

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σκοπός του κλιματισμού. Κλιματισμός άνεσης, βιομηχανικός κλιματισμός

Είναι γνωστό ότι ο σύγχρονος άνθρωπος περνάει ένα μεγάλο μέρος της ζωής του μέσα σε κλειστούς χώρους εργασίας, ψυχαγωγίας ή κατοικίας. Γι' αυτό, σ' αυτούς τους χώρους, θα πρέπει να εξασφαλίζονται υγιεινές συνθήκες διαβίωσης, να είναι ευχάριστοι και να παρέχουν άνεση. Ο κλιματισμός έχει σήμερα μεγάλες δυνατότητες προσφοράς στην άνεση και στην παραγωγικότητα του ανθρώπου λόγω της σύγχρονης τεχνολογίας που χρησιμοποιείται στις εφαρμογές αυτού του κλάδου. Ας δούμε όμως πως μπορούμε να ορίσουμε τον κλιματισμό με απλά λόγια. **Κλιματισμός είναι η διαδικασία με την οποία μπορούμε να επιτύχουμε και να διατηρήσουμε τεχνητές συνθήκες υγιεινής και άνεσης σε έναν κλειστό χώρο.** Η διαδικασία κλιματισμού ενός χώρου κατοικίας ή εργασίας γίνεται με ειδικά μηχανήματα που τα λέμε κλιματιστικά μηχανήματα ή μονάδες κλιματισμού.

Κάθε μονάδα κλιματισμού (μικρή ή μεγάλη) θα πρέπει να ελέγχει ταυτόχρονα τα ακόλουθα στοιχεία του αέρα :

- **Τη θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου.**
- **Την υγρασία.**
- **Την καθαρότητα του αέρα.**
- **Την κίνηση του αέρα στο χώρο.**

Μια κλιματιστική μονάδα ή εγκατάσταση, θεωρείται επιτυχημένη μόνον όταν ικανοποιούνται όλοι οι παραπάνω όροι και **η στάθμη θορύβου** στην παροχή του αέρα είναι στα επιτρεπόμενα όρια που ορίζουν διεθνείς οργανισμοί και ιδιαίτερα η Ευρωπαϊκή Ένωση.

Ανάλογα του σκοπού για τον οποίο γίνεται ο κλιματισμός ενός χώρου, οι εγκαταστάσεις κλιματισμού χωρίζονται

- Σε εγκαταστάσεις **άνεσης**
- Σε εγκαταστάσεις **επαγγελματικού ή βιομηχανικού τύπου**

Στην κατηγορία **άνεσης** εντάσσονται οι εγκαταστάσεις που στόχος τους είναι η άνετη και υγιεινή διαμονή του ανθρώπου σε έναν χώρο μη εργασιακό. Τέτοιες εγκαταστάσεις είναι ο κλιματισμός κατοικιών, βιβλιοθηκών, σχολικών αιθουσών κλπ.

Στις εγκαταστάσεις **επαγγελματικού τύπου** ο κλιματισμός στοχεύει στην άνετη παραμονή του πελάτη σε έναν επαγγελματικό χώρο για να αγοράσει προϊόντα που διαθέτει και να αυξηθούν έτσι τα κέρδη της επιχείρησης. Τέτοιες εγκαταστάσεις είναι ο κλιματισμός super market, εστιατορίων κλπ.

Ο **βιομηχανικός κλιματισμός** εξυπηρετεί την ποιότητα της παραγωγής και την παραγωγικότητα της επιχείρησης και όχι απαραίτητα την άνεση των εργαζομένων σ' αυτή. Βέβαια πολλές φορές ο βιομηχανικός κλιματισμός μπορεί να παρέχει άνεση και στους εργαζόμενους (π.χ. σ' ένα εμπορικό κέντρο, αλλά αυτό είναι εντελώς συμπτωματικό). Όμως στο χώρο συσκευασίας της σοκολάτας στις βιομηχανίες σοκολάτας, απαιτείται κλιματισμός που εξασφαλίζει θερμοκρασία χώρου 17°C. Η θερμοκρασία αυτή είναι καλή για τη συσκευασία της σοκολάτας, αλλά δεν εξασφαλίζει και άνεση στους εργαζόμενους στο χώρο συσκευασίας (κρυώνουν). Τέτοιου είδους εγκαταστάσεις κλιματισμού συναντούμε συνήθως σε χαρτοποιίες, υφαντουργεία, εργοστάσια παραγωγής γλυκισμάτων κλπ.

1.2. Κατάταξη των μονάδων κλιματισμού, κατηγορίες

Οι κλιματιστικές μονάδες ή εγκαταστάσεις, ανάλογα με τους χώρους που εξυπηρετούν κατατάσσονται:

- Σε μονάδες δωματίου (τοίχου ή διαιρούμενες)
- Σε ημικεντρικές μονάδες
- Σε κεντρικές μονάδες

Οι κλιματιστικές μονάδες δωματίου είναι μονάδες μικρής ισχύος και εξυπηρετούν τις ανάγκες μόνο ενός συγκεκριμένου χώρου. Τέτοιες μονάδες κλιματισμού είναι οι **μονάδες τοίχου ή παραθύρου**, οι οποίες τοποθετούνται σε τρύπα που ανοίγεται σε εξωτερικό τοίχο ενός δωματίου, καθώς επίσης και οι **μονάδες διαιρούμενου τύπου (split type)**. Οι μονάδες τοίχου ή παραθύρου τείνουν να καταργηθούν λόγω των πολλών μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν (έλλειψη καλαισθησίας, θόρυβος κλπ.) Οι διαιρούμενες μονάδες μπορούν να παρέχουν μόνο ψύξη ή ψύξη και θέρμανση (αντλίες θερμότητας) που είναι και ο συνηθέστερος τύπος που κυκλοφορεί στο εμπόριο.

Οι **ημικεντρικές μονάδες** κλιματισμού εξυπηρετούν κατά κανόνα περισσότερους από έναν χώρους (δωμάτια), ή μεγάλους ενιαίους χώρους. Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι ένα διαμέρισμα ή ένας επαγγελματικός χώρος (π.χ. ένα εστιατόριο, σούπερ μάρκετ κλπ.) Οι ημικεντρικές μονάδες μπορεί να είναι **διαιρούμενου τύπου ή και αυτοτελείς (μονομπλόκ)**. Οι ημικεντρικές μονάδες μπορεί να είναι αερόψυκτες ή υδρόψυκτες, ανάλογα με το μέσο ψύξης του συμπυκνωτή. Στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμογών, προτιμούνται οι αερόψυκτες μονάδες λόγω του μικρού κόστους αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησής τους.

Οι ημικεντρικές μονάδες διαιρούμενου τύπου διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

- Στις ημικεντρικές μονάδες στις οποίες **συνδέεται δίκτυο αεραγωγών**
- Στις μονάδες οι οποίες προσάγουν τον κλιματισμένο αέρα απευθείας στο χώρο που κλιματίζουν (**τύπος «ντουλάπας»**).

Στην πρώτη κατηγορία η κατανομή του αέρα στο χώρο γίνεται με μικρό δίκτυο αεραγωγών και στομίων προσαγωγής, μέσω των οποίων γίνεται ισοκατανομή του κλιματισμένου αέρα στους διάφορους χώρους.

Οι μονάδες **τύπου «ντουλάπας»** προσάγουν τον αέρα από ένα μόνο στόμιο προσαγωγής αέρα, που είναι τοποθετημένο στις μονάδες από το εργοστάσιο κατασκευής τους.

Στις αυτοτελείς μονάδες κλιματισμού, όλα τα τμήματα της μονάδας αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο και περικλείονται σε κοινή μεταλλοκατασκευή. Η μονάδα αυτή τοποθετείται στην οροφή του κτιρίου που κλιματίζει, γι' αυτό και είναι γνωστή στους τεχνικούς του κλιματισμού ως μονάδα **τύπου οροφής (ROOF TOP)**.

Οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού κλιματίζουν ολόκληρο το κτίριο στο οποίο είναι εγκατεστημένες και είναι κατά κανόνα μονάδες για όλο το χρόνο (ψύξη και θέρμανση). Οι κεντρικές μονάδες διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- Στις μονάδες ή εγκαταστάσεις ψύξης - θέρμανσης με **ψύκτη νερού και κλασσικό λέβητα** ζεστού νερού ή ατμού και
- Στις μονάδες που δίνουν ψύξη - θέρμανση με **αναστροφή** του κύκλου λειτουργίας, γνωστές ως αντλίες θερμότητας (**Heat pumps**).

Τα τελευταία χρόνια σε μοντέρνα συγκροτήματα κτιρίων εφαρμόζεται σύστημα κεντρικού κλιματισμού, με τοπικό έλεγχο της ποσότητας του εξαμιζόμενου ψυκτικού ρευστού. Το σύστημα αυτό είναι γνωστό στους τεχνικούς που ασχολούνται με τον κλιματισμό ως σύστημα μεταβαλλόμενου όγκου ψυκτικού ρευστού ή **VRV (Variable Refrigeration Volume)**.

2. ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ- ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΑ

2.1. Ο ατμοσφαιρικός αέρας και τα στοιχεία του

Ο ατμοσφαιρικός αέρας αποτελείται ως γνωστόν κατά 21% από οξυγόνο, 78% από άζωτο και 1% από άλλα αέρια. Επιπλέον στον ατμοσφαιρικό αέρα υπάρχουν διαλυμένοι υδρατμοί. Οι υδρατμοί είναι νερό το οποίο έχει εξατμιστεί και σε αέρια πλέον κατάσταση περιέχεται στον ατμοσφαιρικό αέρα. Η δυνατότητα του αέρα να διαλύει υδρατμούς είναι πολύ μικρή, μόλις λίγα γραμμάρια στο κάθε κιλό αέρα και μειώνεται όσο πέφτει η θερμοκρασία.

Η περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς (υγρασία), αν και εκ πρώτης όψεως φαίνεται τελείως ασήμαντη, εντούτοις είναι η αιτία που προκαλεί διάφορα καιρικά φαινόμενα (ομίχλη, νέφωση, βροχή κλπ.). Συγχρόνως αποτελεί βασικό παράγοντα για τη διαμόρφωση συνθηκών άνεσης σ' ένα κλιματιζόμενο χώρο.

Κλιματισμένος αέρας ονομάζεται γενικότερα ο αέρας που έχει υποστεί μία σειρά από τροποποιήσεις των βασικών χαρακτηριστικών του (θερμοκρασίας, υγρασίας, αφαίρεση σκόνης κλπ.) με σκοπό να περιέλθει στις επιθυμητές συνθήκες. Ο αέρας έχει και άλλα χαρακτηριστικά, τα οποία, βάσει αυτών των δύο (θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας) βρίσκονται εύκολα από πίνακες ή από ένα διάγραμμα που ονομάζεται Ψυχομετρικός Χάρτης.

2.2. Ο Ψυχομετρικός Χάρτης

Ο ψυχομετρικός χάρτης είναι μία επινόηση, που έγινε από τον CARRIER, με την οποία τα ψυχομετρικά χαρακτηριστικά του ατμοσφαιρικού αέρα παρουσιάζονται όλα μαζί πάνω σε μία σελίδα. Αλλά η σημασία του ψυχομετρικού χάρτη δεν περιορίζεται μόνο στο ότι μπορούμε να βρούμε πολύ εύκολα, πάνω σ' αυτόν, τα οποιαδήποτε χαρακτηριστικά του αέρα, τα οποία υπάρχουν και σε πίνακες, που είναι σχεδόν εξίσου εύχρηστοι. Εκείνο που έχει τη μεγαλύτερη σημασία είναι ότι με αυτόν, γίνονται πολύ εύκολα όλοι οι θερμοδυναμικοί υπολογισμοί των μεταβολών του αέρα. Οι υπολογισμοί αυτοί, αν δεν είχε επινοηθεί ο ψυχομετρικός χάρτης, θα ήταν μεν δυνατοί, αλλά θα παρουσίαζαν πολύ μεγάλη δυσκολία στην εκτέλεση τους.

Πάνω στον κάθε ψυχομετρικό χάρτη αναγράφεται πάντοτε το υψόμετρο για το οποίο έχει συνταχθεί. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όσο ανεβαίνουμε στο ύψος, τόσο ο αέρας γίνεται αραιότερος. Το αποτέλεσμα είναι να μεταβάλλονται τα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά του αέρα. Αν χρησιμοποιήσετε π.χ. σε υψόμετρο 1500 m ένα ψυχομετρικό χάρτη που έχει συνταχθεί για υψόμετρο μηδέν, τότε θα έχετε λάθος αποτελέσματα. Ψυχομετρικοί χάρτες, μετά τον πρώτο που συνέταξε ο CARRIER, έχουν συνταχθεί πολλοί ακόμη από διάφορες εταιρείες και οργανισμούς. Εδώ επιλέξαμε έναν από τους πλέον έγκυρους ψυχομετρικούς χάρτες που υπάρχουν, ο οποίος έχει συνταχθεί από την ASHRAE (American Society of Heating and Refrigeration Engineers). Ο ψυχομετρικός αυτός χάρτης φέρει τον αριθμό «1» και αναφέρεται σε υψόμετρο μηδέν, δηλαδή στην επιφάνεια της θάλασσας. Καλύπτει την περιοχή θερμοκρασιών από 0 μέχρι 50°C.

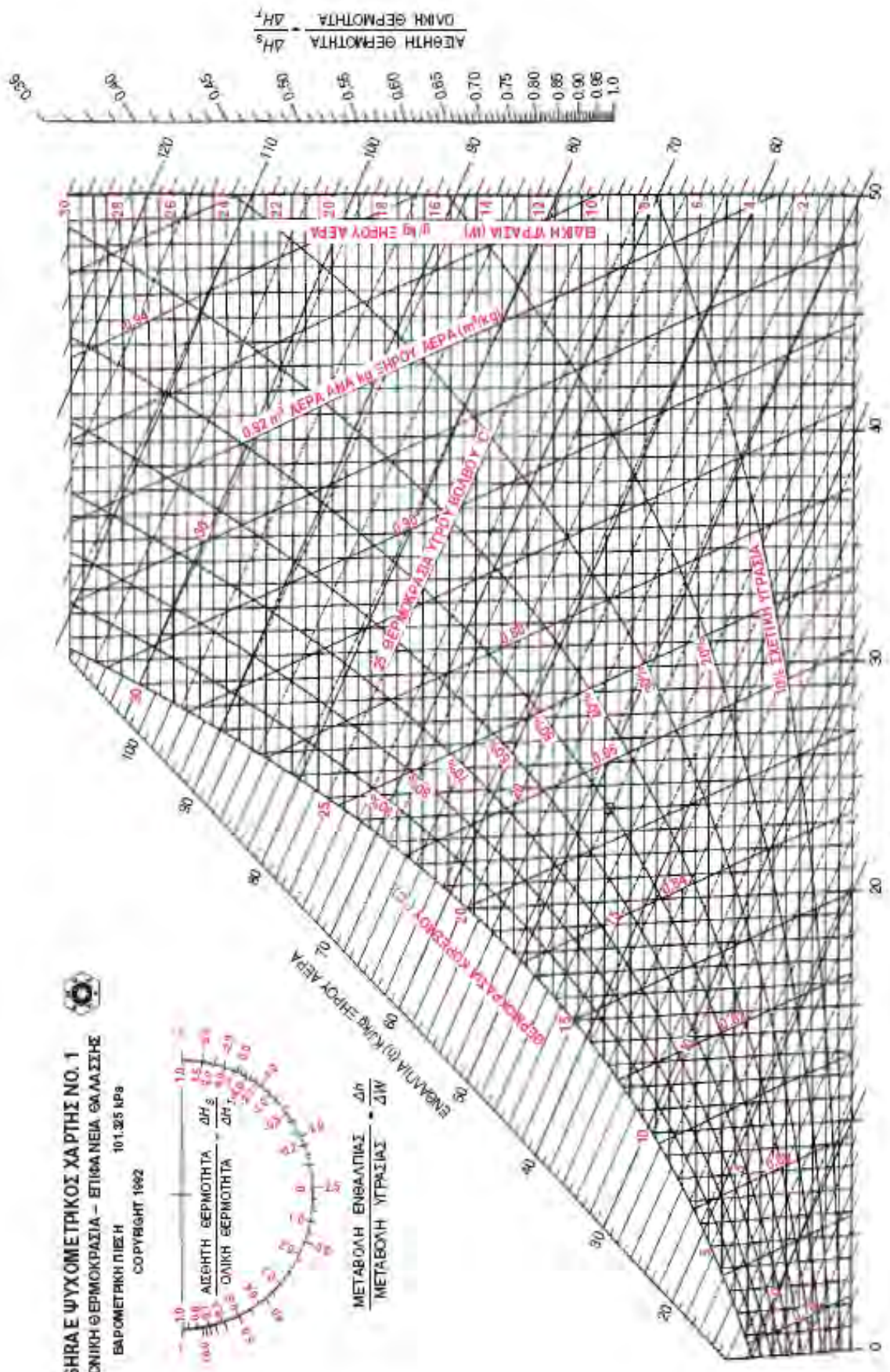
Η ASHRAE διαθέτει άλλους 6 ψυχομετρικούς χάρτες με αριθμούς από «2» μέχρι και «7». Από αυτούς, οι πιο χρήσιμοι για τον κλιματισμό είναι ο 3 που καλύπτει την περιοχή από 10 μέχρι 120°C και οι 5, 6, 7 που είναι για τα υψόμετρα 750 m, 1500 m, 2250 m, αντίστοιχα. Επίσης υπάρχουν ο 2 για τις χαμηλές θερμοκρασίες (-35 μέχρι +10°C) και ο 4 για τις υψηλές θερμοκρασίες (100-200°C).

