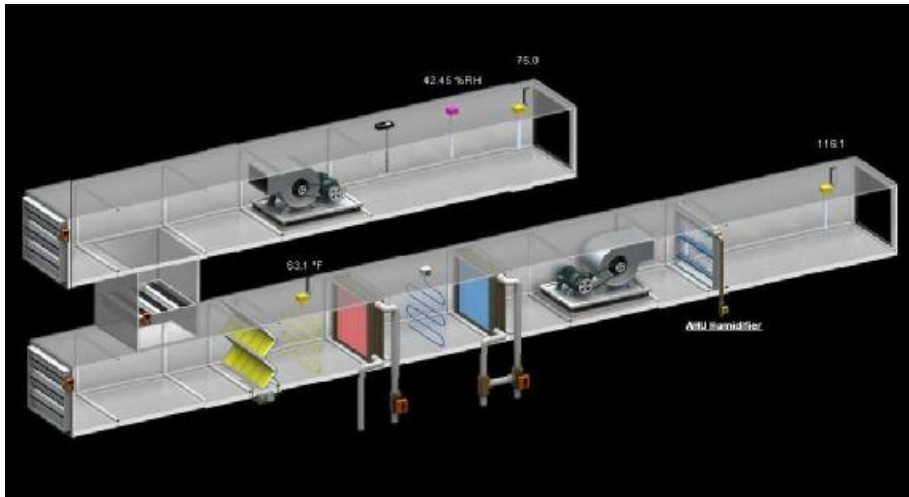


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΩΛΗΣΗΣ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΟΝΤΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΡΑΠΤΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2010

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στη διαδικασία με την οποία μπορούμε να επιτύχουμε και να διατηρήσουμε τεχνητές συνθήκες υγιεινής και άνεσης σε έναν κλειστό χώρο. Είναι γνωστό ότι ο σύγχρονος άνθρωπος περνάει μεγάλο μέρος της ζωής του μέσα σε κλειστούς χώρους εργασίας ή ψυχαγωγίας. Γι' αυτό σ' αυτούς τους χώρους θα πρέπει να εξασφαλίζονται υγιεινές συνθήκες διαβίωσης, να είναι ευχάριστοι και να παρέχουν άνεση. Ο κλιματισμός έχει σήμερα μεγάλες δυνατότητες προσφοράς στην άνεση και στην παραγωγικότητα του ανθρώπου λόγω της σύγχρονης τεχνολογίας που χρησιμοποιείται στις εφαρμογές αυτού του κλάδου.

Στην αρχή γίνεται θεωρητική αναφορά στη λειτουργία του συστήματος Κεντρικού Κλιματισμού. Στη συνέχεια αναπτύσσονται μέθοδοι υπολογισμού θερμικών απωλειών, ψυκτικών φορτίων, διαστασιολόγησης αεραγωγών και τέλος υπολογίζεται ο απαραίτητος εξοπλισμός θερινού και χειμερινού κλιματισμού.

Ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Ανδρέα Γιαννόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολογίας, για την ανάθεση του θέματος, για τη μετάδοση γνώσεων κατά τη διάρκεια της φοίτησής μας, μέσα από τα μαθήματά του και την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Στέφανος Κοντός
Ευάγγελος Ράπτης

Ιούνιος 2010

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στον κεντρικό κλιματισμό ενός εμπορικού καταστήματος για το θέρος και το χειμώνα. Η παροχή του κλιματιζόμενου αέρα στους χώρους επιτυγχάνεται μέσω αεραγωγών. Η επεξεργασία του αέρα γίνεται στην Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα, η οποία συνδέεται με ένα κύκλωμα ψύκτη και ένα κύκλωμα λέβητα. Το κάθε κύκλωμα βρίσκεται σε λειτουργία ανάλογα με τις απαιτήσεις της εποχής (χειμώνας ή καλοκαίρι).

Σκοπός της Εργασίας είναι να κατανοήσουμε τους τρόπους υπολογισμού, εγκατάστασης και λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε οχτώ κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται θεωρητική ανάλυση για τον κεντρικό κλιματισμό, τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και των μερών που αυτές αποτελούνται. Περιγράφονται αναλυτικά τα στάδια λειτουργίας αυτών των συστημάτων και η επεξεργασία που υφίσταται ο αέρας στον κλιματισμό.

Στο δεύτερο κεφάλαιο υπολογίζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας k όλων των δομικών υλικών της οικοδομής. Στη συνέχεια γίνεται μελέτη θερμικών απωλειών για τον κάθε χώρο. Συγκεκριμένα γίνεται υπολογισμός θερμικών φορτίων από αγωγιμότητα και θερμικών φορτίων λόγω αέρα διείσδυσης από τις χαραμάδες.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις πηγές των ψυκτικών φορτίων της κλιματιστικής εγκατάστασης. Υπολογίζονται τα ψυκτικά φορτία που προέρχονται από συναγωγή μέσω της εξωτερικής και εσωτερικής δομής, ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία μέσω γυαλιού, ψυκτικά φορτία από φωτισμό, ανθρώπους και εξοπλισμό.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στη μελέτη αερισμού. Συγκεκριμένα υπολογίζονται ο απαιτούμενος νωπός αέρας, ο αριθμός των απαιτούμενων εναλλαγών του. Γίνεται έλεγχος στην ποσότητα του αέρα τόσο για την ψύξη όσο και για τη θέρμανση και υπολογίζεται ο αέρας προσαγωγής και επιστροφής. Ακόμη, υπολογίζεται ο συντελεστής αισθητού φορτίου SHF και σχεδιάζεται ο ψυχομετρικός χάρτης για το καλοκαίρι και το χειμώνα.

Το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται στους αεραγωγούς. Εδώ γίνεται η διαστασιολόγηση των αεραγωγών με τη μέθοδο της ίσης πτώσης πίεσης και υπολογίζονται οι απώλειες πίεσης ανά μήκος των ευθύγραμμων τμημάτων και οι απώλειες πίεσης μέσω των εξαρτημάτων που παρεμβάλλονται στο δίκτυό τους.

Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία εκλογής των κατάλληλων στομιών που θα τοποθετηθούν στο δίκτυο προσαγωγής και απαγωγής του αέρα και γίνεται αναφορά στα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους.

Στο έβδομο κεφάλαιο βρίσκουμε την ολική απώλεια πίεσης του συστήματος, προσθέτοντας τις απώλειες για κάθε τμήμα του ευθύγραμμου αεραγωγού και για κάθε εξάρτημα της δυσμενέστερης διαδρομής, για τα δίκτυα προσαγωγής και απαγωγής του κλιματιζόμενου αέρα. Επίσης προστίθενται και οι απώλειες μέσω εξαρτημάτων της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας (φίλτρα, ψυκτικό στοιχείο κλπ), και προσδιορίζεται το μανομετρικό και η ισχύς του κάθε ανεμιστήρα.

Στο όγδοο κεφάλαιο δίνονται αριθμητικοί υπολογισμοί ενός πλήρους εξοπλισμού, θερινού και χειμερινού κλιματισμού. Γίνεται λεπτομερής υπολογισμός όλων των στοιχείων και εξαρτημάτων που συνδέονται στο κύκλωμα λέβητα με την κεντρική κλιματιστική μονάδα και στο κύκλωμα ψύκτη με την κεντρική κλιματιστική μονάδα.

Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη παρούσα Εργασία είναι η επιλογή του κατάλληλου συστήματος κλιματισμού, θέρμανσης και δροσισμού ενός χώρου μέσα από την εκπόνηση μηχανολογικών μελετών θερμικών απωλειών, ψυκτικών φορτίων, αερισμού, αεραγωγών και του απαιτούμενου μηχανολογικού εξοπλισμού. Έτσι, ώστε οι γνώσεις που απαιτούνται για αυτήν την Εργασία να δημιουργήσουν ένα υπόβαθρο για τη μετέπειτα εφαρμογή τους σ' ένα εργασιακό περιβάλλον.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Θεωρία

1. ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

1.1	Κεντρικές μονάδες κλιματισμού	1
1.2	Εκλογή των κλιματιστικών μονάδων	5
1.3	Κλιματισμός, Αρχές και συστήματα	7
1.3.1	Πλεονεκτήματα	7
1.3.2	Σχετική υγρασία	7
1.4	Στοιχεία ψυχομετρίας	8
1.4.1	Ατμοσφαιρικός αέρας	8
1.4.2	Ψυχομετρικό διάγραμμα	15
1.4.3	Ψύξη με εξάτμιση	16
1.4.4	Ψύξη με αφύγρανση	16
1.4.5	Θερμικός συντελεστής	17
1.4.6	Συντελεστής Bypass	20
1.4.7	Ειδικός όγκος του αέρα	20
1.4.8	Ενθαλπία	21
1.4.9	Ύγρανση	23
1.5	Παλινδρομικοί συμπιεστές	24
1.5.1	Κατηγορίες παλινδρομικών συμπιεστών	25
1.5.2	Βασικά μέρη παλινδρομικών συμπιεστών	27
1.5.3	Κύλινδρος	29
1.5.4	Διαδοχικοί συμπιεστές	29
1.5.5	Συμπιεστές με παράλληλη λειτουργία	30
1.6	Περιστροφικοί (Λεπιδωτοί) συμπιεστές	32

1.7	Φυγοκεντρικοί συμπιεστές	32
1.7.1	Περιγραφή φυγοκεντρικών συμπιεστών	35
1.7.2	Περιγραφή διβάθμιου φυγοκεντρικού συστήματος	35
1.8	Ελικοειδείς (Κοχλιωτοί) φυγοκεντρικοί συμπιεστές	36
1.8.1	Περιγραφή κοχλιωτών συμπιεστών	37
1.9	Συμπυκνωτές	38
1.9.1	Αερόψυκτοι συμπυκνωτές	41
1.9.2	Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές	44
1.9.3	Συμπυκνωτές εξατμίσεως νερού	48
1.10	Διανομή και διάχυση του αέρα	50
1.10.1	Στοιχεία για τη μελέτη	51
1.10.2	Στόμια παροχής αερισμού	55
1.10.3	Ροή αέρα από τα στόμια	57
1.10.4	Στόμια αερισμού οροφής	59
1.10.5	Ροή αέρα από τα στόμια αερισμού οροφής	62
1.10.6	Στόμια αερισμού σπειροειδούς ροής	64
1.10.7	Στόμια αερισμού για θέατρα και αίθουσες συνεδρίων	66
1.10.8	Στόμια αερισμού στην πλάτη πολυθρόνας	66
1.10.9	Ακροφύσια μεγάλης εμβάλειας	66
1.10.10	Στόμια αερισμού υψηλής επαγωγής	67
1.10.11	Στόμια αερισμού με εκτοπισμό	68
1.10.12	Στόμια αερισμού για αέρα σε χαμηλή θερμοκρασία	70
1.10.13	Γρίλιες και στοιχεία αναρρόφησης	74
1.10.14	Ορολογία και αναφορές	75
1.11	Φίλτρα	82
1.11.1	Βαθμός καθαρότητας του αέρα	83
1.11.2	Φίλτρα αέρος	83
1.11.3	Λειτουργική διάρκεια ζωής	93
1.12	Τύποι ανεμιστήρων	94

1.12.1	Πτερυγιοφόροι ανεμιστήρες	94
1.12.2	Φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες	94
1.12.3	Ανεμιστήρες αξονικής ροής	95
1.12.4	Χαρακτηριστικά ανεμιστήρων με σταθερή θερμοκρασία	96
1.12.5	Αρχές ανεμιστήρων	96

Υπολογισμοί

2. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

2.1	Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας k	97
2.1.1	Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας k εξωτερικών τοίχων ...	99
2.1.2	Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας k οροφής	100
2.1.3	Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας k δαπέδου	101
2.1.4	Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας k παραθύρων	102
2.1.5	Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας k εξωτερικών θυρών ...	103
2.2	Υπολογισμός θερμικών φορτίων	104
2.2.1	Θερμικά φορτία από αγωγιμότητα	104
2.2.2	Συντελεστής προσαύξησης των θερμικών απωλειών	105
2.2.3	Υπολογισμός θερμικών απωλειών λόγω αέρα διείσδυσης Q_L	107
2.2.4	Σύνολο θερμικών απωλειών	110

3. ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

3.1	Πηγές ψυκτικών φορτίων	111
3.2	Ψυκτικά φορτία από συναγωγή εξωτερικής δομής	112
3.3	Ψυκτικά φορτία από συναγωγή εσωτερικής δομής	115
3.4	Ψυκτικά φορτία από ακτινοβολία μέσω γυαλιού	115
3.5	Ψυκτικά φορτία από φωτισμό	117
3.6	Ψυκτικά φορτία από ανθρώπους	118
3.7	Ψυκτικά φορτία από εξοπλισμό	120

3.8	Σύνολο Ψυκτικών Φορτίων	121
-----	-------------------------------	-----

4. ΑΕΡΙΣΜΟΣ

4.1	Απαιτούμενος νωπός (εξωτερικός) αέρας	122
4.1.1	Εναλλαγές αέρα	124
4.1.2	Έλεγχος ποσότητας αέρα για ψύξη και για θέρμανση	125
4.2	Υπολογισμός αέρα προσαγωγής και επιστροφής	126
4.3	Υπολογισμός συντελεστή αισθητού φορτίου SHF	127
4.4	Ψυχομετρικός χάρτης	128
4.4.1	Σχεδίαση ψυχομετρικού χάρτη για τον χειμώνα	128
4.4.2	Σχεδίαση ψυχομετρικού χάρτη για το καλοκαίρι	129

5. ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ

5.1	Υλικά και τρόποι κατασκευής αεραγωγών	135
5.2	Υπολογισμός αεραγωγών	136
5.3	Η μέθοδος ίσης πτώσης πίεσης	139
5.4	Απώλεια πίεσης σε εξαρτήματα αεραγωγών	141

6. ΣΤΟΜΙΑ

6.1	Στόμια προσαγωγής	144
6.2	Εκλογή στομίων οροφής	145

7. ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ

7.1	Υπολογισμός ολικής απώλειας πίεσης	147
7.2	Μανομετρικό ανεμιστήρα προσαγωγής	147
7.3	Μανομετρικό ανεμιστήρα απαγωγής	149
7.4	Υπολογισμός ισχύος των φυγοκεντρικών ανεμιστήρων	150

8. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΙΝΟΥ ΚΑΙ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

8.1	Υπολογισμός προθερμαντικού στοιχείου	151
8.2	Υπολογισμός μεταθερμαντικού στοιχείου	151
8.3	Ισχύς λέβητα	152
8.4	Υπολογισμός θερμαινόμενης επιφάνειας λέβητα	153
8.5	Υπολογισμός καυστήρα	153
8.6	Υπολογισμός καπνοδόχου	154
8.7	Υπολογισμός ασφαλιστικού συστήματος (ΔΔ) – λέβητα	156
8.8	Δεξαμενή πετρελαίου	157
8.8.1	Η ειδική κατανάλωση καυσίμου εγκαταστάσεως	157
8.8.2	Πιθανή ετήσια κατανάλωση πετρελαίου	158
8.8.3	Υπολογισμός διαστάσεων δεξαμενής	159
8.9	Υπολογισμός ψυκτικού στοιχείου	159
8.10	Ισχύς ψύκτη	160
8.11	Απαιτούμενη παροχή κυκλοφορητών	161
8.12	Πτώση πίεσης στα ευθύγραμμα τμήματα	164
8.13	Πτώση πίεσης από εξαρτήματα	165
8.13.1	Πτώση πίεσης από εξαρτήματα στο τμήμα Συλλέκτες - Προθερμαντικό	166
8.13.2	Πτώση πίεσης από εξαρτήματα στο τμήμα Συλλέκτες - Μεταθερμαντικό	166
8.13.3	Πτώση πίεσης από εξαρτήματα στο τμήμα Λέβητα - Συλλέκτες	167
8.13.4	Πτώση πίεσης από εξαρτήματα στο τμήμα Ψύκτη - Ψυκτικού στοιχείου	168
8.14	Υπολογισμός μανομετρικού κυκλοφορητών	169
8.15	Υπολογισμός δοχείου αδρανείας ψύκτη	169
8.16	Εκλογή Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας	170
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I	172
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II	174
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III	189

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV - ΣΧΕΔΙΑ	193
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	199

1. ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

1.1 ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού ή μονάδες επεξεργασίας του αέρα όπως συναντώνται συχνά, είναι το τμήμα της κλιματιστικής εγκαταστάσεως στο οποίο πραγματοποιούνται, όλες σχεδόν οι επεξεργασίες του κλιματιζόμενου αέρα. Δηλαδή:

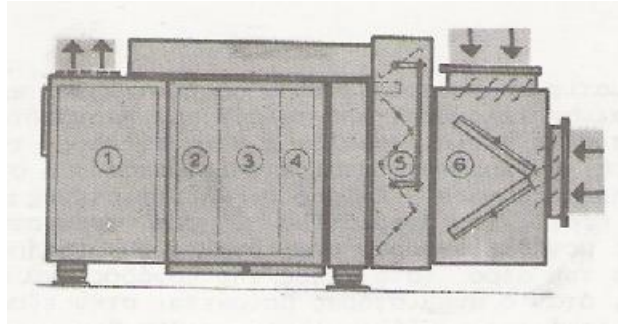
- Η Κυκλοφορία του αέρα.
- Το Φιλτράρισμα.
- Η Ανάμιξη.
- Η ψύξη.
- Η Θέρμανση.
- Η Ύγρανση.
- Η Αφύγρανση.

Οι μονάδες κλιματισμού συναντώνται σε **οριζόντια** και **κατακόρυφη** διάταξη και αποτελούνται από τρία ή περισσότερα ανεξάρτητα κομμάτια τα οποία, (αναλόγως του μεγέθους της κλιματιστικής μονάδας) συναρμολογούνται στο εργοστάσιο ή στο χώρο που θα τοποθετηθεί η μονάδα. Επίσης οι κλιματιστικές μονάδες, αναλόγως της θέσεως του ανεμιστήρα (ή των ανεμιστήρων) διακρίνονται σε **μονάδες αναρροφήσεως** όταν ο ανεμιστήρας βρίσκεται στην έξοδο του αέρα (στο τέλος της μονάδας) και σε **μονάδες καταθλίψεως** όταν ο ανεμιστήρας βρίσκεται στην είσοδο του αέρα (στην αρχή της μονάδας κλιματισμού). Στο Σχ. 1.1 φαίνεται μια τυπική κλιματιστική μονάδα αναρροφήσεως σε οριζόντια διάταξη.

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες επίσης διακρίνονται σε μονάδες απλές, σε μονάδες δυο ζωνών και σε μονάδες πολλών ζωνών (Multizone units), αναλόγως του πόσοι κεντρικοί αεραγωγοί αναχωρούν από τη μονάδα.

Σε κάθε κλιματιστική μονάδα συναντούμε τα ακόλουθα τμήματα, στα οποία είναι τοποθετημένα τα διάφορα εξαρτήματα επεξεργασίας του αέρα. Τα τμήματα αυτά είναι:

- Το τμήμα των ανεμιστήρων (1).
- Το τμήμα υγράνσεως (2).
- Το τμήμα στοιχείων ψύξεως και θερμάνσεως (3 και 4 αντίστοιχα).
- Το τμήμα μίξεως (νωπού και ανακυκλοφορούντος αέρα), στο οποίο υπάρχουν συνήθως και τα φίλτρα του αέρα (6).



Σχήμα 1.1: Τα κύρια τμήματα μιας τυπικής ΚΚΜ

Το τμήμα των ανεμιστήρων και γενικότερα η όλη μεταλλική κατασκευή, που είναι γνωστή σαν **κέλυφος** της κλιματιστικής συσκευής, κατασκευάζεται από υλικά ισχυρής μηχανικής κατασκευής, ώστε να είναι δυνατή η στερέωση των τριβέων των ανεμιστήρων και η αποφυγή κραδασμών. Βασικά αποτελείται από ένα σιδερένιο σκελετό που περιβάλλεται από πλευρικά καλύμματα. Τα καλύμματα αυτά μπορούν εύκολα να αφαιρούνται προκειμένου να επιθεωρήσουμε τους χώρους που περικλείουν. Οι μεταλλικές επιφάνειες που περιβάλλουν το σκελετό, φέρουν εσωτερικώς μόνωση, συνήθως από υαλοβάμβακα $\frac{1}{2}$ " (πάπλωμα), που κολλιέται με ειδική κόλλα. Κατόπιν η εξωτερική επιφάνεια του υαλοβάμβακα επικαλύπτεται με επίστρωση ειδικού υλικού που ψεκάζεται με πιστολέτο και κάνει τη μονωτική επένδυση αδιάβροχη και στέρα.



Σχήμα 1.2: Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας

Οι ανεμιστήρες που χρησιμοποιούνται στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες είναι φυγοκεντρικού τύπου και οι φτερωτές τους είναι στατικώς και δυναμικώς ζυγοσταθμισμένες. Παράδειγμα τέτοιου ανεμιστήρα φαίνεται στο Σχ. 1.2.

Η ταχύτητα του αέρα στην έξοδο των κλιματιστικών συσκευών, είναι σχεδόν τριπλάσια από την ταχύτητα του αέρα στα ψυκτικά ή θερμαντικά στοιχεία. Έτσι αν η ταχύτητα του αέρα στα στοιχεία είναι 2 m/s , η ταχύτητα στην έξοδο θα πρέπει να είναι περίπου 6 m/s . Συνήθως λογαριάζουμε μια ταχύτητα αέρα στα στοιχεία γύρω στα $2,5$

m/s και στην έξοδο της κλιματιστικής συσκευής γύρω στα 7,5 m/s για μικρού και μέσου μεγέθους κλιματιστικές μονάδες. Η ταχύτητα εξόδου σε μεγάλες μονάδες μπορεί να φθάσει και τα 10 m/s. Αντιλαμβάνεται κανείς ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα στα στοιχεία και τα λοιπά εξαρτήματα τόσο αυξάνεται η πτώση πίεσης, όμως ελαττώνεται η απαιτούμενη επιφάνεια.

$$\text{Επιφάνεια (m}^2\text{)} = \frac{\text{Παροχή (m}^3\text{/min)}}{\text{Ταχύτητα (m/min)}} \quad (1.1)$$

Θα πρέπει επομένως να συνδυάζουμε μια τέτοια ταχύτητα στα στοιχεία, που να επιτυγχάνεται μια καλή ισορροπία μεταξύ κόστους αγοράς και κόστους λειτουργίας της μονάδος.

Στο χώρο των υγραντήρων (2) βρίσκονται τα εξαρτήματα που διορθώνουν την υγρασία του κλιματιζόμενου αέρα (θερμαινόμενου), με την προσθήκη υγρασίας στον αέρα. Τα είδη των χρησιμοποιούμενων υγραντήρων είναι πολλά. Οι πλέον χρησιμοποιούμενοι όμως, σε μεγάλες κλιματιστικές συσκευές τύποι υγραντήρων είναι:

- Οι υγραντήρες ψεκασμού νερού (spray) υπό μορφή λεπτότατων σταγονιδίων (νέφος νερού).
- Οι υγραντήρες εκτοξεύσεως ατμού και
- Οι υγραντήρες με λεκάνη στην οποία ζεσταίνεται νερό με ηλεκτρική αντίσταση, για να διοχετευτεί κατόπιν στον κλιματιζόμενο αέρα.

Η λειτουργία των υγραντήρων ελέγχεται από τον υγροστάτη χώρου μέσω, συνήθως, μιας ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας.

Στο χώρο στοιχείων (3) και (4) του Σχήματος 1.1, τοποθετούνται το στοιχείο ψύξεως (3) και το στοιχείο θερμάνσεως της συσκευής όπως δείχνει το Σχ. 1.3. Το στοιχείο ψύξεως είναι μεγαλύτερου πάχους από το στοιχείο θερμάνσεως (ενώ οι άλλες διαστάσεις τους είναι ίδιες), γιατί συνήθως οι απαιτήσεις σε kcal/h για την ψύξη ενός χώρου είναι κατά πολύ μεγαλύτερες απ' ό,τι για τη θέρμανση του ίδιου χώρου (συνήθως οι απαιτήσεις σε ψύξη είναι το 60-65% των απαιτήσεων της θερμάνσεως εκτός ειδικών περιπτώσεων).

Τα άκρα των στοιχείων βγαίνουν έξω από τα πλευρικά καλύμματα, ώστε να διευκολύνεται η σύνδεση και η αποσύνδεσή τους. Τα πλευρικά μεταλλικά καλύμματα και εδώ είναι μονωμένα όπως και η υπόλοιπη συσκευή.

Τα θερμαντικά στοιχεία μπορεί να είναι θερμού νερού ή ατμού, ενώ τα στοιχεία ψύξεως μπορεί να είναι ψυχρού νερού ή απ' ευθείας εκτονώσεως.



Σχήμα 1.3 : Θερμαντικό και ψυκτικό στοιχείο της ΚΚΜ

Τα στοιχεία κατασκευάζονται συνήθως από χαλκοσωλήνες και τα πτερύγια από φύλλα αλουμινίου. Τα στοιχεία μετά την κατασκευή τους υπόκεινται σε επικασσιέρωση για την καλύτερη προστασία τους. Συνήθως δοκιμάζονται με πίεση αέρα 400 LB/IN² περίπου, αφού πρώτα τοποθετηθούν μέσα σε νερό.

Κάτω από τα στοιχεία και τον υγραντήρα τοποθετείται η λεκάνη περισυλλογής συμπυκνωμάτων ή άλλης προελεύσεως σταγονιδίων που μέσω της ειδικής υποδοχής της λεκάνης, οδηγούνται στην αποχέτευση.

Τα μετωπικά και παρακαμπτήρια διαφράγματα τοποθετούνται προ των στοιχείων και αμέσως μετά το κιβώτιο μίξεως του αέρα. Τα πτερύγια των μετωπικών και παρακαμπτήριων διαφραγμάτων κινούνται αντίθετα μέσω μοχλικού συστήματος. Έτσι όταν το μετωπικό διάφραγμα είναι ανοιχτό, το παρακαμπτήριο είναι κλειστό και αντιστρόφως. Η κίνηση των πτερυγίων μπορεί να γίνεται με χειροκίνητο μοχλό, αλλά συνήθως γίνεται αυτόματα με τη βοήθεια σερβομοτέρ και θερμοστατών.

Με τον ίδιο περίπου τρόπο κινούνται και τα πτερύγια του νωπού και ανακυκλοφορούντος αέρα που βρίσκονται στο **κιβώτιο μίξεως του αέρα**.

Η ρύθμιση του ποσοστού του νωπού αέρα, γίνεται με χειροκίνητο μοχλό ή ακόμη και με σερβομοτέρ (αυτόματα). Όσο ανοίγουν τα πτερύγια του νωπού αέρα, τόσο κλείνουν τα πτερύγια του ανακυκλοφορούντος και αντιστρόφως.

Στο κιβώτιο μίξεως είναι τοποθετημένα και τα **φίλτρα του αέρα** σε επίπεδη διάταξη ή σε “V” ή ακόμη και “Z”. Τα φίλτρα είναι συρταρωτά για να μπορούν να αφαιρούνται εύκολα και να καθαρίζονται.

Μια τυπική κεντρική κλιματιστική μονάδα, όπως φαίνεται στο Σχ. 1.4 που ακολουθεί, αποτελείται από:

1. Ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο.
2. Ανεμιστήρα απαγωγής αέρα από τον κλιματιζόμενο χώρο.
3. Θερμαντικό-ψυκτικό στοιχείο νερού - αέρα.
4. Προφίλτρα και φίλτρα συγκράτησης αιωρούμενων σωματιδίων.
5. Κιβώτιο ανάμιξης.



Σχήμα 1.4 : Τομή κεντρικής κλιματιστικής μονάδας της NOVAIR

1.2 Η ΕΚΛΟΓΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Η εκλογή των κλιματιστικών μονάδων γίνεται συνήθως από τους καταλόγους των κατασκευαστών αφού έχουμε συλλέξει τα απαιτούμενα στοιχεία επιλογής. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- Η ολική ποσότητα του κλιματισμένου αέρα (m^3/h). Η ποσότητα αυτή του αέρα αναφέρεται πάντα στη ψύξη γιατί κατά τη ψύξη απαιτούνται τα περισσότερα (m^3/h) αέρα. Κατά τη θέρμανση χρησιμοποιείται η αυτή ποσότητα αέρα ή μειώνεται με σχετική μείωση των στροφών του ανεμιστήρα της μονάδας. Οι σχέσεις που μας δίνουν τα απαιτούμενα (m^3/h) κλιματισμένου αέρα είναι:

$$\emptyset \text{ Κατά τη θέρμανση: Παροχή αέρα } m^3/h = \frac{Q_t}{0.29 \times \Delta T} \quad (1.2)$$

όπου:

Q_t : Ολικό ποσό απαιτούμενης ποσότητας σε kcal/h.

ΔT : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα που φεύγει από τη συσκευή και του θερμαινόμενου χώρου σε $^{\circ}C$.

$$\emptyset \text{ Κατά τη ψύξη: Παροχή αέρα } m^3/h = \frac{Q_s}{0.29 \times \Delta T} \quad (1.3)$$

όπου:

Q_s : Το αισθητό ψυκτικό φορτίο σε kcal/h

ΔT : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας χώρου και του αέρα που φεύγει από τη συσκευή σε °C.

- Η θερμοκρασία του αέρα που φεύγει από τη συσκευή κατά τη θέρμανση, κυμαίνεται μεταξύ 38 °C και 60 °C και εξαρτάται από τη μέθοδο διανομής του αέρα. Ο αέρας κατά το θέρμα, εγκαταλείπει τη συσκευή σε μια θερμοκρασία μεταξύ 10°C και 18°C και εξαρτάται από τον παράγοντα Αισθητής θερμότητας (RSHF) του κλιματιζόμενου χώρου.
- Η απαιτούμενη θερμαντική και ψυκτική ικανότητα της κλιματιστικής μονάδας σε kcal/h ή BTU/h.
- Οι συνθήκες κάτω από τις οποίες ζητούμε την ανωτέρω ικανότητα. Δηλαδή:
 1. Συνθήκες εισερχόμενου αέρα (DB και WB).
 2. Θερμοκρασία εισερχόμενου και εξερχόμενου νερού.
- Η ταχύτητα αέρα στα στοιχεία.
- Οι διαστάσεις της συσκευής. Πολλές φορές μια κλιματιστική συσκευή ικανοποιεί όλους τους προαναφερθέντες παράγοντες ενώ οι διαστάσεις της δεν είναι κατάλληλες για το χώρο που διαθέτουμε.



Σχήμα 1.5: Τελική μορφή μιας Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας

Έχοντας τα στοιχεία που αναφέρθηκαν και με τη βοήθεια καταλόγων των κατασκευαστών, μπορούμε να επιλέξουμε την κατάλληλη κλιματιστική μονάδα για την περίπτωσή μας. Η τελική μορφή μιας κεντρικής κλιματιστικής μονάδας φαίνεται στο Σχ. 1.5.

1.3 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ, ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ο όρος "κλιματισμός" πολλές φορές χρησιμοποιείται λάθος, για παράδειγμα για να χαρακτηρίσουμε ένα σύστημα θέρμανσης συνδυασμένο με μηχανικό εξαερισμό. Πρέπει, εντούτοις, να καθοριστεί σαν ένα σύστημα που δίνει αυτόματο έλεγχο, μέσα σε προκαθορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος, με θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, αφύγρανση, καθαρισμό και κίνηση του αέρα μέσα στα κτίρια. Ο έλεγχος αυτών των συνθηκών μπορεί να είναι επιθυμητός για τη διατήρηση της υγείας και της άνεσης των ενοίκων, ή για να εξυπηρετήσει συγκεκριμένες βιομηχανικές κατεργασίες άσχετα με τις εξωτερικές κλιματιστικές συνθήκες.

1.3.1 Πλεονεκτήματα

1. Σε εργοστάσια και γραφεία η απόδοση του προσωπικού βελτιώνεται και η παραγωγικότητα αυξάνεται. Επίσης υπάρχει μια μείωση στις ασθένειες και τις απουσίες.
2. Μαγαζιά και πολυκαταστήματα έχουν αυξημένες πωλήσεις λόγω του ότι οι πελάτες και το προσωπικό απολαμβάνουν μεγάλη άνεση. Το κόστος της εγκατάστασης θα αποσβεστεί από τα μεγαλύτερα έσοδα από τους πελάτες.
3. Ξενοδοχεία, εστιατόρια, θέατρα, κινηματογράφοι και γενικότερα σε χώρους με μεγάλο αριθμό ανθρώπων εξασφαλίζονται υγιεινές συνθήκες διαβίωσης και άνεσης.
4. Πολλοί βιομηχανικοί χώροι χρειάζονται κλιματισμό για την διατήρηση της παραγωγικής διαδικασίας στη μέγιστη απόδοση. Στους χώρους αυτούς ανήκουν αίθουσες υπολογιστών, αίθουσες παραγωγής τροφίμων, εργοστάσια υφαντουργίας, τυπογραφεία και εργαστήρια.
5. Τα σφραγισμένα δωμάτια μειώνουν την είσοδο θορύβων από αεροπλάνα και την κυκλοφορία, επίσης την είσοδο καπνών, αναθυμιάσεων, σκόνης και ρευμάτων.
6. Υπάρχει μικρότερος κίνδυνος πρόκλησης φωτιάς λόγω στατικού ηλεκτρισμού που προκαλείται από τον ξηρό αέρα.

1.3.2 Σχετική υγρασία

Η σχετική υγρασία εκφράζεται σαν λόγος επί τοις εκατό της τιμής της υγρασίας σε ένα δεδομένο όγκο αέρα, προς το ποσοστό υγρασίας που θα απαιτείτο για να γίνει κεκορεσμένος ο ίδιος όγκος. Μπορεί επίσης να εκφραστεί σαν λόγος μεταξύ της πραγματικής πίεσης υδρατμών και της πίεσης των κεκορεσμένων υδρατμών. Οι

περισσότεροι άνθρωποι αισθάνονται άνετα όταν η σχετική υγρασία είναι μεταξύ 30 και 70%, και μια κλιματιστική εγκατάσταση λειτουργεί για να διατηρεί τη σχετική υγρασία μεταξύ 40 και 50%. Όταν ο αέρας είναι πολύ ξηρός, η υγρασία εξατμίζεται πιο γρήγορα από το δέρμα και αυτό μας δίνει μια αίσθηση κρυάδας, ακόμα και αν η θερμοκρασία του αέρα είναι ικανοποιητική. Ο ξηρός αέρας επίσης αφαιρεί την υγρασία από τη μύτη, το λαιμό και τα μάτια, προκαλώντας ερεθισμούς. Όταν ο αέρας είναι πολύ υγρός, η υγρασία δεν μπορεί να εξατμιστεί από το δέρμα στον κατάλληλο χρόνο και αυτό αναγκάζει το σώμα να υπερθερμανθεί, δίνοντας ένα αίσθημα νύστας.

$$\text{ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ} = \frac{\text{ΜΑΖΑ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΣΤΟΝ ΔΟΘΕΝΤΑ ΟΓΚΟ ΑΕΡΑ}}{\text{ΜΑΖΑ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΚΕΚΟΡΕΣΜΕΝΟΣ Ο ΙΔΙΟΣ ΟΓΚΟΣ ΑΕΡΑ ΣΤΗΝ ΙΔΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ}} \quad (1.4)$$

$$\text{ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ} = \frac{\text{ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ ΥΔΡΑΤΜΩΝ}}{\text{ΠΙΕΣΗ ΚΕΚΟΡΕΣΜΕΝΩΝ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΣΤΗΝ ΙΔΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ}} \quad (1.5)$$

1.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΑΣ

1.4.1 Ατμοσφαιρικός αέρας

Ο ατμοσφαιρικός αέρας αποτελείται από ένα μίγμα διαφορετικών αερίων, στο οποίο επικρατούν το άζωτο, 77% περίπου και το οξυγόνο, 23% περίπου. Στον Πίν. 1.1 παρατίθενται τα κυριότερα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Πίνακας 1.1: Σύνθεση του ατμοσφαιρικού αέρα

Στοιχείο	Ποσοστό % κατ' όγκο	Ποσοστό % κατά βάρος
Άζωτο (N ₂)	78,03	75,47
Οξυγόνο (O ₂)	20,99	23,19
Αργόν (A)	0,94	1,29
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	0,03	0,05
Υδρογόνο (H ₂) και σπάνια αέρια	0,01	-

Ένα άλλο συστατικό που περιέχει ο αέρας της ατμόσφαιρας είναι ο υδρατμός. Αυτός δεν υπάρχει σε σημαντικές ποσότητες, αλλά αποτελεί ένα σημαντικό συντελεστή για την ψυχομετρία.

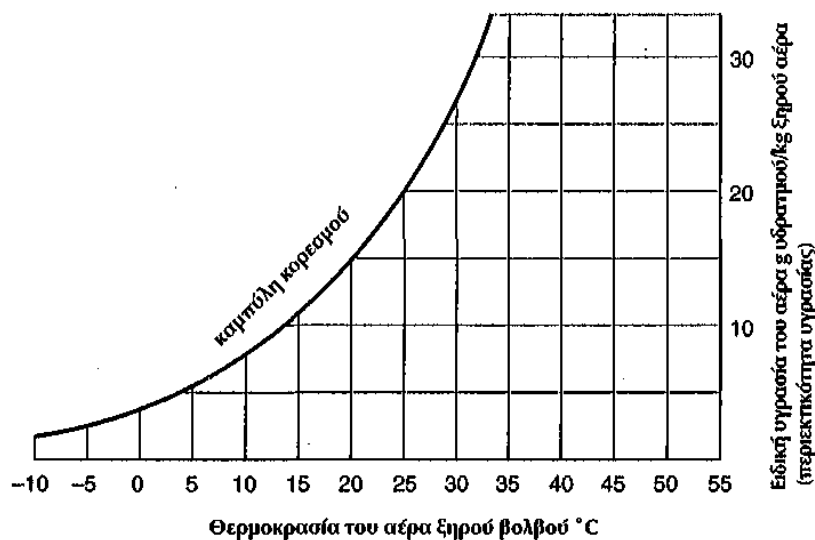
Η ψυχομετρία έχει σαν σκοπό τον προσδιορισμό των σχέσεων ανάμεσα στα αέρια μίγματα και τον υδρατμό.

Η συμπεριφορά της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα μπορούν να προβλεφθούν σε συνθήκες σταθερής πίεσης, για παράδειγμα, σε ατμοσφαιρική πίεση.

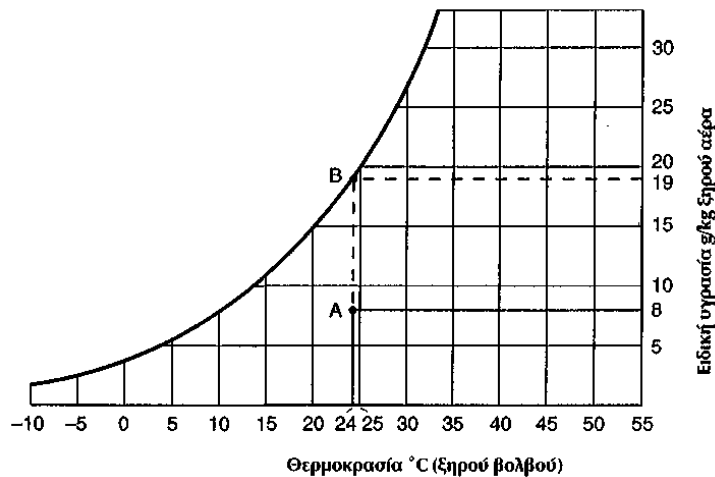
Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να κατασκευαστεί ένα διάγραμμα και να χρησιμοποιηθεί σαν σημείο αναφοράς. Το διάγραμμα αυτό μπορεί να κατασκευαστεί, βάζοντας στον οριζόντιο άξονα (τετμημένες) τις θερμοκρασίες ξηρού βολβού του αέρα (δηλαδή, αυτές που μετριοούνται από ένα κοινό θερμόμετρο υδραργύρου).

Στον κατακόρυφο άξονα (τεταγμένες) τοποθετείται το ποσοστό υγρασίας (υδρατμού) του αέρα, που λέγεται, επίσης, "ειδική υγρασία", σε γραμμάρια υδρατμού για κάθε kg ξηρού αέρα Σχ. 1.6.

Στο διάγραμμα αυτό είναι εύκολο να εντοπιστούν τα διάφορα μίγματα αέρα και υδρατμού. Για παράδειγμα, μία συνθήκη του αέρα με θερμοκρασία 24°C ξηρού βολβού και με ειδική υγρασία 8 g/kg ξηρού αέρα, θα εντοπιστεί εύκολα στο σημείο A του διαγράμματος Σχ. 1.7.



Σχήμα 1.6: Ψυχομετρικό διάγραμμα του Carrier.



Σχήμα 1.7: Εντοπισμός μερικών συνθηκών του αέρα στον ψυχομετρικό χάρτη.

Αυτό που οριοθετεί το διάγραμμα στα αριστερά, είναι η καμπύλη κορεσμού.

Η καμπύλη κορεσμού αντιπροσωπεύει τη μέγιστη περιεκτικότητα υδρατμού στον αέρα στις διάφορες θερμοκρασίες ξηρού βολβού.

Η καμπύλη κορεσμού αποτελείται από το άπειρο σύνολο των σημείων, που αντιστοιχούν στις θερμοκρασίες κορεσμού.

Η θερμοκρασία κορεσμού ταυτίζεται με το "σημείο δρόσου" (dew point) στην καμπύλη κορεσμού.

Το σημείο δρόσου αντιπροσωπεύει τη θερμοκρασία στην οποία ένα μίγμα αέρα και υδρατμού γίνεται κορεσμένο και η υγρασία αρχίζει να συμπυκνώνεται.

Στο Σχ. 1.7 μπορεί ακόμα να παρατηρηθεί ότι, στη θερμοκρασία των 24° C, η μέγιστη περιεκτικότητα υγρασίας του αέρα είναι 19 g/kg ξηρού αέρα, **σημείο B**.

Η **σχετική υγρασία** όπως αναφέραμε και προηγουμένως στην εξ. (1.4) και εξ. (1.5) είναι η σχέση ανάμεσα στην πραγματική περιεκτικότητα υδρατμού του αέρα, σε μια καθορισμένη θερμοκρασία, και τη μέγιστη περιεκτικότητα υδρατμού, που ο αέρας μπορεί να περιέχει στην ίδια θερμοκρασία.

Στην περίπτωση του Σχ. 1.7 είδαμε ότι, στη θερμοκρασία των 24°C ξηρού βολβού στο **σημείο A**, η ειδική υγρασία είναι 8 g/kg ξηρού αέρα, ενώ η μέγιστη περιεκτικότητα υδρατμού του αέρα, στην ίδια θερμοκρασία, είναι 19 g/kg ξηρού αέρα.

Μπορούμε να προσδιορίσουμε την τιμή της σχετικής υγρασίας του αέρα στις συνθήκες του σημείου A ως εξής:

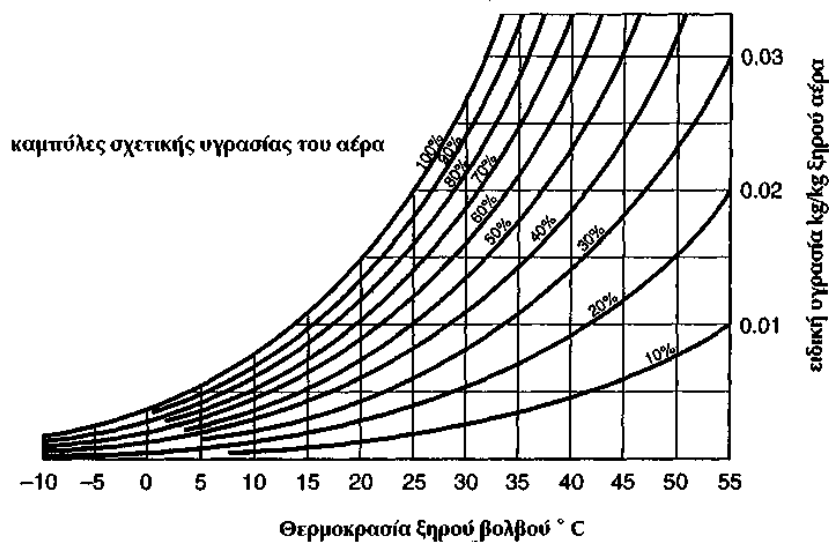
$$(8:19) \times 100 = 42\% \text{ περίπου.}$$

Η καμπύλη κορεσμού είναι, λοιπόν, και η καμπύλη που αντιστοιχεί στο 100% της σχετικής υγρασίας για όλες τις θερμοκρασίες ξηρού βολβού του αέρα. Είναι δυνατό να χαράξουμε στο διάγραμμα μια σειρά από καμπύλες για διαφορετικές τιμές σχετικής υγρασίας (Σχ. 1.8).

Η θερμοκρασία υγρού βολβού αποτελεί μία άλλη σημαντική παράμετρο, για να προσδιοριστεί η περιεκτικότητα υγρασίας του αέρα.

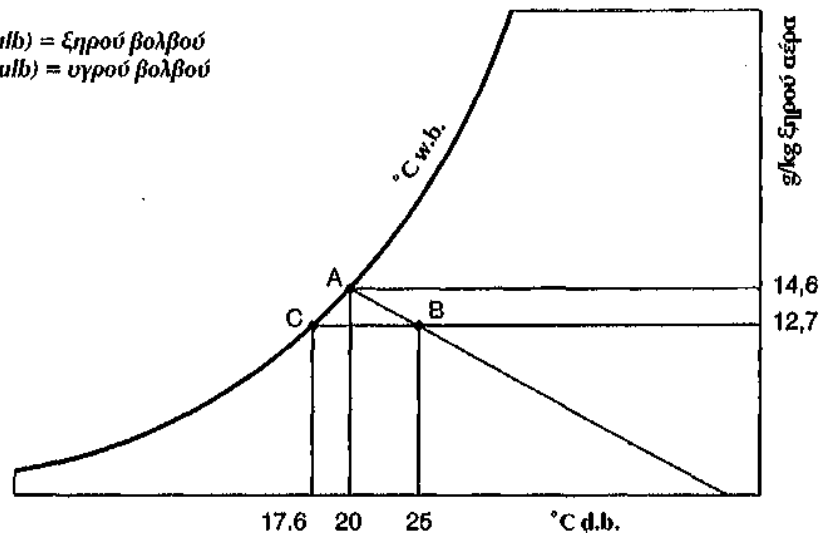
Για να γίνει κατανοητή η έννοια, είναι αναγκαίο ένα παράδειγμα από την καθημερινή εμπειρία. Ας φανταστούμε, ότι βρισκόμαστε σε ένα φυσιολογικό περιβάλλον, όπου η θερμοκρασία ξηρού βολβού είναι 24°C. Βρέχουμε ένα χέρι και το τινάζουμε δυνατά. Η θερμοκρασία που αισθανόμαστε στο χέρι θα είναι πιο χαμηλή από εκείνη που γίνεται αισθητή από το υπόλοιπο σώμα.

Το νερό, πράγματι, εξατμίζεται, αφαιρώντας θερμότητα από το χέρι, μειώνοντας τη θερμοκρασία του και δίνοντας την αίσθηση του ψυχρού. Η εξατμηση θα συνεχιστεί, έως ότου το στρώμα αέρα, που βρίσκεται αμέσως γύρω από το χέρι, θα είναι τελείως κορεσμένο, (δηλαδή θα περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα υδρατμού και από το χέρι μας δεν θα μπορεί να εξατμιστεί άλλο νερό). Σε αυτές τις συνθήκες η θερμοκρασία που θα αισθανθούμε στο χέρι είναι η θερμοκρασία υγρού βολβού του αέρα.



Σχήμα 1.8: Καμπύλες της σχετικής υγρασίας

°C d.b. (dry bulb) = ξηρού βολβού
°C w.b. (wet bulb) = υγρού βολβού



Σχήμα 1.9: Εντοπισμός της θερμοκρασίας υγρού βολβού και της θερμοκρασίας κορεσμού στο ψυχομετρικό χάρτη.

Γίνεται εύκολα κατανοητό, πώς η θερμοκρασία υγρού βολβού μπορεί να οδηγήσει στην εκτίμηση της σχετικής υγρασίας του αέρα.

Ακόμα, από την καθημερινή εμπειρία, μπορεί να διαπιστωθεί πως, όσο πιο ξηρός είναι ο αέρας, (δηλαδή με μία σχετική υγρασία πολύ χαμηλή), τόσο πιο έντονο θα είναι το αποτέλεσμα της ψύξης που θα αισθανθούμε στο χέρι, δηλαδή, τόσο πιο μειωμένη θα είναι η θερμοκρασία υγρού βολβού.

Η θερμοκρασία του αέρα υγρού βολβού μετρίεται με ένα θερμόμετρο υδραργύρου, του οποίου ο βολβός περιβάλλεται από μία υγρή γάζα και βρίσκεται κάτω από ένα ελαφρό ρεύμα αέρος. Η διαδικασία εκτίμησης της θερμοκρασίας υγρού βολβού του αέρα απεικονίζεται στο Σχ. 1.9.

Η διαδικασία αυτή εκτελείται κατά μήκος μιας διαγώνιας ευθείας που αρχίζει από την καμπύλη κορεσμού. Υπάρχουν άπειρες ευθείες, καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μια καθορισμένη θερμοκρασία υγρού βολβού. Κατά μήκος κάθε μίας από αυτές, τα μίγματα αέρα ατμού, διατηρούν σταθερή την τιμή της θερμοκρασίας υγρού βολβού.

Στο Σχ. 1.9 παρουσιάζεται η ευθεία που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία των 20°C υγρού βολβού.

Αυτή η τιμή εντοπίζεται, πάνω στην καμπύλη κορεσμού, σε μία θερμοκρασία 20°C ξηρού βολβού και μία απόλυτη υγρασία του αέρα 14,6 g/kg ξηρού αέρα (σημείο A).

Η ίδια συνθήκη αέρα, με θερμοκρασία 20°C με υγρό βολβό, βρίσκεται και σε διαφορετικές συνθήκες, όπως αυτές του σημείου B. Εδώ, έχουμε μια θερμοκρασία αέρος 25°C με ξηρό βολβό, με απόλυτη υγρασία 12,7 g/kg ξηρού αέρα.

Η ευθεία πάνω στην οποία βρίσκονται τα σημεία A και B και τα άλλα άπειρα πιθανά σημεία, αποτελεί την ευθεία της σταθερής θερμοκρασίας υγρού βολβού των 20 ° C.

Η θερμοκρασία κορεσμού (ή "dew point", σημείο δρόσου) αντιπροσωπεύει, για κάθε μίγμα αέρα-υδρατμού, τη θερμοκρασία στην οποία το μίγμα αρχίζει να συμπυκνώνεται.

Στο Σχ. 1.9, αν προεκτείνουμε την οριζόντια ευθεία που περνάει από το σημείο B, έως ότου συναντήσει την καμπύλη κορεσμού (σημείο C), βρίσκουμε τη θερμοκρασία κορεσμού για το μίγμα αέρα-υδρατμού στις συνθήκες του σημείου B.

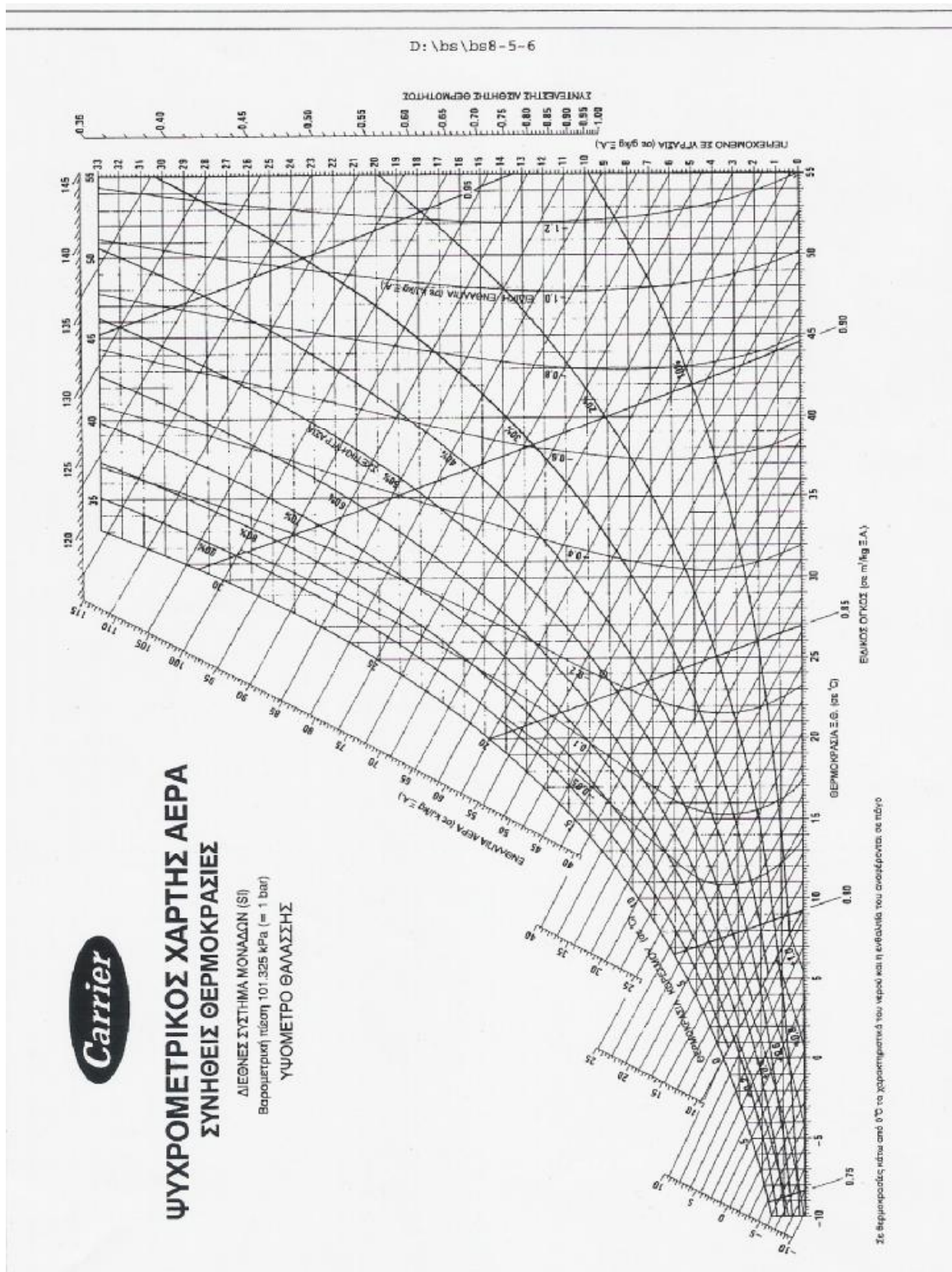
Η θερμοκρασία που διαβάζουμε στο σημείο C είναι 17,6°C. Ουσιαστικά, για να αρχίσει η συμπύκνωση ενός μίγματος αέρα-υδρατμού με θερμοκρασία 25°C ξηρού βολβού και απόλυτη υγρασία 12,7g/kg, είναι αναγκαίο να μειωθεί η θερμοκρασία του στους 17,6°C.

Στο διάγραμμα του Σχ. 1.10 υπάρχει μία σειρά από καμπύλες: ο οριζόντιος άξονας, είναι ο άξονας της θερμοκρασίας ξηρού βολβού, ενώ ο κατακόρυφος άξονας είναι ο άξονας της ειδικής υγρασίας του αέρα (ή περιεκτικότητα υδρατμού).

Υπάρχουν, επίσης, η καμπύλη των θερμοκρασιών κορεσμού και σημείου δρόσου, οι ευθείες των θερμοκρασιών υγρού βολβού και οι καμπύλες της σχετικής υγρασίας του αέρα.

Η σημασία αυτού του διαγράμματος, που αποκαλείται ψυχομετρικό διάγραμμα, συνίσταται στο γεγονός ότι, γνωρίζοντας δύο μόνο τιμές των παραπάνω μεταβλητών, είναι δυνατό να εντοπιστεί στο διάγραμμα η φυσική κατάσταση του αέρα και από αυτό το σημείο να γίνουν γνωστές όλες οι άλλες ιδιότητες. Το διάγραμμα που κατασκευάζεται με τον τρόπο αυτό αποτελείται το ψυχομετρικό διάγραμμα Carrier.

Αυτό εισήχθη από τον Willis H. Carrier, στις αρχές του αιώνα, όταν η ψυχομετρία δεν αποτελούσε ακόμα ειδικό κλάδο σπουδών.

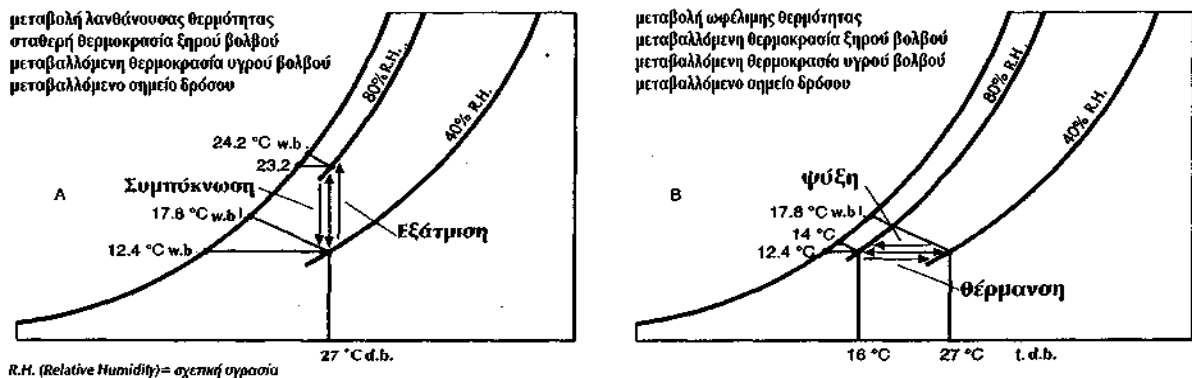


Σχήμα 1.10: Ο ψυχομετρικός χάρτης Carrier.

Σήμερα, χρησιμοποιούνται και άλλα ψυχομετρικά διαγράμματα, όπως: το διάγραμμα της ASHRAE και το διάγραμμα ενθαλπίας-εντροπίας (Mollier).

1.4.2 Ψυχομετρικό διάγραμμα

Το ψυχομετρικό διάγραμμα επιτρέπει τη μελέτη όλων των διαδικασιών επεξεργασίας του αέρα. Μπορούμε να αρχίσουμε να εξετάζουμε τις μεταβολές στη λανθάνουσα και στην ωφέλιμη (αισθητή) θερμότητα.



Σχήμα 1.11: Μεταβολές λανθάνουσας θερμότητας (A) και ωφέλιμης θερμότητας (B) στον ψυχομετρικό χάρτη.

Υπάρχει μία μεταβολή λανθάνουσας θερμότητας, όταν γίνεται μία εξάτμιση ή συμπύκνωση νερού από τον αέρα, παρ' όλο που η θερμοκρασία του αέρα ξηρού βολβού παραμένει σταθερή.

Στο ψυχομετρικό διάγραμμα, αυτή η μεταβολή αντιπροσωπεύεται από μία κάθετη ευθεία Σχ. 1.11 (A).

Όπως φαίνεται, η μεταβολή της λανθάνουσας θερμότητας επιφέρει μία μεταβολή της ειδικής και της σχετικής υγρασίας του αέρα.

Υπάρχει μία μεταβολή ωφέλιμης θερμότητας, όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα. Στο ψυχομετρικό διάγραμμα αυτή η αλλαγή αντιπροσωπεύεται από μία οριζόντια ευθεία Σχ. 1.11 (B)

Όπως παρατηρούμε, μία μεταβολή της ωφέλιμης θερμοκρασίας προκαλεί μία μεταβολή της σχετικής υγρασίας του αέρα, ενώ παραμένει αμετάβλητη η ειδική υγρασία, δηλαδή, η απόλυτη περιεκτικότητα υδρατμού του αέρα.

Στους υπολογισμούς για τον κλιματισμό του αέρα αναφερόμαστε, συνήθως, σε αέρα στην ατμοσφαιρική πίεση, με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ειδικό βάρος: $1,2 \text{ kg/m}^3$

- ειδική θερμοχωρητικότητα: 0,24 kcal/kg

Γι' αυτό η ειδική θερμοχωρητικότητα, που αναφέρεται στο κυβικό μέτρο, προκύπτει:

$$(0,24 \times 1,2) = 0,29 \text{ kcal/m}^3$$

1.4.3 Ψύξη με εξάτμιση

Η ψύξη με εξάτμιση είναι μια διαδικασία που χρησιμοποιείται, κυρίως, σε βιομηχανικές εφαρμογές. Αυτή πραγματοποιείται περνώντας αέρα από ένα θάλαμο ύγρυνσης, (όπου δηλαδή το νερό ψεκάζεται από μερικά ακροφύσια).

Στη διαδικασία αυτή ο αέρας εκχωρεί ωφέλιμη θερμότητα και συγκεντρώνει λανθάνουσα θερμότητα.

Στην πράξη, η θερμοκρασία υγρού βολβού του αέρα παραμένει αμετάβλητη, ενώ μειώνεται η θερμοκρασία ξηρού βολβού και αυξάνεται η ειδική υγρασία του αέρα.

Στο βιομηχανικό τομέα υπάρχουν εφαρμογές όπου απαιτείται ψύξη με υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας του αέρα, όπως για παράδειγμα στις υφαντουργικές εγκαταστάσεις.

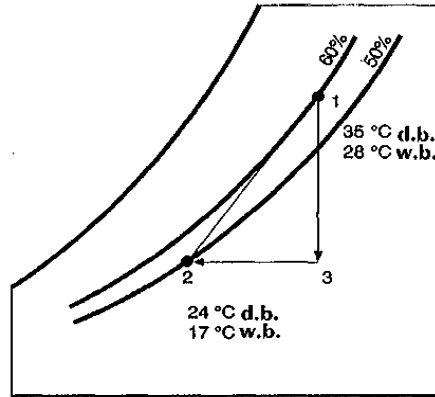
Στις περιπτώσεις αυτές η ψύξη με εξάτμιση αποτελεί την κατάλληλη λύση. Η ψύξη με εξάτμιση δεν χρησιμοποιείται αντίθετα για εφαρμογές άνεσης.

1.4.4 Ψύξη με αφύγρυνση

Το σύνηθες θερμικό φορτίο του κλιματιζόμενου περιβάλλοντος αποτελείται από το άθροισμα δύο τύπων φορτίου: ωφέλιμη (αισθητή) και λανθάνουσα θερμότητα. Αυτό το άθροισμα παίρνει το όνομα της "ολικής θερμότητας".

Για να ελέγξουμε τις θερμοϋγρομετρικές συνθήκες του περιβάλλοντος, είναι αναγκαίο, από τη μία πλευρά, να αφαιρέσουμε ωφέλιμη θερμότητα, (μεταβάλλοντας έτσι τη θερμοκρασία ξηρού βολβού) και, από την άλλη, να αφαιρέσουμε υδρατμό από τον αέρα, μεταβάλλοντας έτσι τη θερμοκρασία υγρού βολβού.

Αυτή η συνθήκη απεικονίζεται στο διάγραμμα της εικόνας του Σχ. 1.12.



Σχήμα 1.12: Ψύξη με αφύγρανση

Το σημείο 1 αντιπροσωπεύει αέρα σε θερμοκρασία 35 °C ξηρού βολβού και 28°C υγρού βολβού.

Το σημείο 2 αντιπροσωπεύει αέρα σε θερμοκρασία 24°C ξηρού βολβού και 17°C υγρού βολβού.

Για να γίνει αυτή η μεταβολή αφυγράνθηκε ο αέρας (με πτώση της ειδικής υγρασίας του και γι' αυτό της θερμοκρασίας του υγρού βολβού - σημείο 3) και ψύχθηκε (με πτώση της θερμοκρασίας του ξηρού βολβού, αφήνοντας αμετάβλητη την ειδική υγρασία).

Μπορούμε να πούμε, ότι το τμήμα 1-3 αντιπροσωπεύει τη λανθάνουσα θερμότητα, το τμήμα 3-2 την ωφέλιμη θερμότητα και το τμήμα 1-2 την ολική θερμότητα.

Στη μεταβολή η σχετική υγρασία μεταβλήθηκε από την τιμή 60% (αρχικές συνθήκες) στην τιμή 50% (τελικές συνθήκες).

1.4.5 Θερμικός συντελεστής

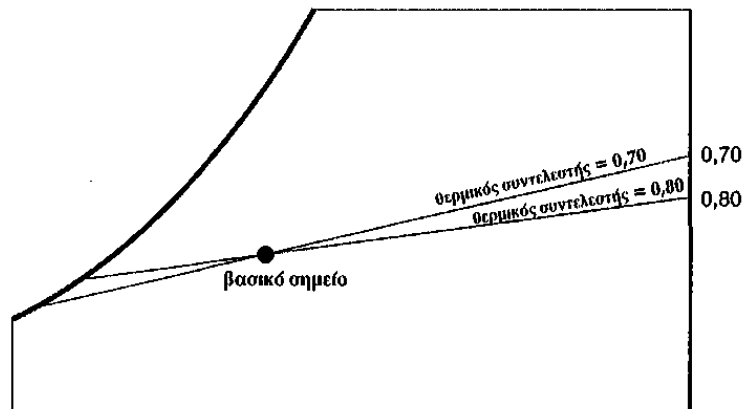
Ο θερμικός συντελεστής παρέχει μία εικόνα των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών του περιβάλλοντος.

Αυτός δίνει ένα μέτρο των χαρακτηριστικών των θερμικών φορτίων στο περιβάλλον. Ο θερμικός συντελεστής ορίζεται αναλυτικά από την ακόλουθη σχέση:

Στο ψυχομετρικό διάγραμμα ο θερμικός συντελεστής αντιπροσωπεύεται από μία ευθεία που περνάει από το "βασικό σημείο" του διαγράμματος (ορισμένο σε 24°C και 50% σχετική υγρασία) και την αντίστοιχη τιμή στη σχετική κλίμακα, δεξιά στο διάγραμμα.

Με τον τρόπο αυτό, όταν ο θερμικός συντελεστής είναι 1, αντιπροσωπεύεται από μία οριζόντια ευθεία και το φορτίο είναι μόνο ωφέλιμη θερμότητα.

