

# Συνθήκες άνεσης στον εσωτερικό χώρο

Άρθρο του ΕΡΩΤΟΚΡΙΤΟΥ ΤΣΙΓΚΑ, Μηχ. Ηλεκτρολόγου Μηχ.

Τεχνικό Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ Τ.114, Σελ. 31

Σε κάθε άτομο, για την αντίληψη της άνεσης, σημαντικό ρόλο παίζουν τα βιολογικά, ψυχολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά του.

Οι μελετητές όμως είναι γενικά υποχρεωμένοι να στοχεύουν στη διαμόρφωση άνεσης όλης της ομάδας χρηστών ενός χώρου που θα πρέπει να την αντιμετωπίζουν ως ένα ενιαίο σύνολο.

Η άνεση μπορεί να οριστεί ως η αίσθηση της απόλυτης φυσικής και πνευματικής ευημερίας όλων των ατόμων που βρίσκονται σε ένα χώρο. Η εξασφάλιση άνεσης καθορίζεται από πλήθος καταστάσεων που πρέπει να εξασφαλίζονται ταυτόχρονα. Έτσι στα κτίρια κατά το θέρος απαιτούνται ειδικές εγκαταστάσεις κλιματισμού ή φροντίδα εφαρμογής φυσικού δροσισμού, ο συνδυασμός φυσικού και τεχνητού φωτισμού ή μονομερώς ο φυσικός ή ο τεχνητός φωτισμός που πρέπει να καλύπτουν τις συνθήκες ικανοποιητικής οπτικής άνεσης, φυσικός ή μηχανικός αερισμός ώστε να εξασφαλίζονται οι απαραίτητες αλλαγές αέρα για να διατηρείται ο χώρος μόνιμα υγιεινός κ.ο.κ.

Στη βελτίωση της στάθμης άνετης διαβίωσης των ενοίκων ενός κτιρίου συμβάλλουν και οι εγκαταστάσεις που διευκολύνουν τις διάφορες εξυπηρετήσεις των ενοίκων ή των χρηστών ακόμη και των ατόμων με ειδικές ανάγκες. Έτσι επιβάλλεται η ασφαλής λειτουργία των ανελκυστήρων, οι σωστές υδραυλικές και θερμικές εγκαταστάσεις, η συνεχής παροχή θερμού νερού, ασφαλείς εγκαταστάσεις ηλεκτρικού ρεύματος, οι αξιόπιστες τηλεφωνικές διασυνδέσεις, η πλήρης ραδιοφωνική και τηλεοπτική κάλυψη και ακόμη και η έγκαιρη αντιμετώπιση πυρκαγιών ή άλλων φυσικών φαινομένων όπως οι σεισμοί, οι κλιματικές επιδράσεις κτλ. Για να είναι αποτελεσματικές αυτές οι διευκολύνσεις πρέπει να υπεισέρχονται μεθοδικά στην κατασκευή του κτιρίου από το προκαταρκτικό στάδιο της μελέτης μέχρι τις τελικές εργασίες.

## Ο χώρος κατοικίας και η υγεία

Είναι γνωστό ότι πολλές καταστάσεις, όπως το σύνδρομο της μόνιμης αίσθησης κόπωσης των ενοίκων, το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου καταλήγουν να αποτελούν πηγές έλλειψης υγείας που οφείλονται στην κατάσταση που επικρατεί στο εσωτερικό των κτιρίων.

Εκτός όμως από τα πιο πάνω, στα κτίρια εμφανίζεται:

Υπέρμετρη κατανάλωση φυσικών πόρων για την παραγωγή ενέργειας.

Αύξηση παραγωγής προϊόντων ενόχλησης και αύξηση της ρύπανσης.

Ανάπτυξη διαδικασιών αντιρρύπανσης με παράλληλη κατανάλωση φυσικών πόρων.

