

## **ΣΧΕΔΙΟ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑΣ**



### Ενέργεια 2.3.2: «Ανάπτυξη των Τ.Ε.Ε. και Σ.Ε.Κ.»

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ:

**Σταμάτης Αλαχιώτης**

*Καθηγητής Γενετικής Πανεπιστημίου Πατρών*

*Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

### Έργο:

«Βιβλία Τ.Ε.Ε.»

– Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου:

**Γεώργιος Βούτσινος**

*Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

– Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα

**Δαφέρμος Ολύμπιος**

*Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

# ΣΧΕΔΙΟ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΑΝΔΡΕΑΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ • ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΥ ΡΟΔΟΥΛΑ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

2ος Κύκλος

Ειδικότητα: *Ψυκτικών Εγκαταστάσεων και Κλιματισμού*

ΤΟΜΕΑΣ  
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ

### **ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ**

---

- Ανδρεάδης Γεώργιος, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
- Παρασκευοπούλου Ροδούλα, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός

### **ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ**

---

- Πάγκαλος Σταύρος, Μηχανολόγος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης

### **ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ**

---

- Τρασανίδης Γεώργιος, Μηχανολόγος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης
- Μπακαβέλος Αθανάσιος, Υπομηχανικός Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης
- Περκουλίδης Γεώργιος, Μηχανολόγος Μηχανικός

### **ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ**

---

- Αστεριάδης Νικόλαος, Φιλολόγος

### **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

---

- Μπαμπά Μαρία

### **ATELIER**

---

- COSMOSWARE

**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**  
Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα  
Δαφέρμος Ολύμπιος  
Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

**Τ**ο βιβλίο με τίτλο ‘Σχέδιο Ειδικότητας’ απευθύνεται στους μαθητές του 2ου κύκλου της ειδικότητας ‘Ψυκτικών Εγκαταστάσεων και Κλιματισμού’ του Μηχανολογικού Τομέα των ΤΕΕ. Η συγγραφή του έγινε με βάση το αναλυτικό πρόγραμμα του ΥΠΕΠΘ. Σκοπός του βιβλίου είναι να δώσει στους μαθητές, που γνωρίζουν ήδη από προηγούμενες τάξεις τις βασικές αρχές του μηχανολογικού σχεδίου, τη δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με σχέδια εγκαταστάσεων, συσκευών και εξαρτημάτων ψύξης και κλιματισμού, που θα συναντήσουν κατά την άσκηση του επαγγέλματός τους έτσι ώστε να εξοικειωθούν με τη σχεδίαση αλλά και την ανάγνωση και κατανόηση τέτοιων σχεδίων.

Το βιβλίο διαιρείται σε οκτώ κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στη σχεδίαση δικτύων σωληνώσεων εγκαταστάσεων μεγάλης επαγγελματικής ψύξης και βιομηχανικής ψύξης και αναγνώριση των κατασκευαστικών λεπτομερειών των δικτύων μεγάλων εγκαταστάσεων ψύξης. Το δεύτερο και τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται στη σχεδίαση δικτύων αεραγωγών εγκαταστάσεων κεντρικού κλιματισμού και αερισμού και στην αναγνώριση των κατασκευαστικών λεπτομερειών τους. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται σχέδια των βασικών συσκευών που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις ψύξης μεγάλης ισχύος καθώς και τεχνικές πληροφορίες που περιέχονται σε τεχνικά εγχειρίδια τέτοιων συσκευών. Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφονται διαγράμματα λειτουργίας μονάδων απορρόφησης. Παρουσιάζονται επίσης σχέδια και τεχνικές πληροφορίες που αναφέρονται σε τέτοιες μονάδες και περιέχονται στα αντίστοιχα τεχνικά εγχειρίδια. Στο έκτο κεφάλαιο εξετάζονται τα δομικά στοιχεία που απαρτίζουν μια ηλεκτρολογική εγκατάσταση και παρουσιάζονται σχέδια εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία των συστημάτων αυτοματισμού, οι ηλεκτρολογικοί αυτοματισμοί κινητήρων και σχέδια κυκλωμάτων αυτοματισμού. Τέλος στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζονται προγράμματα σχεδίασης εγκαταστάσεων κλιματισμού με τη βοήθεια Η/Υ.

Ευχαριστούμε θερμά τις εταιρίες Bitzer, Standard, AIA, Evapco, Alfa Laval, Φυρογένης, Trane, Transparent, Siemens, Advance Cutting Systems, Elite Software και Ti-Soft για τα σχέδια και τις τεχνικές πληροφορίες που έθεσαν στη διάθεσή μας.

Ελπίζουμε ότι το βιβλίο ανταποκρίνεται στις προσδοκίες του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, των εκπαιδευτικών και των μαθητών των ΤΕΕ και θα διευκολύνει τη διδασκαλία και εκμάθηση του σχεδίου της συγκεκριμένης ειδικότητας.

Οι Συγγραφείς

# ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΤΟΥΣ

- 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 1.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ
- 1.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ
- 1.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ





- ✓ Να αναγνωρίζετε τα βασικά σύμβολα σχεδίασης ενός δικτύου σωληνώσεων εγκαταστάσεων μεγάλης επαγγελματικής και βιομηχανικής ψύξης.
- ✓ Να κατανοήσετε μέσα από διάφορα παραδείγματα τους βασικούς κανόνες σχεδίασης ενός δικτύου σωληνώσεων εγκαταστάσεων μεγάλης επαγγελματικής και βιομηχανικής ψύξης, έτσι ώστε να μπορείτε να σχεδιάζετε αντίστοιχα δίκτυα.
- ✓ Να σχεδιάζετε λεπτομέρειες ενός δικτύου σωληνώσεων εγκαταστάσεων μεγάλης επαγγελματικής και βιομηχανικής ψύξης.
- ✓ Να σχεδιάζετε διάφορες συνδέσεις και στηρίξεις ενός δικτύου σωληνώσεων εγκαταστάσεων μεγάλης επαγγελματικής και βιομηχανικής ψύξης.

## 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

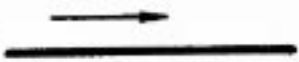
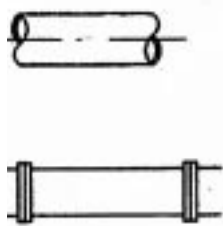




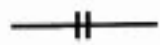
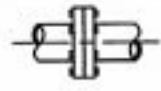

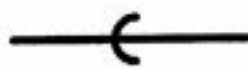





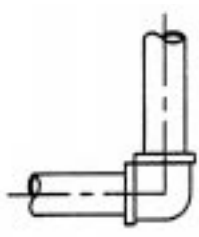

Στο μάθημα “Σχέδιο Ειδικότητας” του 1ου κύκλου έχουν αποκτηθεί οι βασικές εκείνες γνώσεις που απαιτούνται για τη σχεδίαση ενός δικτύου σωληνώσεων, για την αναγνώριση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των εξαρτημάτων των σωλήνων και για τη χρησιμοποίηση των σωστών συμβολισμών στη σχεδίαση των σωληνογραμμών.

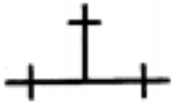
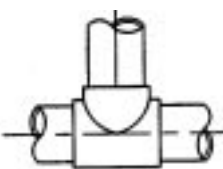
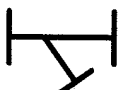
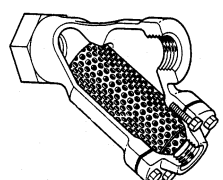

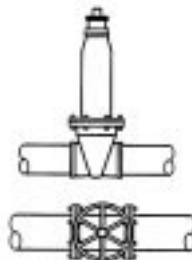
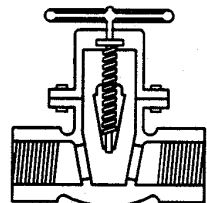
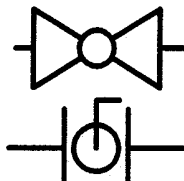
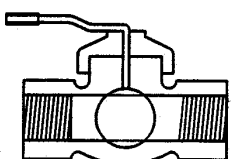
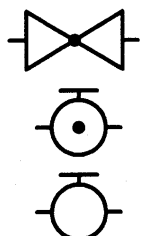
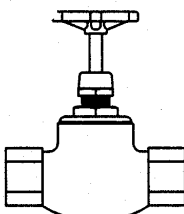
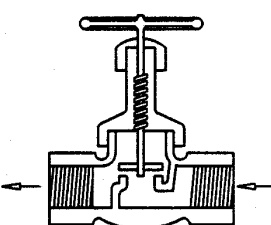

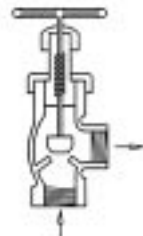
Στο πρώτο κεφάλαιο αυτού του μαθήματος, με δεδομένη τη γνώση των συμβόλων σχεδίασης σωληνώσεων, θα παρουσιαστούν αρχικά κάποια παραδείγματα σχεδίασης δικτύου σωληνώσεων για επανάληψη, και στη συνέχεια θα αναφερθούν αναλυτικότερα οι τρόποι σχεδίασης λεπτομερειών, καθώς και της σχεδίασης των απαιτούμενων συνδέσεων και της στήριξης ενός δικτύου σωληνώσεων.


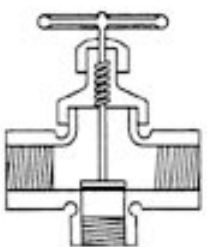

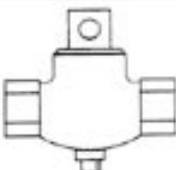


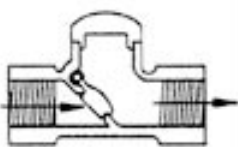
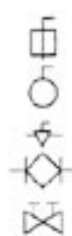


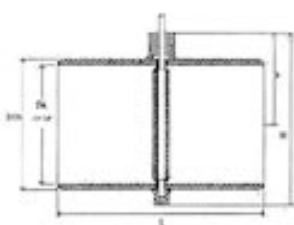

Στον παρακάτω πίνακα επαναλαμβάνονται μερικά από τα βασικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται και στα επόμενα παραδείγματα. Υπενθυμίζεται ότι ανάλογα με την ακολουθούμενη τυποποίηση, ορισμένα από τα σύμβολα πιθανό να διαφοροποιούνται. Επομένως είναι σημαντική η αναφορά στην κάθε φορά χρησιμοποιούμενη τυποποίηση (ANSI, DIN κλπ).



**Πίνακας 1.1:** Επεξήγηση βασικών συμβόλων σχεδίασης δικτύου σωληνώσεων.

| ΟΝΟΜΑΣΙΑ              | ΣΥΜΒΟΛΟ   | ΔΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΨΗ  | ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΨΗ/<br>ΤΟΜΗ  |
|-----------------------|---|---|---|
| Σωλήνας               |    |   |    |
| Σύνδεση με σπείρωμα   |    |    |    |
| Σύνδεση με φλάντζα    |  |   |   |
| Σύνδεση με μούφα      |  |  |   |
| Σύνδεση με συγκόλληση |  |  |  |
| Σύνδεση 90°           |  |  |  |

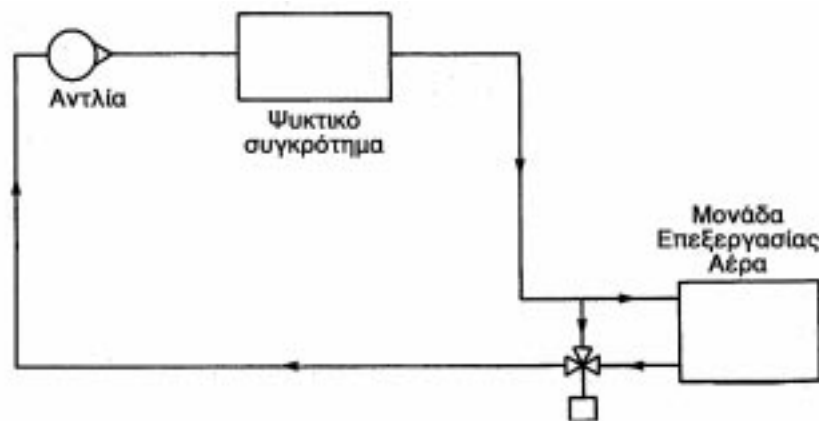
| ΟΝΟΜΑΣΙΑ                          | ΣΥΜΒΟΛΟ   | ΔΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΨΗ   | ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΨΗ/<br>ΤΟΜΗ  |
|-----------------------------------|---|--|---|
| Σύνδεση<br>τύπου T                |    |    |   |
| Φίλτρο<br>ρευστού                 |    |  |    |
| Βαλβίδα                           |   |   |   |
| Κρουνός                           |  |  |  |
| Σφαιροειδής<br>βαλβίδα            |  |  |  |
| Γωνιακή<br>σφαιροειδής<br>βαλβίδα |  |  |  |

| ΟΝΟΜΑΣΙΑ                | ΣΥΜΒΟΛΟ   | ΔΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΨΗ   | ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΨΗ/<br>ΤΟΜΗ  |
|-------------------------|---|--|---|
| Τρίοδη<br>βαλβίδα       |    |  |    |
| Βαλβίδα<br>βύσματος     |    |     |   |
| Βαλβίδα<br>ελέγχου      |   |    |   |
| Βαλβίδα<br>ισοστάθμισης |  |  |  |
| Βαλβίδα<br>πεταλούδας   |  |  |  |

## 1.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ

Στα επόμενα σχήματα (από το σχήμα 1.1 έως και το σχήμα 1.5) παρουσιάζονται παραδείγματα σχεδίασης τμημάτων δικτύων σωληνώσεων εγκαταστάσεων μεγάλης επαγγελματικής και βιομηχανικής ψύξης.

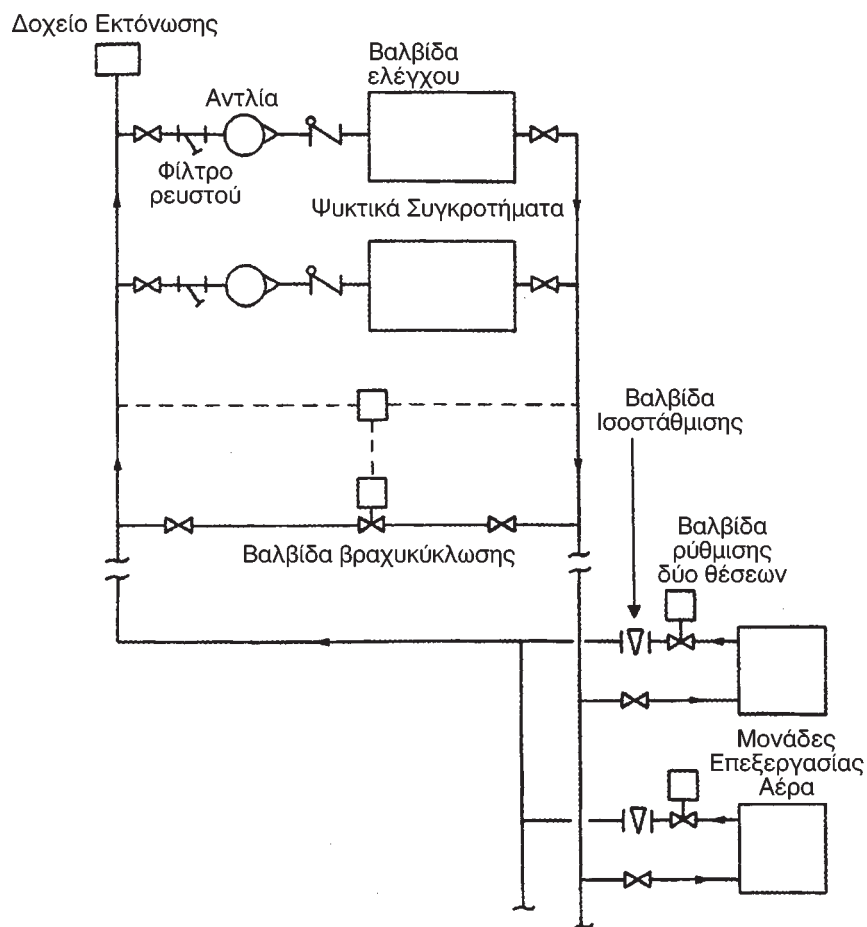
Στο σχήμα 1.1 παρουσιάζεται ένα στοιχειώδες σύστημα με ένα ψυκτικό συγκρότημα και μία μονάδα επεξεργασίας αέρα. Ο επιδιωκόμενος στόχος είναι η παροχή σταθερής ροής διαμέσου του ψυκτικού συγκροτήματος με ταυτόχρονη διαμόρφωση της ροής διαμέσου της μονάδας επεξεργασίας αέρα. Η όλη διαδικασία επιτυγχάνεται με την τριόδη βαλβίδα του συστήματος, η οποία διαμορφώνει και προσαρμόζει το κατάλληλο ψυκτικό φορτίο.



**Σχήμα 1.1:** Σχεδίαση στοιχειώδους συστήματος με ένα ψυκτικό συγκρότημα και μία μονάδα επεξεργασίας αέρα.

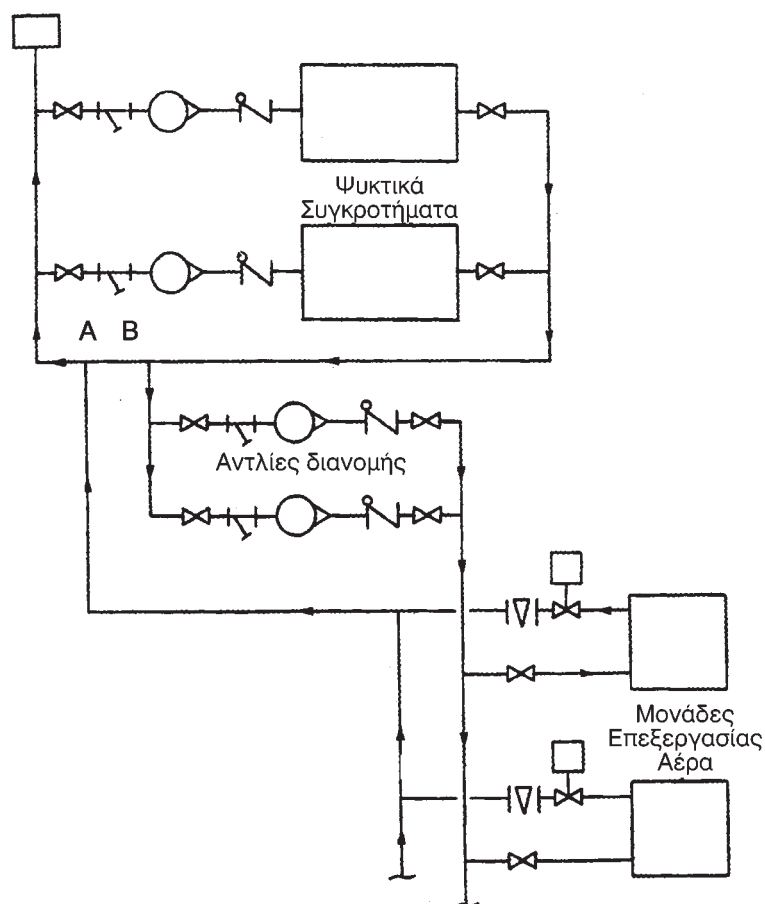
Σε συστήματα με δύο ή περισσότερα ψυκτικά συγκροτήματα υπάρχουν διάφορες δυνατότητες σχεδιασμού των συστημάτων κλιματισμού. Στα επόμενα δύο σχήματα (1.2 και 1.3) παρουσιάζονται δύο αντίστοιχα παραδείγματα.

Στο σχήμα 1.2 παρουσιάζεται κύκλωμα με δύο ψυκτικά συγκροτήματα και δύο μονάδες επεξεργασίας αέρα και τα επιμέρους στοιχεία που το αποτελούν. Βασικό στοιχείο του κυκλώματος είναι οι βαλβίδες ρύθμισης δύο θέσεων για τον έλεγχο των μονάδων επεξεργασίας αέρα. Η ροή του συστήματος διανομής ποικίλλει ανάλογα με το ψυκτικό φορτίο. Για να διατηρείται επαρκής ροή διαμέσου των ψυκτικών συγκροτημάτων, είναι απαραίτητο να βραχυκυκλωθεί τμήμα της ροής και αυτό επιτυγχάνεται με τη βαλβίδα βραχυκύκλωσης. Η βαλβίδα αυτή ελέγχεται έτσι ώστε να διατηρείται μια σταθερή διαφορική πίεση μεταξύ των αγωγών προσαγωγής και επιστροφής, επαρκής για την λειτουργία και της πιο απομακρυσμένης μονάδας επεξεργασίας αέρα.



**Σχήμα 1.2:** Σχεδίαση κεντρικού δικτύου ψύξης με 2 ψυκτικά συγκροτήματα και βαλβίδα βραχυκύκλωσης.

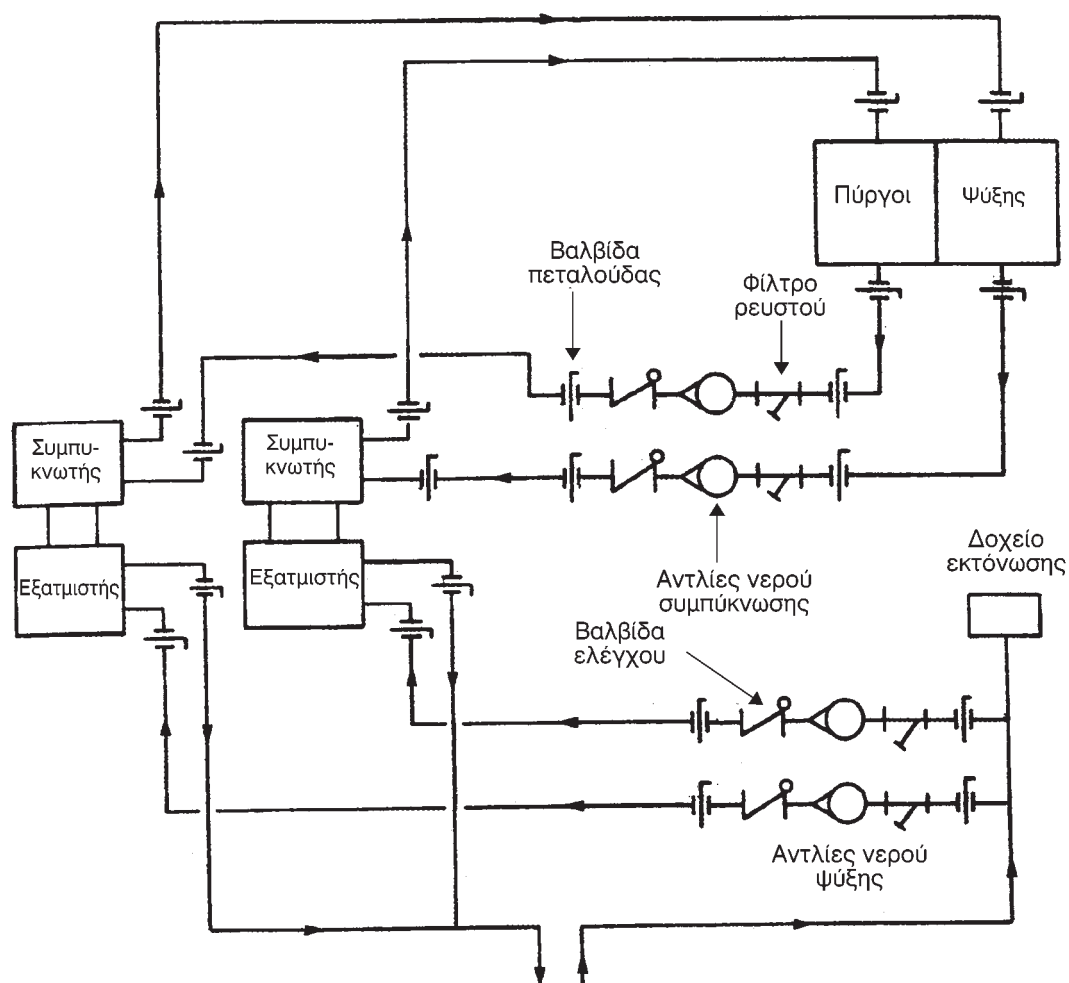
Στο σχήμα 1.3 παρουσιάζεται άλλο ένα κύκλωμα με δύο ψυκτικά συγκροτήματα και δύο μονάδες επεξεργασίας αέρα, με διαφορετική όμως διευθέτηση των επιμέρους στοιχείων που το αποτελούν. Υπάρχουν διαφορετικές αντλίες για τα ψυκτικά συγκροτήματα και άλλες για το σύστημα διανομής. Δημιουργείται επομένως ένας βρόγχος για τα ψυκτικά συγκροτήματα και ένας βρόγχος διανομής. Οι δύο αυτοί βρόγχοι επικοινωνούν με ένα μικρό τμήμα σωλήνα (A-B), το οποίο δεν έχει κανένα άλλο στοιχείο (βαλβίδα κλπ), με σκοπό τη διατήρηση μιας πολύ μικρής πτώσης πίεσης μεταξύ των σημείων A και B. Με αυτή τη διάταξη, οι αλλαγές στην πίεση και στη ροή στο βρόγχο των ψυκτικών συγκροτημάτων δεν έχουν καμία επίπτωση στις αλλαγές στην πίεση και στη ροή του βρόγχου διανομής (και το αντίστροφο). Αυτόνομα ψυκτικά συγκροτήματα και αντλίες μπορούν να ξεκινούν και να σταματούν έτσι ώστε να επιτυγχάνεται επαρκές ψυκτικό φορτίο κατά τον πιο αποδοτικό τρόπο.



**Σχήμα 1.3:** Σχεδίαση κεντρικού δικτύου ψύξης με 2 ψυκτικά συγκροτήματα και αντλίες διανομής.

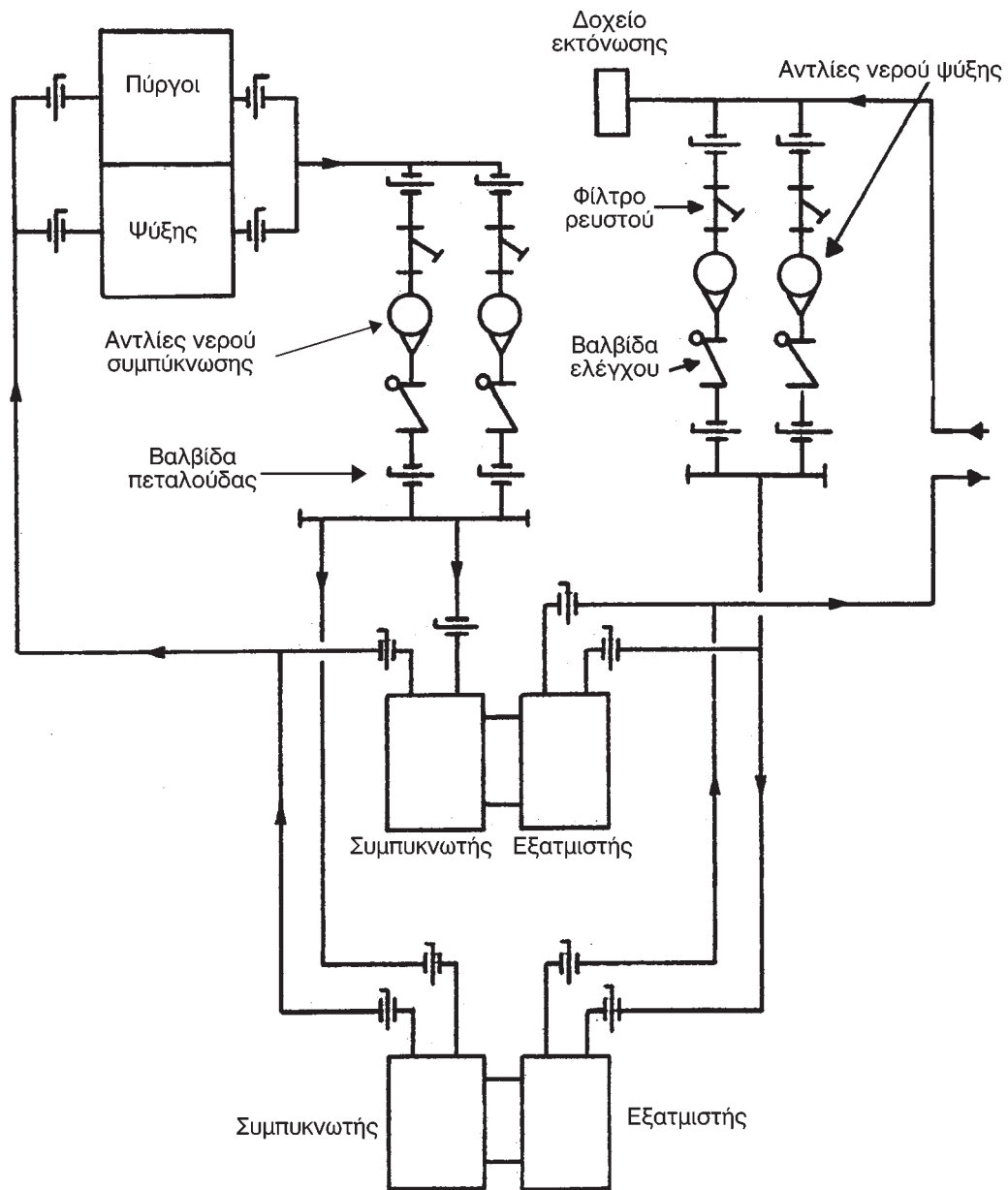
Στα επόμενα δύο σχήματα παρουσιάζονται τμήματα του δικτύου σωληνώσεων νερού συμπύκνωσης, που βρίσκονται μεταξύ των ψυκτικών συγκροτημάτων και των πύργων ψύξης ενός συστήματος κλιματισμού.

Στο σχήμα 1.4 σχεδιάζεται μία διάταξη με ένα-προς-ένα διάταξη των στοιχείων του συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι κάθε ψυκτικό συγκρότημα συνδέεται με ένα σύστημα αντλιών και ένα πύργο ψύξης.



**Σχήμα 1.4:** Σχεδίαση κεντρικού δικτύου ψύξης με ένα-προς-ένα διάταξη των στοιχείων του.

Περισσότερο αξιόπιστη θεωρείται μία ευέλικτη διάταξη των διαφόρων στοιχείων του κλιματιστικού συστήματος, έτσι ώστε κάθε ψυκτικό συγκρότημα να συνδέεται με δύο ή περισσότερες αντλίες και δύο ή περισσότερους πύργους ψύξης. Στο σχήμα 1.5 σχεδιάζεται μία τέτοια διάταξη και δείχνονται διάφορα στοιχεία του, όπως η βαλβίδα πεταλούδας, η βαλβίδα ελέγχου, το δοχείο εκτόνωσης κλπ.



**Σχήμα 1.5:** Σχεδίαση κεντρικού δικτύου ψύξης με ευέλικτη διάταξη των στοιχείων του.

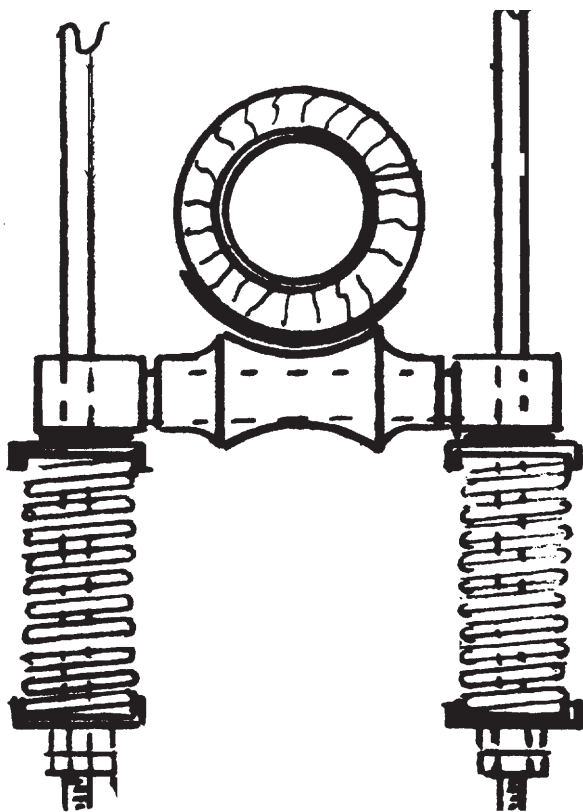


### 1.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ

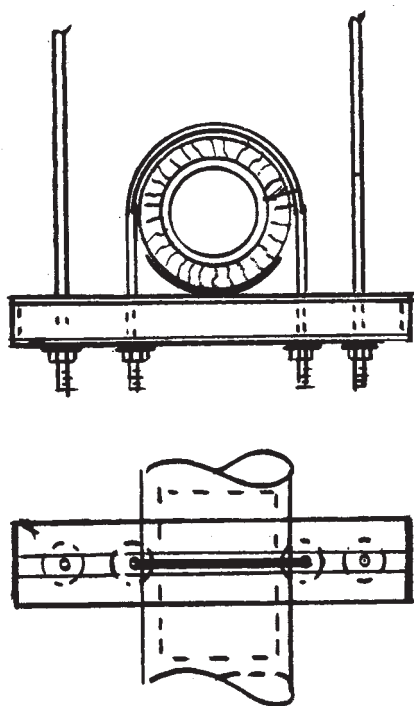
Πολλές φορές είναι απαραίτητη η σχεδίαση μιας συγκεκριμένης περιοχής (λεπτομέρειας) ενός δικτύου σωληνώσεων. Ιδιαίτερα κατά τη σχεδίαση ενός δικτύου σωληνώσεων εγκαταστάσεων μεγάλης επαγγελματικής και βιομηχανικής ψύξης, υπάρχουν σημεία όπως ειδικές συνδέσεις των σωληνώσεων ή ειδικές κατασκευές για τη στήριξή τους, οι οποίες απαιτούν την ξεχωριστή σχεδίαση αυτών των λεπτομερειών.

Στα επόμενα σχήματα παρουσιάζονται διάφορα παραδείγματα σχεδίασης τέτοιων λεπτομερειών.

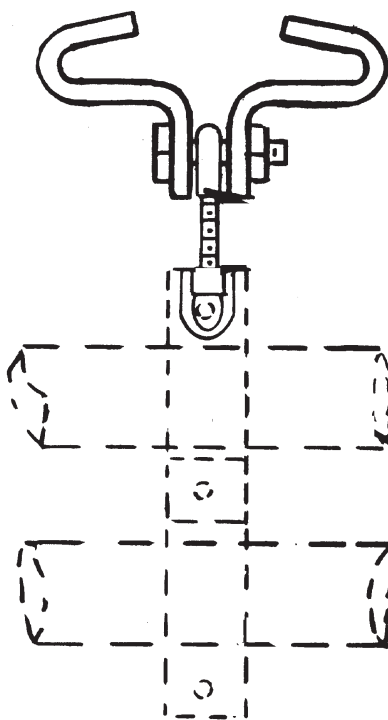
Πιο συγκεκριμένα στα σχήματα 1.6 έως και 1.11 παρουσιάζονται διδιάστατα σχέδια λεπτομερειών, ενώ στα σχήματα 1.12 έως και 1.13 δείχνονται τριδιάστατες απεικονίσεις ειδικών στηριγμάτων σωληνώσεων εγκαταστάσεων μεγάλης επαγγελματικής και βιομηχανικής ψύξης.



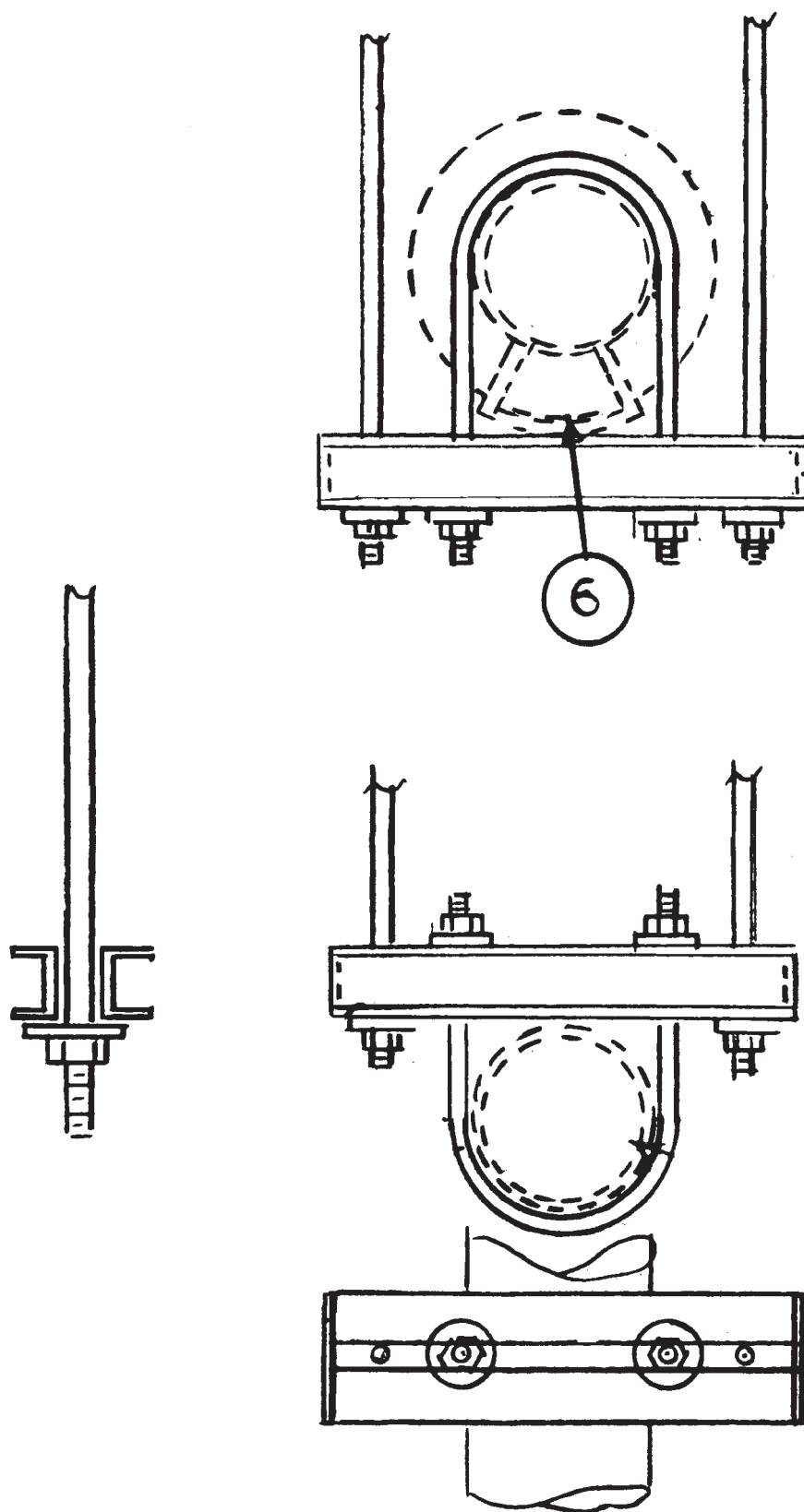
Σχήμα 1.6: Σχεδίαση λεπτομέρειας στήριξης σωλήνα με ελατήρια.



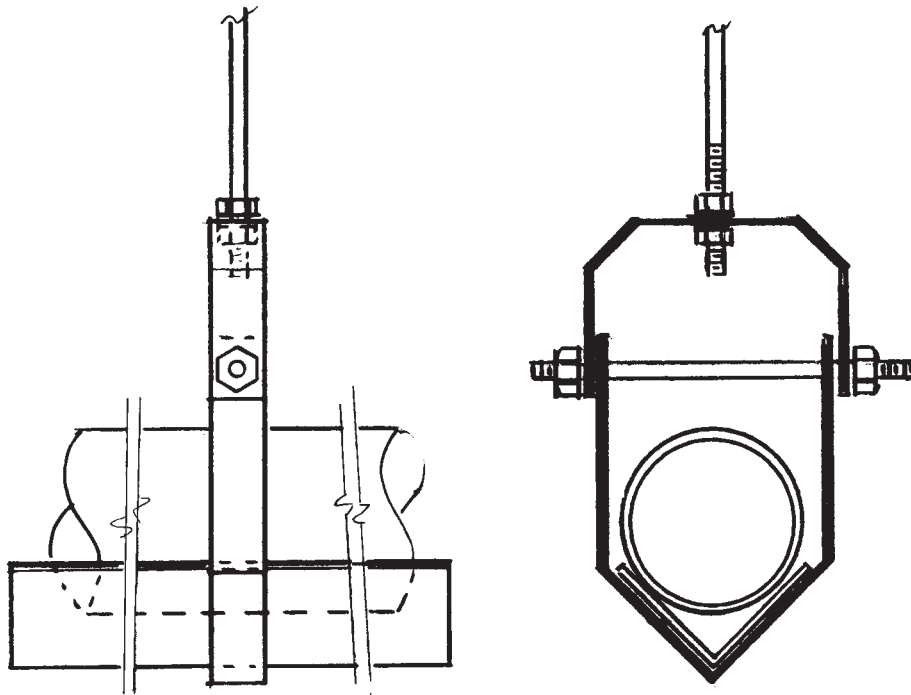
Σχήμα 1.7: Σχεδίαση λεπτομέρειας στήριξης σωλήνα με μόνωση.