Αν ο θερμικός συντελεστής είναι, ας υποθέσουμε 0,8 η ευθεία που τον αντιπροσωπεύει, αρχίζει να έχει κλίση.



Σχήμα 1.13: Ευθείες δυο διαφορετικών θερμικών συντελεστών στο ψυχομετρικό διάγραμμα.

Ένας θερμικός συντελεστής 0,8 μας λέει, πρακτικά, ότι το θερμικό φορτίο αποτελείται κατά 80% από ωφέλιμη θερμότητα και κατά το υπόλοιπο 20% από λανθάνουσα θερμότητα.

Για ένα θερμικό συντελεστή γύρω στο 0,7 έχουμε μια αύξηση της λανθάνουσας θερμότητας και μια μείωση της ωφέλιμης. Η ευθεία που αντιπροσωπεύει το θερμικό συντελεστή γίνεται πιο κεκλιμένη (Σχ. 1.13).

Αυτές είναι τυπικές συνθήκες ενός εστιατορίου ή ενός θεάτρου.

Στο σημείο αυτό μπορεί να γίνει κατανοητή η πραγματική και η πρακτική σημασία του θερμικού συντελεστή: επιτρέπει τον προσδιορισμό της επεξεργασίας, στην οποία πρέπει να υποβληθεί ο αέρας για τη διατήρηση των επιθυμητών συνθηκών περιβάλλοντος.

Ας υποθέσουμε, ότι έχουμε καθορίσει μια ορισμένη τιμή θερμικού συντελεστή περιβάλλοντος, 0,80 για παράδειγμα. Πρέπει να διατηρήσουμε σε ένα περιβάλλον 22 °C με 50% σχετική υγρασία.

Χαράζουμε την ευθεία του θερμικού συντελεστή AB. Από το σημείο που αντιστοιχεί στις συνθήκες περιβάλλοντος C, χαράζουμε την παράλληλη στην ευθεία του θερμικού συντελεστή, έως ότου αυτή συναντήσει την καμπύλη κορεσμού D, όπως φαίνεται στο Σχ. 1.14.

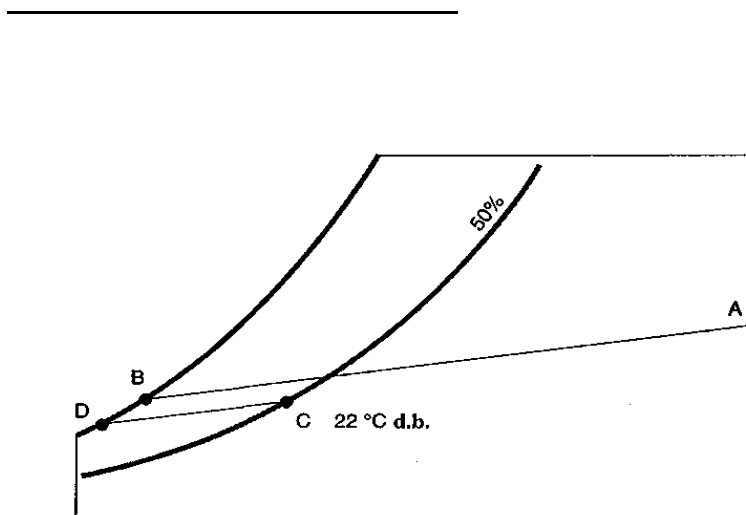
Άρα, για να διατηρηθεί στο περιβάλλον η θερμοκρασία των 22 °C με 50% σχετική υγρασία, αρκεί να εισάγουμε αέρα με τις συνθήκες ενός οποιουδήποτε σημείου της ευθείας CD.

Υπάρχει, λοιπόν, μια άπειρη σειρά συνθηκών που μπορούν να δοθούν στον αέρα για να διατηρηθεί στο περιβάλλον η επιθυμητή θερμοκρασία και η σχετική υγρασία.

Αυτές τις συνθήκες, επαναλαμβάνουμε, μπορούμε να τις συμπεράνουμε από την παράλληλη, στην ευθεία του θερμικού συντελεστή, που χαράζεται από το σημείο που αντιπροσωπεύει τις συνθήκες περιβάλλοντος στην καμπύλη κορεσμού.

Η παροχή του αέρα που πρέπει να χορηγηθεί στο περιβάλλον θα είναι η ελάχιστη δυνατή, εάν η θερμοκρασία του αέρα κατάθλιψης είναι εκείνη που αντιστοιχεί στην τομή της ευθείας με την καμπύλη κορεσμού.

Πράγματι, υποθέτοντας ότι η απόδοση της μονάδας ψύξης, (από την οποία περνάει ο αέρας που χορηγείται στο περιβάλλον), είναι 100%, η αναγκαία παροχή αέρα θα ήταν:



Σχήμα 1.14: Χρήση του θερμικού συντελεστή για τον προσδιορισμό των συνθηκών του αέρα

1.4.6 Συντελεστής bypass

Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές κλιματισμού του αέρα αποτελούνται, συνήθως, από πτερυγωτούς σωλήνες, όπως είδαμε προηγουμένως στο κεφάλαιο που είναι αφιερωμένο στον εξατμιστή.

Ο αέρας εμφυσάται (ή αναρροφάται) από έναν ανεμιστήρα της μονάδας, τη διασχίζει και βγαίνει σε διαφορετικές συνθήκες από εκείνες που είχε στην είσοδο.

Ένα μέρος του αέρα, δηλαδή, έρχεται σε επαφή με τους σωλήνες και την πτερύγωση, αλλάζοντας τις συνθήκες του.

Υπάρχει, όμως, ένα ορισμένο μέρος του αέρα που διασχίζει τη μονάδα, χωρίς να έρθει σε επαφή ούτε με τους σωλήνες ούτε με τα πτερύγια. Αυτό το μέρος του αέρα λέγεται "αέρας bypass".

Το ποσοστό του αέρα bypass εξαρτάται, κυρίως, από τα ακόλουθα στοιχεία:

1. τον αριθμό πτερυγίων για κάθε γραμμικό μέτρο της μονάδας
2. τον αριθμό των γραμμών της μονάδας, (δηλαδή τον αριθμό των στρωμάτων των σωλήνων)
3. την ταχύτητα του αέρα που διασχίζει τη μονάδα (δηλαδή την παροχή).

Ο "συντελεστής bypass" (BF) είναι ένας καθαρός αριθμός που επιτρέπει την ποσοστιαία εκτίμηση της ποσότητας του αέρα bypass ως προς τη συνολική παροχή.

Βρίσκουμε έτσι, ότι η παροχή του αέρα που υπολογίστηκε, χωρίς να ληφθεί υπόψη ο συντελεστής bypass, πρέπει να αυξηθεί προσθέτοντας την ποσότητα του αέρα bypass.

Ο τύπος της προηγούμενης παραγράφου μεταβάλλεται ως εξής:

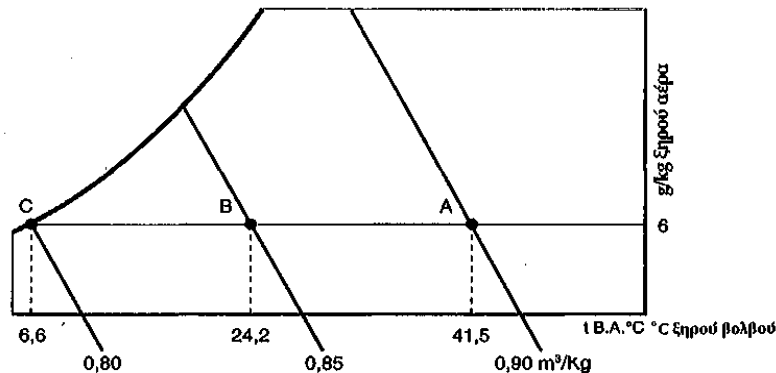
$$V_r = \frac{Q}{0,29 \cdot (t_{\text{περιβάλλοντος}} - t_{\text{εισερχόμενου αέρα)}} \cdot (1 - BF)} \quad (1.8)$$

1.4.7 Ειδικός όγκος του αέρα

Ο ειδικός όγκος του αέρα ορίζεται σαν ο όγκος, που εκφράζεται σε m³, που καταλαμβάνεται από 1 kg αέρα σε κάθε καθορισμένη τιμή θερμοκρασίας και πίεσης.

Ο αέρας, μιας και είναι αέριο, μειώνει την πυκνότητα του (αυξάνοντας τον ειδικό όγκο του) με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Αντίθετα, ο αέρας αυξάνει την πυκνότητά του (μειώνοντας τον ειδικό όγκο του) με τη μείωση της θερμοκρασίας.



Σχήμα 1.15: Γραμμές ειδικού όγκου

Μπορούμε να επιβεβαιώσουμε αυτές τις ιδιότητες στο ψυχομετρικό διάγραμμα της εικόνας του Σχ. 1.15. Η κλίμακα των ειδικών όγκων βρίσκεται στο κάτω μέρος του διαγράμματος. Ας λάβουμε υπόψη αέρα με την ίδια τιμή υγρασίας (για παράδειγμα 6g/kg ξηρού αέρα), σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες ξηρού βολβού:

41,5 °C (σημείο A), 24,2 °C (σημείο B) και 6,6°C (σημείο C).

Για τον αέρα στις συνθήκες του σημείου A, ο ειδικός όγκος είναι 0,90 m³/kg. Στις συνθήκες του σημείου B ο ειδικός όγκος είναι 0,85 m³/kg, και, στις συνθήκες του σημείου C, ο ειδικός όγκος είναι 0,80 m³/kg.

Όπως φαίνεται, με τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα, σε σταθερή πίεση, μειώνεται ο ειδικός όγκος.

Ο ειδικός όγκος χρησιμοποιείται, κυρίως, για την εξακρίβωση των επιδόσεων των ανεμιστήρων και για να προσδιοριστούν οι ισχύεις των κινητήρων σε εφαρμογές για χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες αέρα.

1.4.8 Ενθαλπία

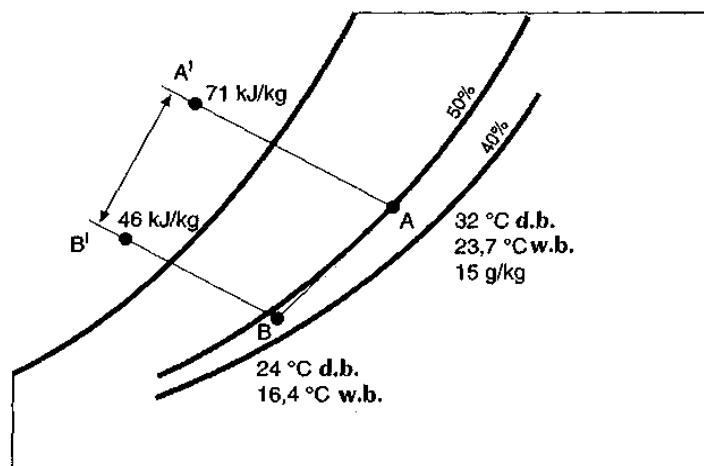
Μία σημαντική ιδιότητα που χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς του κλιματισμού με αέρα είναι η ενθαλπία ή ολική περιεκτικότητα θερμότητας, των μιγμάτων αέρα και υδρατμού.

Η ενθαλπία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στον προσδιορισμό των ποσοτήτων θερμότητας που χορηγήθηκαν ή αφαιρέθηκαν από τον αέρα κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας που υπέστη.

Στο ψυχομετρικό διάγραμμα, η κλίμακα της ενθαλπίας είναι τοποθετημένη πέρα από την καμπύλη κορεσμού και διαβάζεται ακολουθώντας τις ευθείες της θερμοκρασίας υγρού βολβού.

Η ενθαλπία, στο Διεθνές Σύστημα, εκφράζεται σε kJ/kg ξηρού αέρα (1 kJ = 0,239 kcal).

Μπορούμε να εξετάσουμε συνοπτικά τις πρακτικές εφαρμογές της ενθαλπίας.



Σχήμα 1.16: Διαφορετικές τιμές ενθαλπίας του αέρα σε δυο διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασίας και ειδικής πυκνότητας.

Αν λάβουμε υπόψη αέρα στις συνθήκες του σημείου A, στην εικόνα του Σχ. 1.16, όπου η θερμοκρασία ξηρού βολβού είναι 32 °C και η ειδική υγρασία 15 g/kg ξηρού αέρα. Η ενθαλπία του αέρα σ' αυτές τις συνθήκες είναι 71 kJ/kg.

Η ενθαλπία μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε την ολική θερμότητα που αφαιρείται από έναν όγκο αέρα. Για παράδειγμα, αν ο αέρας στις συνθήκες του σημείου A (32 °C ξηρού βολβού, 23,6°C υγρού βολβού) ψυχθεί και αφυγρανθεί ως το σημείο B (24°C ξηρού βολβού, 16,4°C υγρού βολβού), μπορούμε να προσδιορίσουμε την ολική θερμότητα που αφαιρέθηκε από τον αέρα.

Πράγματι, στο σημείο A η ενθαλπία είναι 71 kJ/kg (A') και στο σημείο B η ενθαλπία είναι 46kJ/kg (B').

Το σημείο B' καθορίζει την ενθαλπία του αέρα στην έξοδο από τη μονάδα ψύξης. Επομένως, από κάθε kg αέρα αφαιρείται μία ποσότητα θερμότητας ίση με:

$(71-46) = 25 \text{ kJ/kg}$ ξηρού αέρα.

1.4.9 Ύγρανση

Κατά τη χειμερινή περίοδο, ο εξωτερικός αέρας έχει ειδική υγρασία, συνήθως χαμηλότερη από αυτή που πρέπει να διατηρείται στο περιβάλλον. Δημιουργείται, λοιπόν, η ανάγκη ύγρανσης του αέρα.

Το σύστημα που χρησιμοποιείται περισσότερο συνίσταται στον ψεκασμό νερού, μέσα σε ειδικό θάλαμο, που διαρρέεται από τον αέρα που πρέπει να υγρανθεί.

Πρέπει να έχουμε υπόψη μας, ότι στο περιβάλλον είναι αναγκαίο να διατηρείται η κατάλληλη ανανέωση με εξωτερικό αέρα, με σκοπό διατήρηση του σωστού ποσοστού οξυγόνου στον αέρα και τη διάλυση των οσμών.

Η ανανέωση του αέρα μπορεί να γίνει με τη διείσδυση από τις πόρτες και τα παράθυρα ή με άμεση λήψη εξωτερικού αέρα από κλιματιστικό μηχάνημα.

Στον υπολογισμό της ποσότητας του νερού που πρέπει να ψεκαστεί, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι διαφορετικές ποσότητες εξωτερικού αέρα και ανακυκλωμένου αέρα περιβάλλοντος.

Η ποσότητα του νερού που πρέπει να ψεκαστεί μπορεί να υπολογιστεί από τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Νερό ψεκασμού} = V \cdot 1,2 \cdot (U_2 - U_1) \quad (1.9)$$

όπου:

V = παροχή εξωτερικού αέρα που χορηγείται στο περιβάλλον (κλιματιζόμενος χώρος) σε m^3/h

$1,2$ = ειδικό βάρος του αέρα

U_2 = ειδική υγρασία του αέρα περιβάλλοντος

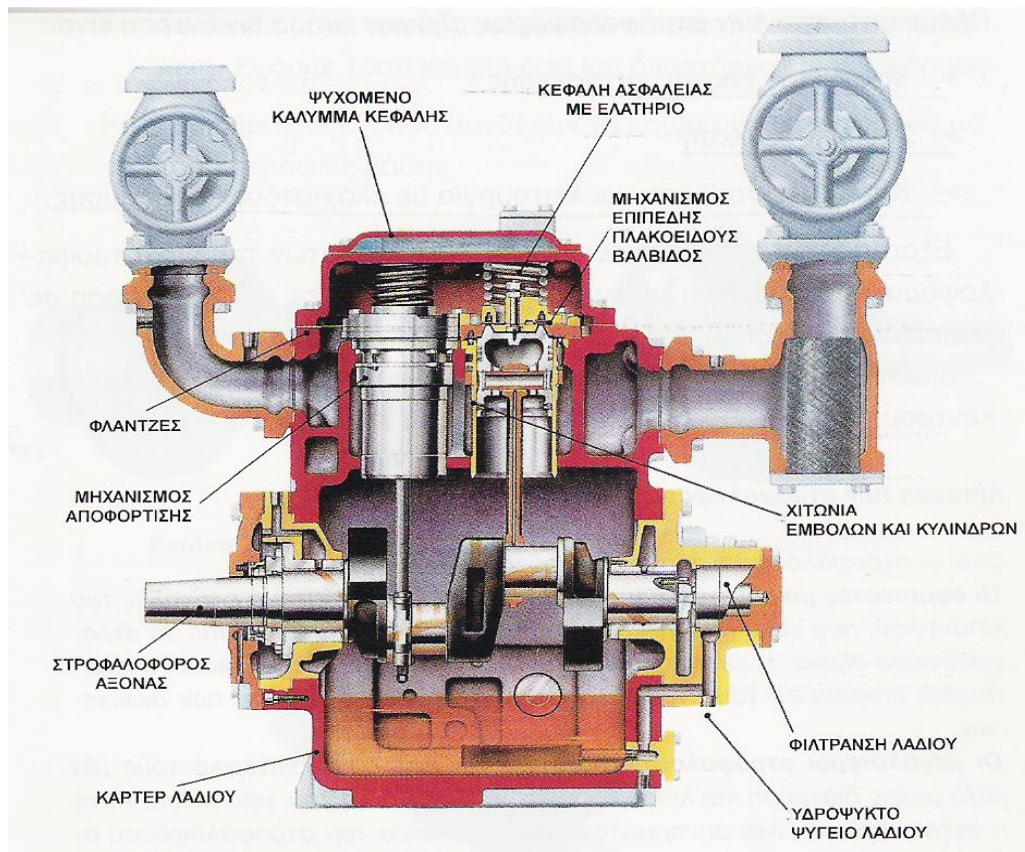
U_1 = ειδική υγρασία του εξωτερικού αέρα.

Υπενθυμίζουμε ότι, για να εξατμιστεί το νερό, απαιτούνται 540 kcal/h για κάθε kg νερού (λανθάνουσα θερμοκρασία εξατμισμού). Αυτή η εισφορά θερμότητας πρέπει να ληφθεί υπόψη στην εκτίμηση της θερμικής ισχύος της εγκατάστασης.

1.5 ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ

Παλινδρομικός λέγεται ο συμπιεστής που χρησιμοποιεί την παλινδρόμηση (ανεβοκατέβασμα) του εμβόλου του για την αναρρόφηση και τη συμπίεση των ψυκτικών ατμών. Στο Σχ. 1.17 φαίνεται ένας παλινδρομικός συμπιεστής σε τομή.

Για την κίνηση του ο συμπιεστής χρειάζεται ισχύ, την οποία παίρνει είτε από εξωτερική ηλεκτρική πηγή, οπότε λέγεται ανοικτού τύπου, είτε από εσωτερική ηλεκτρική πηγή (ηλεκτροκινητήρας), οπότε λέγεται κλειστού ή ημίκλειστου τύπου.



Σχήμα 1.17: Τομή παλινδρομικού συμπιεστή με επίπεδες πλακοειδείς βαλβίδες

Όταν η κίνηση των συμπιεστών προέρχεται από εξωτερική ηλεκτρική πηγή, τότε στη μετάδοση της κίνησης παρεμβάλλονται ιμάντες (λουριά) ή σύνδεσμοι (κόπλερ), που συνδέουν τον άξονα του ηλεκτροκινητήρα με το στροφαλοφόρο άξονα, ενώ, όταν η κίνηση του συμπιεστή προέρχεται εσωτερικά από τον ηλεκτροκινητήρα, τότε ο ηλεκτροκινητήρας είναι εφαρμοσμένος πάνω στο στροφαλοφόρο άξονα του συμπιεστή.

Οι παλινδρομικοί συμπιεστές κατασκευάζονται, ως προς την ισχύ τους, από 1/8 PS έως μερικές εκατοντάδες PS, και ως προς τον αριθμό και τη διάταξη των κυλίνδρων τους από 1 έως 16, διατεταγμένους σε σχήματα σειράς, V, Y, X, W και αστέρα.

Οι παλινδρομικοί συμπιεστές είναι κατάλληλοι για μικρό εκτόπισμα ψυκτικού αερίου, αλλά έχουν ικανοποιητική απόδοση στις εγκαταστάσεις που λειτουργούν με μεγάλες πιέσεις συμπίκνωσης και μεγάλους λόγους συμπίεσης.

Τέλος, οι παλινδρομικοί συμπιεστές χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις κλιματισμού, συντήρησης και κατάψυξης, και ψύχονται με αέρα, νερό και με ψυκτικό αέριο της αναρρόφησης.

1.5.1 Κατηγορίες παλινδρομικών συμπιεστών

Οι κατασκευαστές των παλινδρομικών συμπιεστών για να καλύψουν όλες τις απαιτήσεις του φάσματος της Εμπορικής - Βιομηχανικής ψύξης και του κλιματισμού, διαμόρφωσαν τους παρακάτω βασικούς τύπους συμπιεστών:

- 1. Ανοικτού τύπου**
- 2. Ημίκλειστου τύπου**
- 3. Κλειστού τύπου.**

Ως προς τη μετατροπή της περιστροφικής κίνησης του στροφαλοφόρου άξονα σε παλινδρομική τού εμβόλου διακρίνονται σε συμπιεστές:

- Με διωστήρα (μπιέλα)
- Με ζύγωμα
- Με τυπικό στροφαλοφόρο άξονα
- Με στροφαλοφόρο άξονα τύπου έκκεντρου.

1.5.1.1 Παλινδρομικοί συμπιεστές ανοικτού τύπου

Ανοικτού τύπου λέγονται οι συμπιεστές που παίρνουν την κίνηση τους από εξωτερική πηγή (συνήθως ηλεκτροκινητήρα). Η κίνηση προς τους συμπιεστές μεταδίδεται είτε μέσω τροχαλιών και ιμάντων, είτε μέσω συνδέσμων - κόπλερ.

Οι συμπιεστές ανοικτού τύπου παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα βάση των οποίων έχει περιοριστεί η χρήση τους σε συγκεκριμένες εφαρμογές της ψύξης και τού κλιματισμού.

Οι εφαρμογές αυτές είναι:

1. Οι ψυκτικές εγκαταστάσεις των αυτοκινήτων ψυγείων.
2. Οι κλιματιστικές εγκαταστάσεις των επιβατηγών αυτοκινήτων.
3. Οι εγκαταστάσεις καταψύξεως μέσης και μικρής ισχύος.

Τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν οι συμπιεστές ανοικτού τύπου είναι τα εξής:

- i. Υπάρχει πρόβλημα στεγανότητας μεταξύ τού εξωτερικού περιβάλλοντος και τού εσωτερικού χώρου τού στροφαλοθαλάμου, λόγω εξόδου τού στροφαλοφόρου άξονα προς το εξωτερικό περιβάλλον, Ο στυπιοθλίπτης (τσιμούχα) που έχει αναλάβει αυτή τη στεγανοποίηση, φθείρεται λόγω της περιστροφής τού στροφαλοφόρου άξονα και των κακών συνθηκών λίπανσης του.
- ii. Υπάρχει πρόβλημα ευθυγράμμισης των αξόνων τού συμπιεστή και τού ηλεκτροκινητήρα του, καθώς επίσης και πρόβλημα service για την αντικατάσταση των φθαρμένων, ιμάντων. Εάν οι δυο προαναφερθέντες άξονες δεν είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένοι, υπάρχει κίνδυνος να κοπεί ο στροφαλοφόρος άξονας τού συμπιεστή, λόγω κραδασμών.
- iii. Έχουν μεγάλο κόστος και μεγάλο βάρος ανά ψυκτικό τόνο.
- iv. Έχουν μεγάλη στάθμη θορύβου.

1.5.1.2 Παλινδρομικοί συμπιεστές ημίκλειστου τύπου

Συμπιεστές ημίκλειστου τύπου είναι οι συμπιεστές που παίρνουν την κίνησή τους εσωτερικά από τον ηλεκτροκινητήρα τους, που είναι εφαρμοσμένος στην προέκταση τού στροφαλοφόρου άξονα.

Όλα τα εξαρτήματα του συμπιεστή και τού ηλεκτροκινητήρα του σχηματίζουν ένα συμπαγές σύνολο, που καθιστά επισκέψιμα τα εξαρτήματα σε κάθε συντήρηση.

Οι συμπιεστές αυτού τού τύπου είναι οικονομικότεροι, ελαφρότεροι, αποδοτικότεροι, και έχουν μικρότερη συντήρηση από τους αντίστοιχους συμπιεστές ανοικτού τύπου.

Οι συμπιεστές ημίκλειστου τύπου, λόγω των προαναφερθέντων πλεονεκτημάτων τους έχουν μεγάλη εφαρμογή στην εμπορική ψύξη, και στις μέσης ισχύος κλιματιστικές εγκαταστάσεις.

1.5.1.3 Παλινδρομικοί συμπιεστές κλειστού τύπου

Κλειστού τύπου λέγεται ο συμπιεστής εκείνος του οποίου όλα τα εξαρτήματα είναι ερμητικά κλειστά μέσα σε μεταλλικό περίβλημα.

Ο λόγος που ώθησε τους κατασκευαστές των συμπιεστών στην κατασκευή αυτού του τύπου, είναι τα πολλά πλεονεκτήματα που προσφέρει στην εμπορική ψύξη και στον κλιματισμό:

- Μικρό κόστος.
- Μικρός όγκος.
- Μικρό βάρος.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής του ηλεκτροκινητήρα του, λόγω απουσίας σκόνης και υγρασίας της ατμόσφαιρας.
- Απόλυτη στεγανότητα μεταξύ εξωτερικού περιβάλλοντος και στροφαλοθαλάμου συμπιεστή.
- Ανέξοδη συντήρηση.

Οι συμπιεστές κλειστού τύπου έχουν καθιερωθεί στα οικιακά ψυγεία και στις κλιματιστικές εγκαταστάσεις δωματίου (ROOM UNITS), λόγω του χαμηλού κόστους, και του μικρού όγκου και βάρους που έχουν.

Οι συμπιεστές αυτού του τύπου κυκλοφορούν με ισχύ 1/6 PS έως 20 PS και λειτουργούν με Φρέον 12 και Φρέον 22 συνήθως.

Τα μειονεκτήματα των συμπιεστών κλειστού τύπου είναι:

- 1) Καθιστούν δύσκολη και δαπανηρή κάθε επιθεώρηση και επισκευή των εξαρτημάτων τους, διότι απαιτείται το ξεκόλλημα του πάνω μέρους του μεταλλικού περιβλήματος (με τρόχισμα της ηλεκτροσυγκόλλησης) και στη συνέχεια, αφού γίνει η επισκευή, να ξανακολληθεί στεγανά με ηλεκτροσυγκόλληση το πάνω μέρος του μεταλλικού περιβλήματος.
- 2) Δεν διευκολύνουν τους τεχνικούς στην παρακολούθηση της λειτουργίας, στη φόρτιση και αφαίρεση ψυκτικού υγρού, λόγω έλλειψης διακοπών (βάνες) εξυπηρέτησης, και γενικά δεν μπορεί να γίνει εύκολα service στις μονάδες αυτές.

1.5.2 Βασικά μέρη παλινδρομικών συμπιεστών

Με τον όρο βασικά μέρη υποδηλώνουμε τα απολύτως απαραίτητα εξαρτήματα που πρέπει να έχει ένας παλινδρομικός συμπιεστής, για να ανταποκρίνεται αποτελεσματικά στις στοιχειώδεις λειτουργικές απαιτήσεις του ψυκτικού κύκλου.

Τα εξαρτήματα αυτά είναι:

- ∅ Ο κύλινδρος.
- ∅ Η κυλινδροκεφαλή.
- ∅ Η βαλβιδοφόρος πλάκα.
- ∅ Οι βαλβίδες.
- ∅ Το έμβολο (πιστόνι).
- ∅ Ο πείρος τού εμβόλου.
- ∅ Τα ελατήρια τού εμβόλου.
- ∅ Ο διωστήρας (η μπιέλα). Ένας διωστήρας παλινδρομικού συμπιεστή φαίνεται στο Σχ. 1.18.



Σχήμα 1.18: Διωστήρας παλινδρομικού συμπιεστή για σύνδεση με στροφαλοφόρο άξονα με βραχίονες

- ∅ Ο στροφαλοφόρος άξονας.
- ∅ Ο στροφαλοθάλαμος (κάρτερ).
- ∅ Ο ηλεκτροκινητήρας με τα ασφαλιστικά του συστήματα και τους μηχανισμούς εκκίνησης.
- ∅ Τα έδρανα με τους τριβείς.
- ∅ Ο στυπιοθλίπτης (τσιμούχα) τού στροφαλοφόρου άξονα.
- ∅ Τα παρεμβύσματα (φλάντζες).

1.5.3 Κύλινδρος

Ο κύλινδρος είναι το σημαντικότερο εξάρτημα κάθε παλινδρομικού συμπιεστή. Μέσα στον κύλινδρο παλινδρομώντας το έμβολο δημιουργεί την αναρρόφηση και τη συμπίεση των ψυκτικών ατμών, προϋποθέσεις απαραίτητες για την ύπαρξη του ψυκτικού κύκλου.

Το υλικό κατασκευής των κυλίνδρων είναι συνήθως ο χυτοσίδηρος (μαντέμι) αρίστης ποιότητας με μικρή πρόσμιξη νικελίου, το οποίο αυξάνοντας την πυκνότητα του χυτοσιδήρου, αποκλείει τις διαρροές των ψυκτικών ατμών.

1.5.4 Διαδοχικοί συμπιεστές

Σε ψυκτικές εφαρμογές όπου η απαιτούμενη ισχύς του συμπιεστή κυμαίνεται από 10 PS μέχρι 70 PS είναι χρήσιμο να προτιμώνται οι διαδοχικοί συμπιεστές, γιατί δίνουν:

- ∅ Απλό και οικονομικό τρόπο εκκίνησης με μικρή ροπή.
- ∅ Απλό σύστημα αποφόρτωσης της ισχύος.
- ∅ Απλό σύστημα ελέγχου, και
- ∅ Μεγάλη εξοικονόμηση ισχύος.



Σχήμα 1.19: Παράλληλη λειτουργία 2 ελικοειδών (Scroll) συμπιεστών με ανεξάρτητα κυκλώματα

Το σύστημα των διαδοχικών συμπιεστών, όπως φαίνεται και στο Σχ. 1.19, αποτελείται από δύο συμπιεστές της ίδιας ισχύος με ξεχωριστούς ηλεκτροκινητήρες, οι οποίοι ξεκινούν χωριστά ο ένας μετά τον άλλο με τη βοήθεια ενός ρελέ καθυστέρησης.

Οι δύο συμπιεστές συνδέονται σταθερά μ' ένα ενδιάμεσο εξάρτημα, πάνω στο οποίο είναι διαμορφωμένη η κοινή αναρρόφηση των συμπιεστών και η διάταξη της ισοστάθμισης της στάθμης του λαδιού, μέσα στους στροφαλοθάλαμους των δύο συμπιεστών, πράγμα πολύ σημαντικό.

Λόγω τού ξεχωριστού τρόπου εκκίνησης και λειτουργίας των ηλεκτροκινητήρων των συμπιεστών, δίνεται η δυνατότητα να ξεκινήσει η μονάδα με τη μισή ισχύ (50%), να λειτουργεί η μονάδα με τον ένα συμπιεστή ή και με τους δύο, όταν θέλουμε όλη την ισχύ τους (100%).

Σε περιπτώσεις που θέλουμε κλιμακωτή μείωση της ισχύος του συστήματος, τότε εφοδιάζουμε το σύστημα με ειδικό μηχανισμό αποφόρτωσης ισχύος από 35% έως 70%, εφόσον οι συμπιεστές έχουν ο καθένας τρεις, τέσσερις και έξι κυλίνδρους. Έτσι με τους διαδοχικούς συμπιεστές έχουμε τη δυνατότητα να μειώνουμε κατά 35% την απόδοση των τρικύλινδρων συμπιεστών, κατά 55% την απόδοση των τετρακύλινδρων και κατά 35% έως 70% την απόδοση των εξακύλινδρων συμπιεστών.

Κάθε συμπιεστής της διαδοχικής διάταξης, πρέπει να έχει το δικό του πρεσοστάτη για τον έλεγχο της πίεσης τού λαδιού και το δικό του θερμοστάτη με σπειροειδές διμεταλλικό έλασμα.

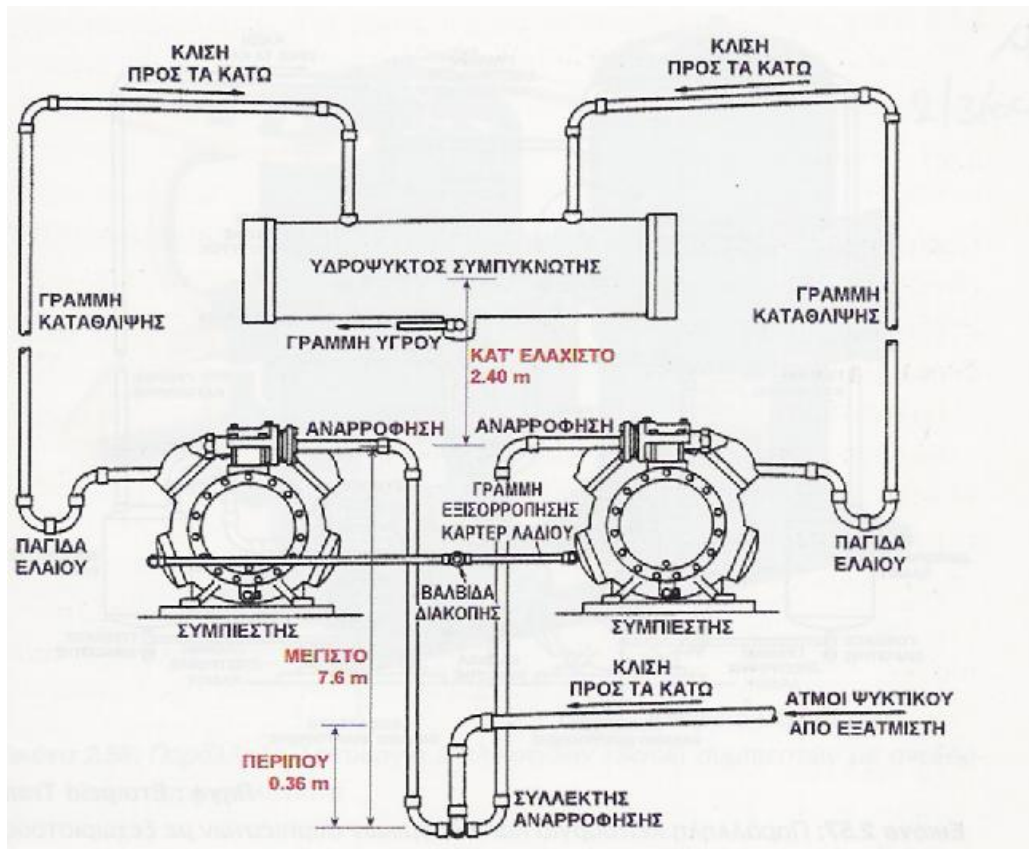
Στις εγκαταστάσεις με διαδοχικούς συμπιεστές πρέπει να τοποθετηθούν μεγάλα φίλτρα - αφυγραντήρες, λυόμενου τύπου, τόσο στη γραμμή ψυκτικού υγρού, όσο και στη γραμμή της αναρρόφησης, της οποίας το φίλτρο πρέπει να περιέχει αφυγραντική σκόνη. Επίσης χρειάζεται να δοθεί μεγάλη προσοχή στην εκλογή των διαμέτρων της γραμμής αναρρόφησης, ώστε η ταχύτητα του ψυκτικού αερίου να μην είναι κάτω των 8 m/sec, στις κατακόρυφες σωληνώσεις και 4 m/sec στις οριζόντιες σωληνώσεις, γιατί διαφορετικά, θα έχουμε πρόβλημα επιστροφής του λαδιού στο στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

Τέλος, όταν ο κινητήρας του ενός συμπιεστή πάθει κάποια βλάβη, μπορεί να συνεχίσει τη λειτουργία ο άλλος συμπιεστής του συστήματος, μέχρις ότου επισκευαστεί ή αντικατασταθεί ο ηλεκτροκινητήρας με τη βλάβη.

1.5.5 Συμπιεστές με παράλληλη λειτουργία

Η παράλληλη λειτουργία των παλινδρομικών συμπιεστών, όπως φαίνεται και στο Σχ. 1.20, δίνει λύσεις στις εφαρμογές μεγάλων ψυκτικών εγκαταστάσεων λόγω των πρακτικών δυνατοτήτων που προσφέρει στην αποφόρτωση των συμπιεστών, στην κλιμακωτή λειτουργία τους, στις επισκευές των εξαρτημάτων τους, καθώς

επίσης και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Τότε, όμως παρουσιάζουν προβλήματα επιστροφής λαδιού, σωστής λίπανσης και ισορροπίας του συστήματος, τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν σωστά, για να μην έχουμε ανεπιθύμητες λειτουργικές καταστάσεις και πρόωρες φθορές των εξαρτημάτων του συμπιεστή.



Σχήμα 1.20: Παράλληλη λειτουργία παλινδρομικών συμπιεστών με κοινό συμπυκνωτή

Τα προαναφερθέντα προβλήματα αντιμετωπίζονται με το σωστό σχεδιασμό του δικτύου σωληνώσεων, τον προσεκτικό υπολογισμό των διαμέτρων των σωληνώσεων του δικτύου και τη σωστή τοποθέτηση των εξαρτημάτων της εγκατάστασης, γιατί, έτσι διαμορφώνονται εξισωμένα δίκτυα με εξισωμένες τις πιέσεις αναρρόφησης σ' όλους τους παράλληλους συμπιεστές της εγκατάστασης, πράγμα πού συντελεί στην ικανοποιητική επιστροφή του λαδιού στους στροφαλοθάλαμους των συμπιεστών και κατ' επέκταση στην ομαλή λίπανση των διάφορων εξαρτημάτων των παραλλήλων συμπιεστών.

1.6 ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΙ (ΛΕΠΙΔΩΤΟΙ) ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ

Οι περιστροφικοί συμπιεστές χρησιμοποιούνται σ' όλες σχεδόν τις ψυκτικές εφαρμογές, αλλά ιδιαίτερα όπου απαιτείται μεγάλος όγκος συμπίεσης με μέτριες σχετικά πιέσεις.

Βασικά, οι περιστροφικοί συμπιεστές διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ως προς τον αριθμό των λεπίδων σάρωσης:

1. Σε συμπιεστές με μία σταθερή λεπίδα, και
2. Σε συμπιεστές με 2 μέχρι 8 περιστρεφόμενες λεπίδες.

Επίσης έχουμε τους περιστροφικούς συμπιεστές κλειστού τύπου και τους περιστροφικούς ανοικτού τύπου.

Οι περιστροφικοί συμπιεστές με μια λεπίδα χρησιμοποιούνται στις μικρές ψυκτικές εγκαταστάσεις (οικιακά ψυγεία κλπ.), ενώ οι συμπιεστές με τις πολλές λεπίδες χρησιμοποιούνται στις μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις.

Οι περιστροφικοί συμπιεστές με μια λεπίδα σάρωσης έχουν μόνο βαλβίδα κατάθλιψης, γλωσσιδωτού τύπου, για να εμποδίζει την οπισθοδρόμηση του ψυκτικού αέριου μέσα στο χώρο συμπίεσης, όταν σταματήσει τη λειτουργία του ο συμπιεστής. Στη θέση της βαλβίδας αναρρόφησης τοποθετείται μια ανεπίστροφη βαλβίδα (CHECK - VALVE) για να εμποδίζει την είσοδο του ψυκτικού αέριου και του λαδιού της.

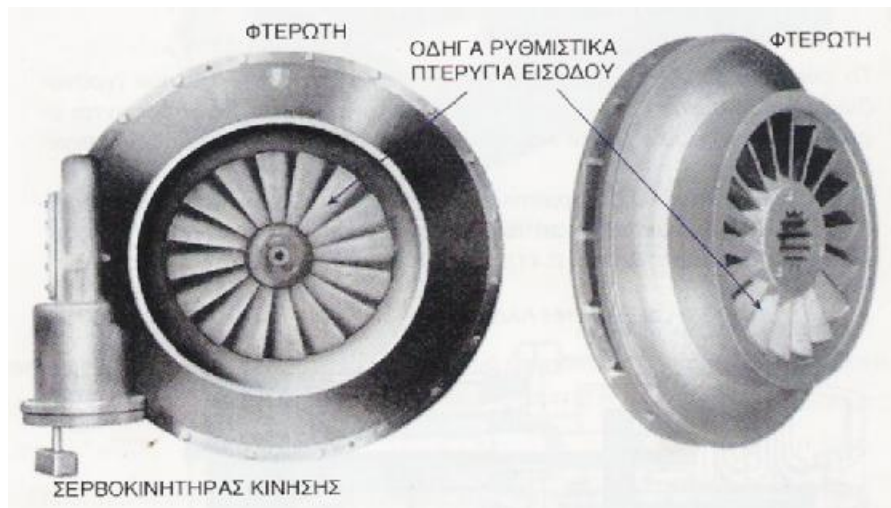
1.7 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές έχουν μια περιστρεφόμενη φτερωτή, η οποία προσδίδοντας, υψηλή ταχύτητα στον ψυκτικό ατμό, του αυξάνει την κινητική ενέργεια. Η κινητική ενέργεια του ψυκτικού ατμού μετατρέπεται στη συνέχεια σε στατική πίεση στην εξωτερική περιφέρεια της φτερωτής με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται η αναγκαία πίεση για τον ψυκτικό κύκλο.

Ο ψυκτικός ατμός οδηγείται προς το κέντρο της φτερωτής και βγαίνει απ' τα άκρα των πτερυγίων της εξωτερικής περιφέρειας της φτερωτής με μεγάλη ταχύτητα και πίεση για να οδηγηθεί στο συμπυκνωτή της μονάδας (σπάνια) ή στη διπλανή βαθμίδα (συνήθως) με άλλη σειρά πτερυγίων, όταν πρόκειται για διβάθμια φτερωτή.

Επειδή η φυγοκεντρική δύναμη που αποκτά ο ψυκτικός ατμός, που εξέρχεται απ' την φτερωτή με μια σειρά πτερυγίων, είναι μικρή, αυξάνουμε τις σειρές πτερυγίων μέχρι 16, για να αυξηθεί η αντλητική ικανότητα του φυγοκεντρικού συμπιεστή, οπότε το ψυκτικό αέριο λόγω της διαδοχικής του συμπίεσης, αποκτά μεγαλύτερη πίεση και ο συμπιεστής αυξάνει την ψυκτική του ικανότητα.

Ο έλεγχος της ισχύος των φυγοκεντρικών συμπιεστών γίνεται με κινούμενα οδηγά πτερύγια εισόδου, που ανοίγουν και κλείνουν ηλεκτρικά (μέσω σερβοκινητήρα) και είναι τοποθετημένα πριν από την πρώτη βαθμίδα του συμπιεστή, όπως φαίνεται στο Σχ. 1.21. Στα κινούμενα οδηγά πτερύγια εισόδου, μεταβάλλεται η γωνία με τη οποία το αναρροφούμενο αέριο κατευθύνεται στην είσοδο της πρώτης βαθμίδας. Το ελάχιστο μερικό φορτίο καθορίζεται από την ποσότητα του αερίου που διαφεύγει μέσα από τα τελείως κλειστά οδηγά πτερύγια εισόδου.



Σχήμα 1.21: Φτερωτή φυγοκεντρικού συμπιεστή με τα οδηγά ρυθμιστικά πτερύγια εισόδου

Στους πολυβάθμιους φυγοκεντρικούς συμπιεστές, επειδή όλες οι βαθμίδες (σειρές πτερυγίων) βρίσκονται μέσα στο ίδιο περίβλημα, έχουμε τις παρακάτω δυνατότητες:

1. Το ψυκτικό φορτίο κάθε βαθμίδας ή ομάδας βαθμίδων να χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα, έτσι, ώστε ο συμπιεστής να παρέχει διαφορετικές θερμοκρασίες αναρρόφησης που θα καλύπτουν ισάριθμες εφαρμογές.
2. Οι βαθμίδες τού συμπιεστή να συνδεθούν σε σειρά ή σε παράλληλες σειρές.
3. Κάθε ομάδα βαθμίδων του φυγοκεντρικού συμπιεστή να χρησιμοποιεί διαφορετικό ψυκτικό ρευστό.

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές είναι πιο απλοί στην κατασκευή τους έναντι των παλινδρομικών, γιατί δεν έχουν έμβολα, ελατήρια, διωστήρες, βαλβίδες κλπ. Επίσης έχουν μεγαλύτερη ογκομετρική χωρητικότητα απ' τους αντίστοιχους παλινδρομικούς, περιστροφικούς και γενικά συμπιεστές θετικού εκτοπίσματος.

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές για να αποκτήσουν ικανοποιητική γωνιακή ταχύτητα πρέπει:

- Ø Να περιστρέφονται με μεγάλο αριθμό στροφών/λεπτό.
- Ø Να έχουν ελάχιστες δονήσεις και φθορές, γιατί δεν έχουν σταθερά μέρη, αλλά μόνο εφραπτόμενα.

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές χρησιμοποιούνται σε μεγάλο πεδίο ψυκτικών εφαρμογών, κυρίως στις μεγάλες κλιματιστικές εγκαταστάσεις με R11.

Ο βαθμός ροής της αναρρόφησης των ψυκτικών ατμών, κυμαίνεται από 80 μέχρι 30.000 cfm και με στροφές από 1800 RPM μέχρι 90.000 R.P.M.

Ο συνδυασμός υψηλής ταχύτητας και χαμηλής ογκομετρικής ροής διαμορφώνουν στην πράξη φυγοκεντρικούς συμπιεστές με μικρό όγκο.

Οι θερμοκρασίες αναρρόφησης των φυγοκεντρικών συμπιεστών είναι μεταξύ 10°C και 100 °C, ενώ οι αντίστοιχες πιέσεις αναρρόφησης θα είναι 2 και 100 PSIA. Επίσης οι πιέσεις κατάθλιψης κυμαίνονται πάνω απ' τα 300 PSIA, δηλαδή έχουν λόγο συμπίεσης 2 μέχρι 30.

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- i. Στους φυγοκεντρικούς ανοιχτού τύπου, και
- ii. Στους φυγοκεντρικούς κλειστού τύπου.

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές ανοιχτού τύπου οδηγούνται από ηλεκτροκινητήρες, ή μηχανές Diesel, ή αμμοστρόβιλους, ή και αεριοστρόβιλους ισχύος από 35 HP μέχρι 12000 HP.

Πριν απ' την τελική επιλογή του είδους του κινητήρα οδηγήσεως του φυγοκεντρικού συμπιεστή, πρέπει να γίνει προσεκτική οικονομοτεχνική μελέτη ως προς το κόστος:

1. Του παρεχόμενου αέρα.
2. Του παρεχόμενου ατμού.
3. Της ηλεκτρικής ισχύος.

Επίσης, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η θέση του ψυκτικού εξοπλισμού του κτιρίου και ο συντελεστής ισχύος της μονάδας.

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές κλειστού τύπου έχουν τον ηλεκτροκινητήρα τους μέσα σε μια κλειστή μεταλλική θήκη. Ο ηλεκτροκινητήρας αυτός πρέπει να έχει σταθερό αριθμό στροφών και να ψύχεται καλά είτε από δροσερό νερό είτε από τους ψυκτικούς ατμούς της αναρρόφησης, που κυκλοφορούν σε ειδικά χιτώνια, που περιβάλλουν τον ηλεκτροκινητήρα.

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές λειτουργούν με πολλά ψυκτικά ρευστά, ανάλογα με το συγκεκριμένο είδος ψυκτικής εφαρμογής, έτσι στις μεγάλες κλιματιστικές εγκαταστάσεις συνηθίζεται το R11, ενώ σε άλλες εφαρμογές το R12, R13, R22, R113, R114 κλπ.

Το είδος της ψυκτικής αυτής διάταξης προτιμάται γιατί παρουσιάζει ευκολία στην εγκατάσταση της και καταλαμβάνει μικρό χώρο.

1.7.1 Περιγραφή φυγοκεντρικών συμπιεστών

Ο **στάτορας** ή θήκη φτερωτής των φυγοκεντρικών συμπιεστών κατασκευάζεται συνήθως από χυτοσίδηρο. Στο εσωτερικό του, σχηματίζεται μία μεταβαλλόμενη καμπύλη για να προσαρμόζεται η είσοδος της φτερωτής.

Πάνω στη θήκη στηρίζονται τα κύρια έδρανα, η αντλία λαδιού και ο στυπιοθλίπτης. Επίσης, πάνω στη θήκη είναι τοποθετημένες η είσοδος και η έξοδος των ψυκτικών ατμών.

Μέσα στη θήκη της πρώτης και της δεύτερης βαθμίδας βρίσκονται τα ρυθμιστικά πτερύγια για τον έλεγχο της χωρητικότητας τού συμπιεστή.

Ο **ρότορας** είναι το μόνο περιστρεφόμενο μέρος του φυγοκεντρικού συμπιεστή και είναι εφαρμοσμένος (με σφήνα) στον άξονα τού συμπιεστή.

Το υλικό κατασκευής του ρότορα είναι ο χυτοσίδηρος ή ο χάλυβας και είναι ειδικά σχεδιασμένος να κινεί τον ψυκτικό ατμό, χωρίς όμως να υπερβαίνει τα ανεκτά όρια ταχύτητας και χωρίς να δημιουργεί παγιδευμένα θυλάκια ψυκτικού ατμού.

Ο ρότορας, λόγω της μεγάλης περιστροφικής ταχύτητας (1800 - 90.000 R.P.M.), πρέπει να είναι απόλυτα ζυγοσταθμισμένος.

1.7.2 Περιγραφή διβάθμιου φυγοκεντρικού συστήματος.

Οι φτερωτές του συμπιεστή είναι τοποθετημένες πλάτη με πλάτη για να εξισορροπούνται οι ωστικές δυνάμεις που δημιουργούν η μία στην άλλη (φτερωτή).

Ο ψυκτικός ατμός ρέει απ' τον ατμοποιητή της εγκατάστασης προς το κέντρο της φτερωτής της 1^{ης} βαθμίδας και συμπιέζεται. Μετά την συμπίεση του καταθλίβεται στην αναρρόφηση της 2^{ης} βαθμίδας, όπου εισερχόμενος στο κέντρο της φτερωτής της δεύτερης βαθμίδας επανασυμπιέζεται μέχρι την τελική πίεση του συστήματος και μετά οδηγείται προς το συμπυκνωτή της μονάδας.

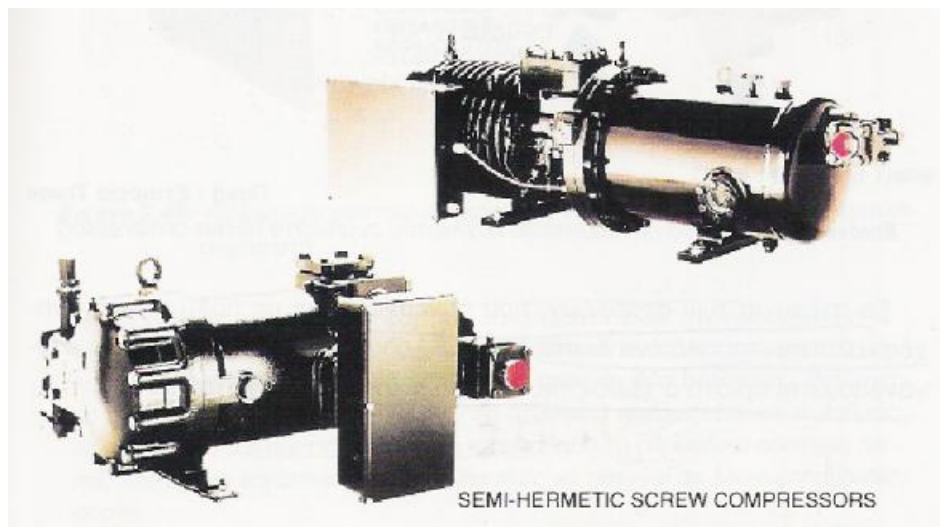
1.8 ΕΛΙΚΟΕΙΔΕΙΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ (ή ΚΟΧΛΙΩΤΟΙ)

Οι κοχλιωτοί περιστροφικοί συμπιεστές ανήκουν στην κατηγορία των συμπιεστών θετικού εκτοπίσματος.

Αναπτύχθηκαν στις αρχές του 1930 και χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στη βιομηχανική ψύξη γύρω στα 1950.

Οι συμπιεστές αυτοί διατηρούν μεγάλη ογκομετρική απόδοση ακόμη και σε υψηλούς λόγους συμπίεσης. Επίσης, δεν έχουν πολλά τριβόμενα μέρη με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν ελάχιστες τριβές και μεγάλο αριθμό ωρών λειτουργίας (50.000 ώρες) χωρίς να απαιτείται συντήρηση.

Οι κοχλιωτοί συμπιεστές όπως φαίνεται και στο Σχ.1.21, αποτελούνται από το περίβλημα, κυλινδρικής μορφής και τους δυο περιστρεφόμενους στροφείς. Οι δυο αυτοί στροφείς φέρουν ατέρμονες κοχλίες με πτερύγια που εμπλέκονται τα μεν μέσα στα δε. Οι στροφείς περιστρέφονται από έναν ηλεκτροκινητήρα με τη βοήθεια συστήματος οδοντωτών τροχών (γρاناζιών).



Σχήμα 1.21: Ημι-ερμητικοί κοχλιωτοί συμπιεστές

Λόγω της απλής κατασκευής τους έχουν μικρό όγκο, πράγμα που διευκολύνει σημαντικά την εγκατάστασή τους.

Οι κοχλιωτοί συμπιεστές κατασκευάζονται για μέσης και μεγάλης ισχύος ψυκτικές εγκαταστάσεις βιομηχανικής ψύξης, και η χωρητικότητά τους κυμαίνεται από 10RT μέχρι 1.000RT (120.000 BTU/h μέχρι 1.200.000 BRU/h).

Οι πρώτοι κοχλιόμορφοι συμπιεστές είχαν σχεδιαστεί να λειτουργούν με ξερή συμπίεση, ενώ οι σημερινοί λειτουργούν με λιπαινόμενη συμπίεση.

Οι συμπιεστές με την ξερή συμπίεση έχουν αντικατασταθεί λόγω των παρακάτω μειονεκτημάτων:

- 1) Έχουν μικρό λόγο συμπίεσης επειδή παρουσιάζουν μεγάλες διαφυγές αέριου από τα διάκενα που έχουν προβλεφθεί για τις θερμικές διαστολές των εξαρτημάτων τους.
- 2) Έχουν χαμηλή διαφορική πίεση λόγω της κακής στεγανότητας του κυλίνδρου κλπ.
- 3) Έχουν μεγάλη στάθμη θορύβου.

Τα προαναφερθέντα μειονεκτήματα δεν υπάρχουν στους κοχλιωτούς συμπιεστές με λιπαινόμενη συμπίεση, όπου το λάδι λίπανσης με θερμοκρασία 45 °C μέχρι 50 °C εκτοξεύεται από την ειδική αντλία λαδιού, έτσι, ώστε να υπάρχει μια συνεχής παρουσία κρούου λαδιού μεταξύ των διάκενων διαστολής και των εργαζόμενων επιφανειών.

1.8.1 Περιγραφή κοχλιωτών συμπιεστών

Οι κοχλιόμορφοι συμπιεστές αποτελούνται βασικά από δύο συνεργαζόμενους ελικοειδείς ρότορες, έναν αρσενικό και ένα θηλυκό, που παγιδεύουν και συμπιέζουν το ψυκτικό αέριο κατά την περιστροφή τους μέσα σ' ένα κύλινδρο, που οι διαστάσεις κατασκευής του είναι μεγάλης ακρίβειας.

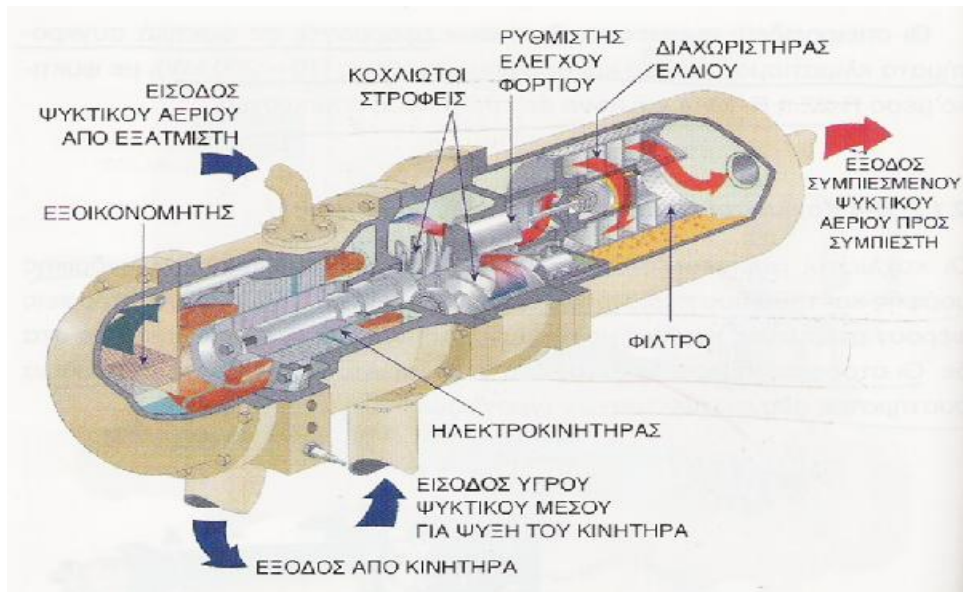
Ο αρσενικός ρότορας παίρνει την κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα και τη μεταδίδει στο θηλυκό ρότορα με σχέση, συνήθως, 1/2 μέχρι 2/3, πράγμα που σημαίνει ότι ο αρσενικός ρότορας έχει λιγότερους λοβούς από το θηλυκό ρότορα.

Η συμπίεση του αέριου επιτυγχάνεται λόγω της συνεχούς ελάττωσης του όγκου κατά την περιστροφική κίνηση των ελικοειδών λοβών.

Η ροή του ψυκτικού αέριου στο ρότορα είναι ακτινική και αξονική.

Οι κοχλιωτοί συμπιεστές κατασκευάζονται είτε ανοικτού τύπου είτε κλειστού και για χωρητικότητα 10RT μέχρι 1000RT.

Τα περύγια των στροφών, που συνεργάζονται με πολύ μικρές ανοχές καλύπτονται από ένα λεπτό στρώμα λαδιού. Μ' αυτόν τον τρόπο στεγανοποιείται άριστα ο χώρος αναρρόφησης και της κατάθλιψης, όπως φαίνεται και στο Σχ. 1.22.



Σχήμα 1.22: Μονάδα ημι-ερμητικού κοχλιωτού συμπιεστή

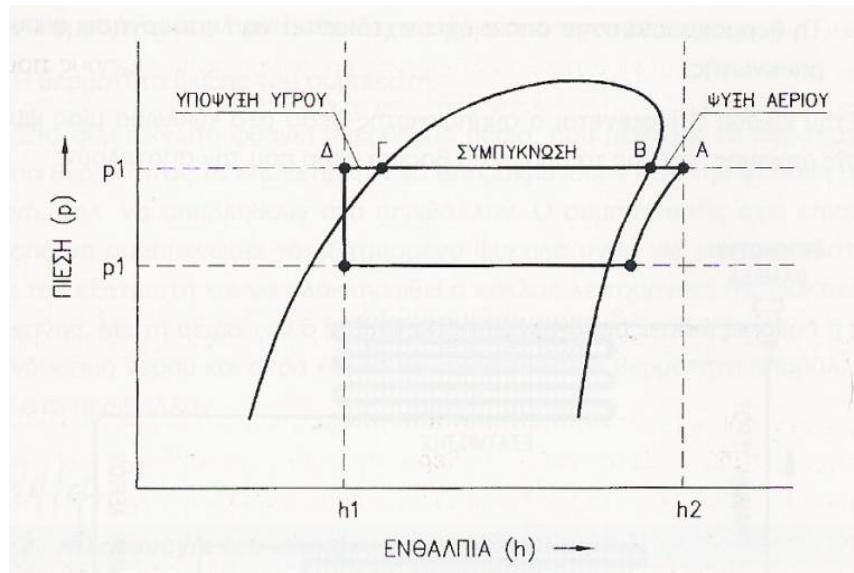
Επειδή οι ρότορες έχουν ελικοειδή μορφή εξασφαλίζουν μια συνεχή αναλυτική όραση με πολύ μικρή δόνηση, σε σύγκριση με τους παλινδρομικούς συμπιεστές.

1.9 ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ

Ο συμπυκνωτής μιας ψυκτικής εγκατάστασης απορρίπτει προς το «περιβάλλον» θερμότητα του ψυκτικού κύκλου, η οποία ισούται περίπου με το άθροισμα της ψυκτικής ισχύος και της ισχύος του συμπιεστή. Η λέξη περίπου χρησιμοποιείται για να δηλωθεί ότι μικρό μέρος της θερμότητας απορρίπτεται, λόγω απωλειών, και από τις σωληνώσεις και από το συμπιεστή. Σε ορισμένες εγκαταστάσεις αυτό γίνεται και από το ζεστό λάδι του συμπιεστή το οποίο ψύχεται ιδιαίτερα.

Η λειτουργία του συμπυκνωτή φαίνεται στο διάγραμμα p-h στο Σχ. 1.23. Το **υπέρθερμο αέριο** που φθάνει στην είσοδο του συμπυκνωτή παριστάνεται από το σημείο Α. Στο σημείο αυτό η ενθαλπία είναι h_2 . Από το σημείο Α το αέριο ψύχεται μέχρι το σημείο Β, που είναι η θερμοκρασία συμπύκνωσης. Στο σημείο Β το αέριο είναι **κορεσμένος ατμός**. Από το σημείο Β μέχρι το σημείο Γ γίνεται η συμπύκνωση του ατμού. Στο σημείο Γ έχουμε **κορεσμένο υγρό**. Τέλος από το σημείο Γ το υγρό ψύχεται μέχρι το σημείο Δ που είναι η έξοδος του συμπυκνωτή και έχουμε **υπόψυκτο υγρό**. Στο σημείο Δ η ενθαλπία είναι h_1 .

Η απόδοση (ικανότητα) του συμπυκνωτή είναι ίση με τη διαφορά ενθαλπίας εισόδου - εξόδου ($h_2 - h_1$). Δηλαδή, η θερμότητα που παραλαμβάνει ο συμπυκνωτής από το ψυκτικό ρευστό και την αποβάλλει στο περιβάλλον είναι ίση με $h_2 - h_1$.



Σχήμα 1.23: Η λειτουργία του συμπυκνωτή στο διάγραμμα p-h

Το «περιβάλλον», στο οποίο απορρίπτεται η θερμότητα, είναι είτε ο ατμοσφαιρικός αέρας, είτε κάποιο διαθέσιμο ρεύμα νερού είτε ένας συνδυασμός αέρα περιβάλλοντος και νερού που εξατμίζεται.

Έτσι, ανάλογα με το περιβάλλον, στο οποίο απορρίπτεται η θερμότητα των συμπυκνωτών των ψυκτικών εγκαταστάσεων, έχουν αναπτυχθεί και οι αντίστοιχοι τύποι συμπυκνωτών, που κατατάσσονται στις εξής τρεις ομάδες:

- ∅ Αερόψυκτοι συμπυκνωτές.
- ∅ Υδροψυκτοι συμπυκνωτές.
- ∅ Συμπυκνωτές εξατμίσεως νερού.

Και οι τρεις τύποι των συμπυκνωτών αποτελούν ουσιαστικά ένα εναλλάκτη θερμότητας, μέσα στον οποίο οδηγούνται οι ατμοί του ψυκτικού μέσου. Καθώς απορρίπτεται η θερμότητα από το ψυκτικό μέσο προς το περιβάλλον, το ψυκτικό μέσο σταδιακά αλλάζει φάση και καταλήγει να εξέρχεται από το συμπυκνωτή ως υγρό.

Βέβαια σε κάθε μια από τις παραπάνω ομάδες διακρίνουμε και υποομάδες, ανάλογα με τα ιδιαίτερα λειτουργικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά κάθε τύπου συμπυκνωτή. Αυτά τα χαρακτηριστικά θα γνωρίσουμε στις επόμενες παραγράφους.

Εκτός από το περιβάλλον, το είδος του συμπυκνωτή που χρησιμοποιείται σε κάθε εγκατάσταση, εξαρτάται και από αρκετούς άλλους παράγοντες, μερικοί από τους οποίους είναι οι εξής:

- ∅ Το μέγεθος εγκαταστάσεως.
- ∅ Η δυνατότητα επιβλέψεως, ή συντηρήσεως.
- ∅ Η διαθεσιμότητα νερού για ψύξη συμπυκνωτή.
- ∅ Τα κλιματολογικά δεδομένα, ιδίως η σχετική υγρασία.

Σαν παράδειγμα αναφέρομε ότι όταν η εγκατάσταση είναι πολύ μικρή, όπως τα οικιακά ψυγεία, τότε βέβαια δεν μπορεί να γίνεται λόγος για υδρόψυκτο συμπυκνωτή, γιατί περιπλέκεται, χωρίς λόγο, η κατασκευή.

Όταν η εγκατάσταση είναι μέσης ή μεγάλης ισχύος, και υπάρχει διαθέσιμο νερό για την ψύξη της, τότε βέβαια θα χρησιμοποιηθεί υδρόψυκτος συμπυκνωτής, γιατί είναι πολύ μικρότερος, σε επιφάνεια, από ότι οι αερόψυκτοι, και στοιχίζει λιγότερο.

Υδρόψυκτος συμπυκνωτής χρησιμοποιείται ακόμα και όταν υπάρχει διαθέσιμο νερό αλλά όχι σε αφθονία. Στις περιπτώσεις αυτές το νερό επανακυκλοφορείται και ψύχεται σε ένα πύργο ψύξεως. Αυτό το γεγονός δεν επηρεάζει καθόλου τη λειτουργία του συμπυκνωτή, γιατί ο συμπυκνωτής δεν διακρίνει αν το νερό είναι τρεχούμενο ή προέρχεται από ανακυκλοφορία. Για τη σωστή λειτουργία του συμπυκνωτή αρκεί το νερό να έχει την κατάλληλη θερμοκρασία εισόδου ώστε να πάρει τη θερμότητα που πρέπει να απορρίψει.

