

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ
ΚΑΙ
ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΕΩΝ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΤΣΑΚΙΡΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΟΠΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΠΑΤΡΑ - 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1. Θεωρητικό Μέρος

	Σελίδες
1.1. Στοιχεία του βασικού συστήματος κλιματισμού	7
1.2. Φίλτρα καθαρισμού του αέρα	10
1.3. Υγραντήρες	18
1.4. Εξατμιστές & Ψυκτικά - Θερμαντικά Στοιχεία	20
1.5. Ανεμιστήρες	26
1.6. Πολύφυλλα Διαφράγματα	32
1.7. Κιβώτιο Μίξεως	33
1.8. Ψυχομετρικός Χάρτης	34
1.9. Φρέσκος αέρας και η αναγκαιότητα για ανανέωσή του στο χώρο	37
1.10. Αεραγωγοί	42
1.11. Στόμια	46

Κεφάλαιο 2. Μελέτη - Υπολογισμοί

2.1. Χωρητικότητα Αίθουσας	53
2.2. Κλιματικά στοιχεία χώρου	53
2.3. Στοιχεία αερισμού	53
2.4. Δομικά στοιχεία	53
2.5. Υπολογισμός απωλειών χειμερινής περιόδου	54
2.6. Υπολογισμός θερμικού κέρδους θερινής περιόδου	60
2.7. Υπολογισμός αεραγωγών	65
2.7.1. Έλεγχος παροχής για το χειμώνα	66
2.7.2. Έλεγχος παροχής για το καλοκαίρι	66
2.7.3. Επεξήγηση ψυχομετρικού χάρτη για τον χειμώνα	70
2.7.4. Επεξήγηση ψυχομετρικού χάρτη για το καλοκαίρι	70
2.7.5. Υπολογισμός των στοιχείων των αεραγωγών ανά τμήματα	71
2.8. Υπολογισμός στομίων	77
2.9. Υπολογισμός Θερμαντικού - Ψυκτικού στοιχείου	78

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. Υπολογιστικά φύλλα

- Υπολογιστικό φύλλο 1: Υπολογισμός θερμικών απωλειών (χειμώνας)
- Υπολογιστικό φύλλο 2: Υπολογισμός θερμικού κέρδους (καλοκαίρι)

2. Σχέδια

- Σχέδιο 1: Κάτοψη αίθουσας συνεδριάσεων
- Σχέδιο 2: Κάτοψη αεραγωγών και στομιών προσαγωγής
- Σχέδιο 3: Στόμια απαγωγής και προσαγωγής αέρα
- Σχέδιο 4: Αεραγωγός σταθερής πτώσης πίεσης

3. Βιβλιογραφία (σελίδα 87)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της εργασίας που ακολουθεί είναι η περιγραφή των στοιχείων που αποτελούν μία μονάδα επεξεργασίας αέρα καθώς και η μελέτη κλιματισμού μιας αίθουσας συνεδριάσεων.

Η εργασία εκπονήθηκε από τον σπουδαστή Τσακίρη Γεώργιο του τμήματος Μηχανολογίας του Α.Τ.Ε.Ι. Πάτρας στο πλαίσιο της υποχρέωσής μου στην εκπόνηση πτυχιακής εργασίας.

Η όλη προσπάθεια έγινε αφενός για την εμπάθυνση των γνώσεων στο συγκεκριμένο τεχνικό πεδίο, μιας εγκατάστασης κλιματισμού με αέρα, αφετέρου να μπορεί η συγκεκριμένη εργασία να χρησιμοποιηθεί από κάποιον για να γνωρίσει τα στοιχεία που αποτελούν μια τέτοια εγκατάσταση αλλά και να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο αυτή η εγκατάσταση επιδρά στις κλιματικές συνθήκες μιας αίθουσας συνεδριάσεων.

Θεωρώ υποχρέωσή μου από την θέση αυτή να ευχαριστήσω όσους βοήθησαν στην υλοποίηση αυτής της εργασίας και ιδιαίτερα τον επόπτη κ. Γιαννόπουλο Ανδρέα, καθηγητή του Α.Τ.Ε.Ι. Πάτρας, για την ουσιαστική βοήθεια που μου προσέφερε στην όλη προσπάθεια.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από έρευνες έχει διαπιστωθεί ότι όσο η υγεία του ανθρώπου επηρεάζεται μακροπρόθεσμα από το φυσικό περιβάλλον που ζει, άλλο τόσο η περιστασιακή συμπεριφορά του επηρεάζεται επίσης σημαντικά από τις θερμοκρασιακές μεταβολές και τα κλιματικά δεδομένα του άμεσου περιβάλλοντος του. Υπάρχουν μάλιστα και κάποια ακραία όρια, των οποίων η απότομη προσέγγιση επιδρά άμεσα στα συναισθήματα και τη διάθεση του ανθρώπου και γίνεται επικίνδυνη για την υγεία, όπως είναι π.χ. η παραμονή εκτεταμένης διάρκειας σε "σκληρές" συνθήκες θερμοκρασίας (τόσο υψηλής, όσο και χαμηλής).

Σήμερα, στα πλαίσια των εγκαταστάσεων θερμάνσεως και κλιματισμού, επιδιώκεται η εξασφάλιση συνθηκών κλιματικού περιβάλλοντος τέτοιων ώστε να μην εγκυμονούν κινδύνους για τη ζωή του ανθρώπου. Είναι μάλιστα ηθικά και νομικά απαράδεκτο να ζουν και να εργάζονται άνθρωποι σε συνθήκες ανθυγιεινές και ενοχλητικές. Για τους δημόσιους χώρους και τους χώρους επαγγελματικής εργασίας, ισχύουν ήδη αυστηρές διεθνείς προδιαγραφές και έχουν θεσμοθετηθεί νόμοι για την διασφάλιση των ήπιων συνθηκών εργασίας.

Αντιθέτως η επιστήμη και η τεχνολογία με τη βοήθεια της στατιστικής, αναζητούν πλέον εξειδικευμένες συνθήκες ευχάριστου περιβάλλοντος, κατάλληλες για κάθε ανθρώπινη κατάσταση και δραστηριότητα. Με ερωτηματολόγια, στατιστικές έρευνες, μετρήσεις, πειραματικές δοκιμές και μαθηματικές αναλύσεις, έχουν προσδιορισθεί τα επιθυμητά όρια θερμοκρασίας του περιβάλλοντος παραμονής, διαβίωσης και εργασίας ανθρώπων, ανάλογα με την εποχή του έτους, την ηλικία, το φύλο, το γεωγραφικό πλάτος και το πολιτιστικό και οικονομικό επίπεδο.

Η ισορροπία αυτή πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να εξασφαλίζει την άνετη παραμονή ή εργασία των ανθρώπων σε ένα χώρο και να προάγει την ενεργητικότητα τους, τουλάχιστον όταν πρόκειται για χώρους εργασίας. Ο προσεκτικός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός των κτιρίων, λαμβάνει υπ' όψη του τα περιβαλλοντικά δεδομένα, το σύστημα και την εγκατάσταση θερμάνσεως (ή κλιματισμού) και προνοεί για προσανατολισμούς, ανοίγματα και άλλες κατασκευές, που διασφαλίζουν την ποιότητα και, κατά το δυνατόν, την καθαρότητα του αέρα που είναι αναγκαίος για την αναπνοή, ενώ παράλληλα διευκολύνουν την εργασία του μηχανικού που θα θερμάνει ή θα κλιματίσει τον χώρο.

Με τις εγκαταστάσεις θερμάνσεως και κλιματισμού, προσπαθούμε να προσεγγίσουμε τις συνθήκες της κλιματικής ανέσεως. Οι συνθήκες αυτές δεν αντιστοιχούν σε κάποιες απόλυτες τιμές, προκαθορισμένες για κάθε παράγοντα, αλλά βρίσκονται σε αλληλεξάρτηση και συσχετίζονται σε κάποια όρια. Ούτε άλλωστε οι υποκειμενικές προτιμήσεις των ανθρώπων ταυτίζονται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΒΑΣΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Στις σελίδες που ακολουθούν παρουσιάζεται η σχηματική απεικόνιση ενός συστήματος κεντρικού κλιματισμού με αέρα (σχέδιο 1.1.1) και πίνακας με τα στοιχεία της εγκατάστασης και την λειτουργία τους. Αυτό θα βοηθήσει τον αναγνώστη να κατανοήσει εξ' αρχής τον τρόπο λειτουργίας της εγκατάστασης.

Όπως βλέπουμε έχουμε ένα σύστημα κλιματισμού με αέρα το οποίο αποτελείται από την κεντρική κλιματιστική μονάδα με τους απαραίτητους αεραγωγούς, προσαγωγής και επιστροφής αέρα, την ψυκτική μονάδα, τον πύργο ψύξης και τον λέβητα.

Έτσι έχουμε αναρρόφηση του εξωτερικού (νωπού) αέρα στο σημείο 1 του σχεδίου 1.1.1. όπου έχουμε τοποθετήσει ρυθμιστικά διαφράγματα και μίξη του με ένα μέρος του επιστρεφόμενου αέρα μέσω του διαφράγματος στο σημείο 2.

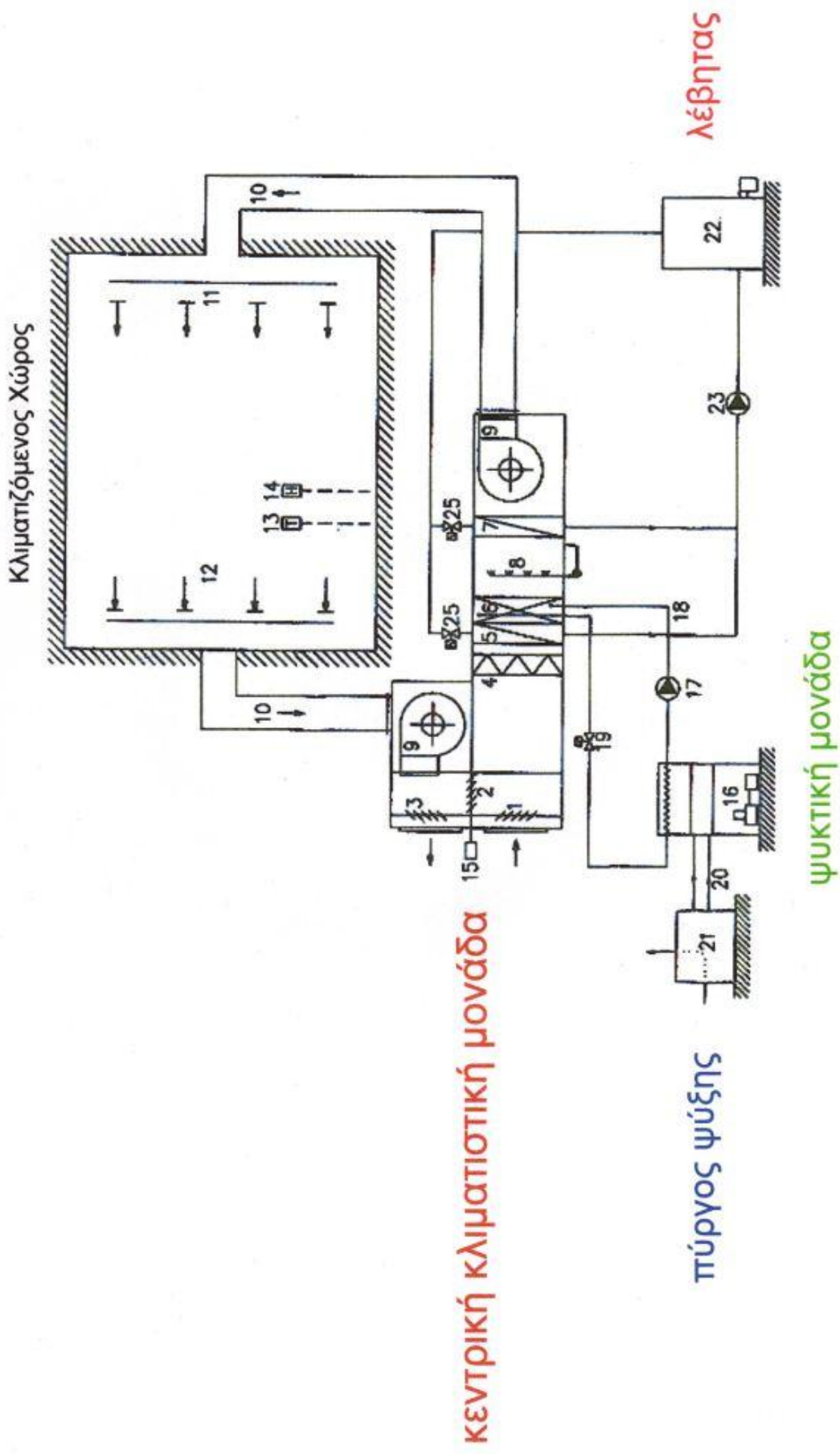
Στη συνέχεια το μίγμα νωπού – επιστρεφόμενου αέρα περνά από τα φίλτρα της εγκατάστασης στο σημείο 4 του σχεδίου και αμέσως μετά ψύχεται ή θερμαίνεται στα στοιχεία που είναι τοποθετημένα στα σημεία 5,6,7 με ενδιάμεση ύγρανσή του στο σημείο 8 όπου έχει τοποθετηθεί ο υγραντήρας.

Για την ψύξη του αέρα προσαγωγής έχει τοποθετηθεί ψυκτική μονάδα όπως φαίνεται στο σημείο 16 η οποία τροφοδοτεί με ψυκτικό υγρό το ψυκτικό στοιχείο στο σημείο 6 και για την θέρμανσή του τοποθετήθηκε λέβητας στο σημείο 22 ο οποίος τροφοδοτεί με ζεστό νερό το προθερμαντικό και το μεταθερμαντικό στοιχείο της εγκατάστασης στα σημεία 5 και 7.

Η προσαγωγή του αέρα στην αίθουσα γίνεται μέσω των στομιών στο σημείο 11 και η απόρριψή του μέσω των στομιών στο σημείο 12.

Επίσης παρατηρούμε ότι εντός της κλιματιζόμενης αίθουσας έχουν τοποθετηθεί θερμοστάτης και υγραστάτης χώρου στα σημεία 13 και 14 για καλύτερο έλεγχο των κλιματικών συνθηκών της αίθουσας.

ΣΧΕΔΙΟ 1.1.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΑΕΡΑ



Πίνακας 1.1.1.ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΒΑΣΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
<u>ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΕΡΑ</u>	
1.Είσοδος νωπού αέρα (στόμιο, αγωγός, ρυθμιστικά διαφράγματα)	Ανανέωση του αέρα του κτιρίου
2.Ρυθμιστικά διαφράγματα αέρα ανακυκλοφορίας	Ρύθμιση ποσότητας αέρα ανακυκλοφορίας
3.Ρυθμιστικά διαφράγματα αέρα απόρριψης	Ρύθμιση ποσότητας αέρα απόρριψης
4.Φίλτρα	Απομάκρυνση ρυπογόνων ουσιών
5.Προθερμαντικό στοιχείο	Προθέρμανση του αέρα
6.Ψυκτικό στοιχείο	Ψύξη και αφύγρανση του αέρα
7.Μεταθερμαντικό στοιχείο	Θέρμανση του αέρα ή μεταθέρμανση για ρύθμιση θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας
8.Υγραντήρας	Ύγρυνση του αέρα
9.Ανεμιστήρας (προσαγωγής – επιστροφής)	Πρόσδοση της απαραίτητης ενέργειας για την κίνηση του αέρα
10.Δίκτυο αεραγωγών	Μεταφορά του αέρα προς ή από τους κλιματιζόμενους χώρους
11.Στόμια προσαγωγής αέρα	Διανομή του αέρα στους χώρους
12.Στόμια επιστροφής αέρα	Απαγωγή του αέρα από τους χώρους
13.Θερμοστάτης χώρου	Ρύθμιση θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα
14.Υγροστάτης χώρου	Ρύθμιση της σχετικής υγρασίας του αέρα
15.Ρυθμιστής διαφραγμάτων στο κιβώτιο μίξεως	Ρύθμιση παροχής εξωτερικού αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας
<u>ΚΥΚΛΩΜΑ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ</u>	
16.Ψυκτική μονάδα συμπίεσης ή ψυκτική μονάδα απορρόφησης	Ψύξη ψυκτικού μέσου
<u>ΚΥΚΛΩΜΑ ΨΥΧΡΟΥ ΝΕΡΟΥ</u>	
17.Αντλία ψυχρού νερού	Πρόσδοση της απαραίτητης ενέργειας για την κίνηση του ψυκτικού μέσου
18.Σώληνώσεις ψυκτικού μέσου	Μεταφορά ψυκτικού μέσου από την ψυκτική μονάδα προς τα ψυκτικά στοιχεία
19.Ρυθμιστική βαλβίδα	Ρύθμιση παροχής ψυκτικού μέσου
20.Σώληνώσεις ψυκτικού μέσου απόρριψης θερμότητας	
21.Πύργος ψύξης	
<u>ΚΥΚΛΩΜΑ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ</u>	
22.Λέβητας πετρελαίου ή φυσικού αερίου	Παραγωγή θερμού νερού ή ατμού
23.Αντλία θερμού νερού	Πρόσδοση ενέργειας για την κίνηση του νερού
24.Σώληνώσεις θερμού νερού	Μεταφορά θερμού νερού από το λέβητα προς τα θερμαντικά στοιχεία
25.Ρυθμιστικές βαλβίδες	Ρύθμιση παροχής νερού στα θερμαντικά στοιχεία

1.2. ΦΙΛΤΡΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Για τον καθαρισμό του αέρα από σωματίδια, σκόνη, οσμές, ακόμη και μικροοργανισμούς, χρησιμοποιούνται ειδικά φίλτρα, τοποθετημένα κάθετα ή υπό γωνία ως προς τη ροή του αέρα.

Μια πολύ βασική ιδιότητα των φίλτρων είναι η "**ικανότητα συγκρατήσεως σκόνης**", ή κατ' άλλους, ο "βαθμός αποκονιώσεως" ή "βαθμός διαχωρισμού", που είναι ο λόγος της ποσότητας σκόνης που κρατήθηκε από ένα φίλτρο, προς τη συνολική ποσότητα που περιείχε ο αέρας που πέρασε από αυτό.

Με αφετηρία την ικανότητα συγκρατήσεως σκόνης, συνήθως διακρίνονται τα φίλτρα σε τρεις κατηγορίες:

- **Κοινά φίλτρα**, τα οποία συγκρατούν κόκκους σκόνης μεγαλύτερης διατομής των 8 μm ($1 \mu\text{m} = 1 \mu = 10^{-6} \text{m}$)
- **Λεπτά φίλτρα**, για συγκράτηση κόκκων διατομής άνω των 0,7 μm .
- **Πολύ λεπτά φίλτρα**, για συγκράτηση κόκκων διατομής κάτω των 0,7 μm .

Άλλα χαρακτηριστικά μεγέθη των φίλτρων αέρα είναι:

- **Η απόδοση**, δηλαδή η ικανότητα του φίλτρου να αφαιρεί σωματίδια από τον διερχόμενο αέρα, πρέπει να είναι η ίδια σε όλη την επιφάνεια του φίλτρου και η μέση τιμή της, κατά την προσδοκόμενη ζωή ενός φίλτρου, είναι εκείνη που χαρακτηρίζει το φίλτρο, για τις περισσότερες εφαρμογές.
- **Η αντίσταση**, δηλαδή η πτώση της στατικής πίεσεως κατά τη διέλευση του αέρα από το φίλτρο, για δεδομένη παροχή αέρα. Προσδιοριστικές για κάθε φίλτρο θεωρούνται δύο χαρακτηριστικές τιμές της αντιστάσεως του φίλτρου: Η πρώτη, η "αρχική αντίσταση" αναφέρεται στην πτώση στατικής πίεσεως, όταν είναι τελείως καθαρό το φίλτρο. Η δεύτερη, η "τελική αντίσταση" αναφέρεται στην τιμή η οποία μετράται όταν ολοκληρωθεί η διαρκεί ζωής του φίλτρου και έλθει η στιγμή της αντικαταστάσεως ή του καθαρισμού του.

Η επιλογή του κατάλληλου φίλτρου σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από:

- * Τη μορφή, το μέγεθος και τη "διάταξη" των σωματιδίων τα οποία πρέπει να απομακρυνθούν από τον αέρα.
- * Τη συγκέντρωση των σωματιδίων.
- * Το επιθυμητό επίπεδο καθαρισμού του αέρα.
- * Τη διάταξη καθαρισμού που θα χρησιμοποιηθεί και τον βαθμό συνεργασίας της με άλλες διεργασίες.
- * Το κόστος προμήθειας και εγκαταστάσεως των φίλτρων.
- * Το κόστος συντηρήσεως.

Η απόδοση του φίλτρου σε συνδυασμό με το αρχικό κόστος (προμήθεια και εγκατάσταση) και το λειτουργικό κόστος (καθαρισμός, αντικατάσταση μερική ή ολική), είναι πάντως οι κύριοι παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν πολύ προσεκτικά.

Η καλή λειτουργία των φίλτρων είναι σημαντικός παράγοντας ανέσεως, αλλά και συχνά αποτελεί ουσιώδη λειτουργική δαπάνη.

Τα συνηθέστερα είδη φίλτρων διακρίνονται σε **στατικά**, **αυτόματα**, **ηλεκτροστατικά**, **υψηλής αποδόσεως** και **φίλτρα ενεργού άνθρακα**.

A) Στατικά φίλτρα

Τα στατικά φίλτρα χρησιμοποιούνται σε μικρά συστήματα με παροχές μέχρι $5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($18000 \text{ m}^3/\text{h}$).

Κατασκευάζονται σε διάφορες διαστάσεις και λειτουργούν σε μετωπικές ταχύτητες του αέρα από 1 μέχρι 2,5m/s.

Διακρίνονται σε:

- α) Φίλτρα εμποτισμένα με λάδι,
- β) Ξηρά φίλτρα πλενόμενου τύπου,
- γ) Ξηρά φίλτρα αντικαθιστώμενα και
- δ) Φίλτρα μιας χρήσεως.

α) Φίλτρα εμποτισμένα με λάδι

Είναι μεταλλικά πλέγματα πάχους 50 έως 100 mm. Η περιοχή συγκρατήσεως αποτελείται από μεμονωμένες κυψέλες ή πλάκες με παραγεμίσματα από μαλλί χάλυβα, από μεταλλικά πλέγματα, από δακτυλίους Rasching, ενθύματα από λαμαρίνα κ.ά. Οι κυψέλες (τελάρια) συναρμολογούνται σε πολύ μεγάλες μονάδες, μέσα σε μεταλλικά πλαίσια.

Ο εμποτισμός της κυψέλης στο λάδι γίνεται με βύθισμα σε δοχεία λαδιού, ενώ ο καθαρισμός γίνεται με πλύσιμο με ζεστό λάδι ή ζεστό λουτρό σόδας ή ειδικό διαλυτικό ή σπανιότερα, με ροή από πίεση ατμού ή πεπιεσμένου αέρα. Σε νοσοκομεία και μερικές βιομηχανίες τροφίμων, το λάδι περιέχει προσμείξεις αντιβακτηριακής δράσεως.

Τα φίλτρα αυτά παρουσιάζουν μικρή αντίσταση στη ροή και η ικανότητα τους βασίζεται στον λεπτό καταμερισμό των ρευμάτων αέρα, ώστε κατά τη διόδο του μέσα από την κυψέλη να γίνονται πολλές αλλαγές διεύθυνσεως και απόθεση της σκόνης σε γωνίες και ακμές. Λόγω του τριχοειδούς φαινομένου, το οποίο οφείλεται στην κατασκευή των φίλτρων αυτού του είδους, αναρροφάται συνεχώς λάδι στο εσωτερικό παραγέμισμα, με το οποίο επιτυγχάνεται το φιλτράρισμα του αέρα.

Ανάλογα με την επιθυμητή ικανότητα συγκρατήσεως σκόνης, τοποθετούνται διαδοχικά δύο ή περισσότερες κυψέλες ή πλάκες. Κατασκευάζονται σαν κοινά και σαν λεπτά φίλτρα.

Η συνήθης ταχύτητα ροής του αέρα σε φίλτρα εμποτισμένα με λάδι είναι 1-2 m/s και η αντίσταση τους κυμαίνεται από 40 -100 Pa, ανάλογα με τον τύπο κατασκευής.

Κατά την ASHRAE, τα εμποτισμένα με λάδι στατικά φίλτρα αέρα, μπορούν να επιτύχουν συγκράτηση 50 - 70%, με βαθμό αποδόσεως μικρότερο του 20%.

Τα μεταλλικά φίλτρα με λάδι επιτυγχάνουν εύκολα τα ανεκτά όρια καθαρότητας του αέρα από σκόνης, καταλαμβάνουν μικρό χώρο και έχουν σχεδόν απεριόριστη διάρκεια ζωής.

Εν τούτοις το καθάρισμά τους είναι δύσκολο και τα απόβλητα ρυπογόνα.

β) Ξηρά φίλτρα πλενόμενου τύπου

Τα ξηρά ή στεγνά φίλτρα κατασκευάζονται από διάφορες ίνες (χαρτί, γυαλί, ύφασμα, συνθετικές) τοποθετημένες σε κυψέλες ή σε μορφή παπλώματος. Το μέγεθος της κυψέλης είναι σχεδόν πάντα 500 x 500 mm ή και 610 x 610 mm.

Τα ξηρά φίλτρα πλενόμενου τύπου προσφέρονται για διάφορες διατάξεις εγκαταστάσεως, συνήθως όμως κατακόρυφα ή μορφής "V".

Τα ξηρά φίλτρα από υαλοβάμβακα αποτελούνται από ένα πέλος από γυάλινες ίνες, στερεωμένες μεταξύ τους με συνθετικό μέσο, ώστε να μην παρασύρονται κατά τη ροή του αέρα.

Στα ξηρά πλενόμενου τύπου φίλτρα υπάγονται και τα απλά υφασμάτινα φίλτρα, τα οποία είναι τα πρώτα που χρησιμοποιήθηκαν και εξακολουθούν να

βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορες διατάξεις. Όταν είναι ομοιόμορφη η ροή του αέρα και χαμηλή η ταχύτητα (2-5 m/s) μπορούν να επιτύχουν βαθμό συγκρατήσεως μέχρι και 95%.

Η χρήση τους είναι περιορισμένη γιατί χρειάζονται αρκετό χώρο και κυρίως γιατί αποτελούν σοβαρό κίνδυνο σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Γενικά η ικανότητα των φίλτρων ξηρού τύπου μπορεί να προσεγγίσει τιμές συγκρατήσεως μέχρι και 95 % (κατά βάρος). Η ικανότητα συγκρατήσεως αυξάνει με τη χρήση (οι ρύποι μειώνουν τις διατομές διελεύσεως του αέρα), αλλά αυξάνει παράλληλα η αντίσταση. Η αρχική αντίσταση είναι συνήθως 50 -125 Pa. Ο καθαρισμός τους γίνεται με ζεστό νερό, ατμό ή πετρελισμένο αέρα.

γ) Ξηρά φίλτρα αντικαθιστώμενα

Είναι ξηρά (στεγνά) φίλτρα ακριβώς παρόμοιας κατασκευής με τα προηγούμενα, αλλά το είδος των ινών και ο τρόπος στερεώσεώς τους δεν επιτρέπουν πλύσιμο, (π.χ. τα πλαίσια τους είναι από χαρτόνι).

Τα φίλτρα κυψελωτού χαρτιού και μερικές φορές τα φίλτρα υαλοβάμβακα ή ινών υφάσματος, όταν ρυπανθούν αντικαθίστανται με νέα. Τοποθετούνται σε ειδικά πλαίσια κυματοειδούς μορφής σάκκου, ώστε να προβάλλουν μεγάλη επιφάνεια στη ροή του αέρα. Ανήκουν συνήθως στις κατηγορίες "λεπτά" ή "πολύ λεπτά".

Έναντι του αυξημένου κόστους (χρειάζονται πλήρη αντικατάσταση), έχουν συγκριτικά μεγαλύτερη ικανότητα συγκρατήσεως που υπερβαίνει το 95 % και συχνά φθάνει το 99%.

Τα φίλτρα αυτής της κατηγορίας κυκλοφορούν στο εμπόριο και σε ρόλους βάττας, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κυλιόμενα φίλτρα, αυτομάτως ρυθμιζόμενης προωθήσεως.



Υψηλής απόδοσης προ-φίλτρα αέρα με μεταλλικό πλαίσιο, επίπεδα, πτυχωτά, σάκκοι, μεταλλικά φίλτρα, για εφαρμογές αερισμού, κλιματισμού, απόσμησης, σε νοσοκομεία, γραφεία, βαφεία εργαστήρια και βιομηχανία τροφίμων.

δ) Φίλτρα μιας χρήσεως.

Σε μικρές εγκαταστάσεις όπου η παρακολούθηση και ο καθαρισμός (πλύσιμο) των φίλτρων δεν είναι απλή υπόθεση, προτιμάται η χρησιμοποίηση απλής κατασκευής (από χαρτί, συνθετικές ίνες, ύφασμα κλπ) ξηρών φίλτρων αέρα μιας χρήσεως. Τα φίλτρα αυτά αντικαθίστανται προγραμματισμένα (π.χ. σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα).

B) Αυτόματα φίλτρα αέρα

Τα αυτόματα φίλτρα είναι όμοια με τα προηγούμενα ως προς τα υλικά συγκρατήσεως, τη δράση και την απόδοση, αλλά χαρακτηρίζονται από την αυτόματη διαδικασία καθαρισμού ή προωθήσεως τους, κατά τρόπον ώστε στην περιοχή ροής του αέρα να αντιστοιχεί συνεχώς καθαρό τμήμα του φίλτρου.

Ως προς τον τρόπο προωθήσεως τους διακρίνονται σε **κυλιόμενα φίλτρα εμποτισμένα με λάδι** και φίλτρα **μορφής ταινίας (ή ρόλου) από γυάλινες ή πλαστικές ίνες ή χαρτί**. Τα αυτόματα φίλτρα μπορούν να λειτουργήσουν σε μεγαλύτερες μετωπικές ταχύτητες αέρα (2 - 2,75 m/s).

α) Αυτόματα φίλτρα αέρα με λάδι

Τα αυτόματα (κυλιόμενα) φίλτρα λαδιού αποτελούνται από μεμονωμένες κυψέλες, πλάκες ή πλέγματα, στερεωμένα σε μορφή ατέρμονης ταινίας η οποία ανακυκλοφορεί.

Η κίνηση προωθήσεως μπορεί να γίνεται με το χέρι ή με τη βοήθεια ηλεκτροκινητήρα.

Ο καθαρισμός και ο αρχικός εμποτισμός με λάδι γίνεται σε μικρή δεξαμενή λαδιού, που περιλαμβάνεται στο σύστημα καθαρισμού του αέρα στο οποίο εντάσσεται και το φίλτρο.

Η σκόνη συγκεντρώνεται στο δάπεδο της δεξαμενής, στη μάζα του λαδιού, απ' όπου και πρέπει να απομακρύνεται.

Τα αυτόματα φίλτρα λαδιού είναι δαπανηρά αλλά μπορούν να εξυπηρετήσουν μια εγκατάσταση για σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα.

β) Αυτόματα φίλτρα ξηρού τύπου

Κατασκευάζονται από συνθετικά υλικά ή υαλοβάμβακα.

Η ικανότητα τους σε συγκράτηση σκόνης φθάνει το 95 % για την κανονική πυκνότητα και το 98 % για κατασκευές με υψηλή πυκνότητα υλικού συγκρατήσεως.

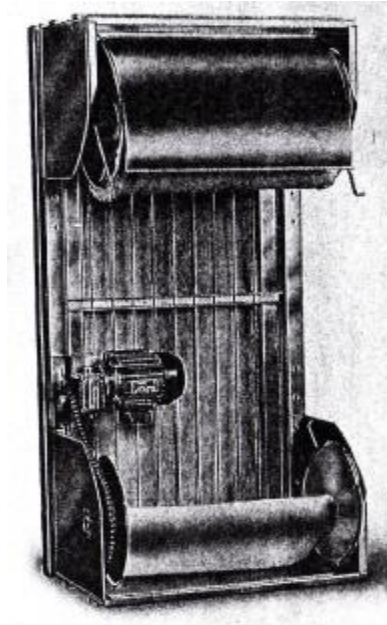
Η αντίσταση για τα φίλτρα κανονικής πυκνότητας είναι από 100 Pa έως 125 Pa, και για τα φίλτρα υψηλής πυκνότητας από 125 Pa έως 150 Pa.

Τα αυτόματα φίλτρα ξηρού τύπου αποτελούνται από μηχανικό σύστημα δύο τύμπανων, στα οποία το φίλτρο τυλίγεται. Η κίνηση των τύμπανων ελέγχεται συνήθως από διαφορικό πρεσοστάτη.

Τα φίλτρα αυτού του τύπου μπορεί να είναι επίπεδα ή μορφής "V" ή μορφής "M", με στόχο να αυξάνεται η μετωπική τους επιφάνεια. Αντικαθίστανται κάθε 4 έως 10 μήνες, ανάλογα με το είδος τους, τη χρήση, και την ποιότητα του διερχόμενου αέρα.

Τα αυτόματα φίλτρα ξηρού τύπου λειτουργούν οριζόντια ή κατακόρυφα και είναι συνήθως οικονομικά για μεγάλα συστήματα.

Σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται σαν προφίλτρα, για φίλτρα υψηλής αποδόσεως.



Γ) Ηλεκτροστατικά φίλτρα αέρα

Τα ηλεκτροστατικά ή ηλεκτρικά φίλτρα αέρα λειτουργούν σε δύο φάσεις (βαθμίδες). Μια σειρά λεπτών συρμάτων, στην πρώτη φάση, φορτίζουν θετικά τα

μόρια της σκόνης η οποία συμπαρασύρεται από τον αέρα. Στη συνέχεια (δεύτερη φάση) μια σειρά πλακών (συνήθως καλυμμένη με υδατοδιαλυτό κολλώδες υγρό), φορτισμένη αρνητικά, έλκει και συγκρατεί τα σωματίδια της σκόνης.

Οι πλάκες συγκρατήσεως της σκόνης μπορούν να φορτίζονται εναλλάξ με θετικά και αρνητικά φορτία. Η σκόνη πάντως δεσμεύεται κάθε φορά από τις πλάκες με αρνητικό φορτίο.

Ο καθαρισμός των ηλεκτροστατικών φίλτρων γίνεται με ράντισμα νερού θερμοκρασίας 30 - 40°C. Το σύστημα καθαρισμού είναι συνήθως αυτόματο.

Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα λειτουργούν με υψηλή τάση (3000 -13.000 V) και γι' αυτό πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας τα οποία να αποκλείουν την προσέγγιση αναρμόδιων προσώπων. Η επιθεώρηση, η συντήρηση και ο καθαρισμός τους πρέπει να γίνεται μόνο από ειδικά εκπαιδευμένο και εξουσιοδοτημένο προσωπικό.

Η επιτρεπόμενη ταχύτητα ροής του αέρα, ανάλογα με τον επιθυμητό βαθμό συγκρατήσεως, κυμαίνεται από 1,0 -2,0 m/s. Συνήθως μια μέση ταχύτητα επιτρέπει βαθμό αποδόσεως μεγαλύτερο του 90%.

Όταν χρειάζεται υψηλότερος βαθμός καθαρισμού, τα ηλεκτροστατικά φίλτρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν προ-φίλτρα, δεδομένου ότι έχουν την ικανότητα να συγκρατούν μεγάλες ποσότητες σκόνης, ιδίως όταν αυτή είναι λεπτή.

Μερικοί κατασκευαστές συνιστούν τη χρησιμοποίηση ενός άλλου προ-φίλτρου και ενός ακόμη μετα-φίλτρου που συγκρατεί μεγάλα συμπυκνώματα σκόνης, τα οποία ξεκολλούν από τις πλάκες του κυρίως φίλτρου.

