



## ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΙΔΙΩΤΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

### ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ :

ΦΟΥΚΗ ΒΟΪΣΑΒΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :

ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2009



*Όλοι οι πίνακες για τους υπολογισμούς τις θέρμανσης που αναφέρονται στο κεφάλαιο της θέρμανσης βρίσκονται στο παράρτημα I ενώ όσοι αναφέρονται στο κεφάλαιο της ψύξης βρίσκονται στο παράρτημα II.*

## Πρόλογος

Ο σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας, όπως και όλων των πτυχιακών και διπλωματικών εργασιών που γίνονται από τους σπουδαστές και φοιτητές των τριτοβάθμιων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, είναι ο εκπαιδευόμενος να αποδείξει ότι μπορεί να φέρει εις πέρας μία ολοκληρωμένη εργασία, καθώς επίσης και η κάποια σχετική διατριβή του σε κάποιο κλάδο της επιστήμης που σπούδασε ώστε να έχει ένα πρότυπο στην μετέπειτα εργασία που θα κληθεί να προσφέρει.

Πιο συγκεκριμένα η παρούσα εργασία θα γίνει εφελτήριο για μένα στη κατανόηση και στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης άποψης γύρω από το θέμα κεντρικής θέρμανσης και κεντρικής ψύξης (καθώς διαπραγματεύεται το θέμα αυτό ), προκειμένου να δημιουργηθούν συνθήκες ανέσεως για την καλύτερη διαβίωση του ανθρώπου. Θα μπορούσε φυσικά η εργασία αυτή να γίνει μία αρχή για όποιον θέλει να πάρει μία ιδέα, τόσο για τις διαδικασίες που χρειάζεται να ακολουθήσει ένας μηχανικός ώστε να διεκπεραιώσει μία μελέτη κεντρικής θέρμανσης (μονοσωλήνιου συστήματος) και κεντρικής ψύξης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Α. Γιαννόπουλο αναπληρωτή καθηγητή, κατά πρώτον, που δέχτηκε να μου αναθέσει αυτή την πτυχιακή εργασία παρόλη την έλλειψη χρόνου που είχε και κατά δεύτερον για την καθοδήγηση ,την έμπνευση για δουλειά και τη μετάδοση γνώσεων κατά τη διάρκεια των εξαμήνων που παρακολούθησα τις διαλέξεις του στο Τ.Ε.Ι Πατρών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ: .....	
Περίληψη .....	8
Εισαγωγή .....	10
<i>ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ</i> .....	
A . Θερμική Άνεση .....	14
B . Παράγοντες Που Επηρεάζουν Τη Θερμική Άνεση .....	15
Γ . Εσώκλιμα Και Εξώκλιμα .....	15

### A' ΜΕΡΟΣ

#### ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΘΕΩΡΙΑ

1.1. Γενικά.....	20
1.2. Θέρμανση με Ζεστό Νερό.....	21
1.3. Ανάγκες Για Την Μελέτη, Προδιαγραφές Και Παραδοχές .....	24
1.4. Πρότυπη Μελέτη Εγκαταστάσεως Κεντρικής Θέρμανσης Με Νερό.....	25
1.5. Απώλειες Θερμότητας .....	30
1.5.1. Συμπλήρωση Του Έντυπου Υπολογισμού Των Θερμικών Απωλειών .....	32
1.5.2. Προσαυξήσεις Επί Των Απωλειών Θερμότητας.....	38
1.6. Σωληνώσεις:.....	45
1.6.1.2. Εκλογή Διαμέτρων Σωλήνων .....	47
1.7. Τα Θερμαντικά Σώματα (Θ.Σ.).....	49
1.7.1. Γενικά.....	49
1.7.2. Εισαγωγή.....	50
1.7.3. Μορφολογική Και Λειτουργική Ταξινόμηση Των Θερμαντικών Σωμάτων Νερού .....	51
1.7.4. Υλικά Και Κατασκευαστικές Προδιαγραφές.....	52

1.7.5. Θερμική Ισχύς Θερμαντικού Σώματος .....	53
1.7.6. Επιλογή Θερμαντικών Σωμάτων .....	55
1.8. Το Μονοσωλήνιο Σύστημα .....	56
1.8.1. Εισαγωγή.....	56
1. 8.2. Ιστορική Αναδρομή .....	56
1. 8.3. Προτερήματα Μονοσωλήνιου Συστήματος .....	58
1.8.4. Κύρια Χαρακτηριστικά Συγχρόνων Συστημάτων Μονοσωληνίων Εγκαταστάσεων Κεντρικής Θερμάνσεως.....	60
1.8.5. Σωληνώσεις Του Μονοσωλήνιου Συστήματος.....	66
1.8.6. Το Οριζόντιο Δίκτυο .....	69
1.8.7. Χρήση Πλαστικών Σωλήνων Σε Μονοσωλήνια Δίκτυα Θερμάνσεως.....	69
1.8.8. Βασικοί Υπολογισμοί Σε Κυκλώματα Μονοσωλήνιου Συστήματος .....	72
1.8.9. Επιλογή θερμαντικών σωμάτων .....	73
1.8.10. Διακόπτες .....	76

### ΘΕΡΜΑΝΣΗ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

2.1. Υπολογισμός του Συντελεστή Θερμικής Διαπερατότητας $K$ .....	80
2.2. Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών .....	88
2.3. Πίνακες Υπολογισμών Κυκλωμάτων .....	90
2.4. Υπολογισμός Κατακόρυφων Στηλών .....	95
2.5. Επιλογή Κυκλοφορητή .....	97
2.6. Επιλογή Λέβητα - Καυστήρα .....	98
2.7. Επιλογή Δοχείου Διαστολής .....	99
2.8. Υπολογισμός Καπνοδόχου .....	101

2.9. Επιλογή Δεξαμενής Πετρελαίου .....	101
---	-----

## Β' ΜΕΡΟΣ

### ΨΥΞΗ - ΘΕΩΡΙΑ

A. Εισαγωγή .....	104
B. Βασικές Έννοιες .....	106
1.1. Ψυκτικό Κύκλωμα .....	115
1.2. Τα Ψυκτικά Ρευστά .....	119
1.3. Μέρη Κλιματιστικής Μονάδας .....	126
1.4. Φίλτρα Καθαρισμού Του Αέρα .....	138
1.5. Στοιχεία Ψυχομετρίας .....	147
1.6. Στοιχεία Μελέτης Των Εγκαταστάσεων Κλιματισμού.....	157
1.7. Αεραγωγοί Κλιματισμού.....	160
1.7.1. Πτώση Πιέσεως Σε Ευθύγραμμους Αεραγωγούς Κυκλικής Διατομής.....	161
1.7.2. Πτώση Πιέσεως Σε Ευθύγραμμους Αεραγωγούς Ορθογωνικής Διατομής.	162
1.7.3. Πτώση Πιέσεως Σε Στενώσεις, Διευρύνσεις, Διακλαδώσεις, Και Αλλαγή Της Διευθύνσεως Ροής .....	162
1.7.4. Μέθοδοι υπολογισμού αεραγωγών .....	165
1.8. Στόμια Κλιματισμού.....	167
1.9. Αναλυτική Θεωρία Υπολογισμών Ψυκτικών Φορτίων.....	174
1.9.1. Το Ψυκτικό Φορτίο.....	174
1.9.2. Αποθήκευση Θερμότητας .....	174
1.9.3. Θερμικά Κέρδη Χώρων.....	176
1.9.4. Συναγωγή Μέσω Της Εξωτερικής Δομής.....	177
1.9.5. Συναγωγή Μέσω Της Εσωτερικής Δομής .....	179
1.9.6. Ηλιακή Ακτινοβολία Μέσω Γυαλιού.....	179
1.9.7. Φωτισμός.....	180

1.9.8. Άνθρωποι .....	181
1.9.9. Εξοπλισμός.....	182
1.9.10. Διείσδυση Αέρα.....	182
1.9.11. Διαφυγή Θερμότητας Στο Περιβάλλον .....	183
1.9.12. Ψυκτικό Φορτίο Χώρου.....	184
1.9.13. Μέγιστα Ψυκτικά Φορτία Χώρων .....	184
1.9.14 Μέγιστο Φορτίο Κτιρίου .....	185
1.9.15 Ψυκτικό Φορτίο Κλιματισμού .....	186
1.9.16 Εξαερισμός .....	186

### ΨΥΞΗ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

2.1. Υπολογισμοί Θερμικού Κέρδους .....	191
2.2. Εξαερισμός .....	204
2.3. Αεραγωγοί .....	212
2.3.1. Υπολογισμός Διαστάσεων Αεραγωγών .....	213
2.3.2. Υπολογισμός Απωλειών Για Τη Δυσμενέστερη Διαδρομή – Επιλογή Κυκλοφορητή .....	215
2.4. Υπολογισμός Φυγοκεντρικών Ανεμιστήρων .....	217
2.4.1 Ανεμιστήρας Προσαγωγής .....	217
2.4.2 Ανεμιστήρας Απαγωγής .....	218
2.5. Υπολογισμός στομίων Αεραγωγών .....	218
2.6. Υπολογισμός Ψυκτικού Στοιχείου .....	220
2.7. Υπολογισμός Συστήματος Προσαγωγής και Απαγωγής Νερού στο Ψυκτικό Στοιχείο) .....	222
2.8. Υπολογισμός Συστήματος Προσαγωγής και Απαγωγής Νερού στο Μεταθερμαντικό .....	225
2.9. Υπολογισμός Δοχείου Αδρανείας .....	234

2.10. Χαρακτηριστικά Μονάδας Κλιματισμού .....236

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

I. Απαραίτητοι Πίνακες Για Μελέτη Κεντρικής θέρμανσης .....238

II. Απαραίτητοι Πίνακες Για Μελέτη Θερινού Κλιματισμού .....245

III. Σχέδια Κτηρίου .....255

Βιβλιογραφία .....260



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή περιγράφεται το θέμα της κεντρικής θέρμανσης και της κεντρικής ψύξης. Στο πρώτο μέρος της εργασίας λαμβάνει χώρα η κεντρική θέρμανση και στο δεύτερο η κεντρική ψύξη.

Στο θεωρητικό μέρος της κεντρικής θέρμανσης αναπτύσσεται θεωρητικά η έννοια της κεντρικής θέρμανσης και οι πρακτικές εφαρμογές της. Το 1ο κεφάλαιο αναφέρεται γενικά στη θέρμανση. Το 2ο κεφάλαιο περιγράφει τους τρόπους θέρμανσης με ζεστό νερό. Στο 3ο κεφάλαιο αναφέρονται οι ανάγκες, οι προδιαγραφές και οι παραδοχές της μελέτης ενώ στο 4ο κεφάλαιο επεκτείνεται η περεταίρω διαδικασίες της μελέτης. Στο 5ο κεφάλαιο αναπτύσσεται η έννοια απωλειών θερμότητας, τα είδη που απαρτίζουν τις απώλειες θερμότητας καθώς και ο υπολογισμός τους. Στο 6ο κεφάλαιο περιγράφει τις σωληνώσεις της κεντρικής θέρμανσης με νερό και μια σύντομη αναφορά το δισωλήνιο σύστημα. Το 7ο κεφάλαιο αναφέρεται στα θερμαντικά σώματα, στα υλικά τους, στα είδη τους, κατάλληλα κριτήρια επιλογής κτλ. Στο 8ο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά το μονοσωλήνιο σύστημα κεντρικής θέρμανσης, χαρακτηριστικά του, τα προτερήματά του, τις απαιτούμενες συσκευές σωληνώσεις κτλ., κατάλληλα θερμαντικά σώματα, βάνες, βαλβίδες κτλ.

Στο υπολογιστικό κομμάτι της κεντρικής θέρμανσης γίνεται η μελέτη για την εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης μονοσωλήνιου συστήματος σε κτήριο ιδιωτικών γραφείων, όπως περιγράφηκε στην θεωρία. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας για τοίχους, οροφές, δάπεδα, πόρτες, και παράθυρα. Μετά γίνεται ο υπολογισμός των απωλειών θερμότητας. Στη συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός των κατακόρυφων στηλών και των λοιπών σωληνώσεων. Ακολουθεί ο υπολογισμός κυκλοφορητή, λέβητα-καυστήρα, δοχείου διαστολής, καπνοδόχου και τέλος δεξαμενής πετρελαίου.

Στην αρχή του δεύτερου μέρους το οποίο ασχολείται με τη ψύξη περιγράφεται η μετάδοση της θερμότητας και κάποιες βασικές έννοιες για την κατανόηση των παρακάτω κεφαλαίων που ακολουθούν. Στο 1ο κεφάλαιο περιγράφεται το στοιχειώδες και το πραγματικό ψυκτικό κύκλωμα. Στο 2ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ψυκτικά ρευστά, τα χαρακτηριστικά τους, τα προβλήματα που παρουσιάζουν και η εξέλιξή τους. Το 3ο κεφάλαιο ασχολείται μετά επιμέρους τμήματα του ψυκτικού κυκλώματος τα διάφορα είδη τους, συμπιεστής, συμπυκνωτής και εξαμιστής. Στο 4ο κεφάλαιο περιγράφεται η ανάγκη καθαρότητας του εισαγόμενου αέρα και τα διατεθειμένα είδη φίλτρων. Στο κεφάλαιο 5ο ακολουθεί μια σχετική ανάλυση στοιχειομετρίας, βασικές αρχές, ορισμοί και διαγράμματα. Το 6ο κεφάλαιο παρουσιάζει στοιχεία από τη μελέτη εγκαταστάσεων κλιματισμού, όπως συνθήκες σχεδιασμού, παραδοχές και φορτία κλιματισμού. Στο κεφάλαιο 7 περιγράφονται οι αεραγωγοί, τα είδη αεραγωγών, οι απαραίτητοι υπολογισμοί για την μελέτη. Όπως πτώση πίεσεως, διατομές κτλ. Στο κεφάλαιο 8 περιγράφονται τα είδη στομίων. Στο

9ο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά ο υπολογισμός των θερμικών κερδών (ή ψυκτικών φορτίων) κατά Ashrae.

Στο υπολογιστικό κομμάτι της κεντρικής ψύξης γίνεται η μελέτη για την εγκατάσταση κεντρικής ψύξης συστήματος αεραγωγών σε κτήριο ιδιωτικών γραφείων. Υπολογίζονται τα θερμικά κέρδη εσωτερικά και εξωτερικά. Γίνεται έλεγχος θερμοκρασίας, υγρασίας και καθαρότητας. Υπολογίζονται οι αεραγωγοί δια της μεθόδου της σταθεράς πτώσης πίεσεως καθώς και τα στόμια. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι ολικές απώλειες πίεσεως και οι ανεμιστήρες εισαγωγής και απαγωγής του αέρα στους χώρους, τα μέρη της κλιματιστικής μονάδας όπως ψυκτικό στοιχείο, μεταθερμαντικά, κυκλοφορητές κτλ. καθώς και τα χαρακτηριστικά τους.

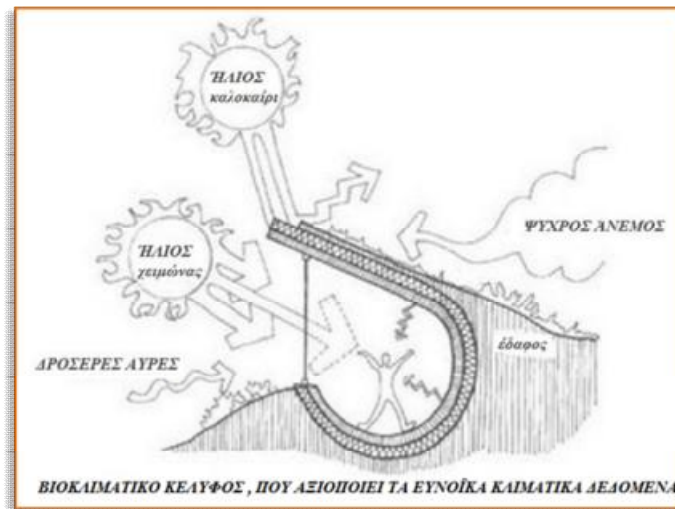
## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά την κάλυψη της πρωταρχικής ανάγκης του ανθρώπου για την επιβίωσή του, δηλαδή της διατροφής, ακολουθεί η προσπάθειά του να προστατευθεί έναντι των δυσμενών επιδράσεων των περιβαλλοντικών συνθηκών. Μέχρι ενός σημείου αυτό επιτυγχάνεται λόγω της σωματικής και βιολογικής του κατασκευής. Διαθέτει δηλαδή ο άνθρωπος την ικανότητα να ανθίσταται έστω και ανεπαρκώς στο κρύο και τη ζέστη, συρρικνώνοντας ή διαστέλλοντας την επιδερμίδα του, που είναι το φυσικό όριο μεταξύ του οργανισμού του και του περιβάλλοντος.

Έναντι του ψύχους ο άνθρωπος, όπως και κάθε ζώο, έχει την ικανότητα να συρρικνώνει την επιδερμίδα του προτάσσοντας έτσι μικρότερη επιφάνεια προς το περιβάλλον. Τούτο σε συνδυασμό με το τρίχωμα που καλύπτει το σώμα του βοηθά στο να απολέσει μικρότερο ποσό θερμότητας ανά μονάδα χρόνου. Αντίθετα έναντι της ζέστης, πάλι άβουλα, διαστέλλει την επιδερμίδα του προτάσσοντας αφενός μεγαλύτερη επιφάνεια στο περιβάλλον αφετέρου διαστέλλει τους πόρους της επιδερμίδας, δια των οποίων ρέουν από τη διαδικασία της εφίδρωσης σωματικά υγρά (νερό και μεταλλικά άλατα), τα οποία εξατμιζόμενα απορροφούν από το σώμα ποσότητες θερμότητας.

Η ανεπαρκής, όπως ήδη αναφέραμε, προστασία του ανθρώπου έναντι του περιβάλλοντος και η εξάντληση της βιολογικής του εξέλιξης και των ορίων προσαρμοστικότητας τον οδήγησαν στην προσπάθεια να χρησιμοποιήσει πρώτα αυτό το ίδιο το περιβάλλον, και έπειτα να προσαρμόσει αυτό ή το μέρος αυτού στις δικές του ανάγκες.

Πρώτα ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τα φυσικά καταλύματα [σπηλιές] που του προσφέρθηκαν από τη φύση και δεν είναι τυχαίο ότι οι πρώτοι πολιτισμοί δημιουργήθηκαν εκεί όπου έβρισκε εύκολα τροφή και στέγη.[εικ.1.1] Άρχισε να δημιουργεί μικρές ομάδες με κοινή προέλευση και κοινούς δεσμούς. Οι ομάδες αυτές αποτέλεσαν τις πρώτες οικογένειες και εξελίχθηκε από homo erehthus σε homo sapiens, όταν καλύφθηκαν οι πρώτες του ανάγκες.



*Εικ. 1.1: Ιδανική «σπηλιά» για την καλύτερη διαβίωση του ανθρώπου.*

Σ'αυτό το ασφαλές από κάθε ανεπιθύμητο παράγοντα [κρύο , βροχή , ζώα , αντίπαλες ομάδες ]κατάλυμα, και αφού οι άνθρωποι έμαθαν να χρησιμοποιούν τη φωτιά , για τη βελτίωση της τροφής τους αλλά και ως πηγή θερμότητας , τους δόθηκε η ευκαιρία να αναπτυχθούν και σε περεταίρω κλάδους και να ειδικευτούν αναλαμβάνοντας ο καθένας κάποιον ρόλο.

Γύρω από τη φωτιά με άνεση μακριά ,πλέων, από το κρύο, αντάλλαζαν ιδέες, εμπειρίες, και επινοούσαν εργαλεία ,όργανα και μεθόδους που θα τους παρείχαν πρόσθετη ανακούφιση .

Το αμέσως επόμενο βήμα αφού το πρόβλημα της επιβίωσης σε αφιλόξενο [ψυχρό]περιβάλλον πλέων εξέλειπε , ήταν ο περιορισμός και ο έλεγχος της φωτιάς σε ιδιαίτερο χώρο στη σπηλιά. Άρχισε να κατασκευάζει υποτυπώδεις εστίες και να προσθέτει αργότερα οπή στην κορυφή της σπηλιάς για την διαφυγή των ανεπιθύμητων αερίων. Απολαμβάνοντας έτσι έναν χώρο ασφαλή, θερμαινόμενο και καθαρό.

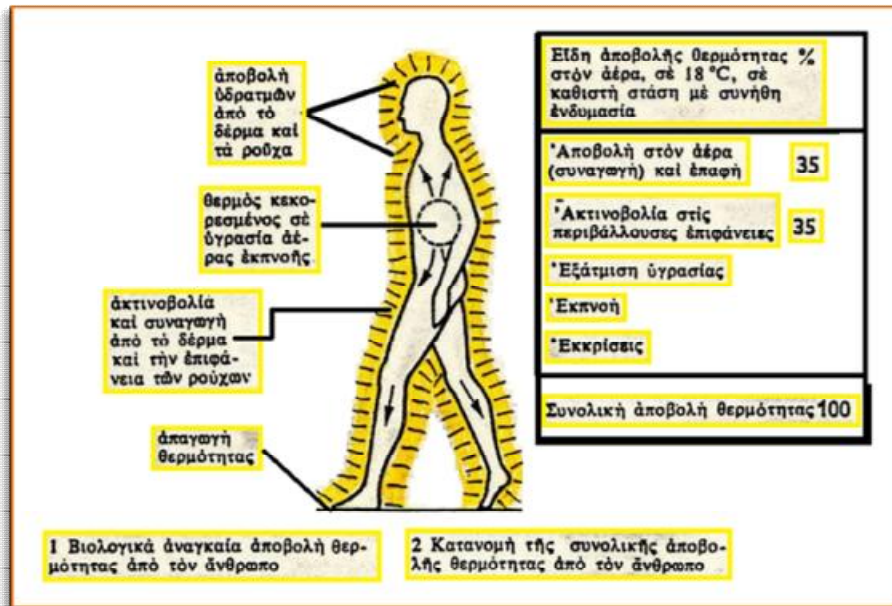
Σήμερα βέβαια το πρόβλημα της βελτίωσης των συνθηκών που επικρατούν στους χώρους δραστηριοτήτων είναι πολυπλοκότερο αφού οι απαιτήσεις για άνετη και υγιεινή διαβίωση πρέπει να καλύπτουν επίσης και θέματα ασφάλειας, αξιοπιστίας , χαμηλού κόστους, αισθητικής και βέβαια με χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ένα σύστημα που ως αποστολή έχει να προσφέρει άνετο και υγιεινό περιβάλλον , πρέπει να λαμβάνει υπόψη και να διαμορφώνει σε αποδεκτές τιμές παραμέτρους όπως : θερμοκρασία , υγρασία , καθαρότητα , ταχύτητα αέρα , ένταση θορύβων αλλά και τη λειτουργικότητα , τα κατασκευαστικά δεδομένα , την αισθητική , των περιορισμών των βλαβών και των συνεπειών τους ,την συνεχή και απροβλημάτιστη λειτουργία τους, το περιορισμένο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας , τις επιβάρυνσεις που αυτό το ίδιο το σύστημα προκαλεί λόγω της ύπαρξής του αλλά και της λειτουργίας του .

Πριν αναπτυχθεί κάθε προσπάθεια εξασφάλισης των πιο πάνω συνθηκών , πρέπει να κατανοηθεί η σχέση που έχει ο άνθρωπος με το περιβάλλον , στο οποίο πρέπει να δραστηριοποιηθεί .

Στο ανθρώπινο σώμα συντελείται συνεχώς ένα πλήθος φυσικών και χημικών διεργασιών που ως σκοπό έχουν την παραγωγή ενέργειας , βασίζεται στην επεξεργασία των τροφών και είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ζωής , την ανάπτυξη του σώματος και τη παραγωγή έργου . αυτά πρέπει να γίνουν ενώ η θερμοκρασία του σώματος διατηρείται μεταξύ των τιμών 36,6°C και 37 °C που θεωρείται απαραίτητη για να λειτουργήσει σωστά και με υγεία ο οργανισμός .

Σε σχέση λοιπόν με το περιβάλλον , το οποίο συνήθως έχει θερμοκρασία χαμηλότερη από 37 °C , στα εύκρατα κλίματα έχει θερμοκρασιακή διαφορά από 10 έως 25°C . είναι λοιπόν το ανθρώπινο σώμα μία «μηχανή » συνεχούς παραγωγής , κατανάλωσης και απόρριψης ενέργειας. Η απόρριψη της ενέργειας γίνεται με αγωγιμότητα , εξάτμιση και ακτινοβολία , από το σύστημα της επιδερμίδας και από την εκπνοή [σχ.1.2]



Εικ. 1.2 : Απόρριψη της ενέργειας εκ του ανθρώπινου σώματος .

Ο περιορισμός της αποβολής θερμότητας επιτυγχάνεται με την ενδυμασία , η θερμομονωτική δράση της οποίας απαιτείται να είναι ισχυρότερη όταν η θερμοκρασιακή διαφορά αυξάνεται. Κατανοώντας την ενεργειακή σχέση ανθρώπου περιβάλλοντος μπορούν να προσδιοριστούν οι τιμές εκείνες που πρέπει να έχουν οι παράμετροι : θερμοκρασία , υγρασία , καθαρότητα , και ταχύτητα αέρα που θα του επιτρέψουν να αισθάνεται σε άνεση .

## A. Θερμική Άνεση

Ως άνεση ορίζεται η αίσθηση της «απόλυτης» φυσικής και πνευματικής ευημερίας. Με βάση αυτόν τον ορισμό μόνο σε ένα μικρό ποσοστό ελέγχεται από τον μελετητή. Τα βιολογικά, ψυχολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά των ενοίκων παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο. Οι υποκειμενικές προτιμήσεις των ανθρώπων δεν ταυτίζονται, δηλαδή αν μια ομάδα ανθρώπων ζει στις ίδιες κλιματικές συνθήκες, τα μέλη της είναι σχεδόν αδύνατο να ικανοποιηθούν ταυτόχρονα. Παρ' όλα αυτά είναι γνωστά κάποια όρια, όλων των παραπάνω παραγόντων σε διάφορους συνδυασμούς, που είναι αποδεκτό με υποκειμενικούς χαρακτηρισμούς της μορφής "ανεκτό", ικανοποιητικό ή "ευχάριστο και άνετο" περιβάλλον. Ανάλογοι συνδυασμοί περιβαλλοντικών παραγόντων μπορούν να προσδιοριστούν για ζώα, φυτά και προϊόντα, με στόχο τη δημιουργία συνθηκών που ευνοούν την ανάπτυξη τους ή τη συντήρησή τους. Αλλά ακόμη και για την οργανική και ανόργανη ύλη, μπορούν επίσης να καθοριστούν συνθήκες περιβάλλοντος, που ευνοούν ή αποκλείουν μεταβολές ή εξελίξεις. Για να επανέλθουμε στον άνθρωπο, οι επιθυμητοί αυτοί συνδυασμοί περιβαλλοντικών στοιχείων που του εξασφαλίζουν (εξελικτικά) επιβίωση μέχρι και ευεξία, συνιστούν τις συνθήκες ανέσεως που επιδιώκουμε να εξασφαλίσουμε με διάφορα μέσα (οικολογικά δομημένες κατοικίες, θέρμανση, δροσισμός, συστήματα καθαρισμού του αέρα, ηχομονωτικά χωρίσματα και άλλες δυνατότητες που θέτει η τεχνολογία στην υπηρεσία του πολιτισμού). Πριν προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε τα στοιχεία και τους συνδυασμούς εκείνους που εξασφαλίζουν αίσθηση ανέσεως στον άνθρωπο (ή ανταποκρίνονται σε άλλους στόχους όταν αναφέρονται σε ζώα, φυτά, προϊόντα κ. τ. λ), πρέπει να αναλύσουμε τις έννοιες "κλίμα", "εσωκλίμα", "εξώκλιμα" κ.λπ., και να διερευνήσουμε τις ανάγκες και δυνατότητες σε κάθε περίπτωση.

Ο μελετητής πρέπει να στοχεύει στην επίτευξη βέλτιστης θερμικής άνεσης για την ομάδα ως σύνολο, δηλαδή να πρέπει να παρέχει συνθήκες υπό της οποίες ο μέγιστος αριθμός των μελών της ομάδας να αισθάνεται άνετα.

Η θερμική ουδετερότητα, στην οποία ο καθένας δεν επιθυμεί ούτε θερμότερο ούτε ψυχρότερο περιβάλλον, είναι η αναγκαία συνθήκη για την θερμική άνεση. Η επίτευξη της θερμικής ουδετερότητας δεν εξασφαλίζει αναγκαία και την θερμική άνεση. Για παράδειγμα, ένα άτομο που είναι εκτεθειμένο σε ένα ασύμμετρο ακτινοβόλο πεδίο

μπορεί να βρίσκεται σε θερμική ουδετερότητα, αλλά είναι αμφίβολο, αν θα αισθάνεται άνετα.

Στις περισσότερες που αντιμετωπίζονται στα κτίρια, οι δύο συνθήκες πρέπει να συμπίπτουν.

### **B. Παράγοντες Που Επηρεάζουν Την Θερμική Άνεση**

Τα επίπεδα άνεσης επηρεάζονται άμεσα από τους εξής παράγοντες :

1. Υποκειμενικές μεταβολές όπως η υγεία, ηλικία, δραστηριότητα, ένδυση κ.τ.λ.
2. Περιβαλλοντικές μεταβλητές όπως, θερμοκρασία αέρα, μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, ταχύτητα αέρα, υγρασία, καθαρότητα του αέρα, και σε συνδυασμό με την αποτελεσματική θερμοκρασία και τη μέση θερμοκρασιακή ακτινοβολία. Οι μεταβλητές αυτές εξαρτώνται άμεσα από τον σχεδιασμό του κτιρίου και τα συστήματα ψύξης και θέρμανσης αυτού.

### **Γ. Εξώκλιμα Και Εσώκλιμα**

Το κλίμα του ανοικτού (ελεύθερου από τοιχώματα) περιβάλλοντος, ονομάζουμε συνήθως "ΕΞΩΚΛΙΜΑ", σε αντιδιαστολή με το κλίμα προστατευμένων ή συνηθέστερα κλειστών χώρων, που ονομάζουμε "ΕΣΩΚΛΙΜΑ". Το κλίμα των εσωτερικών χώρων (εσώκλιμα) διαμορφώνεται με αφετηρία τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος, την αποτελεσματικότητα της προστασίας που εξασφαλίζει το κέλυφος του χώρου και την επίδραση εσωτερικών παραγόντων και δράσεων. Η εξάρτηση του εσωκλίματος από το εξώκλιμα ξεκινά από τη θέση του κτίσματος, τη θέση του χώρου στο συνολικό κτίσμα και ακριβέστερα τον βαθμό και την αμεσότητα εκθέσεως του χώρου και του κτιρίου στις περιβαλλοντικές μεταβολές. Ο προσανατολισμός π.χ. του κτιρίου (και ειδικότερα του εξεταζόμενου χώρου), προκαθορίζει το είδος των ανέμων που θα προσβάλλουν τα εξωτερικά τοιχώματα, αλλά και την ποσότητα και τη χρονική διάρκεια προσπτώσεως ηλιακής ακτινοβολίας. Τα κατασκευαστικά (δομικά και αρχιτεκτονικά) στοιχεία του χώρου (τοιχώματα, ανοίγματα, διάφορες κατασκευές) και η "ποιότητα"



απομονώσεως του χώρου, είναι ουσιαστικοί παράγοντες που οριοθετούν άμεσα την επιρροή του εξωκλίματος στο εσωκλίμα. Το πόσο πολύπλοκο είναι οι παράγοντες που καθορίζουν το βαθμό εξαρτίσεως του εσωκλίματος από το εξώκλιμα, φαίνεται καθαρά αν αναφερθεί εδώ ότι ακόμη και το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του κελύφους, έχει άμεση σχέση με την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που παραλαμβάνεται από το τοίχωμα και επομένως (κάποιο ποσοστό της), θα καταλήξει στον εσωτερικό χώρο. Η "ποιότητα" απομονώσεως του χώρου εξαρτάται τόσο από τη θερμομονωτική, θερμοαπορροφητική και θερμοαποθηκευτική ικανότητα των τοιχωμάτων και ανοιγμάτων, όσο και από άλλα στοιχεία όπως ο βαθμός άμεσης επικοινωνίας εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος (ανοικτά κουφώματα, χαραμάδες), τη συγκεκριμένη χρήση και το υλικοτεχνικό περιεχόμενο του χώρου (έπιπλα, συσκευές, μηχανήματα, ειδικός εξοπλισμός), το είδος, τη δραστηριότητα και την ποσότητα ζωντανών οργανισμών ή άλλων παραγόντων, τις επεμβάσεις και τις επιπτώσεις της τεχνολογίας (π.χ. ποιότητα κουφωμάτων). Μια πρόχειρη ή κακότεχνη κατασκευή με "αδύνατα" ή ευθερμαγωγά τοιχώματα και ανοικτά (για λειτουργικούς ίσως λόγους) κουφώματα, ή ύπαρξη χαραμάδων ή διόδων άμεσης επικοινωνίας με τον εξωτερικό αέρα, είναι φανερό ότι υφίσταται την άμεση εξάρτηση του εσωκλίματος της από το εξώκλιμα. Αντίθετα, ένας υπόγειος ή ένας εσωτερικός χώρος ή ένας χώρος με ισχυρή θερμομόνωση και ασήμαντη αεροδιαπερατότητα, διαθέτει σε σημαντικό βαθμό αυτονομία από το εξώκλιμα. Αν μάλιστα ένας εσωτερικός χώρος κλιματίζεται, όπως θα εξεταστεί στη συνέχεια, είναι δυνατόν το εσωκλίμα να διαθέτει προκαθορισμένα χαρακτηριστικά, με ελάχιστη διακύμανση τιμών, που και αυτή μπορεί να προκαθορισθεί. Πριν όμως φθάσουμε στον κλιματισμό, που αποτελεί τεχνητή και ηθελημένη διαμόρφωση του εσωκλίματος πρέπει να εξεταστούν, ποιοτικά στην αρχή και στη συνέχεια και ποσοτικά, οι παράγοντες που σχετίζονται με το εξώκλιμα και το κέλυφος και επιδρούν στο εσωκλίμα, αλλά και ανάλογης σημασίας στοιχεία του χώρου (χρήση, δραστηριότητες, εξοπλισμός, κτλ.). Σύμφωνα με όσα έχουν ήδη αναφερθεί, αλλά και μερικές αυτονόητες εμπειρικές παρατηρήσεις:

**α)** Το εξωτερικό περιβάλλον παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές, τόσο εποχιακά όσο και κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου, σε παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, ο φωτισμός, η ταχύτητα και η κατεύθυνση ροής του αέρα, οι ακτινοβολίες

(ηλιακή, κοσμική, ραδονίου, κτλ.), κ.ά. Ειδικά για το εσωκλίμα παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον ο φυσικός προσανατολισμός του χώρου, καθώς και η θέση του ως προς τους ανέμους. Συχνά στους εξωτερικούς παράγοντες που επιδρούν τελικά και στο εσωκλίμα, πρέπει να συνυπολογιστούν και αιτίες που σχετίζονται με θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις της τεχνολογίας. Όταν π.χ. επιδιώκονται συνθήκες ανέσεως, η Κακή "ποιότητα του αέρα των πόλεων, η αυξημένη ρύπανση από παρακείμενο εργοστάσιο ή η ηχορύπανση από την κυκλοφορία οχημάτων ή παραγωγικές εργασίες (βιομηχανίες, βιοτεχνίες, εργοτάξια κ.λπ.), Πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπ' όψη.

**β)** Τα κατασκευαστικά δεδομένα του κελύφους που επιτρέπουν επιδράσεις στο εσωκλίμα, σχετίζονται με την ποιότητα και τη θερμομονωτική, θερμοαπορροφητική, θερμοσυσσωρευτική και ηχομονωτική ικανότητα των τοιχωμάτων και κουφωμάτων, την προσπίπτουσα άμεση και έμμεση ηλιακή ακτινοβολία, την ύπαρξη διόδων κυκλοφορίας αερίων ρευμάτων κ.ά.

**γ)** Το "περιεχόμενο" του χώρου σε έμβιους οργανισμούς και υλικά, αντικείμενα και εξοπλισμό, διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο. Η παρουσία π.χ. ανθρώπων και γενικότερα ζώντων οργανισμών, επιβαρύνει το περιβάλλον με θερμικά φορτία, αέρια και υγρασία εκπνοής, οσμές κ.ά. Εξ άλλου τα αντικείμενα, τα υλικά και οι ουσίες που βρίσκονται στον χώρο, μπορούν να προσθέτουν (άλλοτε με μεγάλη βραδύτητα και πρακτικά αμελητέα ποσότητα κι' άλλοτε σε ιδιαίτερα σημαντικό επίπεδο) θερμότητα, αναθυμιάσεις, ατμούς, οσμές κ.ά. Ο εξοπλισμός του χώρου (φωτισμός, οικιακές ή άλλες συσκευές, μηχανήματα και παραγωγικές μονάδες), είναι παράγοντας (άλλοτε επουσιώδους και άλλοτε καθοριστικής σημασίας) για την προσπάθεια διαμορφώσεως επιθυμητού εσωκλίματος.

**δ)** Η χρήση κάθε χώρου αποτελεί καθοριστικό παράγοντα, τόσο για την επιλογή των επιθυμητών συνθηκών εσωκλίματος, όσο και για την ποσοτική εκτίμηση των 'φορτίων' που πρέπει να αντιμετωπίσει η εγκατάσταση κλιματισμού. Η παρουσία ζωντανών οργανισμών στον χώρο έχει σαν άμεση και αναπότρεπτη συνέπεια, την ανάγκη να εξασφαλιστεί επαρκής και δεδομένης ποιότητας αέρα (με περίπου σταθερή περιεκτικότητα σε οξυγόνο), για να διασφαλιστεί η συνέχεια της ζωής. Η παραπάνω επιταγή που επιτυγχάνετο παλαιότερα (στα συνθήματα τουλάχιστον κτίρια κατοικιών ή εργασίας) χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια (φυσικός

αερισμός των χώρων από τις χαραμάδες και τα ανοίγματα), δεν είναι πλέον σήμερα αυτονόητη, ούτε τόσο απλή. Σε υπόγειους ή από παντού κλειστούς ή σε κλιματιζόμενους χώρους (στους οποίους συνειδητά επιδιώκεται η μείωση της ποσότητας αέρα που εισέρχεται ή εξέρχεται από τον χώρο από ανοίγματα και χαραμάδες), πρέπει να αντιμετωπίζεται με προσοχή το θέμα της "ποιότητας" του αέρα και η ανάγκη ανανεώσεως του (με "νωπό" αέρα από το περιβάλλον) ή της τεχνητής βελτιώσεως του. Για να εκτιμηθούν οι παράγοντες που επιδρούν και μεταβάλλουν την ποιότητα του αέρα των κλειστών χώρων, θα χρειαστεί να επισημάνουμε και να εξετάσουμε τις βασικές βιολογικές ή άλλες λειτουργίες που πρέπει να συντηρηθούν ή να εξυπηρετηθούν και να αναλύσουμε την επίδραση τους στο εσώκλιμα. Παρόμοια εξέταση και ανάλυση είναι αναγκαία σε βιομηχανικούς χώρους, όπου συχνά εξελίσσονται φυσικοχημικές δράσεις ή έχουν αποθηκευτεί ουσίες, προϊόντα ή υλικά που 'αναπνέουν'. Το εσώκλιμα ακόμη επηρεάζεται από την παρουσία σωμάτων μεγάλης θερμοχωρητικότητας, από την ανακλαστικότητα των επιφανειών, τα φυσικά ή τεχνητά ρεύματα αέρα, από τις επενδύσεις και τα χρώματα των τοιχωμάτων, από τα ποσά θερμότητας που προκύπτουν από τη λειτουργία συσκευών, μηχανημάτων, φωτισμού κ.ά. σε θερμική ενέργεια.

# *A'* ΜΕΡΟΣ

---

## *ΘΕΡΜΑΝΣΗ*

---

## *ΘΕΩΡΙΑ*

---

### 1.1. Γενικά

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, με τον όρο "Κεντρική Θέρμανση" (Κ.Θ.) περιγράφουμε μια μεγάλη ποικιλία εγκαταστάσεων, με κοινό χαρακτηριστικό ότι η θερμική ενέργεια η οποία παράγεται σ' ένα κατάλληλο χώρο (το λεβητοστάσιο συνήθως), με τη βοήθεια κάποιου φορέα (νερό ή αέρας στις περισσότερες εγκαταστάσεις) και δίκτυο σωληνώσεων ή αεραγωγών, μεταφέρεται στους χώρους που πρέπει να θερμανθούν. Με τη χρησιμοποίηση μιας εγκαταστάσεως Κεντρικής θερμάνσεως, αντί πολλών τοπικών μονάδων, επιτυγχάνονται:

- a. Περιορισμός των θέσεων παραγωγής της θερμότητας (εξοικονόμηση εξοπλισμού και χώρου, χρησιμοποίηση μονάδων αυξημένης αξιοπιστίας και ικανότητας προσαρμογής στις ανάγκες, καλύτερη εποπτεία, κ.ά).
- b. Ουσιαστικός λειτουργικός έλεγχος και ακρίβεια ρυθμίσεων των διαδικασιών. Εντοπισμός και περισσότερο αξιόπιστη ρύθμιση και εποπτεία των λειτουργιών καύσεως, μεταφοράς και κατανομής της παραγόμενης θερμικής ενέργειας, άρα δυνατότητα αυξημένης προστασίας των χρηστών, των χώρων, των περιεχομένων στους χώρους αγαθών και του περιβάλλοντος (αστικού, αισθητικού και φυσικού).
- c. Οικονομία στην κατανάλωση καυσίμου και απλοποίηση των διαδικασιών παραλαβής και αποθηκεύσεώς του, προσαγωγή του στο σημείο καύσεως και απομακρύνσεως των αποβλήτων (π.χ. καυσαέρια).
- d. Χρησιμοποίηση καλαίσθητων, αποτελεσματικών και μικρού μεγέθους θερμαντικών σωμάτων.

Σαν μειονεκτήματα των Κ.Θ. μπορούν να αναφερθούν το υψηλό κόστος κατασκευής της εγκαταστάσεως, η ανάγκη παράλληλης (ταυτόχρονης) εξυπηρετήσεως πολλών χρηστών (για να επιτευχθεί οικονομική λειτουργία) και η περιορισμένη δυνατότητα ικανοποιήσεως ειδικών χρονικών απαιτήσεων και απολύτως δίκαιης κατανομής των δαπανών λειτουργίας και συντηρήσεως. Τα τελευταία μειονεκτήματα γίνεται προσπάθεια να μετριασθούν με διάφορα συστήματα μερικής ή ολικής αυτονομίας. Ειδικά ο ετεροχρονισμός αναγκών (απαιτήσεων θερμάνσεως) πρέπει να θεωρείται πολύ σοβαρό πρόβλημα για μεσαίες εγκαταστάσεις στη χώρα μας και κυρίως σε Κ.Θ. που εξυπηρετούν κτίρια μικτής χρήσεως στα οποία στεγάζονται π.χ. κατοικίες

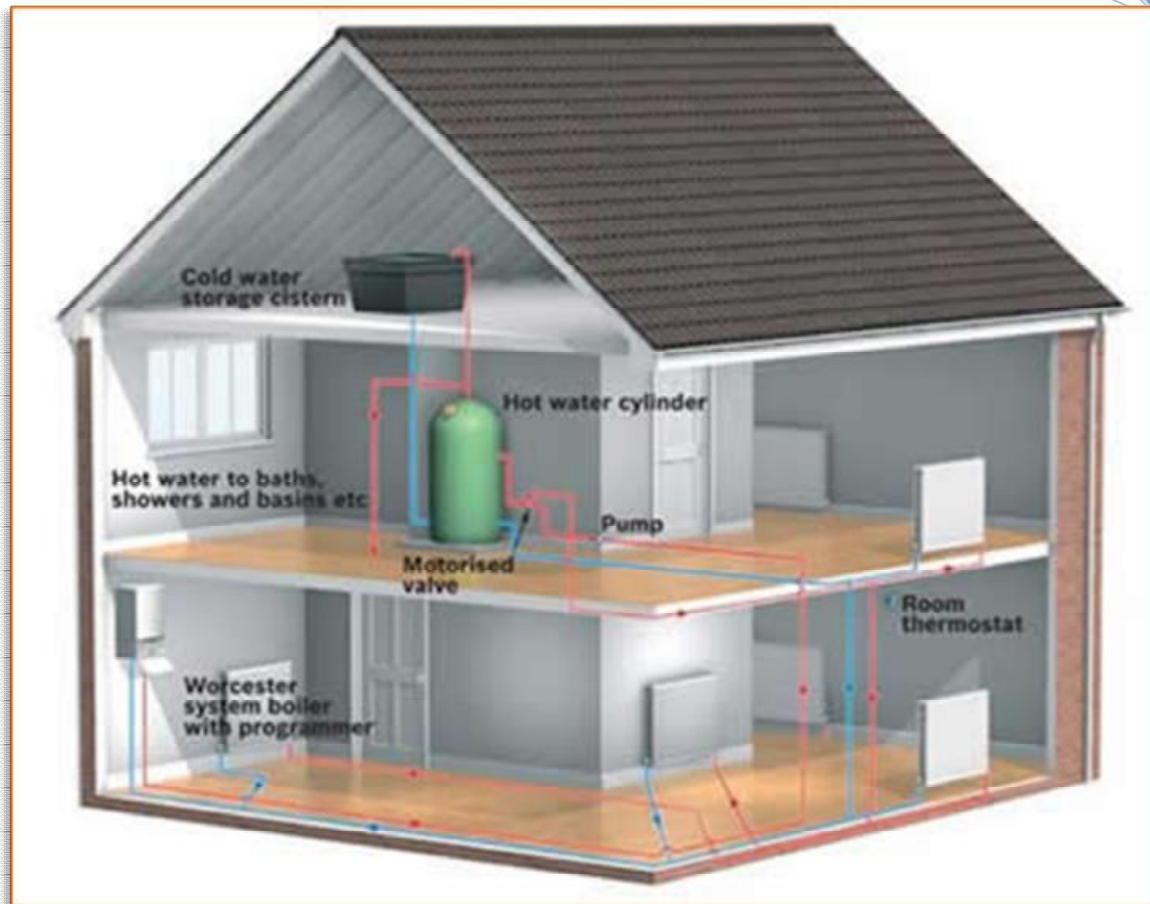
και γραφεία. Στα κτίρια αυτά οι προστριβές είναι συνεχείς γιατί διαφέρουν σημαντικά οι ώρες που χρειάζονται θέρμανση οι εργαζόμενοι στα γραφεία (το πρωί συνήθως) και οι ένοικοι (οι οποίοι το πρωί απουσιάζουν στις εργασίες τους και θέλουν θέρμανση το απόγευμα και το βράδυ). Ακόμη σοβαρό είναι το πρόβλημα της δίκαιης κατανομής των δαπανών θερμάνσεως. Κατασκευαστικές σκοπιμότητες έχουν επιβάλει λύσεις που ευνοούν τους αγοραστές των προνομιούχων διαμερισμάτων, εις βάρος των υπολοίπων και κυρίως των ενοίκων διαμερισμάτων των κατωτέρων ορόφων, οι οποίοι συμμετέχουν στις δαπάνες δυσανάλογα με την πραγματική τους κατανάλωση σε θερμική ενέργεια.

### 1.2. Θέρμανση με Ζεστό Νερό

Η θέρμανση με ζεστό νερό κυριαρχεί σαν μέθοδος στις εγκαταστάσεις μικρού και μεσαίου μεγέθους. Το νερό είναι θερμοκρασίας μέχρι και 130°C και αποτελεί το φορέα της θερμότητας. Θερμαίνεται στον λέβητα [χωρίς ατμοποίηση] και οδηγείται μέσω δικτύου σωληνώσεων στα θερμαντικά στοιχεία των χώρων, όπου αποδίδει θερμότητα λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας που παρουσιάζει  $[\Delta T]$  σε σχέση με τη θερμοκρασία του χώρου και επιστρέφει στον λέβητα με μειωμένη θερμοκρασία. Οι συνηθισμένες θερμοκρασίες εισόδου – εξόδου, του λέβητα, τουλάχιστον για τις συμβατικές εγκαταστάσεις, είναι 70°C και 90°C, αντίστοιχα.

Στην κλασική Κ.Θ. με φορέα το θερμό νερό, η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία είναι 110°C και η μέγιστη πίεση δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 6 bar. Σύμφωνα με την Τ.Ο.ΤΕΕ 2421 οι κεντρικές θερμάνσεις με ζεστό νερό διακρίνονται σε:

- a. Θερμάνσεις με τοπικά σώματα
- b. Θερμάνσεις οροφής
- c. Θερμάνσεις δαπέδου
- d. Θερμάνσεις τοίχου



Εικ.Α.2 Τρισδιάστατη εικόνα κεντρικής θέρμανσης ( Boiler ) με σώματα.

Στην χώρα μας το 90% των θερμάνσεων (περίπου) είναι Κ.Θ. με τοπικά σώματα και το υπόλοιπο 10% αποτελούν οι θερμάνσεις δαπέδου ή τα μικτά συστήματα θερμαντικών σωμάτων και σωλήνων δαπέδου.

Τα συστήματα οροφής και τοίχου (με ζεστό νερό) δεν χρησιμοποιούνται στη χώρα μας.

Σε πιο σύγχρονες εγκαταστάσεις για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος, το επίπεδο θερμοκρασιών λειτουργίας έχει μειωθεί σημαντικά, φτάνοντας στο επίπεδο των 35°C - 45°C.

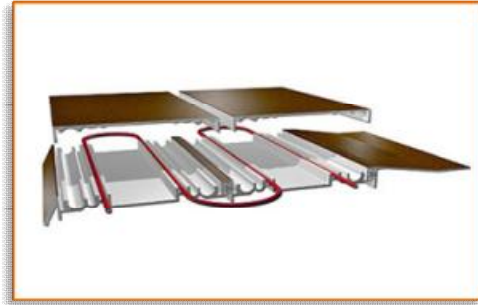
Η διαδικασία αυτή όμως παρουσιάζει αρκετά τεχνικά και οικονομικά προβλήματα. Για το λόγω αυτό είναι απαραίτητα τα ακόλουθα :

1. Σωστή μελέτη από τον μηχανολόγο μελετητή
2. Η προσεκτική υλοποίηση της μελέτης από τον εγκαταστάτη
3. Η επιμελής ρύθμιση της λειτουργίας της εγκατάστασης και

## 4. Η τακτική συντήρησή της.



(a)



(b)

*Εικ. 1.3: (a)Θερμαντικά σώματα κεντρικής θερμάνσεως τοίχου και δαπέδου, (b)είδος κεντρικής θέρμανσης το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί σε δάπεδο ή οροφή.*

Κάθε εγκατάσταση Κ.Θ. με φορέα της θερμικής ενέργειας το νερό, χρειάζεται σύστημα παροχής θερμότητας (λέβητας - καυστήρας - καύσιμο), σύστημα μεταφοράς της, με κυκλοφορία του φορέα σε κλειστή διαδρομή (κυκλοφορητές - σωληνώσεις), σύστημα τοπικής παροχής θερμάνσεως στους χώρους (θερμαντικά σώματα) και διατάξεις ελέγχου και ασφάλειας. Με τη μελέτη υπολογίζονται οι θερμικές ανάγκες των χώρων, εκλέγονται τα κατάλληλα θερμαντικά σώματα [από άποψη είδους και μεγέθους] και υπολογίζονται με λεπτομέρεια τα στοιχεία:

- Δίκτυο σωληνώσεων
- Λέβητας
- Καυστήρας
- Κυκλοφορητής
- Δοχείο διαστολής
- Δεξαμενή πετρελαίου ή άλλου καυσίμου
- Ασφαλιστικά και ρυθμιστικά συστήματα και



● Αυτοματισμοί.

### 1.3. Ανάγκες για την Μελέτη, Προδιαγραφές και Παραδοχές

Η μελέτη ξεκινά μετά την παραλαβή των αρχιτεκτονικών σχεδίων και τη διευκρίνιση μερικών βασικών προδιαγραφών και απαιτήσεων .

Τα σχέδια περιλαμβάνουν:

**a.** Πλήρες κατόψεις ορόφων

Οι κατόψεις αναφέρουν τις διαστάσεις των δαπέδων των χώρων καθώς επίσης και τις διαστάσεις τοιχωμάτων και ανοιγμάτων.

**b.** Πρόχειρο τοπογραφικό της οικοδομής

Το τοπογραφικό περιέχει ορισμένα στοιχεία , όπως ο προσανατολισμός, η σχετική θέση με τα γειτονικά κτίσματα , τυχόν εμπόδια , και μπορεί να περιέχει και ορισμένα επιπλέον στοιχεία, όπως ελάχιστες πιθανές εξωτερικές θερμοκρασίες , ηλιασμό οικοδομής ,προσβολή ανέμων κτλ.

**c.** Κατακόρυφες τομές

Στις κατακόρυφες τομές συμπληρώνονται στοιχεία και πληροφορίες για τις υπόλοιπες διαστάσεις ,όπως ύψος τοίχων , ανοιγμάτων και καθορίζεται το σχετικό υψόμετρο των δαπέδων και των στεγών ως προς το έδαφος.

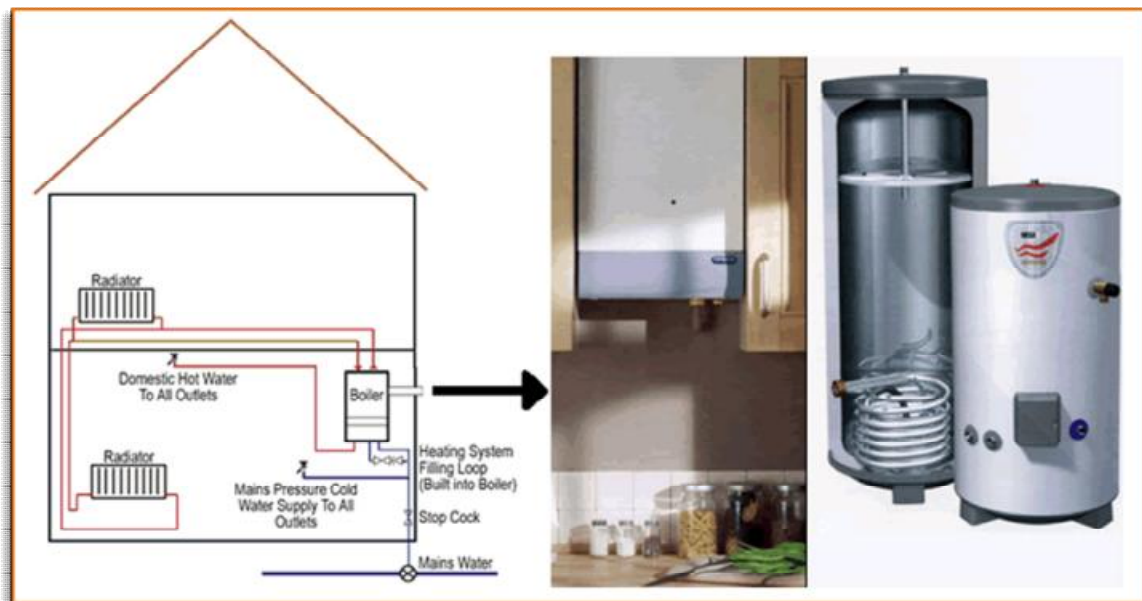
**d.** Τυχόν λεπτομέρειες-εξηγήσεις

Σε περίπτωση που δεν αναφέρονται στο αρχιτεκτονικό σχέδιο κάποιες εξηγήσεις όπως :

- i.** Θέση λεβητοστασίου και απαραίτητου ανοίγματος προς το περιβάλλον , η διαδρομή της καπνοδόχου , θέση για τη δεξαμενή καυσίμου και θέση φρέατος παραλαβής καυσίμου.
- ii.** Συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας ,τοίχων , δαπέδων , και ανοιγμάτων από τη μελέτη θερμομόνωσης ή τα κατασκευαστικά στοιχεία για τον υπολογισμό των

πραγματικών συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας ,καθώς επίσης και ειδικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις χώρων.

- iii. Βασικές αρχές του συστήματος θέρμανσης , το είδος του καυσίμου, οι απαιτήσεις ποιότητας-κόστους , θέση και μορφή θερμαντικών σωμάτων.
- iv. Ο αυτοματισμός της εγκατάστασης, πιθανότητα αυτονομίας ανά διαμέρισμα, η πιθανότητα παραλαβής θερμότητας για άλλες οικιακές χρήσεις (π.χ. Boiler εικ. A.1) κτλ.



*Εικ. A.1 Σύστημα θέρμανσης με Boiler ( και μία πιθανή του θέση σε οικία καθώς και μία τομή ενός Boiler εμπορίου)*

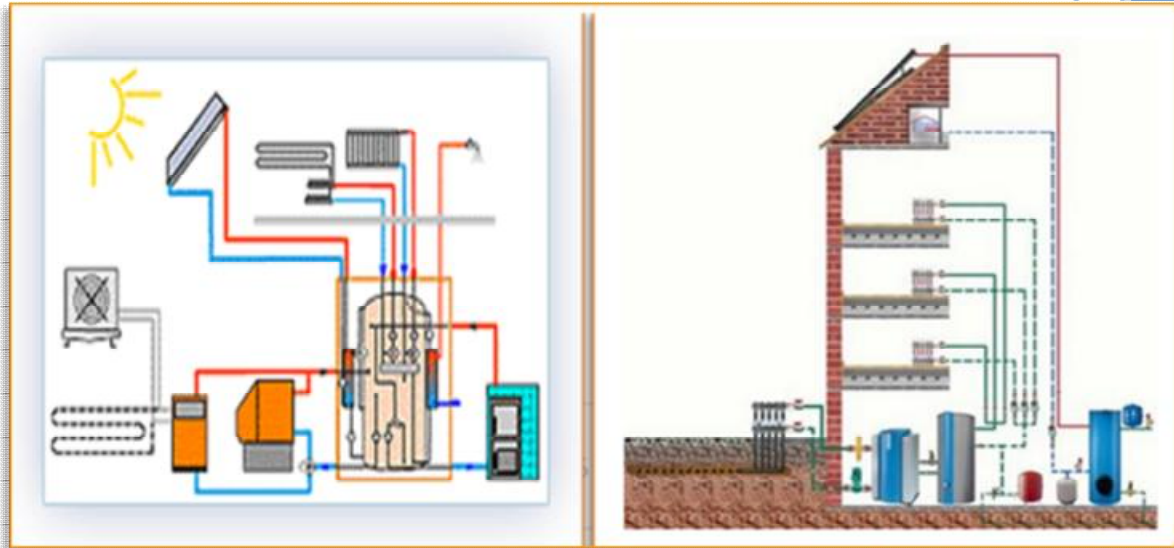
#### **1.4. Πρότυπη Μελέτη Εγκαταστάσεως Κεντρικής Θέρμανσης με Νερό**

Αφετηρία των υπολογισμών και της εκλογής εξοπλισμού για όλα τα συστήματα είναι ο θερμικός ισολογισμός που έχει αναδείξει το μέγεθος των θερμικών απωλειών για κάθε χώρο και για την συνολική εγκατάσταση. Μια βασικής σημασίας επιλογή του μελετητή (ή προηγουμένως του Αρχιτέκτονα, ή του ιδιοκτήτη του κτιρίου) σχετίζεται με την επιλογή του συστήματος διανομής του ζεστού νερού (δισωλήνιο, μονοσωλήνιο, ενδοδαπέδιο, μεικτό). Η επιλογή αυτή είναι ιδιαίτερα δεσμευτική για την εξέλιξη της μελέτης και γι' αυτό πρέπει να είναι προϊόν προσεκτικής αναλύσεως και συνθετικής επεξεργασίας πολλών

δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά αναφέρονται στις ανάγκες και επιθυμίες των χρηστών, την λειτουργικότητα του συστήματος που θα κατασκευαστεί, την γνωστική υποδομή και εμπειρία των υδραυλικών και άλλων τεχνικών που θα χρησιμοποιούν τις δυνατότητες παραδόσεως εξοπλισμού της αγοράς και βέβαια τα κοστολογικά δεδομένα.

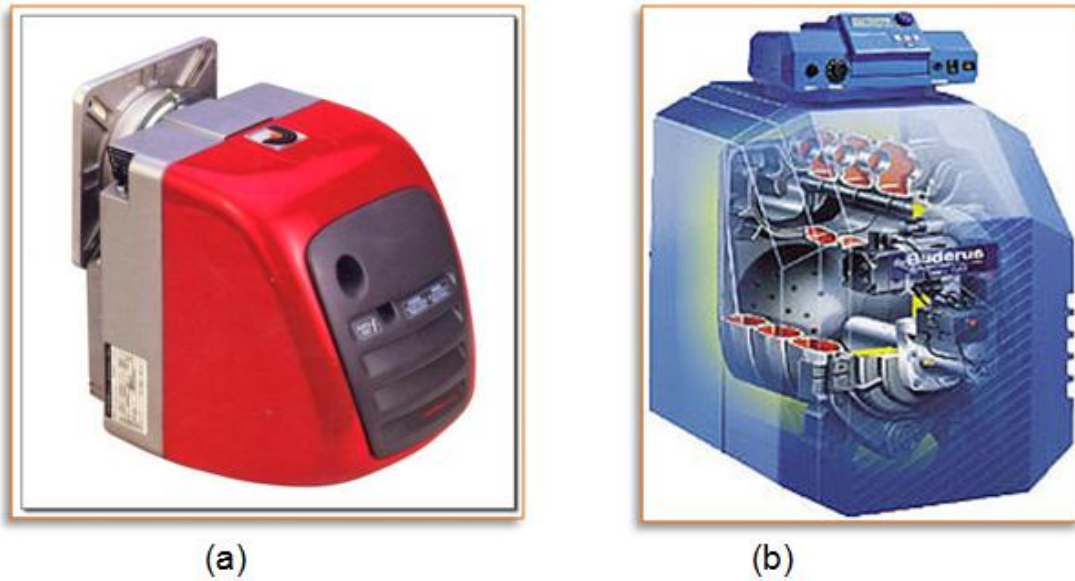
Η περαιτέρω διαδικασία περιλαμβάνει:

1. Εκλογή της θέσεως, του είδους και του μεγέθους των θερμαντικών σωμάτων.
2. Χάραξη της διαδρομής των σωληνώσεων τροφοδοτήσεως των θερμαντικών σωμάτων με ζεστό νερό (προσαγωγή και επιστροφή).
3. Εκλογή του είδους των σωλήνων και των διατομών τους σε συνδυασμό με την εκτίμηση των απωλειών τριβών για την ροή και τον καθορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του κατάλληλου κυκλοφορητή .
4. Εξέταση της ανάγκης ή μη η Κ.Θ. να συνδυαστεί και με το δίκτυο παροχής θερμού νερού χρήσεως για τις οικιακές ανάγκες, όπως και αν θα υπάρξει συνεργασία με ηλιακό σύστημα κ.λπ.[εικ.1.4]



*Εικ. 1.4 : Συστήματα κεντρικής θέρμανσης συνεργαζόμενα και με ηλιακό σύστημα.*

5. Καθορισμό της θέσεως και των διαστάσεων του λεβητοστασίου, της διαδρομής της καπνοδόχου, της διαδικασίας πλήρωσης της δεξαμενής πετρελαίου, της προσαγωγής πετρελαίου στον καυστήρα και νερού στο δοχείο διαστολής, και εξέταση των προϋποθέσεων ικανοποιητικού αερισμού.
6. Εκλογή μεγέθους, τύπου και κυρίων τεχνικών χαρακτηριστικών του λέβητα και του συνεργαζόμενου καυστήρα, καθορισμός των συνθηκών λειτουργίας, το είδος και τη θέση των οργάνων ενδείξεων, ρυθμίσεων και αυτοματισμού
7. Υπολογισμός καταναλώσεως καυσίμου και εκλογή θέσεως και μεγέθους της δεξαμενής καυσίμου.
8. Χωροθέτηση των στοιχείων και μηχανημάτων του λεβητοστασίου, έλεγχος διαστάσεων και αποστάσεων σύμφωνα με τις εντολές των κανονισμών, αλλά και τις ανάγκες καλής λειτουργίας, εύκολη συντήρηση και πιθανών επισκευών.



Εικ. 1.5: (a) Καυστήρας, (b) Λέβητας

9. Σχεδίαση του ηλεκτρολογικού κυκλώματος, εκλογή κατάλληλου κεντρικού πίνακα, διακοπών, ασφαλειών, καλωδιώσεων κτλ.
10. Προδιαγραφή και επιλογή των συστημάτων ασφαλείας και βοηθητικών συστημάτων (π.χ. συμπληρώσεως νερού στο λέβητα) .
11. Προεκτίμηση των αναγκών (και δαπανών) σε εξοπλισμό, συσκευές, υλικά και εργασία για την υλοποίηση της εγκαταστάσεως.
12. Σύνταξη τεχνικής περιγραφής και οδηγιών για τον κατασκευαστή και τον συντηρητή της εγκαταστάσεως.
13. Σύνταξη απλοποιημένων οδηγιών για τους χρήστες.
14. Σύνταξη προϋπολογισμού και χρονοδιαγράμματος κατασκευής.

Στην πράξη, για μικρές εγκαταστάσεις αρκετές από τις παραπάνω διαδικασίες παραλείπονται. Πάντως κάθε μελέτη πρέπει να συντάσσεται με επιμέλεια και γνώση από υπεύθυνο Μηχανικό, ο οποίος πρέπει να παραδίδει στον εντολοδόχο του (επιχειρηματίας, ιδιοκτήτης) "φάκελο" της μελέτης, που πρέπει να περιλαμβάνει :

1. Τεχνική περιγραφή στην οποία πρέπει να αναφέρονται οι "παραδοχές" που έγιναν (εσωκλίμα, εξώκλιμα κ.λπ.) οι θερμικές απώλειες που προέκυψαν για κάθε χώρο και το σύνολο τους, καθώς και οι προσεγγίσεις και οι διορθωτικές παρεμβάσεις

που έγιναν. Στην τεχνική περιγραφή ακόμη αναφέρονται τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά που προέκυψαν από τους υπολογισμούς (και τις επιλογές μελετητή - ιδιοκτήτη) για τον λέβητα, τον καυστήρα, τον κυκλοφορητή, τα κεντρικά δίκτυα σωληνώσεων, τα συστήματα ασφαλείας, τα όργανα ενδείξεων, μετρήσεων και αυτοματισμού.

Η τεχνική περιγραφή πρέπει να δίδει οδηγίες για την εγκατάσταση, σύνδεση και δοκιμή των παραπάνω, τη συγκρότηση και χωροθέτηση του λεβητοστασίου, την τοποθέτηση της δεξαμενής πετρελαίου, του δικτύου σωληνώσεων, της καπνοδόχου και των θερμαντικών σωμάτων. Ακόμη στην τεχνική περιγραφή πρέπει να περιλαμβάνονται υποδείξεις για την ρύθμιση, τη δοκιμή και τη συντήρηση της εγκαταστάσεως, την προστασία των προσαγόμενων υλικών, συσκευών και μηχανημάτων κατά την φάση της κατασκευής, καθώς και την προστατευτική και αισθητική βαφή των στοιχείων της εγκαταστάσεως.

**2.** Έντυπα υπολογισμού των θερμικών απωλειών. Στον φάκελο της μελέτης πρέπει απαραίτητα να περιλαμβάνονται αντίγραφα των παραδοχών και αναλυτικών υπολογισμών που έγιναν για τον προσδιορισμό των θερμικών αναγκών των χώρων. Οποιοδήποτε πρόβλημα προκύψει ή ανάγκη κάποιας τροποποίησης, απαραίτητα θα βασιστεί στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών.

**3.** Έντυπα επιλογής των θερμαντικών σωμάτων στα οποία παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των θερμαντικών σωμάτων που προτείνονται, δηλαδή η βασική τους μορφή, η θερμαντική τους επιφάνεια, η θερμαντική τους ισχύς και οι κύριες γεωμετρικές διαστάσεις τους. Τα έντυπα αυτά διευκολύνουν την παραγγελία και την διαδικασία παραλαβής των θερμαντικών σωμάτων.

**4.** Σχέδια σωληνώσεων και θέσεων σωμάτων. Σε κατόψεις και κατακόρυφες τομές της δομικής κατασκευής σχεδιάζονται οι θέσεις των θερμαντικών σωμάτων, Οι διαδρομές και τα σημεία συνδέσεως των σωλήνων προσαγωγής και επιστροφής του ζεστού νερού. Στα σχέδια αυτά πρέπει να αναγράφονται λεπτομερώς τουλάχιστον τα στοιχεία παραγγελίας των θερμαντικών σωμάτων και των σωληνώσεων. Χωρίς να είναι απαραίτητο, είναι όμως χρήσιμο τα Θ.Σ. να σχεδιάζονται υπό κλίμακα, ώστε να γίνεται φανερός ο χώρος που καταλαμβάνουν στην κάτοψη του χώρου.

**5.** Με τον τρόπο αυτό ο Αρχιτέκτονας ή ο ιδιοκτήτης ή ο χρήστης είναι πιθανότερο ότι εγκαίρως θα αντιληφθούν τα προβλήματα χώρου τα οποία θα δημιουργηθούν από τα θερμαντικά σώματα. Μια άλλη αναγκαία λεπτομέρεια είναι η

θέση συνδέσεως των σωμάτων στο δίκτυο σωληνώσεων, δοθέντος ότι σε κάποια μεγάλα θερμαντικά σώματα η προσαγωγή και η απαγωγή γίνονται από αντίθετες πλευρές.

**6.** Δοθέντος ότι η τεχνική περιγραφή αδυνατεί να προσδιορίσει με ακρίβεια τις θέσεις των θερμαντικών σωμάτων και τα σημεία διελύσεως των σωλήνων (δια των πατωμάτων ή των τοίχων) τα σχέδια αυτά είναι πολύτιμα βοηθήματα για τον κατασκευαστή της εγκαταστάσεως.

**7.** Μεταξύ των σχεδίων περιλαμβάνεται απαραίτητα και μια (τουλάχιστον) κατακόρυφη τομή, στην οποία φαίνονται (σχεδιασμένα με σύμβολα) όλα τα κύρια στοιχεία της εγκαταστάσεως συνδεδεμένα με τις σωληνώσεις. Το σχέδιο αυτό είναι πολύτιμο για τον υπολογισμό των διαμέτρων των σωλήνων και το μέγεθος του κυκλοφορητή.

**8.** Σχέδια κατόψεως και κατακόρυφης τομής του λεβητοστασίου όπου φαίνεται η θέση του λέβητα, του κυκλοφορητή, της δεξαμενής πετρελαίου, της καπνοδόχου, των συστημάτων ασφαλείας (όσων βρίσκονται στο λεβητοστάσιο), του ηλεκτρολογικού πίνακα, των ανοιγμάτων αερισμού κ.λπ.

**9.** Σχέδια των ηλεκτρικών καλωδιώσεων που τροφοδοτούν με ρεύμα τον καυστήρα, τον κυκλοφορητή, τα συστήματα ελέγχου και αυτοματισμού.

**10.** Οικονομικό προϋπολογισμό της προτεινομένης εγκαταστάσεως, πιθανές εναλλακτικές λύσεις για δαπανηρά μηχανήματα και συστήματα, με αναφορές στο κόστος λειτουργίας και σε ειδικές κατασκευαστικές και λειτουργικές επιλογές.

**11.** Έντυπο προσφοράς ή πρόταση γραπτής συμφωνίας μεταξύ ιδιοκτήτη και εργοδότη ο οποίος θα αναλάβει την κατασκευή.

### 1.5. Απώλειες Θερμότητας

Ο υπολογισμός των απωλειών θερμότητας για ένα κτήριο είναι το ξεκίνημα για οποιαδήποτε εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης.

Γενικά δύναται να ειπωθεί ότι οι θερμικές απώλειες , το μέγεθος των οποίων υπολογίζεται χωριστά, αποτελούνται από δύο κύρια μέρη , αυτές που οφείλονται στη

ροή θερμότητας μέσα από στερεά τοιχώματα και αυτές από την είσοδο νωπού αέρα από το περιβάλλον .

