

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ ΟΙΚΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ FAN COILS**



**ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΛΥΜΠΕΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΛΥΜΠΕΡΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

**ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2009**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρών τεύχος αποτελεί τη πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται κατά κύριο λόγο στις τεχνικές που πρέπει να ακολουθούνται κατά την εγκατάσταση συστήματος θέρμανσης και ψύξης σε συγκεκριμένη οικία με τη βοήθεια συσκευών Fan Coils. Και βέβαια το αντικείμενο μπορεί να εφαρμοσθεί σε οποιαδήποτε οικία ανεξαρτήτως μεγέθους και όγκου.

Η εργασία ξεκινάει πρώτα με τη δικαιολόγηση του συστήματος θέρμανσης – ψύξης που επιλέχθηκε. Στη συνέχεια περιγράφονται οι συσκευές και μηχανισμοί, το υπολογιστικό μέρος που έχει σαν κατάληξη την επιλογή των μηχανημάτων και συσκευών που απαιτούνται για τη συγκεκριμένη οικία, τις τεχνικές εγκατάστασης που θα εφαρμοσθούν και τέλος το προϋπολογισμό της εγκατάστασης.

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κύριο Χρήστο Παπαλυμπέρη που η πολύχρονη ενασχόλησή του με το αντικείμενο της εργασίας μου βοήθησε στη λύση των αποριών μου. Ευχαριστώ επίσης τη Τεχνική και Εμπορική Εταιρία “Εμποροθερμική Πατρών” που μου έδωσε την ευκαιρία στο χώρο της να δοκιμάσω και να εφαρμόσω στη πράξη αυτά για τα οποία κάνει λόγο η εργασία μου.

Παπαλυμπέρης Νικόλαος

Μάιος 2009

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στις τεχνικές που θα πρέπει να ακολουθούνται κατά την εγκατάσταση συστήματος θέρμανσης – ψύξης σε μια οικία με τη βοήθεια FAN COILS. Επιλέχθηκε η τροφοδοσία των FAN COILS κατά τη διάρκεια του χειμώνα να γίνεται με ζεστό νερό που θα παράγεται σε λέβητα θέρμανσης στο λεβητοστάσιο της οικίας και κατά τη διάρκεια του θέρους η τροφοδοσία των FAN COILS να γίνεται με ψυχρό νερό το οποίο θα παράγεται στο ψυχοστάσιο της οικίας.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε 6 κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται η δικαιολόγηση της επιλογής μου να χρησιμοποιήσω το σύστημα Λέβητα – Ψύκτη και όχι άλλο σύστημα, προκειμένου να τροφοδοτηθούν τα FAN COILS αντίστοιχα με ψυχρό και ζεστό νερό.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική περιγραφή των μηχανημάτων, συσκευών και υλικών που θα απαιτηθούν για την εγκατάσταση. Αναφέρονται σαν είδος και επίσης αναφέρεται και ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η επιλογή τους για ένα σύστημα.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται οι υπολογισμοί για την επιλογή της δυναμικότητας των μηχανημάτων της συγκεκριμένης οικίας. Λόγω του μικρού όγκου της οικίας δεν έγινε χρήση προγράμματος Η/Υ για την εύρεση της δυναμικότητας των μηχανημάτων αλλά ακολουθήθηκε η αναλυτική υπολογιστική μέθοδος.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται οι τεχνικές και οι πρακτικές που πρέπει να ακολουθούνται κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μία οικονομική ανάλυση της επιλογής μας όσον αφορά το κόστος αγοράς και εγκατάστασης και το κόστος συντήρησης, καθώς και το κόστος μίας δεύτερης πιθανής επιλογής.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται οικονομική σύγκριση των 2 συστημάτων πρώτης και δεύτερης επιλογής και έτσι γίνεται κατανοητή η επιλογή του συγκεκριμένου συστήματος.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>1. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΨΥΞΗΣ.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΚΕΥΩΝ - ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. ΛΕΒΗΤΑΣ.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1. ΛΕΒΗΤΕΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2. ΛΕΒΗΤΕΣ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΕΝΙΟΙ.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2.1. ΛΕΒΗΤΕΣ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΕΝΙΟΙ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥΣ ΟΧΕΤΟΥΣ.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2.2. ΛΕΒΗΤΕΣ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΕΝΙΟΙ ΜΕ ΣΤΡΟΒΙΛΙΣΜΟ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΛΕΒΗΤΑ.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΥΣΤΗΡΑ.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3. ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.1. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4. ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΗ ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.1. ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.1.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΔΔ.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.2. ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ.....</b>	<b>28</b>
<b>2.4.3. ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....</b>	<b>29</b>
<b>2.5. ΨΥΚΤΗΣ ΝΕΡΟΥ (CHILLER).....</b>	<b>31</b>

2.5.1. ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ.....	33
2.5.1.1. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ.....	34
2.5.1.2. ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΤΥΜΠΑΝΟΥ.....	43
2.5.1.3. ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ.....	45
2.5.1.4. ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ SCROLL.....	48
2.5.2. ΑΤΜΟΠΟΙΗΤΗΣ.....	50
2.5.2.1. ΑΤΜΟΠΟΙΗΤΕΣ ΨΥΞΗΣ ΥΓΡΩΝ.....	50
2.5.2.2. ΑΤΜΟΠΟΙΗΤΕΣ ΨΥΞΗΣ ΑΕΡΑ.....	51
2.5.3. ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ.....	53
2.5.3.1. ΑΕΡΟΨΥΚΤΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ.....	53
2.5.3.2. ΥΔΡΟΨΥΚΤΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ.....	55
2.5.3.3. ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ ΝΕΡΟΥ.....	56
2.5.4. ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΜΟΥ.....	57
2.6. ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ-ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ FAN COILS.....	60
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	63
3.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑ.....	63
3.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ.....	67
3.2.1. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ.....	67
3.2.2. ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ.....	78
3.3. ΕΠΙΛΟΓΗ FAN COILS.....	86
3.4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΛΕΒΗΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	90
3.5. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	91
3.6. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ.....	92
3.7. ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	94
3.8. ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΣ.....	95
3.9. ΨΥΚΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ.....	96
4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	98

<b>4.1. ΔΙΑΤΑΞΗ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ.....</b>	<b>100</b>
<b>4.1.1. ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ.....</b>	<b>101</b>
<b>4.2. ΔΙΑΤΑΞΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ.....</b>	<b>111</b>
<b>4.3. ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΟΡΟΦΩΝ.....</b>	<b>112</b>
<b>4.4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ FAN COILS.....</b>	<b>114</b>
<b>5. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....</b>	<b>117</b>
<b>5.1. ΠΑΓΙΑ (ΥΛΙΚΑ).....</b>	<b>117</b>
<b>5.2. ΠΑΓΙΑ (ΕΡΓΑΣΙΑ).....</b>	<b>118</b>
<b>5.3. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ.....</b>	<b>118</b>
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>120</b>
<b>6.1. ΠΡΩΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ.....</b>	<b>120</b>
<b>6.2. ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ.....</b>	<b>121</b>
<b>6.3. ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ.....</b>	<b>121</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>122</b>

# 1. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΨΥΞΗΣ

## 1.1 ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ

Προκειμένου να εξυπηρετηθεί μια οικία στη θέρμανση και στη ψύξη υπάρχουν κάποιοι τρόποι που μπορούν να το κάνουν αυτό, πλην όμως ο κάθε τρόπος θα πρέπει να είναι συμβατός με την αρχιτεκτονική διάταξη των εσωτερικών χώρων, το πάγιο κόστος για την εγκατάσταση των μηχανημάτων και συσκευών όπως και το κόστος για την ανάγκη συντήρησης εξαιτίας της λειτουργίας των μηχανημάτων. Τα συστήματα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν είναι:

-Κεντρική μονάδα (αντλία θερμότητας) αέρος – αέρος με παραγωγή άλλοτε θερμού και άλλοτε ψυχρού αέρα και διοχέτευσή του με τη βοήθεια δικτύου αεραγωγών που καταλήγουν σε στόμια τοποθετημένα στους υπό φροντίδα κατοικήσιμους χώρους.

-Εγκατάσταση συστήματος Multi System,δηλαδή σε κάθε υπό φροντίδα χώρο εγκαθίσταται μια εσωτερική μονάδα Split.

Το ψυκτικό μέσο που υπόκειται στις αλλαγές φάσης συμπίεση, συμπύκνωση, εκτόνωση, εξάτμιση και γίνεται φορέας μεταφοράς θερμότητας ή ψύξης στον αέρα που θα φροντίσει το χώρο είναι με τα σημερινά δεδομένα το FREON 410.

Μία κεντρική εξωτερική multi μονάδα μπορεί να εξυπηρετήσει το πολύ μέχρι 6 εσωτερικά split της ίδιας όμως ψυκτικής απόδοσης αν θέλουμε το σύστημα να λειτουργεί οικονομικά και αποδοτικά. Και στην περίπτωση αυτή το ψυκτικό μέσο, δηλαδή το FREON 410 είναι αυτό που υπόκειται στις αλλαγές φάσης και δημιουργεί τις προϋποθέσεις θέρμανσης ή ψύξης του ανακυκλούμενου αέρα ο οποίος θα φροντίσει τους κατοικημένους χώρους.



-Εγκατάσταση λέβητα θέρμανσης για παραγωγή ζεστού νερού και εγκατάσταση ψύκτη για παραγωγή ψυχρού νερού. Ανάλογα με το αν βρισκόμαστε σε εποχή χειμώνα ή θέρους το ζεστό ή ψυχρό νερό διοχετεύεται μέσω του ίδιου συστήματος μονωμένων σωληνώσεων σε συσκευές FAN COILS τοποθετημένες στους υπό φροντίδα χώρους οι οποίες από κατασκευής τους έχουν τη δυνατότητα να αναρροφούν αέρα και να τον εκτοξεύουν άλλοτε θερμό και άλλοτε ψυχρό στους υπό φροντίδα χώρους.

-Εγκατάσταση αντλίας θερμότητας αέρα-νερού με δυνατότητα της κεντρικής μονάδας να ζεσταίνει νερό κατά τη διάρκεια του χειμώνα και να το στέλνει στις συσκευές Fan Coils ή να ψύχει νερό κατά τη διάρκεια του θέρους και να το στέλνει αντίστοιχα στις ίδιες συσκευές Fan Coils.

Για την ανάπτυξη της πτυχιακής μου εργασίας προτίμησα το σύστημα Λέβητα - Ψύκτη – Fan Coils και όχι άλλο σύστημα για πολλούς λόγους που θα αναφερθούν στα συμπεράσματα στο τέλος της εργασίας μου και αφού θα έχει εφαρμοσθεί το επιλεγμένο σύστημα στη συγκεκριμένη υπό εξέταση κατοικία. Ένας όμως από τους λόγους και μάλλον ο σπουδαιότερος έχει να κάνει με τη θερμοκρασία του νερού που θα τροφοδοτηθούν τα FAN COILS προκειμένου κατά τη διάρκεια του χειμώνα να έχουν σωστή απόδοση.

Τα FAN COILS προκειμένου να έχουν σωστή απόδοση κατά τη διάρκεια του χειμώνα απαιτούν τροφοδοσία με ζεστό νερό θερμοκρασίας στο ελάχιστο 50° C, πράγμα που και με μικρό λειτουργικό κόστος αυτό εύκολα επιτυγχάνεται με εγκατάσταση λέβητα θέρμανσης.

Εάν αντί του λέβητα θέρμανσης γινόταν επιλογή αντλίας θερμότητας αέρος-νερού το ζητούμενο δε θα μπορούσε να επιτευχθεί κατά τη διάρκεια του χειμώνα για τον εξής λόγο. Μία αντλία θερμότητας αέρος – νερού δουλεύει στη θέρμανση με τα εξής χαρακτηριστικά: Έξοδος του νερού από την αντλία θερμότητας και επομένως είσοδος του νερού σε ένα FAN COIL σε θερμοκρασία 45° C,  $\Delta t = 5^\circ \text{C}$ , θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος 7° C και επιθυμητή θερμοκρασία χώρων 20° C. Για χαμηλότερες ακραίες θερμοκρασίες περιβάλλοντος όπως για παράδειγμα η Ζώνη Β στην οποία ανήκει η οικία της πτυχιακής μου εργασίας όπου η ακραία εξωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται -1° C, γίνεται φανερό ότι η θερμοκρασία του νερού στην έξοδο από τη μονάδα πέφτει κάτω των 45° C με αποτέλεσμα τα FAN COILS να

λειτουργούν με πολύ χαμηλές αποδόσεις και να μην ικανοποιούν τους κατοικούντες στην οικία.

Αντίθετα η λύση εγκατάστασης ψύκτη αέρος – νερού για τη παραγωγή ψυχρού νερού ενδείκνυται διότι ο ψύκτης μπορεί να παράγει ψυχρό νερό θερμοκρασίας  $7^{\circ}\text{C}$  για  $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$  και θερμοκρασίες περιβάλλοντος  $35^{\circ}$  με  $36^{\circ}\text{C}$ , συνθήκες απόλυτα συμβατές με τη ζώνη Β στην οποία ανήκει η οικία της πτυχιακής εργασίας μου. Με τη θερμοκρασία των  $7^{\circ}\text{C}$  εισόδου του νερού στο FAN COIL και  $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$  μπορούμε να πετύχουμε κατά το θέρος θερμοκρασίες χώρων που να κυμαίνονται από  $27^{\circ}\text{C}$  έως και  $19^{\circ}\text{C}$ , ανάλογα με τη διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας.

## **2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΚΕΥΩΝ - ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

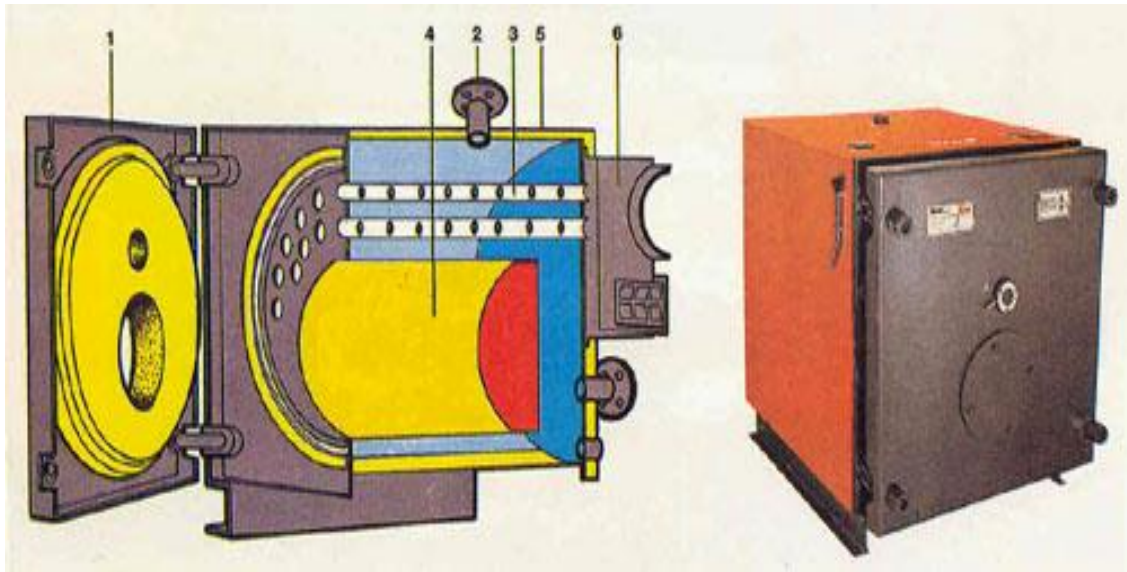
### **2.1 ΛΕΒΗΤΑΣ**

Ο Λέβητας θα χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή ζεστού νερού και θα εγκατασταθεί στο λεβητοστάσιο της οικίας και σύμφωνα με τις προδιαγραφές όπως αυτές ορίζονται από τη κείμενη νομοθεσία .

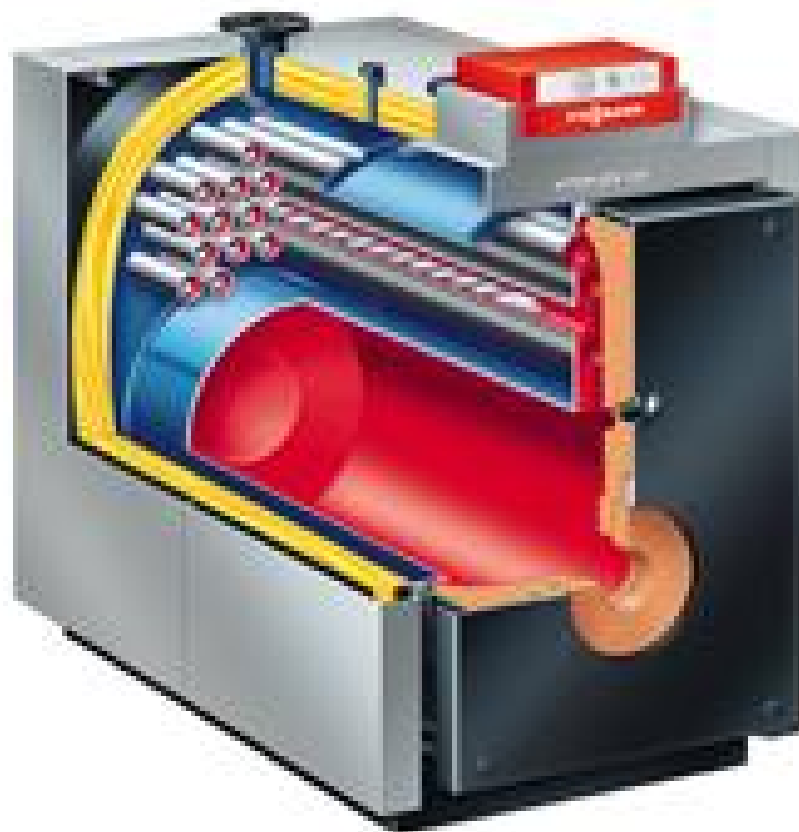
Οι λέβητες χαρακτηρίζονται από το υλικό κατασκευής τους και από τη τεχνοτροπία των σπλάχνων τους. Με βάση το υλικό κατασκευής διακρίνονται σε χαλύβδινους και σε χυτοσιδηρένιους.

#### **2.1.1 Λέβητες Χαλύβδινοι**

Αυτοί διαθέτουν φλογothάλαμο μέσα στον οποίο παράγονται η φλόγα και τα καυσαέρια, σύστημα αεριαυλών ροής των παραγόμενων καυσαερίων, υδροθάλαμο μέσα στον οποίο κολυμπάει το σύστημα αεριαυλών και καπνοθάλαμο όπου συγκεντρώνονται τα καυσαέρια πριν οδεύσουν στο εντοιχισμένο τμήμα της καπνοδόχου. Στις **Εικόνες 2.1** και **2.2** παρατίθενται φωτογραφίες χαλύβδινων λεβήτων καθώς και τομές τους.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.1:** Χαλύβδινος λέβητας



**ΕΙΚΟΝΑ 2.2:** Φλογοθάλαμος χαλύβδινου λέβητα

## 2.1.2 Λέβητες Χυτοσιδηρένιοι

Αυτοί αποτελούνται από στοιχεία (φέτες) που συναρμολογούνται μεταξύ τους με τη βοήθεια κωνικών νίπελς και στη συνέχεια τα συναρμολογούμενα στοιχεία συγκρατούνται με αντηρίδες και έτσι αποτελούν ενιαίο σύνολο. Διαθέτουν φλογοθάλαμο, οχετούς ροής των καυσαερίων, υδροθάλαμο και καπνοθάλαμο. Στην **Εικόνα 2.3** φαίνεται ένας τυπικός χυτοσιδηρένιος λέβητας χωρίς το κάλυμμα του.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.3:** Χυτοσιδηρένιος λέβητας

### 2.1.2.1 Λέβητες χυτοσιδηρένιοι με οριζόντιους οχετούς

Στους λέβητες αυτούς η ίδια η συναρμολόγηση των στοιχείων δημιουργεί οριζόντιους οχετούς ροής των καυσαερίων σε περισσότερες από μία διαδρομές πριν από τη συγκέντρωσή τους στο καπνοθάλαμο και από εκεί την αποβολή τους στο

εντοιχισμένο τμήμα της καπνοδόχου. Σχετικοί λέβητες παρουσιάζονται στις εικόνες 2.4 και 2.5.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.4:** Χυτοσιδηρένιος λέβητας με οριζόντιους οχετούς σε τομή



**ΕΙΚΟΝΑ 2.5:** Χυτοσιδηρένιος λέβητας με οριζόντιους οχετούς

### *2.1.2.2 Λέβητες χυτοσιδηρένιοι με στροβιλισμό καυσαερίων*

Στους λέβητες αυτούς η συναρμολόγηση των στοιχείων είναι τέτοια ώστε να δημιουργούνται οδοί ροής των καυσαερίων που παρέχουν τη δυνατότητα στροβιλισμού τους πριν αυτά μέσω του καπνοθαλάμου οδηγηθούν στο εντοιχισμένο τμήμα της καπνοδόχου. Οι δρόμοι ροής των καυσαερίων είναι συνέπεια του γεγονότος ότι το κάθε στοιχείο όσον αφορά τη κατατομή του παρουσιάζει στροφή σε σχέση με το προηγούμενο και έτσι αναγκάζεται το καυσαέριο να στροβιλίζεται. Υπάρχουν διάφορες υλοποιήσεις του συγκεκριμένου τύπου λέβητα όσον αφορά τη διάταξη των οχετών.

Έχει παρατηρηθεί ότι στους λέβητες αυτούς το καυσαέριο παραμένει μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στα σπλάχνα του λέβητα με αποτέλεσμα μεγαλύτερο ποσό θερμότητας που κουβαλούν τα καυσαέρια να διαβιβάζεται στο νερό και επομένως αύξηση του βαθμού απόδοσης του λέβητα εφόσον τα καυσαέρια εξέρχονται με μικρότερο θερμικό περιεχόμενο.

### **2.1.3 Στοιχεία επιλογής λέβητα**

Κάθε λέβητας συνοδεύεται από τη ταυτότητά του η οποία περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- Εργοστάσιο κατασκευής και χρονολογία κατασκευής
- Είδος χρησιμοποιούμενου καυσίμου
- Τεχνοτροπία κατασκευής
- Ονομαστική θερμική ισχύς σε kcal ή kW που αποτελεί την ισχύ στην εστία του λέβητα.

- Ωφέλιμη θερμική ισχύς σε kcal ή kW που είναι αυτή που διαβιβάζεται στο νερό
- Πίεση δοκιμής σε bar
- Πίεση λειτουργίας σε bar
- Συνολική αντίσταση τριβών στη ροή των καυσαερίων σε mm Σ.Υ. ή mbar
- Συνολική αντίσταση τριβών στη ροή του νερού σε mm Σ.Υ. ή mbar

Η απαιτούμενη ωφέλιμη θερμική ισχύς του λέβητα θα προκύψει αφού πρώτα γίνει ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών της οικίας και στη συνέχεια προσαυξηθεί το νούμερο αυτό κατά 20%.

Τα στοιχεία που αφορούν την ωφέλιμη θερμική ισχύ και τη πίεση λειτουργίας είναι αυτά που κατά κανόνα θα με οδηγήσουν αρχικά στην επιλογή του κατάλληλου λέβητα.

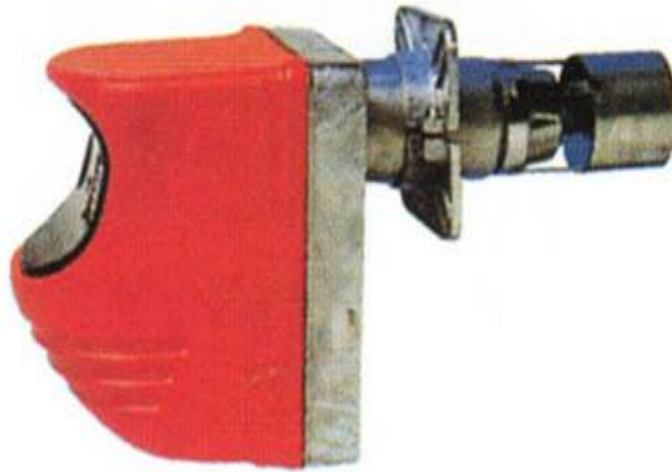
## 2.2 ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ

Ο καυστήρας μπορεί να είναι για χρήση ελαφρού πετρελαίου θέρμανσης ή υγραερίου ή φυσικού αερίου. Διακρίνονται σε καυστήρες χαμηλών πιέσεων, υψηλών πιέσεων (πιεστικοί) και υπερύψηλων πιέσεων (υπερπιεστικοί).

Προτιμούνται οι πιεστικοί και υπερπιεστικοί καυστήρες διότι οι σημερινής κατασκευής λέβητες είναι δύο, τριών και τεσσάρων διαδρομών των καυσαερίων δηλαδή αυξανόμενων τιμών αντιστάσεων τριβής και επομένως απαιτούνται καυστήρες που να μπορούν να ανταποκριθούν.

Στην **Εικόνα 2.6** παρατίθεται ένας τυπικός καυστήρας πετρελαίου.





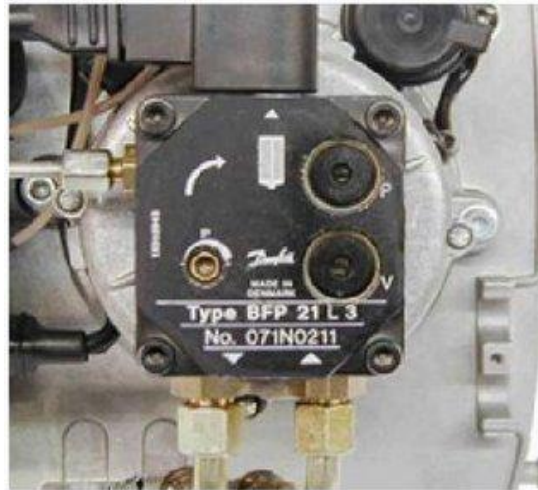
**ΕΙΚΟΝΑ 2.6:** Καυστήρας πετρελαίου

Ο καυστήρας είναι ένας πολυσύνθετος μηχανισμός και αποτελεί βασικό παράγοντα επηρεασμού της αξιοπιστίας της εγκατάστασης. Τα εξαρτήματα που υπάρχουν σε ένα καυστήρα πετρελαίου (στη δική μας περίπτωση όπως θα δούμε στη συνέχεια της εργασίας) είναι:

-Αντλία πετρελαίου γρναζωτή με ενσωματωμένο ρυθμιστή πίεσης. Το πετρέλαιο πιέζεται σε μια πίεση που κυμαίνεται από 8 έως 12 bar.Ο ενσωματωμένος ρυθμιστής είναι τύπου ελατηρίου εμβόλου και συνήθως συνδυάζει και βαλβίδα ταχείας διακοπής.

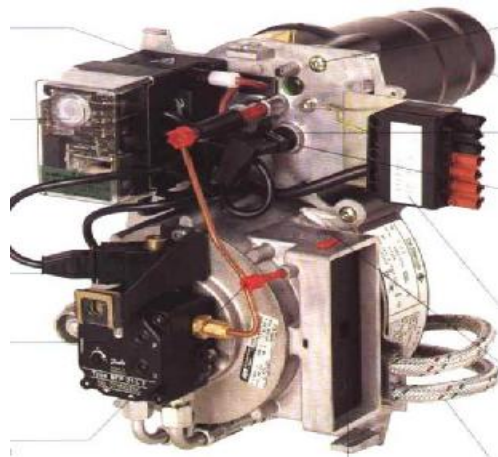
Η βαλβίδα αυτή κλείνει την παροχή πετρελαίου προς το μπέκ όταν πέσει η πίεση κάτω από ένα όριο. Έτσι τη στιγμή που πέφτουν οι στροφές του κινητήρα και επομένως και της αντλίας, η βαλβίδα κλείνει τη γραμμή προς το μπέκ και σταματά η εκροή πετρελαίου.

Στην **Εικόνα 2.7** φαίνεται ο ρυθμιστής πίεσης, ενσωματωμένος πάνω στην αντλία .



**ΕΙΚΟΝΑ 2.7:** Ρυθμιστής πίεσης αντλίας πετρελαίου του καυστήρα

-Κινητήρας μονοφασικός ή τριφασικός που λειτουργεί περίπου στις 3000 στροφές στα 50 Hz. Μπορούμε να τον διακρίνουμε στην **Εικόνα 2.8**. Στους μονοφασικούς κινητήρες δεν υπάρχει ανάγκη για αυτόματο διακόπτη υπερέντασης γιατί αν τυχόν υπάρξει πτώση τάσης ή μηχανική εμπλοκή του άξονα τότε η φλόγα και ο αυτόματος προγραμματιστής του καυστήρα θα τεθεί σε θέση Εμπλοκή ανάβοντας το σχετικό κόκκινο λαμπάκι. Αν παρατηρηθεί μείωση των στροφών του κινητήρα τότε το πιθανότερο είναι να έχουμε μηχανική βλάβη της αντλίας ή βραχυκύκλωμα στον πυκνωτή του βοηθητικού τυλίγματος. Στη περίπτωση αυτή γίνεται αντικατάσταση του πυκνωτή.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.8:** Καυστήρας χωρίς το κάλυμμα του

Στους τριφασικούς καυστήρες πρέπει να υπάρχει αυτόματος διακόπτης υπερέντασης. Υπερένταση συμβαίνει είτε και στις τρεις φάσεις από μία μηχανική βλάβη π.χ. στην αντλία, είτε σε δύο φάσεις σε περίπτωση που καεί μια ασφάλεια στο δίκτυο. Η ρύθμιση του αυτομάτου προστασίας του κινητήρα γίνεται με το θερμικό στοιχείο που το ρυθμίζουμε στα ονομαστικά αμπέρ του κινητήρα.

Για να είμαστε βέβαιοι ότι η ρύθμιση είναι σωστή ξεκινάμε το καυστήρα και κατόπιν αφαιρούμε μία ασφάλεια (διακόπτουμε μια φάση). Τώρα ο κινητήρας εργάζεται με δυο φάσεις που υπερφορτώνονται. Μέσα σε ένα το πολύ λεπτό πρέπει το θερμικό του αυτομάτου να ανοίξει και να σταματήσει ο κινητήρας, ενώ ταυτόχρονα το κόκκινο λαμπάκι θα δείξει εμπλοκή. Δεν πρέπει να βγάλουμε την ασφάλεια που αντιστοιχεί στη φάση απ' όπου τροφοδοτείται ο αυτοματισμός ασφαλείας του κινητήρα γιατί τότε θα σταματήσει αμέσως ο καυστήρας και έτσι θα μας παραπλανήσει.

-Ανεμιστήρας μορφής τυμπάνου αναγκαίος για τη προσαγωγή καυσιγόνου αέρα στη κατάλληλη πίεση. Διακρίνεται στην **Εικόνα 2.9**. Η ανάμιξη του αέρα γίνεται στη κεφαλή καύσης όπου υπάρχει το μπέκ ψεκασμού του πετρελαίου και ο δίσκος στροβιλισμού του αέρα και σταθεροποίησης της φλόγας.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.9:** Ανεμιστήρας καυστήρα

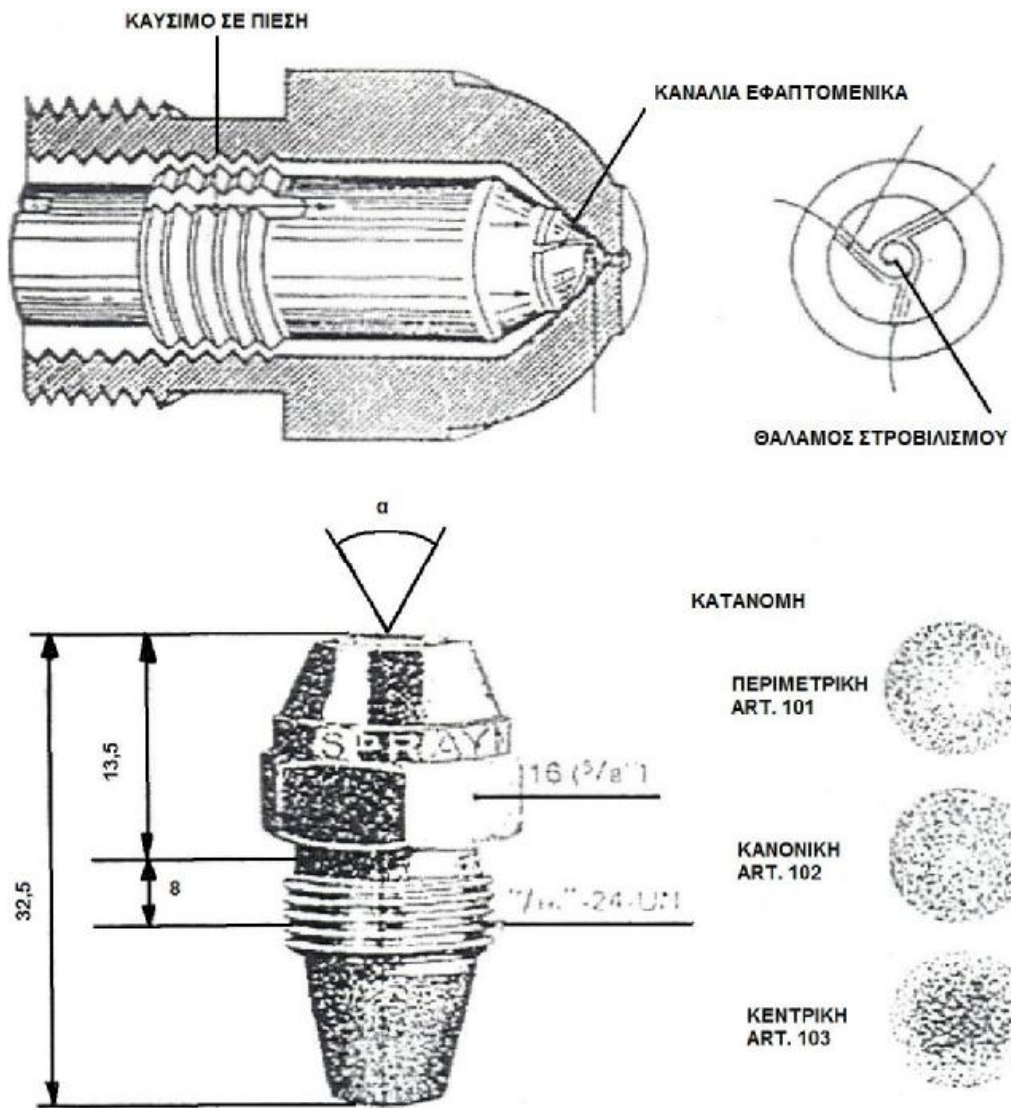
Εφόσον ο ανεμιστήρας έχει αρκετή πίεση τότε μπορεί να εργασθεί κανονικά με την αντίθλιψη του να υπερβαίνει την αντίθλιψη του θαλάμου καύσης του λέβητα. Σημασία έχει η συμπεριφορά του ανεμιστήρα και επομένως του καυστήρα τη στιγμή της ανάφλεξης του μίγματος που μπορεί να δημιουργηθεί ένα απότομο κρουστικό κύμα (κλότσημα). Αν αρχίσουν ταλαντώσεις και θόρυβος της φλόγας αυτό θα σημαίνει ότι ο υπό εξέταση καυστήρας δεν τα βγάζει πέρα πάνω στο συγκεκριμένο λέβητα και επομένως θα χρειασθεί κάποιος άλλος καυστήρας με καλύτερα χαρακτηριστικά.