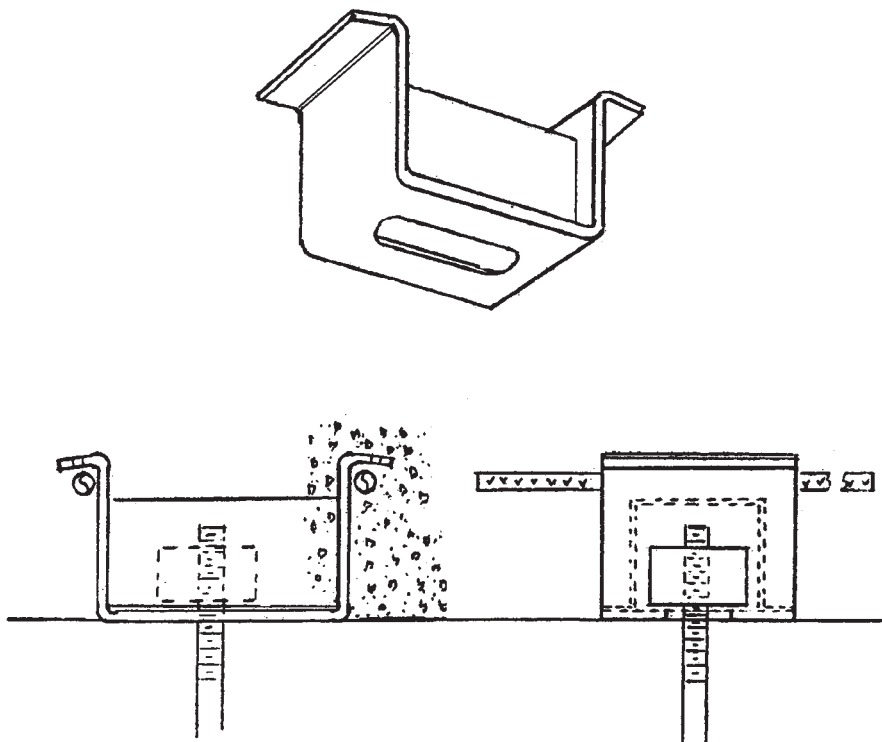
Σχήμα 1.8: Σχεδίαση λεπτομέρειας στήριξης σωλήνα με “τανιστήρα”.



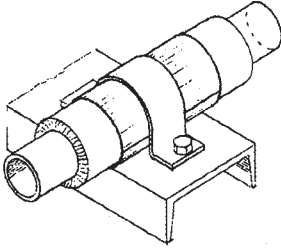
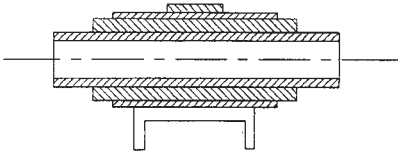
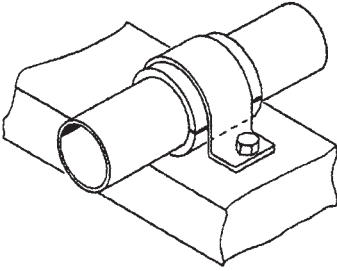
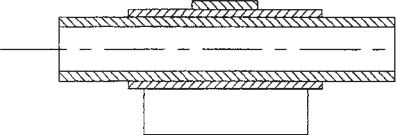
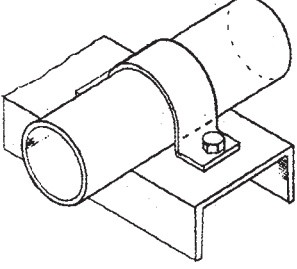
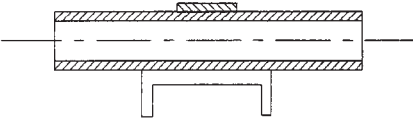
Σχήμα 1.9: Σχεδίαση λεπτομέρειας στήριξης σωλήνα με μόνωση.



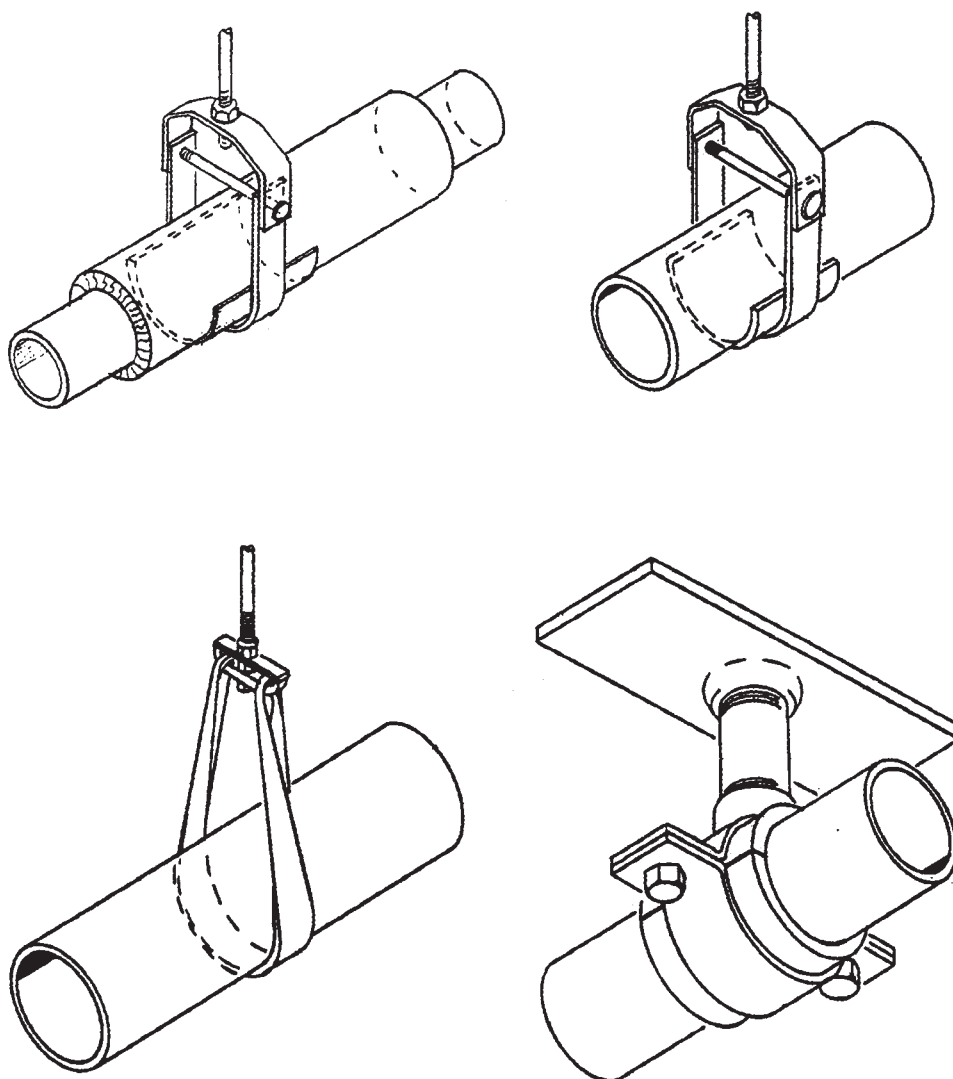
Σχήμα 1.10: Σχεδίαση λεπτομέρειας στήριξης μη μεταλλικού σωλήνα.



Σχήμα 1.11: Σχεδίαση λεπτομέρειας “περάσματος” σωλήνα από τσιμέντο (διάφορες όψεις).

| ΤΥΠΟΣ                 | ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ   | ΤΟΜΗ  |
|-----------------------|--|---|
| Μονωμένος σωλήνας     |   |   |
| Μη μεταλλικός σωλήνας |   |   |
| Απλός σωλήνας         |  |  |

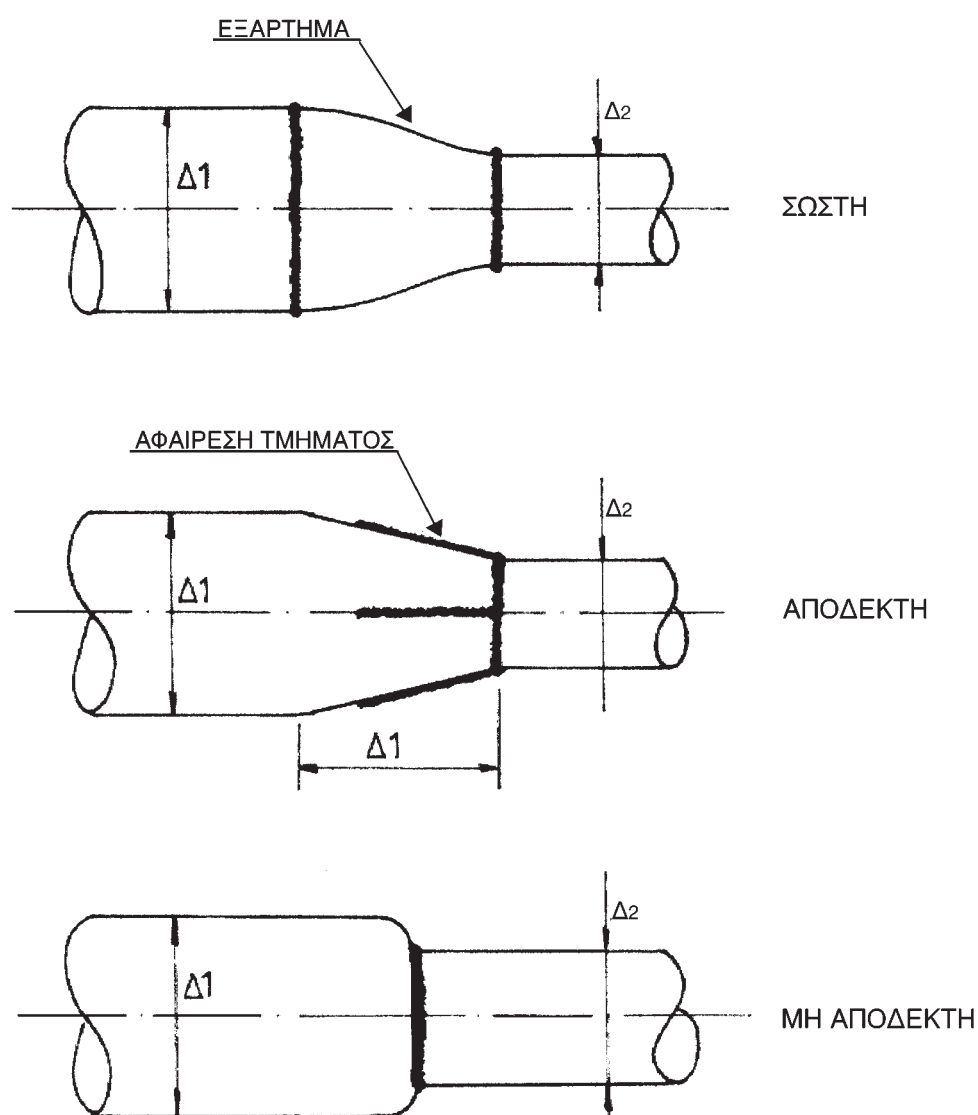
**Σχήμα 1.12:** Σχεδίαση διάφορων ειδών στήριξης σωληνώσεων στο έδαφος.



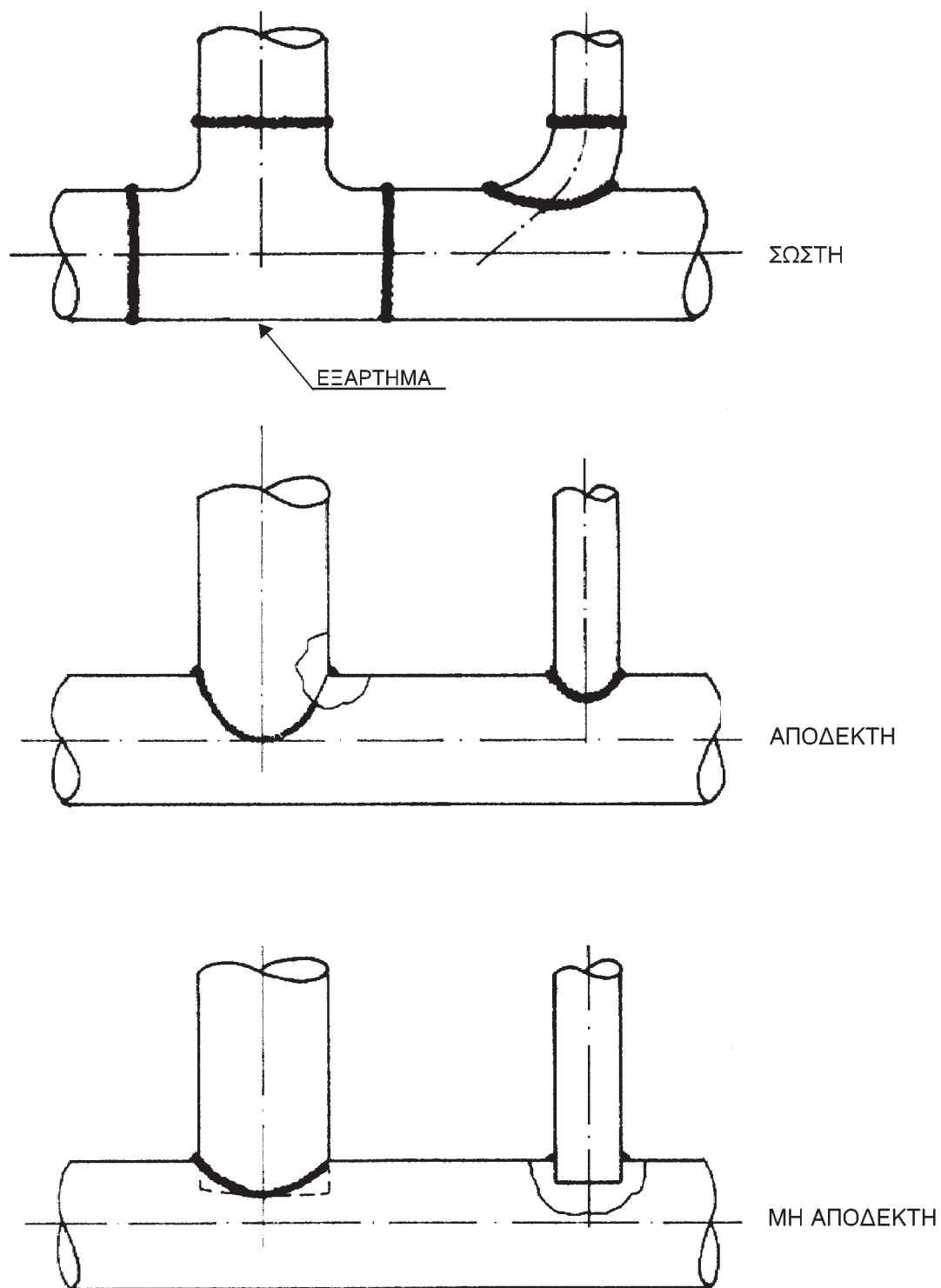
**Σχήμα 1.13:** Τριδιάστατη απεικόνιση διάφορων ειδών στήριξης σωληνώσεων από την οροφή.

#### 1.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν παραδείγματα σχεδίασης των απαιτούμενων συγκολλητών διακλαδώσεων ή αυξομειώσεων της διατομής ενός δικτύου σωληνώσεων (σύμφωνα με τη Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε. 2423/86). Στα επόμενα δύο σχήματα 1.14 και 1.15, η πρώτη συστολή (σχήμα 1.14) ή διακλάδωση (σχήμα 1.15) είναι η σωστή, η δεύτερη είναι αποδεκτή και η τρίτη κατά σειρά είναι μη αποδεκτή.



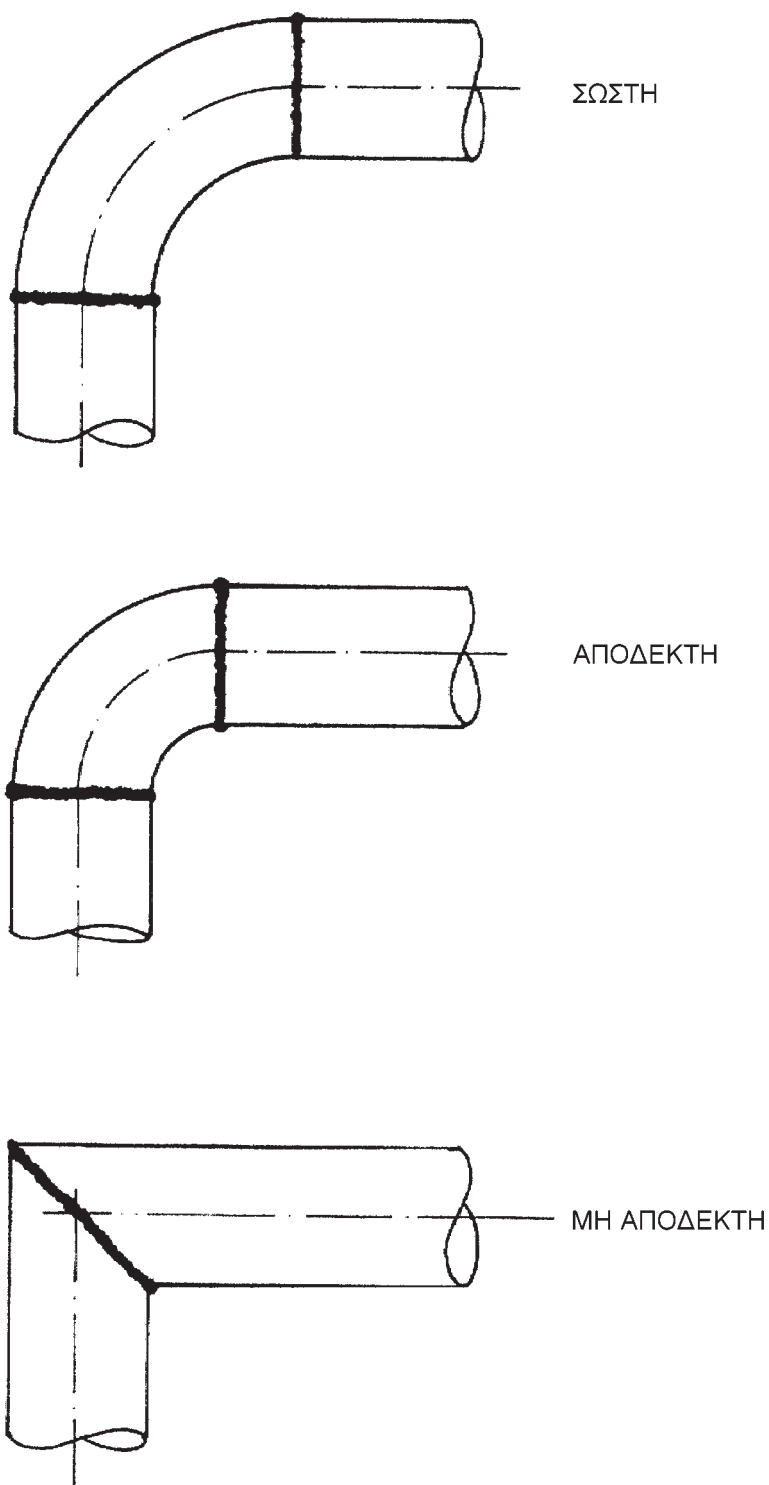
Σχήμα 1.14: Σχεδίαση κατασκευής συστολής σωλήνα.



**Σχήμα 1.15:** Σχεδίαση κατασκευής διακλάδωσης σωλήνα.

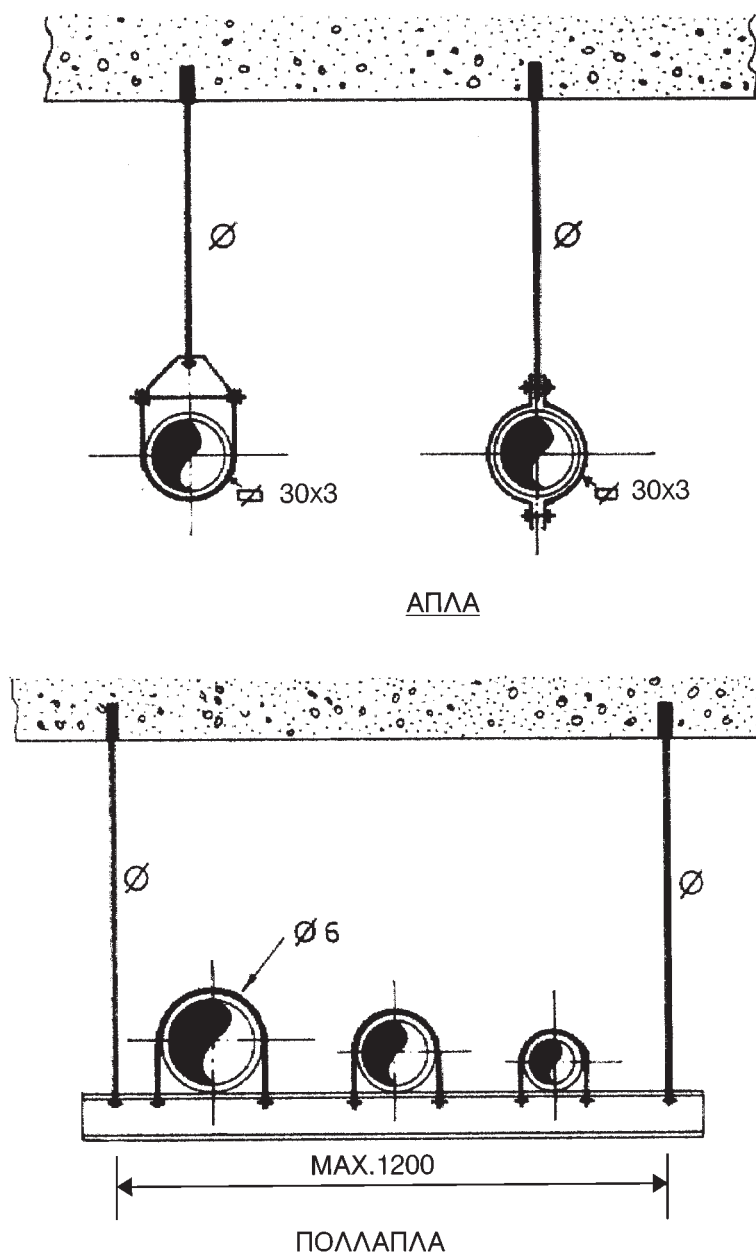


Στο σχήμα 1.16 παρουσιάζεται η σχεδίαση της αλλαγής διεύθυνσης σωλήνα. Στην πρώτη περίπτωση η αλλαγή διεύθυνσης γίνεται με καμπύλη, στη δεύτερη περίπτωση με γωνία, ενώ η τρίτη περίπτωση είναι μη αποδεκτή.



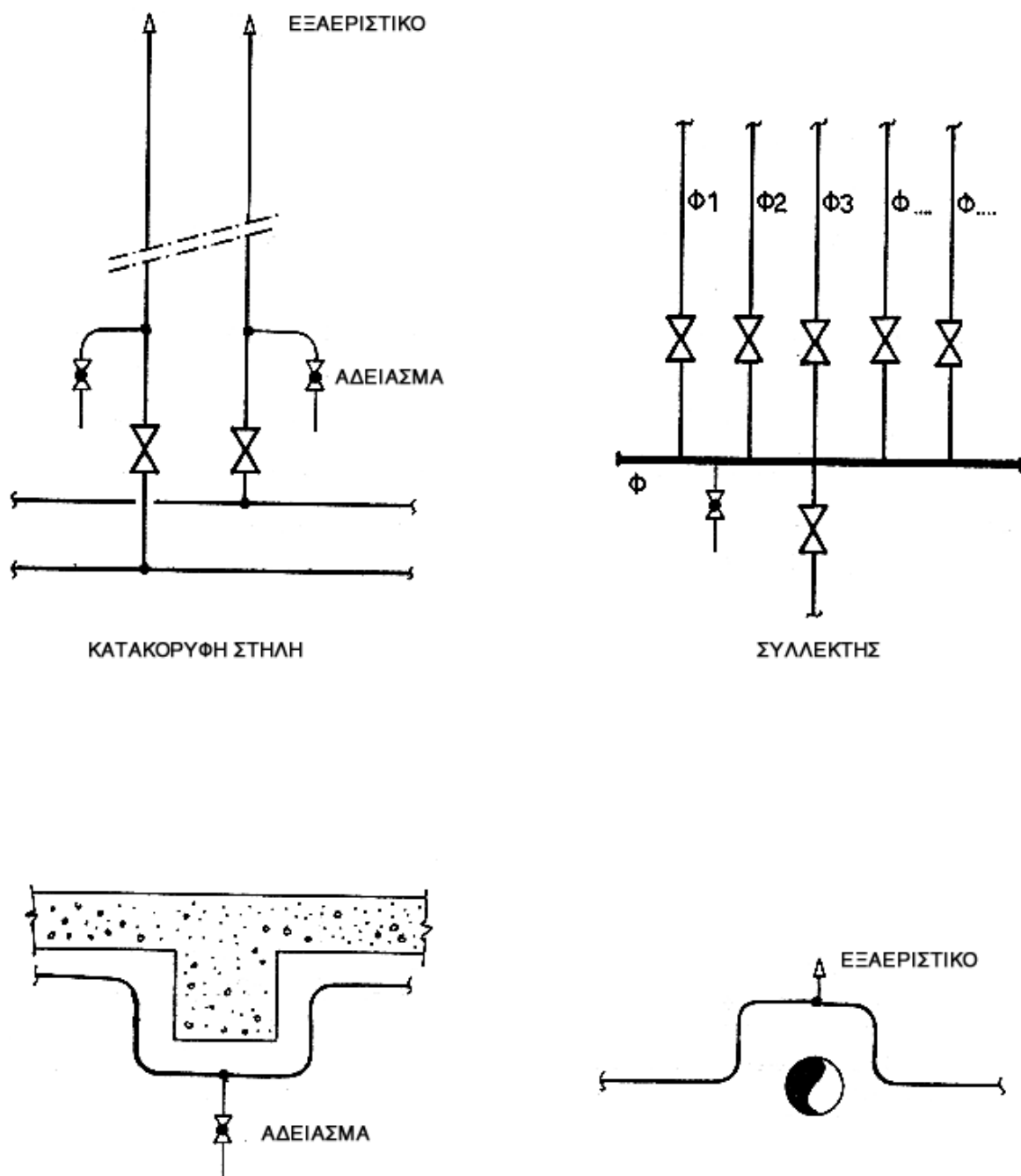
**Σχήμα 1.16:** Σχεδίαση της αλλαγής διεύθυνσης σωλήνα.

Τα δίκτυα των σωλήνων κατά κανόνα ακολουθούν τα οικοδομικά στοιχεία του κτιρίου στο οποίο πρόκειται να τοποθετηθούν και στηρίζονται από τα οικοδομικά αυτά στοιχεία με απλά ή πολλαπλά στηρίγματα. Στο σχήμα 1.17 παρουσιάζεται η σχεδίαση διάφορων τέτοιων στηριγμάτων και οι προτεινόμενοι τρόποι σχεδίασης σύμφωνα με τη Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε. 2423/86.



**Σχήμα 1.17:** Σχεδίαση απλών και πολλαπλών στηριγμάτων ενός δικτύου σωληνώσεων.

Στο σχήμα 1.18 παρουσιάζεται η σχεδίαση των σημείων εξαερισμού των κλειστών δικτύων σωληνώσεων με αυτόματα ή χειροκίνητα εξαεριστικά.



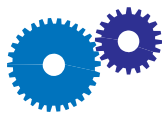
Σχήμα 1.18: Σχεδίαση των σημείων εξαερισμού των κλειστών δικτύων σωληνώσεων.

## 1.5 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο 1ο κεφάλαιο με δεδομένες τις υπάρχουσες γνώσεις για τη σχεδίαση των σωληνώσεων (από το μάθημα “Σχέδιο Ειδικότητας” του Α’ κύκλου), παρουσιάστηκαν για υπενθύμιση κάποια βασικά σύμβολα σχεδίασης δικτύου σωληνώσεων αρχικά και στη συνέχεια επεξηγήθηκαν διάφορα παραδείγματα σχεδίασης δικτύου σωληνώσεων εγκαταστάσεων μεγάλης επαγγελματικής και βιομηχανικής ψύξης, με εφαρμογή των προηγούμενα αναφερομένων συμβόλων. Έπειτα δόθηκαν κάποια παραδείγματα σχεδίασης λεπτομερειών δικτύου σωληνώσεων εγκαταστάσεων μεγάλης επαγγελματικής και βιομηχανικής ψύξης και τονίστηκαν τα βασικά σημεία που απαιτούνται για τη σχεδίαση των απαιτούμενων συνδέσεων και των στηρίξεων ενός τέτοιου δικτύου.






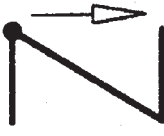

Στη συνέχεια δίνονται τρεις ασκήσεις για εφαρμογή των όσων έχουν αναφερθεί στο 1ο κεφάλαιο.

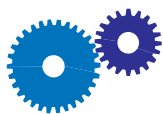
## 1.6 ΑΣΚΗΣΕΙΣ- ΕΡΓΑΣΙΕΣ



## ΑΣΚΗΣΗ 1.6.1

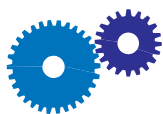
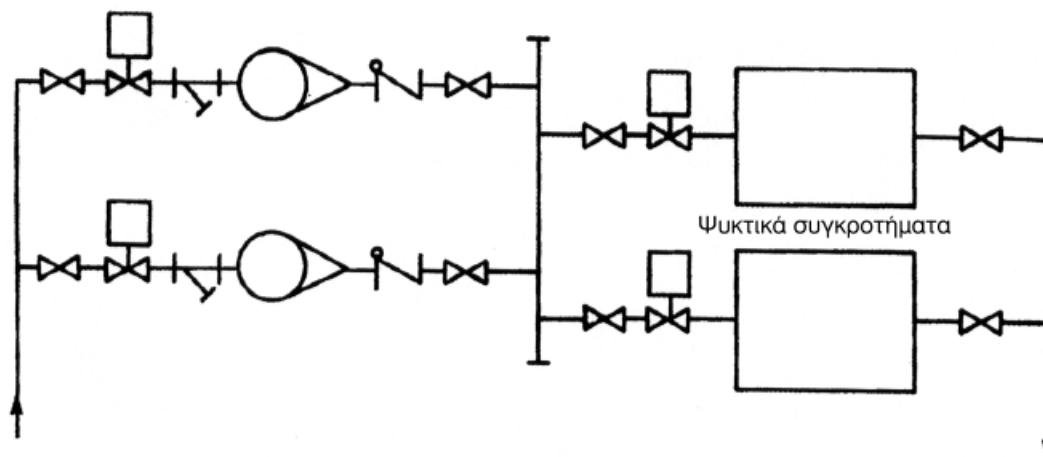
Να σχεδιαστούν τα σύμβολα και να συμπληρωθεί στη δεύτερη στήλη του παρακάτω πίνακα, η επεξήγηση κάθε συμβόλου.

|   |  |
|---|--|
|    |  |
|    |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |



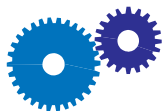
### ΑΣΚΗΣΗ 1.6.2

Να σχεδιαστεί το παρακάτω σχήμα και να επεξηγηθούν τα διάφορα σύμβολά του.



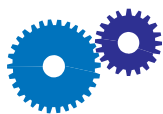
### ΑΣΚΗΣΗ 1.6.3

Να σχεδιαστεί ένα κεντρικό δίκτυο ψύξης με 2 ψυκτικά συγκροτήματα και βαλβίδα βραχυκύκλωσης.

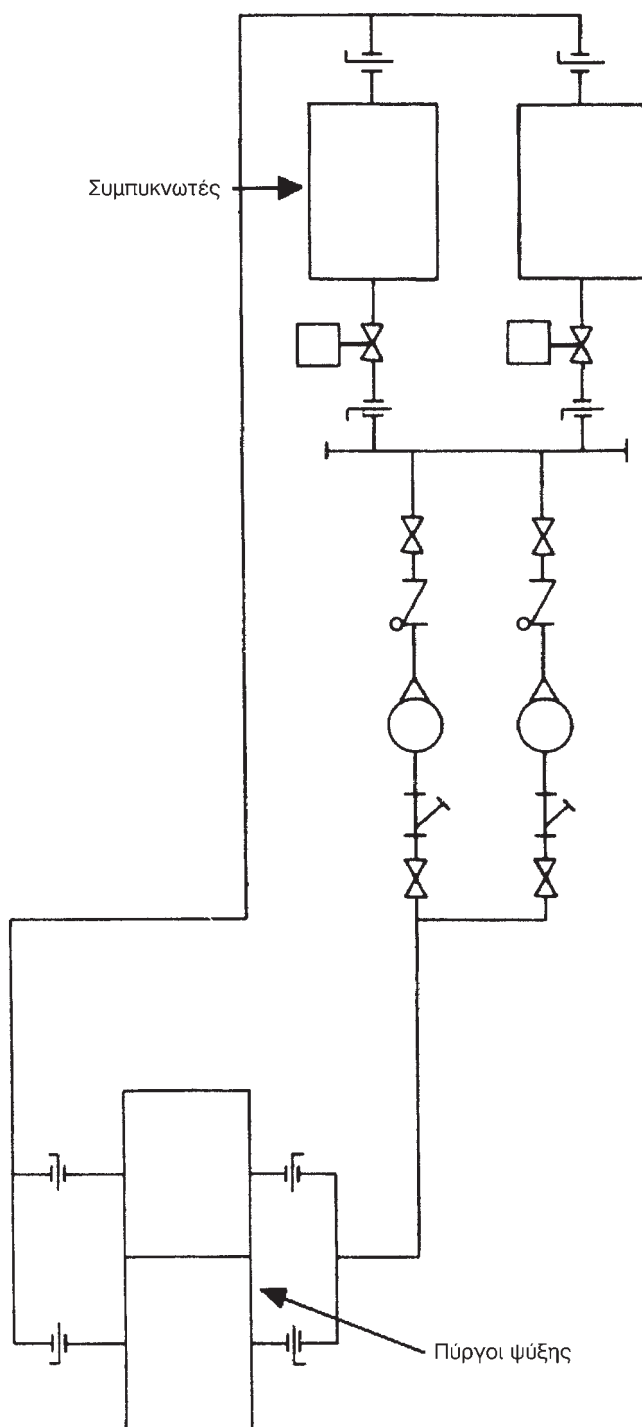


### ΑΣΚΗΣΗ 1.6.4

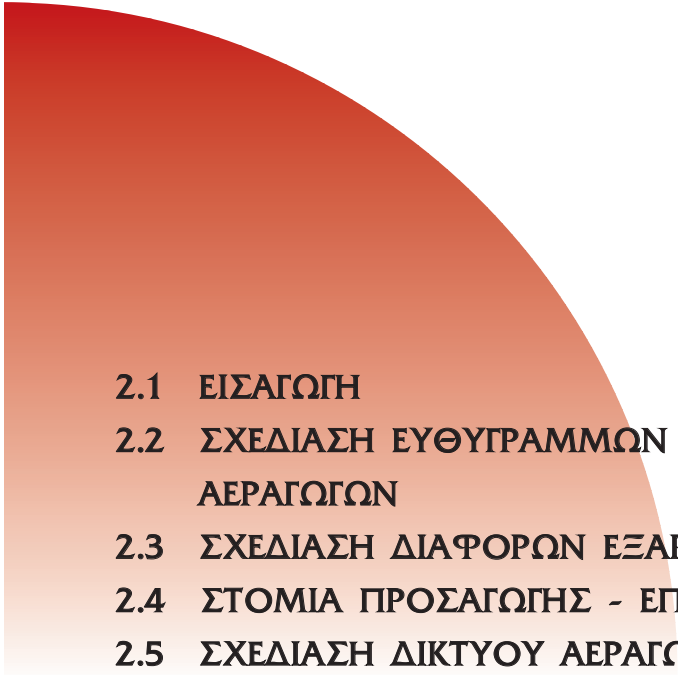
Να σχεδιαστεί ένα κεντρικό δίκτυο ψύξης με 2 ψυκτικά συγκροτήματα και αντλίες διανομής.

**ΑΣΚΗΣΗ 1.6.5**

Να σχεδιαστεί το παρακάτω σχήμα και να επεξηγηθούν τα διάφορα σύμβολά του.



# ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

- 
- 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
  - 2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ  
ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ
  - 2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ
  - 2.4 ΣΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ - ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ
  - 2.5 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ







### ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να αναγνωρίζετε τα διάφορα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται κατά τη σχεδίαση ενός δικτύου αεραγωγών.
- ✓ Να ονοματίζετε τα χρησιμοποιούμενα σύμβολα σε ένα σχέδιο δικτύου αεραγωγών.
- ✓ Να σχεδιάζετε τα διάφορα τμήματα (ευθύγραμμα τμήματα, καμπύλες, γωνίες, διακλαδώσεις) ενός δικτύου αεραγωγών κεντρικής εγκατάστασης κλιματισμού και αερισμού.

## 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αεραγωγοί (ducts) χρησιμεύουν στη μεταφορά του κλιματιζόμενου αέρα στους διάφορους χώρους της εγκατάστασης και στην απαγωγή του αέρα από αυτούς τους χώρους. Μαζί με τα διαφράγματα (dampers), τα στόμια και τις τερματικές συσκευές διανομής αποτελούν τα βασικά τμήματα ενός δικτύου διανομής αέρα σε ένα σύστημα κλιματισμού.

Εκτός από τις ανάγκες κλιματισμού και αερισμού ενός κτιρίου, τα δίκτυα διανομής του αέρα υπολογίζονται έτσι ώστε να εξυπηρετούν και τη λειτουργικότητα και την αρχιτεκτονική αυτού του κτιρίου.

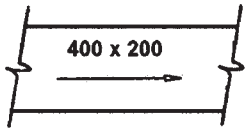

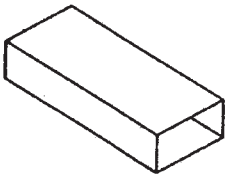
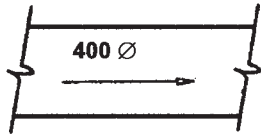
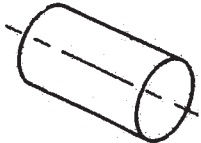

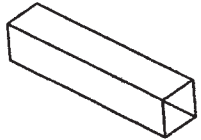
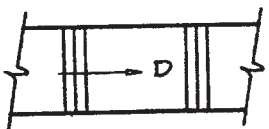

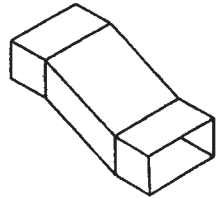
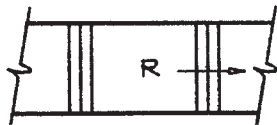
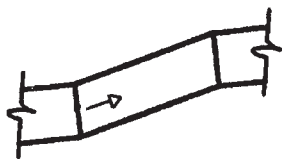
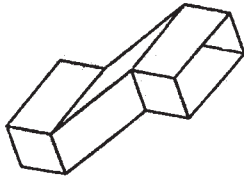
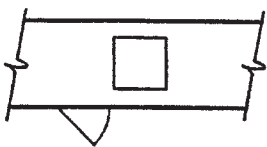
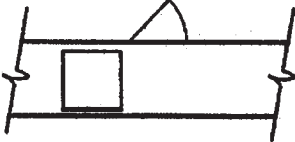
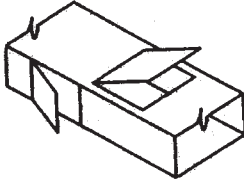
Στο 3ο κεφάλαιο θα αναφερθούν τα βασικά σύμβολα, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση των δικτύων αεραγωγών κεντρικών εγκαταστάσεων κλιματισμού και αερισμού και θα παρουσιαστούν διάφορα παραδείγματα εφαρμογής αυτών των συμβόλων σε σχέδια κλιματιστικών εγκαταστάσεων.