Μπορεί λοιπόν να εκφραστεί με την παρακάτω σχέση ο διαχωρισμός αυτός :

$$Q_{\sigma\lambda} = Q_s + Q_1 \text{ [Watt]}$$

Όπου:

$Q_s$ : Απώλειες από στερεά σώματα

$Q_1$ : Απώλειες από είσοδο νωπού αέρα

Στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας, υπεισέρχονται η αντίσταση θερμοδιαφυγής ( $1/\Lambda$ ) και οι θερμικές αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως ( $1/a_i$  τοιχώματος και εσωτερικού αέρα , και  $1/a_a$  τοιχώματος και εξωτερικού αέρα ). Για την αντίσταση θερμοδιαφυγής επιπέδου τοιχώματος, ισχύει η σχέση:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{a_1} + \frac{d_2}{a_2} + \dots + \frac{d_n}{a_n}$$

Πρόκειται για ένα σύνθετο τοίχωμα, του οποίου οι στρώσεις παρουσιάζουν πάχη ( $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ ) με αντίστοιχους συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ . Οι τιμές των  $\Lambda$  προκύπτουν από πίνακες βιβλίων [ π.χ: πιν.4.1.6 - σελ.4.11 - βιβλ.Β.Η.Σελλούντος ]. Για τις αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως, χρησιμοποιούνται τιμές που δίδονται από τον Πίνακα 1 του Κ.Θ.Κ. [π.χ βλ. πιν.4.2.2 Β.Η.Σελλούντος] Μετά τον προσδιορισμό των τιμών της αντιστάσεως θερμοδιαφυγής και των αντιστάσεων θερμικής μεταβάσεως, Προκύπτει ο συντελεστής θερμοπερατότητας από τη σχέση:



$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a}$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

$K$  [ $Kcal/h \times m^2 \times ^\circ C$ ] : Συντελεστής θερμοπερατότητας.

$\alpha_i$  ,  $\alpha_a$  [ $Kcal/h \times m^2 \times ^\circ C$ ] : Συντελεστής μεταβιβάσεως θερμότητας τοίχου-αέρα και αντίστροφα.

$d$  [ $m$ ] : Πάχος διαφόρων υλικών που αποτελούν τον τοίχο.

$\Lambda$  [ $Kcal/h \times m^2 \times ^\circ C$ ] : Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας.

$1/\Lambda$  : Αντίσταση θερμοδιαφυγής.

### 1.5.1 Συμπλήρωση του Έντυπου Υπολογισμού των Θερμικών Απωλειών

Το έντυπο της εικ.1.6 είναι κατά τη γνώμη πολλών μηχανολόγων μηχανικών εξαιρετικά απλό, εύχρηστο και πλήρες. Στο άνω αριστερό του εντύπου αυτού τίθεται η σφραγίδα του μελετητή ή του τεχνικού γραφείου το οποίο φέρει την ευθύνη της μελέτης. Παραπλεύρως της λέξεως "Μελέτη" αναφέρεται το είδος της οικοδομής (πολυκατοικία, οικία, νοσοκομείο, βιοτεχνία κ.λπ.), ο ιδιοκτήτης και η περιοχή (πλήρης διεύθυνση). Παραπλεύρως της λέξεως "Φύλλο" τίθεται ο αύξων αριθμός των φύλλων υπολογισμού, για την ευχερή ταξινόμηση τους κατά την εξέλιξη της μελέτης. Η λέξη "Όροφος" συμπληρώνεται με τις λέξεις Υπόγειο, Ισόγειο, Α' όροφος, ..., ρετιρέ, κ.λπ. Η συμπλήρωση των προκαταρκτικών αυτών στοιχείων κρίνεται απαραίτητη, για να εξασφαλισθεί η ομαλή πρόοδος της μελέτης και να μειωθεί στο ελάχιστο η πιθανότητα

σφάλματος, κατά την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων του υπολογισμού θερμικών απωλειών.

Ο κύριος υπολογισμός χωρίζεται στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω αγωγιμότητας  $Q$  (στήλες 1 έως 16) και την εκ των υστέρων (από κάτω) προσθήκη των απωλειών αερισμού  $Q_A$ . Για τη συμπλήρωση των στηλών 1 έως 16 ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

1. Στη στήλη αυτή τίθεται συντομογραφικά το "είδος επιφάνειας" για όσες επιφάνειες πρέπει να υπολογιστούν οι απώλειες θερμότητας (Τεξ, Θ, Π, Δ, κ.λπ).
2. Στη στήλη (2) τίθεται συντομογραφικά ο προσανατολισμός του χώρου (B, ΒΔ, Α κτλ). Εάν ο μελετητής χρησιμοποιήσει τις υποδείξεις αυτού του βιβλίου, για καθ' ένα χώρο θα θέσει ένα γενικό προσανατολισμό, που θα είναι ο προσανατολισμός ο αντίστοιχος στον πλέον εκτεθειμένο εξωτερικό τοίχο. Κατά τη μέθοδο αυτή εκτελείται ο υπολογισμός για κάθε ένα τοίχωμα από τις στήλες (3) έως (12). Τα αποτελέσματα επί της στήλης (12) αθροίζονται και επί του συνόλου λαμβάνεται υπ' όψη η επίδραση του προσανατολισμού. Κατ' άλλους όμως μελετητές, καθορίζεται προσανατολισμός για κάθε ένα "είδος επιφάνειας" και ο υπολογισμός συνεχίζεται κατά οριζόντια πορεία, μέχρι και της στήλης (16) όπου γίνεται άθροιση. Τα τελικά αποτελέσματα ελάχιστα διαφέρουν. Η Πρώτη μέθοδος δίδει κάπως υψηλότερες τιμές απωλειών.
3. Εάν η "επιφάνεια" είναι τοίχωμα, αναγράφεται εδώ το πάχος της σε cm.
4. Στις στήλες (4) έως (8) υπολογίζεται το εμβαδόν της "επιφάνειας" της στήλης (1). Στη στήλη (4) γράφεται το μήκος της (σε m).
5. Γράφεται το ύψος ή πλάτος (σε m).
6. Γράφεται το γινόμενο των στηλών (4) και (5) το οποίο, προκειμένου περί συνεχούς επιφάνειας, αντιπροσωπεύει το εμβαδόν (σε  $m^2$ ).
7. Όταν ο χώρος διαθέτει όμοιες επιφάνειες (π.χ. δύο όμοιων διαστάσεων και λοιπών στοιχείων, παράθυρα), γράφεται εδώ ο αριθμός των όμοιων αυτών επιφανειών. Στην περίπτωση που υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες για δύο όμοια παράθυρα, η στήλη (8) παραμένει κενή και το γινόμενο των στηλών (6) και (7) γράφεται στην (9) ως τελική επιφάνεια.
8. Εάν μελετάται η επιφάνεια ενός τοιχώματος το οποίο διαθέτει και κουφώματα, το εμβαδόν των κουφωμάτων του αθροίζεται και γράφονται στη στήλη (8). Το

εμβαδόν αυτό χαρακτηρίζεται ως "αφαιρούμενη επιφάνεια", διότι πρέπει να αφαιρεθεί από το ευρεθέν "μεικτό" εμβαδόν του τοιχώματος που γράφηκε στη στήλη (6). Το μετά την αφαίρεση εμβαδόν που προκύπτει, γράφεται στη στήλη (9).

9. Στη στήλη αυτή γράφονται τα τελικά εμβαδά, τα οποία αντιστοιχούν σε καθορισμένο είδος επιφάνειας, για την οποία οι πίνακες δίδουν τον συντελεστή θερμοπερατότητας, ο οποίος γράφεται στη στήλη (10).
10. Εδώ γράφεται ο κατάλληλος συντελεστής θερμοπερατότητας, όπως προκύπτει από τον Κ.Ο.Κ. ή τους άλλους πίνακες που δώσαμε.
11. Η διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta t$  (σε  $^{\circ}\text{C}$ ) μεταξύ των δύο χώρων τους οποίους χωρίζει το εξεταζόμενο τοίχωμα, προσδιορίζεται με την βοήθεια των σχετικών πινάκων. Καθώς υπάρχουν πίνακες που δίνουν την επιθυμητή θερμοκρασία των χώρων (σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ.), συνιστάμενες θερμοκρασίες σχεδιασμού για εγκαταστάσεις θερμάνσεως (σύμφωνα με την Τ.Ο.ΤΕΕ 2425), την πιθανή χαμηλότερη χειμερινή θερμοκρασία για τις διάφορες πόλεις της Ελλάδος, και την "πιθανή θερμοκρασία των μη θερμαινόμενων χώρων της οικοδομής" (βλ. υπολογισμούς & παραρτήματα).
12. Στη στήλη αυτή ("Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαιζησεις), γράφονται τα γινόμενα των τριών προηγούμενων στηλών (9, 10 και 11), δηλαδή το γινόμενο:

$$q_v = F_v \times K_v \times \Delta t$$

Το γινόμενο αυτό αντιπροσωπεύει τις θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας μιας επιφάνειας του χώρου. Η εργασία στις στήλες (1) έως (12) επαναλαμβάνεται κατά ακριβώς όμοιο τρόπο, για κάθε επιφάνεια του χώρου (τοίχος, άνοιγμα, δάπεδο, οροφή) και οι τιμές που προκύπτουν συγκεντρώνονται στη στήλη (12). Το άθροισμα των απωλειών του συνόλου των επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο, είναι προφανώς το σύνολο των απωλειών του χώρου (χωρίς να ληφθούν υπ' όψη οι αναγκαίες προσαιζησεις):

$$\Sigma Q = \Sigma q_v = \Sigma (F_v \times K_v \times \Delta t)$$

- 13.** Στη στήλη αυτή αναγράφονται οι προσαυξήσεις Z, διακοπτόμενης λειτουργίας και εξισώσεως θερμοκρασιών, σε τιμή %.
- 14.** Εδώ αναγράφονται οι προσαυξήσεις προσανατολισμού, σε τιμή %.
- 15.** Ο ολικός συντελεστής προσαυξήσεων Z προκύπτει από την σχέση:

$$Z = 1 + \frac{Z_D(\%) + Z_H(\%)}{100}$$

και αναγράφεται στη στήλη (15).

- 16.** Στην τελευταία αυτή στήλη του εντύπου, αναγράφεται το γινόμενο των στηλών (12) και (15), δηλαδή η τιμή  $Q_T$  ( $\equiv \Sigma Q$ ):

$$\Sigma Q = Q_0 \times Z$$

Με τη συμπλήρωση της στήλης (16) του εντύπου του, φαινομενικά το έντυπο έχει εξαντληθεί. Στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει αυτό. Αφήνονται μια (ή περισσότερες οριζόντιες γραμμές) κενές και γίνεται τώρα ο υπολογισμός των απωλειών αερισμού, με εφαρμογή της πολύπλοκης σχέσεως:



$$Q_A = (\Sigma w \times l) \times \Delta t \times \Sigma \Delta \times \Sigma A \times \Sigma \Gamma \quad [ \text{Kcal/h} ]$$

$Q_A$  ... Θερμικές απώλειες αερισμού

$w$ ...παροχή αέρα ανά μονάδα μήκους χαραμάδας

$l$ ... μήκος χαραμάδας

$\Delta t$ ... $t_{εξ} - t_{εξ}$  [°C]

$\Sigma \Delta$  ... συντελεστής διεισδυτικότητας αέρα

$\Sigma A$  ... συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης

$\Sigma \Gamma$ ... γωνιακός συντελεστής

$$Q_{ολ} = Q + Q_A \quad [ \text{Kcal/h} ]$$

$Q_{ολ}$  ...Συνολικές θερμικές απώλειες συν απώλειες αερισμού.

Με την επίπονη αυτή, όσο και αναγκαία εργασία, για κάθε χώρο της οικοδομής θα προκύψουν μέσω αθροίσεως οι συνολικές θερμικές απώλειες (το θερμικό φορτίο) της εγκατάστασης. Τη διαδικασία αναλυτικών υπολογισμών των θερμικών απωλειών τείνει να αντικαταστήσει η εκτεταμένη προσφορά προγραμμάτων Η/Υ. Τα περισσότερα από αυτά τα προγράμματα είναι αξιόπιστα και εύχρηστα, ώστε να παρέλκει πλέον η χρονοβόρα διαδικασία την οποία περιγράψαμε. Παρ' όλα αυτά, κάθε μελετητής πρέπει να γνωρίζει πλήρως την ως άνω διαδικασία και πάντοτε να ελέγχει προσεκτικά τους επιμέρους συντελεστές που χρησιμοποιούνται στα προγράμματα των Η/Υ. Ακόμη, είναι απόλυτα αναγκαία η δειγματοληπτική και κριτική εξέταση των αποτελεσμάτων που θα δοθούν από τον Η/Υ

### 1.5.2 Προσαυξήσεις επί των Απωλειών Θερμότητας

Οι τιμές των θερμικών απωλειών που προκύπτουν από τους προαναφερθέντες υπολογισμούς με τη βοήθεια τιμών που λαμβάνονται από πίνακες, αναφέρονται σε καλής ποιότητας κατασκευές και όψεις κτιρίων που βρίσκονται σε προφυλαγμένη θέση ή πάντως δεν υφίστανται την επίδραση κάποιου ειδικού παράγοντα. Όπως θα φανεί στη συνέχεια, υπάρχουν παράγοντες που εξαρτώνται από τη θέση, τη λειτουργία και την κατασκευή, που επιβάλλουν τη διορθωτική αύξηση ή μείωση της τιμής των θερμικών απωλειών, που προέκυψαν από ένα πρώτο αναλυτικό υπολογισμό. Περισσότερο συγκεκριμένα, οι αιτίες που επιβάλλουν διορθωτικές προσαυξήσεις (ή μειώσεις), είναι συνήθως ο προσανατολισμός, το ύψος, το είδος των χαραμάδων (ποιότητα συναρμογής κουφωμάτων), η περιοδικότητα λειτουργίας της εγκατάστασης κ.ά.

#### 1.5.2.1 Προσαυξήσεις Προσανατολισμού ( $Z_H$ )

Από την πείρα είναι γνωστό, ότι ο προσανατολισμός ενός χώρου σχετίζεται άμεσα με την επίδραση των ψυχρών βόρειων ανέμων στην τελική θερμοκρασία του χώρου. Οι βόρειοι τοίχοι π.χ., θεωρούνται περιοχές ψύχους και γι' αυτό άλλωστε στις περισσότερες κατοικίες, τα ανοίγματα αποφεύγεται να τοποθετηθούν στη βόρεια πλευρά τους. Αντίθετα, στους χώρους με μεσημβρινό προσανατολισμό (N, NA, ΝΔ), έχει διαπιστωθεί ότι οι θερμικές απώλειες είναι μικρότερες από τις αναμενόμενες βάσεις των γνωστών υπολογισμών. Οι Γερμανικοί κανονισμοί (που κυρίως ακολουθούνται στη χώρα μας), δίδουν προσαυξήσεις (και μειώσεις) λόγω προσανατολισμού, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5. Οι προσαυξήσεις αυτές δίδονται σαν ποσοστά (%) και χαρακτηρίζονται με τον συμβολισμό  $Z_H$ .

Η απόκλιση από - 5 έως  $\pm 5$  % είναι εξαιρετικά μεγάλη και κάνει φανερό ότι δεν νοείται διαδικασία υπολογισμού θερμικών απωλειών χωρίς να είναι γνωστός ο προσανατολισμός, ο οποίος σημειώνεται στα σχέδια κατόψεως ή το τοπογραφικό της οικοδομής με ένα βέλος (ή άλλο σύμβολο) που δείχνει το Βορρά. Για όσους χώρους μόνο ένας τοίχος έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, ο τοίχος αυτός καθορίζει και τον προσανατολισμό του χώρου. Εάν υπάρχουν περισσότεροι τοίχοι το

ίδιου χώρου που βρίσκονται σε επαφή με το περιβάλλον, τον προσανατολισμό καθορίζει η ακμή, εκτός των περιπτώσεων κατά τις οποίες ο μελετητής, αιτιολογημένα, κρίνει διαφορετικά. Για τους εσωτερικούς χώρους δεν λαμβάνονται προσαυξήσεις (ή μειώσεις) προσανατολισμού.

#### 1.5.2.2 Προσαυξήσεις λόγω Διακοπτόμενης Λειτουργίας (Z<sub>D</sub>)

Σε όλες σχεδόν τις εγκαταστάσεις, η λειτουργία της Κ.Θ. δεν είναι συνεχής, αλλά διακοπτόμενη. Οι διακοπές αυτές μπορεί να είναι ολιγόωρες και προγραμματισμένες χρονικά (π.χ. πρωινή απουσία των ενοίκων του κτιρίου στην εργασία τους), ή μπορεί να σχετίζονται με τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας (αντιστάθμιση), ή και να πραγματοποιούνται για σχετικά μακρά χρονικά διαστήματα (π.χ. εξοχικές κατοικίες που χρησιμοποιούνται τα Σαββατοκύριακα ή και σπανιότερα). Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, κατά την εκάστοτε έναρξη της διαδικασίας θερμάνσεως, απαιτούνται πρόσθετα ποσά θερμικής ενέργειας, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για να "ανεβάσουν" τη Θερμοκρασία του χώρου μέχρι τα επιθυμητά όρια. Επομένως, κάθε εγκατάσταση Κ.Θ. πρέπει να επαρκεί, τόσο για την κάλυψη των θερμικών απωλειών, όταν ήδη στους χώρους επικρατεί η επιθυμητή θερμοκρασία, όσο και για την αντιμετώπιση ενός (πρόσκαιρα) περισσότερο ψυχρού εσωτερικού περιβάλλοντος, θα πρέπει μάλιστα η βελτίωση της εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου και των στερεών αντικειμένων που περιέχονται (μέχρι την "επιθυμητή" τιμή), να επιτυγχάνονται σε εύλογο (αρκετά μικρό) χρονικό διάστημα.

Στους Γερμανικούς κανονισμούς, αλλά και στην Ελληνική βιβλιογραφία, με **(I)** χαρακτηρίζεται μια εγκατάσταση Κ.Θ. (όσον αφορά τη διακοπτόμενη λειτουργία της), όταν έχει μόνο μικρής χρονικής διάρκειας διακοπές (συνήθως μόνο τη νύκτα) ή εργάζεται συνεχώς.

Με **(II)** χαρακτηρίζεται μια εγκατάσταση Κ.Θ. όταν λειτουργεί 12 έως 15 ώρες ημερησίως.

Με **(III)**, τέλος, χαρακτηρίζεται μια εγκατάσταση όταν λειτουργεί 8 έως 12 ώρες ημερησίως.

Όπως διαπιστώνουμε, οι περισσότερες ελληνικές εγκαταστάσεις (της Νότιας Ελλάδος), υπάγονται στην κατηγορία (III) ή λειτουργούν ακόμη λιγότερες ώρες, κυρίως λόγω της ηπιότητας του ελληνικού χειμώνα, αλλά και για λόγους



οικονομίας. Ακόμη είναι σημαντικός ο αριθμός των εγκαταστάσεων που λειτουργούν με διακοπές και πέραν του 24ώρου (π.χ. αίθουσες εκδηλώσεων, εκκλησίες κ.ά).

Για τις εγκαταστάσεις διακοπτόμενης λειτουργίας των κατηγοριών I, II και III, τιμές προσαυξήσεως των θερμικών απωλειών που προκύπτουν από τον βασικό υπολογισμό, δίδει ο Πίνακας 6.

Στον Πίνακα 6. υπεισέρχεται η τιμή της "μέσης θερμοπερατότητας D" ενός χώρου. Η τιμή αυτή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D = \frac{Q_{\sigma}}{F_{ολ}(t_{\theta} - t_{\alpha})} \left[ \frac{kcal}{m^2 h K} \right]$$

όπου :

$F_{ολ}$ : είναι το εμβαδόν (σε  $mm^2$ ) των επιφανειών οι οποίες περιορίζουν τον χώρο, ασχέτως αν είναι τοίχοι, δάπεδα, θύρες, παράθυρα ή οροφές.

Όταν χρησιμοποιείται ο Πίνακας 6 για εγκαταστάσεις στις νότιες περιοχές της χώρας μας ή τα νησιά, πρέπει να λαμβάνονται ελάχιστες ή καθόλου προσαυξήσεις λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, για να αποφεύγεται η αδικαιολόγητη μεγέθυνση εγκαταστάσεως και δαπάνης κατασκευής. Σε περιοχές με ήπιο κλίμα, η διακοπή λειτουργίας **δεν "αποθηκεύει" ψύχος** στη μάζα και τα αντικείμενα της οικοδομής και συνήθως η κρατούσα εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ υψηλότερη της ελάχιστης μέσης τιμής η οποία χρησιμοποιήθηκε στους υπολογισμούς. Επομένως η εγκατάσταση διαθέτει ήδη σημαντική "εφεδρεία" ισχύος και μπορεί εύκολα και γρήγορα να αποκαταστήσει την επιθυμητή θερμοκρασία των χώρων.

Αντίθετα, σε βόρειες ή ορεινές περιοχές (όταν μάλιστα δεν υπάρχει ισχυρή θερμομόνωση), η χρησιμοποίηση των προσαυξήσεων διακοπτόμενης λειτουργίας

είναι απόλυτα επιβεβλημένη. Ακόμη είναι αναγκαία η εξασφάλιση σημαντικής εφεδρείας ισχύος, άρα μεγάλη προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, σε εγκαταστάσεις οι οποίες λειτουργούν σπάνια και αιφνιδιαστικά. Όταν δηλαδή δεν υπάρχει επάρκεια χρόνου για τη βραδεία προσέγγιση της επιθυμητής θερμοκρασίας.

Μερικοί συγγραφείς αναλύουν τον συντελεστή  $Z_o$  σε  $Z_U$  (διακοπτόμενης λειτουργίας) και  $Z_A$  (εξισώσεως θερμοκρασιών), δηλαδή:

$$Z_D = Z_U + Z_A$$

Η ανάλυση αυτή και η αναζήτηση ειδικών τιμών για τους  $Z_U$  και  $Z_A$ , οπότε ο  $Z_D$  προκύπτει ως συνολικός συντελεστής διακοπτόμενης λειτουργίας, νομίζουμε ότι αποτελεί υπερβολή για την ελληνική πραγματικότητα.

Αντίθετα αρκετοί συγγραφείς ενοποιούν τους συντελεστές  $Z_H$  (προσαυξήσεις προσανατολισμού) και  $Z_D$  (προσαυξήσεις διακοπτόμενης λειτουργίας), σε μια ενιαία τιμή των  $Z$ , για την οποία:

Οπότε:

$$Z = 1 + Z_o + Z_H$$

$$Q_T = (1 + Z_D + Z_H)Q_o = ZQ_o$$

Όπου :

$$1 < Z < 1.35$$

### 1.5.2.3 Προσαυξήσεις λόγω Ύψους

Στα υψηλά κτίρια (άνω των 3 ορόφων), υπάρχουν αρκετοί λόγοι που οδηγούν στην πραγματική ή πλασματική προσαύξηση των θερμικών απωλειών. Χώροι που βρίσκονται κάπως υψηλότερα, μακριά από τα γειτονικά κτίρια, είναι π.χ. λογικό να αναμένεται ότι εμφανίζουν αυξημένες θερμικές απώλειες. Ακόμη το ζεστό νερό το οποίο αναχωρεί από τον λέβητα με κάποια υψηλή θερμοκρασία, για να φθάσει σε υψηλούς ορόφους, όπως και σε απομακρυσμένους χώρους, έχει αυξημένες απώλειες και τροφοδοτεί τα θερμαντικά σώματα με νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας. Έτσι για τους χώρους αυτούς πρέπει να "προβλεφθεί" αυξημένη ποσότητα θερμικής ενέργειας, ανάλογη των πρόσθετων απωλειών και της ποσότητας η οποία χάνεται στη διαδρομή. Για τις προσαυξήσεις λόγω ύψους υπάρχουν σοβαρές διχογνωμίες και η επικρατούσα άποψη είναι: προσθήκη απωλειών 4% ανά όροφο, για τους ορόφους πέραν του τρίτου. Η συνολική προσαύξηση λόγω ύψους δεν επιτρέπεται να υπερβεί το 20%. Έτσι, για τα αρκετά υψηλά κτίρια πρέπει να γίνουν ειδικές επιλογές και προσαρμογές στο δίκτυο (π.χ. χωριστοί κλάδοι σωληνώσεων ανά ομάδα ορόφων και ισχυρή μόνωση).

### 1.5.2.4 Απώλειες Αερισμού

Αναφέρθηκε ήδη ότι οι θερμικές απώλειες ενός χώρου ( $\Sigma Q$  ή  $Q_h$ ), διακρίνονται σε απώλειες αγωγιμότητας ( $Q_T$ ) και απώλειες αερισμού ( $Q_L$ ):

$$Q_h = Q_T + Q_L$$

Η  $Q_L$  προκύπτει από τη συναλλαγή αέρα μεταξύ χώρου και περιβάλλοντος, η οποία οφείλεται στη μικρή υπερπίεση που παρατηρείται στους θερμαινόμενους χώρους και τη διαφορά θερμοκρασίας με γειτονικούς χώρους και το περιβάλλον. Η μικρή υπερπίεση που αναπτύσσεται στους θερμαινόμενους χώρους, ωθεί προς τα έξω αέρα του χώρου δια των χαραμάδων των κουφωμάτων ή περισσότερο έντονα, όταν ανοίγουν πόρτες ή παράθυρα. Την ποσότητα αυτή θερμού αέρα αντικαθιστούν

ρεύματα ψυχρού αέρα, τα οποία εισδύουν στα χαμηλότερα επίπεδα (κοντά στο δάπεδο) και προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από το εξωτερικό περιβάλλον. Οι ποσότητες αυτές νωπού αέρα, όταν είναι μικρές, είναι απόλυτα αναγκαίες για την ανανέωση του αέρα των χώρων και η θερμική επιβάρυνση που δημιουργούν είναι μικρή. Όταν όμως οι χαραμάδες θυρών και παραθύρων είναι μεγάλες (παλαιά ή κακής ποιότητας κουφώματα), ή οι χρήστες του χώρου αφήνουν ανοικτά παράθυρα ή πόρτες, οι δαπάνες σε ενέργεια είναι σημαντικές. Οι δαπάνες σε ενέργεια για τη θέρμανση των ποσοτήτων αέρα που εισέρχονται σ' ένα θερμαινόμενο χώρο, αποτελούν το δεύτερο σκέλος της ενεργειακής εξισώσεως που προσδιορίζει το σύνολο των θερμικών απωλειών για ένα χώρο.

Η θερμότητα  $Q_L$  εξαρτάται από τη "διαπερατότητα" των ανοιγμάτων και τη ροή (κατεύθυνση και ταχύτητα) του πνέοντος ανέμου, ο οποίος δημιουργεί μεταβαλλόμενες (χρονικά και τοπικά) καταστάσεις της πίεσεως. Για τον θεωρητικό υπολογισμό του  $Q_L$  χρησιμοποιείται η σχέση:

$$Q_L = \Sigma[(\alpha I)_A R H (t_o - t_a) Z_E]$$

Όπου:

**α:** ο συντελεστής διαπερατότητας, δηλαδή η διαπερατότητα ανά m σχισμής (χαραμάδας). Ο συντελεστής διαπερατότητας ή διεισδύσεως αέρα είναι ο λόγος των  $m^3$  αέρα ο οποίος εισέρχεται στον χώρο ανά m σχισμής και ανά ώρα (h), για διαφορά πίεσεως  $1 \text{ Kp/m}^2$ , (βλέπε Πίνακα 7)

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

**K:** είναι ειδικός συντελεστής, γνωστός ως "αριθμός χώρου" ή "συντελεστής διεισδυτικότητας του χώρου", (βλέπε Πίνακα 7).

**H:** ειδικός συντελεστής προσβολής ανέμου (βλέπε Πίνακα 10), και

**Z<sub>E</sub>:** συντελεστής γωνιακών παραθύρων.

**F<sub>A</sub>:** είναι το συνολικό εμβαδόν των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (θύρες, παράθυρα, μπαλκονόθυρες, φεγγίτες, κλπ.).

**F<sub>N</sub>:** είναι το συνολικό εμβαδόν των εσωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (των μη

προσβαλλόμενων από τον άνεμο) Για κτίρια τα οποία δεν έχουν εξωτερικά ανοίγματα (αποθήκες, ειδικοί βιομηχανικοί χώροι, κ.ά.), ως τιμή του  $R$  λαμβάνεται η μέγιστη, δηλαδή  $R = 1$ .

#### 1.5.2.5 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 τιμές του συντελεστή προσβολής ανέμου  $H$  προκύπτουν από τον Πίνακα 10, αφού προηγουμένως εξεταστεί αν η οικοδομή βρίσκεται σε "**προφυλαγμένη**" (ως προς τους ανέμους) **θέση**, σε "**εκτεθειμένη θέση ή σε ασυνήθιστο 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 κτιρίων ή πολύ υψηλές οικοδομές πόλεων ή συγκροτήματα οικοδομών απέναντι στη θάλασσα, σε λίμνη ή μεγάλο ποταμό.
- γ. Ασυνήθιστο εκτεθειμένη θέση:** Μεμονωμένες οικοδομές σε ανοικτά πεδία (προ θαλάσσης, λίμνης, ποταμού ή επί λόφου, βουνού κλπ).

Η διάκριση α, β και γ μπορεί να γίνει και για κάθε χώρο και όχι υποχρεωτικά για όλη την οικοδομή (κατά την κρίση του μελετητή). Είναι επομένως δυνατό σε μια πολυκατοικία ορισμένοι χώροι να ανήκουν στην "προφυλαγμένη θέση", άλλοι στην "εκτεθειμένη" και άλλοι (κυρίως των τελευταίων ορόφων) στην "ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση".

#### 1.5.2.6 Υπολογισμός του Συντελεστή Γωνιακών Παραθύρων ( $Z_E$ )

Τα γωνιακά παράθυρα αποτελούν σοβαρή πρόσθετη πηγή θερμικών απωλειών. Όταν ένας χώρος διαθέτει γωνιακά παράθυρα, λαμβάνεται προσαύξηση 20%, δηλαδή:

$$Z_E = 1,2$$

Όταν δεν υπάρχουν γωνιακά παράθυρα λαμβάνεται:

$$Z_E = 1$$

## 1.6. Σωληνώσεις

### 1.6.1 Γενικά

Ο τύπος του σωλήνα που χρησιμοποιείται στο μονοσωλήνιο σύστημα [για τα θερμικά κυκλώματα] είναι εύκαμπτος σωλήνας και εμφανίζει λιγότερες τριβές από το χαλύβδινο βαρέος τύπου, κάτι που μας ενδιαφέρει, επειδή το σύστημα αυτό εμφανίζει πολλές τριβές.

Ο εύκαμπτος σωλήνας μπορεί να είναι χαλύβδινος [μικρής περιεκτικότητας σε άνθρακα] ή χάλκινος ανάλογα με την εγκατάσταση στην οποία χρησιμοποιείται και λοιπά ανάλογα κριτήρια. Οι σωλήνες αυτοί διατίθενται σε διαμέτρους 8,10,12,14,15,16,18,20,28 και 32 [mm] και με πάχος τοιχώματος που ξεκινά από 1[mm] για χαλυβδοσωλήνα και από 0,8[mm] για χαλκοσωλήνα. Ο ελαστικός χαλυβδοσωλήνας διατίθεται με ειδική πλαστική επικάλυψη που του προσφέρει και κάποια θερμομονωτική προστασία , καθώς και προστασία από την υγρασία και τις διαβρώσεις, ενώ ο χαλκοσωλήνας διατίθεται γυμνός ή και με επικάλυψη.

Η αντοχή του σωλήνα σε πίεση κυμαίνεται από 400 – 1100 [bar] αντιστρόφως ανάλογα της διαμέτρου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εγκαταστάσεις με θερμοκρασία νερού μέχρι και 110 [°C]

Σε όλους τους σωλήνες οι συνδέσεις γίνονται με ρακόρ και διπλά κωνικά δαχτυλίδια, για να δημιουργηθεί απόλυτη στεγανότητα. Η σύνδεση αυτή έχει και τη δυνατότητα αντικατάστασης του σωλήνα σε περίπτωση καταστροφής του.

Στην κατακόρυφη στήλη χρησιμοποιείται σωλήνας βαρέος τύπου , ικανός να παραλάβει την παροχή νερού για τους ορόφους. Σε εγκαταστάσεις χαλκοσωλήνα προτιμάται η χρήση χαλκοσωλήνα και για την κατακόρυφη στήλη , για λόγους

προστασίας της εγκατάστασης από τις ηλεκτρολυτικές ιδιότητες του νερού. Μερικοί κατασκευαστές προτείνουν και τη χρήση πλαστικού σωλήνα που χρησιμοποιείται σε ενδοδαπέδια συστήματα κεντρικής θέρμανσης. Για εγκαταστάσεις όμως μονοσωλήνιου ή δισωλήνιου συστήματος δεν προτείνονται για το λόγο ότι οι συνθήκες λειτουργίας [θερμοκρασιακές] πλησιάζουν αρκετά στα όρια αντοχής αυτών, πράγμα που δεν συμβαίνει σε ενδοδαπέδια συστήματα, όπου η θερμοκρασία νερού είναι πολύ χαμηλή και αρκετά μακριά από τα όρια αντοχής τους.

### 1.6.2 Δισωλήνιο Σύστημα

#### 1.6.2.1 Τοποθέτηση Κατακόρυφων Στηλών και Υπολογισμός Διαμέτρων

Η τοποθέτηση των κατακόρυφων στηλών γίνεται με βάση την οικονομικότερη κατασκευή [ το λιγότερο δυνατό μήκος σωλήνα σύνδεσης ] και την καλύτερη εκμετάλλευση του χώρου. Πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα ο σωστός και αναλογικός καταμερισμός των απωλειών στους κλάδους [ κατακόρυφες στήλες ] ,ώστε να είναι ομοιόμορφα θερμικά φορτισμένη η εγκατάσταση. Από κάθε διακλάδωση πρέπει να εξέρχονται κλάδοι των ίδιων [ περίπου ] τριβών [ απωλειών πίεσης ] χωρίς τη χρήση στραγγαλιστικών βαλβίδων, αν είναι δυνατόν, έτσι ώστε να μη χρειάζεται η εγκατάσταση επιπλέον εξαρτήματα για τη ρύθμιση των παροχών.

Μετά τη τοποθέτηση των κατακόρυφων στηλών ενώνονται τα θερμαντικά σώματα μ'αυτές, με τρόπο ώστε να γίνεται η χρήση του λιγότερου δυνατού μήκους σωλήνα, ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση για τυχών επιδιορθώσεις και ρυθμίσεις των εξαρτημάτων. Γενικά, στο δισωλήνιο σύστημα, κάθε κατακόρυφη στήλη πρέπει να δίνει παροχή σε δύο θερμαντικά σώματα [το πολύ σε τρία] , σε κάθε όροφο. Έτσι, επιτυγχάνεται ικανοποιητική εκμετάλλευση της στήλης και οικονομική εγκατάσταση.

Με τον τρόπο αυτό, κατασκευάζεται η μορφή του κατακόρυφου διαγράμματος του κτηρίου , για να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα της εγκατάστασης και να εκτελεστούν όλες οι δυνατές μετατροπές, πριν την ολοκλήρωση της μελέτης.

Στο κατακόρυφο διάγραμμα παρουσιάζεται όλη η εγκατάσταση σε μορφή ακτινογραφίας του κτηρίου και τοποθετούνται σε αυτό τα σώματα, οι στήλες, τα οριζόντια τμήματα των συνδέσεων και όλο το τμήμα των σωληνώσεων από τις στήλες

μέχρι το λεβητοστάσιο . Όταν τοποθετηθούν οι σωληνώσεις, αριθμούνται οι κατακόρυφες στήλες, σύμφωνα με την αρίθμηση που έχει ακολουθηθεί στις κατόψεις, και συμβολίζονται με  $K_i$  ή  $\Sigma_i$  . Η κάθε στήλη χωρίζεται σε τμήματα σταθερής παροχής. Αυτό γίνεται σε σημεία πριν ή μετά από κάποια διακλάδωση και για τα τμήματα αυτά δείχνεται με βέλος το πλήθος των διερχόμενων θερμίδων, βασικό μέγεθος για την επιλογή των διαμέτρων των σωληνώσεων.

Όλοι οι υπολογισμοί πλέων εκτελούνται και παρουσιάζονται στο κατακόρυφο διάγραμμα , όπως και όλες οι μετατροπές και προσαρμογές που γίνονται σε αυτό.

Η ορθή διαδικασία είναι, κατά την αρχική κατασκευή του διαγράμματος, να αναπτυχθεί συνεργασία με τον αρχιτέκτονα ώστε να είναι σύμφωνη η γνώμη για την τελική μορφή που θα έχει το κτήριο ή να εκτελεστούν επισκέψεις ελέγχου της μορφής του κτηρίου, αν είναι ήδη κατασκευασμένο.

Για καλύτερη εγκατάσταση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής αυτή, είναι σκόπιμη η πρόβλεψη της ύπαρξης ρυθμιστικών στη βάση κάθε κατακόρυφης στήλης έτσι ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση της καθεμιάς και να προβλεφτεί η ύπαρξη κρουνού [ βρύσης ] εκκένωσής τους. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η εκκένωση της εγκατάστασης, σε τυχόν πρόβλημα που θα εμφανιστεί σε κάποια κατακόρυφη στήλη, και επίσης αποφεύγεται ο κίνδυνος πλήρους έλλειψης θέρμανσης του κτηρίου σε περίπτωση βλάβης των κατακόρυφων στηλών.

#### **1.6.2.2 Εκλογή διαμέτρων σωλήνων**

Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται συνήθως στις εγκαταστάσεις με χρήση του δισωλήνιου συστήματος, ήταν χαλύβδινοι βαρέος τύπου χωρίς ραφή [ μαύροι ], ενώ σήμερα χρησιμοποιούνται χαλκοσωλήνες για περισσότερες απαιτήσεις θερμικής απόδοσης και λιγότερες τριβές. Τελευταία, σε εγκαταστάσεις έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται και ειδικοί τύποι από πλαστικούς σωλήνες, οι οποίοι όμως παρουσιάζουν ευαισθησία στις υψηλές θερμοκρασίες. Οι πλαστικοί σωλήνες διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία διαμέτρων σε mm.

Οι υπολογισμοί ξεκινούν από την προσωρινή επιλογή των διατομών των σωλήνων, ανάλογα με τη θερμοκρασιακή πτώση που αναπτύσσεται σε κάθε σώμα και το ποσό



θερμότητας που αποδίδει αυτό στο χώρο για τις διαμέτρους πριν τις διακλαδώσεις, όπου η παροχή πρέπει να καλύπτει ποσό θερμότητας για περισσότερα από ένα σώματα, η εκλογή της διαμέτρου γίνεται με τον ίδιο τρόπο, αλλά λαμβάνεται υπόψη το μέγεθος της παροχής που διέρχεται από τον σωλήνα. Η προσωρινή επιλογή γίνεται βάση διαγραμμάτων.

Καθοριστικό και περιοριστικό ρόλο για την εκλογή των διαμέτρων [διατομών] των σωλήνων είναι η ταχύτητα του νερού. Για το λόγο αυτό, πρέπει να ληφθεί υπόψη το περιοριστικό όριο των 0,6 [m/sec] ,για την περίπτωση των χαλύβδινων σωλήνων και των 1[m/sec] για χαλκοσωλήνες. Το περιοριστικό αυτό όριο, λαμβάνεται για λόγους περιορισμού των θορύβων και αποφυγή του σφυρίγματος που ακούγεται σε εγκαταστάσεις, όπου η ταχύτητα έχει υπερβεί τα όρια.

Τέλος γίνεται η εκλογή των τελικών διατομών και παράλληλα ο υπολογισμός των τριβών των διάφορων κλάδων. Οι τιμές των τριβών ανάλογα με τη διατομή του σωλήνα και τη παροχή του νερού μέσα σε αυτό [μέγεθος ανάλογο της θερμικής ενέργειας που μεταφέρεται με το νερό], εκλέγονται από πίνακες καθώς και το μέγεθος της ταχύτητας του νερού. Οι τριβές που προέρχονται από τα εξαρτήματα της εγκατάστασης [σημεία σύνδεσης ή βάνες , συστολές κτλ.] υπολογίζονται βάση πινάκων.

Από πίνακες επίσης λαμβάνεται και ο βοηθητικός συντελεστής «ζ» ανάλογα με τη διάμετρο και τη μορφή του εξαρτήματος, και στη συνέχεια με βάση την τιμή του «ζ» και το μέγεθος της ταχύτητας «υ» , προσδιορίζεται το μέγεθος των τριβών «Z» σε [mm H<sub>2</sub>O].

Όλοι οι κλάδοι εκκινούν και καταλήγουν στο λεβητοστάσιο, όπου ενώνονται στους διανομείς παροχής και στους συλλέκτες επιστροφής, αντίστοιχα. Σε περίπτωση εκτεταμένων δικτύων είναι δυνατή η ένωση των κλάδων μεταξύ τους, πριν οδηγηθούν στους συλλέκτες και με τρόπο, ώστε να χωρίζεται το κτήριο σε ομοιόμορφες θερμικά ζώνες. Οι συλλέκτες συνδέονται στη συνέχεια με τα διάφορα στοιχεία [ μηχανήματα και συσκευές ] της εγκατάστασης σε σειρά ή παράλληλα .

## 1.7. Τα Θερμαντικά Σώματα (Θ.Σ.)

### 1.7.1 Γενικά

Μετά τον υπολογισμό των απωλειών χώρων του κτηρίου, είναι δυνατή πλέων η επιλογή των σωμάτων και η τοποθέτησή τους στους χώρους.

Η επιλογή των σωμάτων γίνεται μέσα από τα στοιχεία των κατασκευαστών και τις δυνατότητές τους ανά τμήμα ή ανά σώμα. Οι πίνακες επιλογής σωμάτων περιέχουν και τα συμπληρωματικά στοιχεία του κάθε σώματος, όπως υλικό κατασκευής [ χαλύβδινα αλουμινίου κτλ. ], μήκος, ύψος, πλάτος, και τρόπο κυκλοφορίας του νερού σε αυτό.

Στο εμπόριο διατίθενται διάφοροι τύποι θερμαντικών σωμάτων για τα οποία από τους κατασκευαστές τους δίνονται πίνακες θερμικών αποδόσεων ανάλογα με το μέγεθός τους [ τις φέτες ή την επιφάνειά τους ].

Η απόδοση που αναγράφεται στους πίνακες των κατασκευαστών, συνήθως αναφέρεται σε συνθήκες ονομαστικής λειτουργίας, δηλαδή πτώση θερμοκρασίας στο σώμα 20 K και μέση θερμοκρασία εκπομπής 80 [°C].

Η τοποθέτηση γίνεται στη θέση όπου το σώμα έχει την καλύτερη δυνατή θερμική απόδοση και την καλύτερη δυνατή λειτουργικότητα σε σχέση με την εκμετάλλευση του χώρου.

Γενικά, για καλύτερη δυνατή απόδοση στο σώμα τοποθετείται κοντά σε εξωτερικά ανοίγματα ή στο ψυχρότερο τοίχο.

Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι η μεγιστοποίηση της απόδοσης των σωμάτων, με την τοποθέτησή τους κοντά σε εξωτερικούς τοίχους, πρέπει να συνοδεύεται με ανάπτυξη [ιδιαίτερης] ανακλαστικής μόνωσης στο τμήμα του τοίχου που έρχεται σε άμεση επαφή, ή είναι πολύ κοντά με το θερμαντικό σώμα, για την ελαχιστοποίηση των αναπτυσσόμενων θερμικών απωλειών που πολλαπλασιάζονται λόγω ανάπτυξης υψηλότερης θερμοκρασίας στη τοπική περιοχή του τοίχου.

### 1.7.2 Εισαγωγή

Σε κάθε χώρο ο οποίος πρόκειται να θερμανθεί πρέπει να τοποθετηθούν (ακριβέστερα να εγκατασταθούν) ένα ή περισσότερα θερμαντικά σώματα (Θ.Σ.), δηλαδή τοπικές συσκευές που τροφοδοτούνται με ζεστό νερό, ατμό, αέρα, ηλεκτρισμό, καύσιμο αέριο κ.λπ. και αποδίδουν θερμότητα στον χώρο. Για την προσαγωγή θερμικής ενέργειας στα θερμαντικά σώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλες σωληνώσεις (με ζεστό νερό, ατμό ή καύσιμο), αεραγωγοί (για την προσαγωγή ζεστού αέρα) ή ηλεκτρικά καλώδια (κατάλληλων τεχνικών χαρακτηριστικών, μορφής και διαστάσεων), που τοποθετούνται πάνω ή μέσα στους τοίχους, το δάπεδο ή και την οροφή. Τα θερμαντικά σώματα των Κ.Θ. ζεστού νερού τροφοδοτούνται με θερμό νερό σχετικά υψηλής θερμοκρασίας (π.χ. 70 - 90 °C) και αποκτούν μια μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια τους ( $t_m = 65 - 70$  °C) η οποία διαφέρει 45 - 65 °C από την θερμοκρασία του αέρα και των αντικειμένων του θερμαινόμενου χώρου. Η θερμοκρασιακή αυτή διαφορά είναι η αιτία της ροής ποσοτήτων θερμότητας (με αγωγή, μεταφορά και ακτινοβολία) από το θερμαντικό σώμα προς το περιβάλλον του χώρου. Όλοι οι τρόποι μεταφοράς θερμότητας λειτουργούν σε όλα τα θερμαντικά σώματα αλλά η κατασκευή κάθε τύπου και ειδικής μορφής Θ.Σ. αποβλέπει κυρίως σε κάποια από αυτές. Έτσι έχουμε:

- Θερμαντικά σώματα **ακτινοβολίας** ("ραδιότες") τα οποία αποδίδουν θερμότητα κυρίως με ακτινοβολία. Τέτοια θερμαντικά σώματα είναι τα αποτελούμενα από σωλήνες διαφόρων μεγεθών και διαμορφώσεων και συνδέσεις με λάμες ή μεταλλικές πλάκες.
- Θερμαντικά σώματα **επαφής** και **μεταφοράς** ("κονβέκτορες") τα οποία αποδίδουν θερμότητα σχεδόν αποκλειστικά με μεταφορά και επαφή.

Οι κατασκευαστές των θερμαντικών σωμάτων προσπαθούν να συνδυάσουν πολλά κριτήρια και στόχους, όπως:

- ➡ Μικρό μέγεθος όσον αφορά το συνολικό όγκο (δηλαδή υψηλές τιμές θερμαντικής ικανότητας για μικρό όγκο και μικρό βάρος θερμαντικού σώματος).
- ➡ Ευελιξία γεωμετρικών διαστάσεων και δυνατότητα προσαρμογής της στους πιθανώς διαθέσιμους χώρους. Γι'αυτό υπάρχουν σώματα με σταθερή διάσταση το ύψος, το μήκος ή το πάχος.

- Πλαστικότητα της μορφής τους, ώστε κατά το δυνατόν να μπορούν να προσαρμοστούν σε κόγχες, γωνίες, καμπύλες, διάκενα μεταξύ των επίπλων κ.λπ.
- Αισθητική ποιότητα και μάλιστα για μεγάλη ποικιλία υποκειμενικών προτιμήσεων. Η έμφαση στην αισθητική εικόνα των Θ.Σ. είναι απόλυτα δικαιολογημένη, γιατί είναι τα μόνα στοιχεία μιας Κ.Θ. που είναι αναγκαστικά ορατά στους χώρους παραμονής ανθρώπων.



(a) Μοντέρνο Θ.Σ εντρικής θέρμανσης      (b) Μοντέρνο ηλεκτρικό τοπικό σώμα θέρμανσης

Εικόνα Α.3. Δύο μοντέρνα ( διακοσμητικά ) θερμαντικά σώματα

### 1.7.3 Μορφολογική και Λειτουργική Ταξινόμηση των Θερμαντικών Σωμάτων Νερού

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμαντικών σωμάτων με σημαντικές διαφορές στη μορφή, την κατασκευή, τη λειτουργία και τις θερμικές αποδόσεις. Παλαιότερα, επικρατούσε η θεωρητική διάκριση σε θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας και θερμαντικά σώματα

επαφής - μεταφοράς, με κριτήριο τον τρόπο με τον οποίο απέδιδαν θερμότητα στους χώρους.

Η σημερινή διάκριση περιλαμβάνει τις κατηγορίες:

- Συνήθη ή "κοινά" ή "κλασσικά" θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας.
- Σωληνωτά θερμαντικά σώματα, επαφής - μεταφοράς θερμότητας.
- Θερμαντικά σώματα πτερυγιοφόρων σωλήνων.
- Επίπεδα θερμαντικά σώματα.

Όπως θα διαπιστώσει στη συνέχεια ο αναγνώστης, στις περισσότερες των περιπτώσεων κάθε άλλο παρά απλή είναι η κατάταξη των θερμαντικών σωμάτων της αγοράς σε μια από τις παραπάνω κατηγορίες. Συνήθως οι κατασκευαστές επιλέγουν μορφολογικούς και λειτουργικούς συνδυασμούς με κριτήρια την αισθητική, την απόδοση, το κόστος κ.ά.

#### 1.7.4 Υλικά και Κατασκευαστικές Προδιαγραφές

Μια κλασική παλαιότερη διάκριση των θερμαντικών σωμάτων σε χυτοσίδηρο και χαλύβδινα, κάθε άλλο παρά αποδίδει σήμερα την ποικιλία των υλικών κατασκευής και κυρίως των μορφών των θερμαντικών σωμάτων. Τα περισσότερα θερμαντικά σώματα της ελληνικής αγοράς είναι, χαλύβδινα και από κράματα χαλκού ή αλουμινίου. Οι Τ.Ο.<sup>[11]</sup> τονίζουν την ανάγκη να χρησιμοποιούνται Θ.Σ. για τα οποία υπάρχουν βεβαιωμένα στοιχεία για τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους και ιδιαίτερα:

- την μηχανική αντοχή τους
- την "κανονική" θερμική τους ισχύ
- τις χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας τους, οι οποίες προδιαγράφουν την συμπεριφορά και την θερμαντική τους ικανότητα για συνθήκες λειτουργίας διάφορες από τις κανονικές.

Σημειώνεται εδώ ότι:

- Θ.Σ. τα οποία θα χρησιμοποιηθούν σε δίκτυα μέγιστης πίεσεως λειτουργίας 4 bar (40 m H<sub>2</sub>O) πρέπει να έχουν δοκιμαστεί σε πιέσεις 7 bar .
- Θ.Σ. τα οποία θα χρησιμοποιηθούν σε δίκτυα μέγιστης πίεσεως λειτουργίας 6 bar (60 m H<sub>2</sub>O) πρέπει απαραίτητα να έχουν δοκιμαστεί σε πιέσεις 10 bar.
- Για χαλύβδινα θερμαντικά σώματα το ελάχιστο επιτρεπόμενο πάχος ελάσματος είναι 1,25 mm.

### 1.7.5 Θερμική Ισχύς Θερμαντικού Σώματος

Η θερμαντική ικανότητα ενός θερμαντικού σώματος όταν αναφέρεται σε προκαθορισμένες συγκυρίες "κανονικές" συνθήκες (δεδομένα: θερμοκρασιακή πτώση και υπερθερμοκρασία) ονομάζεται θερμική ισχύς (Q). Οι χαρακτηριστικές θερμοκρασίες και τα προτεινόμενα σύμβολα για το ζεστό νερό των Κ.Θ. και τον αέρα των θερμαινόμενων χώρων είναι:

$t_v$ : θερμοκρασία προσαγωγής του ζεστού νερού στο Θ.Σ.

$t_r$ : θερμοκρασία αναχωρήσεως του ζεστού νερού από το Θ.Σ.

$t_m$ : η μέση θερμοκρασία του νερού στο Θ.Σ. η οποία λαμβάνεται ως μέσος

αριθμητικός ορός:

$$t_m = \frac{t_v + t_r}{2}$$

Η θερμοκρασία  $t_m$  λαμβάνεται και σαν μέση θερμοκρασία της επιφάνειας του Θ.Σ.

$t_L$ : είναι η μέση θερμοκρασία του αέρα στον θερμαινόμενο χώρο, σε απόσταση 2m από το Θ.Σ. και ύψος 0,75 από το δάπεδο.

**$\Delta t$ :** Είναι η ενεργός θερμοκρασιακή διαφορά η οποία προκαλεί την ροή Θερμότητας από το σώμα προς το περιβάλλον του χώρου.

$$\Delta t = t_m - t_L = \frac{(t_v - t_r)}{2}$$

Για την σύγκριση της θερμικής ισχύος των θερμαντικών σωμάτων οι συμφωνημένες "κανονικές" συνθήκες είναι:

Θερμοκρασία προσαγωγής  $t_v = 90 \text{ }^\circ\text{C}$

Θερμοκρασία αναχωρήσεως  $t_r = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

Θερμοκρασιακή διαφορά  $t_v - t_r = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Θερμοκρασία αέρα (συμβατική τιμή)  $t_L = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Μέση υπερθερμοκρασία  $\Delta t = 60 \text{ }^\circ\text{C}$

Πίεση του αέρα  $p_a = 1 \text{ bar}$


Όταν διαμορφωθούν οι παραπάνω συνθήκες η θερμότητα την οποία αποδίδει το θερμαντικό σώμα ονομάζεται "κανονική θερμική ισχύς" και συμβολίζεται με  $Q_n$ . Η "κανονική θερμική ισχύς" των θερμαντικών σωμάτων δίδεται ανά θερμαντικό σώμα, ή ανά  $m$  μήκους, ή ανά  $m^2$  θερμαντικής του επιφάνειας, οπότε ισχύει (με ικανοποιητική προσέγγιση) για μια ολόκληρη σειρά σχεδόν θερμαντικών σωμάτων.

*Μια λεπτομέρεια που συχνά παραγνωρίζουν οι μελετητές είναι ότι οι θερμοκρασίες  $t_v$  και  $t_r$  κάθε άλλο παρά εξασφαλισμένες είναι στην είσοδο και την έξοδο του Θ.Σ. Το νερό που ξεκινά από το λέβητα φθάνει στα θερμαντικά σώματα από διάφορου μήκους (και θερμικών απωλειών) διαδρομές. Ακόμη και αν η πραγματική τιμή της  $t_v$  μπορεί να θεωρηθεί περίπου σταθερή, η τιμή της  $t_r$  εξαρτάται και από τις ειδικές θερμοκρασιακές συνθήκες του σώματος και την ταχύτητα ροής, τα οποία και πάλι δεν είναι όμοια για όλα τα θερμαντικά σώματα. Επομένως η εκλογή των θερμαντικών σωμάτων από*

πίνακες ή με προγράμματα Η/Υ είναι μια αφετηρία, στην οποία ο πεπειραμένος Μηχανικός θέρμανσεως μπορεί να πραγματοποιήσει μικρές αυξομειώσεις των μεγεθών των θερμικών σωμάτων, εξετάζοντας τις πραγματικές συνθήκες θέσεως θερμοκρασιών και ροής σε κάθε περίπτωση.

### 1.7.6 Επιλογή Θερμαντικών Σωμάτων

Η εκλογή της θέσεως ενός θερμαντικού σώματος είναι συνήθως αντικείμενο συνεννοήσεως μεταξύ Μηχανικών θέρμανσεως και Αρχιτέκτονα ή/και ιδιοκτήτη της οικοδομής. Αυτό συμβαίνει γιατί τα θερμαντικά σώματα αλλοιώνουν σημαντικά την λειτουργικότητα και την αισθητική των χώρων. Από τεχνικής πλευράς πρέπει να τοποθετηθούν στην ψυχρότερη πλευρά κάθε χώρου και πρέπει να δημιουργηθεί ευνοϊκή για την θέρμανση, διαδρομή ζεστού αέρα. Συχνά τοποθετούνται κάτω από τα παράθυρα, οπότε εξυπηρετούνται ταυτόχρονα τεχνικές και αρχιτεκτονικές απαιτήσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί τα παράθυρα είναι "ασθενή" τμήματα του περιβλήματος του κτιρίου και αποτελούν σημεία εισροής ψυχρού αέρα (κατά τη διαδικασία αερισμού των χώρων ή της αναπόφευκτης χαραμάδας), όπως και επιφάνειες αυξημένων θερμικών απωλειών. Όταν το θερμαντικό σώμα τοποθετηθεί κάτω από το παράθυρο, ο αέρας που θερμαίνεται από το θερμαντικό σώμα ανερχόμενος δημιουργεί προστατευτικό άνοιγμα για το ψύχος. Συχνά μάλιστα επιδιώκεται το μήκος του Θ.Σ. να είναι ανάλογο με το μήκος του παραθύρου. Η τοποθέτηση των Θ.Σ. κάτω από τα παράθυρα συνήθως εξυπηρετεί και λειτουργικά τους χώρους, γιατί καταλαμβάνεται περιοχή η οποία δεν προσφέρεται για την τοποθέτηση επίπλων. Εξ' άλλου ακόμα και όταν συντρέχουν λόγοι αισθητικής εμφανίσεως είναι εύκολη η κάλυψη των Θ.Σ. με ένα διάτρητο διακοσμητικό κάλυμα αρκεί να υπάρξει η αναγκαία πρόνοια στην μορφή του καλύματος και το αναγκαίο **πρόσθετο μέγεθος** των θερμαντικών σωμάτων.

 Χρειάζεται δηλαδή προσοχή και γνώση διότι οι θερμαντικές αποδόσεις των Θ.Σ. αναφέρονται σε απόλυτα ευνοϊκές συνθήκες για τη λειτουργία τους. Αναφέρονται δηλαδή σε περιπτώσεις τοποθέτησεως τους κοντά σε λείους κατακόρυφους τοίχους, «βλέπουν» ολόκληρο τον θερμαινόμενο χώρο και βρίσκονται στην απόσταση από τον τοίχο και το δάπεδο που προτείνει ο κατασκευαστής. Η τοποθέτηση Θ.Σ. σε κόγχες, σε



κλειστές γωνίες ή σε μικρότερες από τις προβλεπόμενες αποστάσεις μειώνει την απόδοσή τους. Συχνά τα παράπονα ιδιοκτητών για ανεπαρκή θέρμανση των κατοικιών τους, συνδέονται με θέματα καλύψεως ή κακής τοποθέτησής των Θ.Σ., χωρίς να υπάρχει ανάλογη πρόβλεψη από τον μελετητή. Οι Γερμανικοί κανονισμοί δίνουν συντελεστή (%) μείωσης της θερμαντικής αποδόσεως των Θ.Σ. για τέτοιες περιπτώσεις (πίνακας 11).

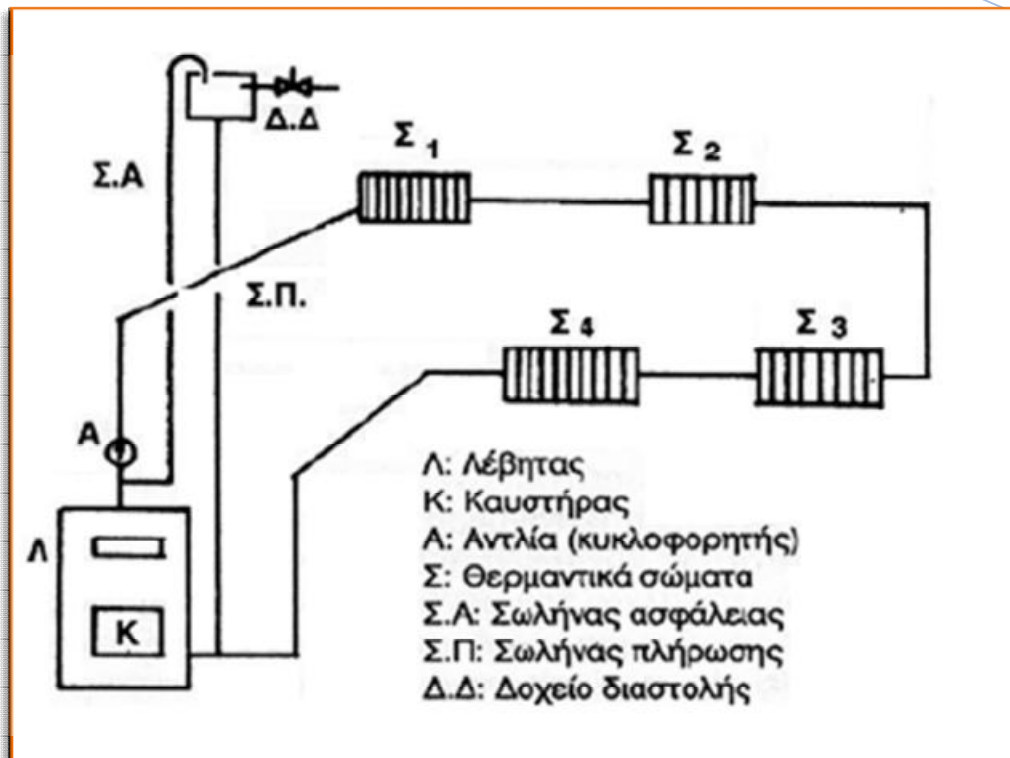
## **1.8. Το Μονοσωλήνιο Σύστημα**

### **1.8.1 Εισαγωγή**

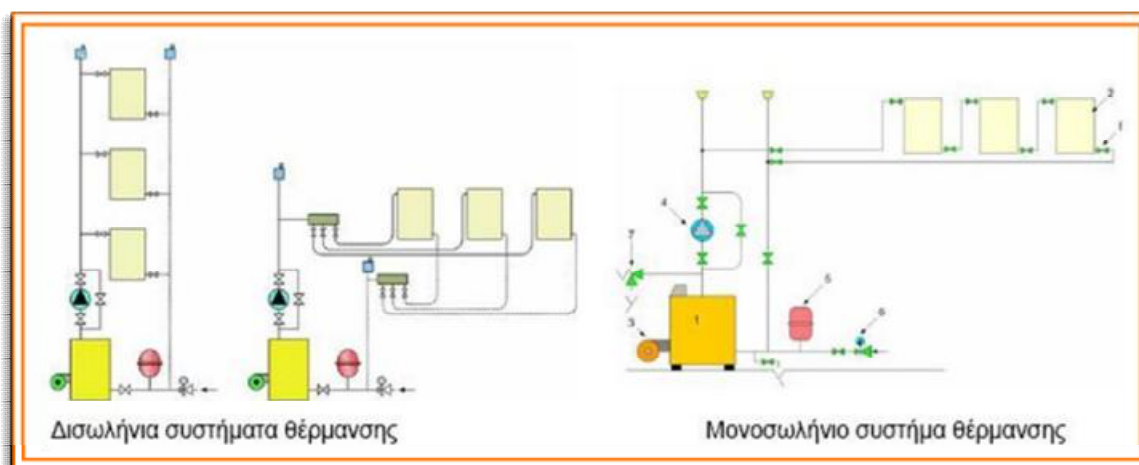
Για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας, των δυνατοτήτων και αδυναμιών, καθώς και των κατασκευαστικών ποικιλιών του μονοσωλήνιου συστήματος, είναι χρήσιμο να γίνει μια μικρή ιστορική αναδρομή, η οποία και θα δώσει την ευχέρεια να αναδειχθεί η πλαστικότητα και προσαρμοστικότητα του συστήματος, σε διάφορες περιπτώσεις.

### **1.8.2 Ιστορική Αναδρομή**

Το μονοσωλήνιο σύστημα, σε διάφορες μορφές, χρησιμοποιήθηκε από πολύ παλαιά στις εγκαταστάσεις κεντρικής θερμάνσεως, διότι επέτρεπε μείωση των σωληνώσεων και απλοποίηση των διαδρομών. Στις παλαιότερες διατάξεις του μονοσωλήνιου συστήματος, το νερό διέτρεχε αναγκαστικά όλα τα θερμαντικά σώματα εικ.1.7



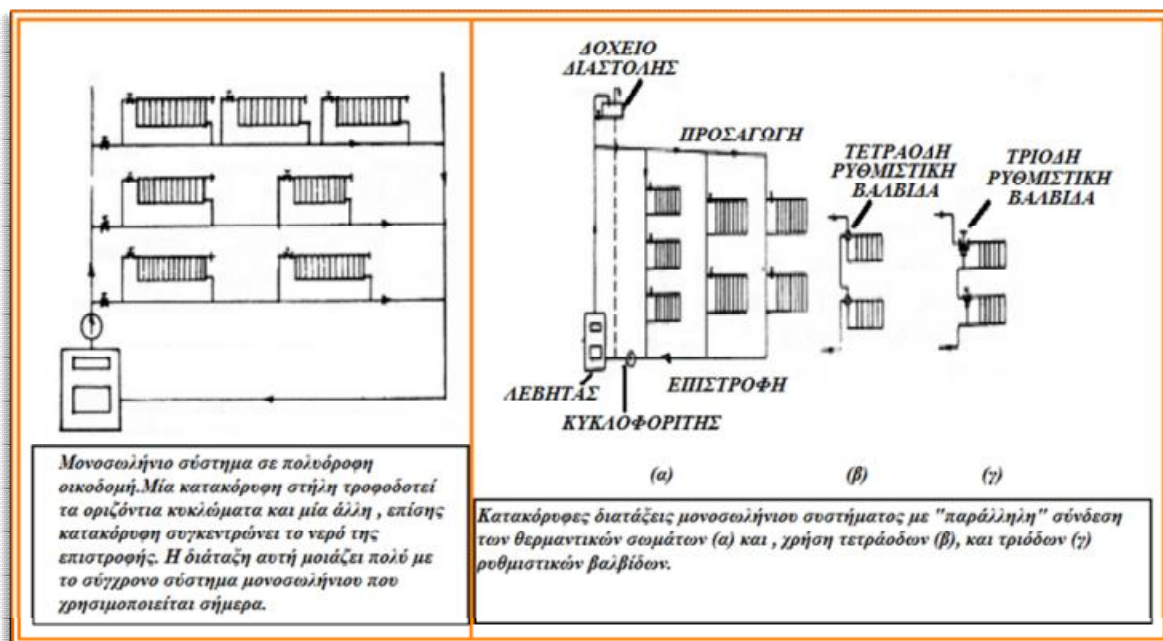
*Εικ. 1.7 :* Μονοσωλήνιο δίκτυο θέρμανσεως παλαιού τύπου . Το σύστημα περιλαμβάνει μόνο ένα κύκλωμα και το νερό της θέρμανσεως διατρέχει διαδοχικά όλα τα θερμαντικά σώματα .



*Εικ. 1.7.1 :* Αντιπαράθεση μονοσωλήνιου και δισωλήνιου συστήματος.

Το σύστημα αυτό μπορούσε να εφαρμοστεί μόνο σε πολύ μικρές εγκαταστάσεις και παρουσίαζε σημαντικά μειονεκτήματα, από τα οποία το κυριότερο ήταν η αδυναμία

ρυθμίσεως της θερμικής αποδόσεως ή πλήρους απομονώσεως ενός σώματος. Έγιναν προσπάθειες να επιτευχθεί ρύθμιση με δικλείδα αέρα αλλά με μέτρια αποτελέσματα. Λίγο αργότερα χρησιμοποιήθηκαν διατάξεις που συνδέουν κάθε σώμα παράλληλα (Κατά μερικούς συγγραφείς σε "διακλάδωση") προς την κεντρική σωλήνωση σε οριζόντιες και κατακόρυφες διατάξεις. Αργότερα με τη βοήθεια των ειδικής μορφής διατάξεων, βελτιώθηκαν σημαντικά οι δυνατότητες των μονοσωληνίων συστημάτων. Παρουσιάστηκε στη συνέχεια νέα ποικιλία διατάξεων, όπως αυτές που φαίνονται στα παρακάτω σχήματα αλλά και πολλές άλλες.

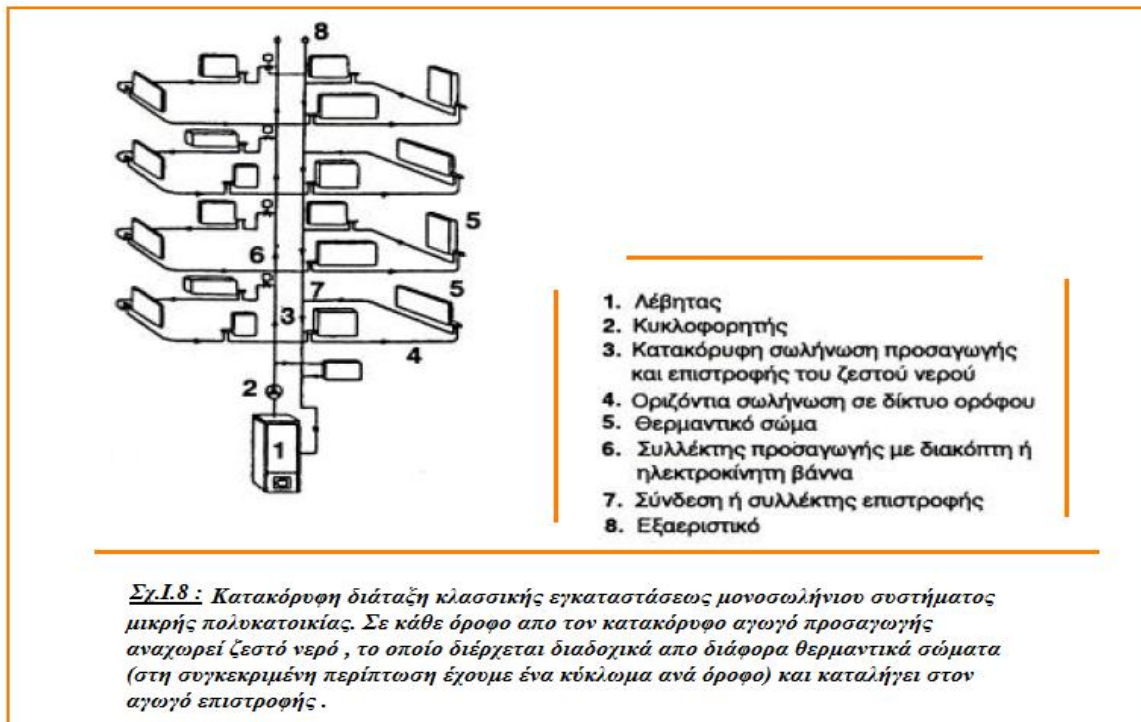


Εικ. 1.7.2

### 1.8.3 Προτερήματα Μονοσωληνίου Συστήματος

Το μονοσωληνίο σύστημα θερμάνσεως διαφέρει από το δισωληνίο, κυρίως ως προς τον αριθμό των αγωγών και τον τρόπο που συνδέονται τα θερμαντικά σώματα στο δίκτυο σωληνώσεων. Στην κλασική του μορφή, υπάρχει μόνο ένα ζεύγος κατακόρυφων αγωγών, που τροφοδοτούν οριζόντια κυκλώματα σε κάθε όροφο (Σχ.1.8). Με τον όρο κύκλωμα ή "βρόχος" περιγράφεται μια συγκεκριμένη διαδρομή, η οποία περιλαμβάνει τη σύνδεση με τον αγωγό προσαγωγής του ζεστού νερού, σωλήνωση και θερμαντικά σώματα σε διαδοχική διάταξη και τελική σύνδεση με τη

σωλήνωση επιστροφής. Στο κύκλωμα μπορεί να παρεμβάλλονται όργανα ρυθμίσεως, διακόπτες, αυτοματισμοί κ.λπ. Είναι φανερό ότι ένα κύκλωμα διαρρέεται από δεδομένη ποσότητα νερού, η οποία διέρχεται διαδοχικά από όλα τα θερμαντικά σώματα του κυκλώματος, παραδίδοντας ποσά θερμότητας που έχουν σαν αποτέλεσμα τη διαδοχική πτώση της θερμοκρασίας του.



Σαν κύρια πλεονεκτήματα του μονοσωλήνιου συστήματος, θεωρούνται:

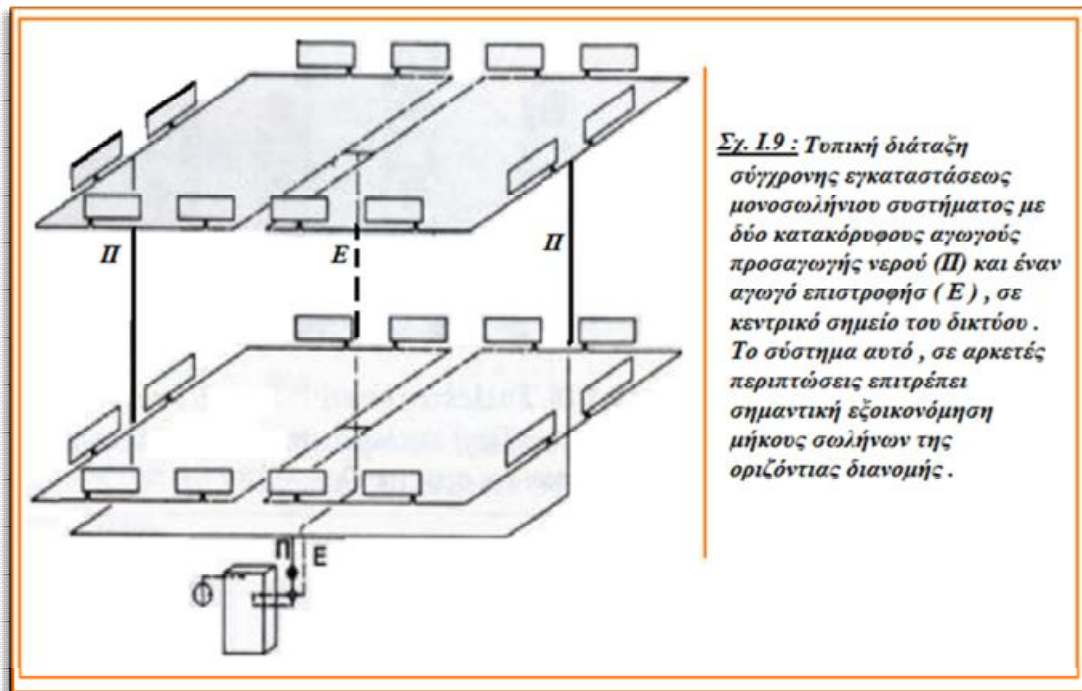
- Η απλούστευση της διαδικασίας συνδέσεως των θερμαντικών σωμάτων στα δίκτυα προσαγωγής και επιστροφής του ζεστού νερού. Γενικότερα χρειάζεται λιγότερος χρόνος για την υλοποίηση της εγκατάστασης, δεν ανοίγονται τρύπες στα πατώματα, δεν χρειάζονται κλίσεις στις σωληνώσεις. Προσφέρεται σαν ιδανικός τρόπος θερμάνσεως για οικοδομές με πυλωτή. Γενικά το σύστημα επιτρέπει οικονομία χρόνου και εργατών.
- Δεν χρειάζονται πολλές κατακόρυφες στήλες, με αποτέλεσμα να μην είναι προκαθορισμένες οι θέσεις των θερμαντικών σωμάτων στα διαμερίσματα, όπως στο δισωλήνιο (όπου τα θερμαντικά σώματα πρέπει να τοποθετούνται

κοντά στα ζεύγη κατακόρυφων αγωγών. Η απουσία κατακόρυφων στηλών μέσα στα διαμερίσματα βελτιώνει την αισθητική εμφάνιση των χώρων.