Κύριο μειονέκτημα των ηλεκτροστατικών φίλτρων είναι η υψηλή τους τιμή, σε σχέση με τα μηχανικά φίλτρα.

Δ) Απόλυτα φίλτρα αέρα

Τα φίλτρα υψηλής αποδόσεως ή, όπως συνήθως αποκαλούνται "απόλυτα φίλτρα", είναι φίλτρα ειδικής κατασκευής με ικανότητα καθαρισμού 99,999 % (DOP). Συνήθως διατίθενται σε διαστάσεις 600 x 600 x 300 mm για παροχή 0,5 m³/s, με αρχική αντίσταση 125 – 300 Pa.

Κατασκευάζονται συνήθως από ειδικά επεξεργασμένη χαρτομάζα ή υαλόχαρτο, σε ξύλινο ή μεταλλικό πλαίσιο. Αιτό περισσότερο ανθεκτικά υλικά κατασκευάζονται ειδικά "απόλυτα φίλτρα" για αέρα υψηλής θερμοκρασίας ή αυξημένης υγρασίας.

Τα απόλυτα φίλτρα χρησιμοποιούνται (σχεδόν πάντα) σε συνδυασμό με προ-φίλτρα.

Η διάρκεια ζωής τους κυμαίνεται από μερικούς μήνες έως μερικά χρόνια, ανάλογα με την ποιότητα τους και την περιεκτικότητα του αέρα σε ρύπους.

Κατά την τοποθέτησή τους πρέπει να εξασφαλίζεται ότι ο αέρας μπορεί να περάσει μόνο μέσα από το φίλτρο και όχι από χαραμάδες.



Υπέριπης απόδοσης φίλτρα οροφής (HEPA) με περίβλημα από αλουμίνιο ή πλαστικό, υποδοχές για μέτρηση πτώσης πίεσης και έλεγχο DOP, καθώς και σύστημα ρύθμισης ροής. Οι διαστάσεις τους είναι για τυπικά ανοίγματα ψευδοροφής. Για εφαρμογές υψηλής συγκράτησης σε μονάδες αερισμού, βαφεία και τούνελ βαφής, νοσοκομεία, φαρμακευτικές και βιομηχανίες τροφίμων. Συστήματα φίλτρανσης μονής κατεύθυνσης, καθαροί χώροι γραμμικής ροής, τελική φίλτρανση για χώρους ελεγχόμενης επιμόλυνσης.

Ε) Φίλτρα ενεργού άνθρακα

Τα φίλτρα ενεργού άνθρακα προορίζονται κυρίως για την απορρόφηση πολύ μικρών σωματιδίων τα οποία μεταφέρουν οσμές (από κουζίνες, W/C, κ.λπ.), άχνες, ατμούς αερίων κ.ά.

Ο ενεργός άνθρακας είναι ένα εξαιρετικά πορώδες υλικό, με πόρους της τάξεως του 1 μm έως και 1 nm. Χαρακτηριστικά μπορεί να αναφερθεί ότι 1 g ενεργού άνθρακα, όγκου περίπου 2 cm³, παρουσιάζει περίπου 1200 m² εσωτερική επιφάνεια. Τα φίλτρα ενεργού άνθρακα διαμορφώνονται σε πλάκες, κάψουλες ή φυσίγγια.

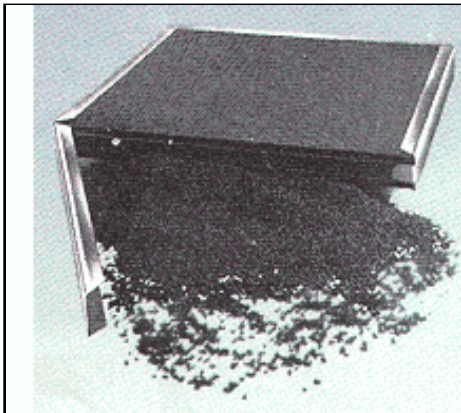
Στους πόρους του ενεργού άνθρακα αναρροφώνται λόγω τριχοειδών δυνάμεων οι ατμοί και συμπυκνώνονται.

Τα φίλτρα ενεργού άνθρακα χρησιμοποιούνται ευρύτατα όταν στον ανακυκλοφορούντα αέρα αναμένεται παρουσία οσμών ή αναθυμιάσεων ανθυγιεινών ουσιών.

Μειονέκτημα των φίλτρων ενεργού άνθρακα είναι ότι "μπουκώνουν" γρήγορα και γι' αυτό, τις περισσότερες φορές, χρησιμοποιούνται σε συνεργασία με προ-φίλτρο άλλου τύπου.

Είναι φίλτρα μιας χρήσεως ή μπορούν να αναγεννηθούν από τον κατασκευαστή τους. Η μετωπική ταχύτητα αέρα στα φίλτρα ενεργού άνθρακα είναι συνήθως 1,75 m/s (περίπου).

Υπό ομαλές συνθήκες (θερμοκρασία όχι μεγαλύτερη των 40 °C, ταχύτητα 3 m/s, διαφορά πίεσεως 100 Pa), μπορούν να λειτουργήσουν από 3 έως 12 μήνες.



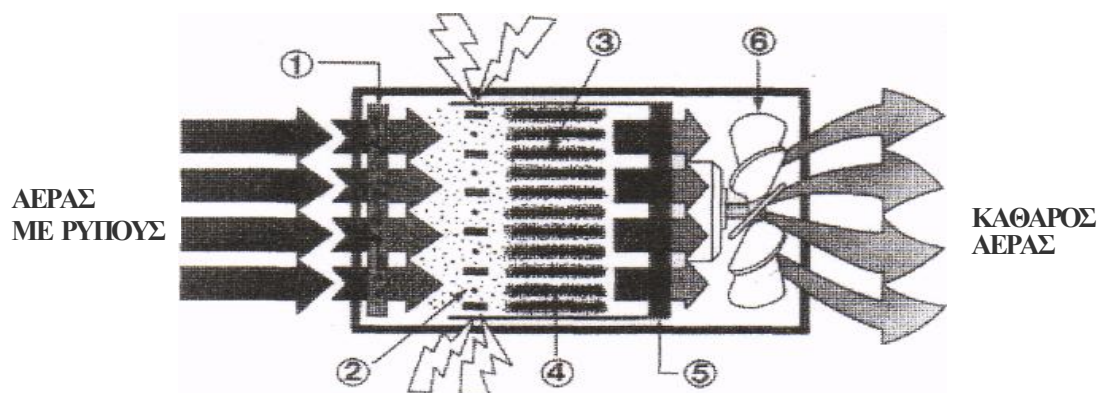
Τα φίλτρα ενεργού άνθρακα υπάρχουν σε μορφή επίπεδων πάνελς (κασετίνα), σε μορφή V, με δυνατότητα αντικατάστασης και σε μορφή μικρών κόκκων σε σάκκους. Χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό του μολυσμένου αέρα των πόλεων καθώς και για προφύλαξη από ραδιενεργά και δηλητηριώδη αέρια σε στρατιωτικές συνθήκες.

Οι συνθήκες σωστής λειτουργίας τους είναι : ανώτατη θερμοκρασία 50 °C και ανώτατη σχετική υγρασία 70 °C.

ΣΤ) Φίλτρα πολλών βαθμίδων

Κατά την παρουσίαση διαφόρων φίλτρων, αναφέρθηκε η ανάγκη συνεργασίας τους με προ-φίλτρα ή μετα-φίλτρα, διαφορετικών τύπων. Γενικά η λύση της χρησιμοποιήσεως διαδοχικών φίλτρων δίδει συνήθως άριστα αποτελέσματα σε θέματα ποιότητας και κόστους, σε μεγάλες εγκαταστάσεις.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται μια τυπική κατασκευαστική διάταξη πολλαπλών φίλτρων.



1. Προ-φίλτρο μηχανικό.
2. Σύστημα ιονισμού των σωματιδίων της σκόνης.
3. Ηλεκτροστατικό φίλτρο με πλάκες αρνητικής φορτίσεως.
4. Ηλεκτροστατικό φίλτρο με πλάκες αρνητικής φορτίσεως,
5. Μετα-φίλτρο ενεργού άνθρακα.
6. Ανεμιστήρας.

Λειτουργική διάρκεια ζωής φίλτρων

Η λειτουργική διάρκεια ζωής εξαρτάται από τη συγκέντρωση και από τα χαρακτηριστικά της σκόνης στον αέρα, της παροχής στο φίλτρο και από τα χαρακτηριστικά του ίδιου του φίλτρου. Κυρίως για τα φίλτρα υψηλής απόδοσης, και υψηλότερου κόστους, δικαιολογείται η χρήση προ-φίλτρων, με χαμηλότερο κόστος και επιδόσεις, για να αυξηθεί η λειτουργική διάρκεια ζωής τους. Τα προ-φίλτρα έχουν σαν στόχο να συγκρατούν τα τμήματα της σκόνης που έχουν μεγαλύτερο όγκο, προλαμβάνοντας με τον τρόπο αυτό το φράξιμο, που διαφορετικά θα ήταν υπερβολικά γρήγορο, των τελικών φίλτρων.

Παρ' όλα αυτά η συχνότητα αντικατάστασης των προ-φίλτρων μπορεί να είναι μεγάλη: κάθε 500 ώρες λειτουργίας, και αυτό θέτει οικονομικά όρια στην ωφέλεια χρήσης των προ-φίλτρων. Πρέπει να εκτιμηθεί παρ' όλα αυτά το κόστος της αντικατάστασης τους σε σχέση με τη διάρκεια ζωής. Τελικά τα προ-φίλτρα δεν προσδίδουν πάντα οικονομικά οφέλη. Από την άλλη πλευρά πολύ μεγάλες αυξήσεις της λειτουργικής διάρκειας ζωής πρέπει να εξεταστούν με μεγάλη προσοχή.

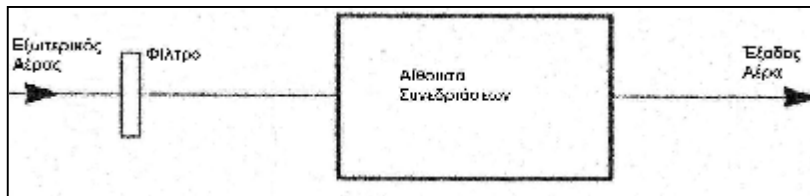
Η γήρανση μπορεί να προκαλέσει πτώσεις των επιδόσεων που θα είναι τόσο πιο σοβαρές όσο μεγαλύτερη είναι η απαίτηση καθαρότητας ή ασηψίας του αέρα. Σε παρόμοιες καταστάσεις οι λόγοι αντικατάστασης των φίλτρων υψηλής απόδοσης (HEPA) μπορεί να είναι διαφορετικοί από την απλή εξάντληση της λειτουργικής διάρκειας ζωής τους. Η παρουσία ιών ή βακτηριδίων στον αέρα (για παράδειγμα σε νοσοκομεία, εργαστήρια κ.λπ) μπορεί να απαιτήσει μια περιοδική αντικατάσταση για να προβλεφθεί η συγκέντρωση μικροοργανισμών. Το ίδιο μπορεί να γίνει απαραίτητο από την παρουσία ραδιενεργών σωματιδίων σε πυρηνικές εφαρμογές κλπ.

Σχετική θέση των φίλτρων

Τρεις είναι οι βασικές θέσεις των συστημάτων φιλτραρίσματος ως προς τη ροή του αέρα που πρέπει να επεξεργαστούν.

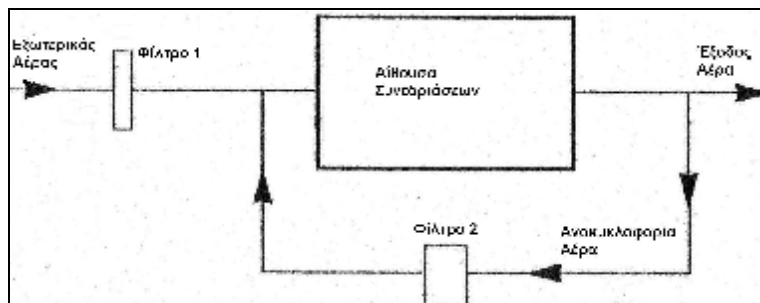
1) Εάν ο αερισμός του εσωτερικού χώρου γίνεται συνολικά με εξωτερικό αέρα, όλη η παροχή αέρα πρέπει να διασχίσει το φίλτρο.

Εικόνα 1.2.1



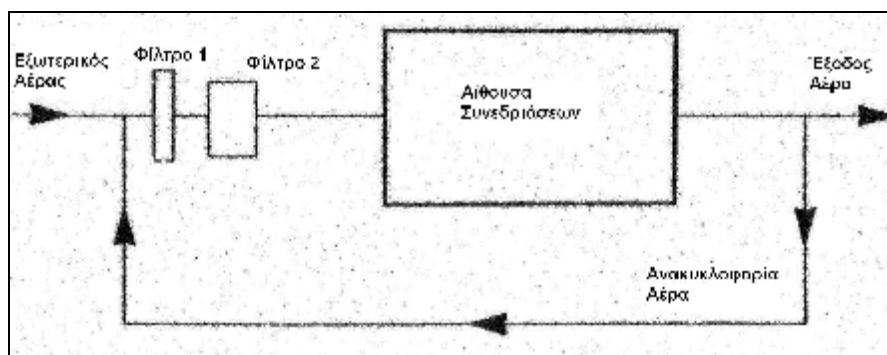
2) Εάν ο αερισμός του εσωτερικού χώρου γίνεται με εξωτερικό αέρα και ταυτόχρονη ανακύκλωση του εσωτερικού αέρα με χωριστό φιλτράρισμά τους.

Εικόνα 1.2.2



3) Εάν ο αερισμός του εσωτερικού χώρου γίνεται με εξωτερικό αέρα και ταυτόχρονη ανακύκλωση του εσωτερικού αέρα με κοινό φιλτράρισμά τους.

Εικόνα 1.2.3



1.3. ΥΓΡΑΝΤΗΡΕΣ

Το φθινόπωρο και το χειμώνα παρατηρούμε το εξής φαινόμενο στους θερμαινόμενους χώρους. Η σχετική υγρασία του αέρα μειώνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία του χώρου από τα θερμαντικά στοιχεία.

Για την άνεση μας πρέπει να δώσουμε στον αέρα την επιθυμητή υγρασία που πρέπει να έχει. Η προτεινόμενη τιμή της σχετικής υγρασίας για τις οικίες είναι 40% έως 60%. Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα είναι πολύ σημαντική.

Έρευνες έχουν δείξει ότι όταν η τιμή της σχετικής υγρασίας είναι πάνω ή κάτω των προτεινομένων τιμών τότε έχουμε ανάπτυξη βακτηριδίων, ιών και μυκήτων.

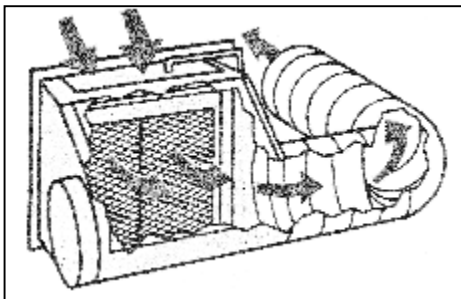
Επίσης όταν ο αέρας είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε υγρασία απορροφά υγρασία από το χώρο και από τους ανθρώπους. Έτσι νοιώθουμε το λαιμό μας ξηρό, κρυώνουμε περισσότερο και το επίπεδο άνεσης μειώνεται.

Για όλους αυτούς τους λόγους στις εγκαταστάσεις κλιματισμού τοποθετούνται υγραντήρες. Η αρχή λειτουργίας τους είναι πολύ απλή και βασίζεται στην ύγρανση του προσαγόμενου αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους.

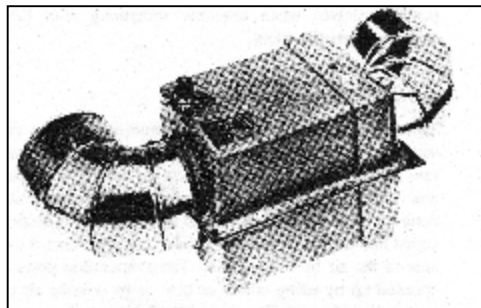
Η τοποθέτησή τους μπορεί να γίνει είτε απ'ευθείας στον αγωγό προσαγωγής του αέρα, είτε με τη μορφή παράκαμψης (Εικόνες 1.3.1 & 1.3.2), είτε στο κάτω μέρος του αγωγού.

Τύποι υγραντήρων

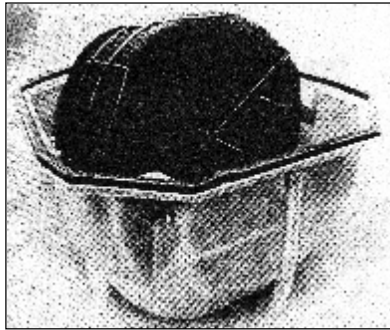
1. Περιστρεφόμενο σπογγώδες τύμπανο σε λεκάνη με νερό και εξάτμισή του από τον διερχόμενο αέρα (Εικόνα 1.3.3).
2. Ηλεκτρική αντίσταση τοποθετημένη μέσα σε λεκάνη με νερό για εξάτμισή του λόγω θερμότητας.
3. Μέθοδος προσομοίωσης της ηλιακής ακτινοβολίας με λάμπες πυρακτώσεως επάνω από λεκάνη με νερό (Εικόνα 1.3.4).
4. Ατομικός υγραντήρας ψεκασμού νερού υπό τη μορφή σταγονιδίων στον αγωγό προσαγωγής του αέρα (Εικόνα 1.3.5).
5. Περιστρεφόμενοι δίσκοι υπό μορφή “κόσκινου” σε λεκάνη με νερό. Οι δίσκοι είναι διαχωρισμένοι για την αποφυγή ηλεκτρόλυσης του νερού (Εικόνα 1.3.6).



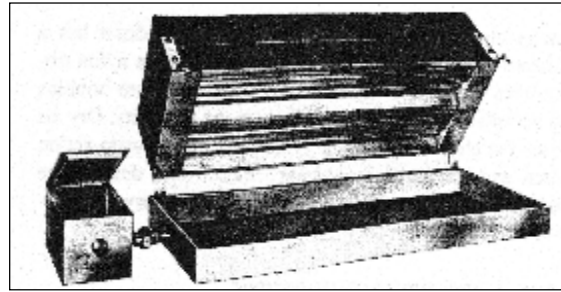
Εικόνα 1.3.1



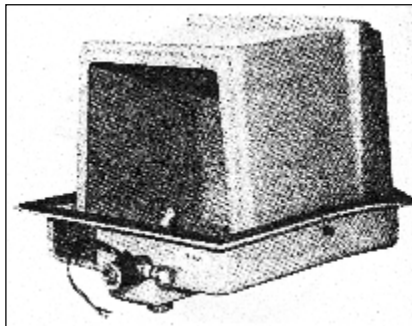
Εικόνα 1.3.2



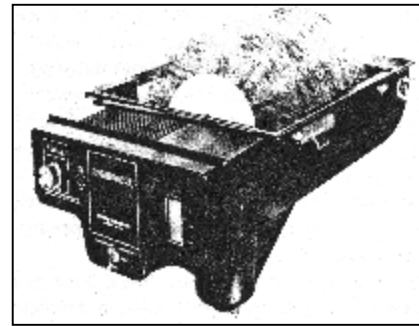
Εικόνα 1.3.3



Εικόνα 1.3.4



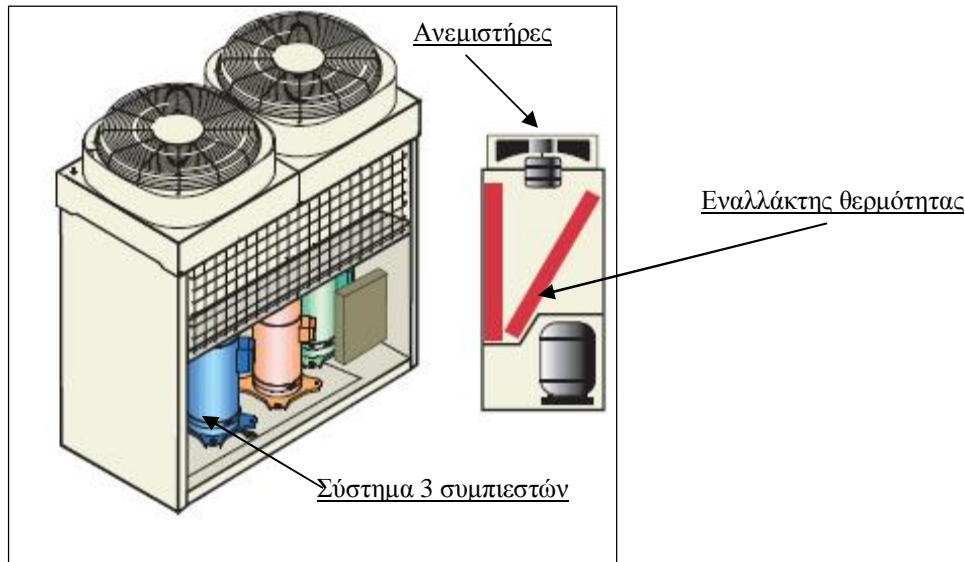
Εικόνα 1.3.5



Εικόνα 1.3.6

Ο έλεγχος της υγρασίας του χώρου γίνεται με έναν υγραστάτη που τοποθετείται μέσα στο χώρο και μπορεί να επεμβαίνει στον υγραντήρα για τυχόν διορθώσεις της σχετικής υγρασίας του χώρου.

1.4. ΕΞΑΤΜΙΣΤΕΣ & ΨΥΚΤΙΚΑ - ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Ο εξατμιστής εκτελεί τη λειτουργία αφαίρεσης της ανεπιθύμητης θερμότητας από το προς επεξεργασία ρευστό (αέρας ή νερό) για να την μεταφέρει στο ψυκτικό κύκλωμα.

Ο εξατμιστής αποτελεί γι' αυτό την "πόρτα", μέσω της οποίας αφαιρείται το περίσσειμα θερμότητας από τον αέρα του περιβάλλοντος ή από το νερό προς ψύξη. Θέλουμε να επαναλάβουμε αυτό που ήδη αναφέραμε προηγουμένως: η ψύξη ενός ρευστού γίνεται στην πραγματικότητα με αφαίρεση θερμότητας, που πραγματοποιείται στον εξατμιστή.

Το ψυκτικό ρευστό φθάνει στον εξατμιστή από το συμπυκνωτή σε κατάσταση υπόψυκτου υγρού. Περνώντας από τη διάταξη ρύθμισης, λόγω της διαφοράς πίεσης που υπάρχει ανάμεσα στο συμπυκνωτή και τον εξατμιστή, ένα μικρό μέρος υγρού εξατμίζεται ψύχοντας το υπόλοιπο υγρό. Το ψυκτικό υγρό, σε μειωμένη θερμοκρασία, εισέρχεται έτσι στον εξατμιστή όπου, λόγω της μειωμένης πίεσης που υπάρχει εκεί και της υψηλής πίεσης του γύρω ρευστού, εξατμίζεται με συνέπεια την αφαίρεση θερμότητας από το ρευστό προς επεξεργασία. Το διάγραμμα αυτής της διαδικασίας απεικονίζεται στην εικόνα 1.4.1. Όπως φαίνεται, είναι ένα συνηθισμένο διάγραμμα θερμοκρασίας-ενθαλπίας. Η περιοχή δεξιά της καμπύλης 1 αντιπροσωπεύει τις συνθήκες του ψυκτικού σε κατάσταση ατμού, η περιοχή αριστερά της καμπύλης 2 αντιπροσωπεύει τις συνθήκες του ψυκτικού σε υγρή κατάσταση. Η περιοχή ανάμεσα στις καμπύλες 1 και 2 αντιπροσωπεύει τις συνθήκες του ψυκτικού σε κατάσταση μίγματος υγρού-ατμού.

Και σ' αυτό το παράδειγμα, όπως για το συμπυκνωτή, αναφερόμαστε σε ψυκτικό R-22, ορίζοντας μια θερμοκρασία εξάτμισης T1.

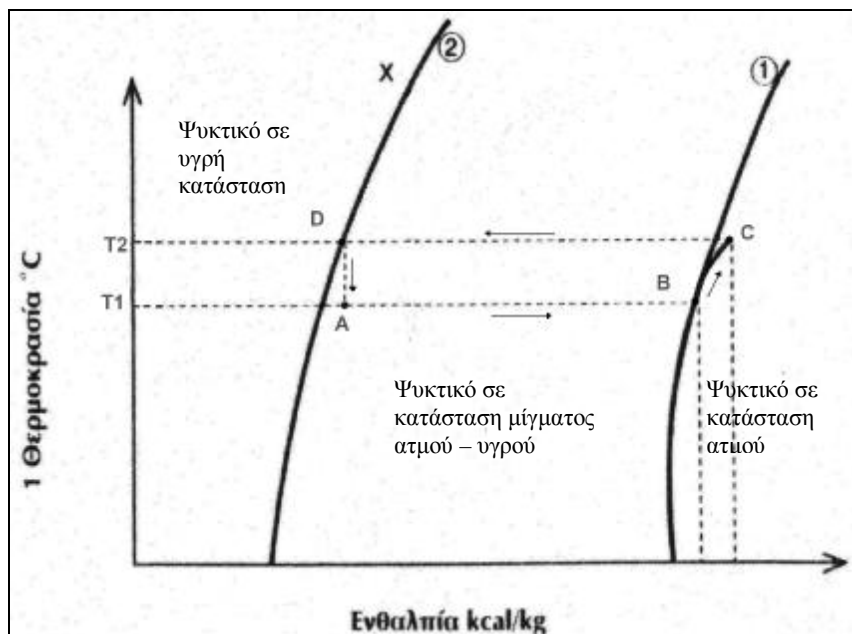
Το ψυκτικό υγρό, επομένως, εισέρχεται στον εξατμιστή, από τη διάταξη ρύθμισης, στη θερμοκρασία T_1 στο σημείο Α.

Το ψυκτικό υγρό έρχεται σε επαφή με τα τοιχώματα του εξατμιστή, που βρίσκονται σε υψηλότερη θερμοκρασία, και αρχίζει να εξατμίζεται σε σταθερή θερμοκρασία, αφαιρώντας θερμότητα από το ρευστό προς ψύξη. Στο σημείο Β όλο το ψυκτικό υγρό έχει εξατμιστεί. Κάθε περαιτέρω χορήγηση θερμότητας προκαλεί μια αύξηση της θερμοκρασίας του ψυκτικού. Το ψυκτικό υγρό υπό μορφή ατμού από αυτό το σημείο και πέρα υφίσταται μία υπερθέρμανση που ανεβάζει τη θερμοκρασία του. Αυτή η διαδικασία εκτελείται πολύ συχνά στη βιομηχανία, γιατί έτσι υπάρχει η βεβαιότητα ότι ακόμα και απειροελάχιστα σταγονίδια του ψυκτικού υγρού, που διαφορετικά θα υπήρχε κίνδυνος να βγουν από τον εξατμιστή και να καταστρέψουν το συμπιεστή, εξατμίζονται πλήρως. Η διαδικασία αυτή είναι η διαδικασία της συμπίεσης, δηλαδή η πορεία Β – C στην εικόνα 1.4.1, όπου διακρίνουμε αύξηση της θερμοκρασίας του ψυκτικού ρευστού από T_1 σε T_2 .

Έπειτα το συμπιεσμένο ψυκτικό μέσο υπό μορφή ατμού ψύχεται και υγροποιείται μέσα στον εναλλάκτη θερμότητας και αποβάλλει την λανθάνουσα θερμότητά του, συνήθως στον περιβάλλοντα αέρα ή το νερό. Στο σχήμα 1.4.1 η διαδικασία αυτή ακολουθεί την πορεία C – D.

Η διαδικασία συνεχίζεται με την διέλευση του ψυκτικού υγρού από την εκτονωτική βαλβίδα όπου και έχουμε την εκτόνωσή του. Δηλαδή από υψηλή πίεση και θερμοκρασία που είχε το υγρό μεταπίπτει σε κατάσταση χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Δηλαδή ακολουθεί την πορεία D – A με την οποία ολοκληρώνεται ο κύκλος ψύξης.

Εικόνα 1.4.1



Διάγραμμα ενθαλπίας-θερμοκρασίας εξάτμισης στο οποίο απεικονίζεται η πορεία της διαδικασίας εξάτμισης του ψυκτικού R-22.

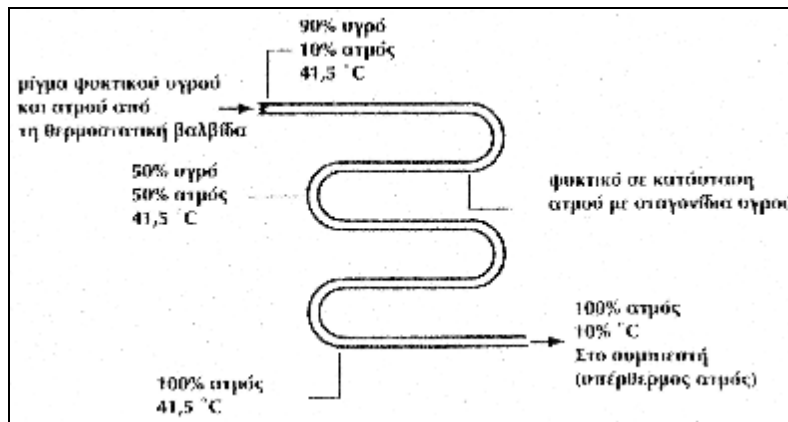
Έτσι τους εξατμιστές τους κατατάσσουμε στις εξής βασικές κατηγορίες:

1. Αναλόγως του χρησιμοποιούμενου εκτονωτικού μέσου (βαλβίδας) σε:
 - α) Στοιχεία ξηρής εκτόνωσης
 - β) Στοιχεία υπερχειλιστικά (υγρής εκτόνωσης)
2. Αναλόγως της κατασκευαστικής μορφής της εσωτερικής τους επιφάνειας σε:
 - α) Στοιχεία με γυμνούς σωλήνες
 - β) Στοιχεία με πρόσθετα μεταλλικά πτερύγια
 - γ) Στοιχεία τύπου πλάκας
3. Αναλόγως του χρησιμοποιούμενου μέσου ψύξης, χώρου και προϊόντων, σε:
 - α) Στοιχεία αέρα [I.φυσικής ή II.βιασμένης κυκλοφορίας]
 - β) Στοιχεία βυθιζόμενου ή εμβαπτιζόμενου τύπου

1.α) Στοιχεία Ξηρής Εκτόνωσης

Ονομάζουμε εξατμιστές ξηρής εκτόνωσης εκείνους που λειτουργούν με τις παρακάτω εκτονωτικές βαλβίδες: θερμοεκτονωτική, αυτόματη εκτονωτική και τριχοειδή σωλήνα.

Τα στοιχεία ξηρής εκτόνωσης χρησιμοποιούνται ευρέως στην εμπορική ψύξη. Η επιτρεπόμενη πτώση πίεσης πρέπει να είναι τέτοιου μεγέθους ώστε να μη μειώνεται η ταχύτητα του ψυκτικού κάτω του ορίου κατά το οποίο να συσσωρεύεται το ψυκτέλαιο εντός του εξατμιστή και να μειώνει τη ψυκτική του ικανότητα λόγω ατελούς εξάτμισης του υγρού.



Στοιχειώδες σχεδιάγραμμα ενός εξατμιστή άμεσης εκτόνωσης στο οποίο απεικονίζεται η πορεία εξάτμισης του ψυκτικού.

1.β) Στοιχεία Υπερχειλιστικά ή Υγρής Εκτόνωσης

Υπερχειλιστικά ή υγρής εκτόνωσης στοιχεία καλούμε εκείνα τα οποία χρησιμοποιούν ως εκτονωτικά μέσα τις βαλβίδες επιπλεύσεως χαμηλής και υψηλής πίεσης. Τα στοιχεία υγρής εκτόνωσης είναι πάντοτε γεμάτα με ψυκτικό υγρό ανεξάρτητα από το εκάστοτε φορτίο του ψυκτικού θαλάμου η δε στάθμη του ελέγχεται από ένα πλωτήρα.

2.α) Στοιχεία Με Γυμνές Σωληνώσεις

Τα στοιχεία με γυμνές σωληνώσεις είναι ένα μεταλλικό συγκρότημα αποτελούμενο από χάλκινους σωλήνες διαφόρων διαμέτρων εάν κυκλοφορεί εντός του Freon ή από χαλυβδοσωλήνες, εάν κυκλοφορεί αμμωνία, διότι όπως γνωρίζουμε η αμμωνία διαβρώνει το χαλκό.

2.β) Στοιχεία Με Πτερύγια

Επειδή οι εξατμιστές ξηράς εκτόνωσης, οι οποίοι σήμερα κυριαρχούν στην εμπορική ψύξη, είχαν μικρή απόδοση με τους γυμνούς σωλήνες σκέφθηκαν να τους αυξήσουν την ενεργό επιφάνεια τους, βέβαια χωρίς να αυξήσουν το μήκος και την διάμετρο των σωληνώσεων, επειδή λόγω αύξησης του όγκου τους θα ήταν οικονομικά ασύμφοροι.

Έτσι τοποθετώντας επάνω στους γυμνούς σωλήνες του στοιχείου μεταλλικά πτερύγια, αυξάνεται η επιφάνεια με αποτέλεσμα η ψυκτική ικανότητα τους να βελτιώνεται αισθητά.

Οι εξατμιστές με πτερύγια μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για θερμοκρασία κάτω των 0 °C λόγω των λειτουργούντων αυτομάτων συστημάτων αποψύξεως.

2.γ) Στοιχεία Τύπου Πλάκας

Τα στοιχεία αυτού του τύπου παρουσιάζονται σε δύο μορφές: στα στοιχεία εύτηκτης πλάκας και στα στοιχεία πλάκας.

Τα στοιχεία εύτηκτης πλάκας αποτελούνται από τον κυρίως σωλήνα εντός του οποίου κυκλοφορεί το ψυκτικό υγρό και από τα μεταλλικά φύλλα τα οποία κατάλληλα διαμορφωμένα συγκολλούνται για να αποτελέσουν ένα στεγανό διαμέρισμα. Τα στοιχεία ευτήκτου πλάκας χρησιμοποιήθηκαν ευρέως σε ψυκτικές εγκαταστάσεις χαμηλών θερμοκρασιών και ειδικότερα σε αυτοκίνητα ψυγεία και αυτοκίνητα συντηρήσεως και μεταφοράς παγωτών.

Τα στοιχεία τύπου πλάκας αποτελούνται από δύο φύλλα αλουμινίου τα οποία έχουν κατάλληλα πρεσαριστεί και στη συνέχεια συγκολληθεί. Τα στοιχεία τύπου πλάκας έχουν χαμηλό κόστος και ευκολία στον καθαρισμό τους (εξωτερικά) Χρησιμοποιούνται στα οικιακά ψυγεία.

3.α1) Στοιχεία Φυσικής Κυκλοφορίας Αέρα

Τα στοιχεία φυσικής κυκλοφορίας χρησιμοποιούνται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις όπου δεν απαιτείται υψηλή ταχύτητα αέρα και υψηλή αφύγρανση των ψυχωμένων προϊόντων.

Τέτοιες ψυκτικές εγκαταστάσεις είναι:

1. τα οικιακά ψυγεία
2. τα διάφορα ψυγεία-βιτρίνες
3. οι μεγάλες αποθήκες συντηρήσεως και αποθηκεύσεως τροφίμων τα οποία δεν χρειάζονται μεγάλη αφύγρανση.

Η κυκλοφορία του αέρα στα στοιχεία επηρεάζεται άμεσα από την θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ στοιχείων και χώρου ψύξεως, δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας, τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το ποσόν του κυκλοφορούντος αέρα πάνω από το στοιχεία. Όμως η κυκλοφορία του αέρα εξαρτάται και από το μέγεθος το σχήμα και τη θέση τοποθέτησης του στοιχείου.