ASHRAE ΨΥΧΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ NO. 1
ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΘΑΛΑΣΣΗΣ

ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ 101.325 kPa
 COPYRIGHT 1992



ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ $\frac{\Delta h}{\Delta W}$
 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ $\frac{\Delta h}{\Delta W}$



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΠΡΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ (°C)

2.3. Τα ψυχομετρικά χαρακτηριστικά του αέρα:

1. Η θερμοκρασία. Ονομάζεται επίσης θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου ή ξηρού βολβού και συμβολίζεται ως t_{db} . Ο δείκτης db προέρχεται από τον Αγγλικό όρο dry bulb που μεταφράζεται «ξηρός βολβός». Είναι η θερμοκρασία που δείχνει ένα κοινό θερμομέτρο, όταν εκτεθεί στον αέρα.

2. Η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου. Συμβολίζεται ως t_{wb} . Ο δείκτης wb προέρχεται από τον Αγγλικό όρο wet bulb που μεταφράζεται «υγρός βολβός». Είναι η θερμοκρασία που θα δείξει ένα θερμομέτρο όταν ο βολβός του είναι εμβαπτισμένος σε νερό που υποβάλλεται σε έντονη εξάτμιση. Θα τη δούμε αυτή τη θερμοκρασία αν π.χ. τυλίξουμε το βολβό του θερμομέτρου με ένα υγρό κομμάτι ύφασμα και το βάλουμε στο ρεύμα αέρα που δημιουργείται από έναν ανεμιστήρα.

3. Ο ειδικός όγκος του αέρα. Συμβολίζεται με το γράμμα v . Είναι το αντίθετο ακριβώς του ειδικού βάρους. Μετριέται σε m^3/kg . Εκφράζει πόσα κυβικά μέτρα καταλαμβάνει το 1 kg αέρα σε ορισμένη θερμοκρασία και υπόμετρο. Έτσι π.χ. αν έχουμε 100 kg αέρα, με $v = 0,90$, τότε αυτά έχουν όγκο $90 m^3$.

4. Η ειδική ενθαλπία. Συμβολίζεται με το γράμμα h . Είναι το ποσό θερμότητας που περιέχεται σε 1 kg αέρα. Μετριέται σε kJ/kg

5. Η ειδική υγρασία. Συμβολίζεται με το γράμμα w Είναι τα γραμμάρια νερού ανά κα ξηρού αέρα, δηλαδή σε gr/kg .

6. Η σχετική υγρασία. Δεν έχει μονάδες μέτρησης και συμβολίζεται με το Ελληνικό γράμμα ϕ . Θα τη συναντήσετε και με το συμβολισμό **RH** (Relative Humidity) Εκφράζει το ποσοστό που ο αέρας είναι κορεσμένος με υδρατμούς.

• Παράδειγμα ορισμού του ϕ : ο αέρας σε θερμοκρασία $t_{db}=25^{\circ}C$ είναι σε θέση να διαλύσει πλήρως υγρασία μέχρι 20 γραμμάρια ανά kg (20 gr/kg). Αν έχει διαλύσει τη μισή ποσότητα, δηλαδή τα 10 gr/kg τότε λέμε ότι έχει σχετική υγρασία $\phi=50\%$. Αν έχει διαλύσει 8 gr/kg , τότε έχουμε $(8/20)\times 100 = 40$, οπότε $\phi=40\%$.

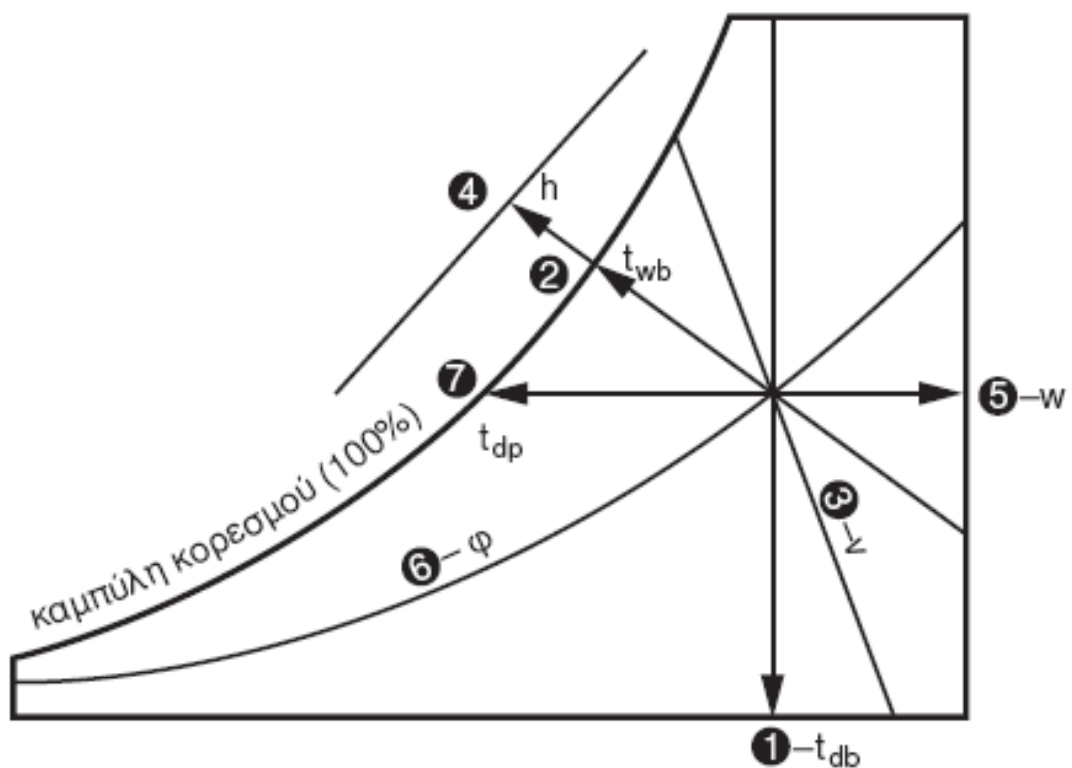
7. Η θερμοκρασία του σημείου δρόσου, ή απλά, για συντομία, **σημείο δρόσου.** Συμβολίζεται ως t_{dp} και μετριέται σε $^{\circ}C$. Ο δείκτης dp προέρχεται από τον Αγγλικό όρο dew point που σημαίνει «σημείο δρόσου». Είναι η θερμοκρασία του αέρα στην οποία, αρχίζει η υγροποίηση των υδρατμών που περιέχει. Η σχετική υγρασία στο σημείο δρόσου είναι πάντοτε 100%.

• Το t_{dp} εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από την ποσότητα υδρατμών που υπάρχει στον αέρα. Π.χ. αν έχουμε υγρασία $W = 15 gr/kg$ (δηλαδή 15 gr υδρατμών στο κάθε kg αέρα), τότε το t_{dp} του αέρα θα είναι $20,2^{\circ} C$, ανεξάρτητα από τα άλλα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά.

2.4 Αποτύπωση των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών στον ψυχομετρικό χάρτη

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε απλοποιημένες όλες τις γραμμές που υπάρχουν στον ψυχομετρικό χάρτη:

| Γραμμή | Περιγραφή | Συμβολισμός | Μονάδες |
|--------|--------------------------|-------------|------------------------|
| 1 | Θερμοκρασία Ξηρού βολβού | t_{db} | $^{\circ}\text{C}$ |
| 2 | Θερμοκρασία υγρού βολβού | t_{wb} | $^{\circ}\text{C}$ |
| 3 | Ειδικός όγκος | v | m^3/kg |
| 4 | Ενθαλπία | h | kJ/kg |
| 5 | Ειδική υγρασία | W | g/Kg |
| 6 | Σχετική υγρασία | φ | % |
| 7 | Σημείο δρόσου | t_{dp} | $^{\circ}\text{C}$ |



2.5 Ψύξη με σταθερή την υγρασία

Το είδος αυτό της ψυχομετρικής αλλαγής ονομάζεται και αισθητή ψύξη, διότι αφαιρείται μόνο αισθητή θερμότητα από τη μάζα του ψυχόμενου αέρα, μιας και η ειδική υγρασία παραμένει πάντα η ίδια.

Το φαινόμενο της Αισθητής Ψύξης συμβαίνει στις κλιματιστικές συσκευές που για την υπάρχουσα στον αέρα ποσότητα υγρασίας και για την ζητούμενη θερμοκρασία δεν έχουμε κορεσμό και επομένως δεν εμφανίζονται συμπυκνώσεις των υδρατμών του ψυχόμενου αέρα. Κατά την Αισθητή Ψύξη έχουμε:

Σταθερά στοιχεία:

- Η ειδική υγρασία W
- Το σημείο δρόσου t_{dp}
- Η λανθάνουσα θερμότητα q_L

Μεταβαλλόμενα στοιχεία:

- Η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου t_{db}
- Η ενθαλπία h
- Η αισθητή θερμότητα q_s
- Η σχετική υγρασία ϕ
- Η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου t_{wb}

Άσκηση:

Σε κλιματιστική μονάδα πραγματοποιείται ψύξη του αέρα με σταθερή την ειδική υγρασία (W). Η αρχική θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα (t_{db}) είναι 35°C , και η σχετική του υγρασία 40%. Αν ο αέρας ψύχεται στους 25°C , να βρεθούν από ψυχομετρικό χάρτη:

- α) Η θερμότητα που αφαιρείται από κάθε kg του αέρα (ενθαλπία),
- β) Η σχετική υγρασία της τελικής κατάστασης του αέρα,
- γ) Η θερμοκρασία δρόσου (σημείο δρόσου)

2.6 Ψύξη με αφύγρανση

Η ψύξη με αφύγρανση είναι πολύ συνηθισμένη ψυχομετρική αλλαγή στις κλασσικές κλιματιστικές μονάδες. Θεωρητικά ο αέρας (που είναι μίγμα ξηρού αέρα και υδρατμών), ψύχεται πρώτα χωρίς αφύγρανση, μέχρι που η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου γίνει ίση με τη θερμοκρασία κορεσμού (σημείο δρόσου ή υγροποίησης), και στη συνέχεια γίνεται η υγροποίηση των υδρατμών με την αλλαγή πλέον να πραγματοποιείται πάνω στη γραμμή κορεσμού.

Άσκηση:

Σε κλιματιστική μονάδα ψύχεται αέρας $4000 \text{ m}^3/\text{h}$ από τη θερμοκρασία ξηρού βολβού των 30°C , στη θερμοκρασία των 15°C . Αν η αρχική σχετική υγρασία του αέρα είναι 45%, να βρεθούν:

- α) Η απαιτούμενη ψυκτική ισχύς του στοιχείου σε KW
- β) Το βάρος της αφαιρούμενης υγρασίας σε kg/h , αν υπάρχει αφύγρανση.

2.7 Θέρμανση με σταθερή την υγρασία

Θέρμανση με σταθερή την ειδική υγρασία W σημαίνει ότι θερμαίνουμε τον αέρα χωρίς να προσθέσουμε υγρασία σε αυτόν. Τούτο σημαίνει ότι η λανθάνουσα θερμότητα του αέρα παραμένει σταθερή, διότι δεν δαπανάται θερμότητα για την εξάτμιση του νερού. Έχουμε μόνο προσθήκη αισθητής θερμότητας.

Η περίπτωση αυτή αφορά εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων που δεν είναι εφοδιασμένες με σύστημα ύγρανσης του αέρα (υγραντήρες). Κατά την Αισθητή Θέρμανση έχουμε:

Σταθερά στοιχεία:

- Η ειδική υγρασία W
- Το σημείο δρόσου t_{dp}
- Η λανθάνουσα θερμότητα q_L

Μεταβαλλόμενα στοιχεία:

- Η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου t_{db}
- Η ενθαλπία h
- Η αισθητή θερμότητα q_s
- Η σχετική υγρασία ϕ
- Η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου t_{wb}

Άσκηση:

Σε κλιματιστική μονάδα θερμαίνονται $8000\text{m}^3/\text{h}$ με σταθερή την ειδική υγρασία (χωρίς ύγρανση). Η αρχική θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα είναι 10°C και η σχετική υγρασία του είναι 80%. Να υπολογισθεί η θερμαντική ισχύς του στοιχείου θέρμανσης της μονάδας σε kcal/h , αν η θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα αμέσως μετά το στοιχείο θέρμανσης είναι 31°C .

2.8 Θέρμανση με ύγρανση

Μία καλή εγκατάσταση κλιματισμού είναι πάντα εφοδιασμένη με σύστημα ύγρανσης του θερμαινόμενου αέρα. Αυτό είναι αναγκαίο, γιατί ο αέρας το χειμώνα που είναι χαμηλής θερμοκρασίας μπορεί να συγκρατήσει μικρό ποσό υγρασίας ενώ παρουσιάζεται με υψηλό ποσό σχετικής υγρασίας. Έτσι, όταν ο αέρας περάσει από τη συσκευή θέρμανσης και αυξηθεί η θερμοκρασία του, θα μειωθεί η σχετική του υγρασία. Όμως η σχετική υγρασία του κλιματιζόμενου χώρου πρέπει να διατηρείται γύρω στο 50%, αλλιώς η ξηρή ατμόσφαιρα θα γίνει αποπνικτική και ανθυγιεινή. Θα πρέπει λοιπόν για να κρατήσουμε σταθερή την σχετική υγρασία του χώρου στα επιθυμητά επίπεδα να προσθέτουμε ταυτόχρονα με τη θέρμανση ένα ποσό υγρασίας. Η ύγρανση του αέρα γίνεται με ειδικές συσκευές που ονομάζονται υγραντήρες και διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα με συσκευές ελέγχου που ονομάζονται υγροστάτες.

Άσκηση:

Ο αέρας θερμαινόμενου χώρου θερμαίνεται από τη θερμοκρασία των 8°C στη θερμοκρασία των 21°C και ταυτόχρονα υγραίνεται, έτσι ώστε η σχετική του υγρασία να παραμείνει σταθερή στο 50%. Ζητείται το ποσό της θερμότητας και της υγρασίας που προστίθεται ανά kg θερμαινόμενου αέρα.

2.9 Ψύξη με σταθερή την ειδική ενθαλπία

Η ψυχομετρική αυτή αλλαγή λέγεται και αδιαβατική ψύξη, διότι δεν συμβαίνει καμία συναλλαγή θερμότητας. Η ψύξη του αέρα γίνεται μόνο με την προσθήκη υγρασίας στον αέρα. Δηλαδή η προσθήκη υγρασίας στον αέρα συνεπάγεται ως γνωστόν και δαπάνη λανθάνουσας θερμότητας ατμοποίησης η οποία θα ληφθεί από το σταθερό ολικό ποσό θερμότητας που υπάρχει στον αέρα. Παραδείγματα εφαρμογής είναι το βρέξιμο των μπαλκονιών το καλοκαίρι, ο δροσισμός ανοικτών χώρων με τον ψεκάσμο νερού κ.τ.λ.

Άσκηση:

Αέρας θερμοκρασίας 38°C , και σχετικής υγρασίας $\phi=15\%$, ψύχεται με σταθερή την ενθαλπία h_T , ψεκάζοντας νερό μέχρις ότου η σχετική υγρασία γίνει 90%. Ζητούνται:

- Το απαιτούμενο νερό που πρέπει να ψεκασθεί ανά kg αέρα.
- Η θερμοκρασία στην οποία θα ψυχθεί ο αέρας

2.10 Συντελεστής αισθητού φορτίου.