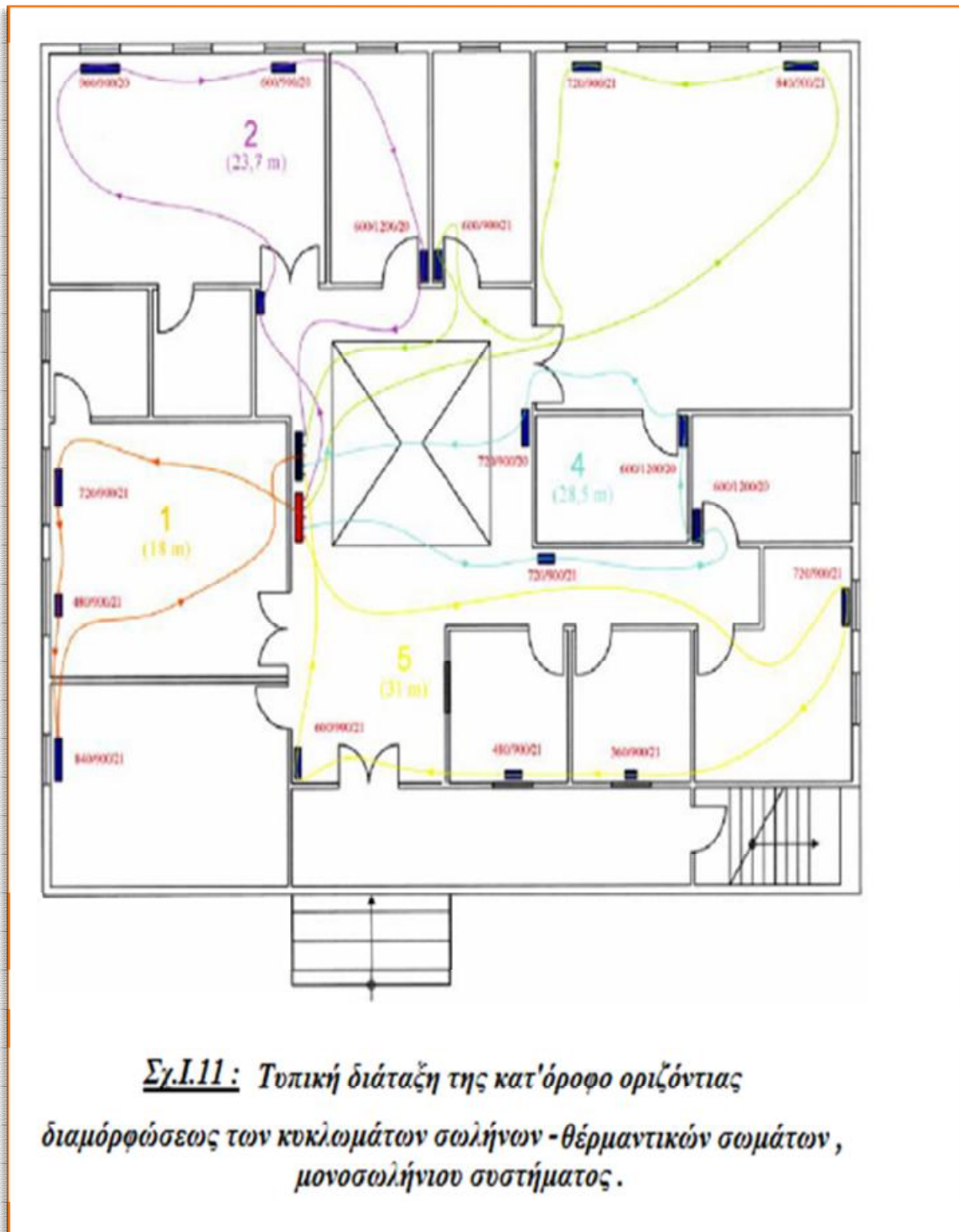
- Το σύστημα συνεργάζεται άριστα με κλειστό δοχείο διαστολής, οπότε όλα τα απαραίτητα όργανα βρίσκονται μέσα στο λεβητοστάσιο. Έτσι έχουμε καλύτερη προστασία από τα άλατα και τις οξειδώσεις. Ο λέβητας μπορεί να λειτουργεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες (κατά τεκμήριο καλύτερης αποδόσεως) και δεν υπάρχει κίνδυνος να παγώσουν οι σωληνώσεις, που βρίσκονται προστατευμένες και θερμικά μονωμένες στο εσωτερικό του δαπέδου.
- Επιτυγχάνουμε ευκολότερα, γρήγορη και ομοιόμορφη θέρμανση όλων των θερμαντικών σωμάτων, λόγω της μεγάλης ταχύτητας κυκλοφορίας του ζεστού νερού.
- Με το μονοσωλήνιο σύστημα επιτυγχάνεται οικονομία καυσίμου, γιατί η ταχύτητα κυκλοφορίας του ζεστού νερού επιτρέπει καλύτερη απόδοση (λιγότερες θερμικές απώλειες).
- Το σύστημα επιτρέπει την ανεξάρτητη ("αυτόνομη") θέρμανση κάθε διαμερίσματος ή τμήματος του. Συνήθως η μετατροπή μιας εγκατάστασης μονοσωλήνιου σε "αυτόνομη" (= κατά διαμέρισμα ή ενότητα χώρων) δεν συνεπάγεται μετατροπές στο ήδη υφιστάμενο σύστημα.

#### 1.8.4 Κύρια Χαρακτηριστικά Συγχρόνων Συστημάτων Μονοσωληνίων Εγκαταστάσεων Κεντρικής Θερμάνσεως.

Στις σύγχρονες κατασκευές μικρών και μεσαίων εγκαταστάσεων μονοσωλήνιου συστήματος, χρησιμοποιείται συνήθως ένα ζεύγος κατακόρυφων σωληνών, για την προσαγωγή και επιστροφή του ζεστού νερού ( σχ.1.9 ). Σε μερικές περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερα ζεύγη κατακόρυφων σωληνών ή και διατάξεις όπου οι αγωγοί προσαγωγής είναι περισσότεροι των αγωγών επιστροφής.



Στις περιπτώσεις περισσότερων του ενός ζεύγους (ή, έστω, ανεξαρτήτων ομάδων) αγωγών προσαγωγής και επιστροφής, είναι δυνατή η πλήρης διαφοροποίηση του χρόνου και του τρόπου θέρμανσεως ομάδων χώρων, με τη χρησιμοποίηση και διαφορετικών κυκλοφορητών. Οι κατακόρυφοι σωλήνες προσαγωγής και επιστροφής, όπως φαίνεται και στα σχέδια, οδεύουν κατ' αρχάς οριζόντια (σε μικρές διαδρομές), μέχρι να φθάσουν στην κατάλληλη θέση για την κατακόρυφη όδευση τους. Η περισσότερο συνηθισμένη θέση της, σε μικρά κτίρια, είναι κοντά στο κλιμακοστάσιο. Σε προσεγμένες κατασκευές οδεύουν σε κατάλληλα διαμορφωμένο κατακόρυφο φρεάτιο, το οποίο διαθέτει ανοίγματα προσεγγίσεως και επιθεωρήσεως σε κάθε όροφο, όπου άλλωστε τοποθετούνται και τα στοιχεία συνδέσεως με το οριζόντιο δίκτυο. Έτσι, σε κάθε όροφο σε κατάλληλα διαμορφωμένο μικρό χώρο, τοποθετείται ή κατασκευάζεται ειδικό κουτί (μεταλλικό, πλαστικό κ.λπ.), από το οποίο διέρχονται οι κατακόρυφοι σωλήνες και στο οποίο τοποθετούνται οι συλλέκτες αναχωρήσεως και επιστροφής.

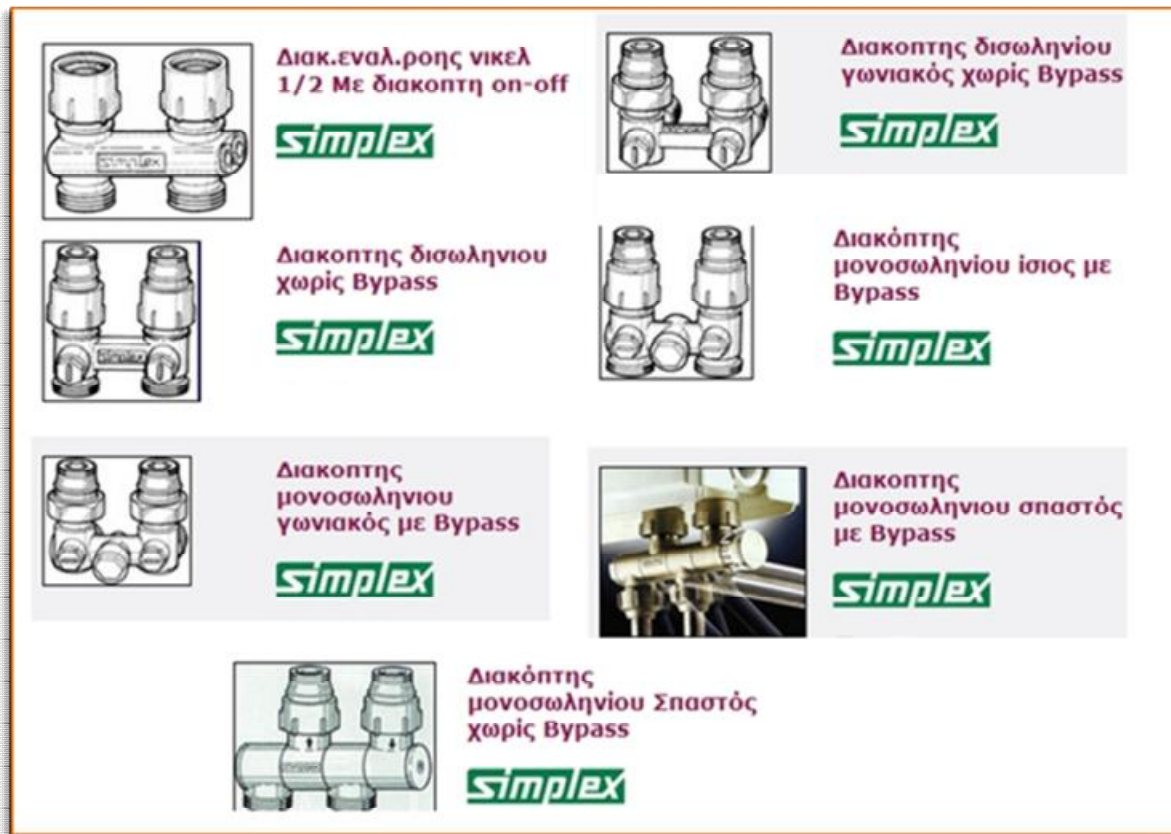


Στους συλλέκτες αυτούς συνδέονται άμεσα ή με την παρεμβολή διακοπών, στοιχείων ρυθμίσεως, αυτοματισμών κ.λπ., τα οριζόντια κυκλώματα (οι βρόχοι διανομής) του ορόφου (παρακάτω σχήματα).



Οι συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής, διαθέτουν τόσες αφίξεις (και αντίστοιχα αναχωρήσεις), όσα είναι τα οριζόντια κυκλώματα του ορόφου. Κάθε κύκλωμα συνήθως ελέγχεται με δύο ρυθμιστικές βαλβίδες (μία στην αναχώρηση και μία στην επιστροφή), που επιτρέπουν τη ρύθμιση μέχρι και τη διακοπή της ροής νερού στο κύκλωμα. Οι ρυθμιστικές βαλβίδες χαρακτηρίζονται ως ευθύγραμμες (ίσιες) και γωνιακές. Κάθε κύκλωμα (βρόχος) περιλαμβάνει συνήθως 3 έως 6 θερμαντικά σώματα, τα οποία συνδέονται διαδοχικά, με σωλήνωση που "έρπει" στο εσωτερικό του δαπέδου, μεταξύ σκυροδέματος και ορατής επιφάνειας του δαπέδου. Οι σωληνώσεις αυτές, από κατάλληλων τεχνικών προδιαγραφών χαλυβδοσωλήνα, χαλκοσωλήνα ή πλαστικό σωλήνα, τροφοδοτούν διαδοχικά (εν σειρά) τα θερμαντικά σώματα του κυκλώματος με ζεστό νερό, μέσω ειδικής κατασκευής τετράοδου διακόπτη (σχ. I.15). Στην ελληνική αγορά κυκλοφορεί μεγάλος αριθμός τετράοδων διακοπών (βανών), με τη συνήθη ονομασία "διακόπτες μονοσωλήνιου". Η συμπεριφορά τους, η αντίσταση στη ροή όπως και η αξιοπιστία λειτουργίας τους, διαφέρουν σημαντικά. Συνήθως οι κατασκευαστές προκαθορίζουν μια ρύθμιση, που αποτελεί την αφετηρία για τον τελικό έλεγχο της ποσότητας νερού (παροχής), η οποία θα οδηγείται μέσα στο θερμαντικό σώμα, ως προς την ποσότητα νερού η οποία θα το παρακάμπτει.





Σχ. 1.13: Συλλέκτες δισωλήνιου και μονοσωλήνιου συστήματος Κ.Θ

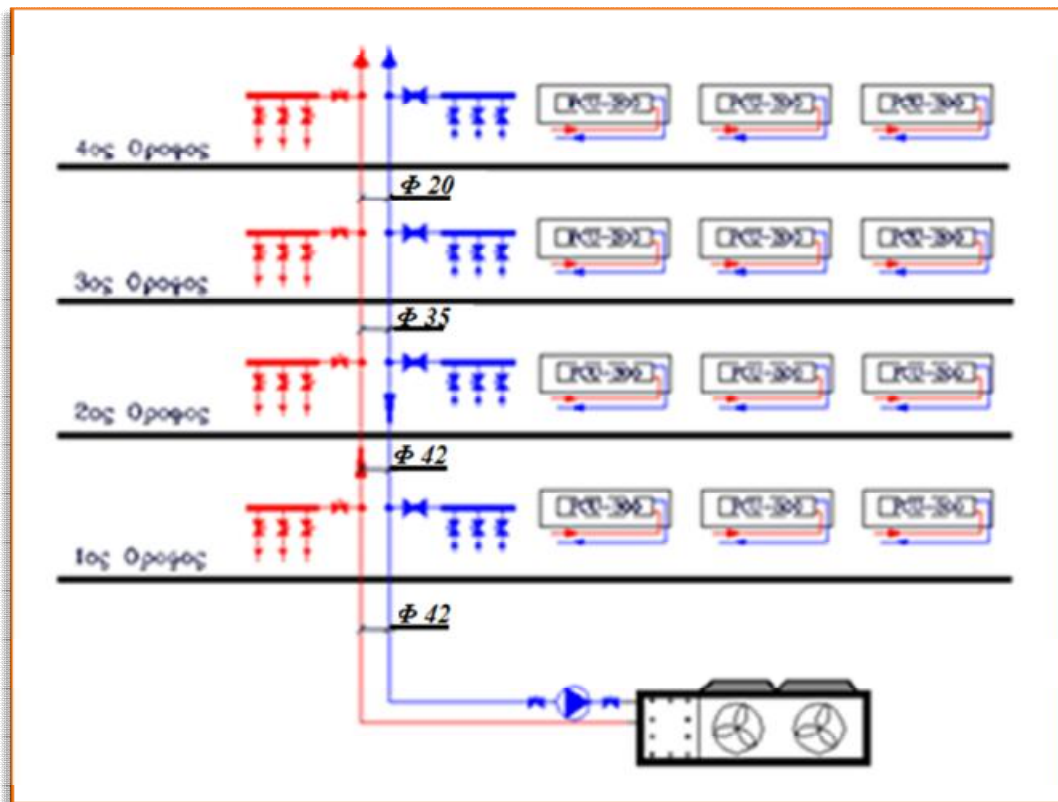
Η ρύθμιση αυτή αναφέρεται τις περισσότερες φορές σε ποσοστό της παροχής του σωλήνα επί τοις %. Μια συνήθης προρρυθμηση, είναι 50%, πράγμα που σημαίνει ότι το 50% της ποσότητας του νερού που φθάνει στον διακόπτη οδηγείται μέσα στο θερμαντικό σώμα και το 50% το παρακάμπτει και, αναμιγνυόμενο με το νερό επιστροφής, οδεύει προς το επόμενο θερμαντικό σώμα. Το σύστημα συλλέκτες, θερμαντικά σώματα, διακόπτες και σωληνώσεις, αποτελεί στο μονοσωλήνιο ένα "ευαίσθητο" σύστημα, υπό την έννοια ότι η καλή λειτουργία του προϋποθέτει σωστή μελέτη, επιμελημένη κατασκευή και απαραίτητως συμβατά στοιχεία εξοπλισμού. Οι διακόπτες π.χ. πρέπει να είναι απολύτως κατάλληλοι για τις πιέσεις και παροχές του δικτύου, να παρουσιάζουν γνωστές τιμές τοπικών αντιστάσεων, που έχουν λάβει υπόψη τους ο μελετητής και ο εγκαταστάτης που θα κάνει τις τελικές ρυθμίσεις παροχών στους διάφορους κλάδους και τα θερμαντικά σώματα.



### 1.8.5 Σωληνώσεις του Μονοσωλήνιου Συστήματος

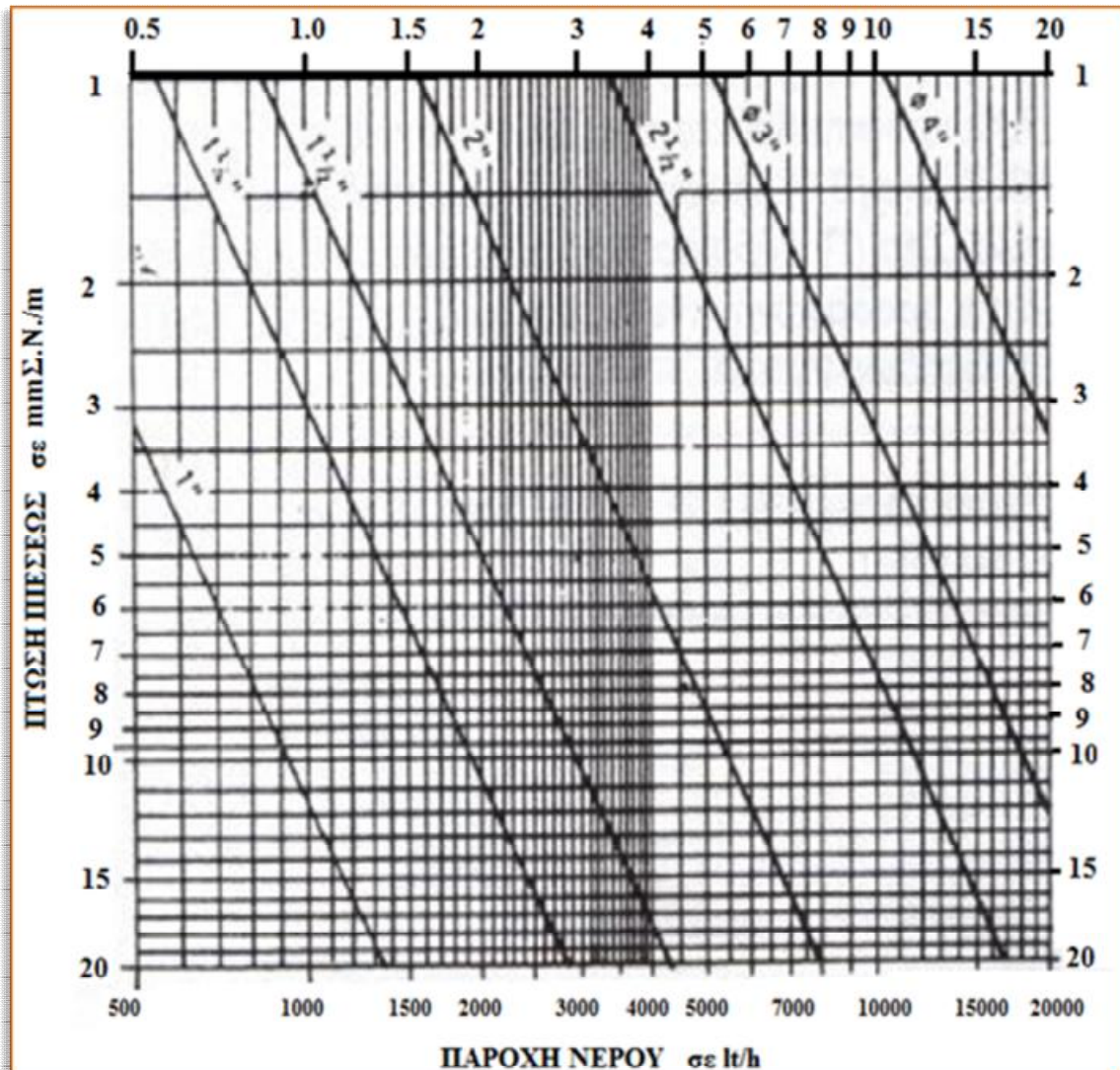
Το δίκτυο προσαγωγής και επιστροφής, ζεστού νερού στα θερμαντικά σώματα παρουσιάζει μερικές ιδιομορφίες στο μονοσωλήνιο σύστημα. Πρέπει κατ' αρχάς να γίνεται πλήρης διάκριση μεταξύ του συστήματος των κατακόρυφων στηλών και του δικτύου οριζόντιας διανομής. Κατακόρυφες στήλες

Οι κατακόρυφοι σωλήνες είναι συνήθως βαρέως τύπου σιδηροσωλήνες (ή χαλκοσωλήνες), οι οποίοι αναχωρούν από τον συλλέκτη του λέβητα και οδεύουν κατά το δυνατόν κατακόρυφα, με βαθμιαία μείωση της διατομής τους. Χαρακτηριστικό είναι το παρακάτω υποδειγματικό σχέδιο .



Σχ.1.16: παραστατική σχεδίαση κατακόρυφων στηλών μονοσωλήνιου συστήματος. Η αρχική διάμετρος μειώνεται καθώς οι συλλέκτες των ορόφων παραλαμβάνουν ζεστό νερό και μειώνουν την ποσότητα η οποία οδεύει προς τα επάνω.

Η μείωση της διατομής οφείλεται στην ανά όροφο μείωση της ποσότητας θερμού νερού στην κεντρική στήλη. Η θέση των κατακόρυφων στηλών (διανομής και επιστροφής) εκλέγεται στην περιοχή των κοινοχρήστων χώρων και συνήθως στο κλιμακοστάσιο. Για τον υπολογισμό της διατομής των κατακόρυφων αγωγών χρησιμοποιείται συνήθως το παρακάτω νομογράφημα .



Σχ. 1.17 : Νομογράφημα για τον προσδιορισμό διαμέτρου των κατακόρυφων σωλήνων μονοσωλήνιου συστήματος, βάση της παροχής και της πτώσης πίεσεως .Για σιδηροσωλήνες με ραφή και εξαναγκασμένη ροή.

Για τη σωστή κατασκευή των κατακόρυφων στηλών δίνει ενδιαφέρουσες Πληροφορίες η "TKM" από τις οποίες σταχυολογούμε τις παρακάτω πληροφορίες :

- Όταν υπάρχει στενότητα χώρου κατά την οριζόντια τοποθέτηση των συλλεκτών στους ορόφους, είναι επιτρεπτή η χρησιμοποίηση ειδικών συλλεκτών οι οποίοι με τη βοήθεια γωνίας 90° μετατρέπονται σε κατακόρυφους.
- Εάν οι κατακόρυφες στήλες διαπερνούν περισσότερους από 4 ορόφους, χωρίς καμπύλα τμήματα τα οποία θα μπορούσαν να παραλάβουν θερμικές διαστολές, πρέπει απαραίτητα να τοποθετούνται κατάλληλα διαστολικά κατά μήκος των σωλήνων.
- Οι συγκολλητές συνδέσεις πρέπει να γίνονται με κατάλληλα ηλεκτρόδια και από ειδικευμένους τεχνίτες. Στη συνέχεια πρέπει να δοκιμάζονται σε πίεση **8 bar**.
- Οι κοχλιωτές συνδέσεις πρέπει να πραγματοποιούνται με ομοειδείς κοχλιώσεις και κατά τη σύσφιγξη να παρεμβάλλεται κánaβις. Είναι απαραίτητη η δοκιμή στεγανότητας σε πίεση **8 bar**.
- Σε κάθε περιοχή διελεύσεως των σωλήνων από δάπεδα, πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για τις διαστολές.
- Εάν χρειαστεί αλλαγή διεύθυνσεως των κεντρικών στηλών, πρέπει να διαμορφώνονται ανοικτές καμπύλες "εν θερμώ".
- Η αλλαγή της διατομής των κεντρικών στηλών, πρέπει να γίνεται αμέσως επάνω από το σημείο συνδέσεως των συλλεκτών του ορόφου.

### 1.8.6 Το Οριζόντιο Δίκτυο

Από την κατακόρυφη τροφοδοτική σωλήνωση αναχωρούν εύκαμπτοι μονωμένοι χαλκοσωλήνες, χαλυβδοσωλήνες ή πλαστικοί σωλήνες οι οποίοι μέσω των διανομέων (συλλεκτών) και των οριζοντίων βρόγχων (ή κυκλωμάτων) τροφοδοτούν τα θερμαντικά σώματα κάθε ορόφου ή διαμερίσματος και καταλήγουν στον κατακόρυφο σωλήνα επιστροφής. Οι αντίστοιχες συνδέσεις γίνονται, όπως αναφέρθηκε με συλλέκτες - διανομείς. Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται στα οριζόντια δίκτυα των μονοσωληνίων συστημάτων είναι εύκαμπτοι χαλυβδοσωλήνες, χαλκοσωλήνες ή πλαστικοί σωλήνες.

### 1.8.7 Χρήση Πλαστικών Σωλήνων σε Μονοσωλήνια Δίκτυα Θερμάνσεως

Οι σωλήνες από διάφορων συνθέσεων οργανικές ενώσεις, οι πλαστικοί σωλήνες, έχουν κάνει εντυπωσιακή εισβολή και στον χώρο της μονοσωληνίας θερμάνσεως, στα οριζόντια δίκτυα διανομής. Η μεγάλη ποικιλία των πλαστικών σωλήνων που παράγονται και διατίθενται στην αγορά της θερμάνσεως, απαιτεί σοβαρή διερεύνηση της καταλληλότητας κάθε τύπου για κάθε συγκεκριμένη χρήση. Όταν γίνει σωστή επιλογή και χρήση επιτυγχάνονται συχνά εξαιρετικά οικονομικές λύσεις, ικανοποιητικής αξιοπιστίας. Ιδιαίτερα πρέπει να εξετάζονται (από τα διαγράμματα ή πιστοποιητικά των κατασκευαστών):

- Η αντοχή σε εσωτερική πίεση για μακρόχρονη καταπόνηση στην αναμενόμενη θερμοκρασιακή στάθμη.
- Η αντοχή σε κρουστική κάμψη και σε ρηγμάτωση τόσο για τη φάση της τοποθετήσεως όσο και από την πιθανή φόρτιση από άλλα υλικά της οικοδομικής κατασκευής.
- Να μην μεταβάλλονται ή αλλοιώνονται ουσιαστικά οι διαστάσεις τους κατά τις θερμοκρασιακές μεταβολές.
- Να μην απορροφούν νερό ή οξυγόνο.
- Να προσφέρουν τη δυνατότητα ασφαλών ενώσεων με κόλληση ή με κατάλληλους συνδέσμους.

Οι πλαστικοί σωλήνες έχουν τυποποιηθεί με βάση την εξωτερική διάμετρο, από το ISO 161 -1/78, τα DIN 16892 και 16893 όσο και από τον ΕΛΟΤ 9/79. Οι

τυποποιημένες διαστάσεις εξωτερικής διαμέτρου για συνήθεις πλαστικούς σωλήνες που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις θερμάνσεως είναι (σε mm):

Το αναγκαίο πάχος των πλαστικών σωλήνων καθορίζεται από το 180 161 -1/78 και

βρίσκεται από την εξίσωση:

$$S = (P_{επ} d) / (2σ + P_{επ})$$

Όπου:

**S** : το πάχος σε (mm)

**P<sub>επ</sub>** : η επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας (σε N/mm<sup>2</sup>).

**d** : η εξωτερική διάμετρος (σε mm)

**σ** : η τάση καταπόνησεως (σε N/ mm<sup>2</sup>).

Σε εγκαταστάσεις θερμάνσεως δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται πάχη μικρότερα των 1,8 mm.

Κατά την αποθήκευση των πλαστικών σωλήνων χρειάζεται προσοχή τόσο στο ύψος της στιβάξεως όσο και στην επίδραση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας και την έκθεση σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

- Το ύψος της στιβάξεως δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,5 m.
- Η άμεση ηλιακή ακτινοβολία αλλά και η συνεχής έκθεση στο φως της ημέρας υποβαθμίζουν βαθμιαία τις μηχανικές δυνατότητες των πλαστικών σωλήνων και γι' αυτό η αποθήκευση δεν πρέπει να γίνεται σε ανοικτούς ή ιδιαίτερα φωτεινούς χώρους.
- Οι κρουστικές καταπονήσεις είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες σε χαμηλές θερμοκρασίες στις οποίες το υλικό παρουσιάζει μειωμένη ελαστικότητα (σκλήρυνση).

- Οι υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. θέρμανση με φλόγα για ευκολότερη κάμψη), έχουν καταστροφικές επιδράσεις στις μηχανικές ιδιότητες των πλαστικών σωλήνων.

Είναι χρήσιμο να επαναληφθούν και εδώ μερικές βασικές αρχές, προσαρμοσμένες στις εγκαταστάσεις μονοσωληνίων Κ.Θ., που πραγματοποιούνται με πλαστικούς σωλήνες.

1. Είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται πλαστικοί σωλήνες σοβαρών κατασκευαστών, που να ικανοποιούν τις υψηλές απαιτήσεις ποιότητας που έχει μια εγκατάσταση μονοσωληνίου συστήματος Κ.Θ.
2. Η "κουλούρα" πλαστικού σωλήνα που είναι συσκευασμένη σε χαρτοκιβώτια, πρέπει να παραλαμβάνεται από σοβαρούς εισαγωγείς και εμπόρους που κατά την παραλαβή, μεταφορά και αποθήκευση έχουν λάβει όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας από τραυματισμούς. Ο σωλήνας δεν πρέπει να βγαίνει από τα χαρτοκιβώτια όταν μεταφερθεί στην οικοδομή, παρά μόνον όταν πρόκειται να τοποθετηθεί.
3. Ο πλαστικός σωλήνας ξετυλίγεται και μπαίνει μέσα στο προστατευτικό σπирάλ, χρησιμοποιώντας τον οδηγό σωλήνα "μπίλια".
4. Προσεκτική πρέπει να είναι η κοπή στο μήκος που χρειάζεται να κοπεί ο σωλήνας και το οποίο καθορίζεται από τις δύο διαδοχικές θέσεις που θα συνδέσει, αυξημένο κατά όσο απαιτείται για τη σύνδεση με τους διακόπτες και τα στοιχεία.
5. Η κοπή γίνεται με ειδικό ψαλίδι κοπής πλαστικού σωλήνα, έτσι ώστε να είναι ομοιόμορφη η επιφάνεια του και να εφαρμόζει απόλυτα στεγανά με τους διακόπτες και τους συλλέκτες.
6. Κατά την τοποθέτηση των σωλήνων στο δάπεδο πρέπει να αποφεύγονται οι σχηματισμοί διαφόρων καμπύλων, οι οποίες μπορεί να δυσκολεύουν την εξαγωγή του σωλήνα από το σπирάλ. Η εξαγωγή γίνεται με ειδικούς εξολκείς.
7. Στα τμήματα των σωλήνων που τοποθετούνται μέσα στα δάπεδα, πρέπει να αποφεύγονται οι ενδιάμεσες συνδέσεις.



### 1.8.8 Βασικοί Υπολογισμοί σε Κυκλώματα Μονοσωλήνιου Συστήματος

Βασικό τμήμα της μελέτης ενός μονοσωλήνιου συστήματος Κ.Θ., αποτελεί η εκλογή του είδους και μεγέθους των θερμαντικών σωμάτων. Η θέση των θερμαντικών σωμάτων υποτίθεται ότι έχει ήδη επιλεγεί στην αρχική φάση της μελέτης, σε συνεργασία με τον Αρχιτέκτονα ή τον ιδιοκτήτη του κτιρίου. Ο Μελετητής, πρέπει να καθορίσει διαδρομές και διατομές των σωληνώσεων, κατά τρόπον ώστε να προκύπτουν περίπου ισομεγέθη κυκλώματα, όπως και παρεμφερής πτώση πίεσεως. Στην πράξη σημειώνονται κατ' αρχάς στις κατόψεις οι επιθυμητές θέσεις των θερμαντικών σωμάτων και σε κάθε χώρο (στην κάτοψη) σημειώνονται οι θερμικές απώλειες που προέκυψαν από τον αντίστοιχο υπολογισμό. Στη συνέχεια αποφασίζεται η διαδρομή των σωλήνων και η διαδοχική τροφοδότηση των οριζοντίων κυκλωμάτων που χρειάζονται σε κάθε όροφο, με στόχους:

- Να αποκτήσουν τα διαμερίσματα ανεξαρτησία θερμάνσεως, ακόμη και αν δεν πρόκειται να λειτουργήσει αμέσως "αυτονομία στη θέρμανση". Η ανεξαρτησία αυτή διευκολύνει μελλοντικά τους ενοίκους να αποφασίζουν διακοπή της θερμάνσεως ενός διαμερίσματος (σε περίπτωση μακροχρόνιας απουσίας ή αν θελήσουν να εγκαταστήσουν κάποιο διαφορετικό σύστημα θερμάνσεως).
- Κάθε κύκλωμα πρέπει να περιλαμβάνει κατά προτίμηση από 2 μέχρι 5 θερμαντικά σώματα. Έτσι, αν κάποιο διαμέρισμα χρειάζεται πολλά θερμαντικά σώματα, θα χρησιμοποιηθούν γι' αυτό περισσότερα του ενός κυκλώματα.
- Κάθε κύκλωμα αναχωρεί από τον συλλέκτη προσαγωγής ζεστού νερού, διατρέχοντας τα θερμαντικά σώματα, κατά τρόπο ώστε να χρειάζεται ελάχιστο μήκος σωλήνων και να μην δημιουργούνται απότομες καμπύλες, και καταλήγει στον συλλέκτη επιστροφής. Επιδιώκουμε κάθε κύκλωμα να περιλαμβάνει ίδιο μήκος σωληνώσεων με τα άλλα, ίδιο αριθμό διακοπών και περίπου ίδιο φορτίο. Με τον τρόπο αυτό χρησιμοποιούμε την ίδια διατομή σωληνώσεων και έχουμε ομοιομορφία αντιστάσεων στα διάφορα κυκλώματα. Αν τα φορτία κ.λπ. είναι διαφορετικά, η ομοιομορφία στις αντιστάσεις επιδιώκεται με αυξομείωση της διατομής των σωληνώσεων και τοπικές αυξήσεις των αντιστάσεων (στραγγαλισμό).

### 1.8.9 Επιλογή Θερμαντικών Σωμάτων

Η διαδικασία που θα περιγραφεί στη συνέχεια, πρέπει να ακολουθείται με προσοχή και συνέπεια, γιατί η μέθοδος επιλογής των θερμαντικών σωμάτων στο μονοσωλήνιο σύστημα διαφέρει σημαντικά από την κλασική μέθοδο που ακολουθείται στο δισωλήνιο σύστημα. *Ακόμη πρέπει να προσέξουμε ότι η εκλογή των θερμαντικών σωμάτων σχετίζεται με τη **σειρά διαδοχής τους στο κύκλωμα**. Αν γίνει αλλαγή στη σειρά, πρέπει να ξαναγίνουν οι υπολογισμοί.* Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχει ουσιαστική διαφορά με το κλασικό δισωλήνιο σύστημα όπου όλα τα σώματα τροφοδοτούνται θεωρητικά με νερό περίπου 90 °C. Έτσι για κάθε σώμα (στο δισωλήνιο), δεχόμαστε μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια τους 80 °C. Στο μονοσωλήνιο σύστημα, τα σώματα που βρίσκονται στην αρχή του κυκλώματος παρουσιάζουν στην επιφάνεια τους μέση θερμοκρασία μεγαλύτερη των 80°C (άρα πρέπει να γίνουν λίγο μικρότερα από τα αντίστοιχα του δισωλήνιου. Αντίθετα τα τελευταία σώματα του κυκλώματος, επειδή τροφοδοτούνται με νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας (λόγω ενδιάμεσης ψύξεως), έχουν μικρότερη των 80°C μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια τους και πρέπει να εκλεγούν λίγο μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα του δισωλήνιου συστήματος.

- ➡ Στην πρώτη στήλη γράφεται ο χαρακτηριστικός αριθμός και στη δεύτερη ο ενδεικτικός αριθμός θερμαντικού σώματος.
- ➡ Στη συνέχεια γράφονται οι θερμικές απώλειες κάθε χώρου, όπως έχουν προκύψει από τους σχετικούς υπολογισμούς.
- ➡ Στην τέταρτη στήλη γράφονται αθροιστικά οι ποσότητες θερμότητας που έχουν αφαιρεθεί διαδοχικά από το ζεστό νερό σε κάθε σώμα. Έτσι εάν π.χ , το πρώτο σώμα (1) κατακρατεί 1300 [kcal/h] για τις ανάγκες του χώρου 4, και το θερμαντικό σώμα (2) για τις ανάγκες του χώρου 2 κατακρατεί 2800 [kcal/h] , το νερό που αναχωρεί έχει ήδη χάσει  $1300 + 2800 = 4100$  [kcal/h] . Με την πορεία αυτή (προσθέτοντας κάθε φορά στο προηγούμενο άθροισμα το θερμικό φορτίο σώματος), το νερό που επιστρέφει στον συλλέκτη πρέπει να έχει αποδώσει τόσα [ kcal/h ] όσα είναι οι ανάγκες των χώρων του κυκλώματος.
- ➡ Στην επόμενη στήλη γράφεται η επιθυμητή θερμοκρασία που καθορίστηκε

στη μελέτη, για κάθε χώρο, και στη συνέχεια προσδιορίζεται η θερμοκρασία εξόδου του νερού από κάθε θερμαντικό σώμα, για να υπολογιστεί ο συντελεστής διορθώσεως. Αν  $t_{εσ}$  είναι η θερμοκρασία εισόδου του νερού σε κάθε σώμα,  $t_{εξ}$  η αντίστοιχη θερμοκρασία εξόδου,  $q$  οι θερμικές απώλειες που πρέπει να καλύψει το σώμα και  $V$  η ποσότητα ζεστού νερού που κυκλοφορεί στο σύστημα, πρέπει:

$$(t_{εσ} - t_{εξ}) \times V = q$$

$$t_m = \frac{t_{εσ} + t_{εξ}}{2}$$

και επομένως για κάθε θερμαντικό σώμα προκύπτει:

$$t_{εξ} = t_{εσ} (q/V)$$

Επιβεβαιώνεται έτσι αυτό που ήδη αναφέρθηκε, ότι δηλαδή η μέση θερμοκρασία λειτουργίας του κάθε σώματος βαθμιαία μειώνεται, καθώς προχωρούμε προς το τέλος του κυκλώματος. Κάθε θερμαντικό σώμα δίνει στο περιβάλλον του χώρου ποσότητα θερμότητας ( $q$ ) που εξαρτάται από ένα σταθερό συντελεστή (έστω  $\alpha$ , μορφής και υλικών κατασκευής), την επιφάνεια συναλλαγής  $P$  και τη διαφορά θερμοκρασίας του με το περιβάλλον ( $t_m - 20$  ή σπανιότερα  $t_m - 22$ ). Οι πίνακες που μας βοηθούν στην εκλογή των θερμαντικών σωμάτων βασίζονται στην παραδοχή ότι η μέση θερμοκρασία του θερμαντικού σώματος είναι  $80$  °C  $(90+70)/2$ . Για να υπολογιστεί ο συντελεστής διορθώσεως ( $\epsilon$ ) στο μονοσωλήνιο σύστημα (που μεταβάλλεται η τιμή του  $t_m$  γράφονται οι εξισώσεις:

$$q_0 = \alpha \times F_0 \times \Delta\theta_0 = \alpha \times F \times (80 - 20) = \alpha \times 60 \times F_0$$

$$q = \alpha \times F \times \Delta\theta = \alpha \times F \times (t_m - 20)$$

$$\bar{\theta} = \varepsilon \times F_0$$

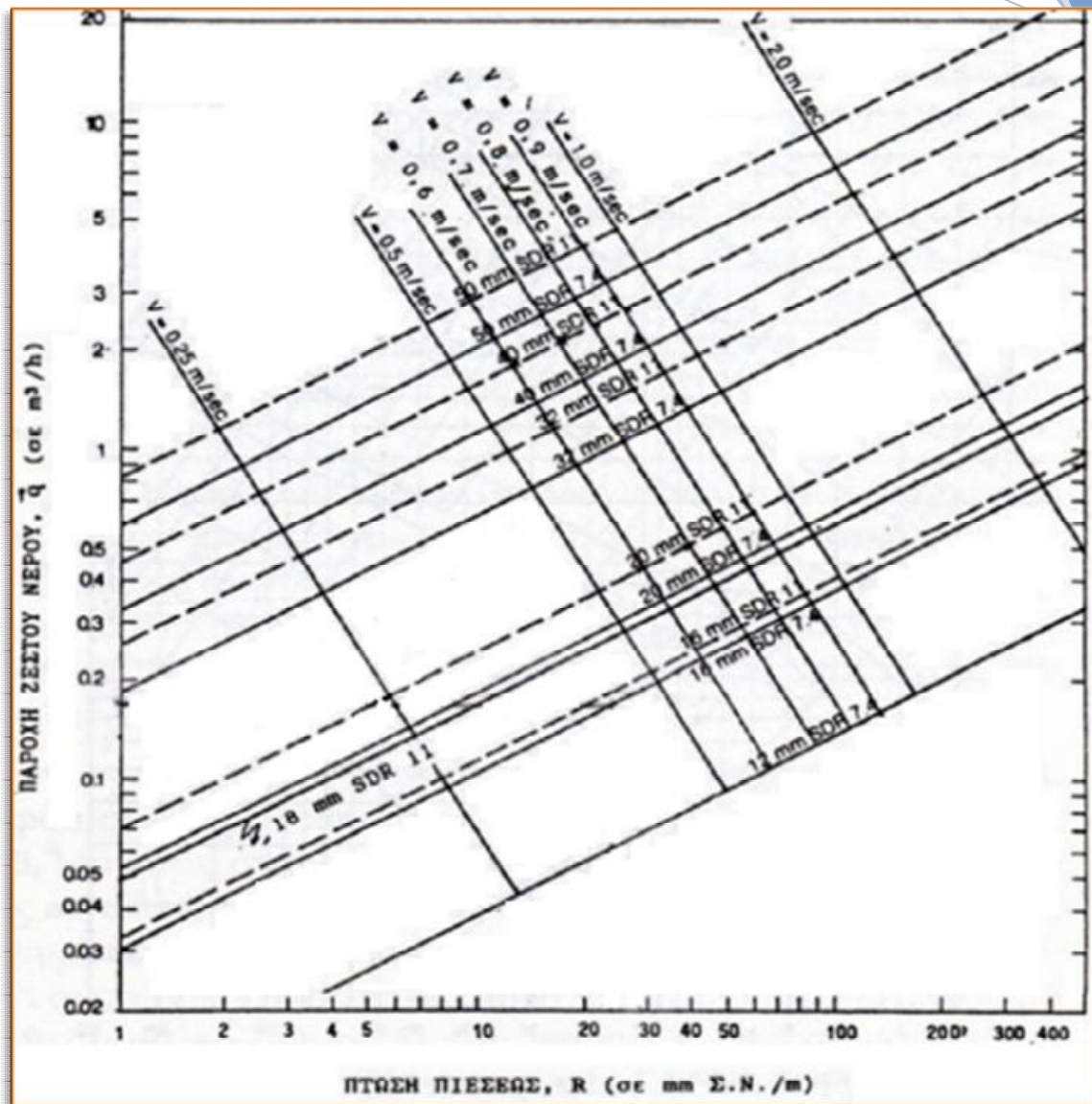
**και:**

$$\alpha \times F_0 \times 60 = \alpha \times F \times (t_m - 20)$$

**και τελικά:**

$$\varepsilon = 60 / (t_m - 20)$$

Με βάση τώρα τους συντελεστές διορθώσεως που βρέθηκαν, επανερχόμενοι στον πίνακα εκλογής των θερμαντικών σωμάτων, βρίσκουμε το ισοδύναμο Θερμικό φορτίο, σε [kcal/h].



Σχ. 1.18 : Νομογράφημα για τον υπολογισμό της πτώσεως πίεσης  $R$  (σε mm Σ.Ν./ m) κατά την ροή ζεστού νερού, σε πλαστικούς σωλήνες από δικτυωτό πολυαιθυλένιο τύπου SDR 7.4 και SDR 11 της Rexgol.

### 1.8.10. Διακόπτες

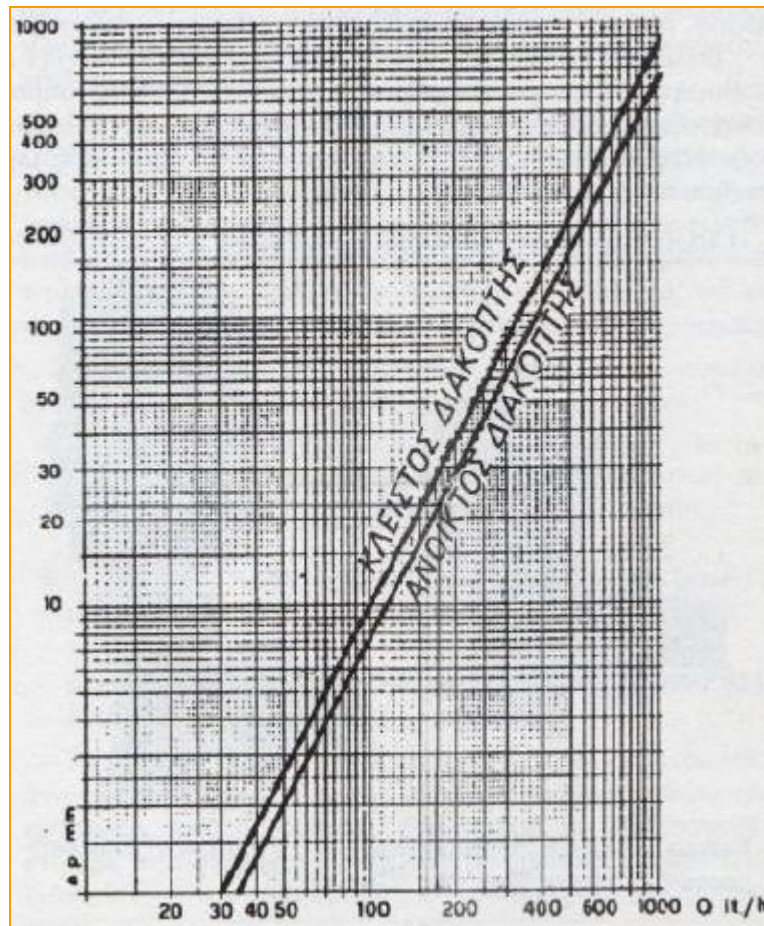
Σε κάθε οριζόντιο μονοσωλήνιου συστήματος, εκτός από όλα όσα αναφέραμε ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι τετράοδοι διακόπτες ,ρυθμιστικές βαλβίδες , διακόπτες αποσυνδέσεως του κυκλώματος από τους συλλέκτες, και στη περίπτωση αυτονομίας, οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες ( παρακάτω σχήμα )



Σχ.Ι.19: Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες

Οι διακόπτες π.χ της “Errevi” είναι τετράοδες βάνες κατασκευασμένες από ορείχαλκο. Δίνουν την δυνατότητα ρυθμίσεως ως προς την παροχή από 0-100% με τη βοήθεια ειδικής χειρολαβής με τη χρησιμοποίηση ειδικού συστήματος παρακάμφεως. Μ' αυτό τον τρόπο μπορούν να γίνουν διορθωτικές επεμβάσεις στην έτοιμη εγκατάσταση. Η παρουσία του διακόπτη συνεπάγεται πτώση πίεσεως στο δίκτυο. Η τιμή της πτώσεως αυτής της πίεσεως εξαρτάται από το είδος του διακόπτη, τον τρόπο συνδέσεως και την προρρύθμιση του.

Οι κατασκευαστές δίνουν νομογραφήματα υπολογισμού των πτώσεων πίεσεως. Για τον υπολογισμό π.χ. της αντιστάσεως που προκαλεί η παρουσία ενός διακόπτη "ANTARES" ( παρακάτω σχήμα )



Σχ.1.20 : Νομογράφημα υπολογισμού της πτώσεως πίεσεως που προκαλεί ένας διακόπτης Θ.Σ τύπου Antares της Errevi.

Τις περισσότερες φορές η αντίσταση δίδεται στα διαγράμματα σε **mm Σ.Ν.**, και είναι ανάγκη να εκφραστεί με τη μορφή τοπικού συντελεστή αντιστάσεως. Για την εύρεση του τοπικού συντελεστή αντιστάσεως αρκεί να γίνει αναγωγή με αφετηρία την τιμή **R** που είχε προσδιοριστεί για τους σωλήνες κυκλοφορίας του ζεστού νερού του κυκλώματος. Η παροχή **V** βρίσκεται αν διαιρέσουμε το θερμικό φορτίο **Q** με την θερμοκρασιακή πτώση του νερού **Δt = 90 - 70 = 20 °C**. Ενώ η ταχύτητα ροής **U**, η αντίσταση στην ροή **R** και η διάμετρος των σωλήνων **d** βρίσκονται από το διάγραμμα του Σχ. 1.20 σε συνάρτηση με την παροχή του νερού του κυκλώματος .

# *A' ΜΕΡΟΣ*

---

## *ΘΕΡΜΑΝΣΗ*

---

## *ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ*

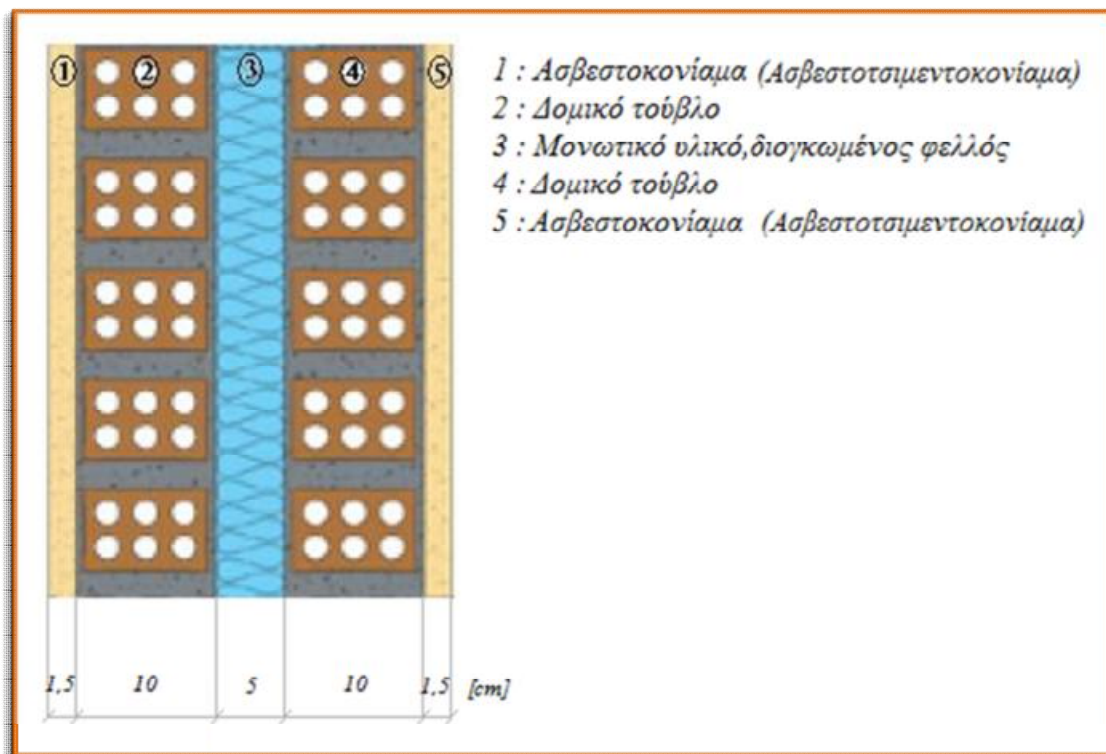
---



2.1. Υπολογισμός του Συντελεστή Θερμικής Διαπερατότητας K :A. Εξωτερικός Τοίχος

Παρακάτω θα γίνει ο υπολογισμός του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας όπως περιγράφηκε στο θεωρητικό κομμάτι της κεντρικής θέρμανσης (A' μέρος- Θέρμανση - Θεωρία )

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα τυπικό διάγραμμα του εξωτερικού τοίχου, ο οποίος όπως φαίνεται και στην εικόνα αποτελείται από εσωτερική και εξωτερική επίστρωση ασβεστοκονιάματος δύο δομικά τούβλα και μονωτικό υλικό διογκωμένο φελλό.



Εικ.Α1 : Τομή εξωτερικού τοίχου

Ο παρακάτω πίνακας A1 και A2 συγκεντρώνουν πρακτικά τα στοιχεία που χρειάζονται για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας.

Πίνακας Α1

Κατά σειρά αριθμός δομικών στοιχείων $i$	Είδος υλικού	Πάχος $\delta_i$ [m]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας $\lambda_i$ [Kcal/mh°C]	Πάχος $\delta_i$ [cm]
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,015	0,75	1,5
2	Δομικό τούβλο	0,100	0,45	10
3	Μόνωση ,διογκωμένος φελλός	0,050	0,035	5,0
4	Δομικό τούβλο	0,100	0,45	10
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,015	0,75	1,5

Πίνακας Α2

Θερμικές αντιστάσεις για: - εξωτερικούς τοίχους - οροφές - Pilotis	
$1/a_i$	0,14
$1/a_a$	0,05

Με τη βοήθεια των πινάκων Α1-Α2 και των παρακάτω γνωστών σχέσεων από τη θεωρία θερμομονώσεως έχουμε :

$$\frac{1}{A} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} \Leftrightarrow \frac{1}{A} = \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,1}{0,45} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,1}{0,45} + \frac{0,015}{0,75} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{A} = 1,9 \left[ \frac{m^2 h^\circ C}{Kcal} \right] \dots (1)$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_a} \Leftrightarrow$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

Αντικαθιστώντας την αριθμητική τιμή τις καθεμιάς μεταβλητής έχουμε:

$$K = \frac{1}{0,14 + 1,9 + 0,05} = \frac{1}{2,09} \Leftrightarrow$$

$$K = 0,47 \cong 0,5 \left[ Kcal/m^2 h^\circ C \right] \dots (2)$$

Για τον υπολογισμό της θερμικής διαπερατότητας του εσωτερικού τοίχου ο οποίος διαχωρίζει τα γραφεία (4,8) από τους διαδρόμους (στις εξωτερικές πόρτες, και τα σκαλιά που οδηγούν στο λεβητοστάσιο και το κλιμακοστάσιο) ακολουθούμε την ίδια διαδικασία ,με τη διαφορά ότι αντί για  $1/\alpha_a$  θα έχουμε  $1/\alpha_i$  γιατί οι υπολογισμοί γίνονται για εσωτερικό περιβάλλον!!!

$$\frac{1}{A} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{A} = \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,1}{0,45} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,1}{0,45} + \frac{0,015}{0,75} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{A} = 1,9 \left[ \frac{m^2 h^\circ C}{Kcal} \right] \dots (1)$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_a} \Leftrightarrow$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

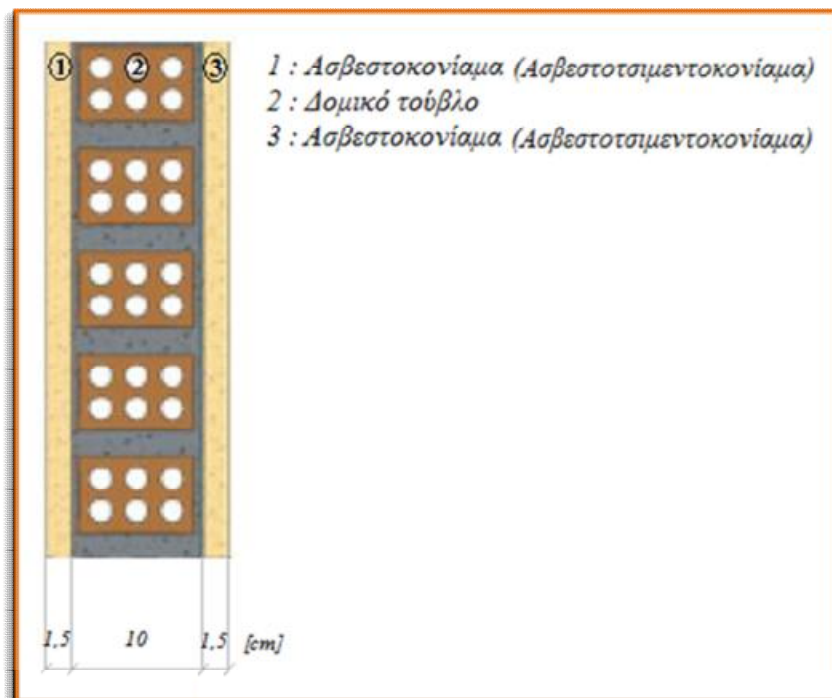
Αντικαθιστώντας την αριθμητική τιμή τις καθεμιάς μεταβλητής έχουμε:

$$K = \frac{1}{0,14 + 1,9 + 0,14} = \frac{1}{2,18} \Leftrightarrow$$

$$K = 0,46 \cong 0,5 \text{ [Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C]} \dots(2)$$

### B. Εσωτερικός Τοίχος

Παρόμοια διαδικασία ακολουθείται και για τον εσωτερικό τοίχο επίσης, με τις επικείμενες μικροαλλαγές που επιβάλλει η δομή του, η οποία εικονικά παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικ.Β1** Τομή εσωτερικού τοίχου

Ομοίως με το προηγούμενο παράδειγμα του εξωτερικού τοίχου έχουμε:

$$\frac{1}{A} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \Leftrightarrow \frac{1}{A} = \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,1}{0,45} + \frac{0,015}{0,75} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{A} = 0,26 \left[ \frac{m^2 h^\circ C}{Kcal} \right] \dots (1)$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_i} \Leftrightarrow$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

Αντικαθιστώντας την αριθμητική τιμή τις καθεμιάς μεταβλητής έχουμε:

$$K = \frac{1}{0,14 + 0,26 + 0,14} = \frac{1}{0,54} \Leftrightarrow$$

$$K = 1,84 \cong 1,8 \left[ Kcal/m^2 h^\circ C \right] \dots (2)$$

### Γ. Οροφή

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας της οροφής ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε στο θεωρητικό μέρος της κεντρικής θέρμανσης, βάσει της δομής της οροφής. Η οποία μορφή της προς μελέτη οροφής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικ.Γ1** Τομή οροφής

**Πίνακας Γ1**

Κατά σειρά αριθμός δομικών στοιχείων $i$	Είδος υλικού	Πάχος $\delta_i$ [m]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας $\lambda_i$ [Kcal/mh°C]	Πάχος $\delta_i$ [cm]
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,015	0,75	1,5
2	Μπετό (τύπου Β120)	0,150	1,75	15
3	Ασφαλτόχαρτο	0,005	0,16	0,5
4	Αφρομπετό (Περλιτόδεμα 1/20 κατ όγκο)	0,100	0,07	10
5	Πλάκες τύπου Μάλτας	0,03	0,025	3

Με τη βοήθεια των πινάκων Γ1-Α2 και των παρακάτω γνωστών σχέσεων από τη θεωρία θερμομονώσεως έχουμε :

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} \Leftrightarrow \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,15}{1,75} + \frac{0,005}{0,16} + \frac{0,1}{0,07} + \frac{0,03}{0,025} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{\Lambda} \cong 2,8 \left[ \frac{m^2 h^\circ C}{Kcal} \right] \dots (1)$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_a} \Leftrightarrow$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

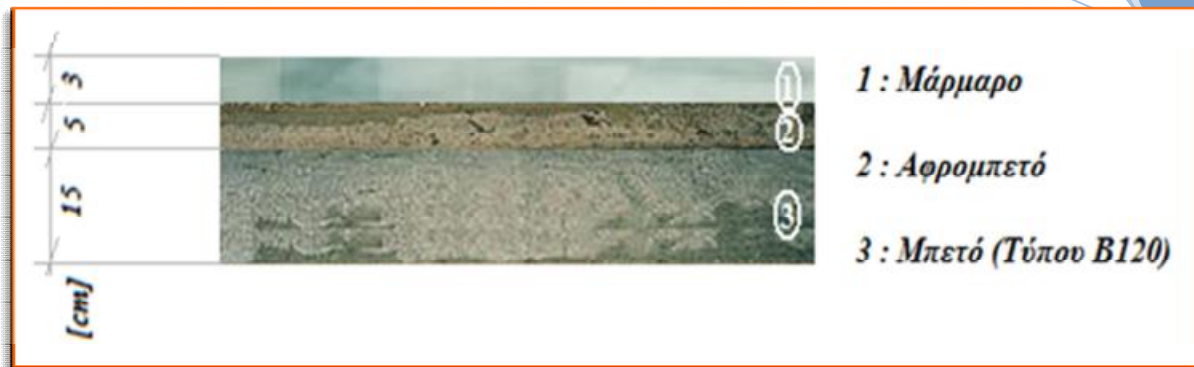
Αντικαθιστώντας την αριθμητική τιμή τις καθεμιάς μεταβλητής έχουμε:

$$K = \frac{1}{0,14 + 2,8 + 0,05} = \frac{1}{2,99} \Leftrightarrow$$

$$K = 0,33 \cong 0,3 \left[ Kcal/m^2 h^\circ C \right] \dots (2)$$

#### Δ. Δάπεδο

Όπως για τους τοίχους και την οροφή, για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας ακολουθούμε την ίδια ακριβώς διαδικασία και για το δάπεδο.

**Εικ.Δ1** Τομή οροφής

Με τη βοήθεια της εικόνας της δομής του δαπέδου (εικ.Δ1) και του συγκεντρωτικού πίνακα των στοιχείων που απαρτίζουν τη δομή του(πιν.Δ1) ο υπολογισμός του συντελεστή γίνεται πιο εύκολος.

**Πίνακας Δ1**

Κατά σειρά αριθμός δομικών στοιχείων $i$	Είδος υλικού	Πάχος $\delta_i$ [m]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας $\lambda_i$ [Kcal/mh°C]	Πάχος $\delta_i$ [cm]
1	Μάρμαρο	0,03	3	3
2	Αφρομπετό (Περλιτόδεμα 1/20 κατ όγκο)	0,05	0,07	5
3	Μπετό (τύπου B120)	0,15	1,75	15

Με τη βοήθεια των πινάκων Δ1-Α2 και των παρακάτω γνωστών σχέσεων από τη θεωρία θερμομονώσεως έχουμε :

$$\frac{1}{A} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}$$



$$\Leftrightarrow \frac{0,03}{3} + \frac{0,05}{0,07} + \frac{0,15}{1,75} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{A} \cong 0,81 \left[ \frac{m^2 h^\circ C}{Kcal} \right] \dots (1)$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_a} \Leftrightarrow$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

Αντικαθιστώντας την αριθμητική τιμή τις καθεμιάς μεταβλητής έχουμε:

$$K = \frac{1}{0,2 + 0,8 + 0,0} = \frac{1}{1,01} \Leftrightarrow$$

$$K=0,99 \cong 1 \left[ Kcal/m^2 h^\circ C \right] \dots (2)$$

## 2.2. Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

**ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ :** \_\_\_\_\_ **ΦΥΛΛΟ :** \_\_\_\_\_.

**ΘΕΣΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ :** \_\_\_\_\_ **ΟΡΟΦΟΣ :** \_\_\_\_\_.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ			ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΩΡΟΥ	
				ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜ/ΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ [ K ]	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Z <sub>H</sub>	ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Z <sub>0</sub>		ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Μονάδες :			cm	m	m	m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	$\frac{Kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}$	°C	$\frac{Kcal}{h}$	%	%	1+%	
<b>ΧΩΡΟΣ 1<sup>ος</sup> - ΓΡΑΦΕΙΟ</b>																
1	Π <sub>εξ</sub>	A		3	1,5	4,5			4,5	6	21	567	ΓΙΑ ΒΟΡΕΙΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ: 5 ΓΙΑ D = 0,5 ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΥΠΟΥ III : 25 ΣΖ=1+Z <sub>0</sub> +Z <sub>H</sub> Q=Q <sub>κ,ip</sub> x ΣΖ			
2	Τ <sub>εξ</sub>	A	30	7	3,3	23,1		4,5	18,6	0,5	21	195				
3	Τ <sub>εσ</sub>		10	2	3,3	6,6			6,6	1,8	5	59				
4	Θ <sub>εσ</sub>			0,9	2,2	1,98			1,98	2,5	5	25				
5	Τ <sub>εσ</sub>		10	7	3,3	23,1		8,58	14,52	1,8	5	131				
6	Θ <sub>εσ</sub>			0,8	2,2	1,76			1,76	2,5	5	22				
7	Τ <sub>εσ</sub>		10	2	3,3	6,6		1,76	4,84	1,8	5	44				
8	Τ <sub>εσ</sub>		10	2	3,3	6,6			6,6	1,8	5	59				
9	Τ <sub>εξ</sub>	B	30	6	3,3	19,8		6,6	13,2	0,5	21	139				
10	Τ <sub>εξ,wc</sub>	B	30	2	3,3	6,6			6,6	0,5	16	53				
11	Ο <sub>wc</sub>		30	2	2	4			4	0,3	16	19				
12	Ο		30	7	6	42		4	38	0,3	21	239				
13	<b>Σύνολο:</b>								163,2			1546	5	25	1,3	2010
14	$Q_L = 30 \cdot \Sigma I = 30 \cdot [(3 \cdot 2) + (5 \cdot 1,5)] = 405$															
15																$Q_1 = 2415$

Ομοίως λειτουργούμε και για τους υπόλοιπους χώρους. Συνοπτικά τα αποτελέσματα περιλαμβάνονται στον παρακάτω πίνακα .

<u>ΧΩΡΟΣ</u>	<u>[kcal/h]</u>
ΧΩΡΟΣ 1ος	2415
ΧΩΡΟΣ 2ος	2098
ΧΩΡΟΣ 3ος	2098
ΧΩΡΟΣ 4ος	2247
ΧΩΡΟΣ 5ος	2415
ΧΩΡΟΣ 6ος	2098
ΧΩΡΟΣ 7ος	2098
ΧΩΡΟΣ 8ος	2247
ΧΩΡΟΣ 9ος	3387
ΧΩΡΟΣ 12ος	2627

### 2.3. Πίνακες Υπολογισμών Κυκλωμάτων

Τα σώματα που επιλέχθηκαν παρακάτω μετά από τον εκτενή υπολογισμό των κυκλωμάτων είναι τύπου Linear της Delonghi. Επίσης οι υπολογισμοί έγιναν βάση της θεωρίας θέρμανσης η οποία παρουσιάζεται εκτενέστατα στο θεωρητικό μέρος της θέρμανσης (Α' μέρος –Θεωρία - Θέρμανση) και τα δεδομένα του Πίν.9 (Του Παραρτήματος Ι)

<u>ΚΥΚΛΩΜΑ 1ο [ΧΩΡΟΙ 1&amp;5]</u>											
ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ $Q = 4830$ [Kcal/h]						ΘΕΡΜ/ΚΗ ΠΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ $=20$ [°C]					
ΠΑΡΟΧΗ $V = 242$ [lt/h]= $0,24$ [m <sup>3</sup> /h]						ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ $d = 20$ [mm] (SDR 7.4)					
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ $U = 0,5$ [m/s]						ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΡΟΗΣ $R = 18$ [mmΣ.Ν./m]					
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΝΔ.ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ	ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΑΦΡΟΙΣΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡ/ΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ Θ.ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Θ.ΣΩΜΑΤΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ
		Kcal/h	Kcal/h	°C	°C	°C		Kcal/h		m <sup>2</sup>	m
1	1	2415	2415	20	90	80	0,923	2229	1440/500/22	0,72	1,44
5	5	2415	4830	20	80	70	1,091	2635	1440/600/22	0,864	1,44

ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΗΤΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ σε m	Σημειώσεις:
Διακόπτες Θ.Σ:	2	3	6	Διακόπτες Θ.Σ sel.6.44-d=20-25 mm
Καμπύλες:	8	0,5	4	Καμπύλες r/d=1,5/z=0,5
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>			10	

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΜΗΚΟΣ:	$L_1 =$	50	m
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ:	$L_1 =$	10	m
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ :	$L_2 + L_1 =$	60	m
ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ : $R_{ολ} = L * R =$ mm.Σ.N.	$R_{ολ} =$	1080	mm.Σ.N.

ΚΥΚΛΩΜΑ 2ο [ΧΩΡΟΙ 2,3&4]											
ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ $Q = 6443$ [Kcal/h]						ΘΕΡΜ/ΚΗ ΠΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ =20 [°C]					
ΠΑΡΟΧΗ $V = 322$ [lt/h]=0,32[m <sup>3</sup> /h]						ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ d = 20 [mm] (SDR 7.4)					
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ $U = 0,5$ [m/s]						ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΡΟΗΣ $R = 25$ [mmΣ.N./m]					
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΝΔ.ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ	ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡ/ΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ Θ.ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Θ.ΣΩΜΑΤΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ
		Kcal/h	Kcal/h	°C	°C	°C		Kcal/h		m <sup>2</sup>	m
2	2	2247	2247	20	90	83,02	0,902	2027	1080/400/33	0,432	1,08
3	3	2098	4345	20	83,02	76,51	1,004	2106	1440/300/33	0,432	1,44
4	4	2098	6443	20	76,51	70,00	1,127	2364	1680/900/20	1,512	1,68

ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΗΤΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩ N	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ	Σημειώσεις:
Διακόπτες Θ.Σ:	3	3	9	Διακόπτες Θ.Σ sel.6.44-d=20-25 mm
Βαλβίδες:				
Καμπύλες:	4	0,5	2	Καμπύλες r/d=1,5/z=0,5
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>			11	

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΜΗΚΟΣ:	$L_1=$	40	m
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ:	$L_1=$	11	m
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ :	$L_2+L_1=$	51	m
ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ : = L * R = mm.Σ.N.	$R_{ολ}$	$R_{ολ}=$ 1275	mm.Σ.N

ΚΥΚΛΩΜΑ 3ο [ΧΩΡΟΙ 8,7&6]											
ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ $Q = 6443$ [Kcal/h]				ΘΕΡΜ/ΚΗ ΠΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ =20 [°C]							
ΠΑΡΟΧΗ $V = 322$ [lt/h]=0,32[m <sup>3</sup> /h]				ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ d = 20 [mm] (SDR 7.4)							
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ $U = 0,5$ [m/s]				ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΡΟΗΣ $R = 25$ [mmΣ.N./m]							
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΝΔ.ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΕ Σ ΑΠΩΛΕΙΕ Σ ΧΩΡΟΥ	ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡ/ΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ Θ.ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Θ.ΣΩΜΑΤΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚ Ο ΣΩΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ
		Kcal/h	Kcal/h	°C	°C	°C		Kcal/h		m <sup>2</sup>	m
8	8	2247	2247	20	90	83,02	0,902	2027	1080/400/33	0,432	1,08
7	7	2098	4345	20	83,02	76,51	1,004	2106	1440/300/33	0,432	1,44
6	6	2098	6443	20	76,51	70,00	1,127	2364	1680/900/20	1,512	1,68

ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΗΤΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ	Σημειώσεις:
Διακόπτες Θ.Σ:	3	3	9	Διακόπτες Θ.Σ sel.6.44-d=20-25 mm
Βαλβίδες:				
Καμπύλες :	4	0,5	2	Καμπύλες r/d=1,5/z=0,5
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>			11	

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΜΗΚΟΣ:	$L_1 =$	43	m
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ:	$L_1 =$	11	m
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ :	$L_2 + L_1 =$	54	m
ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ : $R_{ολ} = L * R =$ mm.Σ.N.	$R_{ολ} =$	1350	mm.Σ.N.