-Κεφαλή καύσης που περιλαμβάνει το μπέκ, το δίσκο στροβιλισμού του αέρα και το σύστημα έναυσης με υψηλή τάση. Η σωστή επιλογή του μπέκ έχει να κάνει με μία καλής ποιότητας καύση. Όταν η ισχύς είναι από 15000 kcal/h και πάνω χρησιμοποιούνται καυστήρες με μηχανικό διασκορπισμό του καυσίμου. Δηλαδή εδώ συναντάμε καταμερισμό του καυσίμου σε πολύ μικρά σωματίδια όσο το δυνατόν ομοιόμορφα σε διάμετρο (κονιοποίηση).

Κάθε  $\text{cm}^3$  πετρελαίου μπορεί να διασπαστεί σε  $10^6$  τον αριθμό σταγονίδια και για να επιτευχθεί αυτό χρειάζεται μια διάταξη κατάλληλη να διασπάσει τις επιφανειακές τάσεις του υγρού που τείνουν να σχηματίσουν μεγάλες σταγόνες. Αυτό επιτυγχάνεται με τα γνωστά ακροφύσια (μπέκ) σε συνδυασμό με μια αντλία υψηλής πίεσης οδοντωτού τύπου.

Η μηχανική γρاناζωτή αντλία πιέζει το καύσιμο σε 10 - 13 bar και στη συνέχεια το καύσιμο οδηγείται στο μπέκ απ' όπου εκτοξεύεται σε μορφή νέφους σταγονιδίων διαμέτρου 10/200 χιλιοστά του χιλιοστού. Το νέφος αναμιγνύεται με τον αέρα καύσης όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφα και αναφλέγεται με τη βοήθεια ηλεκτρικού τόξου. Η ροή του καυσίμου από την αντλία στο μπέκ ελέγχεται από μία ηλεκτρική βαλβίδα. Η μορφή κονιοποίησης του καυσίμου δεν είναι ίδια για όλα τα μπέκ.

Στην **Εικόνα 2.10** διακρίνεται ένα μπέκ σε τομή, καθώς και ένα πλήθος πιθανών κατανομών των σωματιδίων του καυσίμου μέσα στον κώνο διασκορπισμού του μπέκ.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.10:** Μπέκ καυστήρα

Το κάθε μπέκ χαρακτηρίζεται από τρία στοιχεία:

A. Ονομαστική παροχή σε USG/h ή lit/h ή kg/h για ονομαστικό ιξώδες 1,4° E και πίεση 100 psi (7 bar).

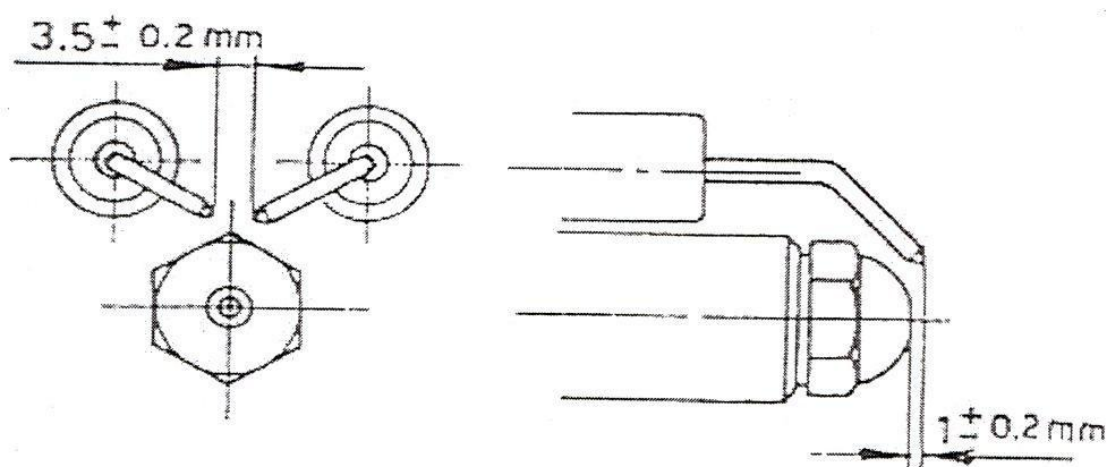
B. μορφή διασκορπισμού

Γ. γωνία κώνου διασκορπισμού 30° – 45° – 60° – 80°

Πρέπει να χρησιμοποιούμε γωνία όση καθορίζει ο κατασκευαστής του καυστήρα διότι αν όχι τότε κινδυνεύουμε να μην πετύχουμε τα ποσοστά CO<sub>2</sub> που εγγυάται ο κατασκευαστής και επί πλέον να έχουμε αστάθεια στη φλόγα ή δυσχέρεια στην έναυση. Η μορφή της φλόγας, δηλαδή το μήκος και το πλάτος της δεν επηρεάζεται τόσο πολύ από τη γωνία του μπέκ όσο από τη σχεδίαση της κεφαλής.

Η φάση λειτουργίας για καυστήρα με ένα μόνο μπέκ διαρκεί μόνο οκτώ δευτερόλεπτα και έχει σαν κύριο προορισμό να βοηθήσει να υπερνικηθούν οι αυξημένες αντιστάσεις ροής του καυσαερίου κατά τη στιγμή της ανάφλεξης αέρα-καυσίμου που μπορούν να φτάσουν, ανάλογα με τη σχεδίαση του λέβητα 2 – 6 φορές τη κανονική πίεση λειτουργίας του λέβητα. Ο δίσκος στροβιλισμού του αέρα έχει σκοπό να σταθεροποιήσει τη φλόγα και να ελέγξει τη ταχύτητα εκροής του αέρα που αναλογεί στο καύσιμο που ψεκάζεται.

Για τη ρύθμιση της κεφαλής πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες του κατασκευαστή. Το σύνολο του όγκου του αέρα ρυθμίζεται από το διάφραγμα (τάμπερ) στην εισαγωγή του ανεμιστήρα. Η έναυση του μίγματος καυσίμου – αέρα επιτυγχάνεται με ηλεκτρικό τόξο 6 – 12 KV και 20 – 30 mA που αναπτύσσεται πάνω σε δύο ηλεκτρόδια μεταξύ τους σε απόσταση 3,5 – 4,5 mm που τοποθετούνται με τις ακίδες τους περί το ένα mm μπροστά από το μπέκ. Το σύστημα έναυσης προϋποθέτει και την ύπαρξη ενός μετασχηματιστή. Στην **Εικόνα 2.11** φαίνεται το σύστημα έναυσης.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.11:** Σύστημα έναυσης καυστήρα

## -Συστήματα ασφαλείας και αυτοματισμού

Αυτά κατά βάση είναι συνήθως ηλεκτρικά και ενσωματωμένα στο καυστήρα. Το σύστημα ασφαλείας θα πρέπει:

A. Να μην επιτρέπει την εκκίνηση του καυστήρα αν μέσα στο θάλαμο καύσης του λέβητα υπάρχει φως ή φωτιά.

B. Να μην επιτρέπει την εκροή (ψεκασμό) πριν περάσει ένας καθορισμένος χρόνος αερισμού του θαλάμου καύσης του λέβητα από τον ανεμιστήρα του καυστήρα. Ο χρόνος αυτός είναι τουλάχιστον 15 sec.

Γ. Μετά την εκροή πετρελαίου να ελέγχει την επιτυχία της έναυσης. Εάν μέσα σε ορισμένο χρόνο έναυσης δεν ανάψει το πετρέλαιο πρέπει να σταματά την εκροή του. Ο χρόνος αυτός είναι 10 sec για καυστήρες κάτω των 30 kg/h και 5 sec για καυστήρες άνω των 30 kg/h.

Δ. Σε περίπτωση σβέσης της φλόγας κατά τη διάρκεια λειτουργίας να επαναλαμβάνει τη διαδικασία έναυσης αυτόματα. Επίσης να παίρνει εντολές λειτουργίας ή στάσης από τους θερμοστάτες λέβητα και χώρου ή ωρολογιακό πρόγραμμα.

Η επιτήρηση της φλόγας γίνεται από μία φωτοαντίσταση που έχει την ιδιότητα να μεταβάλλει την ηλεκτρική της αντίσταση όταν πέσει φως πάνω της. Το φαινόμενο αυτό εκμεταλλεύεται το σύστημα ασφαλείας και ελέγχει τη λειτουργία του καυστήρα.

Ο καυστήρας ελέγχεται από άλλα δύο όργανα ασφαλείας. Έναν υδροστάτη (θερμοστάτη) μέγιστης θερμοκρασίας του νερού του λέβητα που διακόπτει προσωρινά τη λειτουργία του καυστήρα όταν το νερό του λέβητα φτάσει ένα προκαθορισμένο όριο θερμοκρασίας όπως 85° C ή 90° C και τον ενεργοποιεί πάλι όταν η θερμοκρασία του νερού του λέβητα πέσει κατά λίγους βαθμούς (5° – 10° C). Ένας δεύτερος θερμοστάτης ασφαλείας διακόπτει οριστικά το ηλεκτρικό ρεύμα και σβήνει το καυστήρα όταν η θερμοκρασία του νερού του λέβητα ξεπεράσει το όριο ασφαλείας των 100° C και δεν επανέρχεται σε λειτουργία αν δε πατήσουμε με το χέρι το πλήκτρο επαναφοράς (reset).

### 2.2.1 Στοιχεία επιλογής καυστήρα

Τα στοιχεία που απαιτούνται προκειμένου να γίνει η επιλογή ενός καυστήρα κάνοντας χρήση των νομογραφημάτων των κατασκευαστών είναι:

A. Η δυναμικότητα του που υπολογίζεται από τη σχέση

$$V = Q_{\lambda} / q \text{ [kg/h]} \quad (2.1)$$

όπου:

$Q_{\lambda}$  [kcal/h] είναι η ωφέλιμη θερμική ισχύς του εγκατεστημένου λέβητα και

$q$  [kcal/kg] η θερμογόνος δύναμη του χρησιμοποιούμενου υγρού καυσίμου (πετρέλαιο) που κυμαίνεται από 8000 έως 10000 kcal/kg.

B. Η πίεση που μπορούν να παράγουν τα καυσαέρια σε mm Σ.Υ. ή σε mbar.

### 2.3 ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ

Ο κυκλοφορητής όπως κάθε αντλία, αποτελείται από το τμήμα ώθησης του νερού (φτερωτή) και το σύστημα που εξασφαλίζει την αναγκαία περιστροφή (ηλεκτροκινητήρας). Τα δύο αυτά τμήματα μπορεί να είναι σταθερά συνδεδεμένα και μπορεί να βρίσκονται σε κοινή σταθερή βάση και να συνδέονται με ελαστικό σύνδεσμο. Στην **Εικόνα 2.12** φαίνεται κυκλοφορητής γνωστής εταιρίας.

Ο κυκλοφορητής πρέπει να μπορεί να υπερνικά τις τριβές που εμφανίζονται κατά τη ροή του νερού στο δυσμενέστερο κλάδο της εγκατάστασης, να μπορεί να αποδώσει την αναγκαία παροχή νερού, να είναι υδρολιπαντός και με χαμηλή στάθμη θορύβου.

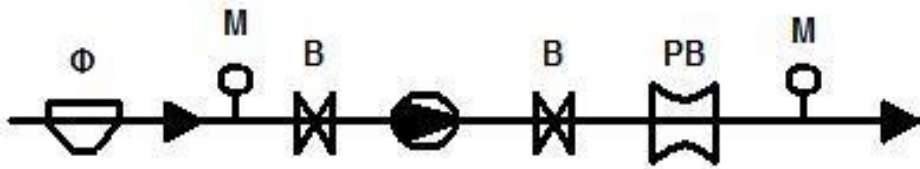


Η σύνδεση του κυκλοφορητή στο δίκτυο εξαρτάται από τη θερμοκρασία λειτουργίας του. Αυτοί που μπορούν να λειτουργούν με νερό θερμοκρασίας 130° C (συνήθης περίπτωση) τοποθετούνται στη προσαγωγή και αυτοί που μπορούν να λειτουργούν με νερό θερμοκρασίας μέχρι 100° C όπου τοποθετούνται στην επιστροφή.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.12:** Κυκλοφορητής

Όπως μπορούμε να δούμε και στην **Εικόνα 2.13**, η σύνδεση του κυκλοφορητή στο δίκτυο περιλαμβάνει τα εξής:



**ΕΙΚΟΝΑ 2.13:** Συνδεσμολογία κυκλοφορητή

1. Δύο σφαιρικούς διακόπτες (**B**) ώστε να είναι δυνατή η αφαίρεση του κυκλοφορητή από το δίκτυο χωρίς το άδειασμα του δικτύου από το νερό.
2. Μια ρυθμιστική βαλβίδα (**PB**) μετά το κυκλοφορητή για τη ρύθμιση της συνολικής πτώσης πίεσης και παροχής.
3. Δυο μανόμετρα (**M**).
4. Ένα φίλτρο νερού (**Φ**).

### 2.3.1 Εκτίμηση μεγέθους κυκλοφορητή

Για να εκτιμηθεί το μέγεθος του κατάλληλου κυκλοφορητή πρέπει να είναι γνωστά η αναγκαία παροχή νερού ( $m^3/h$ ) και το μανομετρικό ύψος, δηλαδή το σύνολο των αντιστάσεων ροής του νερού στο δυσμενέστερο κύκλωμα σε (mΥΣ).

Η αναγκαία παροχή προκύπτει από την ωφέλιμη θερμική ισχύ του λέβητα και την επιθυμητή θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ προσαγωγής και επιστροφής του νερού στο λέβητα.

$$V = Q_{\Lambda} / (C * \Delta t) \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (2.2)$$

όπου:

$Q_{\Lambda}$  = Ωφέλιμη θερμική ισχύς λέβητα [kcal/h]

$C$  = Ειδική θερμότητα νερού [ $1000 * \text{kcal} / (\text{m}^3 * ^\circ\text{C})$ ]

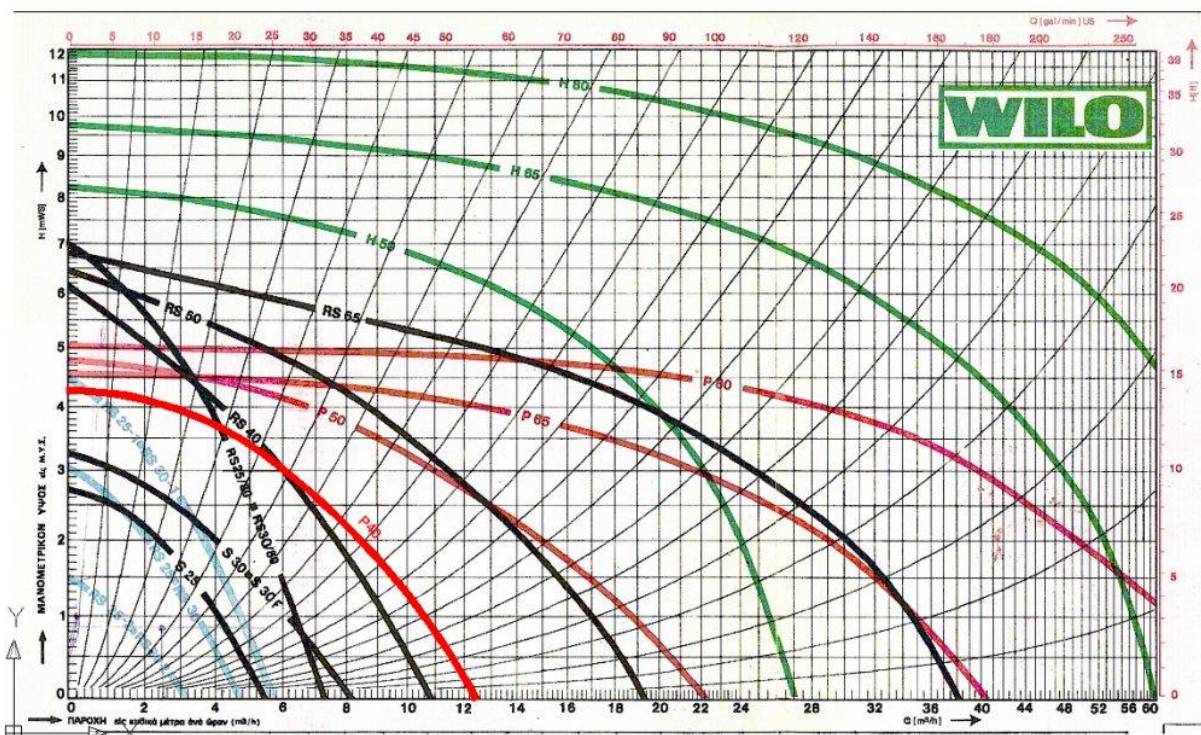
$\Delta t$  = Θερμοκρασιακή διαφορά ( $^\circ\text{C}$ )

Συνήθως το  $\Delta t$  λαμβάνεται ίσο με  $20 - 21 ^\circ\text{C}$ .

Το μανομετρικό ύψος θα προκύψει υπολογίζοντας το σύνολο των αντιστάσεων τριβής στη δυσμενέστερη διαδρομή του νερού.

Η δυσμενέστερη διαδρομή θα είναι το κλειστό κύκλωμα που θα αποτελείται από τις αντιστάσεις του λέβητα, το σύνολο των αντιστάσεων των ευθύγραμμων σωληνώσεων στα διάφορα διαμετρήματα τους επί δύο, το σύνολο των τοπικών αντιστάσεων του δικτύου στα διάφορα διαμετρήματα του, το σύνολο των αντιστάσεων των θερμοπομπών και το σύνολο των αντιστάσεων των διακοπών των θερμοπομπών. Έτσι ο κατάλληλος κυκλοφορητής επιλέγεται από νομογράφημα που διαθέτουν οι κατασκευαστές.

Ένα τυπικό νομογράφημα φαίνεται στην **Εικόνα 2.14**:



**ΕΙΚΟΝΑ 2.14:** Νομογράφημα κυκλοφορητή της εταιρίας WILO

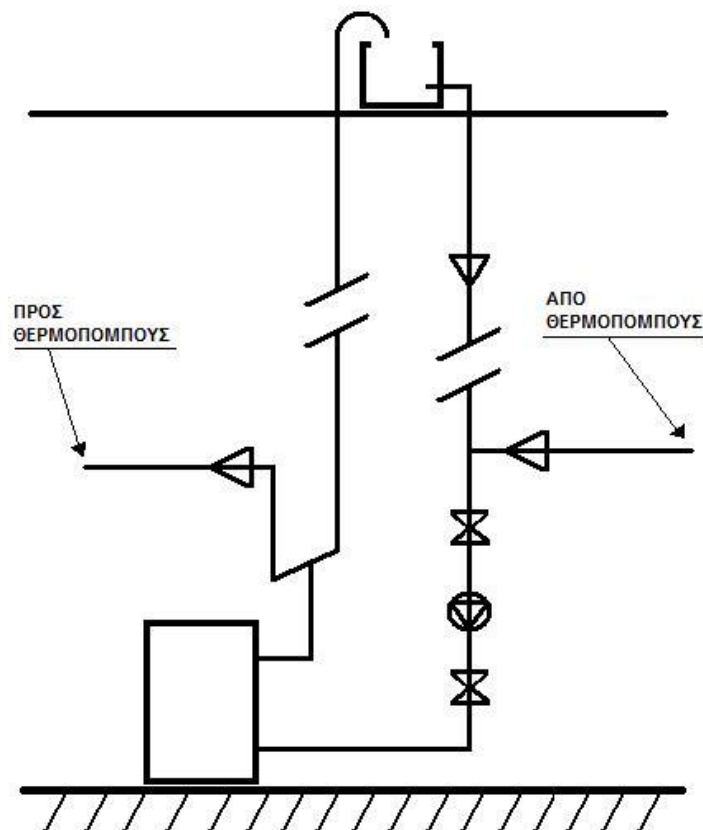
Οι αντιστάσεις τριβής του λέβητα παίρνονται από τη ταυτότητα του λέβητα. Οι αντιστάσεις τριβής ευθύγραμμων τμημάτων σωληνώσεων λαμβάνονται από πίνακες για τα διάφορα διαμετρήματα αυτών και αναφέρονται σε mbar ή mmΥΣ ανά μέτρο μήκους σωλήνα. Οι τοπικές αντιστάσεις ανάλογα με το είδος τους και το διαμέτρημά

τους θα προκύψουν από πίνακες στους οποίους γίνεται αναγωγή του είδους της τοπικής αντίστασης σε αντίστοιχη αντίσταση ανά μέτρο μήκους.

Οι αντιστάσεις των θερμοπομπών παίρνονται από τη ταυτότητα του κάθε θερμοπομπού που στη δική μας περίπτωση θα είναι τα Fan Coils.

## 2.4 ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΗ ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Στις παλαιότερες εγκαταστάσεις το σύστημα το αποτελούσαν ένα ανοιχτό δοχείο διαστολής κάποιων λίτρων τοποθετημένο στο δώμα του κτιρίου και δύο σωλήνες ασφαλείας και πλήρωσης της εγκατάστασης.



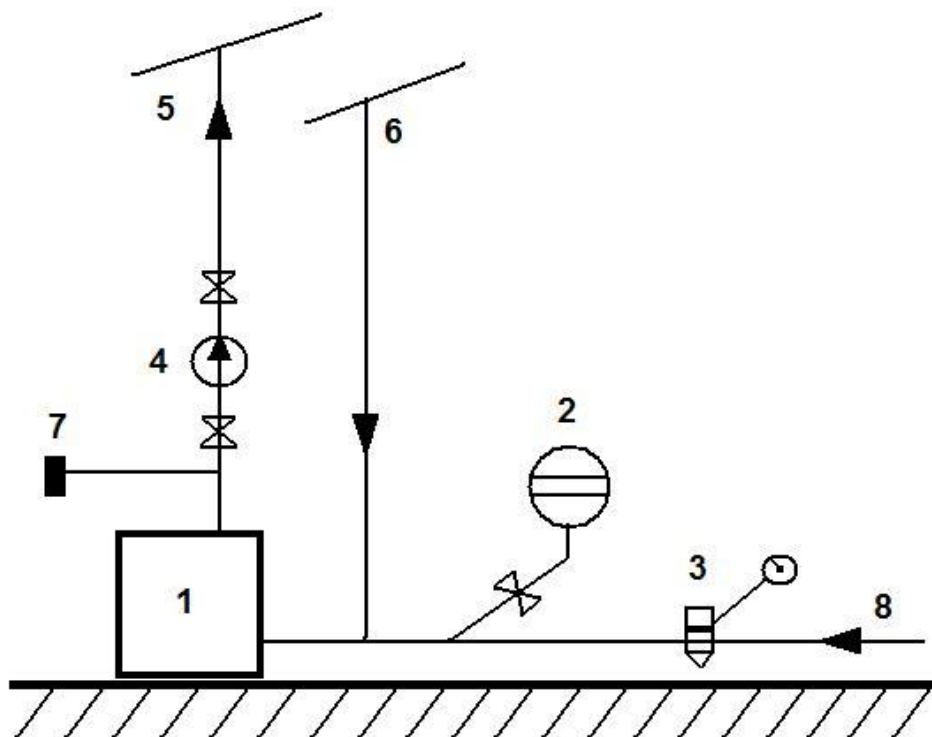
**ΕΙΚΟΝΑ 2.15:** Παλαιά συνδεσμολογία

Στις σημερινές εγκαταστάσεις το ασφαλιστικό σύστημα το αποτελούν ένα δοχείο διαστολής μεμβράνης κλειστού τύπου, μία βαλβίδα ασφαλείας μηχανικού τύπου και ένας αυτόματος διακόπτης με μανόμετρο για τη πλήρωση με νερό της εγκατάστασης.

#### 2.4.1 Δοχείο διαστολής κλειστού τύπου

Αποτελείται από χαλύβδινο κέλυφος και ελαστική μεμβράνη που διαχωρίζει το νερό από ποσότητα αέρα ή αδρανούς αερίου (άζωτο). Το αέριο δεν έρχεται σε επαφή με το νερό της εγκατάστασης.

Ο τρόπος σύνδεσης του κλειστού δοχείου διαστολής στο δίκτυο φαίνεται στην **Εικόνα 2.16**.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.16:** Συνδεσμολογία κλειστού δοχείου διαστολής

Το αέριο του ΚΔΔ βρίσκεται σε πίεση από 0,5 έως 1,5 bar που αντιστοιχεί σε στατικό ύψος από 5 έως 15 m Σ.Υ. Πλεονεκτήματα του ΚΔΔ σε σχέση με το ανοιχτό ΔΔ είναι ο περιορισμός της διάβρωσης του λέβητα, η αποφυγή κινδύνου παγώματος του νερού της εγκατάστασης και η κατάργηση των σωλήνων ασφαλείας και πλήρωσης.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.17:** Κλειστά δοχεία διαστολής

#### 2.4.1.1 Υπολογισμός Χωρητικότητας ΚΔΔ

Η αναγκαία χωρητικότητα σε νερό του ΚΔΔ της εγκατάστασης υπολογίζεται προσεγγιστικά από τη σχέση **(2.3)** και η επιλογή γίνεται από πίνακες κατασκευαστών σε συνάρτηση και με το στατικό ύψος της εγκατάστασης.

$$V_N = V_A / D_f \quad (2.3)$$

Όπου:

$V_N$  = Συνολικός όγκος Κ.Δ.Δ. σε λίτρα

$V_A$  = Όγκος αναμενόμενης διαστολής του νερού σε λίτρα

$D_f$  = Συντελεστής πίεσης για τον οποίο ισχύει

$$D_f = (P_A - P_T) / P_T \quad (2.4)$$

$P_A$  = Αρχική πίεση της εγκατάστασης, δηλαδή το στατικό ύψος

$P_T$  = Λειτουργική πίεση της εγκατάστασης

Η τιμή  $V_A$  υπολογίζεται από τη σχέση

$$V_A = V_2 * A_f \quad (2.5)$$

$V_2$  = Ολική χωρητικότητα του συστήματος σε νερό

$A_f$  = Συντελεστής διαστολής του νερού

Η τιμή του  $V_2$  είναι εύκολο να υπολογισθεί αφού θα γνωρίζουμε τα διαμετρήματα των σωληνώσεων της εγκατάστασης και επομένως από πίνακες τη χωρητικότητα του κάθε διαμετρήματος ανά μέτρο μήκους διαμετρήματος, τη

χωρητικότητα του λέβητα από τη ταυτότητα του λέβητα και τη χωρητικότητα των θερμοπομπών από τους τεχνικούς καταλόγους των κατασκευαστών τους.

Ο συντελεστής διαστολής θα παρθεί από πίνακα σε συνάρτηση με τη θερμοκρασιακή διαφορά σε °C. Παρακάτω επισυνάπτονται οι πίνακες **2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5** οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όσα ελέχθησαν πριν.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1:**

ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ		ΧΑΛΚΙΝΟΙ		ΠΛΑΣΤΙΚΟΙ	
ΔΙΑΤΟΜΗ (mm)	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚ/ΤΑ (lt/m)	ΔΙΑΤΟΜΗ (mm)	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚ/ΤΑ (lt/m)	ΔΙΑΤΟΜΗ (mm)	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚ/ΤΑ (lt/m)
18 x 1	0,2	18 x 1	0,2	20 x 2,3	
16 x 1	0,17	16 x 1	0,17	18 x 2	0,17
15 x 1	0,13	15 x 1	0,13	16 x 2	0,11

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2:**

ΜΑΥΡΟΙ ΣΙΔΗΡΟΣΩΛΗΝΕΣ ΜΕ ΡΑΦΗ (DIN 2440)		ΜΑΥΡΟΙ ΣΙΔΗΡΟΣΩΛΗΝΕΣ ΧΩΡΙΣ ΡΑΦΗ (DIN 2449)	
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (in)	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΝΕΡΟ (lt/m)	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (in)	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΝΕΡΟ (lt/m)
1/2	0.2	57/63	2.55
3/4	0.37	64/70	3.21
1	0.58	70/78	3.84
1 1/4	1.02	78/83	4.53
1 1/2	1.38	82/89	5.28
2	2.21	100/108	7.85
3	4.50	125/133	12.25
4	7.85	150/159	17.88



**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3:**

<b>ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΥΨΟΣ Θ.Σ. (mm)</b>	<b>ΔΙΣΤΗΛΑ (II)</b>	<b>ΤΡΙΣΤΗΛΑ (III)</b>	<b>ΤΕΤΡΑΣΤΗΛΑ (IV)</b>
905	0.85	1.35	1.60
655	0.68	1	1.16
505	0.54	0.87	1.06
355	0.47	0.70	0.80

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4:**

<b>ΘΕΡΜΟΚΡ/ΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ (°C)</b>	<b>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Af (-)</b>
0	0.000117
4	0.000000
5	0.000008
10	0.000264
15	0.000852
20	0.001741
25	0.002897
30	0.00430
35	0.00582
40	0.00771
45	0.00981
50	0.00186
55	0.01434
60	0.01692
65	0.01961
70	0.02263
75	0.02572
80	0.02891
85	0.03222
90	0.03751
95	0.03932
100	0.04312

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5:**

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΟΧ. (lt)	ΩΦΕΛΙΜΟΣ ΟΓΚΟΣ (lt)	ΑΡΧΙΚΗ ΠΙΕΣΗ (at)	ΣΤΑΤΙΚΟ ΥΨΟΣ (m)	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 80° C (90/70)		ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ (mm)	
				ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΕΓΚ (lt)	kcal/h ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣ ΕΩΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	Η
4	2,5	0,5	5	71	5900	228	180
	2	1	10	57	4700		
8	5	0,5	5	143	11900	228	295
	4	1	10	114	9500		
12	7,5	0,5	5	214	17800	298	260
	6	1	10	171	14200		
18	11,3	0,5	5	323	26900	298	365
	9	1	10	257	21400		
	6,7	1,5	15	191	15900		
22	13,8	0,5	5	394	32800	328	380
	11	1	10	314	26100		
	8,3	1,5	15	237	19700		
25	15,6	0,5	5	446	37100	328	405
	12,5	1	10	357	29700		
	9,4	1,5	15	268	22300		
35	21,8	0,5	5	623	51900	380	402
	17,5	1	10	500	41600		
	13,1	1,5	15	374	31100		
50	31,2	0,5	5	891	74200	380	537
	25	1	10	714	59500		
	18,8	1,5	15	537	44700		
80	50	0,5	5	1429	119000	450	614
	40	1	10	1143	95000		
	30	1,5	15	857	71400		
	20	2	20	571	47500		
105	65,6	0,5	5	1874	156100	500	668
	52,5	1	10	1500	125000		

	39,4	1,5	15	1126	95800		
	26,3	2	20	751	62500		
150	93,8	0,5	5	2680	223000	500	891
	75	1	10	2143	178500		
	56,3	1,5	15	1609	134000		
	37,5	2	20	1071	89200		
200	125	0,5	5	3571	297500	600	880
	100	1	10	2857	238000		
	75	1,5	15	2143	178500		
	50	2	20	1429	119000		
250	156	0,5	5	4457	371400	630	970
	125	1	10	3571	297500		
	94	1,5	15	2686	223800		
	63	2	20	1800	150000		
300	188	0,5	5	5371	447500	630	1135
	150	1	10	4286	357100		
	113	1,5	15	3229	269000		
	75	2	20	2143	178500		
400	250	0,5	5	7142	595000		
	200	1	10	5714	476000		
	150	1,5	15	4286	357000		
	100	2	20	2858	238000		

#### 2.4.2 Αυτόματος πλήρωσης

Ο αυτόματος πλήρωσης είναι ένα εξάρτημα της εγκατάστασης που φροντίζει για την πλήρωση του δικτύου με νερό δια μέσου της παροχής ύδρευσης του κτηρίου. Το εξάρτημα αυτό περιλαμβάνει ένα μικροφίλτρο νερού, μία βαλβίδα αντεπιστροφής του νερού, ένα μανόμετρο, ένα διακόπτη ανοίγματος και κλεισίματος της ροής του νερού και έναν διακόπτη ρύθμισης της πίεσης του νερού.