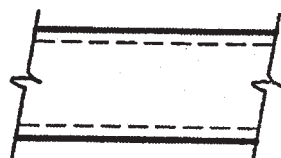
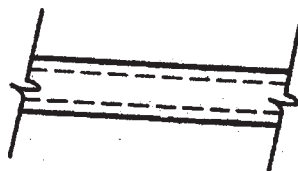
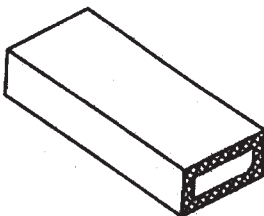
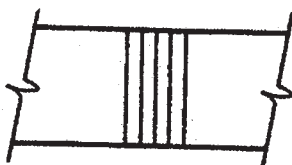

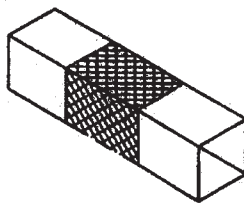
## 2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Υπάρχουν περισσότερα από 100 σύμβολα τα οποία χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση των διάφορων τμημάτων μίας εγκατάστασης κλιματισμού. Διάφοροι οργανισμοί, όπως οι: α) **ASME** (American Society of Mechanical Engineers), β) **ASTM** (American Society for Testing and Materials), γ) **SMACNA** (Sheet Metal & AC Contractors National Association), δ) **DIN** (Deutsches Institut für Normung), ε) **BS** (British Standards), έχουν τυποποιήσει αυτά τα σύμβολα, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αντίστοιχα σχέδια. Σε περίπτωση που κάποιος κατασκευαστής χρησιμοποιεί διαφορετικά σύμβολα, είναι απαραίτητο να τα επεξηγεί σε ανάλογο μέρος του σχεδίου.

Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται κάποια από τα σύμβολα αυτά και το αντίστοιχο τριδιάστατο σχήμα τους.

**Πίνακας 2.1:** Συμβολική σχεδίαση ευθύγραμμων τμημάτων αεραγωγών.

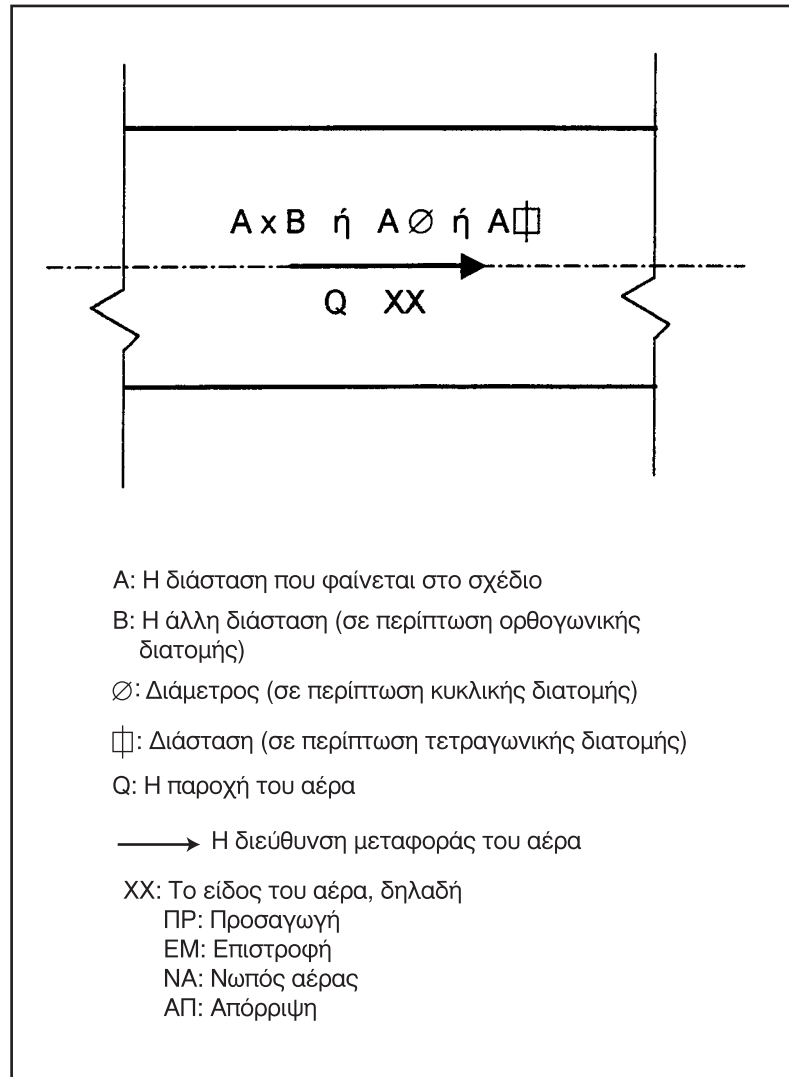
| ΤΥΠΟΣ                           | ΚΑΤΟΨΗ  | ΠΡΟΟΨΗ   | ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΨΗ   |
|---------------------------------|---|--|---|
| ορθογωνικής διατομής αεραγωγός  |    |    |    |
| κυκλικής διατομής αεραγωγός     |    |  |    |
| τετραγωνικής διατομής αεραγωγός |  |  |  |
| αγωγός με κατερχόμενη ροή       |  |  |  |
| αγωγός με ανερχόμενη ροή        |  |  |  |
| αγωγός με ανοίγματα πρόσβασης   |  |  |  |

| ΤΥΠΟΣ                      | ΚΑΤΟΨΗ  | ΠΡΟΟΨΗ   | ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΟΨΗ   |
|----------------------------|---|--|---|
| αγωγός με μόνωση           |  |  |  |
| αγωγός με ελαστική σύνδεση |  |  |  |

Η σχεδιομελέτη ενός δικτύου αεραγωγών πρέπει να περιλαμβάνει:

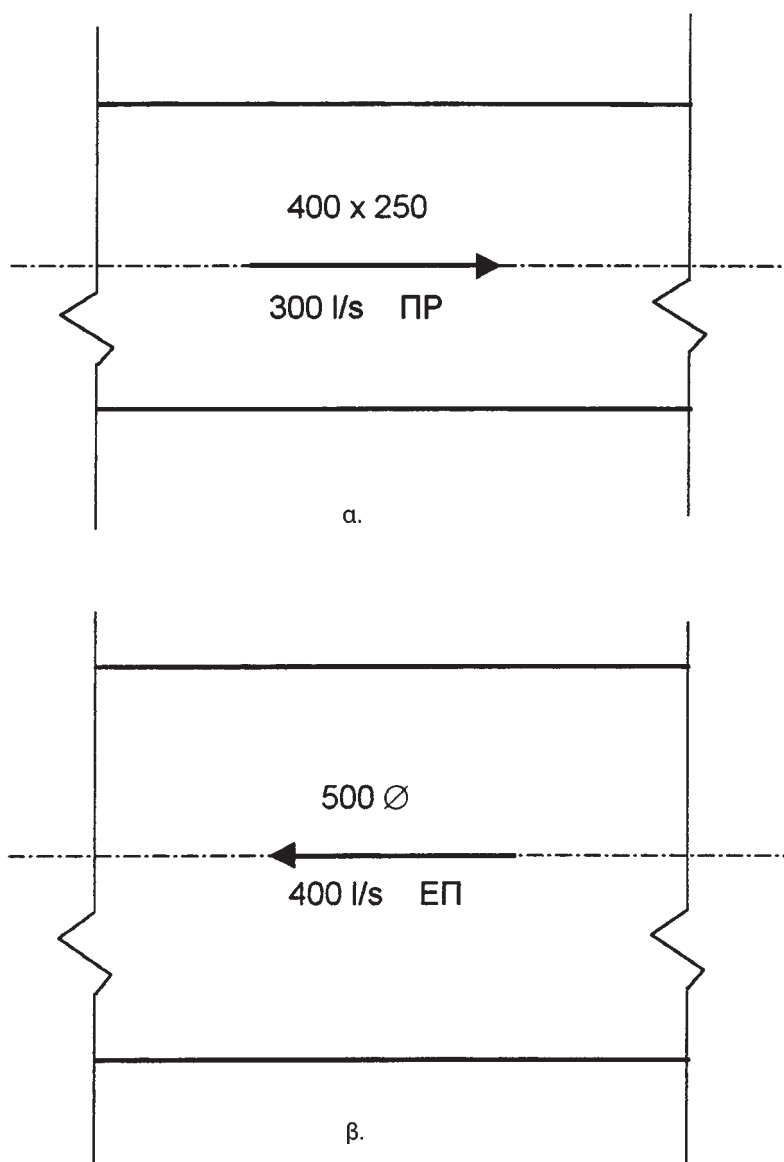
- ✍ **Το υλικό κατασκευής τους.** Εφόσον δεν αναφέρεται, εννοείται σαν υλικό η γαλβανισμένη λαμαρίνα. Άλλα υλικά κατασκευής είναι τα μεταλλικά ελάσματα όπως η μαύρη ή ανοξείδωτη λαμαρίνα, τα φύλλα αλουμινίου, το αμιαντοτσιμέντο, το πλαστικό ή άλλα δομικά υλικά.
- ✍ **Τις διαστάσεις τους.** Οι διατομές των αεραγωγών είναι συνήθως κυκλικές ή ορθογωνικές. Το πάχος του ελάσματος κατασκευής τους εξαρτάται από τις διαστάσεις της διατομής, το είδος του μεταφερόμενου αέρα και την πίεση λειτουργίας και βρίσκεται από τυποποιημένους πίνακες.
- ✍ **Τις προβλεπόμενες παροχές και τη διεύθυνση του αέρα.**
- ✍ **Το είδος του διακινούμενου αέρα.** Ανάλογα με το είδος του διακινούμενου αέρα, οι αεραγωγοί χωρίζονται σε
  - Προσαγωγής, όταν μεταφέρουν τον αέρα από την κεντρική κλιματιστική μονάδα προς τον κλιματιζόμενο χώρο
  - Επιστροφής, όταν μεταφέρουν τον αέρα από τον κλιματιζόμενο χώρο προς την κεντρική κλιματιστική μονάδα
  - Νωπού αέρα, όταν μεταφέρουν φρέσκο αέρα από το περιβάλλον προς την κεντρική κλιματιστική μονάδα
  - Απόρριψης, όταν μεταφέρουν προς τον έξω περιβάλλοντα χώρο μέρος του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου

Ο βασικός τρόπος σχεδίασης ενός αεραγωγού σύμφωνα και με την Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδας, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86 φαίνεται στο σχήμα 2.1.



**Σχήμα 2.1:** Τρόπος σχεδίασης αεραγωγού.

Στα παραδείγματα του σχήματος 2.2 φαίνεται η εφαρμογή αυτού του τρόπου σχεδίασης.

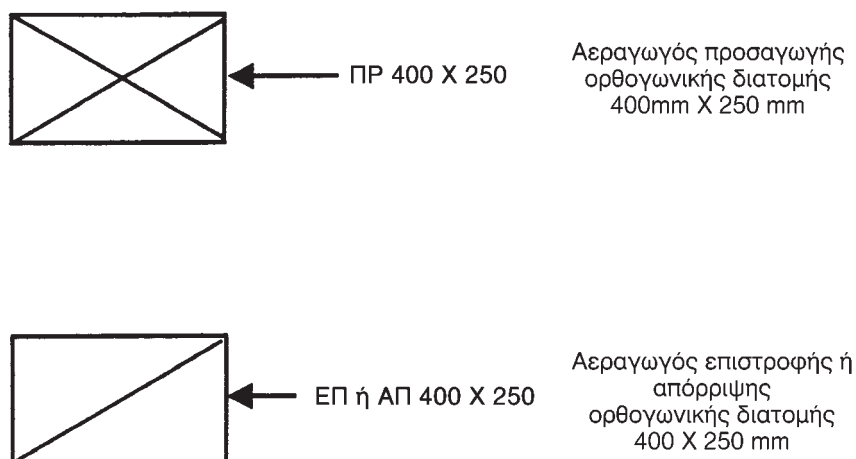


**Σχήμα 2.2:** Παραδείγματα σχεδίασης αεραγωγών.

Στο σχήμα 2.2.α παρουσιάζεται ένας αεραγωγός προσαγωγής αέρα, με ορθογωνική διατομή  $400 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$  και παροχή αέρα  $300 \text{ l/s}$ .

Στο σχήμα 2.2.β παρουσιάζεται ένας αεραγωγός επιστροφής αέρα, με κυκλική διατομή διαμέτρου  $500 \text{ mm}$  και παροχή αέρα  $400 \text{ l/s}$ .

Στο σχήμα 2.3 δίνεται η σχεδίαση της τομής ενός αεραγωγού, ανάλογα με το είδος του διακινούμενου αέρα.



Σχήμα 2.3: Συμβολισμός τομής αεραγωγών ορθογωνικής διατομής.

## 2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

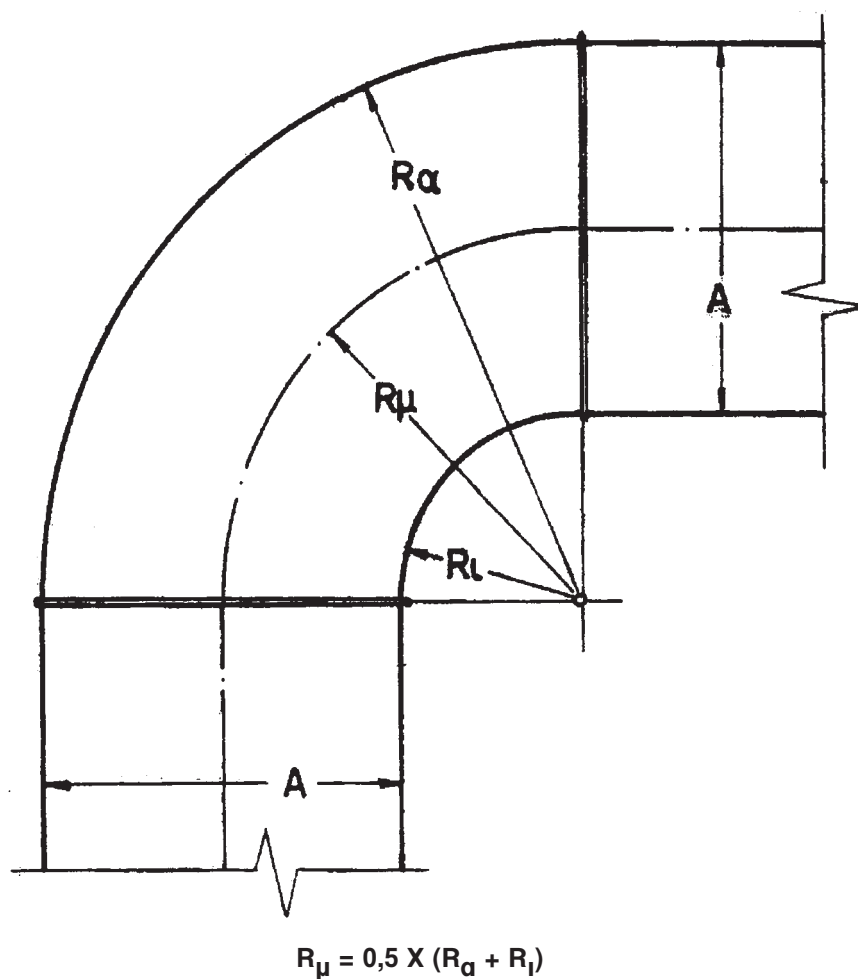
Τα σύμβολα που αναφέρθηκαν μέχρι τώρα αφορούν στη σχεδίαση ευθύγραμμων τμημάτων δικτύων αεραγωγών. Υπάρχουν όμως ειδικά εξαρτήματα για την αλλαγή διατομής, την αλλαγή κατεύθυνσης και τις διάφορες διακλαδώσεις ενός δικτύου αεραγωγών, τα οποία κατασκευάζονται από αντίστοιχα υλικά σύμφωνα με διεθνείς κανονισμούς οργανισμών όπως: **ASHRAE** (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), **DIN**, **BS** κλπ.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι βασικές οδηγίες σχεδίασης για τα κυριότερα από τα ειδικά αυτά εξαρτήματα των αεραγωγών.

### 2.3.1 Καμπύλες ή γωνίες αλλαγής κατεύθυνσης

Χρησιμοποιούνται σε περίπτωση αλλαγής της κατεύθυνσης του μεταφερόμενου αέρα και σχεδιάζονται σύμφωνα με το σχήμα 2.4α (όπου  $A$  είναι η διάσταση του αεραγωγού και  $R_a$ ,  $R_\mu$ ,  $R_l$  οι διάφορες ακτίνες καμπυλότητας).

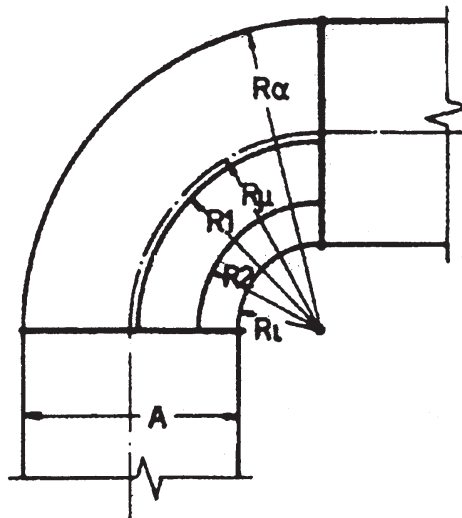




**Ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα:  $R_{\mu} = A$**

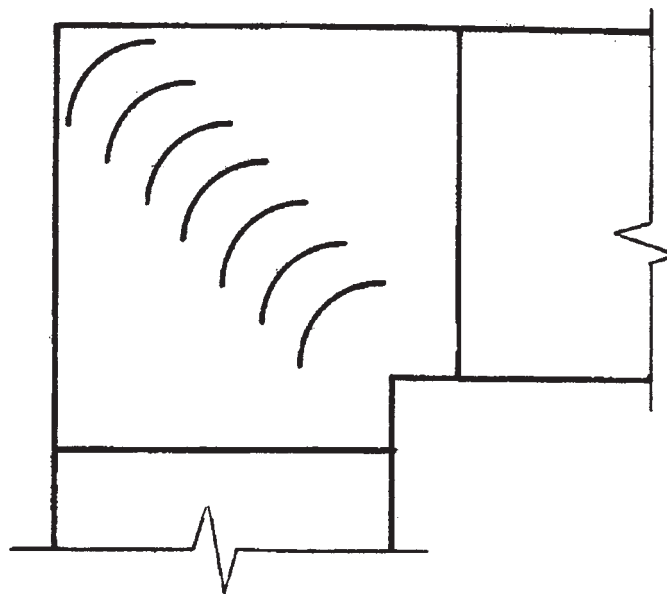
**Σχήμα 2.4α:** Σχεδίαση καμπυλών για την αλλαγή κατεύθυνσης αεραγωγών.

Εφόσον για κατασκευαστικούς λόγους χρειάζεται να είναι  $R_{\mu} < A$ , τότε οι καμπύλες θα σχεδιαστούν με εσωτερικά οδηγητικά πτερύγια (vanes), όπως φαίνεται στο σχήμα 2.4β.



**Σχήμα 2.46:** Σχεδίαση καμπυλών για την αλλαγή κατεύθυνσης αεραγωγών.

Αν για κατασκευαστικούς λόγους απαιτείται η χρησιμοποίηση γωνίας αντί καμπύλης για την αλλαγή κατεύθυνσης του αεραγωγού, η σχεδίαση θα είναι σύμφωνα με το σχήμα 2.5 (χρησιμοποιούνται απλά ή διπλά οδηγητικά πτερύγια).

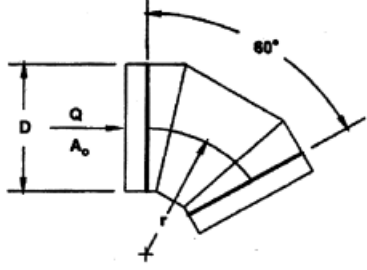
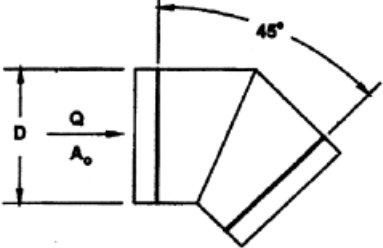
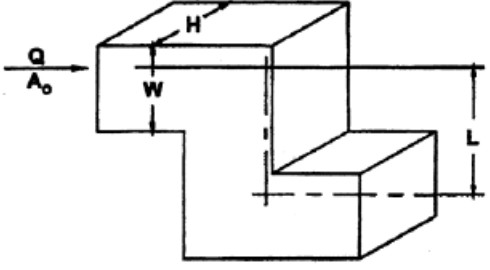


**Σχήμα 2.5:** Σχεδίαση γωνίας αλλαγής κατεύθυνσης αεραγωγού

Στη συνέχεια παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα ο τρόπος σχεδίασης διάφορων εξαρτημάτων αλλαγής κατεύθυνσης αεραγωγών.

**Πίνακας 2.2:** Σχεδίαση διάφορων εξαρτημάτων αλλαγής κατεύθυνσης.

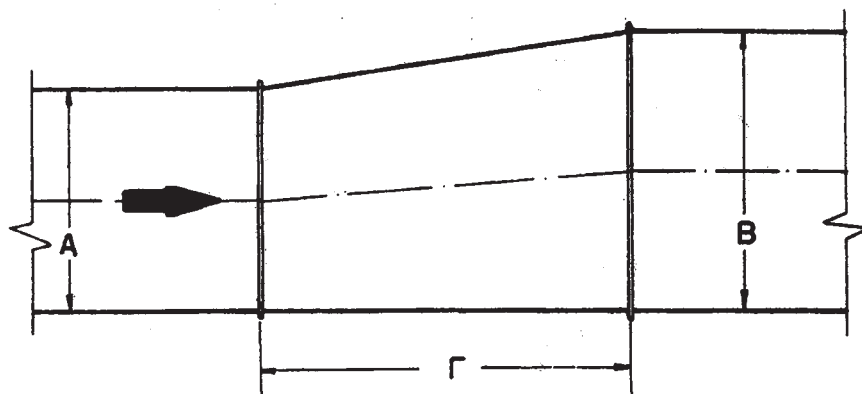
| ΟΝΟΜΑΣΙΑ                | ΣΧΗΜΑ |
|-------------------------|-------|
| 90° Γωνία<br>3 τεμαχίων |       |
| 90° Γωνία<br>5 τεμαχίων |       |
| 90° Γωνία<br>7 τεμαχίων |       |

| ΟΝΟΜΑΣΙΑ                | ΣΧΗΜΑ  |
|-------------------------|--|
| 60° Γωνία<br>3 τεμαχίων |    |
| 45° Γωνία               |    |
| Γωνία<br>σχήματος Z     |  |

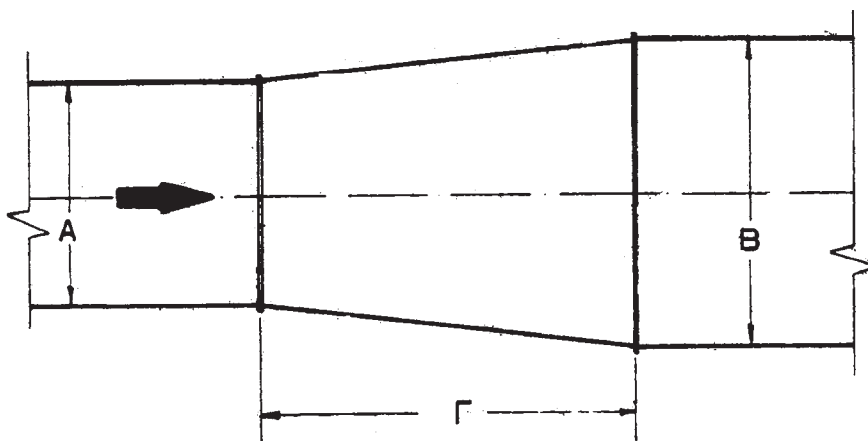
### 2.3.2 Αλλαγή διατομής

Υπάρχουν διάφορες περιπτώσεις, κατά τη διαμόρφωση ενός δικτύου αεραγωγών, όπου απαιτείται η αλλαγή της διατομής του αεραγωγού (αύξηση ή μείωση της επιφάνειας της διατομής του). Η αλλαγή αυτή γίνεται με την προσθήκη ενός κωνικού τμήματος, η κλίση των πλευρών του οποίου θα πρέπει να βρίσκεται μεταξύ των τιμών 1 : 4 και 1 : 7.

Στην περίπτωση κατά την οποία αυξάνεται η επιφάνεια, υπάρχει η δυνατότητα μονό-πλευρης ή δίπλευρης διαστολής, η οποία σχεδιάζεται όπως φαίνεται στα σχήματα 2.6α και 2.6β.

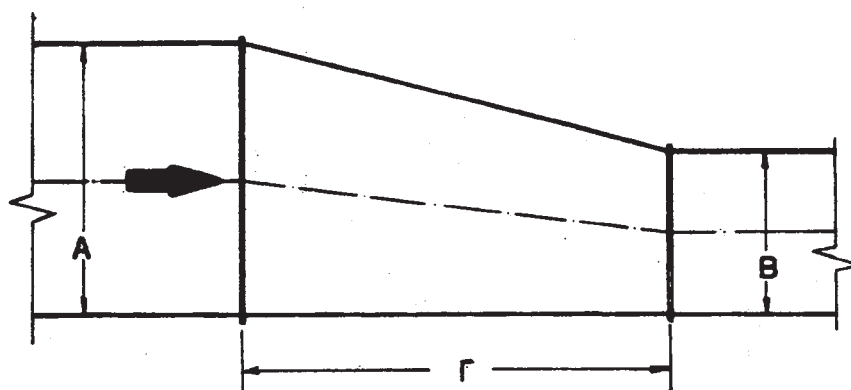


Σχήμα 2.6α: Σχεδίαση μονόπλευρης διαστολής.

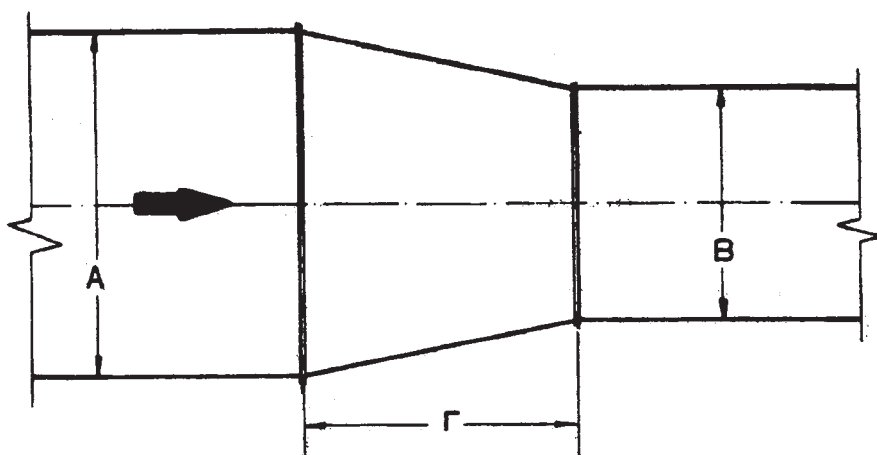


Σχήμα 2.6β: Σχεδίαση δίπλευρης διαστολής.

Αντίστοιχα στην περίπτωση κατά την οποία αυξάνεται η επιφάνεια της διατομής, υπάρχει η δυνατότητα μονόπλευρης ή δίπλευρης διαστολής, η οποία σχεδιάζεται όπως φαίνεται στα σχήματα 2.7α και 2.7β.

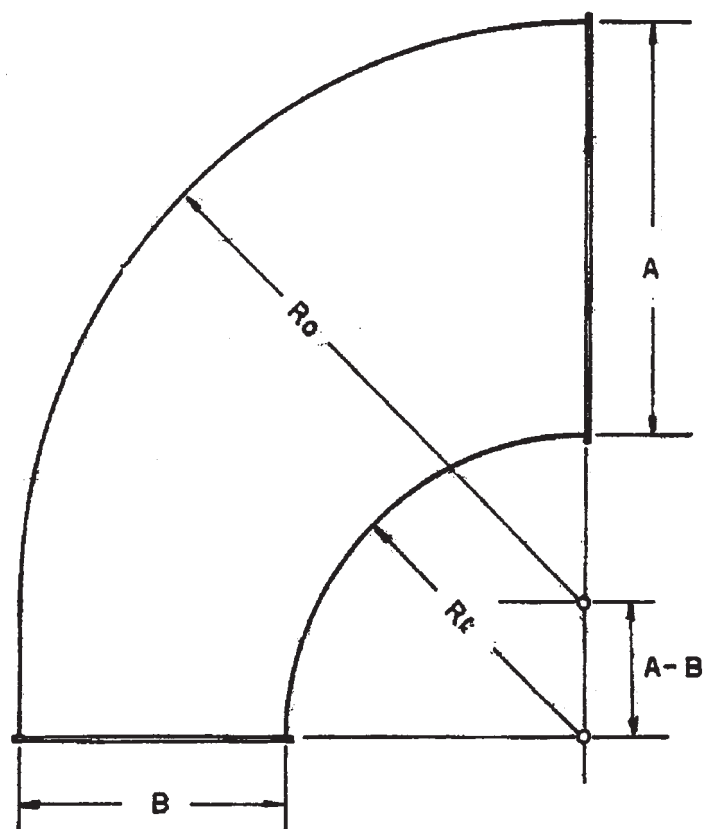


Σχήμα 2.7α: Σχεδίαση μονόπλευρης συστολής.



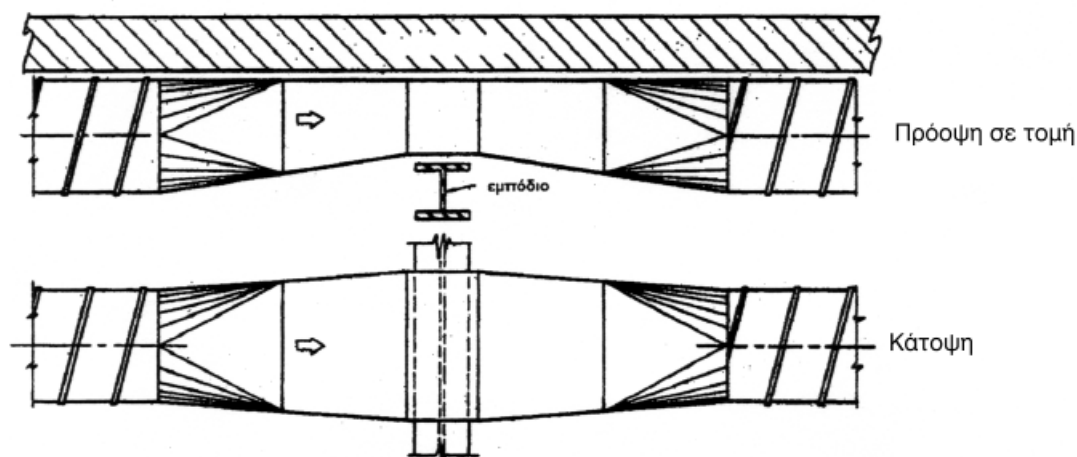
Σχήμα 2.76: Σχεδίαση δίπλευρης συστολής.

Υπάρχει η δυνατότητα συνδυασμού μιας συστολής ή διαστολής με μία καμπύλη, οπότε προκύπτει μία συστολική καμπύλη, η οποία σχεδιάζεται όπως φαίνεται στο σχήμα 2.8.



Σχήμα 2.8: Σχεδίαση συστολικής καμπύλης

Η αλλαγή της επιφάνειας της διατομής ενός αεραγωγού μπορεί να συνοδεύεται και από ταυτόχρονη αλλαγή της μορφής της διατομής. Στο σχήμα 2.9 δείχνεται η σχεδίαση μίας δίπλευρης διαστολής με ταυτόχρονη αλλαγή από ορθογωνική διατομή σε κυκλική διατομή.



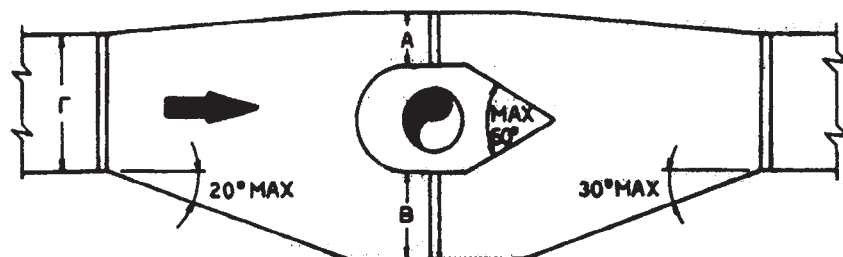
**Σχήμα 2.9:** Σχεδίαση αλλαγής διατομής αεραγωγού από ορθογωνική σε κυκλική, για την αποφυγή εμποδίου.

### 2.3.3 Ειδικά εξαρτήματα

Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες η προσαρμογή του δικτύου των αεραγωγών στη διάταξη του χώρου, απαιτεί την κατασκευή ειδικών τεμαχίων. Τα ειδικά αυτά τεμάχια πολλές φορές δεν είναι τυποποιημένα και θα πρέπει να μελετηθούν και να σχεδιαστούν από τον κατασκευαστή της εγκατάστασης.

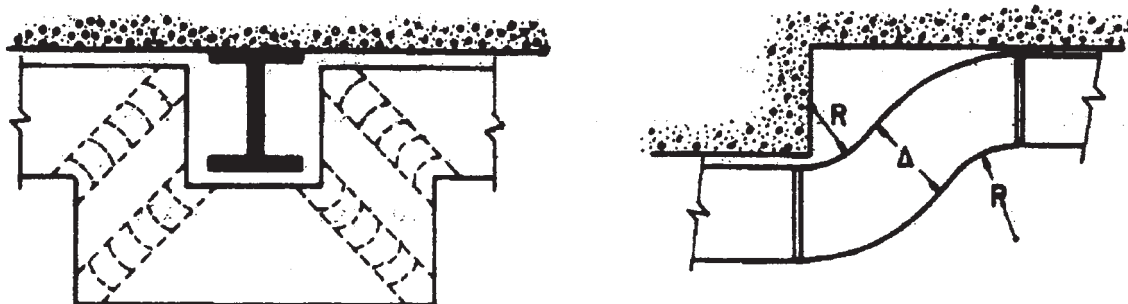
Στα σχήματα 2.10 και 2.11 παρουσιάζεται η σχεδίαση κάποιων τέτοιων συνηθισμένων περιπτώσεων.

Αναλυτικότερα, στο σχήμα 2.10 παρουσιάζεται η σχεδίαση αεραγωγού μέσα στον οποίο υπάρχει κάποιο εμπόδιο (δοκάρι, σωλήνας, αγωγός ηλεκτρικού ρεύματος κλπ). Κάτι τέτοιο συνήθως θα πρέπει να αποφεύγεται λόγω της προκαλούμενης πτώσης πίεσης, και δημιουργίας θορύβου. Στις περιπτώσεις που δεν μπορεί να αποφευχθεί, θα πρέπει το εμπόδιο να καλύπτεται από κάποιο ειδικό τεμάχιο εξομάλυνσης (όπως φαίνεται στο σχήμα 2.10).



**Σχήμα 2.10:** Σχεδίαση αεραγωγού μέσα από τον οποίο περνάει κάποιο εμπόδιο.

Στο σχήμα 2.11 παρουσιάζεται η σχεδίαση αεραγωγών με ειδικά τεμάχια παράκαμψης εμποδίων του περιβάλλοντα χώρου.

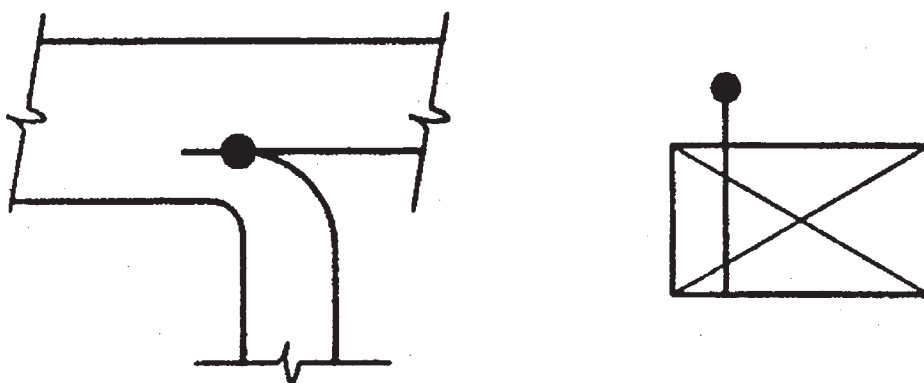


Σχήμα 2.11: Σχεδίαση τεμαχίων παράκαμψης εμποδίων.

#### 2.3.4 Διαφράγματα

Για τη ρύθμιση της παροχής του αέρα σε ένα δίκτυο αεραγωγών, χρησιμοποιούνται τα διαφράγματα ή φράκτες (dampers). Ανάλογα με τη χρήση τους χωρίζονται κυρίως σε:

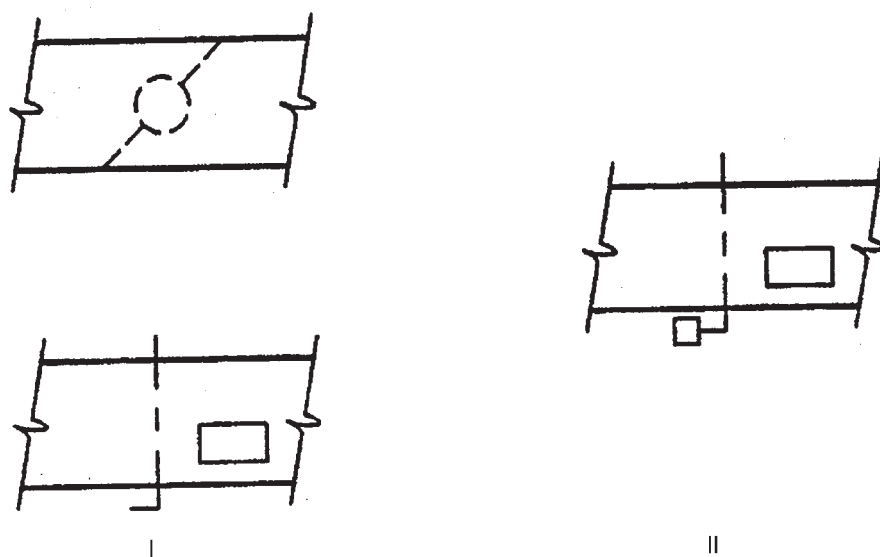
- α) **διαφράγματα διαχωρισμού** (split dampers), αποτελούνται από ένα πτερύγιο και ρυθμίζουν το διαχωρισμό του παρεχόμενου αέρα σε δύο ρεύματα. Σχεδιάζονται συνήθως στα σημεία διακλάδωσης ενός κύριου αεραγωγού ή σε σημείο που να οδηγεί σε κάποιο στόμιο (σχήμα 2.12).



Σχήμα 2.12: Σύμβολο σχεδίασης διαφράγματος διαχωρισμού.

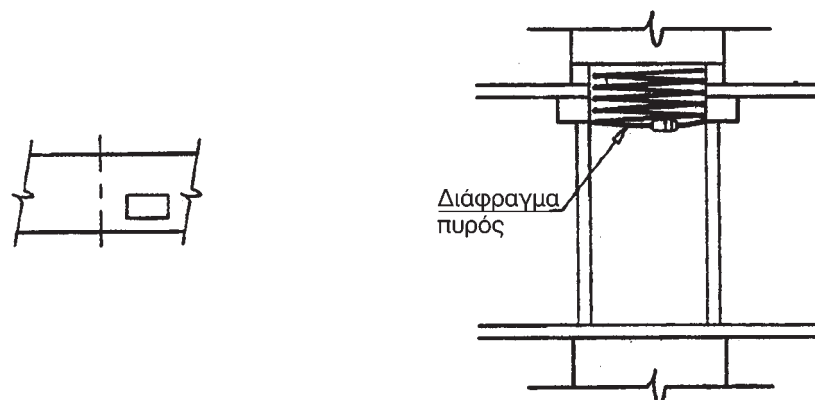
- β) **διαφράγματα όγκου ή ρυθμιστικά διαφράγματα** (volume dampers), μπορεί να είναι ενός ή περισσότερων πτερυγίων, χειροκίνητα ή αυτόματα και ρυθμίζουν την ποσότητα του παρεχόμενου αέρα. Σχεδιάζονται κατά μήκος ολόκληρης της διατομής ενός αεραγωγού (σχήμα 2.13).