ΚΥΚΛΩΜΑ 4ο [ΧΩΡΟΙ 9&12]										
ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ $Q = 6014$ [Kcal/h]					ΘΕΡΜ/ΚΗ ΠΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ = 20 [°C]					
ΠΑΡΟΧΗ $V = 301$ [lt/h]=0,3 [m <sup>3</sup> /h]					ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ $d = 20$ [mm]					
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ $U = 0,5$ [m/s]					ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΡΟΗΣ $R = 25$ [mmΣ.N./m]					
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΝΔ.ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ	ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΑΦΡΟΙΣΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡ/ΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΑΟ ΤΟΥ Θ. ΣΩΜΑΤΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ
		Kcal/h	Kcal/h	°C	°C		Kcal/h		m <sup>2</sup>	m
9	9	3387	3387	20	78,74	0,932138	3157	1200/600/33	0,72	1,2
12	12	2627	6014	15	70,00	1,103587	2899	2400/500/21	2,16	2,4

ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΗΤΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ	Σημειώσεις:
Διακόπτες Θ.Σ:	3	3	9	Διακόπτες Θ.Σ sel.6.44-d=20-25 mm
Βαλβίδες:				
Καμπύλες:	4	0,5	2	Καμπύλες r/d=1,5/z=0,5
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>			11	

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΜΗΚΟΣ:	$L_1=$	20	m
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ:	$L_1=$	11	m
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ :	$L_2+L_1=$	31	m
ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ : $R_{ολ} =$ $L * R = [mm.Σ.N./m]$	$R_{ολ}=$	775	mm.Σ.N.

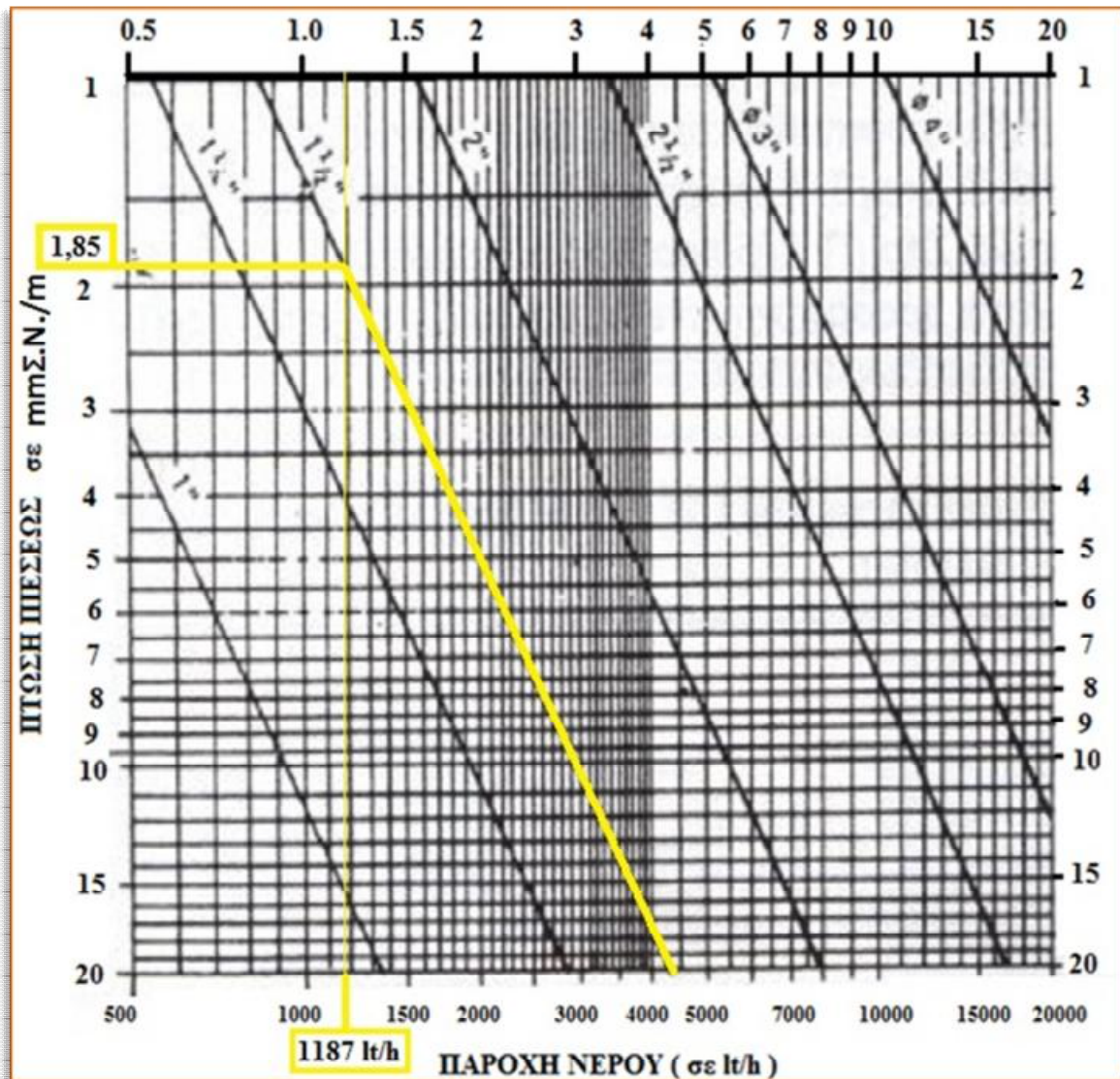
Ο παρακάτω πίνακας συγκεντρώνει τους υπολογισμούς κυκλωμάτων

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΝΔ.ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ	ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡ/ΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Θ.ΣΩΜΑΤΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ
Μονάδες:		Kcal/h	Kcal/h	°C	°C	°C	Kcal/h	Kcal/h	m <sup>2</sup>	m
<b>ΚΥΚΛΩΜΑ 1ο [ΧΩΡΟΙ 1&amp;5]</b>										
1	1	2415	2415	20	80	0,9231	2229	1440/500/22	0,72	1,44
5	5	2415	4830	20	70	1,0909	2635	1440/600/22	0,864	1,44
<b>ΚΥΚΛΩΜΑ 2ο [ΧΩΡΟΙ 2,3&amp;4]</b>										
2	2	2247	2247	20	83,02	0,9021	2027	1080/400/33	0,432	1,08
3	3	2098	4345	20	76,51	1,0039	2106	1440/300/33	0,432	1,44
4	4	2098	6443	20	70	1,1266	2364	1680/900/20	1,68	1,68
<b>ΚΥΚΛΩΜΑ 3ο [ΧΩΡΟΙ 8,7&amp;6]</b>										
8	8	2247	2247	20	83,02	0,9021	2027	1080/400/33	0,432	1,08
7	7	2098	4345	20	76,51	1,0039	2106	1440/300/33	0,432	1,44
6	6	2098	6443	20	70	1,1266	2364	1680/900/20	1,512	1,68
<b>ΚΥΚΛΩΜΑ 4ο [ΧΩΡΟΙ 9&amp;12]</b>										
9	9	3387	3387	20	78,74	0,9321	3157	1200/600/33	0,72	1,2
12	12	2627	6014	20	70	1,1036	2899	2400/500/21	2,16	2,4

#### 2.4. Υπολογισμός Κατακόρυφων Στηλών

Με τη βοήθεια του παρακάτω διαγράμματος (σιδηροσωλήνες με ραφή και εξαναγκασμένη ροή) και για συνολική παροχή 1187 lt/h ( η οποία προκύπτει μέσω της πρόσθεσης των επί μέρους παροχών των τεσσάρων κυκλωμάτων ) προκύπτουν τρεις τιμές διαμέτρων όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Διαλέγουμε τη **διάμετρο των 1 1/2"** για να έχουμε τις μικρότερες δυνατές **απώλειες ανά μέτρο σωλήνα** , οι οποίες είναι (περίπου) **1,85 mm Σ.Ν/μ.**





Σχ.4.1: Επιλογή διαμέτρου κατακόρυφων στηλών στα όρια των επιτρεπτών ορίων απωλειών πίεσεως ( Σχ.1.17 από τη θεωρία )

1,85 mm Σ.N/m (από διάγραμμα του Σχ.4.1)  $\Rightarrow 0,00185 \text{ m } \Sigma.N/m * 4 = 0,0074 \text{ m}\Sigma.N$

Όπου : 4m ύψος στηλών

## 2.5. Επιλογή κυκλοφορητή

Οι μέγιστες απώλειες εμφανίζονται στο κύκλωμα 3 και έχουν τιμή  $1350 \text{ mm } \Sigma.N/m = 1,35 \text{ m}\Sigma.N$

Οι συνολικές απώλειες κατακόρυφης στήλης είναι:  $0,0074 \text{ m}\Sigma.N$

Άρα οι συνολικές απώλειες που καλείται ο κυκλοφορητής να καλύψει είναι :

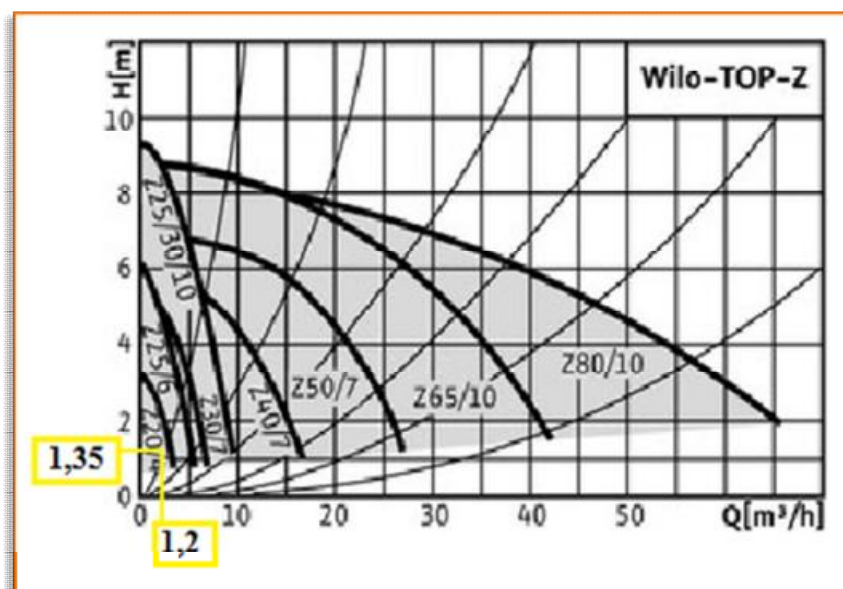
$$H = 1,35 + 0,0074$$

$$\Rightarrow H = 1,3574 \text{ m } \Sigma.N$$

Με συνολική παροχή  $1187 \text{ lt/h} \approx 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$

Από το παρακάτω διάγραμμα, (του Σχ.5.1 το οποίο δίνεται από τους κατασκευαστές των κυκλοφορητών ) και έχοντας επιλέξει μετά από μια μικρή έρευνα αγοράς τη μάρκα WILO , ο ιδανικός κυκλοφορητής για το σύστημά μας είναι:

➡ WILO – TOP – Z20/4



Σχ.5.1: Διάγραμμα επιλογής κυκλοφορητή της εταιρίας WILO της σειράς wilo-top-z



Σχ.5.2: Κυκλοφορητής WIL0

### 2.6. Επιλογή Λέβητα - Καυστήρα

Για την επιλογή λέβητα υπολογίζουμε αρχικά την θερμική ισχύ που καλείται να καλύψει ο λέβητας ( δηλαδή το σύνολο των συνολικών απωλειών του κτηρίου μας ) . Ο υπολογισμός ισχύος δίνεται από τον τύπο :

$$P = Q_{ολ} \times ( 1 + Z_{λ} )$$

με :

$P \equiv$  Ισχύς λέβητα

$Q_{ολ} \equiv$  μέγιστες θερμικές απώλειες ,

$Z_{λ} \equiv$  συντελεστής προσαύξησης λέβητα (συνήθως 30%).

Άρα έχουμε :  $P = 23730 \times ( 1 + 0,3 )$

$$\Rightarrow \underline{P = 30849 \text{ Kcal/h}}$$

Έχοντας επιλέξει μετά από μια μικρή έρευνα αγοράς τη μάρκα BUDERUS, ο ιδανικός λέβητας – καυστήρας ( λέβητας ο οποίος έχει ενσωματωμένο καυστήρα ) για το σύστημά μας είναι ο :

➔ **Buderus Logano: G215-BE2 Unit 45 [ 38700 kcal/h ] ( βλ. παράρτημα II.1 )**



Σχ.6.1: Λέβητας – καυστήρας BUDERUS LOGANO: G215 Unit

### 2.7. Επιλογή Δοχείου Διαστολής

Για την επιλογή δοχείου διαστολής είναι απαραίτητος ο προϋπολογισμός της χωρητικότητας του από τον τύπο:

$$V_6 = \frac{Q_k \times (1.5 \text{ έως } 1.6)}{1000} \text{ lit}$$

με:

$V_{\delta} \equiv$  Όγκος δοχείου διαστολής

$Q_K \equiv$  Ισχύς λέβητα

$$\Rightarrow V_{\delta} = 38700 \cdot 1.6 = 61920/1000$$

$$\Rightarrow \underline{V_{\delta} = 61,920 \text{ [lit]}}$$

Έχοντας επιλέξει, μετά από μια μικρή έρευνα αγοράς, τη μάρκα REFLEX, το ιδανικό δοχείο διαστολής για το σύστημά μας είναι το :

➔ **Reflex: N 80 6 (bar) ( βλ. Σχ.7.1)**

Άλλα χαρακτηριστικά: - Σύνδεση R 1" ;

- Διάμετρος 512 mm ;

- Ύψος 570 mm ;

-80 lit.



**Σχ. 7.1:** Δοχεία διαστολής ( Reflex )

## 2.8. Υπολογισμός Καπνοδόχου

Η καπνοδόχος μπορεί να είναι κτιστή ή να τοποθετηθεί έτοιμος σωλήνας κατάλληλων γεωμετρικών διαστάσεων.

Η εσωτερική διάμετρος της καπνοδόχου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$F_K = \frac{Q_A + 10000}{\sqrt{H} \times (25 + 2 \times \sqrt[4]{Q_A})} \text{ cm}^2$$

Όπου :

$F_K \equiv$  Εσωτερική διάμετρος καπνοδόχου

$Q_A \equiv$  Ισχύς λέβητα

$H \equiv$  Ύψος καπνοδόχου

$$\Rightarrow F_K = \frac{38700 + 10000}{\sqrt{10} \times (25 + (2 \times \sqrt[4]{37800}))} = 290,28 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \underline{F_K \cong 291 \text{ cm}^2}$$

## 2.9. Επιλογή Δεξαμενής Πετρελαίου

Δεξαμενή πετρελαίου:

$$V_d = \frac{n \times Z \times W}{\rho}$$

Όπου:

$n \equiv$  αριθμός ημερών επάρκειας καυσίμου (  $40 \div 60$  ) = **60 ημέρες** ,

$\rho \equiv$  Πυκνότητα καυσίμου = **0,84 kg/lit** ( για Diesel ),

$Z \equiv$  συντελεστής ημερήσιας λειτουργίας = 8

$$W \equiv \text{ικανότητα καύσης καυστήρα} = \frac{Q_A}{q \times \eta} \xrightarrow{\text{πρακτικά } q \times \eta = 8000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}} W = \frac{Q_A}{8000} = \frac{37800}{8000} \Rightarrow$$

$\Rightarrow W = 4,725 \text{ kcal/h}$

$\bar{\delta} V_{\delta} = \frac{60 \times 8 \times 4,725}{0,84}$

$\rightarrow \underline{V_{\delta} = 2700 \text{ lit} \approx 2744 \text{ lit}}$

Διαστάσεις Δεξαμενής	Όγκος	Χωρητικότητα
<i>m</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>lit</i>
1,4 × 1,4 × 1,4	2,744	2744

## **B'** ΜΕΡΟΣ

---

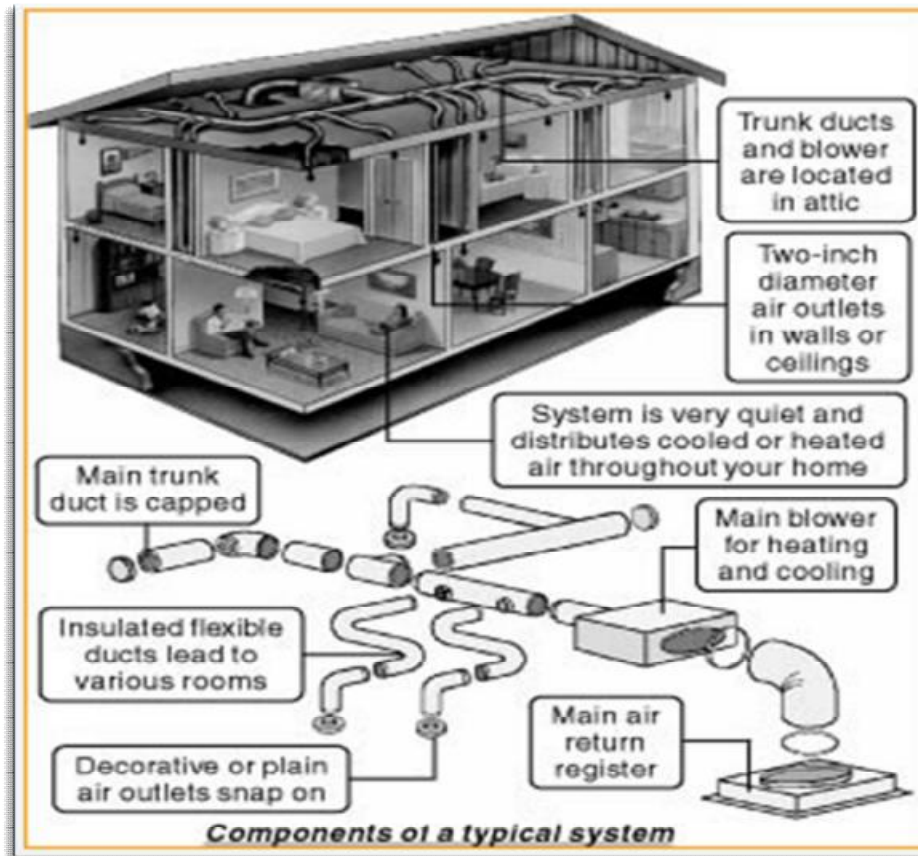
**ΨΥΞΗ**

---

**ΘΕΩΡΙΑ**

---





*Τυπικό σύστημα κεντρικής θέρμανσης και τα επιμέρους τμήματα των αγωγών.*

Στη παραπάνω εικόνα φαίνεται η ανάλυση των επιμέρους στοιχείων διανομής αέρα κεντρικού κλιματισμού με κυλινδρικούς αεραγωγούς.

## A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κλιματισμός του περιβάλλοντος χώρου αποτελεί σήμερα ένα σύνθετο κλάδο που επηρεάζει και επηρεάζεται, από βασικά χαρακτηριστικά της σύγχρονης ζωής. Ο κλιματισμός του χώρου αφορά, σε μεγάλο μέρος, πολλές επιστήμες και σ' αυτόν συναντώνται διαφορετικές εξειδικεύσεις που η μία συμπληρώνει την άλλη. Η ξεπερασμένη ταύτιση του κλιματισμού με την απλή ικανοποίηση της θερμοϋγρομετρικής άνεσης του ανθρώπου έδωσε τη θέση της σε μία πιο σύνθετη και διορατική αντίληψη, η οποία, όπως όλα τα σύνθετα φαινόμενα, είναι δύσκολο να συνοψιστεί. Ο κλιματισμός είναι μία σχέση συμβίωσης με την αρχιτεκτονική, τη μετεωρολογία, την ενέργεια, την ακουστική, για να δημιουργήσει γύρω από τον άνθρωπο, όχι μόνον τις κατάλληλες συνθήκες που να ικανοποιούν τις θερμοϋγρομετρικές του απαιτήσεις, αλλά και που να μπορούν να τον προδιαθέσουν σε ένα ενεργό ενδιαφέρον και σε μία άμεση συμμετοχή στο περιβάλλον και στη

δυναμική του. Σ' αυτό το αποτέλεσμα, που μπορεί να εκφραστεί με το όνομα ψυχοφυσική ευεξία, συμβάλλουν με το συνδυασμό τους διάφορες επιστήμες. Ο μελετητής των εγκαταστάσεων κλιματισμού σήμερα, πρέπει να έχει συνείδηση του μεγαλύτερου εύρους του ρόλου του και της σημασίας του, να γνωρίζει να συμβιβάζει ανόμοιες και συχνά αντιφατικές απαιτήσεις, βλέποντας σ' αυτές, όχι μόνο εμπόδια, αλλά και συντελεστές το ίδιο σημαντικούς για μια σφαιρική προσέγγιση της εργασίας. Η σχεδιαστική δυναμικότητα της εγκατάστασης, για παράδειγμα, φαίνεται να επηρεάζεται από μία σειρά μεταβλητών, που εξαρτώνται από την πλευρά τους από παράγοντες εκ πρώτης όψεως μη συνδεδεμένους μεταξύ τους, όπως: οι προβλεπόμενες για τον κλιματιζόμενο χώρο θερμοϋγρομετρικές συνθήκες, τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιείται, σε συνδυασμό με τα τοπικά κλιματολογικά χαρακτηριστικά. Από τη δική τους πλευρά, οι συνθήκες ρύπανσης της περιοχής επηρεάζουν το βαθμό πολυπλοκότητας και το κόστος της εγκατάστασης. Η επιθυμητή ηχητική στάθμη του κλιματιζόμενου χώρου επηρεάζει περαιτέρω την πολυπλοκότητα της, επιβαρύνοντας το κόστος, κ.ο.κ. Πιο πολλές εναλλακτικές λύσεις προκύπτουν από την εξέταση των αμοιβαίων επιδράσεων των αρχικών δεδομένων. Αρχιτεκτονική και κατασκευή του κτιρίου, τοπικό κλίμα, είδος και κόστος της ενέργειας, εάν μελετηθούν μαζί, μπορούν να προσδιορίσουν λύσεις εγκαταστάσεων προσανατολισμένων σαφώς σε συστήματα ανάκτησης της θερμότητας. Δεν είναι παρά μόνο μερικά παραδείγματα των αλληλεξαρτήσεων που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της μελέτης των εγκαταστάσεων κλιματισμού στα οποία πρέπει να δοθούν απαντήσεις. Τα βασικά αρχικά δεδομένα μπορούν να συνοδεύονται από μία περαιτέρω σειρά ζητούμενων, των οποίων η σχετική σημασία διαφοροποιείται ανάλογα με τον προορισμό χρήσης του κτιρίου ή της εγκατάστασης. Τα πιο κοινά μπορεί να συνίστανται στο βαθμό αξιοπιστίας της λειτουργίας, στο αρχικό κόστος, στο κόστος χρήσης, στις συνθήκες λειτουργίας (πιθανή δυνατότητα ανταπόκρισης σε ακραίες εξωτερικές θερμοκρασίες, συνεχής λειτουργία όλο το 24ωρο, παρουσία διαβρωτικής ή ισχυρά μολυσμένης ατμόσφαιρας κ.λ.π.). Είναι σαφές, ότι αυτά τα ζητούμενα-δεδομένα μπορούν να επηρεάσουν το συνολικό πλαίσιο της εγκατάστασης. Η αξιοπιστία, για παράδειγμα, απαιτεί να ληφθούν υπόψη μία σειρά από κρίσιμους συντελεστές και αυτό προκαλεί μία αύξηση του αρχικού κόστους της όλης εγκατάστασης. Το ίδιο αποτέλεσμα έχουμε, όταν ζητείται η συνεχής λειτουργία λόγω της υπερδιαστασιολόγησης που γίνεται αναγκαία, συνοδευόμενη επίσης από μία προβλεπόμενη μείωση της

φυσιολογικής διάρκειας ζωής των μηχανημάτων. Η μελέτη μιας εγκατάστασης κλιματισμού είναι, λοιπόν, μία διαδικασία επιλογής ανάμεσα σε πολυάριθμες εναλλακτικές λύσεις, παρά μία εργασία υπολογισμού. Η ρεαλιστική μελέτη των συνεπειών ανάμεσα στις διάφορες εναλλακτικές λύσεις και η ικανότητα επιλογής αυτής που ανταποκρίνεται περισσότερο στις απαιτήσεις του πελάτη, είναι σήμερα το μυστικό μιας πετυχημένης μελέτης. Στις σελίδες που ακολουθούν γίνεται μία ανάλυση των πιο σημαντικών εννοιών που σχετίζονται με την τεχνική του κλιματισμού.

## **B. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ**

### **B.1 Η Θερμότητα**

Όλα τα σώματα αποτελούνται από μόρια, που βρίσκονται σε μία διαρκή κίνηση. Η θερμότητα δεν είναι άλλο από την κίνηση αυτή των μορίων. Προσδίδοντας θερμότητα σε ένα σώμα, αυξάνεται η μοριακή του διέγερση. Αφαιρώντας, αντίθετα θερμότητα, η μοριακή του διέγερση επιβραδύνεται, έως ότου τερματιστεί πλήρως στη θερμοκρασία του απόλυτου μηδενός (-273°C). Σ' αυτή την κατάσταση όλη η θερμότητα έχει αφαιρεθεί από το σώμα. Η θερμότητα στη φύση τείνει να ρέει από το σημείο όπου είναι παρούσα σε μεγαλύτερο βαθμό, προς το σημείο όπου είναι παρούσα σε χαμηλότερο βαθμό. Αυτή είναι μία συνθήκη πολύ σημαντική γιατί προσδιορίζει αυτό που εμείς ονομάζουμε κρύο. Πράγματι, στη φύση δεν μπορούμε να μιλάμε για κρύο, αλλά μόνο για θερμότητα, που Μπορεί να υπάρχει σε διάφορα επίπεδα. Είναι η αφαίρεση της θερμότητας που προσδιορίζει εκείνο το αποτέλεσμα που εμείς ονομάζουμε κρύο. Μπορούμε έτσι να κάνουμε μία πρώτη παρατήρηση: «όλες οι ψυκτικές επονομαζόμενες μηχανές δεν παράγουν κρύο, αλλά αφαιρούν θερμότητα από τα σώματα ή από τα ρευστά που πρέπει να επεξεργαστούν». Η μονάδα μέτρησης της ποσότητας θερμότητας στο Διεθνές Σύστημα (S.I) είναι το Joule [J]. Η μονάδα μέτρησης της ισχύος και της ροής της θερμότητας είναι το Watt [W] :

$$1 \text{ Watt} = 1 \text{ Joule/sec}$$

Ένα πολλαπλάσιο του είναι το:

$$\text{Kilo Watt} = 1000 \text{ W.}$$

Στο Τεχνικό Σύστημα η μονάδα μέτρησης της ποσότητας θερμότητας είναι η θερμίδα [Cal], στην οποία αντιστοιχεί η θερμίδα/ώρα [Cal /h] σαν μονάδα μέτρησης της ισχύος και της ροής της θερμότητας.

Ένα πολλαπλάσιο της θερμίδας είναι η Kilo Cal (=1000 Cal).

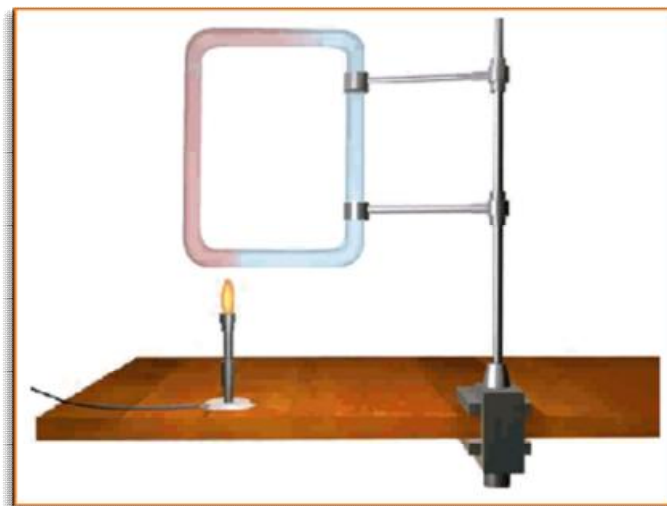
1 KCal=4.186×10<sup>3</sup>J ή 1 Joule = 0.239×10<sup>-3</sup> KCal.

### B.1.1 Η Μετάδοση Της Θερμότητας

Η θερμότητα μεταδίδεται πάντα από ένα περισσότερο θερμό προς ένα λιγότερο θερμό σώμα. Δηλαδή, περνάει από ένα σώμα με υψηλότερη θερμοκρασία σε ένα άλλο με χαμηλότερη. Δεν συμβαίνει ποτέ το αντίθετο. Η θερμότητα μπορεί να μεταδοθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

➔ Με Αγωγή

Είναι το βασικό σύστημα μετάδοσης της θερμότητας διαμέσου των στερεών.



*Εικ.Β.1: Παράδειγμα μετάδοσης θερμότητας με αγωγή. Το θερμαινόμενο άκρο ενός μεταλλικού δακτυλίου μεταδίδει τη θερμότητα μέχρι το αντίθετο άκρο, διαμέσου των εσωτερικών μοριακών κινήσεων του μετάλλου.*

Τα μόρια του σώματος μεταδίδουν τη διέγερση τους, θερμικής προέλευσης, από το θερμαινόμενο σημείο προς όλα τα άλλα μέρη του σώματος. Ένα άμεσο παράδειγμα μπορούμε να έχουμε, θερμαίνοντας ένα άκρο ενός μεταλλικού δακτυλίου: η θερμότητα φθάνει αργά και στο άλλο άκρο. (Βλ. Εικ.Β.1)

➡ Με Μεταφορά.

Είναι η τυπική μέθοδος μετάδοσης για τα ρευστά, υγρά ή αέρια. Εδώ είναι τα ίδια τα μόρια, σε κατάσταση θερμικής διέγερσης, που μετακινούνται διαμέσου του περιβάλλοντος στο οποίο είναι περιορισμένο το ρευστό. Για το λόγω αυτό ομιλούμε για «μεταφορικές κινήσεις» του ρευστού, που επιτρέπουν μία ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας στο περιβάλλον. Ένα παράδειγμα δίνεται από ένα καλοριφέρ πάνω σε τοίχο που θερμαίνει τον αέρα που το περιβάλλει, ο θερμός αέρας τείνει να ανέβει προς την οροφή όπου, αφού ψύχεται, ξανακατεβαίνει βαθμιαία στο δάπεδο. (Βλ. Εικ. Β.2).



Εικ. Β.2: Παράδειγμα μετάδοσης θερμότητας με μεταφορά από καλοριφέρ. Παράδειγμα μετάδοσης της θερμότητας με μεταφορά. Ο αέρας θερμαινόμενος από τα στοιχεία ενός καλοριφέρ τοποθετημένο σε έναν τοίχο, μειώνει την ποκνότητά του και μετακινείται προς τα πάνω, όπου βαθμιαία ψύχεται για να κατεβεί προς τον αντικρινό

τοίχο. Στην πραγματικότητα το καλοριφέρ εκπέμπει επίσης και ένα ποσοστό θερμότητας με ακτινοβολία ( βλ.Εικ.Β.3 )

➔ Με Ακτινοβολία.

Είναι η μορφή μετάδοσης της θερμότητας διαμέσου κυμάτων υπέρυθρου τύπου. Όλα τα σώματα με θερμοκρασία ανώτερη από το απόλυτο μηδέν ( $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), εκπέμπουν υπέρυθη ακτινοβολία. Ένα κλασικό παράδειγμα δίνεται από τον ήλιο, που θερμαίνει τη γη διαμέσου του αστρικού κενού με ακτινοβολία. Αυτή η ακτινοβολία χρησιμοποιείται, για παράδειγμα, για τη θέρμανση του νερού με τους ηλιακούς συλλέκτες. (Βλ. Εικ. Β.3-Β3').



Εικ. Β.3: Παράδειγμα μετάδοσης θερμότητας με ακτινοβολία από καλοριφέρ.



*Εικ. Β.3': Ένα πολύ καλό παράδειγμα της μετάδοσης θερμότητας με ακτινοβολία είναι η ηλιακή ακτινοβολία. Την οποία εκμεταλλευόμαστε συνήθως τους ηλιακούς συλλέκτες για τη θέρμανση ζεστού νερού συνήθως ( αν και τελευταία κερδίζει έδαφος και σε άλλες εφαρμογές )*

## **B.2 Η Ψύξη**

Μπορούμε να ορίσουμε το ψυκτικό φαινόμενο σαν μία μεταφορά θερμότητας από ένα μέρος όπου υπάρχει σε πλεόνασμα, σε ένα άλλο όπου μπορεί ελεύθερα να παροχετευτεί, χωρίς να προκαλέσει ζημιές ή προβλήματα. Στο Τεχνικό Σύστημα χρησιμοποιείται, στην Ιταλία, η μονάδα ψυκτικής ισχύος frigoria/h [frig/h] που αντιστοιχεί στην [Cal/h] , με την έννοια της αφαίρεσης θερμότητας.

## **B.3 Λανθάνουσα Θερμότητα**

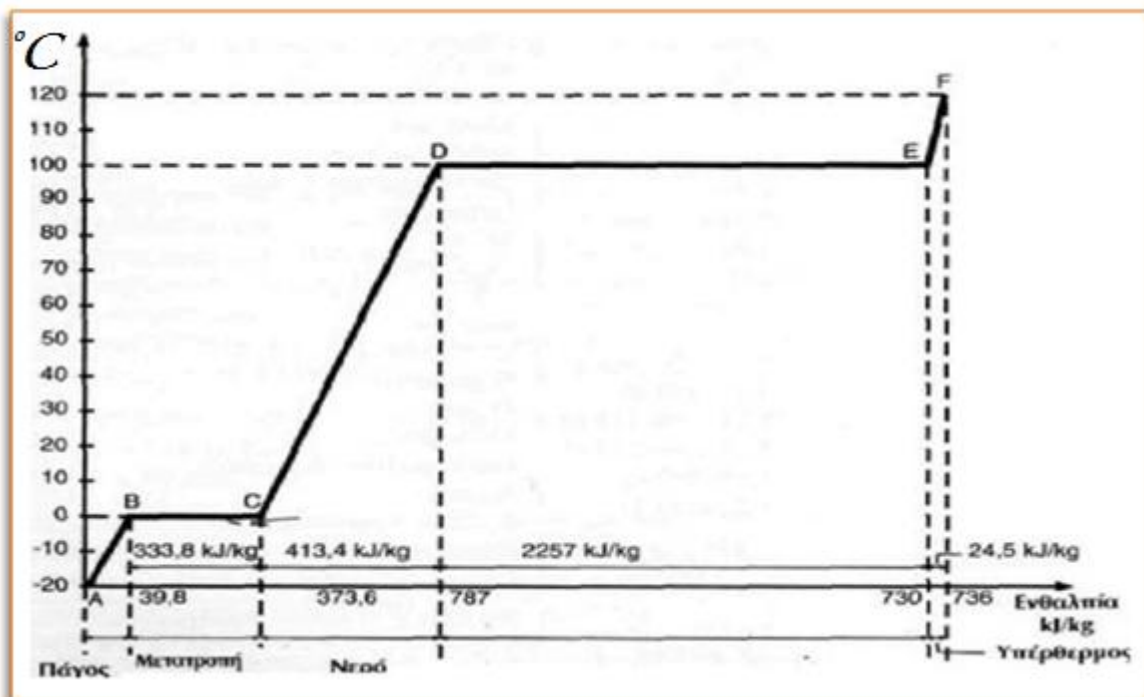
Η λανθάνουσα θερμότητα τήξης μιας ουσίας αντιπροσωπεύει την αναγκαία ποσότητα θερμότητας για να προκληθεί μεταβολή φάσης, από τη στερεή στην υγρή κατάσταση, 1 Kg της ίδιας ουσίας, σε σταθερή Θερμοκρασία. Στην περίπτωση του πάγου, για παράδειγμα, η λανθάνουσα θερμότητα τήξης είναι 333,8 KJ/Kg (80 kCal/kg). Κατά τη διάρκεια της τήξης θεωρείται ότι η θερμοκρασία παραμένει στους 0 °C και η πίεση είναι η ατμοσφαιρική. Για να κάνουμε ένα πρακτικό παράδειγμα ας φανταστούμε ότι έχουμε 1 Kg πάγου στη θερμοκρασία των -20 °C και ότι αρχίζουμε να το θερμαίνουμε. Η

θερμοκρασία του πάγου θα αυξηθεί σταδιακά με γραμμικό τρόπο έως τους 0 °C. Σ' αυτό το σημείο όση θερμότητα και αν χορηγηθεί, η θερμοκρασία δεν θα αυξηθεί μέχρι να λειώσει όλος ο πάγος και να μετατραπεί σε νερό. Όλη η θερμότητα που χορηγήθηκε θα χρησιμοποιηθεί για να λειώσει τον πάγο, χωρίς να του αυξήσει τη θερμοκρασία, αυτή αποτελεί δηλαδή τη λανθάνουσα θερμότητα τήξης.( βλ.Εικ.Β.4.) Από το σημείο A στο σημείο B έχουμε μία γραμμική αύξηση της θερμοκρασίας του πάγου, από -20 °C έως 0 °C. Αντίθετα, από το σημείο B ως το σημείο C δεν υπάρχει αύξηση της θερμοκρασίας. Σ' αυτή τη φάση γίνεται η μετατροπή του πάγου σε νερό. Μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε την ποσότητα Θερμότητας που απαιτείται, για να θερμάνουμε 1 Kg πάγου από τους -20 °C στους 0°C, με τον τύπο που ακολουθεί:

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

όπου:

Q= απαιτούμενη ποσότητα Θερμότητας



Εικ. Β.4: Αλλαγές της κατάστασης του νερού σε συνάρτηση με τη θερμότητα που του χορηγείται.



$C_s$  = ειδική Θερμοχωρητικότητα του πάγου (μέση τιμή μεταξύ  $-20\text{ }^\circ\text{C}$  και  $0\text{ }^\circ\text{C}$  )

$\Delta t$  = διαφορά Θερμοκρασίας

$$Q = 1,99 \times 20 = 39,8 \text{ Kj/Kg} = 10 \text{ Kj/Kg}$$

Αυτή η τιμή αντιστοιχεί στην εικόνα B.4 με το σημείο B. Το σημείο C αντιστοιχεί στο άθροισμα της με τη λανθάνουσα θερμότητα τήξης του πάγου:

Στο S.I :  $39,8 + 333,8 = 373,6 \text{ Kj/Kg}$

Στο T.Σ. :  $10 + 80 = 90 \text{ Kcal/Kg}$

#### **B.4 Λανθάνουσα Θερμότητα Εξάτμισης**

Η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης μιας ουσίας αντιπροσωπεύει την ποσότητα θερμότητας που απαιτείται για να προκληθεί η μεταβολή φάσης 1 Kg της ίδιας ουσίας από την κορεσμένη υγρή κατάσταση στην κατάσταση ατμού. Στο S.I η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης μετριέται σε j/Kg. Στο ST μετριέται σε Kcal/Kg. Στην περίπτωση του νερού αυτή είναι ίση με 2257 Kj/Kg (540 Kj/Kg). Μία ουσία για να περάσει από την υγρή κατάσταση στην κατάσταση ατμού πρέπει να απορροφήσει θερμότητα. Αυτή η θερμότητα μπορεί, για τους σκοπούς μας, να αφαιρεθεί από το περιβάλλον, που με τον τρόπο αυτό ψύχεται. Επιστρέφουμε στο 1 Kg πάγου, της προηγούμενης παραγράφου, που έλιωσε σε νερό. Αν συνεχίσουμε να θερμαίνουμε το νερό αυτό θα αυξήσει γραμμικά τη θερμοκρασία του από τους  $0\text{ }^\circ\text{C}$  στους  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . (βλ. εικ. B.4). Αφού φτάσει τους  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , το νερό θα αρχίσει να βράζει, αλλά όσο και αν Θερμανθεί, δεν θα αυξήσει τη θερμοκρασία του περαιτέρω. Η θερμότητα που θα χορηγηθεί θα προκαλέσει αντίθετα την εξάτμιση του νερού, σε σταθερή θερμοκρασία και ατμοσφαιρική πίεση. Αυτή η ποσότητα αποτελεί την λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης. Στην εικ. B.4, στο τμήμα C-D γίνεται η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού από  $0\text{ }^\circ\text{C}$  σε  $100\text{ }^\circ\text{C}$  (θερμοκρασία βρασμού του νερού). Στο τμήμα D-E, γίνεται αντίθετα η αλλαγή κατάστασης του νερού από υγρό σε ατμό. Κάθε περαιτέρω ποσότητα θερμότητας που θα χορηγούνταν στον ατμό θα προκαλούσε μία υπερθέρμανση, με ανύψωση της θερμοκρασίας, όπως φαίνεται στο τμήμα E-F.

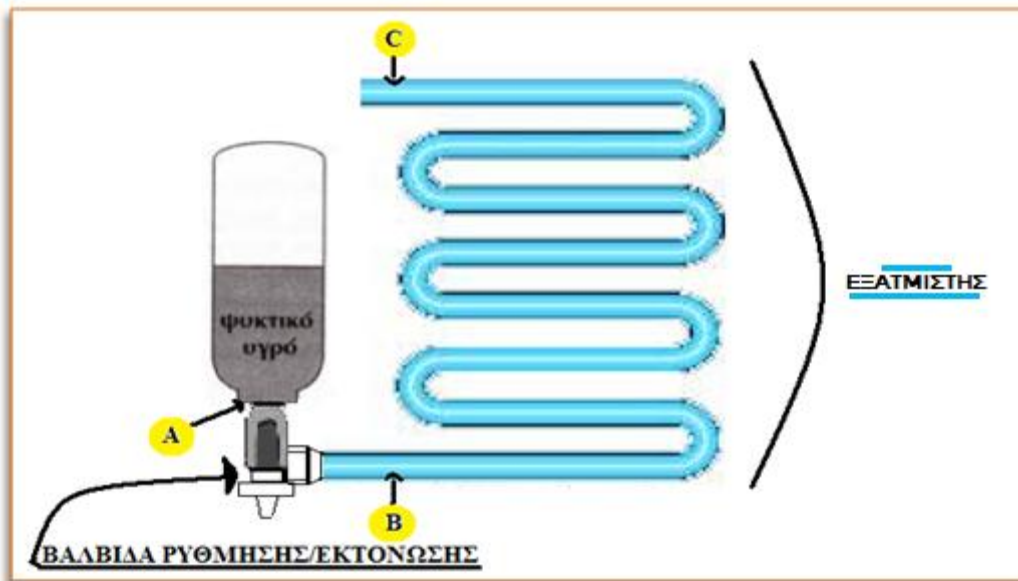
**Θέλουμε να δώσουμε τώρα, γρήγορα και απλά, μερικούς ορισμούς:**

- ➡ Η θερμοκρασία βρασμού ενός υγρού λέγεται επίσης θερμοκρασία κορεσμού. Ένα ρευστό βρίσκεται στην υγρή κορεσμένη κατάσταση, όταν σε μία δεδομένη πίεση, βρίσκεται στη θερμοκρασία βρασμού.
- ➡ Ονομάζεται υγρός κορεσμένος ατμός, ο ατμός που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια ενός υγρού, όταν αυτό βρίσκεται στη θερμοκρασία βρασμού του.
- ➡ Αντίθετα, ονομάζεται ξηρός κορεσμένος ατμός ένας ατμός (όχι υπέρθερμος) χωρίς την παρουσία υγρού, όπως μπορεί να έχουμε, για παράδειγμα, σε ένα δοχείο.

Πρόκειται για πολύ απλοποιημένους ορισμούς, αλλά χρήσιμους για την κατανόηση των κύριων εννοιών. Σ' αυτές τις έννοιες θα ανατρέξουμε συχνά, μιλώντας για τα ψυκτικά υγρά.

**B.4.1 Σημασία Της Λανθάνουσας Θερμότητας Εξάτμισης**

Ας φανταστούμε ότι έχουμε ένα ρευστό με θερμοκρασία βρασμού 15 °C. Αυτό το ρευστό, κατά τη διάρκεια μιας φυσιολογικής καλοκαιρινής ημέρας (όπου η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 15 °C θα αρχίσει να βράζει και να εξατμίζεται αφαιρώντας θερμότητα από το περιβάλλον, (επομένως ψύχοντας το), έως ότου εξατμιστεί όλο. Στη φύση υπάρχουν πολλές ενώσεις που έχουν την ιδιότητα της χαμηλής ή πολύ χαμηλής θερμοκρασίας βρασμού. Η αμμωνία, για παράδειγμα, έχει θερμοκρασία βρασμού, σε ατμοσφαιρική πίεση -33,35°C . Στις ψυκτικές μηχανές, για να γίνει η αφαίρεση της θερμότητας, εκμεταλλευόμαστε ακριβώς αυτή την ιδιότητα, χαρακτηριστική μερικών ενώσεων, να έχουν μειωμένες θερμοκρασίες βρασμού και υψηλές λανθάνουσες θερμότητες εξάτμισης, ούτως ώστε να αποσπώνται όσο το δυνατό μεγαλύτερες ποσότητες θερμότητας από το περιβάλλον ή από το ρευστό προς ψύξη. Στην εικ. B.5 δίνεται ένα στοιχειώδες παράδειγμα ψύξης που λειτουργεί με βάση αυτή την αρχή.



Εικ. Β.5: Στοιχειώδες ψυκτικό κύκλωμα ανοικτού τύπου.

Στοιχειώδες ψυκτικό κύκλωμα ανοικτού τύπου εικ.Β.5. Η αναποδογυρισμένη φιάλη περιέχει ένα κοινό ψυκτικό ρευστό που βρίσκεται σε υγρή κατάσταση στο κάτω μέρος. Η βαλβίδα ρύθμισης παράγει μία ελεγχόμενη εκτόνωση επιτρέποντας την είσοδο μίας ορισμένης ποσότητας στη σερπαντίνα. Στο (Α) το ψυκτικό είναι όλο σε υγρή κατάσταση, στο (Β) βρίσκεται υπό μορφή μίγματος υγρού-ατμού και στο (Ο) βρίσκεται όλο σε κατάσταση ατμού. Η εξάτμιση του ψυκτικού γίνεται με κατανάλωση θερμότητας που περιέχεται στον περιβάλλοντα αέρα που, με τον τρόπο αυτό, ψύχεται. Ένας κύλινδρος γεμάτος με ένα από αυτά τα ρευστά είναι συνδεδεμένος με μια σερπαντίνα (εναλλάκτη θερμότητας), που είναι ανοιχτή στο αντίθετο άκρο. Ανοίγοντας τη στροφή του κυλίνδρου, το ρευστό (που θα ονομάσουμε "ψυκτικό"), ρέει από τον κύλινδρο στη σερπαντίνα. Μέσα στη σερπαντίνα, το ψυκτικό ρευστό εκτονώνεται, απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον και εξατμίζεται. Με τον τρόπο αυτό, το περιβάλλον ψύχεται και η θερμοκρασία του μειώνεται. Αυτή η μέθοδος ψύξης δεν χρησιμοποιείται στις κοινές εγκαταστάσεις κλιματισμού και ψύξης εξ αιτίας της απώλειας του ψυκτικού που συνεπάγεται. Χρησίμευε όμως σε μερικά συστήματα μεταφοράς ψυκτικών. Στην περίπτωση αυτή, τα ρευστά που χρησιμοποιούνταν ήταν το διοξείδιο του άνθρακα και το άζωτο.

## 1.1. Ψυκτικό Κύκλωμα

### 1.1.1. Στοιχειώδες Ψυκτικό Κύκλωμα

Δώσαμε ήδη έναν πρακτικό ορισμό της ψύξης: η ψύξη πρέπει να εννοείται σαν μία μεταφορά θερμότητας από ένα χώρο, όπου υπάρχει σε πλεόνασμα, σε έναν άλλον, όπου μπορεί ελεύθερα να παροχετευθεί, χωρίς να προκαλέσει ζημιές ή προβλήματα. Αυτή η μεταφορά θερμότητας γίνεται ουσιαστικά από ένα ψυκτικό ρευστό που κυκλοφορεί μέσα σε ένα κατάλληλο κύκλωμα, που ονομάζεται ψυκτικό κύκλωμα. Ένα ψυκτικό ρευστό, για το λόγω αυτό, πρέπει να έχει την ιδιότητα να απορροφά θερμότητα, εξατμιζόμενο σε χαμηλές θερμοκρασίες και πιέσεις και, στη συνέχεια, να αποδίδει αυτή τη θερμότητα συμπυκνούμενο σε μια πιο υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Η θερμότητα που το ψυκτικό υγρό είναι σε θέση να απορροφήσει δεν είναι άλλη, παρά η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του. Μπορούμε έτσι να διακρίνουμε τη δράση του ψυκτικού υγρού στον ψυκτικό κύκλωμα σε δύο φάσεις:

1. Το ψυκτικό ρευστό απορροφά από το περιβάλλον μία καθορισμένη ποσότητα θερμότητας (που αντιστοιχεί στη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του) και περνάει από την υγρή κατάσταση στην κατάσταση ατμού. Αυτή η φάση αναπτύσσεται σε χαμηλή θερμοκρασία και πίεση. Εξαιτίας της θερμότητας που αφαιρείται, το περιβάλλον ψύχεται και η θερμοκρασία του μειώνεται.
2. Το ψυκτικό ρευστό στην κατάσταση ατμού αποδίδει τη θερμότητα που απορρόφησε σε ένα άλλο περιβάλλον, όπου παρουσιάζονται ευνοϊκές συνθήκες. Μετά από αυτή την απόδοση θερμότητας, το ψυκτικό ρευστό επιστρέφει στην υγρή κατάσταση, και είναι έτοιμο να αρχίσει εκ νέου τον κύκλο που περιγράφηκε.

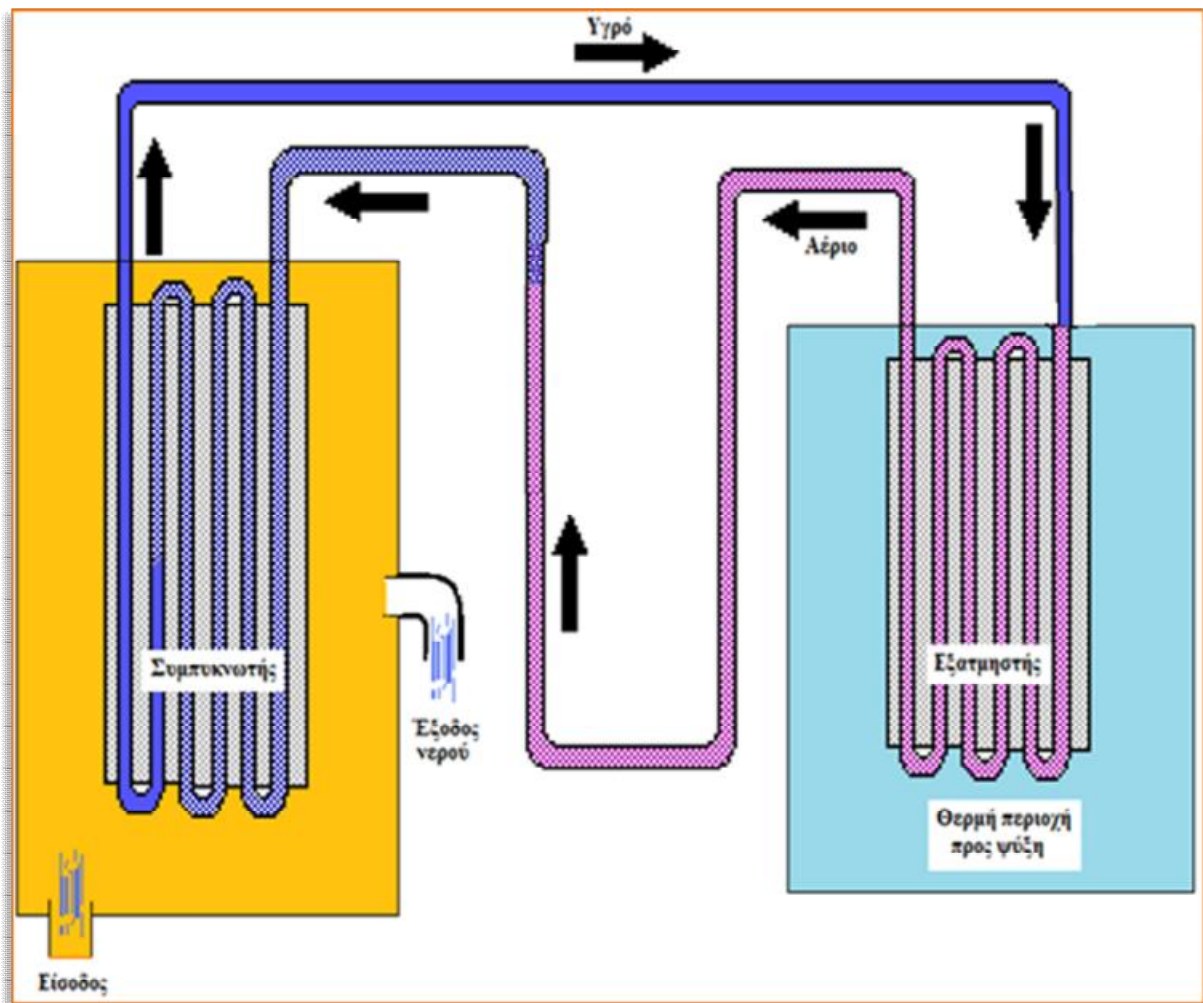
Θα δούμε στη συνέχεια μια πλήρη εικόνα των ιδιοτήτων που απαιτούνται για τα ψυκτικά υγρά. Οι δύο φάσεις, που μόλις περιγράφηκαν, μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσα σε ένα στοιχειώδες ψυκτικό κύκλωμα, όπως αυτό της εικ.

2.1. Αυτό το κύκλωμα αναπτύσσεται σε δύο χωριστούς "χώρους":

1. *μία θερμή περιοχή για ψύξη και μία άλλη,*
2. *όπου η θερμότητα που αφαιρείται από την πρώτη μπορεί να καταναλωθεί.*

Για παράδειγμα, με την κυκλοφορία νερού. Και στις δύο τις περιοχές υπάρχουν δύο δοχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, στα οποία βρίσκεται ένα ψυκτικό υγρό. Ας

υποθέσουμε, ότι αυτό το ψυκτικό ρευστό έχει μία θερμοκρασία βρασμού γύρω στους 5 °C και ότι μπορεί να συμπυκνωθεί σε μια θερμοκρασία 20 °C περίπου. Το δοχείο που είναι τοποθετημένο στη θερμή περιοχή που πρέπει να ψυχθεί ονομάζεται εξατμιστής. Στο εσωτερικό του πραγματοποιείται η αλλαγή φάσης του ψυκτικού ρευστού από την υγρή κατάσταση στην κατάσταση ατμού, με συνέπεια, την αφαίρεση θερμότητας από το περιβάλλον.



Εικ. 2.1: Στοιχειώδες ψυκτικό κύκλωμα κλειστού τύπου

Το ψυκτικό ρευστό σε κατάσταση ατμού, λόγω μιας ελαφράς διαφοράς πίεσης, τείνει να μεταφερθεί στο δεύτερο δοχείο, που ονομάζεται συμπυκνωτής, από το οποίο θα μπορέσει να διαθέσει τη θερμότητα που απορρόφησε και να συμπυκνωθεί επιστρέφοντας στην υγρή κατάσταση. Πράγματι, εξαιτίας του νερού που κυκλοφορεί,

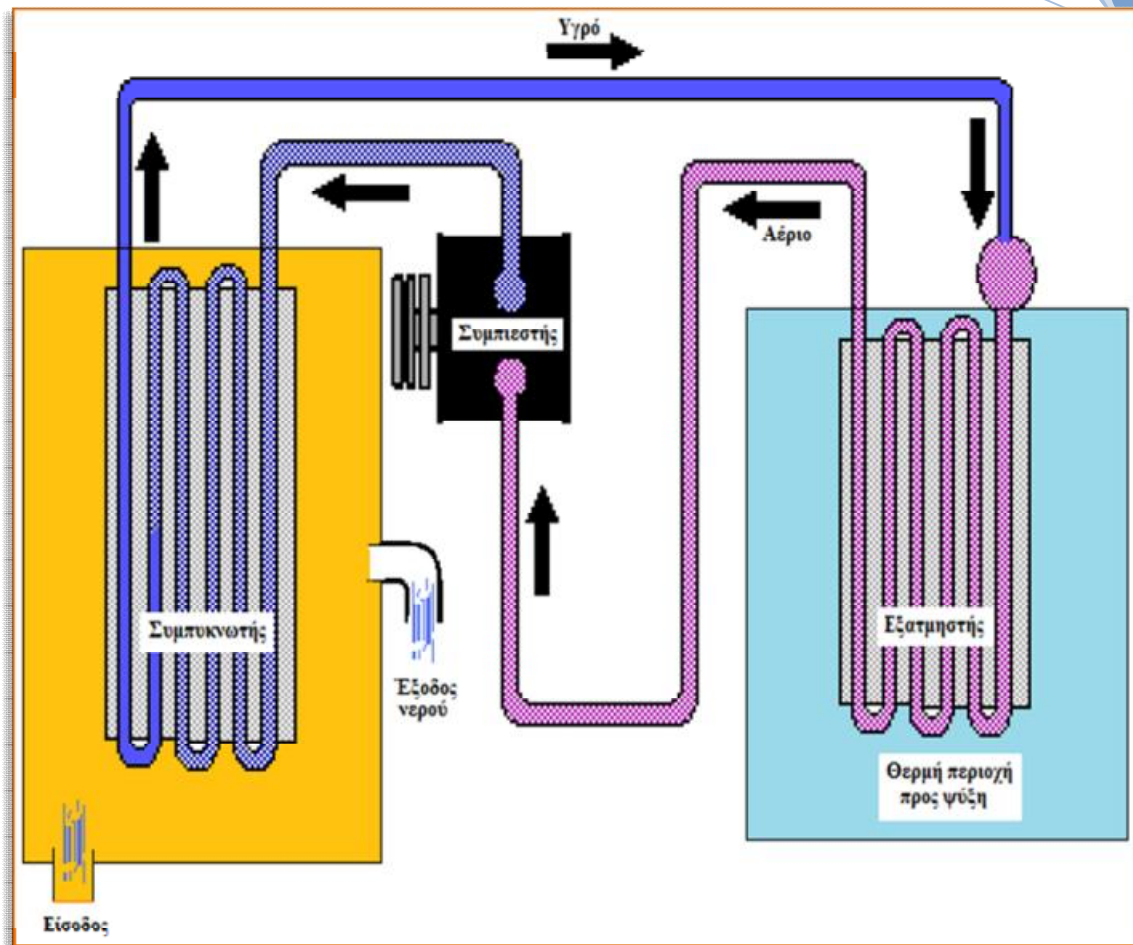
σε μία θερμοκρασία που μπορούμε να εκτιμήσουμε, γύρω στους 18 °C, το ψυκτικό προσδίδει τη θερμότητα του στο νερό, θερμαίνοντας το και αυξάνοντας τη θερμοκρασία του. Το ψυκτικό ρευστό επιστρέφει στην υγρή κατάσταση και τείνει να μεταφερθεί εκ νέου στον εξατμιστή, όπου ο κύκλος ξαναρχίζει. Αυτό το στοιχειώδες ψυκτικό κύκλωμα εξηγεί τη δράση ενός ψυκτικού ρευστού και δείχνει τις εκμεταλλεύσιμες, για ψυκτικούς σκοπούς, ιδιότητες του.

### 1.1.2. Πραγματικό Ψυκτικό Κύκλωμα

Στην πράξη, ένα κύκλωμα, όπως αυτό που περιγράφηκε, δεν είναι συμφέρον από άποψη απόδοσης. Ένα πραγματικό ψυκτικό κύκλωμα απεικονίζεται σχηματικά στην εικ. 3.1. Πέρα από τον εξατμιστή και το συμπυκνωτή βρίσκουμε δύο νέα στοιχεία:

1. ένα συμπιεστή και
2. μία βαλβίδα ρύθμισης.

Πριν να δούμε τη λειτουργία του ψυκτικού κυκλώματος, ας αναλύσουμε αυτά τα δύο νέα στοιχεία. Ο συμπιεστής είναι μία ογκομετρική μηχανή, που αναρροφά το ψυκτικό σε κατάσταση ατμού, το συμπιέζει αυξάνοντας την πίεση και τη θερμοκρασία του και το στέλνει προς το συμπυκνωτή. Η βαλβίδα ρύθμισης έχει το ρόλο να ρυθμίζει το πέρασμα του ψυκτικού σε υγρή κατάσταση, από το συμπυκνωτή προς τον εξατμιστή. Αρχίζουμε από τον εξατμιστή τη μελέτη της λειτουργίας του πραγματικού ψυκτικού κυκλώματος. Στον εξατμιστή το ψυκτικό ρευστό σε υγρή κατάσταση απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον (ίση σε μέγεθος με τη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του), και εξατμίζεται σε χαμηλή θερμοκρασία και πίεση. Ο συμπιεστής αναρροφά τον ψυκτικό ατμό και τον συμπιέζει, προκαλώντας έτσι μία αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας. Μετά από αυτό, ο θερμός ψυκτικός ατμός, σε υψηλή πίεση, εκκενώνεται προς το συμπυκνωτή. Εδώ αποδίδει τη θερμότητα που περιέχει και συμπυκνώνεται στην κατάσταση θερμού υγρού. Εξ αιτίας της διαφοράς πίεσης που υπάρχει, το ψυκτικό ρευστό, σε κατάσταση θερμού υγρού, κινείται από το συμπυκνωτή προς τον εξατμιστή.

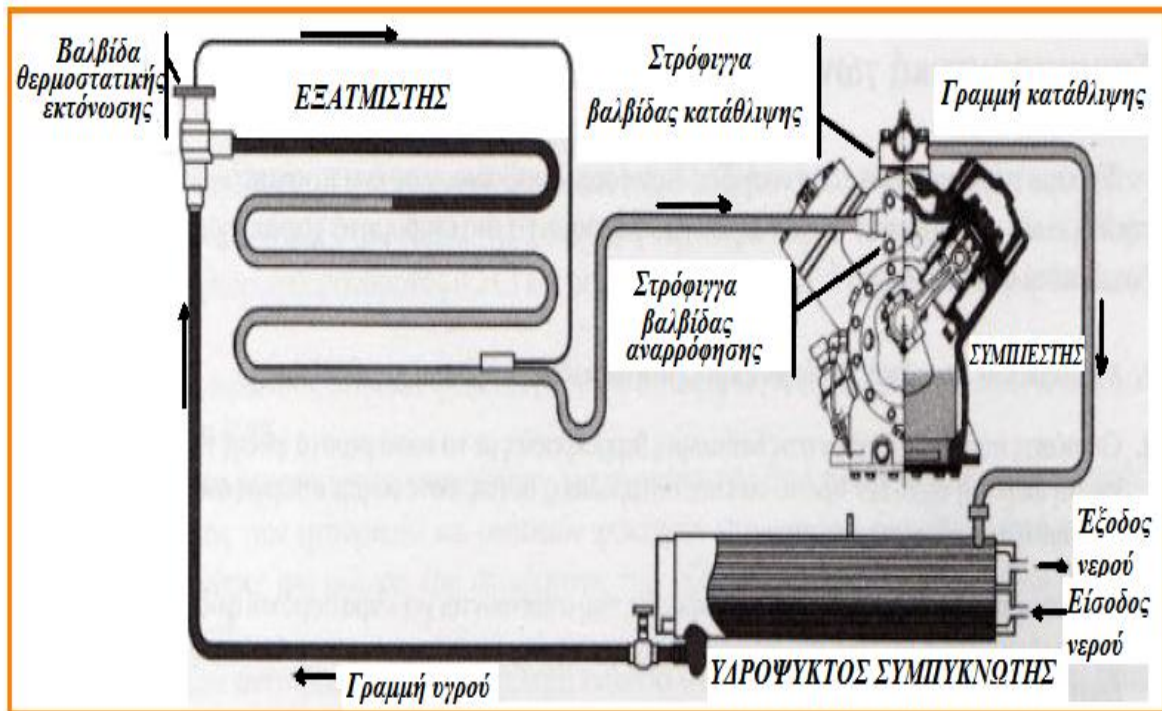


*Εικ. 3.1: Παράδειγμα πραγματικού ψυκτικού κυκλώματος*

Σ' αυτήν τη μετακίνηση, όμως, το ψυκτικό συναντά τη βαλβίδα ρύθμισης, που ρυθμίζει το πέρασμα του. Σ' αυτή τη φάση, εξαιτίας της μειωμένης πίεσης που υπάρχει μετά τη βαλβίδα, ένα μέρος του ψυκτικού εξατμίζεται και αφαιρεί θερμότητα (ψύχοντάς το) από το υγρό που διασχίζει την ίδια βαλβίδα. Γι' αυτό, το υγρό ψυκτικό που διασχίζει τη βαλβίδα και φθάνει στον εξατμιστή, έχει μειωμένη θερμοκρασία.

Μπορούμε να συνοψίσουμε τις λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα σε ένα ψυκτικό κύκλωμα ως εξής:

- Πραγματοποιείται μία απορρόφηση θερμότητας από το περιβάλλον, με την εξάτμιση ενός ψυκτικού ρευστού σε υγρή κατάσταση, μέσα στον εξατμιστή.
- Το ψυκτικό, στην κατάσταση ατμού που προκύπτει, υφίσταται μία αύξηση θερμοκρασίας και πίεσης, μέσα στο συμπιεστή.



*Εικ. 3.2 : Σχήμα πραγματικού ψυκτικού κυκλώματος με υδρόψυκτο συμπυκνωτή και εξατμιστή με μηχανισμό άμεσης εκτόνωσης για την ψύξη του αέρα.*

- Η απορροφημένη θερμότητα από τον ψυκτικό ατμό καταναλώνεται με τη συμπύκνωση του ατμού στο συμπυκνωτή.
- Η πίεση και η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού υφίστανται μία πτώση, λόγω του περάσματος διαμέσου της βαλβίδας ρύθμισης.

## 1.2. Τα Ψυκτικά Ρευστά

### 1.2.1. Χαρακτηριστικά Ψυκτικών Ρευστών

Έχουμε τώρα μια αρκετά γενική ιδέα των όσων συμβαίνουν σε ένα πραγματικό ψυκτικό κύκλωμα και μπορούμε γι' αυτό να σκιαγραφήσουμε τα πιο επιθυμητά χαρακτηριστικά για ένα ιδανικό ψυκτικό ρευστό.

1. Μη εύφλεκτα, μη τοξικό, χωρίς βλαβερές επιπτώσεις για το φυσικό περιβάλλον.



2. Οι πιέσεις που αντιστοιχούν στις διαθέσιμες θερμοκρασίες με τα κοινά ρευστά ψύξης του συμπυκνωτή (αέρας ή νερό) δεν πρέπει να είναι υπερβολικές, ούτως ώστε να μην υπάρχει ανάγκη πολύ βαρέων και ακριβών μηχανημάτων.
3. Οι πιέσεις που αντιστοιχούν στις θερμοκρασίες που απαιτούνται για κλιματισμό και ψύξη δεν πρέπει να είναι κατώτερες από την ατμοσφαιρική, ούτως ώστε να αποφεύγεται η είσοδος αέρα και υδρατμού στο κύκλωμα. (Το ψυκτικό, λοιπόν, πρέπει να παρουσιάζει μία ευνοϊκή χαρακτηριστική καμπύλη πίεσης-θερμοκρασίας, ώστε να αποφεύγονται πολύ υψηλές πιέσεις στο συμπυκνωτή και πολύ χαμηλές πιέσεις στον εξατμιστή).
4. Υψηλή λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης. Αυτό το χαρακτηριστικό ταυτίζεται με την ποσότητα θερμότητας που απαιτείται, ώστε 1 Kg ρευστού να περάσει από την υγρή κατάσταση στην κατάσταση ατμού, άρα, καθορίζει την ποσότητα της θερμότητας που το ψυκτικό υγρό μπορεί να απορροφήσει από τον αέρα ή από το νερό προς ψύξη. Μία υψηλή λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης μειώνει την ποσότητα του ρευστού που κυκλοφορεί στο κύκλωμα με το ίδιο ψυκτικό αποτέλεσμα.
5. Μειωμένη θερμοκρασία τελικής συμπίεσης. Είναι αναγκαία για να προλαμβάνεται ο κίνδυνος εξανθράκωσης του λαδιού και η παραμόρφωση των βαλβίδων του συμπιεστή.
6. Μειωμένος ειδικός όγκος σε κατάσταση ατμού, ώστε να μειώνεται ο κυβισμός του συμπιεστή (και επομένως το κόστος του). Η ισχύς ενός ψυκτικού συστήματος μπορεί να εκφραστεί με τη σχέση:

$$P = V \times \Delta H / V_1$$

όπου:

$V$  = όγκος ψυκτικού ρευστού που μετακινείται από το συμπιεστή στη μονάδα του χρόνου ( $m^3/h$ ).

$\Delta H$  = καθαρή ψυκτική απόδοση, εκφρασμένη ως διαφορά ενθαλπίας του ρευστού στην έξοδο και στην είσοδο του εξατμιστή.

$V_1$  = ειδικός όγκος του κορεσμένου ατμού στην είσοδο του συμπιεστή ( $m^3/Kg$ ).

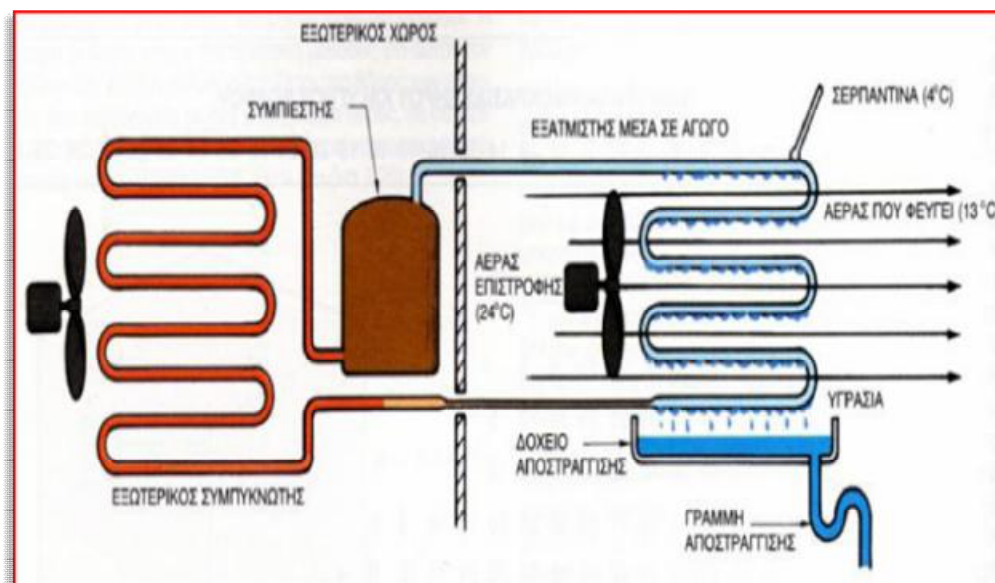
Η ψυκτική ισχύς που επιτυγχάνεται από ένα ψυκτικό σύστημα με κυβισμό  $V$  είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μικρότερο είναι το  $V_1$

7. Μειωμένη ειδική θερμότητα στην υγρή κατάσταση για να γίνει ελάχιστο το μέρος που εξατμίζεται κατά τη διάρκεια της εκτόνωσης από την πίεση συμπίκνωσης στην πίεση εξάτμισης (πέρασμα από τη βαλβίδα θερμοστατικής εκτόνωσης).
8. Καλή συμβατότητα με τα λάδια και τα λιπαντικά που, συνήθως, χρησιμοποιούνται στους ψυκτικούς συμπιεστές. Το ψυκτικό ρευστό δεν πρέπει να βρωμίζει τις επιφάνειες των εναλλακτών θερμότητας με τις οποίες έρχεται σε επαφή, σε μίγμα με τα λάδια, ούτε πρέπει να θέτει σε κίνδυνο την αποτελεσματικότητά τους.
9. Απουσία διαβρωτικών δράσεων προς τα μέταλλα, που συνήθως χρησιμοποιούνται στα ψυκτικά συστήματα και υψηλή χημική σταθερότητα.
10. Ευκολία εντοπισμού διαρροών από το ψυκτικό κύκλωμα.
11. Χαμηλό κόστος και καλή διαθεσιμότητα.