- Τα olf και τα άρρωστα κτίρια

Το olf είναι η μονάδα που καθιερώθηκε από το διάσημο Δανό καθηγητή Ole Fanger για να αποδώσει τη μόλυνση στον αέρα που προκαλεί ένα άτομο που βρίσκεται σε ένα χώρο υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Επειδή όμως κάθε χώρος αερίζεται ο Fanger καθόρισε μια άλλη μονάδα το decipol που αποτελεί τη μονάδα μέτρησης του μολυσμένου αέρα όπως γίνεται αντιληπτός από τα άτομα. Έτσι καθόρισε το decipol ως τη μόλυνση που γίνεται αντιληπτή όταν σε ένα χώρο βρίσκεται ένα τυπικό άτομο και ο χώρος αυτός αερίζεται με ποσό καθαρού αέρα ίσο με 10l/s. Το olf αντιστοιχεί με το Lumen φωτισμού ή με το watt θορύβου, ενώ το decipol αντιστοιχεί με το lux φωτισμού ή με το decibel θορύβου.

- Παράθυρα, φυσικός και τεχνητός φωτισμός

Τα παράθυρα είναι σημαντικά για τη γενική κατάσταση της υγείας, γιατί αφήνουν το φως να εισέρχεται στο χώρο, παρέχουν πληροφορίες για ότι συμβαίνει στο περιβάλλον, επιτρέπουν την είσοδο καθαρού αέρα και χρησιμοποιούνται ως διέξοδοι σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Συγχρόνως περιορίζουν το συναίσθημα του πανικού, το άγχος, τον αποπροσανατολισμό, την ανία και την ατονία. Οι χώροι όμως, μπορεί να απαιτούν και τεχνητό φως. Τα πιο πολλά άτομα δεν απαιτούν κατά την εργασία στάθμη φωτισμού

μεγαλύτερη από 300 Lux. Ένταση φωτισμού που να ξεπερνά τα 1200 Lux μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία του χώρου με δυσμενή αποτελέσματα στην απόδοση εργασίας.

- Θόρυβος

Σε κανένα κτίριο ή σύστημα αερισμού δεν εμφανίζεται στάθμη θορύβου που να ξεπερνά τα 85 dBA, στάθμη στην οποία η ακοή μπορεί να χειροτερέψει, ενώ είναι γνωστό ότι και πιο χαμηλή στάθμη θορύβου επηρεάζει τον ύπνο, τη χώνευση, την ικανότητα σκέψης και επικοινωνίας. Απαιτείται σημαντική έρευνα στα δυσμενή αποτελέσματα που μπορεί να έχει ένας συνεχής θόρυβος, έστω και χαμηλής στάθμης. Ακόμη και αν τα άτομα δεν αντιλαμβάνονται ενσυνείδητα το θόρυβο, υπάρχει ένα γενικό αίσθημα ανακούφισης, όταν ο θόρυβος αυτός σταματήσει.

### **Σημερινή κατάσταση σε κτίρια στην Ελλάδα**

Στην Τεχνική Έκθεση της Επιτροπής του ΥΠΕΧΩΔΕ για την Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Οικιστικό Τομέα (Πρόγραμμα: ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2001) καταγράφεται μετά από έρευνα που έγινε σε 13 Δημόσια Κτίρια με όγκο 45.000 κ.μ. σειρά από προβλήματα που εκτός από το ότι αποτελούν πηγές έλλειψης άνεσης, ταυτόχρονα δημιουργούν και συνθήκες για τη σπατάλη ενέργειας. Έτσι αναφέρονται προβλήματα: υγρασίας, ελλιπούς στεγανότητας κουφωμάτων, θέρμανσης που δεν καλύπτει όλους τους χώρους, έλλειψης παροχής θερμού νερού, έλλειψης δροσισμού, έλλειψης μονώσεων στις σωληνώσεις, επιπτώσεων από απλά τζάμια, έλλειψης θερμομόνωσης, Η/Μ εγκαταστάσεων που δεν ανταποκρίνονται στην αρχική μελέτη κ.τ.λ.