Στους συμπυκνωτές εξατμίσεως οι σωλήνες, μέσα στους οποίους κυκλοφορεί ο ατμός του ψυκτικού, ψύχονται τόσο με τον αέρα, που κυκλοφορεί γύρω τους, όσο και με σταγόνες νερού, που ψεκάζονται κατάλληλα πάνω στις επιφάνειες των σωλήνων. Έτσι με την εξάτμιση των σταγονιδίων απάγεται πρόσθετη θερμότητα από τον ατμό του ψυκτικού μέσου.

Τελικά με την αφαίρεση θερμότητας από το συμπυκνωτή εξυπηρετούνται τρεις λειτουργίες, δηλαδή εξασφαλίζεται:

- ∅ Αφυπερθέρμανση του ατμού του ψυκτικού μέσου.
- ∅ Συμπύκνωση του ατμού του ψυκτικού μέσου.
- ∅ Υπόψυξη του υγρού του ψυκτικού μέσου.

Το τμήμα του συμπυκνωτή, που εξασφαλίζει κάθε μία από τις λειτουργίες αυτές δεν είναι συνεχώς το ίδιο, αλλά αλλάζει με το ψυκτικό φορτίο και τη θερμοκρασία του νερού ψύξεως ή τη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος, αν ο συμπυκνωτής είναι αερόψυκτος. Για συμπυκνωτές με εξάτμιση νερού αλλάζει επίσης και με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος.

Ο συμπυκνωτής υπολογίζεται πάντοτε έτσι, ώστε να επαρκεί για το μέγιστο φορτίο της εγκαταστάσεως κάτω από τις πιο δυσμενείς συνθήκες, που προβλέπονται

να εμφανισθούν. Επίσης, πάντοτε στον υπολογισμό αυτό λαμβάνεται υπόψη και η ρύπανση των επιφανειών του συμπυκνωτή είτε από τα άλατα και τη λάσπη, αν είναι υδρόψυκτος, είτε από τη σκόνη αν είναι αερόψυκτος. Περιοδικός καθαρισμός των επιφανειών αυτών είναι απαραίτητος για να διατηρηθεί η εγκατάσταση σε αποδεκτά όρια.

Ακριβώς αυτή η απαίτηση για καθαρισμό των επιφανειών, είτε αυτές είναι πτερύγια είτε είναι σωλήνες, επιβάλλει και ορισμένους γεωμετρικούς περιορισμούς στις αντίστοιχες κατασκευές των συμπυκνωτών. Έτσι οι σωλήνες είναι συνήθως ευθύγραμμα τμήματα, ώστε να καθαρίζονται και με μηχανικά μέσα, όπως βούρτσες κλπ., ενώ αντίθετα αποφεύγονται οι σπείρες σωλήνων οι οποίες μόνο χημικό καθαρισμό επιδέχονται.

Η στεγανότητα των υδρόψυκτων κυρίως συμπυκνωτών έχει πρωταρχική σημασία, γιατί πρέπει να αποφεύγεται με βεβαιότητα η είσοδος υγρασίας προς το ψυκτικό μέσο. Η διαρροή αυτή είναι πιθανότερο να συμβεί, όταν η εγκατάσταση είναι εκτός λειτουργίας και η πίεση του ψυκτικού μέσου μέσα στο συμπυκνωτή χαμηλή. Εξαρτάται βέβαια και από την πίεση του νερού ψύξεως του συμπυκνωτή.

Έλλειψη στεγανότητας στους αερόψυκτους συμπυκνωτές ή στους συμπυκνωτές εξατμίσεως νερού, δεν παρουσιάζει προβλήματα εισόδου υγρασίας στο ψυκτικό κύκλωμα, αλλά μόνο προβλήματα διαρροής ψυκτικού μέσου.

Για να λειτουργεί ικανοποιητικά η ψυκτική διάταξη, πρέπει η πίεση στο συμπυκνωτή να παραμένει σε ορισμένα όρια. Αύξηση της πιέσεως συμπυκνώσεως προκαλεί μείωση της ψυκτικής ισχύος. Ελάττωση της πιέσεως συμπυκνώσεως προκαλεί μείωση στη ροή υγρού ψυκτικού μέσου προς το στοιχείο ατμοποίησης και συνεχή απώλεια ψυκτικής ισχύος.

Τα φαινόμενα αυτά προλαμβάνονται με χρήση καταλλήλων διατάξεων αυτοματισμού για το νερό και τον αέρα ή για το ψυκτικό μέσο. Πολλές φορές χρησιμοποιείται και συνδυασμός των δυο τρόπων.

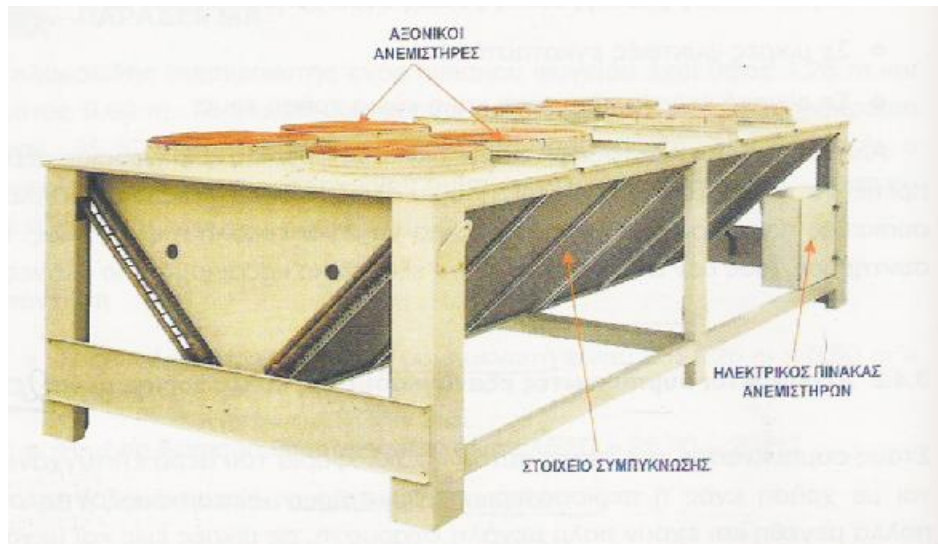
1.9.1 Αερόψυκτοι συμπυκνωτές.

Στους συμπυκνωτές αυτού του είδους, το ψυκτικό μέσο κυκλοφορεί στο εσωτερικό σωλήνων ενώ η εξωτερική επιφάνεια των σωλήνων ψύχεται από τον αέρα του περιβάλλοντος.

Η εξωτερική επιφάνεια των σωλήνων αυξάνεται τεχνητά με την προσθήκη επιφάνειας, που έχει μορφή πτερυγίων ή συρμάτων, που στηρίζονται επάνω στους σωλήνες με μηχανική επαφή ή και με συγκόλληση.

Η αύξηση αυτή της επιφάνειας είναι αναγκαία, γιατί ο συντελεστής ειδικής συναγωγιμότητας για αέρα είναι σχετικά μικρός.

Στο Σχ. 1.24 φαίνεται ένας μεγάλος αερόψυκτος συμπυκνωτής με οχτώ ανεμιστήρες και στοιχείο σε σχήμα V. Οι ανεμιστήρες αναρροφούν αέρα ο οποίος περνά μέσα από το στοιχείο και το ψύχει.



Σχήμα 1.24: Αερόψυκτος συμπυκνωτής εξαναγκασμένης κυκλοφορίας, της εταιρείας TRANE

Για να αυξηθεί η αποδοτικότητα του συμπυκνωτή και να αξιοποιηθούν καλύτερα οι επιφάνειες συναλλαγής θερμότητας με τον αέρα του περιβάλλοντος, χρησιμοποιούνται στις μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεις συνήθως ηλεκτροκίνητοι ανεμιστήρες, που αυξάνουν τις ταχύτητες ροής του αέρα.

Έτσι στις μεν μικρές εγκαταστάσεις η ψύξη της εξωτερικής επιφάνειας των συμπυκνωτών γίνεται με φυσική κυκλοφορία, στις δε μεσαίες και μεγάλες με εξαναγκασμένη κυκλοφορία.

Ως προς τη θέση του συμπυκνωτή, αυτός τοποθετείται δίπλα στο συμπιεστή, όπως γίνεται στις μικρές και επαγγελματικές μονάδες, ή σε απομακρυσμένες θέσεις. Στην πρώτη περίπτωση, δηλαδή στην τοποθέτηση δίπλα στο συμπιεστή, οι συμπυκνωτές τοποθετούνται στο ίδιο πλαίσιο (σασί) με το συμπυκνωτή ενώ στη ευρύτερη περίπτωση έχουν δικό τους πλαίσιο.

Επίσης σημαντικό ρόλο, στον καθορισμό της καθαρής ψυκτικής ισχύος και της σχέσεως της με τη μικτή απορριπτόμενη θερμότητα, παίζουν τα εξής μεγέθη:

- Ø Θερμοκρασία ατμοποίησης.
- Ø Θερμοκρασία συμπυκνώσεως.
- Ø Είδος συμπιεστή (ανοικτός ή ερμητικός).

Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές απορρίπτουν θερμότητα προς τον αέρα του περιβάλλοντος υπό την επίδραση μιας διαφοράς θερμοκρασίας, μεταξύ θερμοκρασίας συμπυκνώσεως του ψυκτικού μέσου και θερμοκρασίας αέρα περιβάλλοντος. Πολλές φορές το μέγεθος του συμπυκνωτή καθορίζεται για μια δεδομένη θερμοκρασιακή διαφορά.

Όταν η καθαρή ψυκτική ισχύς δεν είναι γνωστή για κάποιο τύπο συμπυκνωτή, τότε είναι ανάγκη να χρησιμοποιείται η μικτή απορριπτόμενη θερμότητα και να εκτιμηθεί από αυτήν η καθαρή ψυκτική ισχύς που μπορεί να καλύψει ο συμπυκνωτής.

Η ελάττωση της πίεσεως συμπυκνώσεως προκαλεί μείωση στη ροή του ψυκτικού μέσου και συνεπώς απώλεια ψυκτικής ισχύος. Για να αποφεύγεται λειτουργία με χαμηλή τιμή πίεσεως στο συμπυκνωτή ελέγχεται η πλευρά του ψυκτικού μέσου ή η πλευρά του αέρα.

Στην πρώτη περίπτωση, μεταβάλλεται η διαθέσιμη ή ενεργός επιφάνεια του συμπυκνωτή με τη μέθοδο της κατακλίσεως ενός τμήματος των σωλήνων με υγρό ψυκτικό μέσο. Έτσι ανάλογα με το τμήμα του συμπυκνωτή που είναι γεμάτο με υγρό ψυκτικό μέσο μεταβάλλεται η ενεργός επιφάνεια και συνεπώς και η πίεση συμπυκνώσεως. Για τη μέθοδο αυτή απαιτείται η ύπαρξη δοχείου αποθηκείσεως υγρού ψυκτικού μέσου (receiver) στο ψυκτικό κύκλωμα και κατάλληλος αυτοματισμός, που ελέγχει την ποσότητα του υγρού ψυκτικού μέσου μέσα στο συμπυκνωτή.

Ο αέρας του αερόψυκτου συμπυκνωτή ελέγχεται συνήθως με μια από τις ακόλουθες μεθόδους.

- Ø Διακοπτόμενη λειτουργία ανεμιστήρα.
- Ø Διαφράγματα ρυθμίσεως παροχής αέρα.
- Ø Μεταβλητός αριθμός στροφών ανεμιστήρα.

Πολλές φορές χρησιμοποιούνται και συνδυασμοί των μεθόδων αυτών.

Η μέθοδος της διακοπτόμενης λειτουργίας, χρησιμοποιείται για πολλαπλούς αερόψυκτους συμπυκνωτές, στους οποίους ένας αριθμός ανεμιστήρων λειτουργεί ή παύει να λειτουργεί ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος.

Τα διαφράγματα ρυθμίσεως παροχής του αέρα ρυθμίζουν την παροχή με εντολές που παίρνουν είτε από την υψηλή πίεση του ψυκτικού μέσου, είτε από τη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος.

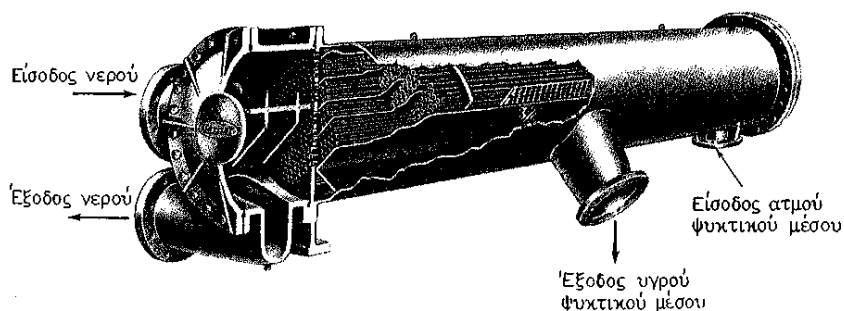
Ο τρίτος τρόπος, δηλαδή η μεταβολή του αριθμού στροφών του ηλεκτροκινητήρα, επιτυγχάνεται με μεταβολή της τάσεως του εναλλασσόμενου ρεύματος που τροφοδοτεί τον κινητήρα. Με κατάλληλο είδος ηλεκτροκινητήρα, και ηλεκτρονική διάταξη ρυθμίσεως της τάσεως τους, ελέγχεται ο αριθμός περιστροφών με βάση την πίεση ή τη θερμοκρασία.

1.9.2 Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές.

Στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές, νερό που κυκλοφορεί απάγει τη θερμότητα που αφαιρείται από το ψυκτικό μέσο. Υπάρχουν διάφοροι τύποι συμπυκνωτών που μπορούν να καταταγούν στις εξής κατηγορίες, ως προς την κατασκευαστική διαμόρφωση:

- Ø Κελύφους - σωλήνων, κατακόρυφοι.
- Ø Κελύφους - σωλήνων, οριζόντιοι.
- Ø Κελύφους - σπειρών οριζόντιοι ή κατακόρυφοι.
- Ø Ομοαξονικών σωλήνων.
- Ø Ελεύθερης επιφάνειας νερού.

Οι συμπυκνωτές κελύφους - σωλήνων αποτελούν την πλειοψηφία των υδρόψυκτων συμπυκνωτών για όλα τα είδη των ψυκτικών μέσων. Στο Σχ. 1.25 φαίνεται ένας οριζόντιος συμπυκνωτής του τύπου αυτού, ο οποίος είναι σχεδιασμένος για φυγοκεντρικό συμπιεστή εγκαταστάσεως ψύξεως νερού.

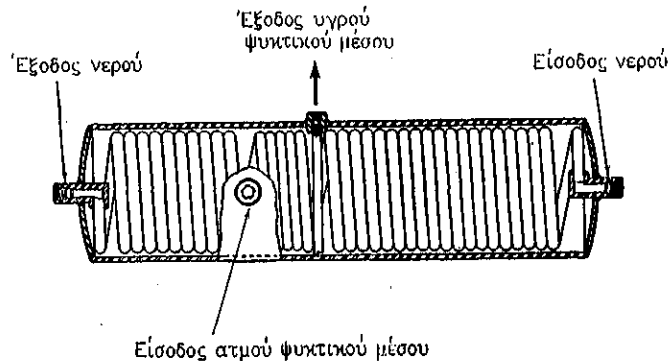


Σχήμα 1.25: Υδρόψυκτος συμπυκνωτής με κελύφους - σωλήνων

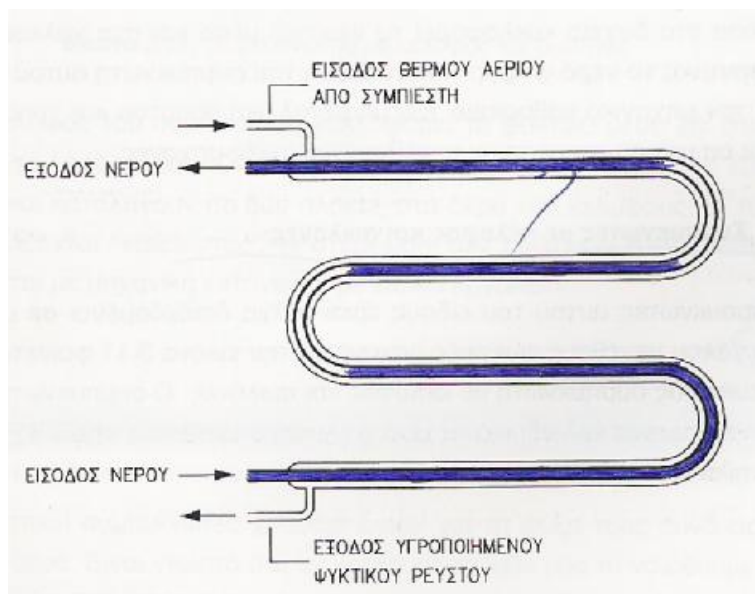
Μέσα στους μικρούς σωλήνες κυκλοφορεί το νερό του δικτύου και έξω από τους σωλήνες, μέσα στο κέλυφος, κυκλοφορεί ο ατμός του ψυκτικού μέσου που συμπυκνώνεται. Όπως φαίνεται στο Σχ. 1.25 το νερό ψύξεως εισάγεται από τον πάνω σωλήνα, στο αριστερό άκρο του συμπυκνωτή και βγαίνει από τον κάτω σωλήνα του ίδιου άκρου. Οι σωλήνες του νερού χωρίζονται σε δυο ομάδες. Στην πάνω ομάδα το νερό κινείται από αριστερά προς τα δεξιά ενώ επιστρέφει και στην κάτω ομάδα, από τα δεξιά προς τα αριστερά. Στο αριστερό άκρο του εναλλάκτη, ο υδροθάλαμος χωρίζεται στα δυο, ώστε να διαχωρίζεται η ροή του νερού.

Ένα τύπος συμπυκνωτή κελύφους - σπειρών φαίνεται σχηματικά στην εικόνα του Σχ. 1.26. Μέσα στο σπειροειδή σωλήνα τρέχει το νερό ψύξεως, ενώ απ' έξω

συμπυκνώνεται το ψυκτικό μέσο. Στον τύπο αυτό συμπυκνωτή ο μηχανικός καθαρισμός του σωλήνα είναι αδύνατος και μόνο χημικός καθαρισμός είναι δυνατός.



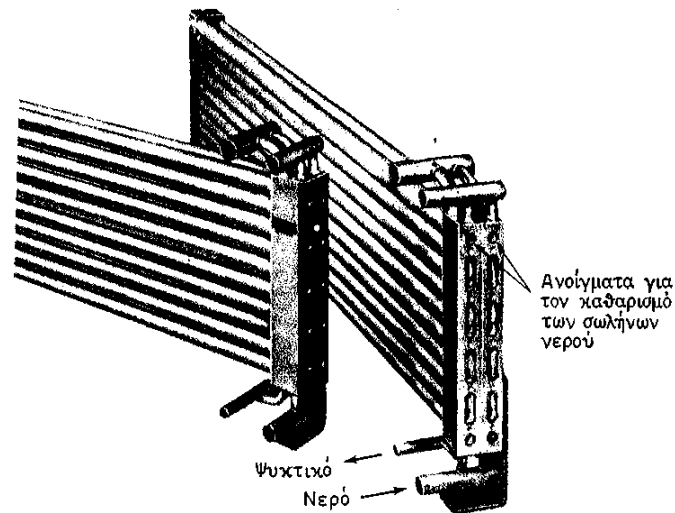
Σχήμα 1.26: Υδροψυκτος συμπυκνωτής κελύφους με σπείρες



Σχήμα 1.27: Συμπυκνωτής ομοαξονικών σωλήνων

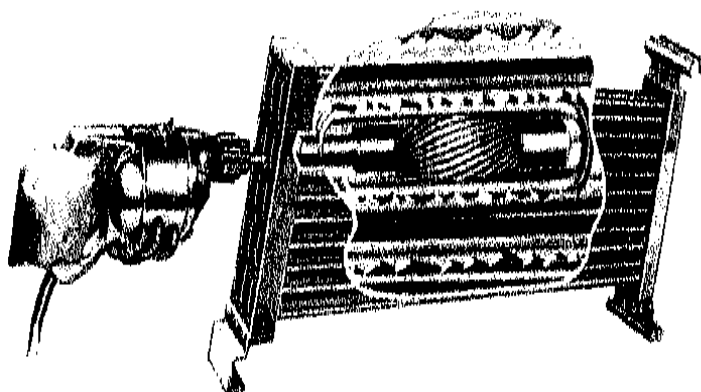
Το πρόβλημα του καθαρισμού των σωλήνων φαίνεται παραστατικά στο Σχ. 1.27. Οι επικαθήσεις αλάτων και στερεών φερτών υλών προκαλούν σοβαρή μείωση της διαμέτρου των σωλήνων και το κυριότερο δρουν σαν μονωτικό υλικό, που εμποδίζει τη μετάδοση της θερμότητας από το ψυκτικό μέσο προς το νερό.

Οι συμπυκνωτές με ομοαξονικούς σωλήνες λειτουργούν με την αρχή που φαίνεται στο Σχ. 1.28. Δηλαδή έχουμε δυο ομοαξονικούς σωλήνες μέσα στους οποίους ρέει το ψυκτικό μέσο και το νερό, συνήθως σε αντιρροή. Σε μεγαλύτερα μεγέθη συμπυκνωτών γίνεται συνδυασμός περισσοτέρων παραλλήλων σωλήνων κατά διάφορους τρόπους.



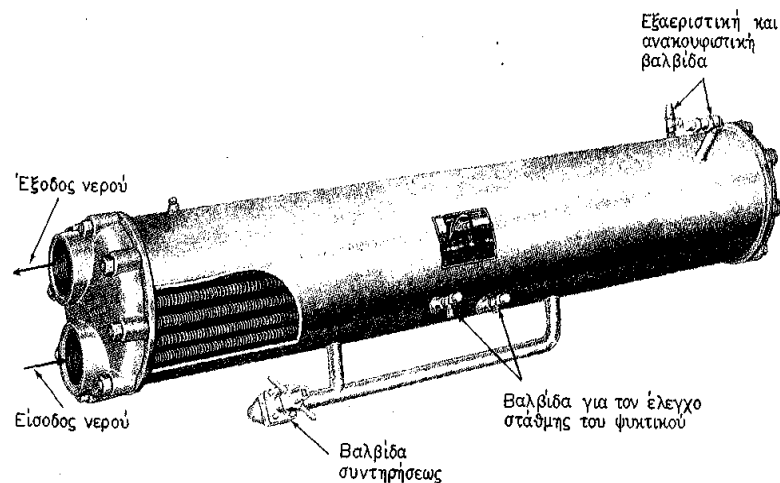
Σχήμα 1.28: Συμπυκνωτής υδρόψυκτος ομοαξονικών σωλήνων

Στον τύπο αυτό, το νερό ψύξεως ρέει στον εσωτερικό σωλήνα με μηχανικό τρόπο, όταν οι επικαθήσεις είναι σχετικά μαλακές, γίνεται με κατάλληλη βούρτσα που περιστρέφεται με ένα χειροδρέπανο, όπως φαίνεται στο Σχ. 1.29:



Σχήμα 1.29: Καθαρισμός υδρόψυκτου συμπυκνωτή, με περιστρεφόμενη βούρτσα

Οι συμπυκνωτές με ελεύθερη επιφάνεια νερού αποτελούνται από πολλές οριζόντιες σειρές σωλήνων, που είναι διαταγμένες η μία πάνω στην άλλη μέσα στις οποίες κυκλοφορεί το ψυκτικό μέσο. Στην πάνω σειρά των σωλήνων, στο έξω μέρος τρέχει σαν μικρός καταρράκτης το νερό ψύξεως, που βρέχει διαδοχικά όλες τις σειρές των σωλήνων και απάγει τη θερμότητα. Το νερό ρέει από την επάνω σειρά των σωλήνων προς τα κάτω, με τη βαρύτητα και είναι σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Στο εσωτερικό των σωλήνων συμπυκνώνεται ο ατμός του ψυκτικού μέσου.



Σχήμα 1.30: Υδροψυκτος συμπυκνωτής κελύφους - σωλήνων με ειδική διαμόρφωση της εξωτερικής επιφάνειας των σωλήνων για αύξηση της επιφάνειας

Μερικές φορές οι σωλήνες των συμπυκνωτών έχουν κάποια διαμόρφωση με πτερύγια, για να αυξηθεί η εξωτερική τους επιφάνεια και να επιτευχθεί το ίδιο αποτέλεσμα με μικρότερο μήκος σωλήνων. Ένα παράδειγμα του τύπου αυτού φαίνεται στο συμπυκνωτή του Σχ. 1.30, ο οποίος χρησιμεύει ταυτόχρονα και σαν δοχείο υγρού ψυκτικού μέσου. Για το λόγο αυτό, στο κάτω μέρος του έχει και τους αντίστοιχους διακόπτες για τον έλεγχο της στάθμης και τη συντήρηση. Στο πάνω δεξιό μέρος φαίνεται ένας διακόπτης για την αφαίρεση των αερίων που δεν συμπυκνώνονται.

Οι περισσότερες ψυκτικές εγκαταστάσεις περιέχουν ασυμπύκνωτα αέρια, τα οποία τελικά μαζεύονται στο συμπυκνωτή και μάλιστα σε εκείνο το μέρος του, όπου είναι πιο κρύος και όπου δεν υπάρχει ανάδευση. Τα αέρια αυτά είναι συνήθως οξυγόνο, άζωτο, υδρογόνο, χλώριο κλπ. Άλλα, τα οποία όμως συμπυκνώνονται, είναι ο υδρατμός και το λάδι. Τα αέρια αυτά μπορεί να μπαίνουν στο κύκλωμα από διάφορες όχι τελείως στεγανές θέσεις, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου είναι χαμηλότερη από την ατμοσφαιρική. Μπορεί όμως να έχουν παραμείνει στο σύστημα από όχι καλή εξαέρωση μετά από κάποιο άνοιγμα της ψυκτικής εγκαταστάσεως.

Τέλος μπορεί να παράγονται από χημικές αντιδράσεις που εξελίσσονται μέσα στο κύκλωμα του ψυκτικού μέσου κατά τη λειτουργία της ψυκτικής εγκαταστάσεως. Αυτά τα ασυμπύκνωτα αέρια προκαλούν **αύξηση** της πίεσεως λειτουργίας του

συμπυκνωτή και συνεπώς κατανάλωση μεγαλύτερης μηχανικής ενέργειας για το ίδιο αποτέλεσμα. Αυτός είναι ο λόγος που τα αέρια αυτά είναι ανεπιθύμητα και πρέπει να εντοπισθούν και να απομακρυνθούν.

Τα ασυμπύκνωτα αέρια εντοπίζονται με την εξής διαδικασία. Παύουν να λειτουργούν οι συμπιεστές, ενώ συνεχίζεται κανονικά η ψύξη των υδρόψυκτων συμπυκνωτών για αρκετή ώρα. Έτσι το υγρό ψυκτικό μέσο στους συμπυκνωτές αποκτά ουσιαστικά τη θερμοκρασία του νερού ψύξεως. Γίνεται κατόπιν μέτρηση της υψηλής πίεσεως του ψυκτικού μέσου και της θερμοκρασίας του στο συμπυκνωτή και συγκρίνονται οι δυο τιμές με τις αντίστοιχες του ψυκτικού μέσου από τα σχετικά διαγράμματα ή τους πίνακες. Έτσι προσδιορίζεται η διαφορά θερμοκρασίας, που προκαλούν τα ασυμπύκνωτα αέρια σε σχέση με τη θερμοκρασία συμπυκνώσεως.

Η απόδοση των συμπυκνωτών πέφτει σημαντικά με τη ρύπανση των σωλήνων και έτσι για την ίδια ψυκτική ισχύ και τις ίδιες θερμοκρασίες ψυκτικού μέσου αυξάνει η κατανάλωση του νερού ψύξεως.

Τα δεδομένα των κατασκευαστών για την απόδοση των συμπυκνωτών αναφέρονται πάντοτε σε καθαρούς συμπυκνωτές που έχουν υποστεί μηχανικό ή και χημικό καθαρισμό. Η πείρα έχει δείξει ότι οι χάλκινοι σωλήνες και οι μεταλλικοί σωλήνες που δεν είναι όμως σιδερένιοι, επανέρχονται μετά από κάθε καθαρισμό στην αρχική τους κατάσταση περίπου. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και με τους σιδερένιους, που συνεχώς χάνουν στην απόδοση τους και δεν επανέρχονται στην προηγούμενη κατάσταση τους. Έτσι, για υδρόψυκτους συμπυκνωτές αμμωνίας, όπου χρησιμοποιούνται μόνο χαλύβδινοι ή σιδερένιοι σωλήνες, η απόδοση μπορεί να πέσει και στο μισό της αρχικής τιμής της καινούργιας συσκευής.

1.9.3 Συμπυκνωτές εξατμίσεως νερού

Ο αέρας στους αερόψυκτους συμπυκνωτές, και το νερό στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές θερμαίνονται χωρίς να αλλάζουν τη φάση τους, Αντίθετα με αυτούς, στους συμπυκνωτές εξατμίσεως νερού, το νερό που παίρνει την απορριπτόμενη θερμότητα, φθάνει ως την εξάτμιση, Για να λειτουργήσουν οι συμπυκνωτές του τύπου αυτού, πρέπει να προσάγεται αέρας και νερό. Ο αέρας θερμαίνεται αλλά, κυρίως, παρασύρει τους υδρατμούς που παράγονται και βοηθάει ώστε να συνεχίζεται η εξάτμιση.

Το ψυκτικό μέσο κυκλοφορεί στο εσωτερικό ενός σπειροειδούς σωλήνα και συμπυκνώνεται. Στην έξω πλευρά του σωλήνα περνάει ο αέρας και εξατμίζεται το νερό, που στάζει από πάνω σε μορφή σταγόνων και βρέχει το σωλήνα.

Για τον τύπο αυτό συμπυκνωτή, είναι απαραίτητο να υπάρχουν ένας ανεμιστήρας και μια αντλία νερού. Και στους τύπους αυτούς συμπυκνωτή χρειάζεται χημική επεξεργασία του νερού για καλύτερη λειτουργία και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Η ισχύς των συμπυκνωτών με εξάτμιση νερού ρυθμίζεται με επέμβαση στην αντλία ανακυκλοφορίας νερού ή με επέμβαση στον ανεμιστήρα. Η επέμβαση αυτή είναι ουσιαστικά μια μεταβολή της παροχής του νερού ή του αέρα. Η μεταβολή αυτή γίνεται με διακοπτόμενη λειτουργία της αντλίας, με διακοπτόμενη λειτουργία του ανεμιστήρα, με διακοπτόμενη λειτουργία και των δυο ή τέλος με κατάλληλα διαφράγματα ρυθμίσεως της παροχής του αέρα, ή με ανεμιστήρα μεταβλητού αριθμού στροφών.

Η διακοπτόμενη λειτουργία της αντλίας δεν είναι καλή λύση γιατί μετά από κάθε διακοπή της το νερό στεγνώνει στη ζεστή επιφάνεια του σωλήνα του ατμού του ψυκτικού μέσου και αφήνει στερεά κατάλοιπα. Έτσι μετά από ορισμένες διακοπές λειτουργίας η ρύπανση των σωλήνων είναι σημαντική.

Η κατανάλωση νερού εξαρτάται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Πάντως, σαν μια ενδεικτική τιμή, μπορεί κανείς να υπολογίζει με 5 ως 7 λίτρα νερό την ώρα, για κάθε ψυκτικό τόνο ισχύος. Στην ποσότητα όμως αυτή, που αναφέρεται σε πλήρη εξάτμιση του νερού, πρέπει να προστεθεί και μια προσαύξηση κατά 50%. Αυτή καλύπτει το νερό που συνεχώς πετιέται από την εγκατάσταση για να μη φθάνει η εξάτμιση μέχρι τέλους και κάθονται τα άλατα στην επιφάνεια του σωλήνα. Επίσης η απόρριψη αυτή χρειάζεται και για τη σκόνη που συγκρατείται από το νερό και τη μετατρέπει σε λάσπη.

Έτσι για περιπτώσεις με ικανοποιητική χημική επεξεργασία αποσκλήρυνσεως του νερού, η κατανάλωση θα πρέπει να αναμένεται να είναι 7 ως 11 λίτρα νερό ανά ώρα και ψυκτικό τόνο.

Σε ορισμένες μεγαλύτερες εγκαταστάσεις και για καλύτερη ρύθμιση της ισχύος των συμπυκνωτών, χρησιμοποιείται συνδυασμός από υδρόψυκτους συμπυκνωτές και συμπυκνωτές με εξάτμιση νερού, που λειτουργούν παράλληλα ή κάθε ένας χωριστά, ανάλογα με τις συνθήκες που εμφανίζονται.

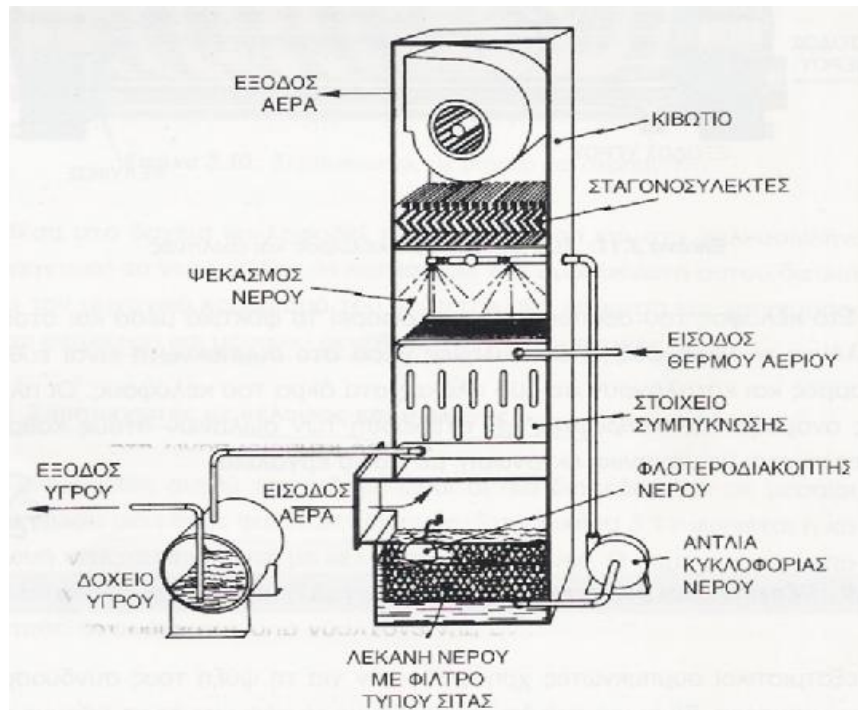
Αντί για συμπυκνωτή με εξάτμιση νερού, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί υδρόψυκτος συμπυκνωτής, του οποίου το νερό να ψύχεται σε ψυκτικό πύργο. Στην περίπτωση αυτή όμως, χρησιμοποιείται ενδιάμεσα ακόμη μια μετάδοση θερμότητας, από το ψυκτικό μέσο στο νερό, που αυξάνει τη θερμοκρασία συμπυκνώσεως σε σύγκριση με λειτουργία με συμπυκνωτή εξατίσεως. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο προτιμάται η χρησιμοποίηση συμπυκνωτή εξατίσεως νερού από το συνδυασμό υδρόψυκτου συμπυκνωτή και ψυκτικού πύργου.

Φυσικά και ο συνδυασμός αυτός χρησιμοποιείται, όπου επιτρέπεται από τις συνθήκες λειτουργίας, γιατί έχει και αυτός τα πλεονεκτήματά του, όπως π.χ. το γεγονός ότι το ψυκτικό μέσο φθάνει με σωλήνες ως τον εξωτερικό χώρο, όπου λειτουργεί ο ψυκτικός πύργος.

Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές αν συγκριθούν με τους συμπυκνωτές εξατίσεως, για την ίδια ισχύ, είναι πιο ογκώδεις και έχουν μεγαλύτερη θερμοκρασία άρα και πίεση συμπυκνώσεως. Αντίθετα η λειτουργία τους είναι πολύ απλή, γιατί έχουν μόνο ένα ανεμιστήρα.

Οι εξατμιστικοί συμπυκνωτές αποτελούνται από αποτελούνται από ένα κιβώτιο κατασκευασμένο από γαλβανισμένη λαμαρίνα, με μια σερπαντίνα από

χαλκοσωλήνα. Μέσα στη σερπαντίνα κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό. Στο κάτω μέρος του κιβωτίου υπάρχει μια λεκάνη στην οποία συγκεντρώνεται το νερό. Στο επάνω μέρος υπάρχει ένας σωλήνας με ακροφύσια (μπέκ). Μια αντλία αναρροφά νερό από τη λεκάνη και το ψεκάζει από τα μπέκ πάνω από τη σερπαντίνα. Ένας ανεμιστήρας, κατάλληλα προσαρμοσμένος στο κιβώτιο, δημιουργεί ένα ρεύμα αέρα με αντίθετη ροή από το νερό. Στο Σχ. 1.31 φαίνεται ένας εξατμιστικός συμπυκνωτής.



Σχήμα 1.31: Εξατμιστικός συμπυκνωτής

1.10 ΔΙΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Η σωστή διάχυση του αέρα στο περιβάλλον είναι ένας από τους βασικούς συντελεστές για την επίτευξη των επιθυμητών συνθηκών άνεσης. Πράγματι, ανάμεσα στις κυριότερες αιτίες ενόχλησης (δυσφορίας) του ανθρώπου στο περιβάλλον είναι:

- i. Η υπερβολική ταχύτητα του αέρα (ρεύματα)
- ii. Η ανομοιογενής διανομή της ροής του αέρα σε σχέση με τα υπάρχοντα θερμικά φορτία, θετικά ή αρνητικά
- iii. Οι υπερβολικές αλλαγές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος σε κατακόρυφο ή οριζόντιο επίπεδο.

Αυτές μπορούν να καταλογιστούν σε μία μελέτη ή κατασκευή του συστήματος διανομής ή και διάχυσης του αέρα.

Τα ρεύματα αέρα ορίζονται σαν εντοπισμένη αίσθηση ζέστης ή κρύου, σε μια οποιαδήποτε περιοχή του σώματος, που οφείλονται στην κίνηση και τη θερμοκρασία του αέρα, σε σταθερές συνθήκες σχετικής υγρασίας και μέσης θερμοκρασίας ακτινοβολίας.

Το χειμώνα, τα ρεύματα είναι πιο ενοχλητικά από το καλοκαίρι. Από την άλλη πλευρά, υπερβολικά χαμηλές ταχύτητες του αέρα, από 0,08 m/s και κάτω, προκαλούν την αίσθηση στάσιμου αέρα που είναι το ίδιο ενοχλητική (αν και για τους αντίθετους λόγους), και γι' αυτό πρέπει να αποφεύγονται.

Στην πραγματικότητα η ιδανική ταχύτητα του αέρα για την άνεση των ανθρώπων είναι περίπου 0,13 m/s, αλλά στην πλειοψηφία των περιπτώσεων αυτή η τιμή επιτυγχάνεται δύσκολα.

Η διαφορά της θερμοκρασίας ανάμεσα σε ένα χώρο και έναν άλλο έχει επίσης καθοριστική σημασία για την άνεση. Συνήθως είναι ανεκτή μία μέγιστη διαφορά 1,5°C. Αυτές οι διαφορές είναι περισσότερο ενοχλητικές το χειμώνα παρά το καλοκαίρι.

Στο κατακόρυφο επίπεδο, για άτομα που κάνουν καθιστική εργασία, η διαφορά 2°C ανάμεσα στο δάπεδο (πόδια) και τη λεκάνη προκαλεί δυσφορία στο 10-20% των περιπτώσεων.

Τελευταία, αλλά όχι λιγότερο σημαντική, πρέπει να εξεταστεί η διεύθυνση με την οποία η ροή του αέρα συναντά τα άτομα. Η εμπειρία δείχνει ότι το άριστο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται όταν ο αέρας κατευθύνεται απευθείας προς το πρόσωπο. Αν ο αέρας χτυπά πλευρικά το κεφάλι, η αίσθηση που προκαλείται είναι λιγότερο ευχάριστη και τέλος, αν χτυπά τον αυχένα - ακόμα και με αποδεκτές ταχύτητες - δημιουργούνται πολλαπλές συνθήκες δυσφορίας. Μια αργή κίνηση του αέρα προς τα κάτω είναι εν γένει αποδεκτή, ενώ τα ανοδικά ρεύματα είναι πιο ενοχλητικά.

Στη μελέτη ενός συστήματος διανομής και διάχυσης του αέρα πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά οι προαναφερθείσες απαιτήσεις και αντενδείξεις. Μια τέλεια από ψυκτικής και θερμικής πλευράς, μελετημένη και κατασκευασμένη εγκατάσταση πρέπει να είναι επίσης, το ίδιο καλά μελετημένη και στη διανομή και διάχυση του αέρα.

Η πλειοψηφία των αμφισβητήσεων και των παραπόνων για τη συμπεριφορά των εγκαταστάσεων οφείλεται στην ακατάλληλη μελέτη ή και κατασκευή του τρόπου διανομής/διάχυσης του αέρα.

1.10.1 Στοιχεία για τη μελέτη

Μετά την εκτίμηση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων που επικρατούν στους χώρους, η μελέτη περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

1. Προσδιορίζεται η παροχή αέρα για κάθε χώρο ή περιοχή κατά τη διάρκεια της θέρμανσης (αν φυσικά η τελευταία γίνεται με θερμό αέρα) και του κλιματισμού. Επιλέγεται η μεγαλύτερη τιμή ανάμεσα στις δύο. Υπολογίζονται οι ενδεδαιγμένες ταχύτητες του αέρα μέσα από τα βασικά εξαρτήματα της εγκατάστασης.

2. Καθορίζεται ο αριθμός και ο τύπος των στομίων αερισμού για κάθε χώρο ή περιοχή δίνοντας προσοχή σε:

- i. Ταχύτητα παροχής του αέρα. Εδώ ισχύουν όλες οι επισημάνσεις που έγιναν προηγουμένως. Επίσης, η ταχύτητα της ροής επηρεάζει άμεσα την ηχητική στάθμη. Στον Πίν. 1.2 αναφέρονται ταχύτητες εκροής που είναι αποδεκτές στην πράξη για κάθε τύπο χώρου
- ii. Πτώση πίεσης στο στόμιο. Συνίσταται να μην υπερβαίνει τα 7,5 Pa. Υπερβολικές πτώσεις πίεσης μειώνουν τη στατική πίεση που είναι διαθέσιμη στον αεριστήρα και μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο τη σωστή διανομή του αέρα και να προκαλέσουν αύξηση της ηχητικής στάθμης.
- iii. Θέση των θερμικών φορτίων στο χώρο. Για παράδειγμα παρουσία μηχανών γραφείου, οικιακών συσκευών, μηχανών του καφέ, γυάλινων επιφανειών κλπ. Η ροή του αέρα πρέπει να κατευθύνεται με τρόπον ώστε να αντισταθμίζει και να εξουδετερώνει αυτές τις εντοπισμένες πηγές θερμότητας ή “ψυχρής ακτινοβολίας” (για παράδειγμα μεγάλες γυάλινες επιφάνειες το χειμώνα).
- iv. Θέση και συμπεριφορά των παρόντων ατόμων. Παραπέμπουμε στις επισημάνσεις που έγιναν προηγουμένως.
- v. Εμβέλεια ή ακτίνα διάχυσης. Δεν πρέπει να είναι αναγκαστικά ίση με το μήκος του χώρου (εκτός και αν υπάρχουν εντοπισμένες πηγές θερμότητας στην απέναντι πλευρά). Συνήθως, επιλέγονται εμβέλειες ίσες με 0,75 φορές το μήκος του χώρου, λαμβάνοντας υπόψη ότι στο άκρο της ακτίνας, η ταχύτητα του αέρα είναι ακόμα αρκετά υψηλή, τέτοια που να προκαλέσει μία περαιτέρω διάχυση εξαιτίας των ρευμάτων που δημιουργούνται.
- vi. Τύπος και αριθμός των στομίων αερισμού. Θέμα που θα αναλύσουμε παρακάτω.
- vii. Τερματική ταχύτητα του αέρα και διάχυση της ροής. Ισχύουν οι επισημάνσεις που έγιναν παραπάνω.
- viii. Σύστημα αναρρόφησης του αέρα.

Καθορίζεται για κάθε χώρο ή περιοχή αν θα τοποθετηθούν μία ή περισσότερες γρίλιες αναρρόφησης ή διέλευσης. Για το σκοπό αυτό λαμβάνονται υπόψη:

- μέγιστη αποδεκτή ταχύτητα του αέρα στο χώρο
- μέγιστη αποδεκτή πτώση πίεσης για τη διέλευση του αέρα

- θόρυβος που παράγεται

Πίνακας 1.2: Ενδεικτικές ταχύτητες εκροής για διάφορες εφαρμογές (m/s)

Εφαρμογή	Ταχύτητα m/s
Ραδιοφωνικά και τηλεοπτικά στούντιο	1,5-2,5
Κατοικίες, δωμάτια ξενοδοχείων	2,5-3,8
Ιδιωτικά γραφεία με ακουστική επεξεργασία	2,5-3,8
Γραφεία χωρίς ακουστική επεξεργασία	2,5-5,0
Διάφορα γραφεία	5,0-6,2
Θέατρα	2,5-3,8
Κινηματογράφοι	5,0-6,0
Καταστήματα πωλήσεων	7,5
Βιομηχανικά κτήρια	7,5-10,0

Ο αέρας κινείται προς τις γρίλιες αναρρόφησης από όλες τις διευθύνσεις έτσι ώστε η ταχύτητά του μειώνεται αισθητά με την απόσταση. Μπορεί να υποτεθεί ότι ο αέρας πλησιάζει προς τις γρίλιες σε μορφή τμημάτων σφαιρικής επιφάνειας. Οι επιφάνειες αυτών των τμημάτων αλλάζουν ανάλογα με το τετράγωνο της ακτίνας. Ο κίνδυνος δυσάρεστων ρευμάτων είναι γι' αυτό περιορισμένος για τα άτομα που βρίσκονται κοντά στις γρίλιες. Κάτω από αυτές τις συνθήκες η ταχύτητα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 1,5 m/s.

Οι γρίλιες θα πρέπει να τοποθετούνται κοντά σε στάσιμες περιοχές για να επιτρέπουν μια κίνηση του αέρα με τις ενδεικτικές σ' αυτά τα σημεία ταχύτητες. Ποτέ δεν πρέπει να τοποθετούνται απέναντι από τα στόμια παροχής, ούτε σε θέσεις που να προκαλούν βραχυκυκλώσεις του αέρα.

Δεν πρέπει, επίσης, να τοποθετούνται κοντά σε ανοίγματα που επικοινωνούν με το εξωτερικό, για να αποφευχθεί ο κίνδυνος μεγαλύτερου φορτίου στη συσκευή κλιματισμού εξ αιτίας του εισερχόμενου εξωτερικού αέρα.

1.10.1.1 Επαγωγή

Η επαγωγή αποτελεί το φαινόμενο με βάση το οποίο ο αέρας παροχής παρασύρει μία ορισμένη ποσότητα δευτερεύοντα αέρα που τείνει να αναμιχθεί με αυτόν, μειώνοντας ταυτόχρονα την ταχύτητά του.

Η εμβέλεια ενός στομίου εξαρτάται από την ταχύτητα του αέρα εκροής και η διαδοχική μείωση της ταχύτητας είναι τόσο πιο γρήγορη όσο πιο έντονη είναι η επαγωγή. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι η εμβέλεια εξαρτάται από την τιμή της επαγωγής. Η επαγωγή έχει λοιπόν βασική σημασία για την άνεση στο περιβάλλον.

Όσο πιο έντονη είναι, τόσο πιο γρήγορη είναι η ανάμιξη του αέρα παροχής και του δευτερεύοντα αέρα, και άρα τόσο πιο γρήγορα γίνεται ομοιόμορφη η θερμοκρασία στο περιβάλλον. Αποκλείονται με τον τρόπο αυτό πτώσεις ψυχρού αέρα στην κατειλημμένη περιοχή (το καλοκαίρι) και διατάξεις σε στρώματα το χειμώνα.

Ο τύπος για τον προσδιορισμό της σχέσης επαγωγής R ενός τερματικού είναι ο ακόλουθος:

$$R = \frac{T_m - T_p}{T_a - T_m} \quad (1.10)$$

όπου:

T_m = μέση θερμοκρασία του αναμειγμένου αέρα σε ένα σημείο αναφοράς.

T_p = θερμοκρασία κυρίως αέρα.

T_a = μέση θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος στην κατειλημμένη περιοχή.

Για τα στόμια το μέγεθος της επαγωγής εξαρτάται από την περίμετρο της εγκάρσιας διατομής του αέρα παροχής. Για ίση διατομή, όσο μεγαλύτερη είναι η περίμετρος (επομένως όσο πιο στενό και μακρύ είναι το στόμιο), τόσο μεγαλύτερη θα είναι η επαγωγή.

Γι' αυτό ανάμεσα σε δύο στόμια ίσης διατομής, αυτό με την πιο μεγάλη περίμετρο θα έχει το πιο έντονο επαγωγικό αποτέλεσμα.

Αυτό εξηγείται υπενθυμίζοντας ότι για το επαγωγικό φαινόμενο το ρεύμα αέρα πρέπει να έλθει σε επαφή με τον αέρα του περιβάλλοντος και αυτή η επαφή θα είναι πιο εκτεταμένη όσο μεγαλύτερη είναι η περίμετρος του ρεύματος.

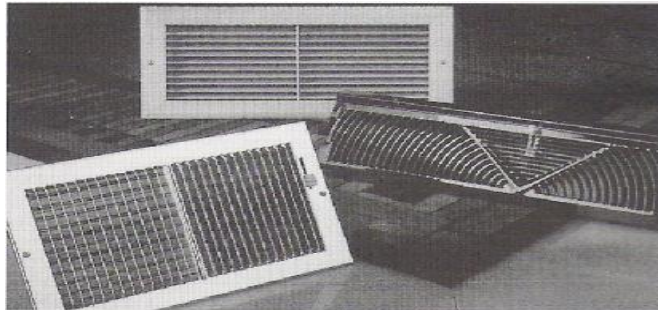
Τα κυκλικά στόμια οροφής έχουν σχέσεις επαγωγής πολύ υψηλές, ανώτερες από εκείνες των στομίων τοίχου, λαμβάνοντας υπόψη τις αναλογικά μικρότερες εμβέλειες.

1.10.2 Στόμια παροχής αερισμού

Τα στόμια εγκαθίστανται στους τοίχους κοντά στην οροφή. Είναι κατάλληλα για τη διάχυση του ψυχρού αέρα στο περιβάλλον και, επίσης, θερμού αέρα σε περιοχές με ήπιο κλίμα.

Η χρήση τους πρέπει να γίνεται με διαφορές θερμοκρασίας που δεν υπερβαίνουν τους 15°C , σε λειτουργία θέρμανσης.

Τα στόμια προσαγωγής και απαγωγής που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι διαφόρων ειδών, ανάλογα με τα σημεία του χώρου που τοποθετούνται, καθώς και με το σχήμα και τα άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Στο Σχ. 1.32 φαίνονται συνήθεις τύποι στομιών προσαγωγής κλιματισμένου αέρα.



Σχήμα 1.32: Στόμια παροχής κλιματισμένου αέρα διαφορετικών τύπων

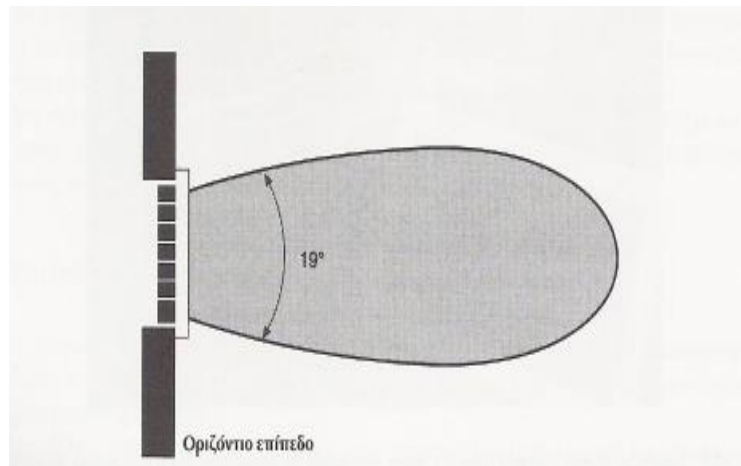
Οι επιδόσεις των στομιών επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες:

1) Θέση των κατευθυντήριων περσίδων.

Οι περσίδες σε συγκλίνουσα θέση δημιουργούν μια απόκλιση 19° , αλλά με μεγαλύτερη κατά 15% περίπου εμβέλεια. Αυτό οφείλεται στην πύκνωση των ροών στο κέντρο της ροής του αέρα, και με τον τρόπο αυτό η απώλεια της κινητικής ενέργειας γίνεται με πιο αργό τρόπο και συνεπώς αυξάνεται η εμβέλεια όπως ειπώθηκε. Από τα στόμια δεν είναι λοιπόν δυνατό να επιτευχθεί ροή αέρα με απόκλιση μικρότερη των 19° , όπως δείχνει το Σχ. 1.33. Σε θέση απόκλισης οι περσίδες αυξάνουν την πλευρική διάχυση και αποκτούν σημαντική επίδραση στη διεύθυνση και την εμβέλεια. Για παράδειγμα, τοποθετώντας τις κάθετες ακραίες περσίδες σε 45° , και όλες τις άλλες με ενδιάμεσες γωνίες σε σχήμα βεντάλιας, η γωνία απόκλισης της ροής του αέρα, σε οριζόντιο επίπεδο, θα είναι 60° , όπως δείχνει το Σχ. 1.34.

Σε αυτές τις συνθήκες η εμβέλεια μειώνεται σχεδόν κατά το ήμισυ. Επειδή η ελεύθερη τομή παροχής του στομιού μειώνεται ελαφρά με τον τρόπο αυτό, και η

παροχή του αέρα θα είναι ελαφρά χαμηλότερη από εκείνη που δημιουργείται όταν οι περσίδες είναι παράλληλες.

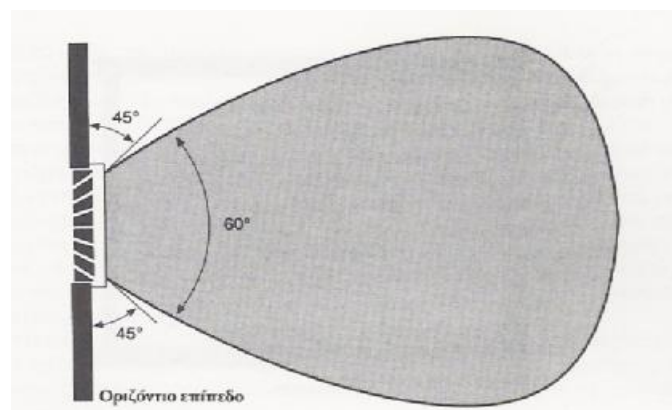


Σχήμα 1.33: Πορεία της ροής του αέρα που εκπέμπεται από ένα στόμιο με κάθετες και παράλληλες περσίδες

Όταν αντίθετα οι περσίδες είναι διατεταγμένες με γωνίες μεγαλύτερες των 45° , η παροχή του αέρα υφίσταται μία σημαντική μείωση.

Είναι δυνατό να βάλουμε όλες τις περσίδες παράλληλες μεταξύ τους, αλλά με μια ορισμένη γωνία έως προς το επίπεδο του στομίου.

Ο αέρας θα διαχυθεί πάλι με μία γωνία 19° , αλλά η διεύθυνση της διάχυσης θα είναι διαφορετική από αυτήν του άξονα του στομίου.



Σχήμα 1.34: Πορεία εκροής του αέρα που εκπέμπεται από ένα στόμιο με τις περσίδες σε κλίση 45° και τις υπόλοιπες με ενδιάμεσες γωνίες.

2) Μοντάρισμα των στομίων.

Τα στόμια είναι μελετημένα για να κάνουν τη διάχυση όταν ο αέρας που καταφθάνει έχει ταχύτητα, πίεση και διεύθυνση που κυμαίνονται μέσα σε ορισμένες τιμές.

Στην πράξη μπορεί να παρουσιαστούν διάφορες περιπτώσεις εγκατάστασης. Η πιο συνηθισμένη περίπτωση είναι εκείνη ενός μεγάλου τμήματος ευθύγραμμου καναλιού στο οποίο θα τοποθετηθούν τα στόμια. Η εφαρμογή μπορεί να γίνει ως εξής:

- i. *στόμια μονταρισμένα απευθείας πάνω σε ένα τοίχωμα του καναλιού.* Είναι μια λύση αποδεκτή όταν ο αριθμός των στομίων είναι περιορισμένος (2 ή 3) και κάθε στόμιο είναι εφοδιασμένο με ένα αεροφράκτη ρύθμισης.
- ii. *όπως παραπάνω, αλλά με μεγαλύτερο αριθμό στομίων.* Καθένα από αυτά πρέπει να είναι εφοδιασμένο με αεροφράκτη συγκράτησης άμεσα συνδεδεμένο.
- iii. *στόμια μονταρισμένα σε σωλήνα, με αεροφράκτη συγκράτησης με αντικριστές περσίδες.* Είναι μία λύση που είναι προτιμότερη από την προηγούμενη, επειδή εξασφαλίζει καλύτερη διάχυση του αέρα.
- iv. *στόμια μονταρισμένα σε σωλήνα, χωρίς άμεσα συνδεδεμένο αεροφράκτη, αλλά που εξυπηρετούνται από αεροφράκτη συγκράτησης με ανεξάρτητη ρύθμιση των περσίδων.* Αυτός ο τύπος αεροφράκτη δίνει πάντα στον αέρα παροχής μέσα στο κανάλι μία απόκλιση με γωνία 90° προς το στόμιο. Πρόκειται για την καλύτερη λύση που εξασφαλίζει μία διάχυση του αέρα στο περιβάλλον με τη μέγιστη ομοιομορφία και ομαλότητα.

3) Διαφορές θερμοκρασίας.

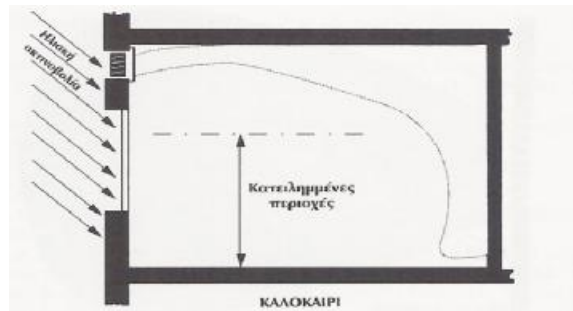
Σε λειτουργία ψύξης, με την αύξηση της διαφοράς θερμοκρασίας αυξάνει η πτώση και μειώνεται η εμβέλεια.

Για ίση διαφορά θερμοκρασίας, η αύξηση της παροχής προκαλεί μια αύξηση της πτώσης. Για να αποφευχθεί αυτό μπορεί να γίνει εγκατάσταση περισσότερων στομίων αντί για ένα με μεγαλύτερες διαστάσεις.

1.10.3 Ροή του αέρα από τα στόμια

Σε λειτουργία **ψύξης** ο συνολικός αέρας κατεβαίνει προς την κατειλημμένη περιοχή σε μία ορισμένη απόσταση που εξαρτάται (όπως είδαμε) από την παροχή, την ταχύτητα εκροής, την απόκλιση των περσίδων, τη διαφορά της θερμοκρασίας και τα χαρακτηριστικά των θερμικών φορτίων στο περιβάλλον.

Στο Σχ. 1.35 απεικονίζεται μια κατάσταση υπερβολικής εμβέλειας. Ο συνολικός αέρας φθάνει στον απέναντι τοίχο και ρέει αργά για μια ορισμένη απόσταση στο δάπεδο. Αυτή είναι μια κατάσταση που πρέπει να αποφευχθεί γιατί η περιοχή στην οποία κατεβαίνει ο συνολικός αέρας διακρίνεται από υψηλές ταχύτητες και από μειώσεις της θερμοκρασίας. Κατά μήκος του τοίχου (και για μια απόσταση 10 cm από αυτόν) μπορούν να μετρηθούν ταχύτητες από 0,5 έως 0,75m/s. Σε φάση θέρμανσης ο συνολικός θερμός αέρας τείνει να ανέλθει και να μεταφερθεί προς την οροφή. Συνεπώς δημιουργείται μια στάσιμη περιοχή, πάνω από το δάπεδο, μέχρι ένα ορισμένο ύψος.



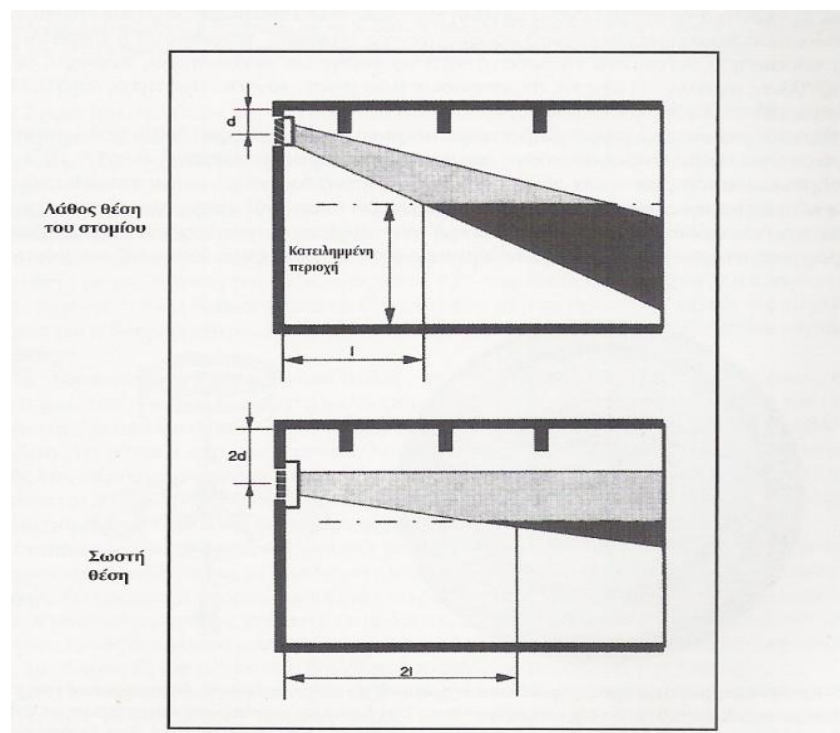
Σχήμα 1.35: Πορεία της ροής ψυχρού αέρα με υπερβολική εμβέλεια που εκπέμπεται από ένα στόμιο

Ανάμεσα στη στάσιμη περιοχή και στην υπερκείμενη περιοχή στην οποία παραμένει ο συνολικός αέρας, οι διαφορές θερμοκρασίας είναι μικρές. Αυτό επιβεβαιώνει, ότι ο αέρας στην περιοχή αυτή είναι ομοιόμορφα αναμειγμένος. Συναντώνται αντίθετα μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στο δάπεδο και τη στάσιμη περιοχή. Σ' αυτές τις συνθήκες μία εμβέλεια ίση με το μήκος του χώρου (όπως στην προηγούμενη περίπτωση) μπορεί να έχει ευνοϊκά αποτελέσματα. Μια μεγάλη εμβέλεια προκαλεί μια πτώση του θερμού αέρα κατά μήκος του τοίχου και από εδώ στο δάπεδο με τρόπον ώστε να αντισταθμίζεται ο σχηματισμός στρωμάτων στη στάσιμη περιοχή, όπως δείχνει το Σχ. 1.36.



Σχήμα 1.36: Πορεία της ροής του θερμού αέρα που εκπέμπεται από ένα στόμιο

Τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του χώρου ή του κτηρίου είναι καθοριστικά για την επιλογή του τρόπου διανομής του αέρα. Φυσικοί περιορισμοί που οφείλονται σε τοίχους, δοκούς, κολόνες και διάφορα άλλα στοιχεία μπορεί να εμποδίσουν την τοποθέτηση του στομίου στην καλύτερη θέση. Τα στόμια πρέπει κατά προτίμηση να είναι τοποθετημένα ψηλά, όταν η οροφή είναι ελεύθερη από εμπόδια, αλλά όχι υπερβολικά κοντά σ' αυτή για να αποφευχθεί η "ρύπανση" του αέρα προσαγωγής από τον παρασυρόμενο δευτερεύοντα αέρα. Η απόσταση πρέπει να είναι ίση τουλάχιστον δύο φορές με το ύψος του στομίου. Όταν η ροή του αέρα εμποδίζεται από δοκούς και άλλα εμπόδια, είναι προτιμότερο να χαμηλώνει το στόμιο αντί να προσανατολίζονται οι οριζόντιες περσίδες προς τα κάτω, για να αποφευχθεί η υπερβολικά γρήγορη είσοδος της ροής του αέρα στην κατειλημμένη περιοχή, όπως φαίνεται στο Σχ. 1.37.



Σχήμα 1.37: Αλλαγή της τοποθέτησης στομίων όταν υπάρχουν εμπόδια για να προληφθεί η εκπομπή ψυχρού αέρα στην κατειλημμένη περιοχή

1.10.4 Στόμια αερισμού οροφής

Τα στόμια αερισμού οροφής κυκλικού τύπου με ακτινική ροή του αέρα παρέχουν μικρές εμβέλεις (που ονομάζονται ακτίνες διάχυσης) και υψηλές σχέσεις επαγωγής που προκαλούν γρήγορες εξισοροπήσεις θερμοκρασίας ανάμεσα στον

πρωτεύοντα και δευτερεύοντα αέρα. Συγκριτικά τα στόμια έχουν μεγάλη εμβέλεια, αλλά πιο μικρές σχέσεις επαγωγής.

Σαν συνέπεια τα στόμια αερισμού οροφής γενικά (κυκλικά, τετράγωνα ή παραλληλόγραμμα) χαρακτηρίζονται από τη δυνατότητα να χορηγούν μεγαλύτερες παροχές αέρα στο περιβάλλον, σε όλες εκείνες τις περιπτώσεις που απαιτούνται ταχύτητες από 0,13 έως 0,18 m/s.

Τα στόμια αερισμού οροφής επίσης επιτρέπουν τη λειτουργία ψύξης με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του αέρα παροχής, και γι' αυτό με διαφορές θερμοκρασίας έως 17-19°C.