### 1.2.2. Εξέλιξη Ψυκτικών Ρευστών

Στο παρελθόν, μέχρι πριν από μία δεκαετία, δύο ήταν οι πιο διαδεδομένες οικογένειες ψυκτικών ρευστών στον τομέα της ψύξης και του κλιματισμού του αέρα:

1. οι ολικά αλογονομένοι χλωροφθοράνθρακες (**CFC**) και ,
2. οι μερικά αλογονομένοι υδροχλωροφθοράνθρακες (**H CFC**).

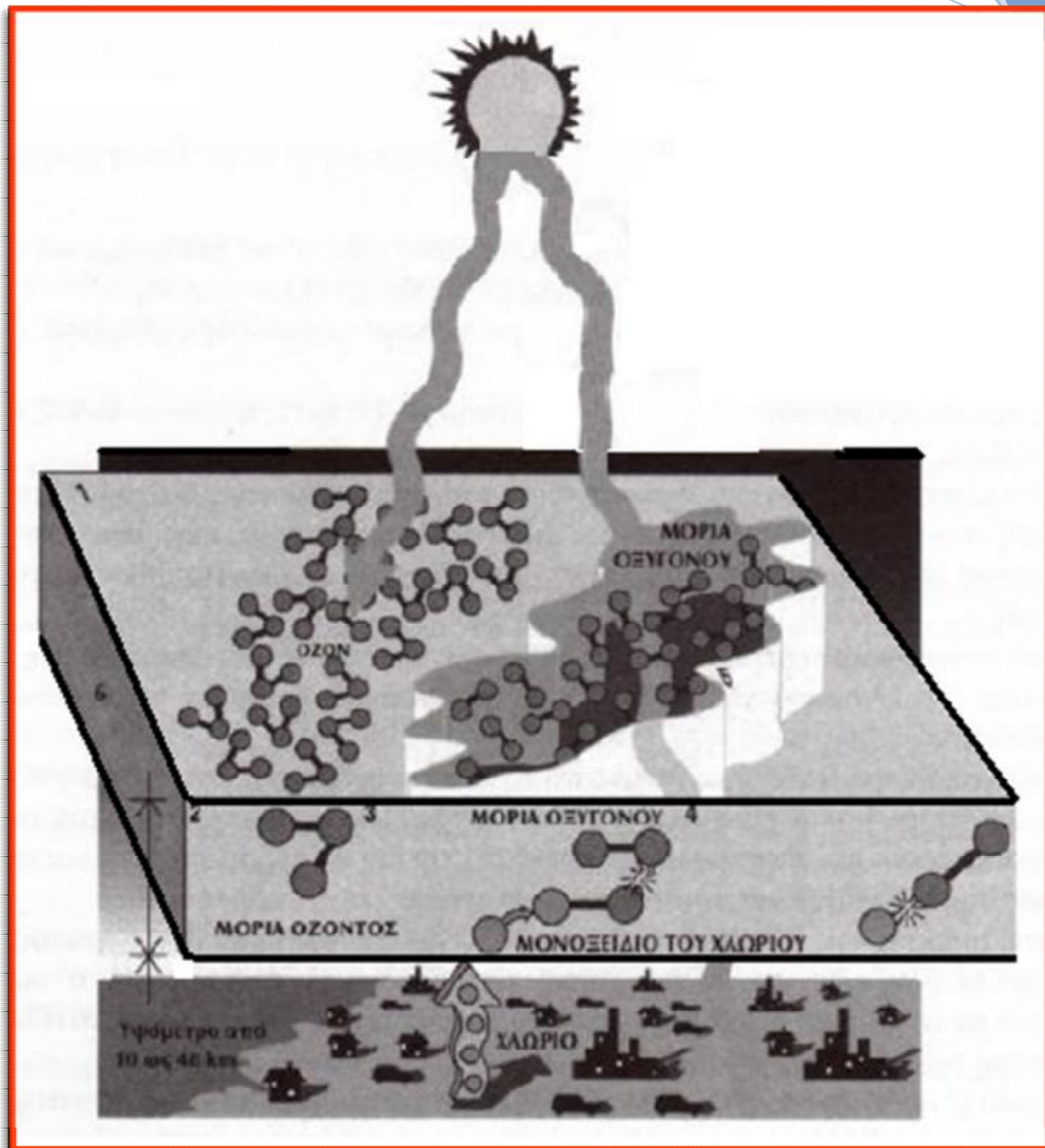


Εικ. 4.1 : Η υγρή επιφάνεια της σερπαντίνας του κλιματιστικού συμπυκνώνει την υγρασία, καθώς ο αέρας διέρχεται πάνω από αυτήν.

Στους πρώτους ανήκουν ψυκτικά ρευστά, όπως R-11, R-12, R-500 και R-502, στους δεύτερους το R-22.

Αυτά τα ρευστά χρησιμοποιήθηκαν, για περισσότερο από πενήντα χρόνια, στο μεγαλύτερο μέρος των εμπορικών και οικιακών ψυκτικών εφαρμογών, έως ότου, από το 1974, διαπιστώθηκε μια μείωση του στρώματος του όζοντος σε μεγάλο ύψος πάνω από την Ανταρκτική. Η αιτία της μείωσης του στρώματος του όζοντος αποδόθηκε κατά το μεγαλύτερο μέρος στα CFC, αν και υπήρξαν κριτικές και αντιρρήσεις στον κύκλο της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας. Οι υποστηρικτές της βλαβερότητας των CFC βεβαιώνουν ότι, στη στρατόσφαιρα, τα μόρια των CFC διασπώνται από την ηλιακή ακτινοβολία, ελευθερώνοντας άτομα χλωρίου που θέτουν σε κίνηση μία σειρά αντιδράσεων, που οδηγούν, σαν τελικό αποτέλεσμα, στην καταστροφή του όζοντος. Σύμφωνα μ' αυτή τη θεωρία, κάθε ελεύθερο άτομο χλωρίου που μπαίνει στην αντίδραση, μπορεί να προσβάλλει εκατοντάδες χιλιάδες μορίων όζοντος κατά της παραμονής του στη στρατόσφαιρα, πριν να αδρανοποιηθεί. Ένα απλοποιημένο σχήμα αυτής της διαδικασίας αναπαράγεται στην εικόνα 5.1.

Τα κοινά ψυκτικά ρευστά έχουν μία ορισμένη καταστροφική ικανότητα του όζοντος, που προσδιορίζεται με τον ειδικό παράγοντα ODP (Ozone Depletion Potential) από 0 ως 1. Μερικά, όπως το R-12 (που είναι ένα CFC, δηλαδή ένας χλωροφθοράνθρακας) έχουν CFC ίσον με 1, άλλα, όπως το R-22 (που είναι ένα H CFC, δηλαδή ένας υδροχλωροφθοράνθρακας) έχουν CFC σημαντικά πιο χαμηλό. Αυτό εξηγεί, γιατί δόθηκε άμεση προτεραιότητα στην εξάλειψη μερικών ψυκτικών ρευστών, όπως το R-12. Επιπλέον, όλα τα ψυκτικά ρευστά συμβάλλουν στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, δηλαδή, στην υπερθέρμανση της ατμόσφαιρας. Και γι' αυτή τη συνέπεια εισήχθη ένας ειδικός συντελεστής, επίσης με τιμή από 0 ως 1, το GWP (Global Warming Potential).



Εικ. 5.1 : Μηχανισμός καταστροφής τον στρώματος του όζοντος από τα μόρια των CFC.

1. Το στρώμα του όζοντος αναχαιτίζει το μεγαλύτερο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου.
2. Το όζον είναι μόρια που αποτελούνται από 3 άτομα οξυγόνου.
3. Τα άτομα του χλωρίου που ελευθερώνονται από τα CFC προσβάλλουν το όζον αποσπώντας από το μόριο του ένα άτομο οξυγόνου για να σχηματίσουν μονοξειδίο του χλωρίου.

4. Το μονοξειδίο του χλωρίου συνδέεται με ένα άλλο άτομο οξυγόνου για να σχηματίσει ένα νέο μόριο οξυγόνου και ένα άτομο χλωρίου. Το άτομο του χλωρίου μπορεί να συνεχίσει τη διάσπαση χιλιάδων άλλων μορίων όζοντος.
5. Τα μόρια του οξυγόνου που μόλις σχηματίστηκαν δεν εμποδίζουν τη διέλευση της υπεριώδους ακτινοβολίας που διεισδύει ανάμεσα τους έως ότου φθάσει την επιφάνεια της γης.
6. Στρώμα όζοντος.

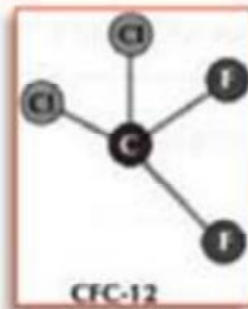
Τα ψυκτικά ρευστά CFC θεωρούνται οι Κύριοι επιβλαβείς παράγοντες, λόγω της σταθερότητας τους. Αντίθετα, τα ψυκτικά ρευστά HCFC λόγω της παρουσίας ατόμων υδρογόνου στο μόριο τους, παρουσιάζουν μία μειωμένη σταθερότητα, που μειώνει περίπου κατά 10 φορές τη μέση ζωή στην ατμόσφαιρα ως προς τα CFC και γι' αυτό θεωρούνται πολύ λιγότερο επιβλαβή. Και τα δύο, επίσης, συμβάλλουν στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, δηλαδή, στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, σε διαφορετικό, πάντως, βαθμό. Υπερίσχυσε διεθνώς η θέση εκείνων που πιστεύουν στις βλαπτικές συνέπειες των CFC και Η CFC, σε σημείο που, τα τελευταία χρόνια, έχουν ληφθεί σημαντικές αποφάσεις με κατεύθυνση, στην αρχή, να καθοριστεί κάποιο όριο στην παραγωγή και, επακολούθως, να διακοπεί η παραγωγή των CFC καθώς και των Η CFC απόφαση αυτή πάρθηκε, σε διεθνές επίπεδο, ξεκινώντας με το διάσημο Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ. Ακολούθησαν ανεξάρτητες αποφάσεις προκαταβολικής απαγόρευσης εκ μέρους διαφόρων χωρών, για να φθάσουμε, το Νοέμβριο του 1992, στο Συνέδριο της Κοπεγχάγης, που καθόρισε ένα πρόγραμμα σταδιακής μείωσης της παραγωγής των CFC και των Η CFC και το οποίο υιοθετήθηκε με πρόταση της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στη θέση των CFC και των Η CFC πρέπει να χρησιμοποιηθούν υποκατάστατα, μερικά εκ των οποίων είναι ήδη διαθέσιμα τώρα, οι υδροφθοράνθρακες (CFC), ακίνδυνοι για το ατμοσφαιρικό όζον, γιατί δεν έχουν άτομα χλωρίου.

Έτσι, λοιπόν, σήμερα τα ψυκτικά υγρά κατατάσσονται σε τρεις οικογένειες:

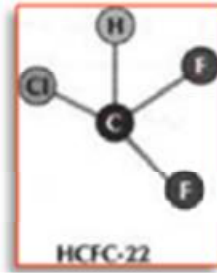
- a. CFC: Περιέχουν στο μόριο τους άτομα χλωρίου. Είναι τα πιο επιβλαβή για το όζον και θα είναι τα πρώτα που θα σταματήσει η παραγωγή τους. (Βλ. εικ. 5.2).
- b. Η CFC: Περιέχουν στο μόριο τους άτομα χλωρίου και υδρογόνου. Είναι η μέση λύση για τα επόμενα 10 χρόνια. (Βλ. εικ. 5.3).
- c. HFC: Δεν έχουν άτομα χλωρίου, αλλά μόνο άτομα φθορίου και υδρογόνου. Είναι τα καινούργια ψυκτικά ρευστά που δεν καταστρέφουν το όζον της ατμόσφαιρας και φαίνεται να αντιπροσωπεύουν, λόγω του πεδίου χρήσης τους, την τελική απάντηση στο πρόβλημα.

Οι αντικαταστάτες των CFC και των Η CFC που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό και στην ψύξη μπορούν να είναι καθαρά αέρια ή μίγματα 2-3 αερίων, όπως παρακάτω:

- a. το R-11 αντικαθίσταται από το R- 123 που είναι ένα Η CFC και αντιπροσωπεύει γι' αυτό ένα μεταβατικό ρευστό.
- b. το R-12 αντικαθίσταται από το R-134a, που είναι ένα καθαρό αέριο, και ένα HFC.
- c. το R-22 και R-205 θα αντικατασταθούν από μίγματα.



**Εικ.5.2 :** Απεικόνιση ενός μορίου CFC-12.  
Αποτελείται από δύο άτομα χλωρίου ( Cl ), δύο άτομα φθορίου ( F ), και ένα άτομο άνθρακα ( C ).



*Εικ. 5.3 Απεικόνιση ενός μορίου HCFC-22  
Αποτελείται από ένα άτομο υδρογόνου (H), ένα  
χλωρίου (Cl) δύο φθορίου (F) και ένα άνθρακα (C).*

### 1.3. Μέρη Κλιματιστικής Μονάδας

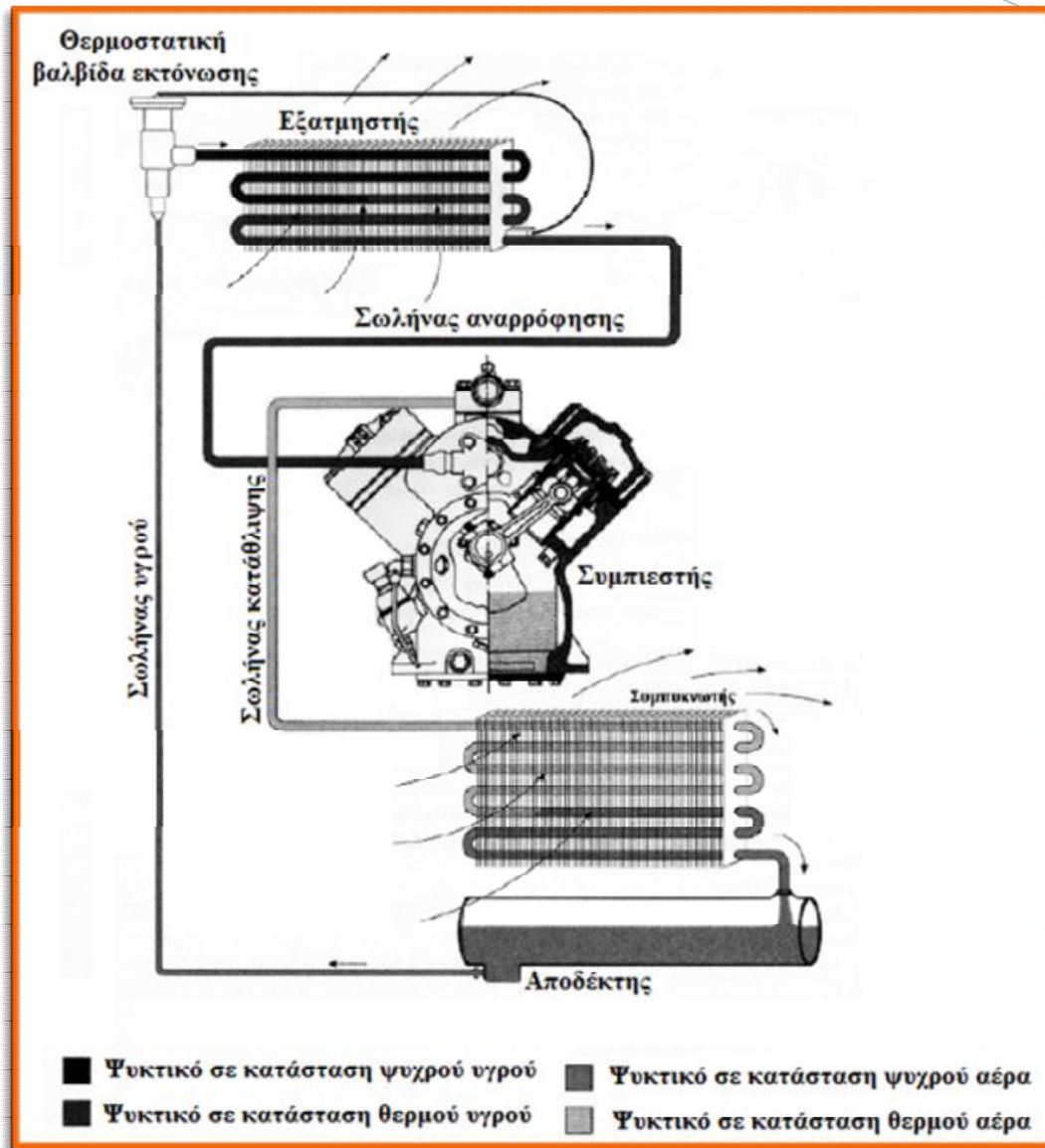
#### 1.3.1 Συμπιεστής

Ο συμπιεστής αποτελεί την "καρδιά" του ψυκτικού κυκλώματος. (Σχ. 7.1). Αυτός, διατηρεί την κυκλοφορία του ψυκτικού ρευστού στο κύκλωμα. Μπορούμε να πούμε, λοιπόν, ότι : ο ρόλος του συμπιεστή είναι να παραλάβει τον ψυκτικό ατμό σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία και να τον μεταφέρει σε πιο υψηλές τιμές πίεσης και θερμοκρασίας.

Σαν συνέπεια, έχουμε δύο αποτελέσματα :

1. Στον εξατμιστή δημιουργείται μια πτώση της πίεσης και της θερμοκρασίας του ψυκτικού ρευστού. Έτσι, το ψυκτικό μπορεί να απορροφήσει θερμότητα από το περιβάλλον.

Στο συμπυκνωτή δημιουργείται μία αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας του ψυκτικού ρευστού. Έτσι, το ψυκτικό μπορεί να αποδώσει θερμότητα στο ρευστό ψύξης που είναι διαθέσιμο (νερό ή αέρας). Αυτή η διαφορά πίεσης ανάμεσα στην



Σχ. 7.1: Εξαρτήματα τοπικού ψυκτικού κυκλώματος με αερόψυκτο συμπυκνωτή και εξατμιστή με πτερύγια για την ψύξη του αέρα .

2. πλευρά της εισόδου (αναρρόφηση) και την πλευρά της εξόδου (κατάθλιψη) του συμπιεστή, διατηρεί την κυκλοφορία του ψυκτικού ρευστού στο ψυκτικό κύκλωμα. Ο συμπιεστής είναι ένα ογκομετρικό μηχάνημα.



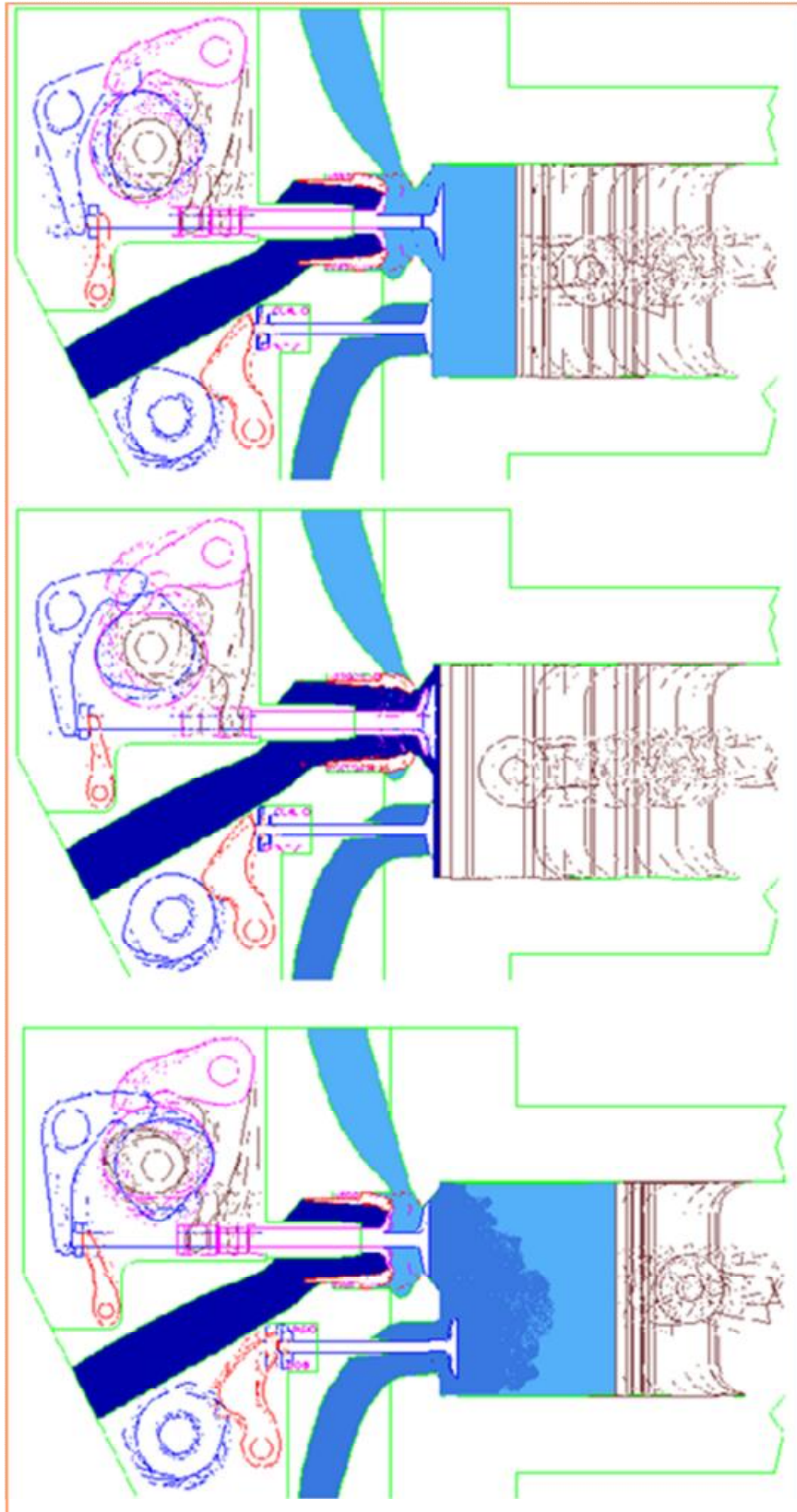
Υπάρχουν διάφοροι τύποι συμπιεστών που κατατάσσονται ως εξής:

1. *Παλινδρομικοί συμπιεστές*
  - a. ανοικτού τύπου
  - b. ημιερμητικού τύπου
  - c. ερμητικού τύπου

Στους παλινδρομικούς συμπιεστές, ένα ή περισσότερα έμβολα κινούνται στο εσωτερικό ενός κυλίνδρου, όπως στον κινητήρα ενός αυτοκινήτου, εκτελώντας την αναρρόφηση και τη συμπίεση του ψυκτικού ρευστού (σε αέρια φάση).

Κάθε κύλινδρος διαθέτει τουλάχιστον μία βαλβίδα αναρρόφησης του ψυκτικού αερίου (από την οποία το αέριο εισέρχεται στον κύλινδρο κατά τη διάρκεια της φάσης αναρρόφησης) και μια βαλβίδα κατάθλιψης, (από την οποία το ψυκτικό αέριο εκκενώνεται προς το συμπυκνωτή, αφού πρώτα συμπιεστεί). (Εικ.7.2).

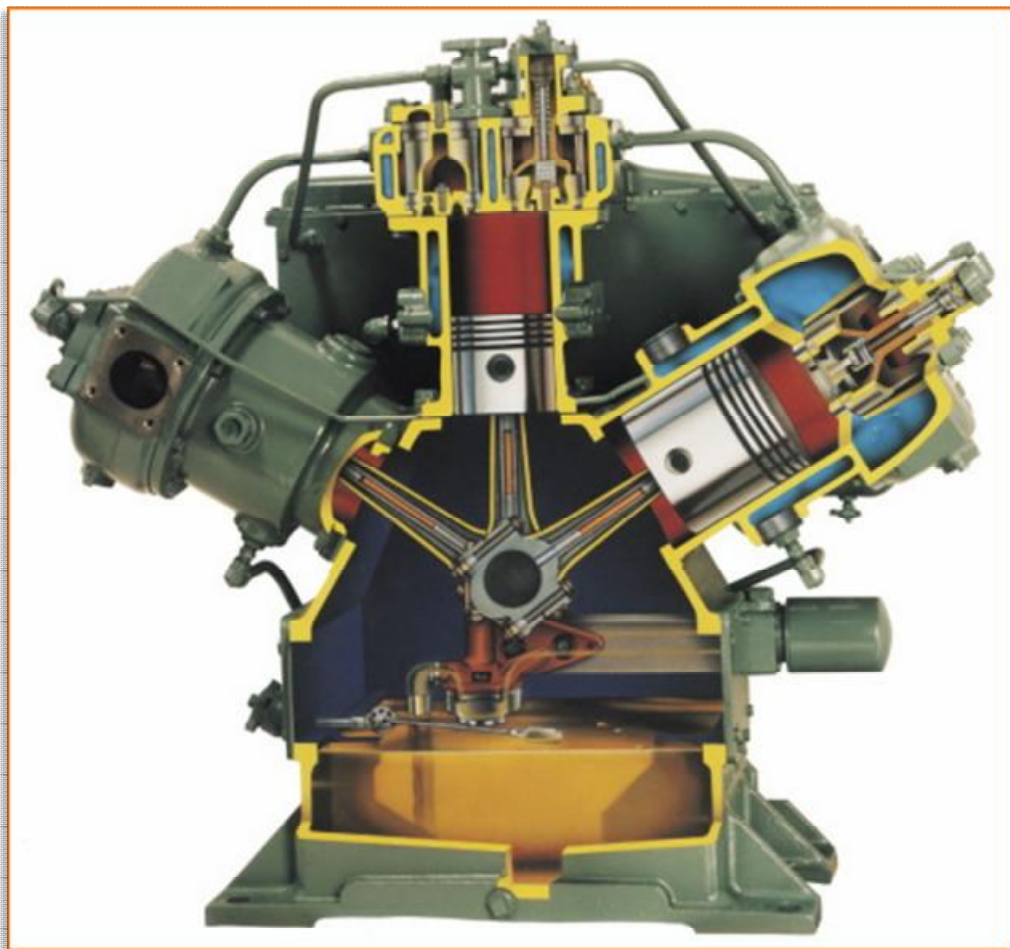
Οι παλινδρομικοί συμπιεστές ονομάζονται ανοικτού τύπου, όταν ένα άκρο του στροφαλοφόρου άξονα (που θέτει σε κίνηση τα έμβολα) εξέρχεται για να συνδεθεί με τον κινητήρα (εικ. 7.3). Στην εικ. 7.3' φαίνονται τα κύρια εξαρτήματα ενός δικύλινδρου συμπιεστή ανοικτού τύπου. Οι συμπιεστές μπορούν να συνδεθούν άμεσα με κινητήρες εσωτερικής καύσης για εφαρμογές σε φορτηγά ψυγεία, σε κλιματιζόμενα λεωφορεία, κλπ. Οι παλινδρομικοί συμπιεστές ονομάζονται ημιερμητικού τύπου, όταν ο συμπιεστής και ο ηλεκτρικός κινητήρας περιέχονται στο ίδιο περίβλημα που θα πρέπει να μπορεί να επιθεωρηθεί για τη συντήρηση (εικ.7.5).



*Εικ. 7.2 : Παρουσίαση των φάσεων αναρρόφησης και κατάθλιψης του ψυκτικού αερίου σε έναν παλινδρομικό συμπιεστή.*



Εικ. 7.3: Πολύ κυλινδρικός συμπιεστής ανοικτού τύπου. Φαίνεται, η προεξοχή του άξονα για τη σύνδεση στον κινητήρα.



Εικ.7.3' : Τομή Πολύ κυλινδρικού συμπιεστή ανοικτού τύπου.

## 2. Κοχλιωτοί συμπιεστές

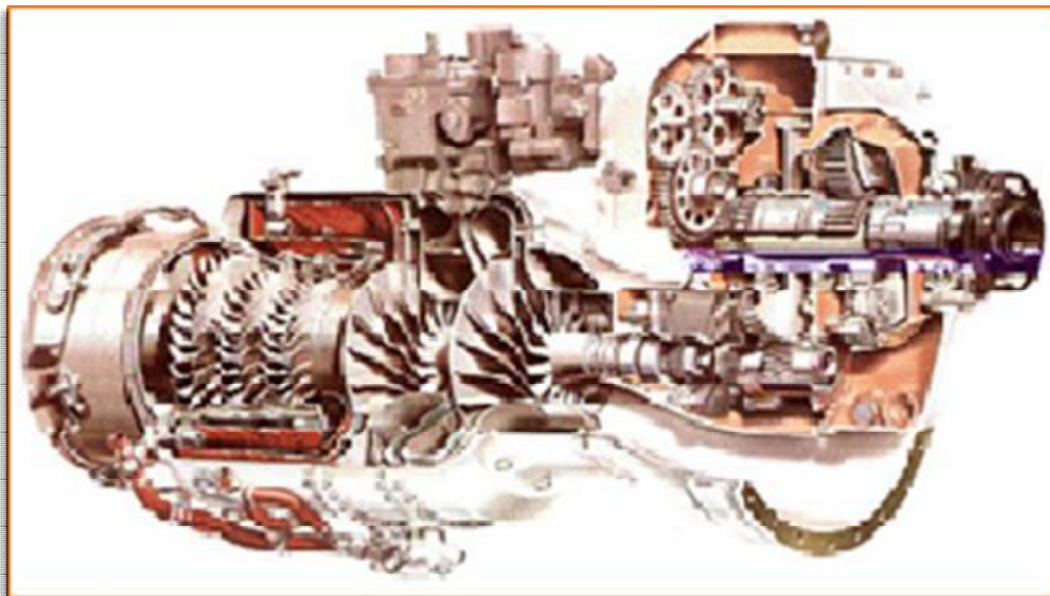
Αποτελούνται από δύο κοχλίες οι οποίοι περιστρεφόμενοι συμπιέζουν το ρευστό καθώς διέρχεται από τα “κενά” τους. Οι κοχλιωτοί συμπιεστές δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένοι ιδίως στην Ελλάδα, κυρίως λόγω του θορύβου που προκαλούν. Τα τελευταία χρόνια όμως αυξανόμενο ενδιαφέρον υπάρχει για τους κοχλιωτούς συμπιεστές λόγω της πολύς καλής απόδοσής τους.

## 3. Περιστροφικοί συμπιεστές

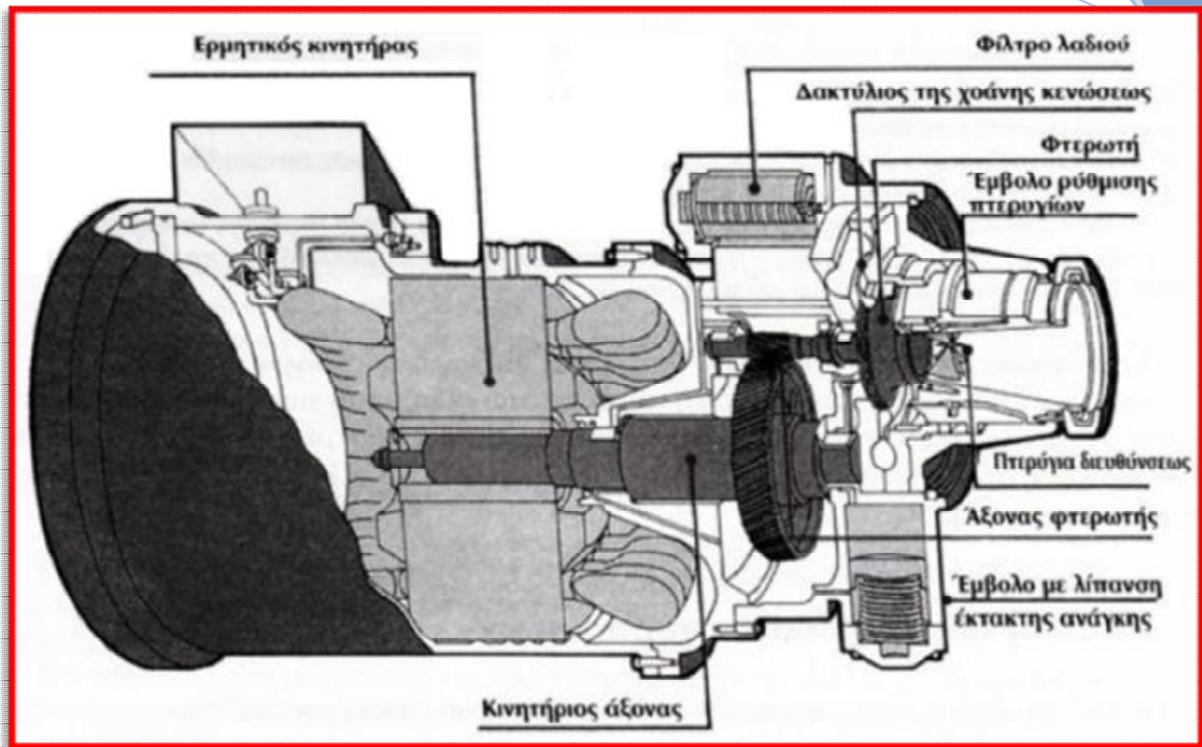
### 4. Φυγοκεντρικοί συμπιεστές

- a. ανοικτού τύπου
- b. ερμητικού τύπου

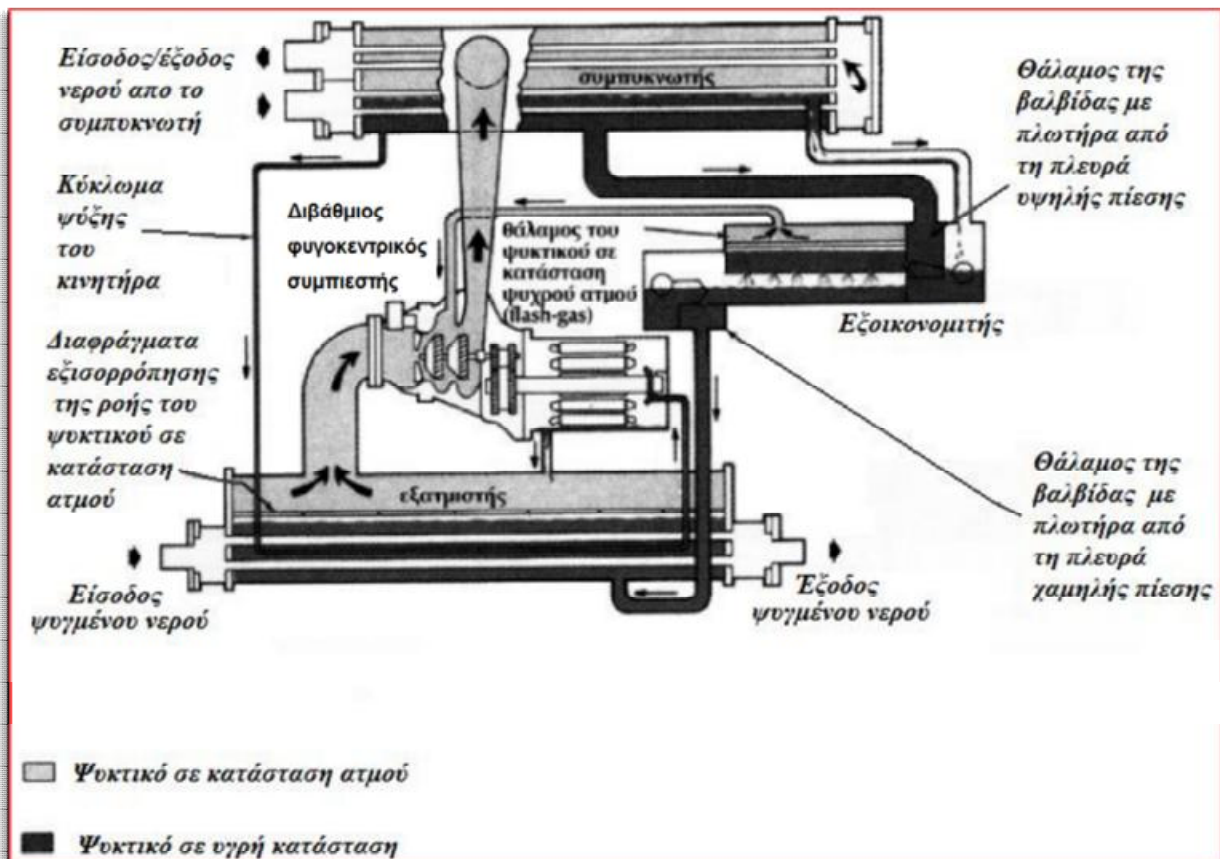
Σήμερα, οι πιο διαδεδομένοι συμπιεστές είναι οι παλινδρομικοί. Οι περιστροφικοί συμπιεστές ερμητικού τύπου συναντώνται σε συσκευές χαμηλής ισχύος. Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές χρησιμοποιούνται σε ψυκτικές μονάδες υψηλής ισχύος. Τα μηχανήματα που είναι εφοδιασμένα με φυγοκεντρικούς συμπιεστές κατασκευάζονται για να αναπτύξουν μεγάλες και πολύ μεγάλες ψυκτικές ισχύεις. Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές αποτελούνται ουσιαστικά από μια φτερωτή τοποθετημένη στο εσωτερικό ενός ειδικού θαλάμου, συζευγμένη με ένα κινητήρα έλξης (εικ.7.4.)



Εικ. 7.4: Τομή πολυβάθμιου φυγοκεντρικού συμπιεστή.



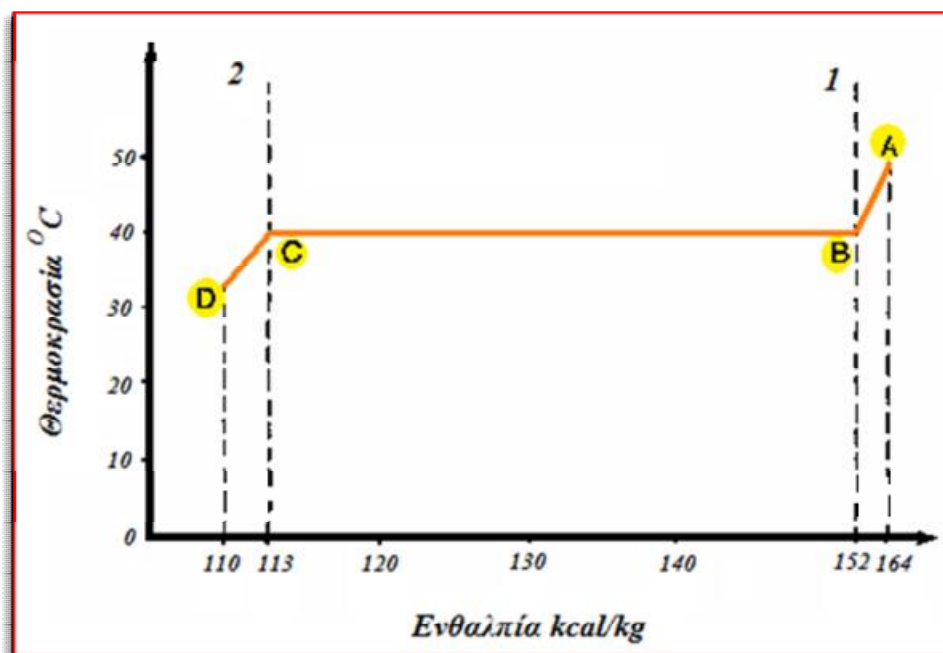
Εικ. 7.5: Τομή μονοβάθμιου φυγοκεντρικού συμπιεστή, κύρια χαρακτηριστικά.



Σχ.7.6: Ψυκτικό κύκλωμα με φυγοκεντρικό συμπιεστή.

### 3.2 Ο Συμπυκνωτής

Ο συμπυκνωτής στο ψυκτικό κύκλωμα εκτελεί τη λειτουργία της απόδοσης της θερμότητας που απορροφήθηκε από το ψυκτικό ρευστό, με τη βοήθεια νερού ή αέρα και με τρόπο τέτοιο, που να μην προκαλούνται ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Υπενθυμίζουμε, ότι η θερμότητα που απορροφήθηκε από το ψυκτικό ρευστό υπολογίζεται από το άθροισμα της θερμότητας που απορροφήθηκε στον εξατμιστή και του θερμικού ισοδύναμου της θερμότητας συμπίεσης. Το ψυκτικό ρευστό φτάνει στον συμπυκνωτή σε κατάσταση υπέρθερμου ατμού, συμπυκνώνεται προσδίδοντας τη θερμότητα του στο ρευστό ψύξης και βγαίνει σε υγρή κατάσταση, συχνά υπόψυκτο. Μπορούμε να απεικονίσουμε γραφικά τη διαδικασία που εξελίσσεται στο εσωτερικό ενός κοινού συμπυκνωτή.



Εικ.8.1: Διάγραμμα θερμοκρασίας – ενθαλπίας της συμπύκνωσης του ψυκτικού υγρού R-22.

Στην εικ8.1 απεικονίζεται πράγματι ένα διάγραμμα όπου, στον οριζόντιο άξονα, αναγράφονται τιμές ενθαλπίας (Kcal/Kg ψυκτικού ρευστού) και στον κατακόρυφο άξονα οι θερμοκρασίες σε °C: Αυτό το διάγραμμα είναι όμοιο με το διάγραμμα πίεσης-

ενθαλπίας που είδαμε ήδη μιλώντας για τα ψυκτικά ρευστά: εδώ στη θέση των πιέσεων υπάρχουν οι αντίστοιχες θερμοκρασίες. Στο διάγραμμα είναι χαραγμένη μία καμπύλη, που αφορά το ψυκτικό R-22, και δείχνει τη συμπεριφορά του. Αρχίζουμε διευκρινίζοντας, ότι η περιοχή δεξιά της καθέτου 1 αναφέρεται στο ψυκτικό σε κατάσταση κορεσμένου ατμού. Η περιοχή αριστερά της καθέτου 2 αναφέρεται στο ψυκτικό σε κατάσταση κορεσμένου υγρού. Αντίθετα, ανάμεσα στις κάθετες 1 και 2 βρίσκεται σε κατάσταση μίγματος ατμού-υγρού.

Στο παράδειγμα αυτό καθορίζουμε μία θερμοκρασία συμπύκνωσης  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  για το R-22. Το ψυκτικό σε κατάσταση ατμού εισέρχεται στο συμπυκνωτή, προερχόμενο από το συμπιεστή, με μία θερμοκρασία  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  (σημείο A). Στην κατάσταση αυτή ο ψυκτικός ατμός παρουσιάζει μία υπερθέρμανση  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , η ενθαλπία του είναι  $164\text{ Kcal/Kg}$ . Λόγω του ρευστού ψύξης, (αέρας ή νερό), η θερμοκρασία του ψυκτικού μειώνεται στους  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (τμήμα A-B). Στη φάση αυτή υπάρχει μία πρώτη απόδοση θερμότητας, και στο σημείο B η ενθαλπία του ψυκτικού μειώθηκε στις  $152\text{ Kcal/Kg}$ . Παρατηρούμε, επίσης, ότι η θερμότητα που αποδόθηκε από το ψυκτικό είναι ωφέλιμη θερμότητα, γιατί παρουσιάζεται μία μεταβολή της θερμοκρασίας. Στο σημείο B ο ψυκτικός ατμός έχει φτάσει τη θερμοκρασία κορεσμού, που αντιστοιχεί στην πίεση του και είναι έτοιμος να συμπυκνωθεί. Η φάση της συμπύκνωσης αναπτύσσεται στο τμήμα B-C και στη φάση αυτή η απόδοση θερμότητας γίνεται σε σταθερή θερμοκρασία. Η θερμότητα λοιπόν που αποδίδεται είναι λανθάνουσα θερμότητα. Στο σημείο C όλο το ψυκτικό θεωρείται, ότι έχει περάσει στην υγρή κατάσταση. Η ενθαλπία του έχει μειωθεί σε  $113\text{ Kcal/Kg}$ . Στο σημείο αυτό το υγρό θα μπορούσε να βγει από το συμπυκνωτή. Στο μεγαλύτερο μέρος των περιπτώσεων, όμως, αυτό δεν συμβαίνει, γιατί το ψυκτικό υγρό προτιμάται να υποψυχθεί κατά μερικούς βαθμούς. Επιτυγχάνεται έτσι μία αύξηση του ψυκτικού αποτελέσματος, όπως ήδη είδαμε. Ας υποθέσουμε, ότι δημιουργείται μία υπόψυξη  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , μειώνοντας τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού στους  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$  (τμήμα C-D). Προκαλείται μία περαιτέρω πρόσδοση ωφέλιμης θερμότητας, που μειώνει την ενθαλπία του υποψυγμένου ρευστού στις  $110\text{ Kcal/Kg}$ . Μία ενδιαφέρουσα παρατήρηση προέρχεται από το γεγονός, ότι τα μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας που έχει διατεθεί στο συμπυκνωτή είναι λανθάνουσα θερμότητα:  $39\text{ Kcal/Kg}$  στην περίπτωση μας. Η ωφέλιμη θερμότητα που έχει διατεθεί είναι πράγματι μόνο  $15\text{ Kcal/Kg}$ . Πρόκειται για μία συνήθη συνθήκη στη λειτουργία των συμπυκνωτών. Οι

συμπυκνωτές μπορούν να ταξινομηθούν με βάση το ρευστό ψύξης που χρησιμοποιούν.

Σήμερα, υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι συμπυκνωτών:

1. υδρόψυκτοι
2. αερόψυκτοι
3. εξατμιστές, (στους οποίους η ψύξη επιτυγχάνεται από ένα μίγμα αέρα-νερού).

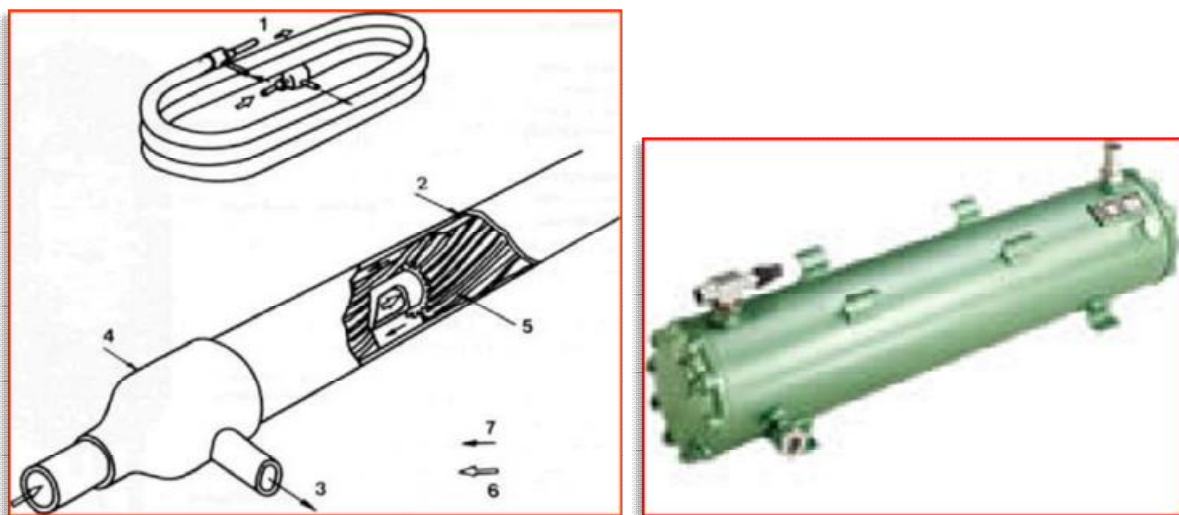
Ας εξετάσουμε από κοντά τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους.

### 1.3.2.1 Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές

Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές κατασκευάζονται σε τρεις διαφορετικούς τύπους:

1. Τύπος με σωλήνα μέσα σε σωλήνα.
2. Τύπος με σερπαντίνα (ονομαζόμενος και shell & coil).
3. Τύπος με δέσμη σωλήνων (ονομαζόμενος και shell & tube). (εικ.8.3 , 8.4)

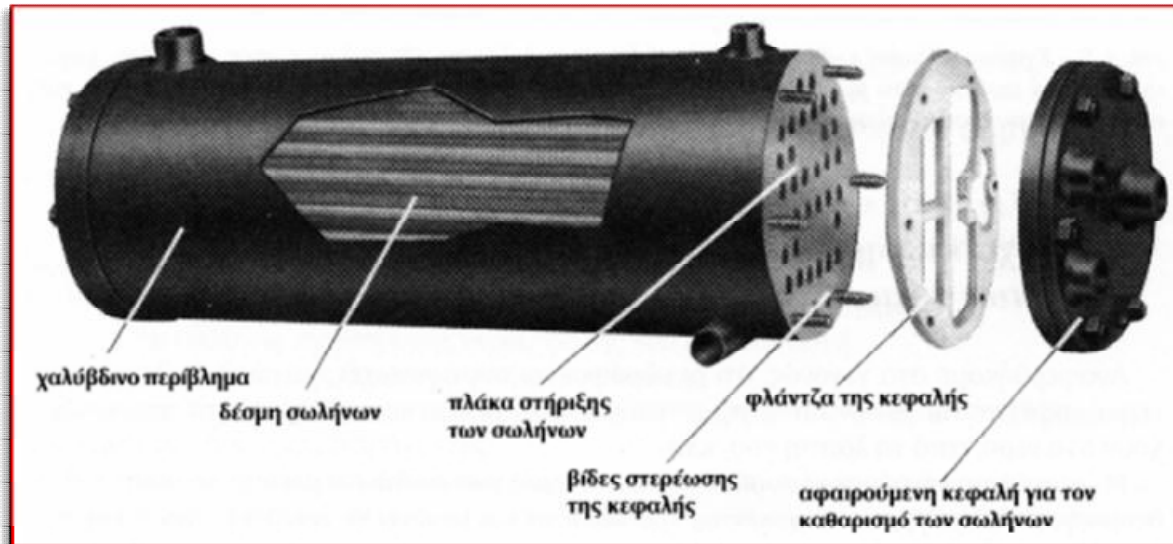
Στην εικόνα 8.2 απεικονίζεται ένας συμπυκνωτής του τύπου σωλήνας μέσα σε σωλήνα. Αυτός ο τύπος συμπυκνωτή κατασκευάζεται για μικρές και μεσαίες ισχύεις. Είναι οικονομικής κατασκευής και έχει περιορισμένο βάρος και όγκο.



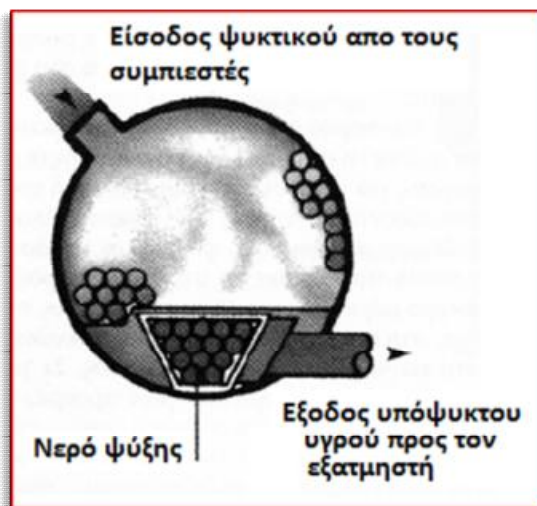
**Εικ. 8.2:** Υδρόψυκτος συμπυκνωτής τύπου σωλήνας μέσα σε σωλήνα. Στη λεπτομέρεια απεικονίζεται ένα τμήμα του εξωτερικού σωλήνα σε τομή που επιτρέπει να φαίνεται ο εσωτερικός σωλήνας εφοδιασμένος με ολική πτερύγωση: 1) εξωτερική όψη 2)



εξωτερικός χαλύβδινος σωλήνας 3) λεπτομέρεια της πλευράς εξόδου νερού 4) χάλκινος μειωτήρας 5) εσωτερικός χάλκινος σωλήνας με ολική πτερύγωση ή με πτερύγωση από αλουμίνιο 6) ροή του ψυκτικού 7) ροή του νερού.



Εικ. 8.3: Συμπυκνωτής δέσμης σωλήνων. Η είσοδος του ψυκτικού σε κατάσταση ατμού γίνεται από μία σύνδεση στο πάνω μέρος, ενώ η έξοδος από μία σύνδεση στον πυθμένα του συμπυκνωτή.



Εικ. 8.4 : Σχηματική τομή ενός συμπυκνωτή δέσμης σωλήνων. Οι σωλήνες στον πυθμένα, χωρισμένοι από αυτούς που βρίσκονται στο πάνω μέρος από ειδικά διαφράγματα, αποτελούν τον υποψύκτη του ψυκτικού υγρού.

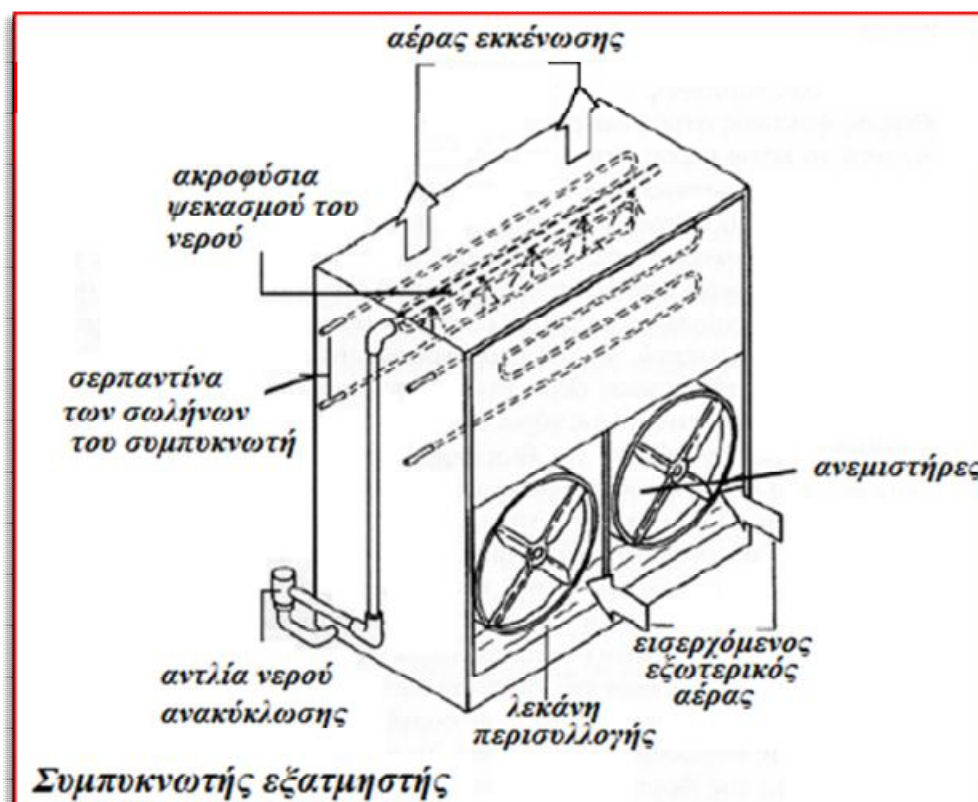
### 1.3.2.2 Αερόψυκτοι Συμπυκνωτές

Η χρήση αέρος για την ψύξη αποτελεί μία εφαρμογή σχετικά πρόσφατη. Σήμερα, ο αερόψυκτος συμπυκνωτής κατασκευάζεται σύμφωνα με μία μόνο κατασκευαστική

τάση, επονομαζόμενος "τύπος στρώματος". Ο συμπυκνωτής αποτελείται πράγματι από μία δέσμη ελασμάτων αλουμινίου, τακτικά κατανομημένων μεταξύ τους, που διασχίζεται σε όλο του το μήκος από μία σειρά χάλκινων σωλήνων.

### 1.3.2.3 Συμπυκνωτής Εξάτμισης

Ο συμπυκνωτής εξάτμισης συνδυάζει τα χαρακτηριστικά του υδρόψυκτου και του αερόψυκτου συμπιεστή. Ο συμπυκνωτής εξάτμισης, (εικ.8.7), αποτελείται από μία δέσμη σωλήνων, μέσα στην οποία ρέει το ψυκτικό. Πάνω στη δέσμη, από μία σειρά ακροφυσίων (μπέκ), ψεκάζεται νερό που, σε επαφή με τις θερμές επιφάνειες των σωλήνων, εξατμίζεται αφαιρώντας θερμότητα. Ταυτόχρονα, στη δέσμη των σωλήνων οδηγείται αέρας από ανεμιστήρες. Με τον τρόπο αυτό, ο εξωτερικός αέρας απομακρύνει συνεχώς το μίγμα αέρα-νερού γύρω από τη δέσμη, αυξάνοντας την απόδοση της συναλλαγής θερμότητας.



Σχ.8.5: Τυπικό σκίτσο συμπυκνωτή εξάτμισης.

## 1.4. Φίλτρα Καθαρισμού Του Αέρα

### 1.4.1 Η Ανάγκη Επεμβάσεως Στην "Ποιότητα" Του Αέρα Των Κλειστών Χώρων

Όπως αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο της κλιματικής ανέσεως, ο αέρας των κλειστών χώρων υφίσταται την επίδραση μεγάλης ποικιλίας εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων, οι οποίοι αποκρίνουν τα χαρακτηριστικά του από τα επιθυμητά όρια. Η κλιματική άνεση, της οποίας κυρίαρχα στοιχεία είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, η καθαρότητα και η ταχύτητα κινήσεως του αέρα του χώρου, είναι ένας στόχος που προσδιορίζεται εύκολα σε γενικές γραμμές. Όταν όμως η κλιματική άνεση στοχεύει σε πλήρη ικανοποίηση, υπεισέρχονται και πολλά υποκειμενικά στοιχεία. Συνδέεται με τις συνήθειες των ατόμων, την ευαισθησία τους στις μεταβολές του περιβάλλοντος, την πολιτιστική και κοινωνική τους στάση, την υγεία, το οικονομικό τους επίπεδο, την καταναλωτική τάση τους, κ.ά.

Με αφετηρία κάποια αναγκαία όρια (ελάχιστες απαιτήσεις), τα οποία σε γενικές γραμμές είναι από όλους αποδεκτά, ο Μηχανικός πρέπει να επιλέγει τον τρόπο βελτιώσεως της "ποιότητας" του αέρα των εσωτερικών χώρων (απλή ανανέωση, καθαρισμός, θέρμανση, δροσισμός κ.ά.), κατά τρόπον ώστε να προσφέρει στον καταναλωτή (άμεσο ή έμμεσο "πελάτη" του), μια κατάσταση περιβάλλοντος η οποία να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες του, σε ευθεία συνάρτηση με τις οικονομικές του δυνατότητες σε δαπάνες κατασκευής και λειτουργίας. Το σύστημα το οποίο θα επιλέξει και θα κατασκευάσει, πρέπει με ασφάλεια, αξιοπιστία και επάρκεια να ικανοποιήσει τις λογικές προσδοκίες των χρηστών.

### 1.4.2 Η Ανανέωση του Αέρα των Κλειστών Χώρων

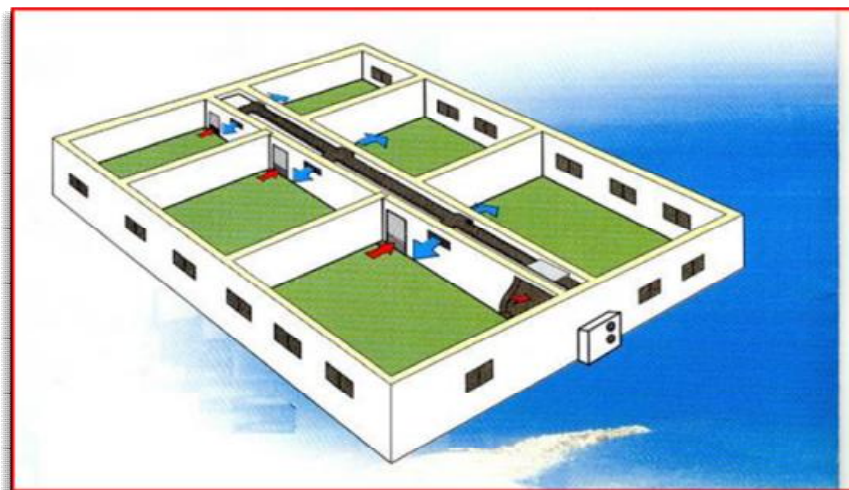
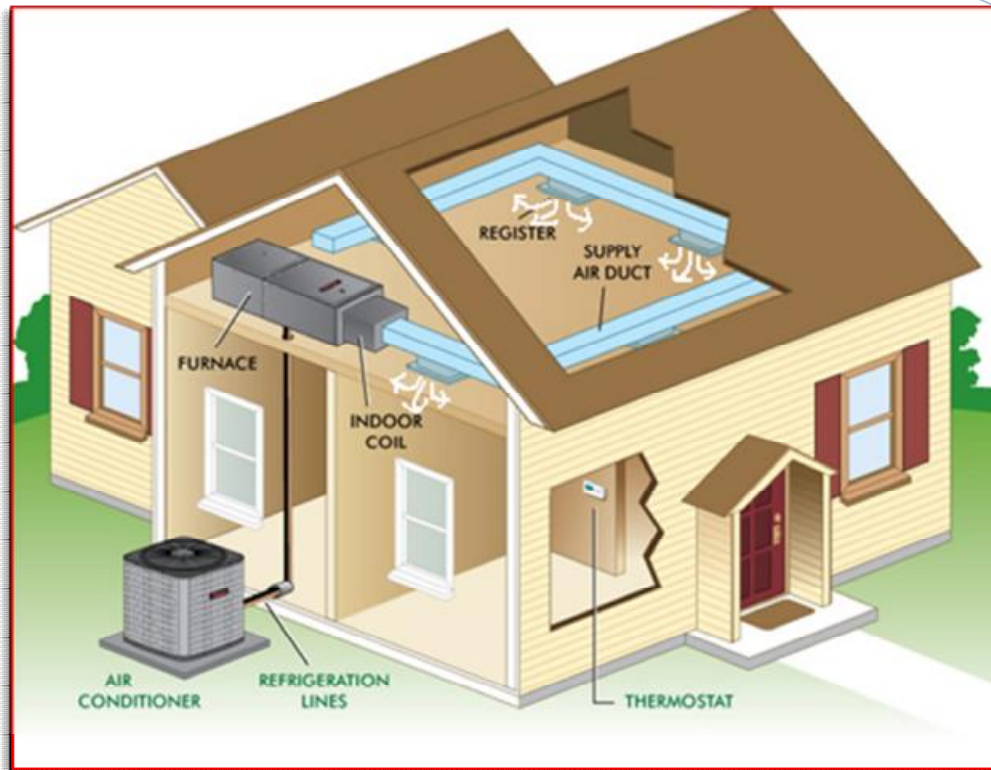
Οι επεμβάσεις που είναι ανάγκη να γίνουν, αφορούν κατ' αρχάς την ανανέωση του αέρα των χώρων και τη διατήρηση της συνθέσεως του αέρα κοντά στα επίπεδα της φυσικής του καταστάσεως (νωπός αέρας υπαίθριου). Παλαιότερα η μέριμνα για ανανέωση του αέρα αποτελούσε αποκλειστικό αντικείμενο της εργασίας του αρχιτέκτονα, ο οποίος φρόντιζε η φυσική ροή από τις χαραμάδες ή άλλα ανοίγματα, να εξασφαλίζει τη συνεχή και επαρκή προσαγωγή καθαρού αέρα.

Σήμερα υπάρχουν (στις πόλεις τουλάχιστον), δύο νέοι παράγοντες, οι οποίοι διαφοροποιούν σημαντικά τα δεδομένα:

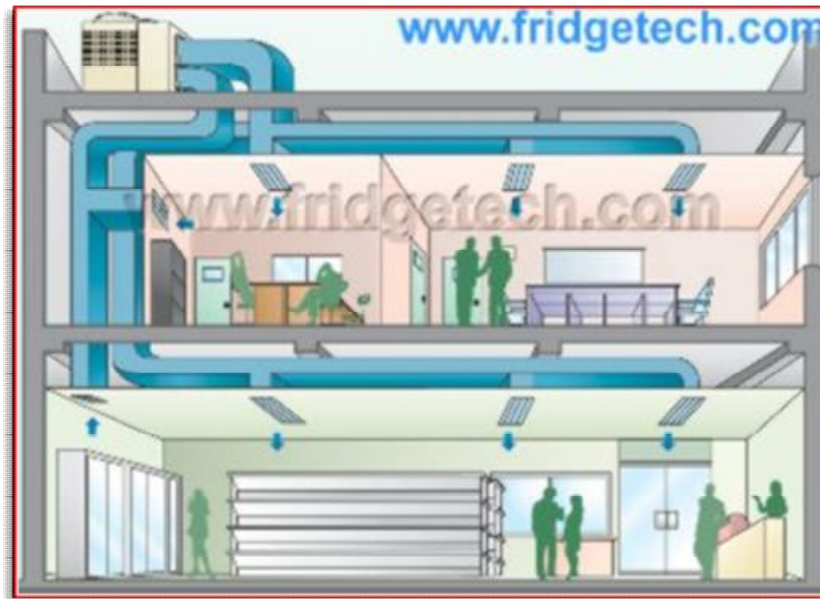
**α)** Οι άριστες συναρμογές των σύγχρονων θυρών και παραθύρων, όπως και οι ογκώδεις κλειστές κατασκευές (πολυκατοικίες, μεγάλα ξενοδοχεία), έχουν μειώσει σημαντικά την "ανοικτή επικοινωνία" των κλειστών χώρων με το περιβάλλον,

**β)** Ακόμη και όταν υπάρχει ροή εξωτερικού αέρα από χαραμάδες και ανοίγματα, στα αστικά κέντρα πρόκειται για αέρα πολύ κακής ποιότητας, ο οποίος περιέχει επικίνδυνους ρύπους, σε υψηλές συγκεντρώσεις.

**γ)** Τα σύγχρονα δομικά υλικά, τα έπιπλα, τα μηχανήματα, και οι ιδιοσκευές που γεμίζουν μια σύγχρονη κατοικία ή γραφείο, έχει διαπιστωθεί ότι προσθέτουν στο περιβάλλον αναθυμιάσεις, οσμές, ακτινοβολίες, σκόνες, ρυπογόνες ουσίες κ.ά. Η στασιμότητα του αέρα και η συσσώρευση παρόμοιων ουσιών ή ρύπων, ακόμη και όταν δεν αποτελεί άμεση αιτία οχλήσεως ή κίνδυνο για την υγεία, αποτελεί πάντως σοβαρό πρόβλημα. Σε κάθε σύγχρονο κτίριο επομένως, χρειάζεται να ληφθεί πρόνοια για την εξαναγκασμένη ανανέωση του αέρα και μάλιστα πρέπει, παράλληλα με ένα ελάχιστο φυσικό αερισμό, να μελετηθεί σύστημα ρυθμίσεως της παροχής του εισερχόμενου αέρα (προκαθορισμένες ανανεώσεις του αέρα των κλειστών χώρων). Η διαδικασία ανανεώσεως του αέρα και η διαδρομή των αερίων μαζών στα πλαίσια αυτής της διαδικασίας δεν μπορεί να είναι τυχαία και ανεξέλεγκτη. Στο σχ.9.1 (&9.1') π.χ. επισημαίνεται ότι σε κάθε κατοικία υπάρχουν χώροι, από τους οποίους είναι απαραίτητη η άντληση αέρα (κουζίνες, λουτρά, W.C., εργαστήρια, αποθήκες, λεβητοστάσια κ.ά.) και χώροι στους οποίους πρέπει να γίνεται συνεχής προσαγωγή καθαρού αέρα (χώροι διαμονής και εργασίας, υπνοδωμάτια κ.λπ). Δηλαδή από τους χώρους στους οποίους υπάρχουν οσμές, αναθυμιάσεις ή γενικά αιτίες (ή πηγές) που ρυπαίνουν έντονα τον αέρα, πρέπει να αντλείται αέρας, ώστε τοπικά να δημιουργείται μικρή υποπίεση. Έτσι ο αέρας των άλλων χώρων θα ρέει προς τις ρυπογόνες εστίες και δεν θα υπάρχει κίνδυνος να παρατηρηθεί αντίστροφη ανεπιθύμητη ή και επικίνδυνη ροή. Αντίθετα, στους χώρους παραμονής, εργασίας, ύπνου κ.λπ., επιδιώκεται η άμεση προσαγωγή καθαρού αέρα και ώθηση του αέρα που πρέπει να απομακρυνθεί (με μικρή υπερπίεση).



Σχ.9.1: (a,b) Σε κάθε κατοικία υπάρχουν χώροι από τους οποίους πρέπει απαραίτητα να γίνεται απόρριψη αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον (κουζίνες, λουτρά, W.C..) και χώροι οι οποίοι πρέπει συνεχώς να τροφοδοτούνται με καθαρό αέρα (καθιστικό, γραφεία, υπνοδωμάτια, κ.λπ).



*Εικ. 9.1': Εφαρμογή κεντρικού κλιματισμού σε δώροφο κτήριο.*

### 1.4.3 Βελτίωση Της Ποιότητας Του Αέρα Των Κλειστών Χώρων

Το θέμα της ανάγκης προσαγωγής καθαρού αέρα στους κλειστούς χώρους, εξετάστηκε ήδη εν εκτάση στο κεφάλαιο της κλιματικής άνεσης, όπου δόθηκαν στοιχεία για τις αιτίες που ρυπαίνουν τον αέρα των κλειστών χώρων. Ακόμη αναφέρθηκε, ότι η ραγδαία υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος, κυρίως στα αστικά κέντρα και τις βιομηχανικές περιοχές, έκανε ακόμη πιο σύνθετο το πρόβλημα.

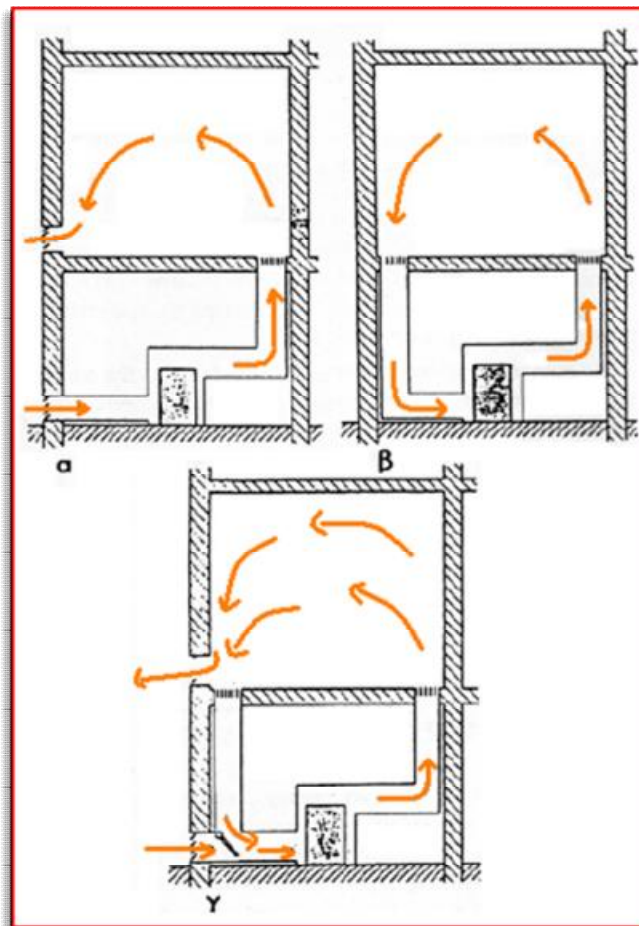
Για τη βελτίωση επομένως της ποιότητας του αέρα κλειστών χώρων, μπορούν να εφαρμοστούν δύο διαδικασίες:

**α)** Η τοποθέτηση μέσα στους χώρους ειδικών συσκευών οι οποίες παγιδεύουν και αφαιρούν ρύπους. Οι συσκευές αυτού του είδους παραλαμβάνουν ποσότητες αέρα και τις οδηγούν μέσα από ειδικά υλικά ή κατασκευές, μηχανικού ή χημικού ή ηλεκτροστατικού καθαρισμού (ή μεικτού καθαρισμού), οι οποίες αφαιρούν από τον αέρα σκόνες, οσμές, καπνούς, μικροοργανισμούς κ.λπ.

**β)** Η διαδικασία ανανεώσεως του αέρα των κλειστών χώρων με την προσθήκη "νωπού" αέρα, ο οποίος παραλαμβάνεται από το φυσικό περιβάλλον. Ο εξωτερικός

αυτός αέρας, πριν εισαχθεί στον χώρο υφίσταται επεξεργασία, η οποία εξαρτάται από την καθαρότητα του και τις ανάγκες του χώρου.