Σχήμα 2.13: Σύμβολο σχεδίασης διαφράγματος όγκου, ι: χειροκίνητο, ιι: αυτόματο.

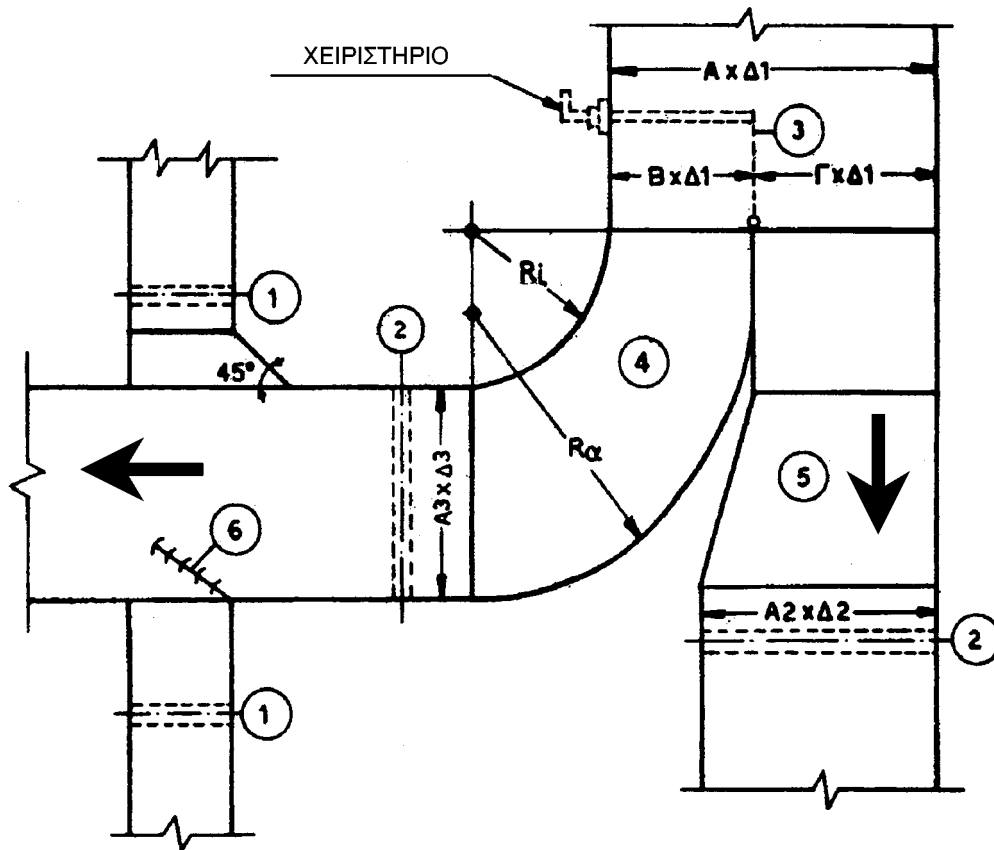
- γ) **διαφράγματα πυρός**, λειτουργούν αυτόματα σε περίπτωση φωτιάς και απομονώνουν δύο (2) πυρασφαλή μεταξύ τους διαμερίσματα ενός αεραγωγού (σχήμα 2.14).



Σχήμα 2.14: Σύμβολο σχεδίασης διαφράγματος πυρός.

### 2.3.5 Διακλαδώσεις αεραγωγών

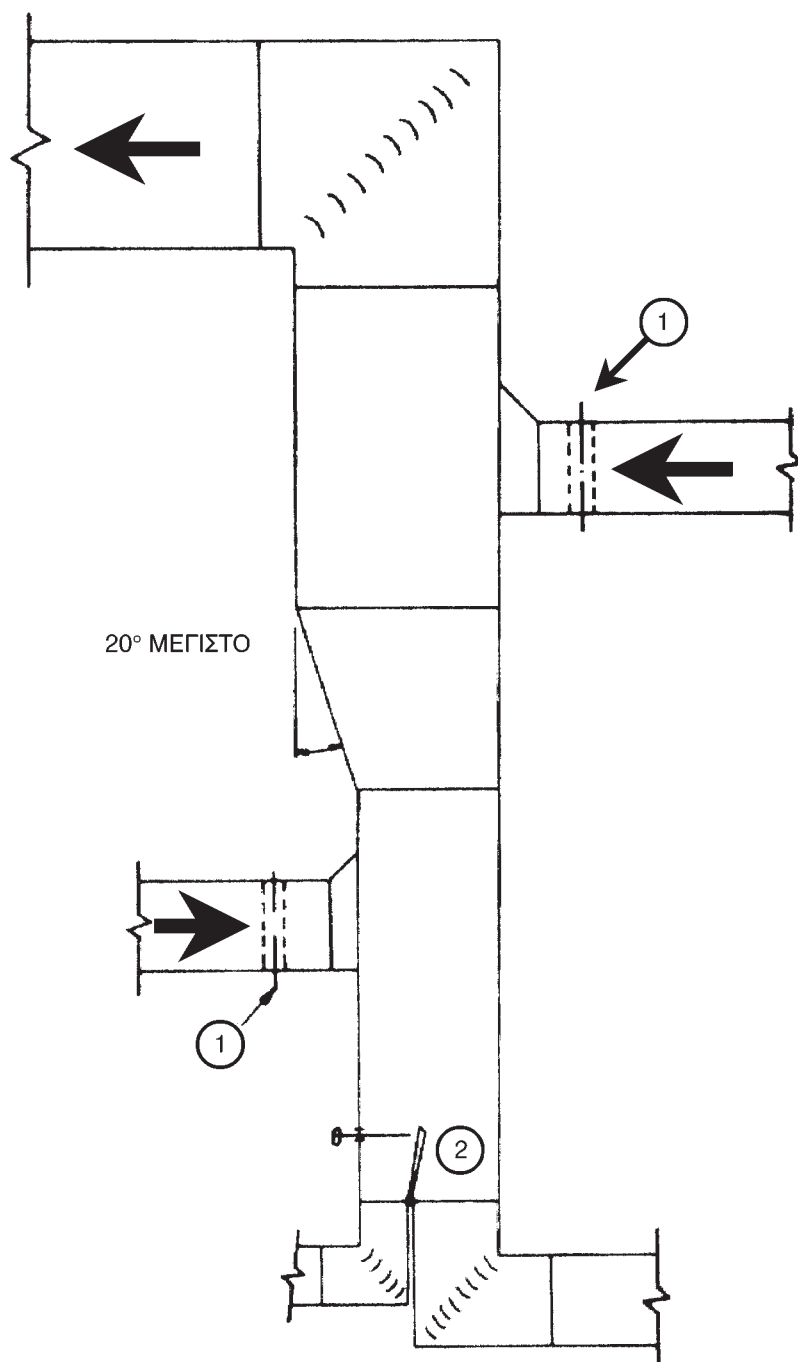
Η σχεδίαση των συνηθέστερα χρησιμοποιούμενων διακλαδώσεων παρουσιάζεται στα σχήματα 2.15 έως και 2.17.



- 1,2: Διαφράγματα ρύθμισης της παροχής
- 3: Διάφραγμα διαχωρισμού, μπορεί να τοποθετηθεί αντί των διαφραγμάτων τύπου 2
- 4: Συστολική καμπύλη, μπορεί να αντικατασταθεί με γωνία και διαστολή
- 5: Διαστολή
- 6: Αεραγωγός εξαγωγής (προαιρετικός)

**Σχήμα 2.15:** Σχεδίαση διακλάδωσης αεραγωγού.

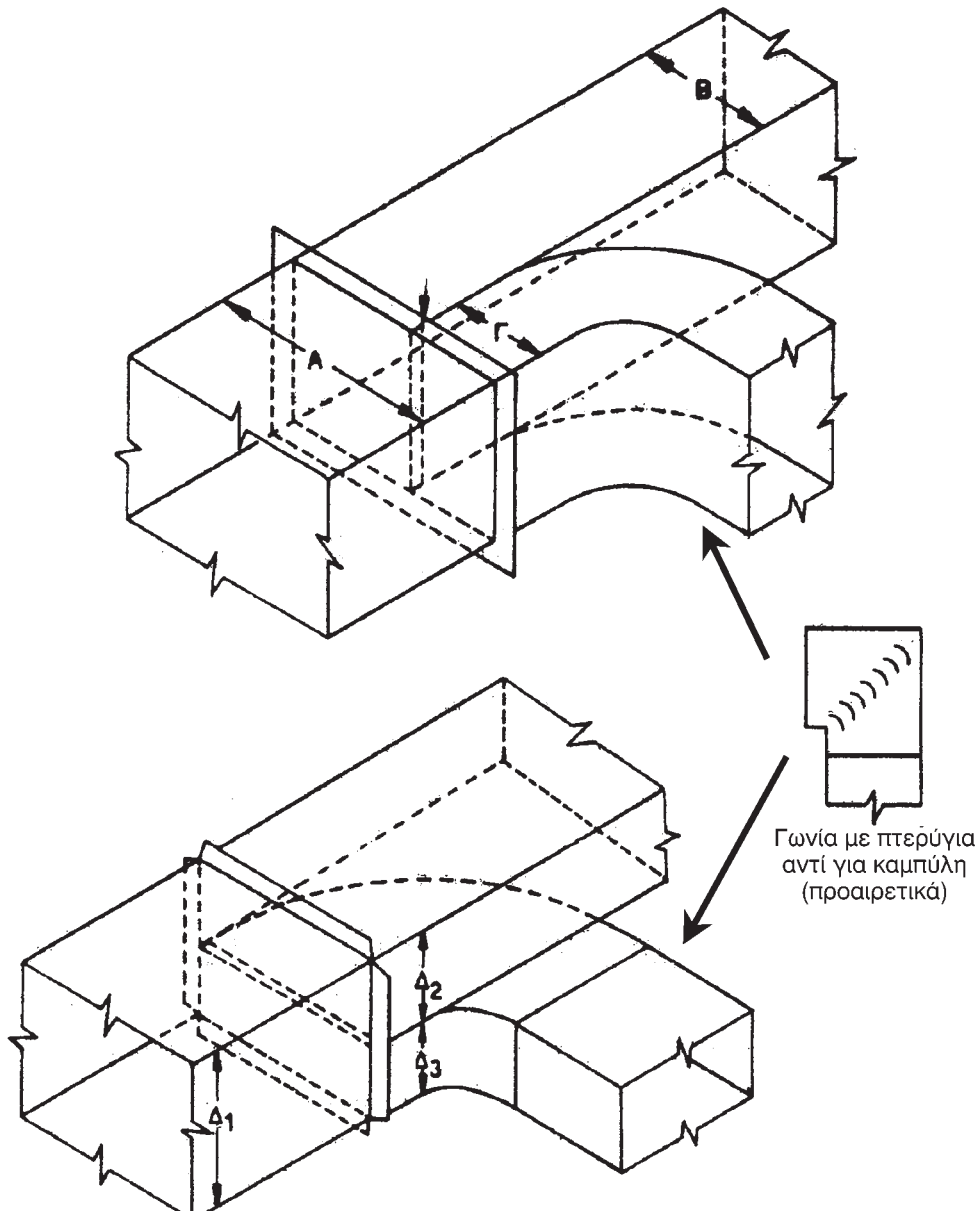
Στο σχήμα 2.16 παρουσιάζεται μια διαμόρφωση διακλαδώσεων αεραγωγών επιστροφής.



- ① ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ  
② ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ (ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΟ)

**Σχήμα 2.16:** Σχεδίαση διαμόρφωση διακλαδώσεων αεραγωγών επιστροφής.

Στο σχήμα 2.17 παρουσιάζονται δύο άλλες περιπτώσεις διακλαδώσεων αεραγωγών.



**Σχήμα 2.17:** Σχεδίαση διακλαδώσεων αεραγωγών.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η σχεδίαση διάφορων συνηθισμένων διασταυρώσεων

**Πίνακας 2.3:** Σχεδίαση διάφορων διασταυρώσεων δικτύου αεραγωγών.



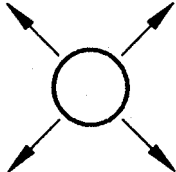



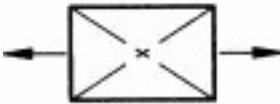

|   |  |
|---|--|
| Διασταύρωση<br>τύπου T  |  |
| Διασταύρωση<br>τύπου Y  |  |
| Διασταύρωση τύπου<br>συμμετρικού Y  |  |
| Διασταύρωση τύπου<br>Y 45°, με κάθετο<br>τον αρχικό κλάδο της<br>διασταύρωσης |  |

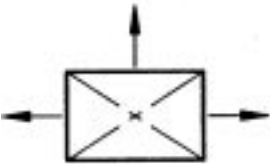

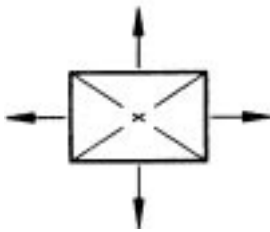

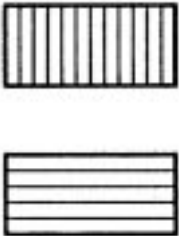
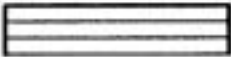
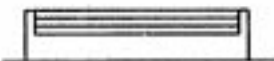
## 2.4 ΣΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ – ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Τα στόμια προσαγωγής ή επιστροφής του αέρα είναι από τα σημαντικότερα εξαρτήματα μιας εγκατάστασης κλιματισμού. Μπορεί να τοποθετηθούν στην οροφή, στον τοίχο ή και στο δάπεδο. Το σχήμα τους μπορεί να είναι ορθογωνικό ή κυκλικό.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η γραφική και παραστατική σχεδίαση διάφορων στομίων οροφής και δαπέδου.

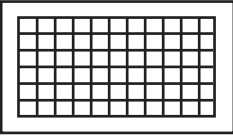
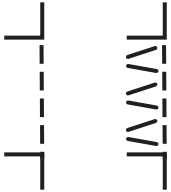
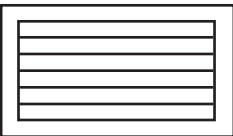
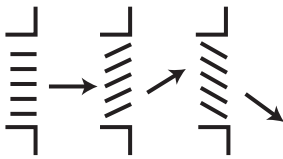
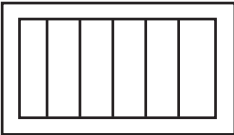

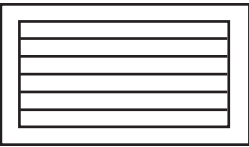
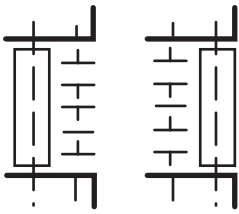
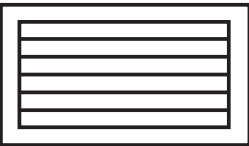

**Πίνακας 2.4:** Γραφική και παραστατική σχεδίαση διάφορων στομίων αέρα οροφής και δαπέδου.

|   | Σύμβολο   | Οψη  |
|---|---|--|
| Ημικυκλικό στόμιο οροφής δύο κατευθύνσεων   |   |   |
| Κυκλικό στόμιο οροφής τεσσάρων κατευθύνσεων |  |  |
| Στόμιο οροφής μιας κατεύθυνσης              |  |  |
| Στόμιο οροφής δύο κατευθύνσεων              |  |  |

|   | Σύμβολο   | Οψη  |
|---|---|--|
| Στόμιο οροφής<br>τριών<br>κατευθύνσεων    |    |    |
| Στόμιο οροφής<br>τεσσάρων<br>κατευθύνσεων |    |    |
| Στόμιο δαπέδου                            |  |  |
| Στόμιο δαπέδου                            |  |  |


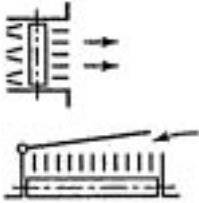
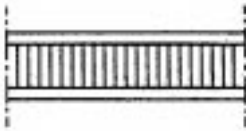





Στον Πίνακα 2.5 παρουσιάζεται η γραφική και παραστατική σχεδίαση διάφορων στομίων τοίχου.

**Πίνακας 2.5:** Γραφική και παραστατική σχεδίαση διάφορων στομιών αέρα τοίχου.

|   | Οψη   | Σύμβολο   |
|---|---|---|
| Διάτρητη και συρμάτινη σχάρα                              |    |     |
| Σχάρα με οριζόντια ελάσματα                               |    |     |
| Σχάρα με κατακόρυφα ελάσματα                              |  |  |
| Σχάρα με κατακόρυφη και οριζόντια κατεύθυνση του αέρα     |  |   |
| Σχάρα απλής κατεύθυνσης με ρύθμιση της ποσότητας του αέρα |  |   |

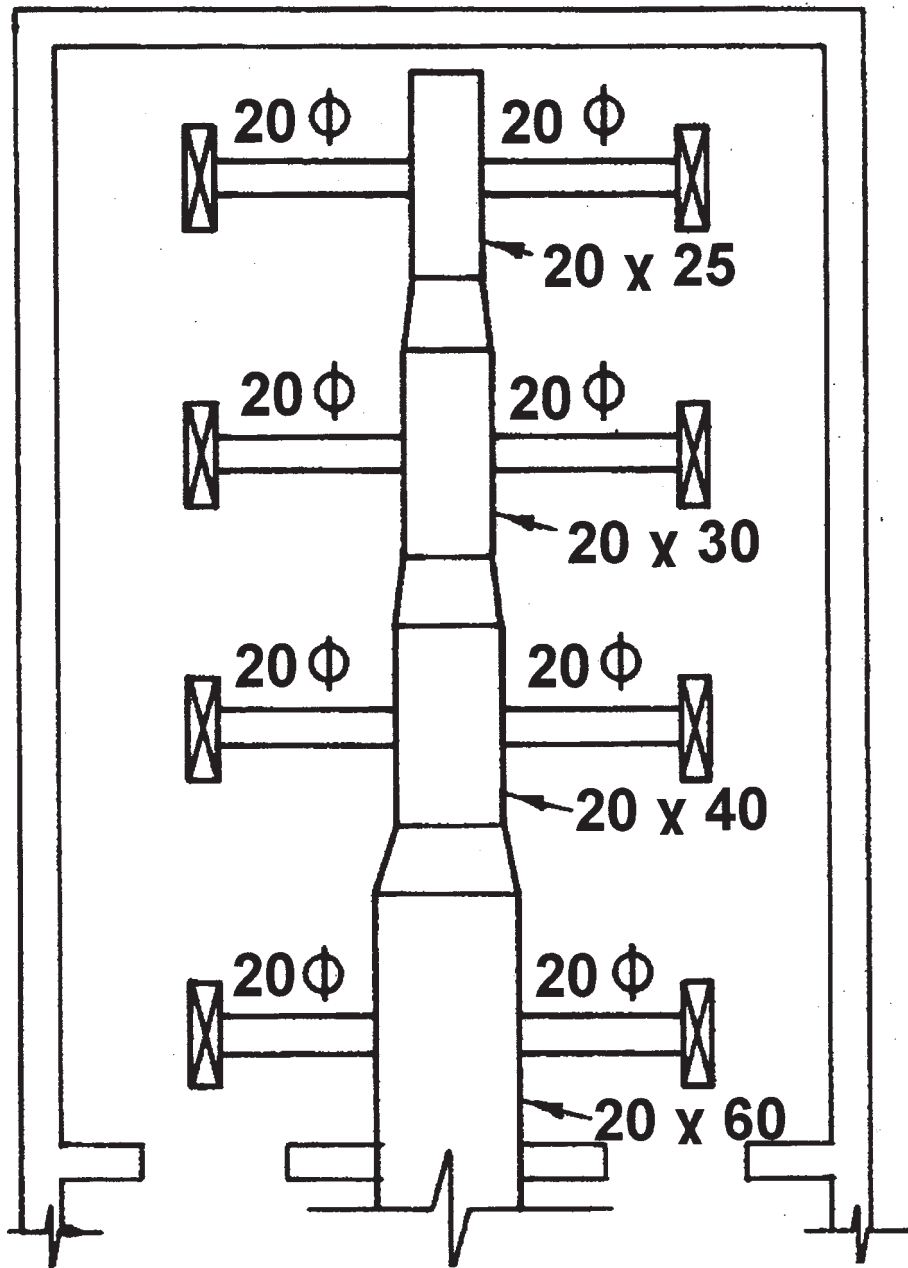


**Πίνακας 2.5 (συνέχεια):** Γραφική και παραστατική σχεδίαση διάφορων στομίων αέρα τοίχου.

|  | Οψη   | Σύμβολο   |
|--|---|---|
| Σχάρα διπλής κατεύθυνσης με ρύθμιση της ποσότητας του αέρα |    |     |
| Ταινιοειδής σχάρα  |   |    |
| Ακροφύσιο ορθογωνικής διατομής                             |  |   |
| Ακροφύσιο στρογγυλής διατομής                              |  |  |

## 2.5 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Η σχεδίαση ενός δικτύου αεραγωγών γίνεται κατά κύριο λόγο με το συνδυασμό των συμβόλων που προαναφέρθηκαν. Ένας τέτοιος συνδυασμός μπορεί να δώσει σαν αποτέλεσμα το σχέδιο του σχήματος 2.18.



Σχήμα 2.18: Σχεδίαση τμήματος δικτύου αεραγωγών.

Στο σχήμα παρουσιάζεται μέρος ενός δικτύου κλιματισμού. Το κατακόρυφο τμήμα αποτελείται από αγωγούς ορθογωνικής διατομής, η οποία μεταβάλλεται (μειώνεται) σύμφωνα με τις διαστάσεις του σχήματος. Τα οριζόντια τμήματα αποτελούνται από αγωγούς κυκλικής διατομής 20 mm.

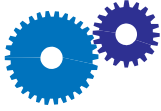
## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο 2ο κεφάλαιο αναφέρθηκαν τα βασικά σύμβολα, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση των δικτύων αεραγωγών κεντρικών εγκαταστάσεων κλιματισμού και αερισμού και παρουσιάστηκαν διάφορα παραδείγματα εφαρμογής αυτών των συμβόλων σε σχέδια κλιματιστικών εγκαταστάσεων.

Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκε ο τρόπος σχεδίασης για ευθύγραμμα τμήματα, για καμπύλες ή γωνίες αλλαγής κατεύθυνσης, για εξαρτήματα αλλαγής διατομής, για ειδικά εξαρτήματα, για διαφράγματα, για διακλαδώσεις αεραγωγών και για στόμια προσαγωγής – επιστροφής του αέρα.

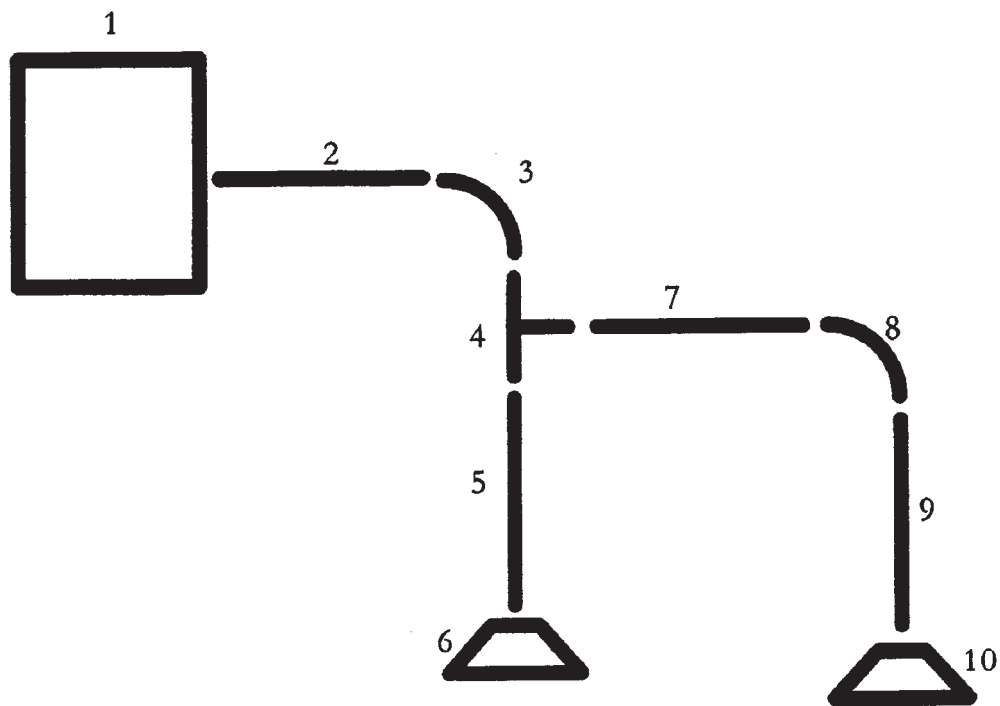
Υπάρχουν περισσότερα από 100 σύμβολα τα οποία χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση των διάφορων τμημάτων μίας εγκατάστασης κλιματισμού. Διάφοροι οργανισμοί έχουν τυποποιήσει αυτά τα σύμβολα, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αντίστοιχα σχέδια. Σε περίπτωση που κάποιος κατασκευαστής χρησιμοποιεί διαφορετικά σύμβολα, είναι απαραίτητο να τα επεξηγεί σε ανάλογο μέρος του σχεδίου.

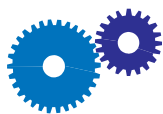
## ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΕΡΓΑΣΙΕΣ



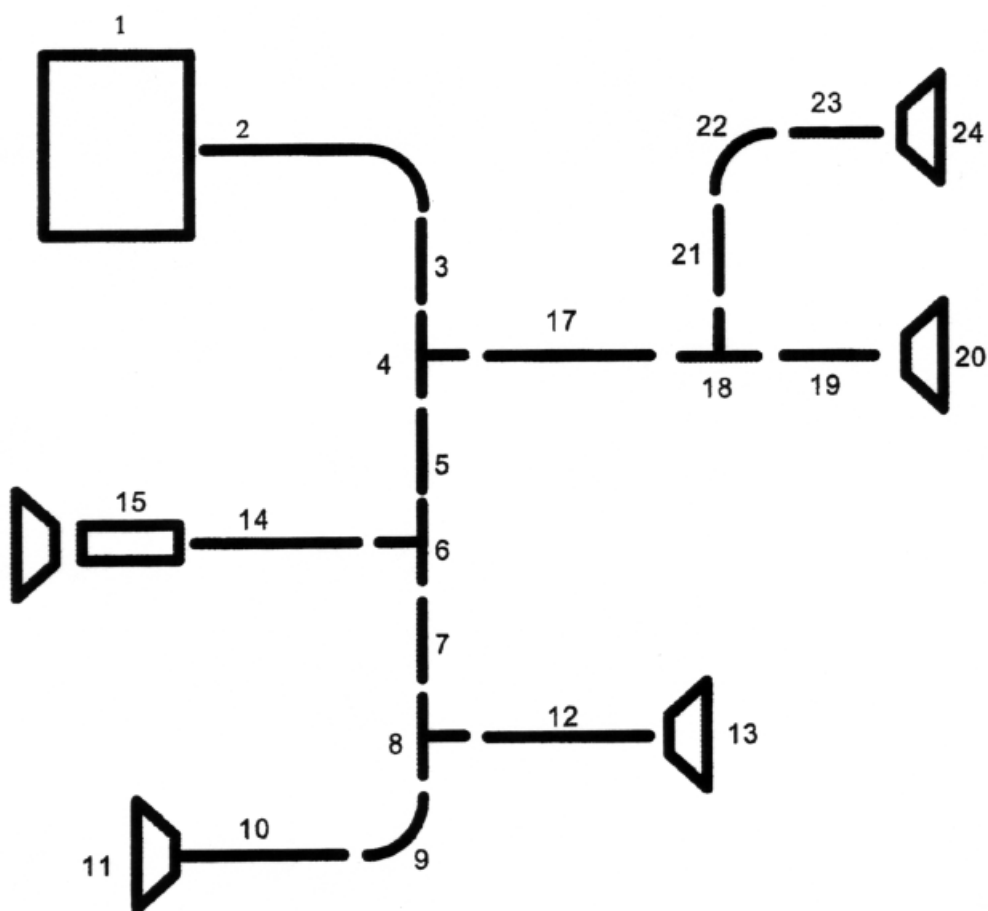
## ΑΣΚΗΣΗ 2.7.1

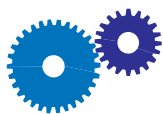
Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται με μία γραμμή το τμήμα ενός δικτύου αεραγωγών. Χρησιμοποιώντας τα μέχρι στιγμής αναφερόμενα σύμβολα σχεδίασης, καθώς και αυτά του Παραρτήματος Α, μετατρέψτε το μονογραμμικό σχέδιο του παρακάτω σχήματος, σε διάγραμμα διπλής γραμμής (οι διαστάσεις να παρθούν κατ' εκτίμηση).



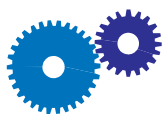
**ΑΣΚΗΣΗ 2.7.2**

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται με μία γραμμή το τμήμα ενός δικτύου αεραγωγών. Χρησιμοποιώντας τα μέχρι στιγμής αναφερόμενα σύμβολα σχεδίασης, καθώς και αυτά του Παραρτήματος Α, μετατρέψτε το μονογραμμικό σχέδιο του παρακάτω σχήματος, σε διάγραμμα διπλής γραμμής (οι διαστάσεις να παρθούν κατ' εκτίμηση).



**ΑΣΚΗΣΗ 2.7.3**

Να σχεδιαστεί το σχέδιο του σχήματος 2.16 και να αναγραφούν οι διαστάσεις του (κατ' εκτίμηση).

**ΑΣΚΗΣΗ 2.7.4**

Να σχεδιαστούν τα σχήματα των σχεδίων 2.15 και 2.18. Οι διαστάσεις που λείπουν να υπολογιστούν κατ' εκτίμηση.

# ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΤΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

- 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΑΠΛΗ (ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ) Η ΜΕ ΔΙΠΛΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΠΑΡΑΣΤΑΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ)
- 3.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ
- 3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΜΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ
- 3.5 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ
- 3.6 ΙΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ
- 3.7 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ







- ✓ Να σχεδιάζετε με απλή γραμμή (σχηματική σχεδίαση) και με διπλή γραμμή (παραστατική σχεδίαση) ένα δίκτυο αεραγωγών.
- ✓ Να σχεδιάζετε τις τομές ενός δικτύου αεραγωγών.
- ✓ Να σχεδιάζετε τις πιθανόν απαιτούμενες λεπτομέρειες ενός δικτύου αεραγωγών.
- ✓ Να αναγνωρίζετε την ισομετρική σχεδίαση ενός δικτύου αεραγωγών.
- ✓ Να σχεδιάζετε τις διάφορες συνδέσεις καθώς και τους τρόπους στήριξης ενός δικτύου αεραγωγών.

### 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκαν τα βασικά σύμβολα, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση των επι μέρους τμημάτων (ευθύγραμμα τμήματα, καμπύλες ή γωνίες αλλαγής κατεύθυνσης, εξαρτήματα αλλαγής διατομής, ειδικά εξαρτήματα, διαφράγματα, διακλαδώσεις αεραγωγών και στόμια προσαγωγής – επιστροφής του αέρα) ενός δικτύου αεραγωγών κεντρικών εγκαταστάσεων κλιματισμού και αερισμού και παρουσιάστηκαν διάφορα παραδείγματα εφαρμογής αυτών των συμβόλων σε σχέδια κλιματιστικών εγκαταστάσεων.

Σε αυτό το κεφάλαιο με δεδομένη τη γνώση αυτών των συμβόλων θα αναφερθεί αναλυτικότερα: ο τρόπος σχεδίασης με απλή γραμμή και με διπλή γραμμή, η ισομετρική σχεδίαση, ο τρόπος σχεδίασης των τομών, των λεπτομερειών, των συνδέσεων καθώς και της στήριξης και θα παρουσιαστούν διάφορα παραδείγματα σχεδίασης για ένα δίκτυο αεραγωγών.

Σε αρκετά από τα σχήματα χρησιμοποιείται το Αγγλοσαξωνικό σύστημα μονάδων. Για την καλύτερη κατανόηση υπενθυμίζονται οι αντιστοιχίες των μονάδων:

$$1 \text{ in} = 25,4 \text{ mm}$$

$$1 \text{ ft} = 0,3048 \text{ m}$$

1 CFM (cubic foot per minute) = 0,4719 L/s

Επίσης χρειάζεται η επεξήγηση των παρακάτω συντομογραφιών:

ACU = Air Condition Unit (Κλιματιστική Μονάδα)

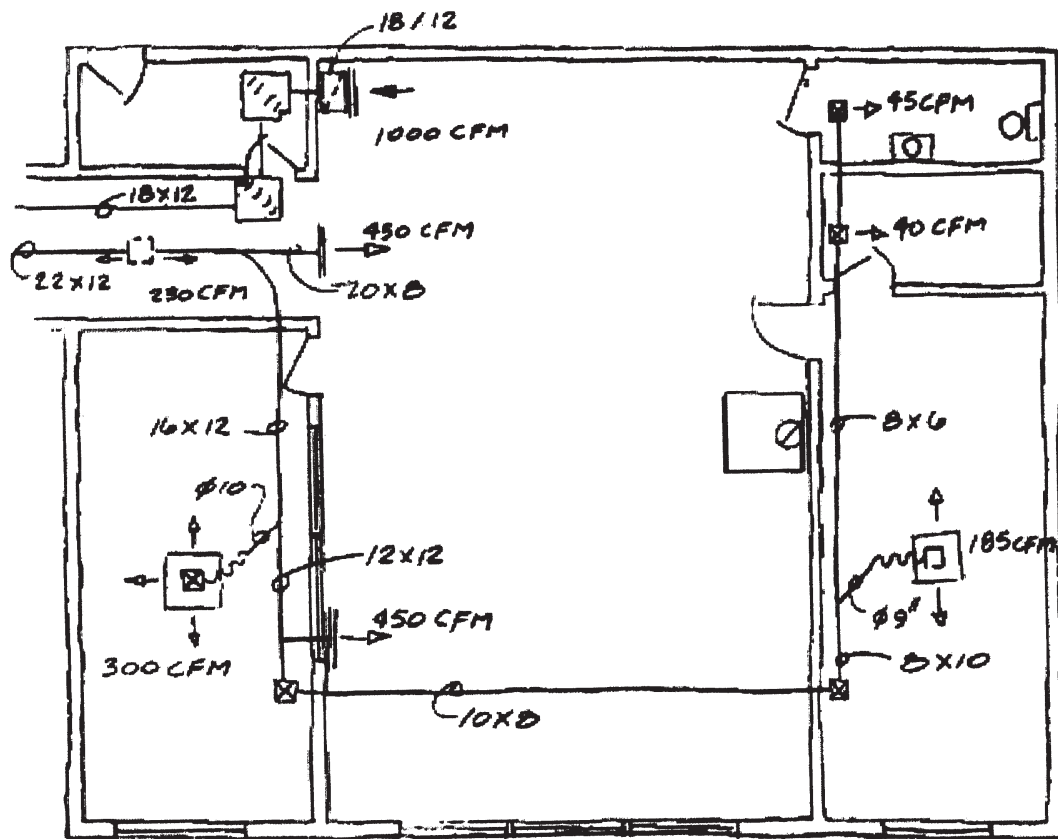
RA = Radius (Ακτίνα)

DIA = Diameter (Διάμετρος)

CD = Cyclical Diameter (Διάμετρος κύκλου)

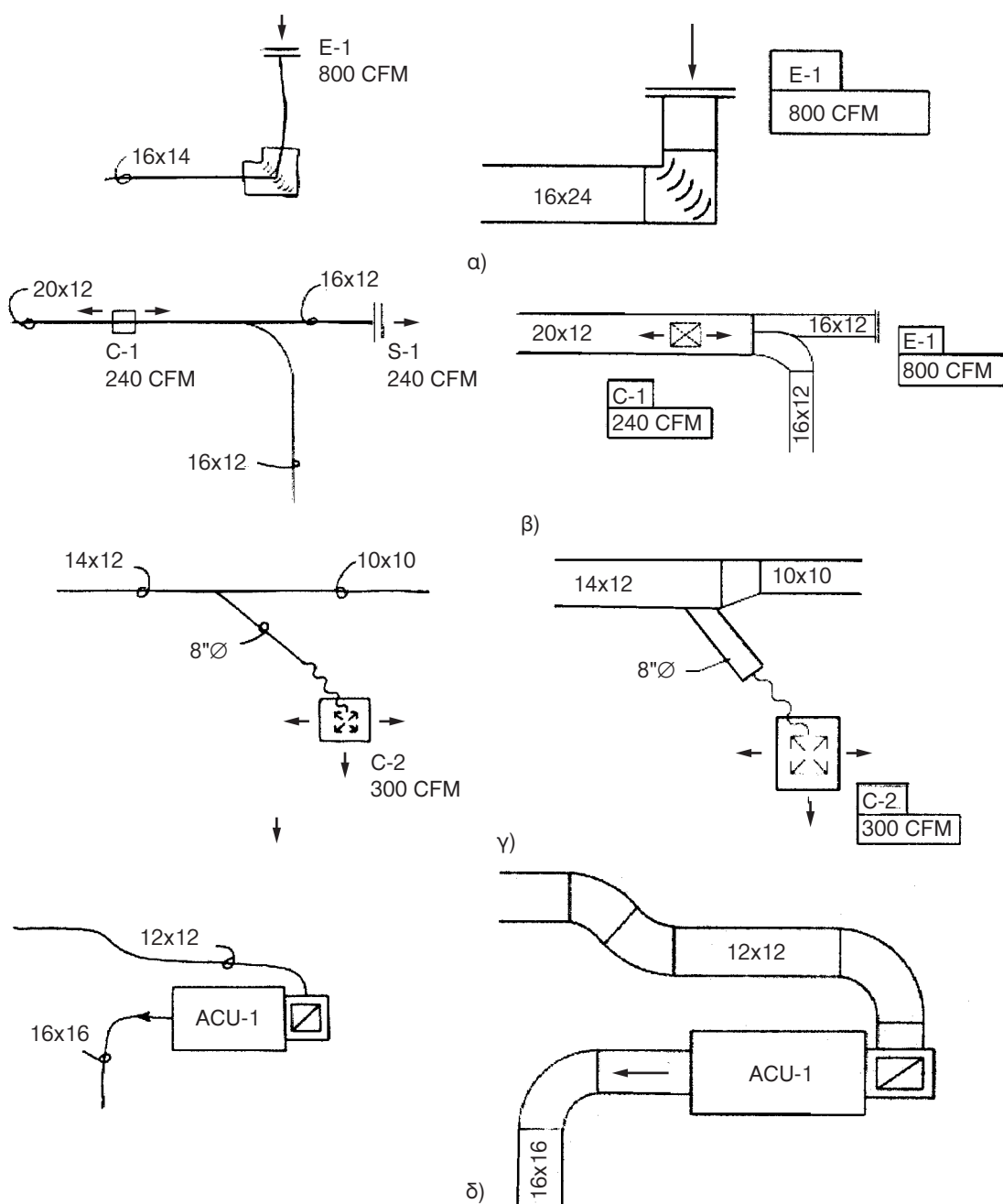
### **3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΑΠΛΗ (ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ) Η ΜΕ ΔΙΠΛΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΠΑΡΑΣΤΑΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ)**

Η σχεδίαση ενός δικτύου αεραγωγών γίνεται συνήθως πάνω στο υπάρχον σχέδιο (κάτοψη) του μέρους (βιομηχανίας, διαμερίσματος κλπ) στο οποίο θα τοποθετηθούν. Το τελικό σχέδιο θα δείχνει την τοποθέτηση του δικτύου των αεραγωγών, καθώς και τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε επί μέρους τμήματος. Η σχεδίαση μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας απλή γραμμή (σχηματική σχεδίαση) ή διπλή γραμμή (παραστατική σχεδίαση), ανάλογα με τις ανάγκες του πελάτη και το πόσο λεπτομερές απαιτείται να είναι το σχέδιο. Η σχηματική σχεδίαση είναι απλούστερη και γρηγορότερη. Πολλές φορές χρησιμοποιείται για να δοθεί το σκαρίφημα του σχεδίου, κάποιες φορές όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν τελικό σχέδιο. Στο σχήμα 3.1 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα σκαριφήματος με σχηματική σχεδίαση, το οποίο στη συνέχεια θα σχεδιαστεί αναλυτικότερα με παραστατική σχεδίαση. Στο σκαρίφημα δίνεται η βασική δομή του δικτύου αεραγωγών με διαστάσεις και με το απαιτούμενο φορτίο.



