

## Το Σύνδρομο του Άρρωστου Κτιρίου (Sick building Syndrome)

Ειρήνη Αργυροπούλου, Ζωή Καζαντζίδου, Φοιτήτριες Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Δ.Π.Θ.

Ως άρρωστα κτίρια, χαρακτηρίζονται τα νεόκτιστα κτίρια που προορίζονται για να στεγάσουν υπηρεσίες ή κατοικίες και τα οποία παρουσιάζουν προβλήματα «εσωτερικής ρύπανσης».

«Εσωτερική ρύπανση» θεωρείται η κακή ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων.

Στην περίπτωση κακής κατάστασης της υγείας τουλάχιστον του 50% των ενοίκων, που χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες ενοχλήσεις οι οποίες αποδίδονται αποκλειστικά και μόνο στην εσωτερική ρύπανση του αέρα του κτιρίου, οι ένοικοι πάσχουν από το «σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου». Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, εκτιμάται ότι στο 30% περίπου των νέων και των ανακαινιζόμενων κτιρίων, είναι δυνατόν τα άτομα που ζουν εκεί, να εμφανίζουν προβλήματα υγείας, λόγω κακής εσωτερικής ποιότητας της ατμόσφαιρας.

**Τα κυριότερα συμπτώματα του «συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου» είναι τα παρακάτω:**

- η δύσπνοια
- ο ξηρός βήχας
- ο πονόλαιμος
- το βράχνιασμα
- η ρινόρροια
- η δακρύρροια
- το φτάρνισμα
- ο ερεθισμός του δέρματος (εξανθήματα)
- οι πονοκέφαλοι
- οι ζαλάδες
- η ναυτία
- η πνευματική κόπωση και σύγχυση
- η σωματική κόπωση
- ο λήθαργος
- οι πεπτικές διαταραχές

**Η παραμονή για μεγάλο χρονικό διάστημα σε ένα άρρωστο κτίριο προκαλεί επιπλέον:**

- ρινίτιδες (αλλεργικές ή μη αλλεργικές)
- ιγμορίτιδες

- ωτίτιδες
- επιπεφυκίτιδες
- πνευμονίες
- δερματίτιδες (εκζέματα)
- παθήσεις του πεπτικού συστήματος
- νεοπλασίες
- παθήσεις του ήπατος
- παθήσεις των νεφρών
- παθήσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος

### **Κρούσματα που παρατηρούνται:**

- Κρυμμένοι ρύποι και χημικά στους χώρους εργασίας, σε σχολεία ακόμα και σε νοσοκομεία, επιβαρύνουν καθημερινά την υγεία μας και ευθύνονται για μια σειρά ασθενειών και θανάτων. Οι επιστήμονες κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου και επισημαίνουν ότι εκτός από την ατμοσφαιρική ρύπανση η δημόσια υγεία απειλείται από πλήθος αόρατων κινδύνων και στους κλειστούς χώρους στους οποίους υπολογίζεται ότι περνάμε το 80% της ζωής μας.

- Έρευνες του πανεπιστημίου Αθηνών καταδεικνύουν ότι στο 70% των κτιρίων, δημόσιων ή ιδιωτικών, καταγράφεται τουλάχιστον ένα είδος ρύπου πάνω από τα επιτρεπτά όρια.

- Περίπου 2.000 εργαζόμενοι υπολογίζεται ότι νοσούν ετησίως στην Ελλάδα εξαιτίας των κακών συνθηκών υγιεινής που επικρατούν στους χώρους εργασίας, με την πολιτεία να αδιαφορεί.

- Στην Αυστραλία 5.000 άτομα προσβάλλονται ετησίως από καρκίνο, ενώ στην Ευρώπη το 22% των απασχολούμενων εισπνέει επιβλαβείς ουσίες κατά το ένα τέταρτο του εργασιακού βίου. Τα λεγόμενα «άρρωστα» κτίρια, οι ακατάλληλες συνθήκες υγιεινής στην εργασία και τα ελλιπή μέτρα προφύλαξης από τη συχνή επαφή με χημικές ουσίες προκαλούν νόσους που σχετίζονται με την πόλη, τη σύγχρονη ζωή και την εργασία. Πρόσφατη έρευνα του Πανεπιστημίου Αθηνών αποκαλύπτει ότι το 70% των δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων στην Ελλάδα, μεταξύ των οποίων σχολεία, νοσοκομεία, σπίτια και χώροι εργασίας είναι εξαιρετικά επικίνδυνα. Από τις μετρήσεις που έγιναν διαπιστώθηκε ότι τουλάχιστον ένας ρύπος, που προέρχεται είτε από την ατμοσφαιρική ρύπανση είτε από τα ίδια τα υλικά κατασκευής βρίσκεται πάνω από τα ανεκτά όρια. Οι ρύποι αυτοί μπορούν να προκαλέσουν από απλή μείωση της παραγωγικής ικανότητας μέχρι καρκινογενέσεις καθώς η καθημερινή έκθεση σε αυτούς λειτουργεί σωρευτικά.

