδικών, υπάρχει διαφωνία για το εάν πραγματικά υφίσταται αυτή η ευαισθησία και ποια η αιτιολογία του.

2.7.3 Ασθένειες υπερευαισθησίας

Είναι νόσοι που χαρακτηρίζονται από αλλεργικές αντιδράσεις σε εσωτερικούς ρύπους, όπως είναι το άσθμα, η αλλεργική ρινίτιδα και η πνευμονική υπερευαισθησία. Η πνευμονική υπερευαισθησία είναι και η πιο δύσκολη, καθώς σπόροι μούχλας που πιθανόν να έχουν αναπτυχθεί σε ελλιπώς συντηρημένα συστήματα κλιματισμού ή/και αερισμού, προκαλούν πνευμονικές φλεγμονές που προκαλούν βήχα και απόχρεμψη πτυέλων. Αναφέρονται ενδεικτικά ορισμένες ασθένειες που μπορούν να προκληθούν από βιολογικούς ρυπαντές: φυματίωση, ασθένεια των Λεγεωνάριων, αλλεργικές αντιδράσεις, υπερευαισθησία στην πνευμονία.

Φυματίωση

Η μετάδοση μέσω του αέρα μεταδιδόμενων ασθενειών είναι αυξημένη όπου η ποιότητα του εσωτερικού αέρα είναι χαμηλή. Η αύξηση περιπτώσεων φυματίωσης είναι, τουλάχιστον εν μέρει, ένα πρόβλημα που σχετίζεται με την πολυκοσμία και τον ανεπαρκή εξαερισμό. Υπάρχουν αποδείξεις ότι ακατάλληλα ή λάθος σχεδιασμένα συστήματα εξαερισμού σε νοσοκομεία ή άλλα μέρη με πολύ κόσμο, που θεωρητικά ανήκουν στις ομάδες υψηλού κινδύνου, μπορεί να αυξήσουν τον κίνδυνο έκθεσης. Η ασθένεια της φυματίωσης άρχισε να παίρνει διαστάσεις στα μέσα της δεκαετίας του 80 μετά από μια σταθερά πτωτική πορεία. Το 1989 σημειώθηκε αύξηση 4.7%. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφηκαν 23.495 περιπτώσεις εμφάνισης φυματίωσης στις Ηνωμένες Πολιτείες. Τα κρούσματα αυτά ήταν τα περισσότερα που καταγράφηκαν τα τελευταία χρόνια. Αντίστοιχες περιπτώσεις είχαν σημειωθεί από το 1953. Το ανησυχητικό είναι ότι ο αριθμός των κρουσμάτων συνεχίζει να αυξάνεται κάθε χρόνο. Η ανανέωση του αέρα μέσα από σύστημα εξαερισμού είναι πολύ σημαντικός παράγοντας στον έλεγχο της μόλυνσης. Διαδικασίες όπως για παράδειγμα, η συλλογή σιέλου, η βρογχοσκόπηση και θεραπείες «pentamidine» με ψεκασμό που αφορούν άτομα που ενδέχεται να έχουν ή είναι πιο πιθανό να έχουν φυματίωση (π.χ. ασθενείς AIDS) πρέπει να γίνονται σε θαλάμους αρνητικής πίεσης, με εξαερισμό κατευθείαν στον εξωτερικό χώρο και μακριά από άλλες πηγές εισαγωγής αέρα. Δυστυχώς, πολλές εγκαταστάσεις ιατρικής περίθαλψης δεν έχουν τέτοια υποδομή. Σωστά εγκατεστημένες και συντηρημένες πηγές υπεριώδους ακτινοβολίας, ιδιαίτερα για τα υψηλότερα στρώματα του αέρα σε ένα κλειστό χώρο μπορεί να συνιστούν ένα καλό μέσο απολύμανσης.