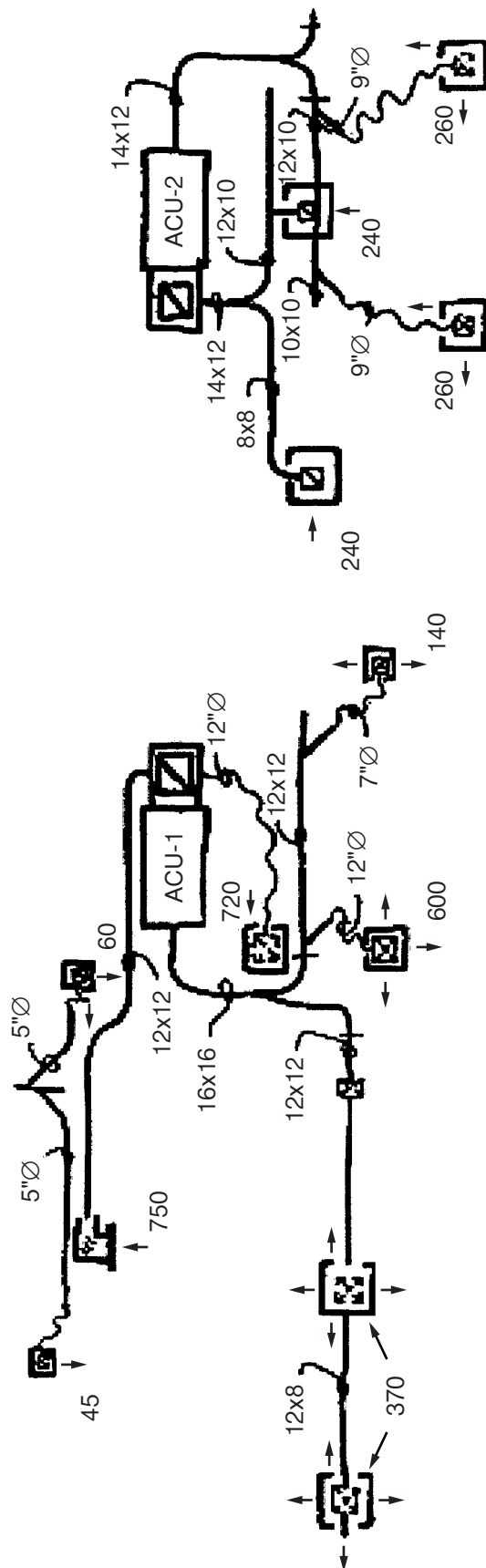
**Σχήμα 3.1:** Παράδειγμα σκαριφήματος δικτύου αεραγωγών με σχηματική σχεδίαση (οι διαστάσεις των αεραγωγών δίνονται σε ίντσες).

Στο σχήμα 3.2 παρουσιάζονται διάφορες περιπτώσεις μετατροπής σκαριφημάτων (με απλή γραμμή), σε σχέδια με διπλή γραμμή (παραστατική σχεδίαση).

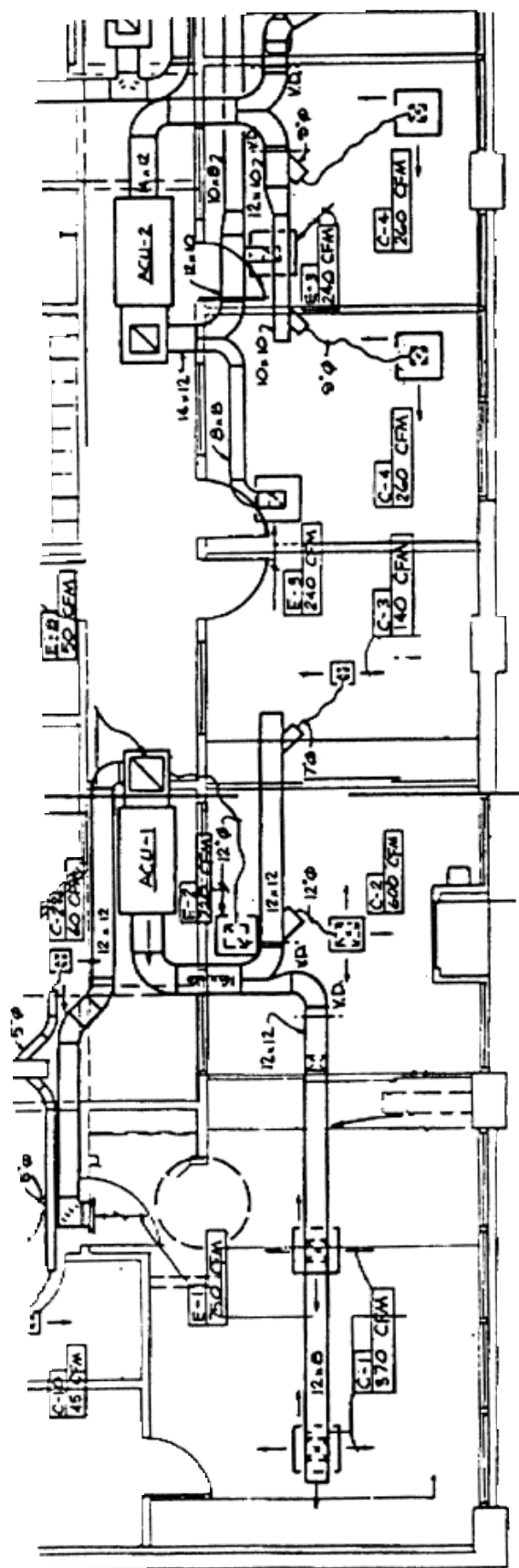


**Σχήμα 3.2:** Παραδείγματα μετατροπής σχηματικής σχεδίασης σε παραστατική σχεδίαση.

Στο σχήμα 3.3 παρουσιάζεται η σχηματική σχεδίαση ενός τμήματος δικτύου κλιματισμού, ενώ στο σχήμα 3.4 δείχνεται η μετατροπή αυτού του σκαριφήματος με παραστατική σχεδίαση.



Σχήμα 3.3: Σχηματική σχεδίαση σκαριφήματος (οι διαστάσεις δίνονται σε ίντσες και το ψυκτικό φορτίο σε CFM).

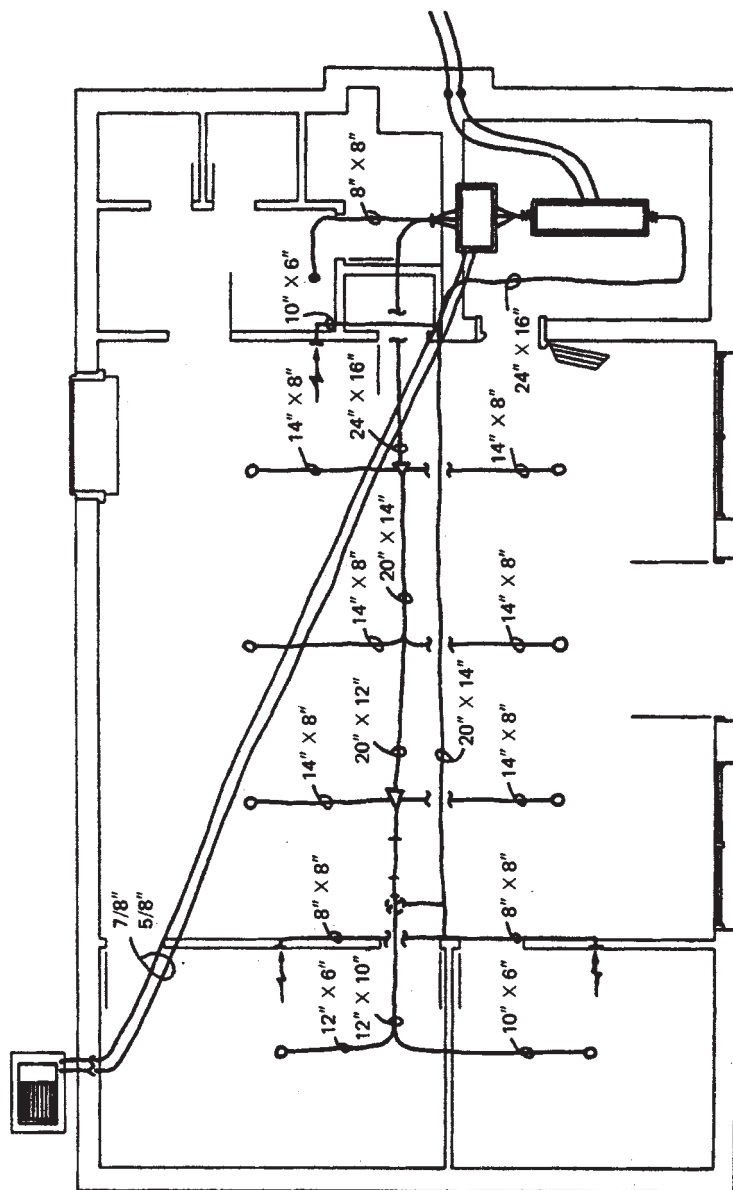


Σχήμα 3.4: Παραστατική σχεδίαση του παραδείγματος του σχήματος 3.3.

### 3.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

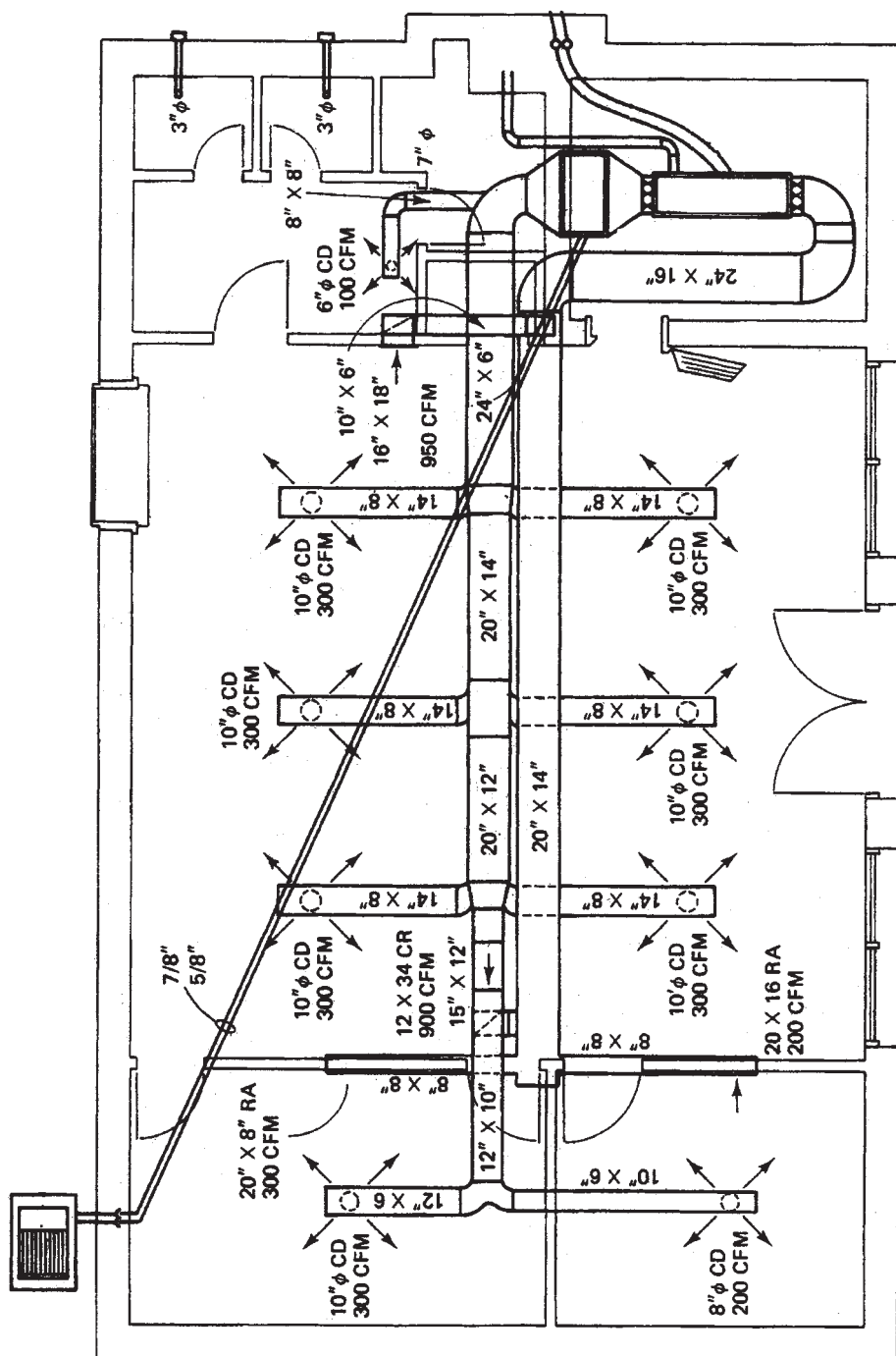
Στα επόμενα σχήματα (σχήμα 3.5 έως και σχήμα 3.11) θα παρουσιαστούν διάφορα παραδείγματα σχεδίασης δικτύου αεραγωγών.

Στο σχήμα 3.5 έχει σχεδιαστεί με σχηματική σχεδίαση ένα σκαρίφημα του δικτύου αεραγωγών για το συγκεκριμένο κτίριο. Στο σκαρίφημα αναφέρονται οι βασικές διαστάσεις κάθε τμήματος του δικτύου αεραγωγών. Σύμφωνα με αυτές τις διαστάσεις σχεδιάζεται με παραστατική σχεδίαση το σχέδιο του σχήματος 3.6.



**Σχήμα 3.5:** Παράδειγμα σχεδίασης σκαριφήματος (οι διαστάσεις δίνονται σε ίντσες).

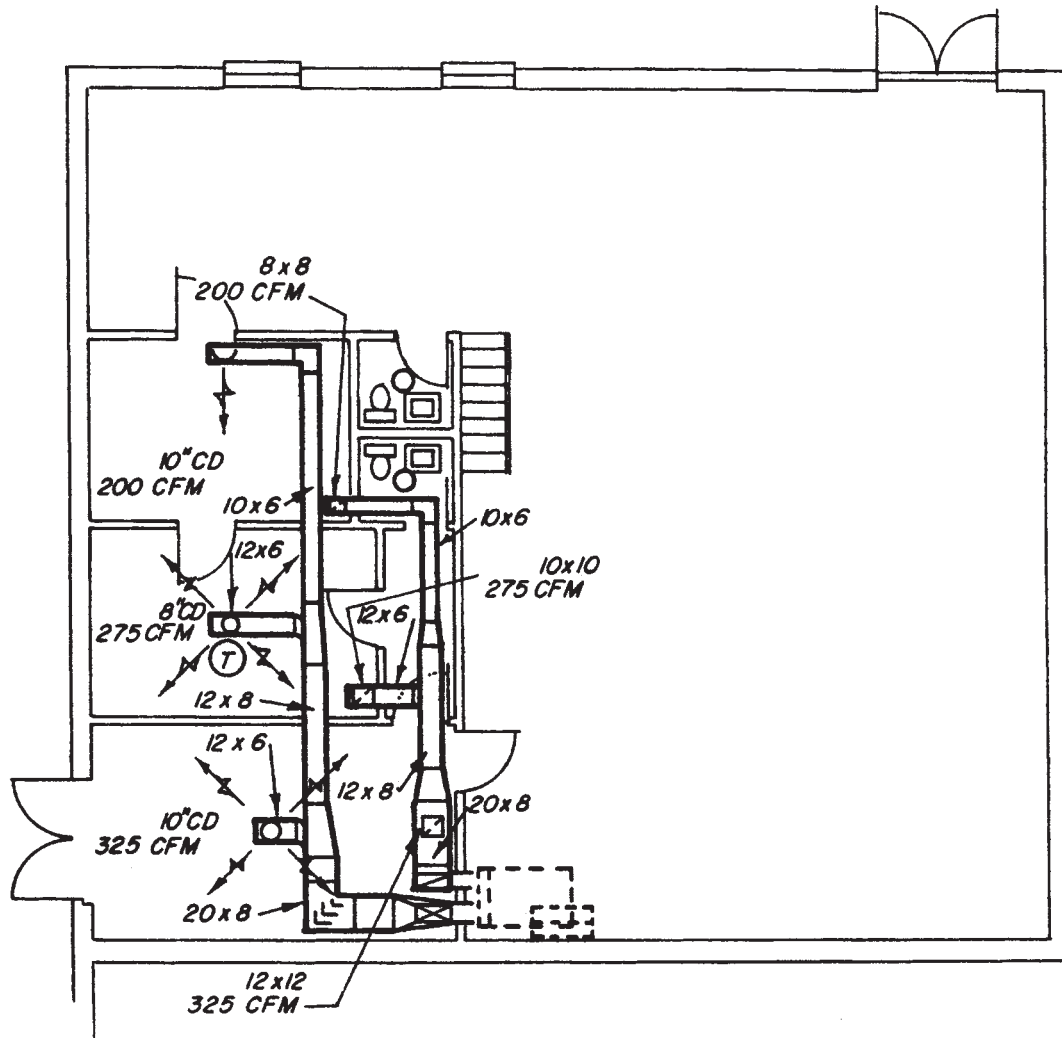
Στό σχήμα 3.6 πλέον χρησιμοποιούνται τα σύμβολα σχεδίασης, που έχουν αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, για κάθε εξάρτημα του δικτύου αεραγωγών. Πρόσθετα αναφέρονται και τα φορτία που υπάρχουν σε κάθε τμήμα του δικτύου.



Σχήμα 3.6: Σχεδίαση του παραδείγματος του σχήματος 3.5.

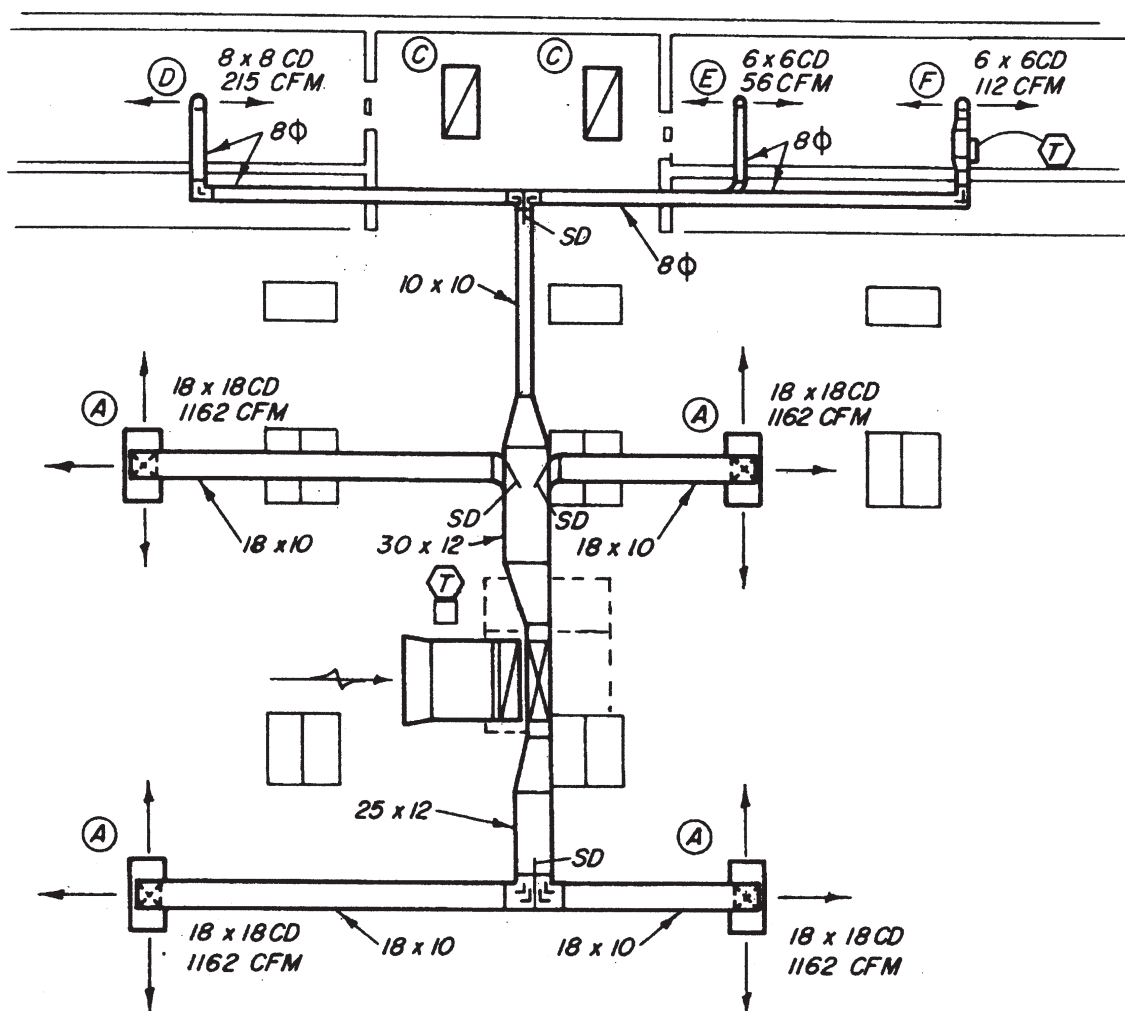


Στο σχήμα 3.7 δείχνεται με παραστατική σχεδίαση το δίκτυο αεραγωγών ενός μικρού κτιρίου.



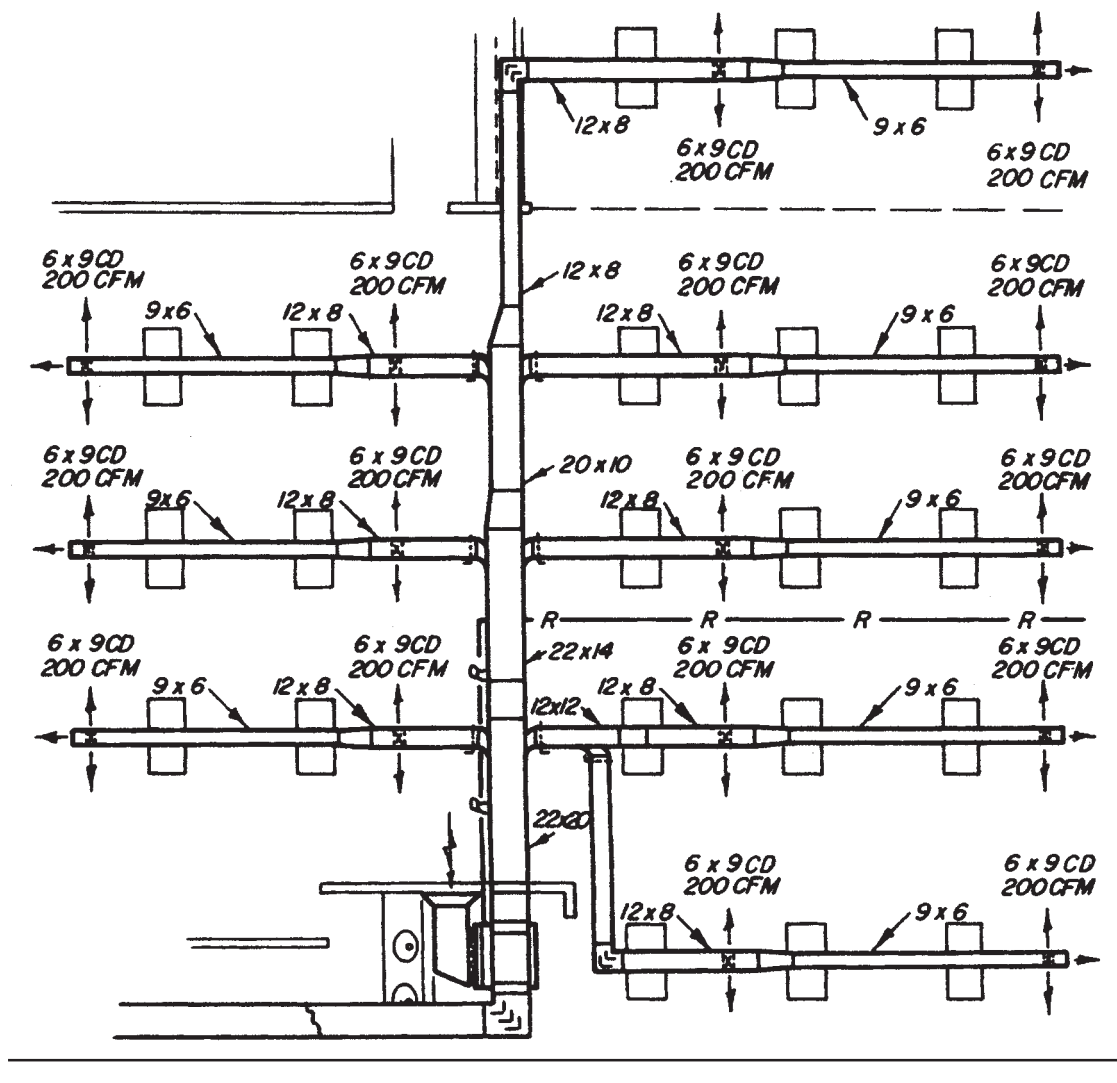
**Σχήμα 3.7:** Παράδειγμα σχεδίασης δικτύου κλιματισμού ενός μικρού κτιρίου.

Στο σχήμα 3.8 σχεδιάστηκε το δίκτυο αεραγωγών μιας βιοτεχνίας ρούχων. Φαίνονται αναλυτικά οι διαστάσεις και το φορτίο κάθε τμήματος του δικτύου κλιματισμού.



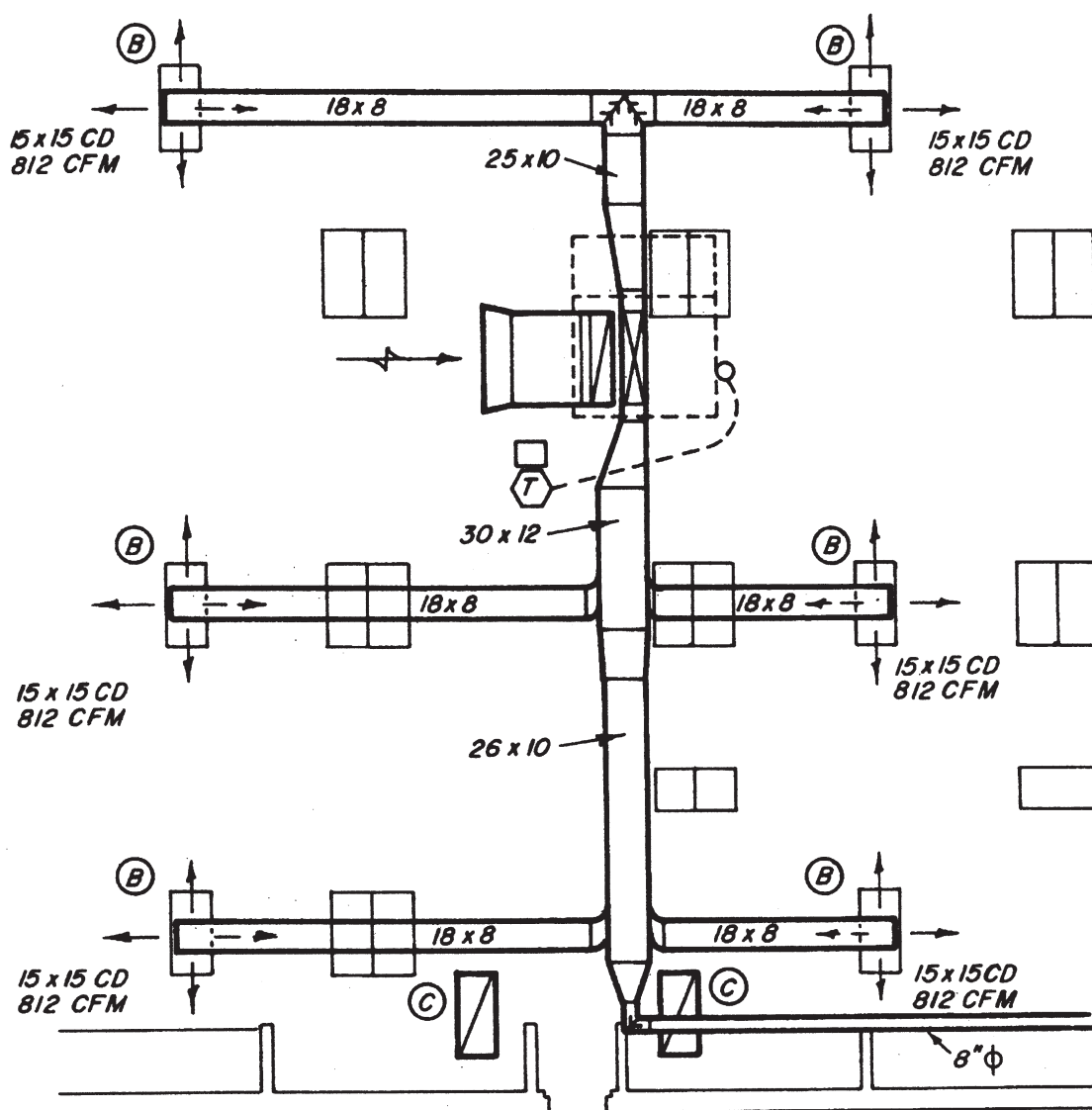
Σχήμα 3.8: Παράδειγμα σχεδίασης δικτύου αεραγωγών βιοτεχνίας ρούχων.

Στο σχήμα 3.9 εμφανίζεται το σχέδιο δικτύου αεραγωγών μεγάλου καταστήματος. Με το γράμμα R συμβολίζεται ο αγωγός επιστροφής αέρα.

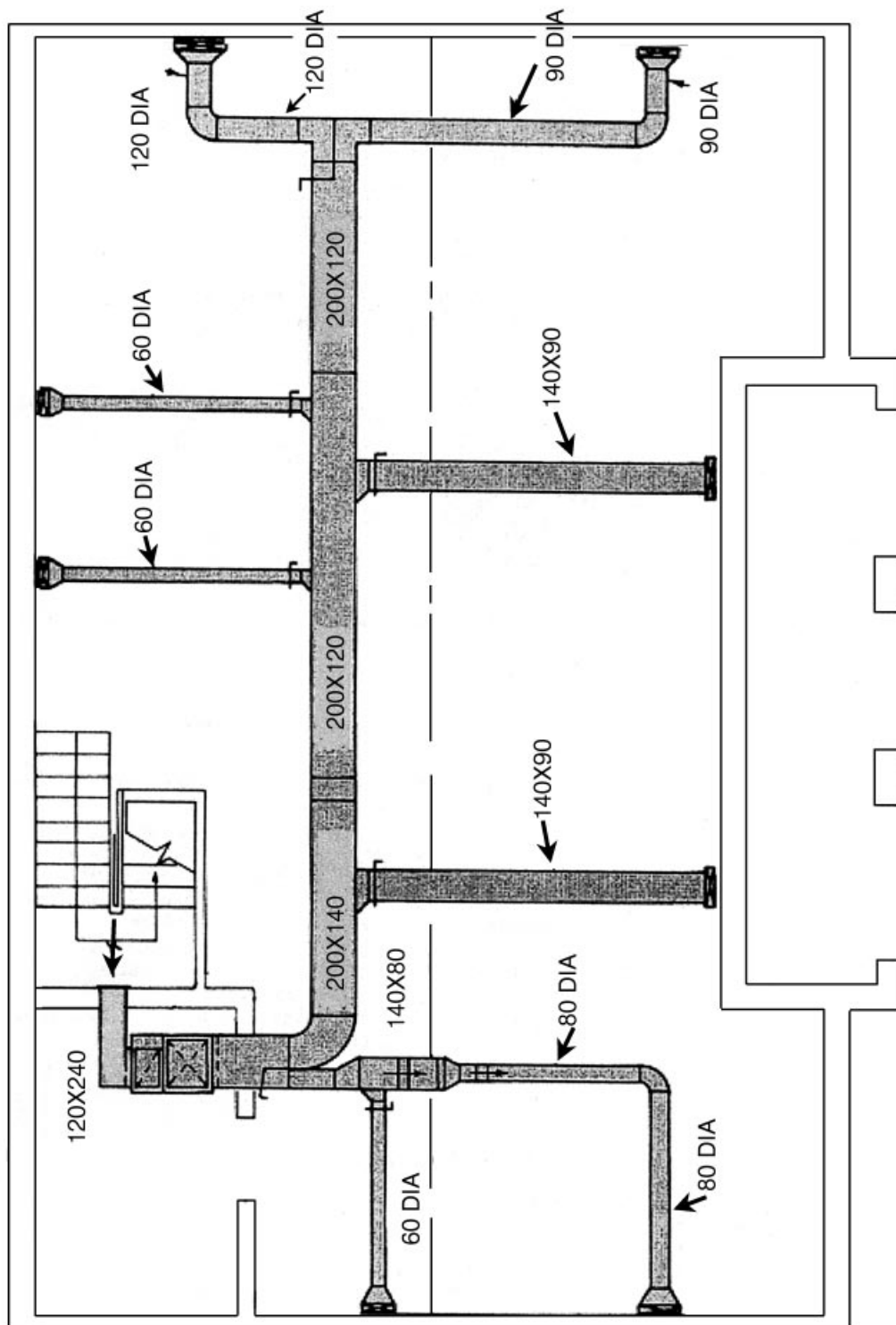


Σχήμα 3.9: Παράδειγμα σχεδίασης δικτύου αεραγωγών μεγάλου καταστήματος.

Στο σχήμα 3.10 σχεδιάστηκε δίκτυο αεραγωγών, του οποίου ιδιαίτερο σημείο είναι το μεγάλο στόμιο επιστροφής του αέρα.



Σχήμα 3.10: Παράδειγμα σχεδίασης δικτύου αεραγωγών με ένα μεγάλο στόμιο επιστροφής του αέρα.



**Σχήμα 3.11:** Παράδειγμα σχεδίασης δικτύου αεραγωγών με ένα 120 mm X 240 mm αεραγωγό επιστροφής του αέρα.

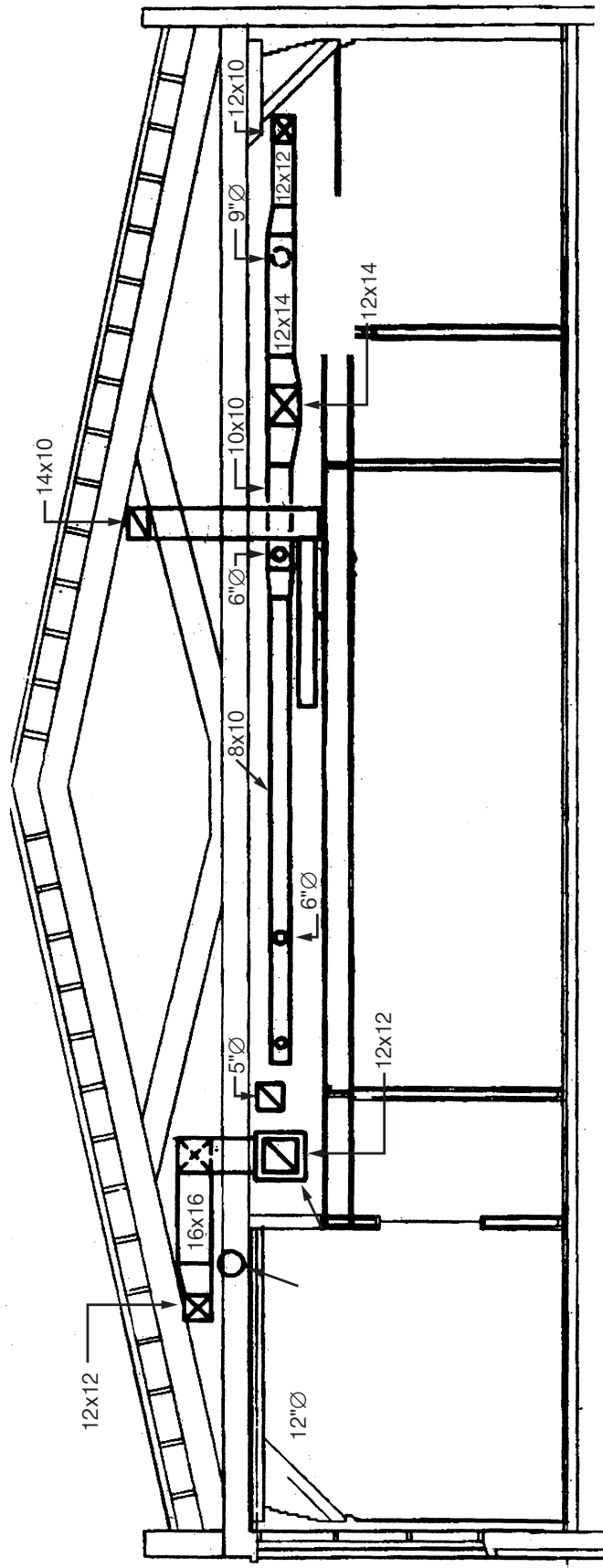
### 3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΜΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Πολλές φορές είναι απαραίτητη η σχεδίαση σε τομή ενός δικτύου αεραγωγών, ώστε να παρουσιαστούν καλύτερα κάποια τμήματά του. Υπάρχουν δύο (2) βασικά είδη τομών που χρησιμοποιούνται σε τέτοιες περιπτώσεις.

Το πρώτο είδος χρησιμοποιείται στην περίπτωση κατά την οποία απαιτείται να φανεί η κατασκευή και τοποθέτηση του δικτύου των αεραγωγών σε σχέση με το κτίριο. Σε αυτή την περίπτωση το κτίριο τέμνεται, αλλά το δίκτυο των αεραγωγών σχεδιάζεται κανονικά (χωρίς να τέμνεται). Μπορεί να απαιτούνται μία ή περισσότερες τομές του κτιρίου, ανάλογα με την πολυπλοκότητα της κατασκευής του.

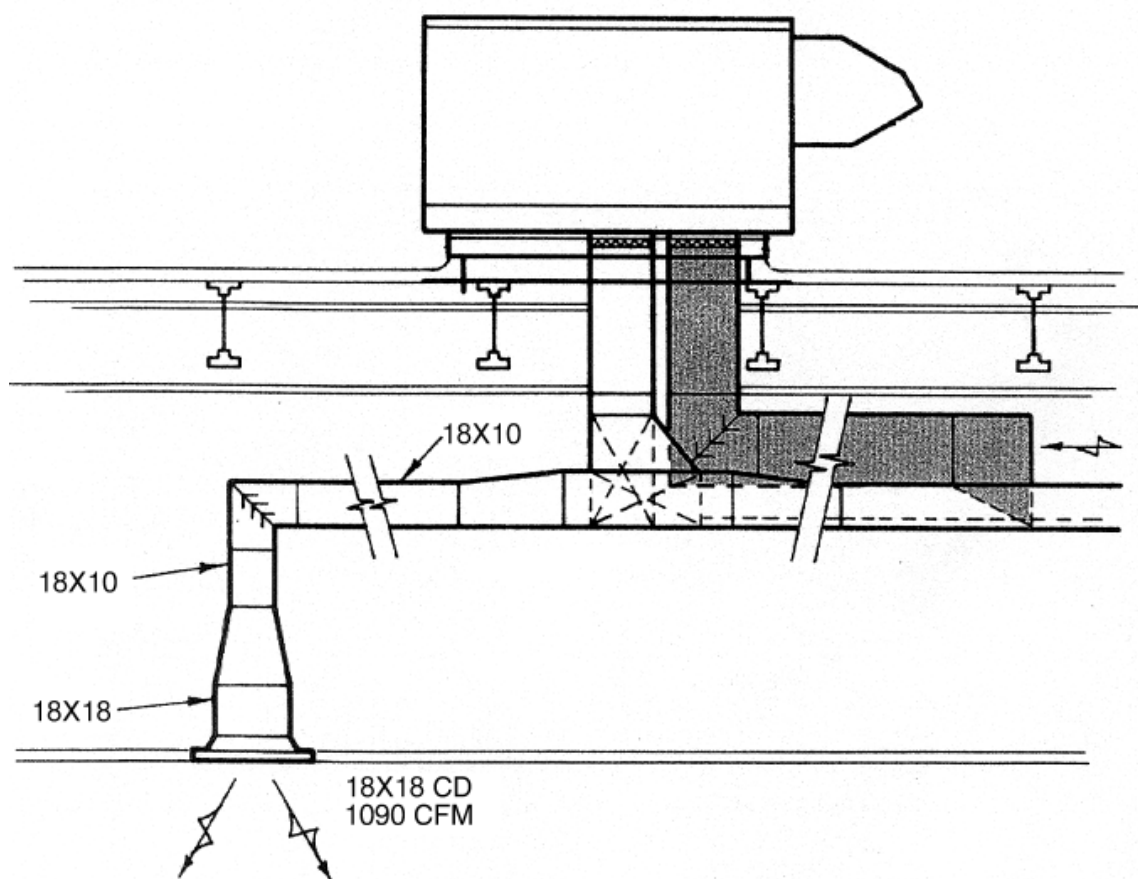
Το δεύτερο είδος τομών χρησιμοποιείται για να παρουσιαστούν αναλυτικότερα ορισμένες λεπτομέρειες ενός συγκεκριμένου εξαρτήματος ή ενός τμήματος του δικτύου των αεραγωγών. Αυτό το είδος θα εξετασθεί αναλυτικότερα στην επόμενη παράγραφο.