Στην Εικόνα 2.18 φαίνονται 2 αυτόματοι πλήρωσης διαφορετικών κατασκευαστών.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.18:** Αυτόματοι πλήρωσης

Ο τρόπος ρύθμισης του αυτομάτου πλήρωσης θα περιγραφεί στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας μου όπου εκεί θα αναφέρονται οι τεχνικές που θα ακολουθηθούν για την εγκατάσταση.

### **2.4.3 Βαλβίδα ασφαλείας**

Για να αποφευχθεί ο κίνδυνος ανύψωσης της πίεσης του νερού στο λέβητα πάνω από μία επιτρεπόμενη τιμή, τοποθετείται στο δίκτυο κοντά στο λέβητα και στη σωλήνα προσαγωγής μία βαλβίδα ασφαλείας μηχανικού τύπου η οποία είναι από το κατασκευαστή της ρυθμισμένη να ανοίγει σε κάποια πίεση την οποία εμείς θα επιλέξουμε σε συνάρτηση με την εγκατεστημένη ωφέλιμη θερμική ισχύ του λέβητα και το στατικό ύψος της εγκατάστασης.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.19:** Βαλβίδα ασφαλείας

Συνήθως επιλέγεται βαλβίδα:

½" για θερμική ισχύ λέβητα μέχρι 45000 kcal/h

¾" για θερμική ισχύ λέβητα μέχρι 75000 kcal/h

1" για θερμική ισχύ λέβητα μέχρι 125000 kcal/h

1" για θερμική ισχύ λέβητα μέχρι 160000 kcal/h

Στο δίκτυο ανάμεσα στη βαλβίδα ασφαλείας και τον λέβητα δεν πρέπει να παρεμβάλλεται αποφρακτικό όργανο.

## 2.5 ΨΥΚΤΗΣ ΝΕΡΟΥ (CHILLER)

Ο ψύκτης νερού είναι μία μονάδα που φροντίζει να ψύχει το νερό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Είναι ένα πλήρες ψυκτικό συγκρότημα και περιλαμβάνει όλα τα βασικά εξαρτήματα μιας ψυκτικής μηχανής.

Τα κύρια εξαρτήματα που περιλαμβάνονται στο συγκρότημα του ψύκτη είναι:

1. Ο συμπιεστής
2. Ο συμπυκνωτής
3. Ο εξατμιστής
4. Η εκτονωτική βαλβίδα
5. Ο πίνακας οργάνων και χειριστηρίων διακοπών

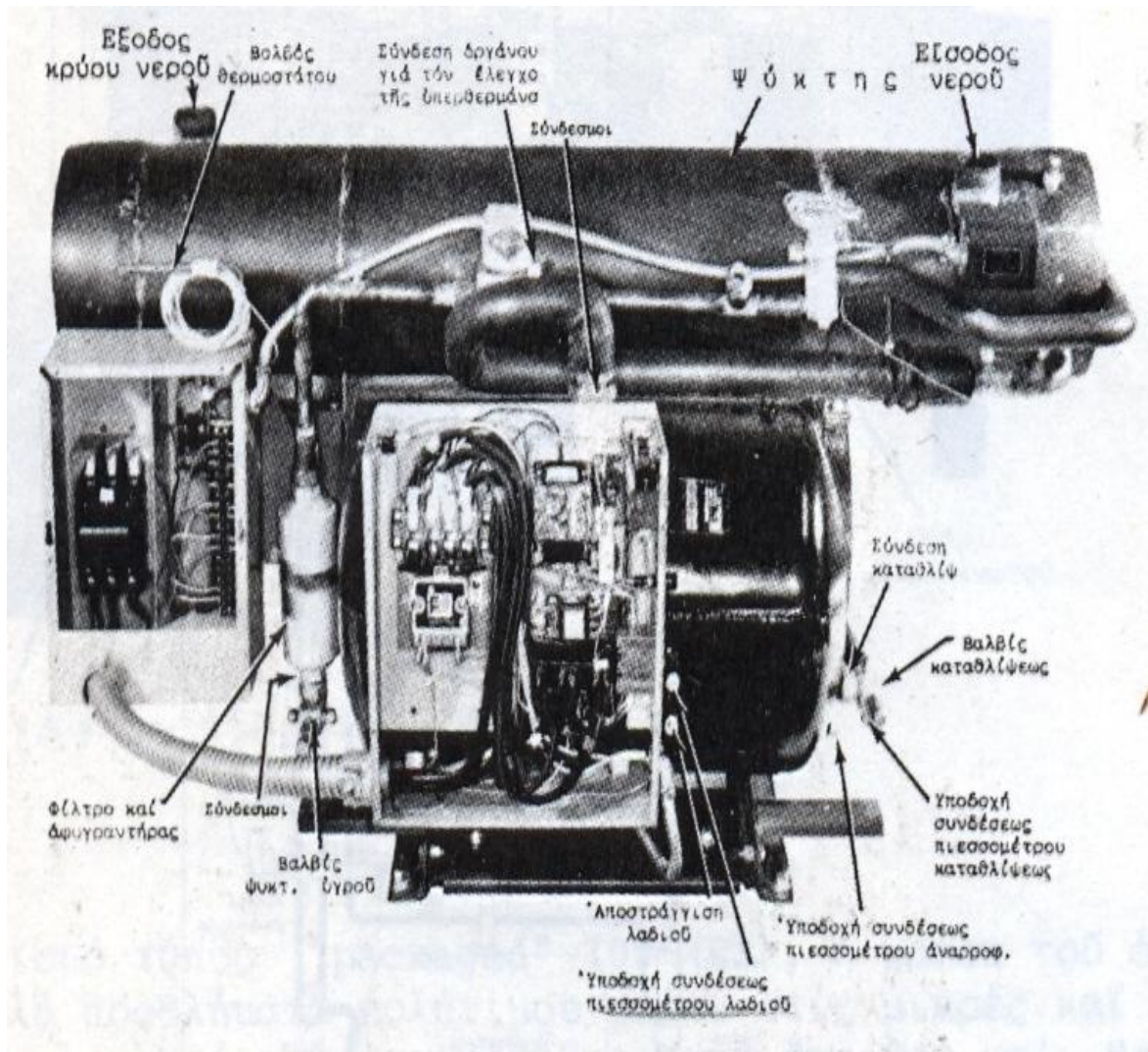
Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ψυκτών όπως:

1. Ψύκτες με ερμητικά κλειστό συμπιεστή παλινδρομικού τύπου και αερόψυκτο συμπυκνωτή
2. Ψύκτες με παλινδρομικούς συμπιεστές ημί-κλειστού τύπου με υδρόψυκτους ή αερόψυκτους συμπυκνωτές
3. Ψύκτες με συμπιεστές ανοικτού τύπου με υδρόψυκτους ή αερόψυκτους συμπυκνωτές
4. Ψύκτες με φυγοκεντρικούς συμπιεστές και υδρόψυκτους συμπυκνωτές

Εγώ στην εργασία μου θα ασχοληθώ με ψύκτες που ο συμπυκνωτής θα είναι αποκλειστικά αερόψυκτος λόγω του ότι η ζητούμενη ψυκτική ισχύς θα είναι από μικρή έως μέτρια και επιπλέον για να επωφεληθώ του πλεονεκτήματος του μικρού κόστους εγκατάστασης και συντήρησης μίας και δεν απαιτείται πύργος ψύξης και σωληνώσεις νερού για τη ψύξη του συμπυκνωτή.

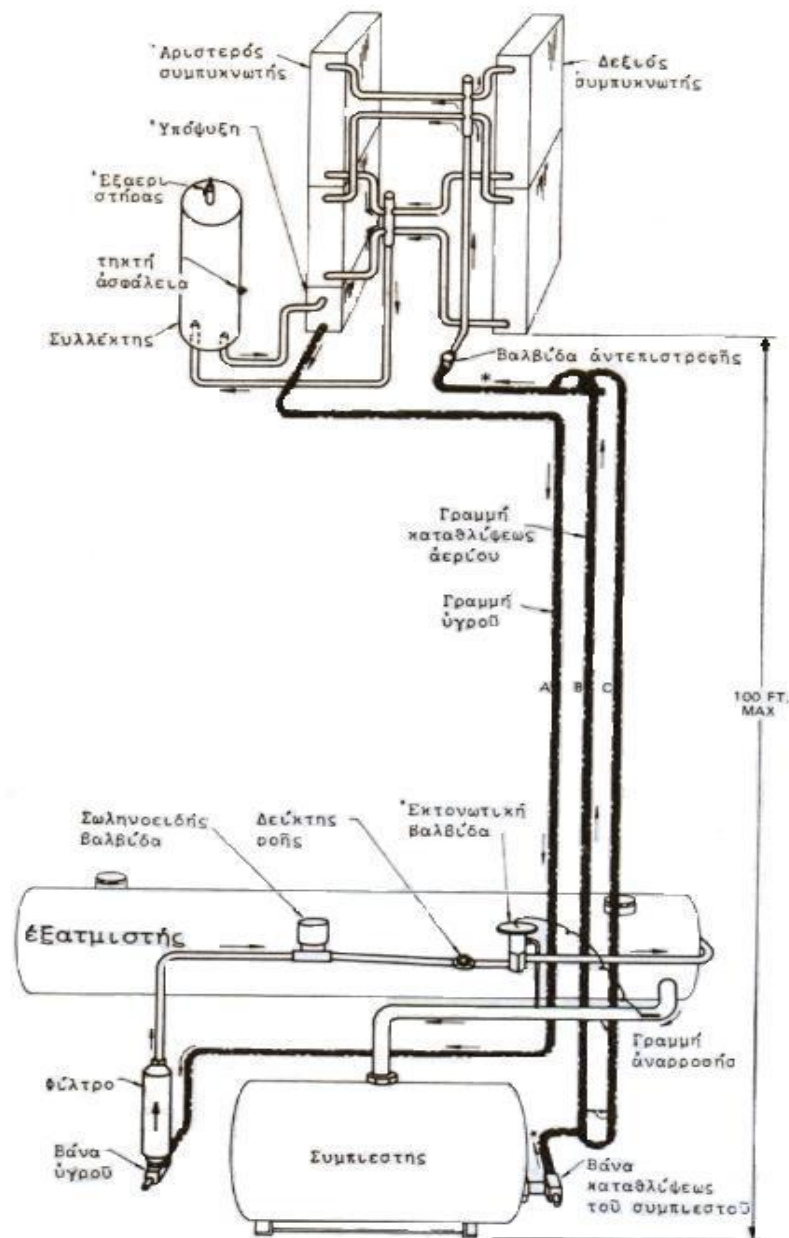
Βέβαια η απόδοση αυτών των ψυκτών επηρεάζεται από τις ακραίες καιρικές συνθήκες καθώς επίσης και η ανά τόνο απαιτούμενη ολική ισχύς είναι μεγαλύτερη από εκείνη που απαιτείται στους ψύκτες με υδρόψυκτο συμπυκνωτή.

Στην **Εικόνα 2.20** φαίνεται ένας ψύκτης νερού κλιματιστικής εγκατάστασης με ερμητικά κλειστό συμπιεστή. Για τη ψύξη και συμπύκνωση του ψυκτικού ρευστού χρησιμοποιείται αερόψυκτος συμπυκνωτής.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.20:** Ψύκτης

Στην **Εικόνα 2.21** φαίνεται ένα τυπικό διάγραμμα σωληνώσεων αναρρόφησης και κατάθλιψης του ψυκτικού μέσω ενός ψυκτικού συγκροτήματος με ερμητικά κλειστό συμπιεστή και αερόψυκτο συμπυκνωτή με δύο παράλληλα στοιχεία συμπύκνωσης.



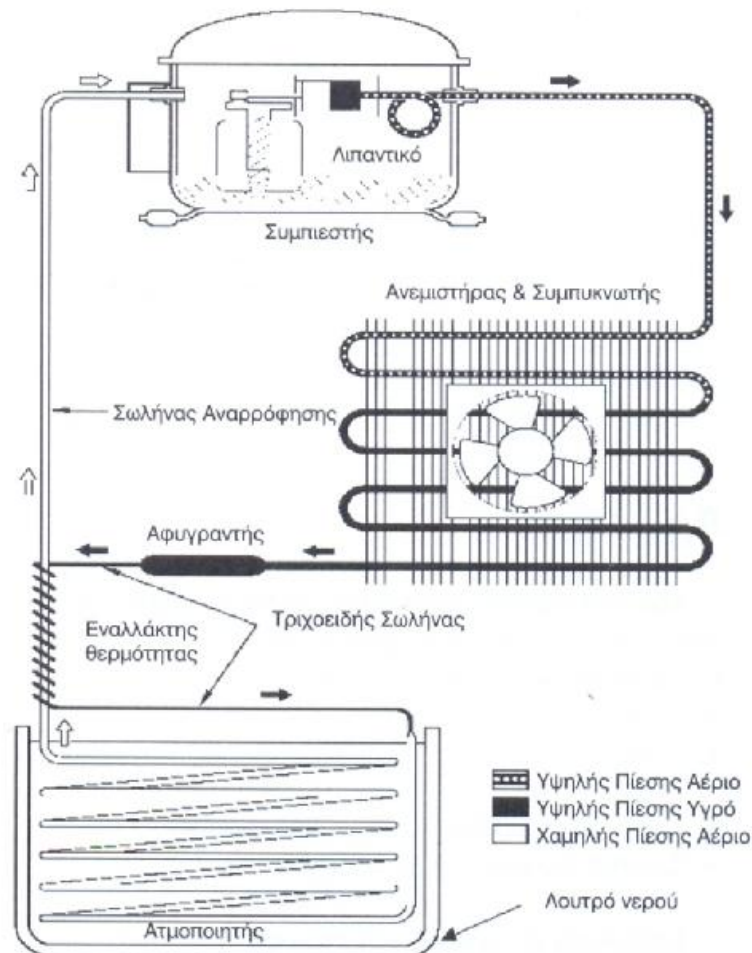
**ΕΙΚΟΝΑ 2.20:** Διάγραμμα σωληνώσεων ψυκτικού συγκροτήματος

### 2.5.1 Συμπιεστής

Ο συμπιεστής μπορεί να είναι είτε παλινδρομικός είτε φυγοκεντρικός. Στο συμπιεστή οδηγείται το ψυκτικό μέσο σε κατάσταση ατμού και στη συνέχεια το



ψυκτικό μέσο καταθλίβεται στο συμπυκνωτή. Δηλαδή ο συμπιεστής αποτελεί τη καρδιά ενός συστήματος ψύξης.

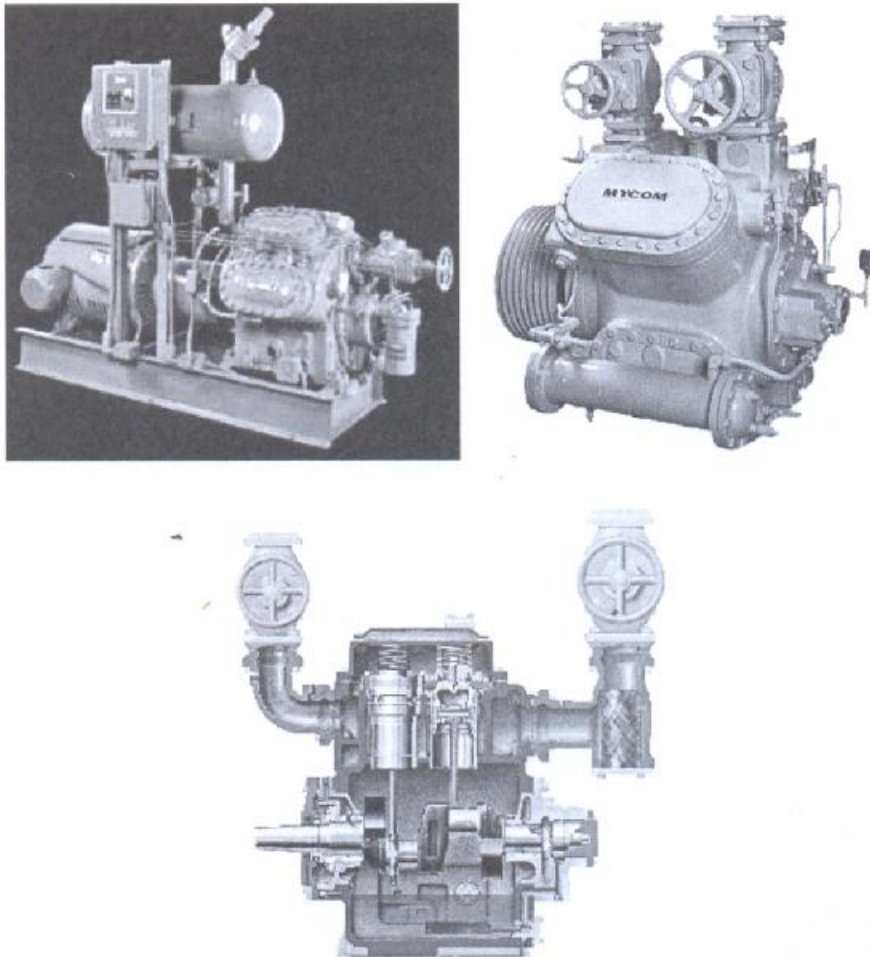


**ΕΙΚΟΝΑ 2.21:** Συμπιεστής

### 2.5.1.1 Παλινδρομικοί συμπιεστές

Αποτελείται από ένα τουλάχιστον έμβολο που παλινδρομεί εντός κυλίνδρου, ο οποίος φέρει βαλβίδες αναρρόφησης και κατάθλιψης που επιτρέπουν την άντληση του ψυκτικού μέσου. Κατασκευάζονται για ψυκτικές εγκαταστάσεις ισχύος από μερικά W έως εκατοντάδες kW και είναι μονοκύλινδροι ή πολυκύλινδροι με διάταξη κυλίνδρων V,W, ακτινική, ευθύγραμμη. Ένας συμπιεστής στον οποίο ο στροφαλοφόρος άξονας εκτείνεται δια μέσου του κελύφους του συμπιεστή σε τρόπο

ώστε να μπορεί να συνδεθεί μέσω συνδέσμου με τον άξονα του ηλεκτροκινητήρα ονομάζεται ανοικτού τύπου συμπιεστής.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.22:** Είδη συμπιεστών

Στη περίπτωση αυτή είναι απαραίτητη η χρήση σιπιοισθλίπτη για τη μη διαφυγή ψυκτικού μέσου προς την ατμόσφαιρα ή εισαγωγή αέρα από το περιβάλλον προς το χώρο διακίνησης του ψυκτικού μέσου στη περίπτωση που η πίεση του ψυκτικού μέσου είναι χαμηλότερη της ατμοσφαιρικής.

Για την αποφυγή αυτού του φαινομένου ο ηλεκτροκινητήρας και ο συμπιεστής τοποθετούνται μέσα σε κοινό κέλυφος οπότε έχουμε τον ερμητικά κλειστό συμπιεστή.



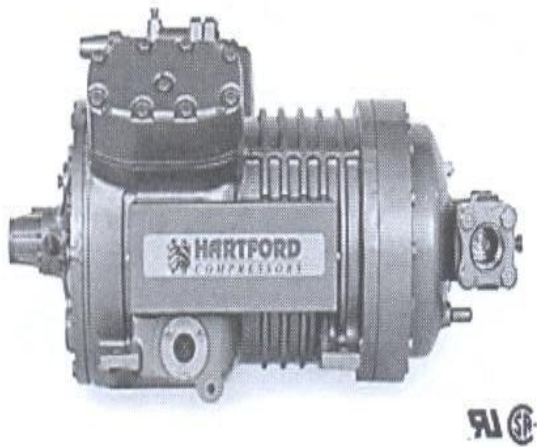
**ΕΙΚΟΝΑ 2.23:** Ερμητικά κλειστοί συμπιεστές

Βελτιωμένες τεχνικές μόνωσης δίνουν τη δυνατότητα σε ηλεκτρικούς κινητήρες να εργάζονται ακόμη και αν βρίσκονται σε επαφή με το ψυκτικό μέσο. Το ψυχρό αέριο ψυκτικού μέσου αναρροφάται κατά μήκος του ηλεκτροκινητήρα διατηρώντας τον ψυχρό.

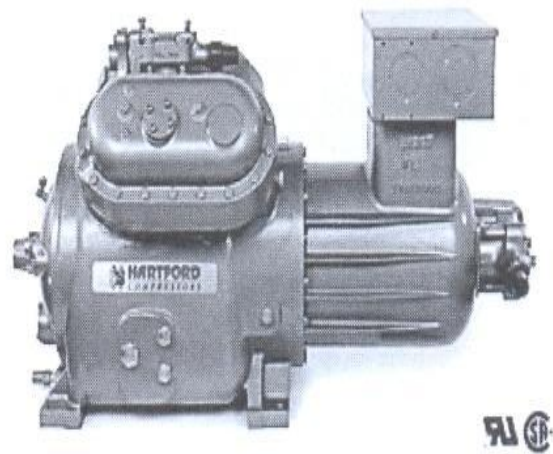
Η ύπαρξη υγρασίας εντός του συστήματος μπορεί να προξενήσει βλάβη στον ηλεκτρικό κινητήρα και ως εκ τούτου είναι απαραίτητη η χρήση αφύγρανσης πριν την αναρρόφηση του συμπιεστή.

Στους μεγάλους ερμητικά κλειστούς συμπιεστές υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου των βαλβίδων και των εμβόλων μέσω της αφαίρεσης της κεφαλής των κυλίνδρων οπότε ο τύπος αυτός ονομάζεται ημιερμητικά κλειστός συμπιεστής.

Model RHC

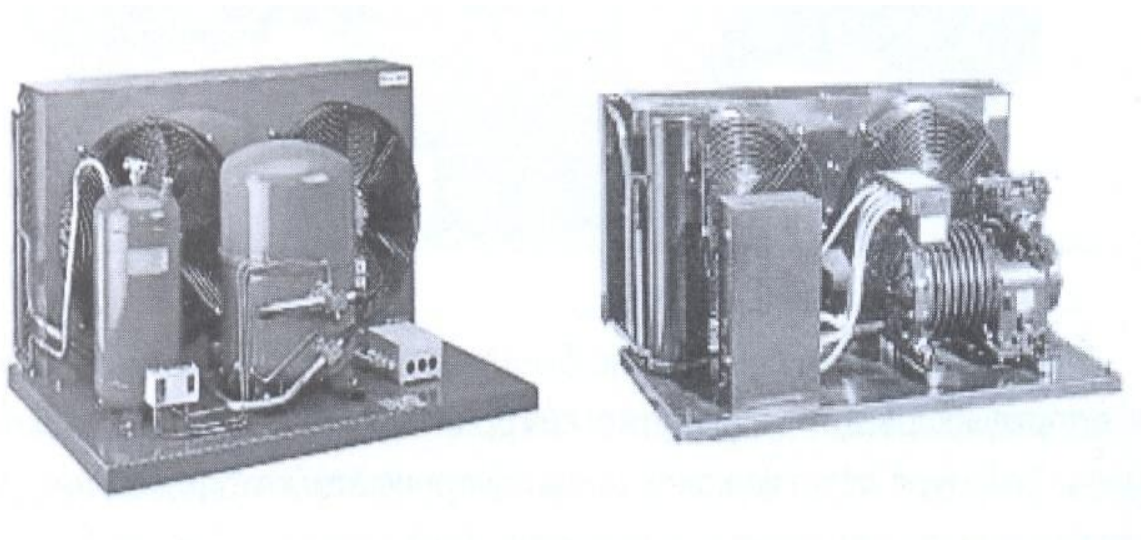


Model BIG 4



**ΕΙΚΟΝΑ 2.24:** Κινητήρες συμπιεστών

Αρκετές φορές συναντάμε ενιαίες μονάδες που εμπεριέχουν συμπιεστή και συμπυκνωτή σε κοινό πλαίσιο με ερμητικό ή ημιερμητικό συμπιεστή.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.25:** Μονάδες συμπιεστών

Οι βαθμοί απόδοσης που χαρακτηρίζουν ένα συμπιεστή και συνδέονται με τους συντελεστές συμπεριφοράς είναι:

1. Μηχανικός βαθμός απόδοσης

$$n_m = W / W_{ef} \quad (2.6)$$

Όπου:

$W$ : Ισχύς που αποδίδεται από το έμβολο ή το στροφείο του συμπιεστή στο συμπιεζόμενο ψυκτικό μέσο

$W_{ef}$ : Ισχύς που προσδίδεται στην άτρακτο του συμπιεστή

Το  $n_m$  κυμαίνεται μεταξύ 85% - 92% για εμβολοφόρους συμπιεστές και μεταξύ 95% - 98% για στροβιλοσυμπιεστές.

2. Πραγματικός βαθμός απόδοσης

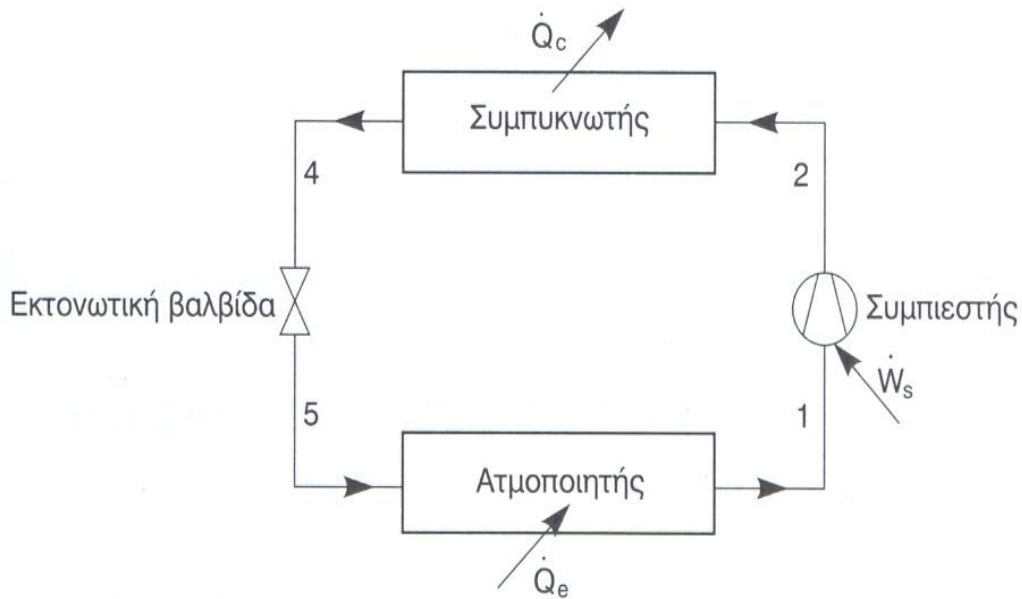
$$n_{ef} = (W_s / W_{ef}) = n_m * n_s \quad (2.7)$$

$W_s$ : Θεωρητική απαιτούμενη ισχύς του συμπιεστή

Οι τιμές του  $n_{ef}$  κυμαίνονται μεταξύ του 70% και του 90%

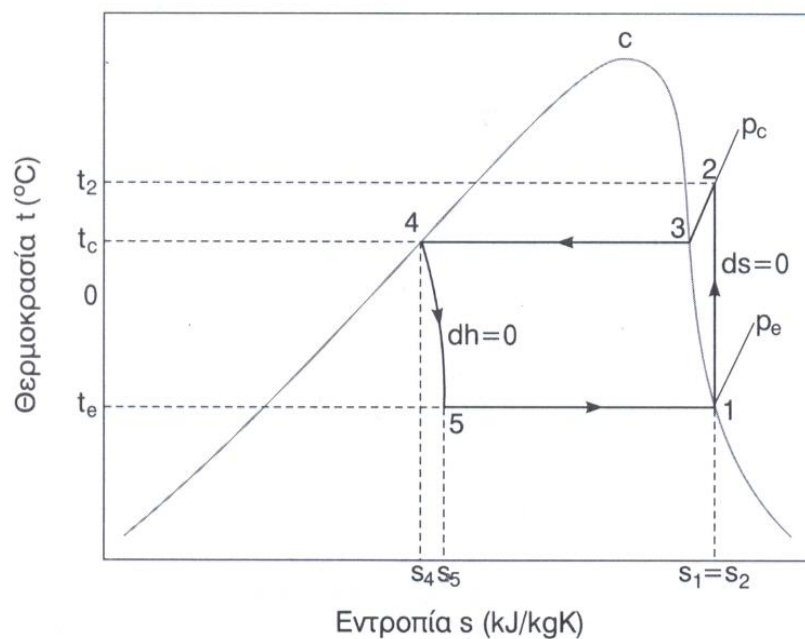
$$W_s = m * (h_2 - h_1) \quad (2.8)$$

Στην **Εικόνα 2.26** φαίνεται το διάγραμμα ροής ενός στοιχειώδους ψυκτικού κύκλου συμπίεσης ατμών.

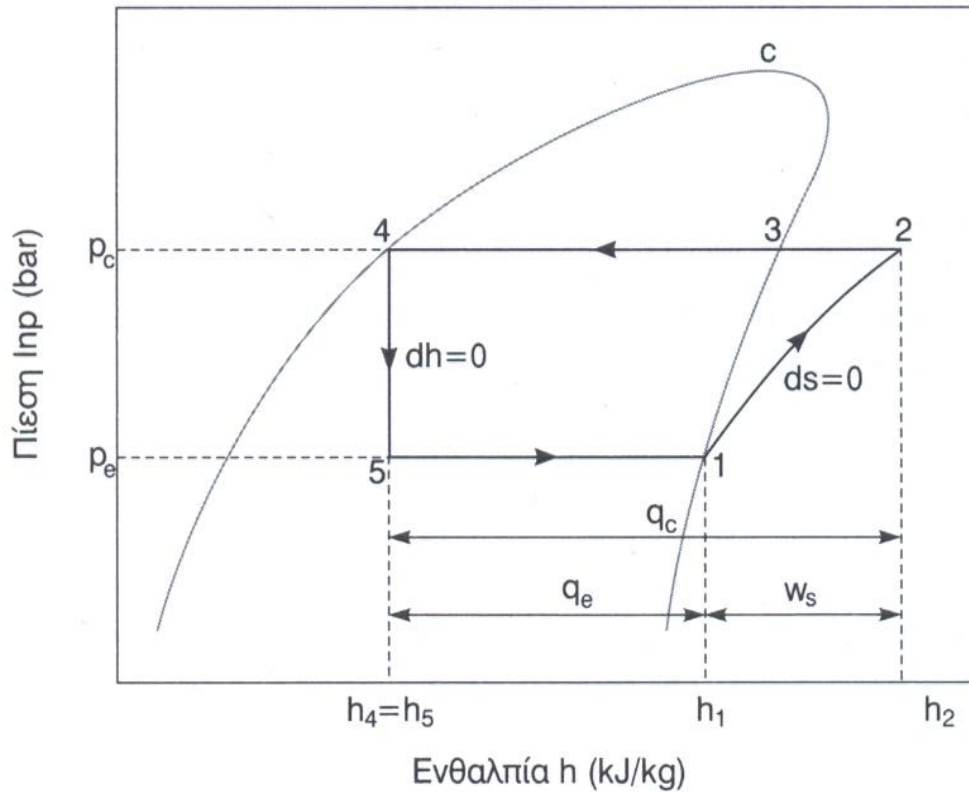


**ΕΙΚΟΝΑ 2.26:** Διάγραμμα ροής στοιχειώδους ψυκτικού κύκλου συμπίεσης ατμών

Στα παρακάτω διαγράμματα (**Εικόνες 2.27** και **2.28**) φαίνεται η εξέλιξη των φάσεων του ψυκτικού κύκλου σε συντεταγμένες τη θερμοκρασία και την εντροπία καθώς και τη πίεση και ενθαλπία.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.27:** Φάσεις ψυκτικού κύκλου, θερμοκρασία και εντροπία



**ΕΙΚΟΝΑ 2.27:** Φάσεις ψυκτικού κύκλου, πίεση και ενθαλπία

Με τη βοήθεια του διαγράμματος (p-h) είναι ευχερές ο υπολογισμός των παρακάτω ποσοτήτων.