Αλλεργικές αντιδράσεις: Μεγάλη σημασία σε σχέση με τους βιολογικούς ρυπαντές δίνεται στις αλλεργικές αντιδράσεις που αυτοί προκαλούν και ποικίλλουν από ρινίτιδα, ρινική συμφόρηση, επιπεφυκίτιδα και διάφορες αλλεργικές νόσοι μέχρι και άσθμα. Γνωστές αιτίες για τις ασθένειες αυτές είναι αλλεργιογόνοι μικροοργανισμοί που προέρχονται από σπιτικά ζώφια σκόνης που βρίσκονται σε κατοικίες, άλλα έντομα, όπως κατσαρίδες, κατοικίδια (γάτες, σκύλους, πουλιά), τρωκτικά. Επιβαρυντικός παράγοντας για την εμφάνιση αλλεργικών αντιδράσεων είναι η ύπαρξη μούχλας σε συνδυασμό με την υγρασία, έπιπλα που περιέχουν πρωτεΐνες, όπως φύλλα, κ.α. Σε εργασιακούς χώρους πιο ασυνήθιστα αλλεργιογόνα (όπως βακτηριακά ένζυμα, φυτά) έχουν προκαλέσει μέχρι και επιδημίες άσθματος. Πιθανότατα οι περισσότερες πρωτεΐνες που δεν προέρχονται από τον άνθρωπο μπορούν να προκαλέσουν άσθμα σε ένα υποσύνολο πληθυσμού εάν υπάρξουν και οι κατάλληλες συνθήκες. Ο ρόλος των ζωφίων ως πηγές αλλεργιογόνων από τη σκόνη του σπιτιού είναι γνωστός τα τελευταία 20 χρόνια. Είναι δυνατό σήμερα να μετρηθούν τα αλλεργιογόνα ζώφια στο περιβάλλον και τα επίπεδα αντισωμάτων στους ασθενείς με τη χρήση έτοιμων τεχνικών και τυποποιημένων πρωτοκόλλων. Οι ειδικοί έχουν προτείνει πρότυπα πρόληψης για τα επίπεδα των αλλεργιογόνων ζωφίων στη σκόνη που οδηγούν σε αλλεργικές επιδράσεις και την εμφάνιση συμπτωμάτων. Το επίπεδο κινδύνου για τη χρόνια έκθεση που μπορεί να προκαλέσει αλλεργική αντίδραση είναι 2 μg Der pI (Dermatophagoides pteronyssinus allergen I) ανά γραμμάριο σκόνης (ή 100 ζώφια/γραμμάριο ή 0.6 mg γουανίνης/γραμμάριο σκόνης). Αντίστοιχα, το επίπεδο κινδύνου για οξύ άσθμα σε άτομα αλλεργικά στα ζώφια είναι 10 μg (Der pI) του αλλεργιογόνου ανά γραμμάριο σκόνης (ή 500 ζώφια/γραμμάριο σκόνης). Ο έλεγχος του παρασιτισμού ζωφίων οικιακής σκόνης περιλαμβάνει τα καλύμματα στρωμάτων, πλύσιμο των σκεπασμάτων με ζεστό νερό, και την αφαίρεση χαλιών από τα υπνοδωμάτια. Για άτομα αλλεργικά στα ζώφια προτείνεται ότι οι σχετικές υγρασίες στα σπίτια είναι μικρότερες από 45%. Τα ζώφια εξουδετερώνονται σε ξηρό αέρα. Ο καθαρισμός με ηλεκτρική σκούπα και η χρήση συγκεκριμένων καθαριστικών ουσιών για τη φροντίδα επίπλων και χαλιών μπορεί να είναι αποτελεσματικά μέτρα για βραχεία και άμεση αντιμετώπιση του προβλήματος. Μία ουσία που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της σκόνης και την φροντίδα επίπλων και χαλιών, είναι το Acarosan το οποίο είναι καταγεγραμμένο από την EPA. Υπερευαισθησία στην πνευμονία: Μία άλλη περίπτωση ασθένειας υπερευαισθησίας είναι η υπερευαισθησία στην πνευμονία που μπορεί να

περιλαμβάνει και τον λεγόμενο «πυρετό υγραντήρων» (humidifier fever). Ουσιαστικά η εμφάνιση της ασθένειας αυτής Η υπερευαισθησία πνευμονίτιδας, που επίσης λέγεται αλλεργική ασθένεια προκαλεί την εμφάνιση μάζας κόκκων πηλών στο διάκενο των πνευμόνων που προκαλείται από έκθεση σε αερομεταφερόμενα αντιγόνα. Μπορεί να επηρεάσει από 1 έως 5 % ή περισσότερο ενός ειδικού πληθυσμού που εκτίθεται στα κατάλληλα αντιγόνα (γεωργοί και ασθένεια «γεωργικών πνευμονιών», εκτροφείς περιστεριών και ασθένεια «εκτροφικών περιστεριών»). Συνεχιζόμενη έκθεση σε αντιγόνα μπορεί να οδηγήσει στο τελικό στάδιο της ασθένειας που είναι η πνευμονική ινωμάτωση. Η υπερευαισθησία πνευμονίτιδας συχνά γίνεται αντικείμενο λανθασμένης διάγνωσης ως πνευμονία μεταδοτικής αιτιολογίας.