Συντελεστής αισθητής θερμότητας ή αισθητού φορτίου SHF (Sensible Heat Factor) μιας δεδομένης ψυχομετρικής αλλαγής του αέρα, είναι ο λόγος της αισθητής θερμότητας που

προστέθηκε ή αφαιρέθηκε από τον αέρα προς το άθροισμα της αισθητής και της λανθάνουσας θερμότητας του προστέθηκε ή αφαιρέθηκε από τον αέρα.

$$SHF = q_s / q_s + q_L = h_s / h_s + h_L$$

Για να βρούμε το SHF μπορούμε εναλλακτικά εκτός από τη χρήση της παραπάνω σχέσης να χρησιμοποιήσουμε το σημείο αναφοράς που σημειώνεται με ένα κυκλάκι στον ψυχομετρικό χάρτη και έχει συντεταγμένες $t_{db} = 24^{\circ}\text{C}$, $t_{wb} = 17^{\circ}\text{C}$ και την κλίμακα δεξιά του χάρτη.

Άσκηση:

Κλιματιζόμενος αέρας θερμαίνεται και υγραίνεται από τη θερμοκρασία των 10°C και $\phi = 80\%$ στη θερμοκρασία των 25°C και $\phi = 50\%$. Ζητείται ο συντελεστής αισθητής θερμότητας.

2.11 Συντελεστής αέρα παράκαμψης.

Ο αέρας που περνά από την κλιματιστική συσκευή δεν έρχεται όλος σε επαφή με την ψυχρή επιφάνεια του ψυκτικού στοιχείου. Έτσι ένα ποσοστό του αέρα παρακάμπτει, θα λέγαμε τις επιφάνειες του στοιχείου. Κατά αυτόν τον τρόπο ο εξερχόμενος αέρας έχει μία θερμοκρασία που προέρχεται από την θερμοκρασία του αέρα που ήρθε σε επαφή με το στοιχείο και αυτού που την παρέκάμψε. Το ποσοστό του αέρα που παρακάμπτει τη συσκευή λέγεται συντελεστής αέρα παράκαμψης BF (By-pass Factor) και εξαρτάται από τα κατασκευαστικά στοιχεία της κλιματιστικής συσκευής και την ταχύτητα του αέρα σε αυτή.

Ο BF παίρνει τιμές από 0,3 – 0,5 για μικρά φορτία ή κατασκευές με αυξημένες απαιτήσεις σε λανθάνουσα θερμότητα, 0,2 – 0,3 για συνήθεις κατασκευές, 0,1 – 0,2 για μεγάλες κατασκευές άνεσης και 0,1 – 0 για πολύ μεγάλες κατασκευές με στόχο τον αερισμό.

Ο BF υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση αν γνωρίζουμε τις θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου του αέρα από το στοιχείο και τη θερμοκρασία της επιφάνειας του στοιχείου t_s :

$$BF = \frac{t_{εξ} - t_s}{t_{εις} - t_s}$$

Άσκηση:

Σε κλιματιστική συσκευή μετρήθηκαν:

- Θερμοκρασία στοιχείου 10°C
- Θερμοκρασία αέρα εισόδου 28°C
- Θερμοκρασία αέρα εξόδου 16°C

Να υπολογιστεί ο συντελεστής αέρα παράκαμψης

2.12 Ανάμιξη αέρα με διαφορετικά ψυχομετρικά στοιχεία

Ο αέρας τροφοδότησης ενός κλιματιζόμενου χώρου μπορεί να εξασφαλισθεί με τους ακόλουθους τρόπους:

- Με τη χρήση 100% αέρα ανακυκλοφορίας, που είναι μεν ο οικονομικότερος τρόπος αλλά δεν εξασφαλίζει ικανοποιητικές συνθήκες άνεσης και υγιεινής.
- Με τη χρήση 100% φρέσκου αέρα, που είναι πολύ δαπανηρό και ενεργοβόρο σύστημα και εφαρμόζεται σε ειδικές περιπτώσεις (χειρουργεία)
- Με αέρα που θα προέλθει από την ανάμιξη νωπού και αέρα ανακυκλοφορίας που είναι ο πλέον χρησιμοποιούμενος τρόπος

Για να υπολογισθεί η θερμοκρασία του αέρα μίξης χρησιμοποιείται η ακόλουθη σχέση

$$t_{\mu} = \frac{(V_{εξ} \times t_{εξ}) + (V_{επ} \times t_{επ})}{V_{εξ} + V_{επ}}$$

Άσκηση:

Να βρεθούν η θερμοκρασία ξηρού και υγρού βολβού καθώς η σχετική υγρασία του αέρα που προκύπτει από την ανάμειξη νωπού αέρα και αέρα επιστροφής σε κλιματιστική εγκατάσταση, στην οποία μετρήθηκαν τα ακόλουθα στοιχεία:

- α) Νωπός αέρας (εξωτερικός) 2000 m³/h
- β) Αέρας από τον κλιματιζόμενο χώρο (επιστροφής) 8000 m³/h
- γ) Θερμοκρασία ξηρού βολβού νωπού αέρα 35°C,
- δ) Σχετική υγρασία νωπού αέρα 40%
- ε) Θερμοκρασία κλιματιζόμενων χώρων 27°C
- στ) Σχετική υγρασία κλιματιζόμενων χώρων 50%

2.13 Η απαιτούμενη ποσότητα κλιματισμένου αέρα για τον κλιματισμό ενός χώρου

Η σχέση που μας δίνει το ποσό του αέρα που απαιτείται για την αντιμετώπιση των φορτίων του κλιματιζόμενου χώρου είναι:

$$Q_s = 0,29 \times V \times \Delta t$$

Όπου: Q_s = το αισθητό φορτίο σε kcal/h

V = η παροχή αέρα σε m³/h

Δt = η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ κλιματιζόμενου χώρου και αέρα προσαγωγής

Άσκηση:

Σε κλιματιζόμενο χώρο, το ολικό ψυκτικό φορτίο από διάφορες πηγές ισούται με 20000 kcal/h. Αν ο συντελεστής αισθητού φορτίου (SHF) είναι 0,70 και η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ κλιματισμένου χώρου και αέρα προσαγωγής (ΔT) είναι 10°C, να υπολογιστεί ο απαιτούμενος όγκος κλιματισμένου αέρα για τον κλιματισμό του χώρου σε m³/h.

2.14 Η έννοια της άνεσης στον κλιματισμό

Η άνεση είναι ο βασικότερος σκοπός για την εφαρμογή των συστημάτων κλιματισμού. Στον κλιματισμό αναφερόμαστε στον όρο θερμική άνεση για να εκφράσουμε την αίσθηση ικανοποίησης ενός ατόμου, που βρίσκεται στον εσωτερικό χώρο ενός κτιρίου, για το θερμικό περιβάλλον του χώρου αυτού. Από άποψη αρχής η θερμική άνεση επιτυγχάνεται όταν η θερμότητα που παράγεται από το ανθρώπινο σώμα είναι ίση με αυτή που αφαιρείται. Αφαίρεση μεγαλύτερης ποσότητας προκαλεί την αίσθηση του κρύου, ενώ μικρότερη της ζέστης. Η εξίσωση που εκφράζει τη θερμική συναλλαγή ανάμεσα στον άνθρωπο και το περιβάλλον είναι η εξής:

$$q_m = M - W - S = C + R + E$$

Όπου:

q_m : η θερμότητα που απελευθερώνεται στο εσωτερικό του σώματος λόγω του μεταβολισμού της τροφής

M : η συνολική ενέργεια που παράγεται από το μεταβολισμό μίας ποσότητας τροφής που εισάγεται στο σώμα

W : το μηχανικό έργο που απαιτείται για τις διάφορες δραστηριότητες του σώματος

S : η ενέργεια που αποθηκεύεται στο ανθρώπινο σώμα υπό μορφή λίπους

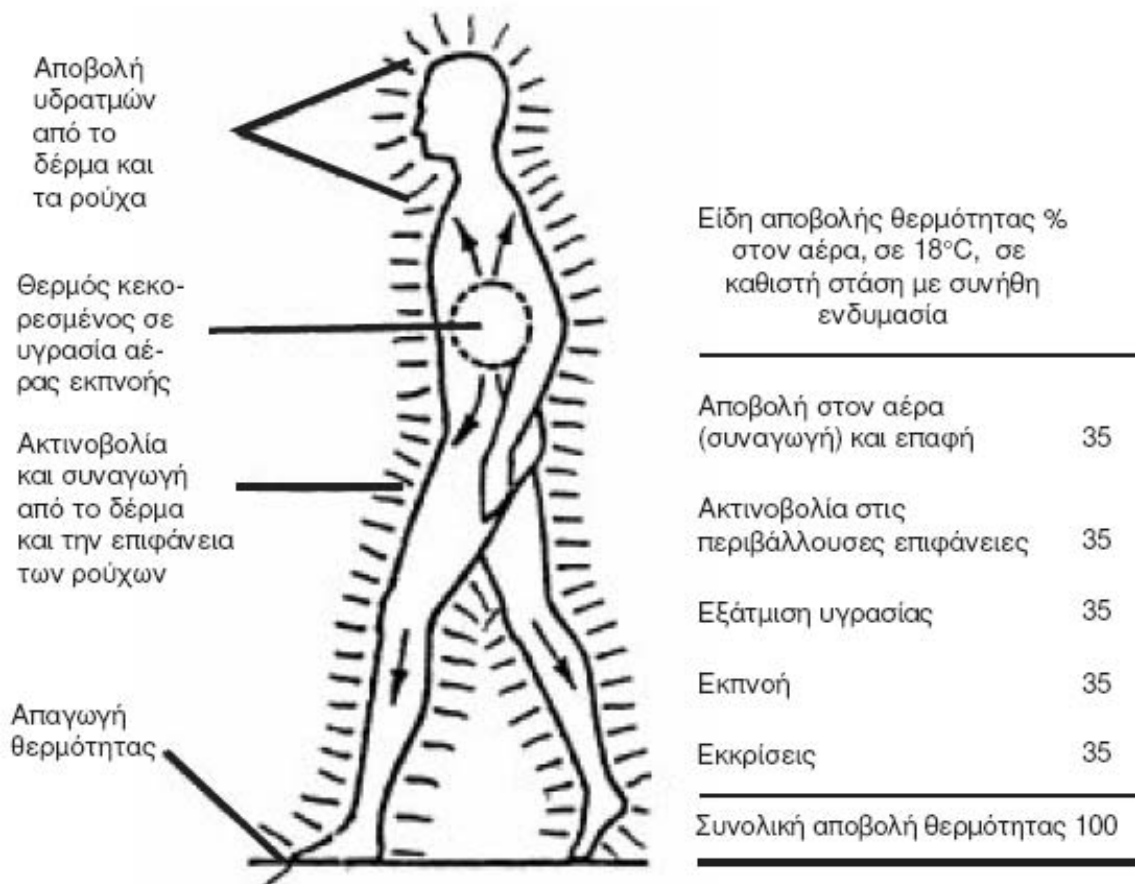
C : η θερμότητα που αποβάλλεται προς το περιβάλλον με μεταφορά (συναγωγή)

R : η θερμότητα που αποβάλλεται προς το περιβάλλον με ακτινοβολία

E : η θερμότητα που αποβάλλεται προς το περιβάλλον με εξάτμιση υγρασίας (εκπνοή, ιδρώτας, διάχυση από τους πόρους)

Για συγκεκριμένη περίπτωση ανθρώπινης δραστηριότητας, η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία από το ανθρώπινο σώμα προς τις περιβάλλουσες επιφάνειες επηρεάζεται άμεσα από τις θερμοκρασίες αυτών των επιφανειών. Αντίστοιχα, η δυνατότητα για αποβολή θερμότητας από το σώμα μας με μεταφορά και εξάτμιση είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας, της ταχύτητας και της υγρασίας του αέρα του περιβάλλοντος χώρου και στην περίπτωση που είμαστε ντυμένοι από τη θερμική αντίσταση του ρούχου που φοράμε.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η θερμική αλληλεπίδραση του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον του:



Η αίσθηση του θερμικού περιβάλλοντος μπορεί να διαφέρει από άτομο σε άτομο και εξαρτάται από έναν αριθμό παραμέτρων που σχετίζονται με το ανθρώπινο σώμα και το περιβάλλον του κτιριακού χώρου. Οι παράμετροι αυτοί καθορίζουν τις συνθήκες άνεσης ενός ατόμου σε κάποιο εσωτερικό χώρο και είναι:

- Η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα του αέρα, η καθαρότητα του αέρα και το περιεχόμενο σε αυτόν οξυγόνο
- Οι θερμοκρασίες των εσωτερικών επιφανειών του χώρου
- Το είδος και το επίπεδο δραστηριότητας του ατόμου
- Το είδος και η θερμική αντίσταση του ρουχισμού του ατόμου
- Η ηλικία
- Το φύλο
- Οι συνήθειες

Οι συνιστώμενες τιμές των φυσικών παραμέτρων θερμικής άνεσης αναφέρονται σε μέσες τιμές που πρέπει να επιτυγχάνουν διαρκώς η θερμοκρασία, η υγρασία και η ταχύτητα του αέρα σε έναν κλιματιζόμενο χώρο, ώστε να νιώθουμε μέσα σε αυτόν άνετα, και έχουν προκύψει με μετρήσεις και στατιστική ανάλυση με βάση την απόκριση πολλών διαφορετικών ατόμων έτσι ώστε να υπάρχει ικανοποίηση τουλάχιστον στο 95% του πληθυσμού.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το συνιστώμενο εύρος των τιμών θερμοκρασίας και υγρασίας του αέρα για να νιώθει άνετα ο μέσος άνθρωπος χειμώνα ή καλοκαίρι σε έναν κλιματιζόμενο χώρο με σχεδόν ακίνητο αέρα

| Είδος Εφαρμογής | ΧΕΙΜΩΝΑΣ | | ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ | |
|----------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Θερμοκρασία (°C) | Υγρασία* (%) | Θερμοκρασία (°C) | Υγρασία* (%) |
| Κατοικίες (κύριοι χώροι) | 21-23 | 30-50 | 24-26 | 40-50 |
| Κτίρια Γραφείων και Εκπαίδευσης | 20-22 | 30-35 | 25-26 | 45-50 |
| Κτίρια Νοσοκομείων | 23-24 | 40-50 | 25-26 | 45-55 |
| Κτίρια Ξενοδοχείων | 21-23 | 30-35 | 24-25 | 30-50 |
| Κτίρια Καταστημάτων και Τραπεζών | 22-23 | 30-35 | 25-27 | 45-50 |
| Εστιατόρια, χώροι αναψυχής | 20-23 | 30-40 | 23-27 | 50-60 |
| Βιβλιοθήκες, Μουσεία | 20-22 | 40-50 | 22-23 | 40-55 |
| Βιομηχανικοί χώροι εργασίας | 20-23 | 30-35 | 25-29 | 45-55 |

Επίσης θα πρέπει να σημειώσουμε τα εξής:

- Οι συνθήκες άνεσης το καλοκαίρι επιτυγχάνονται σε υψηλότερες θερμοκρασίες από ότι το χειμώνα, λόγω του ελαφρύτερου ρουχισμού που φορούμε και της συνήθειας του οργανισμού μας σε υψηλότερες εξωτερικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος.
- Η επίδραση των μεταβολών της υγρασίας για ένα άτομο με καθιστική δραστηριότητα και τυπική ενδυμασία είναι μικρή. Όμως το συνιστώμενο εύρος υγρασίας σχετίζεται άμεσα με την εξασφάλιση της υγείας των ατόμων.
- Η μέση ταχύτητα του αέρα σε ένα συνήθη κατοικημένο εσωτερικό χώρο με άτομα που κάθονται δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,15 m/s το χειμώνα και τα 0,25 m/s το καλοκαίρι, ώστε να αποφεύγονται συνθήκες τοπικής δυσφορίας λόγω ανεπιθύμητων ρευμάτων. Βέβαια, μία μικρή αύξηση της ταχύτητας μπορεί να ανεβάσει 1 – 2 °C το θερμοκρασιακό όριο άνεσης πάνω από τους 26 °C, κατά τη θερινή περίοδο. Για άτομα κινούμενα σε μεγάλους χώρους, η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα του αέρα μπορεί να κυμανθεί από 0,35 – 1,5 m/s (η τελευταία τιμή για βιομηχανικές εφαρμογές).
- Η μέση θερμοκρασία των εσωτερικών επιφανειών του χώρου πρέπει να πλησιάζει όσο το δυνατό τη θερμοκρασία του αέρα του χώρου (μετρούμενη στο ύψος του κεφαλιού), ώστε να αποφεύγονται μεγάλες θερμικές απώλειες λόγω ακτινοβολίας προς τις ψυχρές επιφάνειες το χειμώνα ή αντίστοιχα μεγάλα θερμικά φορτία με ακτινοβολία το καλοκαίρι.
- Η κατακόρυφη διαφορά της θερμοκρασίας του αέρα σε ένα χώρο, μεταξύ περίπου του επιπέδου των ποδιών και του κεφαλιού ενός ατόμου, δεν πρέπει να ξεπερνά τους 3 °C, ώστε να αποφεύγεται τοπική δυσφορία

3. ΠΗΓΕΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

3.1. Στοιχεία υπολογισμού θερμικών και ψυκτικών φορτίων

Οι θερμικές απώλειες και τα θερμικά κέρδη ενός θερμαινόμενου χώρου οφείλονται κυρίως στο δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής που μας λέει ότι:

Η θερμότητα ρέει πάντα από χώρους ή σώματα υψηλότερης θερμοκρασιακής κατάστασης προς χώρους ή σώματα χαμηλότερης θερμοκρασιακής κατάστασης. Έτσι το χειμώνα όπου η θερμοκρασία περιβάλλοντος (έξω από το θερμαινόμενο χώρο) είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία του χώρου που θερμαίνουμε, έχουμε ροή θερμότητας από το θερμαινόμενο χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον. Τότε λέμε ότι έχουμε **θερμικές απώλειες**. Για να διατηρηθεί η θερμοκρασία ενός θερμαινόμενου χώρου στο επιθυμητό επίπεδο (περίπου 21°C), θα πρέπει οι θερμικές απώλειες του χώρου να αναπληρώνονται από κάποια εσωτερική πηγή θερμότητας.