- Ερευνά που διεξήγαγε το πανεπιστήμιο του Σίδνεϋ διαπιστώνει ότι το 22% των εργαζόμενων εισπνέει επιβλαβείς ουσίες κατά το ένα τέταρτο του εργασιακού του βίου και ότι ακόμα το 11% των περιπτώσεων καρκίνου στους άντρες και το 2% στις γυναίκες σχετίζεται με το εργασιακό τους περιβάλλον λόγω της καθημερινής επαφής με τοξικές και καρκινογόνες ουσίες.

- Στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι μέχρι και 1.960 εργαζόμενοι νοσούν κάθε χρόνο από μια μορφή καρκίνου που συνδέεται με τον χώρο στον οποίο δουλεύουν. Ωστόσο η ελληνική πολιτεία φαίνεται να κλείνει τα μάτια στο

πρόβλημα. Από τη μια αρνείται να αναγνωρίσει πολλές από τις επίσημα καταγεγραμμένες επαγγελματικές ασθένειες, ενώ από την άλλη δεν προωθεί κανένα μέτρο για την πρόληψη των νόσων που σχετίζονται με το εργασιακό περιβάλλον.

- Πλήθος από χημικές ουσίες αποτελούν διαρκή αόρατη απειλή για την υγεία μας και μέσα στο σπίτι, την εργασία, τα σχολεία, ακόμα και τα νοσοκομεία. Έρευνες του Πανεπιστημίου Αθηνών σε 2.000 κτίρια πάσης φύσεως, ιδιωτικά και δημόσια, καταδεικνύουν ότι στο 70% καταγράφεται τουλάχιστον ένα είδος ρύπου πάνω από τα ανεκτά όρια. Ιδιαίτερα ανησυχητικά είναι τα στοιχεία από έρευνα σε σχολεία της πρωτεύουσας. Σε επτά από τις δέκα αίθουσες, όπου έγιναν μετρήσεις, παρουσιάζονται αυξημένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα άνω των επιτρεπτών ορίων. Ανάλογα προβλήματα εντοπίζονται στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα και σε νοσοκομεία της πρωτεύουσας. Επί μέρους μελέτες του πανεπιστημίου εντόπισαν αυξημένες συγκεντρώσεις σε οργανικές πτητικές ενώσεις ενώ υψηλές τιμές καταγράφονται ακόμα και μέσα σε χειρουργεία.

- Υπάρχουν προβλήματα εσωτερικής ρύπανσης που συνδέονται με ανθρώπινους θανάτους. Για παράδειγμα, το 1976 σε ξενοδοχείο στη Φιλαδέλφεια των Η.Π.Α, κατά τη διάρκεια ενός συνεδρίου απόστρατων λεγεωνάριων, παρουσιάστηκαν 182 κρούσματα πνευμονίας, από τα οποία τα 29 ήταν θανατηφόρα. Αργότερα εξακριβώθηκε ότι η πνευμονία προκλήθηκε από ένα βακτήριο (ονομάστηκε Legionella Pneumophila), το οποίο είχε αναπτυχθεί στους αεραγωγούς και στα φίλτρα του κεντρικού κλιματιστικού συστήματος του ξενοδοχείου. Η νόσος των Λεγεωνάριων, που οφείλεται σε κακή συντήρηση των συσκευών κλιματισμού, έρχεται κατά καιρούς στην επικαιρότητα.

- Πρόβλημα ρύπανσης του εσωτερικού αέρα έχει καταγραφεί σε νοσοκομεία της πρωτεύουσας από μελέτες του πανεπιστημίου Αθηνών. Ακόμα και μέσα σε χώρους χειρουργείων στο 18% των μετρήσεων διαπιστώνεται υπέρβαση από τα ανώτατα όρια συγκέντρωσης αναισθητικών αερίων. Έρευνα σε 10 νοσοκομεία της Αθήνας, δείχνει ότι υπάρχει σημαντικό πρόβλημα με την ποιότητα του εσωτερικού αέρα.