Η διαδικασία "επεξεργασίας" του αέρα με στόχο τη βελτίωση της ποιότητος του, ανάλογα με τις ανάγκες και τις διαθέσιμες συσκευές, μπορεί παράλληλα να περιλαμβάνει θερμοκρασιακή βελτίωση και ύγρανση (προσθήκη υγρασίας) ή αφύγρανση (αφαίρεση υγρασίας). Υπενθυμίζεται εδώ ότι οι απαιτήσεις σε αερισμό, εξαρτώνται από τη χρήση του κάθε χώρου, τον αριθμό των ατόμων και τη δραστηριότητα τους στον χώρο, καθώς και από τον αριθμό των καπνιζόντων.



Εικ.9.2: Τυπικές διατάξεις προσαγωγής επεξεργασμένου αέρα (αερισμός, θέρμανση, κλιματισμός) από το δάπεδο.

α) Παραλαβή νωπού αέρα από το περιβάλλον, "επεξεργασία" και προσαγωγή από το στόμιο στο δάπεδο. Η μικρή υπερπίεση που δημιουργείται στον χώρο, "διώχνει" αέρα

του χώρου στο περιβάλλον από το άνοιγμα στην αντίθετη πλευρά του χώρου, κοντά στο δάπεδο.

β) Κυκλοφορία "επεξεργασμένου" αέρα σε κλειστό κύκλωμα.

γ) Μεικτό σύστημα με ρυθμιζόμενη παραλαβή νωπού αέρα και μερική ανακυκλοφορία.

#### 1.4.4 Φίλτρα Καθαρισμού του Αέρα

Για τον καθαρισμό του αέρα από σωματίδια, σκόνες, οσμές, ακόμη και μικροοργανισμούς, χρησιμοποιούνται ειδικά φίλτρα, τοποθετημένα κάθετα ή υπό γωνία ως προς τη ροή του αέρα. Μια πολύ βασική ιδιότητα των φίλτρων είναι η "ικανότητα συγκρατήσεως σκόνης", ή κατ' άλλους, ο "βαθμός αποκονιώσεως" ή "βαθμός διαχωρισμού", που είναι ο λόγος της ποσότητας σκόνης που κρατήθηκε από ένα φίλτρο, προς τη συνολική ποσότητα που περιείχε ο αέρας που πέρασε από αυτό.

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

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

#### Άλλα χαρακτηριστικά μεγέθη των φίλτρων αέρα είναι:

➡ Η απόδοση, δηλαδή η ικανότητα του φίλτρου να αφαιρεί σωματίδια από τον διερχόμενο αέρα, πρέπει να είναι η ίδια σε όλη την επιφάνεια του φίλτρου και η μέση τιμή της, κατά την προσδοκώμενη ζωή ενός φίλτρου, είναι εκείνη που χαρακτηρίζει το φίλτρο, για τις περισσότερες εφαρμογές.

➡ Η αντίσταση, δηλαδή η πτώση της στατικής πίεσεως κατά τη διέλευση του αέρα από το φίλτρο, για δεδομένη παροχή αέρα. Προσδιοριστικές για κάθε φίλτρο θεωρούνται δύο χαρακτηριστικές τιμές της αντιστάσεως του



φίλτρου: Η πρώτη, η "αρχική αντίσταση" αναφέρεται στην πτώση στατικής πίεσεως, όταν είναι τελείως καθαρό το φίλτρο. Η δεύτερη, η "τελική αντίσταση" αναφέρεται στην τιμή η οποία μετράται όταν ολοκληρωθεί η διαρκεί ζωής του φίλτρου και έλθει η στιγμή της αντικαταστάσεως ή του καθαρισμού του.

Η επιλογή του κατάλληλου φίλτρου σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από:

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

Η απόδοση του φίλτρου σε συνδυασμό με το αρχικό κόστος (προμήθεια και εγκατάσταση) και το λειτουργικό κόστος (καθαρισμός, αντικατάσταση μερική ή ολική), είναι πάντως οι κύριοι παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν πολύ προσεκτικά. Η καλή λειτουργία των φίλτρων είναι σημαντικός παράγοντας ανέσεως, αλλά και συχνά αποτελεί ουσιώδη λειτουργική δαπάνη. Τα συνηθέστερα είδη φίλτρων διακρίνονται σε στατικά, αυτόματα, ηλεκτροστατικά, υψηλής αποδόσεως και φίλτρα ενεργού άνθρακα.

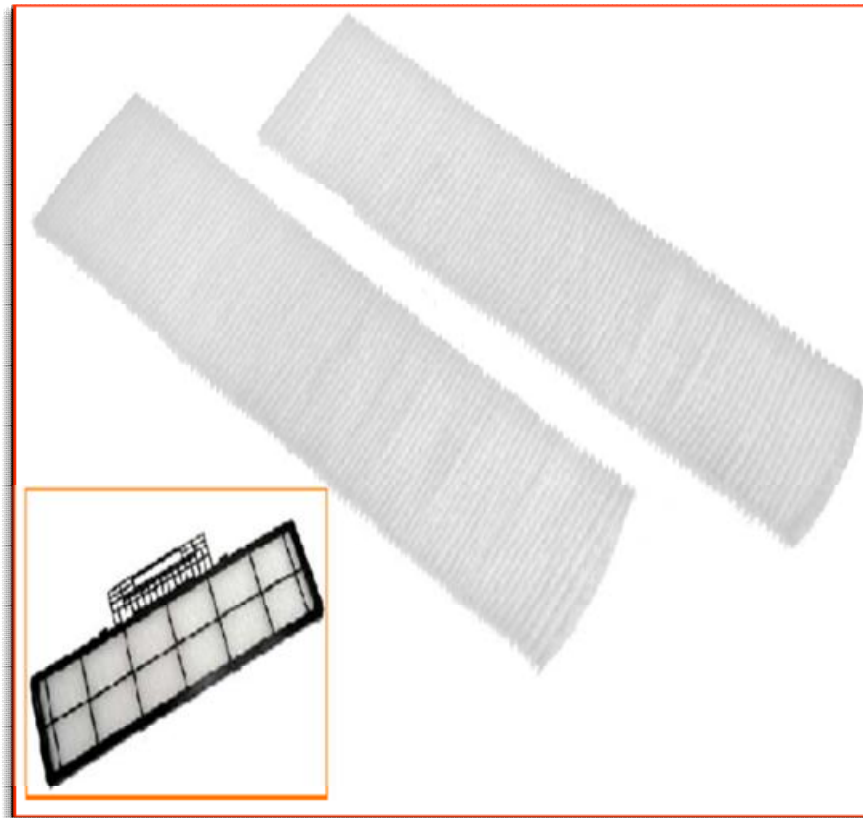
#### 1.4.4.1 Στατικά Φίλτρα

Τα στατικά φίλτρα χρησιμοποιούνται σε μικρά συστήματα με παροχές μέχρι και  $5 \text{ m}^3/5$  ( $18000 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Κατασκευάζονται σε διάφορες διαστάσεις και λειτουργούν σε μετωπικές ταχύτητες του αέρα από 1 μέχρι  $2,5 \text{ m/s}$ . Στην εικ.11.2 φαίνονται διάφοροι τύποι φίλτρων.

Διακρίνονται σε:

- a) Φίλτρα εμποτισμένα με λάδι,

- b) Ξηρά φίλτρα πλενόμενου τύπου,
- c) Ξηρά φίλτρα αντικαθιστώμενα (εικ. 11.1) και
- d) Φίλτρα μιας χρήσεως.

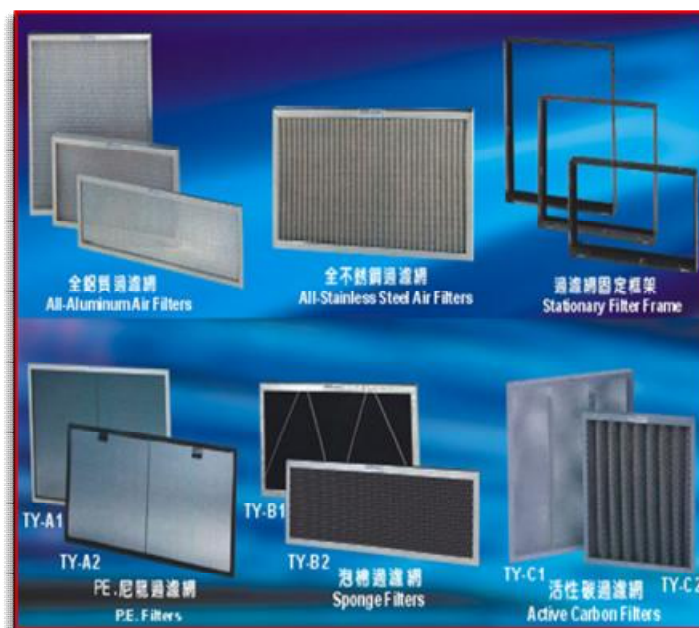


*Εικ.11.1: Φίλτρο από πεπιεσμένο υλικό μετά πλαισίου.*

#### **1.4.4.2 Αυτόματα Φίλτρα Αέρα**

Τα αυτόματα φίλτρα είναι όμοια με τα προηγούμενα ως προς τα υλικά συγκρατήσεως, τη δράση και την απόδοση, αλλά χαρακτηρίζονται από την αυτόματη διαδικασία καθαρισμού ή προωθήσεως τους, κατά τρόπον ώστε στην περιοχή ροής του αέρα να αντιστοιχεί συνεχώς καθαρό τμήμα του φίλτρου (εικ.11.2 , 11.3). Ως προς τον τρόπο προωθήσεως τους διακρίνονται σε κυλιόμενα φίλτρα εμποτισμένα με λάδι και φίλτρα μορφής ταινίας (ή ρόλου) από γυάλινες ή πλαστικές ίνες ή χαρτί. Τα αυτόματα φίλτρα μπορούν να λειτουργήσουν σε μεγαλύτερες μετωπικές ταχύτητες αέρα (2 - 2,75 m/s) και διακρίνονται σε:

- a. Αυτόματα φίλτρα αέρα με λάδι
- b. Αυτόματα φίλτρα ξηρού τύπου
- c. Ηλεκτροστατικά φίλτρα αέρα.
- d. Απόλυτα φίλτρα αέρα
- e. Φίλτρα ενεργού άνθρακα
- f. Φίλτρα πολλών βαθμίδων



Εικ.11.2: Τυποποιημένα πλαίσια και πλέγματα προστασίας για τον καθαρισμό του αέρα. Το πλέγμα προστασίας του φίλτρου βρίσκεται πάντοτε από την πλευρά προσαγωγής του αέρα.



*Σχ.11.3: Πτυχωμένα φίλτρα αέρος, εκτεινόμενης επιφάνειας. μετά πλαισίου.*

## 1.5. Στοιχεία Ψυχομετρίας

### 1.5.1 Στοιχεία Κλιματικής Επεξεργασίας Του Αέρα

Η επεξεργασία του αέρα στην κεντρική μονάδα, έχει σαν στόχο να επιτύχει θερμοκρασία, υγρασία και καθαρότητα τέτοιας στάθμης, ώστε κατά την προσαγωγή και ανάμιξη του κλιματισμένου αέρα με τον αέρα του χώρου, να προκύπτουν συνθήκες κλιματιστικής ανέσεως. Η θερμοδυναμική μελέτη των μεταβολών των δεδομένων θερμοκρασίας και υγρασίας πραγματικού αέρα (δηλαδή αέρα που περιέχει υγρασία), κατά τη διαδικασία της κλιματικής επεξεργασίας του, είναι αρκετά πολύπλοκη και η θεωρητική της εξέταση γίνεται σε ειδικά κεφάλαια της θερμοδυναμικής. Στη μελέτη κλιματισμού είναι απαραίτητη η γνώση της σχετικής θεωρίας, όπως και η πρακτική χρήση των λεγόμενων "ψυχομετρικών διαγραμμάτων", τα οποία αποτυπώνουν αυτές τις μεταβολές και επιταχύνουν τους υπολογισμούς, σε συνδυασμό (ή όχι) με τους πίνακες των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του αέρα (ή και άλλων ρευστών στην περίπτωση των εναλλακτών θερμότητας).

### 1.5.2 Γενικές Αρχές

Για την καλύτερη κατανόηση των μεταβολών της καταστάσεως του αέρα στις κλιματιστικές μονάδες αλλά και στους κλιματιζόμενους χώρους, είναι ανάγκη να γίνει υπενθύμιση μερικών βασικών εννοιών και να αναφερθούν μερικές γενικές

πληροφορίες για τους πίνακες "υγρού αέρα", τους πίνακες "ψυκτικών ρευστών" τους πίνακες θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών του νερού, και τα σχετικά διαγράμματα, πριν εξηγήσουμε τη χρήση ψυχομετρικών διαγραμμάτων.

### 1.5.3 Βασικοί Ορισμοί

Για τη μελέτη και κατανόηση των ψυχομετρικών διαγραμμάτων, είναι ανάγκη να γίνει υπενθύμιση \* (με αλφαβητική σειρά) των ακόλουθων ορισμών:

1. **Αδιαβατική διαδικασία:** Η θερμοδυναμική διαδικασία κατά την οποία δεν υπάρχει ροή θερμότητας προς το περιβάλλον, δηλαδή δεν παρατηρείται ούτε κόστος (απώλεια) ούτε κέρδος στην ολική θερμότητα. Η θερμότητα του συστήματος απλώς μεταβάλλεται από αισθητή σε λανθάνουσα θερμότητα ή από λανθάνουσα σε αισθητή.
2. **Αισθητή θερμότητα:** Είναι η θερμότητα η οποία μεταβάλλει τη θερμοκρασία του αέρα, χωρίς να αλλάζει το περιεχόμενο του σε υγρασία. Η θερμότητα που προστίθεται στον αέρα από ένα θερμικό εναλλάκτη (με σερπαντίνα π.χ.), αποτελεί ένα παράδειγμα της αισθητής θερμότητας.
3. **Ειδικός όγκος:** Ο όγκος του αέρα ανά μονάδα μάζας. Για παράδειγμα, ορισμένος όγκος μπορεί να εκφραστεί σε ανά Kg ξηρού αέρα ( $m^3/Kg \Xi.A.$ ). Η αντίστροφη τιμή των  $m^3$  ανά Kg, δηλαδή η πυκνότητα, χρησιμοποιείται συχνά και αποτελεί τη μάζα ανά  $m^3$ . Για παράδειγμα, ο ειδικός όγκος  $0,90 m^3/Kg \Xi.A.$  έχει μια πυκνότητα  $1/0,90$  ή  $1,11 Kg/m^3 \Xi.A.$
4. **Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου (DB ή  $\Xi.\Theta.$ ):** Η θερμοκρασιακή ένδειξη κοινού θερμομέτρου.
5. **Θερμοκρασία σημείου υγροποίησης:** Η θερμοκρασία κατά την οποία οι υδρατμοί που περιέχονται στον αέρα αρχίζουν να σχηματίζουν σταγονίδια και εγκαθίστανται ή συμπυκνώνονται σε επιφάνειες που είναι ψυχρότερες από τον αέρα. Όσο περισσότερη υγρασία περιέχει ο αέρας, τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του σημείου υγροποίησης. Όταν είναι γνωστές οι θερμοκρασίες υγρού και ξηρού θερμομέτρου του αέρα, η θερμοκρασία του σημείου υγροποίησης μπορεί να "σημειωθεί" (να εντοπιστεί ως τιμή γραμμών) στο ψυχομετρικό διάγραμμα.

6. **Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου (WB ή Υ.Θ):** Είναι η ένδειξη της θερμοκρασίας σε ένα θερμομέτρο όπου ο θάλαμος υδραργύρου περιτυλίγεται με ένα υγρό φυτίλι και βρίσκεται υπό την επίδραση ροής αέρα με ταχύτητα 900 ft/min (περίπου 4,6 m/s) κατά μήκος του φυτιλιού (σχ.12.1). Η εξάτμιση του νερού προκαλεί ένδειξη της θερμοκρασίας χαμηλότερη από τη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου, κατά ένα ποσό ανάλογο με το περιεχόμενο του αέρα σε υγρασία. Η μείωση της θερμοκρασίας ορισμένες φορές ονομάζεται "φαινόμενο εξατμίσεως". Όταν οι ενδείξεις σταματούν να πέφτουν, η ένδειξη που προκύπτει είναι η θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου. Οι θερμοκρασίες υγρού και ξηρού θερμομέτρου είναι οι ιδιότητες του αέρα που μπορούν εύκολα να μετρηθούν. Όταν είναι γνωστές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό άλλων ιδιοτήτων του αέρα, με τη βοήθεια ενός ψυχομετρικού διαγράμματος.
7. **Ισοθερμοκρασιακή διαδικασία:** Η διαδικασία κατά την οποία δεν υπάρχει μεταβολή στη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου.
8. **Κορεσμός:** Είναι μια κατάσταση (θερμοκρασία και πίεση) στην οποία ο αέρας δεν μπορεί να συγκρατήσει περισσότερη υγρασία.
9. **Λανθάνουσα θερμότητα:** Είναι η θερμότητα που χρειάζεται για τη μεταβολή του νερού σε υδρατμό, χωρίς να μεταβληθεί η θερμοκρασία ή η πίεση. Η λανθάνουσα Θερμότητα λέγεται και "Θερμότητα ατμοποίησης". Όταν το νερό ατμοποιείται, απορροφά θερμότητα η οποία γίνεται λανθάνουσα θερμότητα. Όταν ο ατμός συμπυκνώνεται, απελευθερώνεται η λανθάνουσα θερμότητα, αποδίδοντας συνήθως αισθητή Θερμότητα.
10. **Ολική θερμότητα (ενθαλπία):** Το ποσόν αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας εκφρασμένο σε kilojoules (Kj) ανά μονάδα μάζας του αέρα. Η ολική θερμότητα, η ενθαλπία, συνήθως μετράται με αφετηρία τους 0 °C για τον αέρα, όπως φαίνεται στα σχετικά ψυχομετρικά διαγράμματα.
11. **Περιεχόμενο σε υγρασία:** (Αναλογία υγρασίας): Είναι το ποσόν του νερού που περιέχεται σε μία μονάδα μάζας ξηρού αέρα. Συνήθως εκφράζεται σε Kg/Kg Ξ.Α.
12. **Πυκνότητα του αέρα:** Η μάζα του αέρα ανά μονάδα όγκου.
13. **Σχετική υγρασία (H):** Είναι ο λόγος του ποσού υγρασίας που περιέχεται στον αέρα, προς το μέγιστο ποσόν υγρασίας που μπορεί να έχει ο αέρας στην ίδια θερμοκρασία και πίεση (αν βρισκόταν σε κατάσταση κορεσμού). Δηλαδή η σχετική υγρασία εκφράζεται σε ποσοστό κορεσμού. Για παράδειγμα, ο αέρας με

σχετική υγρασία 35% έχει 35 % της μέγιστης ποσότητας υγρασίας (περίπτωση κορεσμού) που θα μπορούσε να έχει σε αυτή τη θερμοκρασία και πίεση.

14. *Joule (j)*: Η μονάδα μετρήσεως για την ενέργεια, το έργο με την θερμότητα. Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I = System International) χρησιμοποιεί το joule σαν μονάδα θερμότητας. Ορίζεται ως η ποσότητα της οποίας 4,2 μονάδες αυξάνουν τη θερμοκρασία ενός g νερού κατά ένα Kelvin (δηλαδή  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ j}$ ).
15. *Ψυχρόμετρο*: Είναι μια συσκευή (σχ.12.2), που χρησιμοποιείται συχνά για τη μέτρηση της θερμοκρασίας υγρού θερμομέτρου (WB ή Υ.Θ.). Αποτελείται από δύο όμοια θερμομέτρα προσαρμοσμένα σε κοινή βάση. Η βάση είναι στερεωμένη σε έναν άξονα που καταλήγει σε λαβή, έτσι ώστε να μπορεί να στροβιλίζεται στον αέρα. Το ένα θερμομέτρο μετράει τη θερμοκρασία ξηρού

θερμομέτρου. Το σφαιρικό δοχείο του άλλου θερμομέτρου τυλίγεται με ένα φυτίλι εμποτισμένο σε νερό. Το θερμομέτρο αυτό μετράει τη θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου. Ορισμένα μοντέλα παρέχουν μια κατασκευή κυλιόμενου κανόνα, που επιτρέπει τη μεταβολή των ενδείξεων της θερμοκρασίας υγρού και ξηρού θερμομέτρου σε σχετική υγρασία. Παρ' όλο που χρησιμοποιούνται συχνά, τα ψυχρόμετρα μπορεί να δώσουν ανακριβείς μετρήσεις (ειδικά σε χαμηλές σχετικές υγρασίες), εξ' αιτίας διαφόρων παραγόντων, όπως ανεπαρκής ροή αέρα μέσα από το φυτίλι του υγρού δοχείου του θερμομέτρου, υπερβολική ύγρανση του φυτιλιού από μία συνεχόμενη ροή νερού, λάθος καλιμπράρισμα του θερμομέτρου και ανθρώπινο σφάλμα. Για πιο ακριβείς μετρήσεις, ειδικά σε συνθήκες μικρών σχετικών υγρασιών, συνιστάται η χρησιμοποίηση μηχανοποιημένων ψυχρομέτρων.



*Εικ. 12.1: Διπλά Θερμόμετρα τα οποία είναι ικανά να μετρήσουν θερμοκρασία ξηρού βολβού και θερμοκρασία υγρού βολβού. (στην δεξιά πλευρά μετράται η Θ.Υ.Β και στην αριστερή η Θ.Ξ.Β )*

16. **Ψυχομετρικά διαγράμματα:** Είναι γραφικές παραστάσεις των θερμοδυναμικών ιδιοτήτων του αέρα. Συνήθως αναφέρονται σε μικρές περιοχές θερμοκρασίας και διάφορες ατμοσφαιρικές ή άλλες πιέσεις, ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται.

Η ASHRAE π.χ. έχει σχεδιάσει 7 διαφορετικά ψυχομετρικά διαγράμματα για τον αέρα κλιματισμού:

1. **Διάγραμμα Νο 1** - Φυσιολογικές θερμοκρασίες (σχ.12.3), από 0 έως 50 °C (μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο του όταν δεν αντιμετωπίζονται θερμοκρασίες ψύχους).



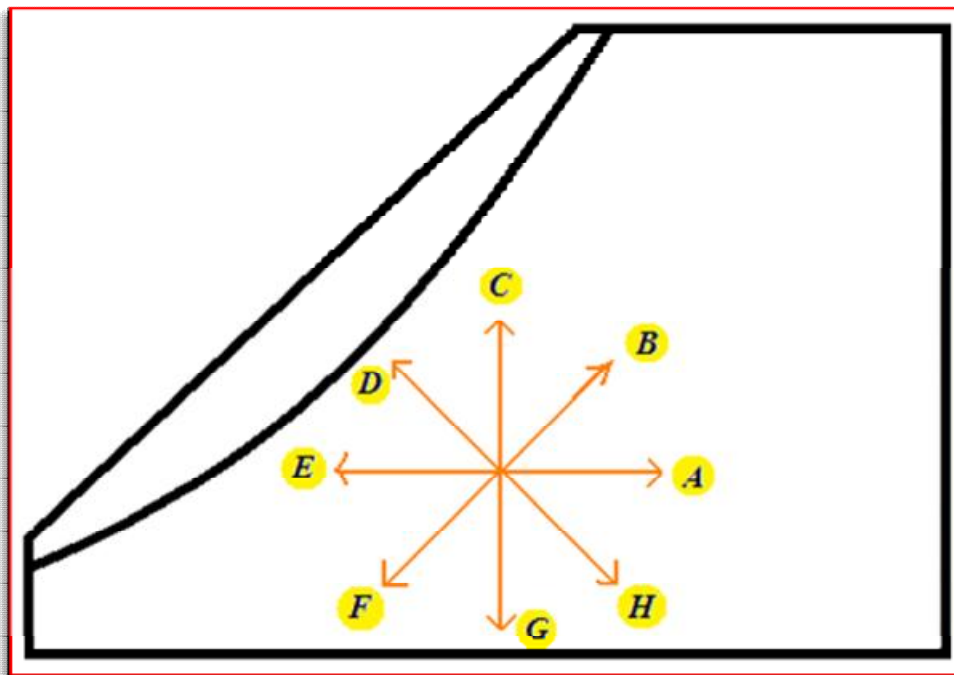
2. *Διάγραμμα No 2* - Χαμηλές θερμοκρασίες από -40 έως 10 °C: (είναι πολύ χρήσιμο, ειδικά σε τοποθεσίες με ψυχρότερες Θερμοκρασίες. Για την εφαρμογή του διαγράμματος σε ένα χαμηλό πεδίο θερμοκρασιών σε ένα σύστημα HVAC (,ορισμένες από τις τιμές σχεδιάζονται στο διάγραμμα No 2 και οι πληροφορίες που παίρνουμε μεταφέρονται στο διάγραμμα No 1).
3. *Διάγραμμα No 3* - Υψηλές θερμοκρασίες από 10 έως 100 °C
4. *Διάγραμμα No 4* - Πολύ υψηλές θερμοκρασίες, από 100 έως 200 °C
5. *Διάγραμμα No 5* - Φυσιολογικές θερμοκρασίες σε υψόμετρο 750 m επάνω από την επιφάνεια της Θάλασσας, από 0 έως 50 °C



Εικ.12.2: Ψυχρόμετρα, για τη μέτρηση θερμοκρασίας υγρού , και ξηρού βολβού.

1. *Διάγραμμα Νο 6* - Φυσιολογικές θερμοκρασίες σε υψόμετρο 1500 m επάνω από την επιφάνεια της Θάλασσας, από 0 έως 50 °C :
2. *Διάγραμμα Νο 7* - Φυσιολογικές θερμοκρασίες σε υψόμετρο 2250 m επάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, από 0 έως 50 °C.

Είναι αυτονόητο, ότι πλήθος άλλων ψυχομετρικών διαγραμμάτων έχει σχεδιαστεί από ερευνητικές οργανώσεις και κατασκευαστές, με αναφορές στον υγρό αέρα και τα ψυκτικά ρευστά.



Σχ.12.1: Συνοπτική παρουσίαση των βασικών θερμοδυναμικών διεργασιών και μεταβολών σε κλιματιζόμενο αέρα, όπως αυτές εμφανίζονται στα ψυχομετρικά διαγράμματα. Τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση προς την οποία εξελίσσεται η διαδικασία.

Σημείο Α : μόνο θέρμανση - στοιχείο ατμού ή ζεστού νερού

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

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

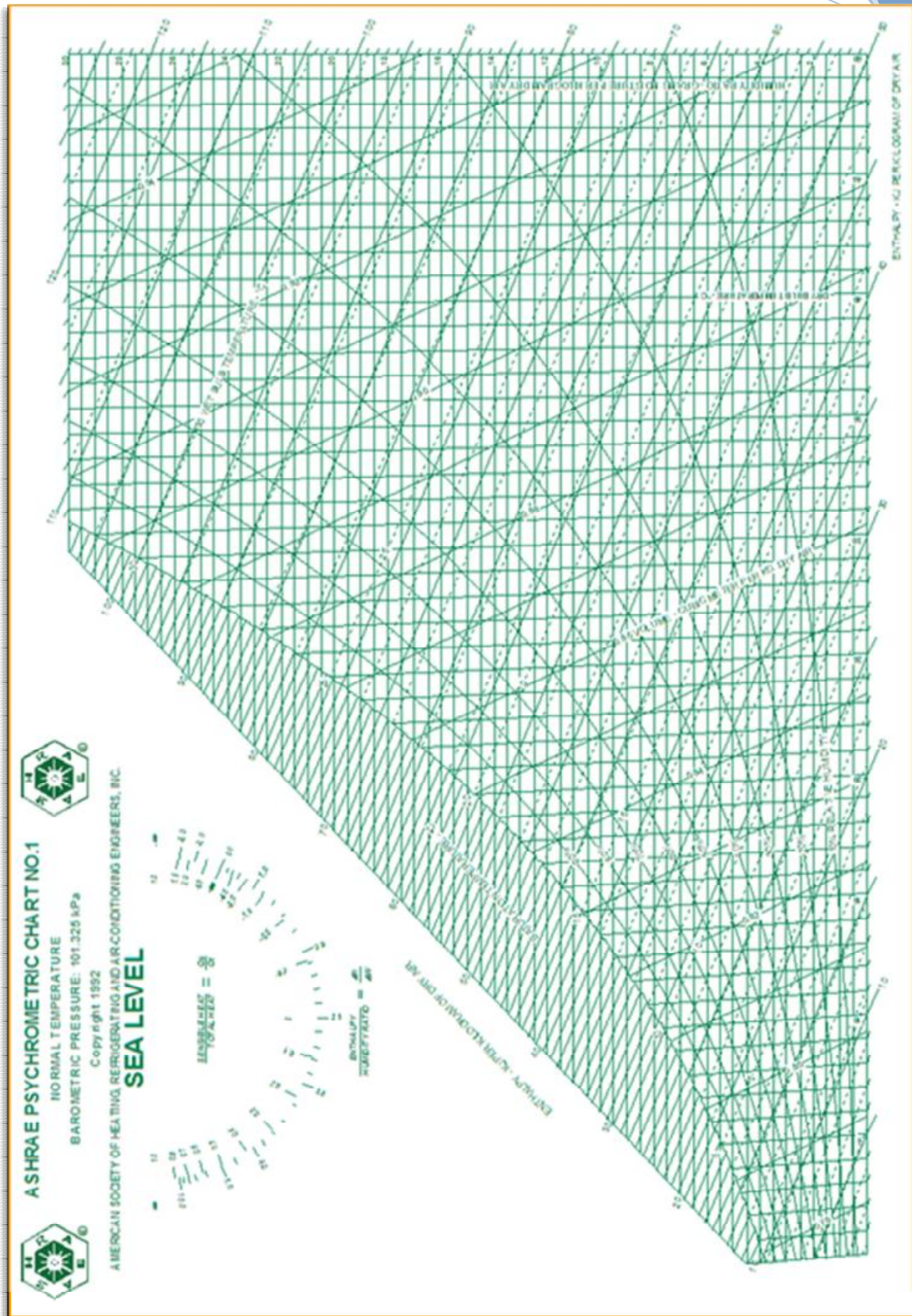
Σημείο D : ψύξη και ύγρανση - σύστημα καθαρισμού

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

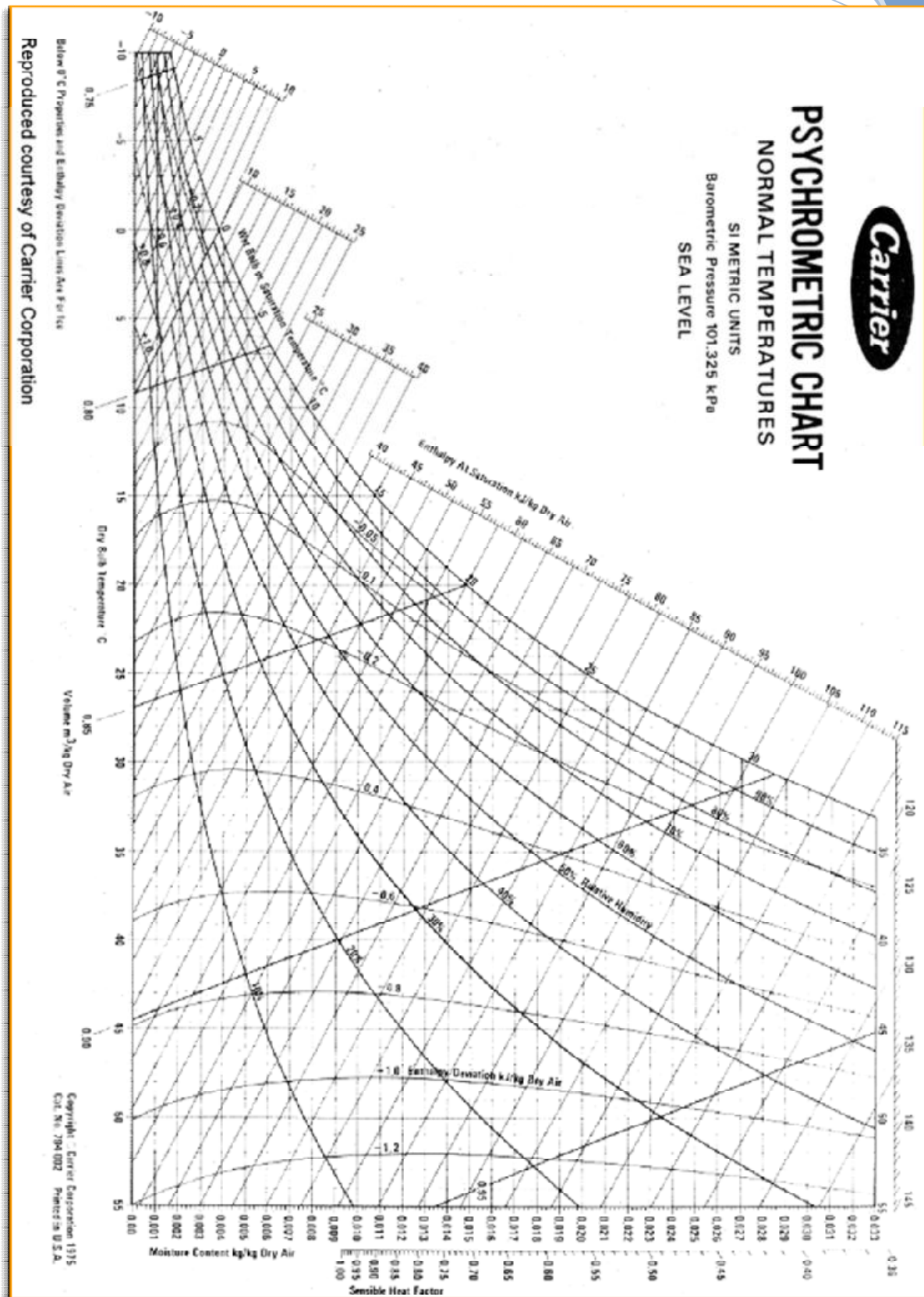
Σημείο F : ψύξη και ξήρανση - σύστημα καθαρισμού παγωμένου νερού

Σημείο G : μόνο ξήρανση - δεν είναι πρακτικό

Σημείο H: θέρμανση και ξήρανση- Χημικός ξηραντήρας



Εικ.12.3: Ψυχομετρικό διάγραμμα της ASHRAE (Nº 1).



Εικ. 12.4: Ψυχομετρικό διάγραμμα της Carrier για θερμοκρασίες από -10°C έως 55 °C .

## 1.6. Στοιχεία Μελέτης Των Εγκαταστάσεων Κλιματισμού

### 1.6.1 Συνθήκες Σχεδιασμού Θερινού Κλιματισμού

Για τον κλιματισμό, "θερινή περίοδος" είναι το χρονικό διάστημα του έτους κατά το οποίο, η ανάγκη δημιουργίας συνθηκών ανέσεως, επιβάλλει την απομάκρυνση ποσοτήτων θερμότητας (θερμικά φορτία) από τους κλιματιζόμενους χώρους. Για τη χώρα μας ως "θερινή περίοδος" ορίζεται το χρονικό διάστημα από 1/6 μέχρι και 30/9, δηλαδή 122 ημέρες (= 2.928 h). Είναι εκ πείρας γνωστό, ότι ούτε το σύνολο των ωρών κάθε ημέρας, ούτε όλες τις ημέρες αυτής της περιόδου χρειάζεται κλιματισμός στις περισσότερες περιοχές της χώρας μας. Δηλαδή χρονικό διάστημα πολύ μικρότερο των 2.928 ωρών είναι αναγκαίο να λειτουργήσει μια κλιματιστική εγκατάσταση κατά τη θερινή περίοδο. Με εξαίρεση κάποια νοσοκομεία και ξενοδοχεία, οι πραγματικές ανάγκες περιορίζονται σε πολύ λιγότερες ώρες. Η πρώτη απόφαση του μελετητή θερινού κλιματισμού, σχετίζεται με την ικανότητα της εγκαταστάσεως να αντιμετωπίσει ακραίες θερμοκρασιακές καταστάσεις. Αν δηλαδή η πιθανότητα ανεπάρκειας της εγκαταστάσεως για την επίτευξη της ακριβούς τιμής επιθυμητής θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους θα είναι 1%, 2,5% ή 5%. Όπως και αλλού αναφέραμε, σε συνήθεις εγκαταστάσεις η τιμή 2,5% κρίνεται πλήρως ανεκτή.

Στο σημείο αυτό η πρόταση της Τ.Ο.ΤΕΕ 2425 είναι διαφορετική. Συγκεκριμένα αναφέρει:

"Δεν συνιστάται η χρησιμοποίηση 2,5% και 5%. Είναι δε προφανές ότι θα ήταν χρήσιμες σε περιπτώσεις όπου για ημέρες με δυσμενείς εξωτερικές συνθήκες, επιτρέπονται αποκλίσεις των εσωτερικών συνθηκών. Είναι όμως προτιμότερο, να καθορίζεται ευρύτερο δεκτό όριο αποκλίσεων των εσωτερικών συνθηκών και να υπολογίζεται η εγκατάσταση με τις εξωτερικές συνθήκες σχεδιασμού 1%. Η μεθόδευση αυτή οδηγεί σε ακριβέστερη απεικόνιση των διεργασιών της εγκαταστάσεως σε συνθήκες πλήρους φορτίου και των αποτελεσμάτων που περιμένουμε από αυτήν, και αποφυγή περιπτώσεων και άστοχων μεγεθύνσεων ασφαλείας, σε στοιχεία των μηχανημάτων, εξοπλισμού και δικτύων".

Αν και τα παραπάνω φαίνονται περισσότερο "τεχνολογικά" σωστά, θα μπορούσαμε να πούμε πως έχει αρκετά μειονεκτήματα (των οποίων η ανάλυση δεν κρίνεται σκόπιμη για την εργασία αυτή).

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η αποδοχή ευρύτερα δεκτού ορίου αποκλίσεων από τις θεσμοθετημένες συνθήκες ανέσεως π.χ., εκθέτει τον μηχανικό - μελετητή σε εύκολη κριτική, σε περιπτώσεις οποιασδήποτε αστοχίας της εγκαταστάσεως. Ακόμη, κατά την άποψη πολλών μελετητών, ο σχεδιασμός με τις συνθήκες των θεσμοθετημένων προδιαγραφών με αποδοχή αστοχίας 2,5%, οδηγεί σε εγκαταστάσεις των οποίων η πρόσκαιρη αδυναμία πλήρους ανταποκρίσεως, διαρκεί για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα.

Πάντως οι μελετητές κάπως μεγαλύτερων εγκαταστάσεων, καλό είναι να μελετήσουν με προσοχή την 1.5.1. της Τ.Ο.ΤΕΕ 2425 και συνειδητά να προχωρήσουν (ανάλογα με το είδος της εγκαταστάσεως που μελετούν), στην επιλογή της ανεκτής πιθανότητας ανεπάρκειας της (1, ή 2,5 ή 5%).

### 1.6.2. Παραδοχές Και Φόρτια Θερινού Κλιματισμού

Όπως αναφέρθηκε ήδη, για τον υπολογισμό των θερμικών φορτίων ενός χώρου, πρέπει να εξεταστεί και να υπολογιστεί ή επιλεγεί μια μεγάλη σειρά παραμέτρων. Χαρακτηριστικά φαίνεται η πληθώρα των παραμέτρων αυτών στο έντυπο υπολογισμού θερμικών κερδών. Το έντυπο αυτό, γνωστό ως "Φύλλο Σημειώσεων Μελετητή Κλιματιστικής Εγκαταστάσεως" πρέπει να συμπληρωθεί για κάθε χώρο που θα κλιματιστεί και να δίνει πληροφορίες για:

- α) τα δομικά χαρακτηριστικά και τη φύση της κατασκευής (τοίχοι, δάπεδα, οροφές, ανοίγματα, κ.ά.),
- β) τη γεωμετρία του χώρου (θέση και διαστάσεις κάθε στοιχείου), τη χρήση του χώρου,
- γ) την παραμονή, διαμονή ή εργασία ανθρώπων (γενικά ζώντων οργανισμών) σ'αυτόν,
- δ) τα θερμικά φορτία τα οποία προκύπτουν από τη διέλευση και λειτουργία δικτύων και αγωγών (θέρμανση, φωτισμός, δίκτυα νερού, ψυχρών ή θερμών ρευστών, κ.α.),
- ε) τη λειτουργία μηχανών, συσκευών, και

στ) την επίδραση του προσανατολισμού και ειδικότερα της ηλιακής ακτινοβολίας. Ακόμη στο έντυπο αναγράφονται οδηγίες και περιορισμοί που αναφέρονται σε ειδικές απαιτήσεις, που σχετίζονται με τη λειτουργικότητα του χώρου και τις διελεύσεις των δικτύων του κλιματισμού (π.χ. αεραγωγοί).

Αν και τα αναφερόμενα στο έντυπο στοιχεία φαίνονται κάπως υπερβολικά, ο νέος μελετητής δεν πρέπει να παραγνωρίσει ως επουσιώδεις κάποιους παράγοντες, γιατί μπορεί να οδηγηθεί σε σοβαρά σφάλματα. Μια πολύ συχνή αιτία σφαλμάτων, ιδίως όταν τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση προγραμμάτων Η/Υ, είναι ότι θεωρούνται ως όμοιοι χώροι και ομαδοποιούνται αίθουσες, χωρίς να επισημανθούν προσεκτικά οι πιθανές διαφορές τους (διαφορές θέσεως, ύψους, χρήσεως, περιεχομένου). Όσο και αν φαίνεται σχολαστικό, ο μελετητής κλιματιστικής εγκατάστασης σ' αυτή την πρώτη φάση, είναι αναγκασμένος να αποφεύγει τις απλουστεύσεις, γενικεύσεις και ομαδοποιήσεις, εκτός βέβαια αν είναι βέβαιος ότι η εμπειρία του το επιτρέπει. Οι "απώλειες" που πρέπει να υπερνικηθούν για να προσεγγισθούν οι συνθήκες ανέσεως σ' ένα χώρο, διακρίνονται συνήθως σε απώλειες που οφείλονται σε αίτια που βρίσκονται μέσα στον χώρο και σε απώλειες οι οποίες οφείλονται σε αίτια που βρίσκονται στο εξωτερικό περιβάλλον ή το κέλυφος του χώρου.

Τα αίτια αυτά, περί "θερινού" κλιματισμού χαρακτηρίζονται ως ανεπιθύμητα "θερμικά κέρδη", και διακρίνονται σε :

### 1. Εξωτερικά θερμικά φόρτια

- a. Άμεση και δι' αγωγής μεταφερόμενη ηλιακή ακτινοβολία, από ηλιοφανή παράθυρα.
- b. Μεταφορά θερμότητας μέσω τοιχωμάτων, θυρών, παραθύρων κ.λπ., λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού αέρα.
- c. Μεταφορά θερμότητας λόγω άμεσης προσβολής (υπερθερμάνσεως) ηλιοφανών τοιχωμάτων ή άλλων στοιχείων του περιβλήματος της οικοδομής.



- d. Θερμικά κέρδη τα οποία οφείλονται στην εισροή θερμού αέρα, δια των ανοιγμάτων και χαραμάδων του χώρου.

## 2. Εσωτερικά θερμικά φόρτια

- a. Θερμικά κέρδη λόγω λειτουργίας του συστήματος ηλεκτροφωτισμού (θερμές πηγές φωτός).
- b. Θερμικά φορτία τα οποία οφείλονται στον φυσικό μεταβολισμό των ατόμων (ή άλλων ζωντανών οργανισμών) που βρίσκονται στον χώρο.
- c. Θερμικά φορτία τα οποία προκαλούνται εξ αιτίας της λειτουργίας θερμικών ή ηλεκτρικών ή ηλεκτρονικών μηχανών ή συσκευών, στον κλιματιζόμενο χώρο.
- d. Θερμικά φορτία τα οποία δημιουργούνται από άτομα ή μηχανές λόγω δραστηριοτήτων ή διαδικασιών παραγωγής έργου.

Τα αναφερόμενα ως θερμικά κέρδη λόγω εισόδου αέρα, φυσικού μεταβολισμού και ανθρώπινης δραστηριότητας αναλύονται (και εξετάζονται) ως κέρδη αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας. Η ακριβής εκτίμηση όλων των παραπάνω παραγόντων είναι πρακτικά αδύνατη, γιατί εξαρτάται από πολλούς μεταβλητούς παράγοντες. Η παρουσία π.χ. εργαζομένων ατόμων σ' ένα χώρο, καθώς και η ένταση της εργασίας κατά τις κρίσιμες ώρες που εμφανίζει αιχμή το θερμικό φορτίο, είναι δύσκολο να εκτιμηθούν με μεγάλη αξιοπιστία. Πρέπει όμως ο μελετητής να εκτιμήσει με ικανοποιητική προσέγγιση την τάξη μεγέθους, άρα και την τεχνική επίδραση κάθε παράγοντα, ώστε να αποδεχθεί σε κάθε περίπτωση κάποιες παραδοχές ή να επιμείνει σε δύσκολους και χρονοβόρους υπολογισμούς.

### 1.7. Αεραγωγοί Κλιματισμού

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

δαπανηρό τμήμα των εγκαταστάσεων κεντρικού κλιματισμού και η σωστή διαστασιολόγηση και κατασκευή τους επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα και το συνολικό κόστος της τελικής εγκατάστασης. Πρέπει επομένως να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των διαδρομών, τον υπολογισμό των διαστάσεων, την εκλογή των υλικών κατασκευής, συνδέσεως και στηρίξεως, τη διαδικασία τοποθέτησεως των αεραγωγών, τη σωστή συνεργασία τους με τα στόμια αέρα κ.α. Επειδή εξ άλλου κατά τη λειτουργία των αεραγωγών σημειώνεται τοπική συσσώρευση ρύπων (σε γωνίες, ενώσεις, κ.λπ.), πρέπει να προβλέπονται, ανά μικρές αποστάσεις, ανοίγματα καθαρισμού. Στα δίκτυα αερισμού και κλιματισμού η κίνηση του αέρα είναι εξαναγκασμένη με τη βοήθεια ενός ή περισσοτέρων ανεμιστήρων. Στην κίνηση του αέρα μέσα στους αεραγωγούς (είτε αυτή προκαλείται από ενεργό πίεση, είτε από υπερπίεση την οποία δημιουργεί ανεμιστήρας), αντιδρούν οι αντιστάσεις τριβής. Οι αντιστάσεις τριβής εξαρτώνται από την ταχύτητα ροής του αέρα, τη γεωμετρική μορφή (διαστάσεις, στενώσεις, καμπύλες, διακλαδώσεις κ.α.) και την ποιότητα της εσωτερικής επιφάνειας (τραχύτητα τοιχωμάτων) των αεραγωγών και δημιουργούν πτώση πίεσης του προσαγόμενου ή απαγόμενου αέρα.

### 1.7.1 Πτώση Πίεσεως Σε Ευθύγραμμους Αεραγωγούς Κυκλικής Διατομής

Οι απώλειες πίεσεως σε κυκλικής διατομής αεραγωγούς δίδεται από την σχέση των - D'Arcy - Weisbach :

$$\Delta p = \frac{f \times L \times V^2}{2 \times D \times g_c} \times \rho$$

$\Delta p$  : η απώλεια πίεσεως του αέρα (σε Pa)

$f$  : αδιάστατος συντελεστής τριβής Fanning

$L$  : το μήκος του αεραγωγού (σε m)

$D$  : η εσωτερική διάμετρος του αεραγωγού (σε m)

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

$\rho$  : η πυκνότητα του ρευστού (σε kg/m<sup>3</sup>)

$g_c: (= 1 \text{ (kg-m)/(N-s}^2\text{)})$  στο SI )

### 1.7.2 Πτώση Πίεσεως Σε Ευθύγραμμους Αεραγωγούς Ορθογωνικής Διατομής.

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

$$\Delta p = f \times \frac{L}{D_{\text{ισ}}} \times \frac{V^2}{2} \times \rho$$

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

$$D_{\text{ισ}} = 2 \times \frac{a \times b}{(a + b)}$$

### 1.7.3 Πτώση Πίεσεως Σε Στενώσεις, Διευρύνσεις, Διακλαδώσεις, Και Αλλαγή Της Διευθύνσεως Ροής.

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

Γενικά ισχύει η σχέση:

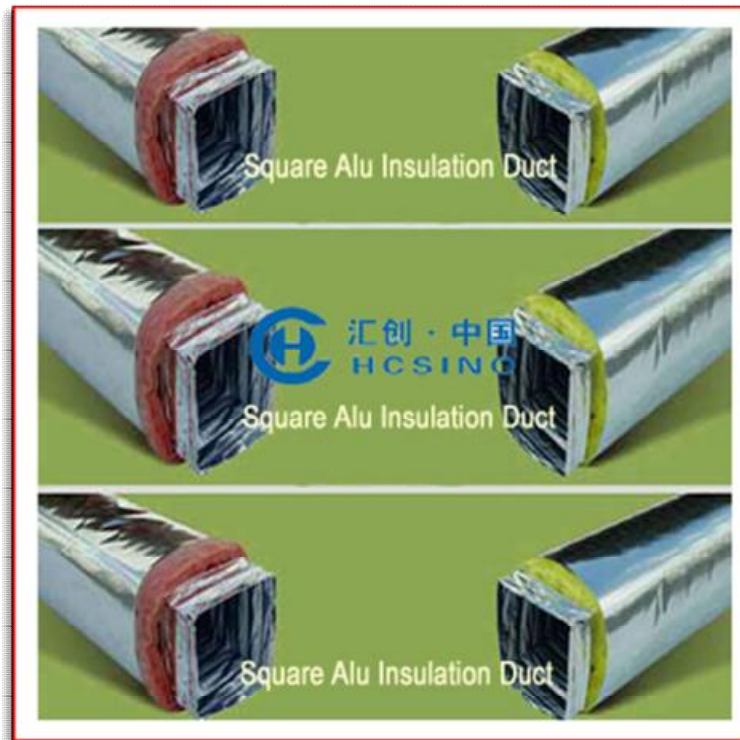
$$Z = \zeta (\rho/2) V^2 \quad (\text{σε } \text{N/m}^2 = \text{Pa})$$

Όπου:

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

Έτσι για να φθάσει ο αέρας στους κλιματιζόμενους χώρους πρέπει να εξασφαλιστεί υπερπίεση ικανή να καλύψει τις απώλειες τριβών και ακόμη να εκσφενδονίσει τον αέρα, από τα στόμια προσαγωγής. Την υπερπίεση αυτή προσφέρουν οι ανεμιστήρες της κύριας επεξεργασίας ή ανεμιστήρες διαφόρων κλάδων στα σημεία αναχωρήσεως του κλιματισμένου αέρα. Δηλαδή, σημείο εκκινήσεως του αέρα και των αεραγωγών προσαγωγής, είναι το πέρας της κεντρικής μονάδος επεξεργασίας και τελικό σημείο, οι χώροι. Αντίστοιχα οι αεραγωγοί προσαγωγής καταλήγουν στα στόμια προσαγωγής του αέρα, στους κλιματιζόμενους χώρους. Στο σύστημα επιστροφής ή απαγωγής του "μολυσμένου" αέρα, το δίκτυο αεραγωγών αρχίζει από τα στόμια παραλαβής και καταλήγει στα σημεία αποβολής του στην ατμόσφαιρα ή τον χώρο καθαρισμού και αναμείξεως του με νωπό αέρα (ανακυκλοφορία). Οι αεραγωγοί είναι συνήθως ορθογωνικής διατομής, (εικ. 14.1) για να εξυπηρετούνται στόχοι απλότητας της κατασκευής και καλύτερου αισθητικού αποτελέσματος. Πάντως σε πολλές περιπτώσεις προτιμώνται αεραγωγοί κυκλικής διατομής (εικ.14.2), ιδίως σε δίκτυα υψηλής πίεσεως, κυρίως γιατί είναι ευκολότερη η στεγανοποίηση, ομαλότερη η ροή (λιγότερος θόρυβος) και είναι απλούστερη η προκατασκευή. Όμως οι κυκλικοί αεραγωγοί αποτελούν πρόβλημα στους χώρους όπου το αισθητικό αποτέλεσμα έχει ιδιαίτερη σημασία ή υπάρχουν ειδικά προβλήματα χώρου (π.χ. ύψος ψευδοροφής).

Με αφετηρία την ταχύτητα του αέρα στους αεραγωγούς διακρίνονται τα δίκτυα σε χαμηλής ταχύτητας ή συμβατικά και σε δίκτυα υψηλής ταχύτητας. Ως προς την πίεση, τα δίκτυα αεραγωγών διακρίνονται σε χαμηλής, μέσης και υψηλής πίεσεως. Οι διακρίσεις αυτές αναφέρονται στην ολική πίεση, δηλαδή περιλαμβάνουν την πτώση πίεσεως από τη συσκευή κεντρικού κλιματισμού (συσκευή αναμείξεως νωπού και ανακυκλοφορούντος αέρα μέχρι και τα στόμια εξόδου. Δηλαδή αντιστοιχούν στην ολική πίεση την οποία πρέπει να υπερνικήσει ο ανεμιστήρας του δικτύου προσαγωγής.



Εικ.14.1: Αλουμινένιοι ορθογωνικής διατομής αεραγωγοί εμπορίου.



Εικ.14.2: Κυκλικής διατομής αεραγωγοί εμπορίου.



Οι ανωτέρω τρόποι υπολογισμού δίνουν αποτελέσματα διαφορετικού βαθμού ακρίβειας και οικονομικότητας για την όλη εγκατάσταση. Εξαρτάται από τις γνώσεις και την εμπειρία του μελετητή η δυνατότητα να επιλέξει για κάθε περίπτωση την πλέον κατάλληλη μέθοδο.

Σε γενικές αρχές, μπορούν να δοθούν οι ακόλουθες κατευθύνσεις:

**1. Η μέθοδος της σταθερής ταχύτητας χρησιμοποιείται:**

- a. Σε απλά δίκτυα χωρίς διακλαδώσεις.
- b. Σε δίκτυα απαγωγής στα οποία απαιτείται μια σταθερή ταχύτητα ροής, προς αποφυγή κατακαθήσεως σκόνης ή άλλων αιωρούμενων σωματιδίων.
- c. Σε μικρά τμήματα εκτεταμένων δικτύων, σε συνδυασμό με μια από τις άλλες μεθόδους (π.χ. στον κεντρικό κλάδο ενός δικτύου υψηλής ταχύτητας μέχρι του σημείου στο οποίο η πτώση θα λάβει μια ορισμένη, προκαθορισμένη τιμή κτλ).

**2. Η μέθοδος με σταθερή μείωση της ταχύτητας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί :**

Σε δίκτυα αεραγωγών προσαγωγής και επιστροφής αέρα με διακλαδώσεις, αλλά δεν συνιστάται η εφαρμογή της γιατί η ακρίβεια της εξαρτάται από τις γνώσεις και την εμπειρία του μελετητή, αφού βασίζεται σε διαδοχικές μειώσεις της ταχύτητας, οι οποίες επιλέγονται από τον μελετητή.

**3. Η μέθοδος με σταθερή πτώση πίεσεως, χρησιμοποιείται :**

Τόσο σε δίκτυα προσαγωγής, όσο και απαγωγής. Είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη μέθοδος και δίδει πολύ καλά αποτελέσματα σε κάπως συμμετρικά δίκτυα αεραγωγών ή δίκτυα των οποίων οι κλάδοι έχουν ίσο ή περίπου ίσο μήκος. Όταν υπάρχουν διαφορές στο μήκος, προβλέπονται κατάλληλα διαφράγματα ρυθμίσεων της ροής των κλάδων, οπότε και πάλι προκύπτουν ικανοποιητικά αποτελέσματα με τη μέθοδο σταθερής πτώσεως πίεσεως.

**4. Η μέθοδος υπολογισμού του δικτύου αεραγωγών με ανάκτηση της στατικής πίεσεως, χρησιμοποιείται**

Σε "μεγάλα" και "δύσκολα" δίκτυα. Δηλαδή δίκτυα εκτεταμένα και ασύμμετρα, δίκτυα αεραγωγών υψηλής ταχύτητας και κλάδους με σημαντικά διαφορετικό μήκος.

### **1.8. Στόμια Κλιματισμού**

Οι αεραγωγοί προσάγουν κλιματισμένο αέρα στους χώρους. Η τελική διαδικασία διανομής του αέρα, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες σε θέρμανση ή δροσισμό σύμφωνα με τις προδιαγραφές της κλιματικής ανέσεως, διενεργείται με τη βοήθεια ειδικού στοιχείου της κλιματιστικής εγκαταστάσεως, των στομίων προσαγωγής και απαγωγής αέρα. Οι τεχνικές, λειτουργικές και αισθητικές απαιτήσεις, οδήγησαν τους κατασκευαστές στη δημιουργία πολλών ειδών στομίων, τα οποία διαφέρουν στη μορφή, τις διαστάσεις και τον τρόπο λειτουργίας.

#### **1.8. 1 Στόμια Προσαγωγής Αέρα**

Ανάλογα με τη θέση στην οποία τοποθετούνται τα στόμια προσαγωγής αέρα, διακρίνονται σε στόμια οροφής, στόμια κατακόρυφων επιφανειών ή τοίχων και στόμια δαπέδου. Η σωστή εκλογή των στομίων προσαγωγής του αέρα, αποτελεί βασικό συντελεστή για την ικανοποιητική και πρακτικώς αθόρυβη λειτουργία μιας

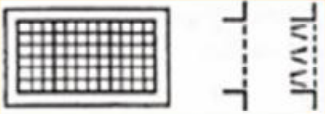

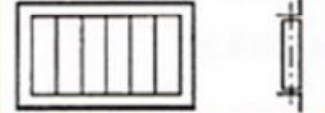







εγκαταστάσεως. Τα στόμια εξόδου πρέπει να επιτυγχάνουν την ομοιόμορφη κατανομή του προσαγόμενου στους χώρους αέρα και κατά συνέπεια και την ομοιομορφία στην κατανομή της θερμοκρασίας σε όλες τις περιοχές του χώρου. Πρέπει να αποφεύγονται οι "νεκρές ζώνες", δηλαδή περιοχές όπου ο αέρας παραμένει στάσιμος, άρα εμφανίζονται αισθητά υψηλότερες ή χαμηλότερες τοπικές θερμοκρασίες. Επίσης σημαντικό είναι τα στόμια προσαγωγής να μη δημιουργούν ενοχλητικά ρεύματα αέρα για λόγους κλιματικής άνεσης. Η επιλογή των στομιών γίνεται με βάση την παρεχόμενη ποσότητα αέρα, το βεληνεκές (throw), την κατακόρυφη ειδική πτώση του αέρα (drop) και τη στάθμη του προκαλούμενου θορύβου.

- ➔ Το βεληνεκές, είναι η οριζόντια απόσταση από το "πρόσωπο" του στομιού μέχρι και το σημείο όπου η ταχύτητα του ρεύματος του αέρα μειώνεται στο συμβατικό όριο των 2.5 m/s (50 FPM). Υπέρβαση αυτών των ορίων προς τα πάνω δημιουργεί τον κίνδυνο να εμφανισθούν ανεπιθύμητα ρεύματα, λόγω προσκρούσεως του αέρα σε σταθερά τοιχώματα.
- ➔ Ειδική Πτώση του αέρα είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ του νοητού άξονα της ροής εξόδου του αέρα από το στόμιο και του σημείου όπου η ταχύτητα του αέρα, βαθμιαία ελαττωμένη, έχει φθάσει τα 2.5 m/s (50 FPM).
- ➔ Το βεληνεκές και η ειδική πτώση, πρέπει να εξασφαλίζουν ότι σε επίπεδο κάτω του 1,80 m (6 ft), δηλαδή την κατειλημμένη από τους ανθρώπους ζώνη, η ταχύτητα του αέρα δεν υπερβαίνει το όριο των 2.5 m/s . Πέραν του ορίου αυτού, η κίνηση του αέρα γίνεται ενοχλητική.
- ➔ Ο Θόρυβος, επηρεάζεται σημαντικά από το είδος του εκάστοτε στομιού. Η μέγιστη ανεκτή στάθμη θορύβου σε κάθε χώρο, εξαρτάται από το είδος του χώρου και τη χρήση του. Ο θόρυβος ο οποίος προκαλείται από τη διέλευση του αέρα από τα στόμια, δεν είναι εύκολο να προβλεφθεί, γιατί εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ο σπουδαιότερος απ' αυτούς είναι η ταχύτητα εξόδου του αέρα από το στόμιο.

### 1.8.2 Στόμια Τοίχου

Τα στόμια τοίχου έχουν συνήθως ορθογωνική ή τετραγωνική διατομή και τοποθετούνται σε κατάλληλες αποστάσεις, ανάλογα με το μέγεθος και τη μορφή του κλιματιζόμενου χώρου (σχ.14.4).

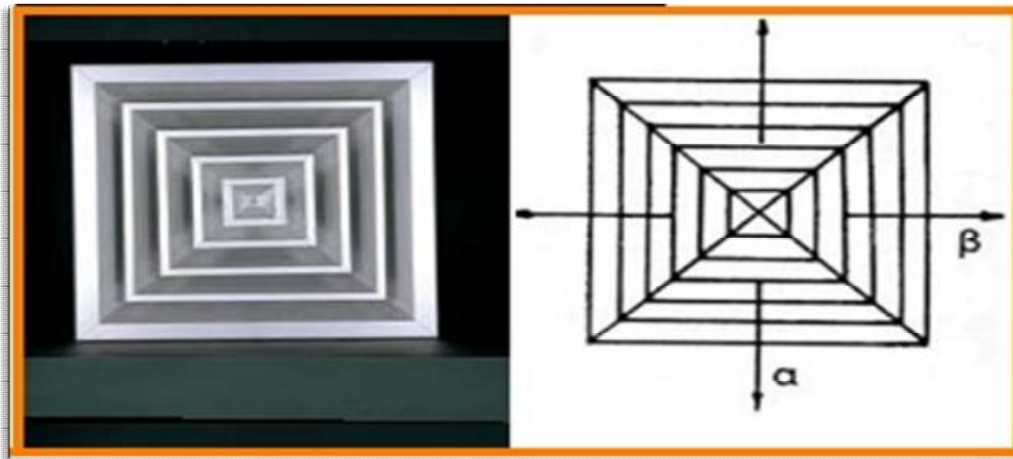
	Διάτρητη ή συρμάτινη εσχάρα. Με ρύθμιση παροχής ή όχι, με εξωτερική διαμόρφωση V ή σύρτη σχισμής.
	Εσχάρα με οριζόντια ελάσματα και πτερύγια σταθερά ή στρεφόμενα. Η ροή μπορεί να κατευθυνθεί προς επάνω ή κάτω.
	Εσχάρα με κατακόρυφα ελάσματα και πτερύγια σταθερά ή περιστρεφόμενα. Η ροή μπορεί να κατευθυνθεί δεξιά ή αριστερά.
	Εσχάρα ελασμάτων με διπλή κατεύθυνση του αέρα (οριζόντια και κατακόρυφα). Τα πτερύγια μπορεί να περιστρέφονται μεμονωμένα ή ομαδικά.
	Εσχάρα ελασμάτων με απλή κατεύθυνση του αέρα και ρύθμιση της παροχής. Η πορεία του αέρα προσδιορίζεται από τα οριζόντια πτερύγια. Για τη ρύθμιση της παροχής χρησιμοποιούνται πτερύγια σχήματος V.
	Εσχάρα ελασμάτων με διπλή κατεύθυνση του αέρα και ρύθμιση της παροχής. Η πορεία του αέρα προσδιορίζεται από οριζόντια και κατακόρυφα πτερύγια. Η ρύθμιση της παροχής γίνεται με πλέγματα σχήματος V ή με ρυθμιστικά γλωσσίδια.
	Ταινιοειδής εσχάρα, με κατακόρυφα (ή οριζόντια) πτερύγια, πίσω από τα οποία βρίσκονται συμπληρωματικά ελάσματα ή συστήματα ρυθμίσεως παροχής.
	Ακροφύσια κυκλικής ή ορθογωνικής διατομής.

*Εικ. 14.4 : Ενδεικτική ταξινόμηση των επίτοιχων στομιών προσαγωγής αέρα*

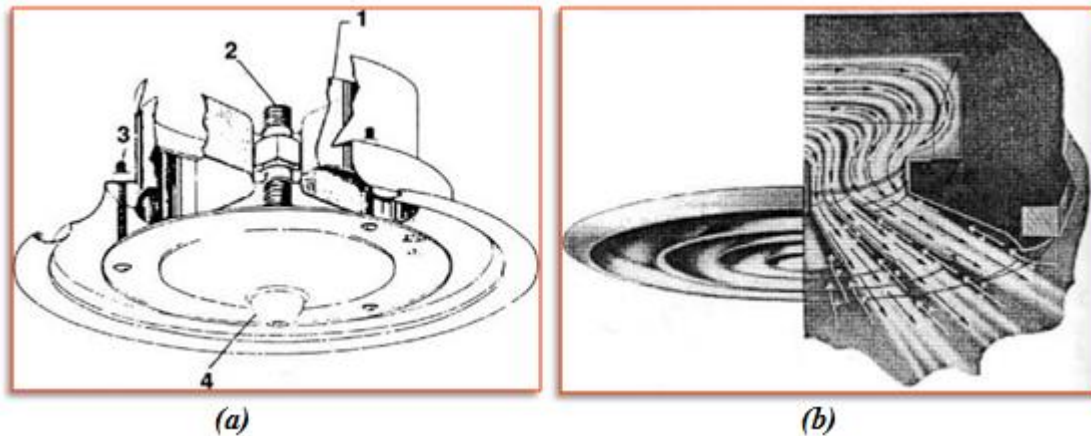
### 1.8.3 Στόμια Οροφής

Τα στόμια οροφής όπως και τα στόμια τοίχου είναι συνήθως κυκλικής διατομής αλλά και τετραγωνικής ή ορθογωνικής. Τα κυκλικά στόμια οροφής αποτελούνται από σειρά πτερυγίων μορφής κυλινδρικού κώνου (σχ. 14.6, 14.7), διαφορετικών διαμέτρων, τα

οποία συναρμολογούνται μεταξύ τους ώστε να αποτελούν ενιαίο σύνολο. Η διάταξη αυτή έχει σαν στόχο να παραλαμβάνεται ο αέρας από επάνω (από τον αεραγωγό προσαγωγής) και να κατανέμεται προς τα κάτω ομοιόμορφα προς όλες τις διασυνδέσεις οριζόντια (σχ.14.7), ή υπό κλίση έως και κατακόρυφα .



Σχ. 14.5: Σχεδιαστική και πραγματική μορφή στομίων οροφής τετραγωνικής και ορθογωνικής διατομής.



Σχ.14.6 : (α) Ενδεικτική τομή κυκλικού στομίου οροφής, στην οποία φαίνονται (1): ρυθμίσεις της παροχής, (2): κοχλίας ρυθμίσεως της κλίσεως του,(3): κοχλίες στηρίξεως στην ψευδοροφή και (4): διακοσμητικό κάλυμμα με κατάληξη της κεφαλής του κοχλία ρυθμίσεως τις παροχής.

(b) Ενδεικτική παρουσίαση τής πορείας του αέρα στο εσωτερικό στομίου οροφής.



*Εικ. 14.7: Στρογγυλά στόμια αεραγωγών εμπορίου.*

#### **1.8.4 Στόμια Απαγωγής Του Αέρα**

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

#### **1.8.5 Γραμμικά Στόμια Τοίχων, Δαπέδου Οροφής**

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

γνωστά ως γραμμικά στόμια. Τα γραμμικά στόμια βρίσκουν εκτεταμένη εφαρμογή σε μεγάλους χώρους, γιατί επιτυγχάνουν ικανοποιητική προσαγωγή

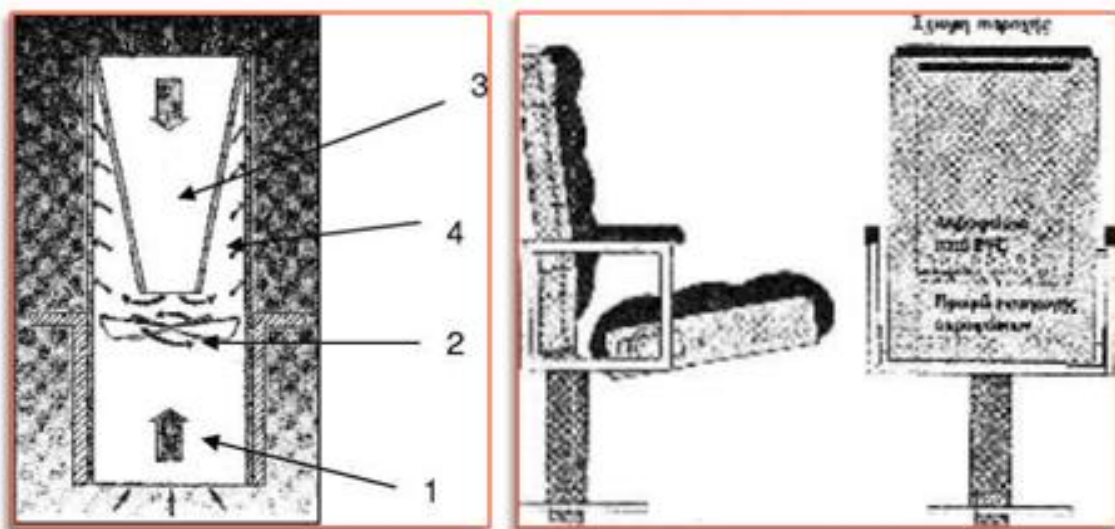
### 1.8.6 Στόμια Σπειροειδούς

Τα στόμια σπειροειδούς ή περιστρεφόμενης ροής είναι κατάλληλα για τη διάχυση του αέρα σε χώρους μεγάλης επιφάνειας που χαρακτηρίζονται από ισχυρά θερμικά φορτία. Η αρχή λειτουργίας διαφέρει από εκείνη των κλασικών στομιών αερισμού οροφής στο γεγονός ότι ο αέρας διανέμεται σε μορφή χωριστών ρευμάτων που χαρακτηρίζονται από μία έντονη περιστροφή.

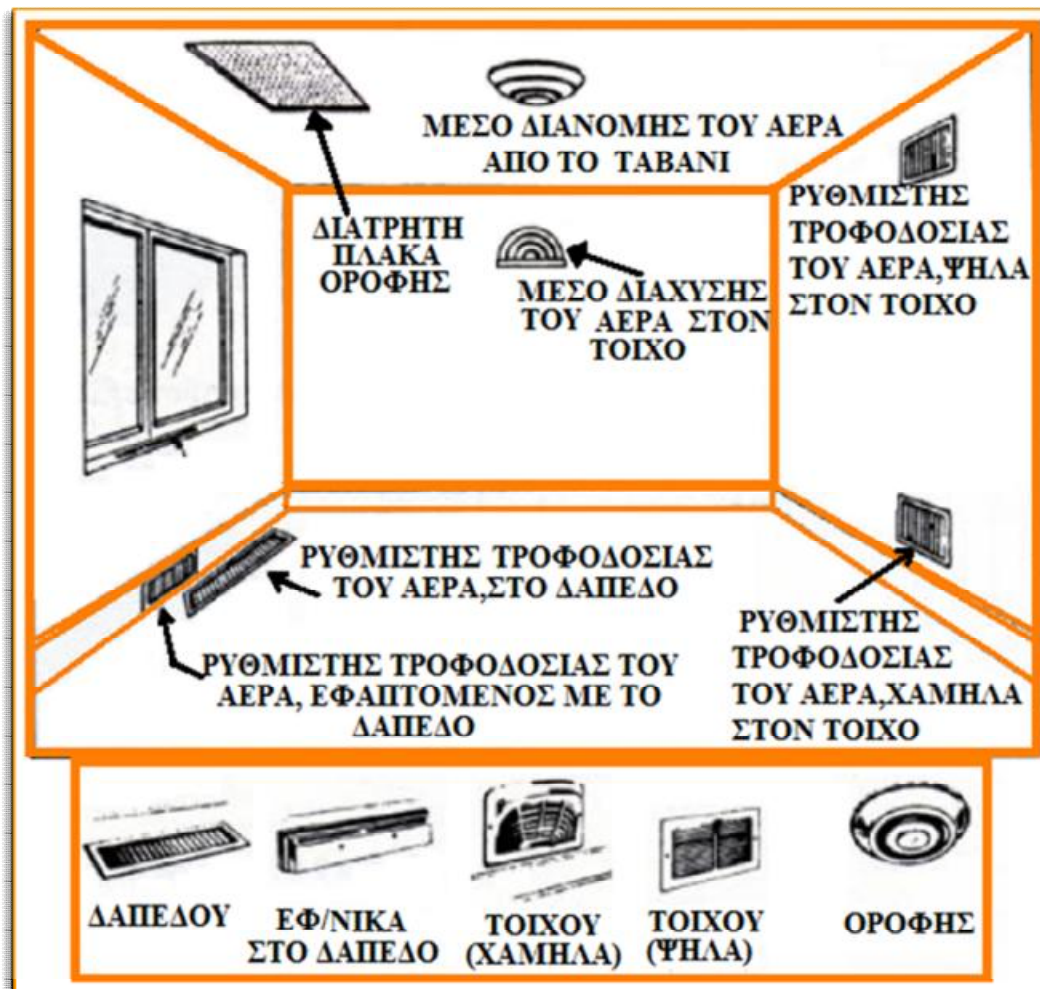
### 1.8.7 Στόμια Κάτω Από Καθίσματα Ή Στην Πλάτη Καθισμάτων

Το στόμια αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται σε αίθουσες συναυλιών, θέατρα, κτλ. Η αρχή λειτουργίας του στομιού φαίνεται σχηματικά στην εικ.14.8 Ο πρωτεύων αέρας (1) με αξονική ροή υφίσταται μία παραμόρφωση από τις περσίδες στην είσοδο του στομιού (2) που του προσδίδουν μία περιστροφική ροή. Στο κέντρο αυτής της ροής δημιουργείται μία υποπίεση που αναρροφά αέρα περιβάλλοντος από πάνω διαμέσου ενός σώματος με μορφή κολουρου κώνου (3) που αναμιγνύεται με τον πρωτεύοντα αέρα. Το μίγμα κατόπιν διοχετεύεται στο περιβάλλον από ένα ειδικό στόμιο (4). Η ροή του αέρα περιτυλίγει επομένως το άτομο από κάτω και ανεβαίνει προς πάνω ακολουθώντας τις φυσικές κινήσεις του ρεύματος θερμού αέρα.