Στο σχήμα 3.12 παρουσιάζεται σε τομή το παράδειγμα του σχήματος 3.4.



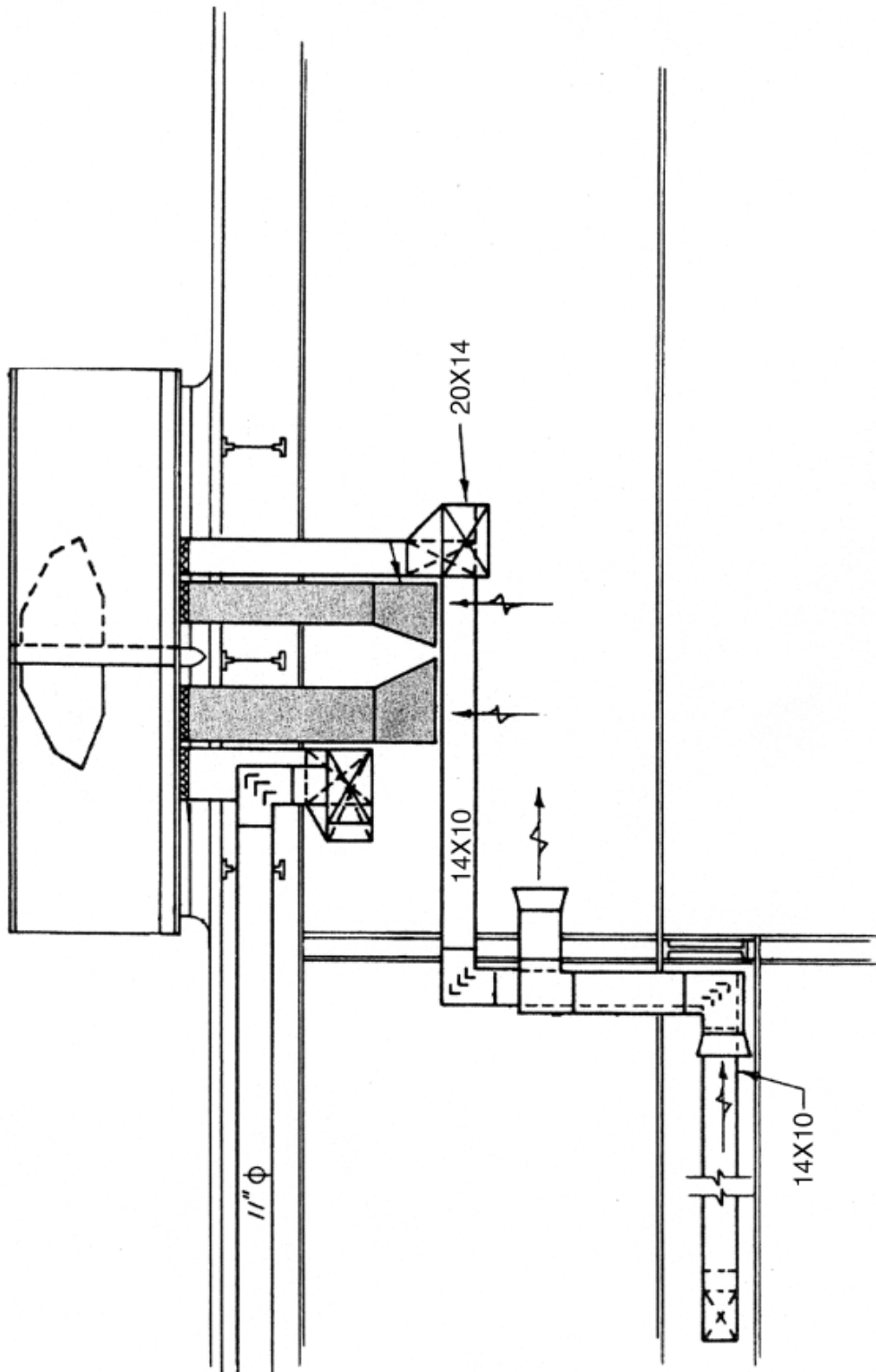
Σχήμα 3.12: Παράδειγμα σχεδίασης τομής ενός κτιρίου με δίκτυο αεραγωγών.

Στη συνέχεια στα σχήματα 3.13 και 3.14 παρουσιάζονται άλλα δύο παραδείγματα τομής.



**Σχήμα 3.13:** Παράδειγμα σχεδίασης τομής ενός συστήματος αεραγωγών.

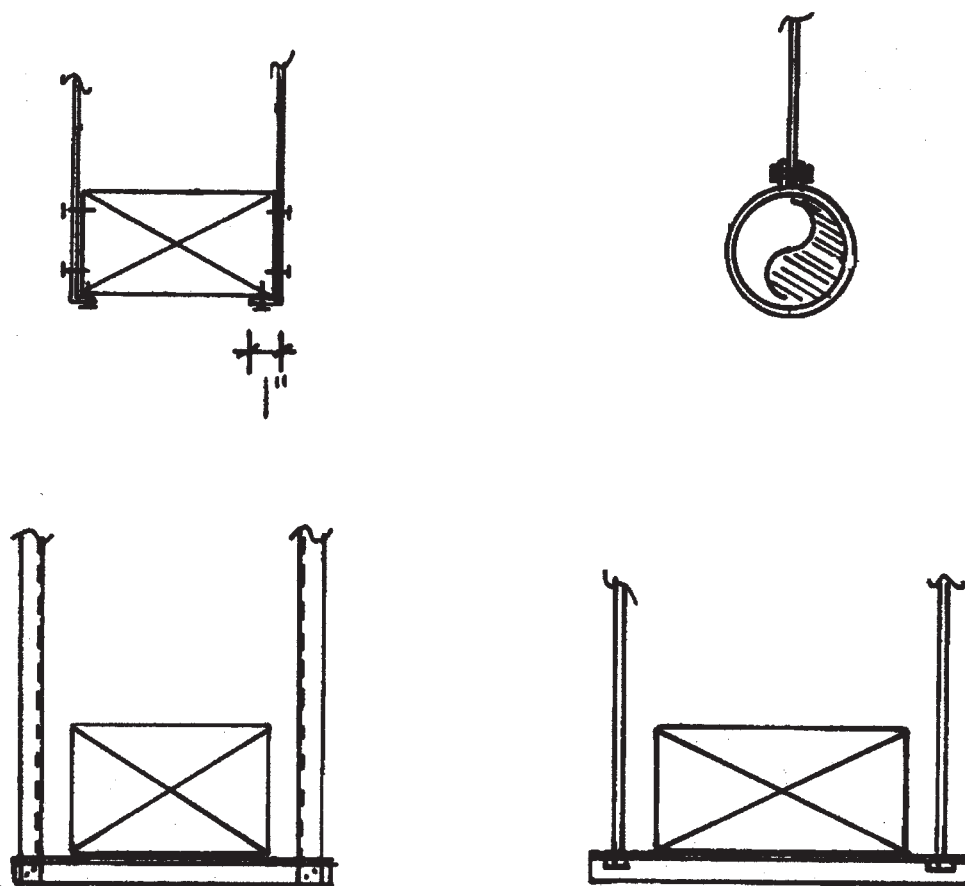




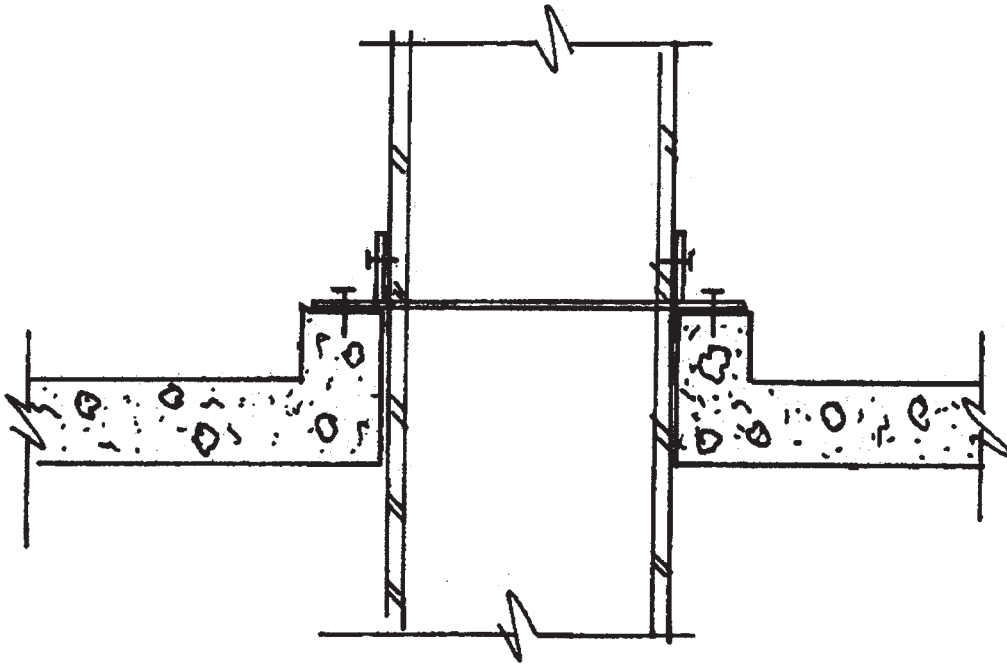
**Σχήμα 3.14:** Παράδειγμα σχεδίασης τομής της οροφής ενός κτιρίου και του υπάρχοντος δικτύου αεραγωγών.

### 3.5 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

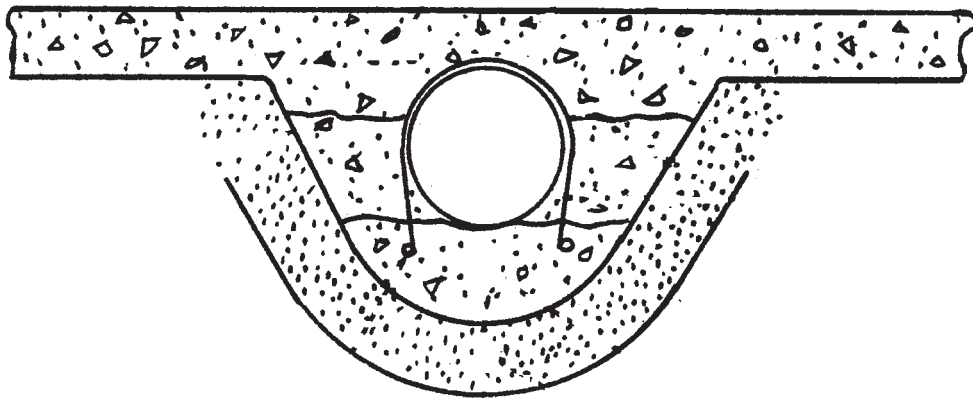
Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες είναι απαραίτητη η λεπτομερής σχεδίαση ενός επιμέρους τμήματος ενός δικτύου αεραγωγών. Στα σχήματα που ακολουθούν (σχήμα 3.15 έως και σχήμα 3.23) παρουσιάζονται διάφορα παραδείγματα σχεδίασης τέτοιων λεπτομερειών.



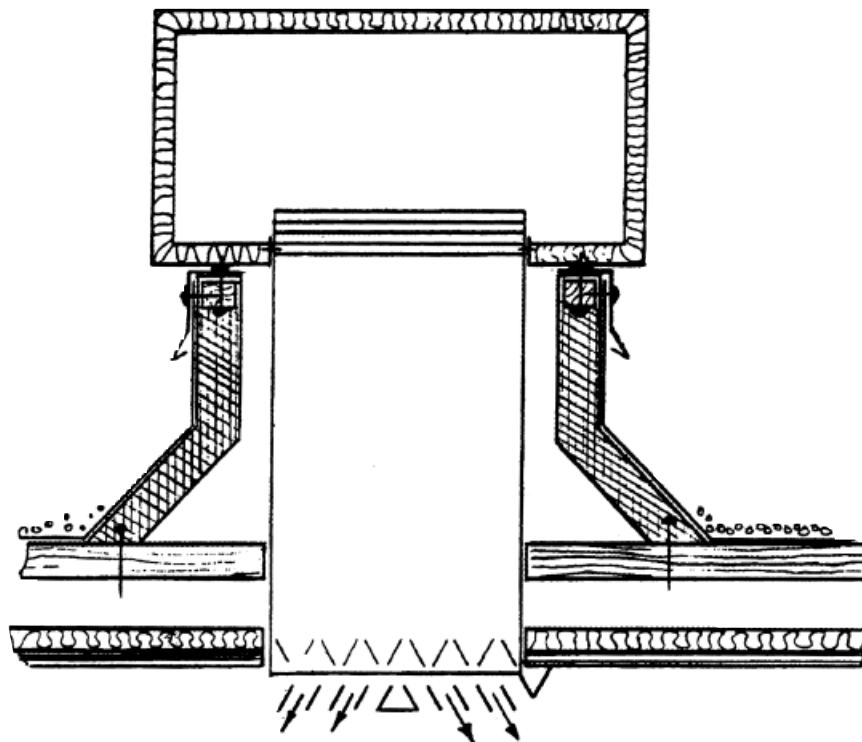
Σχήμα 3.15: Σχεδίαση στηριγμάτων αεραγωγών.



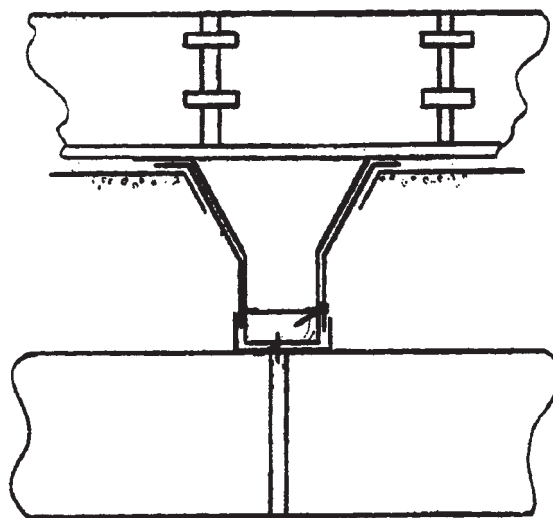
**Σχήμα 3.16:** Σχεδίαση υποστηρίγματος για τη διείσδυση ενός αεραγωγού από το πάτωμα ενός κτιρίου.



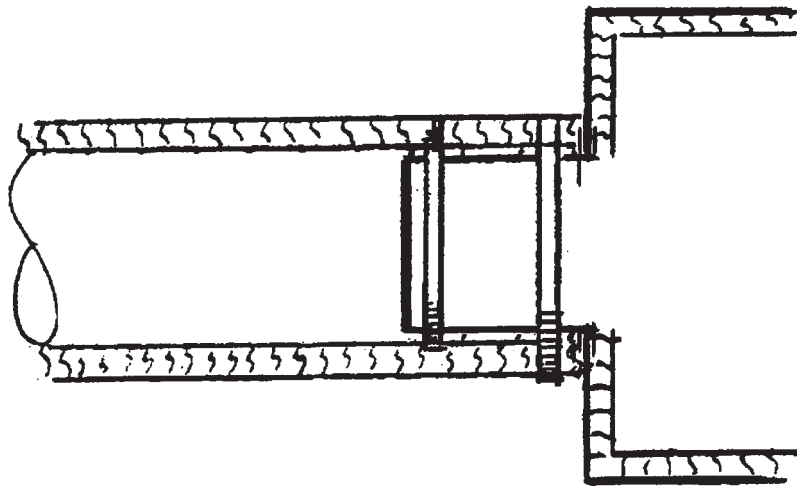
**Σχήμα 3.17:** Σχεδίαση υπόγειου αεραγωγού.



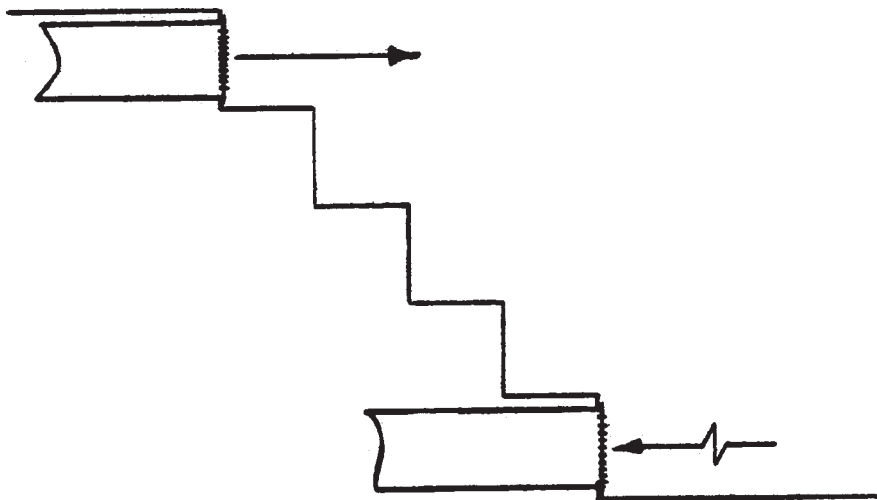
**Σχήμα 3.18:** Σχεδίαση υδατοστεγούς καλύμματος για τη σύνδεση αεραγωγού σε οροφή κτιρίου.



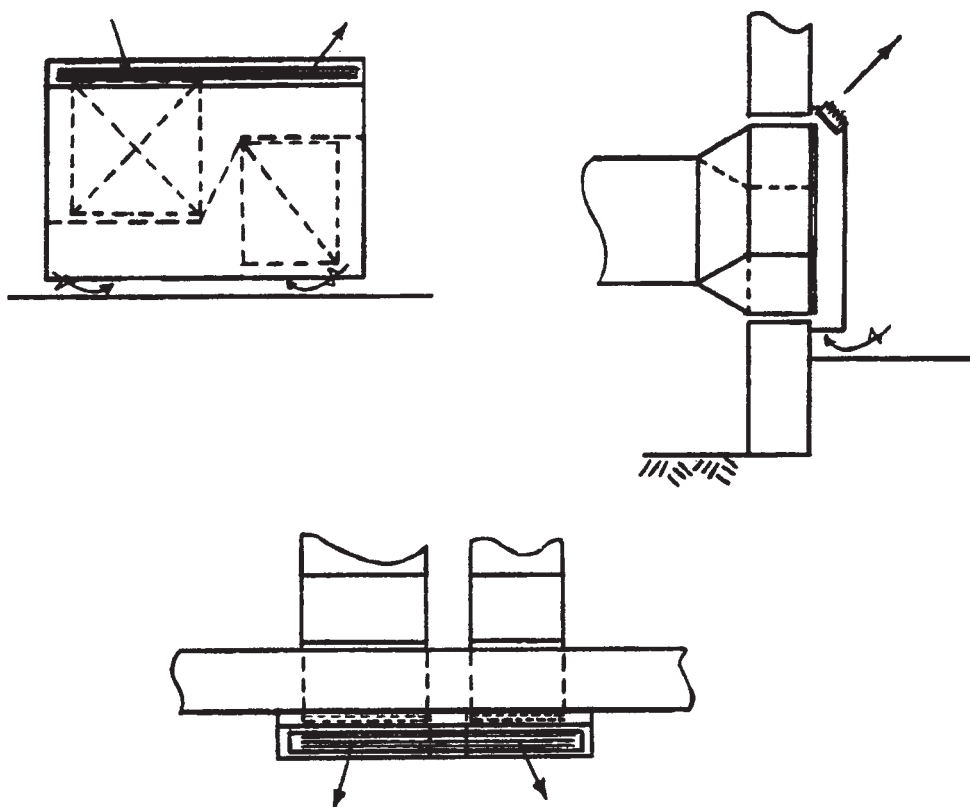
**Σχήμα 3.19:** Σχεδίαση υποστηρίγματος για αεραγωγό σε οροφή κτιρίου.



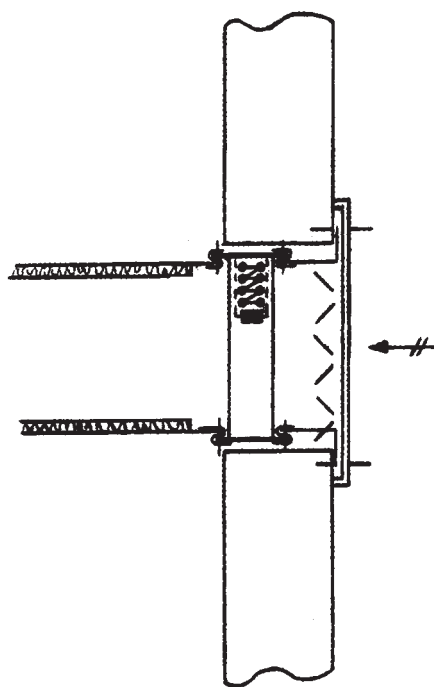
**Σχήμα 3.20:** Σχεδίαση ελαστικής σύνδεσης αεραγωγού.



**Σχήμα 3.21:** Σχεδίαση τμημάτων δικτύου αεραγωγών κάτω από σκάλα.



Σχήμα 3.22: Σχεδίαση (διάφορων όψεων) τμημάτων δικτύου αεραγωγών κάτω από παράθυρο.

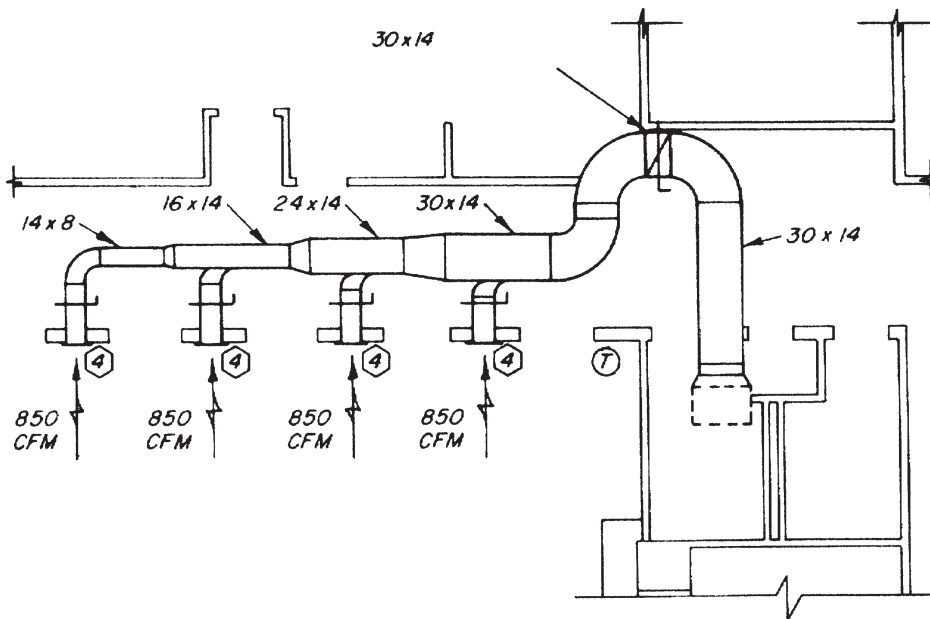


Σχήμα 3.23: Σχεδίαση λεπτομέρειας διαφράγματος πυρός ενός αεραγωγού.

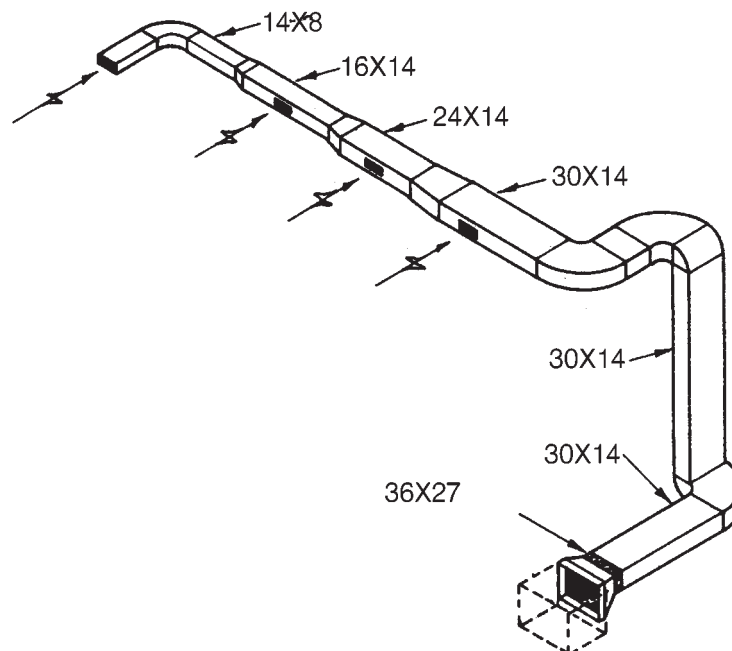
### 3.6 ΙΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου για την καλύτερη κατανόηση μίας εγκατάστασης ενός δικτύου αεραγωγών παρουσιάζεται πρόσθετα και η ισομετρική σχεδίαση του όλου συστήματος ή ενός τμήματός του.

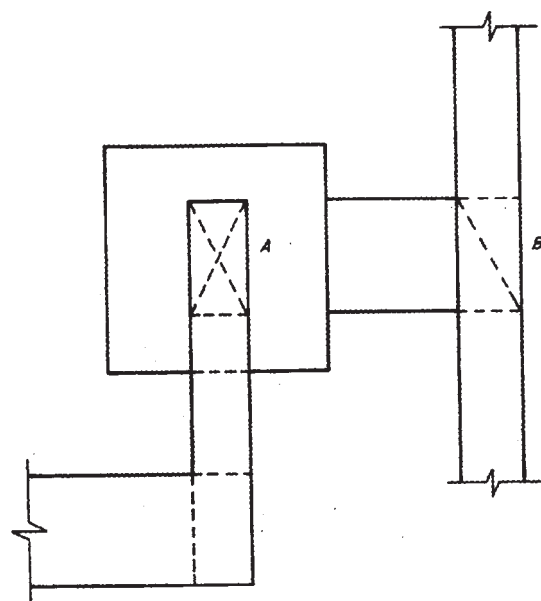
Στα σχήματα που ακολουθούν (σχήμα 3.24 έως και σχήμα 3.33) δίνονται αντίστοιχα παραδείγματα ισομετρικής σχεδίασης αεραγωγών (οι διαστάσεις δίνονται σε ίντσες).



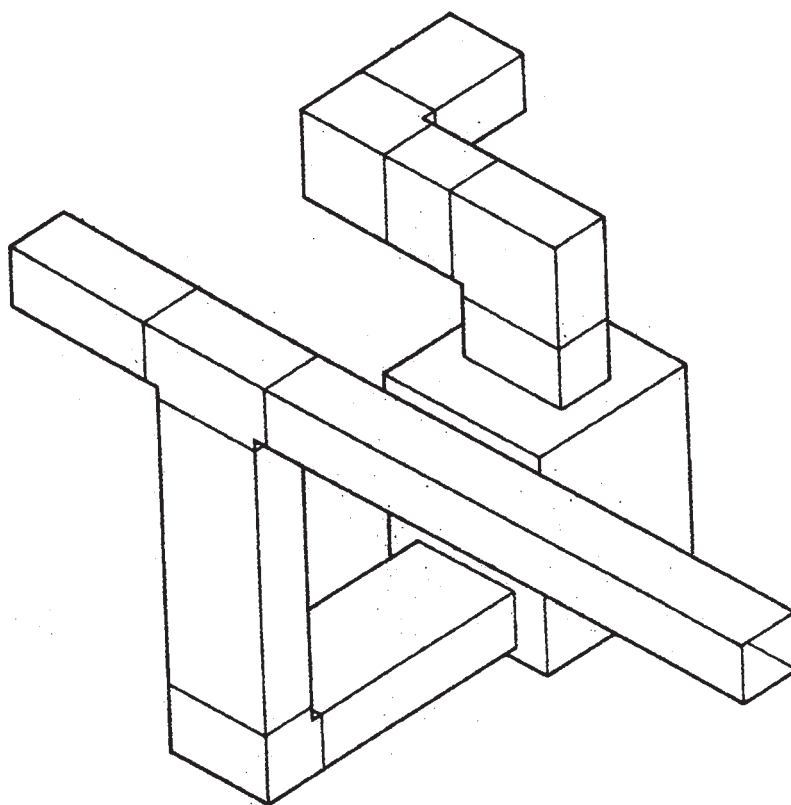
**Σχήμα 3.24:** Σχεδίαση ενός συστήματος αεραγωγών επιστροφής αέρα.



**Σχήμα 3.25:** Ισομετρική σχεδίαση του παραδείγματος του σχήματος 3.24.

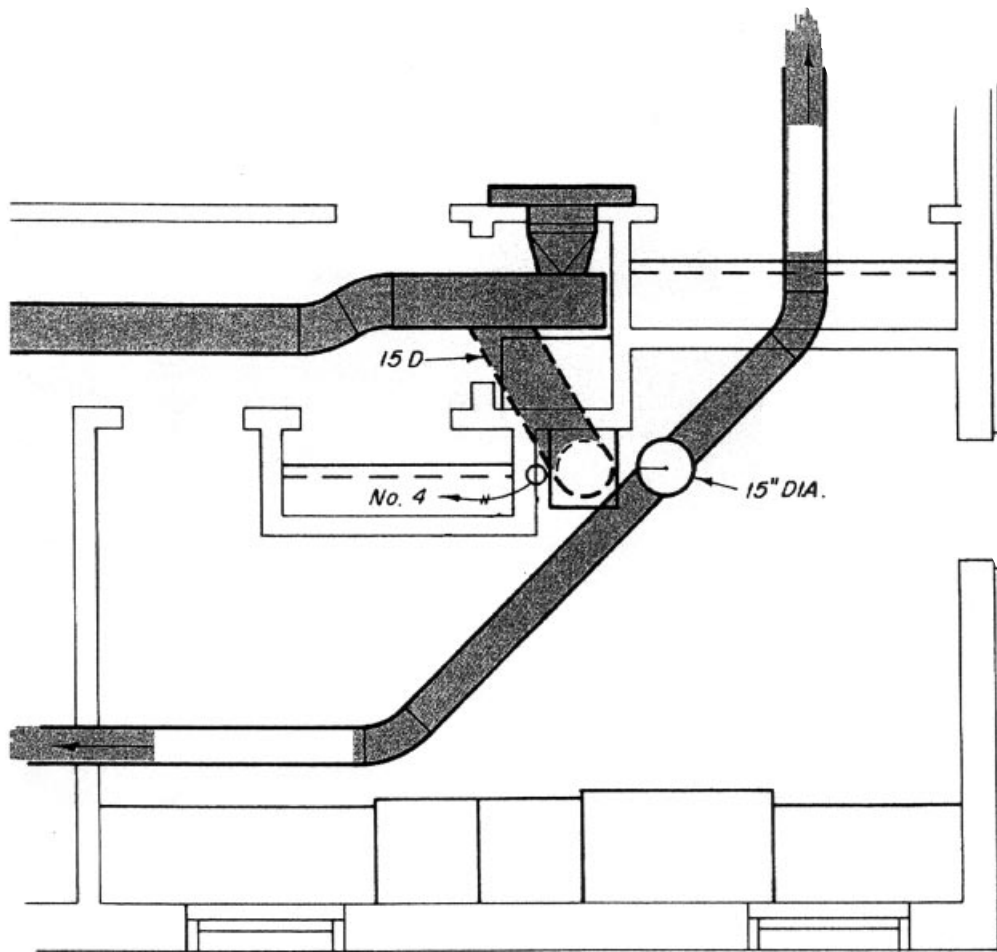


Σχήμα 3.26: Σχεδίαση συστήματος αεραγωγών.

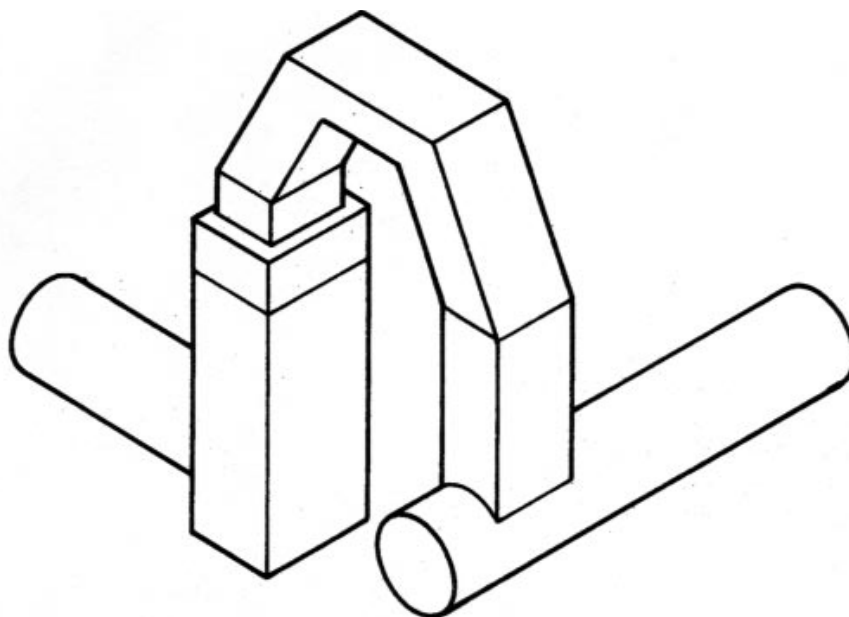


Σχήμα 3.27: Ισομετρική σχεδίαση του παραδείγματος του σχήματος 3.26.

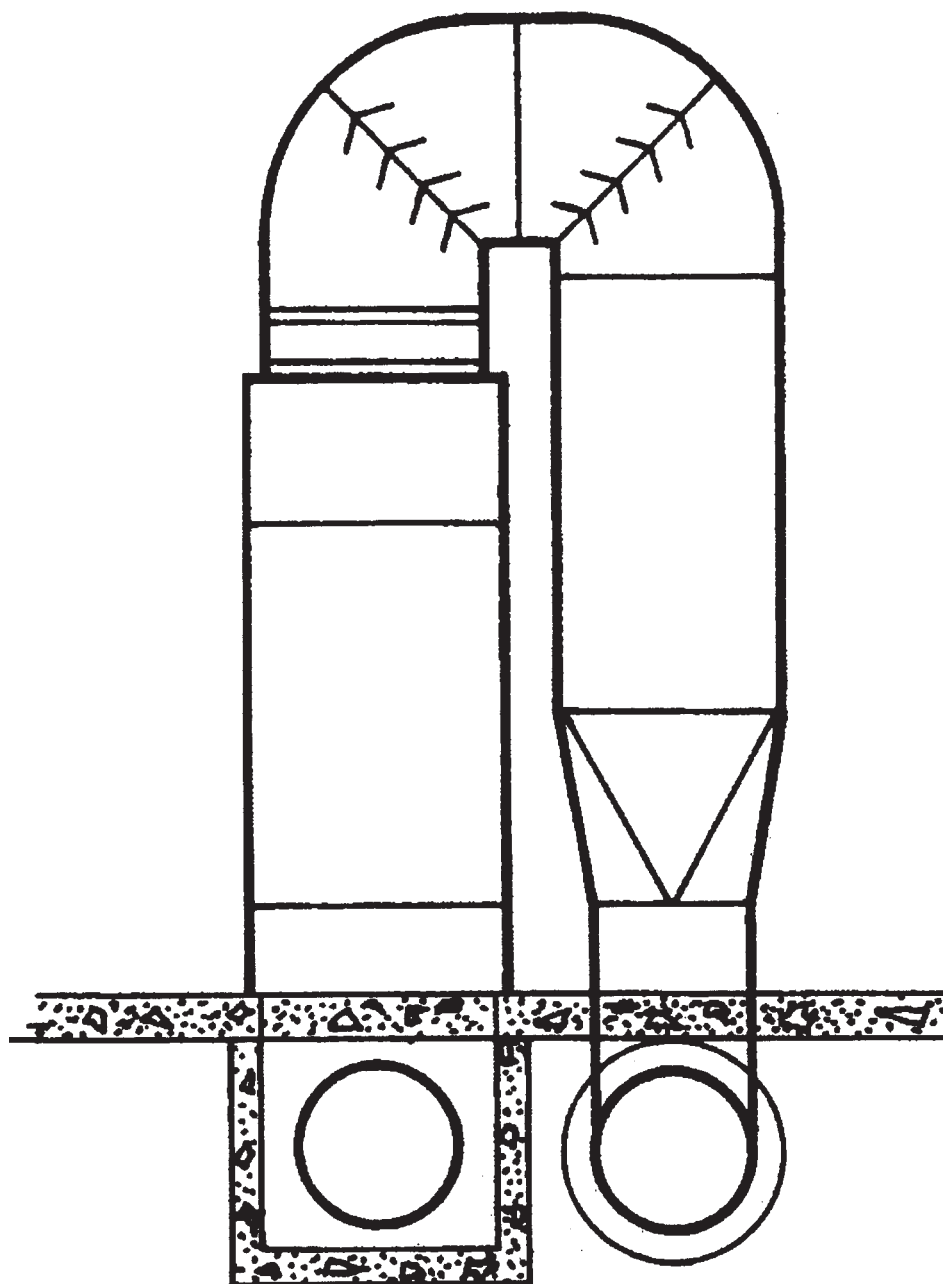




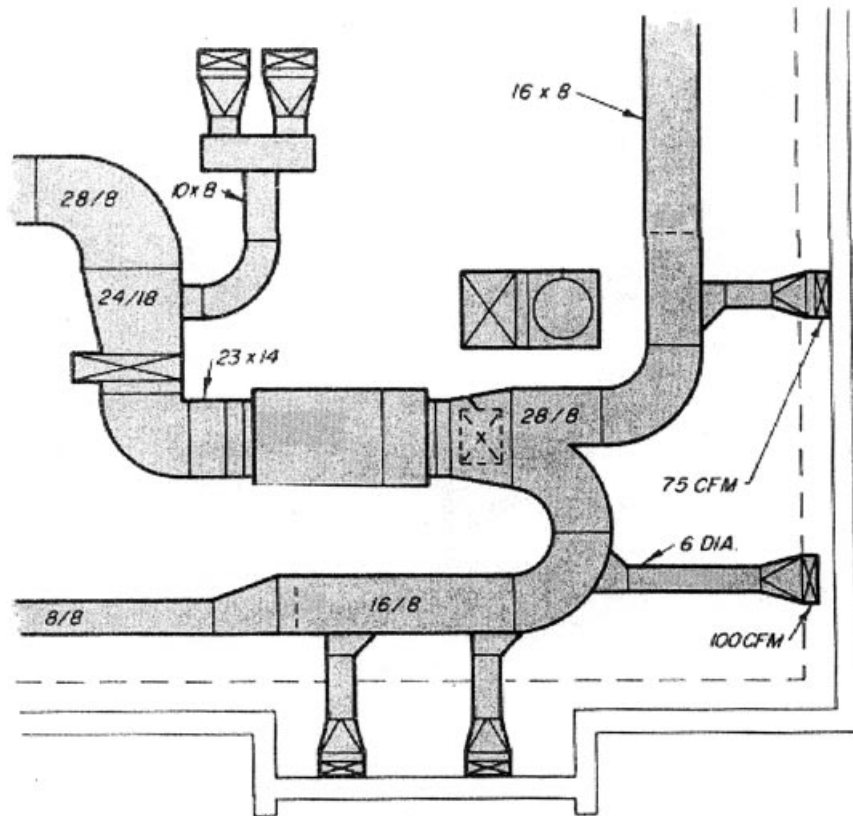
Σχήμα 3.28: Σχεδίαση συστήματος αεραγωγών.



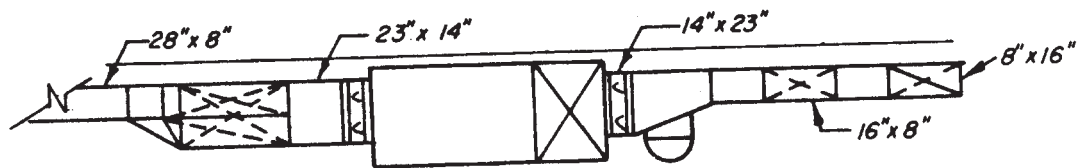
Σχήμα 3.29: Ισομετρική σχεδίαση του παραδείγματος του σχήματος 3.28.