3.α1) Στοιχεία Βεβιασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

Τα στοιχεία βεβιασμένης κυκλοφορίας του αέρα εργάζονται με εκτονωτικές βαλβίδες (όχι με πλωτήρες) και αποτελούνται από σειρές χάλκινων σωληνώσεων επί των οποίων είναι τοποθετημένα τα πτερύγια για την αύξηση της επιφάνειας μεταφοράς της θερμότητας.

3.β) Στοιχεία Βυθιζόμενου ή Εμβαπτισμένου Τύπου

Στους εξατμιστές εμβαπτισμένου τύπου το μέσο μεταφοράς της θερμότητας προς τον εξατμιστή είναι υγρό. Είτε νερό είτε άλμη. Τα στοιχεία αυτού του τύπου επειδή χρησιμοποιούν σαν μέσο μεταφοράς της θερμότητας προς το στοιχείο υγρό, έχουν το πλεονέκτημα ότι η απόδοση τους είναι κατά 50 έως 100 φορές μεγαλύτερη της απόδοσης των στοιχείων με αέρα. Τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα στοιχεία βυθιζόμενου τύπου είναι :

1. Σπειροειδείς εξατμιστές
2. Εξατμιστές σωλήνων εντός κελύφους (chillers)
3. Εξατμιστές τύπου δεξαμενής

1. Σπειροειδή Στοιχεία

Ο σπειροειδής εξατμιστής αποτελείται από ένα μεταλλικό κέλυφος μέσα στο οποίο υπάρχει ένα γυμνό σπειροειδές στοιχείο το οποίο συνήθως είναι ξηράς εκτόνωσης, όπου μέσα στο σπειροειδή εξατμιστή κυκλοφορεί το ψυκτικό και γύρω του το προς ψύξη υγρό.

Χρησιμοποιείται εκτεταμένα στους ψύκτες πόσιμου νερού και γενικά παγωμένων ποτών, όπου η θερμοκρασία τους κυμαίνεται γύρω στους 4°C.

2. Εξατμιστές Σωλήνων Εντός Κελύφους (CHILLERS)

Όπως και οι σπειροειδείς εξατμιστές έτσι και οι εξατμιστές αυτού του τύπου είναι ξηράς και υγρής εκτόνωσης με συνέπεια στην πρώτη περίπτωση το προς ψύξη νερό να περνά εκτός των σωλήνων, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η εκτόνωση γίνεται γύρω στους σωλήνες και μέσα στο κέλυφος και η κυκλοφορία του νερού μέσα στους σωλήνες. Το κέλυφος των εξατμιστών αυτού του τύπου είναι χαλύβδινο διαμέτρου από 8" έως 60" και έχει επαρκή θερμομόνωση.

Μέσα στο κέλυφος υπάρχουν παράλληλοι σωλήνες χάλκινοι (αν κυκλοφορεί μέσα τους Freon) ή χαλύβδινοι αν κυκλοφορεί αμμωνία.

Οι εξατμιστές ξηρής εκτόνωσης χρησιμοποιούνται στις μικρές και μέσες ψυκτικές εγκαταστάσεις (2-280 ψυκτικοί τόνοι) ενώ οι εξατμιστές υγρής εκτόνωσης χρησιμοποιούνται στις μέσες και μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις.

3. Εξατμιστές Τύπου Δεξαμενής

Ο εξατμιστής αυτού του τύπου αποτελείται από μια χαλύβδινη δεξαμενή μέσα στην οποία είναι τοποθετημένο ένα γυμνό σπειροειδές στοιχείο. Η δεξαμενή είναι πλήρης υγρού (άλμης ή νερού) το οποίο εισέρχεται από το άνω μέρος και εξέρχεται από το κάτω μέρος. Εντός του σπειροειδούς στοιχείου κυκλοφορεί το ψυκτικό, είτε Freon είτε αμμωνία.

Οι εξατμιστές αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται συνήθως στις παγολεκάνες των παγοποιείων.

Ψυκτικά Μέσα - Γενικά

Η καταλληλότητα μιας χημικής ουσίας για τη χρησιμοποίησή της ως ψυκτικού μέσου σχετίζεται με τα θερμοδυναμικά, φυσικοχημικά και εμπορικά χαρακτηριστικά της.

Ένα ψυκτικό μέσο για να χρησιμοποιηθεί σε μια ψυκτική εφαρμογή πρέπει να έχει τις παρακάτω βασικές ιδιότητες:

1. Χαμηλή θερμοκρασία βρασμού.
2. Υψηλή κρίσιμη θερμοκρασία σε σχέση με τη θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργίας του.
3. Μικρό ειδικό όγκο ατμών.
4. Να έχει καλές θερμοδυναμικές και θερμοφυσικές ιδιότητες.
5. Να μη διαβρώνει τα μέταλλα.
6. Να έχει σταθερές φυσικοχημικές ιδιότητες κατά τη διάρκεια της χρήσης του.
7. Να μην είναι αναφλέξιμο ή εκρηκτικό.
8. Να μην είναι τοξική ουσία.
9. Να γίνεται εύκολα ανίχνευση των διαρροών του.
10. Να έχει χαμηλό κόστος και να είναι διαθέσιμο στην αγορά.

Στην πράξη δεν υπάρχει χημική ουσία που να συγκεντρώνει όλες τις παραπάνω ιδιότητες. Για την επιλογή του ψυκτικού μέσου λαμβάνονται υπόψη τα παραπάνω χαρακτηριστικά σε σχέση με τις ειδικές συνθήκες εφαρμογής

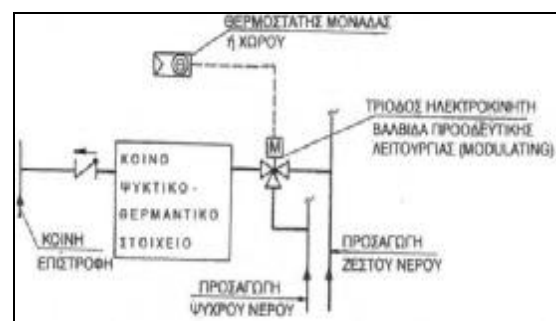
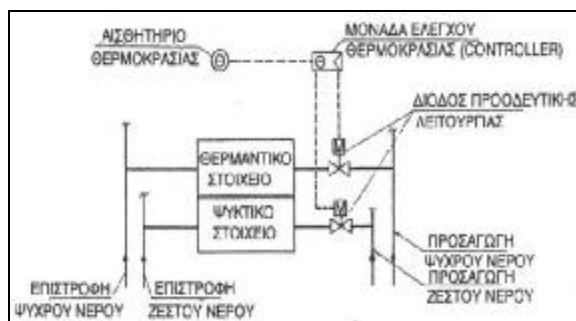
Τα ψυκτικά μέσα μπορούν να καταταγούν σε τρεις κατηγορίες

- Αλογονοπαράγωγα των υδρογονανθράκων CFCs
- Υδρογονάνθρακες
- Ανόργανες ουσίες

Το θερμαντικό – ψυκτικό στοιχείο είναι το μέσο από το οποίο προσδίδουμε ή αφαιρούμε θερμότητα στον αέρα της εγκατάστασης μέσω του ψυκτικού ή του θερμαντικού μέσου.

Όπως βλέπουμε στις εικόνες που ακολουθούν το ψυκτικό στοιχείο πολλές φορές χρησιμοποιείται και ως θερμαντικό.

Έτσι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ο εξαμιστής λειτουργεί ως ψυκτικό στοιχείο για τον ψύξη κάποιου χώρου, ενώ κατά τους χειμερινούς μήνες λειτουργεί ως θερμαντικό στοιχείο για την θέρμανσή.



1.5. ANEMΙΣΤΗΡΕΣ

Κάθε προσπάθεια αερισμού σύμφωνα με προδιαγραφές κλιματισμού (θέρμανση ή δροσισμός) σε διάφορους χώρους, βασίζεται αναγκαστικά σε εξαναγκασμένη (βεβιασμένη) κίνηση ποσοτήτων αέρα προς κατάλληλες κατευθύνσεις, δεδομένων θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών και με προκαθορισμένη παροχή.

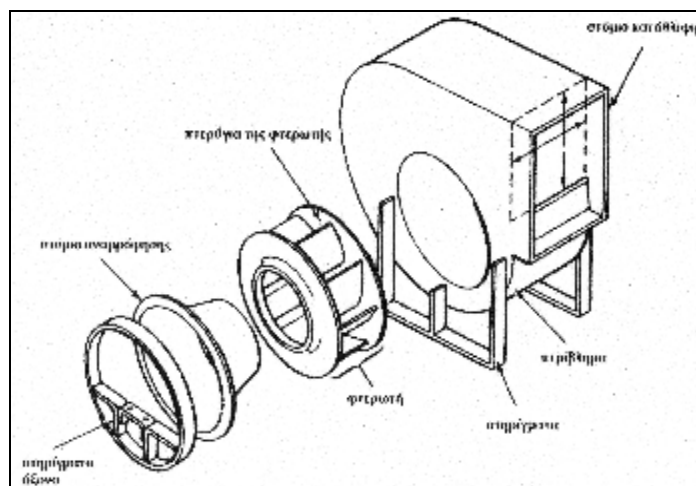
Για τη ροή του αέρα χρησιμοποιούνται οι αεραγωγοί και για την αναγκαία δημιουργία υποπίεσεως ή υπερπίεσεως χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες.

Βασικές αρχές λειτουργίας και διάκριση ανεμιστήρων

Οι ανεμιστήρες είναι αντλίες (στροβιλομηχανές) που μπορούν να αναπτύσσουν πιέσεις μέχρι και 3m Σ.Ν. ($\approx 30.000 \text{ Pa} = 0.3 \text{ bar}$).

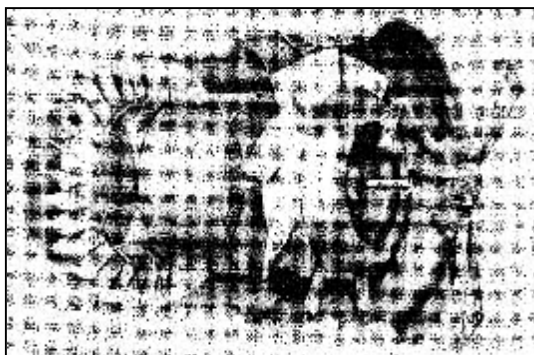
Κάθε ανεμιστήρας αποτελείται από το περίβλημα (κέλυφος), ένα στρεφόμενο άξονα, την πτερωτή, η οποία στηρίζεται στον άξονα και στηρίζει τα πτερύγια (στροφείο), το σύστημα εισαγωγής και το σύστημα αναχώρησης του αέρα. Τα στρεφόμενα πτερύγια δημιουργούν υποπίεση στην εισαγωγή και υπερπίεση στην αναχώρηση του αέρα.

Οι ανεμιστήρες, αν και παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στα κατασκευαστικά τους στοιχεία, διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τους **φυγοκεντρικούς** και τους **αξονικούς** (σχήματα 1.5.1 και 1.5.2)

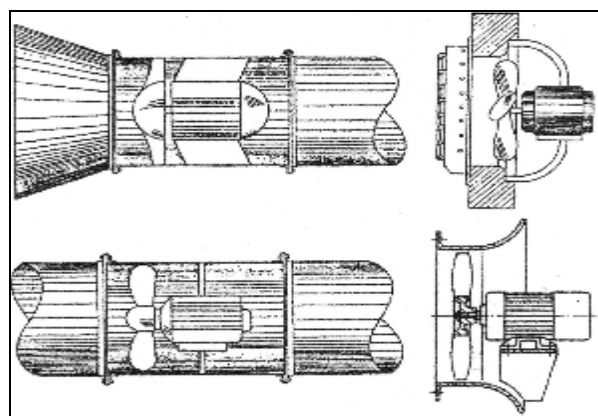


Σχήμα 1.5.1 Βασικά εξαρτήματα ενός φυγοκεντρικού ανεμιστήρα

Σχήμα 1.5.2

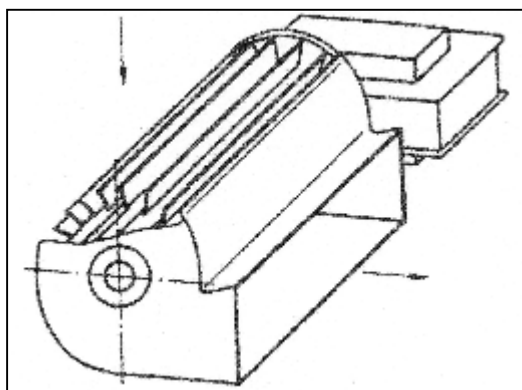


Μεγάλης ισχύος και σύνθετης κατασκευής αξονικός ανεμιστήρας κατάλληλος για κλιματιστικές εγκαταστάσεις ή μεγάλες εγκαταστάσεις εξαερισμού.



Δύο τύποι αξονικών ανεμιστήρων

Μια τρίτη κατηγορία, που αναπτύχθηκε κυρίως τα τελευταία χρόνια και εφαρμόζεται στις τοπικές κλιματιστικές μονάδες, είναι οι ανεμιστήρες **εγκάρσιας ροής**, στους οποίους ο αέρας εισέρχεται από μια περιοχή της περιμέτρου και εξέρχεται από μία άλλη, συνήθως υπό γωνία 90° (σχήμα 1.5.3).



Σχήμα 1.5.3. Ανεμιστήρας εγκάρσιας ροής.

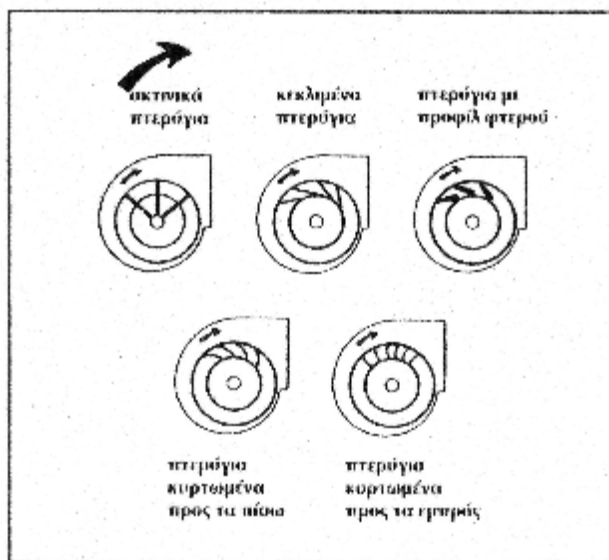
Οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες συνδυάζονται σχεδόν πάντοτε με δίκτυο αεραγωγών. Τοποθετούνται στην αναχώρηση κλιματισμένου αέρα, τον οποίο ωθούν προς τους χώρους δημιουργώντας υπερπίεση. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την αναρρόφηση αέρα (π.χ. δημιουργία υποπίεσεως στα δίκτυα απομακρύνσεως "μολυσμένου" αέρα).

Οι αξονικοί ανεμιστήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε συνδυασμό με αεραγωγό, όσο και σε ένα απλό άνοιγμα της δομικής κατασκευής (π.χ. τοίχος ή και κούφωμα ή τζάμι σε πολύ μικρές παροχές). Αναρροφούν αέρα και τον απορρίπτουν στο περιβάλλον, δημιουργώντας μικρή υποπίεση στον χώρο, ώστε να προκληθεί διείσδυση νωπού αέρα.

Οι αξονικοί ανεμιστήρες με ελικοειδή πτερύγια, είναι κατάλληλοι για σχετικά μεγάλες παροχές αέρα, υπό μικρή στατική πίεση, σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η

προκύπτουσα υψηλή στάθμη θορύβου είναι θέμα δευτερεύουσας σημασίας. Ένα χαρακτηριστικό των αξονικών ανεμιστήρων είναι ότι η κατεύθυνση εισόδου και εξόδου του αέρα βρίσκονται σε ευθεία γραμμή.

Στα κεντρικά κλιματιστικά χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά ανεμιστήρες φυγοκεντρικού τύπου. Μπορούν να είναι με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Τα κυρτωμένα προς τα πίσω πτερύγια μπορούν να έχουν προφίλ φτερού ή ίσια ή κεκλιμένα πτερύγια (σχήμα 1.5.4).



Σχήμα 1.5.4. Προφίλ φτερωτών των συνηθέστερων τύπων φυγοκεντρικού ανεμιστήρα.

Στις συνηθείς εφαρμογές χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός.

Σ' αυτούς το περίβλημα του ανεμιστήρα έχει μικρότερες διαστάσεις, η φτερωτή, ο άξονας και τα κουζινέτα μπορούν να είναι ελαφρότερης κατασκευής από ότι στους ανεμιστήρες με κυρτωμένα προς τα πίσω πτερύγια.

Πρέπει να πούμε όμως ότι υπάρχουν πολυάριθμες εφαρμογές, με υψηλές παροχές και πιέσεις, όπου οι ανεμιστήρες με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω προσφέρουν καλύτερες επιδόσεις και αποδόσεις.

Τα κεντρικά κλιματιστικά συναντώνται στην αγορά με ανεμιστήρες που έχουν τα πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός ή και προς τα πίσω.

Οι ανεμιστήρες με πτερύγια κεκλιμένα προς τα πίσω έχουν επίπεδα πτερύγια που κατασκευάζονται από ένα απλό φύλλο λαμαρίνας και είναι κεκλιμένα προς την αντίθετη φορά από εκείνη της περιστροφής. Οι ανεμιστήρες με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω έχουν κι' αυτοί τα πτερύγια από απλό φύλλο λαμαρίνας τα οποία κυρτώνονται προς την αντίθετη φορά από εκείνη της περιστροφής.

Οι ανεμιστήρες με προφίλ φτερού έχουν τα πτερύγια κατασκευασμένα από δύο φύλλα λαμαρίνας στα οποία δίνεται το προφίλ φτερού αεροπλάνου. Το κύρτωμα έχει φορά αντίθετη από την φορά της περιστροφής.

Ο ανεμιστήρας με προφίλ φτερού έχει υψηλότερη απόδοση από ότι οι τύποι με επίπεδα πτερύγια, επειδή το αεροδυναμικό σχήμα των πτερυγίων επιτρέπει μια λιγότερο τυρβώδη ροή αέρα μέσα στη φτερωτή.

Αυτός ο τύπος ανεμιστήρα χρησιμοποιείται όταν η εξοικονόμηση στο κόστος λειτουργίας θεωρείται προέχουσα σε σχέση με το αρχικό κόστος.

Οι τρεις τύποι ανεμιστήρα που είδαμε (με πτερύγια κεκλιμένα προς τα πίσω, με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω και με πτερύγια με προφίλ φτερού) έχουν παρόμοιες ταχύτητες περιστροφής για ίδιες συνθήκες λειτουργίας.

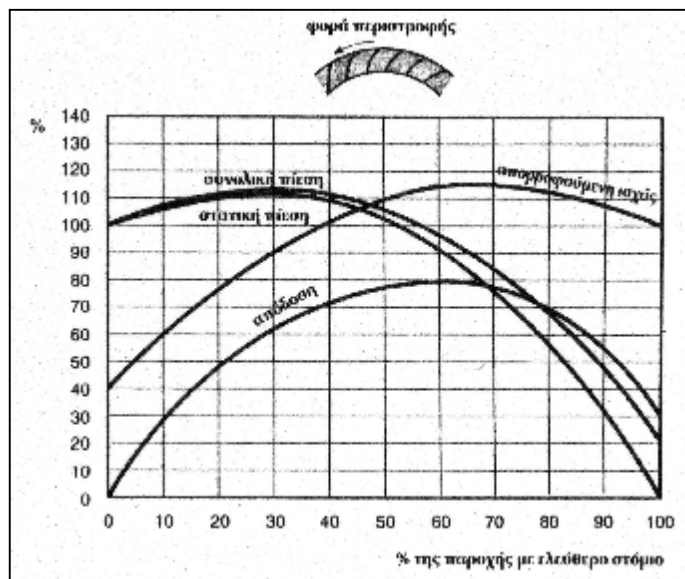
Αυτό που διαφέρει, όπως θα δούμε, είναι οι καμπύλες απόδοσης.

Ο τέταρτος τύπος ανεμιστήρα είναι αυτός με τα πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός, προς την φορά δηλαδή της κίνησης. Τα πτερύγια κατασκευάζονται από απλό φύλλο λαμαρίνας και κυρτώνονται προς την φορά της περιστροφής.

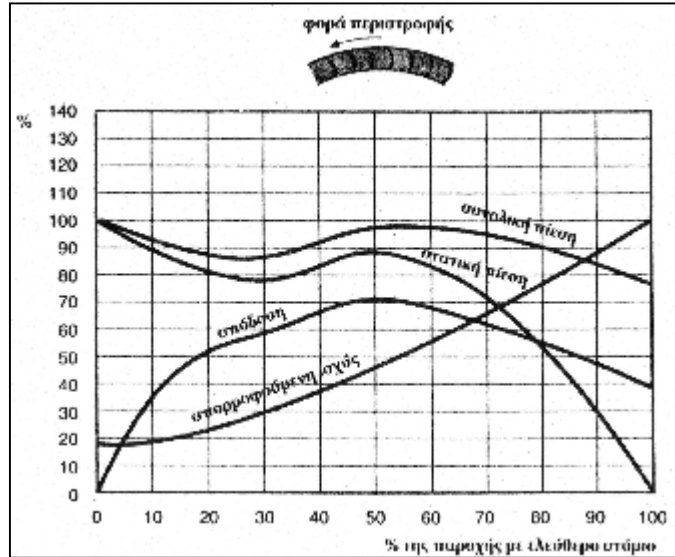
Τα πτερύγια αυτού του ανεμιστήρα είναι μικρότερα και περισσότερα από ότι στους τρεις προηγούμενους τύπους. Η ταχύτητα περιστροφής είναι κι' αυτή μικρότερη. Μια μειωμένη ταχύτητα περιστροφής είναι συχνά πλεονέκτημα για μια πιο αθόρυβη λειτουργία.

Ακόμη, όπως είπαμε, οι ανεμιστήρες με κυρτωμένα προς τα εμπρός πτερύγια έχουν φτερωτή μικρότερης διαμέτρου από ότι οι τύποι με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω. Αυτό επιτρέπει μια πιο εύκολη και οικονομική εφαρμογή στο μηχάνημα κλιματισμού. Η κατασκευή ενός χαρακτηριστικού φυγοκεντρικού ανεμιστήρα φαίνεται στο σχήμα 1.5.1.

Οι καμπύλες απόδοσης ενός ανεμιστήρα με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω και ενός με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός συγκρίνονται στα σχήματα 1.5.5, 1.5.6.



Σχήμα 1.5.5. Χαρακτηριστικές καμπύλες φυγοκεντρικού ανεμιστήρα με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω.



Σχήμα 1.5.6. Χαρακτηριστικές καμπύλες φυγοκεντρικού ανεμιστήρα με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός.

Οι καμπύλες αναφέρονται σε σταθερή ταχύτητα περιστροφής και παρουσιάζουν την απόδοση και την απορροφούμενη ισχύ σε συνάρτηση με την παροχή αέρα. Μπορεί να γίνει μία πρώτη παρατήρηση: για τον ανεμιστήρα με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω, η καμπύλη της απορροφούμενης ισχύος φθάνει σε ένα μέγιστο και κατόπιν ξαναπέφτει. Ο ανεμιστήρας δηλαδή παρουσιάζει χαρακτηριστικά μη υπερφόρτωσης.

Αντίθετα, στον ανεμιστήρα με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός, η απορροφούμενη ισχύς συνεχίζει να αυξάνεται.

Ο ανεμιστήρας δηλαδή έχει χαρακτηριστικά υπερφόρτωσης. Στην επιλογή των συνθηκών λειτουργίας του ανεμιστήρα είναι αναγκαίο να δίνονται στον κινητήρα οι διαστάσεις λαμβάνοντας υπόψη τη μέγιστη απαιτούμενη ισχύ από τον ανεμιστήρα στα πλαίσια της λειτουργίας.

Αυτό θα εξασφαλίσει ότι ο κινητήρας δεν θα υπερφορτωθεί κατά τη διάρκεια της λειτουργίας μέσα σε ένα καθορισμένο πεδίο λειτουργίας. Αν συγκριθεί η απόδοση των δύο τύπων, μπορεί να βγει το συμπέρασμα ότι η απόδοση του ανεμιστήρα με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω φθάνει μια υψηλότερη τιμή κορυφής από ότι εκείνος με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός. Όμως, ο ανεμιστήρας με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω έχει μεγαλύτερη μεταβολή απόδοσης στη συνηθέστερη ζώνη λειτουργίας των κεντρικών κλιματιστικών.

Στους ανεμιστήρες με πτερύγια προς τα εμπρός η ισχύς αυξάνεται με την αύξηση της παροχής και φθάνει στη μέγιστη τιμή της στο σημείο λειτουργίας με ελεύθερο στόμιο.

Επομένως, αν ο ανεμιστήρας βρίσκεται σε ένα κύκλωμα όπου υπάρχουν μεγάλες πτώσεις πίεσης και αυξήσεις της παροχής, είναι αναγκαίο να δοθούν μεγαλύτερες διαστάσεις στον κινητήρα για να προληφθεί η υπερφόρτωση.

Η μέγιστη απόδοση επιτυγχάνεται για μία παροχή ίση με 40-50% της μέγιστης. Οι ανεμιστήρες με πτερύγια προς τα εμπρός έχουν από 24 ως 64 πτερύγια από στραντζαριστή λαμαρίνα, επίπεδα ή καμπυλωτά.

Για ίδιες συνθήκες, ως προς τους άλλους τύπους φυγοκεντρικών ανεμιστήρων η φτερωτή έχει μικρότερη διάμετρο και περιστρέφεται με μικρότερη ταχύτητα και αυτό επιτρέπει τη μείωση του θορύβου.

Αυτοί οι ανεμιστήρες χρησιμοποιούνται ευρέως στις εφαρμογές κλιματισμού και θέρμανσης του αέρα που χαρακτηρίζονται από χαμηλά ή μεσαία ύψη πιέσεων. Στους ανεμιστήρες με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω η μέγιστη απόδοση επιτυγχάνεται για μια παροχή ίση με το 60% της παροχής με ελεύθερο στόμιο.

Σε υψηλές παροχές ακόμα και μεγάλες μεταβολές της πίεσης προκαλούν μικρές μόνο μεταβολές της παροχής. Η λειτουργία του ανεμιστήρα διατηρείται επομένως σταθερή ακόμη και αν το κύκλωμα του αέρα υπόκειται αισθητές μεταβολές αντίστασης.

Οι ανεμιστήρες αυτοί είναι κατάλληλοι για μεσαίες-μεγάλες παροχές και μπορούν να εφαρμοστούν αδιάφορα για χαμηλές, μεσαίες και υψηλές πιέσεις.

Στο σημείο αυτό μπορούμε να συνοψίσουμε τα σημαντικότερα στοιχεία σύγκρισης ανάμεσα στους ανεμιστήρες με πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός και κυρτωμένα προς τα πίσω.

1. Σε ίδιες συνθήκες λειτουργίας ο ανεμιστήρας με τα πτερύγια κυρτωμένα προς τα εμπρός έχει μικρότερη ταχύτητα περιστροφής από ότι εκείνος με τα πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω.

2. Τοποθετημένος σε ένα κεντρικό κλιματιστικό, στις ίδιες συνθήκες λειτουργίας, ο ανεμιστήρας με τα πτερύγια προς τα εμπρός έχει μικρότερη διάμετρο φτερωτής από ότι ο ανεμιστήρας με τα πτερύγια προς τα πίσω.

3. Ο ανεμιστήρας με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω έχει χαρακτηριστικά μη υπερφόρτωσης. Παρ' όλα αυτά, όταν τοποθετείται σε ένα κλιματιστικό, το πεδίο επιλογής περιορίζεται. Σε πολλές περιπτώσεις δημιουργούνται συνθήκες στις οποίες η απορροφούμενη ισχύς αυξάνεται συνεχώς μέσα στα όρια παροχής αέρα του μηχανήματος. Γι' αυτό στην πραγματικότητα δεν μπορούμε να πούμε ότι ο ανεμιστήρας αυτός έχει χαρακτηριστικά μη υπερφόρτωσης σε όλες τις καταστάσεις. Κάθε επιλογή πρέπει να εξετάζεται για να υπάρχει η βεβαιότητα ότι ο επιλεγμένος κινητήρας δε θα φτάσει σε υπερφόρτωση.

4. Ο ανεμιστήρας με πτερύγια κυρτωμένα προς τα πίσω έχει μεγαλύτερη μέγιστη απόδοση από τον ανεμιστήρα με πτερύγια προς τα εμπρός.

Παρ' όλα αυτά, όταν τοποθετείται σε ένα κεντρικό κλιματιστικό, η μέση απόδοση του ανεμιστήρα με τα πτερύγια προς τα πίσω, στο πεδίο επιλογής, είναι σχεδόν ίση με την απόδοση του ανεμιστήρα με τα πτερύγια προς τα εμπρός.

Η επιλογή ανάμεσα στον έναν ή τον άλλο τύπο πρέπει να γίνεται πάντα με βάση τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

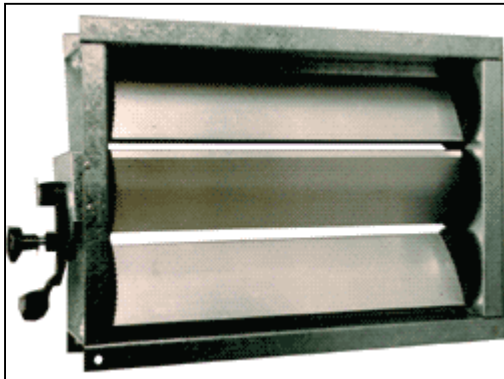
1.6. ΠΟΛΥΦΥΛΛΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ

Τα διαφράγματα αεραγωγού ορθογωνικής ή κυκλικής διατομής χρησιμοποιούνται για την αυξομείωση της παροχής του αέρα σε συστήματα κλιματισμού.

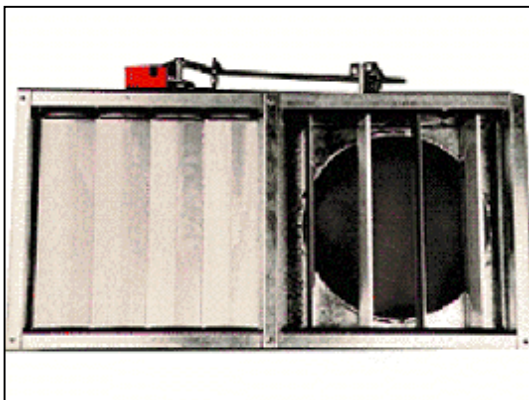
Τα διαφράγματα αεραγωγού χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όπου επιβάλλεται η χειροκίνητη ή ηλεκτροκίνητη ρύθμιση της παροχής αέρα σε κλάδους συστημάτων αεραγωγών σε εγκαταστάσεις κλιματισμού. Παράδειγμα εφαρμογής αποτελεί η τοποθέτηση διαφραγμάτων για εξισορρόπηση δικτύων ή η χρήση ηλεκτροκίνητων διαφραγμάτων σε σύζευξη με αναλογικό αισθητήρα για ρύθμιση της παροχής κλιματιζόμενου αέρα σε χώρους.

Για την κατασκευή τους συνήθως χρησιμοποιείται επιψευδαργυρωμένη λαμαρίνα και αλουμίνιο, επιτυγχάνοντας έτσι μεγάλη διάρκεια ζωής. Τα πτερύγιά τους είναι αεροδυναμικής μορφής για να παρουσιάζουν μικρότερες αντιστάσεις και στροβιλισμούς στον διερχόμενο αέρα. Η κίνηση των πτερυγίων τους επιτυγχάνεται με γρανάτζια τοποθετημένα και στις δύο πλευρές των πτερυγίων.

Στις εικόνες που ακολουθούν βλέπουμε ένα είδος πολύφυλλου διαφράγματος ορθογωνικής διατομής.



Πολύφυλλο διάφραγμα χειροκίνητης ρύθμισης



Εφαρμογή πολύφυλλου διαφράγματος μηχανικής ρύθμισης σε αγωγό

1.7. ΚΙΒΩΤΙΟ ΑΝΑΜΙΞΕΩΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Στις περισσότερες των περιπτώσεων, ένα ποσοστό του αέρα επιστροφής (αέρας που απομακρύνεται από τους χώρους για να επιτευχθεί η ανανέωση), επαναχρησιμοποιείται αναμιγνυόμενος με νωπό αέρα. Η σημαντική αυτή διεργασία πραγματοποιείται σε ειδικό τμήμα (ή τυποποιημένο "κιβώτιο") της κλιματιστικής συσκευής (σχήμα 1.7.1).

Στο τμήμα αυτό συνδέονται οι αεραγωγοί προσαγωγής νωπού αέρα και αέρα ανακυκλοφορίας, άμεσα ή έμμεσα. Έμμεση είναι η σύνδεση όταν προηγούνται τμήματα προεπεξεργασίας (καθαρισμού, ή θερμικής) των ποσοτήτων αέρα των οποίων θα γίνει η ανάμιξη.

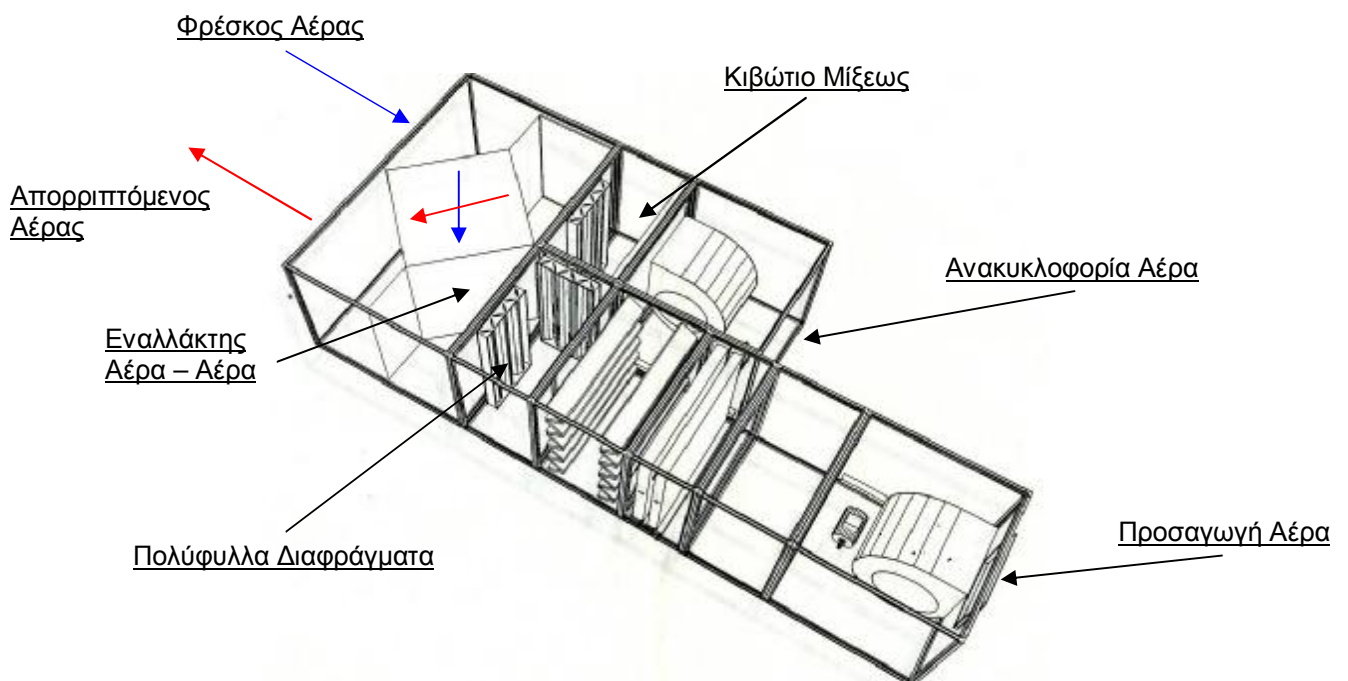
Οι αναλογίες αναμείξεως νωπού και ανακυκλοφορούντος αέρα, εξαρτώνται από τη διατομή των αντίστοιχων αεραγωγών προσαγωγής, τις πιέσεις στα σημεία αφίξεως και την κλίση που δίδεται στα πτερύγια κατάλληλων διαφραγμάτων (ντάμπερ).