### **Ο αερισμός στα κτίρια**

Στην περίπτωση της αθέλητης διείσδυσης αέρα τα αποτελέσματα μπορεί να συμβιβάζονται μερικώς ως προς την υγιεινή κατάσταση του χώρου αλλά δεν εξυπηρετούν ουσιαστικά το στόχο της εξοικονόμησης ενέργειας. Στον προκαθορισμένο αερισμό τα αποτελέσματα μπορούν να καλύπτουν τόσο την υγιεινή των χώρων όσο και την εξοικονόμηση ενέργειας. Είναι έτσι ιδιαίτερης σημασίας για την εξοικονόμηση ενέργειας να ελέγχονται οι διεισδύσεις αέρα, να εξασφαλίζεται ο σωστός αερισμός και να γίνεται η ανάκτηση θερμότητας από τον αέρα που εξέρχεται από τους χώρους. Έτσι θα συμβιβάζονται τόσο η εξοικονόμηση ενέργειας όσο και η υγιεινή των χώρων με την εξασφάλιση θερμικής άνεσης και τον περιορισμό των προβλημάτων της υγρασίας.

### **Αναγκαία χαρακτηριστικά του αέρα για την υγιεινή κατάσταση του ατόμου**

Η άνεση σε ένα κατοικημένο χώρο εξαρτάται τόσο από τη θερμοκρασία όσο και από την υγρασία. Πρέπει ακόμη να εξασφαλίζεται επαρκής κίνηση του αέρα παρότι εξακολουθεί επί του παρόντος να μην είναι επαρκώς γνωστή η σημασία της.

Η καθαρότητα του εξωτερικού αέρα είναι αισθητά σταθερή στις διάφορες περιοχές. Στα κτίρια που κατοικούνται, η ατμόσφαιρα επηρεάζεται από τις σωματικές δραστηριότητες των ενοίκων (αναπνοή, φτάρνισμα, βήξιμο, αποβολή οργανικών οσμών κτλ.). Όταν υπάρχει αναμμένη φωτιά στο χώρο ή σε περίπτωση ανοικτής φλόγας υπάρχει μόλυνση από τα προϊόντα της καύσης. Άλλες μορφές μόλυνσης εμφανίζονται όταν βιομηχανικές δραστηριότητες αποβάλλουν καπνούς, αέρια ή σκόνες. Τα κύρια χαρακτηριστικά του αέρα που πρέπει να εξασφαλίζονται με τον αερισμό είναι:

- Η περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub>. Η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα σε ένα χώρο σπάνια ξεπερνά το 1% παρά το γεγονός ότι και διπλάσια σε περιεκτικότητα ποσότητα δε θα προκαλούσε δυσμενή αποτελέσματα. Το μόνο μειονέκτημα που εμφανίζεται στην περίπτωση αυτή είναι ότι περιορίζεται η περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο. Ένα μέγιστο ποσοστό CO<sub>2</sub> που να φτάνει το 2% θεωρείται επαρκές για τα εργοστάσια. Σε αντίθεση με το διοξείδιο του άνθρακα επιβάλλεται η αποφυγή του μονοξειδίου (CO) στον αέρα γιατί είναι δηλητηριώδες. Παρά το γεγονός ότι το οξυγόνο αποτελεί το βασικό συστατικό του αέρα ο περιορισμός του μπορεί να φτάσει σε πολύ χαμηλά όρια. Έτσι όταν ο αέρας του χώρου έχει μέχρι 17% οξυγόνο μπορεί να καίει ένα κερί ενώ σε ποσοστό μέχρι 13% αναπνέει ένα άτομο.