Η εμφάνιση της ασθένειας σε συγκροτήματα γραφείων οφείλονται στην ύπαρξη μολυσμένων με βακτήρια και μούχλα συστημάτων κλιματισμού και τεχνητής υγρασίας. Στις κατοικίες, η εμφάνιση της αλλεργικής αυτής αντίδρασης προκαλείται από μολυσμένες συσκευές τεχνητής υγρασίας, την ύπαρξη περιστεριών και οικιακών πτηνών. Η περίοδος ευαισθητοποίησης πριν ξεκινήσει η αντίδραση μπορεί να είναι μήνες ή και χρόνια. Οξεία συμπτώματα, που παρουσιάζονται 4 με έξι ώρες μετά την έκθεση και επανεμφανίζονται υπό την επίδραση του προσβάλλοντα παράγοντα, είναι ο βήχας, δύσπνοια, ανατριχίλες, μυϊκοί πόνοι, κόπωση και υψηλός πυρετός. Μικρά εξογκώματα σε ακανόνιστα σχήματα μπορεί να εμφανιστούν σε ακτινογραφίες θώρακα. Τα επίπεδα των λευκών αιμοσφαιρίων είναι ανεβασμένα. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι συνέπειες από την προσβολή ανθρώπων από την ασθένεια κρίνεται σκόπιμο να εξαλειφθούν οι παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνισή τους καθώς και η απομάκρυνση ατόμων που ανήκουν σε ευπαθείς κατηγορίες. Πυρετός τεχνητής υγρασίας (Humidifier fever): Πρόκειται για μια ασθένεια αβέβαιης προέλευσης. Έχει κοινά συμπτώματα με την υπερευαισθησία πνευμονίτιδας αλλά παρουσιάζει βραχυχρόνιες συνέπειες που υποδεικνύουν την παρουσία τοξινών (π.χ. βακτηριακές ενδοτοξίνες). Η εμφάνιση της ασθένειας αυτής συμβαίνει λίγες ώρες μετά την έκθεση. Είναι μία ασθένεια που μοιάζει σημαντικά με τη γρίπη και χαρακτηρίζεται από πυρετό, πονοκεφάλους, ρίγη, πόνο στους μύες και γενικότερη αδιαθεσία χωρίς όμως εμφανή πνευμονικά συμπτώματα. Συνήθως η ασθένεια υποχωρεί μέσα στις πρώτες 24 ώρες χωρίς παραμένουσες συνέπειες και πολύ σπάνια ο ασθενής καταφεύγει σε γιατρό. Ο «Humidifier fever» έχει συσχετιστεί με την έκθεση σε αμοιβάδες, βακτήρια, και μύκητες που βρίσκονται σε δεξαμενές συσκευών

τεχνητής υγρασίας, κλιματιστικά και ενυδρεία. Ο ρυθμός ανάπτυξης της ασθένειας μέσα σε ένα εργασιακό χώρο μπορεί να είναι υψηλός, κάποιες φορές να υπερβαίνει το 25%. Βακτηριακοί και μυκητιακοί οργανισμοί μπορεί να αποβάλλονται από υγραντήρες με πτερύγια (impeller) αλλά και από υπερηχητικούς υγραντήρες. Διάφορα είδη μυκητών όπως, οι μεσόφιλοι μύκητες (mesophilic), θερμόφιλα βακτήρια (thermophilic) και θερμόφιλοι ακτινομύκητες (thermophilic actinomycetes), οι οποίοι σχετίζονται όλοι με την ανάπτυξη αλλεργικών αντιδράσεων και έχουν εμφανιστεί σε συστήματα θέρμανσης, υγραντήρων αλλά και σε μεμονωμένες μονάδες μηχανικών συστημάτων. Αερομεταφερόμενες συγκεντρώσεις μικροοργανισμών σημειώνονται κατά τη διάρκεια λειτουργιών και μπορεί να είναι αρκετά μεγάλες για περιπτώσεις όπου χρησιμοποιούνται υπερηχητικές μονάδες ή μονάδες τεχνητής ομίχλης (ultrasonic or cool mist units). Η αποξήρανση και η χημική απολύμανση με λευκαντικά ή με 3% διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου είναι αποτελεσματικά επανορθωτικά μέτρα για μία μικρή χρονική περίοδο αλλά δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστη συντήρηση σε μόνιμη βάση. Μόνο με αυστηρό, συστηματικό, και επαναλαμβανόμενο καθαρισμό, σε συνδυασμό με απολύμανση, μπορεί να υπάρξει ουσιαστικό αποτέλεσμα. Χειρονακτικός καθαρισμός μολυσμένων δεξαμενών μπορεί να προκαλέσει έκθεση σε αλλεργιογόνα και παθογόνα δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα ιδιαίτερα αν δε ληφθούν συγκεκριμένα μέτρα αντιμετώπισης και πρόληψης.

Μυκητοξίνες: Άλλος παράγοντας που μπορεί να προκαλέσει ασθένεια που σχετίζεται με την έκθεση σε αερομεταφερόμενα σωματίδια είναι οι μυκητοξίνες. Αυτοί είναι μυκητιακοί μεταβολιτές που έχουν τοξικά αποτελέσματα στον ανθρώπινο οργανισμό και διακυμαίνονται οι επιπτώσεις που προκαλούν από βραχείας διάρκειας ερεθισμό σε εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος και καρκίνο. Σχεδόν όλες οι πληροφορίες που σχετίζονται με τις ασθένειες που προκαλούνται από τις μυκητοξίνες αφορούν στην κατανάλωση μολυσμένου φαγητού. Παρόλα αυτά οι μυκητοξίνες περιέχονται σε ορισμένα είδη σπόρων μυκήτων (fungus spores) και μπορούν να εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό και μέσω της αναπνευστικής οδού. Έχει αναφερθεί τουλάχιστον μία περίπτωση νευροτοξικών συμπτωμάτων πιθανώς σχετιζόμενη με την έκθεση σε εναέριες μυκητοξίνες σε πολύ μολυσμένο περιβάλλον. Το δέρμα είναι μία άλλη πιθανή διαδρομή για έκθεση σε μυκητοξίνες. Τοξίνες από διάφορους μύκητες έχουν προκαλέσει περιπτώσεις βαριάς δερματοπάθειας. Με βάση