Αντίθετα, το καλοκαίρι έχουμε εισροή θερμότητας από το περιβάλλον προς τους χώρους. Τότε λέμε ότι έχουμε **θερμικά κέρδη**. Για να διατηρηθεί η θερμοκρασία ενός κλιματιζόμενου χώρου στο επιθυμητό επίπεδο (περίπου 26°C), θα πρέπει τα θερμικά κέρδη του χώρου να αποβάλλονται από κάποιο κατάλληλο μηχανισμό. Τέτοιος μπορεί να είναι ένα αυτόνομο ψυκτικό μηχάνημα ή μία αντλία θερμότητας ή κάποιο σύστημα κεντρικού κλιματισμού κλπ.

Με τον τεχνικό όρο **ψυκτικά φορτία** εννοούμε το ποσό της θερμότητας που **προστίθεται** στον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου, προερχόμενο από διάφορες πηγές και επιβαρύνει την κλιματιστική εγκατάσταση.

Αντίστοιχα, με τον τεχνικό όρο **θερμικά φορτία** εννοούμε το ποσό της θερμότητας που **αφαιρείται** από τον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου λόγω θερμικών απωλειών και πρέπει να αντιμετωπίζεται μέσω της κλιματιστικής εγκατάστασης.

Τα θερμικά και τα ψυκτικά φορτία μετρούνται σε μονάδες ισχύος, που για το SI είναι το Watt.

A) ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ:

Διακρίνονται:

- Θερμικά φορτία από αγωγιμότητα
- Θερμικά φορτία λόγω εισαγωγής εξωτερικού αέρα
- Θερμικά φορτία λόγω της ύγρανσης του θερμού αέρα

B) ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Διακρίνονται:

3.2. Ψ.Φ. από αγωγή

Τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα αποτελούν εξ ολοκλήρου **αισθητά ψυκτικά φορτία**, γιατί δεν διαφοροποιούν την ειδική υγρασία του αέρα. Το μέγεθος του ψυκτικού φορτίου από αγωγιμότητα εξαρτάται από τις ίδιες ακριβώς παραμέτρους που εξαρτάται και το θερμικό φορτίο από αγωγιμότητα, δηλαδή:

- Από το **μέγεθος της επιφάνειας**.
- Από την **αγωγιμότητα** των υλικών κατασκευής της επιφάνειας, μέσω της οποίας ρέει η θερμότητα.
- Από τη **διαφορά θερμοκρασίας** μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου και της θερμοκρασίας του χώρου. Προσέξτε ότι αυτή **δεν** είναι η διαφορά μεταξύ του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος και του εσωτερικού χώρου. Ο λόγος είναι ότι οι εξωτερικοί τοίχοι, λόγω της προσβολής τους από τις ακτίνες του ηλίου αναπτύσσουν θερμοκρασίες διαφορετικές από τον αέρα του περιβάλλοντος.

Η παραπάνω διαφορά θερμοκρασίας, στη βιβλιογραφία αναφέρεται ως **CLTD (Cooling Load Temperature Difference)** και βρίσκεται από πίνακες. Πρόκειται για μία τιμή της θερμοκρασιακής διαφοράς που ισχύει για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, στην οποία

έχουν ληφθεί υπόψη και όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου.

$$q_s = A \times U \times CLTD$$

Όπου:

q_s : Τα ψυκτικά φορτία από αγωγιμότητα σε W

A: Το εμβαδόν της επιφάνειας σε m^2 .

U: Ολικός συντελεστής αγωγιμότητας των υλικών από τα οποία αποτελείται η επιφάνεια σε W/m^2K .

CLTD: Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου και της θερμοκρασίας του χώρου.

Τα κτίρια και οι εντός αυτών χώροι, ανάλογα με το βαθμό ευκολίας που έχουν στο να αποβάλουν τη θερμότητα, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

(A) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν εύκολα θερμότητα

Είναι αυτά που ενώ βάλλεται η μία πλευρά τους ή η μία γωνία τους από τις ηλιακές ακτίνες, η ακριβώς απέναντι παραμένει ελεύθερη, για να αποβάλλει στο περιβάλλον την εν τω μεταξύ συσσωρευμένη θερμότητα.

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα κτίρια που είναι πανταχόθεν ελεύθερα ή που είναι ελεύθερες τουλάχιστον οι δύο απέναντι πλευρές τους. Τυπική περίπτωση είναι οι μονοκατοικίες και οι διπλοκατοικίες, στις οποίες ο κάθε όροφος αποτελεί ένα ανεξάρτητο διαμέρισμα υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει κλιματισμός σε ολόκληρο το διαμέρισμα.

Αν ο όροφος είναι χωρισμένος σε περισσότερα του ενός διαμερίσματα, τότε ένα διαμέρισμα που βρίσκεται μέσα σε ένα τέτοιο κτίριο, για να μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία αυτή θα πρέπει να έχει τις ίδιες ακριβώς προϋποθέσεις. Δηλαδή ένα οροφοδιαμέρισμα, ή ένα διαμπερές διαμέρισμα ανήκει σ' αυτήν την κατηγορία. Αντίθετα ένα γωνιακό διαμέρισμα ανήκει στην επόμενη κατηγορία. Αν πρόκειται για κλιματισμό μόνο ενός μεμονωμένου δωματίου, δηλαδή αν δεν κλιματίζεται ολόκληρο το διαμέρισμα, τότε η περίπτωση αυτή ανήκει πάντα στην επόμενη κατηγορία.

(B) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα

Αυτά είναι τα κτίρια που έχουν μόνο μία ελεύθερη πλευρά ή δύο ελεύθερες συνεχόμενες πλευρές (γωνιακά κτίρια). Όλα τα διαμερίσματα που βρίσκονται μέσα σ' ένα τέτοιο κτίριο ανήκουν σ' αυτήν την κατηγορία. Οι περισσότερες πολυκατοικίες που κατασκευάζονται στην Ελλάδα, διαθέτουν αίθριο στο πίσω μέρος, πράγμα που τις κάνει, σαν κτίρια, να μην ανήκουν σ' αυτήν την κατηγορία, αλλά στην προηγούμενη. Όμως τα επιμέρους διαμερίσματα, αν δεν είναι οροφοδιαμερίσματα ή διαμπερή διαμερίσματα, δηλαδή αν δεν έχουν πρόσβαση και στις δύο απέναντι πλευρές της οικοδομής, θα ανήκουν στην κατηγορία των κτιρίων που αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα.

Στο συνολικό φορτίο που προκύπτει, δεν κάνουμε προσαυξήσεις διακοπτόμενης λειτουργίας, όπως κάνουμε στη θέρμανση. Αυτό γίνεται, όχι επειδή δεν υπάρχει η διακοπτόμενη λειτουργία, αλλά επειδή οι προσαυξήσεις έχουν συνυπολογιστεί στην τιμή του CLTD. Είναι δηλαδή σαν στη θέρμανση, να προσαυξάναμε το Δt κατά τόσο ποσοστό, όσο και οι προσαυξήσεις λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας

Τιμές του συντελεστή CLTD για κτίρια με σκούρα χρώματα και για 24ωρη λειτουργία

| Κατηγορία κτιρίου —> | (A) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν εύκολα τη θερμότητα | | | (B) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα | | |
|---|---|----|----|--|----|----|
| | | | | | | |
| ΔΙ μεταξύ αέρα περιβάλλοντος και αέρα χώρου—> Είδος επιφανείας 4- | 8 | 11 | 14 | 8 | 11 | 14 |
| Τοίχοι και πόρτες προσανατολισμός βορινός | 4 | 7 | 10 | 6 | 9 | 12 |
| BA | 8 | 11 | 13 | 9 | 12 | 14 |
| ανατολικός | 10 | 13 | 16 | 13 | 16 | 18 |
| NA | 9 | 12 | 14 | 12 | 15 | 17 |
| νότιος | 6 | 9 | 12 | 9 | 12 | 14 |
| ND | 9 | 12 | 14 | 13 | 17 | 19 |
| δυτικός | 10 | 13 | 16 | 15 | 18 | 21 |
| BD | 8 | 11 | 13 | 11 | 14 | 17 |
| Οροφές | 23 | 26 | 28 | 33 | 36 | 39 |
| πλάκα μπετόν χωρίς μόνωση | 12 | 13 | 14 | 12 | 13 | 14 |
| πλάκα μπετόν με βαριά μόνωση | 23 | 26 | 28 | - | - | - |
| σοφίτες | 7 | 9 | 10 | 7 | 9 | 10 |
| σκιαζόμενη πλάκα, κεραμοσκεπή | | | | | | |
| Τοίχοι, δάπεδα και οροφές σε επαφή με εσωτερικούς μη κλιματιζόμενους χώρους | 5 | 7 | 8 | 5 | 7 | 8 |

3.3. Ψ.Φ. από ακτινοβολία

Τα ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία οφείλονται στην απευθείας είσοδο των ακτινών του ήλιου σε ένα κλιματιζόμενο χώρο από τα τζάμια (υαλοπίνακες) και αποτελούν αισθητό φορτίο, ενώ εξαρτώνται από τους κάτωθι παράγοντες:

- Από τον προσανατολισμό της γυάλινης επιφάνειας
- Από την εποχή του έτους (γωνία πρόσπτωσης ακτίνων)
- Από την ώρα της ημέρας
- Από το γεωγραφικό πλάτος

Η μέγιστη τιμή ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία σημειώνεται στην επιφάνεια της θάλασσας, σε καθαρή ατμόσφαιρα και όταν οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν κάθετα στην επιφάνεια της τζαμαρίας. Όσο μικραίνει η γωνία με την οποία οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν στη τζαμαρία, τόσο μικραίνει και το ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία. Με τις παραπάνω προϋποθέσεις το μέγιστο ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία, παρουσιάζεται σε διαφορετική ώρα για κάθε προσανατολισμό. Έτσι στις τζαμαρίες με ανατολικό προσανατολισμό το μέγιστο ψυκτικό φορτίο παρουσιάζεται κατά τις 10:00 το πρωί, ενώ στις επιφάνειες με δυτικό προσανατολισμό κατά τις 16:00 το απόγευμα.

Βέβαια εκτός από την άμεση ακτινοβολία, υπάρχει και η διάχυτη ακτινοβολία η οποία διαπερνάει τα τζάμια και μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο, χωρίς την παρουσία των ακτινών του ήλιου. Έτσι στις βόρεια προσανατολισμένες τζαμαρίες παρά το γεγονός ότι δεν έχουμε ποτέ απ' ευθείας πτώση των ηλιακών ακτινών στους υαλοπίνακες, παρατηρείται ένα σημαντικό ψυκτικό φορτίο από διάχυτη ακτινοβολία που μπορεί να φτάσει σε πολύ υπολογίσιμες τιμές.

Ο συντελεστής των ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία μέσω των υαλοπινάκων συμβολίζεται ως **GLF (Glass Load Factor)** και εκφράζεται σε W/m^2 .

GLF για γεωγραφικό πλάτος 38° (η Αθήνα έχει 38° και η Θεσσαλονίκη 40,5°, η Κρήτη 35°)

| Κατηγορία κτιρίου —> | (A) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν εύκολα τη θερμότητα | | | (B) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα | | |
|---|---|-----|-----|--|-----|-----|
| | 8 | 11 | 14 | 8 | 11 | 14 |
| Είδος επιφανείας 4- Δt^ | | | | | | |
| Απλοί υαλοπίνακες προσανατολισμός βορινός | 114 | 129 | 148 | 139 | 155 | 170 |
| BA | 205 | 221 | 237 | 281 | 287 | 300 |
| ανατολικός | 284 | 300 | 315 | 432 | 438 | 448 |
| NA | 236 | 251 | 265 | 410 | 423 | 438 |
| νότιος | 160 | 175 | 190 | 265 | 280 | 295 |
| ND | 236 | 251 | 265 | 501 | 517 | 533 |
| δυτικός | 284 | 300 | 315 | 561 | 577 | 593 |
| BD | 205 | 221 | 237 | 401 | 416 | 432 |
| Διπλοί υαλοπίνακες προσανατολισμός βορινός | 95 | 107 | 117 | 114 | 123 | 132 |
| BA | 177 | 186 | 196 | 249 | 252 | 262 |
| ανατολικός | 246 | 255 | 265 | 382 | 385 | 394 |
| NA | 204 | 213 | 222 | 356 | 366 | 375 |
| νότιος | 137 | 146 | 154 | 227 | 236 | 245 |
| ND | 204 | 213 | 222 | 432 | 442 | 451 |
| δυτικός | 246 | 255 | 265 | 486 | 495 | 505 |
| BD | 177 | 186 | 196 | 344 | 353 | 363 |

Στις πολυώροφες οικοδομές που περιβάλλονται πανταχόθεν από υαλοπίνακες (αντί για εξωτερικούς τοίχους), χρησιμοποιούνται υαλοπίνακες απορροφητικοί, διπλοί, με διάκενο. Έτσι τα ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία περιορίζονται σημαντικά και η λειτουργία της εγκατάστασης κλιματισμού γίνεται οικονομικότερη.

Συντελεστής μείωσης ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία Πολλαπλασιάζουμε τις παραπάνω τιμές με αυτές του πίνακα

| Πέσο μείωσης ψυκτικού φορτίου | Συντελεστής |
|-------------------------------|-------------|
| Υαλοπίνακες απορροφητικοί | 0,65 |
| Υαλοπίνακες βαμμένοι | 0,60 |
| Τέντα εξωτερική | 0,30 |
| Περσίδες ή κουρτίνες | 0,70 |

3.4. Ψ.Φ. από διείσδυση εξωτερικού αέρα, απαιτούμενος νωπός αέρας

Υπάρχουν δύο τρόποι για να εισέρχεται ο αέρας στον κλιματιζόμενο χώρο: μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων ή μέσω αεραγωγών. Σε ένα σωστά κλιματιζόμενο χώρο, δεν είναι δυνατό να παρουσιάζονται συγχρόνως και τα δύο. Συγκεκριμένα, όταν υπάρχει δίκτυο αεραγωγών, ο απαγόμενος αέρας θα πρέπει να είναι λιγότερος από τον προσαγόμενο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, η πλεονάζουσα ποσότητα αέρα να διαφεύγει μέσω των χαραμάδων, εμποδίζοντας με αυτόν τον τρόπο την είσοδο στο χώρο του ζεστού αέρα του περιβάλλοντος μέσα από τις χαραμάδες.

(α) Είσοδος αέρα μέσω των χαραμάδων

Όπως είδαμε, σε κάθε χώρο που κλιματίζεται, μπαίνει από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων (πόρτες, παράθυρα), ένα ποσό αέρα περιβάλλοντος. Ο θερμός αέρας περιβάλλοντος του

καλοκαιριού που μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο, μεταφέρει ψυκτικό φορτίο στο χώρο (θερμότητα). Το ψυκτικό φορτίο που μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο από τον αέρα του περιβάλλοντος εξαρτάται:

- Από την **ποσότητα του εισερχόμενου αέρα**.
- Από τη **θερμοκρασία περιβάλλοντος**.

Το ποσό του εισερχόμενου αέρα περιβάλλοντος που μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο εξαρτάται:

- Από το **μήκος των χαραμάδων** των θυρών και παραθύρων.
- Από τη **ποιότητα κατασκευής** των θυρών και των παραθύρων (αν κλείνουν καλά ή αφήνουν μεγάλα περιθώρια εισόδου).
- Από τη **θέση του ανοίγματος** (σε προστατευόμενη θέση από άλλα κτίρια, σε ελεύθερη θέση ή σε άκρως προσβαλλόμενη θέση).
- Από τη **θερμοκρασία περιβάλλοντος**.
- Από την **ένταση και τη διεύθυνση των ανέμων** της περιοχής.