3. Ψυκτική ισχύς

$$Q_e = m_e * (h_1 - h_4) \quad (2.9)$$

με  $m_e = m_c = m$

4. Θερμική ισχύς απορριπτόμενη στο περιβάλλον

$$Q_c = m_c * (h_2 - h_4) \quad (2.10)$$

Με βάση τα παραπάνω ορίζεται ο θεωρητικός συντελεστής συμπεριφοράς (coefficient of performance)

$$\text{COP}_{\text{th}} = (Q_e / W_s) = (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) \quad (2.11)$$

και ο πραγματικός συντελεστής συμπεριφοράς

$$\text{COP}_{\text{ef}} = Q_e / W_{\text{ef}} = \eta_m * \eta_s * \text{COP}_{\text{th}} \quad (2.12)$$

που περιλαμβάνει όλες τις εσωτερικές απώλειες του συμπιεστή, των εναλλακτών, των σωληνώσεων και των εξαρτημάτων και αναφέρεται στην ισχύ που προσδίδεται στην άτρακτο του συμπιεστή.

Οι ογκομετρικοί βαθμοί απόδοσης που αποτελούν τη βάση για την προβλεπόμενη απόδοση των παλινδρομικών συμπιεστών είναι:

1. Ο πραγματικός ογκομετρικός βαθμός απόδοσης

$$n_{\text{va}} = (V_R / V_c) * 100 \quad (2.13)$$

$V_R$  = Όγκος πλήρωσης ατμών ψυκτικού μέσου

$V_c$  = Όγκος σάρωσης εμβόλου

$$V_R = m_R * u_2 \quad (2.14)$$

$m_R$  = Παροχή μάζας του συμπιεστή (kg/s) και

$u_2$  = Ειδικός όγκος ψυκτικού μέσου στην είσοδο του συμπιεστή ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )

$$V_c = n * [(\pi * D^2) / 4] * L * (\text{RPM} / 60) \quad (2.15)$$



$n$  = Αριθμός κυλίνδρων

$D$  = Διάμετρος κυλίνδρου [m]

$L$  = Διαδρομή εμβόλου [m]

Με βάση τα παραπάνω θα έχω:

$$n_{va} = [(240 * m_R * u_2) / (n * \pi * D^2 * L * (RPM))] * 100 \quad (2.16)$$

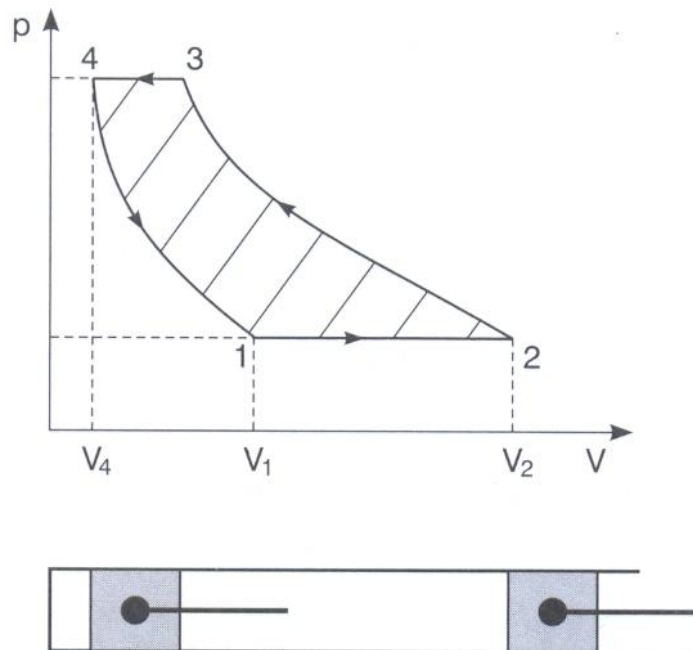
2. Ο καθαρός ογκομετρικός βαθμός απόδοσης

$$n_{vc} = 100 - \alpha * [(v_1 / v_4) - 1] \quad (2.17)$$

Όπου:

$$\alpha = [V_4 / (V_2 - V_4)] * 100 \quad (2.18)$$

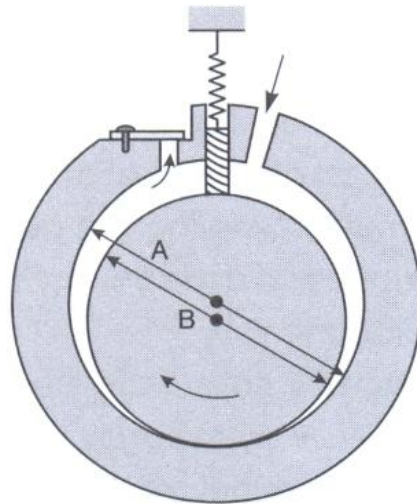
εκφράζει το ποσοστό του όγκου του διάκενου σε σχέση με τον όγκο σάρωσης και είναι σταθερό για κάθε συμπιεστή.



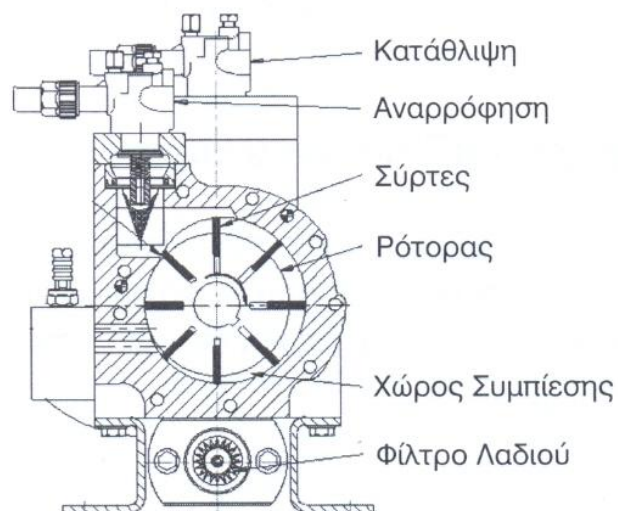
**ΕΙΚΟΝΑ 2.28:**

### 2.5.1.2 Συμπιεστές περιστρεφόμενου τυμπάνου

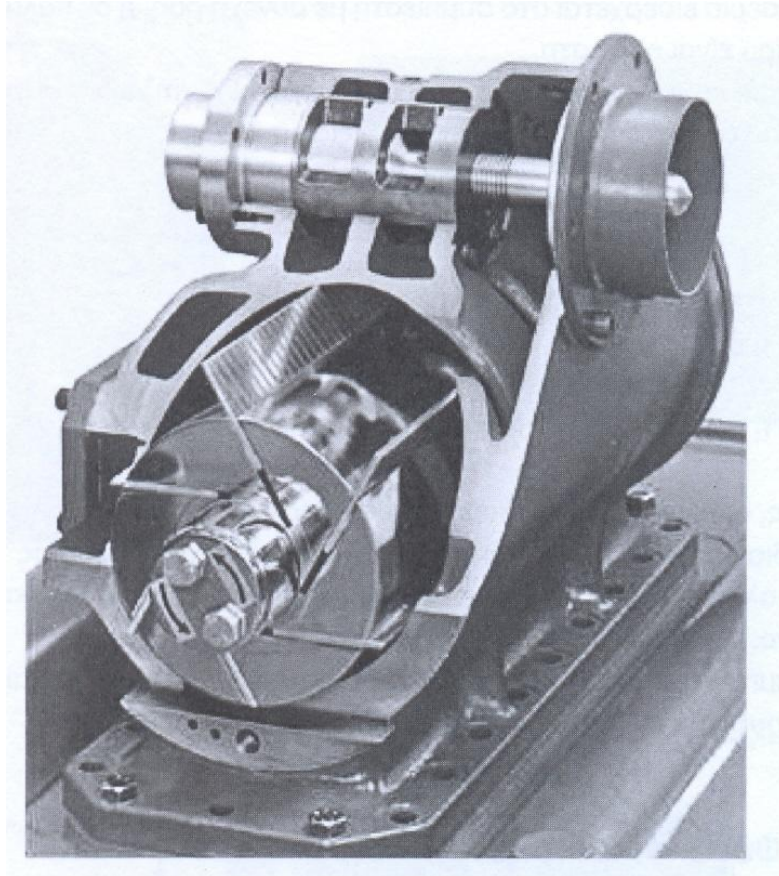
Κατασκευάζονται τόσο με σταθερό σύρτη (απλού τύπου) όσο και με κινητούς σύρτες (πολλαπλού τύπου).



**ΕΙΚΟΝΑ 2.29:** Περιστρεφόμενο τύμπανο συμπιεστή



**ΕΙΚΟΝΑ 2.30:** Συμπιεστής περιστρεφόμενου τυμπάνου



**ΕΙΚΟΝΑ 2.31:** Συμπιεστής περιστρεφόμενου τυμπάνου

Αποτελούνται από:

- Το σταθερό κύλινδρο που φέρει θυρίδες αναρρόφησης και κατάθλιψης και το σύρτη ο οποίος διαχωρίζει τους χώρους αυτούς στους συμπιεστές απλής περιστροφής.
- Το στροφέιο που περιστρέφεται έκκεντρα εντός του κυλίνδρου και φέρει σύρτες στους συμπιεστές πολλαπλής περιστροφής.
- Τον άξονα περιστροφής που παίρνει κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα και μέσω έκκεντρου περιστρέφει το στροφέιο.

Στους συμπιεστές αυτούς δεν απαιτούνται βαλβίδες αναρρόφησης και το ψυκτικό μέσο εισέρχεται στο συμπιεστή με συνεχή ροή και με ελάχιστη παλμική κίνηση του ψυκτικού μέσου.

Ο όγκος εμβολισμού στη μονάδα του χρόνου δίδεται από τη σχέση

$$V_c = (\pi / 4) * (D^2 - d^2) * L * n \quad (2.19)$$

Όπου:

D = Εσωτερική διάμετρος κυλίνδρου [m]

d = Διάμετρος στροφείου [m]

L = Μήκος κυλίνδρου [m]

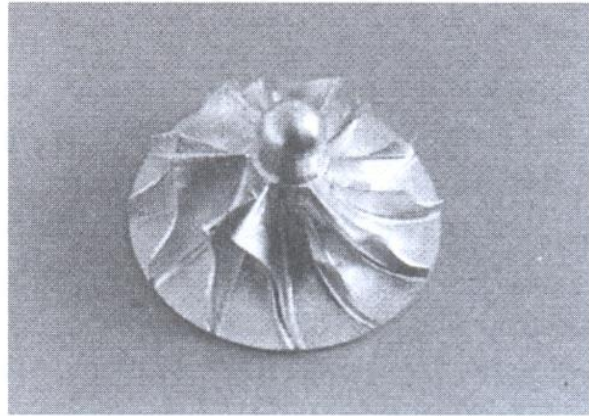
n = Περιστροφική ταχύτητα στροφείου [Στροφές/sec]

Χαρακτηριστικό αυτών των συμπιεστών είναι η αθόρυβη λειτουργία, οι μικρές διαστάσεις και τα λιγότερα εξαρτήματα και μειονέκτημά τους είναι η δύσκολη επισκευή και το αυξημένο κόστος της.

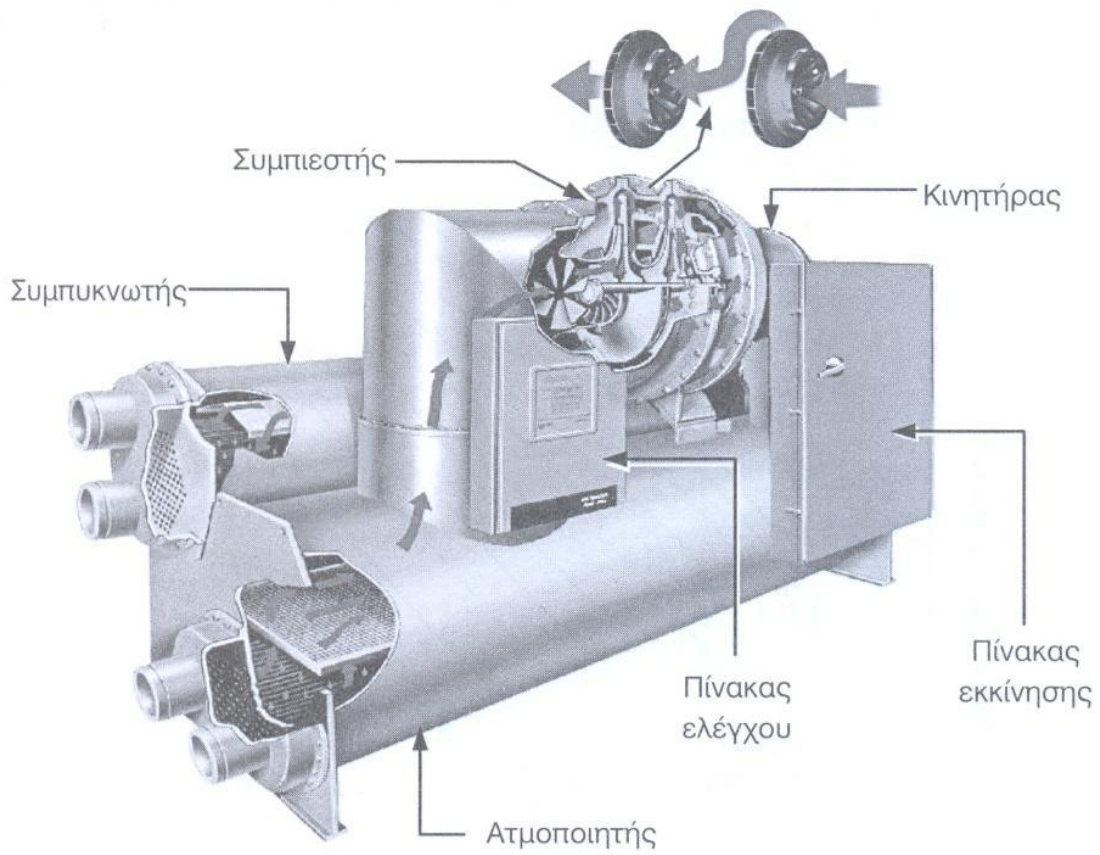
### 2.5.1.3 Φυγοκεντρικοί συμπιεστές

Αυτοί χρησιμοποιούνται για εγκαταστάσεις μεγάλης ψυκτικής ικανότητας 200 kW έως 35000 kW με θερμοκρασίες ατμοποίησης  $-50^{\circ}$  c έως  $-100^{\circ}$  c και η χρήση τους είναι ευρεία για ψύξη νερού στους  $6^{\circ}$  c έως  $8^{\circ}$  c.

Αποτελούνται από το σταθερό κέλυφος που φέρει τη φλάντζα αναρρόφησης και κατάθλιψης και από το περιστρεφόμενο τμήμα, που παίρνει κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα και απαρτίζεται από την άτρακτο και την πτερωτή (μονοβάθμιος) ή πτερωτές (πολυβάθμιος).



Πτερωρή

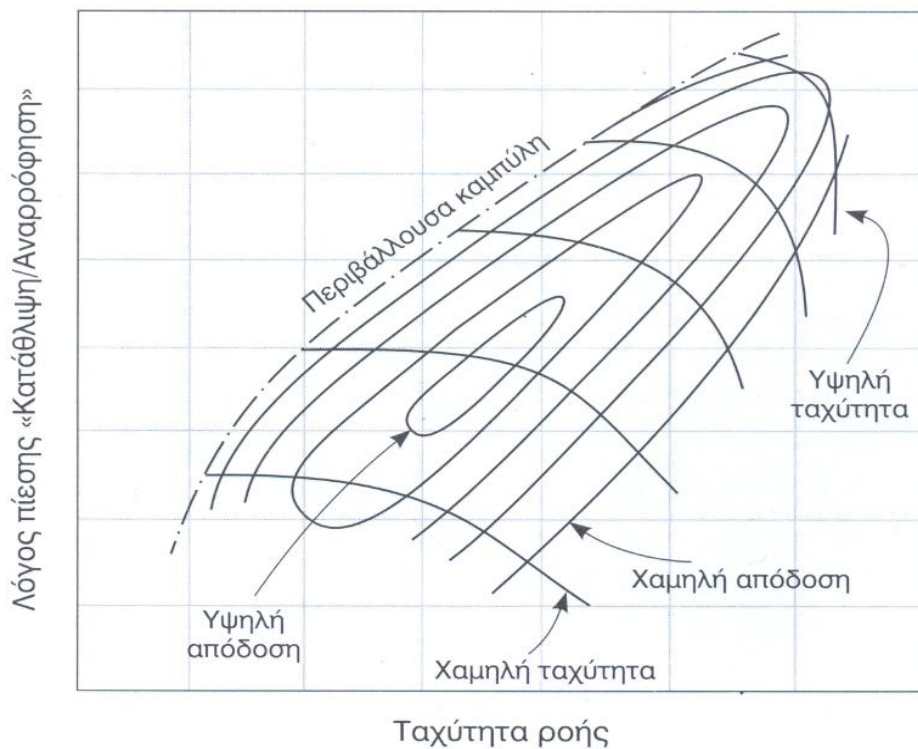


**ΕΙΚΟΝΑ 2.32:** Φυγοκεντρικός συμπιεστής

Η περιστροφική ταχύτητα αυτού του συμπιεστή είναι μεγάλη και μπορεί να φθάσει τις 25000 RPM με λόγο πιέσεων 30.

Το αέριο εισέρχεται στο κέντρο της πτερωτής και εξέρχεται από τη περιφέρεια. Η περιστροφή της ατράκτου αυξάνει τη κινητική ενέργεια του αερίου, που ένδειξή της είναι η ταχύτητα στην είσοδο των πτερυγίων. Στη συνέχεια εντός των πτερυγίων μέρος της κινητικής ενέργειας μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια που ένδειξή της είναι η πίεση στην έξοδο των πτερυγίων.

Στην **Εικόνα 2.33** φαίνονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας.



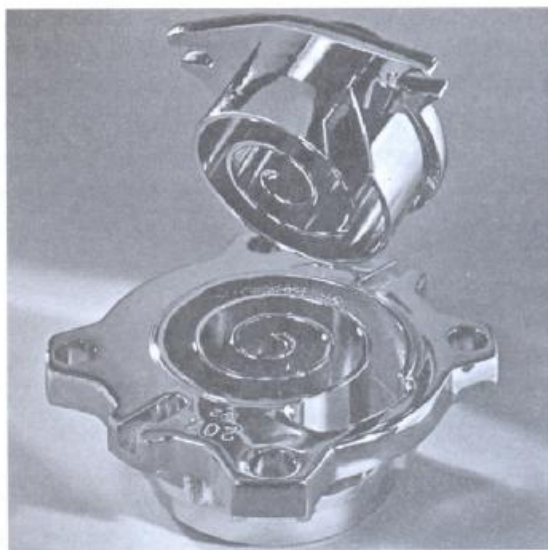
**ΕΙΚΟΝΑ 2.33:** Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας φυγοκεντρικού συμπιεστή

Η περιοχή λειτουργίας για σταθερές στροφές περιορίζεται στις χαμηλές παροχές λόγω φαινομένων ασταθούς λειτουργίας που εκφράζονται με περιοδική μεταβολή της διεύθυνσης της ροής από την είσοδο στην έξοδο και αντιστρόφως και στις υψηλές παροχές λόγω υπερηχητικών ροών, δηλαδή περιοχές με υπερηχητική ταχύτητα που μεταπίπτουν σε υποηχητική και επομένως δημιουργία κρουστικού κύματος μέσα στο συμπιεστή.

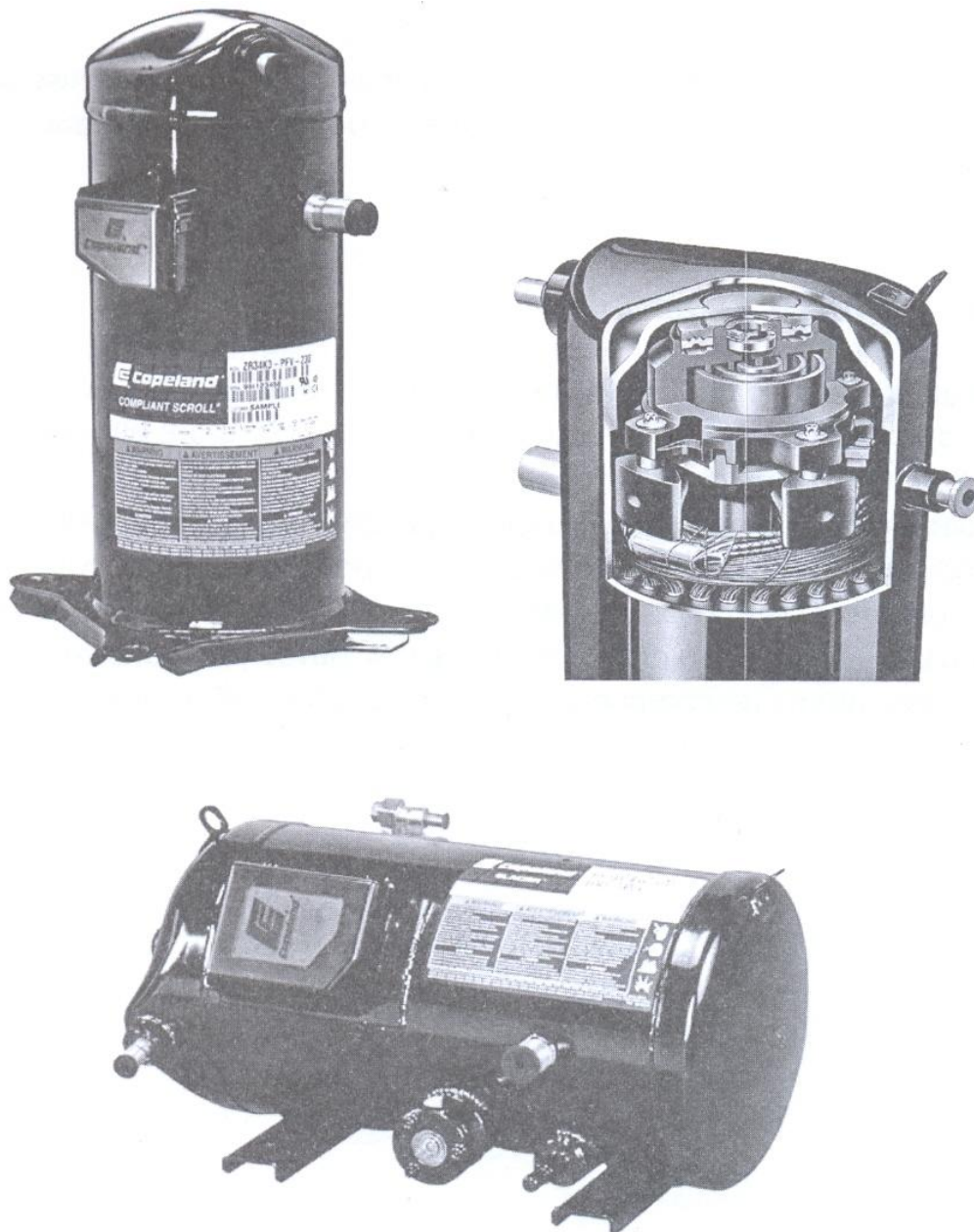
Στην πράξη επειδή οι περιοχές κοντά στη γραμμή αστάθειας (περιβάλλουσα καμπύλη) παρουσιάζουν μεγαλύτερο ισεντροπικό βαθμό απόδοσης, γίνεται προσπάθεια η χαρακτηριστική του συστήματος να βρίσκεται πλησιέστερα και παράλληλα με τη γραμμή αστάθειας.

#### 2.5.1.4 Συμπιεστές Scroll

Ο συμπιεστής αυτός αποτελείται από δύο εξελιγμένες σπείρες που η μία είναι τοποθετημένη και περιστρέφεται μέσα στην άλλη, με τρόπο ώστε να διαμορφώνεται μία σειρά από μικρού σχήματος μηνίσκους (θύλακες). Κατά τη διάρκεια της συμπίεσης η πάνω σπείρα παραμένει σταθερή ενώ η κάτω περιστρέφεται έκκεντρα με τη βοήθεια κινητήριου άξονα, κάνοντας μία κοχλιωτή μάλλον κίνηση παρά απλή περιστροφή. Με αυτόν τον τρόπο το ψυκτικό αέριο εγκλωβίζεται μέσα στους θύλακες που σταδιακά εξελίσσονται από τη περιφέρεια προς το κέντρο των σπειρών, ενώ συγχρόνως το ψυκτικό μέσο συμπιέζεται, αφού ο χώρος εγκλωβισμού του αερίου μειώνεται.



**EIKONA 2.34:** Σπείρες συμπιεστή Scroll



**ΕΙΚΟΝΑ 2.35:** Συμπιεστές Scroll

Οι συμπιεστές SCROLL παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα όπως:

-Δεν υπάρχουν επικίνδυνα για θραύση εξαρτήματα

-Δεν υπάρχουν ευαίσθητα κινητά μέρη

-Σε περίπτωση παύσης του συμπιεστή οι σπείρες αποχωρίζονται και οι πιέσεις εξισώνονται.



- Ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης προσεγγίζει το 100%
- Απαιτείται χαμηλή ροπή εκκίνησης
- Μειωμένος θόρυβος και κραδασμοί
- Ελάχιστες απώλειες πίεσης

## 2.5.2 Ατμοποιητής

Η απορρόφηση της θερμότητας από το προς ψύξη χώρο πραγματοποιείται με την ατμοποίηση του ψυκτικού μέσου που ρέει μέσα στον ατμοποιητή και η οποία γίνεται σε χαμηλή θερμοκρασία και πίεση. Δηλαδή ο ατμοποιητής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας ο οποίος έχει διαμορφωθεί έτσι ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εφαρμογής.

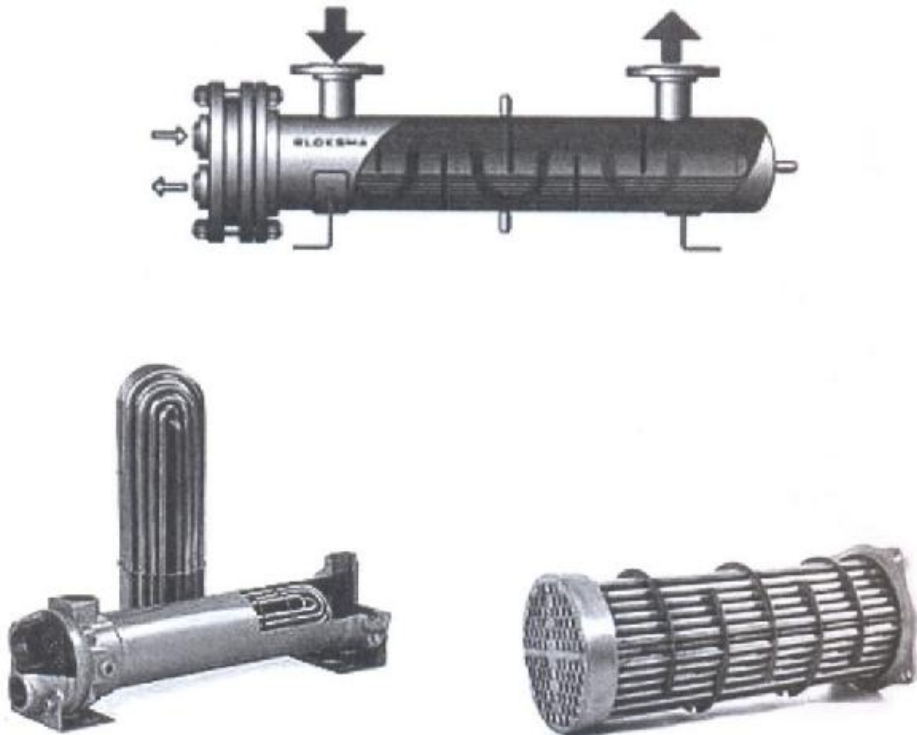
Υπάρχουν δύο κατηγορίες ατμοποιητών:

- Ατμοποιητές ψύξης υγρών
- Ατμοποιητές ψύξης αέρα

### 2.5.2.1 Ατμοποιητές ψύξης υγρών

Είναι συνήθως σωληνωτοί διαφόρων διαμορφώσεων όπως:

- Διπλών σωληνώσεων (ομοαξονικών)
- Σπειροειδείς μέσα σε κέλυφος
- Δέσμη παραλλήλων σωλήνων μέσα σε κέλυφος



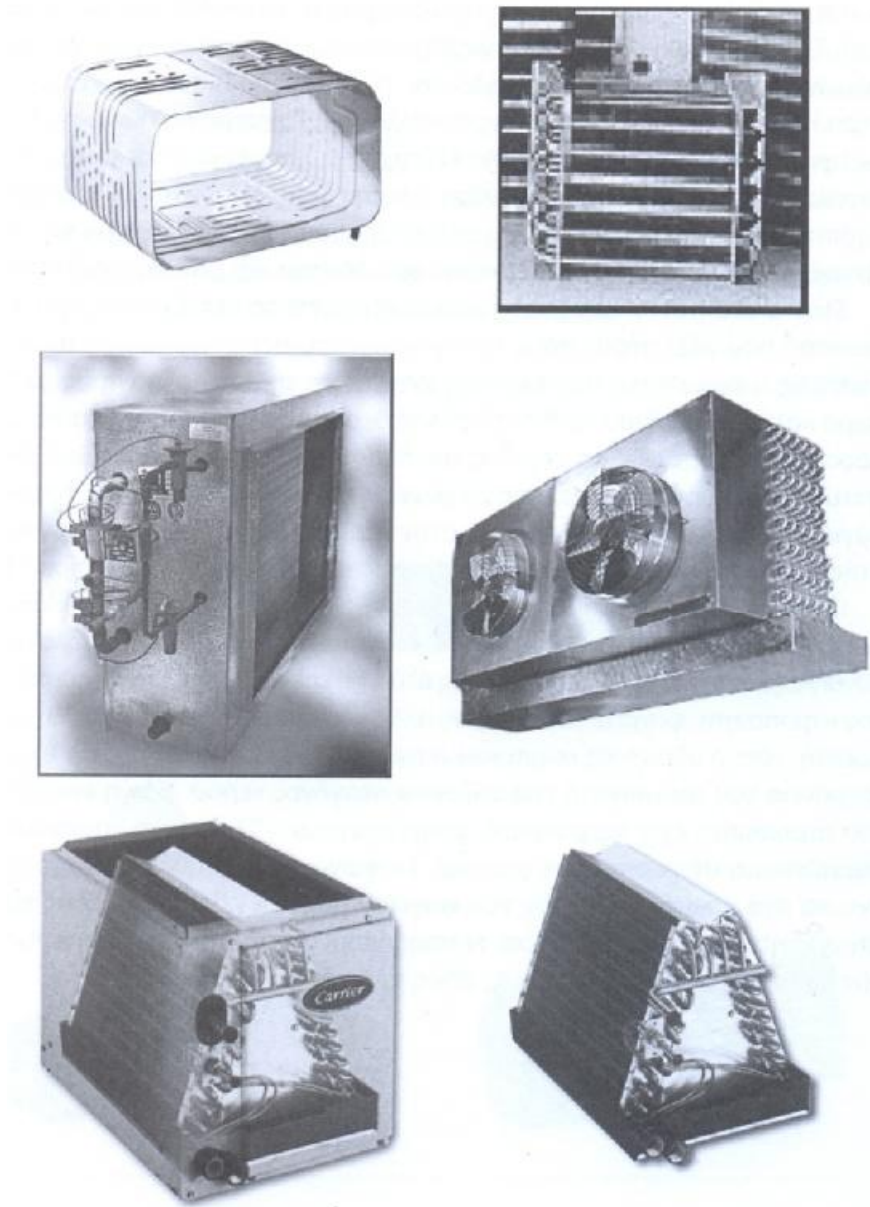
**ΕΙΚΟΝΑ 2.36:** Ατμοποιητές ψύξης υγρών

Υπάρχουν ατμοποιητές που το ψυκτικό μέσο ρέει μέσα στους σωλήνες και ατμοποιητές που το ψυκτικό μέσο ρέει έξω από τους σωλήνες με αντίστοιχη ροή εξωτερικά και εσωτερικά του προς ψύξη υγρού. Το υλικό κατασκευής των αυλών είναι συνήθως ο χαλκός και είναι κολλημένοι σε διάτρητους δίσκους. Για την αύξηση του συντελεστή συναλλαγής της θερμότητας τοποθετούνται πτερύγια εσωτερικά των σωλήνων.

#### 2.5.2.2 Ατμοποιητές ψύξης αέρα

Στους ατμοποιητές αυτούς το ψυκτικό μέσο ρέει μέσα στους κυκλικής διατομής σωλήνες και εξωτερικά ρέει ο αέρας με φυσική ή εξαναγκασμένη ροή.

Για την αύξηση της επιφάνειας συναλλαγής οι σωλήνες είναι πτερυγιοφόροι.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.37:** Ατμοποιητές ψύξης αέρα

Ο προς ψύξη ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει πάντα μία ποσότητα υδρατμών. Όταν ο αέρας έλθει σε επαφή με τη ψυχρή επιφάνεια του ατμοποιητή, ψύχεται μεν ο αέρας αλλά και ο υδρατμός. Εάν η ψύξη είναι αρκετή τότε ο υδρατμός συμπυκνώνεται κατά ένα ποσοστό και στη ψυχρή επιφάνεια του ατμοποιητή εμφανίζονται σταγόνες νερού. Εάν η επιφάνεια του ατμοποιητή έχει θερμοκρασία μικρότερη των  $0^{\circ}\text{C}$  τότε το συμπύκνωμα γίνεται πάγος και η αποπάγωση γίνεται με κατάλληλες μεθόδους.