- Οι οσμές του σώματος. Η οσμή των ατόμων προέρχεται κυρίως από την εφίδρωσή τους και οφείλεται γενικά σε οργανικές ουσίες που αποβάλλονται από τα σώματά τους. Παρά το γεγονός της ανάγκης για εξοικονόμηση ενέργειας με μείωση των αλλαγών αέρα ανά ώρα οι οσμές του ανθρώπινου σώματος μπορεί να επιβάλλουν μεγαλύτερα ποσοστά ανανέωσης του αέρα. Οι κανονισμοί κάθε χώρας προσδιορίζουν τις αναγκαίες αλλαγές αέρα ανά ώρα για κάθε χώρο ανάλογα με τα άτομα και τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται σε αυτούς.
- Βακτηρίδια. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος και μερικές άλλες ακόμη οφείλονται στον αέρα που αναπνέουν τα άτομα. Πειράματα έδειξαν ότι το φτάρνισμα και ο βήχας μεταδίδουν σε μεγάλη απόσταση σταγονίδια πλήρη από βακτηρίδια και ιούς που μεταδίδουν ασθένειες μια και παραμένουν ενεργά επί μεγάλο διάστημα στον αέρα. Οι σχετικές επιστημονικές εργασίες επιβάλλουν ως αντίμετρο για την καταπολέμηση των ασθενειών που μεταδίδονται με αυτό τον τρόπο το συστηματικό αερισμό των χώρων.
- Καπνοί, αέρια και βιομηχανικές σκόνης. Το μεγαλύτερο ποσοστό των καπνών, των αερίων και της σκόνης που προέρχονται από βιομηχανικές δραστηριότητες είναι βλαβερές για την υγεία. Θα ήταν σκόπιμο οι ουσίες αυτές να αντιμετωπίζονται από την πηγή τους. Για το λόγο αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται φίλτρα ή άλλα μέσα ιδιαίτερα στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Για τις συσκευές θέρμανσης που τα καυσαέρια ελευθερώνονται στο χώρο διαβίωσης ο μόνος τρόπος βελτίωσης είναι η αντικατάστασή τους με ηλεκτρικές συσκευές ή με άλλες συσκευές που να λειτουργούν κατά τρόπο που να απομακρύνονται τα καυσαέρια από το χώρο.
- Καπνός του τσιγάρου. Παρά το γεγονός ότι ο καπνός που προέρχεται από το κάπνισμα των τσιγάρων είναι ένα από τα πιο κοινά στοιχεία που μολύνουν τον αέρα δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί το ποσοστό που θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ανεκτό. Αν ιδιαίτερη σημασία είχε η αποφυγή των ερεθισμών θα αρκούσε να ανανεώνεται ο αέρος σε αναλογία 12 ως 15 κ.μ. καθαρού αέρα ανά ώρα και ανά άτομο. Σε δημόσιους χώρους με μεγάλο ύψος, το ποσοστό του κατάλληλου αερισμού εξαρτάται από τον αριθμό των τσιγάρων που καπνίζονται σε μια μέρα. Γενικά φαίνεται ότι θα ήταν ικανοποιητικό να ανανεώνεται ο αέρας με ρυθμό 30 ως 60 κ.μ. ανά ώρα και ανά άτομο. Μια οικονομική αντικατάσταση του αέρα θα μπορούσε να καθορίζεται από τη χρήση ορισμένων αισθητηρίων που θα ενεργούν ώστε να ανανεώνεται ο αέρας ανάλογα με τις ανάγκες.
- Η υγρασία και η συμπύκνωση υδρατμών. Η υγρασία του αέρα και η συμπύκνωση υδρατμών μπορούν να είναι επίσης ενοχλητικές για την υγεία των ενοίκων και για τα υλικά κατασκευής. Στην Ανατολική Ευρώπη, οι φθορές που οφείλονται στις συμπυκνώσεις υγρασίας αποτελούν ένα πολύ συνηθισμένο πρόβλημα. Η βελτίωση της στεγανότητας στον αέρα έχει ως συνέπεια τη μείωση του ποσοστού αερισμού και αύξηση των προβλημάτων που οφείλονται στην υγρασία. Αν βελτιωθεί ο αερισμός των χώρων περιορίζονται τα προβλήματα που οφείλονται στην υγρασία.
- Οργανικές ουσίες. Γενικά δεν είναι γνωστά πολλά στοιχεία από τα χαρακτηριστικά εκπομπής, τις συγκεντρώσεις στον αέρα των χώρων και στα αποτελέσματα οργανικών ουσιών επί της υγείας. Η πιο δραστική στρατηγική για τον έλεγχο αυτών των ουσιών είναι ο προσδιορισμός ενός ανώτατου ορίου συγκέντρωσης ή ο μηδενισμός της εκπομπής αυτών των ουσιών. Παρά το γεγονός ότι η αύξηση του αερισμού στους χώρους δεν είναι βέβαιο ότι ενδείκνυται σε αυτήν την περίπτωση είναι βέβαιο ότι θα κατεβάσει τη στάθμη συγκέντρωσης.
- Ιονίζουσες ακτινοβολίες (ραδόνιο). Στις περιπτώσεις ιονίζουσας ακτινοβολίας είναι προτιμότερο να καταβληθεί προσπάθεια για τη μείωση των εκπομπών ιονισμού παρά για την αύξηση του αερισμού. Ορισμένα υπεδάφη αποτελούν πολύ σημαντικές πηγές ραδονίου για τα κτίρια. Στις περιπτώσεις που το σύστημα αερισμού περιλαμβάνει μόνο μια έξοδο με αποτέλεσμα να δημιουργείται στο χώρο υποπίεση υπάρχει περίπτωση να αυξάνεται η έξοδος ραδονίου. Για την αντιμετώπιση αυτών των