- μέσα στα χειρουργεία τα αναισθητικά αέρια ξεπερνούν στο 18% των περιπτώσεων τα ανώτερα επιτρεπτά όρια. Αντίστοιχα στο 35% των περιπτώσεων υπερβαίνουν τα μεσαία όρια και σε ποσοστό 59% καταγράφονται πάνω από τα χαμηλότερα ανεκτά όρια. «Από τα 17 χειρουργεία που εξετάστηκαν, εννιά είχαν σύστημα ανάκτησης αναισθητικών αερίων και σε τρία υπήρχε αγωγός συνδεδεμένος με το αναισθητικό μηχάνημα. Σε αρκετές περιπτώσεις βρέθηκε ότι το σύστημα δεν λειτουργούσε σωστά» Όπως σημειώνει, «οι συγκεντρώσεις των αναισθητικών αερίων βρέθηκαν αρκετά υψηλές στην πλειονότητα των χειρουργείων, ενώ τα αποτελέσματα της ανάλυσης δείχνουν ότι το 18% των χειρουργείων που εξετάστηκαν ξεπερνούσαν την οριακή τιμή». «Συχνά τα χειρουργεία έχουν ανεπίτρεπτες συνθήκες εσωτερικού αέρα. Απαιτείται σημαντική διόρθωση, ενδεδειγμένος έλεγχος και μέτρα για τη μόνιμη εξασφάλιση καλής ποιότητας αέρα».

- Περίπου 5.000 άνθρωποι στην Αυστραλία, προσβάλλονται ετησίως από καρκίνο, απόρροια, σύμφωνα με την εν λόγω έρευνα, της καθημερινής τους έκθεσης σε άκρως επιβλαβείς ουσίες όπως ο αμιάντος, οι βαφές, οι διάφοροι διαλύτες, ο μόλυβδος και άλλα υψηλής τοξικότητας

μέταλλα. Συγκεκριμένα, το 11% των περιπτώσεων καρκίνου στους άντρες και το 2% στις γυναίκες, σχετίζονται με το εργασιακό τους περιβάλλον, γεγονός που έρχεται να αμφισβητήσει έντονα την αποτελεσματικότητα των υγειονομικών μέτρων και των κανόνων ασφαλείας που προβλέπονται, αν όχι εφαρμόζονται στο χώρο εργασίας. Το 30% των περιπτώσεων καρκίνου του πνεύμονα που σημειώνονται ετησίως στην Αυστραλία, αποδίδεται στην εισπνοή μορίων σκόνης αμιάντου και αναθυμιάσεων και στο παθητικό κάπνισμα.

- Μετρήσεις της θερμοκρασίας περιβάλλοντος στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας, έδειξαν ότι η κεντρική περιοχή των Αθηνών είναι κατά πολύ θερμότερη των πέριξ της Αθήνας ημιαστικών περιοχών. Οι καταγραφείσες θερμοκρασιακές διαφορές κυμαίνονται κατά την διάρκεια της ημέρας περί τους 5 - 12 C και 2 - 5 C κατά τη διάρκεια της νύκτας. Χρησιμοποιώντας τις θερμοκρασιακές καταγραφές υπολογίστηκε το φορτίο δροσισμού για ένα τυπικό κτίριο γραφείου σε όλη την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας. Η κατανομή του φορτίου κλιματισμού εκφρασμένο σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο για όλο τον Αύγουστο του 1997, δίνεται παρακάτω.



Όπως διαπιστώνεται το φορτίο κλιματισμού στις κεντρικές περιοχές της Αθήνας είναι σχεδόν διπλάσιο από ότι στις αντίστοιχες περιφερειακές περιοχές. Ο διπλασιασμός του ενδεικτικού αυτού φορτίου οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στην αύξηση της θερμοκρασίας στις κεντρικές αστικές περιοχές.