Τα στόμια αερισμού έχουν ένα πολύ έντονο φαινόμενο "οροφής" (όταν τοποθετούνται στο ίδιο επίπεδο με την οροφή). Η ροή του αέρα διαχέεται σε 360° χωρίς ασυνέχειες και τείνει να διατηρείται προσκολλημένη στην οροφή αντιτιθέμενη στην τάση πτώσης. Συγκριτικά τα γραμμικά στόμια αερισμού έχουν λιγότερο έντονο φαινόμενο "οροφής" και μόνον όταν έχουν μήκος τέτοιο ώστε η ροή του αέρα να μπορεί να καλύψει μία επιφάνεια αρκετά μεγάλη για να θέσει σε κίνηση το φαινόμενο. Τα στόμια έχουν φαινόμενο "οροφής" μεταβλητού μεγέθους, ανάλογα με τη διάχυση της ροής του αέρα. Τα κυκλικά στόμια αερισμού μπορούν να τοποθετηθούν σε εξωτερικά κανάλια, αλλά στην περίπτωση αυτή δεν θα υπάρξει φαινόμενο "οροφής". Η ροή του αέρα έρχεται σε επαφή με τον αέρα του περιβάλλοντος και στο επάνω μέρος, εκτός από το κάτω. Αυτό προκαλεί μια πιο έντονη μετακίνηση του δευτερεύοντα αέρα, η οποία όμως συμβάλλει στη μείωση της κινητικής ενέργειας της ροής, με μία μείωση της εμβέλειας κατά 33% περίπου, ως προς τη λειτουργία των στομιών αερισμού που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο με την οροφή. Σ' αυτές τις περιπτώσεις μειώνεται η διαφορά θερμοκρασίας, που κυμαίνεται από 8 έως 11 °C, για να περιοριστεί η πτώση.

Το παραπάνω φαινόμενο είναι πολλές φορές επιθυμητό σε υψηλούς χώρους, όπου είναι σημαντικά τα φαινόμενα σχηματισμού στρωμάτων. Το στόμιο αερισμού που είναι τοποθετημένο σε εξωτερικά κανάλια παρουσιάζει μία πιο έντονη και σαφώς προβλεπόμενη πτώση. Τα στόμια αερισμού μπορούν να κατασκευαστούν για ρυθμιζόμενη πορεία της ροής του αέρα, μεταβάλλοντας τη θέση των ομοκεντρικών κώνων από τους οποίους αποτελούνται. Η ροή του αέρα μπορεί έτσι να μεταβληθεί από απόλυτα οριζόντια (σε φάση κλιματισμού) σε απόλυτα κατακόρυφη σε φάση θέρμανσης.

Επισημαίνεται, ότι στις εφαρμογές με εξωτερικά κανάλια η πορεία της ροής του αέρα μπορεί να μεταβληθεί με μεγαλύτερη ελευθερία εξαιτίας της απουσίας του φαινομένου οροφής. Τα γραμμικά στόμια αερισμού επιτρέπουν την εξουδετέρωση των φαινομένων που οφείλονται στις μεγάλες γυάλινες επιφάνειες, που χρησιμοποιούνται συχνά στα μοντέρνα κτήρια. Εκτός από αυτό επιτρέπουν μια εύκολη και λειτουργική εγκατάσταση στις μοντέρνες ψευδοροφές και μια θετική διάχυση του αέρα με μεταβολή της παροχής.

Το τελευταίο ειδικά χαρακτηριστικό τους έκανε τους πιο χρησιμοποιημένους στις εγκαταστάσεις με μεταβλητή παροχή αέρα. Ένας στόμιο αερισμού λέγεται γραμμικό όταν η σχέση ανάμεσα στο μήκος και στο πλάτος του είναι μεγάλη. Η τιμή 25 θεωρείται γενικά το όριο της σχέσης μήκους και πλάτους πέρα από το οποίο ένα τερματικό κατατάσσεται στην κατηγορία των γραμμικών στομιών αερισμού.

Τα γραμμικά στόμια αερισμού με κάθετη προς την οροφή ροή είναι κατάλληλα για περιμετρική εγκατάσταση, κοντά στις γυάλινες επιφάνειες. Η ροή του αέρα που εκπέμπεται προς τα κάτω μπορεί έτσι να αντισταθμίσει την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας ή τις απώλειες θερμότητας από ακτινοβολία το χειμώνα. Στην πράξη, συνίσταται η εγκατάσταση μιας συνεχούς σειράς γραμμικών στομιών αερισμού που θα κατανέμουν τον αέρα για ένα μήκος ελαφρώς μικρότερο της γυάλινης επιφάνειας, όχι μεγαλύτερο από το 70% του συνόλου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί παρεμβάλλοντας μη ενεργοποιημένα στόμια αερισμού.

Τα γραμμικά στόμια αερισμού με παράλληλη προς την οροφή ροή εφαρμόζονται με μεθόδους παρόμοιες με εκείνες που ακολουθούνται για τα στόμια αερισμού πολλαπλών διευθύνσεων, όσον αφορά την εμβέλεια (που αρκεί να είναι ίση με τα 3/4 του μήκους που πρέπει να καλυφθεί, ή με το μισό της απόστασης ανάμεσα σε δυο σειρές ενεργών στομιών αερισμού).

Τα μοντέρνα γραμμικά στόμια αερισμού οροφής κατασκευάζονται σε μοντέλα με μία ή περισσότερες σχισμές (συνήθως από 1 έως 4) και μπορούν να είναι εφοδιασμένα με διατάξεις εκτροπής της ροής του αέρα. Με τη χρήση στομιών αερισμού με δύο ή περισσότερες σχισμές είναι δυνατό να επιτευχθεί η διάχυση του αέρα με τρόπον ώστε να καλυφθούν ακόμη και πολύ μεγάλοι χώροι.

Συνήθως, η ροή του αέρα διατηρείται προσκολλημένη στην οροφή έως ότου η εκτροπή του είναι μικρότερη από 45°.

Όταν αυτή η τιμή ξεπεραστεί, η ροή του αέρα τείνει να πέσει στο χώρο. Στη μελέτη των γραμμικών στομιών αερισμού οροφής, σε δύο ή περισσότερες παράλληλες σειρές, είναι αναγκαίο να προκαθοριστεί με προσοχή η απόσταση ανάμεσα σε κάθε ζεύγος σειρών, με την τιμή πτώσης στο κέντρο τους, καθώς και η απόσταση από περιμετρικούς τοίχους με την υπολειπόμενη ταχύτητα της ροής του αέρα κοντά στον τοίχο, αμέσως πριν εισέλθει στην κατειλημμένη περιοχή.

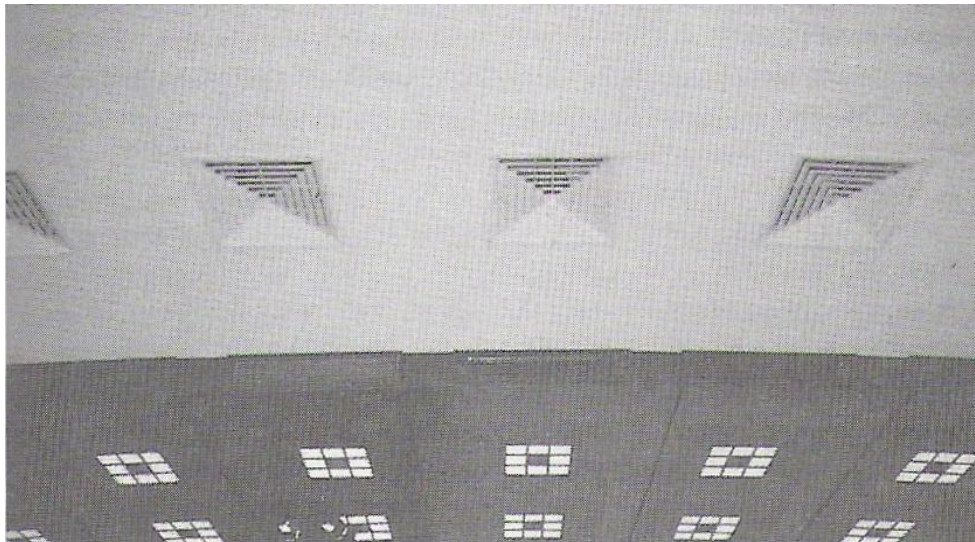
Πίνακας 1.3: Επιδόσεις των διαφόρων τύπων στομιών

Τύπος τερματικού	Παροχή αέρα ανά m ² επιφάνειας του δαπέδου	Μέγιστος αριθμός ανανεώσεων αέρα/ώρα
Στόμια τοίχου (με γρίλιες)	3-6	7
Γραμμικά στόμια αερισμού	4-10	12
Διάτρητα πάνελ	5-15	18
Στόμια αερισμού οροφής	5-25	30
Διάτρητες οροφές	5-50	60

Όπως για τα στόμια τοίχου, τα στόμια αερισμού οροφής έχουν προβλεφθεί για καθορισμένες συνθήκες λειτουργίας (ταχύτητα και διεύθυνση ροής του αέρα). Όταν αυτές οι συνθήκες δεν υφίστανται, είναι αναγκαία η τοποθέτηση ειδικών στοιχείων όπως αεροφράκτες συγκράτησης, με πεταλούδα, ισοσταθμιστές κλπ. Στον Πίν. 1.3 συγκρίνονται οι επιδόσεις στομίων με γρίλιες και στομίων αερισμού οροφής όσον αφορά τις παροχές αέρα ανά μονάδα επιφάνειας και τον αριθμό ανανεώσεων του αέρα/ώρα που επιτρέπουν.

Οι πλέον χρησιμοποιούμενοι τύποι στομίων οροφής που συναντά κανείς στις εγκαταστάσεις κλιματισμού είναι:

- Τα κυκλικά στόμια οροφής.
- Τα τετράγωνα ή ορθογώνια (Σχ. 1.38).
- Τα ορθογώνια στόμια με καμπύλα πτερύγια κατεύθυνσης (δύο, τριών ή τεσσάρων κατευθύνσεων).

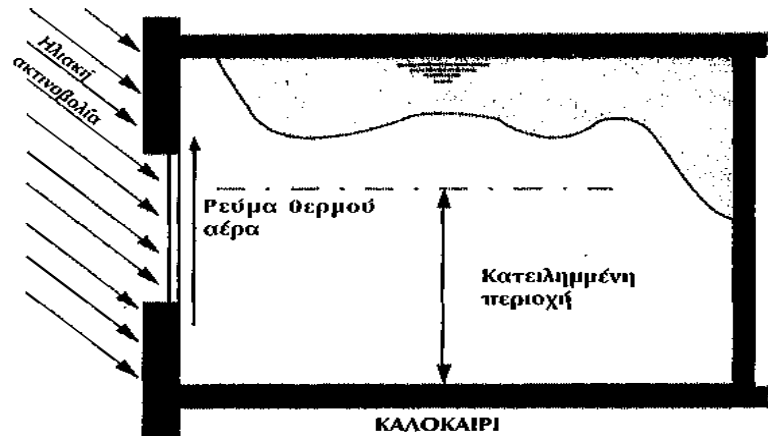


Σχήμα 1.38: Στόμια τετραγωνικής μορφής

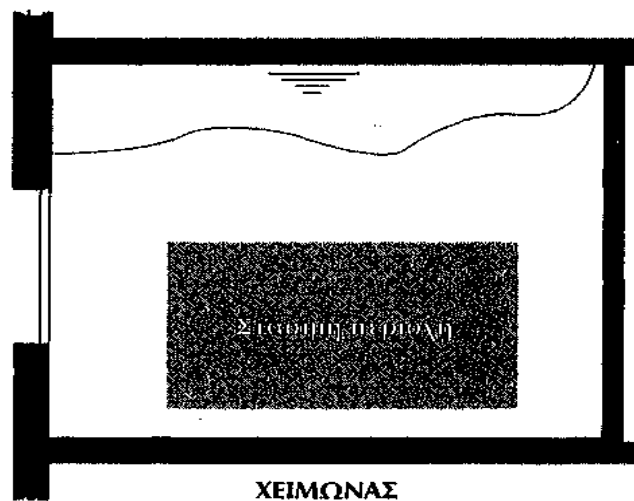
1.10.5 Ροή αέρα από τα στόμια αερισμού οροφής

Στη λειτουργία κλιματισμού, η ροή του αέρα ενός στομίου αερισμού οροφής Σχ. 1.39 έχει μία ιδιαίτερη πορεία. Ο αριστερός λοβός, προς τον εξωτερικό τοίχο που είναι εκτεθειμένος στον ήλιο, αντιστέκεται στη ροή θερμού αέρα που ανεβαίνει λόγω μεταφοράς τον τοίχο. Η πτώση της ροής του ψυχρού αέρα γίνεται λοιπόν πριν αυτή φθάσει τον τοίχο. Στην αντίθετη πλευρά ο συνολικός αέρας φθάνει τον εσωτερικό

τοίχο, που δεν θερμαίνεται, και κατεβαίνει για ένα ορισμένο διάστημα προς το δάπεδο.



Σχήμα 1.39: Πορεία της ροής του ψυχρού αέρα που εκπέμπεται από ένα στόμιο αερισμού οροφής



Σχήμα 1.40: Πορεία της ροής του θερμού αέρα που εκπέμπεται από ένα στόμιο αερισμού οροφής

Με τον τρόπο αυτό οι μεταβολές της θερμοκρασίας στο χώρο περιορίζονται στο ελάχιστο και δύσκολα δημιουργούνται στάσιμες περιοχές. Αντίθετα, η μέγιστη ταχύτητα του αέρα και οι μέγιστες μεταβολές της θερμοκρασίας παρουσιάζονται στο εσωτερικό και κοντά στην περιφέρεια του συνολικού αέρα. Η περιοχή πτώσης γίνεται έτσι πολύ σημαντική γιατί σ' αυτήν δημιουργούνται υψηλές πραγματικές θερμοκρασίες ρεύματος.

Γι' αυτό γίνεται αναγκαίο να καθορίζεται κατά πόσο ο αέρας πρέπει να πέφτει προς τα κάτω πριν η ταχύτητα και η θερμοκρασία του φθάσουν αποδεκτές τιμές. Στη λειτουργία θέρμανσης δημιουργούνται παρόμοιες συνθήκες με αυτές για τα στόμια τοίχου, με στάσιμες περιοχές προς το κέντρο του χώρου, Σχ. 1.40 όπου ισχύουν οι ίδιες επισημάνσεις..

1.10.6 Στόμια αερισμού σπειροειδούς ροής

Τα στόμια αερισμού 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 μια έντονη περιστροφή. Αυτή η δυναμική κατάσταση του αέρα επιτρέπει μια υψηλή επαγωγή του αέρα περιβάλλοντος και μια γρήγορη εξισορρόπηση της θερμοκρασίας σε πολύ μικρή απόσταση από το στόμιο αερισμού.

Τα στόμια αερισμού περιστρεφόμενης ροής κατασκευάζονται σε δύο τύπους: με σταθερή και μεταβλητή γεωμετρία. Και οι δύο τύποι έχουν κυκλική ανάπτυξη με μια σειρά περσίδων, που είναι σταθερά ή ρυθμιζόμενα αντίστοιχα ή είναι εφοδιασμένοι σε μερικές περιπτώσεις με ένα εξωτερικό δίσκο ή στρογγυλεμένο κώνο που ρυθμίζεται σε ύψος.

Ο ρόλος των περσίδων είναι η δημιουργία ακτινικών ρευμάτων αέρα ικανών να δημιουργήσουν ισχυρή ανάμιξη με τον αέρα του περιβάλλοντος γιατί ο αέρας εκπέμπεται από το στόμιο αερισμού με μια έντονη περιστροφική κίνηση.

Τα ρεύματα συγκεντρώνονται στην έξοδο του στομιού αερισμού και διαχέονται οριζόντια. Στο κέντρο των ρευμάτων δημιουργείται μία έντονη υποπίεση που αναρροφά τον αέρα του περιβάλλοντος από κάτω. Πρόκειται για μια ισχυρά επαγωγική συμπεριφορά που ευνοεί μια υψηλή ανάμιξη με τον αέρα του χώρου.

Εάν τα στόμια αερισμού εγκατασταθούν στο ίδιο επίπεδο με την ψευδοροφή, τα ρεύματα αέρα επωφελούνται του γνωστού φαινομένου "οροφής" παραμένοντας προσκολλημένα στην οροφή. Τα στόμια αερισμού μεταβλητής γεωμετρίας είναι σε θέση να προσαρμοστούν στις μεταβολές του φορτίου αλλάζοντας (ακόμη και με αυτόματο τρόπο) τον προσανατολισμό των περσίδων.

Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να περάσουν από ένα ελεύθερο κυκλικό ρεύμα αέρα σε ένα ελικοειδές ρεύμα με αξονική και ακτινική ροή, και με ένα κώνο διάχυσης που μεταβάλλεται από 30° έως 150°.

Πίνακας 1.4: Τυπικές επιδόσεις των στομίων αερισμού σπειροειδούς ροής για οικιακή χρήση.

Ύψος εγκατάστασης		
min - max για σταθερά στόμια αερισμού, m	2,4- 4,5	
Διαφορά θερμοκρασίας		
Ανάμεσα σε αέρα περιβάλλοντος και αέρα παροχής		
- ψύξη, °C	-10	
- Θέρμανση, °C	+10	
Ικανότητα απομάκρυνσης του θερμικού	h = 2.2m	100W/m ²
Φορτίου του περιβάλλοντος ανάλογα	h = 2.7m	125W/m ²
Με το ύψος του στομίου αερισμού	h = 3.0 m	140W/m ²
Μέγιστος αριθμός ανανεώσεων αέρα/ ώρα	12-14	
Πιο συνηθισμένα μεγέθη		
Παροχές αέρα, min –max, L/s	8-220	
m ³ /h	30-800	

Αν τα στόμια αερισμού μεταβλητής γεωμετρίας αναρτηθούν σε μία ορισμένη απόσταση από την οροφή, όλοι οι τύποι ρεύματος είναι πραγματοποιήσιμοι. Αν αντίθετα, η εγκατάσταση είναι πάνω στην οροφή, η γωνία των περσίδων δεν μπορεί να ξεπεράσει τις 45° εξαιτίας του φαινομένου "οροφής". Το ρεύμα, δηλαδή, τείνει να ακολουθήσει το επίπεδο της οροφής λόγω της περιορισμένης επαγωγής στο κάτω μέρος. Μερικά μοντέλα είναι κατάλληλα και για τη λειτουργία με μεταβλητή παροχή αέρα.

Ο αριθμός των στομίων αερισμού που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από το ύψος του χώρου και από την αναγκαιότητα να αποφευχθούν αλληλοτομές, ώστε να προληφθούν ταχύτητες του αέρα μεγαλύτερες από 0,3-0,6 m/s. Τα κύρια στοιχεία εφαρμογής αυτών των στομίων αερισμού συνοψίζονται στον Πίν. 1.4.

1.10.7 Στόμια αερισμού για θέατρα και αίθουσες συνεδρίων

Τα στόμια αερισμού αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται σε αίθουσες συναυλιών, θέατρα, αίθουσες συνεδρίων 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 αερισμού τοποθετείται κάτω από κάθε πολυθρόνα ή ανάμεσα σε δύο προσκείμενες πολυθρόνες.

1.10.8 Στόμια αερισμού στην πλάτη πολυθρόνας

Και αυτά τα στόμια αερισμού προορίζονται για αίθουσες συναυλιών, θέατρα, κλπ. και λειτουργούν με την αρχή της εσωτερικής επαγωγής. Τα ακροφύσια εκροής του πρωτεύοντα αέρα είναι τοποθετημένα μέσα στην πλάτη της πολυθρόνας. 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 μια γρίλια που είναι τοποθετημένη στο πάνω μέρος της πλάτης.

1.10.9 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. Τα ακροφύσια μεγάλης εμβέλειας αποτελούνται από έναν κώνο προσανατολιζόμενο, κατά 30° περίπου Σχ. 1.41, προς όλες τις διευθύνσεις, που περιέχεται σε μία σφαιρική έδρα.

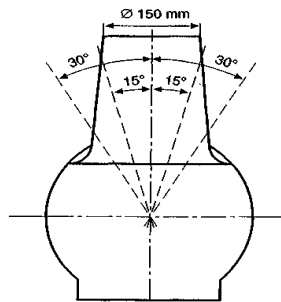
Ο προσανατολισμός είναι πολύ σημαντικός γιατί στο στάδιο της μελέτης δεν είναι δυνατό να προβλεφθεί η πραγματική ροή του αέρα για εμβέλειες μεγαλύτερες από 7-10 μέτρα. Ακροφύσια αυτού του τύπου επιτρέπουν εμβέλειες μέχρι και 30 μέτρα, με ταχύτητα του αέρα 6-12 m/s.

Η ηχητική στάθμη, με ταχύτητα του αέρα 10 m/s, είναι περίπου 29 dB.

Για να αποφευχθούν ρεύματα στη λειτουργία του κλιματισμού, ο αέρας παροχής δεν πρέπει να κατευθύνεται προς τα κάτω με μια υπερβολική γωνία. Η γωνία αυτή δεν πρέπει να είναι ποτέ μικρότερη από 45°. Εξαιτίας του υψηλού επαγωγικού φαινομένου του ρεύματος εξόδου, δημιουργούνται υψηλές ταχύτητες αέρα γύρω από το στόμιο αερισμού. Αυτό συνιστά την εγκατάσταση των ακροφύσιων σε ύψος τουλάχιστον 3,5m από το δάπεδο και με ελάχιστη απόσταση ανάμεσα τους 0,5 m.

Οι χαρακτηριστικές παροχές αέρα των ακροφύσιων αυτών είναι 110- 210 L/s (400-750m³/h).

Η μέγιστη αποδεκτή διαφορά θερμοκρασίας είναι 10 K.



Σχήμα 1.41: Τομή ακροφυσίου μεγάλης εμβέλειας.

1.10.10 Στόμια αερισμού υψηλής επαγωγής

Αυτά τα νέα στόμια αερισμού έχουν το χαρακτηριστικό να διανέμουν τον αέρα με πολύ υψηλές σχέσεις επαγωγής και γι' αυτό είναι σε θέση να λειτουργούν με μεγάλες διαφορές θερμοκρασίας που φθάνουν τους 14 K. Αυτό επιτρέπει τη μείωση των αναγκαίων παροχών αέρα σε σχέση με τα κλασικά στόμια αερισμού. Τα στόμια υψηλής επαγωγής λειτουργούν με την αρχή της εκπομπής πολυάριθμων ξεχωριστών ρευμάτων, που εκπέμπονται κατευθείαν προς την κατειλημμένη περιοχή. Η συνολική παροχή αέρα υποδιαιρείται σε ένα μεγάλο αριθμό ρευμάτων και επωφελείται των υψηλών σχέσεων επαγωγής. Αυτά τα στόμια αερισμού κατασκευάζονται σε διάφορα σχήματα: γραμμικά, τετράγωνα και παραλληλόγραμμα. Τα στόμια αερισμού με γραμμική ανάπτυξη εκπέμπουν τον αέρα από πολυάριθμες σχισμές με κλίση 45°, προς τις δύο πλευρές, με ένα κάθετο ρεύμα υποστήριξης.

Τα μοντέλα με τετράγωνο ή κυκλικό σχήμα αποτελούνται από πολυάριθμα στοιχεία εκπομπής που δημιουργούν ισάριθμα χωριστά ρεύματα. Ο αέρας που εκπέμπεται εξισορροπεί τη θερμοκρασία του με εκείνη του περιβάλλοντος πριν

διδεισδύσει στην κατειλημμένη περιοχή και γι' αυτό δεν δημιουργούνται ρεύματα. Οι χαρακτηριστικές παροχές αέρα των γραμμικών στομιών αερισμού πολύ υψηλής επαγωγής μπορούν να φθάσουν τα 40 L/s (150m³/h για κάθε γραμμικό μέτρο στομίου αερισμού). Για τα κυκλικά και τετράγωνα μοντέλα οι παροχές κυμαίνονται από 50 έως 250Ls (180- 900m³/h).

1.10.11 Στόμια αερισμού με εκτοπισμό

Τα στόμια αερισμού με εκτοπισμό λειτουργούν με μία διαφορετική αρχή από όλα τα άλλα στόμια. Αυτά διαχέουν τον αέρα στο επίπεδο του δαπέδου χωρίς αυτός να αναμιγνύεται με τον αέρα του περιβάλλοντος. Ο τελευταίος, θερμός και μολυσμένος, ανυψώνεται και απομακρύνεται από την κατειλημμένη περιοχή που δέχεται συνεχώς δροσερό και καθαρό αέρα.

Τα στόμια αερισμού με εκτοπισμό αποτελούνται από ένα περίβλημα από λαμαρίνα που έχει κυκλικό, ημικυκλικό ή παραλληλεπίπεδο σχήμα, στο εσωτερικό του οποίου υπάρχει ένας ειδικός λαβύρινθος, και εγκαθίστανται κατευθείαν στο χώρο, στο δάπεδο, σε προεξέχουσα θέση ή χωνευτά σε τοίχο ή σε κολόνα.

Η σύνδεση με τα κανάλια αερισμού της εγκατάστασης γίνεται στο πάνω μέρος του σκελετού, όπου τα στόμια αερισμού έχουν μία κυκλική σύνδεση. Ο αέρας που βγαίνει από το στόμιο αερισμού έρχεται σε επαφή με τις θερμές επιφάνειες, που είναι συγκεντρωμένες κυρίως στο κάτω μέρος του χώρου (υπολογιστές, επιτραπέζιες λάμπες, καθισμένα άτομα, θερμό δάπεδο λόγω της ακτινοβολίας του ηλίου, κλπ.) και τείνει να μεταφερθεί προς τα πάνω ενισχύοντας τις φυσικές κινήσεις των ρευμάτων γύρω από τις θερμές επιφάνειες ανυψώνοντας ταυτόχρονα τους ρύπους που δημιουργούνται στο κάτω μέρος του χώρου.

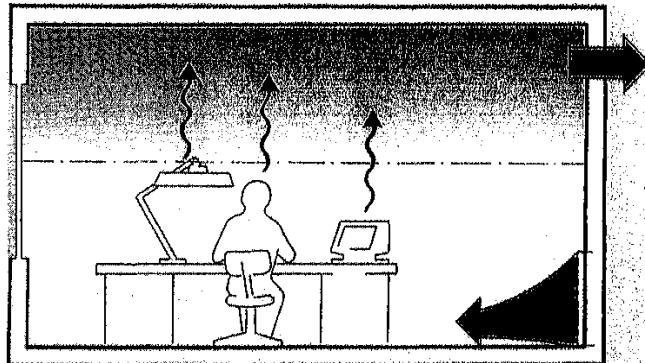
Στο χώρο δημιουργείται λοιπόν μία συνεχής εκπομπή καθαρού αέρα που ανυψώνει το μολυσμένο αέρα προς την οροφή και ταυτόχρονα δημιουργεί ένα οριακό στρώμα σε ένα ορισμένο ύψος που διαχωρίζει την πάνω από την κάτω περιοχή. Ενώ στην κάτω περιοχή η συγκέντρωση των ρύπων διατηρείται στην τιμή της μελέτης και η θερμοκρασία κυμαίνεται σε αποδεκτές τιμές, πάνω από το οριακό στρώμα η συγκέντρωση ρύπων και η θερμοκρασία τείνουν να αυξηθούν.

Το ύψος του οριακού στρώματος μπορεί να καθοριστεί εξ' αρχής και εξαρτάται κυρίως από τα χαρακτηριστικά του στομίου αερισμού, από την παροχή του αέρα που προσάγεται και από τη θερμοκρασία.

Η αναρρόφηση του αέρα πρέπει να γίνεται από το πάνω μέρος του χώρου.

Το Σχ. 1.42 δείχνει τη διάχυση του αέρα με εκτοπισμό σε ένα αντιπροσωπευτικό χώρο. Ο πρωτεύον αέρας εκπέμπεται από κάτω και προκαλεί την ανύψωση του αέρα περιβάλλοντος χωρίς ανάμιξη. Σε ένα ορισμένο ύψος δημιουργείται ένα οριακό στρώμα που διαιρεί τη δροσερή και με χαμηλή

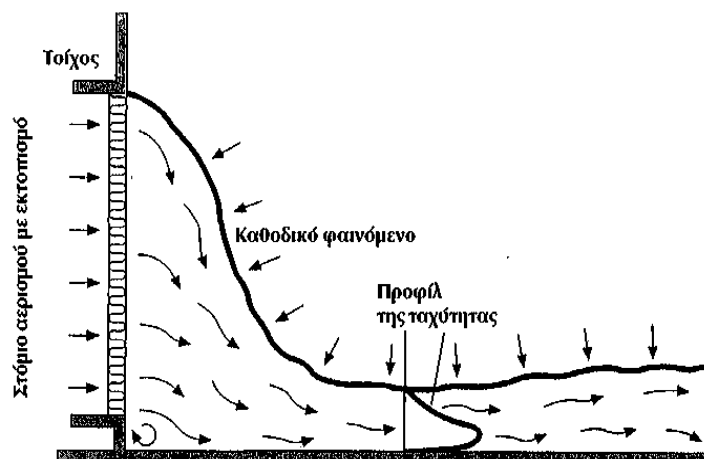
συγκέντρωση ρύπων κάτω περιοχή από την θερμότερη και πιο μολυσμένη πάνω περιοχή.



Σχήμα 1.42: Διάχυση του αέρα με εκτοπισμό σε ένα αντιπροσωπευτικό χώρο.

Η διάχυση με εκτοπισμό επιτυγχάνεται μόνο με αέρα σε θερμοκρασία χαμηλότερη από εκείνη του περιβάλλοντος γιατί με θερμό αέρα δημιουργείται μία φυσιολογική ανάμιξη.

Ο εξερχόμενος αέρας από το διάτρητο τοίχωμα του στομίου αερισμού, σε ένα μέτωπο 90° , 180° και 360° ανάλογα με τον τύπο της εφαρμογής, διανέμεται με μετωπική ταχύτητα χαμηλότερη από $0,25\text{m/s}$, τέτοια δηλαδή που να μη δημιουργεί διαταραχές.



Σχήμα 1.43: Χαρακτηριστική καθοδική πορεία του αέρα στην έξοδο από ένα στόμιο αερισμού με εκτοπισμό

Η ροή του εξερχόμενου αέρα από το στόμιο αερισμού λαμβάνει μια καθοδική πορεία, όπως φαίνεται στο Σχ. 1.43. Ο αέρας διαχέεται σε θερμοκρασία 18°C περίπου στους προορισμένους για καθιστική δραστηριότητα χώρους, αλλά μπορεί να πέσει στους 16°C σε βιομηχανικούς χώρους ή σε χώρους που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη δραστηριότητα, όπως μεγάλα καταστήματα πωλήσεων, χώρους ψυχαγωγίας κλπ. Αυτές οι τιμές απέχουν αισθητά από εκείνες που υιοθετούνται για τις κοινές εγκαταστάσεις κλιματισμού, που κυμαίνονται από 12-14°C.

Η διάχυση του αέρα με εκτοπισμό επιτρέπει τον καθορισμό, ήδη από το στάδιο της μελέτης, της μέγιστης αποδεκτής συγκέντρωσης ρύπων στην περιοχή κάτω από το οριακό στρώμα. Τα συστήματα με εκτοπισμό δεν μπορούν να ανταποκριθούν πάντως σε όλες τις καταστάσεις και ούτε στερούνται περιορισμών.

Είναι κατάλληλα για σχετικά μεγάλους χώρους του τριτογενούς τομέα, ενώ αντίθετα είναι ακατάλληλα για οικιακούς χώρους, δωμάτια ξενοδοχείου, επαγγελματικά γραφεία κλπ. Επίσης, η εγκατάσταση των στομίων αερισμού στο χώρο, πάνω σε τοίχους, αφαιρεί ωφέλιμο χώρο και μπορεί να παρουσιάσει αντιθέσεις από αισθητικής πλευράς. Είναι πιθανή, τέλος, μία περιορισμένη ελαστικότητα στις αλλαγές των εσωτερικών χώρων.

1.10.12 Στόμια αερισμού για αέρα σε χαμηλή θερμοκρασία

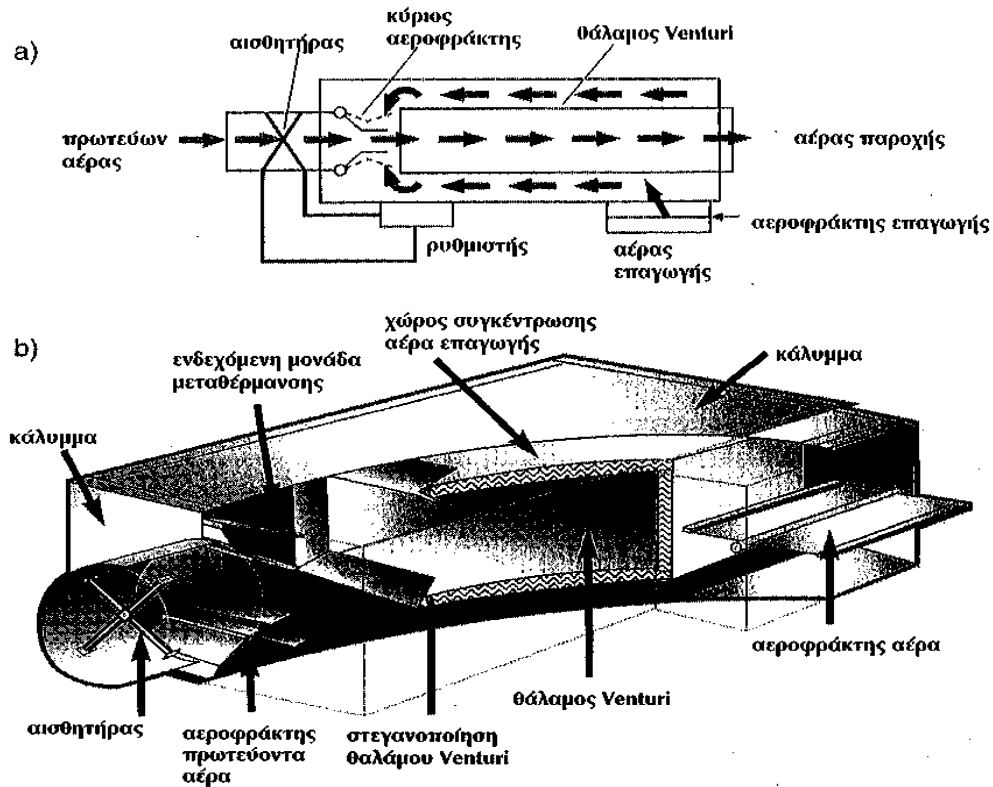
1.10.12.1 Τερματικά με επαγωγή

Αν και χρησιμοποιούνται σπάνια, τα τερματικά με επαγωγή μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις εγκαταστάσεις χαμηλής θερμοκρασίας. Αυτά αποτελούνται από ένα κιβώτιο επαγωγής, τοποθετημένο πάνω από την ψευδοροφή, συνδεδεμένο μέσω εύκαμπτων αγωγών με γραμμικά στόμια αερισμού.

Ο αέρας του περιβάλλοντος αναρροφάται λόγω επαγωγής στο εσωτερικό του κιβωτίου, Σχ. 1.44, όπου αναμιγνύεται με τον εισερχόμενο πρωτεύοντα αέρα. Συχνά πρόκειται για ένα μίγμα με τον ίδιο αέρα αναρρόφησης όταν η ψευδοροφή είναι και ο χώρος εγκατάστασης. Η μίξη μειώνει τη θερμοκρασία του εξερχόμενου αέρα από το στόμιο αερισμού. Με αυτά τα τερματικά, σε πλήρη λειτουργία, κάθε κυβικό μέτρο πρωτεύοντα αέρα παρασύρει ενδεικτικά έως και 0,4 κυβικά μέτρα αέρα περιβάλλοντος επαγωγής.

Έτσι, για παράδειγμα, αν η θερμοκρασία του πρωτεύοντα αέρα είναι 10°C και η θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος είναι 25 °C, η θερμοκρασία του μίγματος που επιτυγχάνεται στο στόμιο αερισμού είναι 14°C και αυτή η τιμή αντιστοιχεί με εκείνη των συνηθισμένων εγκαταστάσεων. Με τη μείωση των θερμικών φορτίων, η παροχή του πρωτεύοντα αέρα στον απαγωγέα μπορεί να μειωθεί μέχρι και 25-30% περίπου ενώ, εξαιτίας της επαγωγής, η παροχή στο στόμιο αερισμού δεν πέφτει κάτω από το 40-50%.

Με αυτές τις συνθήκες η συνολική αύξηση της θερμοκρασίας είναι πιο έντονη από ότι με πλήρες φορτίο και γι' αυτό μειώνονται οι κίνδυνοι πτώσης ψυχρού αέρα. Αν και αφορούν εφαρμογές σε εγκαταστάσεις χαμηλής θερμοκρασίας, τα συστήματα επαγωγής του παραπάνω τύπου είναι μάλλον σπάνια.



Σχήμα 1.44: Τερματικό με επαγωγή για την τροφοδοσία ενός στομίου αερισμού μεταβλητής παροχής. α) Σχεδιάγραμμα λειτουργίας, β) κατασκευή μονάδας

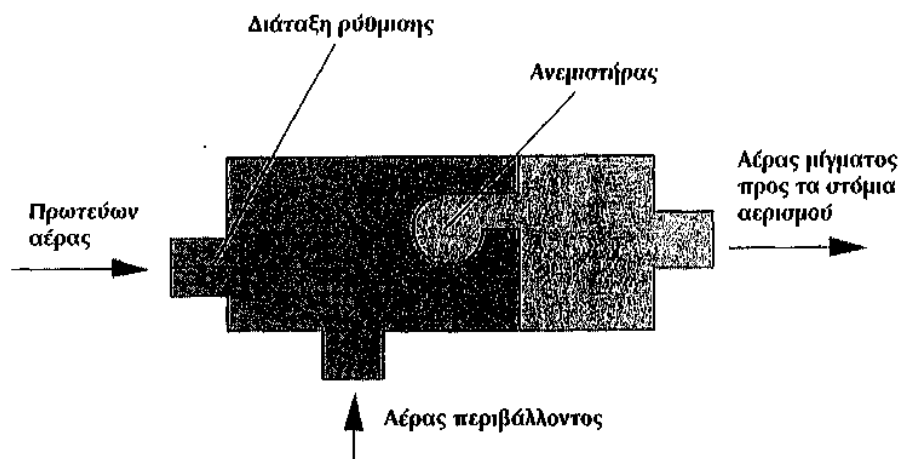
1.10.12.2 Αεριζόμενα κιβώτια

Αυτά τα κιβώτια χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια στο εξωτερικό ακόμα και σε εγκαταστάσεις φυσιολογικής θερμοκρασίας, ενώ είναι σχεδόν ακόμα άγνωστα στην Ιταλία. Αυτά είναι εφοδιασμένα με έναν ανεμιστήρα που δημιουργεί ένα μίγμα ανάμεσα στον πρωτεύοντα αέρα και στον αέρα περιβάλλοντος με σκοπό να βελτιώσει τη διάχυση του στο χώρο. Στην πραγματικότητα τα αεριζόμενα κιβώτια κατασκευάζονται σε δυο διαφορετικούς τύπους, σε σχέση με τις διαδρομές του πρωτεύοντα και του δευτερεύοντα αέρα: εν σειρά και εν παραλλήλω.

Στα κιβώτια εν σειρά, οι δύο ροές του αέρα αναμιγνύονται πριν από τον ανεμιστήρα ενώ στα κιβώτια εν παράλληλω η μίξη γίνεται μετά από αυτόν. Αυτή η διαφορά δημιουργεί ειδικά χαρακτηριστικά λειτουργίας που πρέπει να αναπτύξουμε συνοπτικά.

1.10.12.3 Κιβώτια εν σειρά

Ένα αντιπροσωπευτικό σχέδιο ενός κιβωτίου εν σειρά απεικονίζεται στο Σχ. 1.45 και μπορεί να παρατηρηθεί πως ο ανεμιστήρας διανέμει ένα μίγμα πρωτεύοντα και δευτερεύοντα αέρα με μεταβλητή αναλογία αλλά σταθερή παροχή.



Σχήμα 1.45: Αεριζόμενο κιβώτιο εν σειρά. Ανάμιξη ανάμεσα στον πρωτεύοντα και δευτερεύοντα αέρα πριν τον ανεμιστήρα.

Ένας αεροφράκτης στη σύνδεση του κιβωτίου μεταβάλλει την παροχή του πρωτεύοντα αέρα ανάλογα με το μέγεθος του θερμικού φορτίου.

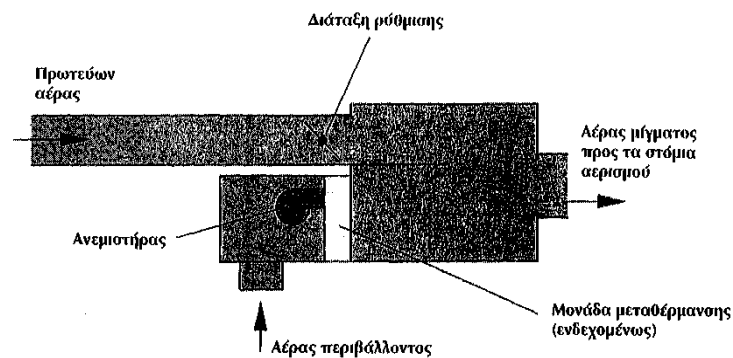
Η αύξηση της θερμοκρασίας του πρωτεύοντα αέρα σε συνθήκες πλήρους και μερικής παροχής εξαρτάται από την εισφορά θερμότητας από τους αγωγούς. Το κιβώτιο μπορεί να τροφοδοτεί δύο ή περισσότερα στόμια αερισμού (επτά το μέγιστο) με εύκαμπτους αεραγωγούς. Και επειδή η τελική παροχή είναι σταθερή χρησιμοποιούνται στόμια αερισμού σταθερής παροχής. Το πλεονέκτημα αυτού του τύπου είναι ότι εξασφαλίζει μια καλή διάχυση του αέρα στο χώρο, ακόμα και στις ελάχιστες παροχές πρωτεύοντα αέρα.

Όχι μικρότερης σημασίας είναι η ευκολία εγκατάστασής τους. Το μειονέκτημα συνίσταται στη συνεχή λειτουργία του κινητήρα του ανεμιστήρα, με όλες τις ανάλογες συνέπειες: κατανάλωση ενέργειας, θόρυβος, συντήρηση κλπ. Ακόμη, επειδή υπάρχει

πάντα ένα φίλτρο στον αέρα αναρρόφησης, πρέπει να προβλέπεται ο καθαρισμός ή η αντικατάσταση στο πρόγραμμα της τακτικής συντήρησης. Παρ' όλα αυτά τα κιβώτια εν σειρά παρέχουν "σιγουριά" και συχνά προτιμούνται από όποιον κατασκευάζει για πρώτη φορά εγκαταστάσεις χαμηλής θερμοκρασίας.

1.10.12.4 Κιβώτια εν παραλλήλω

Αυτές οι μονάδες αποτελούν από πολλές απόψεις μια σημαντική βελτίωση των προηγούμενων. Ένα τυπικό σχεδιάγραμμα λειτουργίας απεικονίζεται στο Σχ. 1.46 όπου οι δυο ροές αέρα, πρωτεύοντα και δευτερεύοντα, είναι παράλληλες μεταξύ τους και αναμιγνύονται μετά τον ανεμιστήρα που αναρροφά αέρα μόνο από το περιβάλλον, ο οποίος φιλτράρεται πρώτα από ένα ειδικό φίλτρο. Για το λόγο αυτό, το μέγεθος του ανεμιστήρα και η ισχύς του κινητήρα, για ίση συνολική παροχή, είναι μικρότερες από ότι στα κιβώτια εν σειρά. Η ρύθμιση μπορεί να συμβάλει περαιτέρω στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αν ο ανεμιστήρας λειτουργεί μόνον όταν η παροχή του πρωτεύοντα αέρα πέσει κάτω από μία καθορισμένη ελάχιστη τιμή. Υιοθετώντας αυτή τη στρατηγική το στόμιο αερισμού εκπέμπει μόνο πρωτεύοντα αέρα έως ότου επιτευχθεί η ελάχιστη καθορισμένη τιμή παροχής. Από αυτό το σημείο και πέρα αρχίζει να λειτουργεί ο ανεμιστήρας.



Σχήμα 1.46: Αεριζόμενο κιβώτιο εν παραλλήλω. Η μίξη ανάμεσα στον πρωτεύοντα και τον δευτερεύοντα αέρα γίνεται μετά τον ανεμιστήρα.

Στην πραγματικότητα τίποτα δεν απαγορεύει τη συνεχή λειτουργία του ανεμιστήρα, όπως στα κιβώτια εν σειρά: πρόκειται για επιλογές στρατηγικής ρύθμισης που επιτρέπονται ακριβώς από τη μεγαλύτερη ελαστικότητα αυτού του τύπου κιβωτίου. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα στόμιο αερισμού για φυσιολογικές θερμοκρασίες γιατί ο πρωτεύοντας αέρας σε χαμηλή θερμοκρασία θα μετριαστεί από τον ανακυκλωμένο δευτερεύοντα αέρα (περιβάλλοντος).

Αυτές οι μονάδες μπορεί να εφοδιαστούν με μονάδες μεταθέρμανσης και πράγματι αποδείχτηκαν ικανές να καλύπτουν τις εξωτερικές περιοχές των κτηρίων, που έχουν και ανάγκη θέρμανσης. Η εφαρμογή των κιβωτίων εν παραλλήλω απαιτεί μεγαλύτερη εμπειρία από ότι εκείνη των κιβωτίων εν σειρά και μπορεί να προκαλέσει περιπλοκές στην εγκατάσταση όσον αφορά τη ρύθμιση. Έχουν τις ίδιες απαιτήσεις συντήρησης με τα κιβώτια εν σειρά, αλλά ξεχωρίζουν λόγω της χαμηλότερης ηχητικής στάθμης λόγω του μικρότερου μεγέθους του ανεμιστήρα.

1.10.12.5 Μέτρα σχετικά με την εφαρμογή και τη λειτουργία

Κιβώτια και τερματικά πρέπει να μονωθούν κατάλληλα για να αποφευχθεί ο σχηματισμός συμπύκνωσης στις εγκαταστάσεις χαμηλής θερμοκρασίας. Εκτιμάται ότι η επιφανειακή θερμοκρασία ενός τερματικού διατηρείται, συνήθως, κατά 1,5°C υψηλότερη της θερμοκρασίας του αέρα που διαχέεται. Από την πλευρά τους, διάφοροι τύποι αεριζόμενων κιβωτίων απαιτούν μία ελάχιστη στατική πίεση πριν τον αεριστήρα, 130-140 Pa περίπου. Εάν η πίεση αυτή απουσιάζει υπάρχει κίνδυνος ο αεριστήρας να υπερφορτωθεί και να προκληθεί το κάψιμο του κινητήρα. Γι' αυτό συνιστάται οι κινητήρες αυτών των μονάδων να είναι συνδεδεμένοι με τον εκκινητή του κινητήρα του ανεμιστήρα της μονάδας επεξεργασίας του πρωτεύοντος αέρα.

1.10.13 Γρίλιες και στοιχεία αναρρόφησης

Οι πιο συνηθισμένες γρίλιες αναρρόφησης τοίχου έχουν τετράγωνο ή παραλληλόγραμμο σχήμα, κατασκευασμένες από χάλυβα ή ανοδιωμένο αλουμίνιο, με οριζόντιες περσίδες, ανάγλυφες, και με κλίση 45°. Η απόσταση μεταξύ των περσίδων μπορεί να είναι 30, 50 ή 100 mm.

Οι πιο συνηθισμένες διαστάσεις κυμαίνονται από 400×300 mm έως 1000×800 mm.

Οι γρίλιες αναρρόφησης μπορεί να είναι εφοδιασμένες με πλέγμα για τα τρωκτικά και αεροφράκτες ρύθμισης. Για αναρρόφηση από πόρτες χρησιμοποιούνται συνήθως γρίλιες διόδου με μια ειδική διάταξη της πτερύγωσης που δεν επιτρέπει τη διέλευση του φωτός.

Μπορεί να είναι εφοδιασμένες με πλαίσια για το κατάλληλο αισθητικό φινίρισμα και για να προσαρμόζονται σε διαφορετικά πάχη της πόρτας.

Οι στάνταρ διαστάσεις αρχίζουν συνήθως από 300×100 mm και φθάνουν έως 600×300 mm. Η κατασκευή μπορεί να είναι από ελατό και ανοδιωμένο αλουμίνιο, ή από σταμπαριστό και βαμμένο χάλυβα. Τα στοιχεία αναρρόφησης οροφής έχουν

συνήθως της ίδια εξωτερική εμφάνιση με τα στόμια αερισμού, αλλά στερούνται, όπως είναι φυσικό, όλων των ενδεχόμενων διατάξεων ρύθμισης που έχουν αυτά.

Τα στοιχεία αναρρόφησης μπορεί να έχουν γραμμικό, κυκλικό, τετράγωνο και παραλληλόγραμμο σχήμα. Η θέση τους ως προς τα στόμια αερισμού είναι τέτοια ώστε να μη βρίσκονται μέσα στην εμβέλεια τους.

Στη μελέτη της εγκατάστασης πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη ότι τα στοιχεία αναρρόφησης έχουν εξίσου μεγάλη σημασία με τα στόμια αερισμού και ότι η θέση τους πρέπει να επιλεχτεί με την ίδια προσοχή που αφιερώνεται σ' αυτά.

1.10.14 Ορολογία και αναφορές

1.10.14.1 Πρωτεύων αέρας

Είναι ο αέρας που διανέμεται από το κύκλωμα των καναλιών και μπορεί να υποβάλλεται σε θερμοϋγρομετρικές επεξεργασίες.

1.10.14.2 Παροχή

Η παροχή αποτελεί τη ροή του αέρα που προσάγεται στο περιβάλλον από τα στόμια του αερισμού.

1.10.14.3 Δευτερεύων αέρας

Είναι ο αέρας που υπάρχει στο επεξεργαζόμενο (κλιματιζόμενο ή θερμαινόμενο) περιβάλλον. Ονομάζεται έτσι το μέρος εκείνο του αέρα περιβάλλοντος που παρασύρεται και τίθεται σε κίνηση από τη ροή του αέρα παροχής.

1.10.14.4 Αέρας επαγωγής

Ονομάζεται έτσι το μέρος εκείνο του αέρα περιβάλλοντος που παρασύρεται και τίθεται σε κίνηση από τη ροή του αέρα παροχής.

1.10.14.5 Αποβολή

Η αποβολή αποτελεί τη ροή του εξερχόμενου αέρα από το επεξεργαζόμενο περιβάλλον. Η αποβολή μπορεί να γίνει με έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω τρόπους:

Εξαγωγή: αποβολή με την οποία ο αέρας εκκενώνεται στην ατμόσφαιρα.

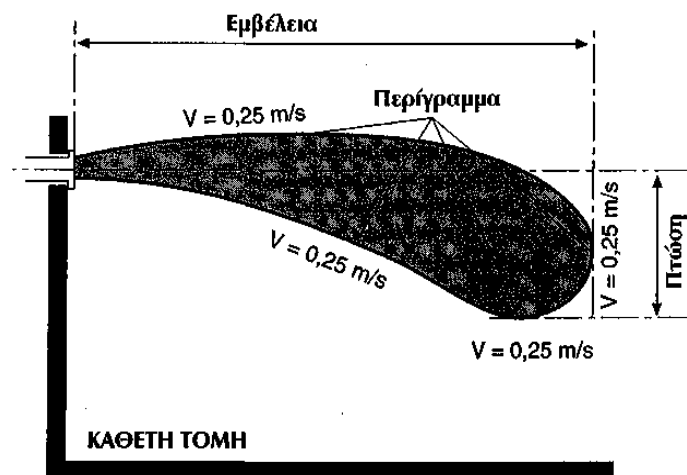
Υπερπίεση: αποβολή με την οποία ο αέρας βγαίνει από το επεξεργαζόμενο περιβάλλον όταν η πίεση σ' αυτό ξεπεράσει μια καθορισμένη τιμή.

Ανακύκλωση: αποβολή με την οποία ο αέρας μεταφέρεται προς τη μονάδα επεξεργασίας.

Μεταφορά: αποβολή με την οποία ο αέρας περνάει από ένα επεξεργαζόμενο περιβάλλον σε ένα άλλο.

1.10.14.6 Κατειλημμένη περιοχή

Η κατειλημμένη περιοχή αποτελεί μέρος του επεξεργαζόμενου χώρου που περιορίζεται γεωμετρικά από μια απόσταση 0,15m από τους τοίχους, με ένα ύψος 1,80m από το δάπεδο, μέσα στον οποίο εκτυλίσσονται οι φυσιολογικές δραστηριότητες των ατόμων.



Σχήμα 1.47: Πορεία της ροής του αέρα από ένα στόμιο αερισμού οροφής

1.10.14.7 Περίγραμμα

Στον επεξεργαζόμενο χώρο το περίγραμμα Σχ. 1.47, αποτελεί τη γεωμετρική επιφάνεια πάνω στην οποία η ταχύτητα του αέρα έχει την ίδια τιμή .

1.10.14.8 Εμβέλεια (για τερματικές μονάδες παροχής)

Μέγιστη απόσταση ανάμεσα στο κέντρο του στομίου και ενός επιπέδου που εφάπτεται σε ένα καθορισμένο περίγραμμα, κάθετο προς τη διεύθυνση ροής του αέρα, στο οποίο η ταχύτητα του αέρα είναι 0,25 m/s.

Η εμβέλεια αναφέρεται σε μια διαφορά της θερμοκρασίας παροχής 0°C, δηλαδή σε ισοθερμοκρασιακές συνθήκες (Σχ. 1.47).

1.10.14.9 Πτώση (για τερματικές μονάδες παροχής)

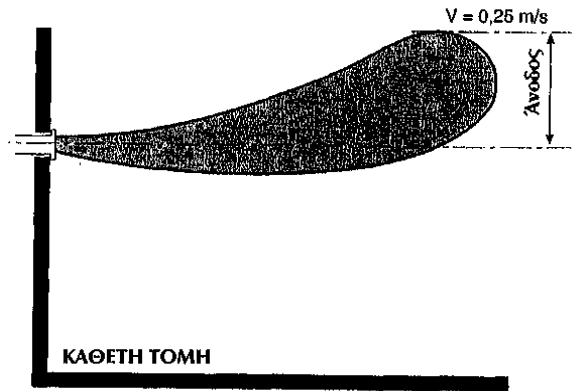
Κάθετη απόσταση ανάμεσα στο κέντρο του στομίου και το χαμηλότερο σημείο ενός οριζόντιου επιπέδου που εφάπτεται σε ένα καθορισμένο περίγραμμα, στο οποίο η ταχύτητα του αέρα είναι 0,25 m/s.

Η πτώση γενικά, αναφέρεται σε μια αρνητική διαφορά θερμοκρασίας παροχής. Δηλαδή σε προσαγωγή στο περιβάλλον ψυχρού αέρα. (Σχ. 1.47).

1.10.14.10 Άνοδος (για τερματικές μονάδες παροχής)

Κάθετη απόσταση ανάμεσα στο κέντρο του τερματικού και το υψηλότερο σημείο ενός οριζόντιου επιπέδου που εφάπτεται σε ένα καθορισμένο περίγραμμα, στο οποίο η ταχύτητα του αέρα είναι 0,25 m/s.

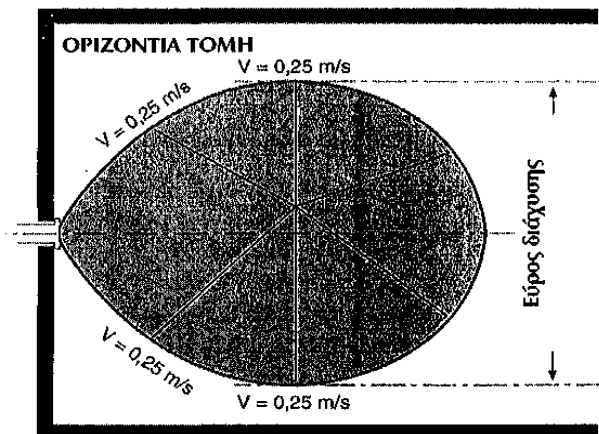
Η άνοδος γενικά αναφέρεται σε μια θετική διαφορά θερμοκρασίας παρεχόμενου αέρα. Δηλαδή σε προσαγωγή στο περιβάλλον θερμού αέρα. (Σχ. 1.48).



Σχήμα 1.48: Άνοδος της ροής του θερμού αέρα που προσάγεται στο χώρο

1.10.14.11 Εύρος διάχυσης

Είναι η μέγιστη απόσταση ανάμεσα σε δύο κάθετα επίπεδα, που εφάπτονται σε ένα καθορισμένο περίγραμμα, στο οποίο η ταχύτητα του αέρα είναι 0,25 m/s.



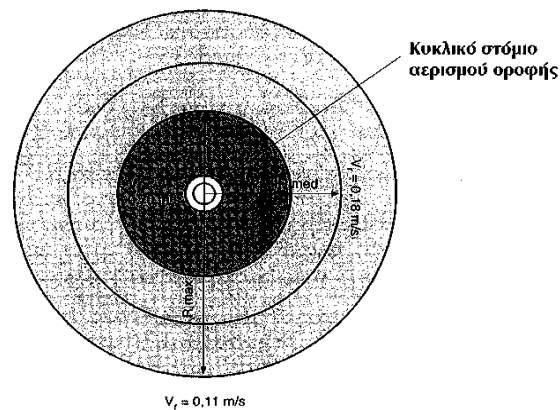
Σχήμα 1.49: Εύρος διάχυσης της ροής του αέρα που προσάγεται από ένα στόμιο τοίχου

Γι' αυτό στο εσωτερικό του περιγράμματος η ταχύτητα του αέρα θα είναι μεγαλύτερη ή ίση με 0,25 m/s. Το εύρος αναφέρεται σε μια διαφορά θερμοκρασίας 0°C (ισοθερμοκρασιακές συνθήκες). (Σχ. 1.49).

Μπορούμε να έχουμε δύο διαφορετικά εύρη διάχυσης: ένα για τη δεξιά και ένα για την αριστερή πλευρά του στομίου, που δεν είναι απαραίτητως ίσα μεταξύ τους.

1.10.14.12 Ακτίνα διάχυσης (για στόμια αερισμού οροφής)

Αποτελεί την απόσταση ανάμεσα στο κέντρο του στομίου αερισμού και ένα κάθετο επίπεδο που εφάπτεται σε ένα περίγραμμα στο οποίο η ταχύτητα του αέρα έχει καθορισμένες τιμές. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές ακτίνες διάχυσης. (Σχ. 1.50).



Σχήμα 1.50: Ακτίνες διάχυσης της ροής του αέρα που προσάγεται από ένα στόμιο τοίχου

Ελάχιστη ακτίνα: είναι η οριζόντια απόσταση ανάμεσα στο κέντρο του στομίου αερισμού στο οποίο η ταχύτητα του αέρα V_t είναι $0,70 \text{ m/s}$ και το κάθετο επίπεδο που εφάπτεται σε ένα περίγραμμα στο οποίο η υπολειπόμενη ταχύτητα του αέρα V_r είναι $0,25 \text{ m/s}$.

Μέση ακτίνα: είναι η οριζόντια απόσταση ανάμεσα στο κέντρο του στομίου αερισμού στο οποίο η ταχύτητα του αέρα V_t είναι $0,50 \text{ m/s}$ και το κάθετο επίπεδο που εφάπτεται σε ένα περίγραμμα στο οποίο η υπολειπόμενη ταχύτητα του αέρα V_r είναι $0,18 \text{ m/s}$.

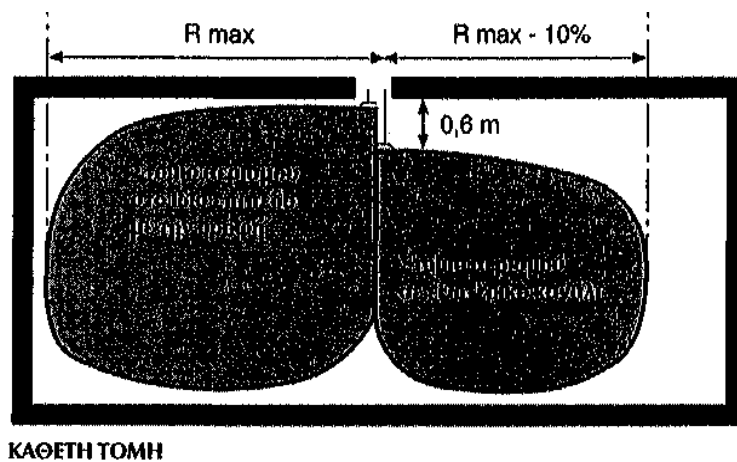
Μέγιστη ακτίνα: είναι η οριζόντια απόσταση ανάμεσα στο κέντρο του στομίου αερισμού στο οποίο η ταχύτητα του αέρα V_t είναι $0,35 \text{ m/s}$ και το κάθετο επίπεδο που εφάπτεται σε ένα περίγραμμα στο οποίο η υπολειπόμενη ταχύτητα του αέρα V_r είναι $0,11 \text{ m/s}$.

1.10.14.13 Φαινόμενο οροφής

Είναι το φαινόμενο που αναγκάζει τη ροή του αέρα που εκπέμπεται από ένα στόμιο αερισμού να "προσκολλάται" στην επιφάνεια της οροφής, έτσι ώστε να αυξάνεται η ακτίνα διάχυσης της ροής του αέρα.

Για να λάβει χώρα το φαινόμενο οροφής πρέπει το στόμιο να εγκαθίσταται στο ίδιο επίπεδο με την οροφή.

Όταν αντίθετα το επίπεδο του τερματικού πρέπει να διατηρείται σε απόσταση από το επίπεδο της οροφής, η εμβέλεια ή η ακτίνα διάχυσης μειώνονται ανάλογα με την ίδια την απόσταση. (Σχ. 1.51).



Σχήμα 1.51: Πορεία της ροής του αέρα από ένα στόμιο αερισμού οροφής με - ή χωρίς - το φαινόμενο οροφής.

1.10.14.14 Στόμιο (τερματικό)

Είναι ο γενικός ορισμός μιας συσκευής που επιτρέπει μια προκαθορισμένη κίνηση του αέρα μέσα στο επεξεργαζόμενο περιβάλλον.

Το τερματικό εγκαθίσταται στο περιβάλλον και αποτελεί το στοιχείο διαχωρισμού ανάμεσα στην εγκατάσταση διανομής και το ίδιο το περιβάλλον.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι τερματικών:

- *Στόμια τοίχου:* αποτελούνται από ένα πλαίσιο, παραλληλόγραμμο ή τετράγωνο, με μία ή δύο σειρές περσίδων, σταθερές ή ρυθμιζόμενες, και που

εγκαθίστανται σε τοίχο. Η παρουσία ρυθμιζόμενων περσίδων επιτρέπει τον προσανατολισμό των διευθύνσεων της ροής του αέρα. Η εγκατάσταση αυτών των στομίων γίνεται στους τοίχους.

- *Στόμια αερισμού οροφής:* μπορεί να είναι κυκλικού, τετράγωνου, παραλληλόγραμμου ή γραμμικού τύπου. Ο κυκλικός τύπος αποτελείται από μια σειρά ομοκεντρικών κώνων, σε σταθερή ή ρυθμιζόμενη θέση, για να μπορεί να μεταβάλλεται η ακτίνα διάχυσης. Ο τετράγωνος ή παραλληλόγραμμος τύπος αποτελείται από ένα πλαίσιο και από μια σειρά περσίδων που είναι διατεταγμένες με τρόπον ώστε να είναι δυνατές έως και τέσσερις διαφορετικές διευθύνσεις της ροής του αέρα. Ο γραμμικός τύπος έχει υψηλή σχέση μήκους/πλάτους και αποτελείται από ένα πλαίσιο στο οποίο υπάρχουν μια ή περισσότερες σχισμές και πιθανόν στοιχεία εκτροπής της ροής του αέρα προς μια ή δύο αντίθετες κατευθύνσεις. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα τερματικά μεταβλητής παροχής αέρα, που είναι εφοδιασμένα με κατάλληλα όργανα ρύθμισης εσωτερικά ή εξωτερικά από το σώμα του στομίου αερισμού.

Η εγκατάσταση αυτών των στομίων αερισμού γίνεται στην οροφή.

- *Γρίλιες αναρρόφησης:* αποτελούνται από ένα πλαίσιο και από μια σειρά παράλληλων σταθερών περσίδων. Οι γρίλιες πρέπει απλώς να εξασφαλίζουν τη διέλευση του αέρα χωρίς να μεταβάλλουν τη διεύθυνση του.

1.10.14.15 Δρώσα επιφάνεια

Είναι η ελάχιστη καθαρή επιφάνεια που χρησιμοποιείται από τη ροή του αέρα κατά το πέρασμα της από το στόμιο.

1.10.14.16 Ελεύθερη επιφάνεια

Είναι το άθροισμα των επιφανειών όλων των ανοιγμάτων του τερματικού.

1.10.14.17 Πραγματική ταχύτητα του αέρα

Είναι η ταχύτητα του αέρα που προσάγεται ή αναρροφάται από το περιβάλλον μέσω του τερματικού και μετρείται με ειδικά όργανα και μεθόδους.

1.11 ΦΙΛΤΡΑ

Οι επιδόσεις των φίλτρων αέρα επηρεάζονται από μερικούς βασικούς παράγοντες:

- διαστάσεις και σχήμα των σωματιδίων της σκόνης
- ειδικό βάρος της σκόνης
- συγκέντρωση της σκόνης στον αέρα
- ηλεκτρικές ιδιότητες της σκόνης
- ταχύτητα της ροής του αέρα που διασχίζει το φίλτρο

Σε αυτούς πρέπει να προστεθεί η φυσική κατασκευή του φίλτρου, με την έννοια της διαμέτρου των ινών, του είδους της πλέξης ή του ιστού που χρησιμοποιείται, του πάχους του στοιχείου φιλτραρίσματος και της διαμόρφωσής του. Οι πιο σημαντικοί από αυτούς τους παράγοντες είναι η διάμετρος των ινών του φίλτρου και οι διαστάσεις των σωματιδίων της σκόνης. Όσο μικρότερη είναι η διάμετρος των σωματιδίων, τόσο δυσκολότερο είναι το φιλτράρισμά τους. Τα μικρότερα σωματίδια είναι, ανάμεσα στα άλλα, οι κύριοι υπεύθυνοι της αμαύρωσης των τοίχων και των επίπλων, πέραν του γεγονότος ότι έχουν μεγαλύτερη ευκολία διεϊσδυσης στους βρόγχους και στις πνευμονικές κυψελίδες.