Τα διαφράγματα αυτά είναι συνήθως διασυνδεδεμένα και αντίθετα κινούμενα, έτσι ώστε όσο ανοίγει το διάφραγμα του ανακυκλοφορούντος αέρα, τόσο κλείνει αντίστοιχα το διάφραγμα του νωπού. Η κίνηση των διαφραγμάτων αυτών γίνεται ή από χειρομοχλό ή ηλεκτροκίνητα, μέσω σερβοκινητήρα.

Προσοχή στο τμήμα αυτό, πρέπει να δίνεται:

- α. Στη στιβαρότητα και στο υλικό κατασκευής των διαφραγμάτων
- β. Στην ευκολία περιστροφής
- γ. Στη στεγανότητα που παρέχουν κατά το κλείσιμο

Σχήμα 1.7.1: Κεντρική κλιματιστική μονάδα με εναλλάκτη αέρα – αέρα



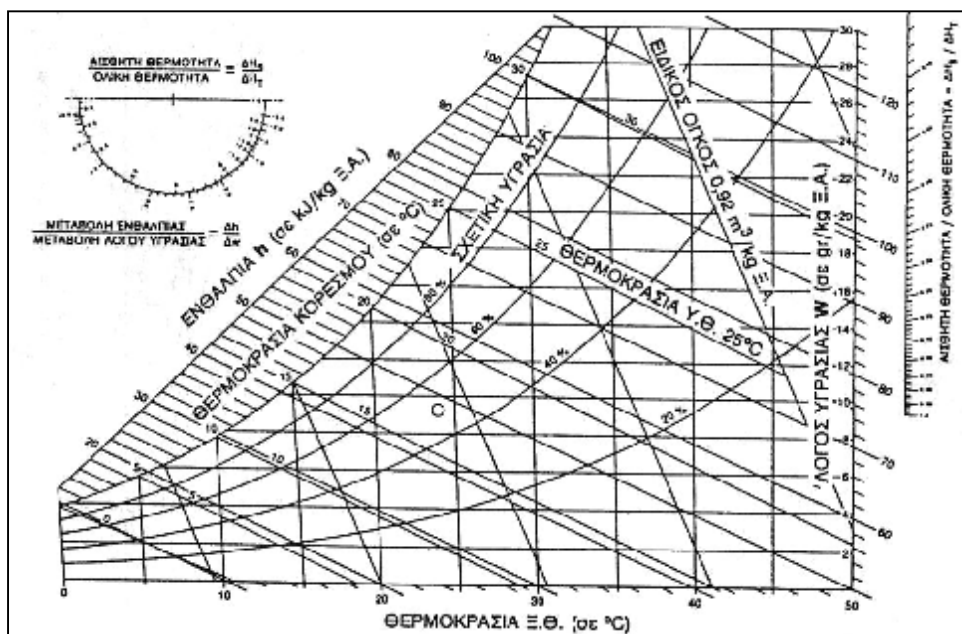
1.8. ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

Ο ψυχομετρικός χάρτης απεικονίζει γραφικά τις θερμοδυναμικές ιδιότητες του υγρού αέρα. Τα μεγέθη που απεικονίζει έχουν εκλεγεί, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι χρήσιμος στην επίλυση των τεχνικών προβλημάτων αερισμού.

Περιγραφή ψυχομετρικού χάρτη

Περιγράφεται ο τυπικός ψυχομετρικός χάρτης της ASHRAE. Η μορφή του ψυχομετρικού χάρτη της ASHRAE φαίνεται στο σχήμα 1.8.1. Αυτός περιλαμβάνει οικογένειες ευθειών και καμπύλων κάθε μία από τις οποίες έχει παρασταθεί στο παρακάτω διάγραμμα και οι οποίες αντιστοιχούν στα ακόλουθα ψυχομετρικά μεγέθη του αέρα.

Σχήμα 1.8.1



Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου ($t_{\xi,\theta}$ ή t_{DB})

Είναι η ένδειξη του κοινού θερμομέτρου και αναφέρεται στην κάτω οριζόντια κλίμακα του διαγράμματος σε °C, τα δε σημεία του αέρα που έχουν την ίδια θερμοκρασία ξηρού βολβού βρίσκονται σε ευθείες σχεδόν κάθετες, προς την οριζόντια κλίμακα.

Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου - κορεσμού ($t_{\gamma,\theta}$ ή t_{WB})

Είναι η ένδειξη της θερμοκρασίας σε ένα θερμομέτρο όπου ο θάλαμος υδραργύρου περιτυλίγεται με ένα υγρό φυτίλι και βρίσκεται ύπο την επίδραση ροής αέρα με ταχύτητα περίπου 4,6 m/s κατά μήκος του φυτιλιού.

Η εξάτμιση του νερού προκαλεί ένδειξη της θερμοκρασίας χαμηλότερη από τη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου, κατά ένα ποσό ανάλογο με το περιεχόμενο του αέρα σε υγρασία. Η μείωση της θερμοκρασίας ορισμένες φορές ονομάζεται "φαινόμενο εξατμίσεως". Όταν οι ενδείξεις σταματούν να πέφτουν, η ένδειξη που προκύπτει είναι η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου.

Οι ισοθερμοκρασιακές γραμμές υγρού θερμομέτρου είναι λοξές ευθείες που μετρούνται πάνω στη διαγώνια καμπύλη (κορεσμού) του διαγράμματος (σε °C).

Θερμοκρασία σημείου υγροποίησης ή δρόσου

Είναι η θερμοκρασία κατά την οποία οι υδρατμοί που περιέχονται στον αέρα αρχίζουν να σχηματίζουν σταγονίδια και εγκαθίστανται ή συμπυκνώνονται σε επιφάνειες που είναι ψυχρότερες από τον αέρα. Όσο περισσότερη υγρασία περιέχει ο αέρας, τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του σημείου υγροποίησης. Όταν είναι γνωστές οι θερμοκρασίες υγρού και ξηρού θερμομέτρου του αέρα, η θερμοκρασία του σημείου υγροποίησης μπορεί να "σημειωθεί" (να εντοπιστεί ως τιμή γραμμών) πάνω στην καμπύλη κορεσμού του διαγράμματος (σε °C).

Σχετική υγρασία (RH)

Είναι ο λόγος του ποσού υγρασίας που περιέχεται στον αέρα, προς το μέγιστο ποσό υγρασίας που μπορεί να έχει ο αέρας στην ίδια θερμοκρασία και πίεση αν βρισκόταν σε κατάσταση κορεσμού. Δηλαδή η σχετική υγρασία εκφράζεται σε ποσοστό κορεσμού. Για παράδειγμα, ο αέρας με σχετική υγρασία 35 έχει 35 % της μέγιστης ποσότητας υγρασίας (περίπτωση κορεσμού) που θα μπορούσε να έχει σε αυτή τη θερμοκρασία και πίεση.

Δίνεται από τις καμπύλες του χάρτη (σε ποσοστό %). Τα σημεία που βρίσκονται στην ίδια καμπύλη έχουν την ίδια σχετική υγρασία.

Λόγος υγρασίας ή Ειδική υγρασία (W)

Ονομάζεται η μάζα του υδρατμού που περιέχεται στη μονάδα μάζας του ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα του μίγματος.

Ο λόγος υγρότητας συμβολίζεται συνήθως με το W και εκφράζεται σε kg υδρατμού / kg ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα και μετριέται στη δεξιά κατακόρυφη κλίμακα του διαγράμματος. Οι γραμμές ίσης ειδικής υγρασίας είναι ευθείες οριζόντιες.

Ειδική ενθαλπία (h)

Είναι η ενθαλπία του αέρα που περιέχεται στη μονάδα μάζα του ξηρού αέρα. Η ειδική ενθαλπία μετριέται στο αριστερό του διάγραμμα στη διαγώνια κλίμακα σε kJ/kg ξ.αέρα. Σημεία που έχουν την ίδια ενθαλπία βρίσκονται πάνω σε λοξές ευθείες. Οι ευθείες αυτές διαφέρουν λίγο ως προς την κλίση, από τις ισοθερμοκρασιακές ευθείες υγρής σφαίρας.

Ειδικός όγκος

Είναι ο όγκος του αέρα ανά μονάδα μάζας. Για παράδειγμα, ορισμένος όγκος μπορεί να εκφραστεί σε m^3 ανά kg ξηρού αέρα ($m^3/kg \Xi.A.$). Η αντίστροφη τιμή των m^3 ανά kg, δηλαδή η πυκνότητα, χρησιμοποιείται συχνά και αποτελεί τη μάζα ανά m^3 . Για παράδειγμα, ο ειδικός όγκος $0,90 m^3/kg \Xi.A.$ έχει μια πυκνότητα $1/0,90$ ή $1,11 kg/m^3 \Xi.A.$

Οι ευθείες ίσου ειδικού όγκου είναι παράλληλες μεταξύ τους και λοξές ως προς την οριζόντια κλίμακα.

Αισθητή, λανθάνουσα και ολική θερμότητα

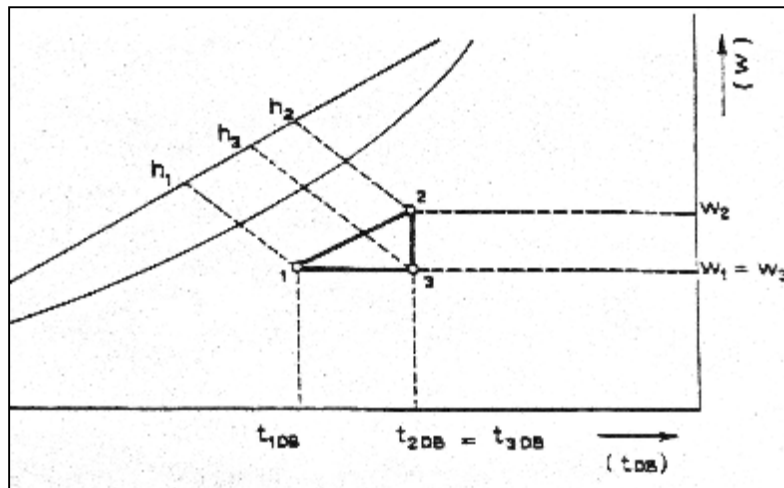
Έστω αέρα αρχικής κατάστασης (1), που υφίσταται μεταβολή στη θερμική του κατάσταση και τελικά μεταβαίνει στην κατάσταση (2). Η μεταβολή αυτή παριστάνεται στον σχήμα 1.8.2 με το ευθύγραμμο τμήμα (1-2). Αν από τα σημεία 1 και 2 χαραχθούν ευθείες παράλληλες προς τους άξονες θερμοκρασιών (Υ.Θ) και ειδικής υγρασίας αντίστοιχα διαμορφώνεται το τρίγωνο (123).

"Αισθητή θερμότητα" ονομάζεται η ποσότητα $q_a = h_3 - h_1$ (kJ/kg $\Xi.A.$) και αφορά υποθετική θερμοδυναμική μεταβολή 1-3 κατά την οποία μεταβάλλεται η θερμότητα του αέρα, χωρίς να μεταβληθεί η υγρασία του. Κατά τη μεταβολή αυτή μεταβάλλεται η θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα και γι' αυτό θεωρείται ότι η μεταβολή γίνεται "αισθητή" από ένα συνηθισμένο θερμόμετρο.

"Λανθάνουσα θερμότητα" ονομάζεται η ποσότητα $q_l = h_2 - h_3$ (kJ/kg Ξ.Α.). Κατά τη μεταβολή αυτή δεν μεταβάλλεται η θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα. Το αναφερόμενο ποσό θερμότητας οφείλεται στη μεταβολή της ποσότητας του υδρατμού του αέρα και μόνο.

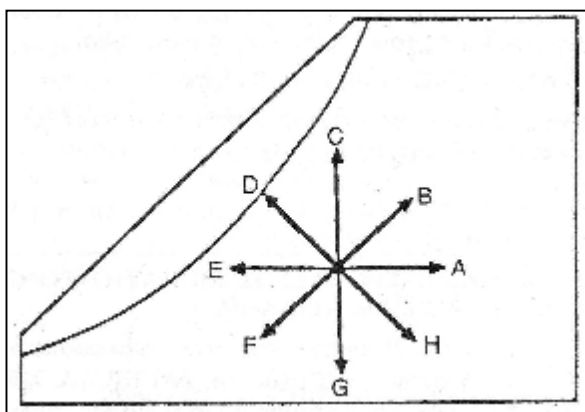
"Ολική θερμότητα" ονομάζεται το άθροισμα της αισθητής και της λανθάνουσας θερμότητας της μεταβολής $q_{ολ} = q_a + q_l = h_2 - h_1$

Σχήμα 1.8.2



Περιγραφή πορείας στον ψυχομετρικό χάρτη

Στο παρακάτω σχήμα έχουμε μία συνοπτική παρουσίαση των βασικών θερμοδυναμικών διεργασιών και μεταβολών σε κλιματιζόμενο αέρα.



Διεύθυνση Α: μόνο θέρμανση - στοιχείο ατμού ή ζεστού νερού

Διεύθυνση Β: θέρμανση και ύγρανση - υγραντήρας ατμού ή ψεκασμός ζεστού νερού με ανακύκλωση

Διεύθυνση C: μόνο ύγρανση - σύστημα καθαρισμού αέρα με θερμαινόμενο νερό

Σημείο D: ψύξη και ύγρανση - σύστημα καθαρισμού

Διεύθυνση E: μόνο ψύξη - ψυκτικό στοιχείο ή σύστημα καθαρισμού σε θερμοκρασία υγροποίησης

Διεύθυνση F: ψύξη και ξήρανση - σύστημα καθαρισμού παγωμένου νερού

Διεύθυνση G: μόνο ξήρανση

Διεύθυνση H: θέρμανση και ξήρανση - χημικός ξηραντήρας

1.9. ΦΡΕΣΚΟΣ ΑΕΡΑΣ ΚΑΙ Η ΑΝΑΓΚΗ ΑΝΑΝΕΩΣΗΣ ΤΟΥ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

Με τον τεχνητό αερισμό επιτυγχάνουμε την ανανέωση του αέρα των κλειστών χώρων. Γι' αυτή την ανανέωση χρησιμοποιούμε "νωπό" (φρέσκο) αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον.

Διακρίνουμε δύο διαδικασίες αερισμού. Κατά τη μία παραλαμβάνουμε (ωθούμε προς τα έξω) αέρα από τον χώρο, δημιουργώντας υποπίεση και νωπός αέρας από το φυσικό περιβάλλον εισρέει στον χώρο και αναμειγνύεται μ' αυτόν που υπάρχει, βελτιώνοντας την ποιότητα του. Η εισροή του νωπού αέρα γίνεται από χαραμάδες των κουφωμάτων ή ειδικά ανοίγματα.

Είναι φανερό ότι με τη μέθοδο της υποπίεσεως δεν μπορεί να γίνει καμιά επεξεργασία ή βελτίωση στον αέρα που εισέρχεται στον χώρο. Επομένως βασιζόμαστε στην παραδοχή ότι η ποιότητα του εξωτερικού αέρα είναι ανεκτή και πάντως πολύ καλύτερη από την ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό του χώρου.

Μια δεύτερη διαδικασία βασίζεται στην προσαγωγή καλής ποιότητας αέρα στον χώρο με κάποια πίεση, οπότε από τις χαραμάδες και τα όποια ανοίγματα απομακρύνεται ο μολυσμένος ή, ακόμα καλύτερα, με πρόσθετο κύκλωμα παραλαβής απομακρύνεται τεχνητά, μέρος του αέρα του χώρου.

Μια επιτυχημένη, κλασική πλέον, διάταξη καθαρισμού και ανανέωσης του αέρα κλειστών χώρων, συνήθως περιλαμβάνει:

1. Διάταξη παραλαβής νωπού αέρα από το περιβάλλον. Με την παρεμβολή κατάλληλων φίλτρων γίνεται ένας πρώτος καθαρισμός από αιωρούμενα σωματίδια. Η επιλογή της θέσεως από την οποία θα γίνει η αναρρόφηση είναι ιδιαίτερα σημαντική για την εξασφάλιση καλύτερης δυνατής ποιότητας. Η αναρρόφηση του αέρα πρέπει να γίνεται οριζόντια, και οι σχετικές διατάξεις πρέπει να τοποθετούνται σε θέση προφυλαγμένη από ανέμους και μακριά από καπνοδόχους ή άλλες εστίες ρυπάνσεως.

Το άνοιγμα της εισαγωγής εφοδιάζεται με ψιλή σίτα που υποστηρίζεται από χονδρό πλέγμα αντοχής. Συνιστάται η τοποθέτηση εξωτερικού συστήματος σταθερών πτερυγίων που προφυλάσσει το εσωτερικό από τη βροχή. Εσωτερικά τοποθετείται διάφραγμα (ντάμπερ) πολλών πτερυγίων που επιτρέπει ρύθμιση της ροής του αέρα και μπορεί να κλείνει όταν διακόπτεται η λειτουργία της εγκαταστάσεως (ώστε να μην έχουμε αδικαιολόγητη ρύπανση από μη επιθυμητή εισροή αέρα).

2. Φιλτράρισμα του αέρα. Αεραγωγοί οδηγούν τον νωπό αέρα αλλά και τον αέρα ανακυκλοφορίας (δηλ. ποσότητα αέρα του χώρου που θα καθαριστεί και θα επιστρέψει στον χώρο) σε βασική συσκευή φιλτραρίσματος. Η συσκευή καθαρισμού θα αφαιρέσει (κατά το δυνατόν) από τον αέρα σκόνες, καπνούς, αιθάλη και άλλα αιωρούμενα σωματίδια.

3. Αεραγωγοί και στόμια προσαγωγής. Μετά τη συσκευή καθαρισμού του αέρα τοποθετούνται οι ανεμιστήρες, που θα δώσουν την αναγκαία πίεση για να οδηγηθεί ο "καθαρός" αέρας, μέσω των αεραγωγών και των στομίων προσαγωγής, στον χώρο παραμονής ή εργασίας ανθρώπων.

4. Αεραγωγοί επιστροφής θα παραλάβουν μέρος του αέρα των χώρων και θα τον οδηγήσουν εν μέρει στο περιβάλλον και εν μέρει ξανά στη συσκευή καθαρισμού.

Ο διαχωρισμός αυτής της ποσότητας αέρα σε μέρος που επιστρέφει στο περιβάλλον και σε μέρος που ανακυκλοφορεί, γίνεται για λόγους οικονομίας στα συστήματα θερμάνσεως και κλιματισμού.

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΑΘΑΡΟΥ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ "ΑΝΕΣΗ"

Στα αστικά κέντρα ακόμη και ο αέρας του περιβάλλοντος είναι μολυσμένος και ανθυγιεινός. Εύκολα λοιπόν επιβαρύνεται υπερβολικά και γίνεται επικίνδυνος, τόσο στους κλειστούς χώρους που συναθροίζονται πολλοί άνθρωποι, όσο και στους χώρους εργασίας.

Ήδη οι Υγιεινολόγοι έχουν διατυπώσει σοβαρές προειδοποιήσεις και οι εργασιακοί νόμοι για το περιβάλλον γίνονται καθημερινά αυστηρότεροι.

Όλα αυτά μας οδηγούν σε συνδυασμένη προσπάθεια, που πρέπει το ταχύτερο δυνατόν να επιτύχει σημαντική μείωση της γενικής ρυπάνσεως του περιβάλλοντος και του καθημερινού κλειστού περιβάλλοντος που ζούμε και εργαζόμαστε (πράγμα όχι εύκολο αλλά οπωσδήποτε αναγκαίο και εφικτό). Η τεχνολογία προσφέρει σήμερα αρκετές λύσεις βελτιώσεως του περιβάλλοντος των κλειστών χώρων, με κορυφαία επιλογή τον κεντρικό κλιματισμό.

Σε κάθε κλιματιζόμενο χώρο πρέπει επομένως να διασφαλίζεται η ικανοποιητική ανανέωση του αέρα, παράλληλα με την απομάκρυνση των ρύπων που τείνουν να συσσωρευθούν. Στον πίνακα 1.9.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι απαιτήσεις αερισμού ορισμένων χώρων.

Πίνακας 1.9.1

ΧΩΡΟΙ	ΑΤΟΜΑ ΑΝΑ 100m ² ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ (m ³ /h)	
		ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ	ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΟΣ
ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΕΣ			
Καθιστικά, Υπνοδωμάτια	5	8,5	12 - 17
κουζίνες, Μπάνια	-	34	50 - 85
ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΕΣ			
Καθιστικά, Υπνοδωμάτια	7	8,5	12 - 17
κουζίνες, Μπάνια	-	34	50 - 85
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ			
Αίθουσες	55	17	17 - 26
Εργαστήρια	32	17	17 - 26
Αμφιθέατρα	110	17	26 - 34
Βιβλιοθήκες	22	12	17 - 21
Γραφεία	10	12	17 - 26
Γυμναστήρια	75	34	42 - 51
Εσπιατόρια	110	17	26 - 34
Βοηθητικοί χώροι	3	8,5	12 - 17
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ			
Δικαστήρια	75	34	42,5 - 51,0
Αίθουσες συνδιαλέξεων	75	34	42,5 - 51,0
Αίθουσες αναμονής	55	34	42,5 - 51,0
Γραφεία	10	17	25,5 - 34
Καταστήματα	32	12	17 - 25,5
Ανελκυστήρες	-	12	17 - 25,5
Εσπιατόρια	75	17	25,5 - 34
Κουζίνες	20	51	60
Καφετέριες	110	51	60
Μπαρ	150	51	68 - 85

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Η υγρασία η οποία περιέχεται με τη μορφή υδρατμών στον αέρα του χώρου είναι μία απ' τις βασικές παραμέτρους των συνθηκών κλιματικής ανέσεως.

Χαμηλά ποσοστά υγρασίας δίδουν μια ενοχλητική αίσθηση και επιτείνουν την αίσθηση του ανθρώπινου ψύχους γιατί δημιουργείται η τάση εξατμίσεως της υγρασίας του ανθρώπινου σώματος (ιδρώτας, σέλος κ.λπ). Ακόμη, η χαμηλή υγρασία αυξάνει τα ηλεκτροστατικά φαινόμενα (εμφάνιση και συσσώρευση επιφανειακών ηλεκτροστατικών φορτίων και ιδιαίτερα ενοχλητική συγκέντρωση σκόνης) στα περισσότερα συνθετικά υλικά (γενικά τους μονωτές) τα οποία χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην εσωτερική διαμόρφωση και επίπλωση του χώρου (κουφώματα, τραπέζια, κ.λπ).

Η υψηλή υγρασία μειώνει τη διεργασία του φυσικού δροσισμού του δέρματος, επιβραδύνοντας την εξάτμιση του ιδρώτα, οπότε δημιουργείται αίσθηση υψηλότερης θερμοκρασίας από την πραγματική.

Σε γενικές γραμμές τα επιθυμητά όρια μεταβολής της σχετικής υγρασίας είναι από 40 μέχρι και 70%.

Ιδιαίτερα ενοχλητική είναι η εμφάνιση ανεπιθύμητων συμπυκνωμάτων σε στερεές επιφάνειες του χώρου, όταν η επιφάνεια αυτών των στερεών βρεθεί σε θερμοκρασία χαμηλότερη από τη θερμοκρασία δρόσου του χώρου (π.χ. τζάμια παραθύρων θερμαινόμενου χώρου τον χειμώνα).

Όταν είναι σταθερή η θερμοκρασία του χώρου, η θερμοκρασία δρόσου αυξάνεται παράλληλα με την αύξηση της σχετικής υγρασίας του αέρα.

Η υγρασία μπορεί να προκαλέσει την παραμόρφωση διαφόρων ευαίσθητων υλικών, την αλλοίωση τροφίμων και υγροσκοπικών ουσιών και ακόμη μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στη δομική κατασκευή.

Σε ειδικές εφαρμογές κλιματισμού (καταστήματα πωλήσεως υγροσκοπικών προϊόντων ή τροφίμων χωρίς προστατευτική συσκευασία, σε μουσεία, βιβλιοθήκες, αποθηκευτικούς και παραγωγικούς χώρους), η εμφάνιση υγρασίας μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες.

Πρέπει επομένως να εξετάζονται με προσοχή οι πιθανές επιφανειακές θερμοκρασίες, σωμάτων τα οποία μπορεί να εμφανιστούν ως "ψυχρά" σε σχέση με τη θερμοκρασία και υγρασία του χώρου.

Παρακάτω παρουσιάζονται δύο πίνακες με στοιχεία για τις κατάλληλες συνθήκες σχεδιασμού ενός κλιματιζόμενου χώρου.

Πίνακας 1.9.2: Συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το χειμώνα

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ %
Κατοικίες	22	30 - 50
Κτίρια γραφείων	21 - 23	30 -35
Βιβλιοθήκες - Μουσεία	20 - 22	40 - 50
Νοσοκομεία	24	30
Εστιατόρια	21 - 23	30 -40

Πίνακας 1.9.3: Συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το καλοκαίρι

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ %
Κατοικίες	25 - 26	40 - 50
Κτίρια γραφείων	25 - 26	40 - 50
Βιβλιοθήκες - Μουσεία	22	40 - 55
Εστιατόρια	23 - 26	50 - 60
Εκπαιδευτικά κτίρια	26	45 - 50
Νοσοκομεία	24	45 - 50

Η ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Η κίνηση του αέρα είναι επιθυμητή και απαραίτητη σε κάθε χώρο στον οποίο στεγάζονται άνθρωποι. Συντελεί στην ισοκατανομή των κλιματικών δεδομένων του χώρου (θερμοκρασία και υγρασία), και επιτρέπει να διαμορφώνεται ενιαίο εσωκλίμα.

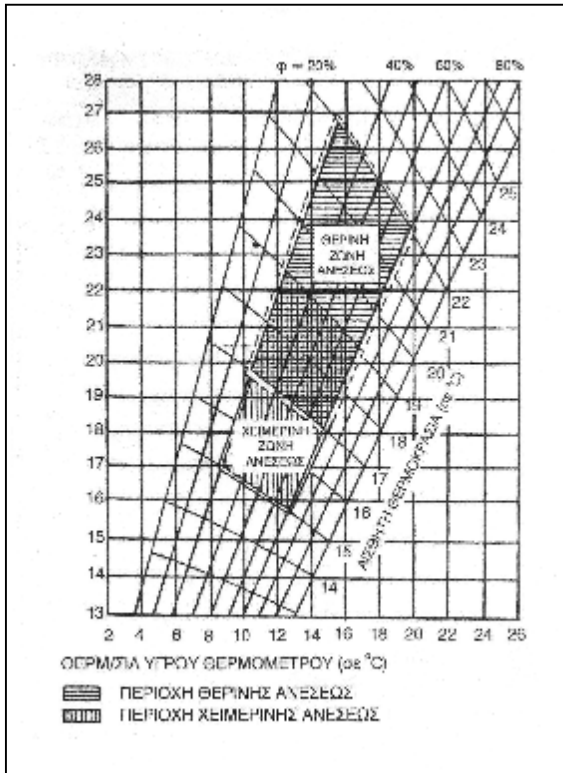
Η βραδεία μετακίνηση ποσοτήτων αέρα στο εσωτερικό κλειστών χώρων, συντελείται υπό την επίδραση των βασικών νόμων της θερμοδυναμικής ισορροπίας (οι διαφορές στη θερμοκρασία ενός υλικού μέσου, συνεπάγονται διαφορές στην πυκνότητα) και προκαλεί μετακίνηση ψυχρών ρευμάτων αέρα προς περιοχές κοντά στο δάπεδο και θερμών ρευμάτων προς περιοχές κοντά στην οροφή (λόγω της διαφοράς στην πυκνότητα ψυχρού και θερμού αέρα).

Η προσπάθεια να θερμανθεί ή να δροσιστεί ένας χώρος, δημιουργεί αρχικά περιοχές διαφορετικών κλιματικών δεδομένων. Κοντά στις πηγές θερμάνσεως ή δροσισμού, υπάρχει αρχικά μια σημαντική διαφοροποίηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Η κίνηση του αέρα θα αποκαταστήσει την επιθυμητή ισορροπία, εφόσον βεβαίως η τοποθέτηση των συσκευών θερμάνσεως ή δροσισμού έχει γίνει στα κατάλληλα σημεία.

Στις περιπτώσεις θερμάνσεως ή δροσισμού με αέρα, η ταχύτητα ροής είναι αρκετά μεγαλύτερη, αφού με την εκσφενδόνιση και διάχυση ποσοτήτων αέρα κατάλληλα κλιματισμένου, προστίθενται στον χώρο κινούμενες μάζες αέρα, που υπηρετούν την προσπάθεια να διαμορφωθούν συνθήκες ανέσεως.

Όταν στον χώρο περιλαμβάνονται ανοίγματα ή χαραμάδες, που δεν επιτρέπουν τη ροή του αέρα από τα έξω προς τα μέσα και αντίστροφα, ή όταν στον χώρο υπάρχουν περιοχές με αισθητά διαφορετικές θερμοκρασίες, έχουμε και πάλι σχετικά έντονα ρεύματα αέρος.

Όταν όμως η κίνηση του αέρα (ιδίως του ψυχρού) υπερβεί κάποιες τιμές, δημιουργείται σοβαρή ενόχληση στα άτομα του χώρου. Η ενόχληση αυτή είναι σε σημαντικό ποσοστό υποκειμενική και σχετίζεται με μεγάλη ποικιλία παραγόντων (την ηλικία, το φύλο, την υγεία, την απασχόληση, τα ενδύματα, τις συνήθειες, τον φυσικό μεταβολισμό κ.α).



Διάγραμμα 1.9.1:

Σ'αυτό το διάγραμμα βλέπουμε τις περιοχές "ανέσεως" για χειμώνα και καλοκαίρι.

1.10. ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Με τους αεραγωγούς μεταφέρεται ο κλιματισμένος αέρας στους χώρους και απάγεται από αυτούς ο μολυσμένος αέρας. Γι' αυτό, στα συστήματα κεντρικού κλιματισμού, έχουμε αφ' ενός μεν αεραγωγούς προσαγωγής (διανομής) αέρα και αφ' ετέρου αεραγωγούς απαγωγής (ή επιστροφής) αέρα.

Τα δίκτυα αεραγωγών αποτελούν δαπανηρό τμήμα των εγκαταστάσεων κεντρικού κλιματισμού και η σωστή διαστασιολόγηση και κατασκευή τους επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα και το συνολικό κόστος της τελικής εγκατάστασης.

Πρέπει επομένως να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των διαδρομών, τον υπολογισμό των διαστάσεων, την εκλογή των υλικών κατασκευής, συνδέσεως και στηρίξεως, τη διαδικασία τοποθέτησεως των αεραγωγών, τη σωστή συνεργασία τους με τα στόμια αέρα κ.α.

Επειδή εξ άλλου κατά τη λειτουργία των αεραγωγών σημειώνεται τοπική συσσώρευση ρύπων (σε γωνίες, ενώσεις, κ.λπ.), πρέπει να προβλέπονται, ανά μικρές αποστάσεις, ανοίγματα καθαρισμού.

Στα δίκτυα αερισμού και κλιματισμού η κίνηση του αέρα είναι εξαναγκασμένη με τη βοήθεια ενός ή περισσοτέρων ανεμιστήρων.

Στην κίνηση του αέρα μέσα στους αεραγωγούς (είτε αυτή προκαλείται από ενεργό πίεση, είτε από υπερπίεση την οποία δημιουργεί ανεμιστήρας), αντιδρούν οι αντιστάσεις τριβής. Οι αντιστάσεις τριβής εξαρτώνται από την ταχύτητα ροής του αέρα, τη γεωμετρική μορφή (διαστάσεις, στενώσεις, καμπύλες, διακλαδώσεις κ.α.) και την ποιότητα της εσωτερικής επιφάνειας (τραχύτητα τοιχωμάτων) των αεραγωγών και δημιουργούν πτώση πίεσης του προσαγόμενου ή απαγόμενου αέρα.

Πτώση πίεσεως σε ευθύγραμμους αεραγωγούς κυκλικής διατομής

Οι απώλειες πίεσεως σε κυκλικής διατομής αεραγωγούς δίδεται από την σχέση των Darcy και Fauning :

$$\Delta P = \frac{f L V^2}{2 D} \rho \quad (\text{σχέση 1.10.1})$$

ΔP : η απώλεια πίεσεως του αέρα (σε Pa)

f: αδιάστατος συντελεστής τριβής

L: το μήκος του αεραγωγού (σε m)

D: η εσωτερική διάμετρος του αεραγωγού (σε m)

V: η ταχύτητα ροής του αέρα (σε m/s), και

ρ : η πυκνότητα του ρευστού (σε kg/m³)

Πτώση πίεσεως σε ευθύγραμμους αεραγωγούς ορθογωνικής διατομής.

Στις περισσότερες πρακτικές εφαρμογές οι αεραγωγοί που χρησιμοποιούνται είναι ορθογωνικής διατομής. Για τον υπολογισμό της πτώσεως πίεσεως σε αεραγωγούς ορθογωνικής διατομής χρησιμοποιείται η σχέση:

$$\Delta P = f \frac{L}{D_{\text{ισ}}} \frac{V^2}{2} \rho \quad (\text{σχέση 1.10.2})$$

όπου το $D_{1\sigma}$ είναι η ισοδύναμος διάμετρος, μια συμβατική τιμή που συσχετίζει τους αεραγωγούς ορθογωνικής διατομής με τους αεραγωγούς κυκλικής διατομής. Η $D_{1\sigma}$ δίνεται από τη σχέση:

$$D_{1\sigma} = 2 \frac{a * b}{(a + b)} \quad (\text{σχέση 1.10.3})$$

Πτώση πίεσεως σε στενώσεις, διευρύνσεις, διακλαδώσεις, και αλλαγή της διευθύνσεως ροής.

Κατά τη ροή του αέρα στους αεραγωγούς προκύπτουν πρόσθετες απώλειες πίεσεως (Z), σε κάθε περίπτωση κατά την οποία η ροή συναντά μια τοπική αντίσταση. Γενικά ισχύει η σχέση:

$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 \quad (\text{σε } \text{N/m}^2 = \text{Pa}) \quad (\text{σχέση 1.10.4})$$

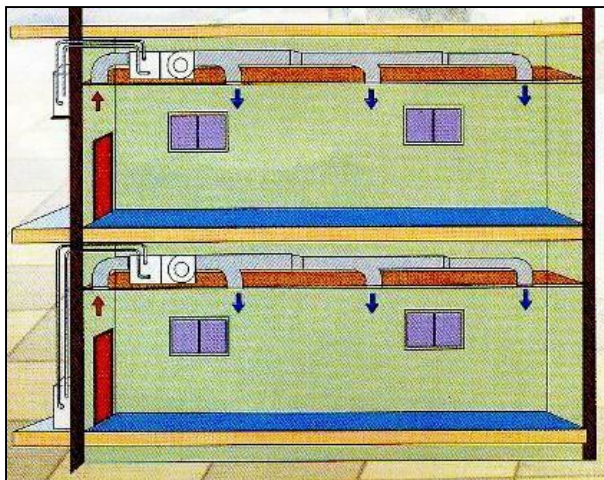
όπου ζ είναι η τιμή του αντίστοιχου συντελεστή τοπικής αντιστάσεως που παίρνουμε από πίνακες ανάλογα με την περίπτωση.

Έτσι για να φθάσει ο αέρας στους κλιματιζόμενους χώρους πρέπει να εξασφαλιστεί υπερπίεση ικανή να καλύψει τις απώλειες τριβών και ακόμη να εκσφενδονίσει τον αέρα, από τα στόμια προσαγωγής. Την υπερπίεση αυτή προσφέρουν οι ανεμιστήρες της κύριας επεξεργασίας ή ανεμιστήρες διαφόρων κλάδων στα σημεία αναχωρήσεως του κλιματισμένου αέρα.