## Οι βλαπτικοί παράγοντες που ευθύνονται για την εσωτερική

### ρύπανση ενός άρρωστου κτιρίου είναι:

#### I. Χημικοί παράγοντες όπως:

- Η φορμαλδεΐδη (HCHO): είναι υποπροϊόν καύσης και ευρέως χρησιμοποιούμενη χημική ουσία που βρίσκεται σε κατασκευαστικά υλικά. Αποτελεί μία απολυμαντική, συντηρητική και θεραπευτική ουσία. Η παρουσία της φορμαλδεΐδης στους εσωτερικούς χώρους οφείλεται κατά κύριο λόγο στη μεγάλη χρήση ρητινών που την εμπεριέχουν και από τις οποίες απελευθερώνεται. Τέτοιες ρητίνες χρησιμοποιούνται στην κατασκευή μμονωτικών υλικών, επίπλων από κόντρα πλακέ, νοβοπάν ή άλλα συνθετικά ξύλα, συνθετικών μμοκετών, υφασμάτων, επιπλώσεως, προϊόντα από χαρτί (χαρτοσακούλες, λαδόχαρτο), τα υφάσματα, τα χρώματα βαφής επιφανειών, ο καπνός του τσιγάρου, MDF, πολυουρεθάνη, διάφορα πλαστικά που χρησιμοποιούνται σαν στερεωτικά και συγκολλητικά, το τζάκι κ.λπ. Η φορμαλδεΐδη, μμαζί με άλλες αλδεΐδες, αποτελεί επίσης ένα από τα προϊόντα που απελευθερώνονται κατά την καύση των τσιγάρων.

Επιπτώσεις: αίσθημα καψίματος στα μάτια και στον λαιμό, ναυτία, δυσκολία στην αναπνοή, ερεθισμός στη μύτη, λαχάνιασμα, βήχας, αίσθημα κόπωσης, πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου, αλλεργική δερματίτιδα, πονοκέφαλος, άσθμα, και καρκινώματα στο λαιμό.

- Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO): είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο το οποίο παράγεται κατά την ατελή καύση. Όταν εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη και εμποδίζει την κατανομή του οξυγόνου στα κύτταρα.

Ένα μέρος της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα που εντοπίζεται στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον δεδομένου ότι αποτελεί προϊόν αφενός μεν της οδικής κυκλοφορίας, αφετέρου δε της βιομηχανικής δραστηριότητας και των κεντρικών συστημάτων θέρμανσης. Στους εσωτερικούς χώρους το μονοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνεται από τη χρήση μμαγειρικών συσκευών φυσικού αερίου, κεντρικές θερμάνσεις, ξυλόσομπες, τζάκι, κάπνισμα.

Επιπτώσεις: αίσθημα κόπωσης στους υγιείς ανθρώπους και πόνος στο στήθος σε αυτούς που έχουν κάποιο πρόβλημα καρδιάς. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλεί σύγχυση στην όραση και τον προσανατολισμό, έντονο πονοκέφαλο, ναυτία. Σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (κυρίως σε περιπτώσεις πυρκαγιάς) μπορεί να αποβεί θανάσιμο αέριο.

#### ▪ Διοξείδιο του άνθρακα

Πηγές: σχετίζεται άμεσα με την παρουσία ατόμων μέσα στον εσωτερικό χώρο. Επιπτώσεις: Σε χαμηλές συγκεντρώσεις δεν θεωρείται τοξικό αέριο, αλλά σε υψηλότερες μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην αναπνοή, ζαλάδα και έντονο αίσθημα κόπωσης.

- Τα οξειδία του αζώτου (NO-NO<sub>2</sub>): απελευθερώνονται στον εσωτερικό χώρο με τη χρήση μαγειρικών συσκευών φυσικού αερίου και από τις σόμπες αερίου.

Επιπτώσεις: ερεθισμός σε μάτια, μύτη, λαιμό, μακροχρόνια έκθεση μπορεί να προκαλέσει χρόνια βρογχίτιδα.

- Ο αμίαντος: αποτελεί τη συλλογική ονομασία ορισμένων ορυκτών ινώδους μορφής και κρυσταλλικής δομής. Ο αμίαντος ως πρώτη ή δευτερεύουσα ύλη εντοπίζεται σε περισσότερες από 3.000 διαφορετικές τεχνικές εφαρμογές. Αναμιγνύεται με διάφορες συγκολλητικές ουσίες, όπως το τσιμέντο, και χρησιμοποιείται σαν οικοδομικό υλικό με τη μορφή των φύλλων και των σωλήνων αμιαντοτσιμέντου. Επίσης χρησιμοποιείται ως μονωτικό υλικό στα πλακάκια, τους φούρνους, τις σόμπες, τα ηλεκτρικά σίδερα και άλλα προϊόντα. Η απελευθέρωσή του στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων οφείλεται στη σταδιακή γήρανση του υλικού, καθώς επίσης και στις παρεμβάσεις συντήρησης.

- Οι τεχνητές Ορυκτές ίνες: χρησιμοποιούνται σαν θερμομονωτικά υλικά σε υποκατάσταση του αμιάντου. Τέτοιες ίνες είναι ο πετροβάμβακας και ο υαλοβάμβακας. Η απελευθέρωση του στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων οφείλεται κύρια στις παρεμβάσεις συντήρησης.