τη σοβαρότητα των τοξικών συνεπειών που έχουν αναφερθεί από τις μυκητοξίνες, η έκθεση σε τέτοιους παράγοντες πρέπει να ελαχιστοποιείται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Πανεπιστημιακές Μελέτες

*Όπως καταδεικνύει μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε από το Τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών σε κτίρια (γραφεία, δημαρχεία, νοσοκομεία) της Αθήνας, οι εννέα στους δέκα εργαζομένους έχουν ταλαιπωρηθεί τουλάχιστον μία φορά από το «σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου». Στην έρευνα, η οποία έγινε σε 50 συνολικά κτίρια, συμμετείχαν 913 εργαζόμενοι, οι οποίοι βρίσκονταν στη θέση εργασίας τους για διάστημα μεγαλύτερο του ενός έτους. Τα συμπτώματα, που συγκεντρώνουν τα υψηλότερα ποσοστά, στην πλειοψηφία των ερωτηθέντων είναι πονοκέφαλος (ποσοστό 62,5%), ερεθισμοί στα μάτια (58,3%) και δυσκολία συγκέντρωσης (33%). Αλλα συμπτώματα, που θεωρούν ότι σχετίζονται άμεσα με το εργασιακό τους περιβάλλον και το κτίριο, είναι επίσης ασυνήθιστη σωματική κόπωση (31,4%), υπνηλία (31,4%), ζάλη (28,5%), δύσπνοια (18,3%). Το ποσοστό των εργαζομένων που δηλώνει ένα τουλάχιστον σύμπτωμα ανέρχεται σε 89,5% στα κλιματιζόμενα κτίρια και 87,8% στα φυσικά αεριζόμενα κτίρια. Ενδιαφέροντα στοιχεία κατέγραψε επίσης η ερευνητική ομάδα αναφορικά με την ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων. Στα μισά από τα (21) φυσικά αεριζόμενα κτίρια η κατάσταση χαρακτηρίζεται «μη ικανοποιητική». Στα κλιματιζόμενα κτίρια δε η κατάσταση επιτείνεται καθώς η ποιότητα του αέρα κρίνεται «ικανοποιητική» μόνο στο 30% των κτιρίων. Το ποσοστό των καπνιστών στους χώρους αυτούς επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα της εσωτερικής ατμόσφαιρας. Οι μισοί (ποσοστό 48%) από τους εργαζομένους δήλωσαν ότι καπνίζουν στον χώρο εργασίας χωρίς ιδιαίτερους περιορισμούς.

*Σύμφωνα με έρευνες, στις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες οι άνθρωποι ξοδεύουν κατά μέσο όρο το 80% με 90% του χρόνου τους στο εσωτερικό περιβάλλον. Τα ποσοστά διαφοροποιούνται ελαφρώς ανάλογα με το είδος της πληθυσμιακής ομάδας. Για παράδειγμα, οι νοικοκυρές, οι ηλικιωμένοι και τα παιδιά προσχολικής ηλικίας περνούν περισσότερες ώρες στο σπίτι, ενώ οι εργαζόμενοι μοιράζουν τον χρόνο που περνούν σε εσωτερικούς χώρους ανάμεσα στο σπίτι, τον χώρο εργασίας και τα μέσα μεταφοράς.

Ο όρος “εσωτερικός αέρας” (“indoor air”) χρησιμοποιείται συνήθως για να

περιγράφει το εσωτερικό περιβάλλον μη βιομηχανικών κτιρίων, όπως κτίρια γραφείων, δημόσια κτίρια (σχολεία, νοσοκομεία, θέατρα, εστιατόρια κλπ.) και ιδιωτικές κατοικίες. Οι ρυπογόνοι παράγοντες στον εσωτερικό αέρα αυτών των κτιρίων είναι συνήθως του ίδιου τύπου με εκείνους που εντοπίζονται στον υπαίθριο αέρα. Είναι πολλές οι περιπτώσεις που οι συγκεντρώσεις των ρύπων στο εσωτερικό αυτών των κτιρίων ξεπερνούν τις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις. Πολλοί κάτοικοι ή εργαζόμενοι σε κτίρια εκφράζουν παράπονα για την ποιότητα του αέρα που αναπνέουν, δημιουργώντας την ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση της κατάστασης. Η Ποιότητα Εσωτερικού Αέρα (ΠΕΑ) άρχισε να αναφέρεται ως πρόβλημα στο τέλος της δεκαετίας του '60, αν και οι πρώτες μελέτες εμφανίστηκαν δέκα (10) χρόνια αργότερα. Από το 1984 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization -WHO) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μέχρι το 30% των νέων και αναδιαμορφωμένων κτιρίων μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο υπερβολικών καταγγελιών σχετικά με την ΠΕΑ.