προβλημάτων με το ραδόνιο φαίνεται ότι η χρήση μηχανικού αερισμού με εφαρμογή συμπίεσης στο χώρο και αντίστοιχη διέξοδο αποτελεί ένα μέσο που λύνει το πρόβλημα.

- Σκόνης χώρου. Κατά τα τελευταία έτη η ύπαρξη σκόνης που περιέχεται στον αέρα παίζει σημαντικό ρόλο στην καθιέρωση ορισμένων κανονισμών αερισμού. Στον Αμερικανικό Κανονισμό το σχετικό με την ποιότητα του περιβάλλοντος αέρα λαμβάνονται 63 κ.μ. ανά ώρα και άτομο με στόχο τη μείωση της συγκέντρωσης της σκόνης σε ένα χώρο καπνιστών ώστε να εξασφαλίζεται ανεκτή στάθμη. Το μεγάλο πλεονέκτημα της χρήσης του αερισμού για τον έλεγχο της μόλυνσης, δηλαδή της διασποράς των υλικών που μολύνουν δεν είναι αρκετό για να επιβάλλει τη μέγιστη τιμή αλλαγών του αέρα ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητικό περιβάλλον.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στις μεγαλουπόλεις ο εξωτερικός αέρας είναι σε μεγάλο ποσοστό μολυσμένος ώστε να είναι απαραίτητη η χρήση φίλτρων που θα βελτιώνουν την κατάστασή του πριν ο αέρας αυτός εισέλθει στα κτίρια.

### **Στρατηγική του αερισμού στα κτίρια**

Σε πολλές μελέτες που έχουν γίνει μέχρι τώρα έχει διαπιστωθεί ότι είναι πολύ δύσκολο να εξασφαλιστεί ένας αερισμός που να είναι άνετος, επαρκής και ορθολογικός εφόσον τα κτίρια δεν είναι εξοπλισμένα με κάποιο σύστημα αερισμού, δηλαδή δε διαθέτουν ένα άνοιγμα αερισμού που να ελέγχεται και κάποιο αγωγό που να εξαγάγει τον αέρα που πρέπει να βγει. Έτσι κατά συνέπεια:

- Δεν είναι εύκολο να κατασκευαστεί ένα κτίριο με προσδιορισμένη στάθμη στεγανότητας γιατί οι διαφυγές αέρα που θα υπάρξουν θα είναι κατά τεκμήριο απρόβλεπτες.
- Οι ανάγκες σε αερισμό μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με το χρόνο και το χώρο. Από την άλλη πλευρά, ο αερισμός που προέρχεται από διαρροές των όψεων και των στεγών δεν είναι δυνατό να ελέγχεται.
- Η ταχύτητα του ανέμου και η θερμοκρασία του αέρα ποικίλλουν πολύ στη διάρκεια του έτους και αυτό ανεξάρτητα από τις ανάγκες για αερισμό. Δεδομένου ότι η ολική ποσότητα των διαρροών αέρα από τις όψεις και τις στέγες δεν μπορεί να τροποποιηθεί, ο αερισμός αυξάνει ενόσω ο άνεμος και το κρύο εντείνονται.
- Στις περιπτώσεις κτιρίων περιορισμένου ύψους, το φαινόμενο του ανέμου κυριαρχεί. Αυτό σημαίνει ότι στις κατοικίες που δεν περιλαμβάνουν σύστημα αερισμού, τα ρεύματα αέρα μεταξύ των χώρων εξαρτώνται από τη διεύθυνση του ανέμου οπότε είναι δυνατό ο αέρας που προέρχεται από την κουζίνα, το μπάνιο ή το WC να εισέρχεται σε όλη την κατοικία όταν οι άνεμοι δεν είναι ευνοϊκοί.

Είναι φανερό ότι επιβάλλεται να εφαρμοστεί μια στρατηγική που να θέτει το πρόβλημα του αερισμού. Έτσι παρουσιάζονται δυο όψεις του θέματος:

- Από τη μια πλευρά τα κτίρια πρέπει να εμφανίζουν μια λογική στεγανότητα στον αέρα,
- Από την άλλη πλευρά, πρέπει να ενσωματώνονται στην εγκατάσταση διατάξεις μηχανικού ή φυσικού αερισμού.

Η στάθμη στεγανότητας στον αέρα εξαρτάται από το κλίμα και σε κάποιο ποσοστό από το σύστημα αερισμού που επιλέγεται. Οι απαιτήσεις στεγανότητας στον αέρα δεν μπορεί να είναι πολύ αυστηρές στην περίπτωση φυσικού αερισμού ή σε ένα σύστημα αερισμού με υποπίεση ή στην περίπτωση αερισμού με υπερπίεση. Τα μικτά συστήματα αερισμού με υποπίεση και υπερπίεση είναι πολύ ενδιαφέροντα ιδιαίτερα στην περίπτωση που διασυνδέονται με ανάκτηση θερμότητας. Όταν το κτίριο περιλαμβάνει διατάξεις ανάκτησης της θερμότητας όλες οι διεισδύσεις από τις όψεις και τις στέγες που δεν ελέγχονται προκαλούν αθέλητη σπατάλη

ενέργειας. Πρακτικά οι απαιτήσεις για στεγάνωση πρέπει να είναι πολύ αυστηρές στην περίπτωση που το σύστημα αερισμού είναι σύνθετο και έχει αναπτυγμένες διατάξεις ανάκτησης θερμότητας.

### **Μέθοδοι εφαρμογής αερισμού στα κτίρια**

Η διείσδυση αέρα στο περίβλημα ενός κτιρίου που οφείλεται σε εξωτερική υπερπίεση ή η διείσδυση που οφείλεται σε εσωτερική υποπίεση αποτελούν χαρακτηριστικά στοιχεία κάθε κτιρίου. Η καταγραφή των μεθόδων αερισμού ενός κτιρίου περιλαμβάνει γενικά τα ακόλουθα στοιχεία:

- Φυσικός Αερισμός

Πλεονεκτήματα: Απλή, φθηνή εγκατάσταση. Χωρίς κινητά μέρη στο σύστημα. 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 με 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.

- 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.

- Αερισμός με ανεμιστήρες εξαερισμού.

Πλεονεκτήματα. Ο αερισμός εξαρτάται κυρίως από την ταχύτητα του ανεμιστήρα. Η αποσυμπύκνωση 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.

- 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.