Στην εικόνα 14.9 φαίνονται συγκεντρωτικά όλα τα μέσα διανομής και διάχυσης του αέρα μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο, όπως ακριβώς τοποθετούνται στους τοίχους, την οροφή και το δάπεδο.



Σχ.14.8 Στόμια στην πλάτη καθισμάτων



Σχ.14.9: Όλα τα μέσα διανομής και διάχυσης του αέρα μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο.

## 1.9. Αναλυτική Θεωρία Υπολογισμών Ψυκτικών Φορτίων

### 1.9.1 Το Ψυκτικό Φορτίο

Το εσωτερικό ενός κτιρίου κερδίζει θερμότητα από διάφορες πηγές. Εάν η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα στα δωμάτια πρέπει να διατηρηθούν σε επίπεδα συνθηκών άνεσης, θερμότητα πρέπει να αφαιρεθεί για να αντισταθμίσει τα κέρδη θερμότητας. Το καθαρό ποσό θερμότητας που αφαιρείται, ονομάζεται ψυκτικό φορτίο. Εδώ θα εξετάσουμε κάθε ένα από τα συστατικά του θερμικού κέρδους και πώς υπολογίζονται και έπειτα πώς προσδιορίζεται το ψυκτικό φορτίο. Το ψυκτικό φορτίο είναι η βάση για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους εξοπλισμού ψύξης, των σωληνώσεων, και των αγωγών.



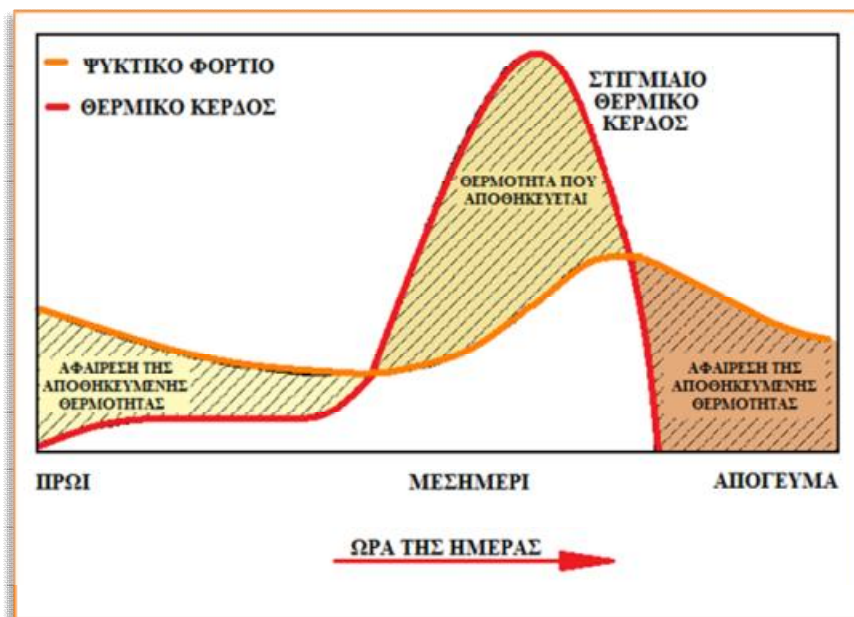
*Εικ. 1: Διάγραμμα ροής θερμότητας*

### 1.9.2 Αποθήκευση Θερμότητας

Το μικτό θερμικό κέρδος εσωτερικών χώρων είναι η θερμότητα που παραλαμβάνει ο χώρος από το περιβάλλον οποιαδήποτε στιγμή. Αυτό το θερμικό κέρδος συνίσταται από πολλές πηγές (ηλιακή ακτινοβολία, φωτισμό, αγωγή και μεταφορά θερμότητας, ανθρώπους, εξοπλισμό, διείσδυση εξωτερικού αέρα). Όλη η θερμότητα που παραλαμβάνεται από αυτές τις πηγές συνήθως δεν προκαλεί αμέσως θέρμανση του

εσωτερικού αέρα. Κάποιες από αυτές, ειδικά η ακτινοβολούμενη ενέργεια (από τον ήλιο, τα φώτα, τους ανθρώπους) απορροφώνται από τα υλικά των δωματίων, δηλαδή, τη δομή και την επίπλωση. Το γεγονός αυτό ονομάζεται αποθήκευση θερμότητας. Κατά συνέπεια το καθαρό θερμικό κέρδος του εσωτερικού αέρα είναι συχνά μικρότερο από τα μικτά κέρδη θερμότητας. Το ψυκτικό φορτίο, το ποσό θερμότητας που πρέπει να αφαιρεθεί από το χώρο για να διατηρηθούν οι συνθήκες σχεδιασμού, είναι το άθροισμα αυτών των καθαρών κερδών θερμότητας.

Είναι πολύ σημαντικό να συνεκτιμηθεί η αποθήκευση θερμότητας λόγω του ότι μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά μειωμένα πραγματικά φορτία. Η επίδραση της αποθήκευσης μπορεί να θεωρηθεί ως χρονική καθυστέρηση στη ροή θερμότητας προς το εσωτερικό. Αυτό σημαίνει ότι κάποια από τη θερμότητα που παραλαμβάνεται από το δωμάτιο έχει χρονική καθυστέρηση στο να φτάσει στον αέρα του δωματίου και να τον θερμάνει.



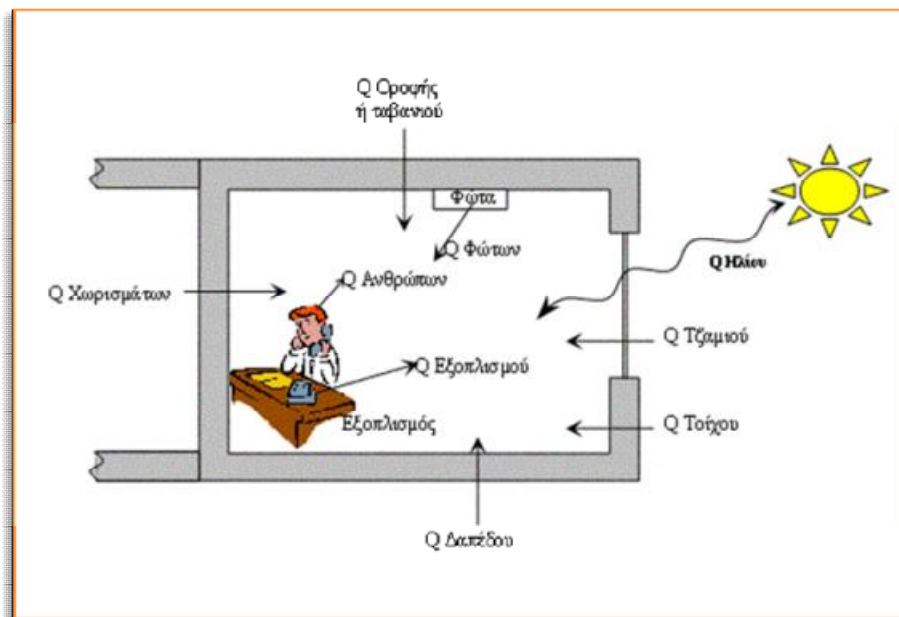
*Εικ.2 : Διαφορά μεταξύ στιγμιαίου θερμικού κέρδους και ψυκτικού φορτίου (κατά τη διάρκεια της ημέρας ) ως αποτέλεσμα της αποθήκευσης θερμότητας*



### 1.9.3 Θερμικά Κέρδη Χώρων

Οι επιμέρους θερμικές ροές που συμβάλλουν στο θερμικό κέρδος χώρων είναι οι εξής:

1. Συναγωγή, (συνδυασμός αγωγής-μεταφοράς), μέσω των εξωτερικών τοίχων, της στέγης, και των γυάλινων επιφανειών
2. Συναγωγή μέσω εσωτερικών χωρισμάτων, οροφών και πατωμάτων
3. Ηλιακή ακτινοβολία μέσω γυάλινων επιφανειών
4. Φωτισμός
5. Άνθρωποι
6. Εξοπλισμός
7. Θερμότητα από τη διείσδυση του εξωτερικού αέρα μέσω ανοιγμάτων



*Εικ.3: Θερμικά κέρδη χώρων*

**1.9.4 Συναγωγή Μέσω της Εξωτερικής Δομής**

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

$$Q = U \times A \times CLTD_c \quad \dots(1)$$

Όπου:

**Q** ... καθαρό θερμικό κέρδος λόγω συναγωγής μέσω της στέγης, του τοίχου, ή του γυαλιού, BTU/hr.

**U** ... γενικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για τη στέγη, τον τοίχο, ή το γυαλί από πίνακες 1, 3, 15 και 16, BTU/hr-ft<sup>2</sup>-F

**A** ... εμβαδόν της στέγης, του τοίχου, ή του γυαλιού, ft<sup>2</sup>

**CLTD<sub>c</sub>** ... (διορθωμένη) διαφορά θερμοκρασίας, F

Η CLTD είναι μια διαφορά θερμοκρασίας που προσμετρά την αποθήκευση θερμότητας. Οι πίνακες 1 και 2 περιέχουν τις τιμές του CLTD για διαφορετικές κατασκευές στεγών και τοίχων. Ο πίνακας 3 περιγράφει τις διάφορες κατασκευές τοίχων του πίνακα 2. Οι τιμές της CLTD που διαβάζονται στους πίνακες 1 και 2 πρέπει να διορθωθούν ως εξής:

$$CLTD_c = [(CLTD + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_0 - 85)] \times f \quad \dots 2)$$

Όπου:

**CLTD<sub>c</sub>** ... διορθωμένη τιμή του CLTD, °F

**CLTD** ... θερμοκρασιακή διαφορά από τον πίνακα 1 ή 2, °F

**LM** ... διόρθωση για το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα από τον πίνακα 4

**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

$t_0$  ... μέση εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (περιβάλλοντος), °F

**f** ... διόρθωση για τον εξαερισμό οροφής (για τη στέγη μόνο)

$f = 0.75$  για ανεμιστήρα σε σοφίτα ή ψευδοροφή, διαφορετικά  $f = 1.0$ .

Οι ώρες που παρουσιάζονται σε όλους τους πίνακες είναι ηλιακός χρόνος, περίπου ίσος με τον τυπικό χρόνο. Συστήνεται  $K = 1.0$  σε τόπους όπου τα χρώματα μπορεί να σκουρύνουν από τη ρύπανση ή άλλες αιτίες.

Σημείωση: Η σχέση (2) χρησιμοποιείται αυτούσια, (συμπεριλαμβανομένου και του παράγοντα  $f$ ), μόνο στην περίπτωση της στέγης με τις τιμές του  $f$  που υποδεικνύονται ανωτέρω. Για τα υπόλοιπα εξωτερικά δομικά στοιχεία (τοίχους κ.λ.π.),  $f=1.0$ .

Για τζάμια χρησιμοποιούνται τιμές της CLTD από τον πίνακα 5 και η εξίσωση (2) γίνεται:

$$CLTD_c = CLTD + (78 - t_R) + (t_0 - 85) \quad \dots(3)$$

Η εσωτερική θερμοκρασία για επίτευξη συνθηκών άνεσης το καλοκαίρι είναι 78-80 °F DB και η σχετική υγρασία (RH) 50%, συνήθως. Η εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες. Ο τρόπος προσδιορισμού και τιμές αυτής για διάφορες ελληνικές πόλεις δίνονται στον πίνακα 6.

### 1.9.5 Συναγωγή Μέσω Της Εσωτερικής Δομής

Η θερμότητα που ρέει από εσωτερικούς (τυχόν) μη κλιματιζόμενους χώρους στους κλιματιζόμενους, μέσω χωρισμάτων, πατώματων και οροφών μπορεί να βρεθεί από την εξίσωση:

$$Q = U \times A \times TD \dots(4)$$

Όπου:

**Q** ... ρυθμός μετάδοσης θερμότητας μέσω χωρίσματος, πατώματος, ή οροφής, BTU/hr.

**U** ... γενικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για τα χωρίσματα, τα πατώματα, ή την οροφή, BTU/hr-ft<sup>2</sup>-F

**A** ... εμβαδόν του χωρίσματος, του πατώματος, ή της οροφής, ft<sup>2</sup>

**TD** ... διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ μη κλιματιζόμενου και κλιματιζόμενου χώρου, 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. Χώροι με πηγές θερμότητας, όπως λεβητοστάσια, μπορούν να είναι σε ακόμα υψηλότερη θερμοκρασία.

### 1.9.6 Ηλιακή Ακτινοβολία Μέσω Γυαλιού

Η ακτινοβολούμενη ενέργεια από τον ήλιο περνά μέσω των διαφανών υλικών όπως το γυαλί και γίνεται θερμικό κέρδος για το δωμάτιο. Η τιμή της μεταβάλλεται με το χρόνο, τον προσανατολισμό, τη σκίαση, και την επίδραση αποθήκευσης. Το καθαρό θερμικό κέρδος μπορεί να βρεθεί από την ακόλουθη εξίσωση:

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \dots(5)$$

Όπου:

**Q** ... καθαρό ηλιακό θερμικό κέρδος ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού, BTU/hr

**SHGF** ... μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους, BTU/hr-ft<sup>2</sup>

**A** ... εμβαδόν του τζαμιού, ft<sup>2</sup>

**SC** ... συντελεστής σκίασης

**CLF** ... παράγοντας ψυκτικού φορτίου για το τζάμι

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 πίνακα 7 για την εικοστή πρώτη ημέρα κάθε μήνα. Για διαφορετικούς τύπους τζαμιών από το προαναφερθέν (1/8") καθώς και χρήση μηχανισμών σκίασης χρησιμοποιείται ο συντελεστής SC, τιμές του οποίου δίνονται στον πίνακα 8. Ο παράγοντας CLF περιέχει την αποθήκευση μέρους του ηλιακού θερμικού κέρδους. Τιμές του δίνονται στον πίνακα 9 για ελαφρές, μεσαίες και βαριές κατασκευές και παρουσία ή απουσία εσωτερικής σκίασης.

### 1.9.7 Φωτισμός

Η εξίσωση για τον καθορισμό του κέρδους θερμότητας από το φωτισμό είναι:

$$Q = 3.4 \times W \times BF \times CLF \dots(6)$$

Όπου:

**Q** ... καθαρό θερμικό κέρδος από το φωτισμό, BTU/hr.

**W** ... ισχύς φωτισμού, 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 μετατρέπει τα Watt σε BTU/hr.

Ο παράγοντας BF είναι 1.25 για φωτισμό φθορισμού. Για τους λαμπτήρες πυρακτώσεως  $BF = 1.0$ . Οι 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 κατασκευής του κτιρίου, τον τρόπο ανάρτησης φωτισμού και το ρυθμό εξαερισμού. Συνήθως  $CLF=1.0$ .

### 1.9.8 Άνθρωποι

Το θερμικό κέρδος από τους ανθρώπους αποτελείται από δύο μέρη, την αισθητή θερμότητα και τη λανθάνουσα, ως αποτέλεσμα κυρίως της εφίδρωσης. Οι εξισώσεις για τα αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη είναι:

$$Q_s = q_s \times n \times CLF \quad \dots(7)$$

$$Q_l = q_l \times n \quad \dots(8)$$

Όπου:

**Q<sub>s</sub>, Q<sub>l</sub>** ... αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη

**q<sub>s</sub>, q<sub>l</sub>** ... αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη ανά άτομο

**n** ... αριθμός ανθρώπων

**CLF** ... παράγοντας ψυκτικού φορτίου για τους ανθρώπους

Το θερμικό κέρδος από τους ανθρώπους εξαρτάται από τη σωματική τους δραστηριότητα. Ο πίνακας 11 απαριθμεί τιμές για ορισμένες χαρακτηριστικές δραστηριότητες για θερμοκρασία δωματίου 78 °F DB.

Ο παράγοντας αποθήκευσης θερμότητας CLF ισχύει για το κέρδος αισθητής θερμότητας από τους ανθρώπους. Εάν το σύστημα κλιματισμού κλείνει τη νύχτα, CLF = 1.0. Ο πίνακας 12 περιέχει τιμές CLF για τους ανθρώπους.

### 1.9.9 Εξοπλισμός

Το θερμικό κέρδος από τον εξοπλισμό μπορεί μερικές φορές να βρεθεί άμεσα από στοιχεία που ενδεχομένως παρέχει ο κατασκευαστής του, που αφορούν διακοπτόμενη χρήση του κλιματισμού. Κάποιες συσκευές παράγουν και αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα. Σχετικές τιμές για διάφορες συσκευές παρουσιάζονται στον πίνακα 13.

### 1.9.10 Διείσδυση Αέρα

Η διείσδυση αέρα μέσω χαραμάδων στην περίμετρο παραθύρων ή θυρών προκαλεί και αισθητό και λανθάνον θερμικό κέρδος στους εσωτερικούς χώρους. Τα κέρδη αυτά υπολογίζονται ως εξής:

$$Q_s = 1.1 \times \text{CFM} \times \text{TC}$$

$$Q_l = 0.68 \times \text{CFM} \times (W_o - W_i)$$

Όπου:

**Q<sub>s</sub>, Q<sub>l</sub> ...** αισθητά και λανθάνοντα ψυκτικά φορτία από τον αέρα διείσδυσης, BTU/hr.

**CFM ...** ρυθμός διείσδυσης αέρα, ft<sup>3</sup> / min.

**TC** ... διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αέρα περιβάλλοντος και εσωτερικού, **F**  
**W<sub>o</sub>, W<sub>i</sub>** ... ειδική υγρασία εξωτερικού και εσωτερικού αέρα, gr w./lb d.a.

Τα περισσότερα συστήματα θερινού κλιματισμού παρέχουν μηχανικό εξαερισμό με εξωτερικό αέρα, γεγονός που μειώνει ή εξαλείφει τη διείσδυση επειδή δημιουργείται έτσι υψηλότερη πίεση στο εσωτερικό του κτιρίου σε σχέση με το περιβάλλον. Στην περίπτωση αυτή ο αέρας εξαερισμού δεν αποτελεί φορτίο του εσωτερικού χώρου, αλλά φορτίο του κεντρικού συστήματος κλιματισμού. Πολλά μοντέρνα κτίρια έχουν σφραγισμένα παράθυρα και ως εκ τούτου μηδενικό κέρδος διείσδυσης, εκτός από τις εισόδους.

### 1.9.11 Διαφυγή Θερμότητας Στο Περιβάλλον

Μέρος του αισθητού θερμικού κέρδους των χώρων μεταδίδεται μέσω της εξωτερικής δομής στο περιβάλλον και δεν αποτελεί τμήμα του φορτίου του δωματίου. Αυτή η απώλεια θερμότητας πρέπει να υπολογιστεί και να γίνει μια διόρθωση στο κέρδος της αισθητής θερμότητας του χώρου από συναγωγή, ηλιακή ακτινοβολία, φώτα, ανθρώπους και κέρδη εξοπλισμού. Οι ακόλουθες εξισώσεις χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τη διόρθωση για τη μετάδοση θερμότητας στο περιβάλλον.

$$F_c = 1 - 0.02K \quad \dots (9)$$

$$K = (U_w \times A_w + U_g \times A_g) / L \quad \dots (10)$$

Όπου:

**F<sub>c</sub>** ... πολλαπλασιαστής διόρθωσης του κέρδους της αισθητής θερμότητας κάθε δωματίου

**K** ... συντελεστής μετάδοσης ανά μονάδα μήκους, BTU/hr-ft-F



$L$  ... μήκος του εξωτερικού τοίχου, ft

$U_w, U_g$  ... συντελεστές μετάδοσης θερμότητας, w = τοίχος, g = γυαλί, BTU/hr.-ft<sup>2</sup>-F

$A_w, A_g$  ... επιφάνεια τοίχου, τζαμιού, ft<sup>2</sup>

### 1.9.12 Ψυκτικό Φορτίο Χάρου

Το ψυκτικό φορτίο χώρου είναι ο ρυθμός με τον οποίο θερμότητα πρέπει να αφαιρεθεί από το χώρο, και είναι προφανώς το άθροισμα των διορθωμένων καθαρών θερμικών κερδών. Θα χρησιμοποιήσουμε τις συντμήσεις RSHG, RLHG και RTHG για τα διορθωμένα κέρδη αισθητής, λανθάνουσας και ολικής θερμότητας χώρου, το RTHG είναι ίσο με το ψυκτικό φορτίο χώρου.

### 1.9.13 Μέγιστα Ψυκτικά Φόρτια Χώρων

Ο υπολογισμός ψυκτικών φορτίων δόθηκε ανωτέρω αλλά όχι ο τρόπος καθορισμού των μέγιστων τιμών τους. Διαπιστώθηκε ότι αυτά μεταβάλλονται με το χρόνο (μήνα, ώρα της ημέρας), πέρα από άλλες μεταβολές που έχουν να κάνουν με τον τόπο (γεωγραφικό πλάτος, κλιματολογικές συνθήκες), προσανατολισμό και είδος εξωτερικού δομικού στοιχείου. Επειδή το σύστημα κλιματισμού πρέπει να αντισταθμίζει τα μέγιστα φορτία τα οποία εμφανίζονται σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, πρέπει να γνωρίζουμε τον τρόπο εύρεσής τους. Η εξέταση των πινάκων που παρατέθηκαν νωρίτερα, δίνει ορισμένες κατευθυντήριες γραμμές:

- Για δυτικά προσανατολισμένα τζάμια, μέγιστα συνολικά θερμικά κέρδη εμφανίζονται μέσα καλοκαιριού το απόγευμα.
- Για ανατολικά προσανατολισμένα τζάμια, μέγιστα ηλιακά θερμικά κέρδη (από ακτινοβολία) εμφανίζονται αρχές ή μέσα καλοκαιριού νωρίς το πρωί.
- Για νότια προσανατολισμένα τζάμια, μέγιστα ηλιακά θερμικά κέρδη εμφανίζονται το φθινόπωρο ή το χειμώνα νωρίς το απόγευμα.
- Για νοτιοδυτικά προσανατολισμένα τζάμια, μέγιστα ηλιακά θερμικά κέρδη εμφανίζονται το φθινόπωρο το απόγευμα.

- Για τις στέγες τα μέγιστα θερμικά κέρδη εμφανίζονται το καλοκαίρι το απόγευμα ή το βράδυ.
- Για τους τοίχους τα μέγιστα θερμικά κέρδη εμφανίζονται το καλοκαίρι το απόγευμα ή το βράδυ.

#### 1.9.14 Μέγιστο Φορτίο Κτιρίου

Η τιμή του μέγιστου φορτίου κάθε χώρου καθορίζει το ρυθμό ψύξης σε κάθε δωμάτιο. Εάν τα μέγιστα θερμικά κέρδη κάθε δωματίου προστεθούν, το άθροισμα προκύπτει μεγαλύτερο από το μέγιστο ψυκτικό φορτίο που απαιτείται για ολόκληρο το κτίριο. Αυτό συμβαίνει επειδή τα μέγιστα θερμικά κέρδη στους επιμέρους χώρους δεν εμφανίζονται ταυτόχρονα. Επομένως, ο σχεδιαστής πρέπει επίσης να καθορίσει το χρόνο του έτους και το χρόνο της ημέρας στους οποίους το ψυκτικό φορτίο του κτιρίου είναι μέγιστο και στη συνέχεια να το υπολογίσει. Ο συλλογισμός και η έρευνα είναι παρόμοια με αυτήν που χρησιμοποιείται για την εύρεση των μέγιστων φορτίων δωματίου.

Από την προηγούμενη συζήτηση και μελέτη των πινάκων, οι ακόλουθες οδηγίες προκύπτουν:

- Για κτίρια περίπου τετραγωνικής διαμόρφωσης με παρόμοια κατασκευή στους τέσσερις τοίχους, το μέγιστο φορτίο εμφανίζεται συνήθως το καλοκαίρι αργά το απόγευμα. Αυτό συμβαίνει επειδή η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη τότε, και δεν υπάρχει καμία ειδική επιρροή της ηλιακής ακτινοβολίας σε καμιά πλευρά του κτιρίου.
- Για κτίρια με εκτεταμένη έκθεση σε νότιο ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό τα οποία έχουν μεγάλες γυάλινες επιφάνειες το μέγιστο φορτίο μπορεί να εμφανιστεί το φθινόπωρο γύρω στο μεσημέρι, επειδή τότε η ακτινοβολία είναι υψηλότερη. Αυτή η περίπτωση απαιτεί προσεκτική ανάλυση.
- Για κτίρια ενός ορόφου με πολύ μεγάλη επιφάνεια στέγης το μέγιστο φορτίο εμφανίζεται συνήθως το καλοκαίρι το απόγευμα.

### 1.9.15 Ψυκτικό Φορτίο Κλιματισμού

Αφότου καθοριστούν τα μέγιστα κέρδη αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας του κτιρίου, το επόμενο βήμα είναι να βρεθεί το ψυκτικό φορτίο του κλιματιστικού εξοπλισμού. Αυτό θα είναι μεγαλύτερο από το ψυκτικό φορτίο του κτιρίου επειδή υπάρχουν πρόσθετα κέρδη θερμότητας στο σύστημα κλιματισμού που δεν προέρχονται από τα κλιματιζόμενα δωμάτια.

Αυτά τα κέρδη μπορούν να προέρχονται από:

- Εξαερισμό (εξωτερικό αέρα)
- Κέρδη θερμότητας στους αεραγωγούς
- Θερμότητα που παράγεται από τους ανεμιστήρες και τις αντλίες των συστημάτων κλιματισμού
- Διαρροή αέρα από τους αεραγωγούς

### 1.9.16 Εξαερισμός

Κάποια ποσότητα εξωτερικού αέρα προσάγεται στο κτίριο για λόγους άνεσης και υγιεινής. Η αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα αυτού είναι μεγαλύτερες από αυτές του εσωτερικού αέρα. Έτσι αποτελούν μέρος του ψυκτικού φορτίου. Η επιπλέον θερμότητα αφαιρείται από την κεντρική κλιματιστική μονάδα και αποτελεί μέρος του ψυκτικού φορτίου κλιματισμού και όχι του ψυκτικού φορτίου των χώρων. Οι εξισώσεις για τον προσδιορισμό των αισθητών και λανθανόντων ψυκτικών φορτίων από τον αέρα εξαερισμού είναι:

$$Q_s = 1.1 \times \text{CFM} \times \text{TC} \quad \dots(11)$$

$$Q_l = 0.68 \times \text{CFM} \times (W_o - W_i) \quad \dots(12)$$

Όπου:

$Q_s, Q_l$  ... αισθητά και λανθάνοντα ψυκτικά φορτία από τον αέρα εξαερισμού, BTU/hr.

**CFM** ... παροχή αέρα εξαερισμού,  $ft^3 / min$ .

**TC** ... διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αέρα περιβάλλοντος και εσωτερικού, F

$W_o, W_i$  ... ειδική υγρασία εξωτερικού και εσωτερικού αέρα, gr w./lb d.a.

Η συνολική θερμότητα  $Q_t$  που απάγεται από τον αέρα εξαερισμού είναι  $Q_t = Q_s + Q_l$ .

Συνιστώμενες τιμές για απαιτούμενες παροχές αέρα εξαερισμού σε διάφορες εφαρμογές δίνονται στον πίνακα 14.

### 1.9.17 Κέρδος Θερμότητας Στους Αεραγωγούς

Ο επεξεργασμένος από την κλιματιστική μονάδα αέρας διερχόμενος από αεραγωγούς που βρίσκονται σε κλιματιζόμενους χώρους, υφίσταται ένα χρήσιμο θερμικό κέρδος. Αν οι αγωγοί έχουν μεγάλο μήκος με αρκετά στόμια εξόδου αέρα, τότε ίσως είναι καλύτερο να μονωθούν. Σε περιπτώσεις που οι αεραγωγοί δεν διέρχονται από κλιματιζόμενους χώρους υπάρχει απώλεια αισθητής θερμότητας του αέρα, η οποία πρέπει να προστεθεί στο RSHG. Αυτό το θερμικό κέρδος μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση:

$$Q = U \times A \times TD \dots(13)$$

Όπου:

**Q** ... θερμικό κέρδος αγωγών, BTU/hr.

**U** ... συνολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας,  $BTU/hr \times ft^2 \times ^\circ F$

**A** ... εμβαδόν επιφάνειας αγωγών,  $ft^2$

**TD** ... διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα στον αγωγό και του περιβάλλοντος αέρα,  $^\circ F$

Αν υπάρχει αξιοσημείωτο θερμικό κέρδος στους αεραγωγούς επιστροφής, αυτό θα πρέπει να υπολογισθεί αλλά αποτελεί μέρος του ψυκτικού φορτίου κλιματισμού και όχι του RSHG.

### 1.9.18 Θερμότητα Ανεμιστήρων Και Αντλιών

Μέρος της ενέργειας των ανεμιστήρων και των αντλιών του συστήματος μετατρέπεται σε θερμότητα λόγω τριβής και άλλων αιτίων και γίνεται θερμικό κέρδος που πρέπει να προστεθεί στο ψυκτικό φορτίο. Στην περίπτωση που ο ανεμιστήρας βρίσκεται μετά το ψυκτικό στοιχείο, (κατά τη διεύθυνση της ροής), το κέρδος προστίθεται στο RSHG, ενώ στην αντίθετη περίπτωση στο ψυκτικό φορτίο κλιματισμού (ψ.φ.κ.).

Προσεγγιστική εκτίμηση της θερμότητας ανεμιστήρων ακολουθεί:

Για 1 in. w.g. μανομετρικό ανεμιστήρα προσθέτουμε 2,5% στο RSHG ή στο ψ.φ.κ

Για 2 in. w.g. μανομετρικό ανεμιστήρα προσθέτουμε 5% στο RSHG ή στο ψ.φ.κ

Για 4 in. w.g. μανομετρικό ανεμιστήρα προσθέτουμε 10% στο RSHG ή στο ψ.φ.κ

Η θερμότητα που προέρχεται από αντλίες ψυχρού νερού της εγκατάστασης αγνοείται σε μικρές εγκαταστάσεις, αλλά σε μεγάλα συστήματα μπορεί να κυμαίνεται στο 1-2% της αισθητής θερμότητας και πρέπει να προστεθεί στο ψ.φ.κ

### 1.9.19 Διαρροή Αεραγωγών

Προσεκτική εργασία πρέπει να περιορίσει τη διαρροή αέρα στις ενώσεις των αγωγών σε 5% της συνολικής παροχής. Εάν οι αγωγοί είναι έξω από τους κλιματιζόμενους χώρους, η επίδραση της διαρροής πρέπει να προστεθεί στο ψ.φ.κ. Εάν ο αέρας διαρρέει στους κλιματιζόμενους χώρους, προκαλεί χρήσιμη ψύξη, αλλά η προσοχή πρέπει να ληφθεί ότι δεν διανέμεται σε λάθος θέση.

### 1.9.20 Συνθήκες Αέρα Προσαγωγής

Αφού υπολογισθούν τα αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη, οι συνθήκες αέρα προσαγωγής (παροχή ροής, θερμοκρασία και υγρασία), αναγκαίες να εξασφαλίσουν τις συνθήκες άνεσης των χώρων προσδιορίζονται με τη βοήθεια του ψυχομετρικού χάρτη.

### 1.9.21 Εξοικονόμηση Ενέργειας

Μερικοί τρόποι επίτευξης εξοικονόμησης ενέργειας είναι:

1. Χρησιμοποίηση καλής μόνωσης σε όλο το κτίριο.
2. Χρησιμοποίηση συνθηκών σχεδιασμού 2.5% για την εξωτερική θερινή θερμοκρασία (βλ. πίνακα 6).
3. Υιοθέτηση εσωτερικών θερμοκρασιών 78 - 80 F DB . Αυτές εξασφαλίζουν επαρκή άνεση στις περισσότερες εφαρμογές. Η προηγούμενη πρακτική σχεδιασμού των 75 F ή χαμηλότερα είναι περιττή.
4. Εξέταση της χρήσης θερμοαπορροφητικών τζαμιών.
5. Εξασφάλιση αποτελεσματικής εσωτερικής σκίασης με κατάλληλους μηχανισμούς.
6. Ελαχιστοποίηση της χρήσης γυάλινων επιφανειών στα κτίρια εκτός αν χρησιμοποιούνται στη νότια πλευρά για λήψη ηλιακής θερμότητας το χειμώνα.
7. Εξέταση τοποθέτησης κατασκευαστικών ή καλύτερα φυσικών εξωτερικών εμποδίων που εξασφαλίζουν τη σκίαση του γυαλιού.
8. Προσανατολισμός του κτιρίου έτσι ώστε η ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι να είναι ελάχιστη στις πλευρές με μεγάλες περιοχές γυαλιού.
9. Αποφυγή άσκοπα υπερβολικού φωτισμού.
- 10.10. Χρησιμοποίηση φωτισμού που μετατρέπει πιο αποτελεσματικά την ηλεκτρική ενέργεια σε φως.
11. Προ πάντων, χρησιμοποίηση κατάλληλων διαδικασιών υπολογισμού που λαμβάνουν υπόψη την αποθήκευση θερμότητας και τη χρονική καθυστέρηση.

## ***B'*** ΜΕΡΟΣ

---

## ***ΨΥΞΗ***

---

## ***ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ***

---

2.1. Υπολογισμοί Θερμικού Κέρδους:

- ✿ Το κτήριο βρίσκεται στο Ρίο της Πάτρας άρα για τους υπολογισμούς Θερμικού κέρδους έχουμε κατά προσέγγιση 40° Β γεωγραφικό πλάτος.

Για το ΧΩΡΟ No 1 για τις 18:00 :A. Τοίχος Εξωτερικός Βόρειος :

$$Q = U \times A \times CLTD_c \dots [1]$$

Από υπολογισμούς και μετατροπές μονάδων ( βάση του σχεδίου του κτηρίου ) έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα , για το εμβαδόν και το συντελεστή αγωγιμότητας αντίστοιχα :

$$A = 19.8 \times 10.76 = 213.04 \text{ [ ft }^2 \text{ ]}$$

$$U = 0.5 \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}/2.713 = 0.184 \cong 0,18 \text{ [ Btu/ft}^2\text{×h×F ]}$$



- ☀ CLTD = 12 [°F] ...Από **πίν.2** για μέγιστα CLTD ομάδας B ,στην οποία ανήκει το είδος του εξωτερικού τοίχου του κτηρίου.

CLTD=12 [°F] ...Από **πίν.2** για μέγιστα CLTD ομάδας B ,στην οποία ανήκει το είδος του εξωτερικού τοίχου του κτηρίου.

$T_0=89.6$  [°F] ...Από **πίν.6** για την περιοχή του Ρίου Πατρών στο οποίο έχουμε το προς μελέτη κτίριο δεν υπάρχει σταθμός άρα επιλέγω τη μέτρηση για τη πόλη της Κορίνθου (όπως προβλέπει ο Τ.Ο Τ.Ε.Ε ) λόγω γεωγραφικής προσέγγισης.

$T_R=78$  [°F] ...Επιλέγει ανάμεσα στις προβλεπόμενες τιμές 78-80 [°F] DB

LM=1 ...Από **πίν. 4** ,για γεωγραφικό πλάτος 40° και μήνα Ιούνιο . Ιούνιο γιατί η επιφάνεια της οροφής είναι μεγαλύτερη από των παραθύρων και ενδεχομένως αυτή θα καθορίσει τον χρόνο εμφάνισης του μέγιστου φορτίου. Για πάν ενδεχόμενο όμως γιατί και η επιφάνεια είναι αξιοσημείωτη θα κάνουμε υπολογισμούς και για τα παράθυρα .

$K=0.65$  ...Για ανοιχτό χρώμα τοίχου.

$F=1$  ...Γιατί δεν είναι οροφή.

$$CLTD_c = [(CLTD + LM) \times K + (78 - T_R) + (T_0 - 85)] \times f \dots [2]$$

$$CLTD_c = [(12+1) \times 0.65 + (78-78) + (89,6-85)] \times 1$$

$$CLTD_c = 13.05 \text{ [°F]}$$

Από [1],[2] έχουμε :

$$Q = 0.18 \text{ (Btu/ft}^2 \times h \times F) \times 213.04 \text{ (ft}^2) \times 13.05 \text{ (°F)} \cong 500,43 \text{ [ Btu/h ]}$$

Με

Β. Τοίχος Εξωτερικός Ανατολικός :

$$A = 18,6 \times 10,76 = 200,14 \text{ [ ft}^2 \text{]}$$

$$U \cong 0,18 \text{ [ Btu/ft}^2 \times \text{h} \times \text{F ]}$$

$$CLTD=26 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$T_0=89,6 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$T_R=78 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$LM=1$$

$$K=0,65$$

$$F=1$$

$$CLTD_C=[(26+1)*0,65+(78-78)+(89,6-85)]*1$$

$$CLTD_C=22,8 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

Από [1],[2] έχουμε :

$$Q = 0.18 \times 200,14 \times 22,15 \cong 798 \text{ [ Btu/h ]}$$

Γ. Παράθυρο Ανατολικό :

$$A = 4,5 \times 10,76 = 48,42 \text{ [ ft}^2 \text{ ]}$$

$$U \cong 6/2,73 = 2,21 \text{ [ Btu/ft}^2 \times \text{h} \times \text{F ]}$$

Δ. Συναγωγή Γυαλιού:

$$CLTD=12 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$T_0=89.6 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$T_R=78 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$CLTD_c + (78 - T_R) + (T_0 - 85)$$

$$CLTD_c = 12 + (78 - 78) + (89,6 - 85)$$

$$CLTD_c = 16,6 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

Από [1],[2] έχουμε :

$$Q = 1,04 \times 48,42 \times 16,6 \cong 835,9 \text{ [ Btu/h ]}$$

Ε. Ηλιακή Ακτινοβολία Μέσω Γυαλιού:

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF$$

SHGF=216 ...Από **πιν.7** για τον μήνα Ιούνιο – ανατολικό παράθυρο.

SC=0.55 ... Από **πιν.8** για μονό καθαρό γυαλί, και βενετικά μέτρια στόρια.

CLF=0.10 ...Από πιν.9 για τις 18<sup>00</sup> για ανατολικό παράθυρο μέτριας κατασκευής .

$$Q = 216 \times 48,42 \times 0,55 \times 0,10 \cong 575,2 \text{ [ Btu/h ]}$$

Z. Οροφή :

$$A=42 \times 10,76 = 451,92 \text{ [ ft}^2 \text{ ]}$$

$$U \cong 0,3/2,73 \approx 0,1 \text{ [ Btu/ft}^2 \times \text{h} \times \text{F ]}$$

$$CLTD=45 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$T_0=89.6 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$T_R=78 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

$$LM=2$$

$K=0.5$  ...Για ανοιχτόχρωμες στέγες-οροφές.

$F=1$  ...Λόγω ψευδοροφής.

$$CLTD_C=[(45+2)*0.5+(78-78)+(89,6-85)]*0,75$$

$$CLTD_C=21,08 \text{ [}^\circ\text{F]}$$

Από [1],[2] έχουμε :

$$Q = 0,1 \times 451,92 \times 21,08 \cong 952,6 \text{ [ Btu/h ]}$$

H. Δάπεδο:

$$Q = U \times A \times TD \dots [1]$$

$$A = 42 \times 10,76 = 451,92 \text{ [ft}^2\text{]}$$

$$U = 1/2,713 \approx 0,37 \text{ [Btu/ft}^2 \times \text{h} \times \text{°F}]$$

$$TD = 89,6 - 5 = 84,6 \text{ [°F]}$$

$$Q = 451,92 \times 0,37 \times (84,6 - 78) \approx 1103,6 \text{ [ Btu/h ]}$$

Θ. Φωτισμός:

$$Q = 3.4 \times W \times BF \times CLF \dots [1]$$

$$W = 6 \times 36 = 216 \text{ [Watt]} \dots \text{Λόγω του ότι έχουμε 6 λαμπτήρες των 36 [W]}$$

$$BF = 1.25 \dots \text{Λόγω του ότι έχουμε λαμπτήρες φθορισμού.}$$

$$CLF = 1$$

$$Q = 3.4 \times 216 \times 1.25 \times 1 = 918 \text{ [ Btu/h ]}$$

I. Ανθρωποι :

$Q_s = q_s \times n \times CLF$
$Q_l = q_l \times n$

$q_s = 255 \text{ [Btu/h]}$

$q_l = 255 \text{ [Btu/h]}$

$n = 4 \text{ [άτομα]}$

$CLF = 1$  ...Λόγω του γεγονότος ότι το κλιματιστικό κλείνει τη νύχτα.

$Q_s = 255 \times 4 \times 1 = 1020 \text{ [ Btu/h ]}$
$Q_l = 255 \times 4 = 1020 \text{ [ Btu/h ]}$

K. Εξοπλισμός :

Υπό την προϋπόθεση ότι τα γραφεία έχουν ως εξοπλισμό από έναν Η/Υ το θερμικό κέρδος που θα έχουν ανά ημέρα θα είναι 400W για κάθε Η/Υ .

Άρα για τον κάθε χώρο έχουμε θερμικό κέρδος εξοπλισμού:

$$Q = 400 \times \frac{1}{0.293} = 1365.19 \left[ \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \right]$$

Λ. Διαφυγή Θερμότητας Στο Περιβάλλον :

$$F_c = 1 - 0.02K$$

$$K = (U_w \times A_w + U_g \times A_g) / L$$

$$K = [(213.04 + 200.14) \times 0.18 + (48.42 \times 1.04)] / (13 \times 10.76) = 74.37 + 50.36 / 139.88$$

$$K = 0.9 \text{ [Btu/ft}^2 \times \text{h} \times \text{°F]}$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times 0.9 = 0.98^*$$

\*Ο παράγοντας αυτός θα πολλαπλασιάσει όλα τα θερμικά κέρδη για πιο ρεαλιστικά και πρακτικά αποτελέσματα ,έτσι τα θερμικά κέρδη που υπολογίστηκαν θα μειωθούν

Ομοίως κάνουμε και τους υπόλοιπους υπολογισμούς για τις απαραίτητες ώρες για όλους τους χώρους.



Συγκέντρωση Εξωτερικών Θερμικών Κερδών Για Κάθε Χώρο:

Συγκεντρώνοντας τα συνολικά κέρδη θερμότητας από όλους τους χώρους μέσω της εξωτερικής δομής , παρατηρούμε ότι το μέγιστο φορτίο εμφανίζεται στις 16<sup>00</sup> με τιμή **56911 [ Btu/h ]** ( Πιν. 1)

Όπου :

$Q^{16:00}$  ... Θερμότητα από εξωτερική δομή στις 16:00 ώρα

$$\bullet Q^{16:00} \approx 56911 \text{ [ Btu/h ]}$$

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1**

**ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΑΗ ΕΞΟΤΕΡΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ σε [ Btu/h ]**

N <sup>ο</sup> ΧΩΡΟΥ:	Ώρες										
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
1	5476	4498	3927	3943	4043	4036	3988	3847	4189	3856	3651
2	5043	4068	3523	3515	3615	3608	3560	3419	3688	3331	3102
3	5043	4068	3523	3515	3615	3608	3560	3419	3688	3331	3102
4	5043	4068	3523	3515	3615	3608	3560	3419	3688	3331	3102
5	2703	2896	3158	4064	5551	6738	7479	7530	6509	4023	3718
6	2279	2472	2757	3636	5118	6302	7040	7091	6000	3498	3169
7	2279	2472	2757	3636	5118	6302	7040	7091	6000	3498	3169
8	2279	2472	2757	3636	5118	6302	7040	7091	6000	3498	3169
9	4471	5209	5842	6773	8104	8907	9295	9136	7807	4994	4535
12	4171	4303	4315	4268	4373	4376	4350	4454	4395	4507	4478
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>38787</b>	<b>36527</b>	<b>36082</b>	<b>40502</b>	<b>48271</b>	<b>53787</b>	<b>56911</b>	<b>56500</b>	<b>51964</b>	<b>37867</b>	<b>35194</b>

Συγκέντρωση Εσωτερικών Θερμικών Κερδών Για Κάθε Χώρο:

Το σύνολο θερμικών κερδών του κτηρίου μέσω των εσωτερικών παραγόντων (φώτα-ανθρώπους κτλ.) συνυπολογισμένο το ποσοστό  $F_C$  φαίνεται στον πιν. 2 παρακάτω.

Όπου :

$Q_s$  ... Αισθητή θερμότητα χώρου

$Q_l$  ... Λανθάνουσα θερμότητα χώρου

$Q_t * F_C$  ... Συνολικό ποσό θερμότητας χώρου συνυπολογισμένο το συντελεστή  $F_C$  ( από εσωτερική δομή )

☀  $Q_t = Q_s + Q_l$

☀  $Q_t * F_C \approx 47502$  [ Btu/h ] ... (πιν.2)

☀ Ο συντελεστής  $F_C$  υπολογίστηκε προηγουμένως ( $F_C \approx 0,98$ )

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 2</b>			
<b>ΑΙΣΘΗΤΟ ΚΑΙ ΛΑΘΑΝΟΝ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ</b> [ Btu/h ]			
<b>ΏΡΕΣ</b>			
<b>N<sup>ο</sup></b>	<b>Q<sub>s</sub></b>	<b>Q<sub>l</sub></b>	<b>Q<sub>t</sub> * F<sub>c</sub></b>
1	3755	1020	4689
2	3755	1020	4665
3	3755	1020	4665
4	3755	1020	4665
5	3755	1020	4689
6	3755	1020	4665
7	3755	1020	4665
8	3755	1020	4665
9	3755	1020	4661
12	4563	1020	5472
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>38355</b>	<b>10200</b>	<b>47502</b>

Συγκέντρωση Συνολικών Εσωτερικών και Εξωτερικών Θερμικών Κερδών:

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 3</b>		
<b>α/α</b>	<b>Q<sub>s</sub></b> [ Btu/h ]	<b>Q<sub>l</sub></b> [ Btu/h ]
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ</b>	38355	10200
<b>ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ</b>	56911	–
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	95265	10200
<b>Q<sub>s</sub> + Q<sub>l</sub> = ΣQ<sub>ολ</sub></b>	105465	
<b>ΣQ<sub>ολ</sub> * F<sub>c</sub></b>	104413	

Αν συλλέξουμε τα αποτελέσματα των δύο προηγούμενων πινάκων έχουμε :

☀ *Συνολικό Αισθητό Φορτίο :*

$$\Sigma Q_s = 56911 + 38355 = 95266 \text{ [ Btu/h ]} \times 0.25 = 23816 \text{ [ Kcal/h ]}$$

$$\underline{\underline{\Sigma Q_s = 23816 \text{ [ Kcal/h ]}}}$$

☀ *Συνολικό Λανθάνων Φορτίο :*

$$\Sigma Q_l = 10200 \text{ [ Btu/h ]} \times 0.25 = 2550 \text{ [ Kcal/h ]}$$

$$\underline{\underline{\Sigma Q_l = 2550 \text{ [ Kcal/h ]}}}$$

☀ *Συνολικό Ολικό Φορτίο ( Αισθητό+ Λανθάνων με συνυπολογισμό του  $F_c$ )  
...(πιν.3) :*

$$\Sigma Q_{ολ} = 10200 + 95266 = 104413 \text{ [ Btu/h ]} \times 0.25 = 26103 \text{ [ Kcal/h ]}$$

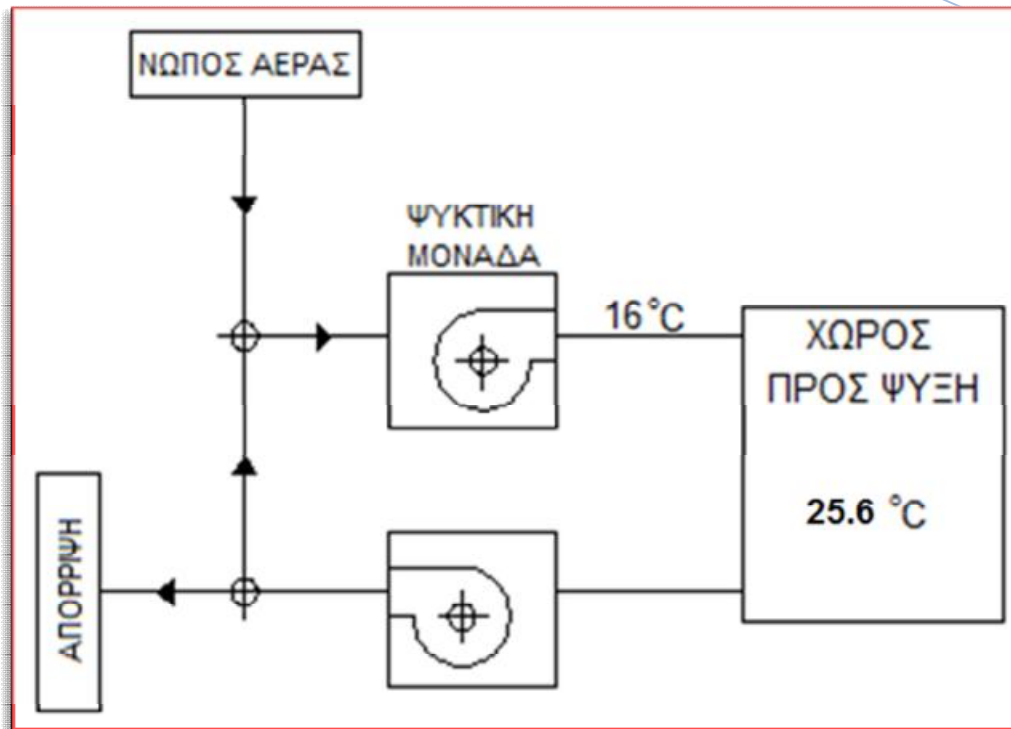
$$\underline{\underline{\Sigma Q_{ολ} = 26103 \text{ [ Kcal/h ]}}}$$

## 2.2. Εξαερισμός

Το σύστημα κεντρικής ψύξης που θα τοποθετήσουμε στο κτήριο θα πρέπει να πληροί τις εξής απαιτήσεις :

- ☀ Επίτευξη ψύξης των χώρων του κτηρίου ,
- ☀ Επίτευξη της καθαρότητας (με ανανεώσεις ή εναλλαγές του αέρα) , και
- ☀ Επίτευξη της υγιεινής των χώρων (με νωπό αέρα, ατμοσφαιρικό).

Αρχικά υποθέτουμε ότι το σύστημά μας θα έχει την μορφή του **Σχ.1**



**Σχ.1** κεντρικό σύστημα ψύξης με ανακυκλοφορία [ πρόσθετο ποσοστό νωπού αέρα και αποβολή ίδιου ποσοστού στην ατμόσφαιρα ]



### Επίτευξη της Υγιεινής των Χώρων (με Νωπό Αέρα, Ατμοσφαιρικό).

- Υποθέτουμε ότι ο μέγιστος αριθμός ατόμων που θα βρίσκονται στο κάθε γραφείο είναι 4 άτομα , στη γραμματεία 6 άτομα κοκ. [πιν.4] .
- Από πίνακες [πιν.14.παράρτημα ii.] βρίσκουμε το απαιτούμενο ποσοστό για κάθε άτομο, και
- Προβαίνουμε στην ολοκληρωτική συμπλήρωση του παρακάτω πίνακα [πιν.4]

ΠΙΝΑΚΑΣ 4			
Ν° ΧΩΡΟΥ	ΑΤΟΜΑ	ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ/άτ ομο [ft <sup>3</sup> /min]	ΝΩΠΟΣ ΑΕΡΑΣ [ft <sup>3</sup> /min]
1	4	20	80
2	4	20	80
3	4	20	80
4	4	20	80
5	4	20	80
6	4	20	80
7	4	20	80
8	4	20	80
9	6	20	120
12	2	20	40
ΣΥΝΟΛΟ:			800
ΣΥΝΟΛΟ σε [m <sup>3</sup> /h] ≈:			1400



### Ανανεώσεις Αέρα Χώρου:

Το πλήθος των 4 εναλλαγών/ώρα είναι αρκετός για χώρους γραφείων όπως έχουμε στο παρόν κτήριο.

### Υπολογισμός όγκου χώρων:

Υπολογίζουμε τον όγκο όλου του κτηρίου που πρόκειται να ψύξουμε , χωρίς όμως να συμπεριλάβουμε τον όγκο των τοίχων [πιν.5 παρακάτω]

ΠΙΝΑΚΑΣ 5		
Ν <sup>ο</sup> ΧΩΡΟΥ	ΟΓΚΟΣ [ m <sup>3</sup> ]	ΟΓΚΟΣ [ ft <sup>3</sup> ]
1	126	4450
2	126	4450
3	126	4450
4	126	4450
5	126	4450
6	126	4450
7	126	4450
8	126	4450
9	126	4450
12	546	19287
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>1680</b>	<b>59337</b>

Με τη βοήθεια του πίνακα 5 (όπως υπολογίσαμε παραπάνω) μπορούμε τώρα εύκολα να βρούμε την μαζική παροχή του αέρα στο χώρο του κτηρίου ανά ώρα:

$V^{αερ}$  ... παροχή συνολικού αέρα

$$V^{αερ} = 4 \times 1680 \approx \underline{\underline{6720}} \text{ [ m}^3\text{/h ]} \quad \dots(\alpha)$$

$$V^{αερ} = 4 \times 59337 \approx \underline{\underline{237348}} \text{ [ ft}^3\text{/h ]}$$

Όπως και την παροχή του κάθε χώρου ανά ώρα ....( πιν.6 παρακάτω )



ΠΙΝΑΚΑΣ 6							
ΧΩΡΟΣ	ΟΓΚΟΣ m <sup>3</sup>	ΟΓΚΟΣ ft <sup>3</sup>	V [m <sup>3</sup> /h]	V [ft <sup>3</sup> /h]	ΝΩΠΟΣ %	V <sub>νωπ.</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>νωπ.</sub> [ft <sup>3</sup> /h]
1ος	126	4450	504	17800	21	106	3738
2ος	126	4450	504	17800	21	106	3738
3ος	126	4450	504	17800	21	106	3738
4ος	126	4450	504	17800	21	106	3738
5ος	126	4450	504	17800	21	106	3738
6ος	126	4450	504	17800	21	106	3738
7ος	126	4450	504	17800	21	106	3738
8ος	126	4450	504	17800	21	106	3738
9ος	126	4450	504	17800	21	106	3738
12ος	546	19287	2185	77148	21	459	16201
ΣΥΝΟΛΟ	1680	59337	6722	237348	-	1412	49843

Τα σύνολα των τιμών έχουν αυτή τη μικρή απόκλιση λόγω των διαδοχικών στρογγυλοποιήσεων ( π.χ  $V^{αερ.} = 4 \times 1680 \approx 6720 \text{ m}^3/\text{h}$  ενώ στο πίνακα 6 παρουσιάζεται ως  $6722 \text{ m}^3/\text{h}$  )

Το ποσοστό των 21% προκύπτει αναλογικά ως εξής:  $1400(\text{m}^3/\text{h}) / 6722 (\text{m}^3/\text{h}) = 0,208 \approx 21\%$



### Επίτευξη ψύξης των χώρων του κτηρίου

$\Sigma Q_s$  ... Σύνολο αισθητού θερμικού φορτίου (αισθητού εξωτερικού και αισθητού εσωτερικού)

$\Sigma Q_t \equiv \Sigma Q_{ολ}$  ... Συνολικό θερμικού φορτίο [συνολικό αισθητό και συνολικό λανθάνον]

$\Delta h$  ... Διαφορά ενθαλπίας = [ενθαλπία αέρα χώρου – ενθαλπία αέρα προσαγωγής]

$\dot{V}$ ... παροχή συνολικού αέρα

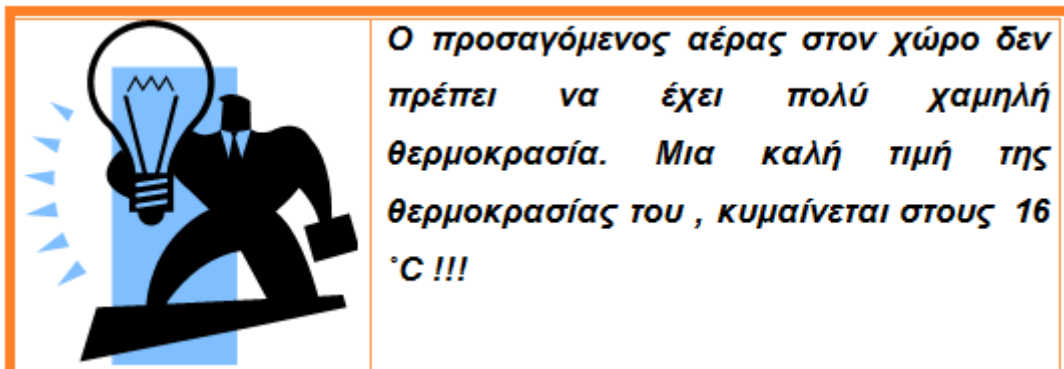
$$\Sigma Q_{o\lambda} = 1,2 \times V \times \Delta h \quad \dots(\beta)$$

$$\Sigma Q_{o\lambda} = 26103 \text{ [ kcal/ h ]}$$

$$\Delta h^{2-3} = 58 - 49,5 = 8,5 \text{ [ KJ/h ] } \dots(\text{από ψυχομετρικό διάγραμμα σελ.216})$$

$$\dot{V} = \frac{\Sigma Q_{o\lambda}}{1,2 \times 8,5} = \frac{26103 \times 4,2}{10,2} \text{ (kcal/h) / (kj/h)}$$

$$\dot{V} \approx 10748 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \dots(\gamma)$$



Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της ( α ) και της ( γ ) φαίνεται πως η παροχή των 12468 m<sup>3</sup>/h υπερκαλύπτει τις ανάγκες της εγκατάστασής μας. Οπότε οι υπολογισμοί θα συνεχίσουν βάσει της νέας αυτής παροχής.

Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας ( πιν.7 ) με τον υπολογισμό των παροχών αέρα του κάθε χώρου , βάσει της νέας συνολικής παροχής και με τη βοήθεια του παραπάνω τύπου (β) .

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

ΧΩΡΟΣ	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ m <sup>3</sup> /h	Δh Kcal/kg	Q <sub>t</sub> Kcal/h	ΠΑΡΟΧΗ ΝΩΠΟΥ m <sup>3</sup> /h
1	902	8,5	2191	186
2	858	8,5	2084	176
3	858	8,5	2084	176
4	858	8,5	2084	176
5	1261	8,5	3063	260
6	1216	8,5	2954	250
7	1216	8,5	2954	250
8	1216	8,5	2954	250
9	1448	8,5	3517	297
12	1023	8,5	2483	210
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	<b>10857</b>	<b>—</b>	<b>26366</b>	<b>2230</b>

Η παροχή νωπού αποτελεί το 21% της παροχής του συνολικού αέρα ( πιν. 6 ).



### Έλεγχος Υγρασίας

$\Sigma Q_i$  ... Λανθάνον Θερμικό Φορτίο

$$\Sigma Q_i = 10200 \times 0,25 = 2550 \text{ [ kcal/h ] } \dots(\text{πιν.2})$$

$$V^{\text{νωπ.αερ.}} \dots \text{ Παροχή Νωπού Αέρα} = 800 \text{ [ ft}^3\text{/min ]} = 1400 \text{ [ m}^3\text{/h ]} \dots(\text{πιν.4})$$

$$\Sigma Q_1 = 0,68 \times V^{\text{νωπ.αερ.}} \times \Delta x$$

$$\Delta x = \Sigma Q_1 / (0,68 \times V^{\text{νωπ.αερ.}})$$

Οπου :

$\Delta x$  ... ποσότητα υγρασίας ( περιεκτικότητα νερού ανά Kg αέρα )

$$\Delta x = \frac{\Sigma Q_1}{0,68 \times \dot{V}} = \frac{2550 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}}{0,68 \times 1400 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}$$

$$\Delta x = 2.7 \left[ \frac{\text{gr}}{\text{kg}} \right]$$



### Έλεγχος θερμοκρασίας

$$\Sigma Q_s = 0,29 \times V \times \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{\Sigma Q_s}{0,29 \times \dot{V}} = \frac{27630}{0,29 \times 10748} = 8,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$



**Για να ανεβάσουμε τη θερμοκρασία του σημείου 3 στο σημείο 4, κάνουμε by-pass στο ψυκτικό στοιχείο !!!**

Όπου :

$\Delta T$  ... διαφορά θερμοκρασίας αέρα εισαγωγής και αέρα επιστροφής ( του χώρου )



**Υπολογισμός Συντελεστή Αισθητού Φορτίου:**

$$SHF = \frac{Q_s}{Q_s + Q_l} = \frac{23816}{26103} \approx 0,90$$

### **2.3. Αεραγωγοί :**

Μετά τον έλεγχο ψύξης που έγινε φαίνεται πως η παροχή αέρα στο κτήριο βάση του εμβαδού του κτηρίου (...a), είναι μεγαλύτερη από την υπολογισθείσα παροχή του ελέγχου ψύξεως (...b), γεγονός που σημαίνει ότι είναι επαρκής για να καλύψει το ολικό ψυκτικό φορτίο με περίσσεια. Με βάση αυτό το σκεπτικό η παροχή που θα χρησιμοποιηθεί για να γίνει ο υπολογισμός των αεραγωγών παρακάτω θα είναι:

$$V_{\text{αερ.}} = 10748 [ m^3/h ] (...a).$$

Η παροχή του κάθε χώρου βρίσκεται από τη σχέση:

$\Sigma Q_{OL} = 1,2 \times V \times \Delta h$  ... (a) , όπου το “  $\Delta h$  ” παραμένει ίδιο ( 8,5 kJ/kg ), το “  $\Sigma Q_{OL}$  ” αντικαθίσταται από το ολικό θερμικό κέρδος του εκάστοτε χώρου και επίσης “  $\dot{V}$  ” η παροχή ( του κάθε χώρου ). Και η τελική ολική παροχή διαμορφώνεται στη τιμή των  **$V_{\text{αερ.}} \approx 11000 [ m^3/h ]$**  (για τη κάλυψη οποιουδήποτε αστάθμιστου παράγοντα)

2.3.1 Υπολογισμός Διαστάσεων Αεραγωγών

Ο υπολογισμός των αεραγωγών θα γίνει με τη μέθοδο της σταθερής πτώσης πίεσεως.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1								
ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ								
ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ	ΙΣΟΔΥΝ. ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ		
	m	m <sup>3</sup> /h	m/sec	mm	mm	mm H <sub>2</sub> O/m		
ΑΝΕΜ. - Ο	5	10857	7,5	722	550*800	0,07	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΤΕΡΥΓΑ	
Α	25	4499	6	515	350*650	0,07		
Α-4	4	858	4	277	230*280	0,07		
Β-Α	4,5	3641	5,8	471	240*850	0,07		
Β-Γ	2,5	2618	5,3	419	240*650	0,07		
Γ-3	4	858	4	277	230*280	0,07		
Γ-Δ	7	1760	4,8	361	280*400	0,07		
Δ-2	4	858	4	277	230*280	0,07		
Δ-Ε	7	902	4	282	230*290	0,07		
Ε-1	4	902	4	282	230*290	0,07		
Β-12	1,5	1023	4,2	294	250*290	0,07	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ-ΑΝ.ΠΤΕΡΥΓΑ	
12 - Ν	10	511	3,5	227	180*240	0,07		
12 - Ξ	10	512	3,51	227	180*240	0,07		
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2								
ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ	ΙΣΟΔΥΝ. ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΙΣΟΔΥΝ. ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ	
	m	m <sup>3</sup> /h	m/sec	mm	mm	mm	mm H <sub>2</sub> O/m	
Κ	13	6358	6	613	612	500*630	0,053	ΔΥΤΙΚΗ ΠΤΕΡΥΓΑ
Κ-9	4	1448	4,1	354	354	300*350	0,053	
Κ-Ι	12	4910	5,6	553	557	400*650	0,053	
Ι-8	4	1216	3,8	336	337	300*315	0,053	
Ι-Θ	7	3694	5,1	506	506	400*750	0,053	
Θ-7	4	1216	3,8	337	337	300*315	0,053	
Θ-Η	7	2478	4,7	432	432	700*950	0,053	
Η-6	4	1216	3,8	337	337	300*350	0,053	
Η-Ζ	7	1262	3,8	343	343	250*400	0,053	
Ζ-5	4	1262	3,8	343	343	250*400	0,053	

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3

## ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ ΑΠΑΓΩΓΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ m	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ m <sup>3</sup> /h	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ m/sec	ΙΣΟΔΥΝ. ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ mm	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ mm	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ mm H <sub>2</sub> O/m	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΤΕΡΥΓΑ
ΑΝΕΜ. - Ο	5	10857	6,5	800	550*1000	0,05	
Α	19	4499	5	563	315*900	0,05	
Α-Β	6,5	512	2,7	258	200*280	0,05	
Α-4	6	3987	4,8	543	450*550	0,05	
4--3	4,5	3129	4,5	496	290*750	0,05	
3--2	6,5	2271	4,3	432	700*950	0,05	
2-Γ	4,5	1413	3,7	368	180*700	0,05	
Γ-Δ	6,5	511	2,7	258	200*290	0,05	
Γ-1	2,5	902	3,4	306	280*280	0,05	

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4

ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ m	ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ m <sup>3</sup> /h	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ m/sec	ΙΣΟΔΥΝ. ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ mm	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ mm	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ mm H <sub>2</sub> O/m	ΔΥΤΙΚΗ ΠΤΕΡΥΓΑ
9	7,5	6358	5	672	600*630	0,04	
9--8	12	4910	4,7	609	400*800	0,04	
8--7	7	3694	4,4	545	400*630	0,04	
7--6	7	2478	3,8	480	315*630	0,04	
6--5	7	1262	3,3	368	180*700	0,04	

### 2.3.2 Υπολογισμός Απωλειών Για Τη Δυσμενέστερη Διαδρομή – Επιλογή Κυκλοφορητή

Για τις γωνίες που θα τοποθετηθούν στους αεραγωγούς επιλέχτηκε λόγος  $R/W=1,25$  και με τη βοήθεια του τύπου (i) γίνεται η εύρεση του ισοδύναμου μήκους.

$$\frac{L}{W} = \left[ 0,33 \times \frac{R}{W} \right] - \left[ 2,13 \times \frac{H}{W} \right]^{0,126} \dots (i)$$

Η δυσμενέστερη διαδρομή είναι στην ανατολική πτέρυγα και είναι “ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ (ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ) – ΧΩΡΟΣ#1”

#### A. Αεραγωγοί Προσαγωγής:

**$\Delta p/m$  ...** Απώλειες πίεσεως ανά μέτρο αεραγωγού

**$\Sigma \Delta p$  ...** Συνολικές απώλειες πίεσεως σε όλο το μήκος αεραγωγού (της δυσμενέστερης διαδρομής)

$\Delta p/m =$  σταθερό  $\Rightarrow$

$$\Delta p/m = 0.07 \text{ mmH}_2\text{O}/ \text{m} \dots (ii)$$

$$\Sigma \Delta p = \Sigma L \times \Delta p/m \dots (iii)$$

Ευθύγραμμα τμήματα :

$$L = 52 \text{ m} \dots (1)$$

Γωνίες (χώρων 1,2,3,&4) :

$$L_{\text{ισοδύναμο}} = 4 \text{ γωνίες} \times 6,3 \text{ m} = 25,2 \text{ m} \dots (2)$$

Γωνίες (A - O) :



$$L_{\text{ισοδύναμο}} = 10 \text{ γωνίες} \times 2,5 \text{ m} = 25 \text{ m} \quad \dots(3)$$

Γωνία (χώρος 12) :

$$L_{\text{ισοδύναμο}} = 6,4 \text{ m} \quad \dots(4)$$

Γωνίες (μετά τον ανεμιστήρα & πριν το σημείο O) :

$$L_{\text{ισοδύναμο}} = 3 \times 2,5 = 7,5 \text{ m} \quad \dots(5)$$

Απο τη σχέσεις 1,2,3,4&5 προκύπτει:

$$\Sigma L = (52 + 25,2 + 25 + 6,4 + 7,5) \text{ m} \Rightarrow$$

$$\Sigma L = 116,1 \text{ m} \quad \dots(6)$$

Στόμιο :

$$\Delta p_{\text{στομίου}} = 0,4 \text{ mmH}_2\text{O} \quad \dots(7)$$

Απο τις σχέσεις ii,iii,6 & 7 προκύπτει:

$$\Sigma \Delta p = (0,4 + (116,1 \times 0,07)) \text{ mmH}_2\text{O} \approx 8,5 \text{ mmH}_2\text{O} \approx 9 \times 10^{-3} \text{ mH}_2\text{O} \quad \dots(\text{iv})$$

### B. Αεραγωγοί Απαγωγής:

Ομοίως και για τους αεραγωγούς απαγωγής προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Ευθύγραμμα τμήματα :

$$L = 54,5 \text{ m} \quad \dots(1')$$

Γωνίες (χώρου 12) :

$$L_{\text{ισοδύναμο}} = 2 \text{ γωνίες} \times 6,1 \text{ m} = 12,2 \text{ m} \quad \dots(2')$$

Γωνίες (A - O) :

$$L_{\text{ισοδύναμο}} = 10 \text{ γωνίες} \times 2,3 \text{ m} = 23 \text{ m} \quad \dots(3')$$

Γωνίες (μετά τον ανεμιστήρα & πριν το σημείο O) :

$$L_{\text{ισοδύναμο}} = 3 \times 2,5 = 7,5 \text{ m} \quad \dots(4')$$

Απο τις σχέσεις 1',2',3',4' & 5' προκύπτει:

$$\Rightarrow \Sigma L = (54,5+12,2+23+7,5) \text{ m} \Rightarrow$$

$$\Sigma L = 97,2 \text{ m} \quad \dots(5')$$

Στόμιο :

$$\Delta p_{\text{στομίων}} = (0,6 \times 4) \text{ mmH}_2\text{O} = 2,4 \text{ mmH}_2\text{O} \quad \dots(6')$$

Απο τις σχέσεις ii,iii,5' & 6' προκύπτει:

$$\Sigma \Delta p = (2,4 + (97,2 \times 0,05)) \text{ mmH}_2\text{O} \approx 7,3 \text{ mmH}_2\text{O} \approx 7 \times 10^{-3} \text{ mH}_2\text{O} \quad \dots(v)$$

## 2.4. Υπολογισμός Φυγοκεντρικών Ανεμιστήρων

### 2.4.1 Ανεμιστήρας Προσαγωγής

$$N = 1.10 \times \frac{V \times H}{367 \times 1000 \times 0.6}$$

N... Ισχύς ηλεκτροκινητήρα σε , KW

V...Παροχή αέρα , σε m<sup>3</sup>/h

H... Ολικές απώλειες τριβών στους αεραγωγούς ( για τη δυσμενέστερη διαδρομή !!! ),  
σε mmH<sub>2</sub>O

$$N = 1.10 \times \frac{11000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 8 \frac{\text{mm H}_2\text{O}}{\text{m}}}{367 \times 1000 \times 0.6} \Rightarrow$$

$$\underline{N \approx 0.4 \text{ KW}}$$

### 2.4.2 Ανεμιστήρας Απαγωγής

$$N = 1.10 \times \frac{V \times H}{367 \times 1000 \times 0.6}$$

$$N = 1.10 \times \frac{11000 \frac{m^3}{h} \times 7 \frac{mm H_2O}{m}}{367 \times 1000 \times 0.6} \Rightarrow$$

$$\underline{N \approx 0.4 KW}$$

## 2.5. Υπολογισμός στομίων Αεραγωγών

Η επιλογή των στομίων γίνεται με τη παροχή και το βεληνεκές από επίσημα φυλλάδια κατασκευαστών, αφού επιλεγθεί η κατασκευαστική εταιρεία για τη επικείμενη εμπόρευσή τους .