- Το παθητικό κάπνισμα: ένα σημαντικό μέρος της ρύπανσης του εσωτερικού αέρα οφείλεται και στα προϊόντα καύσης του καπνού των τσιγάρων, της πίπας και των πούρων. Ο καπνός που παράγεται αποτελεί ένα μείγμα αερίων, αιωρούμενων στερεών σωματιδίων και οργανικών ουσιών που προέρχονται από την ατελή καύση τόσο του καπνού, όσο και του χαρτιού των τσιγάρων. Στον καπνό του τσιγάρου έχουν εντοπισθεί περίπου 4.300 χημικές ουσίες, ορισμένες από τις οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν διάφορα πνευμονικά νοσήματα αλλά και καρκίνο στους παθητικούς καπνιστές. Ο καπνός του τσιγάρου στους κλειστούς εσωτερικούς χώρους αυξάνει τις συγκεντρώσεις τόσο των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων, όσο και των άλλων αέριων ρύπων όπως της νικοτίνης, των αρωματικών υδρογονανθράκων, του μονοξειδίου του άνθρακα κ.λπ.

- Οι πτητικές οργανικές ουσίες: χημικές ουσίες όπως το τριχλωροαιθυλένιο, το τριχλωροαιθάνιο, το τριχλωρομεθάνιο καθώς και άλλοι αλογονωμένοι διαλύτες, εξαερώνονται με τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων από διάφορα προϊόντα (χρώματα, πλαστικά, αρωματικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στον καθαρισμό, κόλλες κλπ) στα οποία υπάρχουν ως διαλύτες.

Επιπτώσεις: Ερεθισμός σε μάτια, μύτη, λαιμό, πονοκέφαλος, απώλεια προσανατολισμού, βλάβη στα νεφρά και στο ήπαρ, στο αναπνευστικό και νευρικό σύστημα.

- Τα στερεά σωματίδια: σε μη αεριζόμενους κλειστούς εσωτερικούς χώρους έχει παρατηρηθεί υψηλή συγκέντρωση στερεών αιωρούμενων σωματιδίων τα οποία αποτελούν και το τελικό προϊόν της εκφυλιστικής διαδικασίας των υλικών.

## II. Φυσικοί παράγοντες όπως:

- Το ραδόνιο: αποτελεί προϊόν ραδιενεργούς μμετάπτωσης του ραδίου 226 και σε ίχνη αποτελεί συστατικό στοιχείο των βράχων και του εδάφους. Απελευθερώνεται σε αέρια μορφή στους κλειστούς εσωτερικούς χώρους των κτιρίων από τα κατασκευαστικά υλικά και το νερό. Υψηλές συγκεντρώσεις από ραδόνιο παρατηρούνται και στους μη αεριζόμενους υπόγειους χώρους όπου το στοιχείο απελευθερώνεται και από το έδαφος. Στην Αγγλία, μόλις το 1993, από συγκρίσεις και μελέτες στατιστικών στοιχείων προέκυψε ότι ο ετήσιος αριθμός θανάτων από καρκίνο, οφειλόμενο στο ραδόνιο, είναι ίσος με των θανάτων από τροχαία δυστυχήματα.

## III. Βιολογικοί παράγοντες όπως:

- Τα Βακτήρια
- οι ιοί
- οι μύκητες

IV. Οργανικές ενώσεις και σωματίδια από τη λειτουργία υπολογιστών, εκτυπωτών και διάφορων άλλων ηλεκτρονικών μέσων, το βενζόλιο, η ναφθαλίνη και η τολουόλη

- Βενζόλη

Μία συνήθης διαλυτική ουσία που περιέχεται επίσης στα καύσιμα. Περιέχεται στο μελάνι, τα λάδια, χρώματα, πλαστικά, καουτσούκ, γκαζολίνη, απορρυπαντικά, φαρμακευτικά, βαφές, καπνός τσιγάρου, συνθετικές ίνες.

Επιπτώσεις: Ερεθισμός σε δέρμα και μάτια (ξηροδερμία, φλεγμονές, φλύκταινες και δερματίτιδα), ζαλάδα, αδυναμία, πονοκέφαλος, ναυτία, θολή όραση, αναπνευστικά προβλήματα, ρίγος, αρρυθμίες, βλάβες σε συκώτι και νεφρά, ανορεξία, υπνηλία, νευρική κατάσταση, ψυχικές διαταραχές, αιματολογικά νοσήματα και καρκινώματα.