Δηλαδή, σημείο εκκινήσεως του αέρα και των αεραγωγών προσαγωγής, είναι το πέρας της κεντρικής μονάδος επεξεργασίας και τελικό σημείο, οι χώροι. Αντίστοιχα οι αεραγωγοί προσαγωγής καταλήγουν στα στόμια προσαγωγής του αέρα, στους κλιματιζόμενους χώρους.

Στο σύστημα επιστροφής ή απαγωγής του "μολυσμένου" αέρα, το δίκτυο αεραγωγών αρχίζει από τα στόμια παραλαβής και καταλήγει στα σημεία αποβολής του στην ατμόσφαιρα ή τον χώρο καθαρισμού και αναμείξεως του με νωπό αέρα (ανακυκλοφορία).

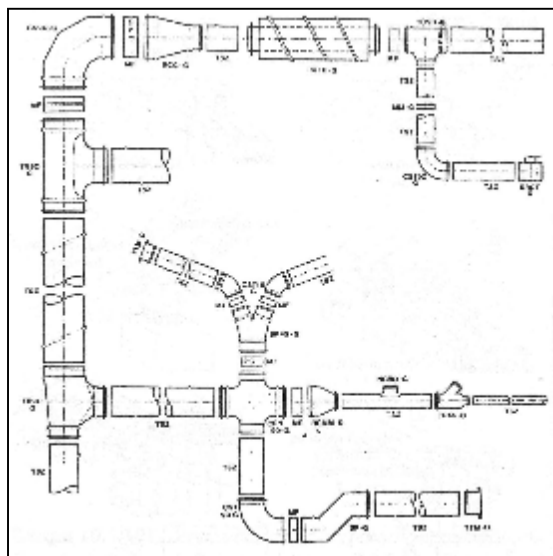
Οι αεραγωγοί είναι συνήθως ορθογωνικής διατομής, όπως βλέπουμε στην εικόνα 1.10.1, για να εξυπηρετούνται στόχοι απλότητας της κατασκευής και καλύτερου αισθητικού αποτελέσματος. Πάντως σε πολλές περιπτώσεις προτιμώνται αεραγωγοί κυκλικής διατομής (εικόνα 1.10.2), ιδίως σε δίκτυα υψηλής πίεσεως, κυρίως γιατί είναι ευκολότερη η στεγανοποίηση, ομαλότερη η ροή (λιγότερος θόρυβος) και είναι απλούστερη η προκατασκευή. Όμως οι κυκλικοί αεραγωγοί αποτελούν πρόβλημα στους χώρους όπου το αισθητικό αποτέλεσμα έχει ιδιαίτερη σημασία ή υπάρχουν ειδικά προβλήματα χώρου (π.χ. ύψος ψευδοροφής).



Εικόνα 1.10.1:

Βλέπουμε ότι σε αυτή την εγκατάσταση έχουμε αεραγωγούς ορθογωνικής διατομής. Επίσης διακρίνουμε τις βαθμιαίες στενώσεις κατά μήκος των αγωγών

Εικόνα 1.10.2:
 Διάφορα στοιχεία κυκλικής διατομής αεραγωγών .
 Διακρίνονται ευθύγραμμα τμήματα, γωνίες, καμπύλες, σύνδεσμοι, στενώσεις κ.α.



Με αφετηρία την ταχύτητα του αέρα στους αεραγωγούς διακρίνονται τα δίκτυα σε χαμηλής ταχύτητας ή συμβατικά και σε δίκτυα υψηλής ταχύτητας.

Ός προς την πίεση, τα δίκτυα αεραγωγών διακρίνονται σε χαμηλής, μέσης και υψηλής πίεσεως. Οι διακρίσεις αυτές αναφέρονται στην ολική πίεση, δηλαδή περιλαμβάνουν την πτώση πίεσεως από τη συσκευή κεντρικού κλιματισμού (συσκευή αναμίξεως νωπού και ανακυκλοφορούντος αέρα) μέχρι και τα στόμια εξόδου. Δηλαδή αντιστοιχούν στην ολική πίεση την οποία πρέπει να υπερνικήσει ο ανεμιστήρας του δικτύου προσαγωγής.

Συνηθίζεται η διάκριση:

- **Χαμηλής πίεσεως:** για δίκτυα μέχρι 50 mm Σ.Ν.
- **Μέσης πίεσεως:** για δίκτυα από 50 μέχρι 150 mm Σ.Ν.
- **Υψηλής πίεσεως:** για δίκτυα από 150 μέχρι και 250 mm Σ.Ν.

Μέθοδοι υπολογισμού αεραγωγών

Οι υπολογισμοί του μεγέθους των αεραγωγών, σε συνδυασμό με την πτώση πίεσεως και την αποφυγή δημιουργίας εστιών θορύβου, γίνεται με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους (μεθόδους):

- α. Μέθοδος σταθερής ταχύτητας, (Constant Velocity)**
- β. Μέθοδος βαθμιαίας μείωσης της ταχύτητας, (Velocity Reduction)**
- γ. Μέθοδος σταθερής πτώσεως πίεσεως, (Equal Friction), και**
- δ. Μέθοδος ανακτήσεως της στατικής πίεσεως, (Static Regain)**

Οι ανωτέρω τρόποι υπολογισμού δίνουν αποτελέσματα διαφορετικού βαθμού ακρίβειας και οικονομικότητας για την όλη εγκατάσταση.

Εξαρτάται από τις γνώσεις και την εμπειρία του μελετητή η δυνατότητα να επιλέξει για κάθε περίπτωση την πλέον κατάλληλη μέθοδο.

Σε γενικές αρχές, μπορούν να δοθούν οι ακόλουθες κατευθύνσεις:

- α. Η μέθοδος της σταθερής ταχύτητας χρησιμοποιείται:**
 - Σε απλά δίκτυα χωρίς διακλαδώσεις.
 - Σε δίκτυα απαγωγής στα οποία απαιτείται μια σταθερή ταχύτητα ροής, προς αποφυγή κατακαθήσεως σκόνης ή άλλων αιωρούμενων σωματιδίων.
 - Σε μικρά τμήματα εκτεταμένων δικτύων, σε συνδυασμό με μια από τις άλλες μεθόδους (π.χ. στον κεντρικό κλάδο ενός δικτύου υψηλής ταχύτητας μέχρι του σημείου στο οποίο η πτώση θα λάβει μια ορισμένη, προκαθορισμένη τιμή κ.λπ).
- β. Η μέθοδος με σταθερή μείωση της ταχύτητας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δίκτυα αεραγωγών προσαγωγής και επιστροφής αέρα με διακλαδώσεις, αλλά δεν συνιστάται η εφαρμογή της γιατί η ακρίβεια της εξαρτάται από τις γνώσεις και την εμπειρία του μελετητή, αφού βασίζεται σε διαδοχικές μειώσεις της ταχύτητας, οι οποίες επιλέγονται από τον μελετητή.**
- γ. Η μέθοδος με σταθερή πτώση πίεσεως, χρησιμοποιείται τόσο σε δίκτυα προσαγωγής, όσο και απαγωγής. Είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη μέθοδος και δίνει πολύ καλά αποτελέσματα σε κάπως συμμετρικά δίκτυα αεραγωγών ή δίκτυα των οποίων οι κλάδοι έχουν ίσο ή περίπου ίσο μήκος.**
- Όταν υπάρχουν διαφορές στο μήκος, προβλέπονται κατάλληλα διαφράγματα ρυθμίσεων της ροής των κλάδων, οπότε και πάλι προκύπτουν ικανοποιητικά αποτελέσματα με τη μέθοδο σταθερής πτώσεως πίεσεως.
- δ. Η μέθοδος υπολογισμού του δικτύου αεραγωγών με ανάκτηση της στατικής πίεσεως, χρησιμοποιείται σε "μεγάλα" και "δύσκολα" δίκτυα. Δηλαδή δίκτυα εκτεταμένα και ασύμμετρα, δίκτυα αεραγωγών υψηλής ταχύτητας και κλάδους με σημαντικά διαφορετικό μήκος.**

1.11. ΣΤΟΜΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Οι αεραγωγοί προσάγουν κλιματισμένο αέρα στους χώρους. Η τελική διαδικασία διανομής του αέρα, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες σε θέρμανση ή δροσισμό σύμφωνα με τις προδιαγραφές της κλιματικής ανέσεως, διενεργείται με τη βοήθεια ειδικού στοιχείου της κλιματιστικής εγκαταστάσεως, των **στομίων** προσαγωγής και απαγωγής αέρα.

Οι τεχνικές, λειτουργικές και αισθητικές απαιτήσεις, οδήγησαν τους κατασκευαστές στη δημιουργία πολλών ειδών στομίων, τα οποία διαφέρουν στη μορφή, τις διαστάσεις και τον τρόπο λειτουργίας.

Στόμια προσαγωγής αέρα

Ανάλογα με τη θέση στην οποία τοποθετούνται τα στόμια προσαγωγής αέρα, διακρίνονται σε στόμια οροφής, στόμια κατακόρυφων επιφανειών ή τοίχων και στόμια δαπέδου.

Η σωστή εκλογή των στομίων προσαγωγής του αέρα, αποτελεί βασικό συντελεστή για την ικανοποιητική και πρακτικώς αθόρυβη λειτουργία μιας εγκαταστάσεως. Τα στόμια εξόδου πρέπει να επιτυγχάνουν την ομοιόμορφη κατανομή του προσαγόμενου στους χώρους αέρα και κατά συνέπεια και την ομοιομορφία στην κατανομή της θερμοκρασίας σε όλες τις περιοχές του χώρου. Πρέπει να αποφεύγονται οι "νεκρές ζώνες", δηλαδή περιοχές όπου ο αέρας παραμένει στάσιμος, άρα εμφανίζονται αισθητά υψηλότερες ή χαμηλότερες τοπικές θερμοκρασίες. Επίσης σημαντικό είναι τα στόμια προσαγωγής να μη δημιουργούν ενοχλητικά ρεύματα αέρα για λόγους κλιματικής άνεσης.

Η επιλογή των στομίων γίνεται με βάση την παρεχόμενη ποσότητα αέρα, το βεληνεκές (throw), την κατακόρυφη ειδική πτώση του αέρα (drop) και τη στάθμη του προκαλούμενου θορύβου.

Το βεληνεκές, είναι η οριζόντια απόσταση από το "πρόσωπο" του στομίου μέχρι και το σημείο όπου η ταχύτητα του ρεύματος του αέρα μειώνεται στο συμβατικό όριο των 0.25 m/s (50 FPM). Υπέρβαση αυτών των ορίων προς τα πάνω δημιουργεί τον κίνδυνο να εμφανισθούν ανεπιθύμητα ρεύματα, λόγω προσκρούσεως του αέρα σε σταθερά τοιχώματα.

Ειδική Πτώση του αέρα είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ του νοητού άξονα της ροής εξόδου του αέρα από το στόμιο και του σημείου όπου η ταχύτητα του αέρα, βαθμιαία ελαττωμένη, έχει φθάσει τα 0.25 m/s (50 FPM).

Το βεληνεκές και η ειδική πτώση, πρέπει να εξασφαλίζουν ότι σε επίπεδο κάτω του 1,80 m (6 ft), δηλαδή την κατειλημμένη από τους ανθρώπους ζώνη, η ταχύτητα του αέρα δεν υπερβαίνει το όριο των 0.25 m/s. Πέραν του ορίου αυτού, η κίνηση του αέρα γίνεται ενοχλητική όπως φαίνεται στον πίνακα 1.11.1.

Ο Θόρυβος, επηρεάζεται σημαντικά από το είδος του εκάστοτε στομίου. Η μέγιστη ανεκτή στάθμη θορύβου σε κάθε χώρο, εξαρτάται από το είδος του χώρου και τη χρήση του. Ο θόρυβος ο οποίος προκαλείται από τη διέλευση του αέρα από τα στόμια, δεν είναι εύκολο να προβλεφθεί, γιατί εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ο σπουδαιότερος απ' αυτούς είναι η ταχύτητα εξόδου του αέρα από το στόμιο.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ (m/s)	ΕΠΙΔΡΑΣΗ	ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ
0 - 0,08	Παράπονα για έλλειψη κίνησης του αέρα	Καμμία
0,125	Ιδανική κατάσταση	Για όλες τις εφαρμογές
0,125 - 0,25	Πολύ ικανοποιητική κατάσταση αλλά η ταχύτητα των 0,25 m/s πλησιάζει τη μέγιστη επιτρεπόμενη για άτομα που κάθονται	Για όλες τις εφαρμογές
0,325	Όχι ικανοποιητική για γραφειακούς χώρους. Ο αέρας παρασύρει ελαφριά χαρτιά από τα γραφεία	
0,375	Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα για άτομα που κινούνται	Εμπορικά καταστήματα
0,375 - 1,5	Επιτρεπόμενη μόνο για βιομηχανικές εφαρμογές	

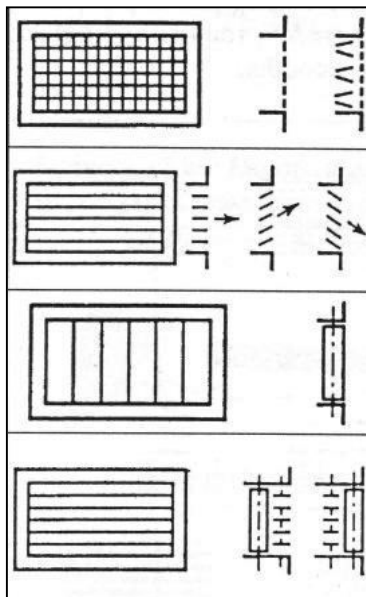
Πίνακας 1.11.1:

Ενδεικνυόμενες ταχύτητες του αέρα για κλειστούς χώρους. Αναφέρονται στη ζώνη που εκτείνεται από το δάπεδο μέχρι του ύψους $1,70 \div 2,00m$.

1. Στόμια τοίχου

Τα στόμια τοίχου έχουν συνήθως ορθογωνική ή τετραγωνική διατομή και τοποθετούνται σε κατάλληλες αποστάσεις, ανάλογα με το μέγεθος και τη μορφή του κλιματιζόμενου χώρου (σχήμα 1.11.1).

Σχήμα 1.11.1: Επιτοίχια στόμια προσαγωγής αέρα

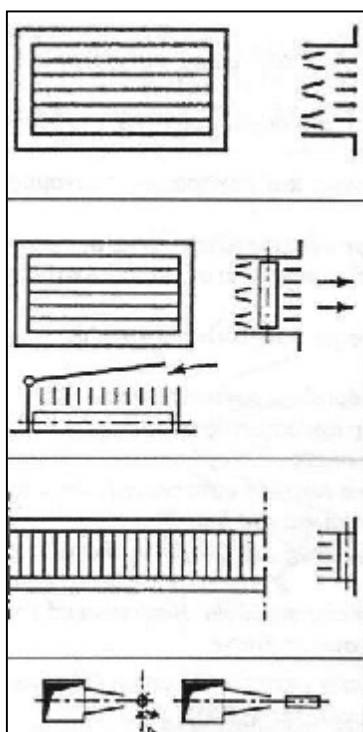


Διάτρητο ή συρμάτινο στόμιο με ρύθμιση παροχής ή όχι. Με εξωτερική διαμόρφωση V ή σύρτη σχισμής.

Στόμιο με οριζόντια ελάσματα και πτερύγια σταθερά ή στρεφόμενα. Η ροή μπορεί να κατευθυνθεί προς τα επάνω ή προς τα κάτω.

Στόμιο με κατακόρυφα ελάσματα και πτερύγια σταθερά ή περιστρεφόμενα. Η ροή μπορεί να κατευθυνθεί δεξιά ή αριστερά.

Στόμιο ελασμάτων με διπλή κατεύθυνση του αέρα. Τα πτερύγια μπορεί να περιστρέφονται μεμονωμένα ή ομαδικά.



Στόμιο ελασμάτων με απλή κατεύθυνση του αέρα και ρύθμιση της παροχής. Η πορεία του αέρα προσδιορίζεται από τα οριζόντια πτερύγια και η παροχή από τα κάθετα.

Στόμιο ελασμάτων με διπλή κατεύθυνση του αέρα και ρύθμιση της παροχής. Η πορεία του αέρα προσδιορίζεται από τα οριζόντια και κατακόρυφα πτερύγια. Η ρύθμιση της παροχής γίνεται με πλέγματα σχήματος V.

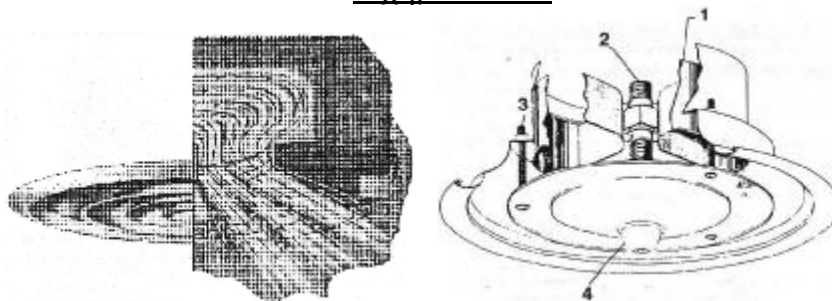
Ταινιοειδές στόμιο με κατακόρυφα πτερύγια πίσω από τα οποία βρίσκονται συμπληρωματικά ελάσματα ή συστήματα ρυθμίσεως της παροχής.

Ακροφύσια κυκλικής ή ορθογωνικής διατομής.

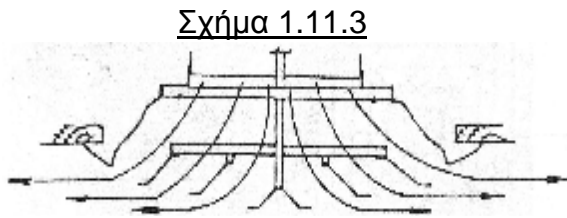
2. Στόμια οροφής

Τα στόμια οροφής όπως και τα στόμια τοίχου είναι συνήθως κυκλικής διατομής αλλά και τετραγωνικής ή ορθογωνικής. Τα κυκλικά στόμια οροφής αποτελούνται από σειρά πτερυγίων μορφής κυλινδρικού κώνου (σχήμα 1.11.2), διαφορετικών διαμέτρων, τα οποία συναρμολογούνται μεταξύ τους ώστε να αποτελούν ενιαίο σύνολο. Η διάταξη αυτή έχει σαν στόχο να παραλαμβάνεται ο αέρας από επάνω (από τον αεραγωγό προσαγωγής) και να κατανέμεται προς τα κάτω ομοιόμορφα προς όλες τις διασυνδέσεις οριζόντια (σχήμα 1.11.3), ή υπό κλίση έως και κατακόρυφα (σχήμα 1.11.4).

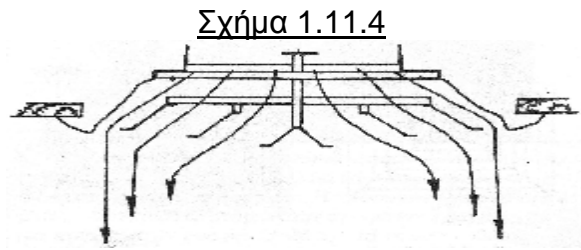
Σχήμα 1.11.2



Αριστερά βλέπουμε μια παρουσίαση της πορείας του αέρα στο εσωτερικό του στομίου και δεξιά μία τομή ενός κυκλικού στομίου όπου : 1- το ρυθμιστικό διάφραγμα (damper), 2- ο κοχλίας ρυθμίσεως της κλίσεως του στομίου, 3- κοχλίες στήριξης στην οροφή, 4- κάλυμμα με κατάληξη της κεφαλής του κοχλία ρυθμίσεως της παροχής.



Σχήμα 1.11.3: Οριζόντια διανομή του αέρα



Σχήμα 1.11.4: Κατακόρυφη διανομή του αέρα

Στόμια απαγωγής του αέρα

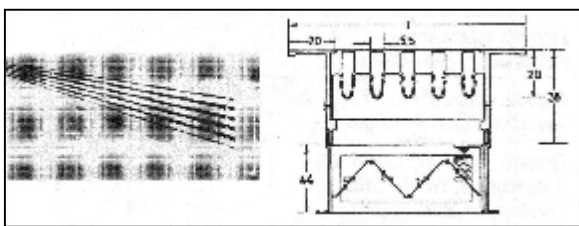
Τα στόμια παραλαβής του "μη καθαρού" αέρα των χώρων, μοιάζουν σε γενικές γραμμές με τα στόμια τοίχου για την προσαγωγή του αέρα, αλλά είναι συνήθως απλούστερης κατασκευής. Χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον στόμια με μια σειρά οριζόντια (σπανιότερα κατακόρυφα) πτερύγια με ή χωρίς διάφραγμα.

Γραμμικά στόμια τοίχων, δαπέδου και οροφής

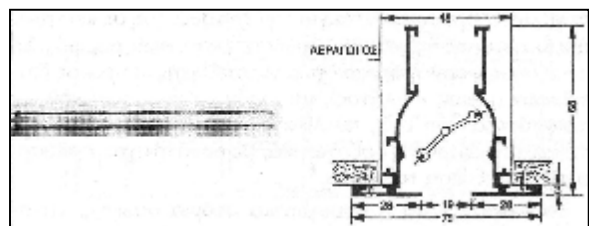
Σε πολλές περιπτώσεις επιβάλλεται, ή κρίνεται προσφορότερο, να χρησιμοποιηθούν στόμια αέρα μεγάλου μήκους και μικρού πλάτους (ή ύψους). Τα στόμια αυτά είναι γνωστά ως **γραμμικά** στόμια.

Τα γραμμικά στόμια βρίσκουν εκτεταμένη εφαρμογή σε μεγάλους χώρους, γιατί επιτυγχάνουν ικανοποιητική προσαγωγή ή απαγωγή αέρα, χωρίς να δημιουργούν βίαιες μετακινήσεις του αέρα (σχήματα 1.11.5,6).

Σχήματα 1.11.5,6



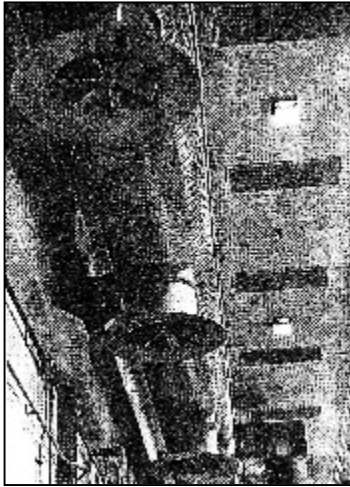
Γραμμικό στόμιο δαπέδου



Γραμμικό στόμιο οροφής

Στόμια σπειροειδούς μορφής

Τα στόμια σπειροειδούς ή περιστρεφόμενης ροής είναι κατάλληλα για τη διάχυση του αέρα σε χώρους μεγάλης επιφάνειας που χαρακτηρίζονται από ισχυρά θερμικά φορτία. Ξεπερνούν τους περιορισμούς των κλασικών στομιών αερισμού



οροφής και των στομιών τοίχου γιατί επιτρέπουν μεγαλύτερες παροχές αέρα για ίση επιφάνεια χώρου, χωρίς τη δημιουργία ρευμάτων και πτώσεων ψυχρού αέρα.

Η αρχή λειτουργίας διαφέρει από εκείνη των κλασικών στομιών αερισμού οροφής στο γεγονός ότι ο αέρας διανέμεται σε μορφή χωριστών ρευμάτων που χαρακτηρίζονται από μία έντονη περιστροφή. Αυτή η δυναμική κατάσταση του αέρα επιτρέπει μια υψηλή επαγωγή του αέρα περιβάλλοντος και μία γρήγορη εξισορρόπηση της θερμοκρασίας σε πολύ μικρή απόσταση από το στόμιο.

Στόμια κάτω από καθίσματα ή στην πλάτη καθισμάτων

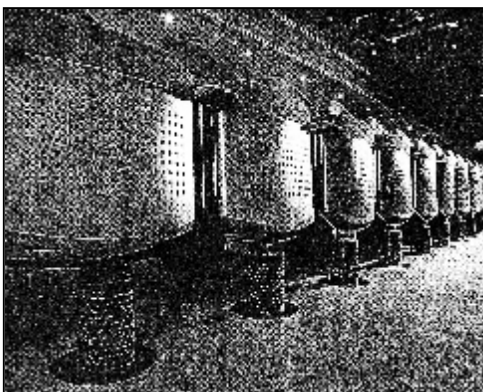
Το στόμια αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται σε αίθουσες συναυλιών, θέατρα, κλπ. Λειτουργούν με την αρχή της επαγωγής εντός του στομίου αερισμού ούτως ώστε να επιτρέπουν πολύ περιορισμένες διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στον αέρα του περιβάλλοντος και στον αέρα που εκπέμπεται.

Συνήθως, το στόμιο τοποθετείται κάτω από κάθε κάθισμα ή ανάμεσα σε δύο προσκείμενα καθίσματα (εικόνα 1.11.1). Η αρχή λειτουργίας του στομίου φαίνεται σχηματικά στην εικόνα 1.11.2.

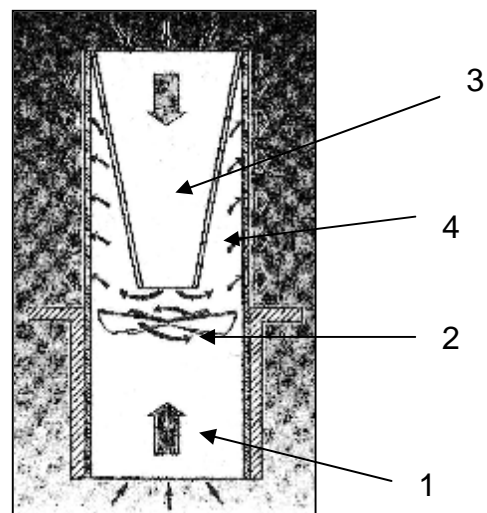
Ο πρωτεύων αέρας (1) με αξονική ροή υφίσταται μία παραμόρφωση από τις περσίδες στην είσοδο του στομίου (2) που του προσδίδουν μία περιστροφική ροή. Στο κέντρο αυτής της ροής δημιουργείται μία υποπίεση που αναρροφά αέρα περιβάλλοντος από πάνω διαμέσου ενός σώματος με μορφή κολουρου κώνου (3) που αναμιγνύεται με τον πρωτεύοντα αέρα.

Το μίγμα κατόπιν διοχετεύεται στο περιβάλλον από ένα ειδικό στόμιο (4). Η ροή του αέρα περιτυλίγει επομένως το άτομο από κάτω και ανεβαίνει προς τα πάνω ακολουθώντας τις φυσικές κινήσεις του ρεύματος θερμού αέρα.

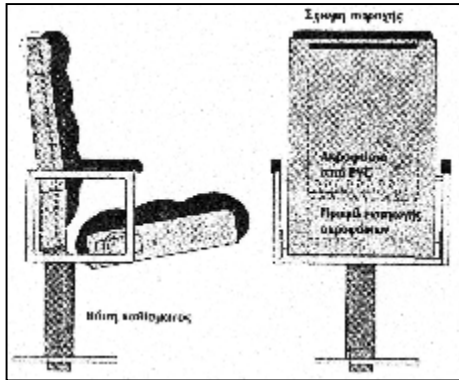
Εικόνα 1.11.1



Εικόνα 1.11.2

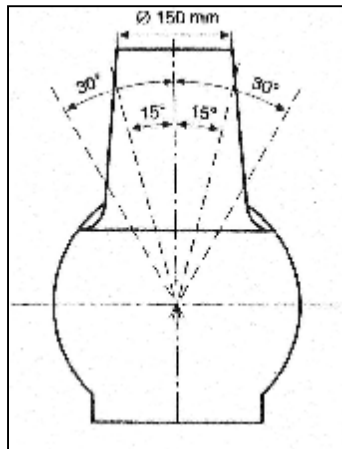


Επίσης για τους ίδιους χώρους προορίζονται και τα στόμια που τοποθετούνται στις πλάτες καθισμάτων και λειτουργούν με την αρχή της εσωτερικής επαγωγής. Τα ακροφύσια εκροής του πρωτεύοντα αέρα είναι τοποθετημένα μέσα στην πλάτη του καθίσματος. Ο αέρας του περιβάλλοντος αναρροφάται από κάτω, λόγω της υποπίεσης που δημιουργείται στο χώρο, μέσα στην πλάτη και παρασύρεται από τον πρωτεύοντα αέρα με τον οποίο αναμιγνύεται. Το μίγμα εξέρχεται από μία γρίλια που είναι τοποθετημένη στο πάνω μέρος της πλάτης, όπως στην διπλανή εικόνα.



Ακροφύσια μεγάλης εμβέλειας

Τα ακροφύσια προκαλούν μια διάχυση του αέρα με ομοιόμορφες ροές που δημιουργούνται σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου. Χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό πολύ μεγάλων χώρων, όπως θέατρα και αίθουσες συναυλιών. Μία εφαρμογή πολύ θεαματική είναι αυτή που πραγματοποιήθηκε στο μουσείο του Λούβρου, στο Παρίσι, όπου τα ακροφύσια τοποθετήθηκαν στη βάση της πυραμίδας, στον προθάλαμο και στο συνδεδεμένο εμπορικό κέντρο του Carrousel.



Τα ακροφύσια μεγάλης εμβέλειας αποτελούνται από έναν κώνο προσανατολιζόμενο, κατά 30° περίπου, προς όλες τις διευθύνσεις, που περιέχεται σε μία σφαιρική έδρα.

Ο προσανατολισμός είναι πολύ σημαντικός γιατί στο στάδιο της μελέτης δεν είναι δυνατό να προβλεφθεί η πραγματική ροή του αέρα για εμβέλειες μεγαλύτερες από 7-10 μέτρα. Ακροφύσια αυτού του τύπου επιτρέπουν εμβέλειες μέχρι και 30 μέτρα, με ταχύτητα του αέρα 6-12 m/s.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΛΕΤΗ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Ως αντικείμενο μελέτης για την εργασία χρησιμοποιήθηκε μία αίθουσα μήκους 19.5m, πλάτους 14.5m και ύψους 4m (σχέδιο 1 του παραρτήματος) με τις εξής παραδοχές:

2.1 Χωρητικότητα αίθουσας

Για να υπολογίσουμε την χωρητικότητα της αίθουσας βασιστήκαμε στον πίνακα 1, κεφ.1, παρ.8 σύμφωνα με τον οποίο για τις αίθουσες διαλέξεων ανά 100m² αντιστοιχούν 75 άτομα. Άρα για 166,75 m² που είναι ο καθαρός χώρος καθισμάτων αντιστοιχούν 125 άτομα. Στην αίθουσα προς μελέτη (σχέδιο 1 του παραρτήματος) κάθε τετραγωνάκι αντιστοιχεί στο χώρο που καταλαμβάνει κάθε καθήμενος.

2.2 Κλιματικά στοιχεία χώρου

- Πόλη: Πάτρα, Ζώνη Β, ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία -1 °C και μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία 36°C
- Απαιτούμενη θερμοκρασία χώρου 26 °C για το καλοκαίρι και 22 °C για το χειμώνα σύμφωνα με τους πίνακες 1.9.2 & 1.9.3
- Η αίθουσα όπως φαίνεται και στο σχέδιο 1 προς το βορά συνορεύει με κλιματιζόμενο διάδρομο και θερμοκρασίες 18 °C για το χειμώνα και 28 °C για το καλοκαίρι, προς το νότο υπάρχει εκτεθειμένη επιφάνεια, προς τη ανατολή υπάρχει επίσης κλιματιζόμενος χώρος με τις ίδιες θερμοκρασίες με την αίθουσα προς μελέτη και στα δυτικά συνορεύει με το μηχανοστάσιο όπου έχουμε τις εξής θερμοκρασίες: 15 °C το χειμώνα και 36 °C για το καλοκαίρι
- Η συγκεκριμένη αίθουσα βρίσκεται στον 1^ο όροφο κτιρίου όπου: στο ισόγειο υπάρχει μη κλιματιζόμενος αλλά κλειστός χώρος (θερμοκρασίες: 12 °C το χειμώνα και 34 °C το καλοκαίρι) και στον 2 όροφο υπάρχει επίσης κλιματιζόμενος χώρος

2.3 Στοιχεία αερισμού

- Καταρχήν θα πρέπει να επισημάνουμε ότι αναφερόμαστε σε έναν χώρο όπου απαγορεύεται το κάπνισμα
- Σύμφωνα με τον πίνακα 1.9.1 ο απαιτούμενος αερισμός ανά άτομο είναι 42,5 – 51 m³/h. Παίρνοντας μία ενδιάμεση τιμή, για κάθε άτομο θα προσάγουμε 50 m³/h φρέσκου αέρα. Άρα έχουμε 50m³/h * 125 άτομα = 6250 m³/h συνολικού προσαγόμενου αέρα.
- Σύμφωνα με τα παραπάνω για να υπολογίσουμε τις απαιτούμενες ωριαίες εναλλαγές του αέρα εργαζόμαστε ως εξής: 19,5 * 14,5 * 4 = 1131 m³ ο συνολικός όγκος της αίθουσας. Έτσι αν διαιρέσουμε τον συνολικό προσαγόμενο αέρα/h με τον όγκο της αίθουσας θα βρούμε τις απαιτούμενες ωριαίες εναλλαγές του αέρα.
Άρα 6250 (m³/h) / 1131 (m³) = 5,5 εναλλαγές την ώρα.

2.4 Δομικά στοιχεία

- Παράθυρα με διαστάσεις 1,50m πλάτους x 2,00m ύψους, μεταλλικής κατασκευής δίδυμου μονωτικού υαλοπίνακα με διάκενο 6mm που όπως βλέπουμε στον πίνακα 2.1 έχει συντελεστή θερμοπερατότητας κ_f = 3,2 kcal/m² h °C

ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΟ	ΥΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟΥ			
	Πύλο, Συνθετικό υλικό		Χάλυβας, Άλλη μέταλλα Στοιβάρισμα	
	Συντελεστής θερμοπερατότητας k_f			
	$\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	$\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$
Άπλος υαλοπίνακας	4,5	5,28	5,0	5,81
Διπλός μονωτικός υαλοπίνακας με διάσταση 6 mm	2,8	3,26	3,2	3,72
Διπλός μονωτικός υαλοπίνακας με διάσταση 12 mm	2,6	3,02	3,0	3,49
Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 2 cm + 4 cm	2,2	2,58	2,0	2,30
Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση 4 cm + 7 cm	2,0	2,33	2,4	2,79
Διπλό παράθυρο με αέρισμα υαλοπίνακας ≥ 7 cm	2,2	2,66	-	-
Τοίχος από υαλοπλάκες πάχους 80 mm	-	-	3,0	3,49
Καθίσ υαλοπίνακα	3,0	3,49	5,0	5,81

Το k_f ισχύει για παράθυρα:
 $\leq 5,0 \text{ m}^2$ στην η επιφάνεια πλάτους είναι $\leq 25\%$ της συνολικής επιφάνειας
 $\geq 5,0 \text{ m}^2$ στην η επιφάνεια πλάτους είναι $\leq 15\%$ της συνολικής επιφάνειας
 $\geq 2,0 \text{ m}^2$ στην η επιφάνεια πλάτους είναι $\leq 25\%$ της συνολικής επιφάνειας

Πίνακας 2.1:
 Συντελεστής θερμοπερατότητας ανοιγμάτων k_f για παράθυρα και πόρτες

- Πόρτες με διαστάσεις 1,50m πλάτος x 2,20 ύψος ξύλινης κατασκευής χωρίς υαλοπίνακα που όπως διακρίνουμε στον πίνακα 2.1 έχει συντελεστή θερμοπερατότητας $k_f = 3,0 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$
- Τοίχοι (εσωτερικοί και εξωτερικοί) συμπαγής με μόνωση 5cm και φινιρίσμα σοβά πάχους 25cm με $k_f = 0,93 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } \text{K}$ και μάζα 300kg/m^2 .
- Δάπεδο και οροφή όμοιας κατασκευής πάχους 15cm με παρκέτο κολλητό σετσιμέντο με $k_f = 1,6 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } \text{grd}$ όπως φαίνεται στον πίνακα 2.2

Πίνακας 2.2 : Συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου k

ΕΙΔΟΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	k (σε $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}}$)			
	Πάχος δαπέδου		Πάχος οροφής	
ΠΛΑΚΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΡΙΠΤΟ ΚΟΝΙΑΜΑ ΑΠΟ ΚΑΤΩ	10 cm	15 cm	10 cm	15 cm
α) με επικάλυψη ξηρών σκυροδέματος και μασαϊκού πάχους 7 cm ή επικάλυψη πλακών προσαρτηστών	2	1,9	2,6	2,3
β) με ραμποιτέ επί σκελετού από καδρόνια	1,4	1,3	1,6	1,5
γ) με παρκέτο κολλητό σετσιμέντο	1,7	1,6		
δ) με παρκέτο επί σανιδώματος και σκελετό από καδρόνια	1,2	1,0		

Όταν το δάπεδο εδράζεται απ' ευθείας επί του εδάφους λαμβάνονται (για τις Ελληνικές συνθήκες) απώλειες 20 kcal/h ανά m^2 του δαπέδου.