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1**

**ΣΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΑΤΩΓΗΣ**

**ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ ΣΤΟΜΙΑ ΔΥΟ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ, Κ 102 Β ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ**

ΧΩΡΟΣ	ΠΑΡΟΧΗ	ΑΡΘ.ΣΤΟΜΙΩΝ x ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΑ ΣΤΟΜΙΟ	ΒΕΛΗΝΕΚΕΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m	m/s	mm H <sub>2</sub> O	mm
1	902	3*300	3,5	2,5	0,4	455*230
2	858	3*300	3,5	2,5	0,4	455*230
3	858	3*300	3,5	2,5	0,4	455*230
4	858	3*300	3,5	2,5	0,4	455*230
5	1261	3*300	3,5	2,5	0,4	455*230
		1*360	4	2,5	0,4	530*230
6	1216	4*300	3,5	2,5	0,4	455*230
7	1216	4*300	3,5	2,5	0,4	455*230
8	1216	4*300	3,5	2,5	0,4	455*230
9	1448	2*300	3,5	2,5	0,4	455*230
		2*360	4	2,5	0,4	530*230
12	1023	1*480	4	2,5	0,4	530*305
		1*575	6	3	0,6	530*305

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2					
ΣΤΟΜΙΑ ΑΠΑΓΩΓΗΣ					
ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ ΣΤΟΜΙΑ , ΕΟ 40 FYROGENIS					
ΧΩΡΟΣ	ΠΑΡΟΧΗ	ΑΡΘ.ΣΤΟΜΙΩΝ x ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΑ ΣΤΟΜΙΟ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m/s	mm H <sub>2</sub> O	mm
1	902	1*902	2,5	0,6	400*400
2	858	1*858	2,5	0,6	400*400
3	858	1*858	2,5	0,6	400*400
4	858	1*858	2,5	0,6	400*400
5	1261	1*1261	2,5	0,6	300*600
6	1216	1*1216	2,5	0,6	300*600
7	1216	1*1216	2,5	0,6	300*600
8	1216	1*1216	2,5	0,6	300*600
9	1448	1*1448	2,5	0,6	500*400
12	1023	1*1023	2,5	0,6	400*400

## 2.6. Υπολογισμός Ψυκτικού Στοιχείου

$$Q_{\psi} = 1,2 \times V \times \Delta h + 10\%_{\text{ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΗ}} \dots (a)$$

$$Q_{\psi} = 1,2 \times 10857 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 2,02 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} \Rightarrow \underline{Q_{\psi} = 26317 \text{ [ kcal/ h ]}}$$

Με μία προσαύξηση της τάξεως του 10% έχουμε:

$$Q_{\psi} = 26317 + \frac{26317 \times 10}{100} \Rightarrow \underline{Q_{\psi} \approx 30000 \text{ [ kcal/ h ]}}$$

$\Delta h^{2-3} = 58 - 49,5 = 8,5 \text{ [ KJ/h ]} / 4,2 = 2,02 \text{ [ Kcal/h ]} \dots (\text{από ψυχομετρικό διάγραμμα})$



2.7. Υπολογισμός Συστήματος Προσαγωγής και Απαγωγής Νερού στο Ψυκτικό Στοιχείο)Βήμα # 1 Υπολογισμός Παροχής Νερού Εξαμιστή:

$$V' = \frac{Q_{\psi}}{\Delta T} \Rightarrow V' = \frac{30000}{12 - 7} \Rightarrow$$

$$V' = \frac{30000 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{5 \text{ }^{\circ}\text{C}} \approx 6000 \frac{\text{lt}}{\text{h}} \Rightarrow$$

$$V' \approx 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

V'...Παροχή νερού,

ΔT ...Διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού-νερού ( 12 °C – 7 °C),

U...Ταχύτητα ροής του νερού ( 1 ÷ 1,5 m/s ),

d ...Διάμετρος αγωγού του νερού.

Βήμα # 2 Υπολογισμός Διαμέτρου Σωληνώσεων “Εξαμιστή – Ψύκτη” :

$$d = 18.8 \times \sqrt{\frac{V'}{U}} = 18.8 \times \sqrt{\frac{6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{1.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \Rightarrow$$

$$d \approx 40,4 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$d \approx 1 \frac{1}{2}''$$

( για μεγαλύτερη ευκολία του νερού θα μπορούσαμε να επιλέξουμε d = 2" )

Βήμα # 3 Επιλογή Ψύκτη :

Η επιλογή του ψύκτη γίνεται βάσει της Ψυκτικής ισχύος του συστήματος την οποία καλείται να καλύψει ( η οποία έχει υπολογιστεί  $Q_{\psi} \approx 30000 \text{ kcal/h}$  )

Άρα για  $Q_{\psi} \approx 30000 \text{ kcal/h}$  επιλέγεται ψύκτης “**FAWH 131SCR**”<sup>1</sup>

**Βήμα # 4 Υπολογισμός Πτώσης Πίεσεως στα Επιμέρους Τμήματα της Μονάδας “ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ-ΨΥΚΤΗ”:**

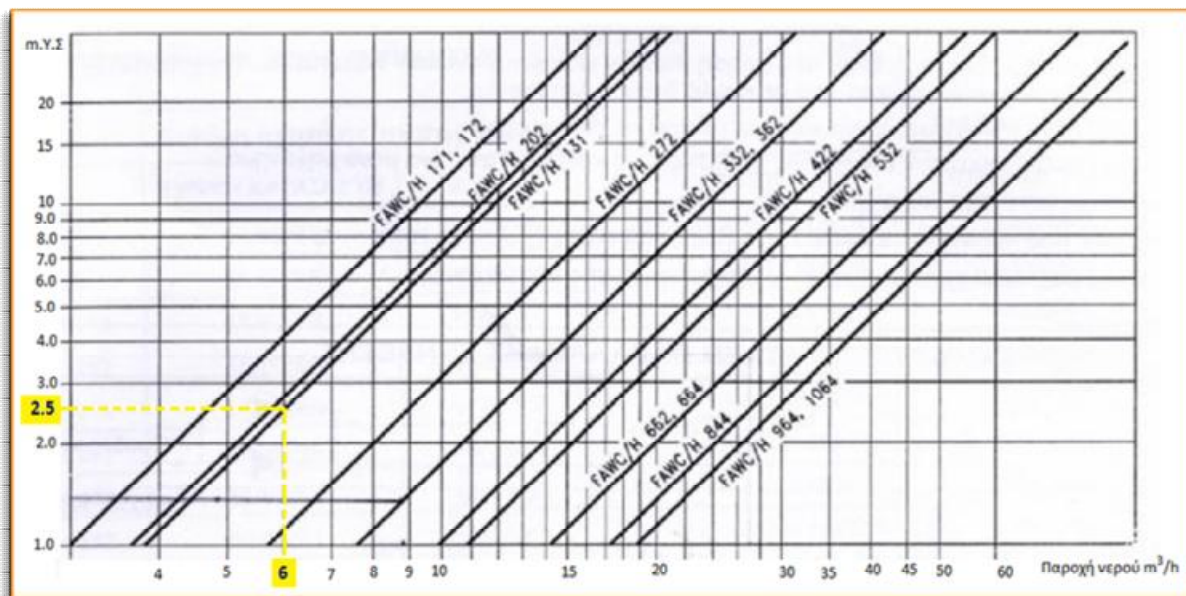
**1. Πτώση πίεσεως ψύκτη:**

Πτώση πίεσης “ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ – ΝΕΡΟΥ ” ( για ψυκτικό στοιχείο ) τύπου **FAWH 131SCR** : (από διάγραμμα σχ7.1)

$$\Delta p = 2,5 \text{ mH}_2\text{O} \dots(1)$$

Οπου:

**$\Delta p$ ... Πτώση πίεσεως**



Σχ.7.1 Πτώση πίεσης εναλλάκτη “ψυκτικού μέσου – νερού” ανάλογα με το είδος ψυκτικού στοιχείου και τη παροχή νερού .

**2. Πτώση πίεσεως σωληνώσεων:**

Συνολικό μήκος σωλήνα εισόδου :  **$L = 15 \text{ m}$**

<sup>1</sup> Η επιλογή του ψυκτικού στοιχείου , του εξατμιστή , δοχείου αδρανείας , στομίων και των μεταθερμαντικών στοιχείων έχει γίνει από τα επίσημα φυλλάδια της εταιρείας “FYROGENIS” (καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα-νομογραφήματα που τα ακολουθούν(π.χ. σχ.7.1)) , η επιλογή έγινε τυχαία και σε καμία περίπτωση δεν επιτελεί διαφημιστικούς σκοπούς.



Συνολικό μήκος σωλήνα εξόδου :  **$L = 15 \text{ m}$**

Διάμετρος σωλήνα εισόδου – εξόδου:  **$d = 1 \frac{1}{2}''$**

### 2.1 Ευθύγραμμα Τμήματα Σωληνώσεων:

$$\Delta p_f = L \times \Delta p_f / m = 30 \text{ m} \times 50 \text{ mmH}_2\text{O}/\text{m} = 1500 \text{ mmH}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Delta p_f = 1,5 \text{ m H}_2\text{O} \dots(\alpha)$$

Οπου:

$\Delta p_f$  ... Πτώση πίεσεως λόγω τριβών

### 2.2 Γωνίες Σωληνώσεων:

Για  $r/d = 0,5 \Rightarrow \zeta=1$  από πίν. 7.1 για ταχύτητα νερού  $u=1,3 \text{ m/s}$  και  $d=40\text{mm} \Rightarrow$

$$L_{\text{ισοδύναμο}} \approx 1,93 \text{ m} \Rightarrow \Delta p_f = 10 \text{ γωνίες} \times (1,93 \text{ m} \times 50 \text{ mm H}_2\text{O}) = 965 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$\Delta p_f \approx 1 \text{ m H}_2\text{O} \dots(\beta)$$

Από (α)&(β) :

$$\Sigma \Delta p_f = ( 1,5 + 1 ) \text{ m H}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Sigma \Delta p_f = 2,5 \text{ m H}_2\text{O} \dots(2)$$

Οπου:

$\Delta p_f$  ... Συνολική πτώση πίεσεως λόγω τριβών

### 3. Πτώση πίεσεως τρίοδης βάννας:

$$\Delta p = 500 \text{ mm H}_2\text{O} = 0,5 \text{ m H}_2\text{O} \dots(3)$$

### 4. Πτώση πίεσεως εξατμιστή:

Επιλέγεται εξατμιστής **MFC110<sup>1</sup>** με πτώση πίεσεως 16 kPa <sup>(2)</sup>

<sup>(2)</sup>  $1 \text{ mm H}_2\text{O} = 10 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ Pa}$

$$\Delta p = 1,6 \text{ m H}_2\text{O} \dots(4)$$

### 5. Συνολικές απώλειες πίεσεως “ΨΥΚΤΗ – ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ” :

Από (1),(2)&(3):

$$\Rightarrow \Sigma \Delta p = (2,5 + 2,5 + 0,5 + 1,6) \text{ m H}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Sigma \Delta p = 7,1 \text{ m H}_2\text{O} + 10\% \approx 8 \text{ m H}_2\text{O}$$

Όπου:

$\Sigma \Delta p$  ... Συνολική πτώση πίεσεως

### Βήμα #5 Επιλογή Κυκλοφορητή “ΨΥΚΤΗ – ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ” :

Η επιλογή κυκλοφορητή θα γίνει βάσει των συνολικών απωλειών πίεσεως “ΨΥΚΤΗ – ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ” και της παροχής του νερού από αντίστοιχα διαγράμματα κατασκευαστών.

Για την προκείμενη περίπτωση ( με  $\Sigma \Delta p = 8 \text{ m H}_2\text{O}$  και  $V' = 6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$  ) από το σχ.7.2.παρακάτω, επιλέγεται κυκλοφορητής **wilo top-s 65/10** <sup>(3)</sup>

## 2.8. Υπολογισμός Συστήματος Προσαγωγής και Απαγωγής Νερού στο Μεταθερμαντικό

$$Q_0 = 0,29 \times \dot{V} \times \Delta T + 10\%$$

### A. Ανατολική Πτέρυγα:

#### Βήμα #1 Υπολογισμός Παροχής Νερού μεταθερμαντικού :

$$\dot{V} \approx 4500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

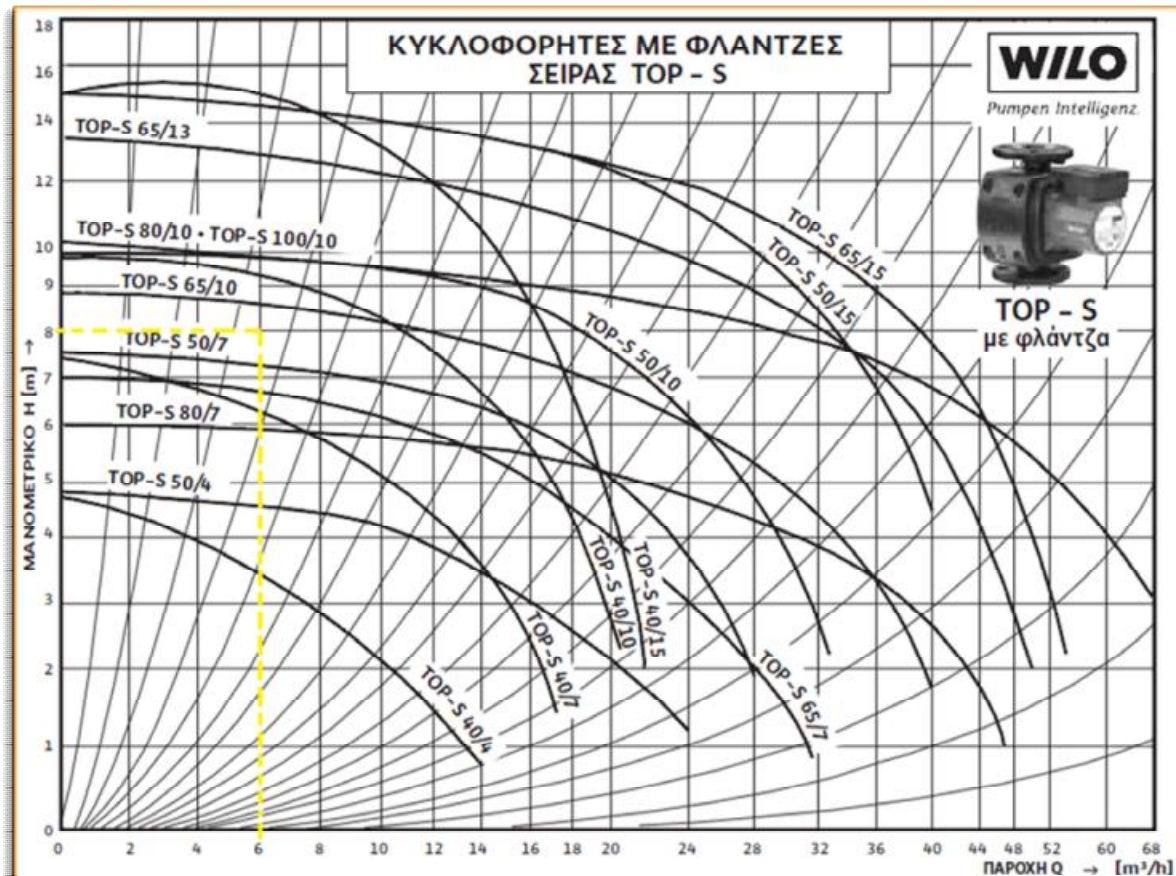
<sup>(3)</sup> Η επιλογή του κυκλοφορητή έγινε από επίσημα φυλλάδια της εταιρείας wilo , η επιλογή έγινε τυχαία και σε καμία περίπτωση δεν επιτελεί διαφημιστικούς σκοπούς.

$$Q_{\Theta}(+10\%) = 0,29 \times \dot{V} \times \Delta T + 10\% \Rightarrow$$

$$Q_{\Theta} = \left( 0,29 \times 4500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times (25,6 - 18)^\circ\text{C} \right) + 10\%$$

$$= \left( 9918 + \frac{9918 \times 10}{100} \right) \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 10909,8 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \Leftrightarrow$$

$$Q_{\Theta} \approx 11000 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$



Σχ.7.2 επιλογή κυκλοφορητή παροχής νερού στο ψυκτικό στοιχείο.

$$\text{Παροχή νερού : } \dot{V}_v = \frac{Q_{\Theta}}{\Delta T} = \frac{11000}{85-70} \approx 733 \frac{\text{lt}}{\text{h}} \Leftrightarrow$$

$$\dot{V}_v = 0,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Όπου :

$\dot{V}_v$  ...Παροχή νερού μεταθερμαντικού,

$\Delta T$  ...Διαφορά θερμοκρασίας θερμού νερού –νερό επιστροφής ( 85 °C – 70 °C),

$U$ ...Ταχύτητα ροής του νερού ( 1 ÷ 1,5 m/s ),

$d$  ...Διάμετρος αγωγού του νερού.

### Βήμα #2 Υπολογισμός Διαμέτρου Σωληνώσεων Μεταθερμαντικού :

$U$ ...Ταχύτητα ροής του νερού ( 1 ÷ 1,5 m/s ),

Από το νομογράφημα εικ.7.3 για παροχή 733 lt/h  $\approx$  0.2 lt/s επιλέγουμε ταχύτητα  $u=1\text{m/s}$  για να έχουμε τις μικρότερες απώλειες.

Οπότε:

$u=1\text{m/s}$  ,

$\dot{V}_v= 0.2\text{ lt/s}$  ,

$d \approx 22\text{ mm} \Rightarrow$

$$d \approx 1''$$

### Βήμα #3 Επιλογή Μεταθερμαντικού:

Η επιλογή του θερμαντικού γίνεται βάσει της θερμαντικής ισχύος του συστήματος την οποία καλείται να καλύψει ( η οποία έχει υπολογιστεί  $Q_{\theta} \approx 11000\text{ kcal/h}$  )

Άρα για  $Q_{\theta} \approx 11000\text{ kcal/h}$  επιλέγεται θερμαντικό “MFC 50”<sup>1</sup>

### Βήμα #4 Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης στα Επιμέρους Τμήματα του “Συστήματος” του Μεταθερμαντικού :

1. Πτώση πίεσεως μεταθερμαντικού:

Επιλέγεται μεταθερμαντικό “**MFC 50**”<sup>1</sup> με πτώση πίεσεως 27 kPa

$$\Delta p = 2,7 \text{ m H}_2\text{O} \dots(1)$$

Οπου:

**$\Delta p$** ... Πτώση πίεσεως

2. Πτώση πίεσεως σωληνώσεων:

Συνολικό μήκος σωλήνα εισόδου :  **$L = 25 \text{ m}$**

Συνολικό μήκος σωλήνα εξόδου :  **$L = 25 \text{ m}$**

Διάμετρος σωλήνα εισόδου – εξόδου:  **$d = 1''$**

2.1 Ευθύγραμμα τμήματα σωληνώσεων:

$$\Delta p_f = L \times \Delta p_f/m = 50 \text{ m} \times 70 \text{ mmH}_2\text{O}/\text{m} = 3500 \text{ mmH}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Delta p_f = 3,5 \text{ m H}_2\text{O} \dots(\alpha)$$

Οπου:

**$\Delta p_f$**  ... Πτώση πίεσεως λόγω τριβών

2.2 Γωνίες σωληνώσεων:

Για  $r/d = 0,5 \Rightarrow \zeta=1$  από πίν. 7.1 για ταχύτητα νερού  $u=1 \text{ m/s}$  και  $d = 25 \text{ mm} \Rightarrow$

$$L_{\text{ισοδύναμο}} \approx 0,75 \text{ m} \Rightarrow \Delta p_f = 10 \text{ γωνίες} \times (0,75 \text{ m} \times 70 \text{ mm H}_2\text{O}) = 525 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$\Delta p_f \approx 0,5 \text{ m H}_2\text{O} \dots(\beta)$$

Από (α) & (β):

$$\longrightarrow \Sigma \Delta p_f = (3,5 + 0,5) \text{ m H}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Sigma \Delta p_f = 4 \text{ m H}_2\text{O} \dots(2)$$

Όπου:

$\Sigma \Delta p_f$  ... Συνολική πτώση πίεσεως λόγω τριβών

3. Πτώση πίεσεως τρίοδης βάνας:

$$\Delta p = 500 \text{ mm H}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Delta p = 500 \text{ mm H}_2\text{O} = 0,5 \text{ m H}_2\text{O} \dots(3)$$

4. Πτώση πίεσεως δύοδων βανών:

Για τέσσερις δύοδες βάνες με συντελεστή τοπικής αντίστασης  $\zeta=4,5 \Rightarrow$

$$\Delta p = 4 \times \left( \zeta \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \right) = 4 \times \left( 3,5 \times \frac{1000}{2} \times 1^2 \right) = 7000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 700 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$\Delta p \approx 0,7 \text{ m H}_2\text{O} \dots(4)$$

5. Πτώση πίεσεως βαλβίδας αντεπιστροφής:

Για μία βαλβίδα αντεπιστροφής με συντελεστή τοπικής αντίστασης  $\zeta=3,5 \Rightarrow$

$$\Delta p = \zeta \times \frac{\rho}{2} \times v^2 = 3,5 \times \frac{1000}{2} \times 1^2 = 1750 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 175 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$\Delta p \approx 0,2 \text{ m H}_2\text{O} \dots(5)$$

6. Συνολικές απώλειες πίεσεως “Συστήματος” του Μεταθερμαντικού :

Από (1)(2)(3)(4)&(5):

$$\rightarrow \Sigma \Delta p = (2,7 + 4 + 0,5 + 0,7 + 0,2) \text{ m H}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Sigma \Delta p = 8,1 \text{ m H}_2\text{O} + 10\% \approx 9 \text{ m H}_2\text{O}$$

Όπου:**ΣΔρ**... Συνολική πτώση πίεσεως**Βήμα #5** Επιλογή Κυκλοφορητή “Συστήματος” του Μεταθερμαντικού :

Η επιλογή κυκλοφορητή θα γίνει βάσει των συνολικών απωλειών πίεσεως “Συστήματος” του Μεταθερμαντικού και της παροχής του νερού, από επίσημα διαγράμματα κατασκευαστών.

Για την προκείμενη περίπτωση ( με  $\Sigma \Delta p = 9 \text{ m H}_2\text{O}$  και  $V' = 0,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$  ) από το σχ.7.2 επιλέγεται κυκλοφορητής wilo top-s 65/10 <sup>(3)</sup>

**B. Δυτική Πτέρυγα:****Βήμα #1** Υπολογισμός Παροχής Νερού μεταθερμαντικού :

$$\dot{V} \approx 6400 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\Theta} = 0,29 \times \dot{V} \times \Delta T = 0,29 \times 6400 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times (25,6 - 18)^\circ\text{C} \Rightarrow$$

$$Q_{\Theta}(+10\%) = \left( 14105,6 + \frac{9918 \times 10}{100} \right) \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 15516,2 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \Leftrightarrow$$

$$Q_{\Theta} \approx 15600 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$\text{Παροχή νερού} : \dot{V}_v = \frac{Q_w}{\Delta T} = \frac{15600}{95-70} \approx 1040 \frac{\text{lt}}{\text{h}} \Leftrightarrow$$

$$\dot{V}_v \approx 1,1 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Όπου :

$\dot{V}_v$  ...Παροχή νερού μεταθερμαντικού,

$\Delta T$  ...Διαφορά θερμοκρασίας υπερθερμου νερού-νερού επιστροφής (  $85^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}$  ),

$U$ ...Ταχύτητα ροής του νερού (  $1 \div 1,5 \text{ m/s}$  ),

$d$  ...Διάμετρος αγωγού του νερού.

### Βήμα #2 Υπολογισμός Διαμέτρου Σωληνώσεων Μεταθερμαντικού :

$U$ ...Ταχύτητα ροής του νερού (  $1 \div 1,5 \text{ m/s}$  ),

Από το νομογράφημα εικ.7.3 για παροχή  $1,1 \text{ lt/h} \approx 0.6 \text{ lt/s}$  επιλέγουμε ταχύτητα  $u=1\text{m/s}$  για να έχουμε τις μικρότερες απώλειες.

Οπότε:

$u=1\text{m/s}$  ,

$\dot{V}_v= 0.6 \text{ lt/s}$  ,

$d \approx 25 \text{ mm} \Rightarrow$

$$d = 1''$$

### Βήμα #3 Επιλογή Μεταθερμαντικού:

Η επιλογή του θερμαντικού γίνεται βάσει της θερμαντικής ισχύος του συστήματος την οποία καλείται να καλύψει ( η οποία έχει υπολογιστεί  $Q_\theta \approx 15600 \text{ kcal/h}$  )

Άρα για  $Q_\theta \approx 15600 \text{ kcal/h}$  επιλέγεται θερμαντικό “**MFC 70**”<sup>1</sup>



Βήμα # 4 Υπολογισμός Πτώσης Πίεσεως στα Επιμέρους Τμήματα του “Συστήματος” του Μεταθερμαντικού :1. Πτώση πίεσεως μεταθερμαντικού:

Επιλέγεται μεταθερμαντικό “**MFC 70**”<sup>1</sup> με πτώση πίεσεως 25 kPa

$$\Delta p = 2,5 \text{ m H}_2\text{O} \dots(1)$$

Οπου:

**$\Delta p$** ... Πτώση πίεσεως

2. Πτώση πίεσεως σωληνώσεων:

Συνολικό μήκος σωλήνα εισόδου :  **$L = 25 \text{ m}$**

Συνολικό μήκος σωλήνα εξόδου :  **$L = 25 \text{ m}$**

Διάμετρος σωλήνα εισόδου – εξόδου:  **$d = 1''$**

2.1 Ευθύγραμμα τμήματα σωληνώσεων:

$$\Delta p_f = L \times \Delta p_f/m = 50 \text{ m} \times 65 \text{ mmH}_2\text{O}/\text{m} = 3250 \text{ mmH}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Delta p_f = 3,3 \text{ m H}_2\text{O} \dots(\alpha)$$

Οπου:

**$\Delta p_f$**  ... Πτώση πίεσεως λόγω τριβών

2.2 Γωνίες σωληνώσεων:

Για  $r/d = 0,5 \Rightarrow \zeta=1$  από πίν. 7.1 για ταχύτητα νερού  $u=1 \text{ m/s}$  και  $d = 25 \text{ mm} \Rightarrow$

$$L_{\text{ισοδύναμο}} \approx 0,75 \text{ m} \Rightarrow \Delta p_f = 10 \text{ γωνίες} \times (0,75 \text{ m} \times 65 \text{ mm H}_2\text{O}) = 525 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$\Delta p_f \approx 0,5 \text{ m H}_2\text{O} \dots(\beta)$$

Από (α) & (β):  

$$\Rightarrow \Sigma \Delta p_f = (3,5 + 0,5) \text{ m H}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Sigma \Delta p_f = 3,8 \text{ m H}_2\text{O} \dots(2)$$

Οπου:

$\Sigma \Delta p_f$  ... Συνολική πτώση πίεσεως λόγω τριβών

3. Πώση πίεσεως τριόδου βάνας:

$$\Delta p = 500 \text{ mm H}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Delta p = 500 \text{ mm H}_2\text{O} = 0,5 \text{ m H}_2\text{O} \dots(3)$$

4. Πώση πίεσεως δίοδων βανών:

Για τέσσερις δίοδες βάνες με συντελεστή τοπικής αντίστασης  $\zeta=4,5 \Rightarrow$

$$\Delta p = 4 \times \left( \zeta \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \right) = 4 \times \left( 3,5 \times \frac{1000}{2} \times 1^2 \right) = 7000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 700 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$\Delta p \approx 0,7 \text{ m H}_2\text{O} \dots(4)$$

5. Πώση πίεσεως βαλβίδας αντεπιστροφής:

Για μία βαλβίδα αντεπιστροφής με συντελεστή τοπικής αντίστασης  $\zeta=3,5 \Rightarrow$

$$\Delta p = \zeta \times \frac{\rho}{2} \times v^2 = 3,5 \times \frac{1000}{2} \times 1^2 = 1750 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 175 \text{ mm H}_2\text{O}$$

$$\Delta p \approx 0,2 \text{ m H}_2\text{O} \dots(5)$$

6. Συνολικές απώλειες πίεσεως “Συστήματος” του Μεταθερμαντικού :

Από (1)(2)(3)(4)&amp;(5):

$$\underline{\underline{\Rightarrow}} \quad \Sigma \Delta p = (2,5 + 3,8 + 0,5 + 0,7 + 0,2) \text{ m H}_2\text{O} \Rightarrow$$

$$\Sigma \Delta p = 7,7 \text{ m H}_2\text{O} + 10\% \approx 9 \text{ m H}_2\text{O}$$

Οπου:**ΣΔρ ...** Συνολική πτώση πίεσεωςΒήμα #5 Επιλογή Κυκλοφορητή “Συστήματος” του Μεταθερμαντικού :

Η επιλογή κυκλοφορητή θα γίνει βάσει των συνολικών απωλειών πίεσεως “Συστήματος” του Μεταθερμαντικού και της παροχής του νερού, από επίσημα διαγράμματα κατασκευαστών.

Για την προκείμενη περίπτωση ( με  $\Sigma \Delta p = 9 \text{ m H}_2\text{O}$  και  $V' = 1,1 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$  ) από το σχ.7.2 επιλέγεται κυκλοφορητής wilo top-s 65/10 <sup>(3)</sup>

2.9. Υπολογισμός Δοχείου Αδρανείας<sup>4</sup>

$$\text{Όγκος Σωληνώσεων : } V_{\Sigma \text{ΟΔ.}} = \frac{\pi \times d_{\text{εσ.}}^2}{4} \times L = \frac{3,14 \times 0,04^2}{4} \times 30 \Rightarrow$$

$$V_{\Sigma \text{ΟΔ.}} \cong 0,04 \text{ m}^3 = 40 \text{ lt} \quad \dots(1)$$

Οπου : $d_{\text{εσ.}}$  ...Διάμετρος Σωλήνα Εισαγωγής-Εξαγωγής Νερού

L ...Μήκος Σωλήνων Νερού

<sup>4</sup> Για την αποφυγή συχνών διακοπών & εκκινήσεων κατά τη λειτουργία των συμπιεστών απαιτείται μια ελάχιστη ποσότητα νερού στο δίκτυο αν ο συνολικός όγκος νερού είναι μικρότερος από τον αναφερόμενο σε πίνακες κατασκευαστών ελάχιστο όγκο νερού ,απαιτείται η τοποθέτηση ενός βοηθητικού δοχείου τέτοιας χωρητικότητας ώστε το σύνολο της χωρητικότητας του δικτύου να φτάσει την τιμή του επονομαζόμενου “ελάχιστου όγκου” νερού.

Όγκος Νερού στον Ψύκτη:  $V_{\psi} = 6 \text{ lt} \Rightarrow$

$$V_{\psi} = 0.006 \text{ m}^3 \dots(2)$$

Όγκος Νερού στον Εξαμιστή:  $V_{\text{ΕΞΑΤΜ.}} = 6 \text{ lt} \Rightarrow$

$$V_{\text{ΕΞΑΤΜ.}} = 0.006 \text{ m}^3 \dots(3)$$

Συνολικός Όγκος Νερού :  $\Sigma V = V_{\text{ΣΩΛ}} + V_{\psi} + V_{\text{ΕΞΑΤΜ.}} \xrightarrow{\text{Απο (1),(2)\&(3)}}$

$$\Sigma V = 40 + 6 + 6 = 52 \text{ lt} \Rightarrow$$

$$\Sigma V = 0,052 \text{ m}^3 \dots(4)$$

Απαιτούμενος Ελάχιστος Όγκος Νερού ( $V_{\text{ελάχιστο}}$ ) για το Ψύκτη (συμπυκνωτή) μοντέλου **FAWC/H SCR 131** :

$$V_{\text{ελάχιστο}} = 200 \text{ lit} + 10\% = 220 \text{ lt} = 0.22 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{ελάχιστο.}} > \Sigma V \Leftrightarrow V_{\text{ελάχιστο.}} = V_{\text{δοχ.αδραν.}} + \Sigma V$$

$$\Leftrightarrow V_{\text{δοχ.αδραν.}} = V_{\text{ελάχιστο}} - \Sigma V \Leftrightarrow V_{\text{δοχ.αδραν.}} = 220 - 52 = 168 \text{ lt} \Leftrightarrow$$

$$V_{\text{δοχ.αδραν.}} = 0,17 \text{ m}^3$$

**2.10. Χαρακτηριστικά Μονάδας Κλιματισμού**

<b>ΤΕΛΙΚΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ</b>						
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ:	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ +10%	ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛ/ΣΕΩΝ	ΜΗΚΟΣ ΣΩΛ/ΣΕΩΝ	ΒΑΛΒΙΔΑ/ΒΑΝΑ
	mmH <sub>2</sub> O	Kcal/h	m <sup>3</sup> /h	in	m	-
ΨΥΚΤΗΣ	2,5	30000	6	1 1/2	30	1 × ΤΡΙΟΔΗ
ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ "ΨΥΚΤΗ – ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ"	8	-	6	1 1/2	-	-
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΜΕΤΑΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ	2,7	11000	1,5	1	50	1 × ΤΡΙΟΔΗ 4 × ΔΙΟΔΕΣ 1×ΑΝΤΕΠΙΣ ΤΡΟΦΗΣ
ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ ΜΕΤΑΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ	9	-	1,5	1	-	-
ΔΥΤΙΚΟ ΜΕΤΑΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ	2,5		2,1	1	50	1 × ΤΡΙΟΔΗ 4 × ΔΙΟΔΕΣ 1×ΑΝΤΕΠΙΣ ΤΡΟΦΗΣ
ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ ΜΕΤΑΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ	9	-	2,1	1	-	-
ΔΟΧΕΙΟ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ	-	-	-	1 1/2	-	-

## ***ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.***

---

***ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗ  
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ***

---

Πίνακας (1)

στοιχεία	1/a <sub>i</sub>		1/a <sub>α</sub>	
- 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



**ΠΙΝΑΚΑΣ 8. ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΔΙΕΙΣΔΥΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ( R )**

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

**Πινάκας 2. Επιθυμητή χειμερινή θερμοκρασία χώρων, σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ.**

ΧΩΡΟΙ	°C
<b>1. ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ</b>	
Καθημερινά, υπνοδωμάτια, κουζίνες	+20
Προθάλαμοι, διάδρομοι	+15
Κλιμακοστάσια	+10
Λουτρά, W.C.	+22
<b>2. ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΓΡΑΦΕΙΑ</b>	
Καταστήματα, γραφεία, εστιατόρια δωμάτια ξενοδοχείων	+ 20
Κλιμακοστάσια, διάδρομοι, W.C.	+15
<b>3. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ κ.α.</b>	
Αίθουσες διδασκαλίας	+20
Χώροι εργαστηρίων	+15 έως +18
Αμφιθέατρα	+18
Κλειστά γυμναστήρια	+15
Αίθουσες λουτρών, αποδυτήρια	+22
Διάδρομοι, κλιμακοστάσια, κλειστές αίθουσες διαλειμμάτων, W.C.	+5 έως +10
Διάδρομοι, κλιμακοστάσια και W.C. νηπιαγωγείων	+15
Ιατρεία	+24
Χώροι φυλάξεως οργάνων και βεστιάρια	+15

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3. ΣΥΝΗΤΩΜΕΝΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ, (Τ.Ο. ΤΕΕ 2425 ΚΑΙ Κ.Θ.Κ.)**

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	θερμοκρασία		ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	θερμοκρασία	
	Κ.Θ.Κ.	Τ.Ο.		Κ.Θ.Κ.	Τ.Ο.
<b>1. ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ</b>		20	<b>6. ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ</b>		
Καθημερινά	20	20	Υπνοδωμάτια	20	20
Υπνοδωμάτια	20	15	Υπνοδωμάτια πολυτελείας	-	-
Προθάλαμοι	15	15	Διάδρομοι	15	22
Διάδρομοι, W.C.	15	22			18
Λουτρά	22	24			
<b>2. ΓΡΑΦΕΙΑ</b>			<b>7. ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ</b>		
Δημ. Υπηρεσιών		20	Γραφεία		20
Ιδιωτικά		20	Αίθουσες		
Βοηθ. χώροι		15	- ασθενών		20
<b>3. ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ</b>	20		- αναμονής		18
Μικρά		18	- εξετάσεων		18-21
Πολυκαταστήματα		18	Χειρουργεία		18-21
Δοκιμαστήρια		21	Διάδρομοι		16
Βοηθ. χώροι		15	Βοηθητικοί χώροι		15
<b>4. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ</b>			<b>8. ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ</b>		
Αίθουσες			Εργασία		19
- διδασκαλίας	20	20	- καθιστική		17
- σεμιναρίων	18	18	- ελαφρά		15
Αμφιθέατρα Κλειστά	18	18	- βαρεία		
γυμναστήρια	15	16	<b>9. Μουσεία</b>		20
Εργαστήρια	15-18	20	Αίθ. εκθέσεων		18
Βιβλιοθήκες		20	Τράπεζες		20
Αναγνωστήρια		20	Αίθ. διαλέξεων		18
Αποθήκες		15	Εκκλησίες		18
<b>5. ΔΙΚΑΣΤΗΡΙΑ</b>		20			

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4. ΕΝΑ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΜΕ ΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ  
ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΠΟΛΕΩΝ**

ΟΝΟΜΑ ΠΟΛΕΩΣ	ΜΕΣΗ ελάχιστη ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜ/ΣΙΑ (σε °C)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ σταθμού (σε m)	ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΝΤΕΣ ΑΝΕΜΟΙ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ & ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ	ΖΩΝΗ
Πάτρα	-1	1	N.Δ.	B

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5. ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ (%) ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΩΡΟΥ ΛΟΓΩ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ (Z<sub>H</sub>)**

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

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6. ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ (%) ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΩΡΟΥ, ΛΟΓΩ ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Z<sub>D</sub>)**

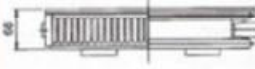




ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ανά 24ωρο	ΤΙΜΕΣ του D			
	0,1 έως 0,3	0,3 έως 0,7	0,7 έως 1,5	άνω του 1,5
I	7	7	7	7
II	20	15	15	15
III	30	25	20	15

$$D = \frac{Q_o}{F_{ολ}(t_o - t_a)} \frac{Kcal}{m^2 * h * k}$$

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7. ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΕΩΣ ΑΕΡΑ ΜΕΣΩ ΘΥΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ**

	ΥΛΙΚΟ ΘΥΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ	
	Ξύλο ή πλαστικό	Μέταλλο
	α (σε $\frac{Kcal}{m * h * K}$ )	
Απλά παράθυρα και θύρες χωρίς εξώφυλλα	3	1,5
Απλά παράθυρα με εξώφυλλα	2,5	1,5
Διπλά παράθυρα και θύρες	2	1,2
Εσωτερικές θύρες:		
Συνεχώς ανοικτές	40	
Συνήθως ανοικτές	15	

ΠΙΝΑΚΑΣ 9. ΤΟΜΕΣ - ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥΣ, ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ "LINEAR" (DELONGHI)

	Μήκος [mm]	300		400		500		600		900	
		Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h
	360			404	348	487	419	425	366	594	510
	480			506	435	609	523	567	488	792	681
	600			607	522	730	628	709	610	989	851
	720	500	430	708	609	852	733	851	732	1187	1021
	840	583	501	809	696	974	837	992	853	1385	1191
	960	666	573	910	782	1096	942	1134	975	1583	1361
	1080	750	645	1011	869	1217	1047	1276	1097	1781	1531
	1200	833	716	1213	1043	1461	1256	1418	1219	1979	1702
	1440	1000	860	1415	1217	1704	1465	1701	1463	2375	2042
	1680	1166	1003	1618	1391	1948	1675	1985	1707	2770	2382
	1920	1333	1146	1820	1565	2191	1884	2268	1951	3166	2723
	2160	1500	1290	2022	1739	2435	2093	2552	2195	3562	3063
	2400	1666	1433	2224	1913	2678	2303	2836	2438	3958	3403
2640	1833	1576	2528	2174	3044	2617	3119	2682	4353	3744	
3000	2083	1791					3544	3048	4947	4254	
	360			566	487	677	582	584	502	801	689
	480			708	608	847	728	778	669	1068	918
	600	556	478	849	730	1016	874	973	836	1335	1148
	720	667	574	991	852	1185	1019	1167	1004	1602	1377
	840	779	669	1132	973	1355	1165	1362	1171	1869	1607
	960	890	765	1274	1095	1524	1310	1556	1338	2136	1836
	1080	1001	861	1415	1217	1693	1456	1751	1506	2403	2066
	1200	1112	956	1698	1460	2032	1747	1946	1673	2670	2296
	1440	1335	1148	1981	1704	2370	2038	2335	2007	3204	2755
	1680	1557	1339	2264	1947	2709	2329	2724	2342	3738	3214
	1920	1780	1530	2547	2190	3048	2621	3113	2676	4272	3673
	2160	2002	1722	2830	2434	3386	2912	3502	3011	4805	4132
	2400	2225	1913	3113	2677	3725	3203	3891	3346	5339	4591
2640	2447	2104	3538	3042	4233	3640	4280	3680	5873	5050	
3000	2781	2391					4864	4182	6674	5739	
	360			730	628	882	758	766	659	1024	881
	480			913	785	1103	948	1021	878	1365	1174
	600	718	617	1095	942	1323	1138	1277	1098	1707	1468
	720	862	741	1278	1099	1544	1327	1532	1317	2048	1761
	840	1005	864	1460	1256	1764	1517	1788	1537	2390	2055
	960	1149	988	1643	1413	1985	1706	2043	1757	2731	2348
	1080	1292	1111	1826	1570	2205	1896	2298	1976	3072	2642
	1200	1436	1235	2191	1884	2646	2275	2554	2196	3414	2935
	1440	1723	1482	2556	2197	3087	2654	3064	2635	4096	3522
	1680	2011	1729	2921	2511	3528	3034	3575	3074	4779	4109
	1920	2298	1976	3286	2825	3969	3413	4086	3513	5462	4696
	2160	2585	2223	3651	3139	4410	3792	4596	3952	6145	5283
	2400	2872	2470	4016	3453	4851	4171	5107	4391	6827	5870
2640	3159	2717	4564	3924	5513	4740	5618	4831	7510	6457	
3000	3590	3087					6384	5489	8534	7338	
	360			1053	907	1274	1095	1106	951	1466	1260
	480			1319	1134	1592	1369	1475	1269	1954	1680
	600	1040	894	1583	1361	1910	1643	1844	1586	2443	2100
	720	1248	1073	1846	1588	2229	1916	2213	1903	2931	2521
	840	1456	1252	2110	1814	2547	2190	2582	2220	3420	2941
	960	1664	1431	2374	2041	2866	2464	2951	2537	3909	3361
	1080	1872	1610	2638	2268	3184	2738	3319	2854	4397	3781
	1200	2080	1789	2902	2495	3503	3011	3688	3171	4886	4201
	1440	2496	2146	3165	2722	3821	3285	4426	3806	5863	5041
	1680	2912	2504	3429	2949	4140	3558	5163	4440	6840	5881
	1920	3328	2862	3703	3176	4458	3835	5901	5074	7817	6721
	2160	3744	3219	3977	3403	4776	4112	6639	5708	8794	7562
	2400	4160	3577	4251	3630	5094	4389	7376	6343	9772	8402
2640	4576	3935	4525	3857	5412	4666	8114	6977	10749	9242	
3000	5200	4472	5150	4382	6037	5201	9221	7928	12215	10502	
		1200		1440		1680		1920		2160	
		Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h
	300	709	609	829	713	950	817	1069	919	1190	1023
	400	900	774	1052	904	1202	1034	1352	1163	1504	1293
	500	1093	940	1273	1095	1455	1252	1636	1407	1817	1563
600	1284	1105	1496	1286	1708	1469	1919	1650	2131	1833	

**ΠΙΝΑΚΑΣ 10. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΣΕΩΣ ΚΑΙ ΑΝΕΜΟΠΡΟΣΒΟΛΗΣ, ΚΤΗΡΙΟΥ Η ΧΩΡΟΥ, ( Η )**

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

**ΠΙΝΑΚΑΣ 11. ΜΕΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΣΕΩΣ ΚΛΑΣΣΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΛΟΓΩ ΚΑΛΥΨΕΩΣ Η ΜΙΚΡΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΟ ΔΑΠΕΔΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΕΜΟΔΙΑ ( με α = απόσταση σε mm )**

α ( mm )	1	2	α ( mm )	3	4
	%	%		%	%
40	5	11	150	25	20
80	3	7	180	19	20
100	2	6	220	13	20
			260	12	20

## ***ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.***

---

### ***ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΙΝΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ***

---

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (CLTD)ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΟΡΟΦΕΣ 1, F																										
ΟΡΟΦΗ No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΤΙΜΕΣ -U BTU/(H* FT <sup>2</sup> *F)	ΗΛΙΑΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ , ΩΡΕΣ																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Λαμαρίνα με 1 in (ή 2 in) μόνωση, βάρος 7 LB/ FT <sup>2</sup> (ή 2 in) μόνωση, βάρος 8 LB/ FT <sup>2</sup>	0,213 0,124	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2	1 in ξύλο με 1 in μόνωση , βάρος 8 LB/ FT <sup>2</sup>	0,17	6	3	0	-1	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	70	62	51	38	28	20	14	9	9	
3	4 in ε.κ. τσιμέντο , βάρος 18 LB/ FT <sup>2</sup>	0,213	9	5	2	0	-2	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13	
4	2 in μ.κ. τσιμέντο με 1 in μόνωση , βάρος 29 LB/ FT <sup>2</sup> (ή 2 in) μόνωση	0,206 0,122	12	8	5	3	0	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	62	54	45	36	29	22	17		
5	1 in ξύλο με 2 in μόνωση , βάρος 19 LB/ FT <sup>2</sup>	0,109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	19	11	
6	6 in ε.κ. τσιμέντο , βάρος 24 LB/ FT <sup>2</sup>	0,158	22	17	13	9	6	3	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28	
7	2.5 in ξύλο με 1 in μόνωση, βάρος 13 LB/ FT <sup>2</sup>	0,13	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8	8 in ε.κ. τσιμέντο, βάρος 31 LB/ FT <sup>2</sup>	0,126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40	
9	4 in μ.κ. τσιμέντο με 1 in μόνωση, βάρος 52 LB/ FT <sup>2</sup> (ή 2 in) μόνωση, βάρος 52 LB/ FT <sup>2</sup>	0,2 0,12	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10	2.5 ξύλο με 2 in μόνωση , βάρος 13 LB/ FT <sup>2</sup>	0,093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11	ROOF TERRACE SYSTEM ,βάρος 75 LB/ FT <sup>2</sup>	0,106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37	
12	6 in μ.κ. τσιμέντο με 1 in μόνωση, βάρος 75 LB/ FT <sup>2</sup> (ή 2 in) μόνωση	0,192 0,117	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13	4 in ξύλο με 1 in μόνωση, βάρος 17 LB/ FT <sup>2</sup> (ή 2 in) μόνωση, βάρος 18 LB/ FT <sup>2</sup>	0,106 0,078	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	38	41	43	43	42	40

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2**  
**ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ (CLTD) ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΦΟΡΤΙΩΝ ΓΙΑ ΗΛΙΑΖΟΜΕΝΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ. F**

	Ηλιακός Χρόνος σε ώρες																								Ωρα		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Μέγιστο CLTD	Ελάχιστο CLTD	Μέγιστο Διαφορά CLTD
<b>Ομάδα Τοίχων Α</b>																											
<b>B</b>	14	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4
<b>BA</b>	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	22	15	20	5
<b>A</b>	24	24	23	23	22	21	20	19	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7
<b>NA</b>	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24	22	18	26	6
<b>N</b>	20	20	19	19	18	17	16	16	15	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	20	23	14	20	6
<b>NΔ</b>	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	18	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	25	24	17	25	8
<b>Δ</b>	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	26	1	18	27	9
<b>ΒΔ</b>	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7
<b>Ομάδα Τοίχων Β</b>																											
<b>B</b>	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	9	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	24	8	15	7
<b>BA</b>	19	18	17	16	15	14	13	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20	21	12	21	9
<b>A</b>	23	22	21	20	18	17	16	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24	20	15	27	12
<b>NA</b>	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	25	24	21	14	26	12
<b>N</b>	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	22	21	23	11	22	11
<b>NΔ</b>	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	24	13	28	15
<b>Δ</b>	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	14	30	16
<b>ΒΔ</b>	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23	24	11	23	12
<b>Ομάδα Τοίχων C</b>																											
<b>B</b>	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	16	22	7	17	10
<b>BA</b>	19	17	16	14	13	11	10	11	13	15	17	19	20	21	22	23	23	23	23	23	20	21	20	20	10	23	13



**ΠΙΝΑΚΑΣ 4**  
ΔΙΟΡΘΩΣΗ CLTD ΓΙΑ ΤΟ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΟΡΟΦΕΣ, ΓΙΑ ΒΟΡΕΙΑ ΠΛΑΤΗ

40	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	ΙΑΝ./ΝΟΕΜΒ.	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	ΦΕΒ./ΟΚΤ.	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	ΜΑΡΤ./ΣΕΠΤΕΜ.	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	ΑΠΡΙΛ./ΑΥΓΟΥΣΤ.	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	ΜΑΙΟΣ/ΙΟΥΛΙΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	ΙΟΥΝΙΟΣ	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
<b>ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΥ</b>	B	BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA	N	ΟΡΙΖ	
		BBA	BA	ΔBA	Δ	ΔNA	NA	NNA			

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5**  
ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΓΙΑ ΣΥΝΑΓΩΓΗ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ.

Ωρα	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD,F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6**  
**ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

ΑΓΧΙΑΛΟΣ	13		34,0		32,5	90,5
ΑΘΗΝΑ(ΑΣΤΕΡ/ΕΙΟ)	10	18,0	36,0	96,8	34,0	93,2
ΑΘΗΝΑ(ΕΛΛΗΝΙΚΟ)		0,0	34,5	94,1	33,0	91,4
ΑΘΗΝΑ(Ν.ΦΙΛ/ΦΕΙΑ)	12	21,6	36,5	97,7	35,0	95,0
ΑΘΗΝΑ(ΤΑΤΟΙ)	12	21,6	35,5	95,9	34,0	93,2
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	12	21,6	33,5	92,3	32,0	89,6
ΑΡΑΞΟΣ	12	21,6	34,5	94,1	33,5	92,3
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	11	19,8	31,5	88,7	30,0	86,0
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	10	18,0	36,0	96,8	34,5	94,1
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	8	14,4	33,0	91,4	31,5	88,7
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	7	12,6	32,5	90,5	31,0	87,8
ΘΕΣ/ΝΙΚΗ(ΠΑΝ/ΜΙΟ)	11	19,8	35,0	95,0	34,0	93,2
ΘΕΣ/ΝΙΚΗ(ΜΙΚΡΑ)	14	25,2	34,5	94,1	33,0	91,4
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	8	14,4	35,0	95,0	33,5	92,3
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	17	30,6	34,5	94,1	33,0	91,4
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	14	25,2	34,5	94,1	32,5	90,5
ΚΕΡΚΥΡΑ	14	25,2	33,5	92,3	32,5	90,5
ΚΟΖΑΝΗ	16	28,8	33,5	92,3	32,0	89,6
ΚΟΜΟΤΗΝΗ	13	23,4	33,5	92,3	32,5	90,5
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	10	18,0	33,5	92,3	32,0	89,6
ΛΑΜΙΑ	11	19,8	36,0	96,8	34,0	93,2
ΛΑΡΙΣΑ	16	28,8	37,0	98,6	35,0	95,0
ΛΗΜΝΟΣ	8	14,4	31,0	87,8	30,0	86,0

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7**  
**ΜΕΓΙΣΤΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΚΕΡΔΟΥΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ**  
**ΓΥΑΛΙ, ΒΤΥ/HR-FT<sup>2</sup> ΓΙΑ ΒΟΡΕΙΑ ΠΛΑΤΗ**

	40 ΜΟΙΡΕΣ									
		ΒΒΑ	ΒΑ	ΑΒΑ	Α	ΑΝΑ	ΝΑ	ΝΝΑ		
	Β	ΒΒΔ	ΒΔ	ΔΒΔ	Δ	ΔΝΔ	ΝΔ	ΝΝΔ	Ν	ΟΡΙΖ.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
ΜΑΡΤΙΟΣ	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
ΜΑΙΟΣ	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
ΙΟΥΝΙΟΣ	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
ΙΟΥΛΙΟΣ	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8**  
**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΚΙΑΣΩΣ SC ΓΙΑ ΤΖΑΜΙΑ ΜΕ Η ΧΩΡΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΒΕΝΕΤΙΚΑ ΣΤΟΡΙΑ Η ΡΟΛΛΑ ΣΚΙΑΣΗΣ**

Τύπος γυαλιού	Ονομαστικό Πάχος σε in	Ηλικιακή Μεταβίβαση	Χωρίς Εσωτερική Σκίαση	Τύπος Εσωτερικής Σκίασης			
				Βενετικά Στόρια		Ρολλά Σκίασης	
				Μέτρα	Ανοιχτά	Αδιαφανή	Ημιδιαφανή
<b>ΜΟΝΟ ΤΖΑΜΙ</b>							
Μονό							
Καθαρό	3/32 to 1/4	0,87-0,80	1,00				
Καθαρό	1/4 to 1/2	0,80-0,71	0,94				
Καθαρό	3/8	0,72	0,90				
Καθαρό	1/2	0,67	0,87	0,64	0,55	0,59	0,25 0,39
Καθαρό Πρότυπο	1/8 to 9/32	0,87-0,79	0,83				
Πρότυπα απορροφητικά θερμότητας	1/8		0,83				
Απορροφητικά θερμότητας	3/16 to 1/4	0,46	0,69				
Πρότυπα απορροφητικά θερμότητας	3/16 to 1/4		0,69	0,57	0,53	0,44	0,3 0,36
Βαμμένα ελαφρός	1/8 to 7/32	0,59-0,45	0,69				
Απορροφητικά θερμότητας ή πρότυπα		0,44-0,30	0,60	0,54	0,52	0,4	0,28 0,32
Απορροφητικά θερμότητας	3/8	0,34	0,60				

● Τελικά επιλέχτηκε το SC=0.55

**ΠΙΝΑΚΑΣ 9**  
**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΖΑΜΙΑ (CLF) Για τζάμια με εσωτερ. σκίαση (βόρειο πλάτος)**

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΖΑΜΙΟΥ	Είδος Κατασκευής	ΗΜΕΡΑ ΜΗΝΟΥ																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
B	L	0,07	0,05	0,04	0,04	0,05	0,70	0,65	0,65	0,74	0,81	0,87	0,91	0,91	0,88	0,84	0,87	0,80	0,92	0,27	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08
	M	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,73	0,66	0,65	0,73	0,80	0,86	0,89	0,89	0,86	0,82	0,85	0,78	0,91	0,24	0,18	0,15	0,13	0,11	0,09
	H	0,09	0,09	0,08	0,07	0,09	0,75	0,67	0,66	0,74	0,80	0,86	0,89	0,88	0,85	0,80	0,73	0,76	0,88	0,23	0,17	0,14	0,13	0,11	0,10
BA	L	0,02	0,01	0,01	0,02	0,55	0,76	0,75	0,60	0,39	0,31	0,28	0,27	0,25	0,23	0,20	0,16	0,12	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	
	M	0,03	0,02	0,02	0,02	0,56	0,76	0,74	0,58	0,37	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,20	0,16	0,12	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	
	H	0,03	0,03	0,03	0,04	0,57	0,77	0,74	0,58	0,36	0,28	0,26	0,25	0,23	0,21	0,19	0,16	0,11	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	
A	L	0,02	0,01	0,01	0,01	0,45	0,71	0,80	0,77	0,64	0,43	0,29	0,25	0,23	0,20	0,17	0,14	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	
	M	0,03	0,02	0,02	0,02	0,47	0,72	0,80	0,76	0,62	0,41	0,27	0,24	0,22	0,20	0,17	0,14	0,11	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	
	H	0,04	0,03	0,03	0,03	0,48	0,72	0,80	0,75	0,61	0,40	0,25	0,22	0,21	0,19	0,16	0,14	0,10	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	
NA	L	0,02	0,02	0,01	0,01	0,29	0,56	0,74	0,82	0,81	0,70	0,52	0,35	0,30	0,26	0,22	0,18	0,13	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	
	M	0,03	0,03	0,02	0,02	0,30	0,56	0,74	0,81	0,79	0,68	0,46	0,33	0,28	0,25	0,22	0,18	0,13	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	
	H	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,31	0,57	0,74	0,81	0,79	0,67	0,48	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,13	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	
N	L	0,03	0,03	0,02	0,02	0,08	0,15	0,22	0,37	0,58	0,75	0,84	0,82	0,71	0,53	0,37	0,29	0,20	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	
	M	0,04	0,04	0,03	0,03	0,09	0,16	0,22	0,38	0,58	0,75	0,83	0,80	0,68	0,50	0,35	0,27	0,19	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	
	H	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,11	0,17	0,24	0,39	0,59	0,75	0,82	0,79	0,67	0,49	0,33	0,26	0,18	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	
NA	L	0,05	0,04	0,03	0,02	0,06	0,10	0,13	0,16	0,18	0,22	0,38	0,59	0,76	0,84	0,83	0,72	0,48	0,18	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	
	M	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,07	0,11	0,14	0,16	0,19	0,22	0,38	0,59	0,75	0,83	0,81	0,69	0,45	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	
	H	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,08	0,12	0,15	0,18	0,20	0,23	0,39	0,59	0,75	0,82	0,80	0,68	0,43	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	
Δ	L	0,05	0,04	0,03	0,02	0,05	0,08	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,30	0,53	0,72	0,83	0,83	0,63	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07	0,06	
	M	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,31	0,53	0,72	0,82	0,81	0,61	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	
	H	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,07	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,31	0,54	0,71	0,81	0,80	0,59	0,15	0,11	0,09	0,07	0,06	0,06	
BA	L	0,04	0,04	0,03	0,02	0,06	0,10	0,13	0,16	0,19	0,20	0,21	0,22	0,30	0,52	0,73	0,83	0,71	0,19	0,13	0,10	0,08	0,07	0,05	
	M	0,05	0,04	0,04	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,19	0,20	0,21	0,22	0,30	0,52	0,73	0,82	0,69	0,16	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	
	H	0,05	0,04	0,04	0,04	0,08	0,12	0,15	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,30	0,52	0,73	0,81	0,67	0,15	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	
OPIZ	L	0,04	0,03	0,03	0,02	0,10	0,26	0,43	0,59	0,72	0,83	0,87	0,87	0,83	0,74	0,60	0,44	0,27	0,15	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	
	M	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,12	0,27	0,44	0,59	0,72	0,81	0,85	0,85	0,81	0,71	0,58	0,42	0,25	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 11</b>													
<b>ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΛΟΓΩ ΑΝΘΡΩΠΩΝ ΣΕ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟ ΧΩΡΟ</b>													
ΒΑΘΜΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡ.	Τυπικές Περιπτώσεις	Ολ.Θερμ.Ενηλίκων Ανδρών			Ολ.Θερμότητα			Αισθητή Θερμότητα			Λανθάνουσα Θερμότητα		
		Watts	Btuh	Kcal/hr	Watts	Btuh	Kcal/hr	Watts	Btuh	Kcal/hr	Watts	Btuh	Kcal/hr
Καθισμένα αναπαιυτικά Καθισμένα και μετρίως εργαζόμενα	Κινηματοθέατρα	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
	Γραφεία, ξενοδοχεία	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Καθισμένα τρώγωντας	Εστιατόρια	150	520	130	170	580c	145	75	255	60	55	325	80
Εργασία γραφείου	Γραφεία, ξενοδοχεία	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Άτομα όρθια ή βαδίζοντα με βραδυ ρυθμό	Καταστήματα, τράπεζες	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Ελαφριά εργασία	Εργαστάσια	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Βάδισμα 5Km/h και ελαφριά εργασία		305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
Μπόουλινγκ	Χώρος Μπόουλινγκ	350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Μοντέρνος χώρος Βαριά εργασία, και έντονη προσπάθεια	Dance hall	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Εργαστάσια	Εργαστάσια	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Γυμναστική	Γυμναστήρια	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 14 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ</b>			
	Εκτιμώμενος αριθμός ατόμων ανά 1000 ft <sup>2</sup> επιφάνειας	Απαιτούμενος αερισμός, αέρας ανά άτομο	
		Ελάχιστο CFM	Προτεινόμενο CFM
<b>Γραφεία</b>			
Γενικός χώρος γραφείου	10	15	15-25
Αίθουσες διάσκεψης	60	25	30-40
<b>ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ</b>			
<b>Σχολεία</b>			
Αίθουσες διδασκαλίας	50	10	10-15
Αίθουσες συνεδριάσεων	150	5	5-7,5
ΓυμναστήριαGymnasiums	70	20	25-30
Βιβλιοθήκες	20	7	10-12
Αποδυτήρια	20	30	40-50
<b>Νοσοκομεία</b>			
Μονά, διπλά υπνοδωμάτια	15	10	15-20
Θάλαμοι	20	10	15-20
Χειρουργεία, δωμάτια τοκετών	-	20	-

# ΣΧΕΔΙΑ

---

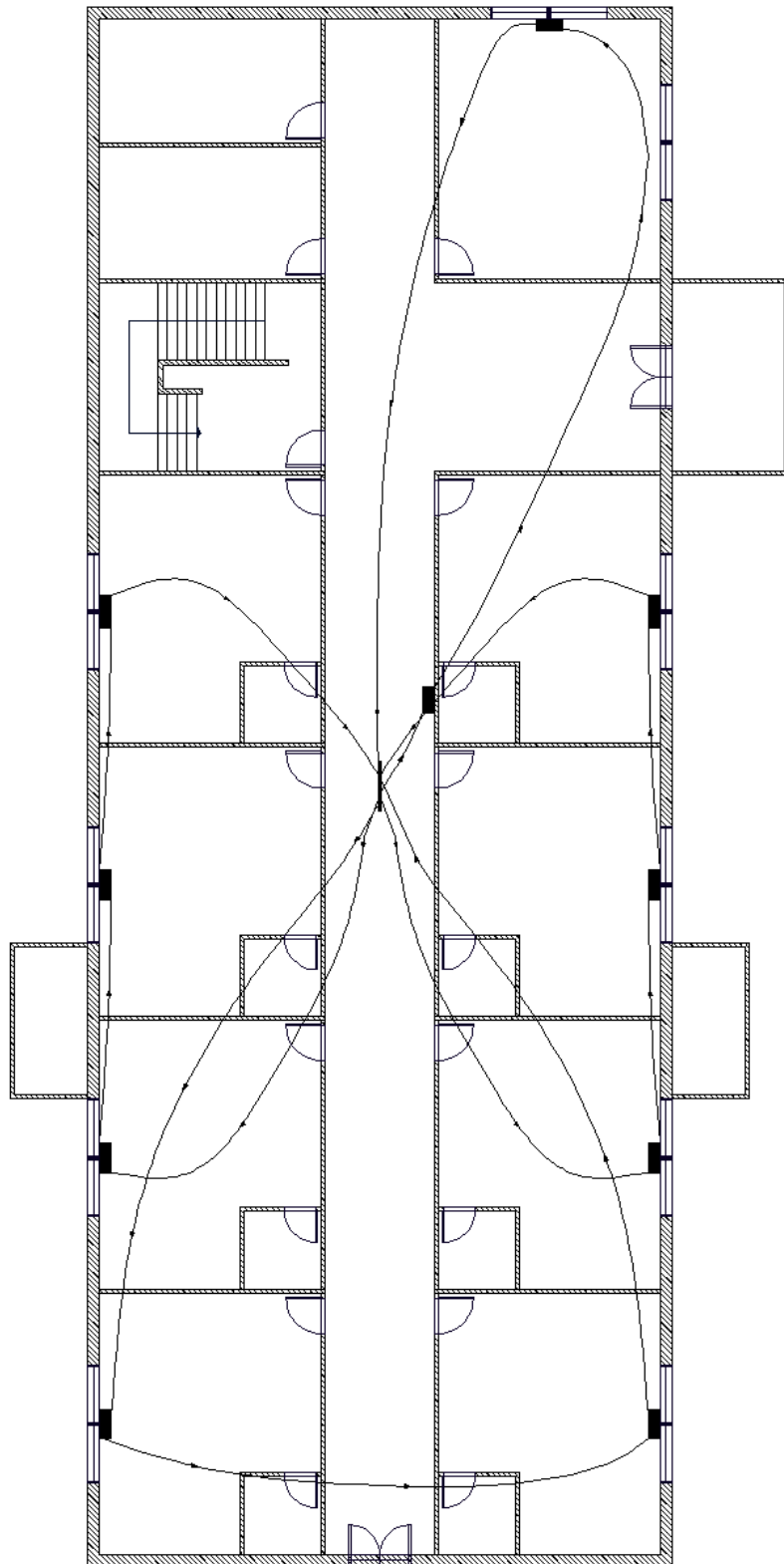
## ΣΧΕΔΙΑ

---

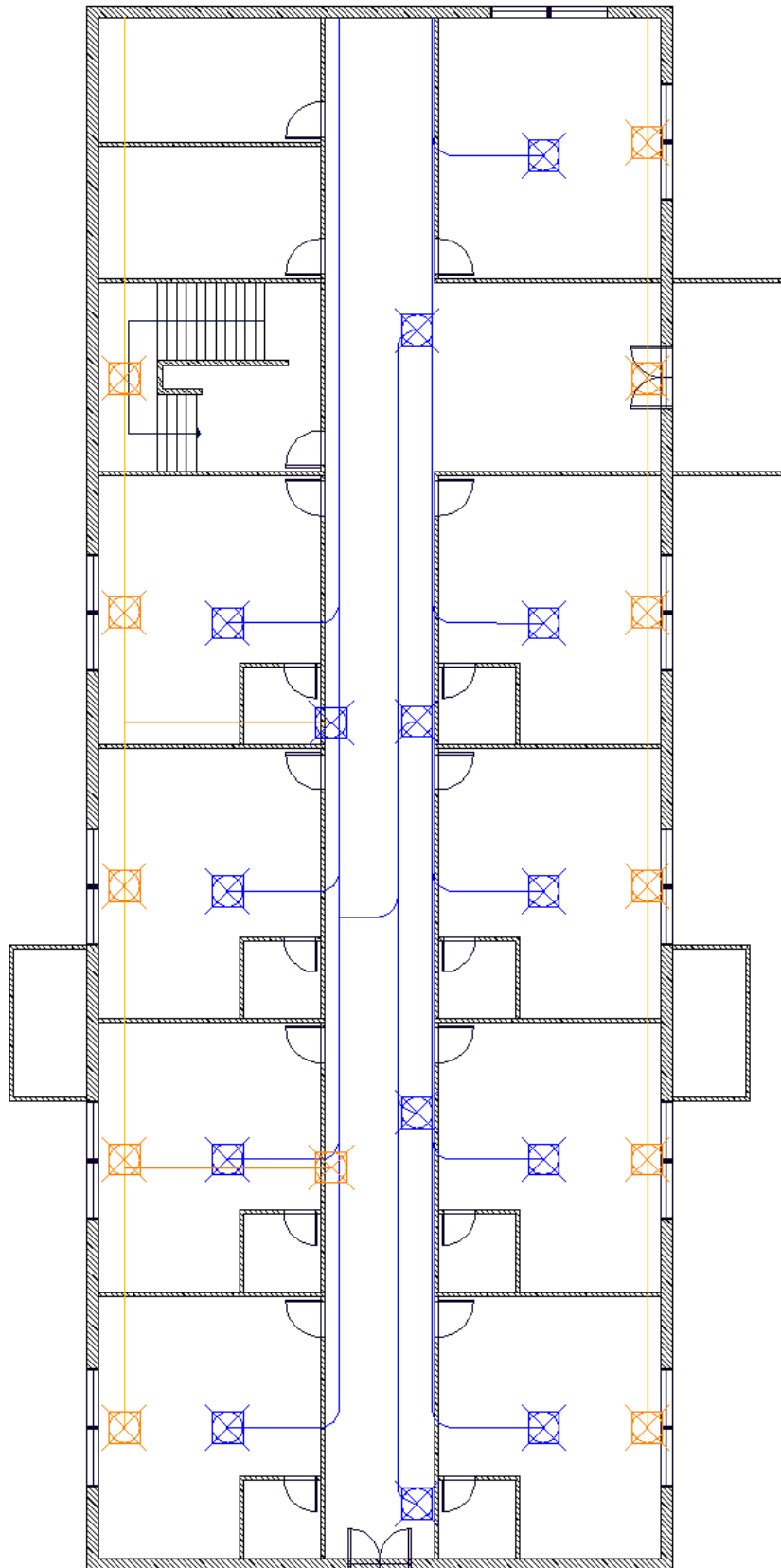


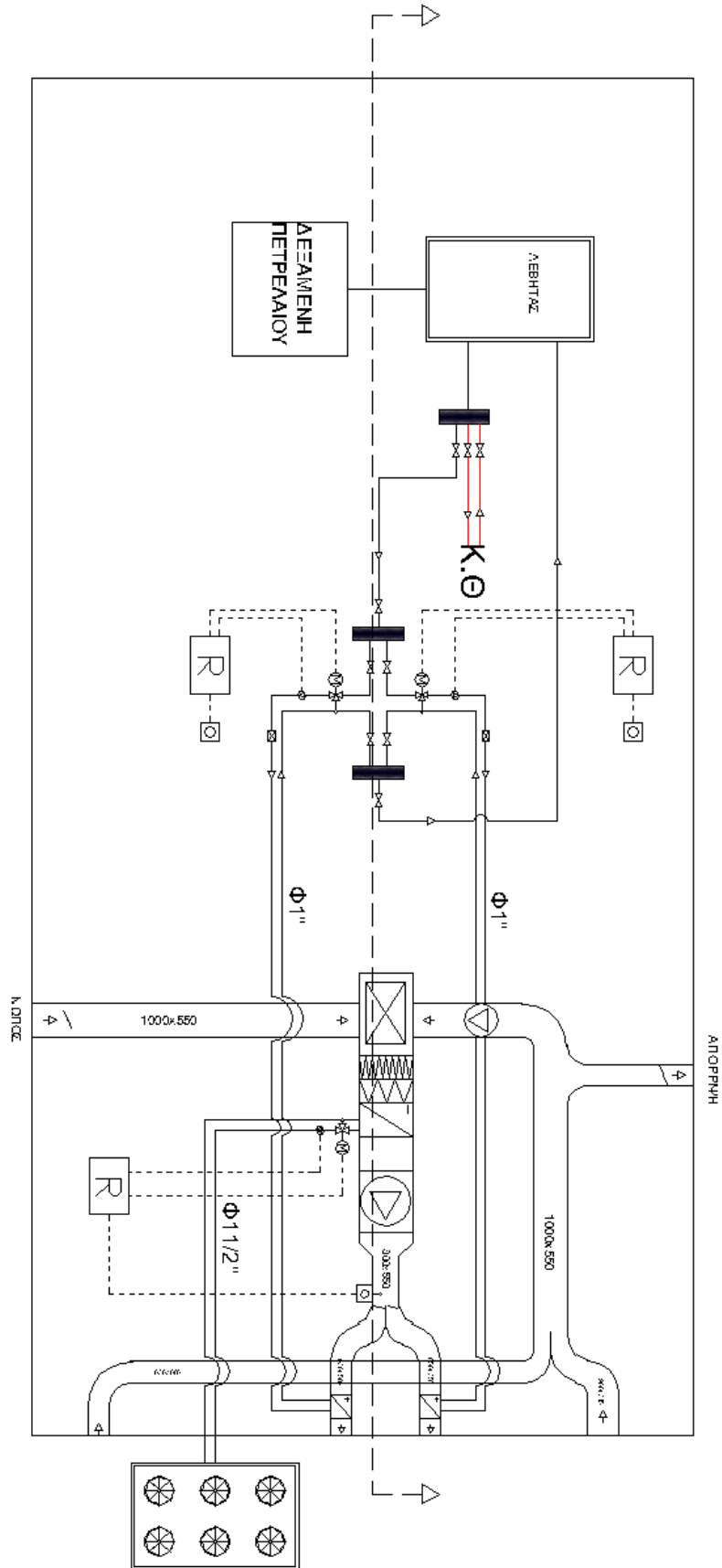


Συνδεδεσμολογία Θέρμανσης



**ΚΑΤΟΨΗ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ (ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ-ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ)**





## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ, Β.Η ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, τόμος Α' – Β'.
2. RECKNAGEL-SPRENGER, TASCHENBUCH FUER HEIZUNG UND KLIMATECHNIK, (σε μετάφραση).
3. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ , Κ.ΛΕΦΑ.
4. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ-ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ, ΑΣΙΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ.
5. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ Ι.ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ, e-class.
6. Επίσημος Κατάλογος Μονάδων Κλιματισμού FYROGENIS.
7. Επίσημος Κατάλογος Προϊόντων Και Ειδικών Χαρακτηριστικών WILLO.
8. <http://www.featureradiators.co.uk-images-Etonian-group-big.jpg.url>
9. <http://www.sandersandjohnson.com>
10. <http://www.telethermanssi.gr>
11. <http://www.buderus.gr>
12. <http://www.telethermanssi.gr>
13. <http://www.yfantidis-energy.gr>
14. <http://www.cleanair.co.uk>
15. <http://images.google.co.uk>
16. <http://www.4m.gr>
17. <http://www.nzifst.org>
18. <http://www.mgavrielatatos.gr>
19. <http://www.makrismotors.gr>
20. <http://images.google.co.uk>
21. <http://images.google.co.uk>
22. Διαλέξεις καθηγητών στο διαδίκτυο.