Μια εκτίμηση του αέρα διείσδυσης από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων (πόρτες και παράθυρα) ενός θερμαινόμενου χώρου δίνει η παρακάτω σχέση:

$$Q = V \times N_{AC} / 3,6$$

Όπου:

Q : Ο αέρας που εισέρχεται στο θερμαινόμενο χώρο σε L/s.

V : Ο όγκος του θερμαινόμενου χώρου σε m³.

N_{AC}: Ο αριθμός των αλλαγών ανά ώρα, του αέρα του θερμαινόμενου χώρου

Αριθμός αλλαγών ανά ώρα λόγω αέρα διείσδυσης βάσει του Ευρωπαϊκού προτύπου EN-832

| Περιγραφή του κτιρίου | | Μονοκατοικίες, Διπλοκατοικίες και λοιπά μικρά | | | Μεγάλα κτίρια με δύο τουλάχιστον εκτεθειμένες | | | Μεγάλα κτίρια με μία μόνο εκτεθειμένη πλευρά | | |
|--|--|---|-----|-----|---|-----|-----|--|-----|-----|
| | | X | M | Y | X | M | Y | X | M | Y |
| Στεγανότητα κτιρίου X = Χαμηλή, M = Μεσαία, Y = Υψηλή | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| (1) | (Κτίρια σε ανοικτό χώρο και ψηλά κτίρια που υψώνονται πάνω από τις άλλες οικοδομές) | 1,5 | 0,8 | 0,5 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 1,0 | 0,6 | 0,5 |
| (2) | Κτίρια στην εξοχή περιβαλλόμενα από δέντρα (όχι δάσος), ή σε περιοχές χωρίς πυκνή ανοικοδόμηση | 1,1 | 0,6 | 0,5 | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,5 |
| (3) | Κτίρια μέσου ύψους, σε πυκνά δομημένες περιοχές, σε κέντρα πόλεων ή κτίρια μέσα σε δάσος. | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| (4) | Για κάθε περίπτωση, ελάχιστος δυνατός αριθμός ανανεώσεων του αέρα ανά ώρα | 0,5 | | | | | | | | |

Συνιστώμενες τιμές ανανέωσης αέρα ανά άτομο που εισέρχεται στον κλιματιζόμενο χώρο μέσω θυρών που ανοιγοκλείνουν συχνά.

| Περιοχή που βρίσκεται το κτίριο | | Αέρας/Άτομο, L/s |
|---------------------------------|---|---------------------|
| (1) | Κτίρια σε ανοικτό χώρο, πανταχόθεν ελεύθερα και εκτεθειμένα σε ανέμους | 10-12 |
| (2) | Κτίρια στην εξοχή περιβαλλόμενα από δέντρα (όχι δάσος), ή σε περιοχές χωρίς πυκνή ανοικοδόμηση. | 5-6 |
| (3) | Κτίρια μέσου ύψους, σε πυκνά δομημένες περιοχές, σε κέντρα πόλεων ή κτίρια μέσα σε δάσος. | 3-4 |

b) Υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας του νωπού αέρα

Στις σύγχρονες πολυώροφες και συχνά υαλόφρακτες οικοδομές που είναι γύρω-γύρω ελεύθερες και πάρα πολύ εκτεθειμένες σε ανέμους όλων των διευθύνσεων, συχνά δεν υπάρχουν καθόλου ανοιγόμενα παράθυρα, ή υπάρχουν ελάχιστα. Κατά τον τρόπο αυτό περιορίζεται η είσοδος αέρα περιβάλλοντος και επομένως μειώνονται σημαντικά και τα θερμικά και τα ψυκτικά φορτία από την είσοδο του αέρα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο απαιτούμενος φρέσκος (νωπός) αέρας για τις ανάγκες των ανθρώπων που ζουν ή εργάζονται στον κλιματιζόμενο χώρο, εξασφαλίζεται από ειδικό δίκτυο προσαγωγής φρέσκου αέρα. Γενικότερα σε πολλές εγκαταστάσεις κλιματισμού η μεταφορά του ψυχρού αέρα γίνεται μέσω ενός δικτύου αεραγωγών. Ο αέρας αυτός, όπως θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο, προσάγεται στον κλιματιζόμενο χώρο, αφού πρώτα κλιματιστεί ή προκλιματιστεί. Ένα μέρος του αέρα που προσάγεται με τους αεραγωγούς είναι αέρας ανακυκλοφορίας και ένα μέρος του προέρχεται από το περιβάλλον, είναι δηλαδή νωπός αέρας. Ο απαιτούμενος νωπός αέρας στους κλιματιζόμενους χώρους εξαρτάται:

- Από τον **αριθμό των ανθρώπων** που συνήθως βρίσκονται στον κλιματιζόμενο χώρο (κατοικίες, γραφεία, θέατρα κλπ.).
- Από το **είδος του χώρου** (εστιατόρια, γκαράζ, χειρουργεία κλπ.).

Στη πρώτη περίπτωση που αφορά κατά κανόνα εγκαταστάσεις άνεσης, ο υπολογισμός του φρέσκου (νωπού) αέρα γίνεται με βάση το απαιτούμενο ποσό αέρα για κάθε άνθρωπο. Ενδεικτικές τιμές του απαιτούμενου νωπού αέρα ανά άτομο δίνονται παρακάτω

.Απαιτούμενος νωπός αέρας

| Είδος χώρου | L/s ανά άτομο |
|-------------------------|---------------|
| Διαμερίσματα | 3-5 |
| Τράπεζες | 3-5 |
| Γραφεία Ιδιωτικά | 7-9 |
| Γραφεία Δημόσια | 5-7 |
| Αίθουσες συγκεντρώσεως | 7-9 |
| Ξενοδοχεία | 7-9 |
| Εργαστήρια-Φαρμακεία | 3-5 |
| Νοσοκομεία | 7-9 |
| Καταστήματα | 3-5 |
| Κουρεία-Κομμωτήρια | 5-7 |
| Εστιατόρια | 5-7 |
| Σχολεία | 5-7 |
| ΒβΓ-Καφενεία | 7-9 |
| Θέατρα (αίθουσα θεατών) | 3-5 |
| Εργοστάσια | 3-5 |

Στις περιπτώσεις κλιματισμού ειδικών χώρων, όπως χειρουργεία - γκαράζ κλπ., ο υπολογισμός του απαιτούμενου φρέσκου αέρα γίνεται με βάση την επιφάνεια του δαπέδου του κλιματιζόμενου χώρου και όχι με βάση τα άτομα που βρίσκονται στο χώρο.

Απαιτούμενος νωπός αέρας

| Είδος χώρου | L/s ανά M ² |
|----------------------|------------------------|
| Χειρουργεία | 10 |
| Εργοστάσια | 5 |
| Γκαράζ | 5 |
| Καταστήματα | 5 |
| Τουαλέτες | 10 |
| Κουζίνες εστιατορίων | 20 |
| Κουζίνες ιδιωτικές | 10 |

Αφού υπολογιστεί ο εισερχόμενος φρέσκος αέρας ενός κλιματιζόμενου χώρου, το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου που προσθέτει στο χώρο ο φρέσκος αέρας. Το συνολικό ψυκτικό φορτίο από φρέσκο αέρα αποτελείται από:

- Το **αισθητό** ψυκτικό φορτίο (q_s).
- Το **λανθάνον** ψυκτικό φορτίο (q_L).

(α) Υπολογισμός του αισθητού φορτίου (q_s)

Στις εφαρμογές καθημερινής πρακτικής, για τον υπολογισμό των θερμικών φορτίων, οι υπολογισμοί μας γίνονται με τα στοιχεία του αέρα **standard**, ο οποίος στην επιφάνεια της θάλασσας, σε ατμοσφαιρική πίεση 101,3 kPa έχει ειδική πυκνότητα $\rho = 1,2 \text{ Kg/m}^3$ (δηλαδή ειδικό όγκο $v = 0,833 \text{ m}^3/\text{Kg}$). Σε ύψη 750, 1500, 2250 m γίνεται αντίστοιχα $\rho = 1,1, 1,0, 0,9 \text{ kg/m}^3$.

$$q_s = C_s \times Q \times \Delta t$$

Όπου:

q_s : Οι απώλειες θερμότητας σε W.

Q : Αέρας διείσδυσης σε L/s.

Δt : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και θερμαινόμενου χώρου.

C_s : το γινόμενο $c_p \times \rho =$ (ειδική θερμότητα του αέρα) \times (ειδική πυκνότητα του αέρα). Επειδή στο σύστημα SI η ειδική θερμότητα του αέρα είναι $c_p = 1 \text{ kJ/kg}$, το C_s έχει την αριθμητική τιμή της πυκνότητας ρ του αέρα.

Τιμές των C_s και C_L

| Υψόμετρο | C_s | C_L |
|----------|-------|-------|
| 0 | 1,2 | 3000 |
| 750 | 1,1 | 2750 |
| 1500 | 1,0 | 2500 |
| 2250 | 0,9 | 2250 |

(β) Υπολογισμός του λανθάνοντος φορτίου (q_L)

$$q_L = C_L \times Q \times \Delta W$$

q_L: Το λανθάνον φορτίο σε W.

C_L: Σταθερός συντελεστής που για την επιφάνεια της θάλασσας έχει την τιμή **3000** ενώ για άλλα υψόμετρα οι τιμές δίδονται στον προηγούμενο πίνακα. Η τιμή του προκύπτει από το γινόμενο (λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης του H₂O) χ (ειδική πυκνότητα του αέρα).

Q: Ο όγκος του εισερχόμενου εξωτερικού αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο σε L/s

$\Delta W = W_0 - W_i$ Η διαφορά ειδικής υγρασίας μεταξύ του αέρα περιβάλλοντος W₀ και του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου.

3.5. Ψ.Φ. από ανθρώπους

Το ψυκτικό φορτίο που προέρχεται από ανθρώπους οι οποίοι ζουν ή εργάζονται στον κλιματιζόμενο χώρο, εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Από τη **δραστηριότητα κάθε ανθρώπου** (αναπαυόμενος, δακτυλογράφος, χορευτής κλπ.).
- Από το **φύλλο του ανθρώπου** (οι άνδρες αποδίδουν στο χώρο 15% περίπου μεγαλύτερο ψυκτικό φορτίο απ' ότι οι γυναίκες).
- Από την **ηλικία των ατόμων** που βρίσκονται στον κλιματιζόμενο χώρο. Τα μικρά παιδιά (π.χ. ενός σχολείου) δίνουν στο χώρο περίπου 25% μικρότερο ψυκτικό φορτίο απ' ότι ένας ενήλικας άνθρωπος.
- Από τη **θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου (t_{db})** του κλιματιζόμενου χώρου (όσο πιο μικρή είναι η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου, τόσο μεγαλύτερο είναι το ψυκτικό φορτίο).

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα οι άνθρωποι που βρίσκονται σ' έναν κλιματιζόμενο χώρο αποδίδουν στο χώρο **αισθητό και λανθάνον φορτίο**. Το μέγεθος του αισθητού και του λανθάνοντος φορτίου εξαρτάται κυρίως από την δραστηριότητα του παρευρισκόμενου ανθρώπου στον κλιματιζόμενο χώρο.

Φορτία από ανθρώπους σε W ανά άτομο

| Δραστηριότητα ανθρώπων | Αισθητό φορτίο | Λανθάνον φορτίο |
|-------------------------|----------------|-----------------|
| Αναπαυόμενος | 66 | 47 |
| Όρθιος | 68 | 60 |
| Εκτελών γραφική εργασία | 70 | 78 |
| Δακτυλογράφος | 76 | 78 |
| Ραπτική εργασία | 66 | 63 |
| Κομμώτρια | 95 | 198 |
| Θεατής θεάτρου | 57 | 45 |
| Υπάλληλος καταστήματος | 52 | 93 |
| Πελάτης εστιατορίου | 64 | 69 |
| Ελαφρά εργασία | 73 | 150 |
| Χορευτής | 131 | 272 |
| Σερβιτόρος | 95 | 198 |

3.6. Ψ.Φ. από φώτα

Ολόκληρο το ψυκτικό φορτίο από φωτισμό είναι **αισθητό φορτίο**. Τα ψυκτικά φορτία από φωτισμό ενός κλιματιζόμενου χώρου εξαρτώνται από την ισχύ των λαμπτήρων σε W. Επίσης και το είδος των λαμπτήρων διαμορφώνει το μέγεθος των ψυκτικών φορτίων από το φωτισμό. Για παράδειγμα, άλλο ψυκτικό φορτίο αποδίδουν στο χώρο οι λαμπτήρες πυράκτωσης και άλλο οι λαμπτήρες φθορίου.

Γενικά θα λέγαμε ότι οι **λαμπτήρες φθορίου** προσθέτουν στο χώρο ψυκτικό φορτίο κατά 25 έως 30% μεγαλύτερο της ονομαστικής τους ισχύος, λόγω των πρόσθετων εξαρτημάτων που απαιτεί η λειτουργία τους. Έτσι ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως ισχύος $P = 150 \text{ W}$ αποδίδει στον κλιματιζόμενο χώρο ψυκτικό φορτίο $P = 150 \text{ W}$. Αν όμως ο λαμπτήρας αυτός αντικατασταθεί με λαμπτήρα φθορίου, ισοδύναμης ισχύος φωτισμού, αυτός θα είναι ονομαστικής ισχύος 36 W . Το ψυκτικό όμως φορτίο που θα προσθέτει στο χώρο, από αυτόν τον λαμπτήρα, δεν θα είναι $P = 36 \text{ W}$, αλλά θα είναι αυξημένο κατά 25-30%. Δηλαδή:

$$q_{\text{φθορίου}} = P \times (1,25 \dots 1,30) = 36 \times (1,25 \dots 1,30) = 45-47 \text{ W}$$

Παρ' όλη την προσαύξηση, διαπιστώνουμε ότι για την ίδια ισχύ φωτισμού, οι λαμπτήρες φθορίου επιβαρύνουν το χώρο με μικρότερο ψυκτικό φορτίο.

3.7. Ψ.Φ από ηλεκτροκινητήρες

Οι ηλεκτροκινητήρες που λειτουργούν σε κλιματιζόμενο χώρο, προσθέτουν στο χώρο ένα ψυκτικό φορτίο, το οποίο εξαρτάται από την ονομαστική τους ισχύ. Ο παρακάτω πίνακας δίνει ενδεικτικές τιμές ψυκτικών φορτίων από ηλεκτροκινητήρες.

Όπως ακριβώς συμβαίνει και με τα φωτιστικά σώματα, ολόκληρο το ψυκτικό φορτίο από ηλεκτροκινητήρες **είναι αισθητό**.

Ψυκτικά φορτία από ηλεκτροκινητήρες, $1 \text{ kW} = 1,36 \text{ HP}$

| Ονομαστική Ισχύς (kW) | Ψυκτικά φορτία W/kW |
|--------------------------|------------------------|
| Μέχρι και 0,2 kW | 1250 |
| > 0,2 μέχρι και 0,8 | 1050 |
| > 0,8 μέχρι και 5,5 | 930 |
| > 5,5 μέχρι και 15 | 870 |
| > 15 kW | 840 |

Θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι οι ηλεκτροκινητήρες που κινούν **εξαεριστήρες** και βρίσκονται σε κλιματιζόμενο χώρο, δεν προσθέτουν ψυκτικά φορτία στο χώρο γιατί η θερμότητα που ελευθερώνεται κατά τη λειτουργία τους, απάγεται ολόκληρη προς το περιβάλλον. Αντίθετα, τα ψυκτικά φορτία από ηλεκτροκινητήρες που κινούν **ανεμιστήρες προσαγωγής αέρα**, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

3.8. Ψ.Φ. από ηλεκτρικές συσκευές

Κάθε ηλεκτρική συσκευή που λειτουργεί στον κλιματιζόμενο χώρο δίνει ένα ψυκτικό φορτίο που είναι ανάλογο με την ισχύ της ηλεκτρικής συσκευής. Τα προστιθέμενα στο χώρο ψυκτικά φορτία από ηλεκτρικές συσκευές είναι αισθητά και λανθάνοντα. Ο πίνακας που ακολουθεί δίνει ενδεικτικές τιμές των ψυκτικών φορτίων διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών όταν λειτουργούν σε χώρο που κλιματίζεται.

Για συσκευές που δεν αναφέρονται στον πίνακα, λαμβάνεται υπόψη η ηλεκτρική ισχύς (σε W) που αναγράφεται στην πινακίδα κάθε συσκευής.