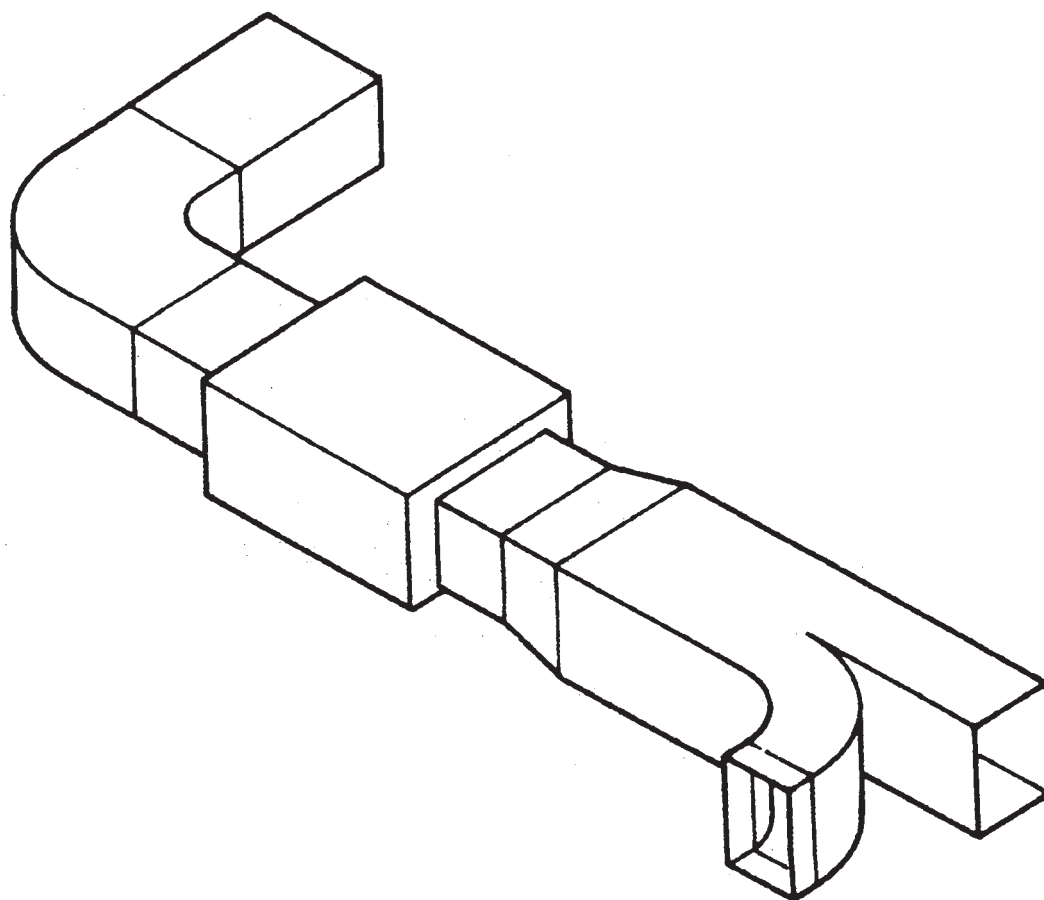
Σχήμα 3.30: Σχεδίαση της τομής του παραδείγματος του σχήματος 3.28.



Σχήμα 3.31: Σχεδίαση συστήματος αεραγωγών.



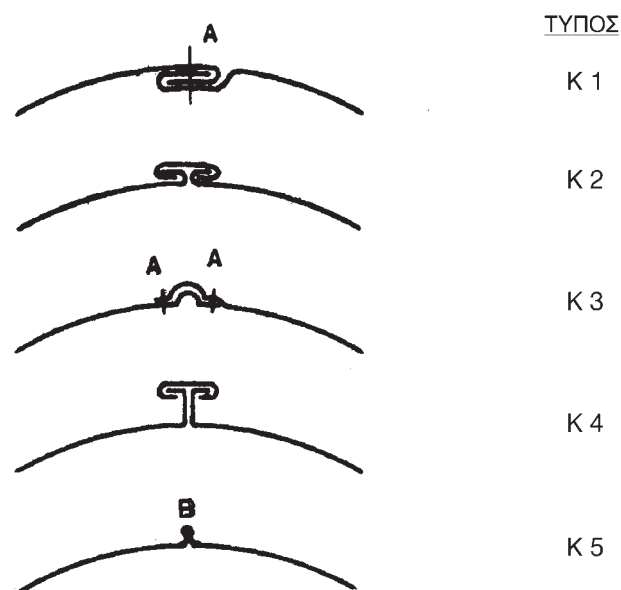
Σχήμα 3.32: Σχεδίαση της τομής του παραδείγματος του σχήματος 3.31.



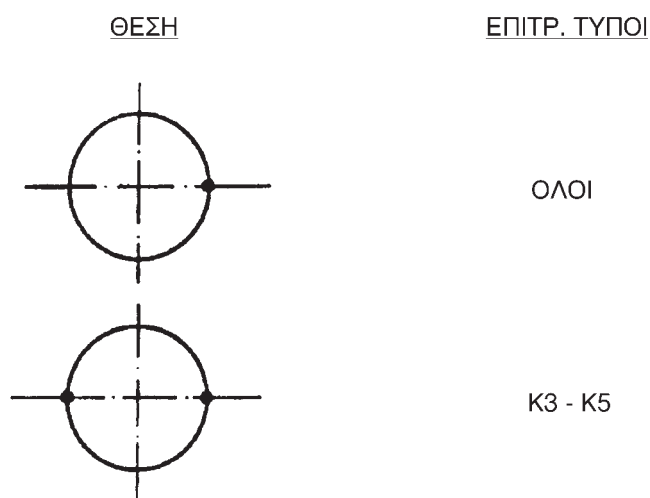
**Σχήμα 3.33:** Ισομετρική σχεδίαση του παραδείγματος του σχήματος 3.31.

### 3.7 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΤΗΡΙΞΗ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Πολλές φορές είναι απαραίτητη η σύνδεση και η ενίσχυση των επιμέρους τμημάτων (ελασμάτων) ενός δικτύου αεραγωγών. Οι δημιουργούμενες ραφές μπορεί να είναι εγκάρσιες και κατά μήκος. Η σχεδίαση των επιτρεπόμενων τύπων ραφών σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία του Τ.Ε.Ε. 2423/86, δίνεται στα επόμενα σχήματα (σχήμα 3.34 έως σχήμα 3.39).



A: Λαμαρινόβιδα ή πριτσίνι ανά 150 χιλ.  
B: Συγκόλληση



**Σχήμα 3.34:** Σχεδίαση επιτρεπόμενων τύπων κατά μήκος ραφών για τη σύνδεση κυκλικών αεραγωγών.

## ΤΥΠΟΣ



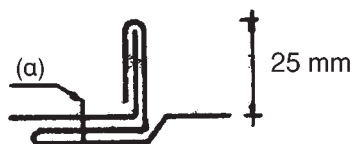
E1



E2



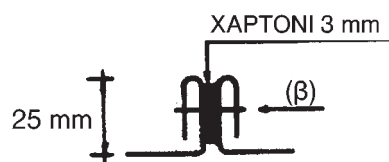
E3



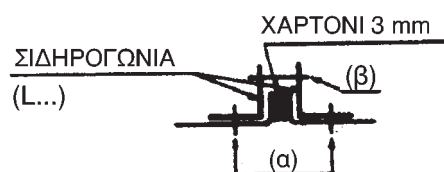
E4



E5



E6



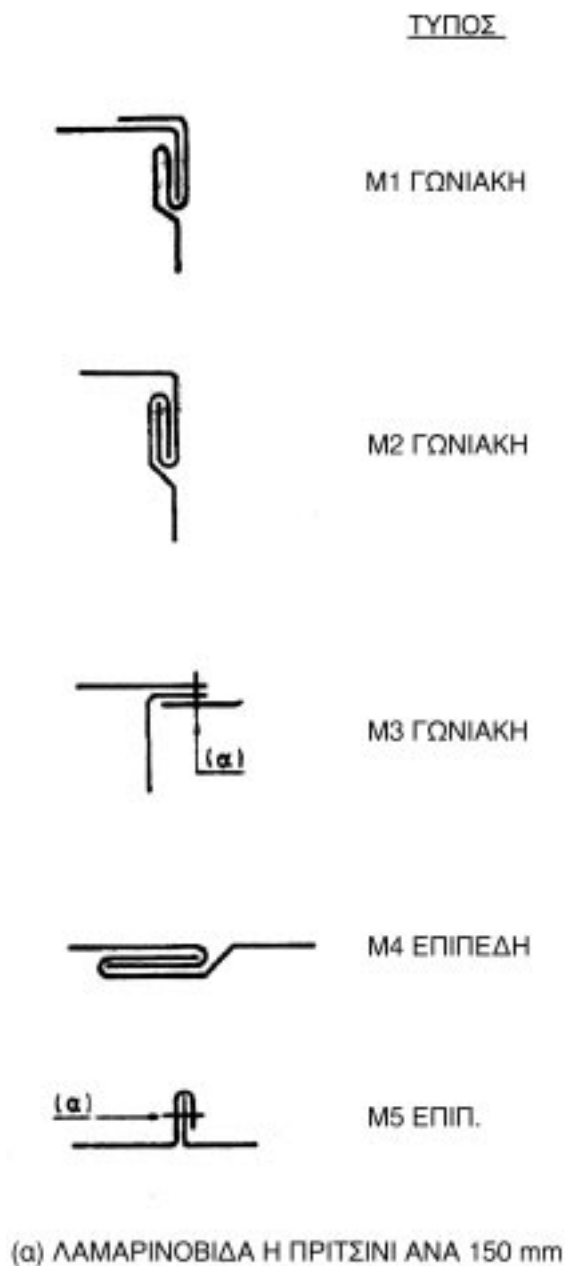
E7

(L...)

(α) ΛΑΜΑΡΙΝΟΒΙΔΑ Η ΠΡΙΤΣΙΝΙ ΑΝΑ 150 mm

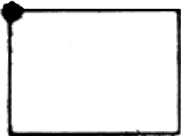
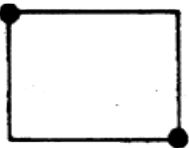
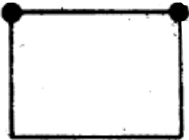
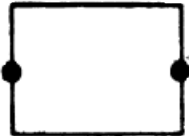
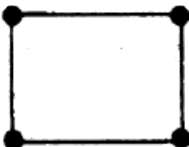
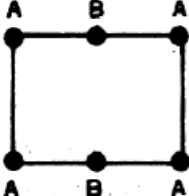
(β) ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΗ ΒΙΔΑ ΜΕ ΠΑΞΙΜΑΔΙ  $\varnothing 1/4"$  ΑΝΑ 150 mm

**Σχήμα 3.35:** Σχεδίαση επιτρεπόμενων τύπων εγκάρσιων ραφών για τη σύνδεση ορθογωνικών αεραγωγών.



**Σχήμα 3.36:** Σχεδίαση επιτρεπόμενων τύπων κατά μήκος ραφών για τη σύνδεση ορθογωνικών αεραγωγών.

Στο σχήμα 3.37 παρουσιάζονται αναλυτικά οι επιτρεπόμενες θέσεις των κατά μήκος ραφών, κατά τη σύνδεση ορθογωνικής διατομής αεραγωγών. Στην πρώτη στήλη εμφανίζονται με το σύμβολο ● τα σημεία στα οποία γίνεται η ραφή και στη δεύτερη στήλη οι επιτρεπόμενοι τύποι ραφής αντίστοιχα (οι οποίοι έχουν επεξηγηθεί στο σχήμα 3.36). Για παράδειγμα στη τελευταία γραμμή του σχήματος επεξηγείται ότι η συγκεκριμένη ραφή γίνεται σε 6 σημεία και ότι για τα σημεία Α επιτρέπεται ο τύπος ραφής M1, M2 ή M3, ενώ για τα σημεία Β επιτρέπεται ο τύπος ραφής M4 ή M5.

| ΔΙΑΤΟΜΗ   | ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΙ ΤΥΠΟΙ |    |    |
|---|---------------------|----|----|
|    | M1                  | M2 | M3 |
|    | M1                  | M2 | M3 |
|    | M1                  | M2 | M3 |
|  | M4                  | M5 |    |
|  | M1                  | M2 | M3 |
|  | A: M1               | M2 | M3 |
|   | B: M4               | M5 |    |

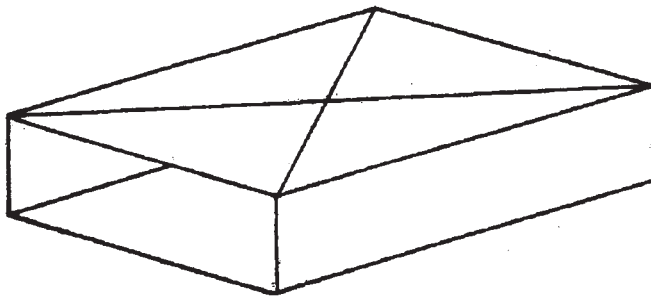
**Σχήμα 3.37:** Σχεδίαση επιτρεπόμενων θέσεων των  
κατά μήκος ραφών για τη σύνδεση ορθογωνικών αεραγωγών.

Μερικές φορές χρειάζεται η ενίσχυση των ελασμάτων των αεραγωγών ώστε να αυξηθεί η ακαμψία τους. Η σχεδίαση μιας τέτοιας ενίσχυσης παρουσιάζεται στο σχήμα 3.38.



ΤΥΠΟΣ

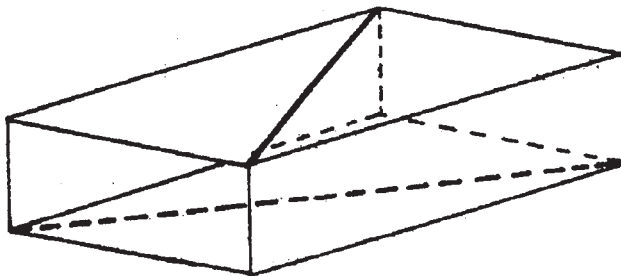
Α

ΧΙΑΣΤΗ ΝΕΥΡΩΣΗ  
(ΣΤΡΑΝΤΑΡΙΣΜΑ)

B1

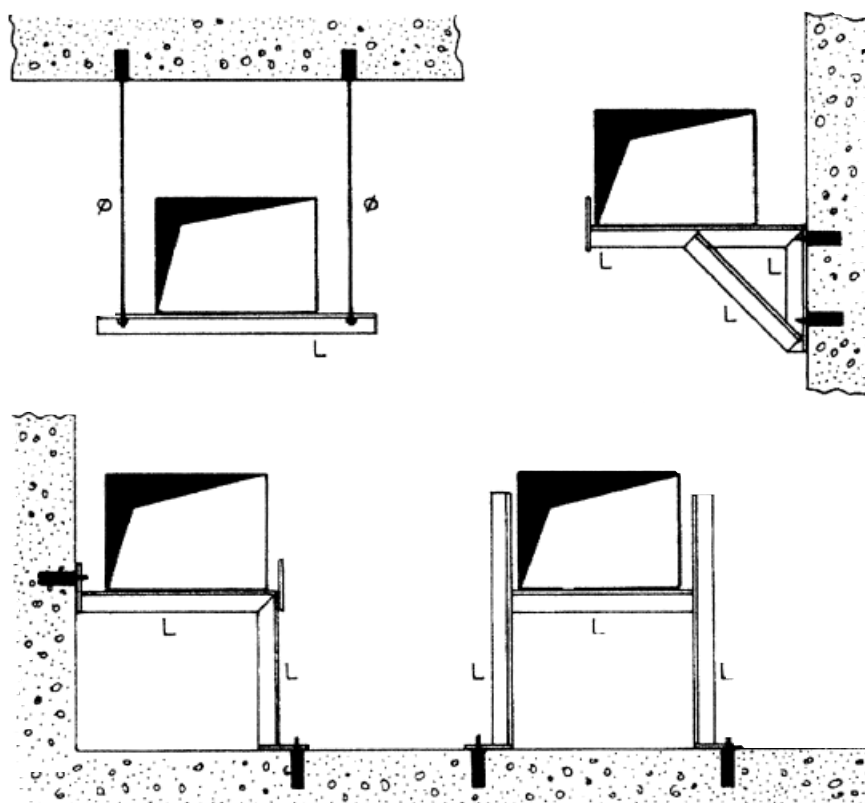


B2



**Σχήμα 3.38:** Σχεδίαση τρόπων ενίσχυσης αεραγωγών.

Σημαντικό επίσης στοιχείο για την καλή λειτουργία ενός δικτύου αεραγωγών είναι η στήριξη των επιμέρους τμημάτων, ώστε να επιτυγχάνεται απόλυτη στερεότητα και ακαμψία. Η σχεδίαση διάφορων ειδών στήριξης εμφανίζεται στο σχήμα 3.39.



| ΜΕΓΑΛΗ ΔΙΑΣΤ. ΑΕΡΑΓΩΓ. | ΕΩΣ 500 | 510 ..... 1000 | 1010 ..... 1500 |
|------------------------|---------|----------------|-----------------|
| L                      | 30x30x3 | 40x40x4        | 50x50x5         |
| ϕ                      | 6       | 8              | 10              |

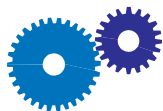
Σχήμα 3.39: Σχεδίαση στηριγμάτων αεραγωγών.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σχεδίαση ενός δικτύου αεραγωγών γίνεται συνήθως πάνω στο ήδη υπάρχον σχέδιο (κάτοψη) του μέρους (βιομηχανίας, διαμερίσματος κλπ) στο οποίο θα τοποθετηθούν. Το τελικό σχέδιο θα δείχνει την τοποθέτηση του δικτύου των αεραγωγών, καθώς και τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε επί μέρους τμήματος. Πολλές φορές για την καλύτερη κατανόηση ενός σχεδίου, είναι απαραίτητη η σχεδίαση σε τομή ενός δικτύου αεραγωγών. Η τομή αυτή μπορεί να είναι πλήρης ή επιμέρους για να παρουσιαστεί κάποια λεπτομέρεια του συστήματος.

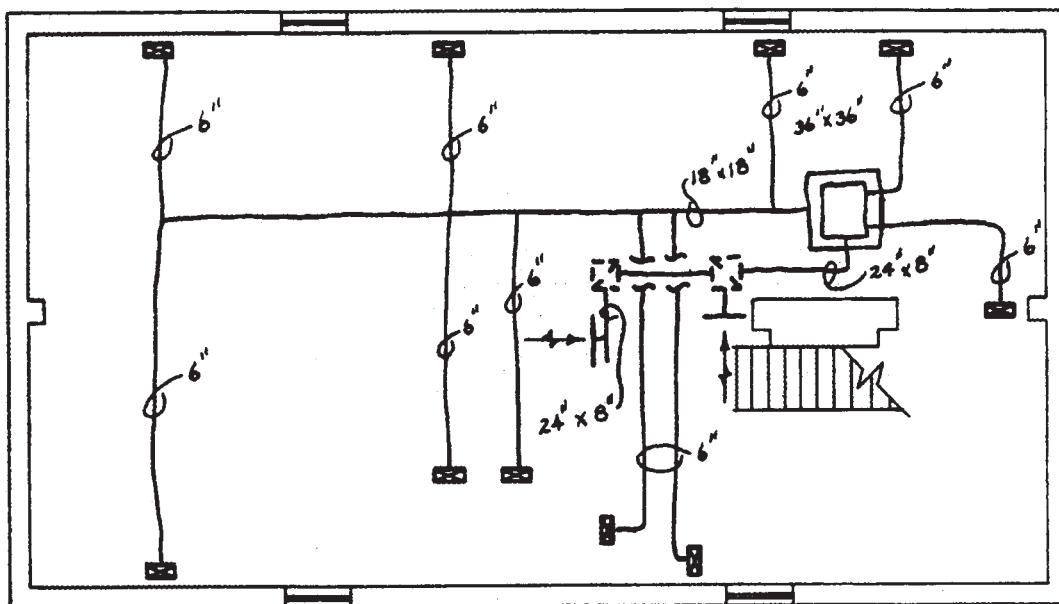
Στο 3ο κεφάλαιο αναφέρθηκαν αναλυτικά για ένα δίκτυο αεραγωγών ο τρόπος σχεδίασής του με απλή γραμμή και με διπλή γραμμή, διάφορα παραδείγματα σχεδίασής του, ο τρόπος σχεδίασης των τομών και των λεπτομερειών του, η ισομετρική σχεδίαση ενός δικτύου αεραγωγών, καθώς και ο τρόπος σχεδίασης των συνδέσεων και της στήριξης ενός συστήματος αεραγωγών.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ- ΕΡΓΑΣΙΕΣ

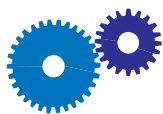


## ΑΣΚΗΣΗ 3.9.1

Να μετατραπεί το σκαρίφημα του σχήματος 3.40 σε σχέδιο με διπλή γραμμή.

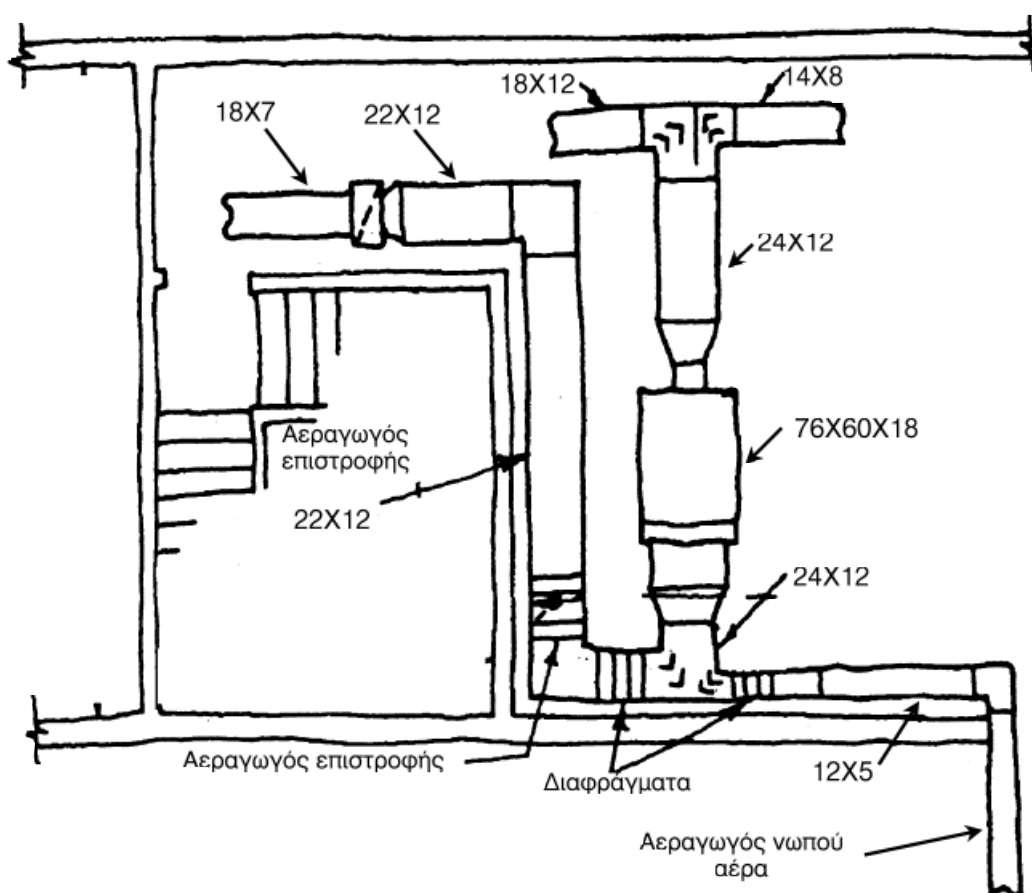


Σχήμα 3.40: Σχέδιο άσκησης 3.9.1

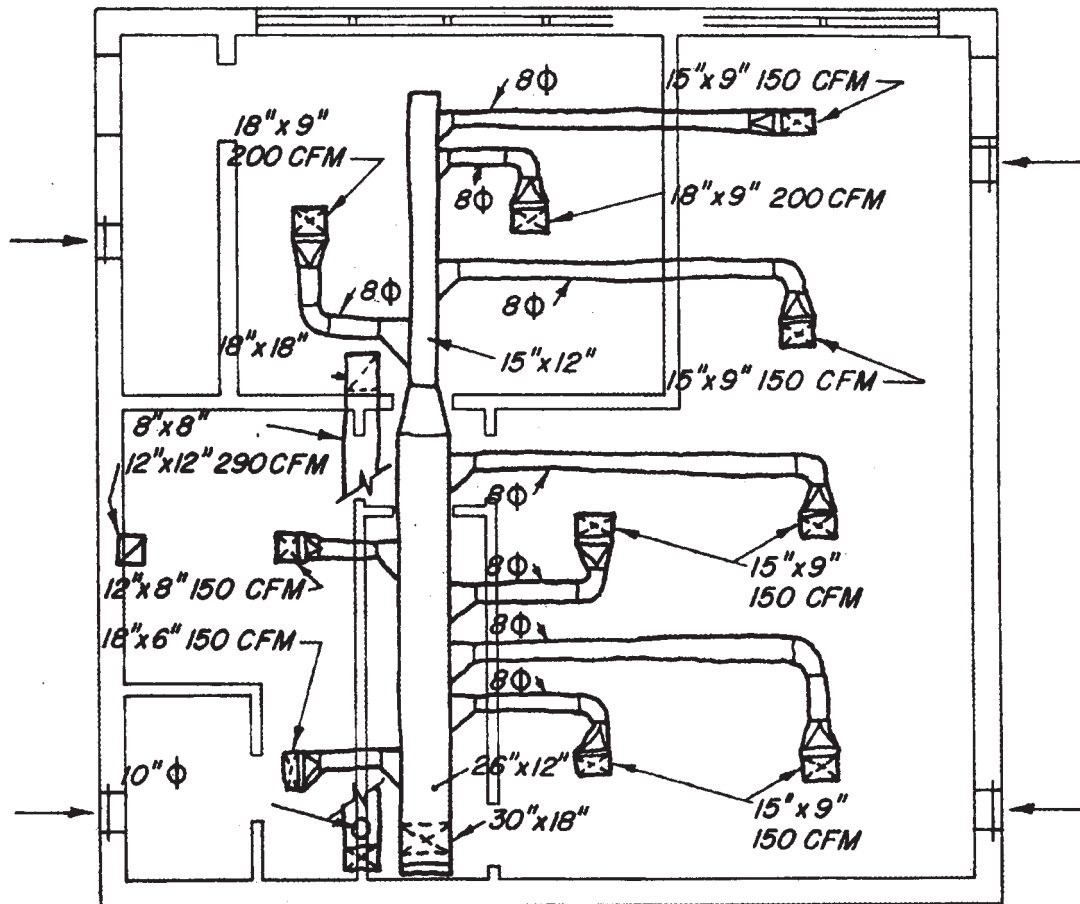


### ΑΣΚΗΣΗ 3.9.2

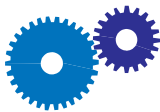
- α) Να σχεδιαστούν κανονικά τα σχέδια των σχημάτων 3.41 και 3.42
- β) Να μετατραπούν τα σκαριφήματα των σχημάτων 3.41 και 3.42 σε σχέδιο με απλή γραμμή.



Σχήμα 3.41: Πρώτο σχέδιο άσκησης 3.9.2.

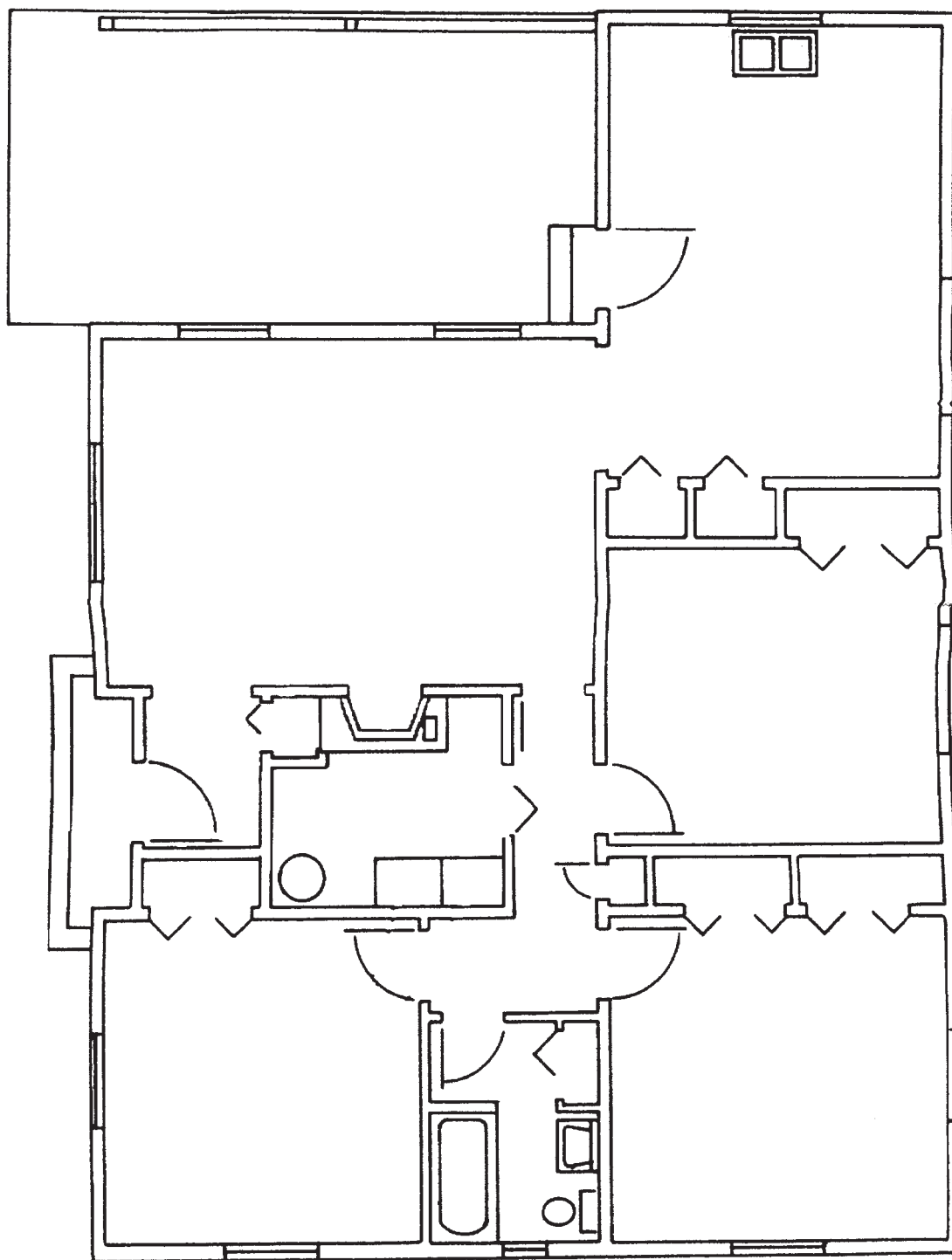


Σχήμα 3.42: Δεύτερο σχέδιο άσκησης 3.9.2.

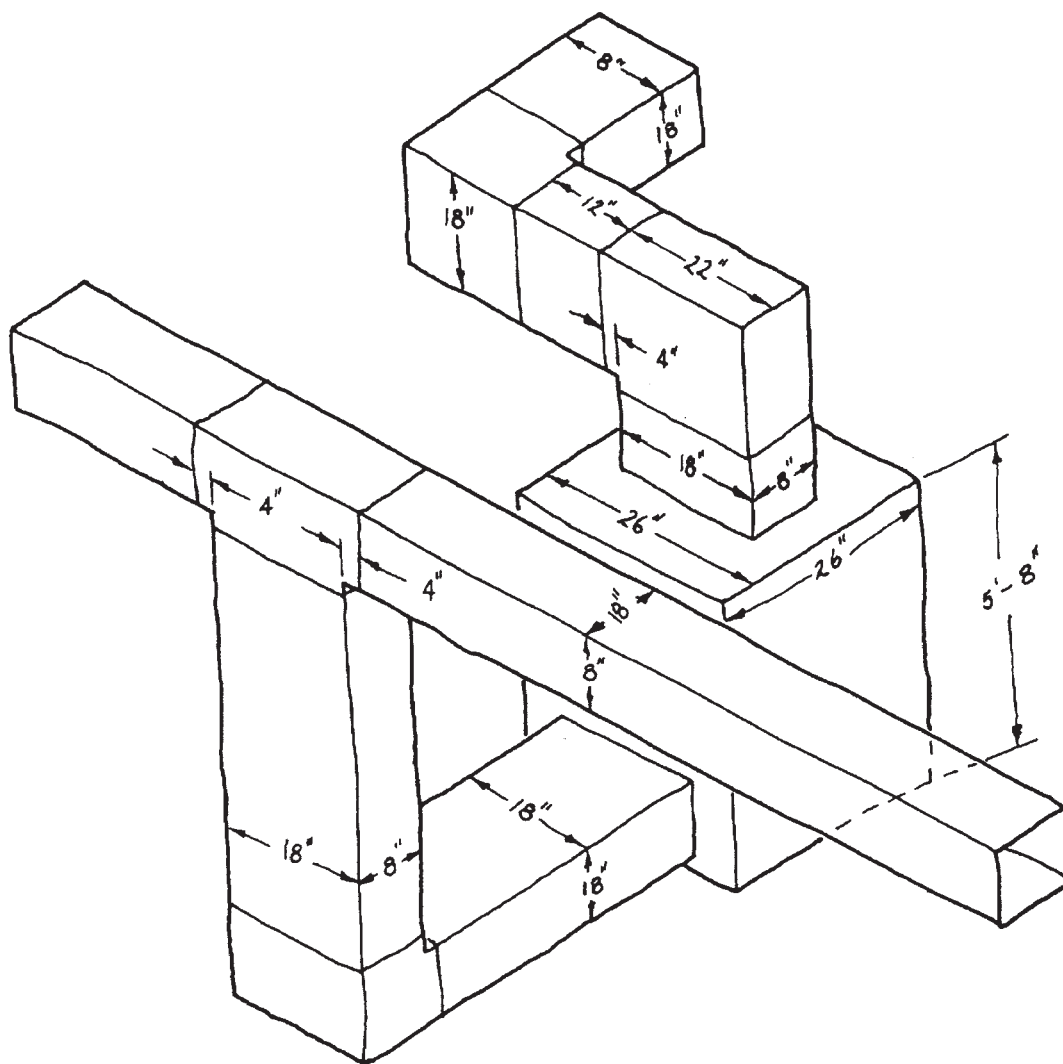


### ΑΣΚΗΣΗ 3.9.3

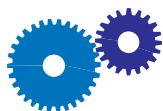
Στο σχήμα 3.43 παρουσιάζεται η κάτοψη ενός χώρου γραφείου. Να σχεδιαστεί πάνω σε αυτή την κάτοψη το τμήμα των αεραγωγών που παρουσιάζεται στο ισομετρικό σκαρίφημα του σχήματος 3.44.



**Σχήμα 3.43:** Σχέδιο κάτοψης ενός χώρου γραφείου.



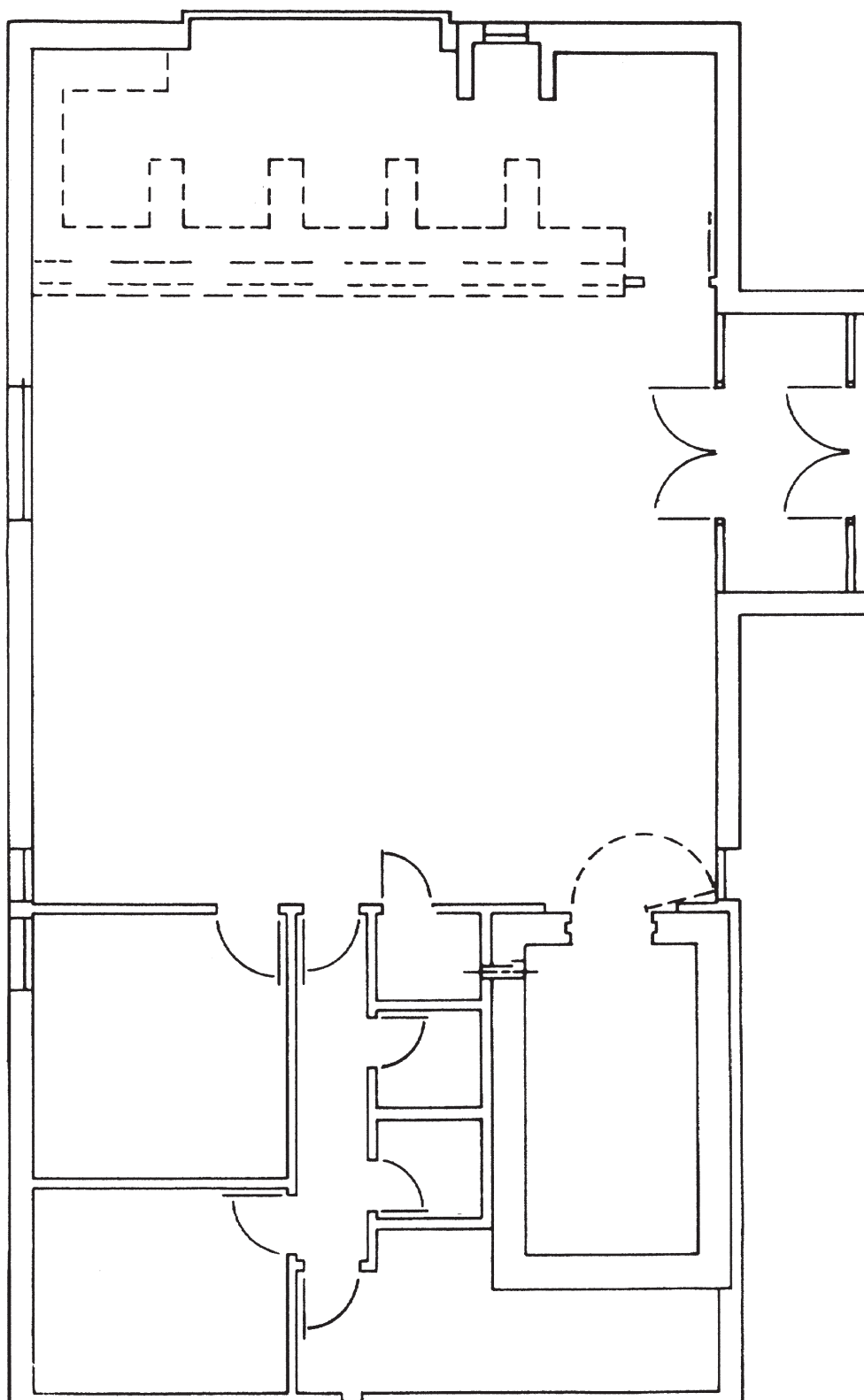
Σχήμα 3.44: Ισομετρικό σκαρίφημα άσκησης 3.9.3.



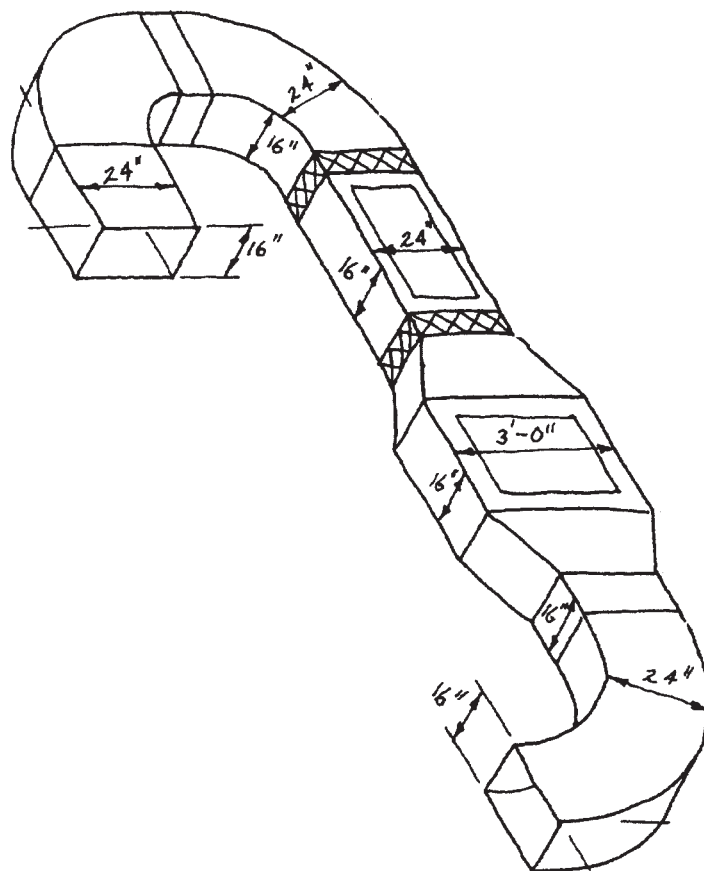
#### ΑΣΚΗΣΗ 3.9.4

Στο σχήμα 3.45 παρουσιάζεται η κάτοψη ενός εμπορικού κτιρίου. Να σχεδιαστεί πάνω σε αυτή την κάτοψη το τμήμα των αεραγωγών που παρουσιάζεται στο ισομετρικό σκαρίφημα του σχήματος 3.46. Οι διαστάσεις να παρθούν κατ' εκτίμηση.