### 2.5.3 Συμπυκνωτής

Τα ποσά θερμότητας που το ψυκτικό μέσο έχει απορροφήσει από το προς ψύξη χώρο με τη βοήθεια του ατμοποιητή καλείται ο συμπυκνωτής να τα απορρίψει στο περιβάλλον. Το περιβάλλον συνήθως είναι είτε ρεύμα νερού είτε ατμοσφαιρικός αέρας είτε συνδυασμός και των δύο.

Έτσι καταλήγουμε στις εξής κατηγορίες:

-Αερόψυκτοι συμπυκνωτές

-Υδροψυκτοι συμπυκνωτές

-Συμπυκνωτές εξάτμισης νερού

Και ο συμπυκνωτής στην ουσία είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας όπου οδηγούνται οι υπέρθερμοι ατμοί του ψυκτικού μέσου μετά την έξοδό τους από το συμπιεστή. Με την απόρριψη της θερμότητας στο περιβάλλον το ψυκτικό μέσο σταδιακά αλλάζει φάση και καταλήγει να εξέρχεται από το συμπυκνωτή ως κεκορεσμένο (υπόψυκτο) υγρό.

Δηλαδή στο συμπυκνωτή επιτυγχάνεται η αφυπερθέρμανση του ατμού, η συμπύκνωσή του και τέλος η υπόψυξη του υγρού ψυκτικού μέσου.

#### 2.5.3.1 Αερόψυκτοι συμπυκνωτές

Στους συμπυκνωτές αυτούς το ψυκτικό μέσο κυκλοφορεί στο εσωτερικό των σωλήνων ενώ η εξωτερική επιφάνεια ψύχεται με αέρα του περιβάλλοντος που προσάγεται με τη βοήθεια ανεμιστήρων ή με φυσική κυκλοφορία.

Οι αυλοί είναι κατασκευασμένοι από χαλκό και φέρουν πτερύγια αλουμινίου για την αύξηση του συντελεστή μεταφοράς θερμότητας.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.37:** Αερόψυκτοι συμπυκνωτές

Για την επιλογή του σωστού αερόψυκτου συμπυκνωτή θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όχι μόνο η απορριπτόμενη θερμότητα αλλά και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος όπου το ψυκτικό μέσο απορρίπτει τη θερμότητα αυτή. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρχει μία σημαντική θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας συμπύκνωσης του ψυκτικού μέσου και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος η οποία για μία σωστή λειτουργία θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ  $11,1^{\circ}\text{C}$  και  $22,2^{\circ}\text{C}$ .

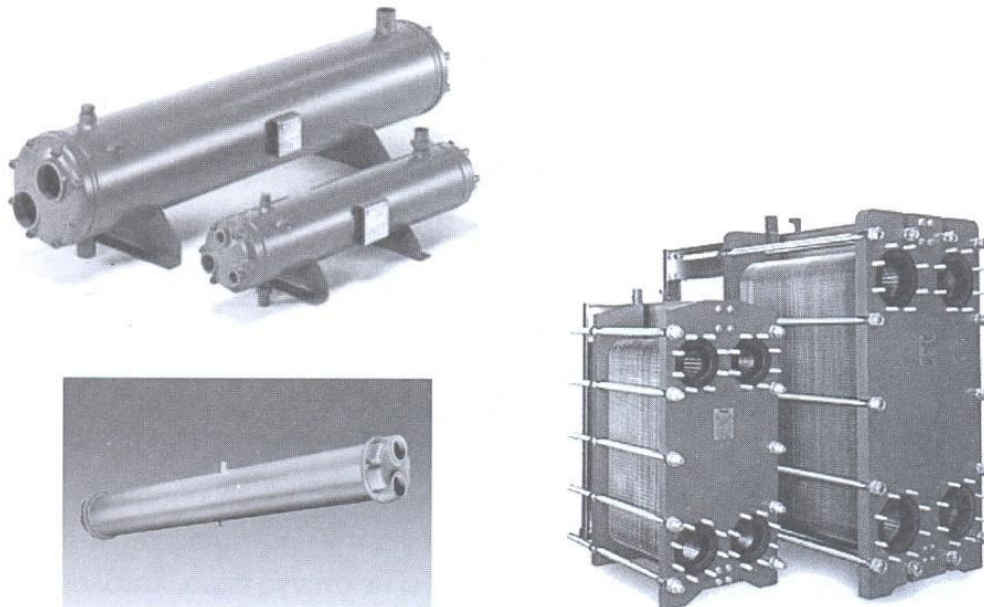
Ο έλεγχος του αέρα επιτυγχάνεται:

- Με διακοπτόμενη λειτουργία ανεμιστήρα
- Με μεταβλητό αριθμό στροφών του ανεμιστήρα
- Με ρυθμιστικά διαφράγματα παροχής του αέρα

### 2.5.3.2 Υδροψυκτοι συμπυκνωτές

Στους υδροψυκτους συμπυκνωτές ανήκουν οι σπειροειδείς συμπυκνωτές που η σπείρα τους διαρρέεται από το νερό ψύξης και το ψυκτικό μέσο περιρρέει τη σπείρα που βρίσκεται μέσα στο κέλυφος.

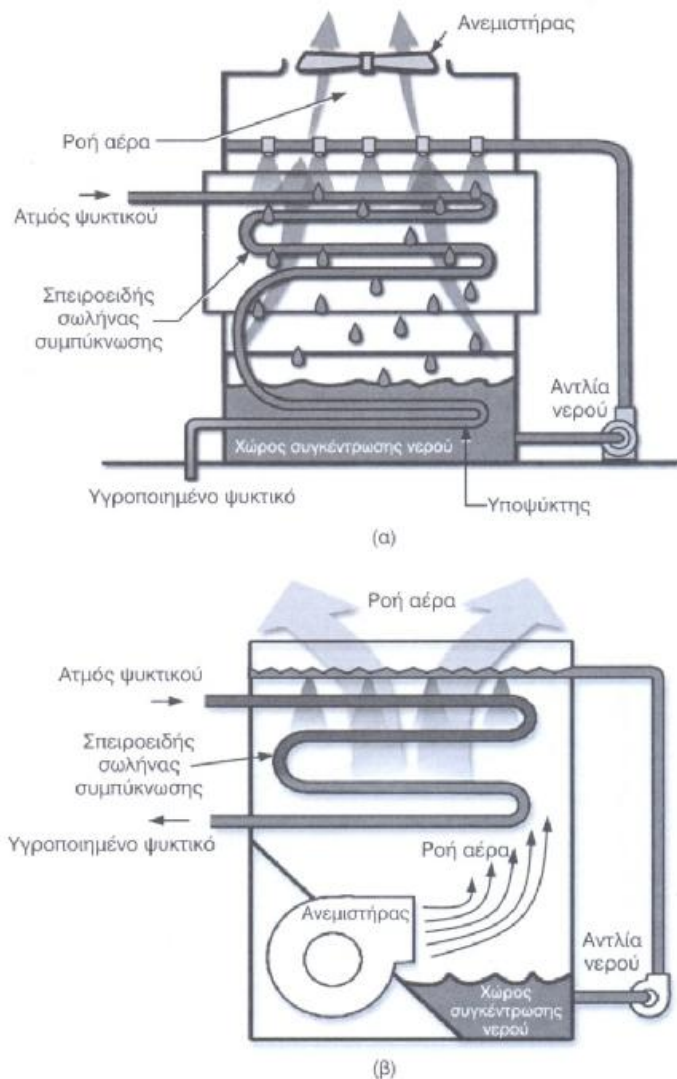
Μία άλλη κατηγορία είναι οι συμπυκνωτές με δέσμη παραλλήλων σωλήνων όπου το ψυκτικό νερό ρέει μέσα στους παράλληλους σωλήνες και το ψυκτικό μέσο περιρρέει τους σωλήνες που βρίσκονται εντός του κελύφους.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.38:** Υδροψυκτοι συμπυκνωτές

### 2.5.3.3 Συμπυκνωτές εξάτμισης νερού

Στους αερόψυκτους και υδρόψυκτους συμπυκνωτές τόσο ο αέρας όσο και το νερό θερμαίνονται χωρίς να αλλάζουν φάση.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.39:** Αερόψυκτος και υδρόψυκτος τρόπος λειτουργίας

Στους συμπυκνωτές εξάτμισης νερού το νερό που παραλαμβάνει την απορριπτόμενη θερμότητα φθάνει ως την εξάτμιση. Μαζί με το νερό προσάγεται και ο αέρας και έτσι το νερό παραλαμβάνει τη θερμότητα και ο αέρας βοηθάει στην απομάκρυνση των παραγόμενων υδρατμών ώστε να διευκολύνεται η εξάτμιση.

Το ψυκτικό κυκλοφορεί στο εσωτερικό σπειροειδούς σωλήνα και συμπυκνώνεται, ενώ ο αέρας παρασύρει τους υδρατμούς που παράγονται στην εξωτερική επιφάνεια του σπειροειδούς σωλήνα, από το ψεκαζόμενο νερό.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται δύο τύποι συμπυκνωτών εξάτμισης νερού που έχουν διαφορετικούς τρόπους κυκλοφορίας του αέρα. Στον ένα αναρροφάται ο αέρας, ενώ στον άλλο καταθλίβεται.

#### **2.5.4 Διάταξη στραγγαλισμού**

Το ψυκτικό μέσο εξερχόμενο από το συμπυκνωτή εισέρχεται στη στραγγαλιστική διάταξη η οποία το εκτονώνει στη χαμηλή πίεση του ατμοποιητή. Η διεργασία αυτή είναι ισενθαλπική και η κατάσταση του ψυκτικού μέσου στην έξοδο της στραγγαλιστικής διάταξης και στην είσοδο του ατμοποιητή είναι μείγμα κεκορεσμένου υγρού και ατμού κάποιας ποιότητας.

Η διάταξη στραγγαλισμού έχει διπλό σκοπό:

- Τη μείωση της πίεσης του ψυκτικού μέσου
- Τη ρύθμιση της παροχής μάζας του ψυκτικού μέσου προς τον ατμοποιητή

Ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους οι κυριότεροι τύποι είναι:

- Θερμοστατική βαλβίδα εκτόνωσης
- Θερμοηλεκτρική βαλβίδα εκτόνωσης
- Πιεζοστατική βαλβίδα εκτόνωσης
- Τριχοειδής σωλήνας
- Βαλβίδα με πλωτήρα Υ.Π.
- Βαλβίδα με πλωτήρα Χ.Π.

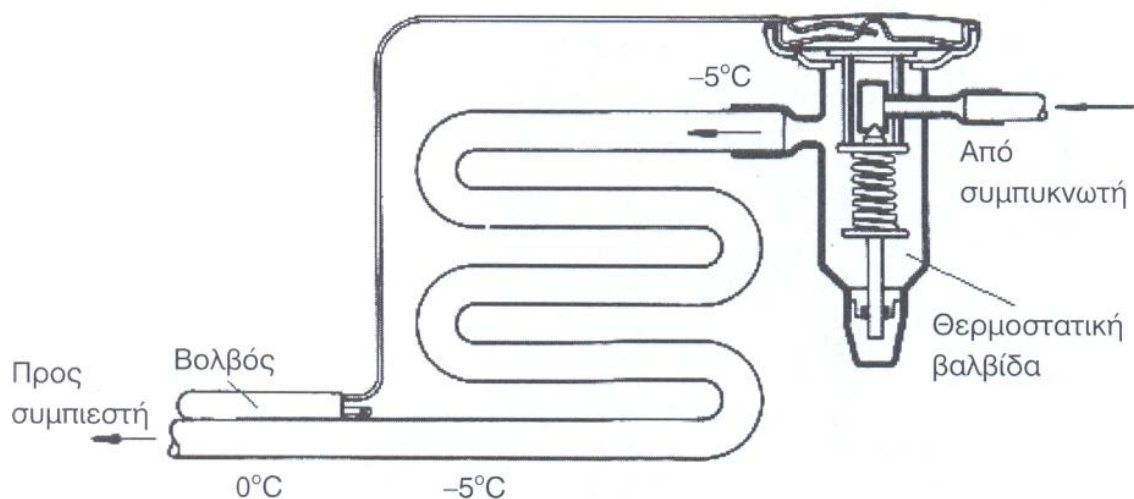


Σε όλες τις περιπτώσεις το ελεγχόμενο μέγεθος είναι:

- Η θερμοκρασία υπερθέρμανσης του ατμού
- Η πίεση στο στοιχείο ατμοποίησης
- Το ύψος της στάθμης του ψυκτικού νερού
- Συνδυασμός των παραπάνω

Παρακάτω εικονίζονται κάποιες από τις βαλβίδες εκτόνωσης όπως:

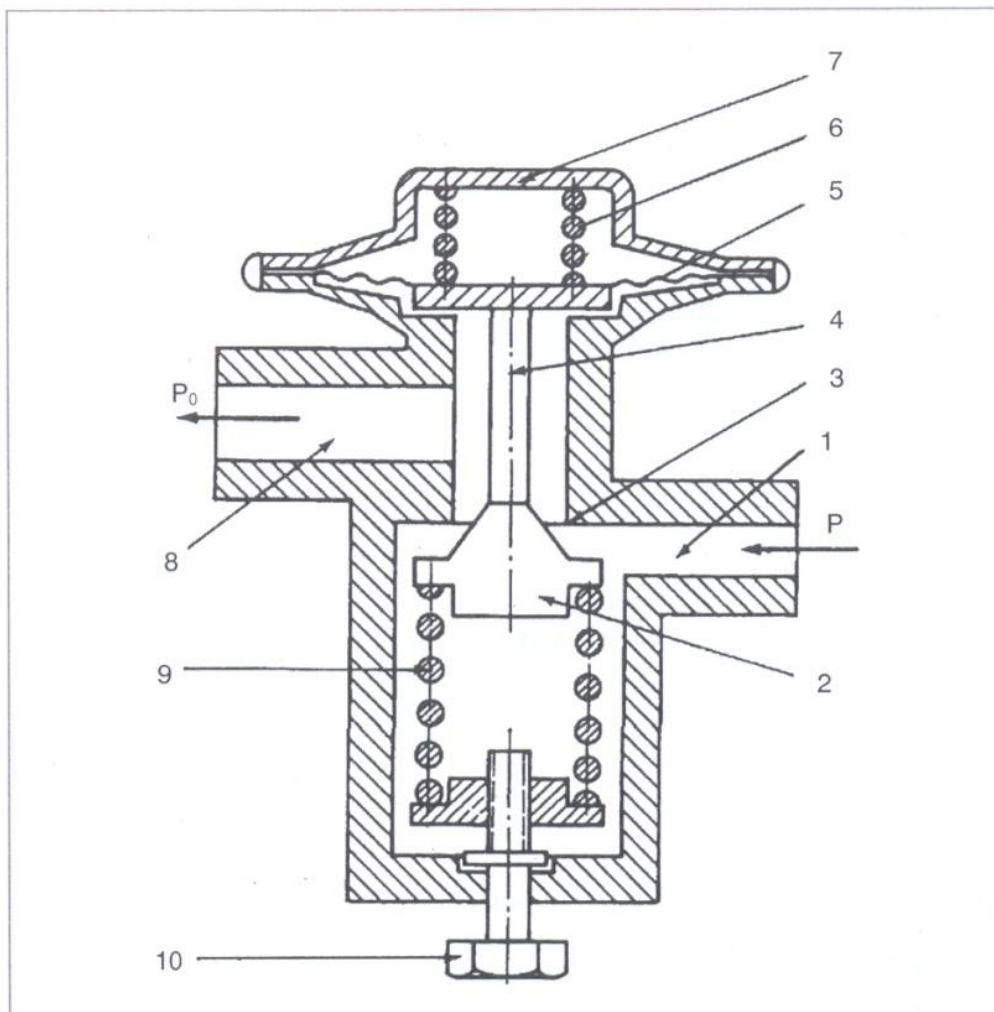
#### A. ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΜΕ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ $5^{\circ}\text{C}$



**ΕΙΚΟΝΑ 2.40:** Θερμοστατική βαλβίδα εκτόνωσης

Εδώ το ελεγχόμενο μέγεθος είναι η θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου στην έξοδο του ατμοποιητή. Ένας βολβός που περιέχει το ίδιο ή διαφορετικό ψυκτικό μέσο, λόγω διαστολής του ή συστολής του μεταβιβάζει τη πίεση αυτή στη βαλβίδα όπου μετακινείται το κατάλληλο στοιχείο που ρυθμίζει τη παροχή του ψυκτικού μέσου προς τον ατμοποιητή.

## Β. ΠΙΕΖΟΣΤΑΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ



1. Είσοδος, 2. Βαλβίδα, 3. Έδρα, 4. Στέλεχος βαλβίδας, 5. Μembrάνη, 6. Ελατήριο προέκτασης, 7. Χώρος-θάλαμος μεμβράνης, 8. Έξοδος ψυκτικού μέσου, 9. Ρυθμιστικό ελατήριο, 10. Στέλεχος ρύθμισης ελατηρίου

**ΕΙΚΟΝΑ 2.41:** Πιεζοστατική βαλβίδα εκτόνωσης

Λειτουργεί έτσι ώστε να διατηρείται σταθερή η πίεση ατμοποίησης στον ατμοποιητή. Με τη βοήθεια ενός ελατηρίου που βρίσκεται σε θάλαμο πάνω από μία μεμβράνη και στον οποίο θάλαμο είναι εγκλωβισμένη ποσότητα αερίου ρυθμίζεται η προέκταση του ελατηρίου που ασκεί πίεση στη μεμβράνη, ενώ με τη βοήθεια ενός άλλου ελατηρίου και κοχλίας ρυθμίζεται η επιθυμητή τιμή της πίεσης ατμοποίησης.

## 2.6 ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ-ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ FAN COILS

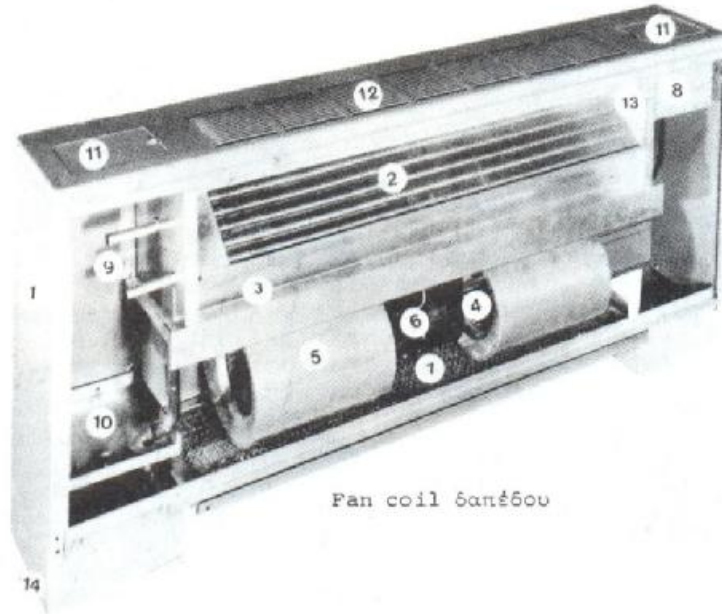
Το παραγόμενο ζεστό νερό στο λεβητοστάσιο κατά το χειμώνα και το παραγόμενο ψυχρό νερό στο ψύκτη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, με τη βοήθεια δικτύου μονωμένων σωληνώσεων, οδηγείται σε συσκευές (Fan Coils) που εγκαθίστανται στους χώρους που θέλουμε να φροντίσουμε.

Οι συσκευές αυτές κατασκευάζονται σε κομψά σχήματα και μεγέθη ώστε να προσαρμόζονται εύκολα στο χώρο που τοποθετούνται.

Αποτελούνται από ένα πτερυγιοφόρο εξωτερικά στοιχείο μέσα στο οποίο κυκλοφορεί το ζεστό ή ψυχρό νερό, από έναν ανεμιστήρα ενεργοποιούμενο από ηλεκτροκινητήρα, μία λεκάνη συμπυκνωμάτων και λοιπά βοηθητικά εξαρτήματα.



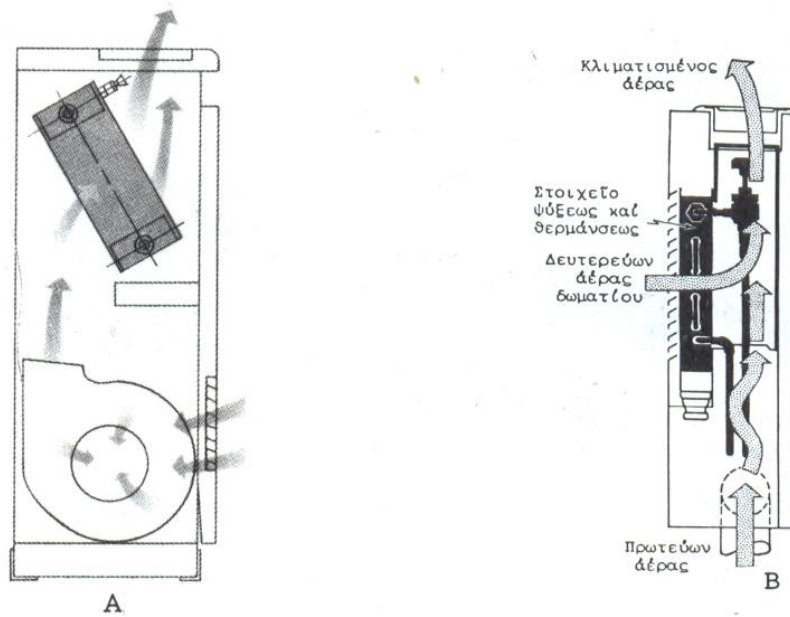
**EIKONA 2.42:** Fan Coil



Fan coil δαπέδου

- |                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| 1: Μεταλλικό κέλυφος    | 8: Κιβώτιο χειριστηρίων            |
| 2: Στοιχειό             | 9: Υδραυλική σύσδεση               |
| 3: Λεκάνη συμπυκνωμάτων | 10: Βοηθητική λεκάνη συμπυκνωμάτων |
| 4&5: Άνεμιστήρες        | 11: Θυρίδες χειρισμοῦ              |
| 6: Μοτέρ άνεμιστήρων    | 12: Στόμιο προσαγωγῆς ἀέρος        |
| 7: Φίλτρο               | 13: Μόνωση                         |
|                         | 14: Κοχλίες ὀριζοντιώσεως.         |

**ΕΙΚΟΝΑ 2.42:** Στοιχεία Fan Coil



**ΕΙΚΟΝΑ 2.43:** Fan Coil σε τομή

Στα λοιπά βοηθητικά εξαρτήματα περιλαμβάνεται και το κιβώτιο χειριστηρίων στο οποίο υπάρχει ένας διακόπτης OFF τριών ταχυτήτων για τον ανεμιστήρα, ένας θερμοστάτης χαμηλής θερμοκρασίας νερού ο οποίος ενεργοποιεί το ξεκίνημα του ανεμιστήρα κατά τη διάρκεια του χειμώνα αφού το νερό φθάσει τη θερμοκρασία των 45° C και ένας διακόπτης εναλλαγής χειμώνα-θέρους

### 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

#### 3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑ

-Κτίριο αποτελούμενο από υπόγειο χώρο όπου θα γίνει η εγκατάσταση του λεβητοστασίου, από ισόγειο χώρο μη θερμαινόμενο και μη κλιματιζόμενο και από δύο ανεξάρτητους ορόφους (οροφοδιαμερίσματα). Στις **Εικόνες 3.1** και **3.2** φαίνονται τα σχέδια του υπογείου και του τυπικού ορόφου.

-Το κτίριο βρίσκεται σε περιοχή της ζώνης B για την οποία προβλέπεται:

$t_{εξ,min} = -1^{\circ} \text{C}$  το χειμώνα και

$t_{εξ,max} = 38^{\circ} \text{C}$  το καλοκαίρι

-Θερμομόνωση κτιρίου σύμφωνα με τον κανονισμό

-Το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο και σε περιοχή με μέτρια ανεμόπτωση

-Λειτουργία της εγκατάστασης κατά τη διάρκεια του χειμώνα οκτάωρη διακοπτόμενη ανά εικοσιτετράωρο

- Επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικών χώρων κατά τη διάρκεια του χειμώνα 20° C.
- Επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικών χώρων κατά τη διάρκεια του θέρους κατά 10° C μικρότερη από την εξωτερική θερμοκρασία ήτοι 28° C.
- Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων μη θερμαινόμενων 10° C.

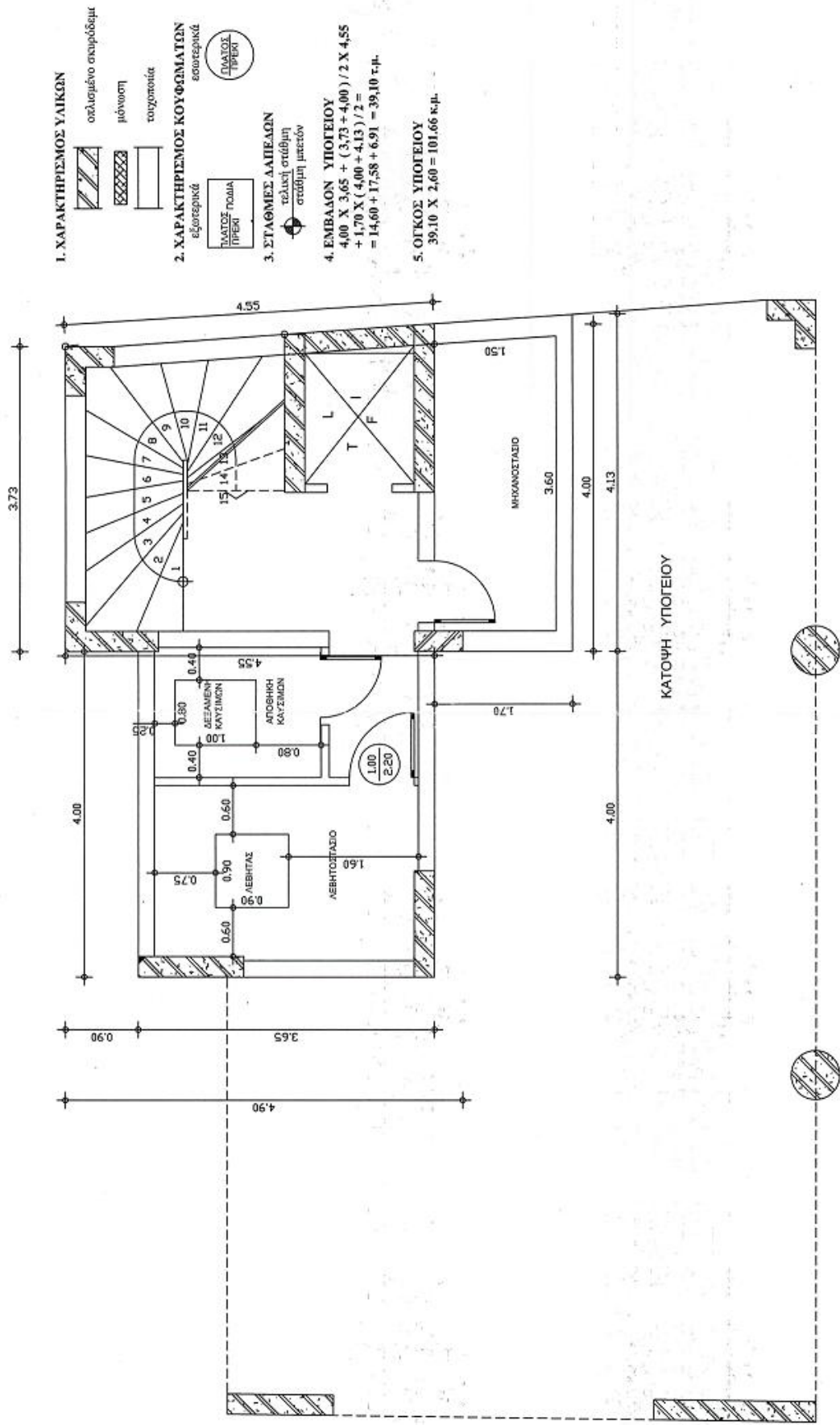
Με βάση τα αρχιτεκτονικά και δομικά στοιχεία του κτιρίου από πίνακες προκύπτουν:

- Συντελεστής θερμοπερατότητας τοίχων  $\kappa=1,6 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$
- Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπινάκων  $\kappa=5,0 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$
- Συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου  $\kappa=1,9 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$
- Συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής  $\kappa=2,1 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$
- Συντελεστής προσαύξησης λόγω προσανατολισμών

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1:** Συντελεστής προσαύξησης λόγω προσανατολισμών

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	BA	B	BΔ	Δ	A	NA	N	NΔ
Zπ%	5	5	5	0	0	-5	-5	-5

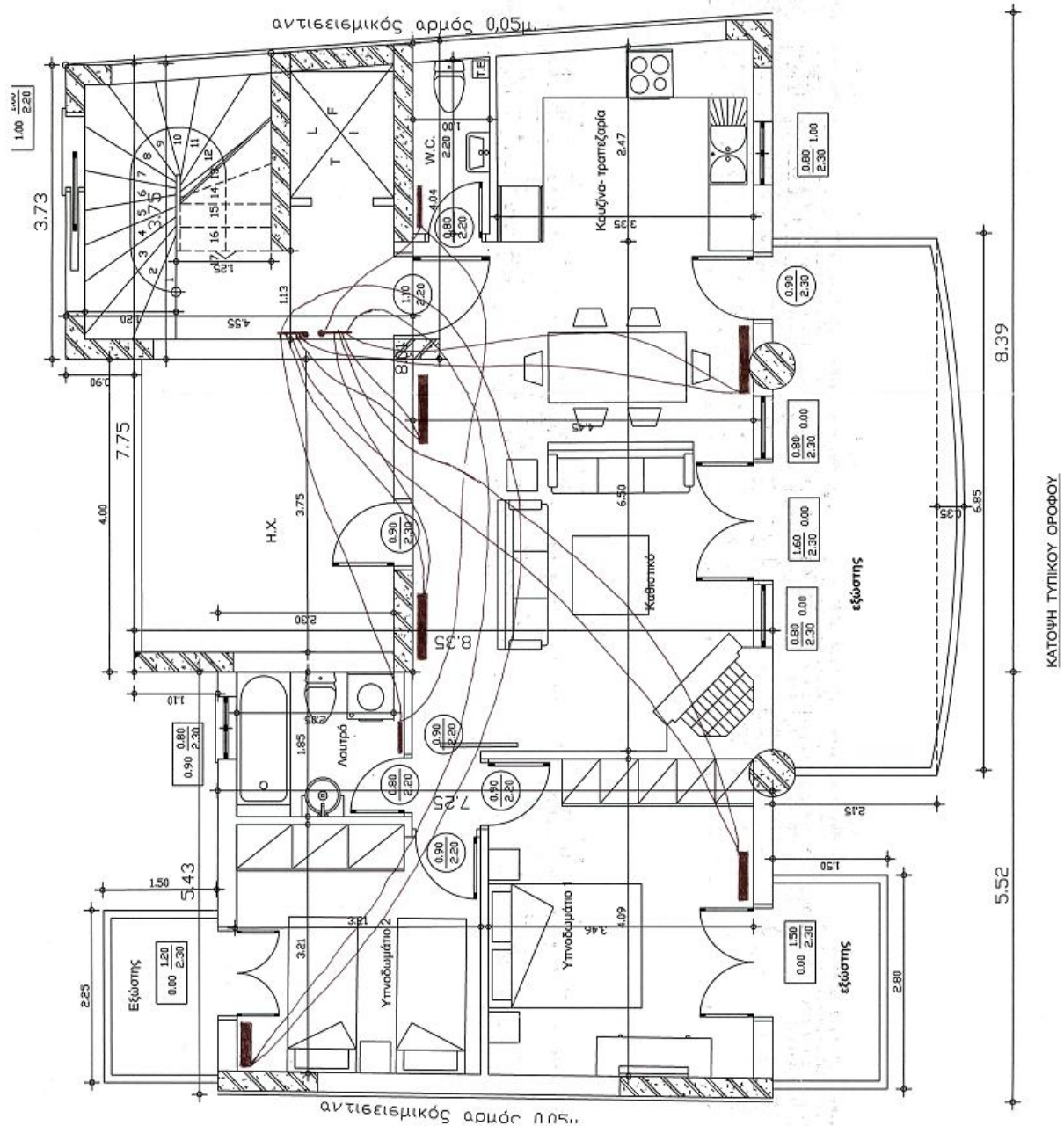
- Συντελεστής προσαύξησης λόγω διακοπής λειτουργίας  $Z_{\Delta}=15\%$
- Συντελεστής διείσδυσης αέρα  $\alpha=1,5$  (Θύρα και παράθυρο μεταλλικό με απλό υαλοστάσιο)
- Συντελεστής διεισδυτικότητας  $R=0,9$  (Μεταλλικό παράθυρο ή θύρα με  $(F_{\epsilon\xi}/F_{\epsilon\varsigma}) < 6$
- Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης  $H=0,58$  (Οικοδομικό σύστημα ελεύθερο – θέση ελεύθερη – Ανεμόπτωση μέτρια)