- Τριχλωροαιθυλένιο

Ένα εμπορικό προϊόν για βιομηχανική χρήση. Περιέχεται σε μεταλλικούς απολυμαντές, προϊόντα στεγνού καθαρισμού, μελάνι τυπώματος λούστρο, βερνίκια, συγκολλητικά.

Επιπτώσεις: Ενδεχόμενος καρκίνος στο συκώτι.

## 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 αέριου 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 επιβαρυμένη ατμόσφαιρα του σπιτιού μας ή του χώρου εργασίας μας



## "Η θέση των συστημάτων ελέγχου"

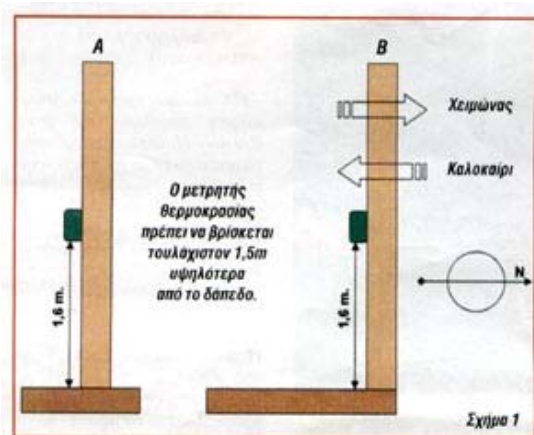
Οι δυσκολίες που συναντά κανείς στις εγκαταστάσεις μιας συσκευής ρύθμισης θερμοκρασίας περιβάλλοντος, οφείλονται σε διάφορες αιτίες:

- η επιλογή της σωστής θέσης. Για να πετύχουμε μια σωστή μέτρηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος πρέπει να τοποθετήσουμε τη συσκευή κατά τέτοιον 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:

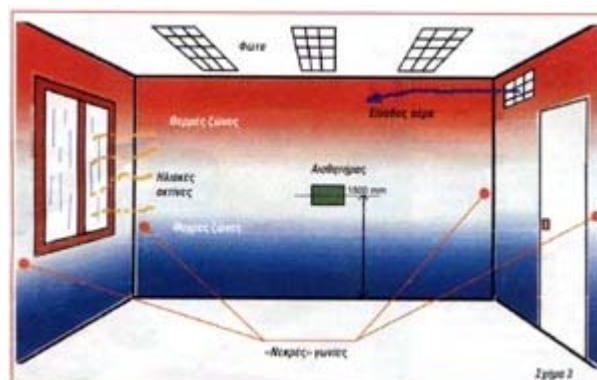
- Η επίδραση των ηλιακών ακτινών ποικίλλει κατά τη διάρκεια του έτους.
- Το γυαλί εμφανίζει μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα σε σχέση με τον τοίχο, το οποίο δημιουργεί στις κοντινές περιοχές τιμές θερμοκρασίας που δεν είναι ενδεικτικές της πραγματικής θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

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.

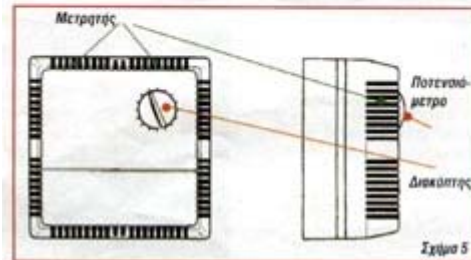
Ως **σταθερά χρόνου** αντιλαμβανόμαστε την καθυστέρηση ανάμεσα στη μεταβολή της μετρούμενης θερμοκρασίας και στη μεταβολή του αντίστοιχου σήματος που δημιουργείται από τη συσκευή.



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



Συνιστάμενες ζώνες τοποθέτησης οσκευών μέτρησης θερμοκρασίας.



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 είσοδοι 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.

### IV. Μηχανικό σύστημα αερισμού με παροχή καθαρού αέρα.

- **Πλεονεκτήματα:** Όταν το κτίριο είναι αεροστεγές τότε ο αερισμός έχει εξαιρετικά 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 είσοδοι 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.

**Ο περιορισμός των απωλειών από αερισμό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους που έχουν ως εξής:**

I. Τεχνικά μέσα.

- Με την εφαρμογή ταινιών στεγάνωσης τόσο στα υφιστάμενα όσο και στα νέα κτίρια.
- Με την αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων με νέα.
- Με την εφαρμογή διατάξεων ανάσχεσης ιδιαίτερα στις εξωτερικές θύρες των κτιρίων παλαιών ή νέων καθώς και με την εφαρμογή περιστροφικών θυρών.