2.5 Υπολογισμός απωλειών χειμερινής περιόδου

Σύμφωνα με τις προαναφερθέντες παραδοχές θα συμπληρώσουμε το 1^ο υπολογιστικό φύλλο του παραρτήματος για να βρούμε τις απώλειες θερμότητας για την χειμερινή περίοδο.

Για την συμπλήρωση του 1^{ου} υπολογιστικού φύλλου του παραρτήματος εργαστήκαμε ως εξής:

Οι θερμικές απώλειες ενός χώρου (Q_h) διακρίνονται σε απώλειες αγωγιμότητας (Q_T) και απώλειες αερισμού (Q_L).

$$\text{Δηλαδή ισχύει ο τύπος: } Q_h = Q_T + Q_L$$

Για τις **απώλειες λόγω αγωγιμότητας** ισχύει: $Q_T = K_f \cdot F \cdot \Delta T$ (σε kcal/h ή W/h)

Όπου: K_f = συντελεστής θερμικών απωλειών (σε kcal/ m²*h * K)

F = εμβαδόν κάθε διαχωριστικής επιφάνειας του χώρου (σε m²)

$\Delta T = t_o - t_a$ = η επιθυμητή θερμ/σία χώρου – την θερμ/σία στην άλλη πλευρά του τοιχώματος (σε °C)

Έτσι για τον **νότιο** τοίχο έχουμε: Πάχος τοίχου = 0,25m

Μήκος τοίχου = 19,5m

Ύψος τοίχου = 4m

Επιφάνεια = 19,5 * 4 = 78m²

Αφαιρούμενη επιφάνεια (ανοίγματα) =

5 * 1,5m² * 2,0m² = 15m²

Τελική επιφάνεια = 78-15 = 63m²

Διαφορά θερμοκρασίας = εσωτερική- εξωτερική

= 22°C - (-1°C) = 23°C

$Q_T = 0,93(\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{k}) \cdot 63(\text{m}^2) \cdot 23(\text{°C}) \Rightarrow$

$Q_T = 1347,57 \text{ kcal/h}$

Για τον **ανατολικό** τοίχο έχουμε: Πάχος τοίχου = 0,25m

Μήκος τοίχου = 14,5m

Ύψος τοίχου = 4m

Επιφάνεια = 14,5 * 4 = 58m²

Αφαιρούμενη επιφάνεια (ανοίγματα) = 0

Τελική επιφάνεια = 58m²

Διαφορά θερμοκρασίας = εσωτερική- εξωτερική

= 22°C - 22°C = 0°C

$Q_T = 0,93(\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{k}) \cdot 58(\text{m}^2) \cdot 0(\text{°C}) \Rightarrow$

$Q_T = 0 \text{ kcal/h}$

Για τον **βόρειο** τοίχο έχουμε:

Πάχος τοίχου = 0,25m

Μήκος τοίχου = 19,5m

Ύψος τοίχου = 4m

Επιφάνεια = 19,5 * 4 = 78m²

Αφαιρούμενη επιφάνεια (ανοίγματα) =

2 * 1,5m² * 2,2m² = 6,6m²

Τελική επιφάνεια = 78-6,6 = 71,4m²

Διαφορά θερμοκρασίας = εσωτερική- εξωτερική

= 22°C - 18°C = 4°C

$Q_T = 0,93(\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{k}) \cdot 71,4(\text{m}^2) \cdot 4(\text{°C}) \Rightarrow$

$Q_T = 265,608 \text{ kcal/h}$

Για τον **δυτικό** τοίχο έχουμε:

Πάχος τοίχου = 0,25m
Μήκος τοίχου = 14,5m
Ύψος τοίχου = 4m
Επιφάνεια = $14,5 * 4 = 58\text{m}^2$
Αφαιρούμενη επιφάνεια (ανοίγματα) = 0
Τελική επιφάνεια = 58m^2
Διαφορά θερμοκρασίας = εσωτερική- εξωτερική
= $22^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C} = 7^\circ\text{C}$
 $Q_T = 0,93(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{k}) * 58(\text{m}^2) * 7(^\circ\text{C}) \Rightarrow$
 $Q_T = 377,58 \text{ kcal/h}$

Για τα **παράθυρα** έχουμε:

Μήκος = 1,5m
Ύψος = 2,0m
Επιφάνεια = $1,5 * 2,0 = 3,0\text{m}^2 * 5 \text{ παράθυρα} = 15 \text{ m}^2$
Διαφορά θερμοκρασίας = εσωτερική- εξωτερική
= $22^\circ\text{C} - (-1^\circ\text{C}) = 23^\circ\text{C}$
 $Q_T = 3,2(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{k}) * 15(\text{m}^2) * 23(^\circ\text{C}) \Rightarrow$
 $Q_T = 1104 \text{ kcal/h}$

Για τις **πόρτες** έχουμε :

Μήκος = 1,5m
Ύψος = 2,2m
Επιφάνεια = $1,5 * 2,2 = 3,3\text{m}^2 * 2 \text{ πόρτες} = 6,6\text{m}^2$
Διαφορά θερμοκρασίας = εσωτερική- εξωτερική
= $22^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C} = 4^\circ\text{C}$
 $Q_T = 3,0(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{k}) * 6,6(\text{m}^2) * 4(^\circ\text{C}) \Rightarrow$
 $Q_T = 79,2 \text{ kcal/h}$

Για το **δάπεδο** έχουμε :

Μήκος = 19,5m
Πλάτος = 14,5m
Επιφάνεια = $19,5 * 14,5 = 282,75\text{m}^2$
Διαφορά θερμοκρασίας = αίθουσας - ισογείου
= $22^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$
 $Q_T = 1,6(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{k}) * 282,75(\text{m}^2) * 10(^\circ\text{C}) \Rightarrow$
 $Q_T = 4524 \text{ kcal/h}$

Για την **οροφή** έχουμε:

Μήκος = 19,5m
Πλάτος = 14,5m
Επιφάνεια = $19,5 * 14,5 = 282,75\text{m}^2$
Διαφορά θερμοκρασίας = αίθουσας - 2^{ου} ορόφου
= $22^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C} = 0^\circ\text{C}$
 $Q_T = 1,6(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{k}) * 282,75(\text{m}^2) * 0(^\circ\text{C}) \Rightarrow$
 $Q_T = 0 \text{ kcal/h}$

Σύνολο απωλειών θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις
 $Q_T = 7697,958 \text{ kcal/h} \approx$ **7698 kcal/h**

Προσαυξήσεις

Στον πίνακα 2.3 που ακολουθεί βλέπουμε τις απαιτούμενες προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού, οι οποίες στη περίπτωση μας είναι -5% λόγω του ότι ο εκτεθειμένος τοίχος στο περιβάλλον είναι προς το νότο.

Πίνακας 2.3:
Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΡΟΣΘΗΚΗ (%)
B, ΒΑ, ΒΔ	5
A, Δ	0
N, ΝΑ, ΝΔ	-5

Επίσης για τις προσαυξήσεις λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας συμβουλευτήκαμε τον πίνακα 2.4 ο οποίος έχει ως εξής:

Πίνακας 2.4 : Προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας

Λειτουργία ανά 24ωρο	Τιμές του D			
	0,1 έως 0,3	0,3 έως 0,7	0,7 έως 1,5	1,5 και άνω
I	7	7	7	7
II	20	15	15	15
III	30	25	20	15

Όπου με (I) χαρακτηρίζεται μία εγκατάσταση όταν έχει μόνο μικρής διάρκειας διακοπές, με (II) όταν λειτουργεί 12 έως 15 ώρες ημερησίως και με (III) όταν λειτουργεί 8 έως 12 ώρες ημερησίως.

Οι περισσότερες ελληνικές εγκαταστάσεις της νότιας Ελλάδας υπάγονται στην κατηγορία (III) κυρίως λόγω της ηπιότητας του ελληνικού χειμώνα αλλά και για λόγους οικονομίας, το ίδιο και η αίθουσα της μελέτης μας.

Επίσης στον πίνακα 2.4 υπεισέρχεται η τιμή της **μέσης θερμοπερατότητας D** η οποία υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D = \frac{Q_o}{F_{ολ}(t_o - t_a)} \quad \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h K}}$$

όπου: Q_o = Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις = 7698 kcal/h

$F_{ολ}$ = Το συνολικό εμβαδόν των επιφανειών και των ανοιγμάτων που περικλείουν τον χώρο

t_o = Θερμοκρασία του χώρου

t_a = Θερμοκρασία περιβάλλοντος

Επομένως για την περίπτωση μας έχουμε:

$$D = \frac{7698}{822,2 * 22 - (-1)} = \frac{7698}{822,2 * 23}$$

=>

$$D = 0,4$$

Άρα από τον πίνακα 2.4 βλέπουμε ότι η προσαύξηση που παίρνουμε είναι 25%. Τέλος υπολογίζουμε τον τελικό συντελεστή προσαύξησης με τον τύπο:

$$\text{Τελικός Συντελεστής Προσαύξησης} = 1 + (\text{Προσαύξηση Προσανατολισμού} + \text{Προσαύξηση Διακοπών Λειτουργίας})$$

Δηλαδή στην περίπτωση μας έχουμε: $T.S.P. = 1 + [(-5\%) + 25\%] = 1,20$ δηλαδή η τιμή των απωλειών θερμότητας δι' αγωγής με την προσθήκη των προσαυξήσεων γίνεται $Q_T = 7698 * 1.2 \Rightarrow Q_T = 9237,6 \text{ kcal/h}$

Για τις απώλειες λόγω αερισμού ισχύει:

$$Q_L = \Sigma(\alpha * l) * R * H * (t_o - t_a) * Z_E \quad (\text{σε kcal/h})$$

Όπου: α = συντελεστής διαπερατότητας (σε kcal/mhK)

l = το συνολικό μήκος των σχισμών ή των χαραμάδων στη διαχωριστική επιφάνεια χώρων και περιβάλλοντος (σε m)

R = συντελεστής διεισδυτικότητας του χώρου

H = ειδικός συντελεστής προσβολής ανέμου

Z_E = συντελεστής γωνιακών παραθύρων ($Z_E = 1$ όταν δεν υπάρχουν γωνιακά παράθυρα και $Z_E = 1,2$ όταν υπάρχουν)

Στον πίνακα 2.5 βλέπουμε τις τιμές του συντελεστή διαπερατότητας α όπου διακρίνουμε ότι για την περίπτωση μας οι τιμές του α είναι 1,2 kcal/ mhK για τα παράθυρα και 15 kcal/ mhK για τις εσωτερικές πόρτες.

Πίνακας 2.5 : Συντελεστής διαπερατότητας α

	ΥΛΙΚΟ ΘΥΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ	
	Ξύλο ή πλαστικό	Μέταλλο
	α (kcal/m h K)	
Απλά παράθυρα και θύρες χωρίς εξώφυλλα	3,0	1,5
Απλά παράθυρα με εξώφυλλα	2,5	1,5
Διπλά παράθυρα και θύρες	2,0	1,2
Εσωτερικές θύρες:		
Συνεχώς ανοικτές	40	
Συνήθως ανοικτές	15	

Για τον υπολογισμό του συνολικού μήκους των σχισμών και των χαραμάδων L εργαζόμαστε ως εξής:

Για κάθε παράθυρο έχουμε δύο χαραμάδες του 1,5m και τρεις των 2,0m άρα $l_{\text{παρ.}} = 2 * 1,5 + 3 * 2,0 = 9\text{m}$. Επειδή όμως έχουμε 5 παράθυρα ισχύει: $l_{\text{παρ.}} = 9 * 5 = 45\text{m}$

Για κάθε θύρα έχουμε δύο χαραμάδες του 1,5m και τρεις των 2,2m άρα $I_{\text{θύρας}} = 2 * 1,5 + 3 * 2,2 = 9,6\text{m}$ και επειδή έχουμε δύο θύρες ισχύει $I_{\text{θυρ.}} = 9,6 * 2 = 19,2\text{m}$

Επομένως το συνολικό μήκος των χαραμάδων είναι $L = 45 + 19,2 = 64,2\text{m}$

Για να βρούμε τον συντελεστή διεισδυτικότητας R θα συμβουλευτούμε τον πίνακα 2.6 αφού πρώτα υπολογίσουμε το συνολικό εμβαδόν των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου F_A και το συνολικό εμβαδόν των εσωτερικών ανοιγμάτων (μη προσβαλλόμενα από τον άνεμο) F_N .

Από το υπολογιστικό φύλο 1 του παραρτήματος έχουμε: $F_A = 15\text{m}$ και $F_N = 6,6\text{m}$ και ο λόγος τους $F_A / F_N = 2,273$

Επομένως από τον πίνακα 2.6 ο συντελεστής διεισδυτικότητας $R = 0,9$

Πίνακας 2.6 :
Συντελεστής
Δεισδυτικότητας R

ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΘΥΡΕΣ	F_A / F_N	R
Ξύλινα και Πλαστικά	Μη στεγανά	< 3	0,9
	Στεγανά	< 1,5	
Μεταλλικά	Μη στεγανά	< 6	
	Στεγανά	< 2,5	
Ξύλινα και Πλαστικά	Μη στεγανά	3 ÷ 9	0,7
	Στεγανά	1,5 ÷ 3	
Μεταλλικά	Μη στεγανά	6 ÷ 20	
	Στεγανά	2,5 ÷ 6	

Τον ειδικό συντελεστή προσβολής ανέμου H τον παίρνουμε από τον πίνακα 2.7 με δεδομένα ότι το κτίριο βρίσκεται σε περιοχή με όχι πολύ ισχυρούς ανέμους και το οίκημα δεν είναι μεμονωμένο. Άρα $H = 0,24$

Πίνακας 2.7: Συντελεστής προσβολής ανέμου H

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΘΕΣΗ	ΕΝ ΣΕΙΡΑ ΟΙΚΗΜΑΤΑ	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΑ ΟΙΚΗΜΑΤΑ
Συνήθης περιοχή από πλευράς ισχύος πνοής ανέμων	α	0,24	0,34
	β	0,41	0,58
	γ	0,60	0,84
Περιοχή με ισχυρούς ανέμους	α	0,41	0,58
	β	0,60	0,84
	γ	0,82	1,13
(α) Προφυλαγμένη θέση (β) Εκτεθειμένη θέση (γ) Ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση			

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα από τον τύπο των απωλειών λόγω αερισμού έχουμε: $Q_L = [(1,2 * 45) + (15 * 19,2)] * 0,9 * 0,24 * 23 * 1 \Rightarrow$

$$Q_L = 1684,2 \text{ kcal/h.}$$

Έτσι αν προσθέσουμε τις απώλειες αγωγιμότητας και τις απώλειες αερισμού σύμφωνα με τον τύπο: $Q_h = Q_T + Q_L \Rightarrow Q_h = 9237,6 + 1684,2 \Rightarrow$

$$Q_h = 10921,8 \approx 10922 \text{ kcal/h}$$

$$\text{ή } 43338 \text{ BTU/h} \quad (1 \text{ kcal/h} = 3,968 \text{ BTU/h})$$

που είναι το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου.

2.6 Υπολογισμός θερμικού κέρδους θερινής περιόδου

Για τον υπολογισμό του συνολικού θερμικού κέρδους για την θερινή περίοδο θα πρέπει να υπολογίσουμε και να αθροίσουμε τα επιμέρους θερμικά κέρδη που είναι:

A) Άμεση μεταφερόμενη ηλιακή ακτινοβολία από ηλιοφανή παράθυρα.

B) Μεταφοράς θερμότητας μέσω τοιχωμάτων, θυρών κ.α λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού αέρα.

Γ) Θερμικά κέρδη τα οποία οφείλονται στην εισροή θερμού αέρα διά των ανοιγμάτων και χαραμάδων του χώρου.

Δ) Θερμικά κέρδη λόγω λειτουργίας του συστήματος ηλεκτροφωτισμού.

Ε) Θερμικά φορτία τα οποία οφείλονται στο φυσικό μεταβολισμό των ατόμων.

ΣΤ) Θερμικά φορτία τα οποία προκαλούνται εξ' αιτίας της λειτουργίας θερμικών, ηλεκτρικών, ηλεκτρονικών, ή άλλων συσκευών στο χώρο τα οποία όμως δεν μας απασχολούν αφού στην αίθουσα δεν υπάρχει πλήθος τέτοιων συσκευών.

A). Για να υπολογίσουμε το θερμικό κέρδος λόγω διαπερατότητας της ηλιακής ακτινοβολίας από ηλιοφανή παράθυρα χρησιμοποιήσαμε τον παρακάτω τύπο

$$Q_{wi} = A_{wi} [F_{sh} * T_{b, wi} * I_{h,b} * \cos\theta/\sin\alpha + T_{d, wi} * I_{h,d} + T_{r, wi} * I_r] \quad (\text{σχέση 2.1})$$

Όπου :

A_{wi} = το άνοιγμα των παραθύρων (15m^2)

F_{sh} = ο συντελεστής σκίασης και έχει τιμή 1 για μη σκιαζόμενο παράθυρο και 0 για πλήρως σκιαζόμενο

$T_{b, wi}$ = ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοπινάκων στην άμεση ακτινοβολία συνήθως $T_{b, wi} = 0,70$

$T_{d, wi}$ = ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοπινάκων στην διάχυτη ακτινοβολία συνήθως $T_{d, wi} = 0,80$

$T_{r, wi}$ = ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοπινάκων στην ανακλώμενη προς το κτίριο ακτινοβολία, συνήθως $T_{r, wi} \approx 0,70$

θ = Η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας μεταξύ της καθέτου στο επίπεδο ή του παραθύρου και της ευθείας που συνδέει αυτό το επίπεδο με τον ήλιο.

α = Ύψος του Ηλίου

$I_{h,b}$, $I_{h,d}$, I_r = οι τιμές της άμεσης – διάχυτης – ανακλώμενης ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο (σε W/m^2)

Για την Πάτρα την 1^η Ιουλίου από πίνακες παίρνουμε :

$$I_{h,b} = 605 \text{ W/m}^2$$

$$I_{h,d} = 263 \text{ W/m}^2$$

$$I_r = 65 \text{ W/m}^2$$

Για τον υπολογισμό του θ θα χρησιμοποιήσουμε την σχέση :

$$\begin{aligned} \cos\theta &= \sin\delta * \sin\varphi * \cos\beta - \sin\delta * \cos\varphi * \sin\beta * \cos\gamma + \\ &+ \cos\delta * \cos\varphi * \cos\beta * \cos\omega + \\ &+ \cos\delta * \sin\varphi * \sin\beta * \cos\gamma * \cos\omega + \\ &+ \cos\delta * \sin\beta * \sin\gamma * \sin\omega \end{aligned} \quad (\text{σχέση 2.2})$$

Όμως επειδή τα παράθυρα του κτιρίου είναι προσανατολισμένα προς το νότο έχουμε $\gamma=0$ (δηλαδή $\cos\gamma= 1$ και $\sin\gamma= 0$) και επειδή η κλίση των παραθύρων είναι 90° (δηλαδή $\beta= 90^\circ$ και άρα $\cos\beta= 0$ και $\sin\beta= 1$) επομένως η σχέση 2.2 γράφεται :

$$\cos\theta = -\sin\delta * \cos\varphi + \cos\delta * \sin\varphi * \cos\omega \quad (\text{σχέση 2.3})$$

Όπου :

φ = το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (Για την Πάτρα $\varphi = 38,25^\circ$)

δ = απόκλιση του ήλιου, καλείται η γωνιακή θέση του ήλιου σε σχέση με το ισημερινό επίπεδο. Η ηλιακή απόκλιση δ αλλάζει καθημερινά και προσδιορίζεται από τη σχέση :

$$\delta = 23,45^\circ \sin[360*(284+n) / 365] \quad (\text{σχέση 2.4})$$

$$-23,45 < \delta < 23,45$$

όπου n = η ημέρα του χρόνου

β = η κλίση της εξεταζόμενης επιφάνειας ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Στην περίπτωση μας $\beta= 90^\circ$ λόγω καθετότητας των παραθύρων.

ω = ωριαία γωνία του ήλιου με τον μεσημβρινό και προσδιορίζεται από την σχέση:

$$\omega = (\text{A.H.X.} - 12h) * 15^\circ / h \quad (\text{σχέση 2.5})$$

όπου A.H.X. = Αληθής Ηλιακός Χρόνος (η ώρα της ημέρας)

α = ύψος του ήλιου καλείται η συμπληρωματική γωνία της ζενιθίας γωνίας θ_z και δίνεται από τη γωνία μεταξύ της ευθείας τόπος – ήλιος και του οριζόντιου επιπέδου. Είναι δηλαδή:

$$\theta_z + \alpha = 90^\circ \quad (\text{σχέση 2.6})$$

Έτσι από την σχέσεις 2.4 και 2.5 για την 1^η Ιουλίου ($n= 182$) στις 1 η ώρα το μεσημέρι (A.H.X. = 13h) έχουμε:

$$\delta = 23,45^\circ \sin[360*(284+n) / 365] = 23,45^\circ \sin[360*(284+182) / 365] = 23,12^\circ$$

$$\omega = (A.H.X. - 12h) * 15^\circ / h = (13h - 12h) * 15^\circ / h = 15^\circ$$

Επίσης από την σχέση 2.3 παίρνουμε :

$$\begin{aligned} \cos\theta &= -\sin\delta * \cos\varphi + \cos\delta * \sin\varphi * \cos\omega = \\ &= -\sin 23,12 * \cos 38,25 + \cos 23,12 * \sin 38,25 * \cos 15 = \\ &= -0,39265817 * 0,78531693 + 0,91968449 * 0,61909395 * 0,96592583 = \\ &= 0,24160915 \end{aligned}$$

Άρα $\theta = 76,02^\circ$

Έπειτα θα πρέπει να υπολογίσουμε τον όρο θ_z της σχέσης 2.6 για τον οποίο ισχύει :

$$\begin{aligned} \cos\theta_z &= \cos\delta * \cos\varphi * \cos\omega + \sin\delta * \sin\varphi = \\ &= 0,91968449 * 0,78531693 * 0,96592583 + 0,39265817 * 0,61909395 = \\ &= 0,94072624 \end{aligned}$$

Άρα $\theta_z = 19,83^\circ$

Και επομένως από την σχέση 2.6 έχουμε

$$\alpha = 90^\circ - \theta_z \Rightarrow \alpha = 70,17^\circ \text{ και } \sin\alpha = 0,94070328$$

Επομένως από τη σχέση 1 έχουμε :

$$\begin{aligned} Q_{wi} &= A_{wi} [F_{sh} * T_{b, wi} * I_{h,b} * \cos\theta / \sin\alpha + T_{d, wi} * I_{h,d} + T_{r, wi} * I_r] = \\ &= 15 [1 * 0,7 * 605 * 0,24160915 / 0,94070328 + 0,8 * 263 + 0,7 * 65] = \\ &= \mathbf{5470 \text{ Watt ή } 4720 \text{ kcal/h}} \end{aligned}$$

Για το Β εργαζόμαστε όπως και στην περίπτωση των απωλειών θερμότητας της χειμερινής περιόδου και συμπληρώσαμε το 2^ο υπολογιστικό φύλλο του παραρτήματος. Οι διαφορές θερμοκρασίας για τον νότιο τοίχο και τα παράθυρα δεν είναι οι κανονικές αλλά οι διορθωμένες τιμές που πήραμε με τη βοήθεια του πίνακα 2.8.

Πίνακας 2.8. Ισοδύναμη θερινή, πιθανή διαφορά θερμοκρασίας για τοίχους

ΠΡΟΣΦΩΝ. (α-λ) ΔΜΩΣ	ΚΑΤΑ ΤΑΞΕΥΣ kg/m ²	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B4	100	3,0	3,2	12,0	12,5	18,0	10,0	7,5	7,0	2,2	7,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	6,5	5,5
	200	1,5	1,2	2,0	0,0	2,0	11,0	5,0	7,5	5,5	5,5	7,2	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	6,5	5,5
	300	0,6	-	-	-1,5	2,8	15,0	12,0	11,0	0,0	7,0	5,0	7,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	6,0
4	100	0	0,0	10,0	10,0	18,0	18,0	17,0	11,0	3,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	5,0
	200	-6,3	-6,0	7,0	13,0	7,0	17,0	17,0	12,0	3,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	5,0
	300	0,6	0,0	0	1,0	15,0	17,0	17,0	15,0	3,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	5,0
B4	100	0,1	0,0	0,2	10,0	14,0	15,0	14,0	14,0	10,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	5,0
	200	0,2	2,0	3,0	8,0	12,0	13,0	10,0	14,0	10,0	10,0	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	8,0	5,0
	300	0,5	0,6	0	7,0	11,0	17,0	15,0	14,0	10,0	11,0	10,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	5,0
4	100	-1,0	1,5	2,2	0	2,0	7,0	12,0	14,0	10,0	10,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	10,0	5,0
	200	-1,0	-2,0	-2,5	-1,0	0	5,0	9,0	12,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	13,0	8,5
	300	-1,0	2,0	2,5	2,0	-1,5	3,0	6,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	10,0	5,0
45	100	-1,5	-2,5	-2,0	0,0	0	2,0	8,0	13,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	13,0	13,0
	200	0	-1,0	-2,5	0	0	1,0	2,0	5,0	12,0	16,0	15,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	15,0	15,0
	300	0	0,5	0	0	0	0,5	0	4,0	6,0	10,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	10,0	10,0
4	100	-1,0	-1,5	-2,0	-1,0	0	1,5	3,0	7,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	10,0	10,0
	200	0	1,0	-1,0	-1,5	0	1,0	2,5	5,0	6,0	10,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	10,0	10,0
	300	0	0	0	0	0	0	2,0	3,5	5,0	10,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	12,0	12,0
5A	100	-2,2	-2,5	-2,5	-1,0	0	1,5	3,0	5,0	6,0	10,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	12,0	10,0
	200	-1,0	-2,0	2,0	1,0	-1,5	1,0	2,0	4,0	5,0	6,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,0	8,0
	300	-1,3	-2,0	-2,5	-2,0	-1,0	0	1,0	3,0	4,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,0
5 (ΣΕΚΛΗΝ. 12 ΜΩΣ)	100	-2,0	-2,0	-2,5	-2,0	-1,0	0	2,0	4,0	5,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,5	4,5
	200	-2,0	-1,0	-2,5	-2,0	-1,0	0	1,0	2,5	4,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,5	4,0
	300	2,0	-2,2	-2,5	-2,0	-1,0	0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	3,0
0-κάλυψη ΠΡΟΣΦΩΝΕΣ ΠΛΑΤ	100	0,5	0	0,5	0	1,5	5,5	9,0	10,0	17,0	22,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	20,0
	200	2,5	2,0	1,5	2,0	3,0	5,0	5,0	5,0	8,0	16,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	17,0	16,0
	300	5,0	4,0	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	7,0	15,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	16,0	15,0
400	7,5	7,0	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0

Σύμφωνα με τον πίνακα 2.8 για νότιο τοίχο και μάζα τοίχου ίση με 300 kg/m η μέγιστη ισοδύναμη πιθανή διαφορά θερμοκρασίας ($\Delta T_{\text{ισοδ}}$) είναι ίση με 14 °C.

Επομένως στο 2^ο υπολογιστικό φύλλο για το νότιο τοίχο και τα παράθυρα θέσαμε την τιμή των 14°C στην στήλη της διαφοράς θερμοκρασίας.

Ο τύπος που ισχύει για τον υπολογισμό της μεταφοράς θερμότητας μέσω των τοιχωμάτων είναι ο ίδιος με των χειμερινών θερμικών απωλειών:

$Q_T = K * F * \Delta T$ μόνο που όπως προαναφέραμε για τις εκτεθειμένες επιφάνειες χρησιμοποιούμε την ισοδύναμη διαφορά θερμοκρασίας.

Έτσι για το νότιο τοίχο ισχύει: $Q_T = 0,93 * 63 * 14 = 820,26 \text{ kcal/h}$

Για τον ανατολικό τοίχο: $Q_T = 0,93 * 58 * 0 = 0 \text{ kcal/h}$

Για τον βόρειο τοίχο: $Q_T = 0,93 * 71,4 * 2 = 132,804 \text{ kcal/h}$

Για τον δυτικό τοίχο: $Q_T = 0,93 * 58 * 10 = 539,4 \text{ kcal/h}$

Για τα παράθυρα: $Q_T = 3,2 * 3 * 14 = 134,4 * 5 \text{ παράθυρα} = 672 \text{ kcal/h}$

Για τις θύρες: $Q_T = 3 * 3,3 * 2 = 19,8 * 2 \text{ θύρες} = 39,6 \text{ kcal/h}$

Για το δάπεδο: $Q_T = 1,6 * 282,75 * 8 = 3619,2 \text{ kcal/h}$

Για την οροφή: $Q_T = 1,6 * 282,75 * 0 = 0 \text{ kcal/h}$

Σύνολο θερμικού κέρδους δι' αγωγής: **$Q_T = 5823,3 \text{ kcal/h}$**

Γ). Για τα θερμικά κέρδη τα οποία οφείλονται στη εισροή θερμού αέρα στο χώρο από τα παράθυρα ισχύει ο τύπος:

$$Q_L = L_a * c_p * (t_{\text{εξ}} - t_{\text{ες}}) \quad (\text{σε kcal/h}) \quad \text{όπου:}$$

L_a = η ποσότητα του εξωτερικού αέρα που εισέρχεται στον κλιματιζόμενο χώρο, σε kg/h

c_p = η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα, υπό σταθερή πίεση, που είναι ίση με 2,4 kcal/kg

Για να βρούμε το L_a συμβουλευτήκαμε τον πίνακα 2.9 που ακολουθεί από τον οποίο προκύπτει $L_a = 0,32 \text{ kg/h}$ ανά m χαραμάδας, εφόσον οι ταχύτητες του ανέμου στην συγκεκριμένη περιοχή δεν ξεπερνούν τα δύο μποφόρ (= 9 km/h) τους καλοκαιρινούς μήνες και εφόσον τα παράθυρα του χώρου είναι αναλόγως καιρού κλειστά.

Πίνακας 2.9: Απώλειες παραθύρων λόγω εισροής θερμού αέρα

Είδος παραθύρου	Παρατηρήσεις	Παροχή αέρα (kg/h) ανά m χαραμάδας			
		Ταχύτητα αέρα σε km/h			
		8	16	24	32
Δίφυλλα Μεταλλικά Παράθυρα	Πάντοτε ανοικτά παραθυρόφυλλα	1,08	2,55	3,28	5,57
	Αναλόγως καιρού κλειστά	0,32	3,28	1,73	2,52

Επομένως ο τύπος $Q_L = L_a * c_p * (t_{εξ} - t_{εσ}) \Rightarrow$

$$Q_L = (0,32 * 45 \text{m οι χαραμάδες των παραθύρων}) * 2,4 * (36-26)$$

$$\Rightarrow Q_L = 345,6 \text{ kcal/h}$$

Επίσης θερμικό κέρδος έχουμε και από τις εσωτερικές θύρες από τις οποίες χάνουμε ψυκτικό φορτίο και χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$Q_L = \alpha * I * R * H * (t_{εξ} - t_{εσ}) * Z_E \quad (\text{σε kcal/h})$$

Όπως και στη περίπτωση των θερμικών απωλειών έχουμε:

$$Q_L = 15 * 19,2 * 0,9 * 0,24 * (36-26) * 1$$

$$\Rightarrow Q_L = 622 \text{ kcal/h}$$

Άρα το συνολικό φορτίο είναι: $Q_{L_{ολ}} = 345,6 + 622$

$$\Rightarrow Q_{L_{ολ}} = 967,6 \text{ δηλαδή περίπου } 1000 \text{ kcal/h}$$

Δ). Για τα θερμικά κέρδη τα οποία οφείλονται στη λειτουργία του συστήματος ηλεκτροφωτισμού συμβουλευτήκαμε τον πίνακα 2.10 ο οποίος μας λέει πως για κάθε m^2 επιφάνειας της αίθουσας απαιτείται ισχύς λαμπτήρων φθορισμού ίση με 16W. Άρα για $282,75\text{m}^2$ που είναι η αίθουσα απαιτείται ισχύς λαμπτήρων ίση με 4,5KW. Επομένως το θερμικό κέρδος που παίρνουμε είναι **3890 kcal/h**

Πίνακας 2.10

ΧΩΡΟΣ ή ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΦΩΤΙΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ* (σε Lux)	ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ, W/m ²	
		ΠΥΡΑΚΤΟ-ΣΕΩΣ	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ
Αποθήκες, Δωμάτια κατοικιών, Θέατρα	120	25	8
Γραφεία, Αίθουσες διδασκαλίας	250	55	16
Αναγνωστήρια, Εργαστήρια, Εμπορικά καταστήματα	500	110	32
Λειτουργεία, Γραφικές τέχνες, Super Market	750	170	50
Τεχνικά σχεδιαστήρια, Γραφεία μεγάλα, Χειρουργεία	1000	-	65
Πολύ λεπτές καταργασίες, Έλεγχος χρωμάτων (μεγάλων απαιτήσεων)	1500	-	100
Ηλεκτρονικά, Επεξεργασία πολύ μικρών τεμαχίων.	2000	-	130

* Υπενθυμίζεται ότι μονάδα της φωτεινής ροής (ρεύματος φωτός) είναι το 1 Lumen = 1 lm. Το μηχανικό ισοδύναμο του φωτός είναι 682 lm/W και η φωτιστική ισχύς 1 Lux = 1 lx = 1 lm/m².

Ε). Για τα θερμικά κέρδη τα οποία οφείλονται στο φυσικό μεταβολισμό των ατόμων σύμφωνα με τον πίνακα 2.11 που ακολουθεί κάθε άτομο καθισμένο και μετρίως εργαζόμενο σε αίθουσα παραδόσεων αποδίδει στο περιβάλλον αισθητή

θερμότητα ίση με 49 kcal/h στους 26,5°C, επομένως προσεγγιστικά στους 26°C θα αποδίδει θερμότητα ίση με 52 kcal/h, άρα για τα 125 άτομα της αίθουσας το συνολικό θερμικό κέρδος θα είναι: $Q_{ανθρ} = 125 * 52 = 6500 \text{ kcal/h}$.