**ΕΙΚΟΝΑ 3.1:** Κάτωψη υπογείου



1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΥΛΙΚΩΝ
  - οπλισμένο σκυρόδεμα
  - μόνωση
  - τοιχοποιία
2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ
  - εξωτερικά
  - εσωτερικά
  - ΠΛΑΤΕΣ ΠΟΡΤΕΣ
  - ΠΛΑΤΕΣ ΠΕΡΙ
3. ΣΤΑΘΙΜΕΣ ΔΑΠΕΔΩΝ
  - τελική στάθμη
  - στάθμη μητέρας
4. ΕΜΒΛΑΘΝ ΟΡΟΦΟΥ
 
$$(5,43 + 5,52) \times 7,252 + (7,75 + 6,39) \times 8,3512 + (3,73 + 3,75) \times 0,90 \times 2 - (1,10 \times 4,00 + 2,30 \times 3,75) = 39,70 + 67,38 + 3,37 - 13,02 = 97,43 \mu.$$
5. ΕΜΒΛΑΘΝ ΕΞΩΤΕΡΩΝ
 
$$2,80 \times 1,50 + 2,25 \times 1,50 + 6,85 \times 2,15 + 6,85 \times 0,35 / 2 = 4,20 + 3,38 + 14,73 + 1,20 = 23,51 \mu.$$
6. ΕΜΒΛΑΘΝ Η.Χ.
 
$$1,10 \times 4,00 + 3,75 \times 2,30 = 4,40 + 8,62 = 13,02 \tau. \mu.$$
7. ΟΡΓΚΟΣ ΟΡΟΦΟΥ
 
$$(97,43 + 13,02) \times 2,95 = 325,83 \kappa. \mu$$
8. ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ - ΑΕΡΙΣΜΟΥ
  - ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ - ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ
 
$$6,50 \times 4,45 = 28,93$$
 αναλήφτα:  $(3,20 + 1,80) \times 2,30 = 11,15$ 
 $\left\langle \begin{array}{l} \times 5\% = 1,45 \\ \times 10\% = 2,89 \end{array} \right.$
  - ΚΟΥζίνα
 
$$2,47 \times 3,35 = 8,28$$
 αναλήφτα:  $0,80 \times 1,30 = 1,04$ 
 $\left\langle \begin{array}{l} \times 5\% = 0,41 \\ \times 10\% = 0,83 \end{array} \right.$
  - ΥΠΝΟΔΟΜΑΤΙΟ 1
 
$$4,09 \times 3,46 = 14,15$$
 αναλήφτα:  $1,50 \times 2,30 = 3,45$ 
 $\left\langle \begin{array}{l} \times 5\% = 0,71 \\ \times 10\% = 1,42 \end{array} \right.$
  - ΥΠΝΟΔΟΜΑΤΙΟ 2
 
$$3,21 \times 3,21 = 10,30$$
 αναλήφτα:  $1,20 \times 2,30 = 4,00$ 
 $\left\langle \begin{array}{l} \times 5\% = 0,52 \\ \times 10\% = 1,03 \end{array} \right.$



ΕΙΚΟΝΑ 3.2: Κάτοψη 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> ορόφου

## 3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

### 3.2.1 Θερμικές απώλειες

Όροφος Α

Υπνοδωμάτιο 1

$$T_{\varepsilon\xi N} = 4,56 * 3,00 = 13,68 \text{ τ.μ}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal} / (\text{m}^2 * \text{h} * ^\circ\text{C})$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_1 = 13,68 * 1,6 * 21 = 460 \text{ kcal/h}$$

$$Q_1 = 460 * 1,15 = 529 \text{ kcal/h}$$

$$T_{\varepsilon\xi A} = 4,20 * 3,00 = 12,60 - (1,50 * 2,30) = 9,15 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal} / (\text{m}^2 * \text{h} * ^\circ\text{C})$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_2 = 9,15 * 1,6 * 21 = 307 \text{ kcal/h}$$

$$Q_2 = 307 * 1,15 = 353 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Πορτα}_A = 1,50 * 2,30 = 3,45 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 5,00 \text{ kcal} / (\text{m}^2 * \text{h} * ^\circ\text{C})$$

$$\Delta t = 21^{\circ} \text{ C}$$

$$Q'_3 = 3,45 * 5,00 * 21 = 362 \text{ kcal/h}$$

$$Q_3 = 362 * 1,15 = 416 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta \text{άπεδο} = 4,56 * 4,20 = 19,15 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 1,9 \text{ kcal / (m}^2\text{*h*}^{\circ}\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^{\circ} \text{ C}$$

$$Q'_4 = 19,15 * 1,9 * 21 = 764 \text{ kcal/h}$$

$$Q_4 = 764 * 1,15 = 879 \text{ kcal/h}$$

Χαραμάδες

$$l = 9,90 \text{ m}$$

$$\alpha = 1,5$$

$$R = 0,9$$

$$H = 0,58$$

$$Q'_5 = 9,90 * 1,5 * 0,9 * 0,58 * 21 = 163 \text{ kcal/h}$$

$$Q_5 = 163 * 1,15 = 187 \text{ kcal/h}$$

Σε σύνολο:

$$Q_{\text{ολικό}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 2364 \text{ kcal/h}$$

## Υπνοδωμάτιο 2

$$T_{\varepsilon\xi N} = 3,41 * 3,00 = 10,23 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal / (m}^2\text{*h*}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_1 = 10,23 * 1,6 * 21 = 344 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_1 = 344 * 1,15 = 396 \text{ kcal/h}}$$

$$T_{\varepsilon\xi\Delta} = 3,21 * 3,00 = 9,63 - (1,20 * 2,30) = 6,87 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal / (m}^2\text{*h*}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_2 = 6,87 * 1,6 * 21 = 231 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_2 = 231 * 1,15 = 266 \text{ kcal/h}}$$

$$\text{Πόρτα}_\Delta = 1,20 * 2,30 = 2,76 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 5,00 \text{ kcal / (m}^2\text{*h*}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_3 = 2,76 * 5,00 * 21 = 290 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_3 = 290 * 1,15 = 334 \text{ kcal/h}}$$

$$\text{Δάπεδο} = 3,31 * 3,31 = 10,96 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 1,9 \text{ kcal / (m}^2\text{*h*}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_4 = 10,96 * 1,9 * 21 = 437 \text{ kcal/h}$$

$$Q_4 = 437 * 1,15 = 503 \text{ kcal/h}$$

Χαραμάδες

$$l = 9,30 \text{ m}$$

$$\alpha = 1,5$$

$$R = 0,9$$

$$H = 0,58$$

$$Q'_5 = 9,30 * 1,5 * 0,9 * 0,58 * 21 = 153 \text{ kcal/h}$$

$$Q_5 = 153 * 1,15 = 176 \text{ kcal/h}$$

Σε σύνολο:

$$Q_{\text{ολικό}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 1675 \text{ kcal/h}$$

ΛΟΥΤΡΟ

$$T_{\text{εξΔ}} = 1,95 * 3,00 - (0,80 * 1,40) = 4,73 \text{ τ.μ}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_1 = 4,73 * 1,6 * 21 = 159 \text{ kcal/h}$$

$$Q_1 = 159 * 1,15 = 183 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Παράθυρο} = 0,80 * 1,40 = 1,12 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 5,00 \text{ kcal / (m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_2 = 1,12 * 5,00 * 21 = 118 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_2 = 118 * 1,15 = 136 \text{ kcal/h}}$$

$$\text{Δάπεδο} = 1,95 * 2,15 = 4,19 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 1,9 \text{ kcal / (m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_3 = 4,19 * 1,90 * 21 = 167 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_3 = 167 * 1,15 = 192 \text{ kcal/h}}$$

$$T_{\varepsilon\beta} = 2,30 * 3,00 = 6,90 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal / (m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_4 = 6,90 * 1,6 * 21 = 232 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_4 = 232 * 1,2 = 279 \text{ kcal/h}}$$

Χαραμάδες

$$l = 5,80 \text{ m}$$

$$\alpha = 1,5$$

$$R = 0,9$$

$$H = 0,58$$

$$Q'_5 = 5,8 * 1,5 * 0,9 * 0,58 * 21 = 96 \text{ kcal/h}$$

$$Q_5 = 96 * 1,2 = 115 \text{ kcal/h}$$

Σε σύνολο:

$$Q_{\text{ολικό}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 905 \text{ kcal/h}$$

WC

$$T_{\text{εξB}} = 1,15 * 3,00 = 3,45 \text{ τ.μ}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_1 = 3,45 * 1,6 * 21 = 116 \text{ kcal/h}$$

$$Q_1 = 116 * 1,2 = 139 \text{ kcal/h}$$

$$T_{\text{εσ}} = 2,30 * 3,00 = 6,90 \text{ τ.μ}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\Delta t = 11^\circ \text{ C}$$

$$Q'_2 = 6,90 * 1,6 * 11 = 122 \text{ kcal/h}$$

$$Q_2 = 122 * 1,15 = 140 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta \text{άπεδο} = 1,15 * 2,30 = 2,65 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 1,9 \text{ kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\Delta t = 21^{\circ} \text{ C}$$

$$Q'_3 = 2,65 * 1,90 * 21 = 106 \text{ kcal/h}$$

$$Q_3 = 106 * 1,15 = 122 \text{ kcal/h}$$

$$Q_4 = V * c * \Delta t = 2,65 * 3 * 1,1 * 21 = 184 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ολικό}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 585 \text{ kcal/h}$$

### ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ-ΚΟΥΖΙΝΑ

$$T_{\text{εξΑ}} = 9,10 * 3,00 - [(1,60 * 2,30) + (0,90 * 2,30) + 2((0,80 * 2,30) + (0,80 * 1,30))] =$$
$$= 16,83 \text{ τ.μ}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal} / (\text{m}^2 * \text{h} * ^{\circ}\text{C})$$

$$\Delta t = 21^{\circ} \text{ C}$$

$$Q'_1 = 16,83 * 1,6 * 21 = 566 \text{ kcal/h}$$

$$Q_1 = 566 * 1,15 = 651 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Πόρτες/Υαλοστάσιο} = 10,47 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 5,00 \text{ kcal} / (\text{m}^2 * \text{h} * ^{\circ}\text{C})$$

$$\Delta t = 21^{\circ} \text{ C}$$

$$Q'_2 = 10,47 * 5,00 * 21 = 1099 \text{ kcal/h}$$

$$Q_2 = 1099 * 1,15 = 1264 \text{ kcal/h}$$



$$\Delta\text{άπεδο} = 9,10 * 4,50 - (1,00 * 2,30) = 38,65 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 1,9 \text{ kcal / (m}^2\text{*h*}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_3 = 38,65 * 1,90 * 21 = 1542 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_3 = 1542 * 1,15 = 1773 \text{ kcal/h}}$$

Χαραμάδες

$$l = 36,72 \text{ m}$$

$$\alpha = 1,5$$

$$R = 0,9$$

$$H = 0,58$$

$$Q'_4 = 36,72 * 1,5 * 0,9 * 0,58 * 21 = 604 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_4 = 604 * 1,15 = 695 \text{ kcal/h}}$$

$$T_{\varepsilon\xi\text{B}} = 3,45 * 3,00 = 10,35 \text{ τ.μ}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal / (m}^2\text{*h*}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_5 = 10,35 * 1,6 * 21 = 348 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_5 = 348 * 1,2 = 418 \text{ kcal/h}}$$

$$T_{\varepsilon\xi\text{A}} = 3,95 * 3,00 - (0,90 * 2,30) = 9,78 \text{ τ.μ}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal / (m}^2\text{*h*}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_6 = 9,78 * 1,6 * 21 = 329 \text{ kcal/h}$$

$$Q_6 = 329 * 1,15 = 378 \text{ kcal/h}$$

Χαραμάδες

$$l = 6,40 \text{ m}$$

$$\alpha = 1,5$$

$$R = 0,9$$

$$H = 0,58$$

$$Q'_7 = 6,40 * 1,5 * 0,9 * 0,58 * 21 = 105 \text{ kcal/h}$$

$$Q_7 = 105 * 1,15 = 121 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Πόρτα}_\Delta = 0,90 * 2,30 = 2,07 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 5,00 \text{ kcal / (m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 21^\circ \text{ C}$$

$$Q'_8 = 2,07 * 5,00 * 21 = 217 \text{ kcal/h}$$

$$Q_8 = 217 * 1,15 = 250 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Πόρτα}_{\text{ΕΣ}} = 1,20 * 2,20 = 2,64 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 3,00 \text{ kcal / (m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 10^\circ \text{ C}$$

$$Q'_9 = 2,64 * 3,00 * 10 = 80 \text{ kcal/h}$$

$$Q_9 = 80 * 1,1 = 88 \text{ kcal/h}$$

$$T_{\varepsilon\varsigma} = 1,20 * 0,80 = 0,96 \text{ τ.μ.}$$

$$\kappa = 1,6 \text{ kcal / (m}^2\text{*h*}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t = 10^\circ \text{ C}$$

$$Q'_{10} = 0,96 * 1,6 * 10 = 16 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{10} = 1,6 * 1,1 = 18 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ολικό}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9 + Q_{10} = 5656 \text{ kcal/h}$$

### Όροφος Β

#### Υπνοδωμάτιο 1

$$Q_{11} = Q_{\text{ολ}} - Q_4 + Q_{\text{οροφή}}$$

$$Q'_{\text{οροφή}} = 4,56 * 4,20 * 2,1 * 21 = 845 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{οροφή}} = 845 * 1,15 = 972 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{11} = 2364 - 879 + 972 = 2457 \text{ kcal/h}$$

#### Υπνοδωμάτιο 2

$$Q_{12} = Q_{\text{ολ}} - Q_4 + Q_{\text{οροφή}}$$

$$Q'_{\text{οροφή}} = 3,31 * 3,31 * 2,1 * 21 = 484 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{οροφή}} = 484 * 1,15 = 557 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{12} = 1675 - 503 + 557 = 2457 \text{ kcal/h}$$

### Λουτρό

$$Q_{\text{ΛΟΥΤΡΟΥ}} = Q_{\text{ολ}} - Q_3 + Q_{\text{οροφή}}$$

$$Q'_{\text{οροφή}} = 4,19 * 2,1 * 21 = 185 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{οροφή}} = 185 * 1,15 = 213 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{Λουτρού}} = 905 - 192 + 213 = 926 \text{ kcal/h}$$

### WC

$$Q_{\text{WC}} = Q_{\text{ολ}} - Q_3 + Q_{\text{οροφή}}$$

$$Q'_{\text{οροφή}} = 2,65 * 2,1 * 21 = 117 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{οροφή}} = 117 * 1,15 = 135 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{WC}} = 585 - 122 + 135 = 598 \text{ kcal/h}$$

### Καθιστικό – Κουζίνα

$$Q_{\text{καθ}} = Q_{\text{ολ}} - Q_3 + Q_{\text{οροφή}}$$

$$Q'_{\text{οροφή}} = 38,65 * 2,1 * 21 = 1705 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{οροφή}} = 1705 * 1,15 = 1961 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{καθ}} = 5656 - 1773 + 1961 = 5844 \text{ kcal/h}$$

### 3.2.2 Ψυκτικά φορτία

#### ΟΡΟΦΟΣ Α

##### Υπνοδωμάτιο 1

A. Από αγωγή

$$Q_{NT} = 10,68 * 1,6 * 10 = 171 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{AT} = 9,15 * 1,6 * 10 = 146 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{Απόρτα}} = 3,45 * 5,00 * 10 = 173 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{δάπεδο}} = 14,95 * 2,95 * 10 = 441 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_A = 931 \text{ kcal/h}}$$

B. Από ακτινοβολία υαλοπινάκων

Υαλοπίνακας Ανατολικός για 10ωρη λειτουργία και με εξωτερική τέντα

$$Q = 3,45 * 270 = 932 \text{ kcal/h}$$

Μείωση λόγω τέντας 70%

$$\mathbf{Q_B = 932 - 70\% * 932 = 280 \text{ kcal/h}}$$

Γ. Από διείσδυση εξωτερικού αέρα

$$V = M * \Pi * Y * AC \quad \text{με } AC = 1$$

$$V = 4,09 * 3,46 * 3,00 * 1 = 42,45 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$V_1 = V / 2 = 21,23 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$V_2 = 2 \text{ άτομα} * 85 \text{ M}^3/\text{h} = 170 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$V_{\text{ολικό}} = V_1 + V_2 = 191 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$\text{Αισθητή θερμότητα: } Q_S = 191 * 0,29 * 10 = 554 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta t = 10^\circ \text{ C}$$

$$0,29 = \text{Ειδικό βάρος αέρα (1,2)} * \text{Ειδική θερμότητα αέρα (0,24)}$$

$$\text{Λανθάνουσα θερμότητα : } Q_L = 191 * 700 * 0,003 = 401 \text{ kcal/h}$$

$$0,003 = \text{Διαφορά υγρασίας σε kg/kg}$$

$$700 = \text{Ειδικό βάρος αέρα (1,2)} * \text{Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του νερού στη} \\ \text{θερμοκρασία περιβάλλοντος (584)}$$

$$\mathbf{Q_T = Q_S + Q_L = 955 \text{ kcal/h}}$$

Δ. Από ανθρώπους

2 άτομα άλλοτε αναπαυόμενα και άλλοτε ιστάμενα όρθια

$$Q_1 = 2 * 97 = 194 \text{ kcal/h}$$

$$Q_2 = 2 * 109 = 218 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_\Delta = Q_1 + Q_2 = 412 \text{ kcal/h}}$$

Ε. Από φωτισμό

7 λαμπτήρες πυρακτώσεως των 60 W η κάθε μία

$$\mathbf{Q_E = 7 * 60 * 0,85 = 357 \text{ kcal/h}}$$

ΣΤ. Από συσκευές

Ένας στεγνωτήρας μαλλιών με ανεμιστήρα

Αισθητό φορτίο  $Q_S = 575 \text{ kcal/h}$

Λανθάνον φορτίο  $Q_L = 100 \text{ kcal/h}$

$$Q_{\Sigma T} = Q_S + Q_L = 675 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{συνολικό}} = Q_A + Q_B + Q_G + Q_{\Delta} + Q_E + Q_{\Sigma T} = 3610 \text{ kcal/h}$$

## Υπνοδωμάτιο 2

A. Από αγωγή

$$Q_{NT} = 9,93 * 1,6 * 10 = 159 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\Delta T} = 7,17 * 1,6 * 10 = 115 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\Delta \text{πόρτα}} = 2,76 * 5,00 * 10 = 138 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{T_{\epsilon\sigma}} = 2,05 * 2,7 * 6 = 33 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\delta\acute{\alpha}\text{πτεδο}} = 10,30 * 2,95 * 10 = 304 \text{ kcal/h}$$

$$Q_A = 749 \text{ kcal/h}$$

B. Από ακτινοβολία υαλοπινάκων

Υαλοπίνακας Δυτικός για 10ωρη λειτουργία και με εξωτερική τέντα

$$Q = 2,76 * 297 = 820 \text{ kcal/h}$$

Μείωση λόγω τέντας 70%

$$Q_B = 820 - 70\% * 820 = 246 \text{ kcal/h}$$

Γ. Από διείσδυση εξωτερικού αέρα

$$V = M * \Pi * \Upsilon * AC \quad \text{με } AC = 1$$

$$V = 3,21 * 3,21 * 3,00 * 1 = 30,9 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$V_1 = V / 2 = 15,45 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$V_2 = 2 \text{ άτομα} * 85 \text{ M}^3/\text{h} = 170 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$V_{\text{ολικό}} = V_1 + V_2 = 186 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$\text{Αισθητή θερμότητα: } Q_S = 186 * 0,29 * 10 = 539 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta t = 10^\circ \text{ C}$$

$$0,29 = \text{Ειδικό βάρος αέρα (1,2)} * \text{Ειδική θερμότητα αέρα (0,24)}$$

$$\text{Λανθάνουσα θερμότητα : } Q_L = 186 * 700 * 0,003 = 391 \text{ kcal/h}$$

$$0,003 = \text{Διαφορά υγρασίας σε kg/kg}$$

$$700 = \text{Ειδικό βάρος αέρα (1,2)} * \text{Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του νερού στη} \\ \text{θερμοκρασία περιβάλλοντος (584)}$$

$$\mathbf{Q_T = Q_S + Q_L = 930 \text{ kcal/h}}$$

Δ. Από ανθρώπους

2 άτομα άλλοτε αναπαυόμενα και άλλοτε εκτελώντας γραφική εργασία

$$Q_1 = 2 * 97 = 194 \text{ kcal/h}$$

$$Q_2 = 2 * 123 = 246 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_\Delta = Q_1 + Q_2 = 440 \text{ kcal/h}}$$



Ε. Από φωτισμό

5 λαμπτήρες πυρακτώσεως των 60 W η κάθε μία και 2 λαμπτήρες φθορίου των 60 W η κάθε μία

$$Q_1 = 5 * 0,85 * 60 = 255 \text{ kcal/h}$$

$$Q_2 = 2 * 60 * 1,1 = 132 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_E = Q_1 + Q_2 = 387 \text{ kcal/h}}$$

ΣΤ. Από συσκευές

Ένας στεγνωτήρας μαλλιών με ανεμιστήρα

Μία μονάδα Η/Υ των 600 W

Ένα στερεοφωνικό των 300 W

$$Q_{1S} = 575 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{1L} = 100 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{2S} = 300 * 1,1 = 330 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{2L} = 300 * 1,1 = 330 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{3S} = 150 * 1,1 = 165 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{3L} = 150 * 1,1 = 165 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{Σολικο}} = 1070 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{Λολικο}} = 595 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_{\Sigma T} = Q_{\text{Σολικο}} + Q_{\text{Λολικο}} = 1665 \text{ kcal/h}}$$

$$\mathbf{Q_{\text{Συνολικό}} = Q_A + Q_B + Q_{\Gamma} + Q_{\Delta} + Q_E + Q_{\Sigma T} = 4417 \text{ kcal/h}}$$

## Καθιστικό-Κουζίνα

### A. Από αγωγή

$$Q_{BT} = 3,45 * 3,00 * 1,6 * 10 = 166 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{AT} = \{ 9,10 * 3 - [(0,8 * 1,3) + (1,6 * 2,3) + (0,9 * 2,3) + 2 * (0,80 * 2,3)] \} * 1,6 * 10 \\ = 269 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{Ατζάμια} = 10,47 * 5,00 * 10 = 524 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\delta\acute{\alpha}\pi\epsilon\delta\omicron} = [9,10 * 4,55 - (1 * 2,20)] * 2,95 * 10 = 1157 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\Delta T} = [(3,95 * 3) - (0,9 * 2,3)] * 1,6 * 10 = 156 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\Delta\pi\omicron\rho\tau\alpha} = 0,9 * 2,3 * 5,00 * 10 = 104 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{T\epsilon\sigma\omega T} = [(3,70 * 3) - (1,10 * 2,20)] * 2,76 * 6 = 141 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\pi\acute{o}\rho\tau\alpha\varsigma} = 1,10 * 2,20 * 3,00 * 6 = 44 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_{ολικό} = 2561 \text{ kcal/h}}$$

### B. Από ακτινοβολία υαλοπινάκων

Υαλοστάσιο Ανατολικό συνολικής έκτασης 10,47 τ.μ. για 10ωρη λειτουργία και με εξωτερική τέντα

$$Q_1 = 10,47 * 270 = 2827 \text{ kcal/h}$$

Υαλοπίνακας Δυτικός έκτασης 2,07 τ.μ. για 10ωρη λειτουργία και με εξωτερική τέντα

$$Q_2 = 2,07 * 297 = 615 \text{ kcal/h}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 3442 \text{ kcal/h}$$

Μείωση λόγω τέντας κατά 70%

$$\mathbf{Q_{ολικό} = 3442 - 70\% * 3442 = 1033 \text{ kcal/h}}$$

Γ. Από διείσδυση εξωτερικού αέρα

$$V = 37,72 \text{ τ.μ.} \cdot 3 \cdot AC \text{ με } AC = 1,5$$

$$V = 37,72 \cdot 3 \cdot 1,5 = 170 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$V_1 = V/2 = 170/2 = 85 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$V_2 = 4 \text{ άτομα} \cdot 85 \text{ (M}^3/\text{h)} \cdot \text{άτομο} = 340 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$V_{\text{ολικό}} = V_1 + V_2 = 425 \text{ M}^3/\text{h}$$

$$\text{Αισθητή θερμότητα: } Q_S = 425 \cdot 0,29 \cdot 10 = 1233 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Λανθάνουσα θερμότητα: } Q_L = 425 \cdot 700 \cdot 0,003 = 893 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_{\text{ολικό}} = Q_S + Q_L = 2126 \text{ kcal/h}}$$

Δ. Από ανθρώπους

4 άτομα άλλοτε αναπαυόμενα και άλλοτε εκτελώντας ελαφρά εργασία

$$Q_1 = 4 \cdot 97 = 388 \text{ kcal/h}$$

$$Q_2 = 4 \cdot 192 = 768 \text{ kcal/h}$$

$$\mathbf{Q_{\text{ολικό}} = Q_1 + Q_2 = 1156 \text{ kcal/h}}$$

Ε. Από φωτισμό

4 λαμπτήρες πυρακτώσεως των 60 W

16 λαμπτήρες πυρακτώσεως των 100 W

2 λαμπτήρες φθορίου των 80 W

$$Q_1 = 4 \cdot 0,85 \cdot 60 = 204 \text{ kcal/h}$$

$$Q_2 = 16 \cdot 0,85 \cdot 100 = 1360 \text{ kcal/h}$$

$$Q_3 = 2 \cdot 1,1 \cdot 80 = 176 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ολικό}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1740 \text{ kcal/h}$$

ΣΤ. Από συσκευές

Ένα στερεοφωνικό των 300 W

Μία συσκευή παρασκευής καφέ

Τέσσερες κατσαρόλες παρασκευής φαγητών

Ηλεκτρική συσκευή παρασκευής σάντουιτς

Μία τοστιέρα για τέσσερες φέτες

Μία κουζίνα – φούρνος

Μία εσχάρα για μπιφτέκια

$$Q_{1S} = 300 * 1,1 = 330 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{1L} = 300 * 1,1 = 330 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{2S} = 226 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{2L} = 55 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{3S} = 4 * 131 = 524 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{3L} = 4 * 105 = 420 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{4S} = 907 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{4L} = 907 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{5S} = 1225 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{5L} = 225 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{6S} = 1814 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{6L} = 454 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{7S} = 1325 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{7L} = 725 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{Σολικό}} = 6351 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{Λολικό}} = 3116 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{ολικό}} = 9467 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{συνολικό}} = 18083 \text{ kcal/h}$$

### ΟΡΟΦΟΣ Β

$$\text{Υπνοδωμάτιο 1} - Q_{\text{συνολικό}} = 3610 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Υπνοδωμάτιο 2} - Q_{\text{συνολικό}} = 4417 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Καθιστικό-Κουζίνα} - Q_{\text{συνολικό}} = 18083 \text{ kcal/h}$$

### 3.3 ΕΠΙΛΟΓΗ FAN COILS

Οι προδιαγραφές που τέθηκαν για την επιλογή των Fan Coils είναι:

A. Για τη θέρμανση

-Θερμοκρασία νερού στην είσοδο του Fan 70° C

-Θερμοκρασία νερού στην έξοδο του Fan 60° C

-Θερμοκρασία χώρου 20° C

-Στάθμη θορύβου στη 3<sup>η</sup> ταχύτητα του Fan μικρότερη και ίση των 43 dB για τα υπνοδωμάτια και μικρότερη ή ίση των 50 dB για το καθιστικό

B. Για τη ψύξη

-Θερμοκρασία νερού στην είσοδο του Fan 7° C

-Θερμοκρασία νερού στην έξοδο του Fan 12° C

-Θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος 37° C

-Επιθυμητή θερμοκρασία χώρων 27° C

Με βάση τις παραπάνω προδιαγραφές από τη ΒΙΟΣΩΛ Α.Β.Ε επιλέγω τα παρακάτω Fan Coils.

1<sup>ος</sup> Όροφος

Υπνοδωμάτιο 1

Ζητούμενη ψυκτική ισχύς 3610 kcal/h = 4180 W

Ζητούμενη θερμική ισχύς 2364 kcal/h = 2740 W

Επιλέγεται από το κατάλογο της εταιρίας το FC-12-06 με:

Αποδιδόμενη ψυκτική ισχύς 5520 W

Αποδιδόμενη θερμική ισχύς 12160 W

Παροχή αέρα στη 3<sup>η</sup> ταχύτητα του Fan 975 M<sup>3</sup>/h

## Υπνοδωμάτιο 2

Ζητούμενη ψυκτική ισχύς  $4417 \text{ kcal/h} = 5110 \text{ W}$

Ζητούμενη θερμική ισχύς  $1657 \text{ kcal/h} = 1920 \text{ W}$

Επιλέγεται από το κατάλογο της εταιρίας το FC-12-06 με:

Αποδιδόμενη ψυκτική ισχύς  $5520 \text{ W}$

Αποδιδόμενη θερμική ισχύς  $12160 \text{ W}$

Παροχή αέρα στη 3<sup>η</sup> ταχύτητα του Fan  $975 \text{ M}^3/\text{h}$

## Καθιστικό-Κουζίνα

Ζητούμενη ψυκτική ισχύς  $18083 \text{ kcal/h} = 20930 \text{ W}$

Ζητούμενη θερμική ισχύς  $5656 \text{ kcal/h} = 6550 \text{ W}$

Επιλέγεται από το κατάλογο της εταιρίας το FC-12-08 με:

Αποδιδόμενη ψυκτική ισχύς  $7530 \text{ W}$

Αποδιδόμενη θερμική ισχύς  $17020 \text{ W}$

Παροχή αέρα στη 3<sup>η</sup> ταχύτητα του Fan  $1431 \text{ M}^3/\text{h}$

## Λουτρό και WC

Στο λουτρό και το WC θα τοποθετηθούν μόνο για τη θέρμανση δύο σώματα τύπου πετσετοκρεμάστρας με αποδιδόμενη θερμική ισχύ όχι μικρότερη αντίστοιχα των  $905 \text{ kcal/h}$  και  $585 \text{ kcal/h}$

## 2<sup>ος</sup> Όροφος

### Υπνοδωμάτιο 1

Ζητούμενη ψυκτική ισχύς 3610 kcal/h = 4180 W

Ζητούμενη θερμική ισχύς 2457 kcal/h = 2840 W

Επιλέγεται από το κατάλογο της εταιρίας το FC-12-06 με:

Αποδιδόμενη ψυκτική ισχύς 5520 W

Αποδιδόμενη θερμική ισχύς 12160 W

Παροχή αέρα στη 3<sup>η</sup> ταχύτητα του Fan 975 M<sup>3</sup>/h

### Υπνοδωμάτιο 2

Ζητούμενη ψυκτική ισχύς 4417 kcal/h = 5110 W

Ζητούμενη θερμική ισχύς 1729 kcal/h = 2000 W

Επιλέγεται από το κατάλογο της εταιρίας το FC-12-06 με:

Αποδιδόμενη ψυκτική ισχύς 5520 W

Αποδιδόμενη θερμική ισχύς 12160 W

Παροχή αέρα στη 3<sup>η</sup> ταχύτητα του Fan 975 M<sup>3</sup>/h

### Καθιστικό-Κουζίνα

Ζητούμενη ψυκτική ισχύς 18083 kcal/h = 20930 W



Ζητούμενη θερμική ισχύς  $5844 \text{ kcal/h} = 6760 \text{ W}$

Επιλέγεται από το κατάλογο της εταιρίας το FC-12-08 με:

Αποδιδόμενη ψυκτική ισχύς  $7530 \text{ W}$

Αποδιδόμενη θερμική ισχύς  $17020 \text{ W}$

Παροχή αέρα στη 3<sup>η</sup> ταχύτητα του Fan  $1431 \text{ M}^3/\text{h}$

### Λουτρό και WC

Στο λουτρό και το WC θα τοποθετηθούν μόνο για τη θέρμανση δύο σώματα τύπου πετσετοκρεμάστρας με αποδιδόμενη θερμική ισχύ όχι μικρότερη αντίστοιχα των  $926 \text{ kcal/h}$  και  $598 \text{ kcal/h}$

### **3.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΛΕΒΗΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

-Συνολικό ζητούμενο θερμικό φορτίο  $22721 \text{ kcal/h}$

-Απαιτούμενη ισχύς λέβητα θέρμανσης:

$$Q_{\Lambda} = 22721 * 1,15 = 26130 \text{ kcal/h} = 30240 \text{ W}$$

Από το κατάλογο της ΒΙΟΣΩΛ Α.Β.Ε επιλέγεται ο χαλύβδινος λέβητας με κωδικό BLNS-30, αποδιδόμενης θερμικής ισχύος  $Q_{\Lambda} = 30000 \text{ kcal/h} = 34900 \text{ W}$  και με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

-Πίεση δοκιμής  $6 \text{ bar}$

-Πίεση λειτουργίας 4 bar

-Αντίθλιψη 4 mm H<sub>2</sub>O = 0,4 mbar

-Πτώση πίεσης 20 mm H<sub>2</sub>O = 2 mbar

-Περιεκτικότητα νερού 45 lit

-Ο λέβητας θα φέρει πίνακα ενδείξεων και λειτουργίας με τα εξής εμβαπτιζόμενα όργανα:

A. Θερμόμετρο για ένδειξη της θερμοκρασίας του νερού

B. Θερμοστάτη για τη λειτουργία του καυστήρα

Γ. Θερμοστάτη (Υδροστάτη) για τη λειτουργία του κυκλοφορητή

Δ. Θερμοστάτη ασφαλείας για την αυτόματη διακοπή λειτουργίας του καυστήρα σε περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας του νερού πάνω από τους 100° C

E. Όργανο ένδειξης της πίεσης του νερού

### 3.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

-Εγκατεστημένη ωφέλιμη θερμική ισχύς λέβητα  $Q_L = 30000 \text{ kcal/h} = 34900 \text{ W}$

-Θερμογόνος δύναμη πετρελαίου θέρμανσης  $q = 8000 \text{ έως } 10000 \text{ kcal/kg}$

Η δυναμικότητα του καυστήρα θα πρέπει να είναι:

$$G = (30000 / 9000) = 3,33 \text{ kg/h}$$

και θα πρέπει η πίεση των παραγόμενων καυσαερίων να είναι μεγαλύτερη των 0,4 mbar.