Ενδεικτικές τιμές ψυκτικών φορτίων από ηλεκτρικές συσκευές

| Είδος ηλεκτρικής συσκευής | Αισθητό | Λανθάνον |
|--|---------|----------|
| Καφετιέρα | 250 | 120 |
| Συσκευή θέρμανσης καφέ | 70 | 40 |
| Βραστήρας αυγών | 700 | 700 |
| Οικιακό ψυγείο | 200 | - |
| Κατσαρόλες μαγειρικής | 150 | 120 |
| Συσκευή σάντουιτς | 1100 | 1100 |
| Τοστιέρα για 4 φέτες | 1400 | 300 |
| Σχάρα για μπιφτέκια | 1550 | 850 |
| Κουζίνα-φούρνος με μόνωση | 2100 | 550 |
| Στεγνωτήρας μαλλιών με κάσκα | 550 | 100 |
| Στεγνωτήρας μαλλιών χωρίς κάσκα | 700 | 120 |
| Προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής (PO) | 150 | - |

Αν πάνω από κάποιες συσκευές που λειτουργούν σε κλιματιζόμενο χώρο υπάρχει εξαεριστήρας, τα αισθητά ψυκτικά φορτία του πίνακα, μειώνονται κατά 50-60%, ενώ τα λανθάνοντα μηδενίζονται.

3.9. Άλλα ψυκτικά φορτία

Στο σύνολο των φορτίων, όπως υπολογίστηκαν στις παραγράφους που προηγήθηκαν, θα πρέπει να προστεθούν και τα ακόλουθα:

(α) Από εναλλαγή θερμότητας των αεραγωγών με το περιβάλλον

Τα φορτία που προστίθενται στο κλιματισμένο αέρα από την εναλλαγή θερμότητας μέσω της μόνωσης των αεραγωγών προσαγωγής και επιστροφής, όταν αυτοί διέρχονται από μη κλιματιζόμενους χώρους, δίνονται κατά προσέγγιση στον παρακάτω πίνακα. Ο πίνακας αυτός έχει συνταχθεί με την παραδοχή ότι το καλοκαίρι θα έχουμε $\Delta t = 22,5^{\circ}\text{C}$ (διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας περιβάλλοντος και θερμοκρασίας αέρα στους αεραγωγούς) και αντίστοιχα το χειμώνα 45°C .

Απώλειες θερμότητας από τους αεραγωγούς

| Περιγραφή μόνωσης | Ψυκτικό φορτίο W/m^2 | Θερμικό φορτίο W/m^2 |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Φελλοπολτός | 100 | 200 |
| Υαλοβάμβακας 2 cm | 35 | 70 |
| Υαλοβάμβακας 3 cm | 25 | 50 |
| Υαλοβάμβακας 5 cm | 15 | 30 |

Αυτά τα φορτία μπορεί να φτάσουν και το 20% του ολικού αισθητού φορτίου της εγκατάστασης. Για να περιοριστεί το πρόσθετο αυτό φορτίο, το οποίο είναι εξ' ολοκλήρου αισθητό, θα πρέπει οι αεραγωγοί προσαγωγής και επιστροφής να μονώνονται. Ειδικότερα, οι αεραγωγοί προσαγωγής κλιματισμένου αέρα θα πρέπει να μονώνονται με ιδιαίτερη φροντίδα και με ικανοποιητικό πάχος μονωτικού υλικού, ώστε αφενός να περιορίζεται το πρόσθετο φορτίο, αφετέρου, όταν η εγκατάσταση λειτουργεί για παροχή ψύξης, να αποφεύγεται ο σχηματισμός συμπυκνωμάτων (σταγονιδίων νερού) στις ψυχρές επιφάνειες των αεραγωγών προσαγωγής.

(β) Απώλειες αέρα από τις ενώσεις των αεραγωγών

Οι απώλειες (διαρροές) κλιματισμένου αέρα από την έλλειψη στεγανότητας των αεραγωγών αποτελεί μία σημαντική μείωση της ικανότητας της μονάδας και έμμεσα αντιμετωπίζεται ως πρόσθετο ψυκτικό φορτίο.

Στις περιπτώσεις που οι αεραγωγοί δεν είναι ικανοποιητικά στεγανοί, έχουμε μία απώλεια κλιματισμένου αέρα από τις συνδέσεις των διαφόρων ευθύγραμμων τεμαχίων ή των εξαρτημάτων από τα οποία αποτελείται το δίκτυο των αεραγωγών. Οι απώλειες αυτές του κλιματισμένου αέρα σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να φτάσουν και το 30% της ονομαστικής παροχής της κλιματιστικής μονάδας. Σε περιπτώσεις επιμελημένων κατασκευών αεραγωγών, οι απώλειες κλιματισμένου αέρα περιορίζονται στο 5-10% της ονομαστικής παροχής της κλιματιστικής μονάδας, ανάλογα και με το μήκος των αεραγωγών.

4. ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ

4.1. Υλικά κατασκευής αεραγωγών, μορφές και εξαρτήματα σύνδεσής τους

Οι αεραγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από **γαλβανισμένη λαμαρίνα ή φύλλα αλουμινίου** αλλά και από ειδικές κατασκευές **υαλοβάμβακα**, ειδικά **πλαστικά ή υφάσματα** με άκαμπτα ή εύκαμπτα τμήματα. Σημειώνεται ότι όταν υπάρχει αυξημένος κίνδυνος διαβρώσεων από τη σύνθεση του κυκλοφορούντος αέρα, προτιμώνται αεραγωγοί κατασκευασμένοι από ελάσματα αλουμινίου ή πλαστικό.

Ως προς τη μορφή της διατομής τους, οι αεραγωγοί διακρίνονται σε:

- **Αεραγωγούς κυκλικής διατομής**

Οι αεραγωγοί αυτοί παρουσιάζουν τις λιγότερες θερμικές απώλειες, ενώ παράλληλα έχουν και τη μεγαλύτερη απόδοση λόγω της εκμετάλλευσης όλης της επιφάνειας του αεραγωγού. Παρόλα αυτά όμως δε χρησιμοποιούνται εύκολα, γιατί υπάρχει δυσκολία στην τοποθέτηση τους λόγω της μεγάλης τους διατομής, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα αισθητικής.

- **Αεραγωγούς τετραγωνικής διατομής**

Οι αεραγωγοί αυτοί παρουσιάζουν μεγαλύτερες τριβές και μικρότερη απόδοση από τους αεραγωγούς κυκλικής διατομής, αλλά θεωρούνται οι πλέον οικονομικοί σε κόστος κατασκευής.

- **Αεραγωγούς ορθογωνικής διατομής**

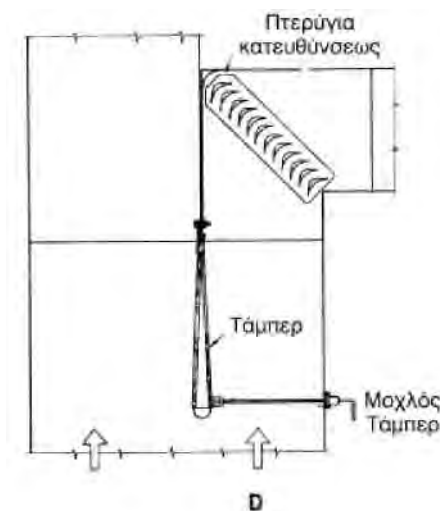
Οι αεραγωγοί ορθογωνικής διατομής, παρόλο που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τριβές και τη μικρότερη απόδοση σε σχέση με τους παραπάνω δύο τύπους, χρησιμοποιούνται ευρύτατα λόγω της ευκολίας τοποθέτησης και σύνδεσής τους σε συνάρτηση με τη μορφολογία του κλιματιζόμενου χώρου. Εφαρμόζονται σε δίκτυα χαμηλής και μέσης ταχύτητας του αέρα, ενώ όπως έχει διαπιστωθεί, την καλύτερη απόδοση και λογικό κόστος παρουσιάζουν οι ορθογωνικοί αεραγωγοί που η σχέση των πλευρών τους είναι

2:1

Η σύνδεση των αεραγωγών, τόσο μεταξύ τους, όσο και με συσκευές και διατάξεις του συστήματος κλιματισμού (ανεμιστήρες, στοιχεία, φίλτρα κτ.λ.) πραγματοποιείται με διάφορα **τεμάχια-εξαρτήματα**, τα οποία σε συνδυασμό με τους αεραγωγούς αποτελούν το **δίκτυο των αεραγωγών**. Τα εξαρτήματα αυτά είναι **γωνίες διαφόρων κλίσεων, διακλαδώσεις, συμβολές, καμπύλες αλλαγής διεύθυνσης και στενώσεις-διευρύνσεις** (κώννοι) με διαφόρων μορφών και μεγεθών διατομές (κυκλικές, ορθογωνικές κ.τ.λ.) Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους ενώνονται («**ράβονται**») τα διάφορα τμήματα και εξαρτήματα του

δικτύου των αεραγωγών, συνήθως όμως προτιμάται είτε η χρήση **σιδηρογωνιών** και **βιδών** είτε η χρήση **πρόσθετου ελάσματος λαμαρίνας**, το οποίο ενώνει δύο κομμάτια αεραγωγού ή εξαρτήματος σύνδεσης Πρέπει να σημειωθεί ότι στις συνδέσεις των **ανεμιστήρων** με τους **αεραγωγούς** τοποθετείται **υφασμάτινη σύνδεση**, ώστε να διακόπτεται η μετάδοση των κραδασμών του ανεμιστήρα και προς το υπόλοιπο δίκτυο των αεραγωγών. Επιπρόσθετα, τοποθετούνται κώνοι διευρυνόμενοι ώστε να αυξάνεται η διατομή του αεραγωγού.

Στα σημεία του δικτύου των αεραγωγών, όπου αλλάζει πορεία ο αέρας, τοποθετούνται **καθοδηγητικά πτερύγια** (πτερύγια κατεύθυνσης) ώστε να μειώνονται οι απώλειες λόγω της απότομης αλλαγής κατεύθυνσης του αέρα. Στις **διακλαδώσεις** των αεραγωγών τοποθετούνται **ρυθμιστικά διαφράγματα** (dampers), τα οποία μετακινούμενα αλλάζουν την παροχή του αέρα σύμφωνα με τις ανάγκες των κλιματιζόμενων χώρων .



Διάταξη ρυθμιστικού διαφράγματος και πτερύγιο αλλαγής κατεύθυνσης σε αεραγωγό

4.2. Στατική, δυναμική και ολική πίεση αεραγωγών

Για να κινηθεί ο αέρας μέσα στους αεραγωγούς θα πρέπει να εξασφαλίζεται συνεχώς μια **διαφορά πίεσης** μεταξύ της εισόδου του αέρα στους αεραγωγούς και της εξόδου του. Η απαιτούμενη διαφορά πίεσης για την κίνηση του αέρα στους αεραγωγούς και τη μεταφορά του στους κλιματιζόμενους χώρους γίνεται μ' έναν **ανεμιστήρα**. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ανεμιστήρα θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μπορεί να δημιουργεί την απαιτούμενη διαφορά πίεσης για να υπερνικηθούν όλες οι αντιστάσεις ροής που συναντά ο αέρας κατά τη διαδρομή του μέσα από τους αεραγωγούς και τα εξαρτήματα της εγκατάστασης.

Η ολική πίεση που αναπτύσσει ο ανεμιστήρας για την κίνηση συγκεκριμένης μάζας αέρα (ή όγκου αέρα) μέσα στους αεραγωγούς είναι το άθροισμα της **στατικής** και **δυναμικής** πίεσης. Επομένως, σε κάθε περίπτωση ισχύει η σχέση:

$$P_T = P_s + P_d$$

Όπου:

P_T: Η ολική πίεση που ασκείται σε κάθε σημείο του αεραγωγού, σε Pa (σύστημα SI).

P_s : Η στατική πίεση σε Pa.

P_d: Η δυναμική πίεση σε Pa.

Στατική πίεση, είναι η πίεση που ασκείται από τον αέρα στα τοιχώματα των αεραγωγών. Η στατική πίεση είναι η πίεση που μετριέται κάθετα ως προς τη διεύθυνση της ροής του αέρα. Η στατική πίεση στην έξοδο του ανεμιστήρα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το σύνολο της αντίστασης τριβών που συναντά ο αέρας σ' ολόκληρο το δίκτυο. Η αντίσταση τριβών στους αεραγωγούς και στα εξαρτήματα, **δημιουργεί πτώση πίεσης ή απώλειες πίεσης.** Όσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες τριβών, τόσο μειώνεται η παροχή του ανεμιστήρα. Γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγονται κατασκευές δικτύων αεραγωγών με μεγάλες αντιστάσεις στη ροή του αέρα.

Δυναμική πίεση είναι η πίεση που ασκείται από τον αέρα σε επίπεδο κάθετο προς τη διεύθυνση ροής του αέρα. Η δυναμική πίεση, είναι η πίεση που απαιτείται για την επιτάχυνση του αέρα από τη θέση ηρεμίας του, σε συγκεκριμένο επίπεδο ταχύτητας. Η δυναμική πίεση μένει σταθερή κατά μήκος του αεραγωγού όσο η ταχύτητα του αέρα παραμένει σταθερή.

Η μέτρηση των πιέσεων σ' έναν αεραγωγό γίνεται με ειδικά μανόμετρα ή και με ηλεκτρονικά που είναι και μεγαλύτερης ακρίβειας.

4.3. Αλλαγές των πιέσεων στα δίκτυα αεραγωγών

Κατά τη ροή του αέρα μέσα από τους αεραγωγούς δημιουργούνται απώλειες πίεσης λόγω τριβών, το μέγεθος των οποίων εξαρτάται :

- Από την παροχή του αέρα Q
- Από την ταχύτητα του αέρα v
- Από τη μορφή και τις διαστάσεις του αεραγωγού
- Από το πόσο λεία είναι η εσωτερική επιφάνεια του αεραγωγού
- Από το μήκος του αεραγωγού

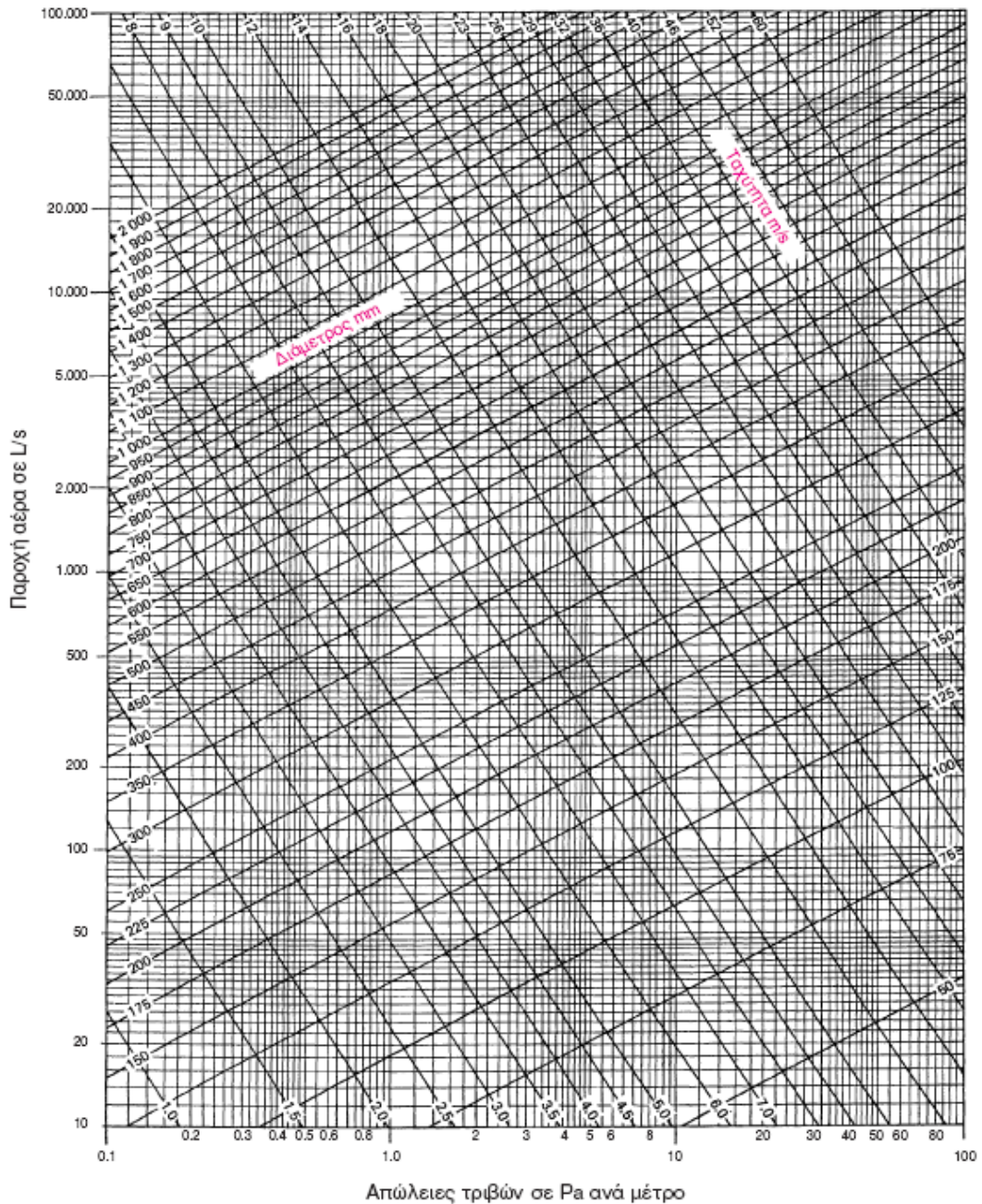
Για να υπολογίσουμε την πτώση πίεσης σε ένα δίκτυο και κατά συνέπεια να εκλέξουμε και τον κατάλληλο ανεμιστήρα υπολογίζουμε την πτώση πίεσης στα ευθύγραμμα τμήματα και στη συνέχεια στις στενώσεις, διευρύνσεις, διακλαδώσεις και τα αθροίζουμε.