Η συγκέντρωση σκόνης στον αέρα επηρεάζει άμεσα τη λειτουργική διάρκεια ζωής του φίλτρου, καθορίζοντας τη βραδύτερη ή ταχύτερη επίτευξη της μέγιστης ικανότητας συγκράτησης της σκόνης.

Οι ηλεκτρικές ιδιότητες της σκόνης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να γίνουν πιο έντονα τα φαινόμενα προσκόλλησης με τις ίνες του φίλτρου. Η ταχύτητα του αέρα στο φίλτρο εξαρτάται ουσιαστικά από τα βασικά χαρακτηριστικά του. Ταχύτητες ανάμεσα στα 1,5 και 3 m/s είναι συνηθισμένες σε φίλτρα με περιορισμένες δυνατότητες φιλτραρίσματος. Η αύξηση της ταχύτητας, πέρα από αυτές τις τιμές, επιφέρει τον κίνδυνο να αποσπαστούν οι σκόνες που έχουν συγκεντρωθεί στο φίλτρο.

Ταχύτητες αρκετά πιο μικρές, της τάξης των 0,02-0,5 m/s, είναι αντίθετα συνηθισμένες σε φίλτρα με υψηλή απόδοση φιλτραρίσματος. Από την πλευρά της συμπεριφοράς των φίλτρων κατά τη λειτουργία, τρεις είναι οι καθοριστικοί παράγοντες στους οποίους πρέπει να αναφερθούμε:

- Απόδοση φιλτραρίσματος
- Αντίσταση που προβάλλεται στη ροή του αέρα
- Λειτουργική διάρκεια ζωής ή ικανότητα συγκράτησης της σκόνης.

Η σωστή επιλογή των φίλτρων αέρα πρέπει να υπολογίσει μερικούς βασικούς παράγοντες:

- επιθυμητός βαθμός καθαρισμού του αέρα, και προορισμός χρήσης του κτιρίου
- τύπος της εγκατάστασης αερισμού ή κλιματισμού
- λειτουργική διάρκεια ζωής των φίλτρων (που μεταφράζεται σε λειτουργικό κόστος του συστήματος φιλτραρίσματος).

1.11.1 Βαθμός καθαρότητας του αέρα

Αναφέρεται στον προορισμό του κτιρίου ή των χώρων και, γενικά, δεν μπορεί να καθοριστεί με μονοσήμαντο τρόπο. Εξαρτάται από τον τύπο της εγκατάστασης κλιματισμού, από τις επιδόσεις της, από τα φυσικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και φυσικά, από τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται στο εσωτερικό του. Η πρακτική έχει υποδείξει τιμές αναφοράς για την ποιότητα του αέρα και τις επιδόσεις που απαιτούνται από τα φίλτρα.

Σχεδόν σε όλους τους αστικούς χώρους υπάρχει πλέον η απαίτηση για καθαρότητα του αέρα και μεσαίου-υψηλού επιπέδου. Χρησιμοποιήθηκαν για το σκοπό αυτό, και συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται, χονδροειδή *προφίλτρα* με κυψέλες, τα οποία ακολουθούνται από *σακκόφιλτρα* με αποδόσεις φιλτραρίσματος που κυμαίνονται από 45 έως 80%. Στη θέση των φίλτρων με κυψέλες χρησιμοποιούνται, όχι σπάνια, αυτόματα φίλτρα με ρολό, που έχουν το πλεονέκτημα, ότι μπορούν να διατηρούν την πτώση πίεσης μέσα σε ένα προκαθορισμένο πεδίο.

Η απαίτηση για μείωση του κόστους της ενέργειας για θέρμανση και κλιματισμό οδήγησε πρόσφατα στην αναθεώρηση της τάσης για χρήση σημαντικών ποσοτήτων εξωτερικού αέρα ανανέωσης. Πράγματι, μειώθηκαν τα ποσοστά εξωτερικού αέρα, ανατρέχοντας περισσότερο στο φιλτράρισμα του αέρα ανακύκλωσης. Δημιουργείται έτσι ένα σύστημα, που βασίζεται στη χρήση τριών φίλτρων: ένα *προφίλτρο* χαμηλής/μεσαίας απόδοσης, το οποίο ακολουθείται από ένα φίλτρο πιο υψηλών επιδόσεων, κατηγορίας HEPA, ενώ στον αέρα ανακύκλωσης μπορούν να εισαχθούν φίλτρα ενεργού άνθρακα ή κατηγορίας HEPA. Με τον τρόπο αυτό ελέγχονται τα σωματίδια με διαστάσεις μικρότερες από 1 μm, και ιδιαίτερα εκείνα του καπνού τσιγάρων, και μειώνονται τα σωματίδια πάνω στα οποία μπορούν να προσκολληθούν βακτηρίδια ή ιοί. Επιτυγχάνεται, επίσης, ο αναγκαίος έλεγχος των οσμών. Σαν γενικός κανόνας, η αύξηση των ποσοστών του αέρα ανακύκλωσης απαιτεί μια αύξηση των επιδόσεων των φίλτρων.

1.11.2 Φίλτρα αέρος

Τα φίλτρα αέρος κατασκευάζονται σε μεγάλη γκάμα μοντέλων, με χαρακτηριστικά και επιδόσεις που διαφέρουν κατά πολύ.

Στη συνέχεια, περιγράφονται οι τύποι με τη μεγαλύτερη χρήση.

1.11.2.1 Αυτοκαθαριζόμενα αδρανή φίλτρα

Τα αυτοκαθαριζόμενα αδρανή φίλτρα είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται, όταν στον αέρα υπάρχουν υψηλά φορτία σκόνης, έως $800-1000 \text{ mg/m}^3$. Είναι κατασκευασμένα σε μορφή κυψελών με τα δύο πλευρικά τοιχώματα να συγκλίνουν προς το αντίθετο άκρο από εκείνο της εισόδου του αέρα. Η κατασκευή είναι, συνήθως, από κράμα χάλυβα υψηλού βαθμού οξειδωσης. Η οριζόντια τομή του φίλτρου μοιάζει με ένα ατελές τρίγωνο. Ο αέρας που πρέπει να φιλτραρισθεί εισέρχεται από τη βάση και συναντά μία περιοχή διέλευσης που μειώνεται διαδοχικά, προκαλώντας μία αύξηση της ταχύτητας, που αυξάνει ταυτόχρονα την κινητική ενέργεια των σωματιδίων της σκόνης.

Στις δύο κάθετες πλευρές του φίλτρου υπάρχουν σχισμές, των οποίων η κλίση είναι καθορισμένη για να επιβάλλει μια αλλαγή διεύθυνσης στον αέρα περίπου κατά 160° .

Ο αέρας βγαίνει γι' αυτό από αυτές τις σχισμές με μία απότομη και σημαντική μεταβολή της κατεύθυνσης, ενώ τα σωματίδια της σκόνης συνεχίζουν την ευθύγραμμη πορεία τους προς τον πυθμένα του φίλτρου, όπου περισυλλέγονται από ένα συλλέκτη. Η παροχή του αέρα που φιλτράρεται είναι 90% της συνολικής παροχής που εισέρχεται στο φίλτρο. Το υπόλοιπο 10% του αέρα συνεχίζει την πορεία του προς το συλλέκτη μεταφέροντας τις σκόνες προς τις διατάξεις περισυλλογής. Ένας βοηθητικός αεριστήρας χρησιμοποιείται, συνήθως, για τη μεταφορά του αέρα που φέρει τις σκόνες.

Αυτά τα φίλτρα κατασκευάζονται σε τμήματα που μπορούν να συναρμολογηθούν μεταξύ τους για την κατασκευή των τοιχωμάτων φιλτραρίσματος. Η παροχή αέρα που μπορεί να επεξεργαστεί ένα τέτοιο τμήμα κυμαίνεται από 600L/s έως 2500L/s ανάλογα με τις διαστάσεις του. Οι πτώσεις πίεσης είναι σχετικά σταθερές και διατηρούνται γύρω στα $250-300 \text{ Pa}$ ($25-30 \text{ mm Σ.Υ.}$ περίπου). Ο βαθμός βαρομετρικού διαχωρισμού κυμαίνεται από 80 έως 90%, ανάλογα με τη σύνθεση της σκόνης.

1.11.2.2 Φίλτρα πλαισίου (πάνελ)

Αποτελούνται από ένα σκελετό από χαρτόνι ή μέταλλο που περιέχει ένα λεπτό στρώμα φίλτρου από φυτικές ίνες, ζωικές τρίχες, συνθετικό υλικό, φάιμπεργκλας ή μεταλλικά ρινίσματα, όπως δείχνει το Σχ. 1.52. Το διάφραγμα είναι επίπεδο ή κυματοειδές ή πτυχωτό.

Η συγκράτηση της σκόνης γίνεται από το συνδυαζόμενο αποτέλεσμα της αδράνειας και του κοσκινίσματος. Για να αυξηθεί η ικανότητα περισυλλογής και συγκράτησης της σκόνης τα στρώματα φίλτρου, συχνά, διαποτίζονται με ιξώδεις ουσίες που έχουν κολλώδη δράση πάνω στα σωματίδια, που αγγίζουν ή συγκρούονται με τις ίνες τους. Αυτά τα φίλτρα μπορεί να είναι αναγεννήσιμα ή μιας χρήσης.

Η χρήση τους προβλέπεται για λειτουργία με φορτία σκόνης, σημαντικά χαμηλότερα έως προς εκείνα της προηγούμενης κατηγορίας. Συνήθως, χρησιμοποιούνται σαν προφίλτρα για συστήματα φιλτραρίσματος υψηλότερης απόδοσης. Οι πιο κοινές διαστάσεις του πάνελ είναι 610×610 mm, ενώ το πάχος του στρώματος κυμαίνεται από 25 έως 100 mm. Το πάχος που χρησιμοποιείται πιο συχνά κυμαίνεται από 25 έως 50 mm.



Σχήμα 1.52: Φίλτρα πλαισίου

Πρόσφατα, αναπτύχθηκε μία νέα κατηγορία φίλτρων πλαισίου με διάφραγμα από συνθετικές ίνες με ηλεκτροστατικό φορτίο. Το φορτίο διευκολύνει το σχηματισμό του αρχικού στρώματος σκόνης πάνω στο φίλτρο, με σκοπό να φέρει την απόδοση του φιλτραρίσματος στην κανονική τιμή λειτουργίας σε σύντομο χρόνο. Οι ταχύτητες του αέρα, σύμφωνα με τη μελέτη, κυμαίνονται από 1,5 έως 3,0 m/s. Με πιο υψηλές ταχύτητες, θα υπήρχε ο κίνδυνος να παρασυρθούν οι συγκεντρωμένες σκόνες μετά το φίλτρο. Η ικανότητα συγκράτησης της σκόνης και η εκατοστιαία τιμή διαχωρισμού, όταν οι άλλες συνθήκες είναι ίδιες, είναι συνάρτηση του πάχους του στρώματος. Οι πτώσεις πίεσης, που εξαρτώνται από την ποιότητα και από το πάχος του στρώματος, κυμαίνονται από 25 έως 50 Pa (2,5 και 5 mm Σ.Υ.), με καθαρό φίλτρο, και μπορούν να φθάσουν τα 80-200 Pa (8-20 mm Σ.Υ.), με μη καθαρό φίλτρο. Η εκατοστιαία τιμή διαχωρισμού τείνει να αυξηθεί με την αύξηση της ποσότητας της σκόνης που περισυλλέγεται από το φίλτρο. Η ίδια η σκόνη που περισυλλέγεται, βελτιώνει το μηχανισμό κοσκινίσματος, πέρα όμως από μία ορισμένη τιμή, παύει η αύξηση της τιμής διαχωρισμού, ανεξάρτητα από κάθε περαιτέρω αύξηση της ποσότητας που περισυλλέγεται.

Το όριο της λειτουργικής διάρκειας ζωής για τα φίλτρα που έχουν υποστεί επεξεργασία με κολλώδεις ουσίες επέρχεται, όταν τα λάδια αποξηραθούν εντελώς (εξαιτίας της σκόνης που περισυλλέγεται). Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η ικανότητα περισυλλογής μειώνεται δραστικά και υπεισέρχεται ο κίνδυνος να παρασυρθεί η σκόνη στη, μετά το φίλτρο, περιοχή. Τα φίλτρα πλαισίου χρησιμοποιούνται, συνήθως, σαν στοιχεία αρχικού φιλτραρίσματος, πριν από φίλτρα μεγαλύτερης απόδοσης, για να παρατείνουν τη λειτουργική διάρκεια ζωής των τελευταίων. Χρησιμοποιούνται στις μονάδες επεξεργασίας αέρα, στις αυτόνομες συσκευές

κλιματισμού, στις αντλίες θερμότητας κλπ. Τα φίλτρα πλαισίου μοντάρονται με δύο βασικούς τρόπους:

- i. σε επίπεδη θέση, κάθετα στη ροή του αέρα, για μειωμένες ταχύτητες, έως 1,5 m/s
- ii. σε διάταξη “V” για μεγαλύτερες ταχύτητες του αέρα, έως 3,5 m/s.

Στη διάταξη “V”, με ίση μετωπική επιφάνεια, υπάρχει μεγαλύτερη λειτουργική επιφάνεια του φίλτρου, που προκαλεί μια περιορισμένη ταχύτητα διείσδυσης, αλλά χωρίς τον κίνδυνο να παρασυρθεί η σκόνη.

1.11.2.3 Φίλτρα σε ρολό

Το υλικό φιλτραρίσματος αποτελείται από συνθετικό υλικό ή φάιμπεργκλας, με ίνες διαμέτρου από 15 έως 40 μm , που συνήθως είναι εμποτισμένες με ιξώδεις ρητίνες.

Η πυκνότητα των ινών συχνά αυξάνει προς το εσωτερικό του στρώματος προς την πλευρά εξόδου του αέρα. Το πάχος του στρώματος μπορεί να κυμαίνεται από 50 έως 55 mm, όταν χρησιμοποιούνται κολλώδη έλαια, διαφορετικά, μπορεί να μειωθεί σε 15-25 mm.

Αυτή η διαφορά οφείλεται στο γεγονός, ότι τα “ξηρά” μέσα χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση για την απομάκρυνση των μεγάλων σωματιδίων ή φυτικών ινών χωρίς να προκληθεί βούλωμα. Συχνά το μέσον φιλτραρίσματος ενισχύεται με ένα πλέγμα από φάιμπεργκλας, που τοποθετείται στο πίσω μέρος, για να αποφευχθούν οι παραμορφώσεις που οφείλονται στην πίεση του αέρα.

Ο βαθμός βαρομετρικού διαχωρισμού γι’ αυτή την κατηγορία φίλτρων κυμαίνεται από 60% έως 90%. Η ταχύτητα του αέρα είναι περίπου 2,5 m/s για τα εμποτισμένα με κολλώδη έλαια μέσα, ενώ για τα πιο ελαφρά ξηρά μέσα είναι περίπου 1 m/s.

Η ικανότητα περισυλλογής της σκόνης μπορεί να κυμαίνεται από 100 έως 2000-2500 g/m^2 ανάλογα με την ποιότητα, το πάχος του μέσου και την παρουσία ή απουσία κολλώδους ελαίου.

Η αρχική πτώση πίεσης για τα εμποτισμένα μέσα είναι περίπου 60-80 Pa (6-8 mm Σ.Υ.), ενώ η ενδεδειγμένη πίεση λειτουργίας κυμαίνεται από 150-200 Pa (15-20 mm Σ.Υ.). Τα φίλτρα σε ρολό αποτελούνται από ένα μεταλλικό σκελετό, στα άκρα του οποίου είναι στερεωμένες οι μπομπίνες φορτίου και περισυλλογής με τον κινητήρα προώθησης. Το μέσον φιλτραρίσματος κυλά αργά μέσα σε ειδικούς οδηγούς ανάμεσα στις δύο μπομπίνες όπως φαίνεται στο Σχ. 1.53.

Τα φίλτρα σε ρολό κατασκευάζονται για κάθετη και για οριζόντια ροή του αέρα. Το πεδίο παροχών αέρα που μπορούν να επεξεργαστούν κυμαίνεται από 2200 L/s (8000 m^3/h), με ένα μόνο φίλτρο, μέχρι 83000 L/s (300000 m^3/h) με το συνδυασμό

περισσότερων φίλτρων. Οι μηχανισμοί ελέγχου της ροής του αέρα είναι χρονοδιακόπτες, διαφορικοί πιεζοστάτες ή φωτοκύτταρα.



Σχήμα 1.53: Φίλτρα σε ρολό

Τα φίλτρα σε ρολό χρησιμοποιούνται και αυτά συνήθως σαν προφίλτρα σε πιο αποδοτικά συστήματα φιλτραρίσματος. Χρησιμοποιούνται πολύ στον εμπορικό και τον οικιακό τομέα. Συνήθως, τοποθετούνται απευθείας στο εσωτερικό των μονάδων επεξεργασίας αέρα.

1.11.2.4 Φίλτρα με χαλαρούς θύλακες

Αυτή η κατηγορία φίλτρων προσφέρει ένα ευρύ πεδίο επιδόσεων και διακρίνεται για τις υψηλές ικανότητες περισυλλογής της σκόνης. Οι αποδόσεις φιλτραρίσματος (που αναφέρονται στη μέθοδο μέτρησης της αδιαφάνειας) εκτείνονται από 30% έως 90% και άνω. Τα φίλτρα με θύλακες, όπως γενικά όλα τα φίλτρα υψηλής απόδοσης, δεν είναι αναγεννήσιμα και πρέπει να αντικαθίστανται στο τέλος της λειτουργικής διάρκειας ζωής τους. Τα φίλτρα με θύλακες κατασκευάζονται σε δύο τύπους: με χαλαρούς, όπως δείχνει το Σχ. 1.54 και με άκαμπτους θύλακες (πολυδιέδρα).

Οι κλασικοί τύποι έχουν μορφή κυψελών με ονομαστικές μετωπικές διαστάσεις 610×610 mm ή 350×610 mm. Σε ένα σκελετό υποστήριξης εφαρμόζονται οι θύλακες από υλικό φιλτραρίσματος και σταθεροποιούνται με μηχανικά μέσα και στεγανοποιητικά. Οι θύλακες αποτελούνται από στρώματα διαφορετικών υλικών που έχουν ίνες με διαφορετική πυκνότητα και διάμετρο. Οι συνθετικές ίνες επιτρέπουν μεσαίες αποδόσεις, ενώ η χρήση ινών φάιμπεργκλας επιτρέπουν την επίτευξη υψηλότερων επιδόσεων. Στη δεύτερη περίπτωση, η διάμετρος των ινών κυμαίνεται από 3 έως 10 μm, ενώ το πάχος του στρώματος κυμαίνεται από 5 έως 20 mm.

Οι υψηλότερες αποδόσεις γι' αυτή την κατηγορία φίλτρων, από 90 έως 98%, επιτυγχάνονται με στρώματα, των οποίων οι ίνες έχουν διάμετρο ακόμα πιο μικρή, από 0,5 έως 2 μm . Η ταχύτητα με την οποία ο αέρας διαρρέει το φίλτρο είναι σχετικά μικρή, 0.5 m/s περίπου, ακόμη και όταν η μετωπική ταχύτητα φτάνει τα 3,5 m/s.

Η ικανότητα περισυλλογής της σκόνης, όταν το υλικό που χρησιμοποιήθηκε και οι άλλες συνθήκες είναι ίδιες, αυξάνει σε συνάρτηση με το μήκος των θυλάκων. Τα φίλτρα που κυμαίνονται συνήθως στο εμπόριο έχουν μήκος που κυμαίνεται από 360 έως 915 mm. Ο αριθμός των θυλάκων για κάθε κυψέλη κυμαίνεται από 6 έως 18. Οι παροχές του αέρα για κάθε κυψέλη κυμαίνονται από 470 έως 1200 L/s (1700 m^3/h και 4300 m^3/h).



Σχήμα 1.54: Φίλτρα με χαλαρούς θύλακες

Οι πτώσεις πίεσης με καθαρό φίλτρο εξαρτώνται, όπως είναι φυσικό, από την απόδοση του φιλτραρίσματος και μπορούν να κυμαίνονται από 25-50 Pa (2,5-5 mm Σ.Υ.) για τις χαμηλότερες αποδόσεις, έως 80-120 Pa (8-12 mm Σ.Υ.) για τις πιο υψηλές αποδόσεις. Η τελική πτώση πίεσης, με εξαντλημένο φίλτρο, μπορεί να φτάσει αντίστοιχα τα 200 ή 400 Pa (20-40 Σ.Υ.). Με τα φίλτρα των πιο υψηλών επιδόσεων είναι συμφέρουσα η χρήση προφίλτρων που αυξάνουν τη λειτουργική διάρκεια ζωής. Σαν προφίλτρα χρησιμοποιούνται συνήθως φίλτρα σε πλαίσια ή σε ρολό. Οι θύλακες πρέπει να είναι πάντα τοποθετημένοι κατακόρυφα, στη συνέχεια ανοίγουν και ξεδιπλώνουν αυτόματα όταν αρχίζει η ροή του αέρα.

1.11.2.5 Φίλτρα με άκαμπτους θύλακες (πολυδίεδρα)

Τα φίλτρα αυτού του τύπου πετυχαίνουν απόδοση φιλτραρίσματος ανάμεσα στο 65 και 95% με τη μέθοδο μέτρησης της αδιαφάνειας. Διαφέρουν από τα φίλτρα με χαλαρούς θύλακες, επειδή το υλικό φιλτραρίσματος αποτελείται από χαρτί κατασκευασμένο με ίνες φάιμπεργκλας και πολύ πυκνή πτύχωση. Το χαρτί πτυχωμένο με τον τρόπο αυτό, τοποθετείται σε σκελετούς που έχουν διάταξη "V" και σφραγίζονται μέσα σε ένα άλλο σκελετό στήριξης.

Οι ονομαστικές παροχές αέρα κυμαίνονται από 550 έως 1400 L/s (2000-5000 m³/h). Η αρχική πτώση πίεσης με καθαρό φίλτρο είναι περίπου 100 Pa(10 mm Σ.Υ.), ενώ η τελική μπορεί να ξεπεράσει το τριπλάσιο της αρχικής τιμής. Οι συνήθεις θερμοκρασίες λειτουργίας μπορούν να φθάσουν τους 80°C. Σε σχέση με τα μοντέλα με χαλαρούς θύλακες αυτά τα φίλτρα παρουσιάζουν μερικά πλεονεκτήματα:

- μικρότερο βάθος, που επιτρέπει τη μείωση του μήκους της περιοχής φιλτραρίσματος στη μονάδα επεξεργασίας του αέρα
- άκαμπτη κατασκευή που επιτρέπει πιο γρήγορη τοποθέτηση και αντικατάσταση
- ομοιόμορφη κατανομή του αέρα σε όλο το μέσον ακόμα και στις χαμηλές παροχές κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των εγκαταστάσεων.
- καμία υποχρεωτική θέση τοποθέτησης ως προς την κατεύθυνση της ροής του αέρα
- μεγαλύτερη επιτρεπόμενη πτώση πίεσης.

Ειδικά προφίλτρα που είναι εγκατεστημένα στο εσωτερικό της μονάδας επεξεργασίας προηγούνται συνήθως και αυτών των φίλτρων.

1.11.2.6 Απόλυτα φίλτρα HEPA και ULPA

Αυτή η κατηγορία φίλτρων είναι σε θέση να συγκρατήσει τα σωματίδια που έχουν διαστάσεις μικρότερες από 1 μm, με άκρως υψηλές αποδόσεις. Τα φίλτρα της κατηγορίας HEPA (High efficiency particulate air filter) έχουν ελάχιστες τιμές απόδοσης 99,97% DOP, αλλά με τη σημερινή τεχνολογία μπορούν να φθάσουν τιμές έως 99,999% DOP. Τα φίλτρα ULPA (Ultra low penetration air filter) φθάνουν αποδόσεις ακόμα μεγαλύτερες του 99,999% για αεροζόλ με σωματίδια διαμέτρου >0,12 μm. Σήμερα, μπορούν να επιτευχθούν αποδόσεις μεγαλύτερες του 99,99996% για σωματίδια >0,12 μm. Οι μηχανισμοί φιλτραρίσματος που συμμετέχουν είναι η συγκράτηση, αλλά, κυρίως, η διάχυση για τα μικρότερα σωματίδια. Μια μορφή απόλυτου φίλτρου φαίνεται στο Σχ. 1.55.



Σχήμα 1.55: Απόλυτο φίλτρο

Το υλικό φιλτραρίσματος αποτελείται από ειδικό χαρτί από ίνες φάιμπεργκλας, όπου η διάμετρος των ινών είναι μικρότερη από 1 μm. Το χαρτί, από συνεχές φύλλο, πτυχώνεται πυκνά για να διαθέτει όσο το δυνατό μεγαλύτερη επιφάνεια φιλτραρίσματος σε σχέση με τη μετωπική επιφάνεια. Με τον τρόπο αυτό, η πραγματική ταχύτητα, με την οποία ο αέρας διασχίζει το φίλτρο, πέφτει σε τιμές της τάξης των λίγων εκατοστών το δευτερόλεπτο (2-3 cm/s). Τόσο χαμηλές ταχύτητες προκαλούν μια στρωτή ροή στην έξοδο του αέρα. Σήμερα, υπάρχουν δύο διαφορετικές λύσεις στην πτύχωση του χαρτιού φιλτραρίσματος: με βαθιές πτυχές και με μικρές πτυχές.

Πτύχωση με βαθιές πτυχές

Το φύλλο χαρτιού φιλτραρίσματος πτυχώνεται, τοποθετώντας ανάμεσα σε κάθε μέτωπο ειδικούς κυματοειδείς διαχωριστές από διάφορα υλικά (αλουμίνιο, χαρτί kraft, PVC).

Η επιφάνεια φιλτραρίσματος που επιτυγχάνεται με τον τρόπο αυτό είναι μεγάλη: για μια κυψέλη με ονομαστική μετωπική επιφάνεια 0,37 m², και βάθος 0,3 m, η πραγματική επιφάνεια φιλτραρίσματος είναι περίπου 24 m².

Οι τέσσερις πλευρές του πακέτου φιλτραρίσματος σφραγίζονται στο σκελετό που με τη σειρά του μπορεί να είναι από διάφορα υλικά (ξύλο, αλουμίνιο, γαλβανισμένος χάλυβας, ειδικό αστάλι). Τα υλικά με τα οποία σφραγίζονται μπορούν και αυτά να είναι από διάφορα υλικά (αφρός πολυουρεθάνης, νεοπρένιο, συνθετικές ρητίνες).

Κυψέλες με ονομαστικές μετωπικές διαστάσεις 610×610 mm, και βάθος 292 mm μπορούν να επεξεργαστούν παροχές αέρα 500 L/s (1800 m³/h) περίπου, με μετωπική ταχύτητα του αέρα 1,4 m/s. Συνήθως η ταχύτητα εισόδου του αέρα στο φίλτρο δεν υπερβαίνει τα 1,5 m/s. Η αρχική πτώση πίεσης διατηρείται στα 250 Pa (25 mm Σ.Υ.) περίπου, ενώ το τέλος της λειτουργικής διάρκειας ζωής επέρχεται σε μία τιμή ίση με 3 ή 4 φορές την αρχική τιμή πτώσης πίεσης.

Πτύχωση με μικρές πτυχές

Το χαρτί, της ίδιας σύνθεσης με αυτή που ήδη αναφέρθηκε, πτυχώνεται με περιορισμένο βάθος, από 20 έως 70 mm, και τοποθετείται μέσα σε ένα ειδικό πλαίσιο. Το πλαίσιο φιλτραρίσματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν επίπεδο πλαίσιο, π.χ. για οροφές ή τοιχώματα φιλτραρίσματος σε θαλάμους με στρωτή ροή.

Οι παροχές αέρα για κάθε στοιχείο κυμαίνονται από 40 έως 1250 L/s (150-4500m³/h) με πτώσεις πίεσης από 125 έως 220 Pa (12,5-22 mm Σ.Υ.). Σε μερικές εφαρμογές τα πλαίσια έχουν διάταξη "V" μέσα στο σκελετό συγκράτησης. Η κυψέλη φιλτραρίσματος αποτελείται έτσι από περισσότερα πλαίσια. Αυτά συγκρατούνται από προφίλ στήριξης, ενώ η στεγανότητα του αέρα εξασφαλίζεται με στεγανοποιητικά υλικά.

Αυτή η λύση παρέχει μεγάλη επιφάνεια φιλτραρίσματος και επιτρέπει την επεξεργασία μεγαλύτερων παροχών αέρα για ίση μετωπική επιφάνεια εισόδου. Είναι ένα πλεονέκτημα που μειώνει το κόστος των εγκαταστάσεων, γιατί δίνει τη δυνατότητα να μειωθεί η διατομή των καναλιών, των τοιχωμάτων φιλτραρίσματος κλπ.

Για σύγκριση αναφέρουμε ότι μια κυψέλη φιλτραρίσματος με μικρές πτυχές, με στοιχεία σε "V", μπορεί να επεξεργαστεί σχεδόν διπλή ονομαστική παροχή αέρα από ότι μια κυψέλη με βαθιές πτυχές. Πριν από τα φίλτρα HEPA και ULPA πρέπει να τοποθετούνται πάντα προφίλτρα χαμηλότερης απόδοσης, με σκοπό να παρατείνουν τη λειτουργική διάρκεια ζωής συγκρατώντας τα πιο μεγάλα σωματίδια της σκόνης.

Αυτές οι κυψέλες απευθύνονται σε όλες εκείνες τις εφαρμογές, όπου είναι απαραίτητος ένας αυστηρότατος έλεγχος της καθαρότητας του αέρα. Λευκοί θάλαμοι, χειρουργεία, εργαστήρια και σταθμοί παραγωγής όπου διακινούνται ραδιενεργές ή βακτηριολογικές ουσίες, πυρηνικοί σταθμοί και άλλες παρόμοιες εγκαταστάσεις απαιτούν υποχρεωτικά τη χρήση απόλυτων φίλτρων. Η τοποθέτηση απαιτεί, σαν απαραίτητη συνθήκη, μια τέλεια στεγανότητα ανάμεσα στο φίλτρο και το σκελετό.

Οι πολύ υψηλές επιδόσεις αυτών των φίλτρων μπορούν να τεθούν σε κίνδυνο από έστω και ελάχιστες παρακάμψεις του αέρα, που οφείλονται σε μία ατελή στεγανότητα.

1.11.2.7 Φίλτρα ενεργού άνθρακα

Είναι ικανά να συγκρατήσουν σχεδόν όλες τις οργανικές ενώσεις και πολυάριθμες ανόργανες. Οι ενεργοί άνθρακες μπορεί να είναι φυτικής προέλευσης (ινδική καρύδα) ή συνθετικής (παράγωγα του πετρελαίου).

Παράγονται σε μορφή κόκκων διαμέτρου 1-5 mm και μήκους 3-6 mm. Μπορούν να εμποτιστούν με ειδικές ουσίες για να επιτραπεί ο έλεγχος των ρύπων που θα τους έκανε αναποτελεσματικούς.

Οι κόκκοι ενεργού άνθρακα περιέχονται μέσα σε κυψέλες φιλτραρίσματος με πάχος 20 mm ή μεγαλύτερο και διαφορετικές μετωπικές διαστάσεις.

Συγκρατούνται ανάμεσα σε δύο πλέγματα από διάφορα υλικά (ίνες φάιμπεργκλας, μέταλλο κλπ) που επιτρέπουν τη διέλευση του αέρα εμποδίζοντας την έξοδο των κόκκων. Οι κυψέλες τοποθετούνται σε "V" μέσα σε ειδικούς σκελετούς, σε οριζόντια ή κατακόρυφη θέση. Οι σκελετοί μπορεί να περιέχουν από 4 έως 20 κυψέλες. Η κατασκευή είναι συνήθως από γαλβανισμένη λαμαρίνα ή ανοξείδωτο χάλυβα.

Οι κυψέλες μπαίνουν μέσα σε ειδικούς οδηγούς και βρίσκουν τυφλά στοιχεία σε αντιστοιχία με τα σημεία επαφής για να εμποδιστεί η διέλευση αφιλτράριστου αέρα. Η τοποθέτηση σε "V" επιτρέπει τη μείωση της ταχύτητας με την οποία ο αέρας διασχίζει το φίλτρο, συνθήκη σημαντική για να επιτευχθούν οι μέγιστες επιδόσεις του φίλτρου. Η πτώση πίεσης που προκαλείται από τους ενεργούς άνθρακες, για μια

ταχύτητα του αέρα 0,25 m/s είναι περίπου 50 Pa (5 mm Σ.Υ.) για κάθε εκατοστό βάθους του στρώματος άνθρακα.

Στο Σχ. 1.56 βλέπουμε τη μορφή ενός φίλτρου ενεργού άνθρακα.



Σχήμα 1.56: Φίλτρο ενεργού άνθρακα

1.11.2.8 Ηλεκτρονικά φίλτρα

Αυτά τα φίλτρα χρησιμοποιούν ένα ηλεκτρικό πεδίο και τη δράση ηλεκτροστατικών δυνάμεων για την περισυλλογή της σκόνης του αέρα. Χρησιμοποιούν τάσεις λειτουργίας 10 - 12000 volt για την περιοχή ιονισμού, και 5 - 6000 volt για την περιοχή περισυλλογής.

Κατασκευάζονται συνήθως για να επεξεργάζονται σχετικά μικρές παροχές αέρα: 150 - 1400 L/s (500 - 5000 m³/h) και προορίζονται για χρήση στις εγκαταστάσεις αυτόνομου κλιματισμού (για οικιακές και εμπορικές εφαρμογές) ή για άμεση εφαρμογή στο χώρο.

Παρουσιάζονται σαν μονοκόμματα στοιχεία, που είναι εφοδιασμένα με ηλεκτρονικές διατάξεις για την ανόρθωση του ρεύματος και για την ανύψωση της τάσης στις αναγκαίες τιμές.

Η περιοχή ιονισμού κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας σύρμα από βολφράμιο σαν θετικό ηλεκτρόδιο και πλάκες αλουμινίου σαν αρνητικά ηλεκτρόδια. Η περιοχή περισυλλογής κατασκευάζεται από πλάκες σε τάση, αντίστοιχα, θετική και αρνητική.

Προβλέπεται ένα προφίλτρο για τη συγκράτηση των μεγαλύτερων σωματιδίων της σκόνης το οποίο ακολουθείται μερικές φορές από ένα άλλο φίλτρο. Οι πτώσεις πίεσης είναι πολύ μειωμένες, και αυτό μπορεί να επιφέρει τον κίνδυνο μιας μη ομοιόμορφης κατανομής του αέρα με πιο ομοιόμορφο τρόπο μέσα στο φίλτρο.

Οι πτώσεις πίεσης που προκαλούνται από τα ηλεκτρονικά φίλτρα (συμπεριλαμβανόμενου του προφίλτρου και του δεύτερου φίλτρου) κυμαίνονται από 35 έως 70 Pa (3,5-7 mm Σ.Υ.) με ταχύτητες του αέρα 1,5-2,5 m/s. Η ταχύτητα του αέρα επηρεάζει σημαντικά τις επιδόσεις των φίλτρων που χρησιμοποιούν ηλεκτροστατικές δυνάμεις. Οι υψηλότερες επιδόσεις επιτυγχάνονται με τις μικρότερες ταχύτητες. Για ένα ορισμένο μέγεθος φίλτρου οι υψηλότερες αποδόσεις επιτυγχάνονται με τις ελάχιστες αποδεκτές παροχές αέρα, ενώ μειώνονται αισθητά με την αύξηση της παροχής.

Τα ηλεκτρονικά φίλτρα για εφαρμογές στον οικιακό τομέα, κατασκευάζονται για μονοφασική τροφοδοσία 220 volt, και η κατανάλωση εκτιμάται σε 1 - 2 watt για κάθε 100 m³/h επεξεργασμένου αέρα. Τοποθετούνται σε άμεση επαφή με τις μονάδες επεξεργασίας αέρα. Συνήθως τα ηλεκτρονικά φίλτρα δεν είναι ικανά να επεξεργαστούν όλο τον εξωτερικό αέρα, ούτε μπορούν να λειτουργήσουν μετά από μονάδες ύγρανσης (η υγρασία μειώνει την απόδοσή τους).

1.11.3 Λειτουργική διάρκεια ζωής

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 προφίλτρων, με χαμηλότερο κόστος και επιδόσεις, για να αυξηθεί η λειτουργική διάρκεια ζωής τους. Τα προφίλτρα 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 προφίλτρων μπορεί να είναι μεγάλη: κάθε 500 ώρες λειτουργίας, και αυτό θέτει οικονομικά όρια στην ωφέλεια χρήσης των προφίλτρων. Πρέπει να εκτιμηθεί παρ' όλα αυτά το κόστος της αντικατάστασής τους σε σχέση με τη διάρκεια ζωής. Τελικά τα προφίλτρα 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 μπορεί να είναι διαφορετικοί από την απλή εξάντληση της λειτουργικής διάρκειας ζωής τους. Η παρουσία ιών ή βακτηριδίων στον αέρα (νοσοκομεία, εργαστήρια κλπ) 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.

1.12 ΤΥΠΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ

Υπάρχουν τρεις τύποι ανεμιστήρων που χρησιμοποιούνται σε συστήματα μηχανικού αερισμού, τα οποία είναι τα εξής:

- i. πτερυγιοφόροι
- ii. φυγοκεντρικοί
- iii. αξονικοί.

1.12.1 Πτερυγιοφόροι ανεμιστήρες

Αυτοί έχουν δύο ή περισσότερα πτερύγια στερεωμένα σε σταθερή γωνία στον ομφαλό της έλικας. Αναπτύσσουν χαμηλή πίεση της τάξης των 125 Pa (12,5 mm στήλης νερού) περίπου και συνεπώς δεν μπορούν να οδηγήσουν τον αέρα σε αεραγωγούς μεγάλου μήκους.

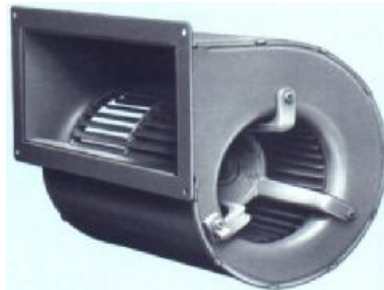
Η εγκατάσταση τους γίνεται σε ελεύθερα ανοίγματα σε τοίχους ή παράθυρα, αλλά μικρά μήκη αεραγωγών μπορούν να χρησιμοποιηθούν αν οι αντιστάσεις των αεραγωγών είναι μικρές. Μπορούν να αφαιρέσουν μεγάλους όγκους αέρα και το κόστος εγκατάστασης είναι μικρό. Ένας πτερυγιοφόρος ανεμιστήρας που διαθέτει φαρδιά καμπυλωτά πτερύγια μπορεί να μετακινήσει περισσότερο αέρα, και είναι πιο ήσυχος από έναν ανεμιστήρα με στενά πτερύγια της ίδιας διαμέτρου και περιστρέφεται με τον ίδιο αριθμό στροφών. Αυτοί λειτουργούν με απόδοση έως 50%.

1.12.2. Φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες

Αυτοί αποτελούνται από ένα στροφέιο το οποίο περιστρέφεται σε μια θήκη σχήματος παπύρου, όπως δείχνει το Σχ. 1.57. Τα πτερύγια του στροφέιου μπορεί να είναι καμπυλωμένα είτε προς τα εμπρός, είτε προς τα πίσω, και να έχουν είτε σταθερή διατομή, είτε διατομή σχήματος αεροτομής, είτε πτερύγιο σε σχήμα σκαφιδιού.

Μπορούν να αναπτύξουν υψηλή πίεση της τάξης των 760 Pa (76 mm στήλης νερού) περίπου και συνεπώς χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία αέρα μέσω αεραγωγών μεγάλου μήκους, και για συστήματα κλιματισμού αλλά και για συστήματα αερισμού. Οι ανεμιστήρες είναι γενικά ήσυχοι στη λειτουργία αλλά είναι ογκώδεις και οι αποδόσεις τους κυμαίνονται από 54% έως 85%, ανάλογα με τον τύπο. Η απόδοση του ανεμιστήρα μπορεί να διαφέρει λόγω διαφορετικών κινητήρων και ταχυτήτων ή με την σύνδεση του ατέρμονα, ο οποίος επιτρέπει αλλαγή της διαμέτρου της τροχαλίας για να ταιριάζει με την ταχύτητα του ανεμιστήρα. Οι μεγαλύτεροι ανεμιστήρες θα αποδίδουν την μεγαλύτερη παροχή αέρα που απαιτείται για τα

μεγάλα κτήρια. Η εισαγωγή του ανεμιστήρα είναι σε γωνία 90° σε σχέση με την εξαγωγή και αυτό κάνει πολλές φορές δύσκολη την εγκατάσταση εκτός και αν οι αεραγωγοί μπορούν να γυρίσουν κατά την ίδια γωνία.



Σχήμα 1.57: Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας

Τα στροφεία με καμπυλωμένα προς τα εμπρός πτερύγια είναι κατάλληλα για σταθερή πίεση αέρα, τα στροφεία με καμπυλωμένα προς τα πίσω πτερύγια είναι κατάλληλα για μεταβλητή πίεση αέρα και τα ευθύγραμμα πτερύγια είναι κατάλληλα για αέρα με υψηλό επίπεδο αιωρούμενων σωματιδίων.

1.12.3 Ανεμιστήρες αξονικής ροής

Αυτοί αποτελούνται από στροφείο με πτερύγια διατομής αεροτομής, που περιστρέφονται σε μια κυλινδρική θήκη. Ο αέρας ρέει μέσω των ανεμιστήρων σε μια διεύθυνση παράλληλη προς τον άξονα του στροφείου και μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς βάση για τον ανεμιστήρα. Οι αποδόσεις κυμαίνονται μεταξύ 60% και 75% και μπορούν να αναπτύξουν πιέσεις μέχρι τα 1500 Pa περίπου (150 mm στήλης νερού).

Ο ανεμιστήρας μπορεί να οδηγείται από ένα κινητήρα τοποθετημένο στο ρεύμα αέρα, ή με ένα ιμάντα από ένα κινητήρα τοποθετημένο στο εξωτερικό του αεραγωγού.

Σαν το φυγοκεντρικό ανεμιστήρα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή μεγάλων όγκων αέρα, και μερικές φορές προτιμάται από το φυγοκεντρικό ανεμιστήρα, λόγω της ευκολίας εγκατάστασης. Στο Σχ. 1.58 φαίνεται ένα ψυκτικό συγκρότημα, στο πάνω μέρος του οποίου είναι τοποθετημένοι τρεις ανεμιστήρες αξονικής ροής.



Σχήμα 1.58: Αξονικοί ανεμιστήρες σε ένα ψυκτικό συγκρότημα.

1.12.5 Αρχές των ανεμιστήρων

Η απόδοση ενός ανεμιστήρα ενσωματωμένου σε ένα σύστημα αεραγωγών εξαρτάται από τις ακόλουθες αρχές, υπό τον όρο ότι η πυκνότητα του αέρα παραμένει σταθερή:

- Η παροχή του αέρα είναι ευθέως ανάλογη με την γωνιακή ταχύτητα του στροφείου.
- Η αναπτυσσόμενη πίεση είναι ευθέως ανάλογη με το τετράγωνο της γωνιακής ταχύτητας του στροφείου.

Οι αρχές μπορούν να εκφραστούν ακολούθως:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad (1.11)$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{(N_2)^2}{(N_1)^2} \quad (1.12)$$

όπου:

Q: Παροχή κατ' όγκο σε m³/sec

N: Στροφές ανά λεπτό

P: Ισχύς σε Watt ή Kilowatt

2. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ Κ.Θ.Κ.

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (Κ.Θ.Κ.) καθορίζει τη διαδικασία και βάζει περιορισμούς για τις τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των στοιχείων οικοδομής που περιλαμβάνουν θερμαινόμενους χώρους.

Σε κάθε περίπτωση, τα εξωτερικά δομικά στοιχεία της οικοδομής ή των θερμαινόμενων χώρων της (τοιχώματα, δάπεδα, οροφές, στέγες, πόρτες, παράθυρα κ.ά.), ανάλογα με την αντίσταση θερμοπερατότητας, μπορούν να θεωρηθούν επαρκή ή να χρειαστεί να ενισχυθούν με την προσθήκη ή παρεμβολή ειδικών θερμομονωτικών υλικών.

Στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας, υπεισέρχονται η αντίσταση θερμοδιαφυγής ($1/\Lambda$) και οι θερμικές αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως ($1/\alpha_i$ τοιχώματος και εσωτερικού αέρα και $1/\alpha_a$ τοιχώματος και εξωτερικού αέρα).

Για την αντίσταση θερμοδιαφυγής επιπέδου τοιχώματος, του οποίου οι στρώσεις παρουσιάζουν πάχη $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ με αντίστοιχους συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, ισχύει η σχέση:

$$\Lambda = \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \quad (2.1)$$

Μετά τον προσδιορισμό των τιμών της αντιστάσεως θερμοδιαφυγής και των αντιστάσεων θερμικής μεταβάσεως, προκύπτει ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας από τη σχέση:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_a} \quad \text{ή} \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_a}} \quad (2.2)$$

Οι ελάχιστες απαιτήσεις (μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές) του συντελεστή θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων, καθορίζονται από τον Κ.Θ.Κ

με τη βοήθεια του χάρτη που διαχωρίζει την Ελλάδα σε ζώνες (Παράρτημα Ι) και με τον Πίν. 2.1.

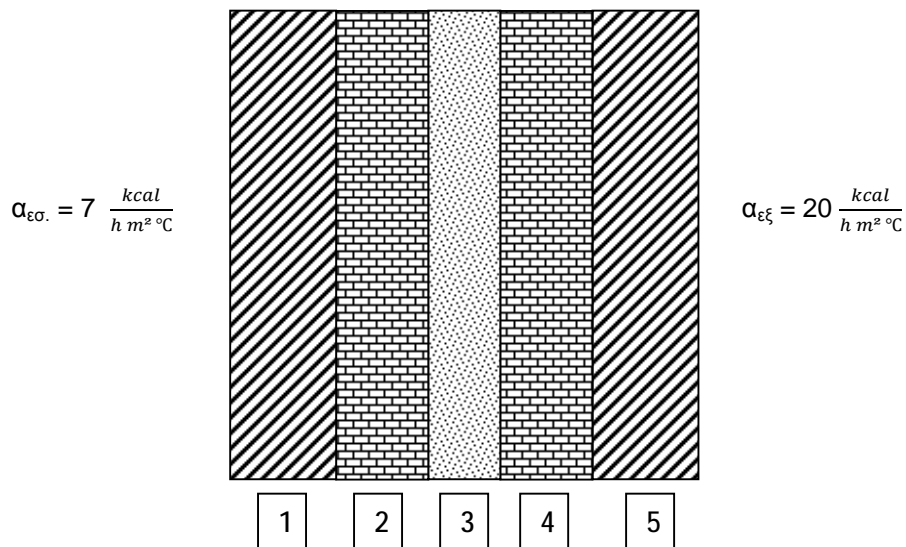
Πίνακας 2.1: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων της οικοδομής, σύμφωνα με το Κ.Θ.Κ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	K _{max} επιτρεπόμενο	
	Kcal/m ² h °C	W/m ² K
1. Εξωτερικοί τοίχοι συμπεριλαμβανομένων και των στοιχείων εκ σκυροδέματος σε όλες τις Ζώνες	0,6	0,7
2. Οριζόντιες επιφάνειες και οροφές που χωρίζουν θερμαινόμενο χώρο από τον ελεύθερο αέρα, είτε προς τα άνω είτε προς τα κάτω σε όλες τις Ζώνες	0,4	0,5
3. Δάπεδα κείμενα επί του εδάφους ή δάπεδα υπερκείμενα κλειστού μη θερμαινόμενου υπογείου ή ημιυπόγειου χώρου για την Ζώνη Α για την Ζώνη Β για την Ζώνη Γ	2,6 1,6 0,6	3,0 1,9 0,7
4. Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους χώρους για την Ζώνη Α για την Ζώνη Β για την Ζώνη Γ	2,6 1,6 0,6	3,0 1,9 0,7

Πίνακας 2.2: Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως, σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	1/α _i		1/α _a	
✓ Εξωτερικοί τοίχοι ✓ Οροφές ✓ Pilotis	0,14	0,12	0,05	0,04
✓ Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές ✓ Κεκλιμένες στέγες	0,14	0,12	0,05	0,04
✓ Οροφές κάτω από στέγες όταν στο χώρο μεταξύ της οροφής και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0,14	0,12	0,14	0,12
✓ Οροφές υπογείων ✓ Οροφές μη θερμαινόμενων χώρων	0,20	0,17	0,20	0,17
✓ Εσωτερικές στοές ανοικτές	0,20	0,17	0,05	0,04
✓ Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0,20	0,17	0	0
✓ Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0,14	0,12	0	0

2.1.1 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας k εξωτερικών τοίχων πάχους 28 cm.



Σχήμα 2.1: Τομή εξωτερικού τοίχου

Τα υλικά που επιλέξαμε για τους εξωτερικούς τοίχους φαίνονται στον Πίν. 2.3:

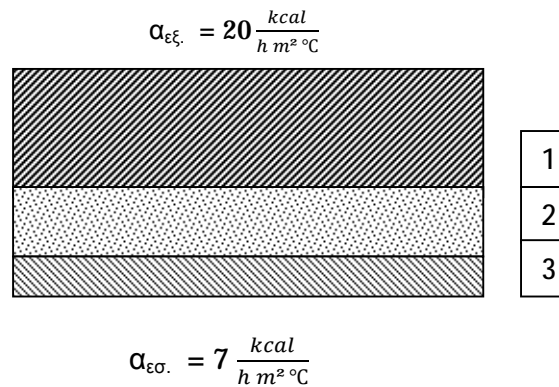
Πίνακας 2.3: Υλικά δόμησης, πάχος τοίχου και συντελεστής θερμικής διαστολής

α/α	Υλικό	Πάχος δ (m)	Συντελ. λ (kcal/h m $^\circ C$)
1	Εξωτερικός σοβάς	0,015	0,75
2	Τούβλο	0,10	0,45
3	Μόνωση	0,05	0,035
4	Τούβλο	0,10	0,45
5	Εξωτερικός σοβάς	0,015	0,75

Αντικαθιστώντας την εξ. (2.2) βρίσκουμε ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικών τοίχων ισούται με:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,10}{0,45} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,10}{0,45} + \frac{0,015}{0,75} + \frac{1}{20}} = 0,47 \frac{kcal}{h m^2 \text{ } ^\circ C} \quad (2.3)$$

2.1.2 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας k οροφής πάχους 20 cm:



Σχήμα 2.2: Τομή οροφής

Τα υλικά που επιλέξαμε για την οροφή φαίνονται στον Πίν. 2.4:

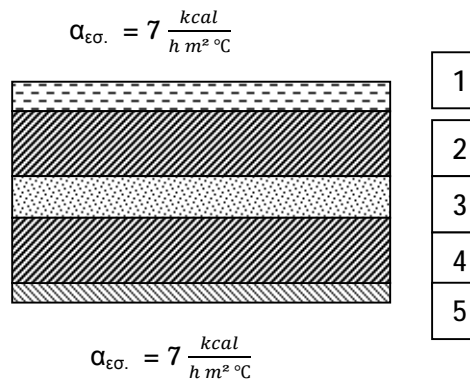
Πίνακας 2.4: Υλικά δόμησης, πάχος οροφής και συντελεστής θερμικής διαστολής

α/α	Υλικό	Πάχος δ (m)	Συντελ. λ (kcal/h m $^\circ C$)
1	Σκυρόδεμα	0,15	1,10
2	Μόνωση - φελλός κόκκοι	0,04	0,033
3	Ασβεστοκονίαμα - επίχρισμα	0,01	0,75

Αντικαθιστώντας την εξ. (2.2) βρίσκουμε ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής ισούται με:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,15}{1,10} + \frac{0,04}{0,033} + \frac{0,01}{0,75} + \frac{1}{20}} = 0,64 \frac{kcal}{h m^2 \text{ } ^\circ C} \quad (2.4)$$

2.1.3 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας k δαπέδου 20 cm:



Σχήμα 2.3: Τομή τοίχου οροφής

Τα υλικά που επιλέξαμε για το δάπεδο φαίνονται στον Πίν. 2.5:

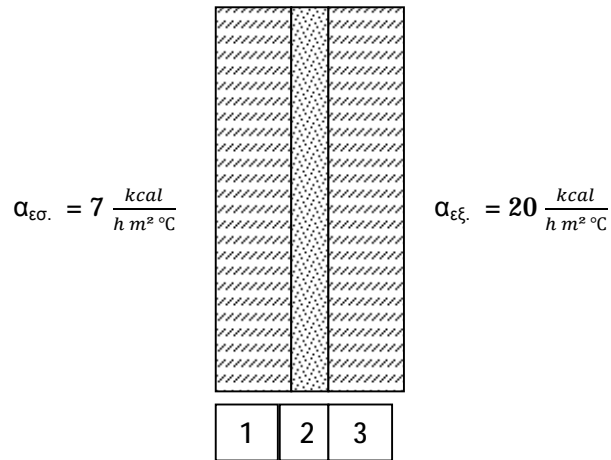
Πίνακας 2.5: Υλικά δόμησης, πάχος δαπέδου και συντελεστής θερμικής διαστολής

α/α	Υλικό	Πάχος δ (m)	Συντελ. λ (kcal/h m $^\circ\text{C}$)
1	Μάρμαρο	0,030	1,12
2	Σκυρόδεμα B160	0,055	1,75
3	Μόνωση - πλάκες φελλού	0,040	0,036
4	Σκυρόδεμα B160	0,055	1,75
5	Επίχρισμα - ασβεστοκονίαμα	0,020	0,75

Αντικαθιστώντας την εξ. (2.2) βρίσκουμε ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δαπέδου ισούται με:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,030}{1,12} + \frac{0,055}{1,75} + \frac{0,040}{0,036} + \frac{0,055}{1,75} + \frac{0,020}{0,75} + \frac{1}{7}} = 0,66 \frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad (2.5)$$

2.1.4 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας k παραθύρων 1 cm:



Σχήμα 2.4: Τομή παραθύρων

Τα υλικά που επιλέξαμε για τα παράθυρα φαίνονται στον Πίν. 2.6:

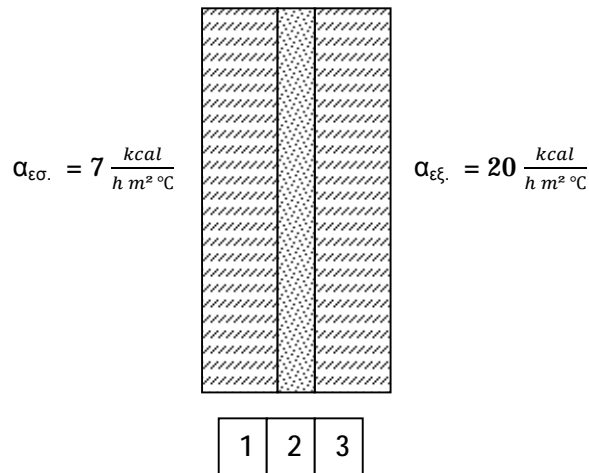
Πίνακας 2.6: Υλικά δόμησης, πάχος παραθύρων και συντελεστής θερμικής διαστολής

α/α	Υλικό	Πάχος δ (m)	Συντελ. λ (kcal/h m $^\circ C$)
1	Γυαλί	0,004	0,64
2	Αέρας	0,002	0,021
3	Γυαλί	0,004	0,64

Αντικαθιστώντας την εξ. (2.2) βρίσκουμε ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δαπέδου ισούται με:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,004}{0,64} + \frac{0,002}{0,021} + \frac{0,004}{0,64} + \frac{1}{20}} = 3,33 \frac{kcal}{h m^2 \text{ } ^\circ C} \quad (2.6)$$

2.1.5 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας k εξωτερικών θυρών 1,10 cm:



Σχήμα 2.5: Τομή εξωτερικών θυρών

Τα υλικά που επιλέξαμε για τις εξωτερικές θύρες φαίνονται στον Πίν. 2.7:

Πίνακας 2.7: Υλικά δόμησης, πάχος εξωτ. θυρών και συντελεστής θερμικής διαστολής

α/α	Υλικό	Πάχος δ (m)	Συντελ. λ (kcal/h m °C)
1	Γυαλί	0,005	0,64
2	Αέρας	0,001	0,021
3	Γυαλί	0,005	0,64

Αντικαθιστώντας την εξ. (2.2) βρίσκουμε ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής ισούται με:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{0,005}{0,64} + \frac{0,001}{0,021} + \frac{0,005}{0,64} + \frac{1}{20}} = 3,90 \frac{kcal}{h m^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \quad (2.7)$$

2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Για τον υπολογισμό των θερμικών φορτίων ενός κλιματιζόμενου χώρου, απαιτείται να έχουμε κάποιο πληροφοριακό υλικό που σχετίζεται με τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή του κτηρίου που πρόκειται να κλιματιστεί. Πρέπει δηλαδή να γνωρίζουμε τη γεωγραφική θέση του κτηρίου. Η μελέτη γίνεται στην **Πάτρα, Ζώνη 3** (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι). Έτσι θα γνωρίζουμε και θα λάβουμε υπόψη τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στη περιοχή (θερμοκρασία περιβάλλοντος, σχετική υγρασία, ένταση και κατεύθυνση ανέμων κτλ.)

Αφού ληφθούν υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, υπολογίζουμε τα θερμικά φορτία, τα οποία είναι δυο ειδών:

- Θερμικά φορτία από **αγωγιμότητα** Q_T .
- Θερμικά φορτία λόγω **εισροής εξωτερικού αέρα** από τις χαραμάδες που ονομάζεται **αέρας διείσδυσης** Q_L

$$Q_h = Q_T + Q_L \quad (2.8)$$

Με Q_h παριστάνεται το σύνολο των θερμικών απωλειών.

Στον Πίν. 2.8 που ακολουθεί αναγράφονται οι συνθήκες σχεδιασμού χειμερινού κλιματισμού για την Πάτρα.

Πίνακας 2.8: Συνθήκες σχεδιασμού τον χειμώνα, για την Πάτρα

Εξωτερικές συνθήκες		Εσωτερικές συνθήκες	
$t_{εξ}$ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)	$t_{εσ}$ (°C)	Σχ. Υγρασία (%)
-1	90	20	40

2.2.1 Θερμικά φορτία από αγωγιμότητα

Το ποσό θερμότητας που διαρρέει προς το περιβάλλον από κάθε δομικό στοιχείο που περιβάλλει το θερμαινόμενο χώρο (τοίχοι, παράθυρα, δάπεδα, οροφές) εξαρτάται:

- Από το **μέγεθος** της επιφάνειας.
- Από το **είδος των υλικών** κατασκευής των δομικών στοιχείων του κτηρίου (τοίχοι, τζάμια, πόρτες κλπ.)
- Από τη **διαφορά θερμοκρασίας** μεταξύ της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας θερμαινόμενου χώρου.

Η σχέση που συνδέει τα παραπάνω και μας δίνει τις θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα είναι:

$$Q = k \times A \times \Delta t \quad (2.9)$$

Όπου:

Q: Οι απώλειες θερμότητας από αγωγιμότητα, σε *kcal/h*

A: Η επιφάνεια που περικλείει τον θερμαινόμενο χώρο, σε m^2

k: Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (ή αγωγιμότητας) των επιμέρους υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένη η επιφάνεια A, σε $\frac{kcal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$

Δt : Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του θερμαινόμενου χώρου t_i και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος t_0 , σε $^\circ C$

2.2.2 Συντελεστής προσαύξησης των θερμικών απωλειών

Το συνολικό ποσό των θερμικών απωλειών ενός χώρου λόγω αγωγιμότητας, δηλαδή, το άθροισμα που προκύπτει από τις θερμικές απώλειες όλων των επιφανειών (τοίχοι, ανοίγματα κλπ.) θα πρέπει να προσαυξηθεί λόγω:

- Ø Προσανατολισμού και ύψους του χώρου και
- Ø Μη συνεχούς λειτουργίας της κεντρικής θερμάνσεως.

2.2.2.1 Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού και ύψους του χώρου (ZH)

Οι συνολικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας ενός χώρου θα πρέπει να αυξηθούν ή να μειωθούν λόγω προσανατολισμού του χώρου, σύμφωνα με τις τιμές του Πίν. 2.9.

Πίνακας 2.9: Προσαυξήσεις (%) λόγω προσανατολισμού

BA	B	BΔ	Δ	A	NA	N	NΔ
+5	+5	+5	0	0	-5	-5	-5

2.2.2.2 Προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας

Συνήθως η κεντρική θέρμανση δεν λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο αλλά μόνο ορισμένες ώρες.

Λόγω της διακοπτόμενης λειτουργίας οι θερμικές απώλειες προσαυζάνονται με ένα συντελεστή Z_D , που ονομάζεται «συντελεστής διακοπτόμενης λειτουργίας». Ο συντελεστής αυτός δίνεται από τον Πίν. 2.10 σε συνάρτηση με το μέγεθος (D) της μέσης θερμοπερατότητας. Η μέση θερμοπερατότητα υπολογίζεται από την σχέση:

$$D = \frac{\Sigma Q}{E_{\sigma} (t_{\varepsilon\sigma} - t_{\varepsilon\xi})} \quad (2.10)$$

όπου:

ΣQ : Οι συνολικές θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα, σε $kcal/h$

E_{σ} : Το συνολικό εμβαδό των επιφανειών που περιβάλουν το χώρο (τοίχοι, οροφή, δάπεδο), σε m^2

$t_{\varepsilon\sigma}$: η επιθυμητή θερμοκρασία χώρου, σε $^{\circ}C$

$t_{\varepsilon\xi}$: η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία, σε $^{\circ}C$

Πίνακας 2.10: Συντελεστής Z_D διακοπτόμενης λειτουργίας (%)

Λειτουργία ανά εικοσιτετράωρο	Τιμές D			
	0,1-0,29	0,3-0,69	0,7-1,49	Άνω του 1,5
Συνεχής λειτουργία	7	7	7	7
Λειτουργία από 12 έως 15 ώρες το 24ώρο	20	15	15	15
Λειτουργία από 8 έως 12 ώρες το 24ώρο	30	<u>25</u>	<u>20</u>	<u>15</u>

Πίνακας 2.11: Τιμές του συντελεστή διακοπτόμενης λειτουργίας Z_D κάθε χώρου

α/α	ΧΩΡΟΣ	$D \left(\frac{kcal}{h m^2 \text{ } ^\circ C} \right)$	Z_D (%)
1	Χώρος 1	0,79	20
2	Χώρος 2	0,45	25
3	Χώρος 3	0,45	25
4	Χώρος 4	0,45	25
5	Χώρος 5	0,59	25
6	Χώρος 6	2,0	15

2.2.3 Υπολογισμός θερμικών απωλειών λόγω αέρα διείσδυσης Q_L

Λόγω διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού θερμαινόμενου χώρου και του εξωτερικού περιβάλλοντος ή άλλου γειτονικού χώρου, δημιουργείται από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων του χώρου ροή αέρα από το εσωτερικό του χώρου προς τα έξω και αντίστροφα.

Οι απώλειες λόγω αερισμού υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_L = \sum(\alpha \cdot l)_A \times R \times H \times (t_{\varepsilon\sigma} - t_{\varepsilon\xi}) \times Z_E \quad (2.11)$$

όπου:

Q_L : απώλειες λόγω αερισμού, σε kcal/h.

α : ο συντελεστής διαπερατότητας, δηλαδή η διαπερατότητα ανά m σχισμής (χαραμάδας). Ο συντελεστής διαπερατότητας ή διείσδυσεως του αέρα είναι ο λόγος των m^3 αέρα ο οποίος εισέρχεται στο χώρο ανά m σχισμής και ανά ώρα (h), για διαφορά πίεσεως $1 \text{ } kp/m^2$, Πίν. 2.12.

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

R : είναι ειδικός συντελεστής, γνωστός ως “αριθμός χώρου”, (βλέπε Πίν. 2.13).

H : ειδικός συντελεστής προσβολής ανέμου, (βλέπε Πίν. 2.14).

Z_E : συντελεστής γωνιακών παραθύρων, (όπου δεν υπάρχουν γωνιακά παράθυρα τίθεται $Z_E = 1$).

2.2.3.1 Υπολογισμός του συντελεστή διεισδύσεως του αέρα (α)

Η τιμή του α για συνηθισμένες πόρτες και παράθυρα δίδεται στον Πίν. 2.12, σε kcal/h m K. Για κάθε άνοιγμα η τιμή αυτή πολλαπλασιάζεται επί το μήκος των χαραμάδων και στη συνέχεια διαμορφώνεται το άθροισμα $\Sigma(\alpha l)_A$, το οποίο αναφέρεται στο σύνολο των ανοιγμάτων (n) του χώρου:

$$\Sigma(\alpha l)_A = \alpha_1 l_1 + \alpha_2 l_2 + \dots + \alpha_n l_n \quad (2.12)$$

Πίνακας 2.12: Τιμές του συντελεστή διεισδύσεως αέρα (α) μέσω θυρών και παραθύρων

	Υλικό θυρών και παραθύρων	
	Ξύλο ή πλαστικό	Μέταλλο
	α σε $\left(\frac{kcal}{m\ h\ K}\right)$	
Απλά παράθυρα και θύρες χωρίς εξώφυλλα	3,0	1,5
Απλά παράθυρα και εξώφυλλα	2,5	1,5
Διπλά παράθυρα και θύρες	2	<u>1,2</u>
Εσωτερικές θύρες:		
Συνεχώς ανοικτές	40	
Συνήθως ανοικτές	15	

2.2.3.2 Υπολογισμός του χαρακτηριστικού αριθμού χώρου ή συντελεστή διεισδυτικότητας (R)

Ο υπολογισμός του R γίνεται με τη βοήθεια του Πίν. 2.13 και βασίζεται στο λόγο F_A/F_N , όπου:

F_A : είναι το συνολικό εμβαδόν των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (θύρες, παράθυρα, μπαλκονοθύρες, φεγγίτες, κλπ.)