### **Ανάγκες ενός χώρου σε αερισμό**

Για να ανταποκριθεί στην ανάγκη ανανέωσης του αέρα ενός χώρου ο εξαεριστήρας πρέπει να εκκενώσει έναν όγκο ίσο με τα κυβικά μέτρα του αέρα αυτού του χώρου και να αντικαταστήσει το βρώμικο αέρα με τον αντίστοιχο όγκο καθαρού αέρα σε χρόνο ίσο με μια ώρα ή σε ποσοστό της ώρας. Στον Ελληνικό Κανονισμό Θερμομόνωσης αναφέρεται ως αριθμός αλλαγών για τα κτίρια 0.8 Α.Α.Ω. ενώ στον Κτιριοδομικό Κανονισμό αναφέρεται η ανάγκη φυσικού αερισμού σε ορισμένους χώρους, ενώ στο μέλλον προβλέπεται ότι τα θέματα καλής ποιότητας του εσωτερικού αέρα θα ρυθμίζονται από διατάξεις του Κανονισμού Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας που βρίσκεται στο στάδιο επεξεργασίας. Για να βρεθεί το είδος του ανεμιστήρα που απαιτείται για τον εξαερισμό ενός χώρου αρκεί να πολλαπλασιαστεί ο όγκος του χώρου με τον αριθμό αλλαγών ανά ώρα οπότε προκύπτει ο αναγκαίος όγκος αέρα ανά ώρα. Η παροχή του εξαεριστήρα ανά ώρα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση με τον όγκο απαιτούμενου αέρα για τον εξαερισμό του χώρου ή της κατοικίας στον οποίο θα χρησιμοποιηθεί. Οι ανάγκες για συμπίεση ενός εξαεριστήρα πρέπει να καλύπτουν τις τριβές που θα ασκηθούν στη διαδρομή του αέρα από την είσοδο του αέρα ως την έξοδο του στο ύπαιθρο. Οι απώλειες πίεσης αποτελούν το σύνολο των εμποδίων που θα \*φρενάρουν\* τη ροή του αέρα κατά τη διαδρομή του. Για να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία ενός εξαερισμού πρέπει εκτός από τη σωστή πίεση ο εξαεριστήρας να πληρεί δυο βασικούς κανόνες:

1. Το μηχάνημα να είναι τοποθετημένο σε σημείο που να επιτυγχάνεται η καλύτερη απόδοση κατά την εκκένωση του μολυσμένου αέρα.
2. Ο 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. Με ταχύτητα του αέρα στο άνοιγμα ίση με 1 μ/δλ. για να εξασφαλίζεται ταχύτητα του αέρα στο χώρο του κτιρίου ίση με 0.12 μ/δλ και ανάλογα με την παροχή του ανεμιστήρα ανά δλ μπορεί να υπολογιστεί η αναγκαία διατομή ανοίγματος.

### **Περιορισμός των απωλειών θερμότητας από αερισμό**

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

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

Η επιστημονική προσέγγιση του αντικειμένου αυτού δεν είχε μέχρι τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερο ενδιαφέρον, γιατί εθεωρείτο ως κάτι τελείως απλό που δεν είχε ανάγκη ιδιαίτερης ανάλυσης. Μπορεί γενικά να σημειωθεί ότι, η κακή στεγανότητα των κουφωμάτων μπορεί να προκαλέσει έλλειψη θερμικής άνεσης από τα ρεύματα αέρα και αδυναμία να θερμαίνονται επαρκώς οι χώροι, ή όπου αυτό εξασφαλίζεται να γίνεται με μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Στην περίπτωση που εξασφαλίζεται καλή στεγανότητα των κουφωμάτων τότε,

παρουσιάζονται πολύ χαμηλά ποσοστά εξαερισμού με αποτέλεσμα να εμφανίζονται προβλήματα συμπύκνωσης, κακής ποιότητας αέρα, κακή λειτουργία εστιών και περιόδους σημαντικής μόλυνσης του αέρα των χώρων.

#### **Πιέσεις του αέρα που ασκούνται στα κτίρια**

Η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζεται από τη μορφή του εδάφους, από το ύψος του κτιρίου, από την πολεοδομική διαμόρφωση του χώρου. Η γνώση της κυκλοφορίας των ανέμων διευκολύνει την αντιμετώπιση τόσο των στατικών προβλημάτων που εμφανίζονται στα κτίρια με γυάλινες όψεις όσο και σε θέματα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και το δροσισμό στις περιπτώσεις παθητικών ηλιακών κτιρίων.

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

- 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.
- 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.