Πτώση πίεσης σε ευθύγραμμους αγωγούς

Αν ο αεραγωγός μας είναι ορθογώνιος τότε χρησιμοποιούμε τον παρακάτω πίνακα μετατροπής:

Μήκος της μιας πλευράς (α) σε mm

| | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 900 | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 100 | 109 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | 122 | 137 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 150 | 133 | 150 | 164 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 175 | 143 | 161 | 177 | 191 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 152 | 172 | 189 | 204 | 219 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 225 | 161 | 181 | 200 | 216 | 232 | 246 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 169 | 190 | 210 | 228 | 244 | 259 | 273 | | | | | | | | | | | | | | |
| 275 | 176 | 199 | 220 | 238 | 256 | 272 | 287 | 301 | | | | | | | | | | | | | |
| 300 | 183 | 207 | 229 | 248 | 266 | 283 | 299 | 314 | 328 | | | | | | | | | | | | |
| 350 | 195 | 222 | 245 | 267 | 286 | 305 | 322 | 339 | 354 | 383 | | | | | | | | | | | |
| 400 | 207 | 235 | 260 | 283 | 305 | 325 | 343 | 361 | 378 | 409 | 437 | | | | | | | | | | |
| 450 | 217 | 247 | 274 | 299 | 321 | 343 | 363 | 382 | 400 | 433 | 464 | 492 | | | | | | | | | |
| 500 | 227 | 258 | 287 | 313 | 337 | 360 | 381 | 401 | 420 | 455 | 488 | 518 | 547 | | | | | | | | |
| 550 | 236 | 269 | 299 | 326 | 352 | 375 | 398 | 419 | 439 | 477 | 511 | 543 | 573 | 601 | | | | | | | |
| 600 | 245 | 279 | 310 | 339 | 365 | 390 | 414 | 436 | 457 | 496 | 533 | 567 | 598 | 628 | 656 | | | | | | |
| 650 | 253 | 289 | 321 | 351 | 378 | 404 | 429 | 452 | 474 | 515 | 551 | 589 | 622 | 653 | 683 | 711 | | | | | |
| 700 | 261 | 298 | 331 | 362 | 391 | 418 | 443 | 467 | 490 | 533 | 573 | 610 | 644 | 677 | 708 | 737 | 765 | | | | |
| 750 | 268 | 306 | 341 | 373 | 402 | 430 | 457 | 482 | 506 | 550 | 592 | 630 | 666 | 700 | 732 | 763 | 792 | 820 | | | |
| 800 | 275 | 314 | 350 | 383 | 414 | 442 | 470 | 496 | 520 | 567 | 609 | 649 | 687 | 722 | 755 | 787 | 818 | 847 | 875 | | |
| 900 | 289 | 330 | 367 | 402 | 435 | 465 | 494 | 522 | 548 | 597 | 643 | 686 | 726 | 763 | 799 | 833 | 866 | 897 | 927 | 984 | |
| 1000 | 301 | 344 | 384 | 420 | 454 | 486 | 517 | 546 | 574 | 626 | 674 | 719 | 762 | 802 | 840 | 876 | 911 | 944 | 976 | 1037 | |
| 1100 | 313 | 358 | 399 | 437 | 473 | 506 | 538 | 569 | 598 | 652 | 703 | 751 | 795 | 838 | 878 | 916 | 953 | 988 | 1022 | 1086 | |
| 1200 | 324 | 370 | 413 | 453 | 490 | 525 | 558 | 590 | 620 | 677 | 731 | 780 | 827 | 872 | 914 | 954 | 993 | 1030 | 1066 | 1133 | |
| 1300 | 334 | 382 | 426 | 468 | 506 | 543 | 577 | 610 | 642 | 701 | 757 | 808 | 857 | 904 | 948 | 990 | 1031 | 1069 | 1107 | 1177 | |
| 1400 | 344 | 394 | 439 | 482 | 522 | 559 | 595 | 629 | 662 | 724 | 781 | 835 | 886 | 934 | 980 | 1024 | 1066 | 1107 | 1146 | 1220 | |
| 1500 | 353 | 404 | 452 | 495 | 536 | 575 | 612 | 648 | 681 | 745 | 805 | 860 | 913 | 963 | 1011 | 1057 | 1100 | 1143 | 1183 | 1260 | |
| 1600 | 362 | 415 | 463 | 508 | 551 | 591 | 629 | 665 | 700 | 766 | 827 | 885 | 939 | 991 | 1041 | 1088 | 1133 | 1177 | 1219 | 1298 | |
| 1700 | 371 | 425 | 475 | 521 | 564 | 605 | 644 | 682 | 718 | 785 | 849 | 908 | 964 | 1018 | 1069 | 1118 | 1164 | 1209 | 1253 | 1335 | |
| 1800 | 379 | 434 | 485 | 533 | 577 | 619 | 660 | 698 | 735 | 804 | 869 | 930 | 988 | 1043 | 1096 | 1146 | 1195 | 1241 | 1286 | 1371 | |
| 1900 | 387 | 444 | 496 | 544 | 590 | 633 | 674 | 713 | 751 | 823 | 889 | 952 | 1012 | 1068 | 1122 | 1174 | 1224 | 1271 | 1318 | 1405 | |
| 2000 | 395 | 453 | 506 | 555 | 602 | 646 | 688 | 728 | 767 | 840 | 908 | 973 | 1034 | 1092 | 1147 | 1200 | 1252 | 1301 | 1348 | 1438 | |
| 2100 | 402 | 461 | 516 | 566 | 614 | 659 | 702 | 743 | 782 | 857 | 927 | 993 | 1055 | 1115 | 1172 | 1226 | 1279 | 1329 | 1378 | 1470 | |
| 2200 | 410 | 470 | 525 | 577 | 625 | 671 | 715 | 757 | 797 | 874 | 945 | 1013 | 1076 | 1137 | 1195 | 1251 | 1305 | 1356 | 1406 | 1501 | |
| 2300 | 417 | 478 | 534 | 587 | 636 | 683 | 728 | 771 | 812 | 890 | 963 | 1031 | 1097 | 1159 | 1218 | 1275 | 1330 | 1383 | 1434 | 1532 | |
| 2400 | 424 | 486 | 543 | 597 | 647 | 695 | 740 | 784 | 826 | 905 | 980 | 1050 | 1116 | 1180 | 1241 | 1299 | 1355 | 1409 | 1461 | 1561 | |
| 2500 | 430 | 494 | 552 | 606 | 658 | 706 | 753 | 797 | 840 | 920 | 996 | 1068 | 1136 | 1200 | 1262 | 1322 | 1379 | 1434 | 1488 | 1589 | |
| 2600 | 437 | 501 | 560 | 616 | 668 | 717 | 764 | 810 | 853 | 935 | 1012 | 1085 | 1154 | 1220 | 1283 | 1344 | 1402 | 1459 | 1513 | 1617 | |
| 2700 | 443 | 509 | 569 | 625 | 678 | 728 | 776 | 822 | 866 | 950 | 1028 | 1102 | 1173 | 1240 | 1304 | 1366 | 1425 | 1483 | 1538 | 1644 | |
| 2800 | 450 | 516 | 577 | 634 | 688 | 738 | 787 | 834 | 879 | 964 | 1043 | 1119 | 1190 | 1259 | 1324 | 1387 | 1447 | 1506 | 1562 | 1670 | |
| 2900 | 456 | 523 | 585 | 643 | 697 | 749 | 798 | 845 | 891 | 977 | 1058 | 1135 | 1208 | 1277 | 1344 | 1408 | 1469 | 1529 | 1586 | 1696 | |



Το παραπάνω διάγραμμα ισχύει για κυκλικούς αεραγωγούς.

Πτώση πίεσης σε στενώσεις, διευρύνσεις, διακλαδώσεις

Οι απώλειες αυτές οφείλονται στην ύπαρξη τοπικών αντιστάσεων (διακλαδώσεων των αεραγωγών για αλλαγή της ροής του αέρα, ελασμάτων οδήγησης του αέρα στην επιθυμητή κατεύθυνση) και δίνονται από τη σχέση:

$$Z = \zeta (\rho / 2) v^2$$

όπου ζ είναι η τιμή του αντίστοιχου συντελεστή τοπικής αντίστασης, η οποία έχει προσδιορισθεί με πειραματικές διαδικασίες και ρ η πυκνότητα του αέρα

Στο παρακάτω σχήμα δίνονται οι συντελεστές αντίστασης (ζ) διαφόρων εξαρτημάτων κατά τη ροή του αέρα.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <p>Τόξο</p> <p>○ $R/D = 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2$</p> <p>ζ = 0.9, 0.45, 0.33, 0.24, 0.19, 0.17, 0.15</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>○ $R/D = 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2$</p> <p>3 Segm. ζ = 1.3, 0.8, 0.5, 0.3, 0.25</p> <p>5 Segm. ζ = 1.1, 0.6, 0.4, 0.25, 0.2</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>○ $R/D = 0.5, 0.75, 1, 2$</p> <p>$W_1/W = 0.25$ ζ = 0.4, 0.25, 0.2, 0.1</p> <p>$W_2/W = 0.5$ ζ = 0.5, 0.3, 0.2, 0.1</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Λεπίδα</p> <p>$h/b = 0.25, 0.5, 1.0, 2.0$</p> <p>ζ = 2.1, 1.7, 1.2, 0.6</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>○ $R/D = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$</p> <p>□ ζ = 1.4, 0.7, 0.6, 0.7, 1.1</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>□ λείτα με προφίλ</p> <p>ζ = 0.35, 0.1</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Διακλάδωση</p> <p>○ □ ζ = 1.4</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>○ $R/D = 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2$</p> <p>○ ζ = 1.1, 0.6, 0.4, 0.25, 0.2</p> <p>□ ζ = 1.0, 0.5, 0.25, 0.15, 0.1</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>α = 10, 30, 45, 60, 90°</p> <p>○ □ ζ = 0.1, 0.3, 0.7, 1.0, 1.4</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Διακλάδωση</p> <p>$w_2/w_1 = 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0, 3.0$</p> <p>α = 60° $ζ = 5.0, 2.2, 1.3, 0.8, 0.5, 0.6$</p> <p>α = 45° $ζ = 3.5, 1.3, 0.7, 0.4, 0.4, 0.5$</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>○ $R/D = 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2$</p> <p>ζ = 1.3, 0.9, 0.8, 0.6, 0.5</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>ζ = 1.4</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Δνοίγμα εισόδου</p> <p>○ ζ = 0.9, 0.6</p> <p>□ ζ = 1.25, 0.7</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>$R/D = 0.25, 0.5, 0.75, 1.0$</p> <p>ζ = 0.2, 0.1, 0.05, 0.05</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>α = 15, 30, 45, 60, 90°</p> <p>○ □ ζ = 0.5, 0.3, 0.3, 0.4, 0.7</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Διαπλάτυνση</p> <p>$F_1/F_2 = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$</p> <p>α = 60° $ζ_1 = 1.0, 0.7, 0.4, 0.2, 0.1, 0$</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>α = 5, 7.5, 10, 15, 22.5, 30, 45, 90°</p> <p>ζ₁ = 0.15, 0.2, 0.25, 0.4, 0.6, 0.8, 0.9, 1</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>ζ = 1.0</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Δνωση</p> <p>$F_2/F_1 = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$</p> <p>ζ₂ = 0.6, 0.45, 0.3, 0.2, 0.1, 0</p> | <p>δδηγός Ελασμα</p> <p>ζ₂ = 0.1</p> | <p>Διόφραγμα</p> <p>$F_1/F_2 = 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4$</p> <p>ζ = 0.06, 0.28, 0.78, 1.82, 3.8, 8.1</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Διόφραγμα</p> <p>α = 0°, 30°, 45°, 60°</p> <p>ζ = 1, 1.5, 3.5, 8</p> | <p>Διόφραγμα</p> <p>$h/D = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$</p> <p>ζ = 1.6, 1.2, 1.05, 1.0</p> | <p>Διόφραγμα</p> <p>$R/D = 0.5$</p> <p>$h/D = 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$</p> <p>ζ = 0.7, 0.4, 0.7, 0.8, 0.8, 0.8</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>πλέγμα (έκτόπιση διαμέτρου)</p> <p>ελεύθερη διατομή σε %</p> <p>ζ για v = 0.5 m/s</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>60</td> <td>70</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td>110</td> <td>30</td> <td>12</td> <td>6</td> <td>3.6</td> <td>2.3</td> <td>1.8</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td>1.5</td> <td>120</td> <td>33</td> <td>13</td> <td>6.8</td> <td>4.1</td> <td>2.7</td> <td>2.1</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>128</td> <td>36</td> <td>14.5</td> <td>7.4</td> <td>4.6</td> <td>3.0</td> <td>2.3</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>2.5</td> <td>134</td> <td>39</td> <td>15.5</td> <td>7.8</td> <td>4.9</td> <td>3.2</td> <td>2.5</td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>140</td> <td>40</td> <td>16.5</td> <td>8.3</td> <td>5.2</td> <td>3.4</td> <td>2.6</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>146</td> <td>41</td> <td>17.5</td> <td>8.6</td> <td>5.5</td> <td>3.7</td> <td>2.8</td> <td>2.1</td> </tr> </table> <p>(v αναφέρεται στην ολική διατομή)</p> <p>για συμπύκνωση πλέγματα το ζ λαμβάνεται το 1.9 με το μισό</p> | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 1.0 | 110 | 30 | 12 | 6 | 3.6 | 2.3 | 1.8 | 1.4 | 1.5 | 120 | 33 | 13 | 6.8 | 4.1 | 2.7 | 2.1 | 1.6 | 2.0 | 128 | 36 | 14.5 | 7.4 | 4.6 | 3.0 | 2.3 | 1.8 | 2.5 | 134 | 39 | 15.5 | 7.8 | 4.9 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 3.0 | 140 | 40 | 16.5 | 8.3 | 5.2 | 3.4 | 2.6 | 2.0 | | 146 | 41 | 17.5 | 8.6 | 5.5 | 3.7 | 2.8 | 2.1 |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | 110 | 30 | 12 | 6 | 3.6 | 2.3 | 1.8 | 1.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | 120 | 33 | 13 | 6.8 | 4.1 | 2.7 | 2.1 | 1.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0 | 128 | 36 | 14.5 | 7.4 | 4.6 | 3.0 | 2.3 | 1.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 | 134 | 39 | 15.5 | 7.8 | 4.9 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0 | 140 | 40 | 16.5 | 8.3 | 5.2 | 3.4 | 2.6 | 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 146 | 41 | 17.5 | 8.6 | 5.5 | 3.7 | 2.8 | 2.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.4. Υπολογισμός της διαμέτρου των αεραγωγών

Για να υπολογισθούν οι διαστάσεις ενός αεραγωγού, πρέπει να έχουμε ή να υπολογίσουμε τα ακόλουθα στοιχεία:

- Τη μορφή του δικτύου των αεραγωγών σε κάτοψη (μονογραμμική). Δηλαδή την αποτύπωση της διαδρομής του αέρα από τη μονάδα κλιματισμού μέχρι τα στόμια.
- Αν το δίκτυο θα κατασκευαστεί με κυκλικούς ή ορθογώνιους αεραγωγούς.
- Το διάκενο μεταξύ της οροφής και της ψευδοροφής του κλιματιζόμενου χώρου. Έτσι θα μπορεί να οριστεί η κάθετη διάσταση των αεραγωγών (κρέμασμα).
- Τα σημεία του χώρου που θα τοποθετηθούν τα στόμια για την ομοιοκατανομή του κλιματισμένου αέρα.
- Το μήκος κάθε τμήματος αεραγωγού.
- Το είδος του χώρου που πρόκειται να κλιματίσουμε για να επιλέξουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα στους κύριους και δευτερεύοντες αεραγωγούς.