F_N : είναι το συνολικό εμβαδόν των εσωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (των μη προσβαλλόμενων από τον άνεμο).

Πίνακας 2.13: τιμές του συντελεστή διεισδυτικότητας (R)

ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΘΥΡΕΣ	$\frac{F_A}{F_N}$	R
Ξύλινα και πλαστικά	Μη στεγανά Στεγανά	< 3 <1,5	<u>0,9</u>
<u>Μεταλλικά</u>	Μη στεγανά <u>Στεγανά</u>	< 6 <u>< 2,5</u>	
Ξύλινα και Πλαστικά	Μη στεγανά Στεγανά	3 ÷ 9 1,5 ÷ 3	0,7
Μεταλλικά	Μη στεγανά Στεγανά	6 ÷ 20 2,5 ÷ 6	

2.2.3.3 Υπολογισμός του συντελεστή προσβολής ανέμου H

Ο συντελεστής προσβολής ανέμου, είναι χαρακτηριστικός αριθμός για κάθε οικοδομή και εξαρτάται από την ειδική θέση της σε σχέση με τους πνέοντες ανέμους. Οι συντελεστές προσβολής ανέμου (H) προκύπτουν από τον Πίν. 2.14, αφού προηγουμένως εξετασθεί αν η οικοδομή βρίσκεται σε “προφυλαγμένη” (ως προς τους ανέμους) θέση, σε “εκτεθειμένη” θέση ή σε “ασυνήθιστα εκτεθειμένη” θέση.

Ειδικότερα:

α) **Προφυλαγμένη θέση:** Μία οικοδομή θεωρείται ότι βρίσκεται σε “προφυλαγμένη θέση”, όταν βρίσκεται στο εσωτερικό πόλεως με συνηθισμένο πλάτος δρόμων και συνεχή οικοδομική γραμμή ή μικρές διακοπές.

β) **Εκτεθειμένη θέση:** Οικοδομές σε αραιοκατοικημένους συνοικισμούς ή χωριά με απόσταση μεταξύ των κτηρίων ή πολύ υψηλές οικοδομές πόλεων ή συγκροτήματα οικοδομών απέναντι στη θάλασσα, σε λίμνη ή μεγάλο ποταμό.

γ) **Ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση:** Μεμονωμένες οικοδομές σε ανοικτά πεδία (προ θαλάσσης, λίμνης, ποταμού ή επί λόφου, βουνού κλπ.).

Η οικοδομή στη δική μας μελέτη βρίσκεται σε εκτεθειμένη θέση, όπου H = 0.41

Πίνακας 2.14: Συντελεστής θέσεως και ανεμοπροβολής κτηρίου ή χώρου (H)

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΘΕΣΗ	ΕΝ ΣΕΡΑ ΟΙΚΗΜΑΤΑ	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΑ ΟΙΚΗΜΑΤΑ
Συνήθης περιοχή από πλευράς ισχύος πνοής ανέμων	(α)	0,24	0,34
	(β)	<u>0,41</u>	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			

2.2.4 Σύνολο θερμικών απωλειών

Σύμφωνα με τα προηγούμενα γίνεται ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών του κτηρίου και τα αποτελέσματα αναγράφονται στον Πίν. 2.15

Πίνακας 2.15: Συνολικές θερμικές απώλειες κτηρίου

α/α	Χώροι	($kcal/h$)
1	Χώρος 1	926
2	Χώρος 2	1.026
3	Χώρος 3	989
4	Χώρος 4	1.099
5	Χώρος 5	1.029
6	Χώρος 6	22.531
	ΣΥΝΟΛΟ:	27.600

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του κτηρίου είναι **27.600 ($kcal/h$)**

Σημείωση: Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών του κτηρίου, τα αποτελέσματα αναγράφονται στον Πίν. 1 του ΠΑΡΑΤΗΜΑΤΟΣ II.

Η μελέτη γίνεται για κάθε χώρο χωριστά. Το συνολικό εσωτερικό ύψος του κτηρίου είναι 5m. Όλοι οι χώροι έχουν ψευδοροφή ύψους 1m, για την τοποθέτηση των αεραγωγών. Το χώρο του υπογείου τον θεωρούμε μη θερμαινόμενο χώρο με $\Delta_t = (20 - 15) = 5^\circ C$.

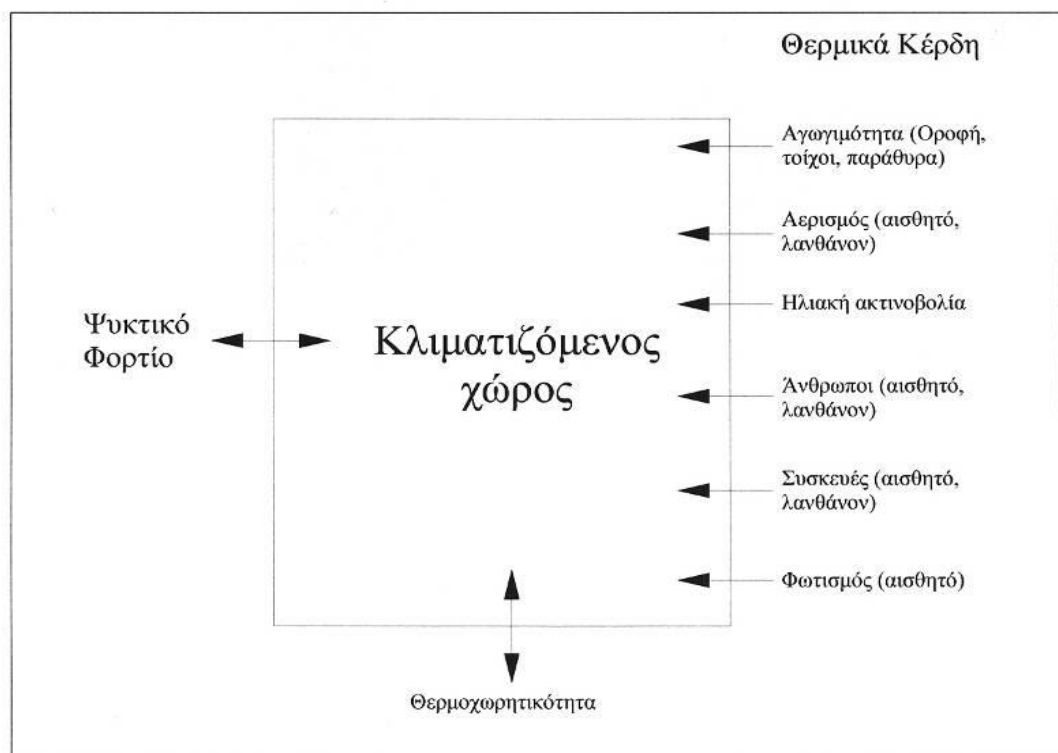
3. ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

3.1 ΠΗΓΕΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Οι πηγές από τις οποίες προέρχονται τα ψυκτικά φορτία μιας κλιματιστικής εγκαταστάσεως θέρους μπορούν να χωριστούν σε δυο κατηγορίες:

- Στις εξωτερικές πηγές και
- Στις εσωτερικές πηγές ψυκτικών φορτίων.

Στο Σχ. 3.1 παρουσιάζονται όλες οι πηγές από τις οποίες προέρχονται τα ψυκτικά φορτία ενός κλιματιζόμενου χώρου.



Σχήμα 3.1: Παρουσίαση διαφόρων πηγών ψυκτικών φορτίων

Στα φορτία της πρώτης κατηγορίας, που αποτελούν και τον κύριο όγκο των ψυκτικών φορτίων της εγκαταστάσεως, περιλαμβάνονται:

- Τα ψυκτικά φορτία από αγωγή μέσω των τοίχων και της οροφής της οικοδομής.
- Τα φορτία από ακτινοβολία μέσω των υαλοπινάκων της οικοδομής.
- Τα φορτία που οφείλονται στη διείσδυση εξωτερικού αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο, μέσω των χαραμάδων των θυρών και παραθύρων ή λόγω προσαγωγής νωπού αέρα στο χώρο.

Στα εσωτερικά ψυκτικά φορτία ενός κλιματιζόμενου χώρου περιλαμβάνονται:

- Τα φορτία από τα φώτα του κλιματιζόμενου χώρου.
- Τα φορτία που προέρχονται από τους παρευρισκόμενους ανθρώπους και
- Τα φορτία από τα διάφορα είδη συσκευών που λειτουργούν στον κλιματιζόμενο χώρο.

3.2 ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΣΥΝΑΓΩΓΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ

Σαν ψυκτικό φορτίο από συναγωγή νοείται το σύνολο της θερμότητας που μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο από τους τοίχους, τα τζάμια και τις οροφές λόγω της αγωγιμότητας των οικοδομικών υλικών και της υπάρχουσας διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του περιβάλλοντος και του κλιματιζόμενου χώρου.

Τα κέρδη θερμότητας μέσω της εξωτερικής οροφής, των τοίχων και τζαμιών βρίσκονται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q = A \times U \times CLTD_c \quad (3.1)$$

όπου:

Q: Το ψυκτικό φορτίο από συναγωγή μέσω της οροφής, του τοίχου ή του γυαλιού σε **BTU/h**.

U: ο γενικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για την οροφή, τον τοίχο ή το γυαλί σε $BTU/hft^2 \cdot F$.

A: Επιφάνεια της οροφής, του τοίχου ή του γυαλιού σε ft^2

CLTD_c: Διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας σε °F

Η CLTD είναι μια διαφορά θερμοκρασίας που προσμετρά την αποθήκευση θερμότητας. Οι τιμές της CLTD που διαβάζονται από τους παρακάτω πίνακες πρέπει να διορθωθούν ως εξής:

$$CLTD_C = [(CLTD + LM)] \times K + (78 - t_R) + (t_0 - 85) \times f \quad (3.2)$$

όπου:

CLTD_C: Διορθωμένη τιμή του CLTD σε °F

CLTD: Θερμοκρασιακή διαφορά από Πίν. 3.2, Πίν. 3.3, Πίν.3.4

LM: Διόρθωση για το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα από τον Πίν. 3.5

K: Διόρθωση για το χρώμα της επιφάνειας

K = 1,0 για σκοτεινά χρώματα ή βιομηχανικές περιοχές

K = 0,5 για ανοικτό χρώμα στέγης

K = 0,65 για ανοικτό χρώμα τοίχου

t_R: Θερμοκρασία δωματίου, °F

t₀: Μέση εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (περιβάλλοντος), F

f : Διόρθωση για τον εξαερισμό οροφής

f = 0,75 για ανεμιστήρα σε σοφίτα ή ψευδοροφή, διαφορετικά f = 1,0

Για τα τζάμια χρησιμοποιούνται τιμές της CLTD από τον Πίν. 3.4 και η εξίσωση γίνεται:

$$CLTD_C = CLTD + (78 - t_R) + (t_0 - 85) \quad (3.3)$$

Στον Πίν. 3.1 που ακολουθεί αναγράφονται οι συνθήκες θερινού κλιματισμού για την Πάτρα.

Πίνακας 3.1: Συνθήκες σχεδιασμού το καλοκαίρι, για την Πάτρα

Εξωτερικές συνθήκες		Εσωτερικές συνθήκες	
DB (°F)	Σχ. Υγρασία (%)	DB (°F)	Σχ. Υγρασία (%)
94	45	76	50

Πίνακας 3.2: Ισοδύναμη διαφορά θερμοκρασίας CLTD για τοίχους, κατά ASHRAE, σε °F. ΟΜΑΔΑ D

Προσ.	ΤΟΠΙΚΗ ΩΡΑ									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
B	6	6	6	7	8	10	12	13	15	17
A	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32
N	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29
Δ	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30

Πίνακας 3.3: Ισοδύναμη διαφορά θερμοκρασίας CLTD για οροφή, σε °F

Προσ.	ΤΟΠΙΚΗ ΩΡΑ									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Οριζ.	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53

Πίνακας 3.4: Ισοδύναμη διαφορά θερμοκρασίας CLTD για συναγωγή μέσω γυαλιού, σε °F

Ώρα	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTD, °F	2	4	6,5	9	11	13	13,5	14	13	12

Πίνακας 3.5: Διόρθωση LM για τοίχους και οροφές για βόρειο πλάτος 40°

ΜΗΝΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ					ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ
	B	ΒΑ/ΒΔ	Α/Δ	ΝΑ/ΝΔ	N	
Αύγουστος	-1	-2	0	+2	+3	-3
Ιούλιος	0	0	0	0	+1	+1
Ιούνιος	+1	+1	+1	0	-1	+2

Σημείωση: Η μελέτη υπολογισμού Ψυκτικών Φορτίων έγινε σε μονάδες του αγγλοσαξονικού συστήματος (BTU/h).

Οπότε και επιλέξαμε συντελεστές μετάδοσης U για τον τοίχο και την οροφή από το βιβλίο (B. Η. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ, ΤΟΜΟΣ Α) έτσι, ώστε να χρησιμοποιήσουμε κατάλληλα τους Πίνακες (3.2), (3.3), (3.4), (3.5)

Για τη μελέτη μας ο συντελεστής μετάδοσης για τον εξωτερικό τοίχο είναι $\underline{U = 0.119} \left[\frac{\text{BTU}}{\text{hft}^2 \cdot \text{F}} \right]$ ΟΜΑΔΑ τοίχου D (Σελλούντος Πίν. 4.5.40).

Ο συντελεστής μετάδοσης για τα τζάμια είναι $\underline{U = 0.61} \left[\frac{\text{BTU}}{\text{hft}^2 \cdot \text{F}} \right]$.

Ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για την οροφή είναι $\underline{U = 0.2} \left[\frac{\text{BTU}}{\text{hft}^2 \cdot \text{F}} \right]$ (Από πίνακα των σημειώσεων του μαθήματος ΘΨΚ II).

3.3 ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΣΥΝΑΓΩΓΗ ΜΕΣΩ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ

Η θερμότητα που ρέει από εσωτερικούς μη κλιματιζόμενους χώρους προς τους κλιματιζόμενους, μέσω χωρισμάτων, πατώματων και οροφών μπορεί να βρεθεί από την εξίσωση:

$$Q = U \times A \times TD \quad (3.4)$$

όπου:

Q: Ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας μέσω χωρίσματος, πατώματος ή οροφής, σε BTU/h .

U: Ο γενικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για τα χωρίσματα, τα πατώματα ή την οροφή, σε $BTU/h \text{ ft}^2$.

A: Εμβαδόν του χωρίσματος, του πατώματος ή της οροφής, ft^2 .

TD: Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ μη κλιματισμένου χώρου και κλιματιζόμενου χώρου, σε $^{\circ}\text{F}$.

Εάν η θερμοκρασία του μη κλιματιζόμενου χώρου δεν είναι γνωστή, μια συχνά χρησιμοποιούμενη προσέγγιση είναι να υποθέσουμε ότι είναι κατά 5°F χαμηλότερη από την θερμοκρασία περιβάλλοντος.

$$t_{\text{μη κλιματιζ. χώρου (υπόγειο)}} = t_{\text{περιβαλ.}} - 5^{\circ}\text{F} = 94^{\circ}\text{F} - 5^{\circ}\text{F} = 89^{\circ}\text{F} \quad (3.5)$$

Σημείωση: Η μελέτη υπολογισμού Ψυκτικών Φορτίων έγινε σε μονάδες του αγγλοσαξονικού συστήματος (BTU/h).

Οπότε και επιλέξαμε συντελεστή μετάδοσης πατώματος $\underline{U = 0,34} \left[\frac{BTU}{h \text{ ft}^2 \text{ } ^{\circ}\text{F}} \right]$ (Από πίνακα σημειώσεων του μαθήματος ΘΨΚ II) όπως κάναμε και προηγουμένως για τον εξωτερικό τοίχο και οροφή (σελ. 114). Η διαφορά θερμοκρασίας $TD = 89^{\circ}\text{F} - 76^{\circ}\text{F} = 13^{\circ}\text{F}$.

3.4 ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΣΩ ΓΥΑΛΙΟΥ

Στα μοντέρνα οικοδομικά συγκροτήματα, οι επιφάνειες υαλοπινάκων αποτελούν ένα μεγάλο μέρος της ολικής επιφάνειας της οικοδομής. Πολλές φορές το ποσοστό των υαλοπινάκων φθάνει το 80% της όλης οικοδομικής επιφάνειας. Το

γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τη θέση και τον προσανατολισμό της οικοδομής διαμορφώνουν το σοβαρότερο ψυκτικό φορτίο των μοντέρνων οικοδομών.

Έτσι θα πρέπει κατά τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου από ακτινοβολία να λάβουμε υπόψη μας τους ακόλουθους παράγοντες:

- Την επιφάνεια των υαλοπινάκων.
- Τον προσανατολισμό της επιφάνειας που δέχεται την ακτινοβολία.
- Το γεωγραφικό πλάτος στο οποίο βρίσκεται η οικοδομή (για εμάς Πάτρα 40°)
- Την ώρα κατά την οποία παρουσιάζεται το μέγιστο φορτίο από ακτινοβολία.

Πολλές φορές η ώρα του μεγάλου φορτίου από ακτινοβολία ενός χώρου, συμπίπτει με την ώρα των μεγάλων εσωτερικών φορτίων, λόγω προσανατολισμού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, το ψυκτικό μηχάνημα θα πρέπει να είναι ικανό να αντιμετωπίσει την ταυτόχρονη αυτή παρουσία φορτίων.

Η ακτινοβολούμενη ενέργεια από τον ήλιο περνά μέσω των διαφανών υλικών όπως το γυαλί και γίνεται θερμικό κέρδος για το δωμάτιο. Το καθαρό θερμικό κέρδος μπορεί να βρεθεί από την ακόλουθη σχέση:

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \quad (3.6)$$

όπου:

Q: Το καθαρό ηλιακό θερμικό κέρδος ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού, σε BTU/h .

SHGF: Ο μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους, $BTU/h ft^2$ Πίν. 3.7

A: Εμβαδόν του τζαμιού, ft^2

CLF: Παράγοντας ψυκτικού φορτίου για το τζάμι, Πίν. 3.6

Πίνακας 3.6: Παράγοντας ψυκτικού φορτίου για τζάμια CLF (μέση κατασκευή)

Προσ/ώρα	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
B	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79
A	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21
N	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36
Δ	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55

Πίνακας 3.7: Μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους SHGF, $BTU/h ft^2$

ΜΗΝ/ΠΡΟΣΑΝ	B	A	Δ	N
ΙΟΥΝΙΟΣ	48	216	216	95
ΙΟΥΛΙΟΣ	38	216	216	109
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	35	216	216	149

Ο μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους (SHGF) είναι το μέγιστο ηλιακό θερμικό κέρδος μέσω μονού καθαρού τζαμιού πάχους 1/8 in σε ένα δεδομένο μήνα, προσανατολισμό, και γεωγραφικό πλάτος. Οι τιμές παρουσιάζονται στον Πίν. 3.7 για την εικοστή πρώτη μέρα κάθε μήνα. Για διαφορετικούς τύπους τζαμιών από το προαναφερθέν (1/8") καθώς και χρήση μηχανισμών σκίασης χρησιμοποιείται ο συντελεστής SC. Ο παράγοντας CLF περιέχει την αποθήκευση μέρους του ηλιακού θερμικού κέρδους. Τιμές του δίνονται στον Πίν. 3.6 για μέση κατασκευή και απουσία εσωτερικής σκίασης.

Σημείωση: Στη μελέτη μας οι θύρες είναι από διπλό τζάμι (για διάκενο 1/4"), χωρίς εσωτερική σκίαση, μέση κατασκευή. Ο συντελεστής σκίασης τίθεται $SC=0,88$ (σελ 4.89 Σελλούντος ή Πίν. 8 των σημειώσεων ΘΨΚ II).

3.5 ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΦΩΤΙΣΜΟ

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

Γενικά θα λέγαμε ότι οι **λαμπτήρες φθορίου** προσθέτουν στο χώρο ψυκτικό φορτίο κατά 25% μεγαλύτερο της ονομαστικής τους ισχύος, λόγω των πρόσθετων εξαρτημάτων που απαιτεί η λειτουργία τους. Η εξίσωση για τον καθορισμό του κέρδους θερμότητας από το φωτισμό είναι:

$$Q = 3,4 \times W \times BF \times CLF \quad (3.7)$$

όπου:

Q: Το καθαρό θερμικό κέρδος από το φωτισμό, σε BTU/h .

W: Ισχύς φωτισμού, σε Watt

BF: Παράγοντας τύπου φωτισμού

CLF: Παράγοντας φορτίου ψύξης για το φωτισμό

Ο όρος W είναι η ισχύς των φώτων σε Watt. Η τιμή 3,4 μετατρέπεται τα Watt σε BTU/h. Για λαμπτήρες φθορισμού $BF=1,25$. Για τους λαμπτήρες πυρακτώσεως $BF=1$.

Ο παράγοντας CLF προσμετρά την αποθήκευση μέρους του κέρδους της θερμότητας φωτισμού. Η επίδραση αποθήκευσης εξαρτάται από το πόση ώρα ο φωτισμός και το σύστημα ψύξης βρίσκονται σε λειτουργία, από το είδος του κτηρίου, τον τρόπο ανάρτησης φωτισμού και το ρυθμό εξαερισμού. Συνήθως $CLF=1,0$.

Πίνακας 3.8: Ψυκτικά φορτία από τον φωτισμό για κάθε χώρο σε BTU/h

α/α	Χώρος	Αριθμός λαμπτήρων	Ισχύς λαμπτήρων Φθορισμού (W)	BF	CLF	Q (BTU/h)
1	Χώρος 1	3	26	1,25	1,00	332
2	Χώρος 2	4	40	1,25	1,00	680
3	Χώρος 3	4	26	1,25	1,00	680
4	Χώρος 4	4	26	1,25	1,00	680
5	Χώρος 5	3	26	1,25	1,00	332
6	Χώρος 6	94	50	1,25	1,00	19.975

3.6 ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ

Είναι γνωστό ότι ο άνθρωπος είναι πηγή θερμότητας (ψυκτικού φορτίου) για το χώρο που βρίσκεται. Το ποσό της θερμότητας που προσθέτει στον κλιματιζόμενο χώρο ένας άνθρωπος, αποτελείται από δύο μέρη, την αισθητή θερμότητα και τη λανθάνουσα θερμότητα, ως αποτέλεσμα κυρίως της εφίδρωσης. Τα αισθητά θερμικά κέρδη υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_s = q_s \times n \times CLF \quad (3.8)$$

Και τα λανθάνοντα θερμικά κέρδη από τη σχέση:

$$Q_l = q_l \times n \quad (3.9)$$

όπου:

Q_s, Q_i : Αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη, (BTU/h).

q_s, q_i : Αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη ανά άτομο.

n: Ο αριθμός ανθρώπων.

CLF: Παράγοντας ψυκτικού φορτίου για τους ανθρώπους.

Το θερμικό κέρδος από τους ανθρώπους εξαρτάται από τη σωματική τους δραστηριότητα. Οι Πίν. 3.9 και 3.10 μας δίνουν τα θερμικά κέρδη από τους ανθρώπους για θερμοκρασία χώρου 76 °F.

Πίνακας 3.9: Αισθητά θερμικά κέρδη λόγω ανθρώπων σε BTU/h

α/α	q_s (BTU/h)	Αρ. ανθρώπων n	CLF	Q_s (BTU/h)
1	246	6	1,00	1.476
2	246	8	1,00	1.968
3	246	8	1,00	1.968
4	246	8	1,00	1.968
5	246	6	1,00	1.476
6	246	45	1,00	11.880

Πίνακας 3.10: Λανθάνοντα θερμικά κέρδη λόγω ανθρώπων σε BTU/h

α/α	Χώρος	q_i (BTU/h)	Αρ. ανθρώπων n	Q_i (BTU/h)
1	Χώρος 1	206	6	1.236
2	Χώρος 2	206	8	1.648
3	Χώρος 3	206	8	1.648
4	Χώρος 4	206	8	1.648
5	Χώρος 5	206	6	1.236
6	Χώρος 6	206	45	9.270

Ο παράγοντας αποθήκευσης θερμότητας CLF ισχύει για το κέρδος αισθητής θερμότητας από τους ανθρώπους. Επειδή το σύστημα κλιματισμού κλείνει τη νύχτα CLF=1

3.7 ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ

Οι διάφορες ηλεκτρικές συσκευές καθώς και κάθε άλλη θερμική συσκευή που λειτουργούν στον κλιματιζόμενο χώρο, προσθέτουν ψυκτικά φορτία που είναι ανάλογα της ισχύος τους και των ωρών που λειτουργούν. Τα προστιθέμενα στο χώρο ψυκτικά φορτία από ηλεκτρικές συσκευές είναι **αισθητά** και **λανθάνοντα**. Οι Πίν. 3.11 και Πίν. 3.12 που ακολουθούν δίνουν τις ενδεικτικές τιμές των ψυκτικών φορτίων των διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών που λειτουργούν στο χώρο που κλιματίζεται.

Πίνακας 3.11: Θερμικά κέρδη συσκευών στα γραφεία (Χώροι 2, 3 και 4)

α/α	Συσκευές	Αισθητό Φορτίο Btu/hr	Λανθάνον Φορτίο Btu/hr
1	Υπολογιστής	973	
2	Καφετιέρα	1.350	350
3	Θερμαντήρας καφέ	230	70
4	Τοστιέρα	2.230	1.970
5	Ηλεκτροκινητήρας	1.000	
	Σύνολο:	5.783	2.390

Πίνακας 3.12: Θερμικά κέρδη συσκευών για τον Χώρο 6

α/α	Συσκευές	Αισθητό Φορτίο Btu/hr	Λανθάνον Φορτίο Btu/hr
1	Υπολογιστής Ταμείου	973	
2	Υπολογιστής Ταμείου	973	
3	Υπολογιστής Ταμείου	973	
4	Καφετιέρα	1.350	350
5	Θερμαντήρας καφέ	230	70
6	Ηλεκτρ/νητήρας 1/6 HP	710	
7	Ηλεκτρ/νητήρας 1/4 HP	1.000	
	Σύνολο:	6209	420

Σημείωση: Για τους χώρους 2, 3 και 4 από εξοπλισμό έχουμε $\underline{Q_{o\lambda}} = 8.173 \text{ BTU/h}$ και για τον χώρο 6 έχουμε $\underline{Q_{o\lambda}} = 6.629 \text{ BTU/h}$.

3.8 ΣΥΝΟΛΟ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Σύμφωνα με τα προηγούμενα γίνεται ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων του κτηρίου και τα αποτελέσματα αναγράφονται στον Πίν. 3 του Παραρτήματος II. Το μέγιστο ψυκτικό φορτίο που προέκυψε από τους υπολογισμούς είναι 384.406 BTU/h και εμφανίζεται στις 21 Ιουνίου στις 17:00 το απόγευμα.

Σημείωση: Η μελέτη ψυκτικών φορτίων έγινε για τους θερινούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, για τις ώρες 9:00 – 18:00.

Για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων κάθε χώρου του κτηρίου, τα αποτελέσματα αναγράφονται στον Πίν. 2 του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ II. Στη συνέχεια το σύνολο των ψυκτικών φορτίων κάθε χώρου αθροίζονται στον Πίν. 3 του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ II.

Για την εξοικονόμηση χώρου και χρόνου έγιναν συνοπτικά οι υπολογισμοί από τις σχέσεις (3.1), (3.2), (3.3), (3.4), (3.5), (3.6), (3.7), (3.8) και αναγράφονται απ' ευθείας στον Πίν. 2 του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ II, για τον υπολογισμού κάθε στοιχείου των χώρων.

Στο χώρο που κλιματίζεται, διατηρείται μια πίεση κατά τι μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική (5% υπερπίεση). Έτσι εμποδίζεται σημαντικά η διείσδυση εξωτερικού αέρα και επομένως αποφεύγονται τα ψυκτικά φορτία από διείσδυση.

4. ΑΕΡΙΣΜΟΣ

4.1 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΝΩΠΟΣ (ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ) ΑΕΡΑΣ

Ο όρος «αερισμός» αναφέρεται στην είσοδο (προσαγωγή) και στην κυκλοφορία μιας ποσότητας αέρα σε εσωτερικούς χώρους.

Αντίθετα ο όρος «εξαερισμός» αναφέρεται στην έξοδο (απαγωγή) του εσωτερικού αέρα ενός χώρου, που αντικαθίσταται με κλιματισμένο, ή με φρέσκο (νωπό) αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον.

Ο αερισμός θεωρείται μια από τις βασικότερες προϋποθέσεις για τη διαμόρφωση ενός υγιεινού και άνετου περιβάλλοντος, αφού επιδρά στις συνθήκες θερμικής και ακουστικής άνεσης, και συμβάλει στην επίτευξη κατάλληλων συνθηκών υγιεινής (εσωτερικής ποιότητας αέρα) για τους χρήστες των αεριζόμενων χώρων.

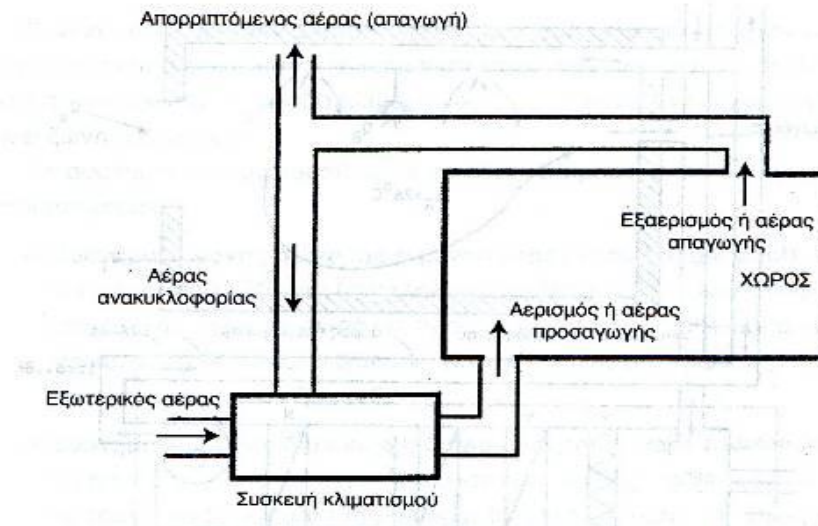
Ανάλογα με τους μηχανισμούς που προκαλούν τον αερισμό-εξαερισμό ενός χώρου, έχουμε:

- i. Το φυσικό αερισμό, κατά τον οποίο ο αέρας εισέρχεται και εξέρχεται σε έναν εσωτερικό χώρο, μέσα από ανοιχτά παράθυρα ή άλλα ανοίγματα του κτηρίου, ενώ η κυκλοφορία και η ανανέωση του εσωτερικού αέρα γίνεται χωρίς ανεμιστήρες, και
- ii. Το μηχανικό αερισμό με χρήση ανεμιστήρων. Ο αερισμός αυτός εξασφαλίζει ένα υγιές και άνετο περιβάλλον στους χρήστες ενός εσωτερικού χώρου, είτε με την παροχή της απαιτούμενης ποσότητας φρέσκου αέρα, είτε με τον καθαρισμό (φιλτράρισμα) του, είτε με τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα, εάν ο χώρος κλιματίζεται.

Ο απαιτούμενος νωπός αέρας σε έναν κλιματιζόμενο χώρο εξαρτάται από τον αριθμό των ανθρώπων που συνήθως βρίσκονται στο χώρο, καθώς και από το πόσο καπνίζουν οι παρευρισκόμενοι. Τα επίπεδα του αναγκαίου νωπού αέρα ανά άτομο, δίνονται από τεχνικές οδηγίες που έχει εκδώσει το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. Ο Πίν. 4.1 δίνει τον απαιτούμενο νωπό αέρα με βάση τον αριθμό των ανθρώπων που βρίσκονται στο χώρο. Για τους χώρους που είναι γραφεία ο απαιτούμενος αέρας υπολογίζεται με 30 m³/h ανά άτομο και για τον κύριο χώρο του καταστήματος με 20 m³/h ανά άτομο, σύμφωνα με το ΤΟΤΕΕ 2425/86.

Σε μερικές περιπτώσεις παρά το γεγονός ότι σ' ένα χώρο, ο αριθμός των ανθρώπων είναι ελάχιστος, απαιτείται μεγάλη ποσότητα φρέσκου αέρα. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο απαιτούμενος νωπός φρέσκος αέρας υπολογίζεται με βάση τα (m²) δαπέδου του χώρου και όχι με τον αριθμό των ανθρώπων που βρίσκονται συνήθως

στο χώρο. Ο Πίν. 4.2 μας δίνει τον απαιτούμενο νωπό αέρα με βάση τα m^2 δαπέδου, για τον οποίο υπολογίζουμε για κάθε χώρο που είναι γραφείο με $10 m^3/h \cdot m^2$ και τον κύριο χώρο του καταστήματος με $32 m^3/h \cdot m^2$ σύμφωνα με το ΤΟΤΕΕ 2425/86.



Σχήμα 4.1: Σχηματική διάταξη της λειτουργίας ΚΚΜ με αέρα ανακυκλοφορίας

Πίνακας 4.1: Υπολογισμός ελάχιστης ποσότητας κατ' άτομο

α/α	Χώρος	Άτομα $\times (m^3/h)$ νωπού κατ' άτομο	$V_3 (m^3/h)$
1	Χώρος 2	8×30	240
2	Χώρος 3	8×30	240
3	Χώρος 4	8×30	240
4	Χώρος 6 + (Χώρος 1 & 5)	$(45+12) \times 20$	1.140
Σύνολο:			1.860

Πίνακας 4.2: Υπολογισμός απαιτούμενου νωπού αέρα με βάση τα (m^2) δαπέδου

α/α	Χώρος	m^2 δαπέδου $\times (m^3/h \cdot m^2)$ νωπού αέρα	$V_3 (m^3/h)$
1	Χώρος 2	12×10	120
2	Χώρος 3	12×10	120
3	Χώρος 4	12×10	120
4	Χώρος 6 + (Χώρος 1 & 5)	$629,7 \times 32$	20.150,4
Σύνολο:			20.510

Από τους παραπάνω υπολογισμούς επιλέγουμε τη μεγαλύτερη παροχή $V_3 = 20.510 (m^3/h)$.

4.1.1 Εναλλαγές αέρα

Το κριτήριο που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της ποσότητας αέρα είναι ο αριθμός των αλλαγών αυτού ανά ώρα (ACH), σύμφωνα με τη χρήση του χώρου. Η ικανοποιητική ανανέωση του εσωτερικού αέρα με κλιματισμένο αέρα, είναι απαραίτητη, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απομάκρυνση των ρύπων που συγκεντρώνονται στους κλιματιζόμενους χώρους. Σύμφωνα, λοιπόν, με την ΤΟΤΕΕ 2425/86, η απαιτούμενη ποσότητα αέρα ανά ώρα υπολογίζεται, πολλαπλασιάζοντας την τιμή που αντιστοιχεί στην χρήση του στο χώρο (Πίν. 4.3) με τον όγκο του αεριζόμενου χώρου.

$$V = M \times \Pi \times \Upsilon \times ACH \quad (4.1)$$

όπου:

V: Η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα ανά ώρα, σε m^3/h

M: Το μήκος του χώρου (m)

Π: το πλάτος (m)

Υ: Το ύψος (m)

ACH: Αριθμός αλλαγών

Οι απαιτούμενες αλλαγές αέρα ανά ώρα για το κατάστημά είναι 6 ACH.

Πίνακας 4.3: Ωριαίες εναλλαγές αέρα του καταστήματος

α/α	ΧΩΡΟΣ	Εναλλαγές	Όγκος χώρου m^3	ΠΡΟΣΑΓΩΜΕΝΟΣ ΑΕΡΑΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ V_1 (m^3/h)
1	Χώρος 2	6	60	360
2	Χώρος 3	6	60	360
3	Χώρος 4	6	60	360
4	Χώρος 6 + (Χώρος 1 και 5)	6	3.148,3	18.890
Σύνολο:				19.970

Η απαιτούμενη ποσότητα του προσαγόμενου αέρα ανά ώρα προκύπτει $V_1 = 19.970 m^3/h$.

4.1.2 Έλεγχος ποσότητας αέρα για ψύξη και για θέρμανση

Για να προχωρήσουμε στον έλεγχο της ποσότητας του αέρα για το καλοκαίρι, πρέπει να υπολογίσουμε τα Αισθητά φορτία του συνόλου των κλιματιζόμενων χώρων του κτηρίου. Τα αισθητά φορτία υπολογίζονται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$Q_{\text{αισθ.}\psi.\text{φορτ}\omega} = \text{Ολικό ψυκτικό φορτίο} - \text{Λανθάνον ψυκτικό φορτίο} \quad (4.2)$$

όπου, το Ολικό ψυκτικό φορτίο το υπολογίσαμε προηγουμένως (σελ: 121) και είναι **384.406 BTU/h**.

Πίνακας 4.4: Λανθάνοντα κέρδη του καταστήματος

α/α	Χώρος	Λανθάνοντα κέρδη από ανθρώπους	Λανθάνοντα κέρδη από εξοπλισμό	Σύνολο (BTU/h)
1	Χώρος 1	1.236	-	1.236
2	Χώρος 2	1.648	2.390	4.038
3	Χώρος 3	1.648	2.390	4.038
4	Χώρος 4	1.648	2.390	4.038
5	Χώρος 5	1.236	-	1.236
6	Χώρος 6	9.270	420	9.690
			Σύνολο:	24.276

Αντικαθιστώντας την εξ. (4.2) βρίσκουμε το Αισθητό ψυκτικό φορτίο:

$$\begin{aligned} Q_{\text{αισθ.}\psi.\text{φορτ}\iota} &= 384.406 \text{ BTU/h} - 24.276 \text{ BTU/h} \\ &= 360.130 \text{ BTU/h} \text{ ή } 90.753 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

Έλεγχος ποσότητας αέρα για το καλοκαίρι:

$$Q_{\text{αισθ.}\psi.\text{φορτ}\iota} = 0,29 \times \dot{V} \times \Delta T \quad (4.3)$$

$$\Rightarrow \dot{V} = \frac{Q_{\text{αισθ.}\psi.\text{φορτ}\iota}}{0,29 \times \Delta T} = \frac{90.753 \text{ kcal/h}}{0,29 \times 8,5} \Rightarrow \underline{\underline{V_1 = 36.817 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

$$\Delta T = T_4 - T_3 \quad (4.4)$$

όπου:

$$T_4 = 24,5 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (από τον ψυχομετρικό χάρτη Σχ. 4.4)}$$

$$T_3 \text{ έστω } 16 \text{ }^\circ\text{C}$$

Μεταξύ των δυο τιμών 19.970 m³/h και 36.817 m³/h επιλέγουμε τη μεγαλύτερη
 $V_1 = 36.817 \text{ m}^3/\text{h}$

Έλεγχος ποσότητας αέρα για το χειμώνα:

Για τον έλεγχο της ποσότητας του αέρα για το χειμώνα χρησιμοποιούμε την εξ. (4.5):

$$T_5 = T_4 + \frac{Q_{\text{απωλ.}}}{0,29 \times V_1} = 20 + \frac{27.600 \text{ kcal/h}}{0,29 \times 36.817 \text{ m}^3/\text{h}} = 22,6^\circ\text{C} \quad (4.5)$$

όπου:

T_4 : η θερμοκρασία χώρου (από τον ψυχομετρικό χάρτη Σχ. 4.3).

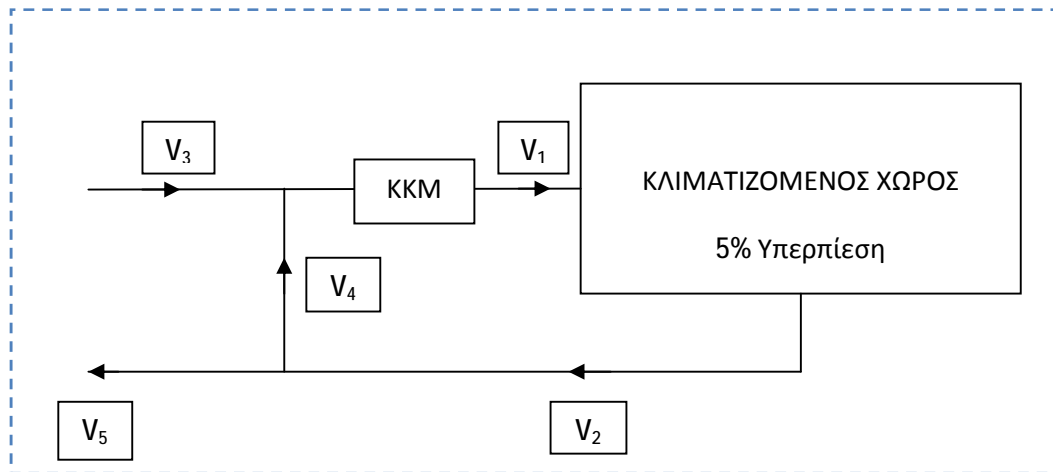
Q : Το σύνολο των θερμικών απωλειών (σελ. 110).

V_1 : ο προσαγόμενος αέρας.

Η θερμοκρασία προσαγωγής που βρήκαμε είναι αρκετά χαμηλή και μπορεί να επιτευχθεί με ένα θερμαντικό στοιχείο. Επομένως η παροχή του προσαγόμενου αέρα στο κλιματιζόμενο χώρο, επαρκεί για την κάλυψη των ψυκτικών φορτίων και θερμικών απωλειών.

4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΕΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ

Το Σχ. 4.2 δείχνει το διάγραμμα της ροής του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο. Με τη βοήθεια αυτού του διαγράμματος θα υπολογίσουμε τις διάφορες ποσότητες του αέρα.



Σχήμα 4.2: Διάγραμμα μελέτης αερισμού

V_1 : Αέρας προσαγωγής

V_4 : Αέρας ανακυκλοφορίας

V_2 : Αέρας επιστροφής

V_5 : Αέρας εξερχόμενος

V_3 : Αέρας νωπός (εξωτερικός)

Υπολογισμός ποσοτήτων αέρα:

$$1) V_1 = 37.000 \text{ m}^3/h$$

$$2) V_2 = V_1 - 5\%V_1 = 0,95 \times V_1 = 35.150 \text{ m}^3/h \quad (4.6)$$

$$3) V_3 = 20.510 \text{ m}^3/h$$

$$4) V_4 = V_1 - V_3 = 16.490 \text{ m}^3/h \quad (4.7)$$

$$5) V_5 = V_2 - V_4 = 18.660 \text{ m}^3/h \quad (4.8)$$

Διευκρίνιση: Θεωρούμε ότι τα γραφεία θα είναι ανοιχτά τις ώρες λειτουργίας του καταστήματος.

4.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΙΣΘΗΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ SHF

Ο Συντελεστής Αισθητής θερμότητας ή Αισθητού φορτίου SHF μιας δεδομένης ψυχομετρικής αλλαγής του αέρα, είναι ίσος με το λόγο της αισθητής θερμότητας προς το άθροισμα της Αισθητής και της Λανθάνουσας θερμότητας του αέρα.

Η μαθηματική έκφραση του ανωτέρω ορισμού είναι:

$$SHF = \frac{Q_S}{Q_S + Q_L} = \frac{90.753 \text{ kcal/h}}{96.871 \text{ kcal/h}} = \mathbf{0,94} \quad (4.9)$$

όπου: $Q_S = 90.753 \text{ kcal/h}$

$Q_L = 6.118 \text{ kcal/h}$

4.4 ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

Πριν προχωρήσουμε στους υπολογισμούς πρέπει να ορίσουμε τις συνθήκες του αέρα, θερμοκρασία και υγρασία, που επικρατούν στον κλιματιζόμενο χώρο. Στον Πίν. 4.5 αναγράφονται οι επικρατούσες συνθήκες για την Πάτρα.

Πίνακας 4.5: Συνθήκες σχεδιασμού για την Πάτρα

Εποχή/Ιδιότητες αέρα	ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ		ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	
	θερμοκρασία °C	Σχ. Υγρασία %	θερμοκρασία °C	Σχ. Υγρασία %
Καλοκαίρι	24,5	50	36	45
Χειμώνας	20	45	-1	90

4.4.1 Σχεδίαση ψυχομετρικού χάρτη για τον χειμώνα

- Στον ψυχομετρικό χάρτη βρίσκουμε πρώτα το σημείο της καταστάσεως του εξωτερικού αέρα (**σημείο 1**). $T_{εξ} = -1^{\circ}\text{C}$ και Σχ. Υγρασία **90%**.
- Κατόπιν βρίσκουμε το σημείο της καταστάσεως του εσωτερικού χώρου (**σημείο 4**) και ενώνουμε τα σημεία (1) και (4). $T_{εσ} = 20^{\circ}\text{C}$ και Σχ. Υγρασία **45%**.
- Επάνω στην ευθεία (1-4) βρίσκουμε το σημείο μίξης (**σημείο M**), με την εύρεση της θερμοκρασίας (DB) του αέρα μίξεως, από την ακόλουθη σχέση:

$$t_m = \frac{(Q_{εξ} \times t_{εξ}) + (Q_{επ} T_{επ})}{Q_{ολ}} \quad (4.10)$$

$$\Rightarrow t_m = \frac{(20.510 \text{ m}^3/\text{h} \times (-1^\circ\text{C})) + (16.490 \text{ m}^3/\text{h} \times 20^\circ\text{C})}{37.000 \text{ m}^3/\text{h}} = 8,4^\circ\text{C}$$

όπου:

$Q_{εξ} = V_3$, ο νωπός (εξωτερικός) αέρας.

$Q_{επ} = V_4$, ο επιστρεφόμενος αέρας.

- Από το σημείο 4 φέρνουμε ευθεία, παράλληλη προς τον άξονα της Θ.Ξ.Β., μέχρι το ποσοστό σχετικής υγρασίας 90% (**σημείο 3**).
- Από το σημείο 3 κατεβαίνουμε ισενθαλπικά προς τον άξονα Θ.Ξ.Β., και από το σημείο M φέρνουμε παράλληλη προς τον άξονα Θ.Ξ.Β., μέχρι να ενωθούν οι δύο ευθείες. Στο σημείο τομής των δυο ευθειών προκύπτει το (**σημείο 2**).

M - 2: Προθερμαντικό στοιχείο.

2 - 3: Ύγρανση (υγραντής).

3 - 5: Μεταθερμαντικό στοιχείο.

5 - 4: Θερμικές απώλειες.

4.4.2 Σχεδίαση ψυχομετρικού χάρτη για το καλοκαίρι

- Στον ψυχομετρικό χάρτη βρίσκουμε πρώτα το σημείο της καταστάσεως του εξωτερικού αέρα (**σημείο 1**). $T_{εξ} = 36^\circ\text{C}$ και Σχ. Υγρασία 45%.
- Κατόπιν βρίσκουμε το σημείο της καταστάσεως του εσωτερικού χώρου (**σημείο 4**). $T_{εξ} = 24,5^\circ\text{C}$ και Σχ. Υγρασία 50%. Και ενώνουμε τα σημεία (1) και (4).
- Επάνω στην ευθεία (1-4) βρίσκουμε το σημείο μίξης (**σημείο M**), με την εύρεση της θερμοκρασίας (DB) του αέρα μίξεως, από την ακόλουθη σχέση:

$$t_m = \frac{(20.510 \text{ m}^3/\text{h} \times (36^\circ\text{C})) + (16.490 \text{ m}^3/\text{h} \times 24,5^\circ\text{C})}{37.000 \text{ m}^3/\text{h}} = 30,9^\circ\text{C}$$

- Από το σημείο M φέρνουμε ευθεία, παράλληλη προς τον άξονα Θ.Ξ.Β., μέχρι το ποσοστό σχετικής υγρασίας 95% περίπου (**σημείο 2**).
- Στο κέντρο περίπου του ψυχομετρικού χάρτη, βλέπουμε ένα μικρό κύκλο (24°C, 50%). Δεξιά βλέπουμε την κλίμακα του συντελεστή SHR. Εντοπίζουμε στην κλίμακα αυτή το σημείο 0,94. Ενώνουμε το κέντρο του μικρού αυτού κύκλου με το σημείο 0,94. Χαράσσουμε την ευθεία 4-3, παράλληλη της ευθείας του συντελεστή SHR, μέχρι το (**σημείο 3**) για ποσοστό Σχ. Υγρασίας 95% περίπου. Και ενώνουμε τα σημεία (2) και (3).

(1): Θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα.

(M): Σημείο μίξης του αέρα.

(M)→(2)→(3): Ψυκτικό στοιχείο.

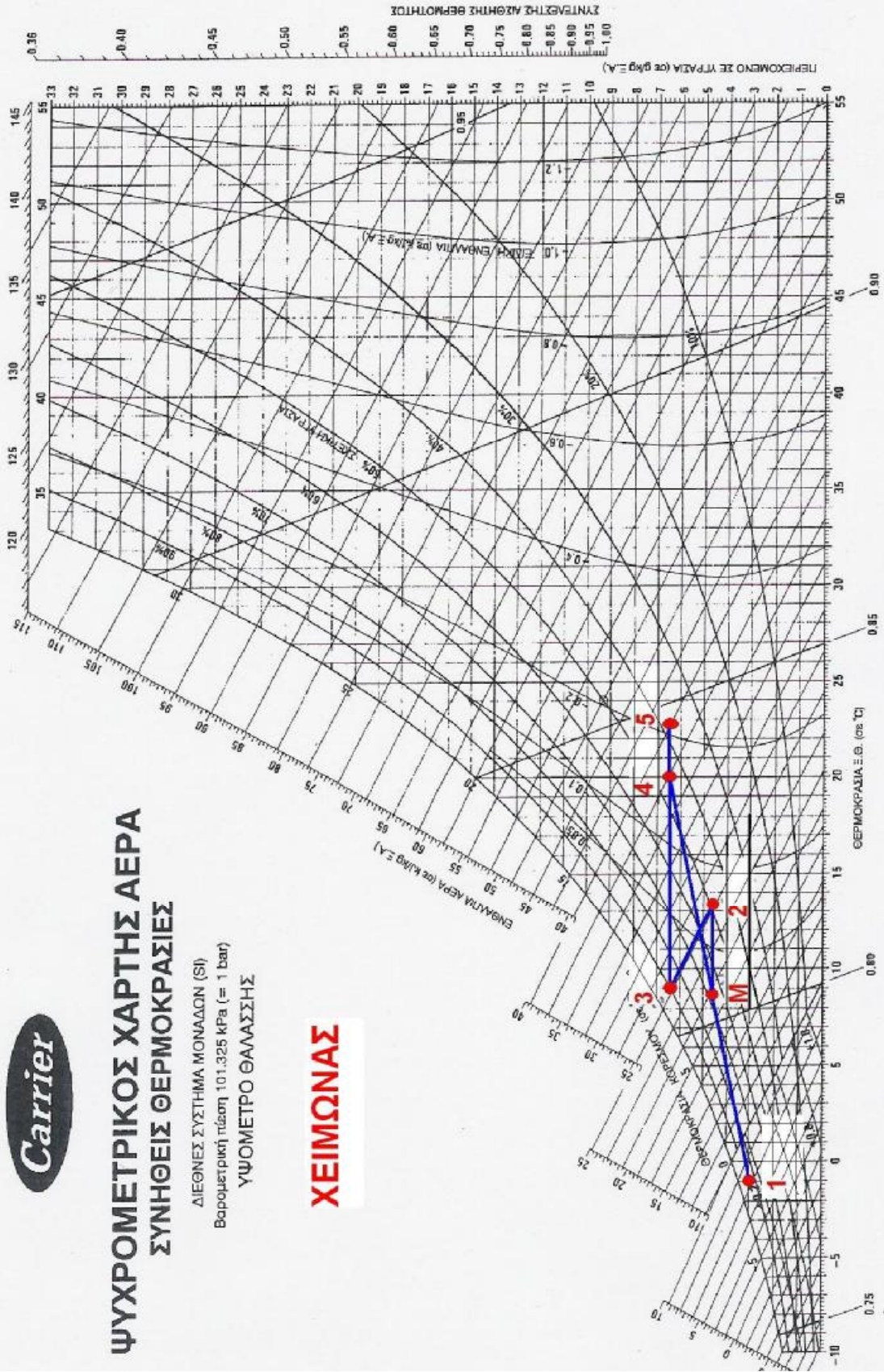
(3)→(4): Μεταβολή των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του αέρα κατά την είσοδό του στο χώρο, βάση των ψυκτικών φορτίων.



ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΑΕΡΑ ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ

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

ΧΕΙΜΩΝΑΣ



Θερμοκρασίες πάνω από 0°C τα χαρακτηριστικά του νερού και η ευθελία του αναφέρονται σε πάγο

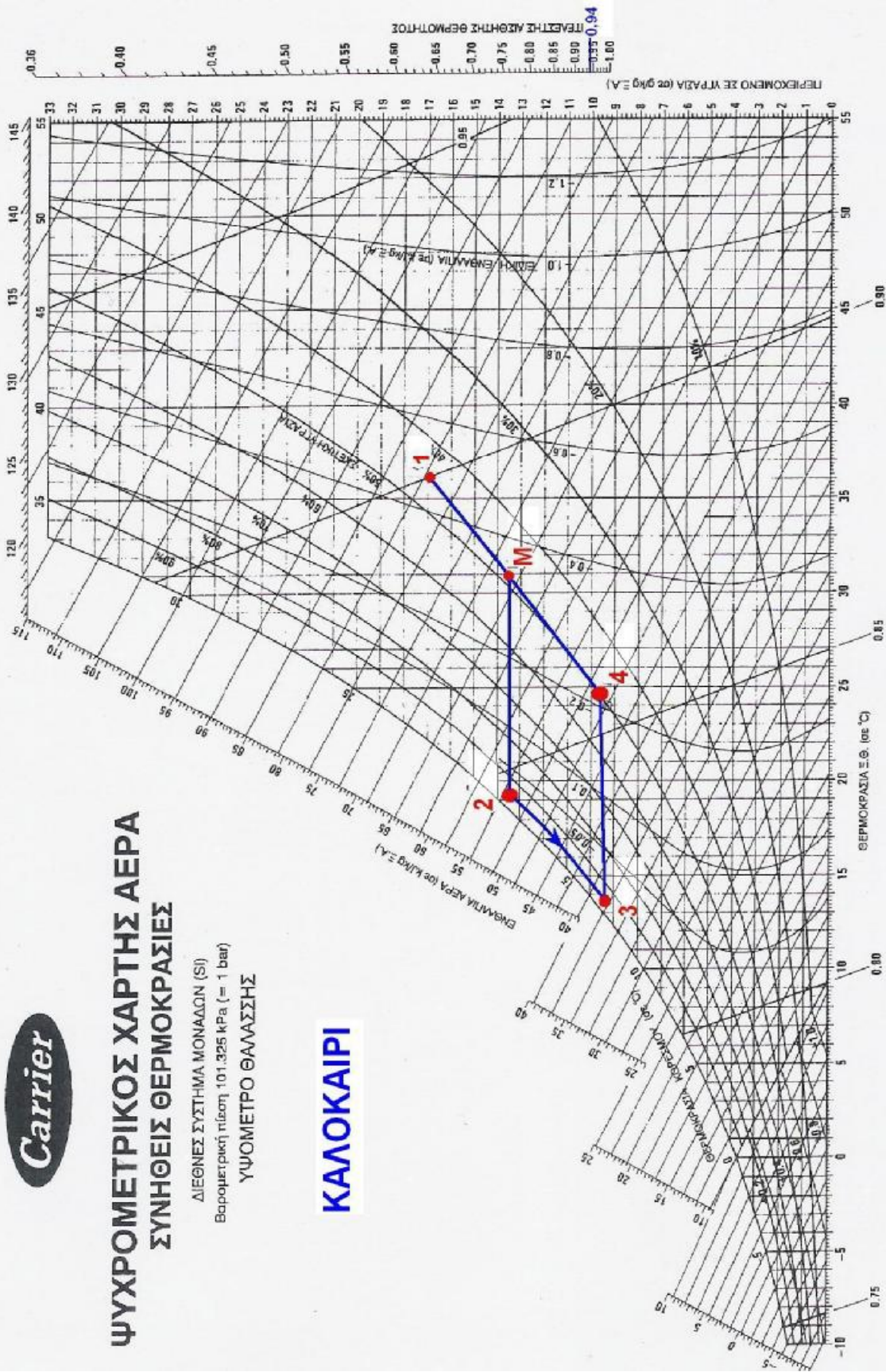
Σχήμα 4.3: Αποτύπωση των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του αέρα για τον χειμώνα.



ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΑΕΡΑ ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ

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

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ



Ευθρασκία αέρα από 0 °C τα χαρακτηριστικά του νερού και η ενθαλπία του αναφέρονται σε πάγο

Σχήμα 4.4: Αποτύπωση των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του αέρα για το καλοκαίρι.

5. ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ

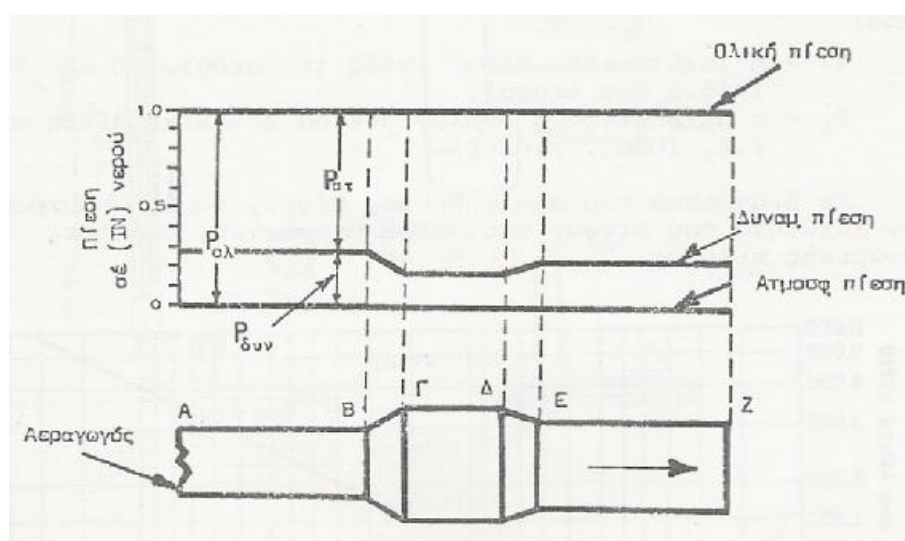
Όταν μιλάμε για κλιματισμό ενός χώρου, στην πραγματικότητα, εννοούμε κλιματισμό αέρα και εν συνεχεία προσαγωγή του στο χώρο. Για ένα σωστό κλιματισμό, μεγάλη σημασία παίζουν τρεις σοβαροί παράγοντες:

- Η σωστή ψυχομετρική κατάσταση του προσαγόμενου αέρα (θερμοκρασία, υγρασία κλπ.).
- Η σωστή ποσότητα κλιματιζόμενου αέρα για κάθε χώρο (m^3/h).
- Η σωστή ποσότητα αέρα σ' ένα χώρο πρέπει, απαραίτητως, να προσάγεται χωρίς υπερβολική ταχύτητα και θόρυβο, διότι τότε θα έχουμε επικίνδυνα ρεύματα αέρα και γενικά θα λείπει η άνεση που επιδιώκεται με τον κλιματισμό.

Η ολική ποσότητα κλιματισμένου αέρα εξαρτάται:

- Από το ολικό αισθητό φορτίο κάθε χώρου.
- Από τη διαφορά θερμοκρασίας (ΔT) μεταξύ του αέρα τροφοδοτήσεως και της θερμοκρασίας που θέλουμε στον κλιματιζόμενο χώρο.

Θεωρητικά, σ' ένα ιδανικό σύστημα αεραγωγών στο οποίο δεν υπάρχουν τριβές, η ολική πίεση είναι πάντα σταθερή και ίση με το άθροισμα της Στατικής και Δυναμικής πίεσεως ανεξάρτητα από τις αλλαγές της διατομής των αεραγωγών.



Σχήμα 5.1: Μεταβολή της πίεσης σε έναν αεραγωγό χωρίς τριβές.

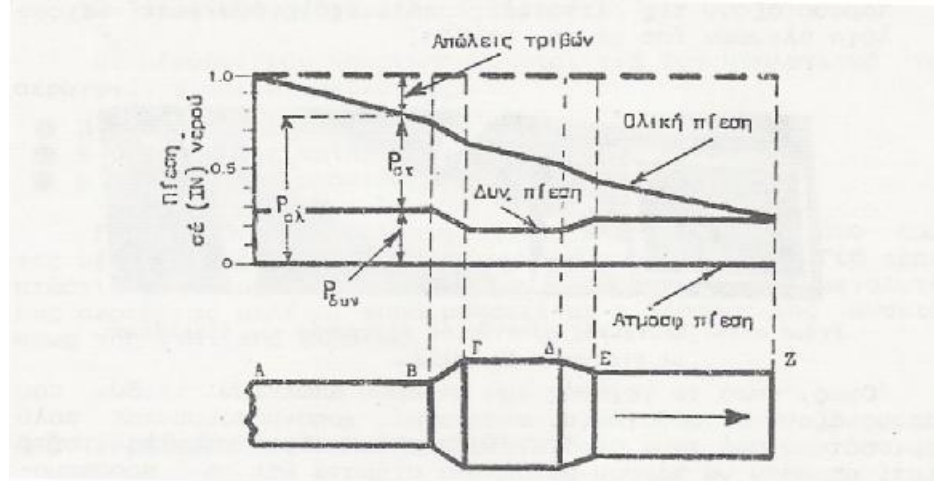
$$P_{ολ} = P_{\sigma} + P_{\delta} \quad (5.1)$$

Βέβαια σε κάθε αλλαγή της διατομής του αεραγωγού αλλάζει το μέγεθος της Στατικής και Δυναμικής πίεσως. Για να έχουμε όμως την ($P_{ολ}$) σταθερή, θα πρέπει η (P_{σ}) και (P_{δ}) να μεταβάλλονται αντιστρόφως ανάλογα (όταν αυξάνει η μία η άλλη μικραίνει αντιστρόφως ανάλογα).

Πράγματι, αυτό συμβαίνει όπως φαίνεται και στο Σχ. 5.1. Όταν μια συγκεκριμένη ποσότητα αέρα συναντήσει αύξηση της διατομής στον αεραγωγό (π.χ. το τμήμα ΓΔ) η ταχύτητα του αέρα θα ελαττωθεί. Αυτό σημαίνει ότι για σταθερή τιμή της ($P_{ολ}$) η (P_{σ}) θα πρέπει να αυξηθεί. Το αντίθετο θα συμβεί όταν η συγκεκριμένη παροχή αέρα συναντήσει στένωση του αεραγωγού (τμήμα Ε-Ζ του αεραγωγού). Η ταχύτητα του αέρα θα αυξηθεί, η (P_{δ}) θα αυξηθεί και η (P_{σ}) θα ελαττωθεί, για να έχουμε σταθερή την ($P_{ολ}$).

Το μέγεθος των απωλειών πίεσως εξαρτάται από:

- Την παροχή του αέρα (m^3/h).
- Την ταχύτητα του αέρα εντός του αεραγωγού (m/s).
- Την μορφή και της διαστάσεις του αεραγωγού.
- Από το πόσο λεία είναι η εσωτερική επιφάνεια των αεραγωγών και
- Από το μήκος του αεραγωγού



Σχήμα 5.2: Διάγραμμα απώλειας πίεσως αεραγωγού με τριβές.

Έτσι με την αύξηση του μήκους του αεραγωγού, οι απώλειες τριβών αυξάνονται. Η αύξηση των απωλειών τριβών, γίνεται ακόμη μεγαλύτερη με την παρουσία των διαφόρων εξαρτημάτων της εγκατάστασως (όπως γωνίες, φίλτρα, στοιχεία ψύξεως κλπ). Επομένως στο τέλος του αεραγωγού η Στατική πίεση (P_{σ}) γίνεται μηδενική και η ($P_{ολ}$) ίση με την (P_{δ}). Δηλαδή έχουμε:

$$P_{\sigma} = 0 \text{ και } P_{\sigma\lambda} = P_{\delta}$$

Η μεταβολή αυτή των ($P_{\sigma\lambda}$) και (P_{σ}) φαίνεται στην εικόνα του Σχ. 5.2.

5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Οι αεραγωγοί προσαγωγής και επιστροφής κατασκευάζονται συνήθως από τα ακόλουθα υλικά:

- i. Από γαλβανισμένη λαμαρίνα
- ii. Από φύλλα αλουμινίου
- iii. Από πλαστικό
- iv. Από σελοτέξ
- v. Από φίμπεργκλας και
- vi. Από ειδικής κατασκευής υαλοβάμβακα.

Τα περισσότερο χρησιμοποιημένα υλικά στην Ελλάδα είναι η γαλβανισμένη λαμαρίνα και ο υαλοβάμβακας.



Σχήμα 5.3: Αεραγωγός ορθογωνικής διατομής

5.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Το σχήμα που συνήθως δίνουμε σ' έναν αεραγωγό εξαρτάται από τις ειδικές συνθήκες που υπάρχουν στην οικοδομή. Οι ειδικές αυτές συνθήκες μπορεί να είναι αρχιτεκτονικής μορφής ή γενικότερης διατάξεως της οικοδομής. Αν όμως υπάρχει ευχέρεια εκλογής του σχήματος του αεραγωγού, τότε θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα ακόλουθα:

- Οι αεραγωγοί κυκλικής διατομής παρουσιάζουν λιγότερες απώλειες τριβών από κάθε άλλου είδους διατομή και επομένως για δεδομένη στατική πίεση μπορούν να μεταφέρουν περισσότερο αέρα (m^3/h).
- Το μέγεθος των απωλειών τριβών στους ορθογώνιους αεραγωγούς εξαρτάται από το λόγο των πλευρών τους. Όσο ο λόγος των πλευρών αυξάνει, τόσο και οι τριβές αυξάνουν και αντίστροφα. (Οι τετράγωνοι παρουσιάζουν λιγότερες απώλειες τριβών από τους ορθογώνιους γιατί έχουν λόγο πλευρών ίσο με τη μονάδα.)

Όμως, παρά το γεγονός των σοβαρών απωλειών τριβών που παρουσιάζουν οι ορθογώνιοι αεραγωγοί, χρησιμοποιούνται πολύ περισσότερο από τους αεραγωγούς κυκλικής διατομής και τούτο γιατί μπορούν να πάρουν κατάλληλα σχήματα και να προσαρμοσθούν ευκολότερα στις αρχιτεκτονικές ανάγκες του κτηρίου.