Πίνακας 2.11:

Θερμικά κέρδη που οφείλονται στον φυσικό μεταβολισμό των ανθρώπων

ΒΑΘΜΙΔΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ (σε kcal/h)	ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ (σε kcal/h)	ΜΙΚΤΕΣ ΟΜΑΔΕΣ ΑΤΩΜΩΝ			ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ (σε kcal/h)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΡΟΥ (°C ε.θ.)									
			Ποσοστό %				28	26,5		25,5		24		21		
			Ανδρες	Γυναίκες	Γαϊκά		Αισθητή θερμότητα	Λαμβάνουσα θερμότητα	Αισθητή θερμότητα	Λαμβάνουσα θερμότητα	Αισθητή θερμότητα	Λαμβάνουσα θερμότητα	Αισθητή θερμότητα	Λαμβάνουσα θερμότητα	Αισθητή θερμότητα	Λαμβάνουσα θερμότητα
Άτομα καθισμένα αναπαυτικά	Κινηματοθέατρο	76	45	45	10	88	44	44	99	39	53	35	58	30	66	15
Άτομα καθισμένα και μετρίως εργαζόμενα	Αίθουσα Γυμναστικών παραδόσεων	113	50	50	0	101	45	55	49	52	54	47	60	40	69	31
Εργασία Γραφείου	Γραφεία Ξενοδοχείων Διαμερισματα	120	50	50	0	113	45	68	50	63	54	59	62	52	72	42
Βραδεία εργασία ορθών στήμων	Καταστήματα	139	70	70	20											
Άτομα όρθια ή βαδίζοντα με ήπιο ρυθμό	Μπαρ Τράπεζες	139 139	20 40	70 60	10 0	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
Άτομα που καταβιβάζουν μικρή προστάθεια	Επισκέψεις	126	50	50	0	139	48	91	55	97	60	78	71	68	81	58
Άτομα που εργάζονται με ταχύ ρυθμό	Εργαστήρια	202	60	40	0	189	48	141	55	134	62	127	74	115	92	72
Άτομα κινούμενα ταχύως	Χορευτικά κέντρα	227	50	50	0	214	55	159	62	152	69	145	82	132	101	113
Βάδισμα (5 km/h)	Εισιτηριακές	252	100	0	0	252	68	184	76	176	83	169	96	156	116	139
Εντονες προσπάθειες	Πυμνωζόμενα άτομα	378	72	25	0	365	113	252	117	248	122	243	132	233	152	213

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω το ολικό θερμικό κέρδος κατά την καλοκαιρινή περίοδο είναι: $Q_{ολ} = Q_T + Q_L + Q_{ηλ} + Q_{φωτ} + Q_{ανθρ}$

$$\Rightarrow Q_{ολ} = 4720 + 5823 + 1000 + 3890 + 6500$$

$$\Rightarrow Q_{ολ} = 21.933 \text{ kcal/h}$$

$$\text{ή } 87.030 \text{ BTU/h} \quad (1 \text{ kcal/h} = 3,968 \text{ BTU/h})$$

2.7 Υπολογισμός αεραγωγών

Για τον υπολογισμό των αεραγωγών θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο της σταθερής πτώσης πίεσεως που όπως είδαμε στο κεφάλαιο 1.10 είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη μέθοδος και δίνει πολύ καλά αποτελέσματα.

Όπως είδαμε χρειαζόμαστε 6250 m³/h προσαγομένου αέρα αλλά θα πρέπει πρώτα να ελέγξουμε εάν αυτό το ποσό του αέρα είναι αρκετό για να καλύψει τα φορτία του χειμώνα και του καλοκαιριού.

2.7.1 Έλεγχος παροχής για τον χειμώνα

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου το έχουμε υπολογίσει νωρίτερα και ισούται με 10.922 kcal/h. Επίσης έχουμε ορίσει επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία ίση με 22 °C. Επομένως από την σχέση 1 και από τον ψυχομετρικό χάρτη για τον χειμώνα που ακολουθεί έχουμε:

$$Q = 0,29 * V_1 * (\Delta T) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10.922 = 0,29 * 6250 * (T_4 - T_5) \quad \text{και για } T_5 = 22 \text{ }^\circ\text{C} \text{ έχουμε}$$

$$\Rightarrow T_4 = 28 \text{ }^\circ\text{C}$$

Όπου T_4 είναι η θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα στην αίθουσα. Βλέπουμε ότι η τιμή του T_4 είναι ικανοποιητική οπότε μπορούμε να πούμε ότι η παροχή V_1 μας καλύπτει για τον χειμώνα.

Όμως συνήθως οι εγκαταστάσεις κλιματισμού σε περιοχές όπως η Πάτρα αντιμετωπίζουν πρόβλημα κατά την θερινή περίοδο λόγω υψηλών φορτίων και όχι κατά την χειμερινή.

2.7.2 Έλεγχος παροχής για το καλοκαίρι

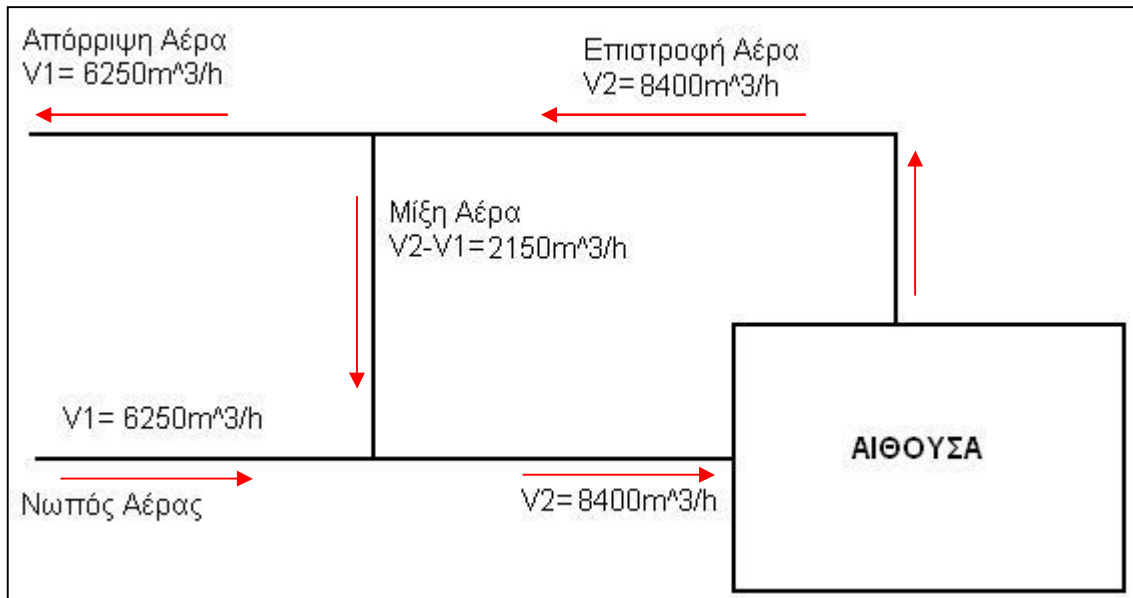
Το συνολικό θερμικό κέρδος για το καλοκαίρι έχει υπολογιστεί σε 21.933 kcal/h. Από τον ψυχομετρικό χάρτη βλέπουμε ότι η θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα είναι γύρω στους 17 °C ενώ την επιθυμητή θερμοκρασία της αίθουσας την έχουμε ορίσει στους 26 °C. Έτσι από την παρακάτω σχέση έχουμε :

$$Q_\psi = 0,29 * V_2 * (\Delta T) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = Q_\psi / 0,29 * (26 - 17)$$

$$\Rightarrow V_2 = 8400 \text{ m}^3/\text{h}$$

Από το παραπάνω αποτέλεσμα διαπιστώνουμε ότι η παροχή V_1 δεν αρκεί για να καλύψει τα θερινά φορτία εντός της αίθουσας. Επομένως θα χρησιμοποιήσουμε ανακυκλοφορία αέρα. Το ποσοστό του φρέσκου αέρα συγκριτικά με το ποσό του ανακυκλοφορούντος αέρα είναι $6250 / 8400 * 100\% = 74\%$. Σχηματικά θα έχουμε την παρακάτω διάταξη.



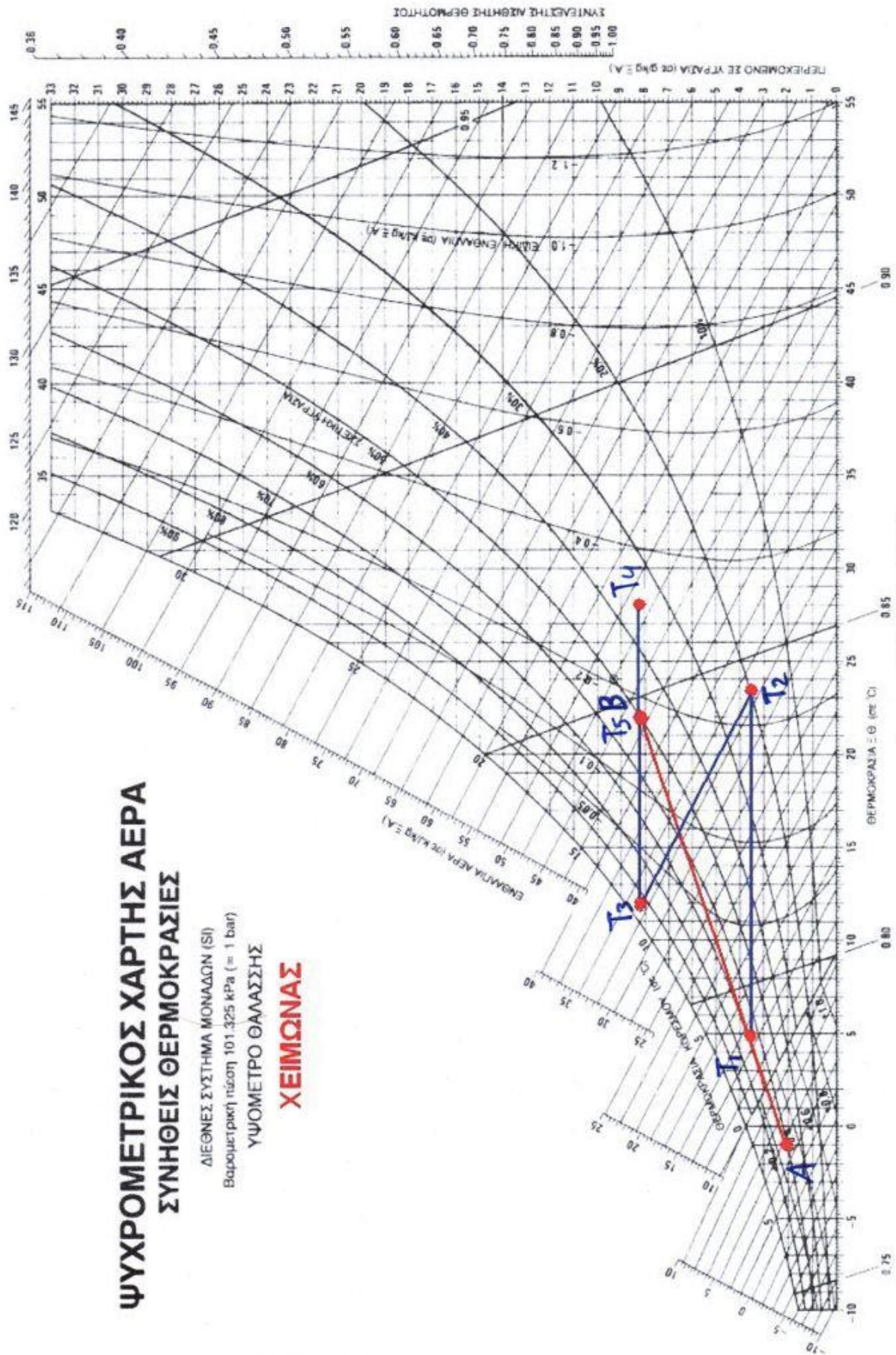
Άρα χρειαζόμαστε $8400 \text{ m}^3/\text{h}$ συνολικού προσαγόμενου αέρα τον οποίο θα προσάγουμε στο χώρο μέσω τριών αγωγών όπως φαίνεται στο σχέδιο 2 του παραρτήματος και θα τον απάγουμε από στόμια όπως φαίνεται στα σχέδια 2 και 3 του παραρτήματος.

ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΑΕΡΑ ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ (SI)
 Βαρομετρική πίεση 101,325 kPa (= 1 bar)

ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΗΣ

ΧΕΙΜΩΝΑΣ

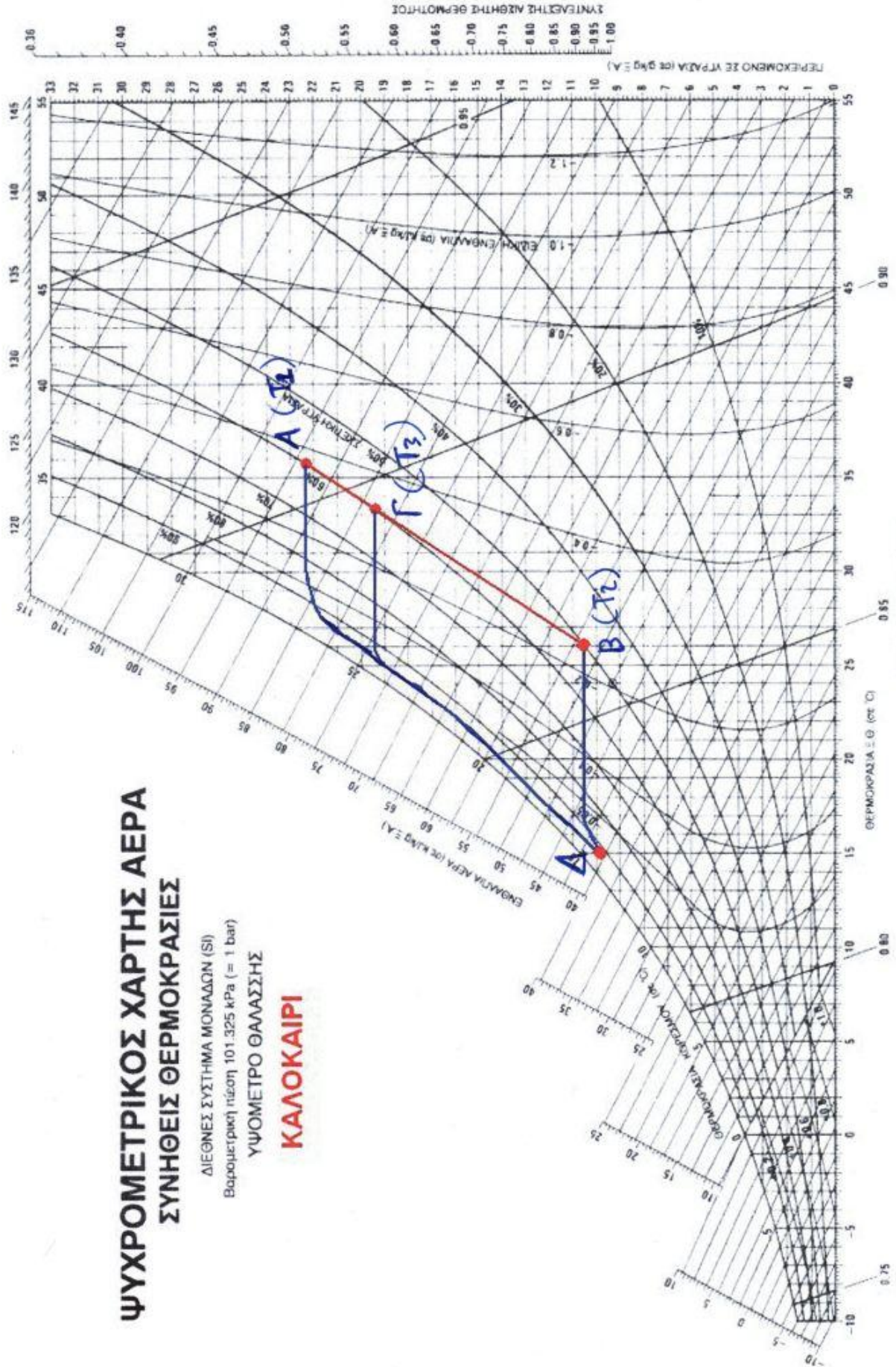


Σε θερμοκρασίες κάτω από 0 °C τα χαρακτηριστικά του νερού και η ενθαλπία του αναφέρονται σε πάγο

ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΑΕΡΑ ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ (SI)
 Βαρομετρική πίεση 101.325 kPa (= 1 bar)
 ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΗΣ

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ



Σε θερμοκρασίες κάτω από 0°C τα χαρακτηριστικά του νερού και η ενθαλπία του αναφέρονται σε πάγο

ΕΙΔΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ (σε m³/kg Ξ.Α.)

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ Ξ.Θ. (σε °C)

ΕΝΘΑΛΠΙΑ ΑΕΡΑ (σε kJ/kg Ξ.Α.)

ΕΝΘΑΛΠΙΑ ΞΕΡΑΙΑ (σε kJ/kg Ξ.Α.)

ΕΝΘΑΛΠΙΑ ΞΕΡΑΙΑ (σε kJ/kg Ξ.Α.)

ΕΝΘΑΛΠΙΑ ΞΕΡΑΙΑ (σε kJ/kg Ξ.Α.)

ΕΝΘΑΛΠΙΑ ΞΕΡΑΙΑ (σε kJ/kg Ξ.Α.)

ΕΝΘΑΛΠΙΑ ΞΕΡΑΙΑ (σε kJ/kg Ξ.Α.)

2.7.3 Επεξήγηση ψυχομετρικού χάρτη για το χειμώνα

Όπως βλέπουμε στον ψυχομετρικό χάρτη για τον χειμώνα το σημείο με τις εξωτερικές συνθήκες για την Πάτρα είναι το σημείο A, με θερμοκρασία $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ Ξ.Θ. και σχετική υγρασία 60%, και το σημείο με τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες της αίθουσας είναι το σημείο B με θερμοκρασία $T_5 = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ και σχετική υγρασία 50%.

Όπως είδαμε και στο κεφάλαιο 1.1 χρησιμοποιούμε προθερμαντικό και μεταθερμαντικό στοιχείο. Επίσης έχουμε μίξη του αέρα με ποσοστά 74% εξωτερικό-νωπό αέρα και 26% αέρα ανακυκλοφορίας. Γι' αυτό φέρνουμε μία ευθεία ενώνοντας τα σημεία A και B και τοποθετούμε το σημείο της μίξης στο 26% της απόστασης των δύο σημείων. Ονομάσαμε το σημείο της μίξης T_1 με θερμοκρασία $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ και 70% σχετική υγρασία.

Έπειτα φέρνουμε μία ευθεία από το σημείο B παράλληλη στον άξονα της θερμοκρασίας Ξ.Θ. και προς τον άξονα της ενθαλπίας μέχρι να αγγίξουμε ποσοστό υγρασίας 95% περίπου. Το σημείο αυτό το ονομάζουμε T_3 . Από το σημείο αυτό κατεβαίνουμε ισενθαλπικά προς τον άξονα της θερμοκρασίας Ξ.Θ. Στη συνέχεια από το σημείο T_1 φέρνουμε παράλληλη προς τον άξονα της θερμοκρασίας Ξ.Θ. μέχρι να ενώσουμε τις δύο ευθείες. Αυτό το σημείο τομής το ονομάσαμε T_2 .

Έτσι η πορεία του αέρα στον ψυχομετρικό χάρτη είναι η εξής:

$T_1 - T_2$: προθέρμανση του αέρα

$T_2 - T_3$: ύγρανση του αέρα με αδιαβατικό υγραντήρα ($\Delta h = 0$)

$T_3 - (T_5) - T_4$: μεταθέρμανση του αέρα

Παρατηρούμε ότι στο στάδιο της μεταθέρμανσης του αέρα συνεχίζουμε και θερμαίνουμε τον αέρα μέχρι τους $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ όπως υπολογίσαμε νωρίτερα έτσι ώστε να προλάβει ο αέρας να υπερνικήσει τα φορτία και τελικά στην αίθουσα να έχουμε θερμοκρασία $22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.7.4 Επεξήγηση ψυχομετρικού χάρτη για το καλοκαίρι

Όπως και στην περίπτωση του χειμώνα έτσι και για το καλοκαίρι έχουμε ένα σημείο A που υποδηλώνει τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα, με $T_1 = 36\text{ }^{\circ}\text{C}$ και ποσοστό σχετικής υγρασίας 60 %, και το σημείο B με $T_2 = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$ και ποσοστό σχετικής υγρασίας 50 % που υποδηλώνει τις επιθυμητές συνθήκες της αίθουσας.

Για να υπολογίσουμε το σημείο της μίξης Γ ενώνουμε τα σημεία A και B και τοποθετούμε το σημείο αυτό στο 26 % της απόστασής τους.

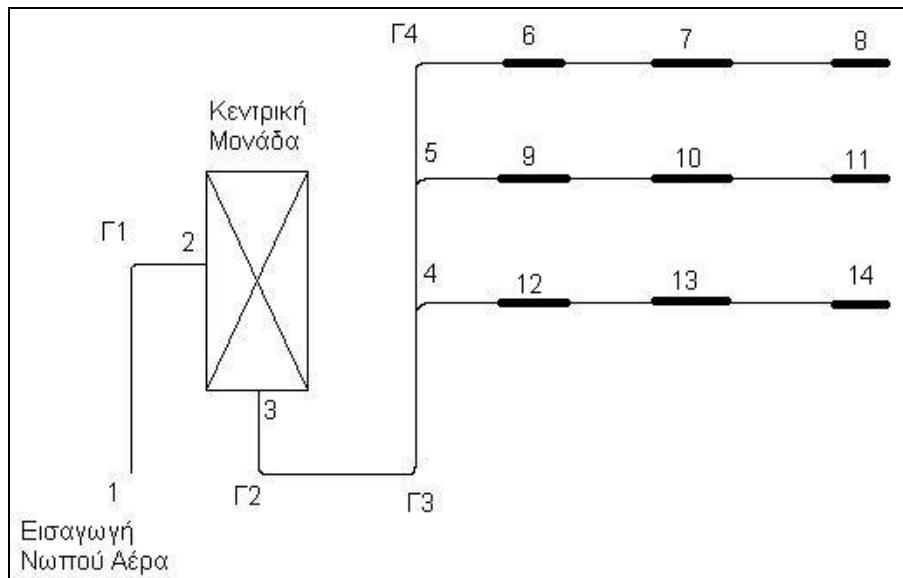
Έτσι από το σημείο Γ παραλαμβάνεται ο αέρας και αρχικά ψύχεται με αποτέλεσμα να έχουμε ανύψωση του ποσοστού σχετικής υγρασίας μέχρι το ποσοστό του 95 % περίπου. Έπειτα ο αέρας εξακολουθεί να ψύχεται στο ψυκτικό στοιχείο με σταθερό πλέον ποσοστό σχετικής υγρασίας ώσπου να φτάσει περίπου τους $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Κατά την έξοδό του από το ψυκτικό στοιχείο έχουμε μία μικρή ανύψωση της θερμοκρασίας κατά $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ λόγω μίας μικρής διαφοράς στην θερμοκρασία των πτερυγίων του ψυκτικού στοιχείου.

Από αυτό το σημείο και πέρα αρχίζει η προσαγωγή του αέρα στους αεραγωγούς μέχρι να φτάσει στην αίθουσα και κατά συνέπεια στο σημείο B.

2.7.5 Υπολογισμός των στοιχείων των αεραγωγών προσαγωγής ανά τμήματα

Για τους υπολογισμούς των στοιχείων των αεραγωγών σχεδιάσαμε την διάταξη του παρακάτω σχήματος (σχήμα 2.1) όπου διακρίνονται τα τμήματα και οι γωνίες της εγκατάστασης.

Σχήμα 2.1: Απεικόνιση των τμημάτων των αεραγωγών προσαγωγής



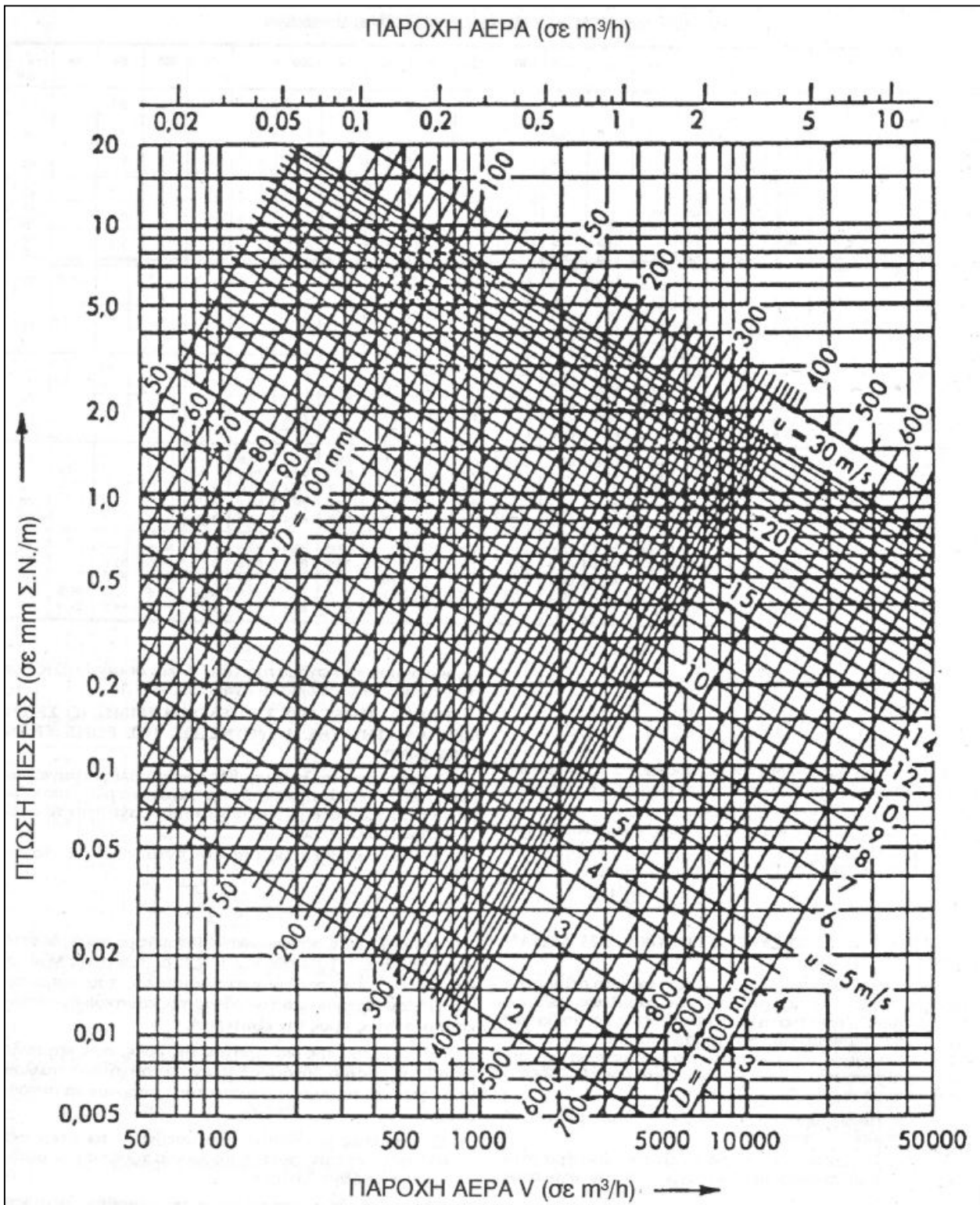
Τμήμα 1 – 2: Το τμήμα αυτό είναι πριν την κεντρική μονάδα και από τους υπολογισμούς μας προκύπτει ότι η παροχή του είναι ίση με $Q_{1-2} = 6250 \text{ m}^3/\text{h}$. Επίσης από τον πίνακα 2.12 που ακολουθεί βλέπουμε ότι για τους αεραγωγούς προσαγωγής νωπού αέρα η ενδεικτική τιμή της ταχύτητας είναι τα 800 FPM δηλαδή περίπου 4 m/s ($1\text{FPM} = 0,00508 \text{ m/s}$).

Πίνακας 2.12: Ενδεικτικές και μέγιστες ταχύτητες του αέρα

ΘΕΣΗ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ			ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ		
	ΟΙΚΙΕΣ ΓΡΑΦΕΙΑ	ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΤΙΡΙΑ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	ΟΙΚΙΕΣ ΓΡΑΦΕΙΑ	ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΤΙΡΙΑ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ
Αεραγωγοί προσαγωγής νωπού αέρα	700	800	1000	800	900	1200
Κιβώτια φίλτρων	250	300	350	300	350	350
Θερμαντικό στοιχείο	450	500	600	500	600	700
Φίλτρα αέρα	500	500	500	500	500	500
Κεντρική μονάδα	700	800	1000	900	1000	1400
Αναχώρηση ανεμιστήρων	1000 - 1600	1300 - 2000	1600 - 2400	1700	1500 - 2200	1700 - 2800
Κεντρικοί αεραγωγοί	700 - 900	1000 - 1300	1200 - 1800	800 - 1000	1100 - 1600	1300 - 2200
Δευτερεύοντες αεραγωγοί	600	600 - 900	800 - 1000	700 - 1000	800 - 1300	1000 - 1800
Κατακόρυφοι αεραγωγοί	500	600 - 700	800	650 - 800	800 - 1200	1000 - 1600

Έτσι με τα δύο αυτά στοιχεία από το διάγραμμα 2.1 υπολογισμού της πτώσης πίεσης που ακολουθεί παίρνουμε διατομή κυκλικού αγωγού για το συγκεκριμένο τμήμα $D_{1-2} = 800 \text{ mm}$ και πτώση πίεσης $\Delta p_{1-2} = 0.021 \text{ mm } \Sigma.N / m$.

Διάγραμμα 2.1: Διάγραμμα υπολογισμού της πτώσης πίεσης σε $\text{mm}\Sigma.N/m$



Τμήμα 2 – 3: Το τμήμα αυτό είναι το τμήμα της κεντρικής μονάδας και τα στοιχεία του εξαρτώνται από τον κατασκευαστή και δεν είναι ίδια σε όλες τις περιπτώσεις γι' αυτό και δεν θα ασχοληθούμε με αυτό το τμήμα της εγκατάστασης.

Τμήμα 3 – 4: Το τμήμα αυτό είναι το τμήμα αναχώρησης του αέρα από την κεντρική μονάδα και από τους ανεμιστήρες προσαγωγής. Από τον πίνακα 2.12 βλέπουμε ότι οι ενδεικτικές τιμές της ταχύτητας για την αναχώρηση από τους ανεμιστήρες είναι μεταξύ των 1300 – 2000 FPM δηλαδή 6,6 – 10,2 m/s. Έτσι παίρνουμε μία ενδιάμεση τιμή την $V_{3-4} = 7$ m/s. Επίσης γνωρίζουμε ότι η παροχή μετά την κεντρική μονάδα είναι $Q_{3-4} = 8400$ m³/h. Έτσι από το διάγραμμα 2.1 παίρνουμε διάμετρο κυκλικού αγωγού $D_{3-4} = 670$ mm και πτώση πίεσης $\Delta P_{3-4} = 0,065$ mmΣ.N. Επειδή όμως θα χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο της σταθερής πτώσης πίεσης θα πρέπει και τα υπόλοιπα τμήματα να έχουν σταθερό $\Delta P = 0,0065$ mmΣ.N.

Τμήμα 4 – 5: Το τμήμα αυτό έχει παροχή ίση με $Q_{4-5} = Q_{3-4} - Q_{4-12} = 8400 - 2800 \Rightarrow Q_{4-5} = 5600$ m³/h. Επίσης $\Delta p =$ σταθ. $= 0,0056$ mmΣ.N. άρα από το διάγραμμα 2.1 έχουμε ταχύτητα $V_{4-5} = 6,2$ m/s και κυκλική διάμετρο αγωγού $D_{4-5} = 570$ mm.

Τμήμα 5 – 6: Το τμήμα αυτό έχει παροχή $Q_{5-6} = Q_{4-5} - Q_{5-9} = 5600 - 2800 = 2800$ m³/h. Επίσης $\Delta P =$ σταθ. $= 0,0056$ mmΣ.N. άρα από το διάγραμμα 2.1 έχουμε ταχύτητα $V_{5-6} = 5,2$ m/s και κυκλική διάμετρο αγωγού $D_{5-6} = 430$ mm.

Τμήμα 6 – 7: Το τμήμα αυτό έχει παροχή $Q_{6-7} = Q_{5-6} - Q_{\text{στομίου}} = 2800 - 933.3 = 1866.6$ m³/h. Επίσης $\Delta P =$ σταθ. $= 0,0056$ mmΣ.N. άρα από το διάγραμμα 2.1 έχουμε ταχύτητα $V_{6-7} = 4,7$ m/s και κυκλική διάμετρο αγωγού $D_{6-7} = 370$ mm.

Τμήμα 7 – 8: Το τμήμα αυτό έχει παροχή $Q_{7-8} = Q_{6-7} - Q_{\text{στομίου}} = 1866.6 - 933.3 = 933.3$ m³/h. Επίσης $\Delta P =$ σταθ. $= 0,0056$ mmΣ.N. άρα από το διάγραμμα 2.1 έχουμε ταχύτητα $V_{7-8} = 4$ m/s και κυκλική διάμετρο αγωγού $D_{7-8} = 290$ mm.

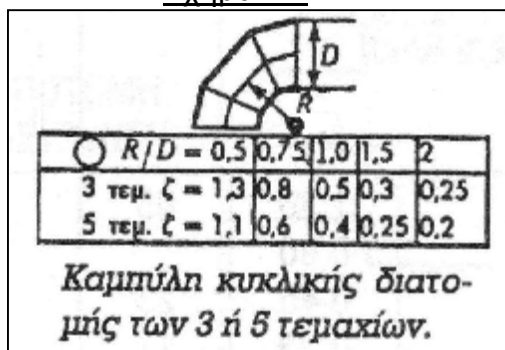
Κατά τους παραπάνω υπολογισμούς δεν ασχοληθήκαμε με τους κλάδους 5 -11 και 4 -14 γιατί έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τον κλάδο 5 - 8.

Στην συνέχεια θα ασχοληθούμε με τον υπολογισμό της συνολικής πτώσης πίεσης στα ευθύγραμμα τμήματα και στις διακλαδώσεις, στενώσεις κ.α. των τμημάτων λαμβάνοντας υπ' όψη μόνο την δυσμενέστερη διαδρομή που είναι η 1-2-3-4-5-6-7-8 εκτός της κεντρικής μονάδας.