Μέγιστη ταχύτητα αέρα στους αεραγωγούς σε m / s

| Είδος χώρου | Κύριος Αεραγωγός | | Υπόλοιπο δίκτυο | |
|----------------------|------------------|------------|-----------------|------------|
| | Προσαγωγής | Επιστροφής | Προσαγωγής | Επιστροφής |
| Κατοικίες | 5 | 4 | 3 | 3 |
| Σχολεία-Αναγνωστήρια | 5 | 4 | 4 | 3,5 |
| Βιβλιοθήκες | 8 | 7 | 4 | 6 |
| Γραφεία (γενικά) | 9 | 9 | 8 | 7 |
| Γραφεία ιδιωτικά | 8 | 7 | 7 | 6 |
| Τράπεζες | 9 | 9 | 8 | 7 |
| Ξενοδοχεία | 7,5 | 6,5 | 6 | 5,5 |
| Εστιατόρια | 9 | 9 | 8 | 7 |
| Θέατρα-Αμφιθέατρα | 7,5 | 5,5 | 5 | 4 |
| Νοσοκομεία-κλινικές | 7,5 | 6,5 | 6 | 5,5 |
| Μεγάλα καταστήματα | 9 | 9 | 8 | 7 |
| Βιομηχανίες | 12 | 9 | 10 | 7,5 |

Τέλος υπολογίζουμε την απαιτούμενη ποσότητα κλιματισμένου αέρα για κάθε χώρο, αν αυτό δεν έχει γίνει σε προηγούμενη φάση.

Οι υπολογισμοί του μεγέθους των αεραγωγών γίνονται με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους:

Μέθοδος σταθερής ταχύτητας

Η μέθοδος σταθερής ταχύτητας χρησιμοποιείται κυρίως:

- Σε απλά δίκτυα ή ακόμα και σε τμήματα εκτεταμένων δικτύων σε συνδυασμό με μία από τις άλλες μεθόδους.
- Σε δίκτυα **απαγωγής** στα οποία απαιτείται σταθερή ταχύτητα ροής.

Το κυριότερο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ο εύκολος προσδιορισμός των μεγεθών των αεραγωγών ενώ αντίστοιχα το κυριότερο μειονέκτημα είναι η δυσκολία εκλογής των ταχυτήτων αλλά και της δυσμενέστερης διαδρομής του δικτύου.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή αφού εκλέξουμε την ταχύτητα του αέρα στους αεραγωγούς v από τον προηγούμενο πίνακα και έχουμε υπολογίσει την απαιτούμενη ποσότητα αέρα για κάθε χώρο Q υπολογίζουμε την απαραίτητη διατομή A του αεραγωγού από τη σχέση:

$$Q = A \times v$$

Q (m³/s)

A (m²) $A = 0,785 d^2$ για κυκλικούς αγωγούς και $A = \alpha \times \beta$ για ορθογώνιους

v (m/s)

Στη συνέχεια ο ανεμιστήρας επιλέγεται έτσι ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει την πτώση πίεσης στον δυσμενέστερο κλάδο (αυτόν με τις μεγαλύτερες πτώσεις πίεσης) και για τη συνολική παροχή αέρα

Μέθοδος μείωσης ταχύτητας

Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί σε **όλα** τα δίκτυα προσαγωγής και επιστροφής του αέρα με **διακλαδώσεις**, αλλά προϋποθέτει την εμπειρία του μελετητή

Μέθοδος σταθερής πτώσης πίεσης

Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί σε **όλα** τα δίκτυα προσαγωγής και επιστροφής του αέρα. Κατά την παραπάνω μέθοδο, το σύστημα των αεραγωγών υπολογίζεται κατά τρόπο ώστε η **απώλεια πίεσης ανά μονάδα μήκους να είναι ενιαία** για όλο το δίκτυο των αεραγωγών. Η μέθοδος αυτή προσφέρεται σε περιπτώσεις **συμμετρικών** διατάξεων, ενώ πρέπει να σημειωθεί ότι σε δίκτυα με μικρές ή μεγάλες διαδρομές τίθενται κατά διαστήματα ρυθμιστικά διαφράγματα (dampers).

Μέθοδος ανάκτησης της στατικής πίεσης

Η μέθοδος ανάκτησης της στατικής πίεσης χρησιμοποιείται σε **μεγάλα και ασύμμετρα** δίκτυα καθώς και σε δίκτυα **υψηλών ταχυτήτων**. Είναι πληρέστερη, πιο αξιόπιστη αλλά δυσκολότερη και εφαρμόζεται στην περίπτωση δικτύων **μεγάλου μήκους** και δικτύων αεραγωγών **υψηλών πιέσεων**

5. ΣΤΟΜΙΑ ΑΕΡΑ



5.1. Σκοπός. Υλικά κατασκευής

Σκοπός της προσαγωγής κλιματισμένου αέρα σ' έναν κλιματιζόμενο χώρο, είναι να δημιουργήσει τον κατάλληλο συνδυασμό θερμοκρασίας, υγρασίας και κίνησης του αέρα στη «ζώνη» που ζουν ή εργάζονται οι άνθρωποι (δηλαδή σε ύψος 1,80 έως 2 m περίπου από το δάπεδο). Με τον παραπάνω συνδυασμό των στοιχείων του προσαγόμενου αέρα, επιδιώκουμε τη δημιουργία συνθηκών άνεσης στη ζώνη του χώρου που δραστηριοποιείται ο άνθρωπος.

Βέβαια, η αίσθηση της άνεσης, όπως αυτή ορίστηκε πιο πάνω, αναφέρεται σε άτομα με μέση δραστηριότητα, μέσο ντύσιμο και για ταχύτητα αέρα στο χώρο μικρότερη του 0,25 m/s. Όμως, ο αέρας που φτάνει στα στόμια παροχής από τους αεραγωγούς, είναι πολύ μεγαλύτερης ταχύτητας από αυτή που επιτρέπεται στη ζώνη άνεσης του κλιματιζόμενου χώρου. Έτσι, τα στόμια, εκτός από τη δυνατότητα ρύθμισης της παροχής και της κατεύθυνσης παίζουν και το ρόλο ρυθμιστή της ταχύτητας εξόδου του αέρα από αυτά.

Διακρίνουμε σε στόμια προσαγωγής, επιστροφής και νωπού αέρα και ανάλογα με τη θέση τοποθέτησης τους διακρίνονται σε στόμια τοίχου, οροφής, δαπέδου και ειδικής κατασκευής. Το υλικό κατασκευής των στομιών οροφής, όπως και των στομιών τοίχου, είναι το **ανοδειωμένο αλουμίνιο**, το οποίο μπορεί να βαφτεί σε διάφορα χρώματα που ανάλογα και με το τι απαιτεί η διακόσμηση του χώρου. Εκτός βέβαια από τα στόμια οροφής από αλουμίνιο, κυκλοφορούν στο εμπόριο και στόμια από σκληρό πλαστικό υλικό PVC ή ABS

5.2. Είδη στομιών προσαγωγής

Τα στόμια τοίχου, λέγονται έτσι γιατί τοποθετούνται σε ορθογώνιους αεραγωγούς που στερεώνονται κατά μήκος του τοίχου μίας αίθουσας (στα ανώτατα σημεία του τοίχου).

Τα στόμια τοίχου αποτελούνται από το μεταλλικό πλαίσιο στερέωσης, από το διάφραγμα ρύθμισης του όγκου του αέρα (τάμπερ) και από τα πτερύγια κατεύθυνσης (οριζόντια και κάθετα)

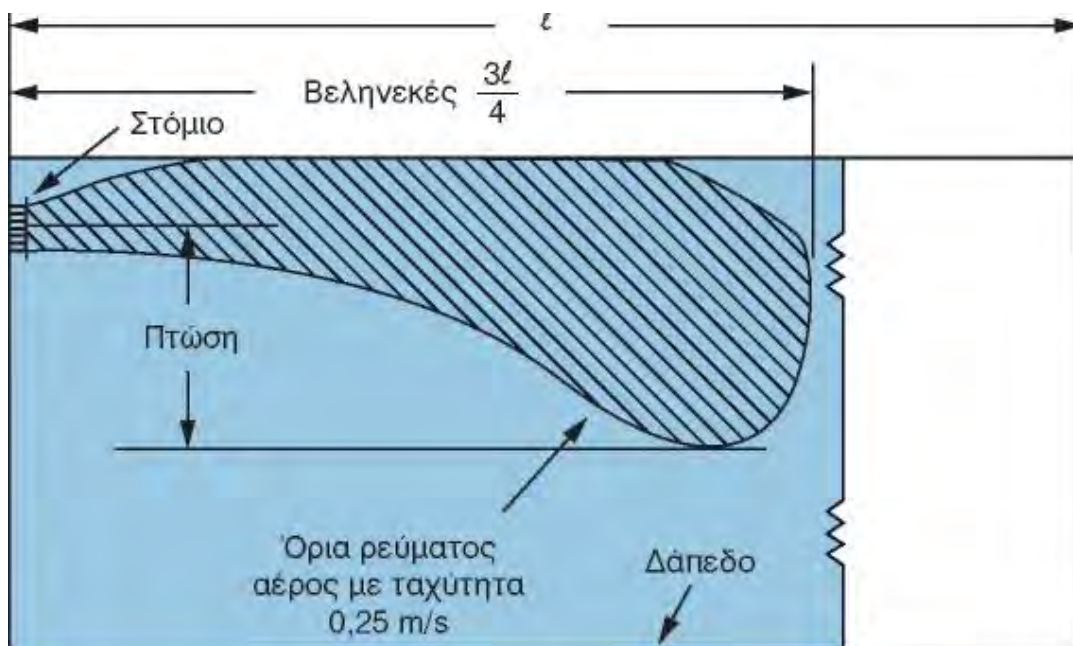
Με το διάφραγμα μπορούμε, μέσω του ειδικού ρυθμιστή, να ρυθμίσουμε το ποσό του κλιματισμένου αέρα που θα προσάγεται από κάθε στόμιο ή και να κλείσουμε τελείως τη δίοδο του αέρα από το στόμιο σε περιπτώσεις που, για κάποιο λόγο, θα πρέπει να καταργηθεί ένα στόμιο.

Με τα οριζόντια πτερύγια έχουμε τη δυνατότητα να κατευθύνουμε τον αέρα προς τα πάνω ή προς τα κάτω, ώστε να πετυχαίνουμε την καλύτερη δυνατή κατανομή του αέρα στο χώρο.

Με τα κάθετα πτερύγια, κατευθύνουμε τον αέρα προς τις επιθυμητές κατευθύνσεις (αριστερά-δεξιά), ώστε, σε συνδυασμό και με τα οριζόντια πτερύγια, να έχουμε άριστη κατανομή του κλιματισμένου αέρα στο χώρο και φυσικά τη δημιουργία καλύτερων συνθηκών άνεσης.

Η επιλογή των στομιών τοίχου, γίνεται από πίνακες κατασκευαστών. Για να επιλέξουμε το σωστό στόμιο για κάθε περίπτωση κλιματιζόμενου χώρου, θα πρέπει να έχουμε τα ακόλουθα στοιχεία:

- Τη μορφή της αίθουσας που θα κλιματίσουμε, την ανάπτυξη του δικτύου των αεραγωγών, καθώς και την ακριβή θέση των στομιών.
- Την παροχή του στομιού σε l/s
- Το απαιτούμενο βεληνεκές του στομιού σε m που είναι η οριζόντια απόσταση από το στόμιο έως το σημείο του χώρου, όπου η ταχύτητα του αέρα πέφτει στα 0,25 m/s.
- Την πτώση του στομιού σε m.
- Την επιτρεπόμενη ταχύτητα του αέρα κατά τη έξοδο του από το στόμιο σε m/s.



Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες αέρα στα στόμια προσαγωγής.

| Είδος χώρου | Επιτρεπόμενη ταχύτητα |
|--------------------|-----------------------|
| Στούντιο | 2,5 |
| Βιβλιοθήκες | 2,5 |
| Γραφεία | 3,75 |
| Κατοικίες | 3,75 |
| Νοσοκομεία- | 3,75 |
| Δημόσια κτίρια | 5 |
| Θέατρα | 5 |
| Εστιατόρια | 5 |
| Τράπεζες | 5 |
| Σχολεία | 5 |
| Εργοστάσια | 7,5 |
| Γυμναστήρια | 7,5 |
| Κουζίνες | 7,5 |
| Μεγάλα καταστήματα | 7,5 |

Μέγιστη επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου σε διάφορους χώρους που κλιματίζονται.

| Είδος χώρου | Στάθμη θορύβου |
|-------------------------------|----------------|
| Στούντιο ραδιοφωνίας- TV | 25-30 |
| Θέατρα - Αιθ. διαλέξεων | 30-35 |
| Εκκλησίες | 30-40 |
| Κατοικίες-Σχολεία - | 35-40 |
| Μουσεία- Βιβλιοθήκες | 35-40 |
| Νοσοκομεία | 30-40 |
| Γραφεία | 40-50 |
| Αποθήκες- Καταστήματα | 40-50 |
| Εστιατόρια-Ξενοδοχεία | 40-50 |
| Δημόσια κτίρια-Τράπεζες | 45-55 |
| Εστιατόρια-Βαγ | 40-50 |
| Εργοστάσια ελαφριάς | 50-70 |
| Εργοστάσια βαριάς βιομηχανίας | 60-80 |

Αφού ορίσουμε τη στάθμη θορύβου που επιτρέπει ο κλιματιζόμενος χώρος και την ταχύτητα του προσαγόμενου αέρα (πίνακες που ακολουθούν), χρησιμοποιώντας πίνακες κατασκευαστών, μπορούμε να επιλέξουμε τις διαστάσεις του στομίου που ταιριάζει σε κάθε περίπτωση κλιματιζόμενου χώρου.

Τα στόμια οροφής χρησιμοποιείται κατά κανόνα σε μεγάλης έκτασης κλιματιζόμενους χώρους με ψευδοροφές. Προτιμούνται σε χώρους στους οποίους μεγαλύτερη σπουδαιότητα έχει ο θερινός κλιματισμός (ψύξη). Το πλεονέκτημα των στομίων οροφής, είναι ότι δημιουργούν γρήγορη και πλήρη ανάμιξη του αέρα προσαγωγής με τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου και έτσι έχουμε πολύ πιο σύντομα το αποτέλεσμα που επιδιώκουμε. Όπως και στην περίπτωση επιλογής των στομίων τοίχου, έτσι και για την επιλογή των στομίων οροφής, απαιτούνται κάποια στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά είναι: η παροχή του κλιματισμένου αέρα σε l/s, η ταχύτητα του αέρα κατά την έξοδο του από το στόμιο σε m/s, η μέγιστη ακτίνα διάχυσης σε m.

Η μέγιστη ακτίνα διάχυσης ενός στομίου οροφής είναι κάτι αντίστοιχο με το βεληνεκές των στομίων τοίχου και ορίζεται ως η οριζόντια απόσταση μεταξύ του κέντρου του στομίου και του σημείου που η ταχύτητα του αέρα πέφτει στο όριο των 0,17 έως 0,25 m/s. Η μέγιστη ακτίνα διάχυσης ενός στομίου δεν πρέπει να ξεπερνά τις διαστάσεις της αίθουσας που κλιματίζεται, γιατί δημιουργεί ενοχλητικές καταστάσεις και ελάττωση της αίσθησης άνεσης. Η επιλογή των στομίων οροφής γίνεται από καταλόγους κατασκευαστών ή διαγράμματα

5.3. Στόμια επιστροφής, νωπού αέρα.

Τα στόμια επιστροφής τοποθετούνται στο δίκτυο των αεραγωγών επιστροφής. Αναρροφούν αέρα από το κλιματιζόμενο χώρο και μέσω του δικτύου επιστροφής, τον οδηγούν στην αναρρόφηση της κλιματιστικής μονάδας ή τον απορρίπτουν στο περιβάλλον.

Τα στόμια επιστροφής και φρέσκου αέρα κατασκευάζονται με ρυθμιστικό διάφραγμα (ντάμπερ) ή χωρίς διάφραγμα. Η επιλογή τους γίνεται από καταλόγους κατασκευαστών όταν έχουμε τον όγκο του αέρα που πρέπει να επιστρέφει από το συγκεκριμένο στόμιο και την επιτρεπόμενη ταχύτητα του αέρα στην είσοδο του στομίου επιστροφής.