II. Μη τεχνικά μέσα.

- Με περιορισμό του αερισμού.
- Με κλείσιμο των εσωτερικών θυρών.
- Με μείωση των θερμοκρασιών.

**Υπάρχουν γενικά δυο τρόποι προσδιορισμού των διεισδύσεων αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων:**

I. Μέθοδος ανίχνευσης αερίων. Με τη μέθοδο αυτή εισάγεται στο χώρο ένα αδρανές και άοσμο αέριο που δεν επηρεάζει ούτε επηρεάζεται από τα υλικά και την κατάσταση του κτιρίου. Εφόσον το αέριο αυτό δεν ασκεί κάποια χημική αντίδραση είναι δυνατό να μετριέται η συγκέντρωση που εμφανίζει στο χώρο σε συσχέτιση με το εισαγόμενο αέριο και τη διείσδυση του αέρα από τις χαραμάδες.

II. Μέθοδος της υπερπίεσης. Με τις μετρήσεις αυτές προσδιορίζεται η στεγανότητα μιας συγκεκριμένης κατασκευής. Οι διάφοροι κανονισμοί δίνουν τις απαιτήσεις σε ένα από τα δυο πιο πάνω στοιχεία ώστε να εξασφαλίζονται τα σχετικά περιθώρια διεισδύσεων αέρα στα κτίρια

**Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων και οι νέες τεχνικές για τη μείωσή της**

Τα κτίρια αποτελούν τον μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας στην Ευρώπη, καλύπτοντας το 40% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου της.

Παράλληλα, ο κτιριακός χώρος, σαν πλήρες στοιχείο του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος επηρεάζεται από τα σύγχρονα προβλήματά του και συντελεί στην διαμόρφωσή τους. Η ένταση των προβλημάτων του εξωτερικού περιβάλλοντος έχει διαμορφώσει ένα πλαίσιο προβλημάτων για το κτίριο όπου τα προβλήματα ποιότητας του εσωτερικού κλίματος και περιβάλλοντος καθώς και τα ποσοτικά προβλήματα κατανάλωσης και εξοικονόμησης ενέργειας, συμπλέουν και απαιτούν κοινή αντιμετώπιση και προοδευτική αντίληψη αντιμετώπισης.

Η σημαντική έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί κατά τα τελευταία χρόνια έχει επιτρέψει την ανάπτυξη επιστημονικών μεθόδων, τεχνικών και τεχνολογιών που αφενός εξασφαλίζουν βέλτιστο εσωτερικό περιβάλλον καθώς και την μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας. Οι τεχνικές αυτές που κατά βάση κάνουν χρήση ηλιακής ενέργειας καθώς και των άλλων πηγών του περιβάλλοντος έχουν ήδη αποδείξει σε πρακτικό επίπεδο ότι είναι ιδιαίτερα αποδοτικές τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά. Η ευρύτερη εφαρμογή τους αποτελεί αίτημα για ένα καλύτερο κτιριακό περιβάλλον, εντός του οποίου βέβαια διαβιώνουμε το 80% περίπου της όλης μα ζωής.

Ειδικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει συντελέσει στην δραματική αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για τον δροσισμό των κτιρίων κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η απαιτούμενη ενέργεια για τον δροσισμό ενός κτιρίου στο κέντρο της Αθήνας είναι σχεδόν διπλάσια από την απαιτούμενη στην περιφέρεια της πόλης.

Παράλληλα η αύξηση των επιπέδων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και οι υψηλές εκπομπές μέρους των σύγχρονων δομικών υλικών συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης ρυπαντών στο εσωτερικό των κτιρίων, με ιδιαίτερα σημαντικές συνέπειες τόσο στην υγεία όσο και την παραγωγικότητα των ενοίκων. Μετρήσεις σε κτίρια γραφείων και νοσοκομεία στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών έδειξαν ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων καθώς και αυξημένα ποσοστά παθολογίας των ενοίκων.

Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας. Η κατανομή των διαφόρων πλέον καυσίμων είναι 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι αντιστοιχεί περίπου ένας τόνος ισοδύναμου πετρελαίου ανά έτος και ανά κάτοικο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων στην Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή κατά τα τελευταία χρόνια είναι ελαφρά αυξητική και η ετήσια αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια είναι ίση με 0.7%.

Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα, είναι της τάξης των 4.6 Mtoe, και αντιστοιχούν 0.55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα είναι καθαρά αυξητική και ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι περίπου 1,8%.