Σχήμα 5.4: Εγκατάσταση ορθογωνικού αεραγωγού στην οροφή

Πολλές φορές το ύψος του ορόφου που διατίθεται για την τοποθέτηση των αεραγωγών, είναι ελάχιστο και επομένως είμαστε υποχρεωμένοι να τοποθετήσουμε

αεραγωγούς με μεγάλο λόγο πλευρών. **Πάντως πρέπει να αποφεύγεται λόγος πλευρών άνω του 6.**

Η διαφορά του κόστους μεταξύ των στρογγυλών και των ορθογωνίων αεραγωγών οφείλεται στους εξής παράγοντες:

- Οι στρογγυλοί αεραγωγοί απαιτούν λιγότερο υλικό κατασκευής (λαμαρίνα) από τους αντίστοιχους ορθογώνιους.
- Απαιτούν λιγότερες εργατοώρες για την κατασκευή τους.
- Το κόστος μονώσεως είναι μικρότερο στους στρογγυλούς αεραγωγούς επειδή η εξωτερική επιφάνειά τους είναι μικρότερη από την εξωτερική επιφάνεια ορθογωνικών αντίστοιχης παροχής αέρα (m^3/h).

Για να υπολογίσουμε τις διαστάσεις των αεραγωγών θα πρέπει να ακολουθήσουμε την εξής πορεία:

- Ø Υπολογίζουμε την απαιτούμενη ποσότητα αέρα προσαγωγής/απαγωγής για κάθε χώρο εφαρμόζοντας τη παρακάτω εξίσωση:

$$\dot{V} = \frac{Q_{\text{αισθ.ψ.φορτίο}}}{0,29 \times \Delta T} \quad (5.2)$$

όπου:

$Q_{\text{αισθ.ψ.φορτίο}}$: Το ολικό αισθητό φορτίο του χώρου σε $kcal/h$.

ΔT : Η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα που επιθυμούμε στο χώρο και του αέρα τροφοδοτήσεως, ($\Delta T=8,5 \text{ }^\circ\text{C}$).

$0,29 = 0,24 \times 1,2$ (ειδική θερμότητα του αέρα \times πυκνότητα).

Στον Πίν. 5.1 φαίνονται τα λανθάνοντα φορτία κάθε χώρου σε BTU/h και σε kcal/h, ενώ στον Πίν. 5.2 φαίνεται το ολικό ψυκτικό φορτίο των χώρων.

Πίνακας 5.1: Λανθάνοντα φορτία για κάθε χώρο

α/α	Χώρος	Q_L (BTU/h)	Q_L (kcal/h)
1	Χώρος 1	1.236	311
2	Χώρος 2	4.038	1.018
3	Χώρος 3	4.038	1.018
4	Χώρος 4	4.038	1.018
5	Χώρος 5	1.236	311
6	Χώρος 6	9.690	2.442
Σύνολο:		24.276	6.118

Πίνακας 5.2: Ολικό ψυκτικό φορτίο κάθε χώρου $Q_{ολ.ψ.φ.}$

α/α	Χώρος	$Q_{ολ.ψ.φ.}$ (Btu/h)	$Q_{ολ.ψ.φ.}$ (kcal/h)
1	Χώρος 1	10.795	2.720
2	Χώρος 2	21.489	5.415
3	Χώρος 3	21.222	5.348
4	Χώρος 4	21.412	5.396
5	Χώρος 5	10.680	2.691
6	Χώρος 6	298.808	75.300
Σύνολο:		384.406	96.871

Για τον υπολογισμό της ποσότητας του αέρα που προσάγεται σε κάθε χώρο χρησιμοποιείται η εξ. (5.2) και τα αποτελέσματα καταχωρούνται στον Πίν. 5.3.

Πίνακας 5.3: Υπολογισμός Ολικού Αισθητού ψυκτικού φορτίου Q_S και αέρα προσαγωγής/απαγωγής κάθε χώρου

α/α	Χώρος	$Q_S=Q_{ολ.ψ.φ.} - Q_L$ (kcal/h)	Προσαγωγή (m_3/h)	Επιστροφή (m_3/h)
1	Χώρος 1	2.409	977	928
2	Χώρος 2	4.398	1.784	1.695
3	Χώρος 3	4.330	1.757	1.669
4	Χώρος 4	4.378	1.776	1.687
5	Χώρος 5	2.380	966	918
6	Χώρος 6	72.858	29.740	28.253
Σύνολο:		90.753	37.000	35.150

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

- Ø Τοποθετούμε στην κάτοψη του χώρου, τα στόμια προσαγωγής και επιστροφής.
- Ø Χαράσσουμε επί της κατόψεως, διάφορες δυνατές μορφές του δικτύου των αεραγωγών που θα ενωθούν τα στόμια με την κλιματιστική συσκευή, προσπαθώντας να έχουμε όσο μπορούμε μικρότερο μήκος δικτύου χωρίς όμως να αγνοείται και την όλη αρχιτεκτονική διαρρύθμιση της οικοδομής.
- Ø Επιλέγουμε την μέθοδο υπολογισμού των αεραγωγών και με τη χρήση των σχετικών διαγραμμάτων καθορίζουμε τις διαστάσεις των αεραγωγών (διάμετρο ή πλευρές).

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των αεραγωγών είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Η μέθοδος ενιαίας ταχύτητας.
- ✓ Η μέθοδος της ίσης πτώσης πίεσης.
- ✓ Η μέθοδος της ανάκτησης της στατικής πίεσης.

Σημείωση: Τα φορτία των χώρων 1 και 5 συνυπολογίζονται στον χώρο 6, στη μελέτη μας.

Η ποσότητα αέρα προσαγωγής που υπολογίσαμε για τον Χώρο 6 μας προέκυψε $29.557 \text{ m}^3/\text{h}$. Ωστόσο στον Πίν. 5.3 κάναμε μια μικρή αύξηση της τιμής αυτής ($29.740 \text{ m}^3/\text{h}$) για να μας προκύψει μια στρογγυλοποιημένη τιμή του συνολικού προσαγόμενου αέρα $37.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ο αέρας επιστροφής για τον κάθε χώρο υπολογίζεται σύμφωνα με την εξ. (4.6) στη σελ.127.

5.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΙΣΗΣ ΠΤΩΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Για τη διαστασιολόγηση των αεραγωγών της μελέτης μας επιλέγουμε τη μέθοδο της ίσης πτώσης πίεσης. Κατά τη μέθοδο αυτή επιλέγουμε αεραγωγούς τέτοιων διαστάσεων, ώστε να διατηρείται μια σταθερή πτώση πίεσεως ανά μονάδα μήκους του αεραγωγού (ανά m), σε ολόκληρο το δίκτυο της κλιματιστικής εγκαταστάσεως.

Για τον υπολογισμό των διαστάσεων των αεραγωγών μιας κλιματιστικής εγκαταστάσεως, ακολουθούμε την εξής πορεία:

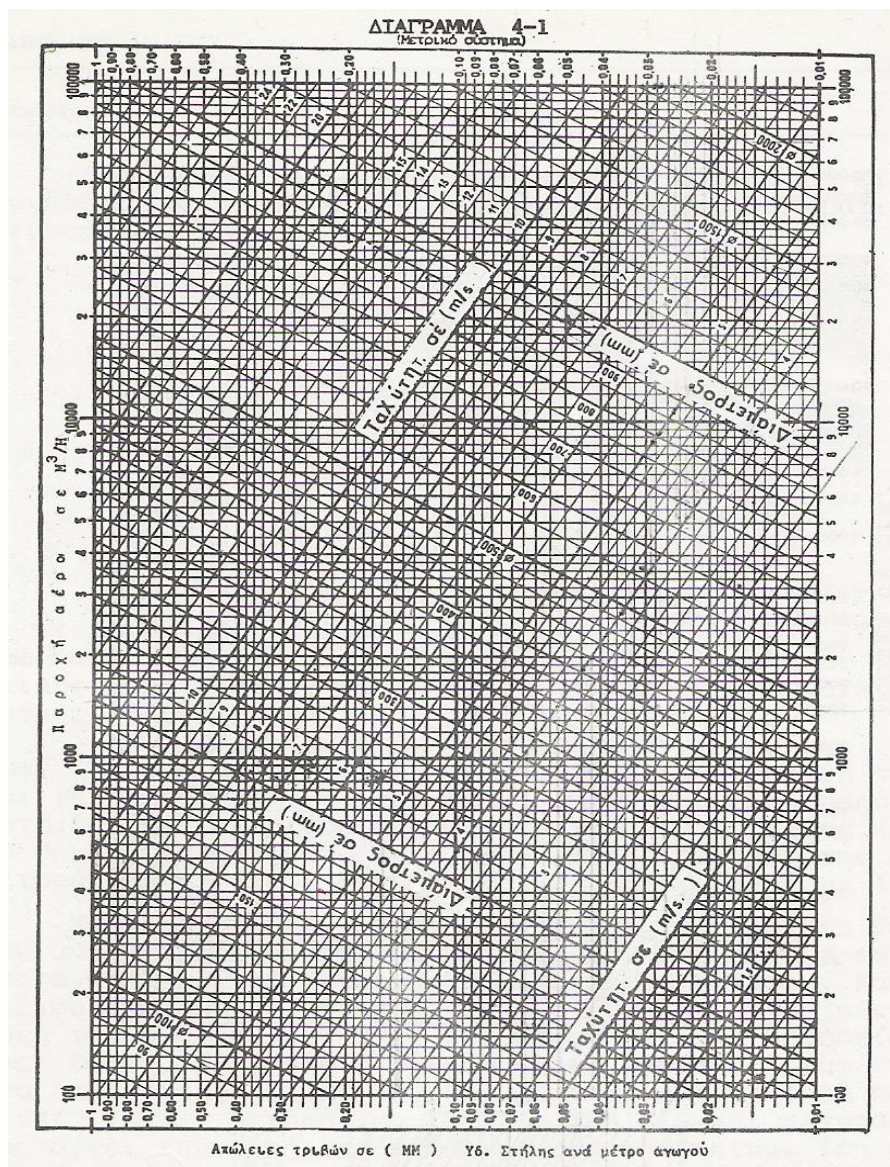
- Συμπληρώνουμε τους Πίν. 4 και Πίν. 5 (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ) υπολογισμού των αεραγωγών τις στήλες 1, 2 και 3 σύμφωνα με τα δεδομένα της μελέτης μας. Οι μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες του αέρα σε δίκτυο αεραγωγών χαμηλής ταχύτητας φαίνονται στον Πίν. 5.4

Πίνακας 5.4: Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες σε δίκτυα αεραγωγών

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΚΥΡΙΟΙ ΚΛΑΔΟΙ		ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΕΣ ΚΛΑΔΟΙ	
	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ (m/s)	ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ (m/s)	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ (m/s)	ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ (m/s)
Καταστήματα	9	9	8	7

- Με τη βοήθεια του διαγράμματος Σχ. 5.5 εκλέγουμε την ταχύτητα στον κύριο αεραγωγό.
- Από το διάγραμμα του Σχ. 5.5 (για το μετρικό σύστημα), βρίσκουμε τις απώλειες τριβών (πτώση πίεσεως), ανά (m), στο κύριο τμήμα του αεραγωγού.

- Συμπληρώνουμε τη στήλη (7), με την ευρεθείσα απώλεια τριβών. Η ευρεθείσα πτώση πίεσεως θα είναι ίδια για όλα τα τμήματα του δικτύου αεραγωγών.
- Από το διάγραμμα Σχ. 5.5 βρίσκουμε τις ταχύτητες που θα επικρατούν εντός των διαφόρων τμημάτων των αεραγωγών και συμπληρώνουμε τη στήλη (4). Οι ταχύτητες αυτές δεν πρέπει να ξεπερνούν τα όρια που δίνει ο Πίν. 5.4.
- Με τη χρήση του διαγράμματος Σχ. 5.5 βρίσκουμε τη διάμετρο του κυκλικού αεραγωγού για κάθε τμήμα αεραγωγού και συμπληρώνουμε τη στήλη (5).
- Με τη βοήθεια πινάκων (βιβλίο Β. Η. Σελλούντος, Πίν. 10.1.6) μετετρέπουμε τους κυκλικούς αεραγωγούς σε αντίστοιχους ορθογώνιους και συμπληρώνουμε έτσι τη στήλη (6).
- Πολλαπλασιάζοντας τις στήλες (2) και (7) βρίσκουμε τις απώλειες τριβών για το μήκος κάθε τμήματος αεραγωγού.



Σχήμα 5.5: Διάγραμμα υπολογισμού της πτώσης πίεσεως ανά m αεραγωγού, ευθύγραμμου και κυκλικής διατομής mm ΣN/m

5.4 ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Οι απώλειες πίεσης σε εξαρτήματα αεραγωγών που προκαλούνται από αλλαγή κατεύθυνσης, τις υπολογίζουμε με τη μέθοδο συντελεστή απωλειών. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο αυτή, η απώλεια πίεσης μέσω ενός εξαρτήματος μπορεί να υπολογιστεί από την παρακάτω σχέση:

$$H_f = C \times H_u = C \times \left(\frac{V}{4.000}\right)^2 \quad (5.3)$$

όπου:

H_f : Η συνολική απώλεια πίεσης μέσω του εξαρτήματος, (in. w.), 1 inch=25,4 mm ΣΝ

C : Συντελεστής απωλειών, Πίν. 5.7, Πίν. 5.8 και Πίν. 5.9

H_u : Η δυναμική πίεση στο εξάρτημα, (in. w.)

V : Ταχύτητα, (ft/min)

Πίνακας 5.5: Απώλεια πίεσης εξαρτημάτων στον αγωγό προσαγωγής, για τη διαδρομή: A-B-Γ-1-2-3-4-5-6-7-στόμιο 8'

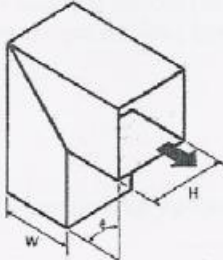
Τμήμα	Εξαρτήματα	C	V (FPM)	Απώλειες H_f (mm ΣΝ)
2-3	3 Γωνίες, ορθογωνικής, ομαλής ακτίνας, χωρίς οδηγιά πτερύγια	0,17	1.440	1,78
	2 Γωνίες ορθογωνικές $\theta=90^\circ$	1,2	1.440	7,87
3-4	1 Συγκλίνουσα διάταξη	0,05	1.360	1,52
4-5	1 Συγκλίνουσα διάταξη	0,05	1.260	1,27
5-6	1 Συγκλίνουσα διάταξη	0,05	1.100	1,02
	1 Γωνία, ορθογωνικής, ομαλής ακτίνας, χωρίς οδηγιά πτερύγια	0,23	1.100	0,51
6-7	1 Συγκλίνουσα διάταξη	0,05	980	0,08
7-8'	1 Γωνία, ορθογωνικής, ομαλής ακτίνας, χωρίς οδηγιά πτερύγια	0,17	820	0,18
	1 Συγκλίνουσα διάταξη	0,05	820	0,05
Σύνολο:				14,28

Πίνακας 5.6: Απώλεια πίεσης εξαρτημάτων στον αγωγό απαγωγής, για τη διαδρομή: Z-E-Δ-16-17-18-19-20-21-22-στόμιο 23'

Τμήμα	Εξαρτήματα	C	V (FPM)	Απώλειες H _f (mm ΣΝ)
E-B	2 Γωνίες, ορθογωνικής, ομαλής ακτίνας, χωρίς οδηγά πτερύγια	1,2	1.480	8,35
17-18	2 Γωνία, ορθογωνικής, ομαλής ακτίνας, χωρίς οδηγά πτερύγια	0,19	1.520	3,68
	2 Γωνίες ορθογωνικές θ=90°	1,2	1.520	8,80
18-19	1 Συγκλίνουσα διάταξη	0,05	1.400	0,16
19-20	1 Συγκλίνουσα διάταξη	0,05	1.280	0,13
20-21	1 Συγκλίνουσα διάταξη	0,05	1.100	0,10
	3 Γωνίες, ορθογωνικής, ομαλής ακτίνας, χωρίς οδηγά πτερύγια	0,20	1.100	1,15
21-22	1 Συγκλίνουσα διάταξη	0,05	1.000	0,08
22-23'	1 Γωνία, ορθογωνικής, ομαλής ακτίνας, χωρίς οδηγά πτερύγια	0,19	860	0,22
	1 Συγκλίνουσα διάταξη	0,05	860	0,06
Σύνολο:				22,73

Πίνακας 5.7: Συντελεστής C

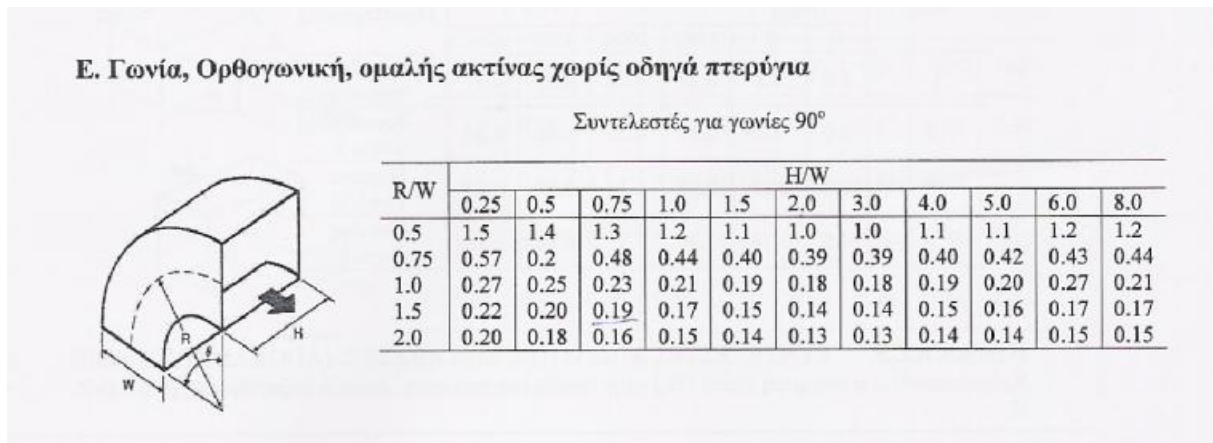
Δ. Γωνία, Ορθογωνική, Λοξή



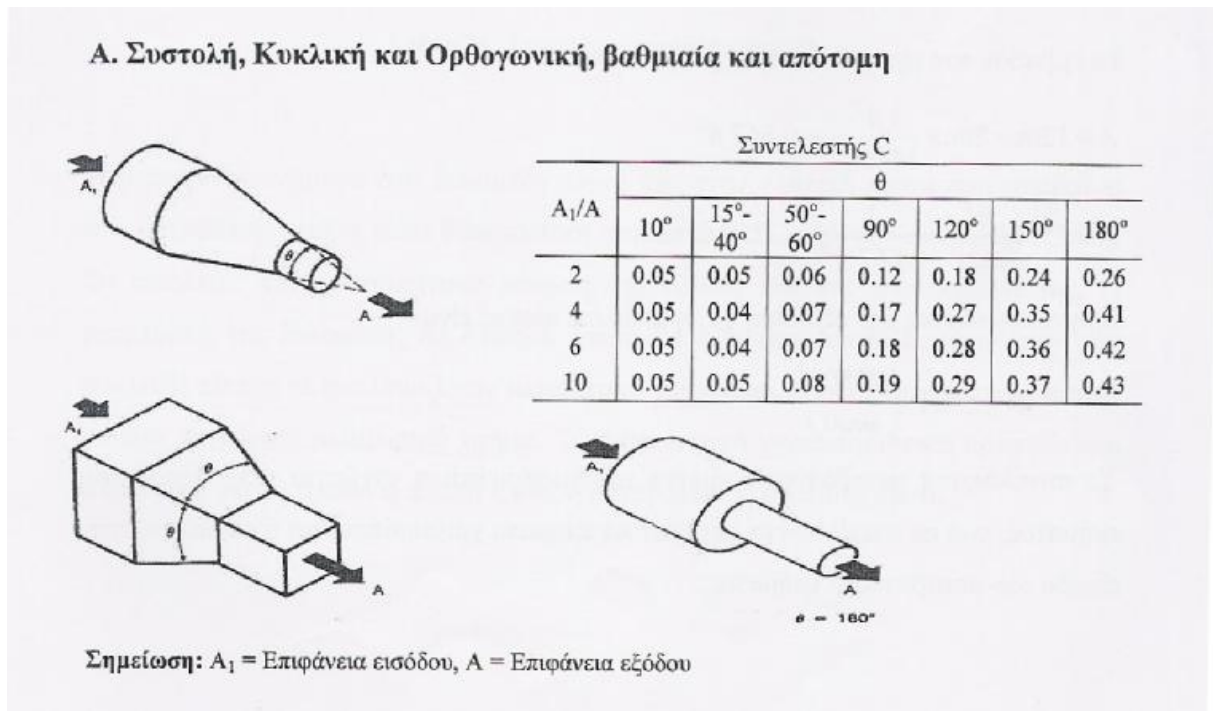
Συντελεστής C

θ	H/W										
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
20°	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
30°	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11
45°	0.38	0.37	0.36	0.34	0.33	0.31	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24
60°	0.60	0.59	0.57	0.55	0.52	0.49	0.46	0.43	0.41	0.39	0.38
75°	0.89	0.87	0.84	0.81	0.77	0.73	0.67	0.63	0.61	0.58	0.57
90°	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	0.98	0.92	0.89	0.85	0.83

Πίνακας 5.8: Συντελεστής C



Πίνακας 5.9: Συντελεστής C



Σημείωση: $1^{m/s} = 197 \text{ FPM} \approx 200 \text{ FPM}$

6. ΣΤΟΜΙΑ

Οι αεραγωγοί προσάγουν κλιματισμένο αέρα στο χώρο που θέλουμε να κλιματίσουμε. Η τελική διαδικασία διανομής του αέρα, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες σε θέρμανση ή δροσισμό, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της κλιματιστικής ανέσεως, διενεργείται με τη βοήθεια ειδικού στοιχείου της κλιματιστικής εγκατάστασης, των **στομίων** προσαγωγής και απαγωγής αέρα.

6.1 ΣΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ

Τα στόμια προσαγωγής αέρα διακρίνονται σε :

- Στόμια τοίχου.
- Στόμια οροφής.
- Στόμια δαπέδου.

Η ορθή εκλογή των στομίων προσαγωγής του αέρα, αποτελεί βασικό συντελεστή για την ικανοποιητική και πρακτικώς αθόρυβη λειτουργία μια εγκατάστασης. Με τη σωστή επιλογή των στομίων επιδιώκουμε:

- Την ομοιόμορφη κατανομή του κλιματιζόμενου αέρα, στους κλιματιζόμενους χώρους.
- Την αποφυγή “νεκρών ζωνών” στους χώρους που κλιματίζουμε.
- Την αποφυγή επικίνδυνων ρευμάτων ψυχρού ή θερμού αέρα στο τμήμα του χώρου που παραμένουν άτομα: Δηλαδή στη ζώνη που περιλαμβάνεται μεταξύ του δαπέδου και μέχρι του ύψους των 2m περίπου.

Η εκλογή των στομίων γίνεται με βάση:

- Την παροχή του στομίου σε (m^3/h).
- Το βεληνεκές σε m.
- Την κατακόρυφη ειδική πτώση του αέρα.
- Την επιτρεπόμενη ταχύτητα του αέρα κατά την έξοδο του από το στόμιο.

6.2 ΕΚΛΟΓΗ ΣΤΟΜΙΩΝ ΟΡΟΦΗΣ

Τα στόμια προσαγωγής που θα τοποθετηθούν στο δίκτυο προσαγωγής του αέρα θα είναι **τετραγωνικής** και **ορθογωνικής** διατομής. Τα στόμια που επιλέξαμε από τεχνικούς καταλόγους, είναι σειράς B204 της εταιρίας "AIR-STAR", κατασκευασμένα από ανοδωμένο αλουμίνιο με εσωτερικά ανεξάρτητα ρυθμιζόμενα καμπύλα πτερύγια με δυνατότητα κατεύθυνσης του αέρα προς **τέσσερις κατευθύνσεις**.

Πίνακας 6.1: Στόμια προσαγωγής τύπου B204

Συμβολισμός Στοιμίων	Παροχή (m ³ /h)	Βεληνεκές (m)	Επιφάνεια Στοιμίου A _κ (m ²)	Ταχύτητα V (m/sec)	Διαστάσεις (mm)	Ολική Πίεση (mm ΣΝ)
3'	3.536	5,8-7,9	0,75	4,0	864×864	1,00
4'	3.536	5,8-7,9	0,75	4,0	864×864	1,00
5'	3.536	5,8-7,9	0,75	4,0	864×864	1,00
6'	1.734	3,6-5,2	0,37	3,5	610×610	0,80
7'	1.734	3,6-5,2	0,37	3,5	610×610	0,80
8'	1.806	4,6-6,1	0,31	4,5	559×559	1,30
13'	3.536	5,8-7,9	0,75	4,0	864×864	1,00
14'	3.536	5,8-7,9	0,75	4,0	864×864	1,00
15'	3.536	5,8-7,9	0,75	4,0	864×864	1,00
10'	3.536	5,8-7,9	0,75	4,0	864×864	1,00
11'	3.536	5,8-7,9	0,75	4,0	864×864	1,00
12'	3.536	5,8-7,9	0,75	4,0	864×864	1,00

Τα στόμια απαγωγής που θα τοποθετηθούν στο δίκτυο απαγωγής του αέρα θα είναι **τετραγωνικής** και **ορθογωνικής** διατομής. Τα στόμια που επιλέξαμε από τεχνικούς καταλόγους, είναι σειράς N30Π και N30D της εταιρίας "AIR-STAR", κατασκευασμένα από ανοδωμένο αλουμίνιο και είναι κατάλληλα για την απόρριψη αέρα

Πίνακας 6.2: Στόμια απαγωγής τύπου N30Π και N30D

Συμβολισμός Στομίων	Παροχή (m ³ /h)	Βεληνεκές (m)	Επιφάνεια Στομίου A _κ (m ²)	Ταχύτητα V (m/sec)	Διαστάσεις (mm)	Ολική Πίεση (mm ΣΝ)
18'	4.050	7,2	0,46	3,6	762×610	0,30
19'	4.050	7,2	0,46	3,6	762×610	0,30
20'	4.050	7,2	0,46	3,6	762×610	0,30
21'	1.690	2,9	0,35	2,8	762×457	0,80
22'	1.670	2,6	0,42	2,7	914×457	0,50
23'	1.690	2,9	0,35	2,8	762×457	0,80
24'	6.180	7,6	0,70	3,8	914×762	0,26
25'	6.180	7,6	0,70	3,8	914×762	0,26
26'	6.180	7,6	0,70	3,8	914×762	0,26



Σχήμα 6.1 Στόμιο προσαγωγής 4-κατευθύνσεων



Σχήμα 6.2: Στόμια απαγωγής αέρα

7. ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ

7.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΙΕΣΗΣ

Ο αέρας κινείται εντός των αεραγωγών λόγω κάποιας διαφοράς πίεσεως που δημιουργείται από έναν ανεμιστήρα. Η πίεση που αναπτύσσει ο ανεμιστήρας θα πρέπει να είναι τέτοιου μεγέθους, που να υπερνικά τις αντιστάσεις που συναντά ο αέρας κατά την δίοδό του από αεραγωγούς και να προσδίδει έτσι την απαιτούμενη ταχύτητα στον αέρα. Οι απώλειες πίεσης των αεραγωγών πρέπει να υπολογίζονται προκειμένου να καθοριστεί η ισχύς του ανεμιστήρα, να ελεγχθεί η συμπεριφορά του συστήματος και να γίνει η κατάλληλη εξισορρόπηση των παροχών.

Ολική απώλεια πίεσης του συστήματος ορίζεται ως η ολική απώλεια πίεσης διαμέσου της διαδρομής αεραγωγών η οποία έχει τις μεγαλύτερες απώλειες πίεσης. Αυτή η διαδρομή είναι συνήθως αυτή που έχει το μεγαλύτερο μήκος, αλλά μπορεί να είναι και μια μικρότερη διαδρομή που περιέχει ένα ασυνήθιστο αριθμό εξαρτημάτων με μεγάλες απώλειες πίεσης. Είναι ευκολότερο να εργαστεί κανείς με απώλειες ολικής πίεσης παρά με απώλειες στατικής πίεσης όταν αναλύονται οι απώλειες πίεσης των αεραγωγών.

Για να βρούμε την ολική πίεση του συστήματος, προσθέτουμε τις απώλειες για κάθε τμήμα του ευθύγραμμου αεραγωγού και για κάθε εξάρτημα της διαδρομής που έχει επιλεγεί. Οι απώλειες πίεσης μέσω εξαρτημάτων (φίλτρα, ψυκτικό στοιχείο,, διαχύτες, συστολές κλπ) πρέπει να συμπεριλαμβάνονται.

Η διαδρομή με τη μεγαλύτερη απώλεια πίεσης στο δίκτυο **προσαγωγής** αέρα είναι η **A-B-Γ-1-2-3-4-5-6-7-στόμιο 8'**, καθώς καμία από τις μικρότερες διαδρομές δεν έχει ασυνήθιστες απώλειες πίεσης.

Η διαδρομή με τη μεγαλύτερη απώλεια πίεσης στο δίκτυο **απαγωγής** αέρα είναι η **Z-E-Δ-16-17-18-19-20-21-22-στόμιο 23'**, καθώς καμία από τις μικρότερες διαδρομές δεν έχει ασυνήθιστες απώλειες πίεσης.

7.2 ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ

Οι απώλειες πίεσης από τα ευθύγραμμα τμήματα και τα εξαρτήματα στο δίκτυο προσαγωγής για τη διαδρομή **A-B-Γ-1-2-3-4-5-6-7-στόμιο 8'** είναι:

∅ Πτώση πίεσης στα ευθύγραμμα τμήματα: 4,21 mm ΣΝ, όπως προκύπτει από τον Πίν. 7.1.

Πίνακας 7.1: Απώλειες πίεσης στα ευθύγραμμα τμήματα

Τμήμα Αγωγού	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΓΩΝ mm ΥΣ
A-B	0,48
B-Γ	0,07
1-2	0,46
2-3	1,39
3-4	0,45
4-5	0,49
5-6	0,30
6-7	0,30
7-στόμιο 8'	0,27
Σύνολο:	4,21

∅ Πτώση πίεσης από τα εξαρτήματα: 14,28 mm ΣΝ, όπως προκύπτει από τον Πίν. 5.5 (σελ. 141).

∅ Πτώση πίεσης στο στόμιο 8': 1,30 mm ΣΝ, όπως προκύπτει από τον Πίν. 6.1 (σελ. 145).

Οι τιμές στα επιμέρους τμήματα της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας λαμβάνονται κατά προσέγγιση:

- ∅ Κιβώτιο μίξης αέρα: 2 mm ΣΝ
- ∅ Φίλτρα: 18 mm ΣΝ
- ∅ Προθερμαντικό στοιχείο: 8 mm ΣΝ
- ∅ Ψυκτικό στοιχείο: 12 mm ΣΝ
- ∅ Υγραντής: 5 mm ΣΝ
- ∅ Μεταθερμαντικό στοιχείο: 5 mm ΣΝ

Το μανομετρικό του ανεμιστήρα προσαγωγής υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Delta P_{ANEM.} = 4,21 + 14,28 + 1,3 + 2 + 18 + 8 + 12 + 5 + 5 = 69,79 \text{ mm } \Sigma N \quad (7.1)$$

ή $\Delta P_{ANEM.} = 684,6 \text{ Pa}$

Επομένως, ο κατάλληλος **ανεμιστήρας** για το σύστημα **προσαγωγής αέρα** πρέπει να έχει απαιτούμενο **μανομετρικό 684,6 Pa**.

7.3 ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ

Οι απώλειες πίεσης από τα ευθύγραμμα τμήματα και τα εξαρτήματα στο δίκτυο απαγωγής για τη διαδρομή **Z-E-Δ-16-17-18-19-20-21-22-στόμιο 23'** είναι:

- ∅ Πτώση πίεσης στα ευθύγραμμα τμήματα: 4,89 mm ΣN, όπως προκύπτει από τον Πίν. 7.2.

Πίνακας 7.2: Απώλειες πίεσης στα ευθύγραμμα τμήματα

Τμήμα Αγωγού	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΓΩΝ mm ΥΣ
E-B	0,35
Z-E	0,56
E-Δ	0,15
16-17	0,73
17-18	1,18
18-19	0,46
19-20	0,51
20-21	0,54
21-22	0,20
22-στόμιο 23'	0,21
Σύνολο:	4,89

- ∅ Πτώση πίεσης από τα εξαρτήματα: 22,73 mm ΣN, όπως προκύπτει από τον Πίν. 5.6 (σελ. 142).

- ∅ Πτώση πίεσης στο στόμιο 23': 0,80 mm ΣN, όπως προκύπτει από τον Πίν. 6.2 (σελ. 146).

Το μανομετρικό του ανεμιστήρα υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Delta P_{ANEM.} = 4,89 + 22,73 + 0,80 = 28,42 \text{ mm } \Sigma N \quad (7.2)$$

ή

$$\Delta P_{ANEM.} = 278,8 \text{ Pa}$$

Επομένως, ο κατάλληλος **ανεμιστήρας** για το σύστημα **απαγωγής αέρα** πρέπει να έχει απαιτούμενο μανομετρικό **278,8 Pa**.

7.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΣΧΥΟΣ ΤΩΝ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ

Η ισχύς του ανεμιστήρα υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$N_{ANEM} = \dot{V} \times \frac{\Delta P}{\eta} \quad (7.3)$$

όπου:

N_{ANEM} : Η ισχύς του ανεμιστήρα, σε (KW)

\dot{V} : Η παροχή του αέρα, σε m^3/s

ΔP : Η ολική πτώση πίεσης, σε (Pa)

η : Ο βαθμός απόδοσης, συνήθως $\eta=0,6$

Η απαιτούμενη ισχύ για τον ανεμιστήρα **προσαγωγής** σύμφωνα με την εξ. (7.3) είναι ίση με:

$$N_{ANEM} = 10,28 \text{ m}^3/s \times \frac{684,6 \text{ Pa}}{0,6} = 11.729 \text{ W} \text{ ή } 11,7 \text{ KW}$$

Η απαιτούμενη ισχύ για τον ανεμιστήρα **απαγωγής** σύμφωνα με την εξ. (7.3) είναι ίση με:

$$N_{ANEM} = 9,76 \text{ m}^3/s \times \frac{278,8 \text{ Pa}}{0,6} = 4.535 \text{ W} \text{ ή } 4,54 \text{ KW}$$

Σημείωση: Η παροχή του αέρα προσαγωγής $37.000 \text{ m}^3/h$ είναι ίση με $10,28 \text{ m}^3/s$ και η ποσότητα του αέρα επιστροφής $35.150 \text{ m}^3/h$ είναι ίση με $9,76 \text{ m}^3/s$.

8. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΙΝΟΥ ΚΑΙ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

8.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Η ισχύς του προθερμαντικού στοιχείου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q_{\text{προθ}} = 0,29 \times \dot{V}_{\text{προσ}} \times \Delta T \quad (8.1)$$

όπου:

$Q_{\text{προθ}}$: Η ισχύς του προθερμαντικού στοιχείου, σε $kcal/h$.

$\dot{V}_{\text{προσ}}$: Όγκος του προσαγόμενου αέρα στο χώρο σε m^3/h .

0,29: Πυκνότητα επί την ειδική θερμότητα του αέρα ($1,2 \times 0,24$).

ΔT : $T_2 - T_M$, η διαφορά θερμοκρασίας στην έξοδο του προθερμαντικού στοιχείου με την θερμοκρασία στην είσοδο του προθερμαντικού στοιχείου (από τον ψυχομετρικό χάρτη Σχ. 4.3).

$$Q_{\text{προθ}} = 0,29 \times 37.000 \text{ m}^3/h \times (13,3 - 8,4)^\circ\text{C} = 52.577 \text{ kcal/h}$$

Προσαυξάνουμε την ευρεθείσα τιμή κατά 10% :

$$Q_{\text{προθ}} = 52.577 \text{ kcal/h} \times 1,10 = 57.835 \text{ kcal/h}$$

8.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Η ισχύς του μεταθερμαντικού στοιχείου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q_{\text{μεταθ}} = 0,29 \times \dot{V}_{\text{προσ}} \times \Delta T \quad (8.2)$$

όπου:

$Q_{\text{μεταθ}}$: Η ισχύς του μεταθερμαντικού στοιχείου, σε $kcal/h$.

$\dot{V}_{\text{προσ}}$: Όγκος του προσαγόμενου αέρα στο χώρο σε m^3/h .

0,29: Πυκνότητα επί την ειδική θερμότητα του αέρα ($1,2 \times 0,24$)

ΔT : $T_5 - T_3$, η διαφορά θερμοκρασίας στην έξοδο του μεταθερμαντικού στοιχείου με την θερμοκρασία στην είσοδο του μεταθερμαντικού στοιχείου (από τον ψυχομετρικό χάρτη Σχ. 4.3).

$$Q_{\text{μεταθ}} = 0,29 \times 37.000 \text{ m}^3/h \times (22,6 - 9,0)^\circ\text{C} = 145.928 \text{ kcal/h}$$

Προσαυξάνουμε την ευρεθείσα τιμή κατά 10% :

$$Q_{\text{μεταθ}} = 145.928 \text{ kcal/h} \times 1,10 = 160.521 \text{ kcal/h}$$

8.3 ΙΣΧΥΣ ΛΕΒΗΤΑ

Ο λέβητας είναι η ψυχή του συστήματος θερμάνσεως και είναι τοποθετημένος στο υπόγειο της οικοδομής.

Οι λέβητες διακρίνονται ως προς το υλικό κατασκευής τους σε:

- Χυτοσιδηρούς και
- Χαλύβδινους ολόσωμους ή πολυμερείς.

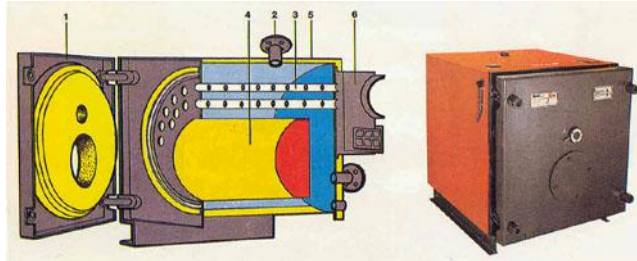
Η ισχύς του λέβητα υπολογίζεται από το άθροισμα του προθερμαντικού και μεταθερμαντικού στοιχείου με μια προσαύξηση ασφαλείας 30%:

$$Q_{\text{λεβ}} = 1,3 \times (Q_{\text{προθ}} + Q_{\text{μεταθ}}) \quad (8.3)$$

Αντικαθιστούμε την εξ. 8.3 και βρίσκουμε:

$$Q_{\lambda\epsilon\beta} = 1,3 \times (57.835 \text{ kcal/h} + 160.521 \text{ kcal/h}) = 283.863 \text{ kcal/h}$$

Επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη ισχύ λέβητα του εμπορίου:
 $Q_{\lambda\epsilon\beta} = 313.000 \text{ kcal/h}$. (HOVAL, Τύπος: SR 325)



Σχήμα 8.1: Λέβητας Hoval SR 325

8.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΛΕΒΗΤΑ

Θερμαινόμενη επιφάνεια ενός λέβητα είναι το σύνολο των μεταλλικών μερών αυτού που έρχονται σε άμεση επαφή με τις φλόγες και μετράται σε m^2 .

Η θερμαινόμενη επιφάνεια λέβητα υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$F = \frac{Q_{\lambda\epsilon\beta}}{8.000} = \frac{313.000 \text{ kcal/h}}{8.000 \text{ kcal/h } M^2} = 39,125 \text{ m}^2 \quad (8.4)$$

8.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΥΣΤΗΡΑ

Ο καυστήρας είναι το τμήμα αυτό του συγκροτήματος θερμάνσεως, με το οποίο πραγματοποιείται η καύση του καυσίμου.

Για να καθορίσουμε το μέγεθος του καυστήρα, θα πρέπει να έχουμε την ισχύ του λέβητα σε $kcal/h$ και τη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου που θα χρησιμοποιηθεί.

Θερμογόνος δύναμη ενός καυσίμου, είναι το ποσό της θερμότητας που αποδесμεύεται από την καύση ενός (Kg) από το καύσιμο αυτό. Μετράται σε *kcal/kg*.

Η θερμογόνος δύναμη του DIESEL, που είναι το κατ' εξοχήν καύσιμο των συστημάτων θερμάνσεως, είναι 10.000 *kcal/kg*. Η αποδιδόμενη όμως θερμογόνος δύναμη είναι 8.000 *kcal/kg* εάν λάβουμε βαθμό αποδόσεως λέβητα περίπου 80%. Για τον υπολογισμό του καυστήρα λαβαίνουμε υπόψη πάντα την αποδιδόμενη θερμογόνο δύναμη.

Η ικανότητα καύσεως ή η παροχή που πρέπει να έχει ο καυστήρας μιας εγκαταστάσεως δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$G = \frac{Q_{λεβ}}{8.000} = \frac{315.000 \text{ kcal/h}}{8.000 \text{ kcal/kg}} = 39,125 \text{ Kg/h} \quad (8.5)$$

Επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη παροχή καυστήρα από το εμπόριο: $G = 45,5 \text{ Kg/h}$. (Bentone, τύπος: BEO 40AL 8,5-45,5 *Kg/h*, Διβάθμιος)



Σχήμα 8.2: Καυστήρας πετρελαίου Bentone BEO 40AL

8.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΥ

Σκοπός της καπνοδόχου είναι αφ' ενός μεν η δημιουργία φυσικού ελκυσμού, αφ' ετέρου δε η τέλεια απαγωγή των καυσαερίων που δημιουργούνται από την καύση του πετρελαίου στον λέβητα.

Η διατομή που πρέπει να έχει η καπνοδόχος μιας εγκατάστασης εξαρτάται:

- Από το βάρος των καυσαερίων σε (Kg/h) που πρέπει να φύγουν προς την ατμόσφαιρα.
- Από το ύψος της καπνοδόχου σε (m).

Το βάρος των καυσαερίων βρίσκεται από την ακόλουθη σχέση:

$$R_h = 3,2 \cdot \frac{Q_{\lambda\epsilon\beta}}{1000} = 3,2 \cdot \frac{313.000 \text{ kcal/h}}{1000} = 1.001,6 \text{ Kg/h} \quad (8.6)$$

Η ακόλουθη σχέση μας δίνει την απαιτούμενη διατομή της καπνοδόχου σε m²:

$$S = \frac{R_h}{n \cdot \sqrt{h}} = \frac{1.001,6 \text{ Kg/h}}{1.561 \cdot \sqrt{15}} = 0,16 \text{ m}^2 \quad (8.7)$$

όπου:

S: Η ζητούμενη διατομή σε (m²).

R_h: Το βάρος των καυσαερίων σε Kg/h.

n: Συντελεστής μορφής της καπνοδόχου, από τον Πίν. 8.1.

h: Το ύψος της καπνοδόχου, 15 m.

Πίνακας 8.1: Συντελεστής μορφής της καπνοδόχου

Διαστάσεις καπνοδόχου				Ύψος καπνοδόχου (m)							
				10		12		15		20	
τυποποιη- μένες δια- στάσεις εμπορίου.	Ορθογων. (ακβ)	κυκλική (d σε cm)	Διατομή (S σε m ²)	Ισχύς λέβητά	Συντελ. n	Ισχύς λέβητος	Συντελ. n	Ισχύς λέβητα	Συντελ. n	Ισχύς λέβητα	Συντελ. n
20x20	20x20	23	0,040	50.000	1300	50.000	1200	55.000	1100		
20x30	20x27	26	0,054	70.000	1400	75.000	1300	80.000	1250	90.000	1200
30x30	27x27	30	0,073	110.000	1500	115.000	1450	125.000	1400	140.000	1350
30x40	27x40	37	0,108	165.000	1550	180.000	1500	190.000	1450	210.000	1400
40x40	40x40	45	0,160	250.000	1600	280.000	1600	300.000	1550	320.000	1500
40 50	40x53	52	0,272			400.000	1700	420.000	1650	470.000	1600
50 60	53x53	60	0,280					600.000			

Σημείωση: Ο υπολογισμός του συντελεστή n γίνεται με γραμμική παρεμβολή, με βάση τον Πίν. 8.1:

$$y_2 = \frac{(X_2 - X_1) \times (Y_3 - Y_1)}{(X_3 - X_1)} + Y_1 = \frac{(313.000 - 300.000) \times (1.650 - 1.550)}{(420.000 - 300.000)} + 1.550 = 1.561$$

Οπότε η **διατομή** της καπνοδόχου θα είναι: **$S = 0,16 \text{ m}^2$** . Με **διαστάσεις** ($\sqrt{0.16} = 0,40$) **$40 \times 40 \text{ cm}$** .

8.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (ΔΔ) - ΛΕΒΗΤΑ

Το ασφαλιστικό σύστημα μιας εγκαταστάσεως θερμάνσεως περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά εξαρτήματα:

- Το δοχείο διαστολής (ΔΔ).
- Το σωλήνα ασφαλείας (S_V)
- Το σωλήνα συμπληρώσεως ή επιστροφής (S_R)

Το δοχείο διαστολής είναι ο χώρος στον οποίο διαστέλλεται ελεύθερα το νερό της εγκαταστάσεως όταν υπερθερμανθεί και ο όγκος του μεγαλώνει πολύ. Η στάθμη του νερού στο δοχείο διαστολής παραμένει σταθερή με τη βοήθεια ενός συστήματος πλωτήρος.

Το μέγεθος (χωρητικότητα) του δοχείου διαστολής εξαρτάται από το ποσό του νερού που περιλαμβάνει η εγκατάσταση. Το ποσό του νερού όμως εξαρτάται και από την ισχύ της εγκαταστάσεως. Επομένως, αντί να υπολογίσουμε την χωρητικότητα του (ΔΔ) με βάση το ποσό του νερού της εγκαταστάσεως, μέθοδος που είναι εξαιρετικά δύσκολη, υπολογίζουμε το (ΔΔ) με ικανοποιητική προσέγγιση με βάση την ισχύ του λέβητα από την σχέση:

$$V_{\Delta\Delta} = 0,0016 \times Q_{\lambda\epsilon\beta} = 0,0016 \times 313.000 \text{ kcal/h} = 501 \text{ lt} \quad (8.8)$$

όπου:

V : Η χωρητικότητα του δοχείου διαστολής σε lt

$Q_{\lambda\epsilon\beta}$: Ισχύς του λέβητα σε $kcal/h$

Πίνακας 8.2: Ελάχιστες επιτρεπόμενες τιμές των S_V και S_R

Ισχύς Λέβητα (Kcal/h)	Σωλ. ασφαλείας (S_V)	Σωλ. πλήρωσεως (S_R)
Μέχρι 70.000	1"	3/4"
Από 70.000...150.000	1 1/4"	1"
150.000...300.000	1 1/2"	1 1/4"
300.000...600.000	2"	1 1/2"
600.000...1000.000	60mm	50mm

Από τον Πίν. 8.2 προκύπτουν:

- i. Η ελάχιστη επιτρεπόμενη διάμετρος του σωλήνα ασφαλείας S_v είναι 2".
- ii. Η ελάχιστη επιτρεπόμενη διάμετρος του σωλήνα συμπληρώσεως S_R είναι 1 1/2".

Το δοχείο διαστολής είναι **ανοικτού τύπου** και θα τοποθετηθεί μέσα στο λεβητοστάσιο και έτσι αποκλείεται η περίπτωση παγώματος κατά τις ψυχρές μέρες του χειμώνα.

Αν επιλεγεί δοχείο διαστολής κλειστού τύπου, επιλέγεται με βάση τις θερμίδες (για τη μελέτη μας 313.000 kcal/h) από κατάλληλους πίνακες. Μπορεί να επιλεγεί **κλειστό δοχείο διαστολής** χωρητικότητας **107,1 lt** (τύπος N 250/6 της εταιρείας REFLEX).

8.8 Η ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η χωρητικότητα της δεξαμενής πετρελαίου εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Από την ισχύ της εγκατάστασης (*kcal/h*).
- Από τη θερμογόνο δύναμη του χρησιμοποιούμενου καυσίμου (*kcal/kg*).
- Από το συντελεστή ημερήσιας χρησιμοποίησης (ώρες λειτουργίας/24ώρο).
- Από τον γενικό βαθμό αποδόσεως της εγκατάστασης.

Η δεξαμενή θα τοποθετηθεί σε ειδικό χώρο στο υπόγειο της οικοδομής, πλησίον στο λέβητα. Μεταξύ λέβητα και δεξαμενής θα τοποθετηθεί τοίχος από τούβλα.

8.8.1 Η ειδική κατανάλωση καυσίμου εγκατάστασης

Η ειδική κατανάλωση καυσίμου μιας εγκατάστασης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$B_o = \frac{Z}{\Delta t_{max} \times H_u \times n} \quad (8.9)$$

όπου:

Z: Ο συντελεστής ημερήσιας λειτουργίας της εγκατάστασης. Από Πίν. 8.3
Z=15.

Δt_{\max} : Η μέγιστη πιθανή θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ ενδεικτικής επιθυμητής θερμοκρασίας χώρου και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος (σε °C). $\Delta t_{\max} = 20 - (-1) = 21$ °C.

H_u : Η κατώτερα θερμογόνος δύναμη του καυσίμου, 8.000 kcal/kg.

n : Ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης, σε συνήθεις υπολογισμούς $n = 0,6$.

Από την εξ. (8.9) η ειδική κατανάλωση καυσίμου της εγκατάστασης ισούται με:

$$B_o = \frac{15}{21 \times 8.000 \times 0.6} = 14,88 \cdot 10^{-5}$$

Πίνακας 8.3: Ενδεικτικές τιμές του συντελεστή ημερήσιας λειτουργίας Z

ΕΙΔΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	Z
Μέση Πολυκατοικία ή Μονοκατοικία ή σχολείο	8 - 12
Τράπεζες, Εμπορικά Καταστήματα	10 - 15
Νοσοκομεία, Ξενοδοχεία	24

8.8.2 Πιθανή ετήσια κατανάλωση πετρελαίου

Η πιθανή ετήσια κατανάλωση πετρελαίου προκύπτει από τη σχέση:

$$B = B_o \cdot H_\theta \cdot Q = 14,88 \cdot 10^{-5} \cdot 1000 \cdot 198.505 = 29.538 \text{ Kg/έτος} \quad (8.10)$$

όπου:

B_o : Η ειδική κατανάλωση πετρελαίου (Kg/h)

H_θ : Ο πιθανός συνολικός αριθμός ωρών, σε ετήσια βάση, που προβλέπεται να λειτουργεί η θέρμανση (1000h).

Q : $Q_{\text{προθ}} + Q_{\text{μεταθ}}$, χωρίς τις προσαυξήσεις. 198.505 kcal/h.

Η απαιτούμενη κατανάλωση πετρελαίου για 25 μέρες είναι:

$$B_{\text{απαιτ}} = 29.538 \cdot \frac{25}{130} = 5.860 \text{ Kg} \text{ ή } B_{\text{απαιτ}} = \frac{5.860 \text{ Kg}}{0.87 \text{ Kg/lit}} = 6.529 \text{ lt} \quad (8.11)$$

όπου:

$$\rho_{\text{πετρ}} = 0,87 \text{ Kg/lit}$$

Σημείωση: Οι παραπάνω υπολογισμοί έγιναν με την παραδοχή ότι η εγκατάσταση θερμάνσεως θα λειτουργεί 130 ημέρες το χρόνο (για ολόκληρη τη χειμερινή περίοδο) και η δεξαμενή θα πρέπει να γεμίζει κάθε 25 μέρες.

8.8.3 Υπολογισμός διαστάσεων δεξαμενής

Επιλέγουμε δεξαμενή με όγκο μεγαλύτερο κατά 25% από τον απαιτούμενο:

$$V_{\text{δεξ}} = B_{\text{απαιτ}} \times 1,25 = 6.529 \times 1,25 = 8.161 \text{ lt} \quad (8.12)$$

Επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη δεξαμενή του εμπορίου (από την εταιρία Volos Industrial Plastics), με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ø Χωρητικότητα: **8.500 lt**
- Ø Διαστάσεις: **Κάθετη Κυλινδρική, διάμετρο 2.60 m και ύψος 1,90 m.**

8.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Η ισχύς του ψυκτικού στοιχείου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q_{\psi,\Sigma} = 1,2 \times \dot{V}_{\text{προσ}} \times \Delta h_{M-3} \quad (8.13)$$

όπου:

$Q_{\psi,\Sigma}$: Η ισχύς του ψυκτικού στοιχείου, σε $kcal/h$.

$\dot{V}_{\text{προσ}}$: Όγκος του προσαγόμενου αέρα στο χώρο σε m^3/h .

Δh : $h_M - h_3$, η διαφορά ενθαλπίας μεταξύ εισόδου και εξόδου του αέρα στο ψυκτικό στοιχείο (Kj/Kg) (από τον ψυχομετρικό χάρτη Σχ. 4.4). $\Delta h_{M-3} = h_M - h_3 = (64,5 - 37,5) Kj/Kg = 27 Kj/Kg$.

Αντικαθιστώντας τις τιμές την εξ. (8.13), η ισχύς του ψυκτικού στοιχείου είναι ίση με:

$$Q_{\psi,\Sigma} = 1,2 \times 37.000 m^3/h \times 6,4 Kcal/Kg = 284.160 kcal/h$$

Προσαυξάνουμε την ευρεθείσα τιμή κατά 10%:

$$Q_{\psi,\Sigma} = 284.160 kcal/h \times 1,10 = 312.576 kcal/h \text{ ή } 363,2 KW$$

$$\text{Σημείωση: } 1 kcal = 4,1868 KJ, \Delta h_{M-3} = \frac{27Kj/Kg}{4,1868 Kj/h} = 6,4 Kcal/Kg$$

8.10 ΙΣΧΥΣ ΨΥΚΤΗ

Ο ψύκτης νερού (Chiller), είναι ένα πλήρες ψυκτικό συγκρότημα το οποίο περιλαμβάνει όλα τα βασικά εξαρτήματα μια ψυκτικής μηχανής. Σκοπός του είναι να ψύχει το ψυκτικό ενδιάμεσο (νερό), το οποίο εν συνεχεία κυκλοφορεί στο ψυκτικό στοιχείο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας και ψύχει με τη σειρά του τον αέρα που θα σταλεί στον κλιματιζόμενο χώρο.

Η ισχύς του ψύκτη προκύπτει από την ισχύ του ψυκτικού στοιχείου με μια προσαύξηση ασφαλείας 20% :

$$Q_{\psi\acute{\upsilon}\kappa\tau\eta} = 1,20 \times 312.576 kcal/h = 375.091 kcal/h \text{ ή } 435,9 KW$$

Επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη ισχύ ψύκτη του εμπορίου:

$$Q_{\psi\acute{\upsilon}\kappa\tau\eta} = 385.624 kcal/h \text{ ή } 448,4 KW. \text{ (INTERKLIMA, model: LPCA-125).}$$



Σχήμα 8.3: Ψύκτης αέρα/νερού Interklima.

8.11 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΑΡΟΧΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ

Ο υπολογισμός της απαιτούμενης παροχής των κυκλοφορητών δίνεται από τους παρακάτω τύπους:

∅ Παροχή προθερμαντικού στοιχείου, κύκλωμα Λέβητα-ΚΚΜ:

$$q_{\text{προθ}} = \frac{Q_{\text{προθ}}}{\Delta T} = \frac{57.835 \text{ kcal/h}}{15^\circ\text{C}} = 3.856 \text{ lt/h} \quad (8.14)$$

όπου:

$q_{\text{προθ}}$: Η απαιτούμενη παροχή νερού στο προθερμαντικό στοιχείο, σε *lt/h*.

$Q_{\text{προθ}}$: Ισχύς προθερμαντικού, *57.835 kcal/h*.

ΔT : 15 °C, η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού από το προθερμαντικό στοιχείο.

∅ Παροχή μεταθερμαντικού στοιχείου, κύκλωμα Λέβητα-ΚΚΜ:

$$q_{\text{μεταθ}} = \frac{Q_{\text{μεταθ}}}{\Delta T} = \frac{160.521 \text{ kcal/h}}{15^\circ\text{C}} = 10.701 \text{ lt/h} \quad (8.15)$$

όπου:

$q_{\text{μεταθ}}$: Η απαιτούμενη παροχή νερού στο μεταθερμαντικό στοιχείο, σε lt/h .

$Q_{\text{μεταθ}}$: Ισχύς μεταθερμαντικού, **160.521 kcal/h**.

ΔT : 15 °C, η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού από το μεταθερμαντικό στοιχείο.

∅ Παροχή στο κύκλωμα Λέβητα-Συλλέκτες:

$$q_{\Lambda-\Sigma} = q_{\text{προθ}} + q_{\text{μεταθ}} = 3.856 + 10.701 = 14.557 \text{ lt/h} \quad (8.16)$$

∅ Παροχή ψυκτικού στοιχείου, κύκλωμα Ψύκτη-ΚΚΜ:

$$q_{\Psi,\Sigma} = \frac{Q_{\Psi,\Sigma}}{\Delta T} = \frac{312.576 \text{ kcal/h}}{5 \text{ }^\circ\text{C}} = 62.515 \text{ lt/h} \quad (8.17)$$

όπου:

$q_{\Psi,\Sigma}$: Η απαιτούμενη παροχή νερού στο ψυκτικό στοιχείο, σε lt/h .

$Q_{\Psi,\Sigma}$: Ισχύς ψυκτικού στοιχείου, **312.576 kcal/h**.

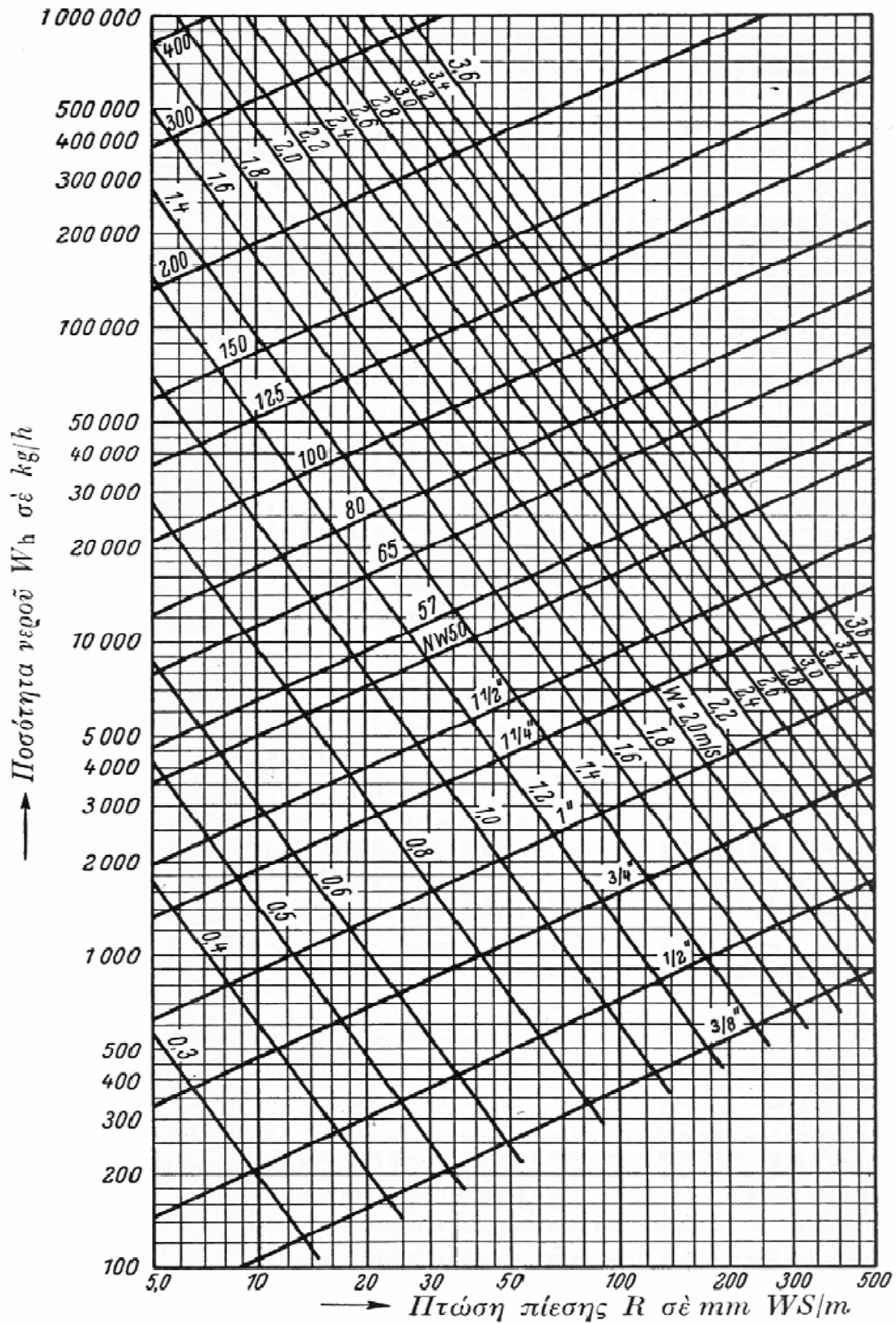
ΔT : 5 °C, η διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού από τον ψύκτη (Interklima).

Από το διάγραμμα του Σχ. 8.4, επιλέγουμε σωλήνα κάθε κυκλώματος με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Συλλέκτες - Προθερμαντικό Στοιχείο:

Πίνακας 8.4: Χαρακτηριστικά σωλήνα

Διάμετρος d	Ταχύτητα w (m/s)	Πτώση πίεσης R (mm ΣN/m)
NW50	0,6	9



Σχήμα 8.4: Διάγραμμα υπολογισμού των τριβών ροής σε ευθύγραμμο τυπικό χαλυβδосωλήνα(εξαναγκασμένης κυκλοφορίας).

- Συλλέκτες - Μεταθερμαντικό Στοιχείο:

Πίνακας 8.5: Χαρακτηριστικά σωλήνα

Διάμετρος d	Ταχύτητα w (m/s)	Πτώση πίεσης R (mm ΣN/m)
NW80	0,9	10

- Λέβητα - Συλλέκτες:

Πίνακας 8.6: Χαρακτηριστικά σωλήνα

Διάμετρος d	Ταχύτητα w (m/s)	Πτώση πίεσης R (mm ΣN/m)
NW80	0,9	9

- Ψύκτη - Ψυκτικό Στοιχείο:

Πίνακας 8.7: Χαρακτηριστικά σωλήνα

Διάμετρος d	Ταχύτητα w (m/s)	Πτώση πίεσης R (mm ΣN/m)
NW125	1,4	13

8.12 ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΤΑ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΑ ΤΜΗΜΑΤΑ

∅ Συλλέκτες - Προθερμαντικό (προσαγωγή - επιστροφή), κύκλωμα Λέβητα-ΚΚΜ.

$$\Delta P_{\Sigma-II} = R \cdot L = 9 \text{ mm } \Sigma N/m \cdot 25,4 \text{ m} = 229 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.18)$$

∅ Συλλέκτες - Μεταθερμαντικό (προσαγωγή-επιστροφή), κύκλωμα Λέβητα-ΚΚΜ.

$$\Delta P_{\Sigma-M} = R \cdot L = 10 \text{ mm } \Sigma N/m \cdot 37,4 \text{ m} = 374 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.19)$$

Ø Λέβητας - Συλλέκτες (προσαγωγή - επιστροφή), κύκλωμα Λέβητα-ΚΚΜ.

$$\Delta P_{\Lambda-\Sigma} = R \cdot L = 9 \text{ mm } \Sigma N/m \cdot 16,1 \text{ m} = 145 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.20)$$

Ø Ψύκτης - Ψυκτικό Στοιχείο (προσαγωγή - επιστροφή), κύκλωμα Ψύκτη - ΚΚΜ.

$$\Delta P_{\Psi-\Psi\Sigma} = R \cdot L = 13 \text{ mm } \Sigma N/m \cdot 38,9 \text{ m} = 506 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.21)$$

8.13 ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΑΠΟ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Για να βρούμε την ολική τιμή των αντιστάσεων τριβής (απώλειες τριβής), που θα αποτελέσει και την βάση επιλογής της αντλίας κυκλοφορίας του νερού (του κυκλοφορητή), θα πρέπει να υπολογίσουμε, εκτός των απωλειών στις σωληνώσεις και απώλειες τριβών στα διάφορα εξαρτήματα του δικτύου, όπως βάνες, γωνίες, βαλβίδες κλπ., εξαρτήματα που συναντά το νερό κατά την κυκλοφορία του σ' ολόκληρο το δίκτυο.

Πίνακας 8.8: Πτώση πιέσεως (Z σε mm ΣΝ) που οφείλεται σε τοπικές αντιστάσεις

Ταχύτητα ροής m/s	Τιμές του Z για Σζ														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,015	0,01	0,02	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0,02	0,02	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
0,025	0,05	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
0,03	0,05	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
0,04	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2
0,05	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9
0,06	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7
0,07	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,4	3,7
0,08	0,3	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,1	4,5	4,8
0,09	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,7	6,1
0,10	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
0,12	0,7	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2	10,0	10,7
0,14	1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,7	11,6	12,6	13,6	14,6
0,16	1,3	2,6	3,8	5,1	6,4	7,7	8,8	10,1	11,4	12,7	13,9	15,2	16,5	17,8	19,0
0,18	1,6	3,2	4,8	6,5	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,1	17,7	19,3	21,0	22,5	24,0
0,20	2,0	4,0	6,0	8,0	9,9	11,9	13,9	15,8	17,8	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0
0,22	2,4	4,8	7,2	9,5	12,0	14,4	16,8	19,2	21,4	24,0	26,5	29,0	31,5	34,0	36,0
0,24	2,9	5,7	8,5	11,4	14,3	17,1	20,0	23,0	26,0	28,5	31,5	34,5	37,5	40,0	43,0
0,26	3,4	6,7	10,0	13,4	16,7	20,0	23,5	27,0	30,5	33,5	37	40	44	47	51
0,28	3,9	7,8	11,6	15,5	19,4	23,5	27,5	31,5	35,0	39	43	47	51	55	59
0,30	4,5	8,9	13,4	17,8	22,5	27,0	31,5	36,0	40,5	45	49	54	58	63	67
0,35	6,1	12,1	18,2	24,5	30,7	37,2	42,7	49	55	62	67	74	79	85	102
0,40	8,0	15,9	24,0	32,0	40,0	48	56	64	72	80	87	95	103	111	119
0,45	9,9	20,1	30,2	40,2	50,5	60	71	80	90	100	110	120	131	141	151
0,5	12,4	25,0	37,5	50	62	75	86	99	111	124	136	149	161	173	186
0,6	17,8	36,0	54	72	89	107	125	143	161	178	196	215	235	250	270
0,7	24,5	49	73	97	121	145	169	195	220	245	270	295	320	340	365
0,8	32,0	64	95	127	159	191	225	255	285	320	350	385	410	450	480
0,9	40,5	81	121	161	200	240	285	325	365	400	440	480	530	570	610
1,0	50	99	149	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
1,2	72	143	215	285	360	430	500	570	650	720	790	850	920	1000	1070
1,4	97	195	295	390	490	590	680	780	870	970	1060	1160	1260	1360	1460
1,6	127	255	385	510	640	770	880	1010	1140	1270	1390	1520	1650	1780	1900

8.13.1 Πτώση πίεσης από εξαρτήματα στο τμήμα Συλλέκτες - Προθερμαντικό

Στον Πίν. 8.9 αναγράφονται οι τιμές (ζ) των εξαρτημάτων που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα συλλεκτών με το προθερμαντικό στοιχείο της ΚΚΜ (ΣΧΕΔΙΟ 4).