Σωστή ποιότητα αέρα σε ένα εσωτερικό χώρο σημαίνει συνθήκες υγείας και άνεσης για τα άτομα που ζουν και εργάζονται στον χώρο αυτό. Όταν αυτές δεν διασφαλίζονται, οδηγούμαστε στο λεγόμενο Σύνδρομο του Άρρωστου Κτιρίου (ΣΑΚ) (Sick Building Syndrome - SBS). Ο ορισμός του ΣΑΚ είναι ο ακόλουθος: “Σύνδρομο του Άρρωστου Κτιρίου είναι μία ομάδα ιατρικών συμπτωμάτων που επιτείνονται όταν βρισκόμαστε στο κτίριο και περιστελλονται όταν απομακρυνθούμε από αυτό, χωρίς άλλη γνωστή αιτιολογία. Τα συμπτώματα αυτά περιλαμβάνουν ερεθισμό των ματιών, της μύτης και του λαιμού, πονοκεφάλους, ζαλάδες, κόπωση, ξηροδερμία και δερματικά εξανθήματα”.

Η επίδραση του ΣΑΚ στην κατάσταση υγείας ενός ανθρώπου ή πληθυσμού είναι καθοριστική. Επιστήμονες κρίνουν πως το κριτήριο για την ποιότητα ζωής και την κατάσταση υγείας ενός πληθυσμού θα έπρεπε να είναι η μέση διάρκεια ζωής, απαλλαγμένη από κάθε είδος ενοχλήσεις, ασθένειες, αλλεργίες, σωματικές και ψυχικές καταπονήσεις, ανωμαλίες. Ονομάζουν αυτό το κριτήριο “περίοδο ζωής πλήρους ικανότητας” (“disability free life period”). Το ερώτημα είναι κατά πόσο η αύξηση του προσδόκιμου ζωής συνοδεύεται από την αύξηση της περιόδου ζωής πλήρους ικανότητας. Επιδημιολογικές έρευνες έχουν αποδείξει πως η αύξηση της μιας παραμέτρου δεν συνεπάγεται και την αύξηση της δεύτερης. Αντίθετα μάλιστα, έχει αποδειχτεί ότι η μόνη παράμετρος που έχει πραγματικά αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες είναι το προσδόκιμο ζωής της γυναίκας. Μία έρευνα του ολλανδού ιατρού -

κοινωνιολόγου Van den Bos (1989) έδειξε ότι η μέση περίοδος ζωής πλήρους ικανότητας για τον άντρα και την γυναίκα είναι 58 και 59,5 χρόνια, αντίστοιχα. Υπάρχουν μάλιστα αποδείξεις ότι η αύξηση της διάρκειας ζωής συνοδεύεται συχνά από χρόνιες ασθένειες, σωματικούς περιορισμούς και ακινησία.

Ο εντοπισμός, η μέτρηση και η καταγραφή των ρυπογόνων παραγόντων που συμβάλλουν στην εμφάνιση του ΣΑΚ οδηγούν στη λήψη των κατάλληλων μέτρων ώστε να ελαχιστοποιηθεί ή να εξαλειφθεί το σύνδρομο αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Τρόποι πρόληψης του συνδρόμου

Καλή συντήρηση και καθαρισμός των κεντρικών κλιματιστικών συστημάτων. Κοινό χαρακτηριστικό των κτιρίων με μηχανικό σύστημα ψύξης- θέρμανσης-αερισμού, είναι ότι τα συστήματα αυτά πάσχουν από κακή συντήρηση, με συνέπεια να επιδεινώνουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας. Ο τακτικός και ο συστηματικός έλεγχος της σωστής λειτουργίας του μηχανικού συστήματος αερισμού και τα σωστά φίλτρα είναι απολύτως αναγκαία στα κτίρια αυτά, προκειμένου να υπάρχουν συνθήκες υγείας και άνεσης επισκεπτών και εργαζόμενων.

- ρυθμός αερισμού του χώρου, σύστημα φιλτραρίσματος του αέρα, κατανομή του αέρα στο χώρο, καθαρισμός αεραγωγών.
- Εναλλαγή του εσωτερικού αέρα. Σωστή ποιότητα αέρα στο χώρο σημαίνει συνθήκες υγείας και άνεσης για τα άτομα που ζουν και εργάζονται σε αυτό.