Μέση ενεργειακή κατανάλωση διαφόρων τύπων κτιρίων ανά είδος χρήσης. Όλες οι τιμές είναι σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο.

Τύπος Κτιρίου	Δροσισμός	Θέρμανση	Φωτισμός	Συσκευές	Σύνολο
Γραφεία	24	95	20	48	187
Εμπορικά	18	74	19	41	152
Σχολεία	2	66	16	8	92
Νοσοκομεία	3	299	52	53	407
Ξενοδοχεία	11	198	24	40	273

Παρατηρείται ότι η κατανάλωση των κλιματιστικών συσκευών επιφέρει αύξηση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης κατά 40 kWh ανά τετραγωνικό μέτρο και έτος. Η κατανάλωση αυτή αποτελεί και την μέση ενεργειακή κατανάλωση των κλιματιστικών συσκευών στην χώρα.

### **Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας:**

Ι.Η επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης εντός των χώρων. Θετικό θερμικό ισοζύγιο αντιστοιχεί σε αίσθημα θερμικής δυσφορίας, ενώ αρνητικό ισοζύγιο προκαλεί το αίσθημα κρύου.

Η οπτική άνεση σε ένα χώρο απαιτεί την εξασφάλιση τεσσάρων επιμέρους προϋποθέσεων:

1. Την επίτευξη των απαραίτητων φωτιστικών επιπέδων για το είδος των εργασιών που επιτελούνται στο χώρο.
2. Την αποφυγή οπτικής θάμβωσης
3. Την εξασφάλιση οπτικής επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον
4. Την οπτική επαφή με εξωτερικά στοιχεία ευχάριστα στο άτομο

Εκατοντάδες χιλιάδες κτίρια έχουν ήδη κατασκευασθεί με βάση τις αρχές αυτές σε όλο τον κόσμο και παρουσιάζουν ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα. Στην Ελλάδα, τα υπάρχοντα βιοκλιματικά κτίρια λειτουργούν με εξαιρετική επιτυχία και με βάση τις υπάρχουσες μετρήσεις καταναλώνουν κατά πολύ λιγότερη ενέργεια από ότι τα αντίστοιχα συμβατικά κτίρια. Ήδη σημαντικά νέα κτίρια όπως το νέο Μουσείο της Ακρόπολης, το νέο Μουσείο των Δελφών, το νέο κτίριο την κεντρικών γραφείων της ΔΕΗ κλπ. έχουν

σχεδιασθεί και κατασκευάζονται ώστε να καλύπτουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών αναγκών τους με ηλιακή ενέργεια και άλλες ατμοσφαιρικές πηγές.

II.Μείωση των θερμικών απωλειών του κτιρίου. Επιτυγχάνεται κυρίως με την μείωση της μεταφερόμενης θερμότητας δια μέσω του κελύφους και την ανάκτηση θερμότητας κατά τον αερισμό. Η θερμική προστασία του κελύφους με χρήση θερμομόνωσης εξασφαλίζει την μείωση των απωλειών μέσω του κελύφους, ενώ η χρήση ειδικών εναλλακτών θερμότητας μειώνει δραματικά τις απώλειες μέσω αερισμού.

III.Η αύξηση της εισερχόμενης στο κτίριο ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια της ψυχρής περιόδου. Συντελεί στην βελτίωση του θερμικού ισοζυγίου του και την μείωση των ενεργειακών αναγκών για θέρμανση. Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο κτίριο μέσω των διάφανων ανοιγμάτων και αποθηκεύεται στην μάζα του κτιρίου η οποία την επαναεκπέμπει με την μορφή θερμικής ακτινοβολίας που πλέον δεν μπορεί να διαφύγει από κτίριο (φαινόμενο θερμοκηπίου). Το φυσικό αυτό φαινόμενο αποτελεί την σχεδιαστική αρχή των λεγόμενων παθητικών ηλιακών κτιρίων.

Πηγές πληροφοριών:

<http://www.ecocity.gr/main.php?cat=66&art=374>

<http://www.soldatos.gr/html/news.html>

[http://www.ktirio.gr/gr/ dynoP/articles/arthra\\_det.asp?KATEGORY\\_CODE=23 &ARTHRO\\_NAME=114-31.TXT](http://www.ktirio.gr/gr/ dynoP/articles/arthra_det.asp?KATEGORY_CODE=23 &ARTHRO_NAME=114-31.TXT)

[http://www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m\\_santamouris.htm](http://www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m_santamouris.htm)