Επιλέγεται καυστήρας ελαφρού πετρελαίου θέρμανσης της εταιρίας BALTUR, ο BTL4 με δυναμικότητα 4 kg/h και πίεση καυσαερίων 1,1 mbar

### 3.6 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ

Παροχή κυκλοφορητή:

$$V = [30000 / (1000 * 20) ] = 1,5 \text{ M}^3/\text{h}$$

Δυσμενέστερη διαδρομή:

Λέβητας – Συλλέκτης στο πλατύσκαλο του Β ορόφου – Fan Coil υπνοδωματίου 2 και επιστροφή

Η διαδρομή περιλαμβάνει:

- Τον Λέβητα
- Δύο σφαιρικές βάνες 1 ¼ ″ (πριν και μετά το κυκλοφορητή)
- Σωλήνα χάλκινη Φ35 συνολικού μήκους 26 μέτρα
- Σωλήνα χάλκινη Φ22 συνολικού μήκους 6 μέτρα
- Καμπύλη 1 ¼ ″ Τεμάχια 8
- Συστολικός μαστός 1 ¼ ″ \* ¾ ″ Τεμάχια 2
- Γωνία 90° ¾ ″ Τεμάχια 2
- Βάνα σφαιρική ¾ ″ Τεμάχια 3
- Fan Coil Τεμάχιο 1
- Σωλήνα πλαστική Φ18 μέτρα 25

Με βάση τα παραπάνω οι αντιστάσεις τριβής και οι τοπικές αντιστάσεις προκύπτουν να είναι:

-Λέβητας 20 mm H<sub>2</sub>O

-Βάνα σφαιρική 1 ¼ ″ με συντελεστή αντίστασης 0,5 ήτοι ισοδύναμο μήκος

$$2 * 0,5 = 1 \text{ μέτρο } 1 \frac{1}{4} \text{ ″ με πτώση πίεσης } 1 * 8 \text{ mm H}_2\text{O} = 8 \text{ mm H}_2\text{O}$$

-Σωλήνα χαλύβδινη 1 ¼ ″ ή χάλκινη Φ35 με πτώση πίεσης 8 mm H<sub>2</sub>O ήτοι

$$26 \text{ μέτρα} * 8 = 208 \text{ mm H}_2\text{O}$$

-Σωλήνα χαλύβδινη ¾ ″ ή χάλκινη Φ22 με πτώση πίεσης 15 mm H<sub>2</sub>O/m ήτοι

$$6 \text{ μέτρα} * 15 = 90 \text{ mm H}_2\text{O}$$

-Καμπύλη 90° στο 1 ¼ ″ με συντελεστή αντίστασης 0,5 ήτοι ισοδύναμο μήκος

$$8 * 0,5 = 4 \text{ μέτρα στο } 1 \frac{1}{4} \text{ ″ με πτώση πίεσης } 4 * 8 \text{ mm H}_2\text{O/m} = 32 \text{ mm H}_2\text{O}$$

-Συστολικός μαστός 1 ¼ ″ \* ¾ ″ με συντελεστή αντίστασης 9 ήτοι ισοδύναμο μήκος

$$2 * 2,5 = 5,0 \text{ μέτρα } 1 \frac{1}{4} \text{ ″ με πτώση πίεσης } 5 * 8 \text{ mm H}_2\text{O/m} = 40 \text{ mm H}_2\text{O}$$

-Γωνία 90° ¾ ″ με συντελεστή αντίστασης 1,5 ήτοι ισοδύναμο μήκος

$$2 * 1,5 = 3 \text{ μέτρα } \frac{3}{4} \text{ ″ και με πτώση πίεσης } 3 * 15 \text{ mm H}_2\text{O/m} = 45 \text{ mm H}_2\text{O}$$

-Βάνα σφαιρική ¾ ″ με συντελεστή αντίστασης 0,5 ήτοι ισοδύναμο μήκος

$$3 * 0,5 = 1,5 \text{ μέτρα } \frac{3}{4} \text{ ″ και με πτώση πίεσης } 1,5 * 15 \text{ mm H}_2\text{O/m} = 22,5 \text{ mm H}_2\text{O}$$

-Διακόπτης ¾ ″ με συντελεστή αντίστασης 2,0 ήτοι ισοδύναμο μήκος

$$4 * 2 = 8 \text{ μέτρα } \frac{3}{4} \text{ ″ και με πτώση πίεσης } 8 * 15 \text{ mm H}_2\text{O/m} = 120 \text{ mm H}_2\text{O}$$

-Fan Coil 27,8 KPa ≈ 2930 mm H<sub>2</sub>O

-Σωλήνα πλαστική Φ18 \* 2 με πτώση πίεσης 6 mm H<sub>2</sub>O/m ήτοι

$$25 * 6 = 150 \text{ mm H}_2\text{O}$$

Συνολική πτώση πίεσης  $R' = 3,67 \text{ m H}_2\text{O}$

Προσαύξηση 10% για τυχόν απρόβλεπτα:

$$R = R' * 1,1 = 4,04 \text{ m H}_2\text{O}$$

Με παροχή  $1,5 \text{ M}^3/\text{h}$  και μανομετρικό  $4,04 \text{ m H}_2\text{O}$  επιλέγω από το νομογράφημα της εταιρείας DAB τον κυκλοφορητή A50/180 με παροχή  $V = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$  και μανομετρικό  $4,5 \text{ m H}_2\text{O}$ .

### 3.7 ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

#### 1. Βαλβίδα ασφαλείας

Με βάση την εγκατεστημένη ωφέλιμη θερμική ισχύ του λέβητα επιλέγεται βαλβίδα ασφαλείας  $\frac{1}{2}$  '' και με πίεση ανοίγματος 4 bar.

#### 2. Υπολογισμός χωρητικότητας δοχείου διαστολής κλειστού τύπου

$$\text{Ωφέλιμος Όγκος } V_N = V_A / D_f$$

$V_A =$  Όγκος αναμενόμενης διαστολής του νερού

$$D_f = \text{Συντελεστής πίεσης } D_f = (P_A - P_T) / P_T$$

$P_A =$  Αρχική πίεση εγκατάστασης

$P_T =$  Λειτουργική πίεση εγκατάστασης (πίεση ανοίγματος της βαλβίδας ασφαλείας)

$$V_A = V * A_f$$

$A_f =$  Συντελεστής διαστολής (Από πίνακα -0,02891)

$V =$  Χωρητικότητα της εγκατάστασης σε lit νερού

-Λέβητας = 45 lit

-Σωλήνα 1 ¼ '' = 26 \* 1,02 = 26,52 lit

-Σωλήνα ¾ '' = 6 \* 0,37 = 2,22 lit

-Σωλήνα πλαστική Φ18 = 270 \* 0,7 = 189,00 lit

-Σώματα λουτρού = 4 \* 8,5 = 34,00 lit

-Fan Coils = 10 \* 2,52 = 25,20 lit

Σύνολο V ≈ 322 lit

$$V_A = 322 * (-0,02891) = -9,31$$

$$P_A = 1 \text{ bar (10 μέτρα)}$$

$$P_T = 4 \text{ bar}$$

$$D_f = (1-4) / 4 = -0,75$$

$$\text{Άρα } V_N = 9,31 / 0,75 = 12,41 \text{ lit}$$

Επιλέγεται δοχείο διαστολής 25 lit με πίεση ελαστικού θαλάμου 1,0 bar.

### 3.8 ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΣ

Η απαιτούμενη διατομή της καπνοδόχου προσεγγιστικά υπολογίζεται από τη σχέση

$$A[m^2] = (1/n) * (m/\sqrt{H}) \quad (3.1)$$

n: Συντελεστής μορφής (Για ύψος καπνοδόχου 15 μέτρα, από πίνακα προκύπτει n = 1100 για ισχύ λέβητα μέχρι 55000 kcal/h)

Για ισχύ λέβητα  $Q_{\lambda} = 30000/864 = 34,72$  kW η παροχή μάζας καυσαερίων m δίδεται από τη σχέση

$$m = 2,75 * Q_{\lambda} = 2,75 * 34,72 = 95,48 \text{ kg/h}$$

$$\text{Άρα } A = (1/1100) * (95,48 / \sqrt{15}) = 0,002 \text{ m}^2 = 0,141 * 0,141 \text{ m}$$

Επιλέγεται καπνοδόχος 15 \* 15 cm

### 3.9 ΨΥΚΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ

Το ψυκτικό φορτίο που υπολογίσθηκε είναι της τάξης των 60,5 kW περίπου. Το νούμερο αυτό το προσαυξάνουμε κατά 5% για τυχόν απρόβλεπτα και άρα θα έχω  $60,5 * 1,05 = 63,5$  kW.

Από το τεχνικό κατάλογο της εταιρείας RHOSS επιλέγω το ψυκτικό συγκρότημα αέρα-νερού TCAE 160 με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

-Ψυκτικό Μέσο: Freon 407c

-Ψυκτική απόδοση: 63,5 kW

-Συμπιεστής Scroll: n = 1

-Δοχείο αδράνειας: V = 150 lit

-Κυκλοφορητής με μανομετρικό:  $H = 150 \text{ kPa}$

### Παρατήρηση

Η αναφερόμενη παραπάνω ψυκτική απόδοση ισχύει για τις εξής συνθήκες:

-Θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος  $37^\circ \text{C}$

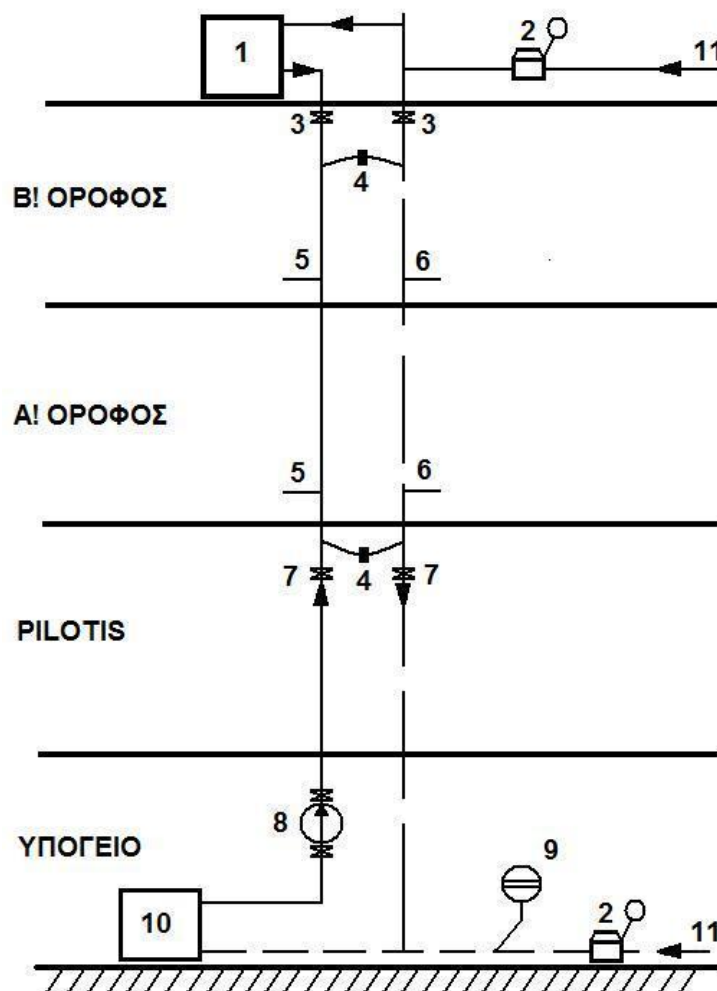
-Θερμοκρασία εξόδου του νερού από το συγκρότημα και είσοδος του στα Fan Coils  $7^\circ \text{C}$

-Θερμοκρασία εξόδου του νερού από τα Fan Coils και επιστροφή του στο συγκρότημα  $12^\circ \text{C}$



## 4.ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Στην **Εικόνα 4.1** βλέπουμε το γενικό σχεδιάγραμμα για την χωροθέτηση και διευθέτηση των δύο συγκροτημάτων θερμικού και ψυκτικού.



**ΕΙΚΟΝΑ 4.1:** Σχεδιάγραμμα για χωροθέτηση και διευθέτηση εγκατάστασης

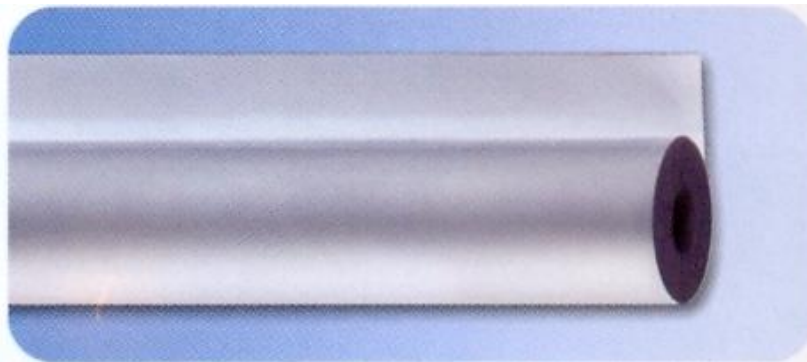
Στο γενικό σχεδιάγραμμα αναφέρονται:

1. Πλήρες ψυκτικό συγκρότημα με ενσωματωμένο κυκλοφορητή και δοχείο αδρανείας.
2. Αυτόματος πλήρωσης της εγκατάστασης με νερό άλλοτε για τη ψύξη και άλλοτε για τη θέρμανση.
3. Βάνα σφαιρική 1 ¼ ″ με χειρολαβή για τη διακοπή διέλευσης του ζεστού νερού προς το ψύκτη όταν η εγκατάσταση λειτουργεί το χειμώνα.
4. By pass με εγκατεστημένη βαλβίδα διαφορικής πίεσης (Λειτουργία της βαλβίδας για το χειμώνα)
5. Συλλέκτες προσαγωγής ζεστού ή ψυχρού νερού 1 ″
6. Συλλέκτες επιστροφής ζεστού ή ψυχρού νερού 1 ″
7. Βάνα σφαιρική 1 ¼ ″ με χειρολαβή για τη διακοπή διέλευσης του ψυχρού νερού προς το λέβητα όταν η εγκατάσταση λειτουργεί το θέρος
8. Κυκλοφορητής θερμικού συγκροτήματος
9. Δοχείο διαστολής θερμικού συγκροτήματος
10. Λέβητας παραγωγής ζεστού νερού
11. Δίκτυο ύδρευσης οικίας

Το θερμικό συγκρότημα θα εγκατασταθεί στο υπόγειο του κτιρίου και το ψυκτικό συγκρότημα στο δώμα του κτιρίου.

Το σύστημα σωληνώσεων που θα μεταφέρουν το ζεστό νερό από το λέβητα προς τους συλλέκτες των ορόφων και το θέρος από το ψύκτη προς τους συλλέκτες των ορόφων θα είναι κοινό, διαμετρήματος 1 ¼ ″ και σωστά μονωμένο για ελαχιστοποίηση θερμικών ή ψυκτικών απωλειών.

Το μονωτικό υλικό θα είναι από συνθετικό καουτσούκ πυκνότητας 60-75 kg/m<sup>3</sup> και πάχους 10 mm, με εξωτερικό πολυμερικό φιλμ προστασίας (**Εικόνα 4.2**).



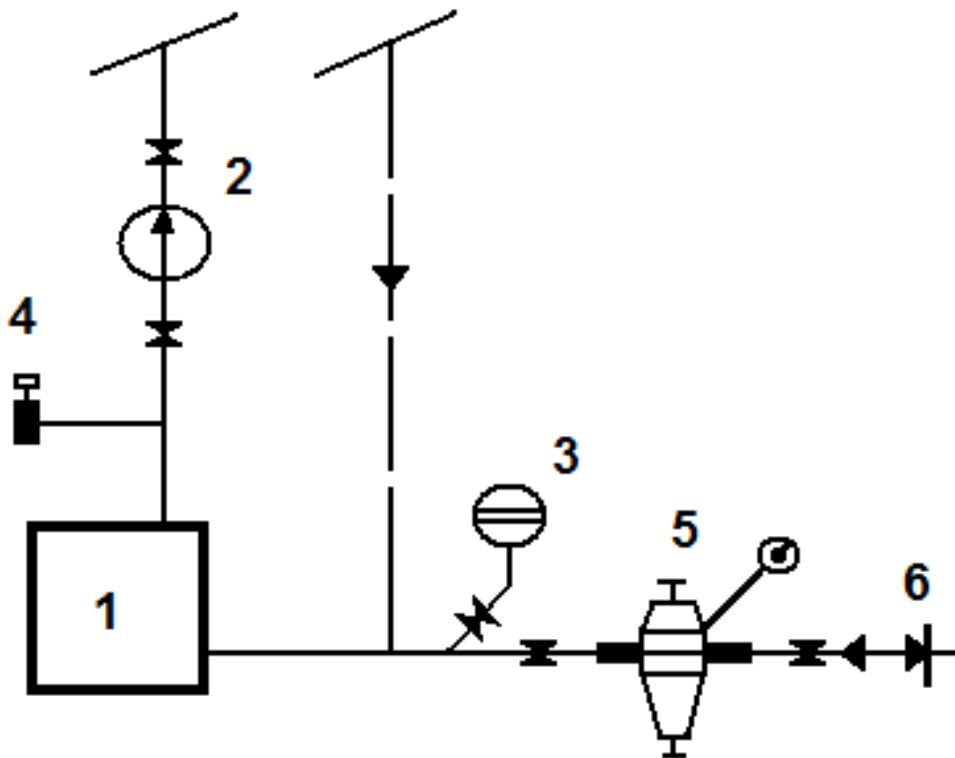
**ΕΙΚΟΝΑ 4.2:** Μονωτικό υλικό σωληνώσεων

#### **4.1 ΔΙΑΤΑΞΗ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ**

Στο σχεδιάγραμμα της **Εικόνας 3.1** φαίνεται σε κάτοψη η διάταξη του λέβητα και των λοιπών στοιχείων του λεβητοστασίου σε συνάρτηση με το διατιθέμενο αρχιτεκτονικό χώρο.

#### 4.1.1 Ρυθμίσεις

##### 1. Ρύθμιση του αυτομάτου πλήρωσης



**ΕΙΚΟΝΑ 4.4:** Σύνδεση αυτομάτου πλήρωσης στο δίκτυο

Στη θέση 5 φαίνεται η διάταξη και σύνδεση του αυτομάτου πλήρωσης με το δίκτυο ύδρευσης της οικίας.

Ο αυτόματος πλήρωσης φέρει στο επάνω μέρος μία βίδα η οποία μπορεί να στραφεί με τη βοήθεια ενός κατσαβιδιού είτε προς τα δεξιά προς την ένδειξη (+) είτε αριστερά προς την ένδειξη (-). Στο κάτω μέρος φέρει ένα περιστρεφόμενο χειροκίνητο διακόπτη που στρεφόμενος προς τα δεξιά και μέχρι το τέρμα του (θέση πλήρως κλειστή) δεν επιτρέπει τη διέλευση νερού στην εγκατάσταση και για τη θέση αυτή ο δείκτης τουμανομέτρου είναι στη θέση 0. Περιστρέφοντας προς τα αριστερά

το μπουτόν του διακόπτη αρχίζει η διέλευση νερού από το δίκτυο ύδρευσης προς την εγκατάσταση με ταυτόχρονη μετακίνηση του δείκτη του μανομέτρου σε τιμές μεγαλύτερες από τα μηδέν bar. Το ότι διέρχεται νερό μέσα στην εγκατάσταση επιβεβαιώνεται και από ένα μικρό χαρακτηριστικό θόρυβο που δημιουργεί η ροή του νερού και ο οποίος θόρυβος γίνεται αντιληπτός πλησιάζοντας το αυτό μας.

Όσο η εγκατάσταση γεμίζει με νερό ο δείκτης του πιεσόμετρου θα δείχνει ενδείξεις όλο και μεγαλύτερες μέχρις ότου επέλθει η πλήρωση της εγκατάστασης οπότε η ένδειξη του δείκτη του πιεσόμετρου θα σταματήσει σε κάποια θέση.

Σημειωτέον ότι ταυτόχρονα με τη πλήρωση της εγκατάστασης θα πρέπει να γίνεται και μία πρώτη εξαέρωση του δικτύου.

Εάν ο δείκτης του πιεσόμετρου μετά τη πλήρωση της εγκατάστασης σταματήσει σε μια ένδειξη μεγαλύτερη του 2,5 bar τότε με το κατσαβίδι στρέφουμε προς τα αριστερά προς τη θέση (-) τη βίδα που βρίσκεται στο πάνω μέρος του αυτομάτου έως ότου ο δείκτης σταματήσει στη θέση 2,5 bar, εάν η ένδειξη προκύψει μικρότερη των 2,5 bar τότε στρέφουμε τη βίδα προς τα δεξιά έως ότου ο δείκτης φθάσει τη θέση 2,5 bar.

Στο εσωτερικό του αυτομάτου πλήρωσης υπάρχει μία βαλβίδα αντεπιστροφής η οποία δεν επιτρέπει τη ροή του νερού προς το δίκτυο ύδρευσης όταν συμβεί να έχουμε διακοπή στο δίκτυο ύδρευσης (το νερό με τη πίεση που δημιουργεί κατά τη ροή εκκένωσης πιέζει και κλείνει την έδρα της βαλβίδας αντεπιστροφής) με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η χωρίς προειδοποίηση εκκένωση της εγκατάστασης πράγμα που θα διαφύγει της προσοχής μας όταν ξαναμπεί σε λειτουργία η εγκατάσταση ενώ θα βρίσκεται κενή νερού. Για μεγαλύτερη ασφάλεια (μπορεί να βγει εκτός λειτουργίας η ενσωματωμένη στον αυτόματο βαλβίδα αντεπιστροφής) τοποθετούμε στο δίκτυο μία συμπληρωματική βαλβίδα αντεπιστροφής (στο σχεδιάγραμμα η θέση 6).

## 2.Δοχείο διαστολής κλειστού τύπου

Στο λεβητοστάσιο και σε παράκαμψη του δικτύου πλήρωσης (θέση 3 του σχεδιαγράμματος) θα γίνει η εγκατάσταση του κλειστού δοχείου διαστολής όπως

φαίνεται στο σχεδιάγραμμα. Ελέγχω με ένα πιεσόμετρο, που προσαρμόζω στη βαλβίδα του αεροθαλάμου του δοχείου που βρίσκεται στο επάνω μέρος, εάν η πίεση του αδρανούς αερίου που βρίσκεται εντός του αεροθαλάμου είναι 1,5 bar. Εάν είναι μεγαλύτερη δια μέσου της βαλβίδας αφαιρώ ποσότητα αέρα, εάν η πίεση είναι μικρότερη προσθέτω δια μέσου της βαλβίδας ποσότητα αέρα.

### 3.Λέβητας θέρμανσης νερού

Οι διαστάσεις του λέβητα των 30000 kcal/h που έχει επιλεγεί για την εγκατάσταση είναι:

ΥΨΟΣ Y: 771 mm

ΠΛΑΤΟΣ B: 650 mm

ΒΑΘΟΣ L: 766 mm

Ο λέβητας θα εγκατασταθεί πάνω σε τσιμεντένιο βάθρο από τσιμεντοκονίαμα ύψους 15 cm και η χωροθέτηση του πρέπει να είναι τέτοια ώστε να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

-Οπίσθια απόσταση από τοίχο:  $(L+100) / 2 = (766+100) / 2 \geq 433$  mm

Στην αρχιτεκτονική κάτοψη η απόσταση αυτή είναι 750 mm.

-Πλαϊνές αποστάσεις από τοίχους  $500 \div 700$  mm

Στην αρχιτεκτονική κάτοψη οι αποστάσεις αυτές είναι 600 mm.

-Εμπρόσθια απόσταση από τοίχο:  $L+100 = 766+100 \geq 866$  mm

Στην αρχιτεκτονική κάτοψη η απόσταση αυτή είναι 1600 mm.

-Η απόσταση του πάνω μέρους του λέβητα από την οροφή θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη των 1500 mm.

Στην περίπτωση μου είναι (με βάση την αρχιτεκτονική κάτοψη):

$$2600-(771+150) = 1679 \text{ mm}$$

Στην είσοδο του λεβητοστασίου θα τοποθετηθεί μεταλλική πόρτα η οποία στο κάτω μέρος και σε απόσταση το πολύ 50 cm από το δάπεδο θα φέρει ανοίγματα με περσίδες εμβαδού στο ελάχιστο 300 cm<sup>2</sup> και που θα αποτελεί τη διατομή λήψης αέρα. Η διατομή εξόδου του αέρα θα γίνει κοντά στην οροφή του λεβητοστασίου και δε θα είναι μικρότερη των 200 cm<sup>2</sup>.

Στη σωλήνα του λέβητα που θα συνδεθεί με τη σωλήνα προσαγωγής του ζεστού νερού στο δίκτυο και πριν από το κυκλοφορητή θα τοποθετηθεί η βαλβίδα ασφαλείας του συστήματος η οποία θα είναι, για τις 30000 kcal/h, ¾ '' και ρυθμισμένη να ανοίγει όταν η πίεση του δικτύου φθάσει και ξεπεράσει τα 4 bar προκειμένου να υπάρξει εκτόνωση του δικτύου.

Ο λέβητας θα φέρει πίνακα στον οποίο θα υπάρχουν τα παρακάτω όργανα τα οποία θα είναι εμβαπτίσεως στο νερό του λέβητα σε ειδική υποδοχή.

A. Θερμόμετρο για την ανά πάσα στιγμή ένδειξη της θερμοκρασίας του νερού του λέβητα.

B. Θερμοστάτη για τη λειτουργία του καυστήρα. Το θερμοστάτη αυτό θα τον ρυθμίσω στους 70÷75° C ώστε ο καυστήρας να διακόπτει αυτόματα τη λειτουργία του όταν το νερό της εγκατάστασης φθάσει σε αυτή τη θερμοκρασία. Άλλωστε αυτή είναι η θερμοκρασία του νερού που χρειάζομαι προκειμένου με αυτή τη θερμοκρασία το νερό να εισέλθει στα Fan Coils.

Γ. Θερμοστάτη (υδροστάτη) για τη λειτουργία του κυκλοφορητή. Το θερμοστάτη αυτό θα το ρυθμίσω στους 35÷40° C ώστε να ξεκινάει και να σταματάει ο κυκλοφορητής τη λειτουργία του σε αυτή τη θερμοκρασία του νερού της εγκατάστασης.

Ε. Θερμοστάτη ασφαλείας ο οποίος από τον κατασκευαστή είναι ρυθμισμένος ώστε να διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα ακαριαία (με τη διακοπή της ηλεκτρικής παροχής προς το καυστήρα) όταν η θερμοκρασία του νερού της εγκατάστασης φθάσει και ξεπεράσει τους 100° C.

Z. Πιεσόμετρο για την ανά πάσα στιγμή ένδειξη της πίεσης που επικρατεί στο κατώτερο σημείο της εγκατάστασης δηλαδή στο λέβητα.

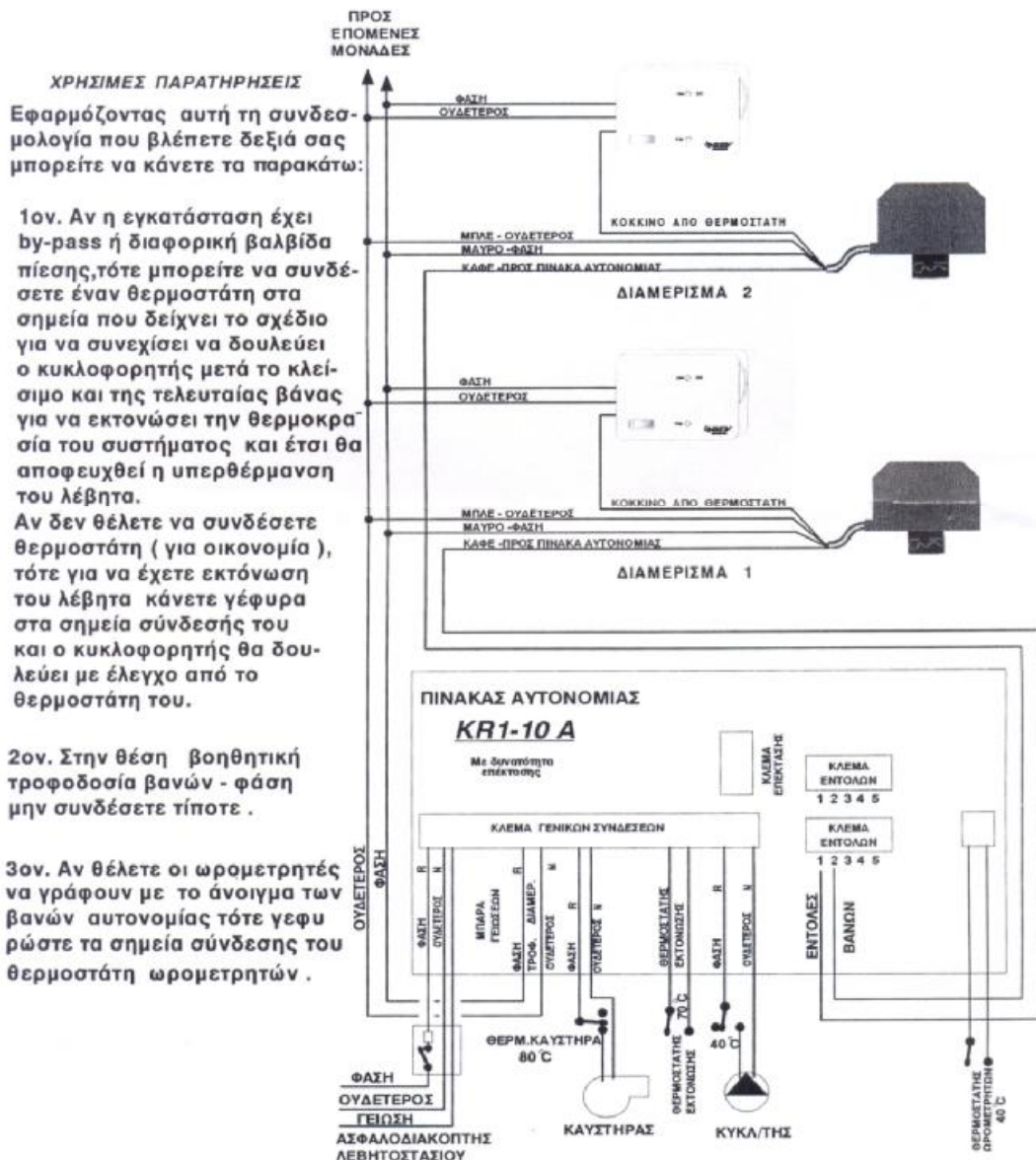
H. Διακόπτη ON-OFF για την ηλεκτρική θέση σε λειτουργία ή όχι της εγκατάστασης

Επειδή η εγκατάσταση θα γίνει αυτόνομη, θα πρέπει να τοποθετηθεί στο λεβητοστάσιο, που αποτελεί κοινόχρηστο χώρο, εκτός από το καθιερωμένο ηλεκτρικό ασφαλοδιακόπτη, και ένας ηλεκτρικός πίνακας αυτονομίας με δύο ωρομετρητές για τον οποίο η ηλεκτρική συνδεσμολογία και οι οδηγίες χρήσης φαίνονται στην **Εικόνα 4.5**.



### ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕ BY-PASS

ΣΕΙΡΑ ΜΕ ΡΕΛΕ



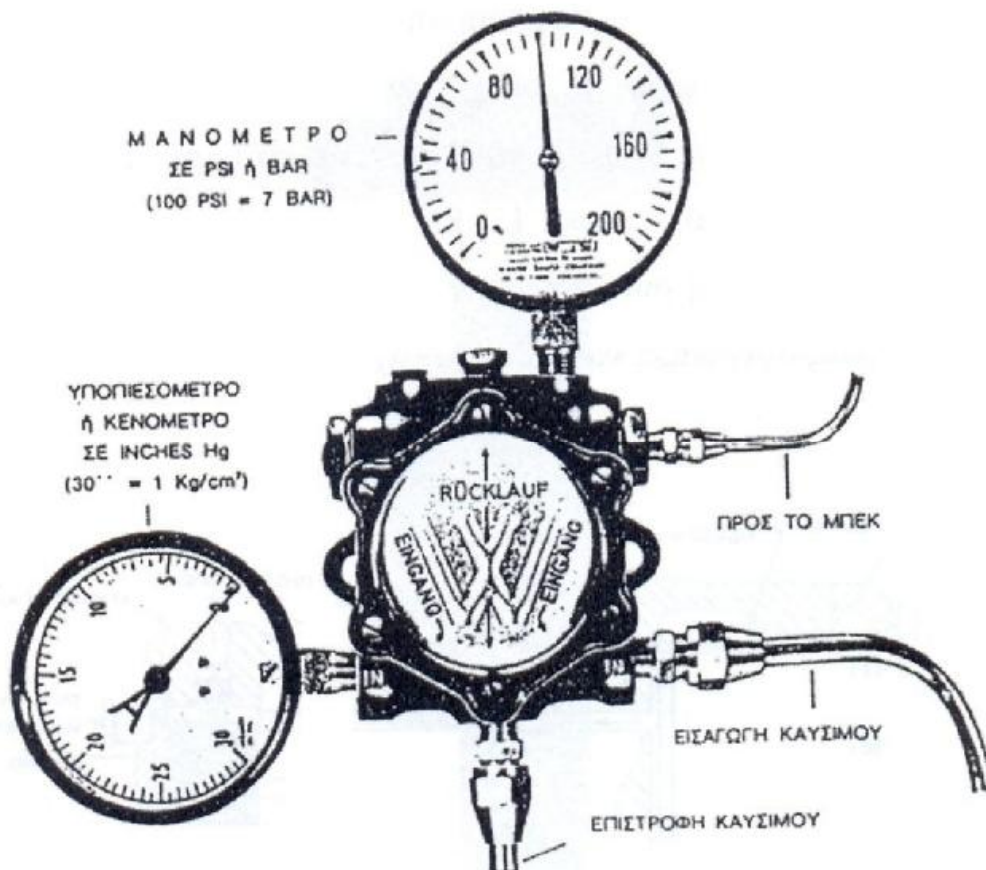
**ΕΙΚΟΝΑ 4.5:** Συνδεσμολογία πίνακα αυτονομίας



#### 4.Καυστήρας

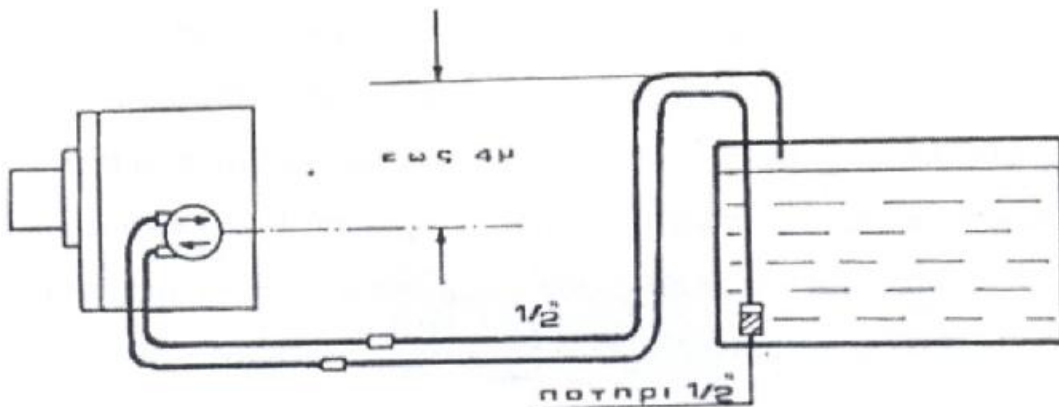
Για το καυστήρα των 4 kg/h που επιλέχθηκε θα χρησιμοποιήσουμε μπέκ με γωνία κώνου διασκορπισμού  $60^\circ$  και θα ρυθμίσουμε τη πίεση της αντλίας του καυστήρα σε μία πίεση μεταξύ των 8 και 12 bar. Η ρύθμιση της αντλίας σε πολύ μεγάλες πιέσεις προκαλεί γρήγορη φθορά της αντλίας, η δε λειτουργία της με μεγάλες υποπίεσεις στην αναρρόφηση προκαλεί γρήγορη πρόωρη φθορά στα γρανάζια της γιατί αυτά δουλεύουν στεγνά χωρίς αρκετή λίπανση.

Για τη ρύθμιση της πίεσης (υπάρχουν πάντα δύο σημεία μέτρησης) θα συνδέσουμε ένα μανόμετρο και ένα κενόμετρο.



**ΕΙΚΟΝΑ 4.6:** Διάταξη μανόμετρου - κενόμετρου

Η πίεση της αντλίας που ρυθμίζουμε στη δική μας περίπτωση είναι 11 με 12 bar. Η τροφοδότηση με πετρέλαιο από τη δεξαμενή πετρελαίου, που βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το λέβητα, θα γίνει με σύστημα δύο σωλήνων (χωριστή επιστροφή). Στη περίπτωση αυτή γίνεται αυτόματη εξαέρωση όταν η αντλία πάρει αέρα και αυτό συμβαίνει όταν τελειώνει το πετρέλαιο στη δεξαμενή και με το νέο εφοδιασμό εγκλωβίζεται αέρας στην αντλία.



**ΕΙΚΟΝΑ 4.7:** Διάταξη τροφοδοσίας πετρελαίου στο λέβητα

Στη γραμμή τροφοδοσίας μεταξύ λέβητα και καυστήρα θα τοποθετηθεί φίλτρο προκειμένου να συγκρατούνται μικροσωματίδια που τυχόν κουβαλάει το πετρέλαιο στη ροή του προς το καυστήρα.

Η αναγκαία ποσότητα του καυσιγόνου αέρα καθώς και η επαρκής πίεσή του θα ρυθμιστούν με τη βοήθεια του τάμπερ αέρα του καυστήρα κατά τέτοιο τρόπο ώστε η καύση να είναι όσο το δυνατόν τέλεια και η φλόγα που θα δημιουργηθεί στο φλογοθάλαμο του λέβητα να είναι ομαλή. Αυτό μπορούμε να το διαπιστώσουμε παρατηρώντας την ομαλότητα της φλόγας από ειδικό γυάλινο μάτι που βρίσκεται μπροστά στο λέβητα, την δε ποιότητα της καύσης να τη κρίνουμε με βάση τις μετρήσεις που ταυτόχρονα κάνουμε σε δείγμα των παραγομένων καυσαερίων με τη βοήθεια της συσκευής ανάλυσης των καυσαερίων Brigon.

Από την ανάλυση των καυσαερίων θα πάρουμε τιμές για τις εκπομπές CO και CO<sub>2</sub> καθώς και τιμή της απόδοσης που έχει άμεση σχέση με τη μετρούμενη τιμή της θερμοκρασίας των καυσαερίων στην έξοδό τους από το λέβητα.

Εάν οι τιμές CO και CO<sub>2</sub> δεν μας ικανοποιούν (προδιαγραφές κατασκευαστή καυστήρα) μπορούμε να τις έχουμε στα επίπεδα που θέλουμε ρυθμίζοντας αντίστοιχα τη πίεση της αντλίας του καυστήρα σε συνδυασμό με πιθανή αλλαγή του μπέκ και μέσω του τάμπερ αέρα ρυθμίζοντας τη παροχή και πίεση του καυσιγόνου αέρα.

Όσον αφορά τη θερμοκρασία των καυσαερίων πρέπει να φροντίσουμε αυτή αφ' ενός μεν να μην έχει μεγάλη τιμή (μικρή απόδοση λέβητα), αφ' ετέρου δε να μην έχει τιμή μικρότερη από τη θερμοκρασία υγροποίησης των υδρατμών που κουβαλούν τα καυσαέρια.

Για τη ρύθμιση της κεφαλής του καυστήρα που περιλαμβάνει το μπέκ, το δίσκο στροβιλισμού του αέρα και το σύστημα έναυσης με υψηλή τάση πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες του κατασκευαστή. Η έναυση του μίγματος θα επιτευχθεί με ηλεκτρικό τόξο 6÷12 kV και 20÷30 mA που θα αναπτυχθεί πάνω σε δύο ηλεκτρόδια μεταξύ τους σε απόσταση 3,5÷4,5 mm που τοποθετούνται με τις ακίδες τους περί το 1 mm μπροστά από το μπέκ.

## 5.Κυκλοφορητής

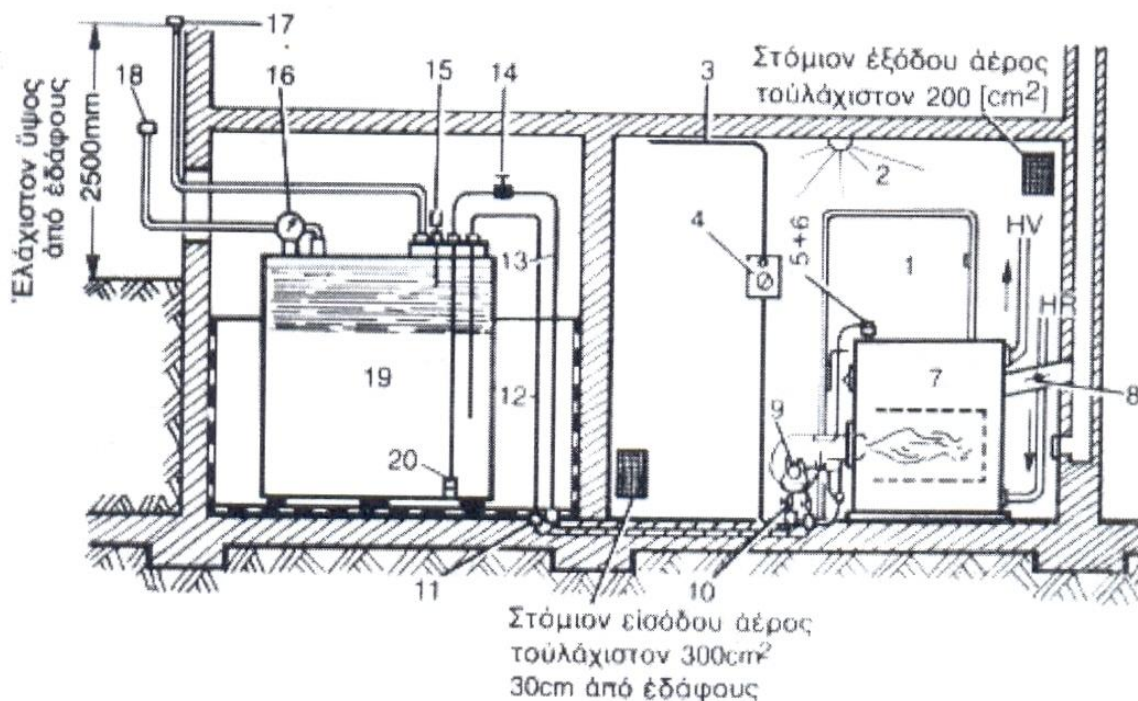
Ο κυκλοφορητής που επιλέχθηκε θα τοποθετηθεί στο σωλήνα προσαγωγής καθότι μπορεί να λειτουργήσει με θερμοκρασίες νερού 130° C (Για θερμοκρασίες νερού μέχρι 100° C τοποθετείται στη σωλήνα επιστροφής).

Η σύνδεση του κυκλοφορητή στο δίκτυο θα περιλαμβάνει:

1. Δύο σφαιρικούς διακόπτες στο 1 ¼ '' ώστε να είναι δυνατή η αφαίρεσή του από το δίκτυο χωρίς το άδειασμα του δικτύου από νερό.
2. Μια ρυθμιστική βαλβίδα μετά το κυκλοφορητή για τη ρύθμιση της συνολικής πτώσης πίεσης και τη παροχή.
3. Δύο μανόμετρα, ένα πριν και ένα μετά το κυκλοφορητή.
4. Ένα φίλτρο νερού πριν από το κυκλοφορητή

## 6. Δεξαμενή καυσίμου

Όπως φαίνεται στην αρχιτεκτονική κάτοψη του λεβητοστασίου, η δεξαμενή πετρελαίου θα εγκατασταθεί σε παραπλήσιο από το λεβητοστάσιο χώρο. Θα κατασκευασθεί από μαύρο χαλυβοέλασμα πάχους 2,3 - 3 mm και θα είναι συγκολλητή. Στο επάνω μέρος θα υπάρχει κατάλληλη θυρίδα επίσκεψης διαστάσεων τουλάχιστον 40 \* 50 cm. Η σωλήνα πλήρωσής της θα είναι διαμέτρου 2'' και θα καταλήγει σε φρεάτιο διαστάσεων 30 \* 40 cm το οποίο θα καλύπτεται από χυτοσιδηρένια πλάκα. Η δεξαμενή θα τοποθετηθεί εντός λεκάνης κατάλληλης χωρητικότητας ώστε τυχούσα διαρροή καυσίμου να χωρέσει στη λεκάνη. Στο άνω μέρος της δεξαμενής θα υπάρχει σωλήνας εξαερισμού 1 ½ '' που θα έχει έξοδο στον ελεύθερο χώρο με κάμψη του σωλήνα προς τα κάτω και κατάληξη σε ύψος 2,5 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της γης.



**ΕΙΚΟΝΑ 4.8:** Διάταξη λεβητοστασίου

Στην παραπάνω εικόνα αναφέρονται τα εξής:

HV: Σωλήνα προσαγωγής ζεστού νερού

HR: Σωλήνα επιστροφής

1: Πόρτα λεβητοστασίου μεταλλική

2: Φωτισμός πάνω από το καυστήρα

3: Είσοδος ρεύματος

4: Διακόπτης ρεύματος

5: Υδροστάτης (θερμοστάτης) ρύθμισης θερμοκρασίας νερού

6: Θερμοστάτης ασφαλείας

7: Λέβητας

8: Ρυθμιστικό τάμπερ καυσαερίων

9: Καυστήρας

10: Διακόπτης σωλήνας πετρελαίου

11: Σωλήνα ασφαλείας

12: Σωλήνα επιστροφής πετρελαίου διαμέτρου 8 – 10 mm

13: Σωλήνα προσαγωγής πετρελαίου διαμέτρου 8 – 10 mm

14: Διακόπτης πετρελαίου  $\frac{3}{8}$ ''

15: Εντολή σε σειρά να ότι γέμισε η δεξαμενή και διακοπή λειτουργίας καυστήρα

16: Δείκτης στάθμης καυσίμου

17: Σωλήνας εξαερισμού

18: Σωλήνας πλήρωσης δεξαμενής

19: Δεξαμενή

20: Βαλβίδα αναρρόφησης (ποτηράκι)

## 4.2 ΔΙΑΤΑΞΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

Στο δώμα της οικοδομής θα κατασκευασθεί βάση από μπετόν ύψους 20 cm και εμβαδού 1,40 \* 1,10 m ικανή για το βάρος της μονάδας που θα είναι 680 με 700 kg. Στην **Εικόνα 4.9** φαίνεται μια μονάδα Chiller.

Η μονάδα θα επικαθήσει πάνω σε αντικραδασμικές βάσεις και θα περιλαμβάνει ενσωματωμένο ψυχοστάσιο αποτελούμενο από κυκλοφορητή με μανομετρικό 161 kPa και δοχείο αδρανείας 150 lit. Η έναρξη λειτουργίας της μονάδας και η παύση της θα γίνεται από χειριστήριο αποστάσεως.

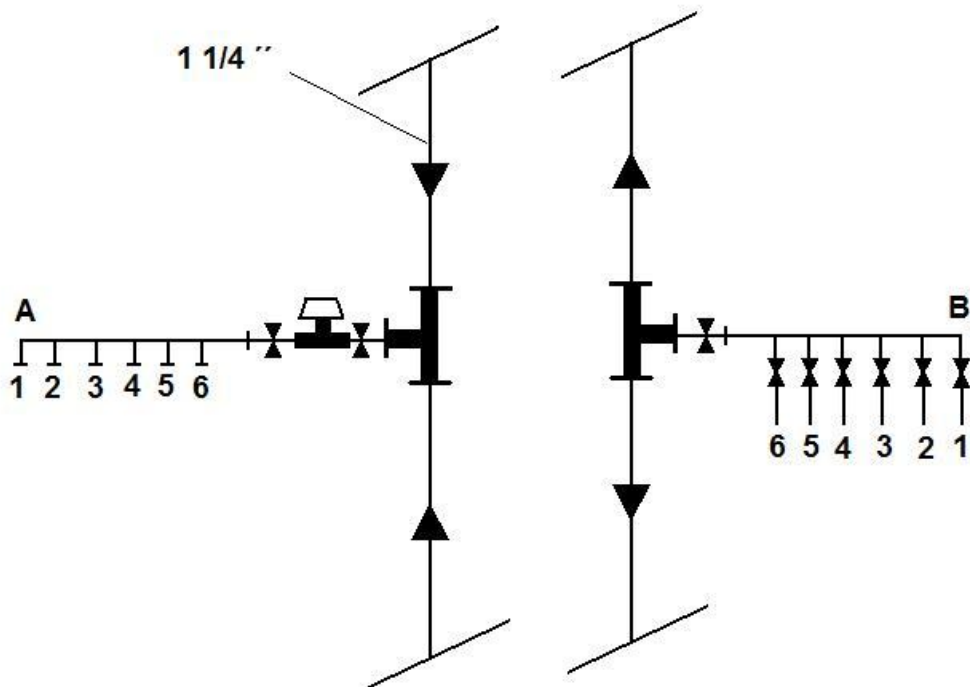
Η πλήρωσή της με νερό θα γίνει με τη βοήθεια ανεξάρτητου, από το λέβητα, αυτομάτου πλήρωσης και η υδραυλική σύνδεσή της με τους συλλέκτες των δύο ορόφων θα γίνει με κατακόρυφους σωλήνες 1 ¼ '' σωστά μονωμένες κατά τα πρότυπα μόνωσης των σωλήνων θέρμανσης.



**ΕΙΚΟΝΑ 4.9:** Μονάδα Chiller

#### 4.3 ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΟΡΟΦΩΝ

Και στους δύο υπό μελέτη ορόφους οι κατακόρυφες σωλήνες που έχουν διαμέτρημα  $1\frac{1}{4}$ '' (προσαγωγής και επιστροφής) θα συνδεθούν με τους αντίστοιχους συλλέκτες 1'' (προσαγωγή και επιστροφή όπως φαίνεται παρακάτω στην **Εικόνα 4.10**):



**ΕΙΚΟΝΑ 4.10:** Σύνδεση σωληνώσεων στους συλλέκτες

A. Συλλέκτης προσαγωγής ζεστού νερού από το λέβητα ή ψυχρού νερού από το ψύκτη

Ο συλλέκτης αυτός θα συνδεθεί με τη σωλήνα προσαγωγής με ένα ταφ  $1\frac{1}{4} * 1\frac{1}{4} * 1''$ . Στην απόληξη  $1''$  του ταφ θα συνδεθεί μία βάνα σφαιρική  $1''$  με χειρολαβή τύπου πεταλούδας M-E βόλτα και στη μέσα βόλτα της βάνας θα συνδεθεί η έξω βόλτα της ηλεκτροβάνας  $1''$ . Στη μέσα βόλτα της ηλεκτροβάνας θα συνδεθεί η έξω βόλτα μίας σφαιρικής βάνας  $1''$  με χειρολαβή τύπου πεταλούδας και στη συνέχεια στη μέσα βόλτα της σφαιρικής βάνας θα συνδεθεί από τη μία πλευρά η έξω βόλτα ενός μαστού  $1''$  και από την άλλη πλευρά η έξω βόλτα του μαστού θα συνδεθεί με τη μέσα βόλτα του συλλέκτη ο οποίος συλλέκτης στο τέρμα του θα ταπωθεί με αρσενική τάπα  $1''$ . Συλλέκτες φαίνονται στην **Εικόνα 4.11**.



**ΕΙΚΟΝΑ 4.11:** Συλλέκτες διαφόρων μεγεθών



Ο συλλέκτης θα είναι 6 αναχωρήσεων ήτοι πέντε αναχωρήσεις για τα πέντε Fan Coils που έχουν προβλεφτεί από την μελέτη και μία έκτη αναχώρηση για τη τροφοδοσία των δύο σωμάτων που θα τοποθετηθούν στο λουτρό και στο WC.

Στις υποδοχές αναχωρήσεων του συλλέκτη θα βιδωθούν αντίστοιχα ρακόρ (για πλαστική σωλήνα)  $18 * 2 * \frac{1}{2}$  '' στα οποία θα συνδεθούν τα κυκλώματα της πλαστικής σωλήνας.

#### B. Συλλέκτης επιστροφής προς λέβητα ή προς ψύκτη

Ο συλλέκτης επιστροφής θα συνδεθεί στη κεντρική σωλήνα επιστροφής  $1 \frac{1}{4}$  '' με τη παρεμβολή ενός ταφ  $1 \frac{1}{4} * 1 \frac{1}{4} * 1''$ . Στη μέσα βόλτα της  $1''$  του ταφ θα συνδεθεί μια σφαιρική βάνα  $1''$  M-E βόλτα με χειρολαβή τύπου πεταλούδας και στη μέσα βόλτα της σφαιρικής βάνας θα συνδεθεί η έξω βόλτα ενός μαστού  $1''$  του οποίου η έξω βόλτα της αντίθετης πλευράς του θα συνδεθεί στη μέσα βόλτα του συλλέκτη  $1''$  ο οποίος συλλέκτης στο τέρμα του θα ταπωθεί με αρσενική τάπα  $1''$ .

Ο συλλέκτης επιστροφής θα φέρει 6 υποδοχές  $\frac{1}{2}$  '' στις οποίες θα βιδωθούν διακόπτες στραγγαλισμού της πίεσης του νερού. Στη μέσα βόλτα των στραγγαλιστικών διακοπών θα βιδωθούν αντίστοιχα ρακόρ  $18 * 2 * \frac{1}{2}$  στα οποία θα συνδεθούν οι επιστροφές των κυκλωμάτων της πλαστικής σωλήνας.

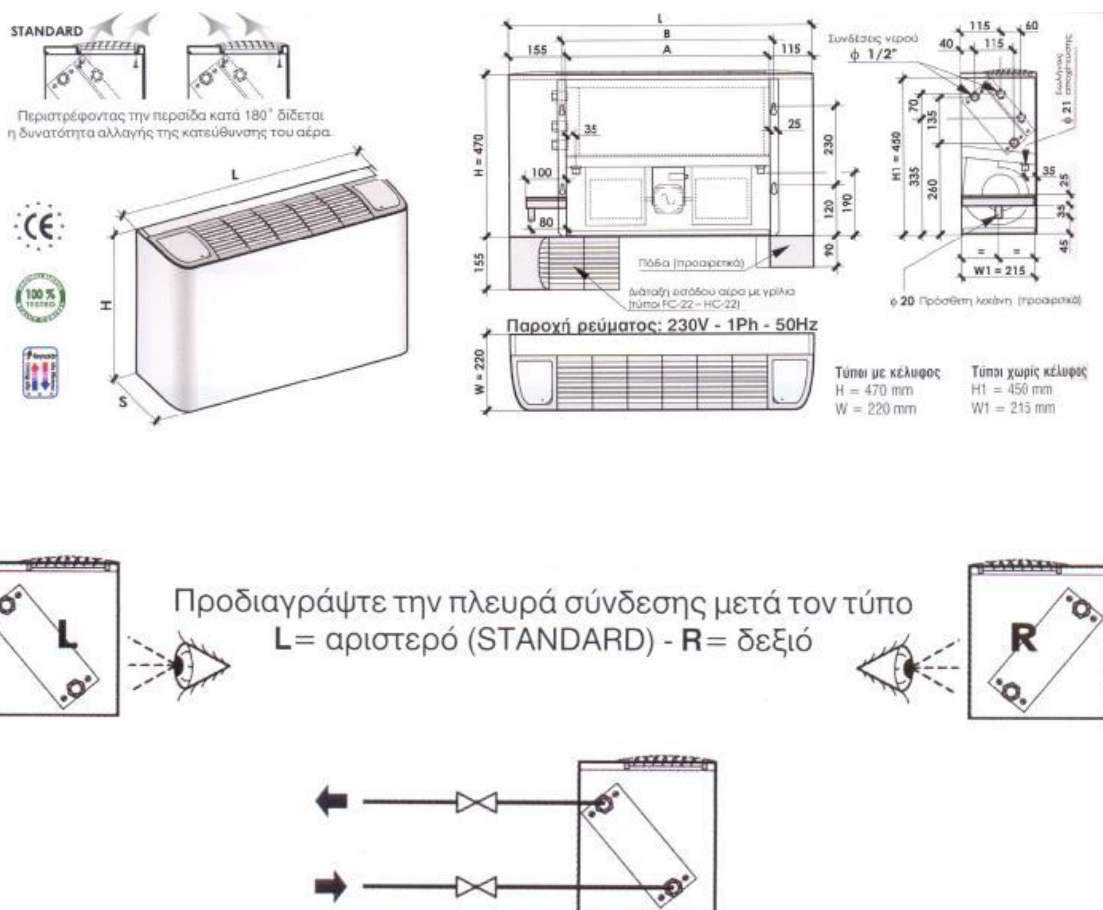
#### 4.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ FAN COILS

Η θέση των Fan Coils φαίνεται στη συνημμένη κάτοψη καθώς επίσης και τα κυκλώματα της υδραυλικής σύνδεσης των Fan Coils με τους συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής όπως περιγράφηκαν στη προηγούμενη παράγραφο.

Η πλαστική σωλήνα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι κατασκευασμένη από ακτινοδίκτυωμένο πολυαιθυλένιο και θα φέρει ειδική προστατευτική μόνωση προκειμένου να αποφευχθεί η υγραποίηση της αχνούρας που θα σχηματιζόταν στην

εξωτερική επιφάνεια (όταν η εγκατάσταση λειτουργεί σε ψύξη) εξ αιτίας των διαφοροποιήσεων της θερμοκρασίας του δαπέδου των χώρων. Σημειωτέων ότι το στρώσιμο της σωλήνας θα γίνει υποδαπέδια και θα ληφθεί υπόψη ώστε να μην είναι τεντωμένη αλλά με δυνατότητα να μπορεί να ανταποκριθεί σε τυχόν θερμοκρασιακές διαστολές ή συστολές.

Επειδή τα Fan Coils θα είναι με ένα στοιχείο, η σύνδεση του σωλήνα προσαγωγής και επιστροφής με το στοιχείο θα γίνει όπως φαίνεται στην **Εικόνα 4.12**.



**ΕΙΚΟΝΑ 4.12:** Διατάξεις σύνδεσης σωληνώσεων στα Fan Coil

Τα Fan Coils εκτός ότι θα διαθέτουν βάσεις στήριξης στο δάπεδο (πόδια) ύψους 90 mm από το δάπεδο καλό θα ήταν να αγκυρωθούν και στο τοίχο (η πίσω επιφάνειά τους).

Κάτω ακριβώς από το στοιχείο των Fan Coils υπάρχει μία λεκάνη όπου συσσωρεύονται τα συμπυκνώματα (από σχηματισμό αχνούρας) που προέρχονται από το στοιχείο (λειτουργία σε ψύξη) εξ αιτίας των διαφοροποιήσεων της θερμοκρασίας του αέρα του χώρου.

Η λεκάνη των συμπυκνωμάτων φέρει μία υποδοχή στην οποία προσαρμόζεται σωλήνα πλαστική Φ22 για την παροχέτευση των συμπυκνωμάτων του νερού στην αποχέτευση.

Σε κάθε θέση που θα τοποθετηθεί Fan Coil θα πρέπει να προβλεφθεί ηλεκτρική παροχή για τη λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα που ενεργοποιεί τον ανεμιστήρα αναρρόφησης και κατάθλιψης του αέρα.

## 5. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

### 5.1 ΠΑΓΙΑ (ΥΛΙΚΑ)

1	ΛΕΒΗΤΑΣ	550 €
2	ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ	390 €
3	ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	230 €
4	ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ	45 €
5	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	25 €
6	ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	5 €
7	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	245 €
8	ΣΩΜΑΤΑ ΛΟΥΤΡΩΝ	220 €
9	FAN COILS	7000 €
10	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ	135 €
11	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ FAN COILS	120 €
12	ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΣ	300 €
13	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ	370 €
14	ΣΩΛΗΝΑ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ	550 €
15	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΣΩΛΗΝΑ 1 1/4 ''	340 €
16	ΜΟΝΩΣΗ ΣΩΛΗΝΑ 1 1/4	40 €
17	ΨΥΚΤΗΣ ΠΛΗΡΗΣ	14300 €
<b>ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>24865 €</b>
<b>ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ 10%</b>		<b>2485 €</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>27350 €</b>

## 5.2 ΠΑΓΙΑ (ΕΡΓΑΣΙΑ)

<b>ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ, ΤΕΧΝΙΤΗΣ ΚΑΙ ΒΟΗΘΟΣ 230 ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ ΕΠΙ 12 ΗΜΕΡΕΣ</b>	2760 €
<b>ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ</b>	600 €
<b>ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ</b>	500 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	3860 €

**ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΑ 31210,00 €**

## 5.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΞΟΔΑ

Το θερμικό συγκρότημα θα λειτουργεί επί 150 ημέρες το χρόνο και οκτάωρη διακοπτόμενη λειτουργία ανά ημέρα με ημερήσια κατανάλωση περί τα 18 λίτρα, ήτοι για τις 150 ημέρες συνολική κατανάλωση 2700 λίτρα.

<b>ΚΟΣΤΟΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ</b>	1215 €
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΙΑ ΦΟΡΑ ΕΤΗΣΙΩΣ</b>	100 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	1315 €

Το ψυκτικό συγκρότημα με απορροφώμενη ισχύ περί τα 16 kW θα λειτουργεί για τρεις μήνες ήτοι 720 ώρες και θα καταναλώσει ενέργεια περί τις 11520 kWh. Με μία μέση τιμή kWh στα 0,14002 € θα έχουμε συνολικό κόστος λειτουργίας περί τα 1050,00 €

Λαμβάνοντας υπόψη και την ετήσια συντήρηση του ψύκτη που υπολογίζεται περίπου στα 200 € καταλήγουμε ότι η επιλογή του συστήματος που επιλέχθηκε βγάζει πάγιο κόστος 31210,00 € και λειτουργικό κόστος ανά έτος περί τα 3165,00 €.

Εάν επιλεγόταν το σύστημα θέρμανσης και ψύξης του νερού με αντλία θερμότητας το κόστος παγίων (Υλικά) θα έφθανε στο ύψος των 27780,00 € και το κόστος παγίων (εργασία) θα έφθανε στο ύψος των 2700,00 € ήτοι σύνολο παγίων 30480,00 €

Όσον αφορά το λειτουργικό κόστος σε ετήσια βάση, η καταναλισκόμενη ενέργεια για 1920 ώρες λειτουργίας της μονάδας φθάνει τις 30720 kWh που με μία μέση τιμή kWh 0,14002 € αγγίζει περί τα 4300,00 €.

Να αναφέρουμε ότι ο προϋπολογισμός βασίζεται σε τιμές που τρέχουν στο χρονικό διάστημα Νοέμβριος 2008 – Απρίλης 2009.

## 6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα θα λαμβάνουν υπόψη τα κόστη της κάθε περίπτωσης καθώς επίσης και το ζητούμενο αποτέλεσμα από τη λειτουργία τους.

### 6.1 ΠΡΩΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

<b>ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΓΙΩΝ (ΥΛΙΚΑ)</b>	27.350 €
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΓΙΩΝ (ΕΡΓΑΣΙΑ)</b>	3.860 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	31.210 €
<b>ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ</b>	3.165 €

## 6.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

<b>ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΓΙΩΝ (ΥΛΙΚΑ)</b>	27.780 €
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΓΙΩΝ (ΕΡΓΑΣΙΑ)</b>	2.700 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	30.480 €
<b>ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ</b>	4.300 €

## 6.3 ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ

Όσον αφορά τα πάγια κόστη η πρώτη επιλογή είναι μεν ακριβότερη κατά 730 €, το δε λειτουργικό κόστος σε ετήσια βάση είναι μικρότερο κατά 1135 €.

Το λειτουργικό κόστος σε συνδυασμό με το ζητούμενο αποτέλεσμα που είναι η σωστή λειτουργία των FAN COILS, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, με τροφοδοσία νερού 70° C, πράγμα που αυτό δεν επιτυγχάνεται με αντλία θερμότητας μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η πρώτη επιλογή που εγώ επέλεξα είναι και η καταλληλότερη.

**ΤΕΛΟΣ**



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Η Τεχνολογία της ψύξης – Γεώργιος Κ. Αλέξης

Κλιματισμός – Αντ. Ν. Ασημακόπουλος

Air Conditioning – Trane

System Design Manual – Carrier

Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων – Χρήστος Κ. Παπαλυμπέρης