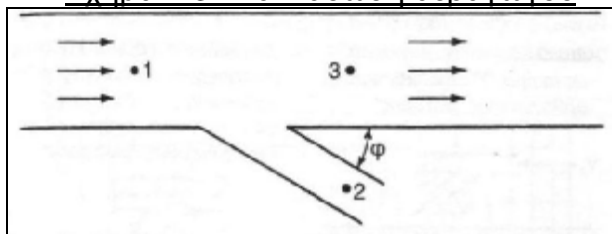
Οι παραδοχές που πήραμε ως δεδομένα είναι:

1. Όλες οι γωνίες του σχήματος είναι καμπύλες κυκλικής διατομής 3 τεμαχίων όπως του σχήματος 2.2 με $R/D = 1$
2. Η πυκνότητα του αέρα στους 20 °C είναι $\rho = 1,2041$ kg/m³
3. Η πτώση πίεσης για όλες τις εξόδους (στόμια) ισούται με $\Delta P_{\text{στομίων}} = 3$ mmΣ.N.
4. Οι διακλαδώσεις στα σημεία 4 και 5 του σχήματος 2.1 είναι αυτές του σχήματος 2.3 με $\phi = 45^\circ$

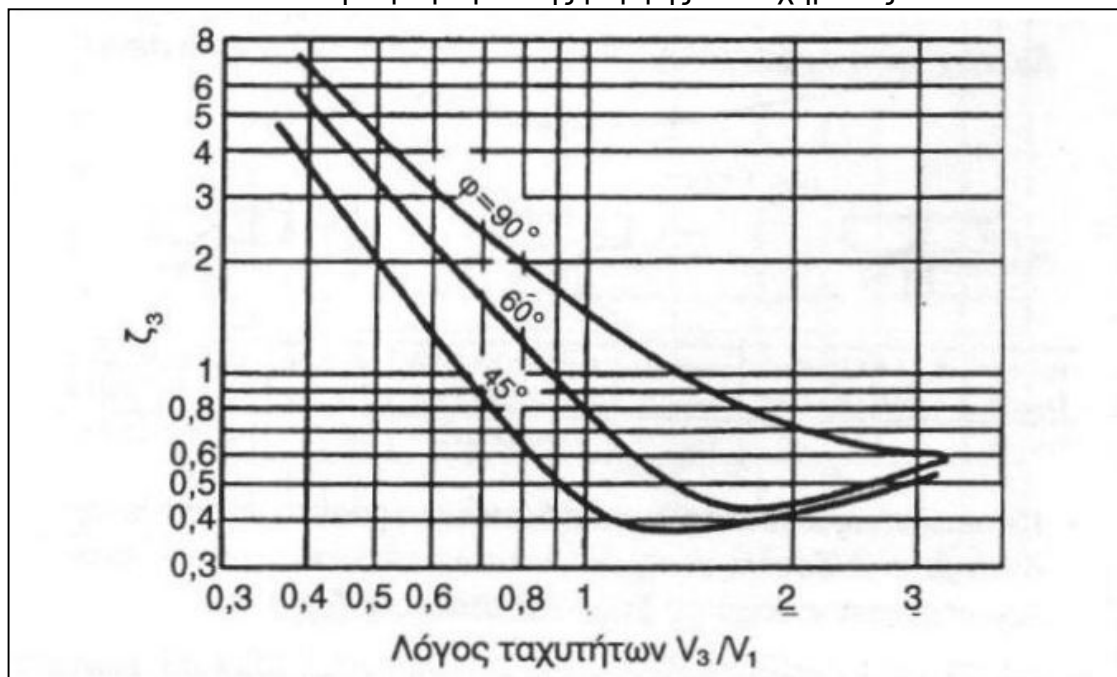
Σχήμα 2.2



Σχήμα 2.3: Διακλάδωση αεραγωγού



Διάγραμμα 2.2 : Διάγραμμα υπολογισμού του συντελεστή πτώσης πίεσης (ζ_3) σε διακλάδωση αεραγωγού της μορφής του σχήματος 2.3.



Τμήμα 1 – 2: Στο σχήμα 2.1 παρατηρούμε ότι στο τμήμα αυτό έχουμε μία γωνία (Γ_1) και ευθύγραμμο τμήμα μήκους 9m. Η ταχύτητα $V_{1-2} = 4 \text{ m/s}$.

Άρα η πτώση πίεσης στο ευθύγραμμο τμήμα είναι:

$$\Delta P_{1-2} = 0,021 \text{ mm}\Sigma.\text{N./m} * 9\text{m} = 0,19 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Η πτώση πίεσης στη γωνία είναι:

$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 = 0,5 * (1,2041/2) * 4^2 = 4,82 \text{ Pa} = 0,5 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Επομένως η συνολική πτώση πίεσης του τμήματος 1 – 2 είναι:

$$\Sigma \Delta P_{1-2} = 0,19 \text{ mm}\Sigma.\text{N} + 0,5 \text{ mm}\Sigma.\text{N} = 0,69 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Τμήμα 3 – 4: Όπως βλέπουμε στο σχήμα 2.1 στο τμήμα αυτό έχουμε δύο γωνίες (Γ2 και Γ3) και ευθύγραμμο τμήμα περίπου 6m. Επίσης $V_{3-4} = 7$ m/s.

Άρα η πτώση πίεσης στο ευθύγραμμο τμήμα είναι:

$$\Delta P_{3-4} = 0,065 \text{ mm}\Sigma.\text{N./m} * 6\text{m} = 0,4 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Οι γωνίες Γ2 και Γ3 είναι ίδιες άρα αρκεί να υπολογίσουμε την πτώση πίεσης στη μία.

Από την σχέση 1.10.4 έχουμε :

$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 = 0,5 * (1,2041/2) * 7^2 = 14,75 \text{ Pa} = 1,5 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

$$(1 \text{ Pa} = 0,102 \text{ mm}\Sigma.\text{N.})$$

Και επειδή έχουμε δύο γωνίες $Z = 1,5 * 2 = 3 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$

Επομένως η συνολική πτώση πίεσης του τμήματος 3 – 4 είναι:

$$\Sigma \Delta P_{3-4} = 3 \text{ mm}\Sigma.\text{N} + 0,4 \text{ mm}\Sigma.\text{N} = 3,4 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Τμήμα 4 – 5: Έχουμε δύο ίδιες διακλαδώσεις όπως του σχήματος 2.3 με γωνία $\varphi=45^\circ$, ευθύγραμμο τμήμα μήκους περίπου 3,5 m και ομαλή στένωση του αεραγωγού μετά το σημείο 4 του σχήματος 2.1. Επίσης $V_{4-5} = 6,2$ m/s.

Για τις ομαλές στενώσεις σε κυκλικούς αεραγωγούς ισχύει $\zeta = 0,1$.

Άρα η πτώση πίεσης στο σημείο της στένωσης είναι:

$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 = 0,1 * (1,2041/2) * 6,2^2 = 2,3 \text{ Pa} = 0,24 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Η πτώση πίεσης στο ευθύγραμμο τμήμα είναι:

$$\Delta P_{4-5} = 0,065 \text{ mm}\Sigma.\text{N./m} * 3,5\text{m} = 0,23 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Για την διακλάδωση στο σημείο 4 ισχύει:

$V_3/V_1 = 6,2 / 7 = 0,89$ άρα από το διάγραμμα 2.2 παίρνουμε $\zeta_3 = 0,55$. Άρα έχουμε:

$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 = 0,55 * (1,2041/2) * 6,2^2 = 12,73 \text{ Pa} = 1,3 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Για την διακλάδωση στο σημείο 5 ισχύει:

$V_3/V_1 = 5,2 / 6,2 = 0,84$ άρα από το διάγραμμα 2.2 παίρνουμε $\zeta_3 = 0,56$. Άρα έχουμε:

$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 = 0,56 * (1,2041/2) * 5,2^2 = 9,12 \text{ Pa} = 0,93 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Επομένως η συνολική πτώση πίεσης του τμήματος 4 – 5 είναι:

$$\Sigma \Delta P_{4-5} = 0,24 \text{ mm}\Sigma.\text{N} + 0,23 \text{ mm}\Sigma.\text{N} + 1,3 \text{ mm}\Sigma.\text{N} + 0,93 \text{ mm}\Sigma.\text{N} = 2,7 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Τμήμα 5 – 6: Έχουμε μία γωνία (Γ4), μία ομαλή στένωση του αεραγωγού μετά το σημείο 5 και ευθύγραμμο τμήμα αεραγωγού μήκους περίπου 7m. Επίσης $V_{5-6} = 5,2$ m/s.

Η πτώση πίεσης στο ευθύγραμμο τμήμα είναι:

$$\Delta P_{5-6} = 0,065 \text{ mm}\Sigma.\text{N./m} * 7 \text{ m} = 0,46 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Η πτώση πίεσης στο σημείο της στένωσης είναι:

$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 = 0,1 * (1,2041/2) * 5,2^2 = 1,6 \text{ Pa} = 0,17 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Η πτώση πίεσης στη γωνία είναι:

$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 = 0,5 * (1,2041/2) * 5,2^2 = 8,14 \text{ Pa} = 0,83 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Η συνολική πτώση πίεσης του τμήματος 5 – 6 είναι:

$$\Sigma \Delta P_{4-5} = 0,46 \text{ mm}\Sigma.\text{N} + 0,17 \text{ mm}\Sigma.\text{N} + 0,83 \text{ mm}\Sigma.\text{N} = 1,46 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Τμήμα 6 – 7: Έχουμε μία ομαλή στένωση του αεραγωγού μετά το σημείο 6 και ευθύγραμμο τμήμα αεραγωγού μήκους περίπου 6 m. Επίσης $V_{6-7} = 4,7$ m/s.

Η πτώση πίεσης στο ευθύγραμμο τμήμα είναι:

$$\Delta P_{6-7} = 0,065 \text{ mm}\Sigma.\text{N./m} * 6 \text{ m} = 0,4 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Η πτώση πίεσης στο σημείο της στένωσης είναι:

$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 = 0,1 * (1,2041/2) * 4,7^2 = 1,33 \text{ Pa} = 0,14 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Η συνολική πτώση πίεσης του τμήματος 6 – 7 είναι:

$$\Sigma \Delta P_{4-5} = 0,4 \text{ mm}\Sigma.\text{N} + 0,14 \text{ mm}\Sigma.\text{N} = 0,54 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Τμήμα 7 – 8: Έχουμε μία ομαλή στένωση του αεραγωγού μετά το σημείο 8 και ευθύγραμμο τμήμα αεραγωγού μήκους περίπου 6 m. Επίσης $V_{7-8} = 4,0$ m/s.

Η πτώση πίεσης στο ευθύγραμμο τμήμα είναι:

$$\Delta P_{7-8} = 0,065 \text{ mm}\Sigma.\text{N./m} * 6 \text{ m} = 0,4 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Η πτώση πίεσης στο σημείο της στένωσης είναι:

$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 = 0,1 * (1,2041/2) * 4,0^2 = 0,96 \text{ Pa} \approx 0,1 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Η συνολική πτώση πίεσης του τμήματος 6 – 7 είναι:

$$\Sigma \Delta P_{4-5} = 0,4 \text{ mm}\Sigma.\text{N} + 0,1 \text{ mm}\Sigma.\text{N} = 0,5 \text{ mm}\Sigma.\text{N.}$$

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών των στοιχείων των αεραγωγών προσαγωγής θα τα συγκεντρώσουμε στον πίνακα 2.13 που ακολουθεί.

Πίνακας 2.13: Στοιχεία εγκατάστασης αεραγωγών προσαγωγής ανά τμήματα

Τμήμα	1 - 2	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8
Παροχή (m ³ /h)	6250	8400	5600	2800	1866.6	933.3
Ταχύτητα (m/s)	4	7	6,2	5,2	4,7	4
Διάμετρος αεραγωγού (m)	800	670	570	430	370	290
Μήκος ευθύγραμμου τμήματος (m)	9	6	3,5	7	6	6
Πτώση πίεσης ευθύγραμμου τμήματος ΔΡ1 (mmΣ.N.)	0,19	0,4	0,23	0,46	0,4	0,4
Πτώση πίεσης γωνίας ΔΡ2 (mmΣ.N.)	0,5	3	-	0,83	-	-
Πτώση πίεσης διακλάδωσης ΔΡ3 (mmΣ.N.)	-	-	2,23	-	-	-
Πτώση πίεσης στενώσεως ΔΡ4 (mmΣ.N.)	-	-	0,24	0,17	0,14	0,1
Σύνολο πτώσης πίεσης τμήματος (mmΣ.N.)	0,69	3,4	2,7	1,46	0,54	0,5
Σύνολο πτώσης πίεσης τμημάτων 1-8 χωρίς στόμια						9,29 mmΣ.N.
Σύνολο πτώσης πίεσης στομίων						3,0 mmΣ.N.
Σύνολο πτώσης πίεσης τμημάτων 1-8 με στόμια						12,3 mmΣ.N.

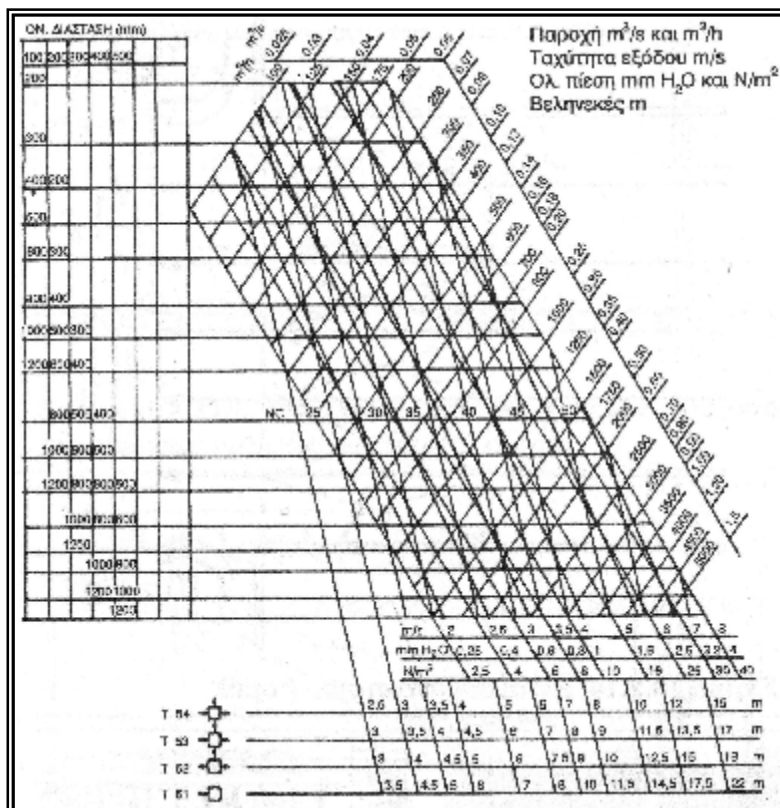
Από τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνουμε ότι η συνολική πτώση πίεσης στην εγκατάσταση των αεραγωγών προσαγωγής είναι 12,3 mmΣ.N. Άρα οι ανεμιστήρες που θα τοποθετηθούν στην εγκατάσταση θα πρέπει να είναι ικανοί να

αντιμετωπίσουν αυτήν την πτώση πίεσης, συν την πτώση πίεσης της κεντρικής μονάδας που όπως είπαμε εξαρτάται από τον κατασκευαστή.

Η σχηματική διάταξη ενός εκ των τριών όμοιων αγωγών φαίνεται στο σχέδιο 4 του παραρτήματος. Διακρίνουμε τα ύψη του αγωγού καθώς και τις περιοχές στενώσεως της διατομής.

2.8 Υπολογισμός στομιών

Η διάταξη των στομιών στο χώρο θα είναι αυτή του σχεδίου 2 του παραρτήματος. Έτσι γνωρίζοντας τις αποστάσεις που πρέπει να καλύψουν τα στόμια και την παροχή του κάθε στομιού (η οποία όπως είδαμε είναι σταθερή για όλα τα στόμια) μπορούμε χρησιμοποιώντας το διάγραμμα 2.3 να βρούμε τις διαστάσεις των στομιών του χώρου.



Διάγραμμα 2.3

Διάγραμμα εκλογής στομιών οροφής συγκεκριμένου τύπου.

Στο σχέδιο 2 του παραρτήματος βλέπουμε ότι στην αίθουσα πρόκειται να τοποθετηθούν τρεις αεραγωγοί με τρία στόμια ο καθένας. Ο αγωγός που βρίσκεται στη νότια πλευρά της αίθουσας καθώς και ο αγωγός που βρίσκεται στη βόρεια πλευρά θα έχουν στόμια τριών κατευθύνσεων με βεληνεκές τα 3.5m, ενώ και ο αεραγωγός που βρίσκεται κεντρικά θα έχει στόμια τεσσάρων κατευθύνσεων με βεληνεκές επίσης 3.5m.

Άρα από το διάγραμμα 2.3 για παροχή ίση με $933,3 m^3/h$ και βεληνεκές ίσο με 3.5m παίρνουμε διαστάσεις στομιών $0,8m \times 0,5m$ για τα στόμια τριών κατευθύνσεων και $1,0m \times 0,4m$ για τα στόμια τεσσάρων κατευθύνσεων.

2.9 Υπολογισμός θερμαντικού – ψυκτικού στοιχείου

Όπως έχουμε πει νωρίτερα για την μελέτη μας χρησιμοποιήσαμε προθερμαντικό και μεταθερμαντικό στοιχείο. Έτσι για το προθερμαντικό στοιχείο ισχύει η σχέση:

$$Q_{\pi\theta} = 0,29 * V * \Delta T \quad \text{όπου από τον ψυχομετρικό χάρτη για τον χειμώνα}$$

βλέπουμε ότι $\Delta T = T_2 - T_1 = 23,5 - 5 = 18,5 \text{ }^\circ\text{C}$

Άρα έχουμε $Q_{\pi\theta} = 0,29 * 8400 * 18,5 = 45066 + 10\%$ ποσοστό ασφαλείας =>

$$Q_{\pi\theta} = \mathbf{49.600 \text{ kcal/h}}$$

Για το μεταθερμαντικό στοιχείο ισχύει: $Q_{\mu\theta} = 0,29 * V * \Delta T$ όπου από τον ψυχομετρικό χάρτη για τον χειμώνα έχουμε $\Delta T = T_4 - T_3 = 28 - 12 = 16 \text{ }^\circ\text{C}$ άρα η παραπάνω σχέση γίνεται

$$Q_{\mu\theta} = 0,29 * 8400 * 16 = 38976 + 10\% \text{ ποσοστό ασφαλείας} =>$$

$$Q_{\mu\theta} \approx \mathbf{42.900 \text{ kcal/h}}$$

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι ο λέβητας της εγκατάστασης θα πρέπει να έχει ισχύ όσο το προθερμαντικό και το μεταθερμαντικό στοιχείο μαζί συν ένα ποσοστό του 30% που είναι το ποσοστό ασφαλείας της εγκατάστασης. Δηλαδή η ισχύς του λέβητα θα είναι:

$$Q_{\lambda\acute{\epsilon}\beta\eta\tau\alpha} = (49600 + 42900) * 1,3 =>$$

$$Q_{\lambda\acute{\epsilon}\beta\eta\tau\alpha} = \mathbf{120.000 \text{ kcal/h}}$$

Τέλος για το ψυκτικό στοιχείο ισχύει η σχέση $Q_{\psi} = 1,2 * V * \Delta h_{A-B}$, έτσι από τον ψυχομετρικό χάρτη για το καλοκαίρι βλέπουμε ότι:

$$\Delta h_{A-B} = 94 - 54 = 40 \text{ kJ/ kg } \Xi.A. \text{ ή } 9,6 \text{ kcal/kg } \Xi.A.$$

$$\text{Άρα } Q_{\psi} = 1,2 * 8400 * 9,6 =>$$

$$Q_{\psi} = 96768 + 10\% \text{ ποσοστό ασφαλείας} =>$$

$Q_{\psi} \approx \mathbf{106.500 \text{ kcal/h}}$ άρα η ισχύς του ψύκτη της εγκατάστασης θα πρέπει να είναι όσο και η ισχύς του ψυκτικού στοιχείου συν 30% ποσοστό ασφαλείας της εγκατάστασης. Δηλαδή

$$Q_{\psi\acute{\upsilon}\kappa\tau\eta} = 106.500 * 1,3 =>$$

$$Q_{\psi\acute{\upsilon}\kappa\tau\eta} = \mathbf{138.500 \text{ kcal/h}}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΥΠΟΛ.ΦΥΛΛΟ 1: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος Τοίχου (m)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμ. Ομοίων Επιφανειών	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m ²)	Τελική Επιφάνεια (m ²)	Συντελ Θερμ Απωλειών κ	Διαφορά Θερμότητας	Απώλειες Χωρίς Προσαυξήσεις kcal/h
Τεξ1	N	0,25	19,5	4	78	-	15	63	0,93	23	1347,57
Τεσ1	A	0,25	14,5	4	58	-	0	58	0,93	0	0
Τεσ2	B	0,25	19,5	4	78	-	6,6	71,4	0,93	4	265,608
Τεσ3	Δ	0,25	14,5	4	58	-	0	58	0,93	7	377,58
Παρ	N	-	1,5	2	3	5	0	3	3,2	23	1104
Θεσ	-	-	1,5	2,2	3,3	2	0	3,3	3	4	79,2
Δ	-	0,15	19,5	14,5	282,75	-	0	282,75	1,6	10	4524
Ο	-	0,15	19,5	14,5	282,75	-	0	282,75	1,6	0	0

Σύνολο Χωρίς προσαυξήσεις	7697,958
---------------------------	-----------------

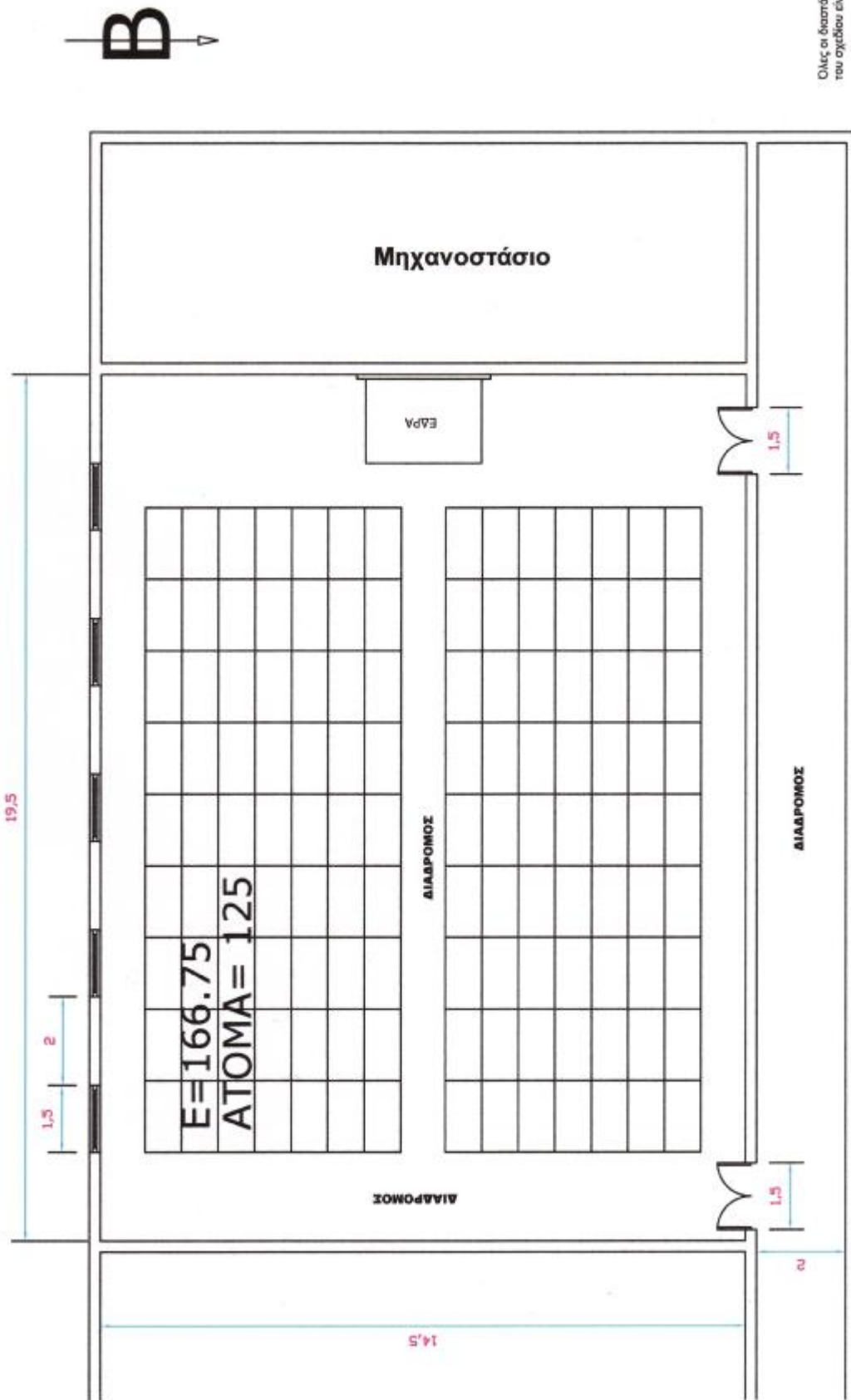
Προσαύξηση Προσανατολισμού	%	-5
Προσαύξηση Διακοπών Λειτουργίας	%	25
Τελικός Συντελεστής Προσαυξήσεων (1+ ^ο %)		1,2
Σύνολο Θερμικών Απωλειών Χώρου	kcal/h	9237,5496
Απώλειες Αερισμού	kcal/h	1700
Γενικό Σύνολο Θερμικών Απωλειών	kcal/h	10937,5496
	BTU/h	43400,19681

Υπολ.Φύλλο 2: Υπολογισμός θερμικού κέρδους για το καλοκαίρι

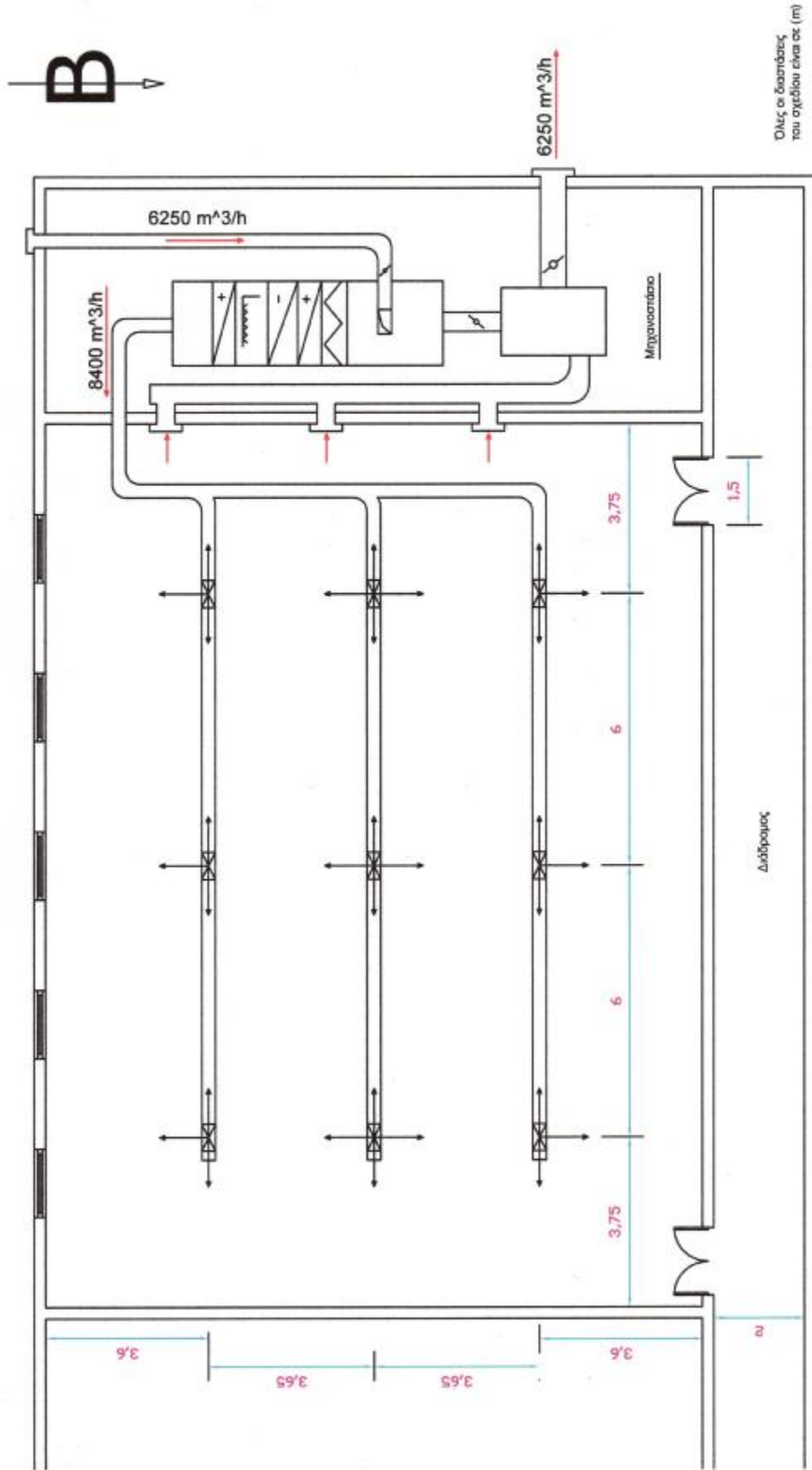
Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος Τοίχου (m)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθμός Όμοιων Επιφανειών	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m ²)	Τελική Επιφάνεια (m ²)	Συντελεστής Θερμικών Απωλειών Κ	Διαφορά Θερμότητας °C	Απώλειες Θερμότητας Χωρίς Προσαυξήσεις kcal/h
Τεξ1	N	0,25	19,5	4	78	-	15	63	0,93	14	820,26
Τεσ1	A	0,25	14,5	4	58	-	0	58	0,93	0	0
Τεσ2	B	0,25	19,5	4	78	-	6,6	71,4	0,93	2	132,804
Τεσ3	Δ	0,25	14,5	4	58	-	0	58	0,93	10	539,4
Παρ	N	-	1,5	2	3	5	0	3	3,2	14	672
Θεσ	-	-	1,5	2,2	3,3	2	0	3,3	3	2	39,6
Δ	-	0,15	19,5	14,5	282,75	-	0	282,75	1,6	8	3619,2
Ο	-	0,15	19,5	14,5	282,75	-	0	282,75	1,6	0	0

Σύνολο	5823,264
---------------	-----------------

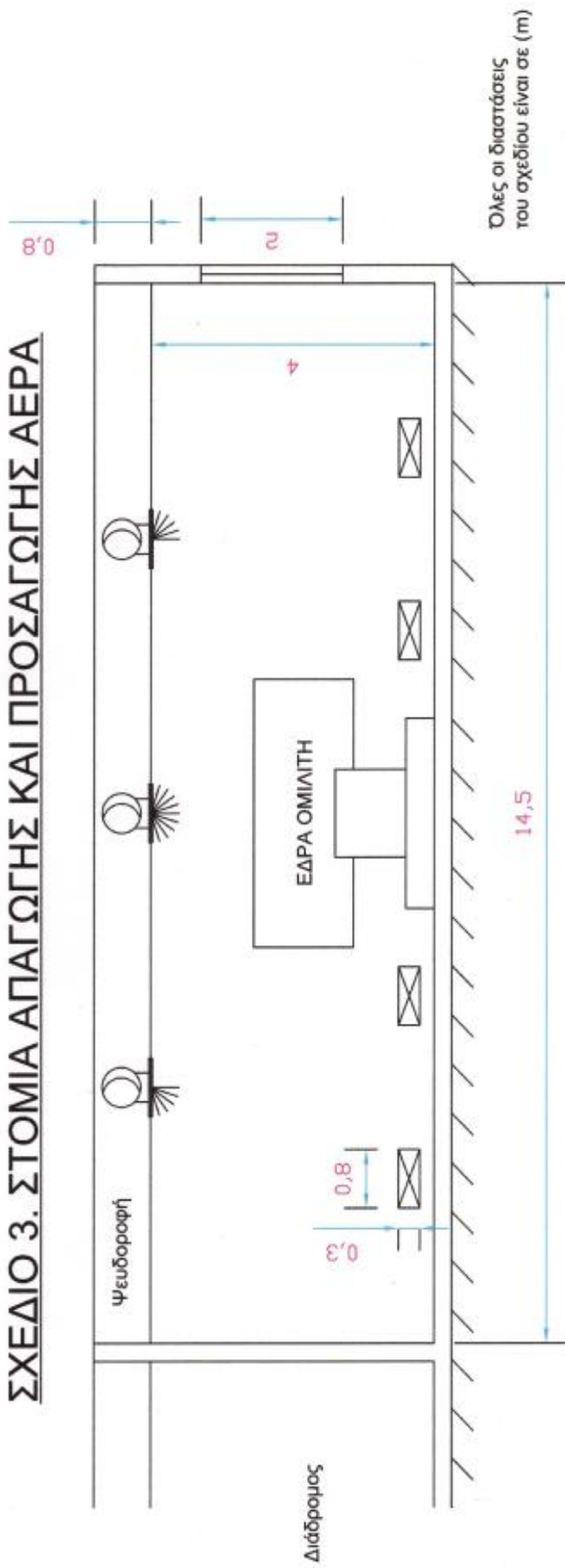
ΣΧΕΔΙΟ 1. ΚΑΤΟΨΗ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΕΩΝ



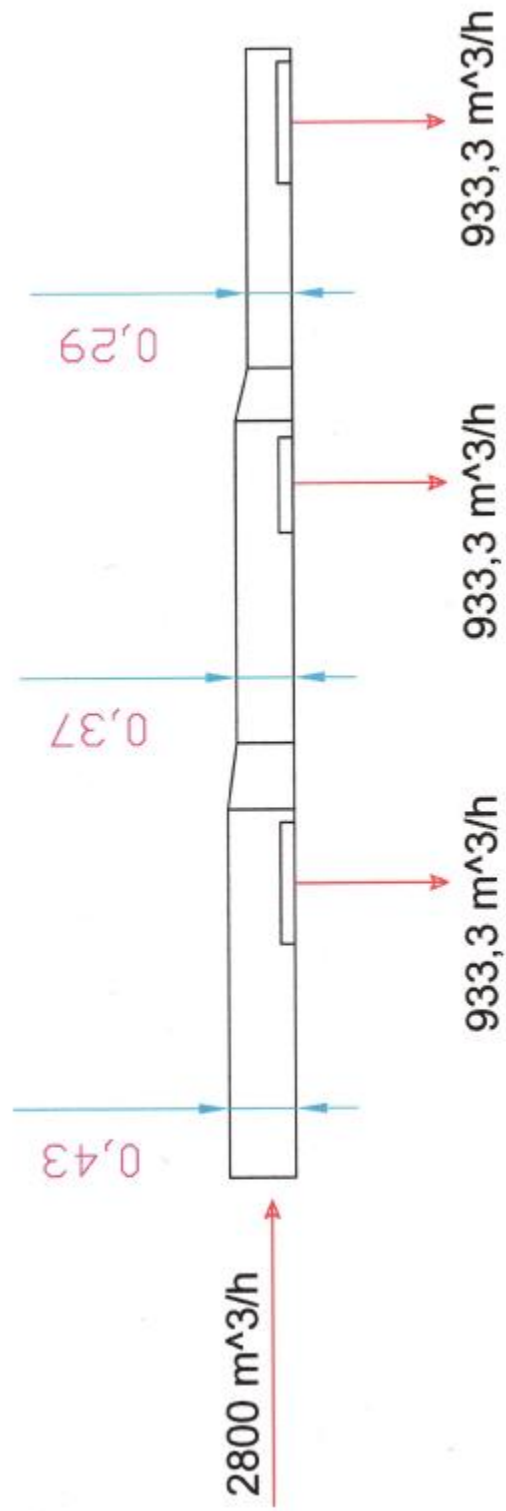
ΣΧΕΔΙΟ 2. ΚΑΤΟΨΗ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟΜΙΩΝ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ



ΣΧΕΔΙΟ 3. ΣΤΟΜΙΑ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ



ΣΧΕΔΙΟ 4. ΑΕΡΑΓΩΓΟΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΠΤΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Εγκαταστάσεις Κλιματισμού. Whitman, Johnson, Tomczyk. 4^η Έκδοση .
Αθήνα 2000
2. Κλιματισμός. Antonio Briganti. Αθήνα 1996
3. Handbook of Air Conditioning and Refrigeration. Shan K. Wang.
U.S.A. 1993
4. Τεχνολογία Ψυκτικών Εγκαταστάσεων. Αντ. Ν. Ασημακόπουλος
5. Ψυκτικές διατάξεις. Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος. Αθήνα 2000
6. Θέρμανση & Κλιματισμός. Β. Η. Σελλούντος. Αθήνα 2002
7. Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας. Υπολογισμός και σχεδίαση συστημάτων.
Ευθύμιος Η. Βαζαίος. Αθήνα 1984
8. Ήπιες μορφές ενέργειας ΙΙ. Ηλιακή μηχανική. Σωκράτης Ν. Καπλάνης.
Αθήνα 2004
9. Ηλιακή Ενέργεια. Συνιστώσες της ηλιακής θερμικής διαδικασίας. Αθήνα 1992
10. Refrigeration and Air Conditioning. C. P. Arora. 2nd Edition. © 2000
11. Εγχειρίδιο Κλιματισμού. Carrier. © 1995
12. Refrigeration and Air Conditioning Technology. WILLIAM C., WHITMAN,
WILLIAM M., JOHNSON. 3rd Edition
13. Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στη βιομηχανική ψύξη. Κέντρο
Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Αθήνα 1996