Η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους καθορίζεται από ένα πλήθος παραμέτρων όπως:

- Οι εσωτερικές συγκεντρώσεις αερίων ιόντων, αερίων χημικών ενώσεων, αερομεταφερόμενων σωματιδίων, βιολογικών ρύπων.
 - Οι εσωτερικές συγκεντρώσεις ραδιενεργών στοιχείων.
 - Οι τιμές της εσωτερικής θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας.
 - Ο ρυθμός εναλλαγής του αερίου του εσωτερικού χώρου με το περιβάλλον.
-
- Η ανακύκλωση του εσωτερικού αέρα να μην υπερβαίνει το 30%
 - Μείωση της χρήσης συνθετικών προϊόντων στην επίπλωση του χώρου
 - Αποφυγή χρήσης χημικών καθαριστικών
 - Απαγόρευση του καπνίσματος στους κλειστούς εσωτερικούς χώρους
 - Ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των βλαπτικών παραγόντων του περιβάλλοντος εργασίας
 - Εφαρμογή της κείμενης νομοθεσίας για την Υγεία και Ασφάλεια και υλοποίηση της γραπτής εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου
 - Τα φυτά είναι ο καταλληλότερος τρόπος για να καθαρίσουμε την επιβαρυσμένη ατμόσφαιρα του σπιτιού μας ή του χώρου εργασίας μας

"Η θέση των συστημάτων ελέγχου"

Οι δυσκολίες που συναντά κανείς στις εγκαταστάσεις μιας συσκευής ρύθμισης θερμοκρασίας περιβάλλοντος, οφείλονται σε διάφορες αιτίες:

- Η επιλογή της σωστής θέσης. Για να πετύχουμε μια σωστή μέτρηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος πρέπει να τοποθετήσουμε τη συσκευή κατά τέτοιο τρόπο, που οι διαταραχές να μειώνονται στο ελάχιστο. Ως διαταραχές λαμβάνονται όλες οι παρενοχλήσεις που οφείλονται σε μεταβλητές που επηρεάζουν την καλή λειτουργία της συσκευής, όπως για παράδειγμα, η μεταβλητή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος σε σχέση με την καλή λειτουργία της συσκευής, όπως για παράδειγμα, η μεταβλητή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος σε σχέση με το ύψος στο οποίο μετριέται.
- Το μικρότερο ειδικό βάρος του θερμού αέρα προκαλεί τη λεγόμενη διαστρωμάτωση του αέρα με μεγαλύτερη θερμοκρασία στα ανώτερα επίπεδα, σε σχέση με την πιο κρύα. Μετρώντας τη θερμοκρασία στο επίπεδο του δαπέδου θα πάρουμε μια μικρότερη τιμή σε σχέση με τη μέτρηση που θα πραγματοποιηθεί στο επίπεδο της οροφής.
- Ο σωστός τρόπος εγκατάστασης απαιτεί η θέση ως προς το ύψος της συσκευής μέτρησης θερμοκρασίας περιβάλλοντος, να βρίσκεται 1,5-1,6 μέτρα ψηλότερα από το δάπεδο (εικόνα 1α). Αυτός ο κανόνας εκτός από το ότι δίνει ένα μέσο ύψος του χώρου, φαίνεται απόλυτα λογικός και αποδεκτός, αν εξετασθεί από την οπτική της άνεσης στο χώρο. Πράγματι, σ' αυτό το ύψος βρίσκονται περίπου τα μέλη του ανθρωπίνου σώματος, που αισθάνονται περισσότερο τη θερμοκρασία, είτε καθόμαστε (το κεφάλι) είτε στεκόμαστε όρθιοι (η πλάτη και ο θώρακας).
- Η θέση σε σχέση με τα σημεία του ορίζοντα. Είναι αλήθεια ότι αν η συσκευή τοποθετηθεί σε εξωτερικό τοίχο με προσανατολισμό προς το βορά (εικόνα 1β), θα επηρεασθεί από τη μέγιστη ή την ελάχιστη θερμοκρασία του τοίχου που προκαλεί το φαινόμενο της συστολής (χειμώνας) και της διαστολής (καλοκαίρι). Πράγματι, ολόκληρο το κύριο σώμα του οργάνου που περιέχει και τον αισθητήρα, τείνει, εξαιτίας της αγωγιμότητας, να κινηθεί προς τη θερμοκρασία του τοίχου, αλλοιώνοντας έτσι τη μέτρηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος.

Πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτηση της συσκευής μέτρησης θερμοκρασίας κοντά σε παράθυρα και τζαμαρίες, διότι:

Η επίδραση των ηλιακών ακτινών ποικίλλει κατά τη διάρκεια του έτους.

Το γυαλί εμφανίζει μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα σε σχέση με τον τοίχο, το οποίο δημιουργεί στις κοντινές περιοχές τιμές θερμοκρασίας που δεν είναι ενδεικτικές της πραγματικής θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Ακόμη, πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτηση κοντά σε εσωτερικές γωνίες του διαμερίσματος, ειδικά αν το δωμάτιο θερμαίνεται με τη χρήση καλοριφέρ. Πράγματι, με μεταδότες θερμοκρασίας τοποθετημένους πολύ χαμηλά, η περιοχή γύρω από τις γωνίες θεωρείται «νεκρή» εξαιτίας της στασιμότητας του αέρα, και επομένως όχι κατάλληλη για την μέτρηση των διαφορών της θερμοκρασίας που υπάρχουν στο διαμέρισμα.