Πίνακας 8.9: Τιμές του συντελεστή τοπικής αντιστάσεως (ζ)

Τεμάχιο	Αριθμός Τεμαχίων	(ζ)	Άθροισμα (ζ)
Βάνα ($d = 1\ 1/2''$)	4	0,5	2,0
Κυκλοφορητής	1	2,5	2,5
Γωνία ($d = 1\ 1/2''$)	4	1	4,0
		Σζ:	8,5

Από τον Πίν. 8.8 για ταχύτητα $w=0,6$ m/s και $z=8,5$ προκύπτει πτώση πίεση των παραπάνω εξαρτημάτων $Z = 152$ mm ΣΝ.

Επίσης στο κύκλωμα συλλεκτών με το προθερμαντικό στοιχείο έχουμε κατά προσέγγιση πτώση πίεσης από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- i. Τρίοδη βαλβίδα: $Z = 500$ mm ΣΝ
- ii. Αντεπίστροφη βαλβίδα: $Z = 100$ mm ΣΝ
- iii. Προθερμαντικό στοιχείο: $Z = 1800$ mm ΣΝ

Η πτώση πίεσης στο κύκλωμα Συλλεκτών - Προθερμαντικού στοιχείου είναι ίση με:

$$\Delta P_{\Sigma-\Pi} = 152 + 500 + 100 + 1.800 + 229 = 2.781 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.22)$$

8.13.2 Πτώση πίεσης από εξαρτήματα στο τμήμα Συλλέκτες - Μεταθερμαντικό

Στον Πίν. 8.10 αναγράφονται οι τιμές (ζ) των εξαρτημάτων που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα συλλεκτών με το μεταθερμαντικό στοιχείο της ΚΚΜ (ΣΧΕΔΙΟ 4).

Πίνακας 8.10: Τιμές του συντελεστή τοπικής αντιστάσεως (ζ)

Τεμάχιο	Αριθμός Τεμαχίων	(ζ)	Άθροισμα (ζ)
Βάνα ($d = 57 \text{ mm}$)	4	0,5	2,0
Κυκλοφορητής	1	2,5	2,5
Γωνία ($d = 57 \text{ mm}$)	4	1	4,0
		$\Sigma\zeta:$	8,5

Από τον Πίν. 8.8 για ταχύτητα $w=0,9 \text{ m/s}$ και $z=8,5$ προκύπτει πτώση πίεση των παραπάνω εξαρτημάτων $Z = 345 \text{ mm } \Sigma N$.

Επίσης στο κύκλωμα συλλεκτών με το μεταθερμαντικό στοιχείο έχουμε κατά προσέγγιση πτώση πίεσης από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- i. Τρίοδη βαλβίδα: $Z = 500 \text{ mm } \Sigma N$
- ii. Αντεπίστροφη βαλβίδα: $Z = 100 \text{ mm } \Sigma N$
- iii. Μεταθερμαντικό στοιχείο: $Z = 1500 \text{ mm } \Sigma N$

Η πτώση πίεσης στο κύκλωμα Συλλεκτών - Μεταθερμαντικού στοιχείου είναι ίση με:

$$\Delta P_{\Sigma-M} = 345 + 500 + 100 + 1500 + 374 = 2.819 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.23)$$

8.13.3 Πτώση πίεσης από εξαρτήματα στο τμήμα Λέβητα - Συλλέκτες

Στον Πίν. 8.11 αναγράφονται οι τιμές (ζ) των εξαρτημάτων που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα του λέβητα με τους συλλέκτες (ΣΧΕΔΙΟ 4).

Πίνακας 8.11: Τιμές του συντελεστή τοπικής αντιστάσεως (ζ)

Τεμάχιο	Αριθμός Τεμαχίων	(ζ)	Άθροισμα (ζ)
Λέβητας	1	2,5	2,5
Βάνα ($d = 80 \text{ mm}$)	2	0,5	1,0
Κυκλοφορητής	1	2,5	2,5
Γωνία ($d = 80 \text{ mm}$)	3	1	3,0
		$\Sigma\zeta:$	9,0

Από τον Πίν. 8.8 για ταχύτητα $w=0,9$ m/s και $z=9,0$ προκύπτει πτώση πίεση των παραπάνω εξαρτημάτων $Z = 365$ mm ΣΝ.

Επίσης στο κύκλωμα του λέβητα με τους συλλέκτες έχουμε κατά προσέγγιση πτώση πίεσης από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- i. Συλλέκτες: $Z = 100$ mm ΣΝ
- ii. Αντεπίστροφη βαλβίδα: $Z = 100$ mm ΣΝ

Η πτώση πίεσης στο κύκλωμα Λέβητα - Συλλεκτών είναι ίση με:

$$\Delta P_{\Lambda-\Sigma} = 365 + 100 + 100 + 145 = 710 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.24)$$

8.13.4 Πτώση πίεσης από εξαρτήματα στο τμήμα Ψύκτη - Ψυκτικού στοιχείου

Στον Πίν. 8.12 αναγράφονται οι τιμές (ζ) των εξαρτημάτων που παρεμβάλλονται στο κύκλωμα του ψύκτη με το ψυκτικό στοιχείο της ΚΚΜ (Σχέδιο 4).

Πίνακας 8.12: Τιμές του συντελεστή τοπικής αντιστάσεως (ζ)

Τεμάχιο	Αριθμός Τεμαχίων	(ζ)	Άθροισμα (ζ)
Βάνα ($d = 150$ mm)	5	0,5	2,5
Κυκλοφορητής	1	2,5	2,5
Γωνία ($d = 150$ mm)	4	1,0	4,0
		Σζ:	9,0

Από τον Πίν. 8.8 για ταχύτητα $w=1,4$ m/s και $z=9,0$ προκύπτει πτώση πίεση των παραπάνω εξαρτημάτων $Z = 870$ mm ΣΝ.

Επίσης στο κύκλωμα συλλεκτών με του ψύκτη με το ψυκτικό στοιχείο έχουμε κατά προσέγγιση πτώση πίεσης από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- i. Ψύκτης: $Z = 3.305$ mm ΣΝ, (interklima)
- ii. Ψυκτικό στοιχείο: $Z = 4.000$ mm ΣΝ
- iii. Τρίοδη βαλβίδα: $Z = 500$ mm ΣΝ

Η πτώση πίεσης στο κύκλωμα Ψύκτη - Ψυκτικού στοιχείου είναι ίση με:

$$\Delta P_{\Psi-\Psi\Sigma} = 870 + 3.305 + 4.000 + 500 + 506 = 9.181 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.25)$$

8.14 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ

Το μανομετρικό ύψος του κυκλοφορητή, δηλαδή οι τριβές και οι ειδικές αντιστάσεις που πρέπει συνολικά να υπερνικήσει ο κυκλοφορητής, για να εξασφαλίσει την κυκλοφορία του νερού γίνεται με μια προσαύξηση ασφαλείας 20% για τον κάθε κλάδο:

∅ Κύκλωμα ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ - ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ:

$$\Delta P_{\text{κυκλοφ}} = 1,2 \times 2.781 \text{ mm}\Sigma N = 3.337 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.26)$$

∅ Κύκλωμα ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ - ΜΕΤΑΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ:

$$\Delta P_{\text{κυκλοφ}} = 1,2 \times 2.819 \text{ mm}\Sigma N = 3.383 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.27)$$

∅ Κύκλωμα ΛΕΒΗΤΑ - ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ:

$$\Delta P_{\text{κυκλοφ}} = 1,2 \times 710 \text{ mm}\Sigma N = 852 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.28)$$

∅ Κύκλωμα ΨΥΚΤΗ - ΨΥΚΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ:

$$\Delta P_{\text{κυκλοφ}} = 1,2 \times 9.181 \text{ mm}\Sigma N = 11.017 \text{ mm } \Sigma N \quad (8.29)$$

8.15 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΨΥΚΤΗ

Κατά τη λειτουργία του συμπιεστή απαιτείται μια ελάχιστη ποσότητα νερού στο δίκτυο, για την αποφυγή συχνών διακοπών και εκκινήσεων της εγκατάστασης. Με την τοποθέτηση ενός βοηθητικού δοχείου που ονομάζεται δοχείο αδρανείας εξασφαλίζεται η επιθυμητή ποσότητα νερού στο δίκτυο.

Ο όγκος του νερού στο δίκτυο σωληνώσεων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\dot{V}_{\text{σωλην}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 0,125^2 m^2}{4} \cdot 38,9 \text{ m} = 0,477 \text{ m}^3 \text{ ή } 477 \text{ lt} \quad (8.30)$$

Τον όγκο του νερού ψύκτη και ψυκτικού στοιχείου τον διαβάζουμε από το εγχειρίδιο του κατασκευαστή, (INTERKLIMA), και είναι 134 lt για το καθένα.

Ο συνολικός όγκος νερού στο κύκλωμα είναι:

$$\dot{V}_{\text{συνολ}} = \dot{V}_{\text{σωλην}} + \dot{V}_{\psi} + \dot{V}_{\psi\sigma} = 477 + 134 + 134 = 745 \text{ lt} \quad (8.31)$$

Η ελάχιστη ποσότητα νερού του συστήματος την διαβάζουμε από το εγχειρίδιο του κατασκευαστή (INTERKLIMA), και είναι $\dot{V}_{\text{ελαχ}} = 2.690 \text{ lt}$.

Ο όγκος του δοχείου αδρανείας ισούται με τη διαφορά του απαιτούμενου ελάχιστου όγκου του νερού του κυκλώματος και του συνολικού όγκου του νερού στο δίκτυο:

$$\dot{V}_{\text{Δοχ.Αδρ.}} = \dot{V}_{\text{ελαχ}} - \dot{V}_{\text{κυκλ}} = 2.690 - 745 = 1.945 \text{ lt} \quad (8.32)$$

Επιλέγουμε δοχείο αδρανείας με τυποποιημένη τιμή που κυκλοφορεί στο εμπόριο (της εταιρίας SICC) χωρητικότητας: $\dot{V}_{\text{Δοχ.Αδρ.}} = 2.000 \text{ lt}$, κάθετο δαπέδου με διαστάσεις: διάμετρος 1,22 m και ύψος 2,56 m.

8.16 ΕΚΛΟΓΗ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Η Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα είναι το κύριο μηχάνημα που χρησιμοποιείται σε μια εγκατάσταση Κεντρικού Κλιματισμού, για την προετοιμασία και διανομή του κλιματιζόμενου αέρα μέσω αεραγωγών στους προς κλιματισμό χώρους.

Δεδομένου ότι ο αέρας πρέπει να προετοιμασθεί κατάλληλα από άποψη Θερμοκρασίας (θέρμανση, ψύξη), Υγρασίας (ύγρανση και αφύγρανση) και Καθαρότητας (φίλτρα) και στη συνέχεια να διοχετευθεί στους αεραγωγούς με τη βοήθεια Ανεμιστήρα Κινητήρα, είναι φανερό ότι υπάρχει μια τεράστια ποικιλία βασικών εξαρτημάτων που πρέπει να περιλαμβάνει μια μονάδα κλιματισμού.

Ο υπολογισμός και η επιλογή των εξαρτημάτων αυτών έχουν γίνει παραπάνω.

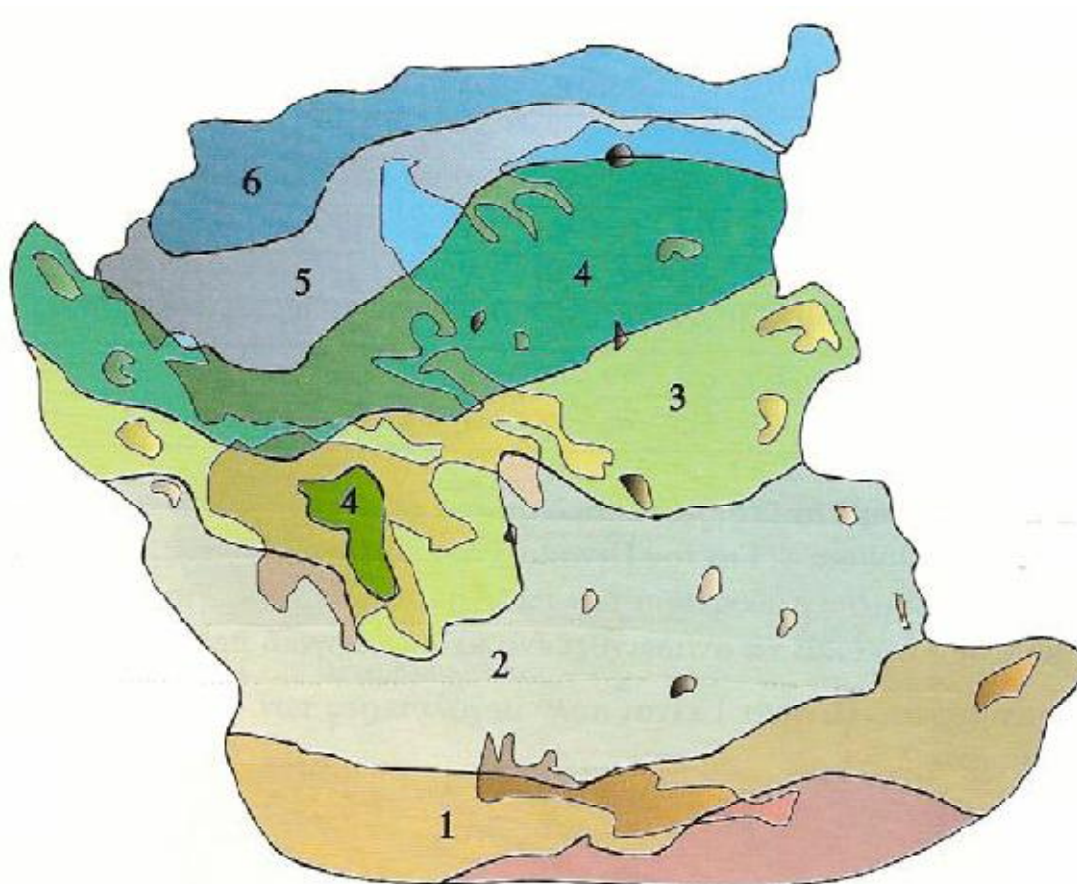
Στη μελέτη μας για προσαγωγή αέρα 37.000 m³/h και μανομετρικό ανεμιστήρα προσαγωγής 684,6 Pa, καθώς και για την απαγωγή αέρα με παροχή 35.150 m³/h και μανομετρικό ανεμιστήρα απαγωγής 278,8 Pa επιλέγουμε **Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα** της εταιρείας **Interklima**, τύπος **MD30**, όπως φαίνεται στο Σχ. 8.5.



Σχήμα 8.5: Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα της εταιρίας Interklima

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV φαίνονται τα σχέδια της μελέτης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι



Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3	Ζώνη 4	Ζώνη 5	Ζώνη 6
Ηράκλειο	Αθήνα	Αργοστόλι	Άρτα	Θεσ/νίκη	Ιωάννινα
Ρόδος	Καλαμάτα	Κόρινθος	Κέρκυρα	Καβάλα	Κομοτηνή
Σητεία	Νάξος	Μυτιλήνη	Λαμία	Κατερίνη	Σέρρες
Χανιά	Σάμος	Πάτρα	Λήμνος	Λάρισα	Φλώρινα
Ιεράπετρα	Σύρος	Χίος	Τρίπολη	Τρίκαλα	Ξάνθη

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Πίνακας 1

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ Q [Kcal/h] ΙΣΟΓΕΙΟΥ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ			ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜ. ΑΠΩΛΕΙΩΝ (κ)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ	ΔΙΑΚΟΓΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	$\frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}}$	°C	$\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$	%	%	1 %	$\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$

ΧΩΡΟΣ 1

Τεξ	N	28	1,80	5,00	9,00	1		9,00	0,47	21	88,83				
Τεξ	Δ	28	3,75	5,00	18,75	1	4,20	14,55	0,47	21	143,61				
Θεξ	Δ	1,1	2,00	2,10	4,20	1		4,20	3,90	21	343,98				
Ο		20	1,80	3,75	6,75	1		6,75	0,64	21	90,72				
Δ		20	1,80	3,75	6,75	1		6,75	0,66	5	22,28				
											689,42	-5	20	15	793
											$Q_L = 1,2 \cdot 14,3 \cdot 0,9 \cdot 0,41 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$				133
														$Q_h =$	926

ΧΩΡΟΣ 2

Τεξ	N	28	1,20	5,00	6,00	1		6,00	0,47	21	59,22				
Τεξ	Δ	28	4,00	5,00	20,00	1	4,50	15,50	0,47	21	152,99				
Π	Δ	1	3,00	1,50	4,50	1		4,50	3,33	21	314,69				
Δ		20	4,00	3,00	12,00	1		12,00	0,66	5	39,60				
Ο		20	4,00	3,00	12,00	1		12,00	0,64	21	161,28				
											727,78	-5	25	20	873
											$Q_L = 1,2 \cdot 16,5 \cdot 0,9 \cdot 0,41 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$				153
														$Q_h =$	1.026

ΧΩΡΟΣ 3

Τεξ	Δ	28	4,00	5,00	20,00	1	4,50	15,50	0,47	21	152,99				
Π	Δ	1	3,00	1,50	4,50	1		4,50	3,33	21	314,69				
Δ		20	4,00	3,00	12,00	1		12,00	0,66	5	39,60				
Ο		20	4,00	3,00	12,00	1		12,00	0,64	21	161,28				
											668,56	0	25	25	836
											$Q_L = 1,2 \cdot 16,5 \cdot 0,9 \cdot 0,41 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$				153
														$Q_h =$	989

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ Q [Kcal/h] ΙΣΟΓΕΙΟΥ															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ			ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜ. ΑΠΩΛΕΙΩΝ (K)	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ	ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	$\frac{\text{kcal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$	°C	$\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$	%	%	1 %	$\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$
ΧΩΡΟΣ 4															
Τεξ	Δ	28	4,00	5,00	20,00	1	4,50	15,50	0,47	21	152,99				
Π	Δ	1	3,00	1,50	4,50	1		4,50	3,33	21	314,69				
Τεξ	Β	28	1,20	5,00	6,00	1		6,00	0,47	21	59,22				
Δ		20	4,00	3,00	12,00	1		12,00	0,66	5	39,60				
Ο		20	4,00	3,00	12,00	1		12,00	0,64	21	161,28				
											727,28	5	25	30	946
									$Q_L = 1,2 \cdot 16,5 \cdot 0,9 \cdot 0,41 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$					153	
														$Q_h =$	1.099
ΧΩΡΟΣ 5															
Τεξ	Δ	28	3,75	5,00	18,75	1	4,20	14,55	0,47	21	143,61				
Θεξ	Δ	1,1	2,00	2,10	4,20	1		4,20	3,90	21	343,98				
Τεξ	Β	28	1,80	5,00	9,00	1		9,00	0,47	21	88,83				
Δ		20	3,75	1,80	6,75	1		6,75	0,66	5	22,28				
Ο		20	3,75	1,80	6,75	1		6,75	0,64	21	90,72				
											689,42	5	25	30	896
									$Q_L = 1,2 \cdot 14,3 \cdot 0,9 \cdot 0,41 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$					133	
														$Q_h =$	1.029
ΧΩΡΟΣ 6															
Τεξ	Β	28	31,60	5,00	158,0	1	13,5	144,5	0,47	21	1.426,22				
Π	Β	1	3,00	1,50	4,50	3		13,5	3,33	21	944,10				
Τεξ	Α	28	19,5	5,00	97,50	1	22,5	75,0	0,47	21	740,25				
Π	Α	1	3,00	1,50	4,50	5		22,5	3,33	21	1.573,43				
Τεξ	Ν	28	31,60	5,00	158,0	1	13,5	144,5	0,47	21	1.426,22				
Π	Ν	1	3,00	1,50	4,50	3		13,5	3,33	21	944,10				
Δ		20	31,60	19,5	616,20	1		616,2	0,66	5	2.033,46				
Ο		20	31,60	19,5	616,20	1		616,2	0,64	21	8.281,73				
											17.369,51	5	15	20	20.843
									$Q_L = 1,2 \cdot 181,5 \cdot 0,9 \cdot 0,41 \cdot (293 - 272) \cdot 1 =$					1.688	
														$Q_h =$	22.531

Πίνακας 2: Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων για κάθε χώρο

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 1

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	N	159	159	170	193	228	274	320	366	401	424
	Συναγωγή τοίχου	Δ	368	349	349	349	368	387	443	517	629	741
	Συναγωγή θύρας	Δ	359	414	483	552	607	662	676	689	662	634
	Ακτινοβολία θύρας	Δ	945	1.031	1.117	1.203	1.634	2.497	3.437	4.297	4.812	4.726
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	321	321	321	321	321	321	321	321	321	321
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	302	360	447	534	636	738	825	883	927	927
	Φωτισμός	-	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332
	Άνθρωποι	-	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712
	Εξοπλισμός	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ			5.498	5.678	5.931	6.196	6.838	7.897	9.066	10.116	10.795	10.816

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 1

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	N	182	182	193	216	251	297	343	389	424	447
	Συναγωγή τοίχου	Δ	349	331	331	331	349	368	424	499	610	722
	Συναγωγή θύρας	Δ	359	414	483	552	607	662	676	689	662	634
	Ακτινοβολία θύρας	Δ	945	1.031	1.117	1.203	1.634	2.497	3.437	4.297	4.812	4.726
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	321	321	321	321	321	321	321	321	321	321
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	287	345	433	520	622	723	811	869	912	912
	Φωτισμός	-	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332
	Άνθρωποι	-	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712
	Εξοπλισμός	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ			5.487	5.668	5.922	6.187	6.828	7.912	9.056	10.108	10.785	10.801

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 1

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή τοίχου	N	205	205	216	239	274	320	366	412	447	470
	Συναγωγή τοίχου	Δ	349	331	331	331	349	368	424	499	610	722
	Συναγωγή θύρας	Δ	359	414	483	552	607	662	676	689	662	634
	Ακτινοβολία θύρας	Δ	945	1.031	1.117	1.203	1.634	2.492	3.437	4.297	4.812	4.726
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	321	321	321	321	321	321	321	321	321	321
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	229	287	374	462	563	665	752	811	854	854
	Φωτισμός	-	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332
	Άνθρωποι	-	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712
	Εξοπλισμός	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ			5.452	5.633	5.886	6.152	6.792	7.872	9.020	9.475	10.750	10.771

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 2

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	N	106	106	113	129	152	183	213	244	267	283
	Συναγωγή τοίχου	Δ	392	372	372	372	392	412	472	551	670	789
	Συναγωγή τζαμιού	Δ	384	443	517	591	650	709	724	739	709	679
	Ακτινοβολ. τζαμιού	Δ	1.013	1.105	1.197	1.289	1.749	2.670	3.683	4.604	5.156	5.064
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	536	639	794	949	1.130	1.311	1.466	1.569	1.647	1.647
	Φωτισμός	-	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680
	Άνθρωποι	-	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616
	Εξοπλισμός	-	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173
ΣΥΝΟΛΟ			15.471	15.705	16.033	16.370	17.113	18.325	19.598	20.747	21.489	21.504

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 2

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	N	121	121	129	144	167	198	229	260	283	298
	Συναγωγή τοίχου	Δ	372	352	352	352	372	392	452	531	650	769
	Συναγωγή τζαμιού	Δ	384	443	517	591	650	709	724	739	709	679
	Ακτινοβολ. τζαμιού	Δ	1.013	1.105	1.197	1.289	1.749	2.670	3.683	4.604	5.156	5.064
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	510	614	769	924	1.104	1.285	1.440	1.544	1.621	1.621
	Φωτισμός	-	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680
	Άνθρωποι	-	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616
	Εξοπλισμός	-	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173
ΣΥΝΟΛΟ			15.440	15.675	16.004	16.340	17.082	18.294	19.568	20.718	21.459	21.471

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 2

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή τοίχου	N	136	136	144	160	183	213	224	275	298	313
	Συναγωγή τοίχου	Δ	372	352	352	352	372	392	452	531	650	769
	Συναγωγή τζαμιού	Δ	384	443	517	591	650	709	724	739	709	679
	Ακτινοβολ. τζαμιού	Δ	1.013	1.105	1.197	1.289	1.749	2.670	3.683	4.604	5.156	5.064
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	407	510	665	820	1.001	1.182	1.337	1.440	1.518	1.518
	Φωτισμός	-	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680
	Άνθρωποι	-	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616
	Εξοπλισμός	-	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173
ΣΥΝΟΛΟ			15.352	15.586	15.915	16.252	16.995	18.206	19.480	20.629	21.371	21.383

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 3

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	Δ	392	372	372	372	392	412	472	551	670	789
	Συναγωγή τζαμιού	Δ	384	443	517	591	650	709	724	739	709	679
	Ακτινοβολ. τζαμιού	Δ	1.013	1.105	1.197	1.289	1.749	2.670	3.683	4.604	5.156	5.064
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	536	639	794	949	1.130	1.311	1.466	1.569	1.647	1.647
	Φωτισμός	-	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680
	Άνθρωποι	-	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.618
	Εξοπλισμός	-	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173
ΣΥΝΟΛΟ			15.365	15.599	15.920	16.241	16.961	18.142	19.385	20.503	21.222	21.219

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 3

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	Δ	372	352	352	352	372	392	452	531	650	769
	Συναγωγή τζαμιού	Δ	384	443	517	591	650	709	724	739	709	679
	Ακτινοβολ. τζαμιού	Δ	1.013	1.105	1.197	1.289	1.749	2.670	3.683	4.604	5.156	5.064
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	510	614	769	924	1.104	1.285	1.440	1.544	1.621	1.621
	Φωτισμός	-	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680
	Άνθρωποι	-	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.618
	Εξοπλισμός	-	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173
ΣΥΝΟΛΟ			15.319	15.554	15.875	16.196	16.915	18.096	19.339	20.458	21.176	21.173

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 3

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή τοίχου	Δ	372	352	352	352	372	392	452	531	650	769
	Συναγωγή τζαμιού	Δ	384	443	517	591	650	709	724	739	709	679
	Ακτινοβολ. τζαμιού	Δ	1.013	1.105	1.197	1.289	1.749	2.670	3.683	4.604	5.156	5.064
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	407	510	665	820	1.001	1.182	1.337	1.440	1.518	1.518
	Φωτισμός	-	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680
	Άνθρωποι	-	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616
	Εξοπλισμός	-	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173
ΣΥΝΟΛΟ			15.216	15.450	15.771	16.092	16.812	17.993	19.286	20.354	21.073	21.070

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 4

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	Δ	392	372	372	372	392	412	472	551	670	789
	Συναγωγή τζαμιού	Δ	384	443	517	591	650	709	724	739	709	679
	Ακτινοβολ. τζαμιού	Δ	1.013	1.105	1.197	1.289	1.749	2.670	3.683	4.604	5.156	5.064
	Συναγωγή τοίχου	Β	121	121	121	139	136	152	167	175	190	206
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	536	639	794	949	1.130	1.311	1.466	1.569	1.647	1.647
	Φωτισμός	-	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680
	Άνθρωποι	-	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616
	Εξοπλισμός	-	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173
ΣΥΝΟΛΟ			15.486	15.720	16.041	16.370	17.097	18.294	19.552	20.678	21.412	21.425

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 4

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	Δ	372	352	352	352	372	392	452	531	650	769
	Συναγωγή τζαμιού	Δ	384	443	517	591	650	709	724	739	709	679
	Ακτινοβολ. τζαμιού	Δ	1.013	1.105	1.197	1.289	1.749	2.670	3.683	4.604	5.156	5.064
	Συναγωγή τοίχου	B	113	113	113	121	129	144	160	167	183	198
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	510	614	769	924	1.104	1.285	1.440	1.544	1.621	1.621
	Φωτισμός	-	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680
	Άνθρωποι	-	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616
	Εξοπλισμός	-	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173
ΣΥΝΟΛΟ			15.432	15.667	15.988	16.317	17.044	18.249	19.499	20.625	21.359	20.397

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 4

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή τοίχου	Δ	372	352	352	352	372	392	452	531	650	769
	Συναγωγή τζαμιού	Δ	384	443	517	591	650	709	724	739	709	679
	Ακτινοβολ. τζαμιού	Δ	1.013	1.105	1.197	1.289	1.749	2.670	3.683	4.604	5.156	5.064
	Συναγωγή τοίχου	B	106	106	106	113	121	136	152	160	175	190
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	407	510	665	820	1.001	1.182	1.337	1.440	1.518	1.518
	Φωτισμός	-	680	680	680	680	680	680	680	680	680	680
	Άνθρωποι	-	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616	3.616
	Εξοπλισμός	-	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173	8.173
ΣΥΝΟΛΟ			15.322	15.556	15.877	16.205	16.933	18.129	19.388	20.514	21.248	21.260

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 5

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	Δ	368	349	349	349	368	387	443	517	629	741
	Συναγωγή θύρας	Δ	359	414	483	552	607	662	676	689	662	634
	Ακτινοβολία θύρας	Δ	945	1.031	1.117	1.203	1.634	2.497	3.437	4.297	4.812	4.726
	Συναγωγή τοίχου	B	182	182	182	193	205	228	251	262	285	309
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	321	321	321	321	321	321	321	321	321	321
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	302	360	447	534	636	738	825	883	927	927
	Φωτισμός	-	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332
	Άνθρωποι	-	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712
	Εξοπλισμός	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ			5.521	5.701	5.622	6.196	6.815	7.872	8.997	10.013	10.680	10.702

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 5

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	Δ	349	331	331	331	349	368	424	499	610	722
	Συναγωγή θύρας	Δ	359	414	483	552	607	662	676	689	662	634
	Ακτινοβολία θύρας	Δ	945	1.031	1.117	1.203	1.634	2.497	3.437	4.297	4.812	4.726
	Συναγωγή τοίχου	B	170	170	170	182	193	216	239	251	274	297
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	321	321	321	321	321	321	321	321	321	321
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	287	345	433	520	622	723	811	869	912	912
	Φωτισμός	-	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332
	Άνθρωποι	-	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712
	Εξοπλισμός	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ			5.475	5.656	5.899	6.153	6.470	7.826	8.952	9.970	10.635	10.656

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 5

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΩΡΑ									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή τοίχου	Δ	349	331	331	331	349	368	424	499	610	722
	Συναγωγή θύρας	Δ	359	414	483	552	607	662	676	689	662	634
	Ακτινοβολία θύρας	Δ	945	1.031	1.117	1.203	1.634	2.497	3.437	4.297	4.812	4.726
	Συναγωγή τοίχου	Β	159	159	159	170	182	205	228	251	262	285
	Συναγ. πατώματος	Ορ.	321	321	321	321	321	321	321	321	321	321
	Συναγωγή οροφής	Ορ.	229	287	374	462	563	665	752	811	854	854
	Φωτισμός	-	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332
	Άνθρωποι	-	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712	2.712
	Εξοπλισμός	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ			5.406	5.587	5.829	6.083	6.700	7.757	8.882	9.912	10.565	10.586

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 6

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΑΡ. ΕΠΙΦ	ΩΡΑ									
				9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΝΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	B	1	2.915	2.915	2.915	3.100	3.285	3.656	4.026	4.211	4.581	4.951
	Συναγωγή τζαμιού	B	3	1.152	1.326	1.551	1.773	1.950	2.127	2.172	2.216	2.127	2.039
	Ακτινοβολ. τζαμιού	B	3	3.253	3.621	3.990	4.297	4.481	4.603	4.665	4.542	4.603	4.849
	Συναγωγή τοίχου	A	1	2.089	2.570	3.050	3.530	3.819	4.011	4.107	4.107	4.011	4.011
	Συναγωγή τζαμιού	A	5	1.921	2.216	2.585	2.955	3.250	3.546	3.620	3.693	3.546	3.398
	Ακτινοβολ. τζαμιού	A	5	23.018	23.478	21.176	17.954	16.112	14.271	13.350	11.969	10.588	9.667
	Συναγωγή τοίχου	N	1	2.545	2.545	2.730	3.100	3.656	4.396	5.136	5.877	6.432	6.802
	Συναγωγή τζαμιού	N	3	1.152	1.326	1.551	1.773	1.950	2.127	2.172	2.216	2.127	2.039
	Ακτινοβολ. τζαμιού	N	3	2.551	3.766	5.102	6.317	6.924	7.046	6.438	5.710	4.981	4.373
	Συναγ. πατώματος	O	1	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317
	Συναγωγή οροφής	O	1	27.526	32.832	40.791	48.750	58.036	67.322	75.281	80.588	84.567	84.567
	Φωτισμός	-	-	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975
	Άνθρωποι	-	-	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150
	Εξοπλισμός	-	-	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629
ΣΥΝΟΛΟ				261.165	276.520	281.944	282.576	288.592	289.250	296.812	294.216	298.808	282.627

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 6

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΑΡ. ΕΠΙΦ	ΩΡΑ									
				9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΛΙΟΣ	Συναγωγή τοίχου	B	1	2.730	2.730	2.730	2.915	3.100	3.470	3.841	4.026	4.396	4.766
	Συναγωγή τζαμιού	B	3	1.152	1.326	1.551	1.773	1.950	2.127	2.172	2.216	2.127	2.039
	Ακτινοβολ. τζαμιού	B	3	2.575	2.867	3.158	3.401	3.547	3.644	3.693	3.596	3.644	3.839
	Συναγωγή τοίχου	A	1	1.993	2.474	2.954	3.434	3.723	3.915	4.011	4.011	3.915	3.915
	Συναγωγή τζαμιού	A	5	1.921	2.216	2.585	2.955	3.250	3.546	3.620	3.693	3.546	3.398
	Ακτινοβολ. τζαμιού	A	5	23.018	23.478	21.176	17.954	16.112	14.271	13.350	11.969	10.588	9.667
	Συναγωγή τοίχου	N	1	2.915	2.915	3.100	3.470	4.026	4.766	5.506	6.247	6.802	7.172
	Συναγωγή τζαμιού	N	3	1.152	1.326	1.551	1.773	1.950	2.127	2.172	2.216	2.127	2.039
	Ακτινοβολ. τζαμιού	N	3	2.927	4.321	5.854	7.248	7.948	8.084	7.387	6.551	5.715	5.018
	Συναγ. πατώματος	O	1	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317
	Συναγωγή οροφής	O	1	26.199	31.505	39.465	47.424	56.710	65.996	73.955	79.261	83.241	83.241
	Φωτισμός	-	-	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975
	Άνθρωποι	-	-	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150
	Εξοπλισμός	-	-	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629
ΣΥΝΟΛΟ				143.653	152.229	161.195	169.418	179.387	189.017	196.778	200.857	203.172	202.165

ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] Χώρος 6

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΠΡΟΣ.	ΑΡ. ΕΠΙΦ	ΩΡΑ									
				9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Συναγωγή τοίχου	B	1	2.545	2.545	2.545	2.730	2.915	3.285	3.656	4.026	4.211	4.581
	Συναγωγή τζαμιού	B	3	1.152	1.326	1.551	1.773	1.950	2.127	2.172	2.216	2.127	2.039
	Ακτινοβολ. τζαμιού	B	3	2.372	2.641	2.909	3.133	3.267	3.357	3.401	3.312	3.357	3.537
	Συναγωγή τοίχου	A	1	1.993	2.474	2.954	3.434	3.723	3.915	4.011	4.011	3.915	3.915
	Συναγωγή τζαμιού	A	5	1.921	2.216	2.585	2.955	3.250	3.546	3.620	3.693	3.546	3.398
	Ακτινοβολ. τζαμιού	A	5	23.018	23.478	21.176	17.954	16.112	14.271	13.350	11.969	10.588	9.667
	Συναγωγή τοίχου	N	1	3.285	3.285	3.470	3841	4.396	5.139	5.877	6.617	7.172	7.542
	Συναγωγή τζαμιού	N	3	1.152	1.326	1.551	1.773	1.950	2.127	2.172	2.216	2.127	2.039
	Ακτινοβολ. τζαμιού	N	3	4.001	5.906	8.002	9.908	10.860	11.051	10.098	8.955	7.811	6.859
	Συναγ. πατώματος	O	1	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317	29.317
	Συναγωγή οροφής	O	1	20.893	26.199	34.159	42.118	51.404	60.689	68.649	73.955	77.934	77.934
	Φωτισμός	-	-	19.975	19.975	19.975	19.975	19975	19.975	19.975	19.975	19.975	19.975
	Άνθρωποι	-	-	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150	21.150
	Εξοπλισμός	-	-	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629	6.629
ΣΥΝΟΛΟ				256.513	273.641	281.043	283.500	290.400	290.170	297.643	294.087	287.239	279.790

Πίνακας 3: Εμφάνιση μέγιστου ψυκτικού φορτίου για κάθε μήνα

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] ΩΡΑ									
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΝΙΟΣ	Χώρος 1	5.498	5.678	5.931	6.196	6.838	7.897	9.066	10.116	10.795	10.816
	Χώρος 2	15.471	15.705	16.033	16.370	17.113	18.325	19.598	20.747	21.489	21.504
	Χώρος 3	15.365	15.599	15.920	16.241	16.961	18.142	19.385	20.503	21.222	21.219
	Χώρος 4	15.486	15.720	16.041	16.370	17.097	18.294	19.552	20.678	21.412	21.425
	Χώρος 5	5.521	5.701	5.622	6.196	6.815	7.872	8.997	10.013	10.680	10.702
	Χώρος 6	261.165	276.520	281.944	282.576	288.592	289.250	296.812	294.216	298.808	282.627
Σύνολο:		318.506	334.923	341.491	343.949	353.416	359.780	373.410	376.273	384.406	368.293

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] ΩΡΑ									
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΙΟΥΛΙΟΣ	Χώρος 1	5.487	5.668	5.922	6.187	6.828	7.912	9.056	10.108	10.785	10.801
	Χώρος 2	15.440	15.675	16.004	16.340	17.082	18.294	19.568	20.718	21.459	21.471
	Χώρος 3	15.319	15.554	15.875	16.196	16.915	18.096	19.339	20.458	21.176	21.173
	Χώρος 4	15.432	15.667	15.988	16.317	17.044	18.249	19.499	20.625	21.359	20.397
	Χώρος 5	5.475	5.656	5.899	6.153	6.470	7.826	8.952	9.970	10.635	10.656
	Χώρος 6	143.653	152.229	161.195	169.418	179.387	189.017	196.778	200.857	203.172	202.165
Σύνολο:		200.806	210.449	220.883	230.611	243.726	259.394	273.192	282.736	288.586	286.663

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ [btu/h] ΩΡΑ									
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	Χώρος 1	5.452	5.633	5.886	6.152	6.792	7.872	9.020	9.475	10.750	10.771
	Χώρος 2	15.352	15.586	15.915	16.252	16.995	18.206	19.480	20.629	21.371	21.383
	Χώρος 3	15.216	15.450	15.771	16.092	16.812	17.993	19.286	20.354	21.073	21.070
	Χώρος 4	15.322	15.556	15.877	16.205	16.933	18.129	19.388	20.514	21.248	21.260
	Χώρος 5	5.406	5.587	5.829	6.083	6.700	7.757	8.882	9.912	10.565	10.586
	Χώρος 6	256.513	273.641	281.043	283.500	290.400	290.170	297.643	294.087	287.239	279.790
Σύνολο:		313.261	331.453	340.321	344.284	354.632	360.127	373.699	374.971	372.246	364.860

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Πίνακας 4: Έντυπο υπολογισμού αεραγωγών δικτύου προσαγωγής αέρα

1	2	3	4	5	6	7	8
ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (m)	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ (m/s)	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ		ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ/m ΑΓΩΓ. (mm ΥΣ)	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΓΩΝ (2×7) (mm ΥΣ)
				ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΣ d (mm)	ΟΡΘΟΓΩΝ. (α×β) (mm)		
1-2	9,1	37.000	9,0	1.201	1.050×1.150	0,05	0,46
2-3	27,8	15.772	7,2	872	750×850	0,05	1,39
3-3'	0,7	3.485	5,0	506	400×750	0,05	0,04
3-4	8,9	12.287	6,8	802	550×1.000	0,05	0,45
4-4'	0,7	3.485	5,0	506	400×750	0,05	0,04
4-5	9,7	8.802	6,3	700	550×750	0,05	0,49
5-5'	0,7	3.485	5,0	506	400×750	0,05	0,04
5-6	5,9	5.317	5,5	580	450×630	0,05	0,30
6-6'	0,4	1.776	4,1	391	700×750	0,05	0,02
6-7	5,9	3.541	4,9	506	400×750	0,05	0,30
7-7'	3,8	1.757	4,0	391	700×750	0,05	0,19
7-8'	5,3	1.784	4,1	391	700×750	0,05	0,27
A-B	9,6	20.510	8,1	982	850×950	0,05	0,48
B-Γ	1,4	37.000	9,0	1.201	1.050×1.150	0,05	0,07

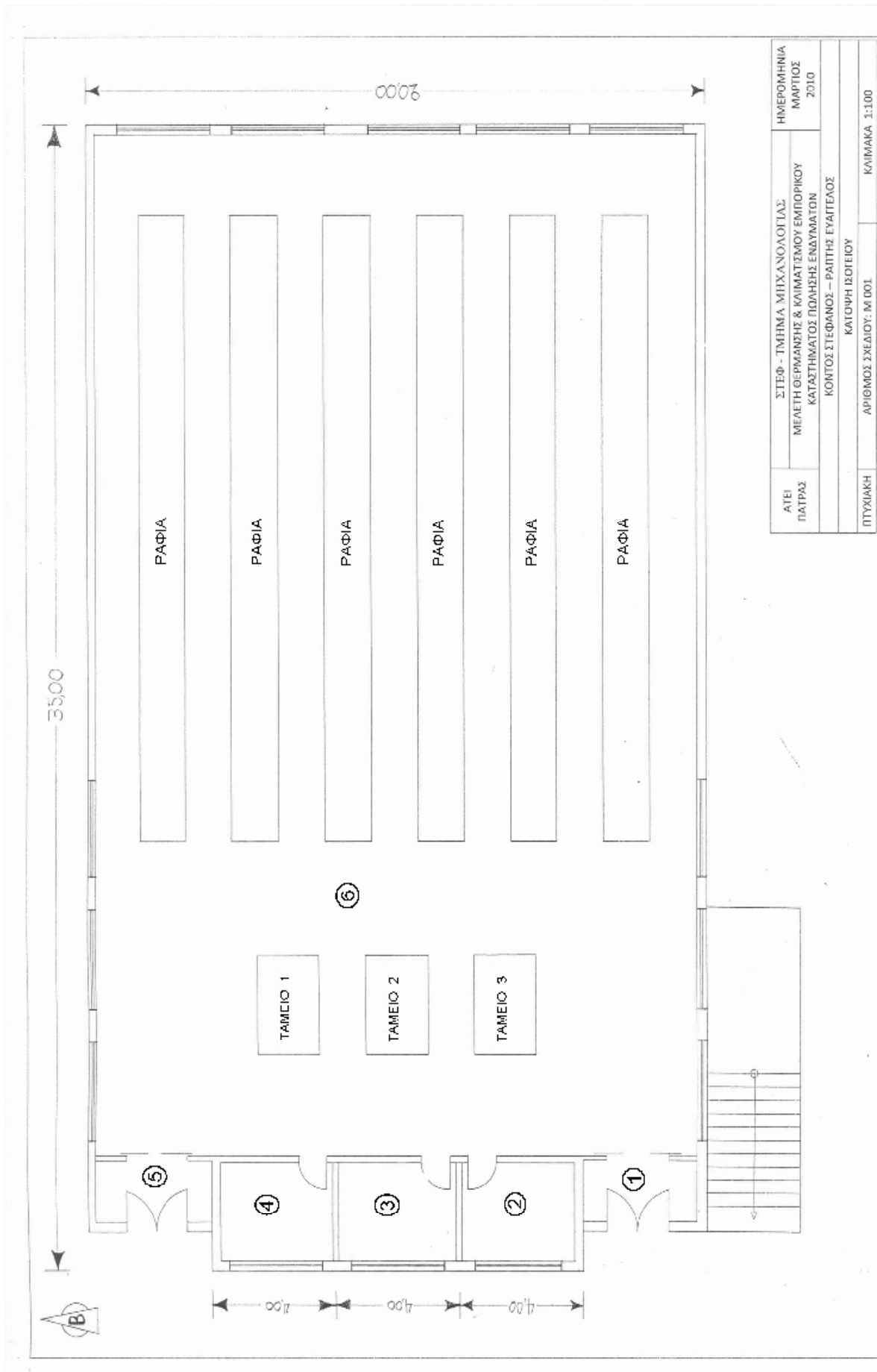
Πίνακας 4: (Συνέχεια) Έντυπο υπολογισμού αεραγωγών δικτύου προσαγωγής αέρα

1	2	3	4	5	6	7	8
ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (m)	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ (m/s)	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ		ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ/m ΑΓΩΓ. (mm ΥΣ)	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΓΩΝ (2×7) (mm ΥΣ)
				ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΣ d (mm)	ΟΡΘΟΓΩΝ. (α×β) mm		
2-9	19,7	21.228	7,8	982	850×950	0,05	0,99
9-13	9,7	10.614	6,6	755	600×800	0,05	0,49
13-13'	1,9	3.538	4,9	506	400×750	0,05	0,10
13-14	8,9	7.076	5,9	644	500×700	0,05	0,45
14-14'	2,1	3.538	4,9	506	400×750	0,05	0,11
14-15'	12,2	3.538	4,9	506	400×750	0,05	0,61
9-10	5,7	10.614	6,6	755	600×800	0,05	0,29
10-10'	0,9	3.538	4,9	506	400×750	0,05	0,05
10-11	8,9	7.076	5,9	644	500×700	0,05	0,45
11-11'	1,1	3.538	4,9	506	400×750	0,05	0,06
11-12'	12,2	3.538	4,9	506	400×750	0,05	0,61
						Σύνολο:	8,75

Πίνακας 5: Έντυπο υπολογισμού αεραγωγών δικτύου απαγωγής αέρα

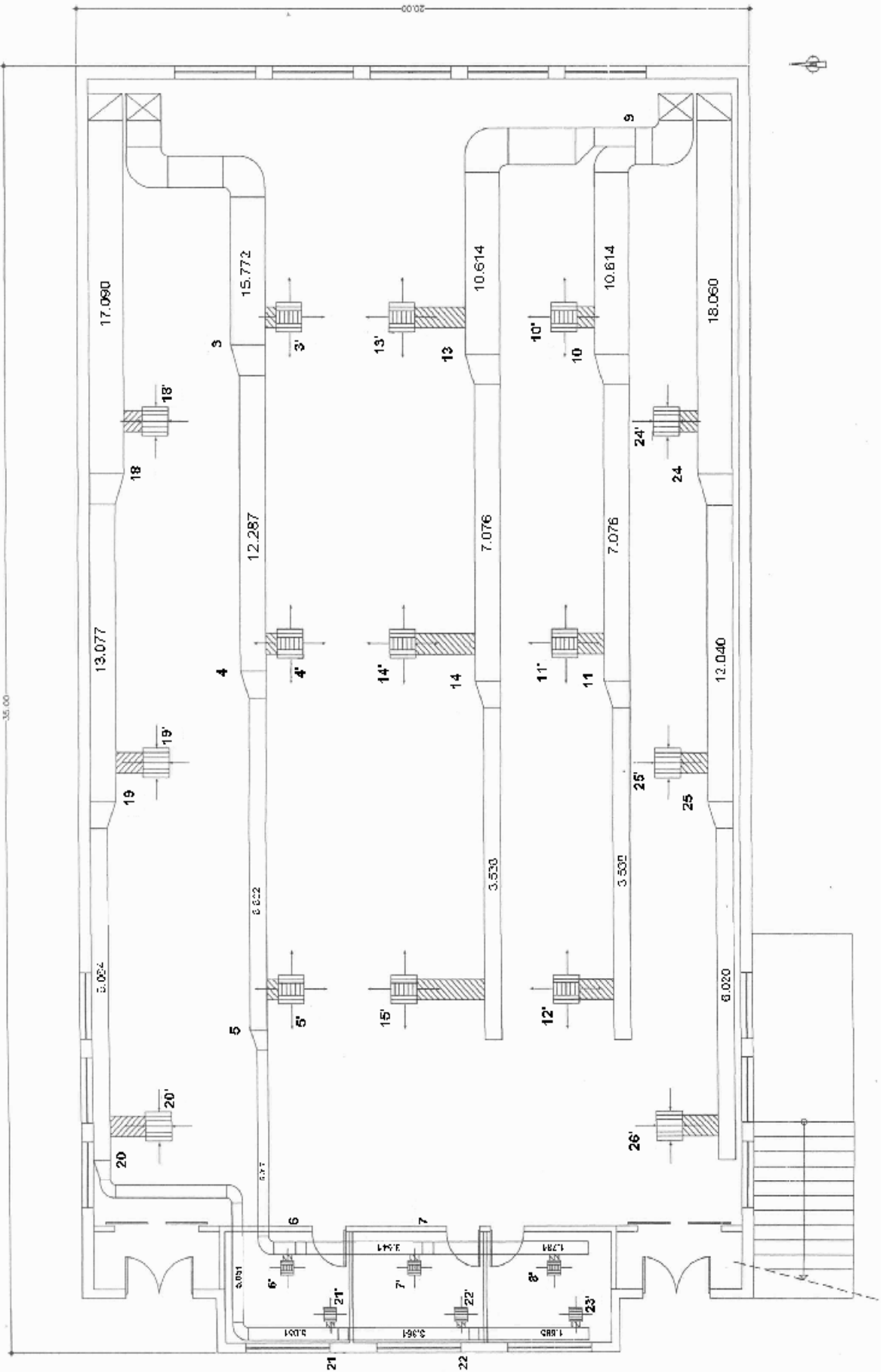
1	2	3	4	5		6	7	8
				ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ			
ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (m)	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ (m/s)	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ/m ΑΓΩΓ. (mm ΥΣ)	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΓΩΝ (2×7) (mm ΥΣ)	
				ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΣ d (mm)	ΟΡΘΟΓΩΝ. (α×β) mm			
16-17	14,1	35.150	9,0	1.177	900×1.300	0,052	0,73	
17-18	22,7	17.090	7,6	889	700×1.000	0,052	1,18	
18-18'	1,0	4.013	5,3	520	300×500	0,052	0,05	
18-19	8,9	13.077	7,0	820	630×900	0,052	0,46	
19-19'	1,2	4.013	5,3	520	300×500	0,052	0,06	
19-20	9,8	9.064	6,4	706	500×850	0,052	0,51	
20-20'	1,5	4.013	5,3	520	300×500	0,052	0,08	
20-21	10,3	5.051	5,5	573	400×700	0,052	0,54	
21-21'	0,35	1.687	4,1	371	290×400	0,052	0,02	
21-22	3,9	3.364	5,0	480	315×630	0,052	0,20	
22-22'	0,35	1.669	4,3	371	290×400	0,052	0,02	
22-23'	3,95	1.695	4,3	371	290×400	0,052	0,21	
17-24	36,6	18.060	7,0	921	750×950	0,052	1,90	
24-24'	0,9	6.020	5,8	613	500×630	0,052	0,05	
24-25	8,9	12.040	6,9	792	700×750	0,052	0,46	
25-25'	1,2	6.020	5,8	613	500×630	0,052	0,06	
25-26'	11,1	6.020	5,8	613	500×630	0,052	0,58	
Δ-E	2,9	35.150	9,0	1.177	900×1.300	0,052	0,15	
E-Z	10,8	18.660	7,7	929	850×850	0,052	0,56	
E-B	6,7	16.490	7,4	982	850×950	0,052	0,35	
Σύνολο:							12,38	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV
ΣΧΕΔΙΑ

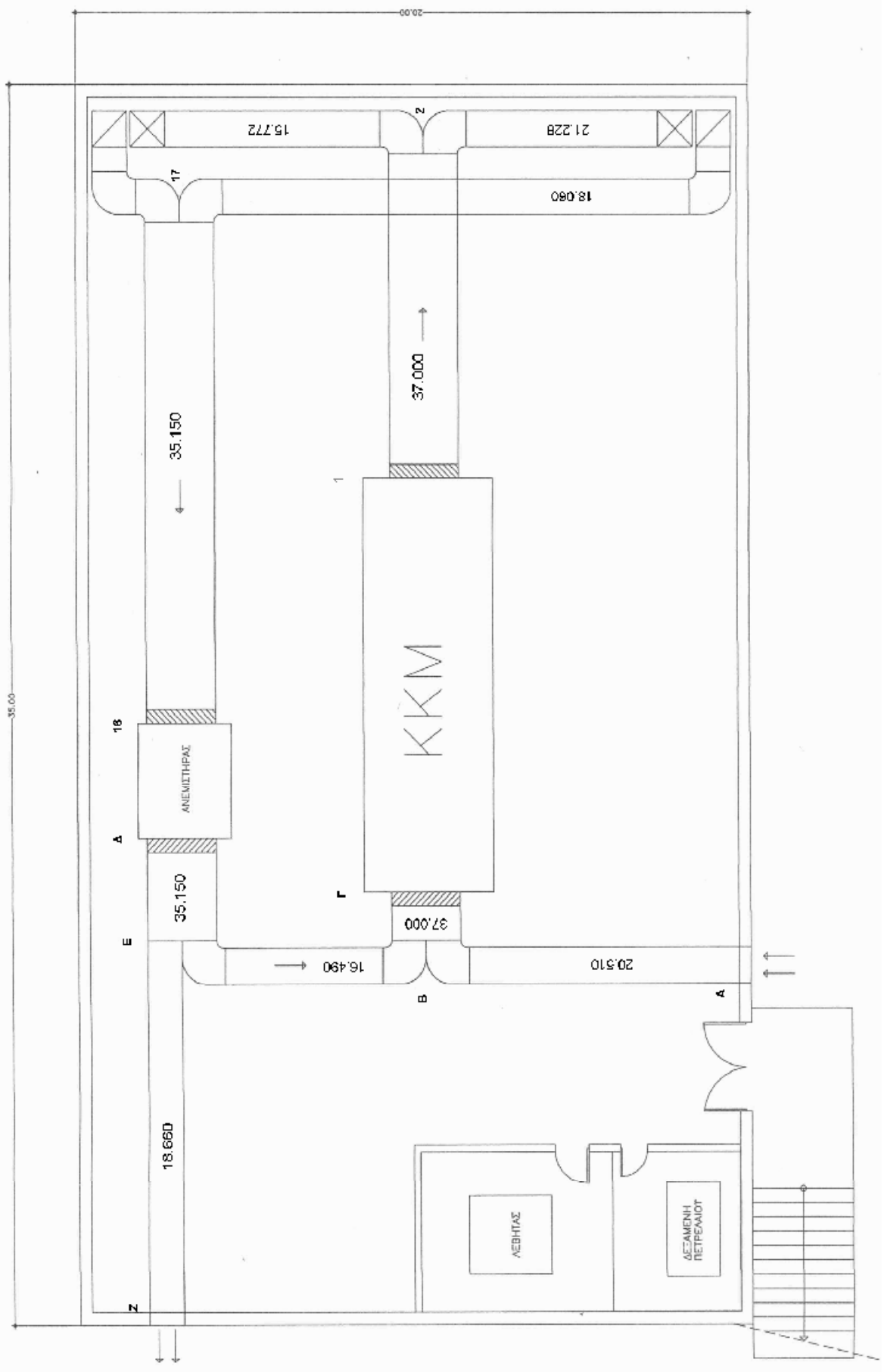


ΑΙΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ	ΣΤΕΦ - ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
	ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ & ΚΑΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΩΛΗΣΗΣ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ	ΜΑΡΤΙΟΣ 2010
ΠΤΥΧΙΑΚΗ	ΚΟΝΤΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ - ΡΑΪΤΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ	
	ΚΑΤΟΥΦΗ ΒΟΤΕΙΟΥ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ: Μ 001	ΚΑΙΜΑΚΑ 1:100

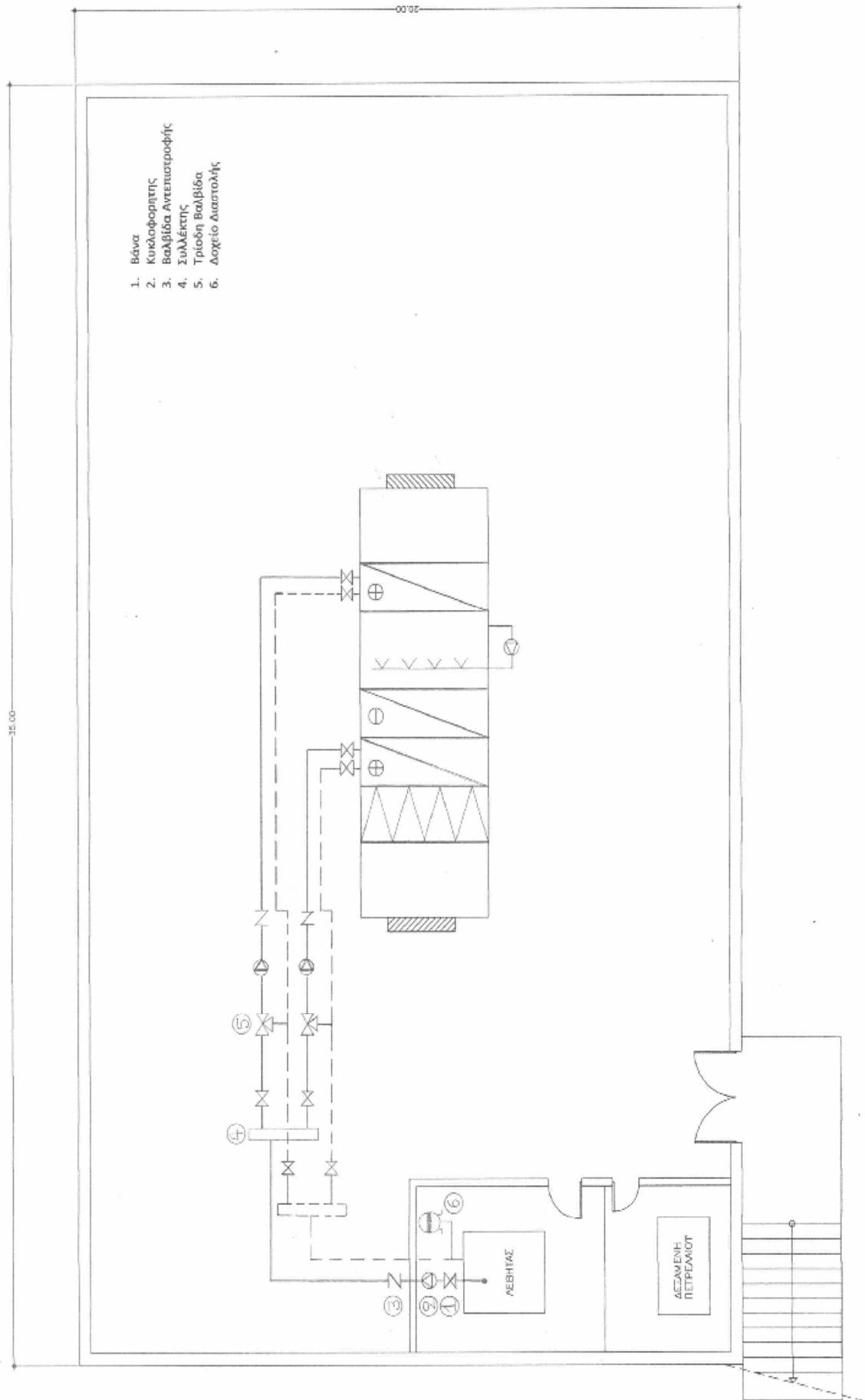
ΣΧΕΔΙΟ 2: ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ-ΔΙΚΤΟ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ & ΣΤΟΜΙΩΝ

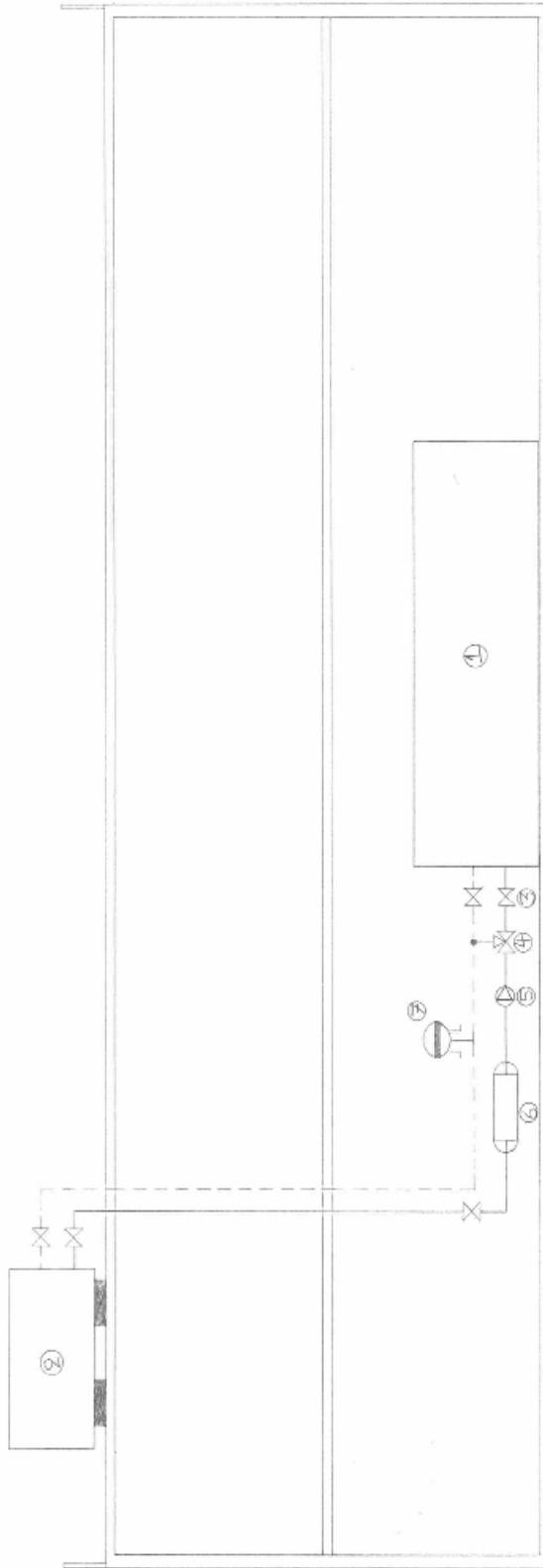


ΣΧΕΔΙΟ 3: ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ – ΔΙΚΤΥΟ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ



ΣΧΕΔΙΟ 4: ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ – ΔΙΚΤΥΟ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ





1. Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα
2. Ψύκτης αέρα/νερού
3. Βάννα
4. Τρίοδη Βαλβίδα
5. Κυκλοφορητής
6. Λοχέιο Αδρανείας
7. Λοχέιο Διασταλτής

ΑΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ	ΣΤΕΦ - ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ & ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΗΣ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΑΡΤΙΟΣ 2010
ΠΤΥΧΙΑΚΗ	ΚΟΝΤΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ - ΡΑΪΤΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑ ΨΥΚΤΗ - ΚΚΜ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ: Μ 005	ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αντ. Ν. Ασημακόπουλου, Κλιματισμός.
2. Ασημακόπουλος Αντώνιος, Διακουμάκος Κωνσταντίνος και Σεκεριάδης Νικόλαος, Εγκαταστάσεις Κλιματισμού ΙΙ, Εκδόσεις ΟΕΔΒ, Αθήνα.
3. Β. Η. Σελλούντος, Θέρμανση Κλιματισμός, Τόμος Α & Β, Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ – Τεκδοτική, 2002.
4. Κτενιαδάκης Μιχάλης, Παπαδάκης Θωμάς και Παναγιώτης Αργυράκης, Εγκαταστάσεις Ψύξης ΙΙ, Εκδόσεις ΟΕΔΒ, Αθήνα.
5. Κωνσταντίνου Χ. Λέφα, Αερισμός και Κλιματισμός, Εκδόσεις ΦΟΙΒΟΣ, Αθήνα 1992.
6. Μπαλαράς Κωνσταντίνος, Μπίμπης Παναγιώτης και Θεοφύλακτος Κωνσταντίνος, Εγκαταστάσεις Κλιματισμού Ι, Εκδόσεις ΟΕΔΒ, Αθήνα.
7. Σ. Ν. Καπλάνης, Ήπιες Μορφές Ενέργειας ΙΙ, Εκδόσεις ΙΩΝ, 2004
8. Σ.Ν. Λέγγα Ν. και Ι. Παρίκου, Θέρμανση Αερισμός Κλιματισμός, Εκδόσεις ΙΩΝ, 1992.
9. Antonio Briganti, Κλιματισμός, Εκδόσεις ΤΕΧΝΟΕΚΔΟΤΙΚΗ ΕΠΕ.
10. Carrier, Εγχειρίδιο Κλιματισμού, Τόμος 2, Εκδόσεις Γρηγ. Φούντας.
11. Τεχνικό εγχειρίδιο της εταιρίας Μάρκος Γαβριελάτος ΕΠΕ <http://www.mgavrielatatos.gr/>
12. Τεχνικό εγχειρίδιο της εταιρίας Τσιανάκας <http://www.tsianakas.gr>
13. Τεχνικό εγχειρίδιο της εταιρίας AIRSTAR <http://www.airstar.gr/>
14. Τεχνικό εγχειρίδιο της εταιρείας Bentone.
15. Τεχνικό εγχειρίδιο της εταιρείας Interklima.
16. Τεχνικό εγχειρίδιο της εταιρείας Hoval