Επίσης και η τοποθέτηση κοντά στον απέναντι από την πόρτα τοίχο, όπως ανοίγει η πόρτα, δε κρίνεται ως η πλέον κατάλληλη, δεδομένου ότι σ' αυτήν τη θέση-συνεχώς ή σε κάθε άνοιγμα της πόρτας η συσκευή επηρεάζεται από τα ρεύματα του αέρα, που οφείλονται σε διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ελεγχόμενου χώρου και τυχόν διαδρόμους ή άλλους χώρους.

Γενικά, οι συσκευές μέτρησης θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατασκευάζονται με συγκεκριμένη σταθερά χρόνου, προκειμένου για την αποφυγή ανεπιθύμητων αυξομειώσεων που οφείλονται σε υπερβολικά άμεσες και γρήγορες αντιδράσεις στη μετρούμενη διαφορά θερμοκρασίας.

Ως σταθερά χρόνου αντιλαμβανόμαστε την καθυστέρηση ανάμεσα στη μεταβολή της μετρούμενης θερμοκρασίας και στη μεταβολή του αντίστοιχου σήματος που δημιουργείται από τη συσκευή.

Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι οι συσκευές για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αντιδρούν με μια κάποια καθυστέρηση στις αυξομειώσεις των μεταβολών.

Οι χρήσιμες θέσεις είναι πραγματικά λίγες, δεδομένου ότι τις περισσότερες φορές είναι, γενικά, κατειλημμένες από έπιπλα ή διάφορα αντικείμενα.

Αξίζει να τονιστεί ότι οι διάφορες αναλύσεις κόστους – οφέλους δείχνουν ότι οι δαπάνες για τη βελτίωση των συνθηκών μέσα σε ένα κτίριο υπερκαλύπτονται από την αύξηση της παραγωγικότητας των εργαζομένων και τη βελτίωση της υγείας τους.

Μέθοδοι αερισμού:

I. Φυσικός Αερισμός

- Πλεονεκτήματα: Απλή, φθηνή εγκατάσταση, χωρίς κινητά μέρη στο σύστημα και χωρίς δαπάνη ηλεκτρικού ρεύματος.
- Μειονεκτήματα: Ο αερισμός επηρεάζεται από τον άνεμο, τη θερμοκρασία και την ανθρώπινη συμπεριφορά στο άνοιγμα των παραθύρων ή στις ειδικές συνθήκες αερισμού που οι ένοικοι επιθυμούν. Ιδιαίτερη επίδραση έχει η αεροστεγανότητα του κτιρίου και η κατανομή των διεισδύσεων. Κτίρια με διαρροές επηρεάζονται από υπερβολικό αερισμό και από ελκυσμό. Σε περίπτωση υπερβολικά αεροστεγούς κτιρίου υπάρχει

κίνδυνος ανεπαρκούς αερισμού ε αποτέλεσμα το σχηματισμό συμπυκνώσεων και προβλημάτων από τη μόλυνση του αέρα των χώρων. Στους χώρους απαιτείται η χρήση κατακόρυφων αεραγωγών (SHUNT) ιδιαίτερα σε κτίρια με πολλούς ορόφους.

II. Φυσικός αερισμός με έλεγχο της λειτουργίας του. Ο αυτοματισμένος έλεγχος της παροχής ή της εξαγωγής των ροών αέρα ανάλογα με την ανεμοπίεση ή τη θερμοκρασία που επικρατεί.

- Πλεονεκτήματα: Χαμηλό κόστος που εξαρτάται από τον αυτοματισμό του συστήματος εισροής.
- Μειονεκτήματα: Τα αποτελέσματα παρόμοιων συστημάτων στον αερισμό και στην κατανάλωση ενέργειας δεν έχουν αξιολογηθεί με σαφήνεια. Προβλήματα θα μπορούσαν να εμφανιστούν στον έλεγχο της ροής του αέρα και στο ποσοστό αλλαγών αέρα ιδιαίτερα όταν το κτίριο δεν είναι επαρκώς αεροστεγές και οι δυνάμεις που καθορίζουν τη λειτουργία του συστήματος περιορισμένες. Το σύστημα αυτό απαιτεί την εγκατάσταση κατακόρυφων σωληνώσεων αερισμού ιδιαίτερα στην περίπτωση κτιρίων με πολλούς ορόφους.

III. Αερισμός με ανεμιστήρες εξαερισμού.

- Πλεονεκτήματα. Ο αερισμός εξαρτάται κυρίως από την ταχύτητα του ανεμιστήρα. Η αποσυμπύεση του κτιρίου μειώνει τον κίνδυνο συμπύκνωσης υγρασίας που προέρχεται από το εξωτερικό μέρος του κτιρίου. Αποτελεί μηχανικό σύστημα αερισμού χαμηλού κόστους. Σε αεροστεγές περίβλημα τα κατάλληλα τοποθετημένα στόμια εισροής του αέρα μπορεί να εξασφαλίσουν αερισμό με κατάλληλη διανομή και έλεγχο. Είναι εύκολη η εφαρμογή του και επιδέχεται ανάκτηση της θερμότητας στην εξαγωγή του αέρα (π.χ. σύζευξη με αντλία θερμότητας για την παραγωγή θερμού νερού).

- **Μειονεκτήματα:** Υπάρχει κίνδυνος ανεπαρκούς αερισμού σε διάφορα σημεία του κτιρίου αν αυτό εμφανίζει σημεία μεγάλης στεγανότητας ιδιαίτερα σε θέσεις κοντά στην έξοδο. Οι εισοδοί αέρα πρέπει να έχουν τις κατάλληλες διαστάσεις και να είναι τοποθετημένες σε σημεία που να περιορίζεται η ταχύτητα του αέρα σε θέσεις που εμφανίζονται ρεύματα. Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται από τη λειτουργία του ανεμιστήρα έχουν ως αποτέλεσμα τον περιορισμό ιδιαίτερα δραστικών σφραγισμάτων του κελύφους. Οι αγωγοί εισροής αέρα πρέπει να καθαρίζονται σχετικά συχνά.

III. Μηχανικό σύστημα αερισμού με παροχή καθαρού αέρα.

- **Πλεονεκτήματα:** Όταν το κτίριο είναι αεροστεγές τότε ο αερισμός έχει εξαιρετα αποτελέσματα σε όλο το κτίριο. Δυνατότητες διευθέτησης του συστήματος παροχής αέρα με προθέρμανση και φιλτράρισμα. Η παροχή αέρα μπορεί να γίνεται από σημείο που δεν έχει μολυσμένο αέρα. Εύκολη εφαρμογή ανάληψης θερμότητας.
- **Μειονεκτήματα:** Ακριβή εγκατάσταση ιδιαίτερα σε υφιστάμενα κτίρια. Απαιτεί κτίρια χωρίς διαρροές. Πολύ ευαίσθητο σύστημα σε διακυμάνσεις της πίεσης. Οι θόρυβοι από τους ανεμιστήρες ίσως να αποτελούν πρόβλημα. Οι διατάξεις παροχής αέρα πρέπει να εφαρμόζονται κατάλληλα ώστε να αποφεύγονται ρύποι στις επιφάνειες που συνήθως προκαλούνται από ρεύματα αέρα. Οι αεραγωγοί πρέπει να καθαρίζονται συχνά.

Για να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία ενός εξαερισμού

πρέπει:

I. Να υπάρχει σωστή πίεση

II. Ο εξαεριστήρας να είναι τοποθετημένος σε σημείο που να επιτυγχάνεται η καλύτερη απόδοση κατά την εκκένωση του μολυσμένου αέρα.

I. Καθαρός αέρας πρέπει να έρχεται σε επαρκή ποσότητα χωρίς να ενοχλεί από πλευράς άνεσης.

Το καλύτερο σημείο εφαρμογής του εξαεριστήρα είναι στο πιο ψηλό σημείο του χώρου που θα εξαεριστεί και όσο γίνεται πιο κοντά στις πηγές μόλυνσης. Οι εισοδοί του αέρα πρέπει να βρίσκονται στον ίδιο χώρο που θα τοποθετηθεί και ο εξαεριστήρας από την απέναντι πλευρά και όσο γίνεται μακρύτερα και σε χαμηλά σημεία. Ο αέρας που ανανεώνεται μπορεί έτσι να διασχίσει το σύνολο του χώρου.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- “Sick Building Syndrome”. United States Environmental Protection Agency. 2009
- Godish, Thad. *Indoor Environmental Quality*. New York: CRC Press. 2001
- Charlotte Brauer, *The sick building syndrome revisited*, Copenhagen 2005
- Ledford DK, Lockey RF. Building- and home-related complaints and illnesses: “sick building syndrome”. *J Allergy Clin Immunol* 1994
- Mendell MJ. Non-specific symptoms in office workers: a review and summary of the literature. *Indoor Air* 1993
- Salvaggio JE. Psychological aspects of environmental illness, multiple chemical sensitivity and building-related illness. *J Allergy Clin Immunol* 1994
- WHO. Indoor air quality: biological contaminants. WHO regional publications. European series no. 3. WHO, 1990
- Jaakkola JJK, Heinonen OP, Seppanen O. Sick building syndrome, sensation of dryness and thermal comfort in relation to room temperature in an office building: need for individual control of temperature. *Environ Int* 1989
- Stenberg B, Eriksson N, Hoog J, Sundell J, Wall S. The sick building syndrome (SBS) in office workers: a case-referent study of personal, psychosocial and building-related risk indicators. *Int J Epidemiol* 1994
- Michelle Murphy, *Sick Building Syndrome and the Problem of Uncertainty*, 2006
- Åke Thörn, *The Emergence and preservation of sick building syndrome*, KI 1999