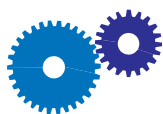




Σχήμα 3.45: Σχέδιο κάτοψης ενός εμπορικού κτιρίου.




Σχήμα 3.46: Ισομετρικό σκαρίφημα άσκησης 3.9.4.



### ΑΣΚΗΣΗ 3.9.5

Να σχεδιαστούν τα σχέδια των σχημάτων 3.6 και 3.9 αφού προηγουμένα μετατραπούν οι διαστάσεις τους σε mm.

# ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΤΥΠΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΨΥΞΗΣ, ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΜΕΓΑΛΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

- 
- 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
  - 4.2 ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ
  - 4.3 ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ
  - 4.4 ΕΞΑΤΜΙΣΤΕΣ
  - 4.5 ΠΥΡΓΟΙ ΨΥΞΗΣ
  - 4.6 ΨΥΚΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

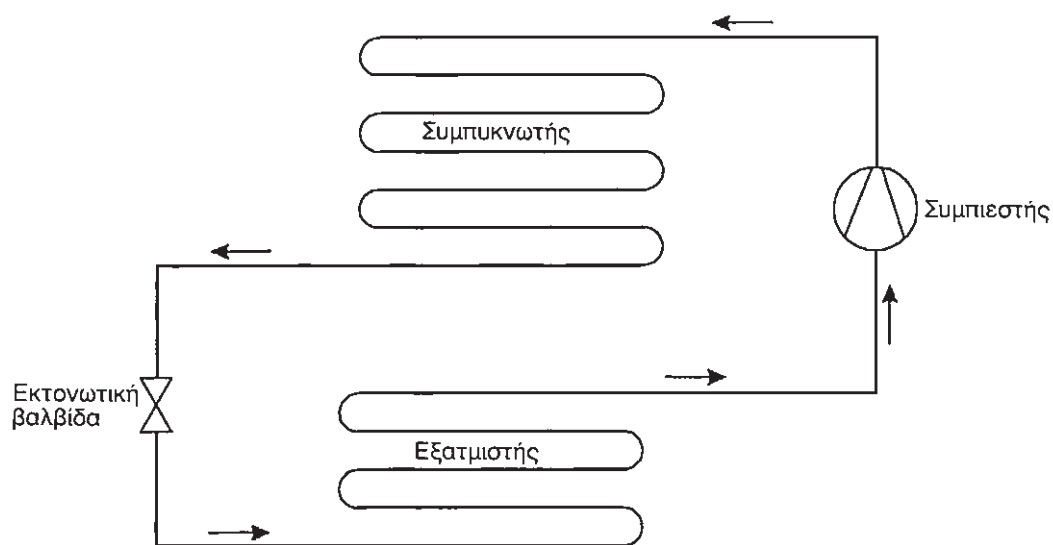


**ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ**

- ✓ Να αναγνωρίζετε τη γεωμετρική μορφή των βασικών μηχανημάτων και συσκευών εγκαταστάσεων ψύξης και κλιματισμού μεγάλης ισχύος.
- ✓ Να αναγνωρίζετε, με τη βοήθεια σχεδίων και πληροφοριών που περιέχονται σε τεχνικά έντυπα, τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται στο ψυκτικό κύκλωμα βασικά μηχανήματα και συσκευές εγκαταστάσεων ψύξης και κλιματισμού μεγάλης ισχύος.
- ✓ Να κατανοείτε τον τρόπο λειτουργίας μεγάλων εγκαταστάσεων ψύξης, κλιματισμού και αερισμού με βάση τα λειτουργικά τους διαγράμματα.

**4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος παραγωγής ψύξης είναι η ψυκτική μονάδα συμπίεσης. Μια ψυκτική εγκατάσταση συμπίεσης αποτελείται από το συμπιεστή, το συμπυκνωτή, την εκτονωτική διάταξη και τον εξατμιστή (σχήμα 4.1). Αυτά τα βασικά στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους με ένα κλειστό κύκλωμα σωληνώσεων μέσα στο οποίο κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό.



**Σχήμα 4.1:** Διάγραμμα απλού ψυκτικού κυκλώματος συμπίεσης

Το ψυκτικό ρευστό σε κατάσταση κορεσμένου ατμού χαμηλής πίεσης απορροφάται από το συμπιεστή. Μετά τη συμπίεση ο ατμός του ψυκτικού ρευστού βγαίνει από το συμπιεστή σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία και εισάγεται στο συμπυκνωτή, όπου υγροποιείται και μετατρέπεται σε κορεσμένο υγρό. Στη συνέχεια το ψυκτικό ρευστό εκτονώνεται στην εκτονωτική διάταξη και έπειτα με μειωμένη πίεση και θερμοκρασία εισάγεται στον εξατμιστή. Εκεί εξατμίζεται απορροφώντας θερμότητα από το περιβάλλον του εξατμιστή και βγαίνει από αυτόν σε κατάσταση κορεσμένου ατμού χαμηλής πίεσης που θα απορροφηθεί στη συνέχεια από το συμπιεστή.

Τα σημαντικότερα, λοιπόν, δομικά στοιχεία του ψυκτικού κυκλώματος συμπίεσης είναι ο συμπιεστής, ο συμπυκνωτής και ο εξατμιστής. Ωστόσο ανάλογα με το είδος της ψυκτικής εγκατάστασης είναι δυνατόν να υπάρχουν και άλλες συσκευές όπως πύργοι ψύξης, ανεμιστήρες κλπ. Όλες αυτές οι συσκευές κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους και χρησιμοποιούνται σε ένα πλήθος εγκαταστάσεων ψύξης, κλιματισμού και αερισμού καλύπτοντας διαφορετικές απαιτήσεις σε ισχύ (από πολύ μικρή έως πολύ μεγάλη). Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται σχέδια των βασικών συσκευών που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις ψύξης μεγάλης ισχύος αλλά και τεχνικές πληροφορίες που αναφέρονται σε αυτές.

## 4.2 ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ

Ο συμπιεστής αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά τμήματα του ψυκτικού κυκλώματος συμπίεσης και χρησιμοποιείται για να αυξήσει την πίεση και τη θερμοκρασία του ατμού του ψυκτικού ρευστού. Παράλληλα λειτουργεί σαν αντλία που διατηρεί τη συνεχή ροή του ψυκτικού ρευστού στο ψυκτικό κύκλωμα. Στον κλιματισμό και την ψύξη χρησιμοποιούνται κυρίως παλινδρομικοί, ελικοειδείς, περιστροφικοί, σπειροειδείς και φυγοκεντρικοί συμπιεστές.

Το τεχνικό εγχειρίδιο ενός συμπιεστή αποτελείται βασικά από δύο τμήματα:

- α) **το εγχειρίδιο γενικών προδιαγραφών** και
- β) **το εγχειρίδιο εγκατάστασης και λειτουργίας.**

Στο εγχειρίδιο γενικών προδιαγραφών παρουσιάζεται από την κατασκευάστρια εταιρεία μια γενική περιγραφή όλων των μοντέλων των συμπιεστών που παράγει και του τρόπου με τον οποίο λειτουργούν. Καθορίζονται επίσης οι οριακές συνθήκες λειτουργίας, η απόδοση λειτουργίας κάθε μοντέλου για διάφορες συνθήκες, όπως για παράδειγμα για διάφορα ψυκτικά μέσα, αλλά και τεχνικά δεδομένα για κάθε μοντέλο (πχ. διαστάσεις, βάρος). Στο τμήμα αυτό του τεχνικού εγχειριδίου παραθέτονται συνήθως και σκαριφήματα ή σχέδια που παρουσιάζουν την εξωτερική μορφή κάθε μοντέλου.

Στο εγχειρίδιο εγκατάστασης και λειτουργίας περιέχονται πληροφορίες για τη σωστή και χωρίς προβλήματα εγκατάσταση και λειτουργία του συμπιεστή. Πρώτα από όλα παρουσιάζονται κανονισμοί ασφαλούς λειτουργίας. Για παράδειγμα, ένας τέτοιος κανονισμός

επιβάλλει στον τεχνικό που θα εγκαταστήσει τη συσκευή να φορά προστατευτικά γυαλιά. Παραθέτονται ακόμη οδηγίες για την εγκατάσταση του συμπιεστή. Οι οδηγίες αυτές αναφέρονται στην προετοιμασία της εγκατάστασης, δηλαδή στη θεμελίωση, στην παροχή αέρα κλπ., στη σύνδεση των σωληνώσεων, στις μηχανικές συνδέσεις, όπως τη σύνδεση του συμπιεστή με τον ηλεκτροκινητήρα χρησιμοποιώντας ιμάντες, σταυρούς οδήγησης κλπ., αλλά και στις ηλεκτρικές συνδέσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν. Ακολουθούν οδηγίες για την έναρξη λειτουργίας που αφορούν στη διαδικασία πλήρωσης του ψυκτικού μέσου, του λιπαντικού που πιθανόν χρησιμοποιείται, στον έλεγχο διαρροών και στην αποφυγή ταλαντώσεων. Οι οδηγίες συντήρησης αποτελούν είτε ένα ξεχωριστό εγχειρίδιο, είτε τμήμα του εγχειριδίου εγκατάστασης και λειτουργίας και αφορούν στον έλεγχο και στην αλλαγή διαφόρων εξαρτημάτων, όπως των βαλβίδων, των φίλτρων κλπ.

#### **4.2.1 Ημιερμητικός παλινδρομικός συμπιεστής**

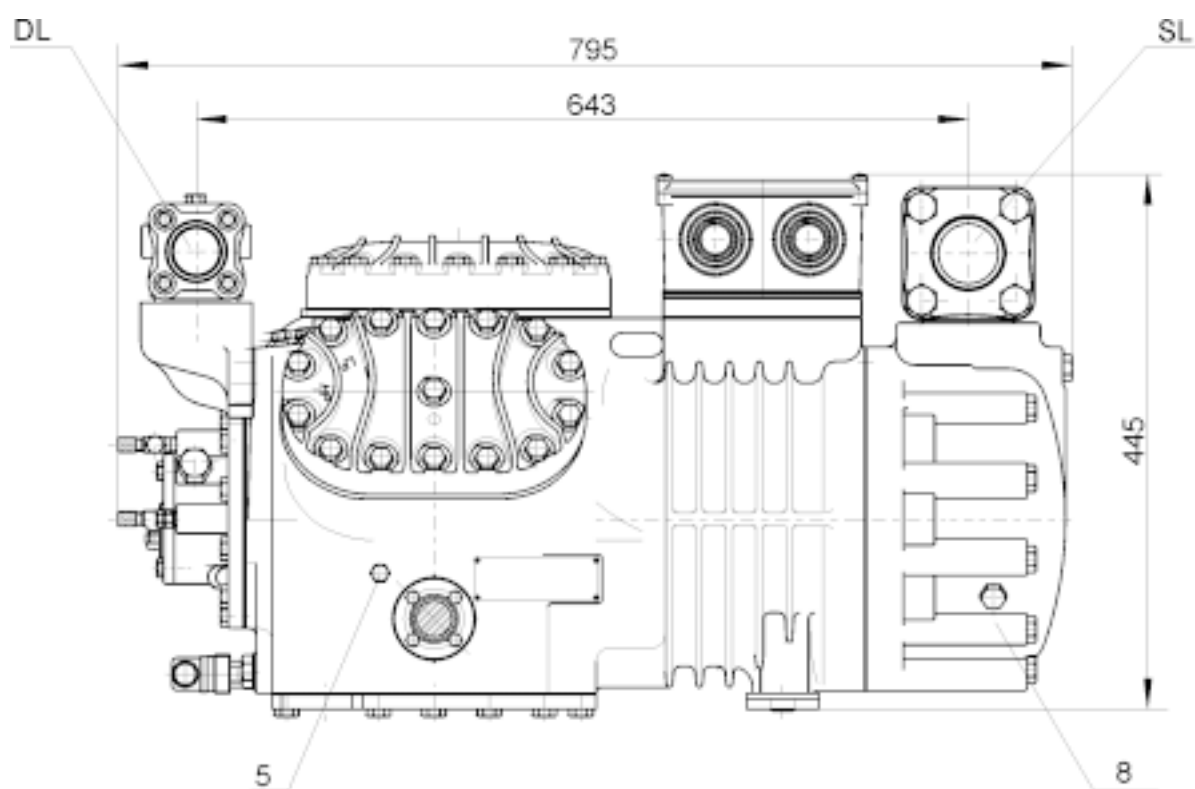
Στους παλινδρομικούς συμπιεστές η αύξηση της πίεσης του ατμού του ψυκτικού ρευστού επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ένα ή περισσότερα έμβολα που εκτελούν παλινδρομική κίνηση και καθοδηγούνται κατευθείαν από το στροφαλοφόρο άξονα. Κατασκευάζονται σε τρεις τύπους: α)τους ανοιχτούς, β)τους ημιερμητικούς και γ)τους ερμητικούς.

Ανοιχτοί συμπιεστές είναι εκείνοι στους οποίους ο άξονας προεκτείνεται στο στροφαλοφόρο για εξωτερική καθοδήγηση από κινητήρα. Ερμητικοί συμπιεστές είναι εκείνοι στους οποίους ο συμπιεστής και ο κινητήρας περιέχονται στο ίδιο κέλυφος με τον άξονα του κινητήρα να διαμορφώνεται σε στροφαλοφόρο του συμπιεστή και τον κινητήρα σε επαφή με το ψυκτικό ρευστό. Το κέλυφος είναι ερμητικά κλεισμένο, συγκολλημένο ή σφραγισμένο και δεν υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης στο εσωτερικό του. Ένας ημιερμητικός συμπιεστής διαφέρει από τον αντίστοιχο ερμητικό στο ότι στον πρώτο το κέλυφος, μέσα στο οποίο περιέχονται ο συμπιεστής και ο κινητήρας, είναι έτσι κατασκευασμένο ώστε να επιτρέπεται πρόσβαση σε αυτό για συντήρηση και επισκευή.



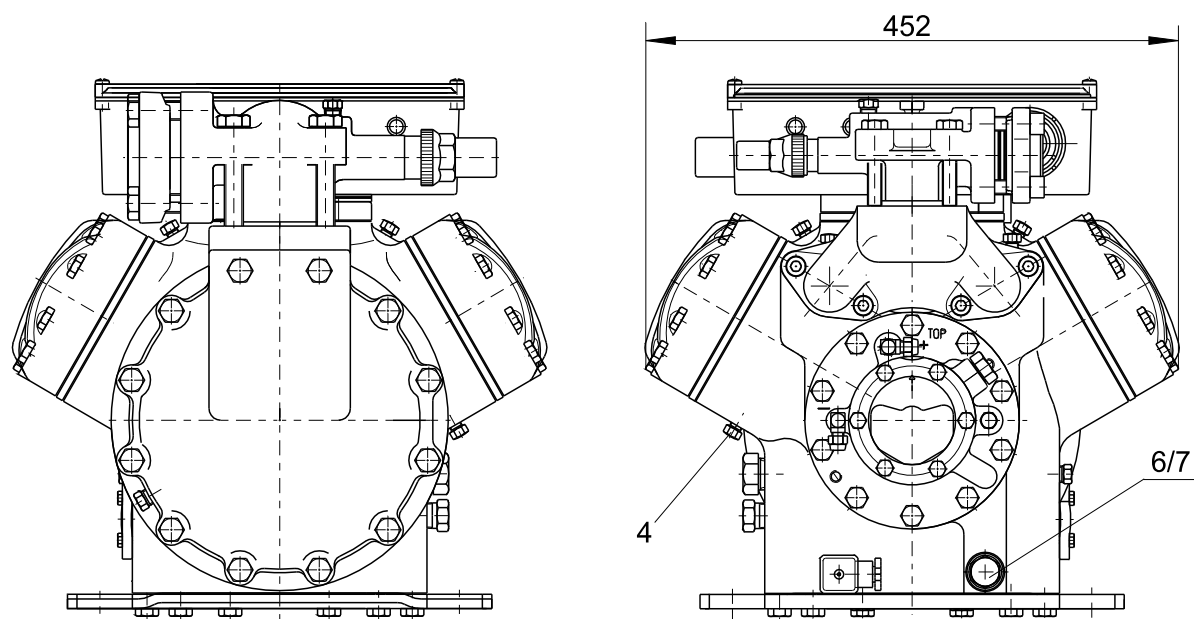
**Σχήμα 4.2:** Ημιερμητικός παλινδρομικός συμπιεστής (πηγή:Bitzer)

Στο σχήμα 4.2 φαίνεται ένας ημιεργητικός παλινδρομικός συμπιεστής, ενώ στα σχήματα 4.3α έως 4.3ε παρουσιάζονται οι διάφορες όψεις του, όπως εμφανίζονται στο αντίστοιχο τεχνικό εγχειρίδιο της κατασκευάστριας εταιρείας. Ο συμπιεστής περιλαμβάνει στο ίδιο κέλυφος τον κινητήρα (φαίνεται στο δεξιό τμήμα του σχήματος 4.3α) και τον παλινδρομικό μηχανισμό συμπίεσης (φαίνεται στο αριστερό τμήμα του ίδιου σχήματος). Όπως εύκολα γίνεται αντιληπτό από το σχήμα 4.3γ, ο μηχανισμός συμπίεσης περιλαμβάνει τρία ζεύγη κυλίνδρων. Η είσοδος του ατμού του ψυκτικού ρευστού στο συμπιεστή γίνεται από την παροχή SL και η έξοδος του με αυξημένη πίεση και θερμοκρασία από την παροχή DL.

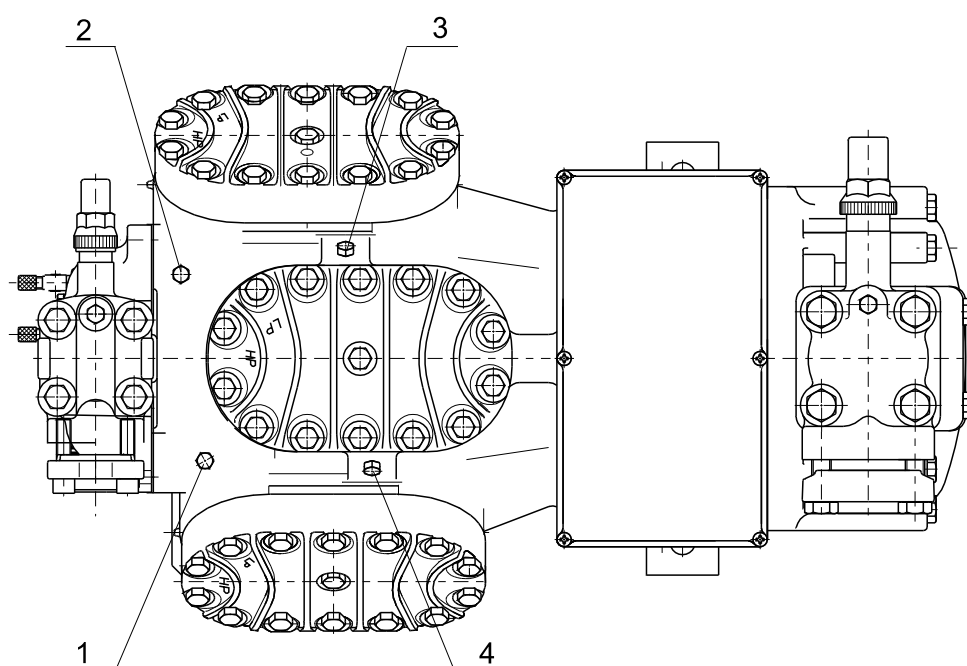


**Σχήμα 4.3α:** Πρόοψη ημιεργητικού παλινδρομικού συμπιεστή (πηγή:Bitzer)

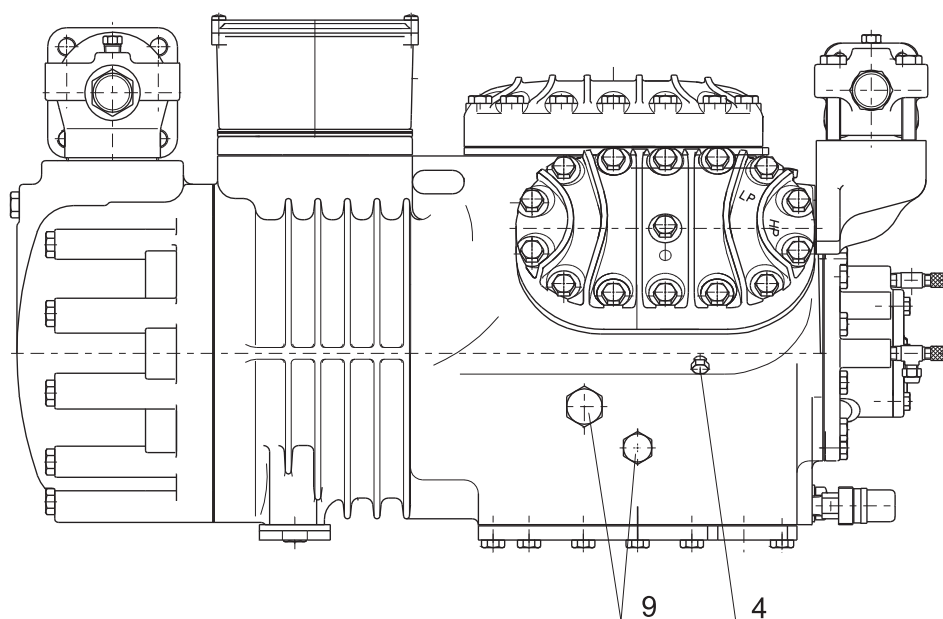




**Σχήμα 4.36:** Δεξιά και αριστερή πλάγια όψη ημιεργητικού παλινδρομικού συμπιεστή (πηγή:Bitzer)



**Σχήμα 4.3γ:** Κάτοψη ημιεργητικού παλινδρομικού συμπιεστή (πηγή:Bitzer)



**Σχήμα 4.3β:** Πίσω όψη ημερημτικού παλινδρομικού συμπιεστή (πηγή:Bitzer)

Για την καλή λειτουργία του συμπιεστή είναι απαραίτητη η λίπανσή του. Η εισαγωγή του λιπαντικού γίνεται από την παροχή 5 (σχήμα 4.3α). Σε μερικές περιπτώσεις, ανάλογα με το είδος της ψυκτικής εγκατάστασης, κατά τη λειτουργία του συμπιεστή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα επιπρόσθετο εξωτερικό κύκλωμα καθαρισμού και ψύξης του λιπαντικού. Σε αυτήν την περίπτωση το λιπαντικό βγαίνει από το συμπιεστή από την παροχή 6 (σχήμα 4.3β) και επιστρέφει από την παροχή 8 (σχήμα 4.3α). Συνοπτικά η επεξήγηση των συνδέσεων και ελέγχων που πρέπει να πραγματοποιηθούν παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 4.1:** Επεξήγηση συνδέσεων και ελέγχων ημερημτικού παλινδρομικού συμπιεστή (πηγή: Bitzer).

|    |  |
|----|--|
| 1  | Διακόπτης υψηλής πίεσης                        |
| 2  | Θέση αισθητηρίου υψηλής πίεσης                 |
| 3  | Διακόπτης χαμηλής πίεσης                       |
| 4  | Θέση αισθητηρίου χαμηλής πίεσης                |
| 5  | Τάπα πλήρωσης λαδιού                           |
| 6  | Τάπα εκκένωσης λαδιού                          |
| 7  | Φίλτρο λαδιού                                  |
| 8  | Επιστροφή λαδιού (διαχωριστής λαδιού)          |
| 9a | Ρυθμιστής πίεσης ατμού (παράλληλη λειτουργία)  |
| 9b | Ρυθμιστής πίεσης λαδιού (παράλληλη λειτουργία) |
| 10 | Θερμαντήρας λαδιού                             |

Στο τεχνικό εγχειρίδιο του συμπιεστή υπάρχουν πληροφορίες για την ψυκτική απόδοση και την κατανάλωση ενέργειας του συγκεκριμένου συμπιεστή για διάφορα ψυκτικά ρευστά και διάφορες θερμοκρασίες εξάτμισης και συμπύκνωσης, σαν αυτά που παρουσιάζονται στους πίνακες 4.2α, 4.2β και 4.2γ.

**Πίνακας 4.2α:** Ψυκτική ισχύς και κατανάλωση ισχύος ημιεργητικού παλινδρομικού συμπιεστή για το ψυκτικό ρευστό R134a (πηγή: Bitzer).

| t <sub>c</sub><br>°C |   | Θερμοκρασία εξάτμισης σε °C |        |        |        |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------|---|-----------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                      |   | 12,5                        | 10     | 7,5    | 5      | 0     | -5    | -10   | -15   | -20   | -25   | -30   |
| 30                   | Q | 138400                      | 125800 | 114200 | 103400 | 84200 | 69700 | 53900 | 42200 | 32400 | 24250 | 17570 |
|                      | P | 22,20                       | 21,60  | 21,10  | 20,50  | 19,27 | 17,71 | 16,44 | 14,87 | 13,20 | 11,44 | 9,59  |
| 40                   | Q | 122900                      | 111700 | 101300 | 91700  | 74500 | 59900 | 47400 | 36900 | 28120 | 20850 | 14900 |
|                      | P | 25,80                       | 24,90  | 24,00  | 23,10  | 21,20 | 19,33 | 17,39 | 15,42 | 13,42 | 11,41 | 9,38  |
| 50                   | Q | 108700                      | 98700  | 89500  | 80900  | 65600 | 52500 | 41450 | 32100 | 24250 | 17800 | 12520 |
|                      | P | 29,90                       | 28,50  | 27,10  | 25,8   | 23,10 | 20,60 | 18,16 | 15,79 | 13,48 | 11,32 | 9,03  |

$t_c$  : Θερμοκρασία συμπύκνωσης σε °C, Q: Ψυκτική ισχύς σε W, P: Ισχύς συμπιεστή σε kW

**Πίνακας 4.2β:** Ψυκτική ισχύς και κατανάλωση ισχύος ημιεργητικού παλινδρομικού συμπιεστή για τα ψυκτικά ρευστά R404A και R507A (πηγή: Bitzer).

| $t_c$<br>°C |   | Θερμοκρασία εξάτμισης σε °C |        |       |       |       |       |       |       |
|-------------|---|-----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |   | -5                          | -10    | -15   | -20   | -25   | -35   | -40   | -45   |
| 30          | Q | 120600                      | 100000 | 82200 | 66800 | 53600 | 32600 | 24350 | 17370 |
|             | P | 33,70                       | 31,20  | 28,70 | 26,20 | 23,60 | 18,07 | 15,16 | 12,14 |
| 40          | Q | 104600                      | 86500  | 70800 | 57200 | 45500 | 26900 | 19650 | 13540 |
|             | P | 37,20                       | 34,20  | 31,20 | 28,10 | 24,90 | 18,32 | 14,95 | 11,52 |
| 50          | Q |                             | 71700  | 58400 | 46900 | 36950 | 21150 | 14950 |       |
|             | P |                             | 37,60  | 34,00 | 30,30 | 26,50 | 18,66 | 14,70 |       |

$t_c$  : Θερμοκρασία συμπύκνωσης σε °C, Q: Ψυκτική ισχύς σε W, P: Ισχύς συμπιεστή σε kW

**Πίνακας 4.2γ:** Ψυκτική ισχύς και κατανάλωση ισχύος ημιεργητικού παλινδρομικού συμπιεστή για το ψυκτικό ρευστό R22(πηγή: Bitzer).

| t <sub>c</sub><br>°C |   | Θερμοκρασία εξάτμισης σε °C |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------|---|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                      |   | -5                          | -10   | -15   | -20   | -25   | -35   | -40   | -45   |
| 30                   | Q | 107100                      | 87700 | 71000 | 56700 | 44550 | 34100 | 25250 | 17750 |
|                      | P | 27,30                       | 25,40 | 23,30 | 21,10 | 18,67 | 17,05 | 14,97 | 12,99 |
| 40                   | Q | 96500                       | 78800 | 63600 | 50500 | 38900 | 29200 | 21000 | 14050 |
|                      | P | 32,00                       | 29,60 | 27,10 | 24,30 | 21,50 | 18,62 | 15,77 | 13,00 |
| 50                   | Q | 86300                       | 70300 | 56600 | 44100 | 33700 | 24800 | 17370 | 11130 |
|                      | P | 36,30                       | 33,40 | 30,30 | 27,10 | 23,70 | 20,20 | 16,64 | 13,00 |

$t_c$  : Θερμοκρασία συμπύκνωσης σε °C, Q: Ψυκτική ισχύς σε W, P: Ισχύς συμπιεστή σε kW

Με βάση τα δεδομένα που παρουσιάζονται στους πίνακες 4.2α έως 4.2γ μπορεί να γίνει σύγκριση των συνθηκών λειτουργίας και των ψυκτικών αποδόσεων που επιτυγχάνονται με κάθε ψυκτικό ρευστό στον ίδιο συμπιεστή. Για παράδειγμα το ψυκτικό R 134a χρησιμοποιείται για θερμοκρασίες εξάτμισης αρκετά μεγαλύτερες από ότι το R404A και το R22.

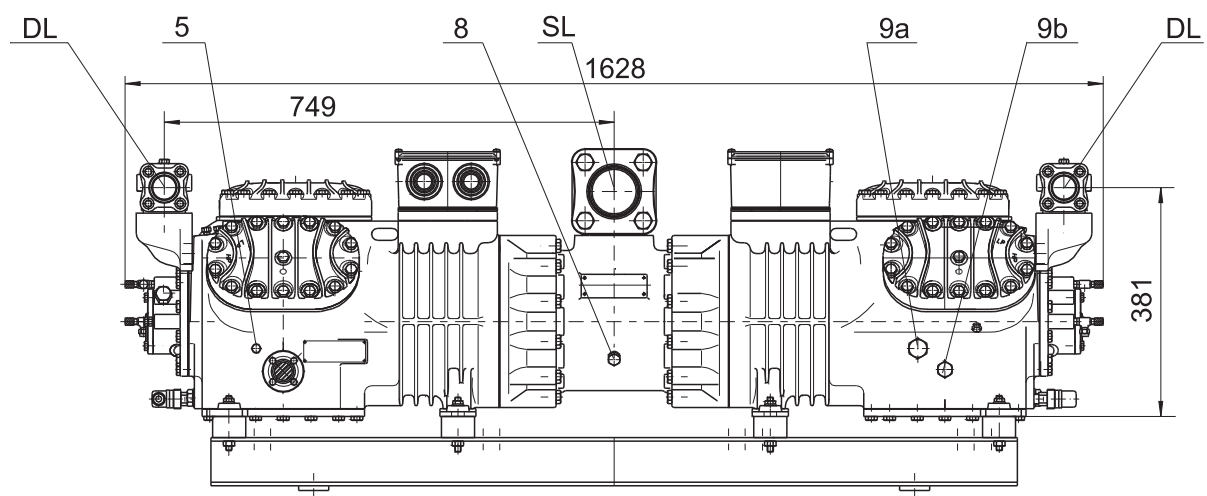
Στο τεχνικό εγχειρίδιο παρουσιάζονται επίσης και τεχνικά δεδομένα του συμπιεστή (πίνακας 4.3).

**Πίνακας 4.3:** Τεχνικά δεδομένα ημιεργητικού παλινδρομικού συμπιεστή (πηγή: Bitzer).

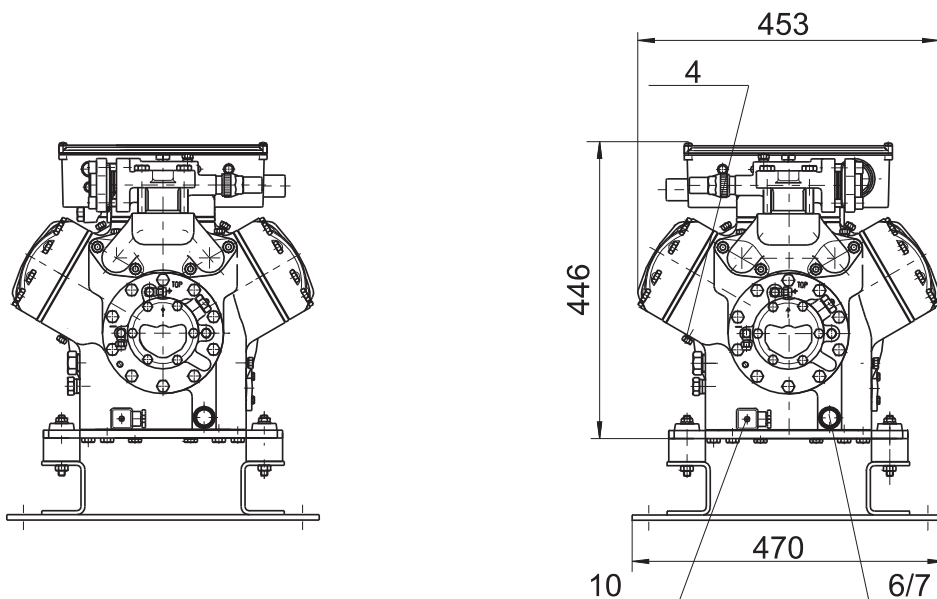
|                                      |                                     |                     |                   |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Ονομαστική ισχύς κινητήρα            |                                     | (HP- kW)            | 40 - 30           |
| Μετατόπιση με 1450 min <sup>-1</sup> |                                     | (m <sup>3</sup> /h) | 151,6             |
| Αριθμός κυλίνδρων                    |                                     |                     | 6                 |
| Όγκος λαδιού πλήρωσης                |                                     | (dm <sup>3</sup> )  | 4,75              |
| Βάρος                                |                                     | (kg)                | 239               |
| Συνδέσεις σωλήνων                    | Γραμμή κατάθλιψης                   | (mm - inch)         | 42 - 1 5/8        |
|                                      | Γραμμή αναρρόφησης                  | (mm - inch)         | 54 - 2 1/8        |
| Βήματα λειτουργίας                   |                                     | (%)                 | 33 εναλλακτικά 66 |
| Ηλεκτρικά δεδομένα                   | Μέγιστη ένταση ρεύματος λειτουργίας | (A)                 | 78                |
|                                      | Μέγιστη ισχύς κατανάλωσης           | (kW)                | 38,6              |
|                                      | Ένταση ρεύματος εκκίνησης           | (A)                 | 226/404           |

#### 4.2.2 Ζεύγος ημιεργητικών παλινδρομικών συμπιεστών

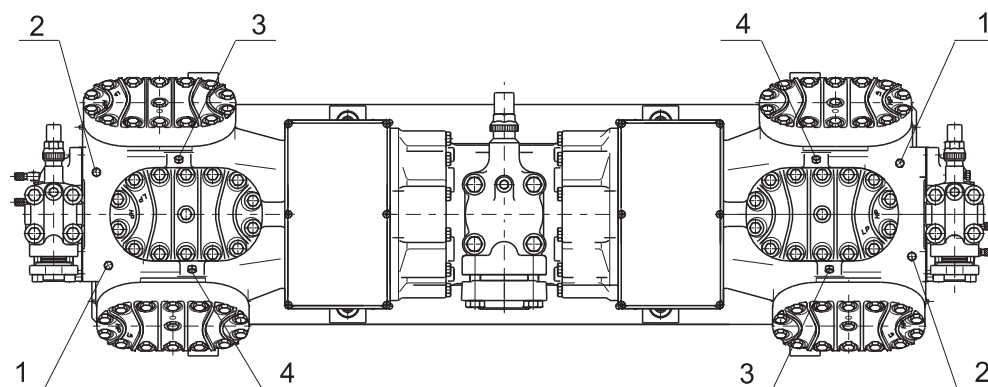
Στα σχήματα 4.4α έως 4.4γ παρουσιάζονται σε διάφορες όψεις ένα ζεύγος ημιεργητικών παλινδρομικών συμπιεστών, της ίδιας κατασκευάστριας εταιρείας και του ίδιου μοντέλου με αυτόν του σχήματος 4.3. Στην περίπτωση αυτή, όπως γίνεται εμφανές στο σχήμα 4.4α, ένας κινητήρας καθοδηγεί δύο συμπιεστές, από τους οποίους ο ένας βρίσκεται δεξιά και ο άλλος αριστερά του. Ο ατμός του ψυκτικού ρευστού εισάγεται στους συμπιεστές από την κοινή παροχή (SL), ενώ μετά τη συμπίεση εξέρχεται από την ξεχωριστή παροχή (DL) κάθε συμπιεστή. Οι συμπιεστές διαθέτουν επίσης κοινό σύστημα πλήρωσης και εκκένωσης λαδιού.



**Σχήμα 4.4α:** Πρόοψη διάταξης ημιεργητικών παλινδρομικών συμπιεστών συνδεδεμένων μεταξύ τους (πηγή:Bitzer)



**Σχήμα 4.4β:** Αριστερή και δεξιά πλάγια όψη διάταξης ημιεργητικών παλινδρομικών συμπιεστών συνδεδεμένων μεταξύ τους (πηγή:Bitzer)



**Σχήμα 4.4γ:** Κάτοψη διάταξης ημιερμητικών παλινδρομικών συμπιεστών συνδεδεμένων μεταξύ τους (πηγή:Bitzer)

Στα σχήματα 4.4α έως 4.4γ αναγράφονται (αριθμημένες από 1-10) οι θέσεις των συνδέσεων και των ελέγχων που πρέπει να γίνουν στην εγκατάσταση. Το είδος των συνδέσεων είναι ίδιο με εκείνο του συμπιεστή του σχήματος 4.3 που παρουσιάστηκε στον πίνακα 4.1. Στο τεχνικό εγχειρίδιο του συμπιεστή του σχήματος 4.3 υπάρχουν πληροφορίες για την ψυκτική απόδοση και την κατανάλωση ισχύος όχι μόνο ενός συμπιεστή αλλά και ζεύγους συμπιεστών συνδεδεμένων μεταξύ τους. Ενδεικτικές πληροφορίες παρουσιάζονται στους πίνακες 4.4α και 4.4β.

**Πίνακας 4.4α:** Ψυκτική ισχύς διάταξης ημιερμητικών παλινδρομικών συμπιεστών συνδεδεμένων μεταξύ τους για το ψυκτικό ρευστό R134a (πηγή: Bitzer).

| $t_c$<br>°C |   | Θερμοκρασία εξάτμισης σε °C |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |
|-------------|---|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
|             |   | 12,5                        | 10     | 7,5    | 5      | 0      | -5     | -10    | -15   | -20   | -25   | -30   |
| 30          | Q | 276800                      | 251700 | 228400 | 206900 | 168500 | 135700 | 107900 | 84400 | 64800 | 48500 | 35150 |
| 40          | Q | 245900                      | 223500 | 202700 | 183400 | 149100 | 119800 | 94800  | 73800 | 56300 | 41700 | 29800 |
| 50          | Q | 217300                      | 197400 | 178900 | 161800 | 131200 | 105100 | 82900  | 64200 | 48500 | 35600 | 25050 |

$t_c$  : Θερμοκρασία συμπύκνωσης σε °C, Q: Ψυκτική ισχύς σε W, P: Ισχύς συμπιεστή σε kW

**Πίνακας 4.46:** Ψυκτική ισχύς διάταξης ημιερμητικών παλινδρομικών συμπιεστών συνδεδεμένων μεταξύ τους για το ψυκτικό ρευστό R22 (πηγή: Bitzer).

| t <sub>c</sub><br>°C |   | Θερμοκρασία εξάτμισης σε °C |        |        |        |       |       |       |       |
|----------------------|---|-----------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                      |   | -5                          | -10    | -15    | -20    | -25   | -35   | -40   | -45   |
| 30                   | Q | 214100                      | 175400 | 142000 | 113400 | 89100 | 68200 | 50500 | 35500 |
| 40                   | Q | 192900                      | 157600 | 127200 | 101100 | 77800 | 58400 | 42000 | 28100 |
| 50                   | Q | 172600                      | 140600 | 113000 | 88200  | 67400 | 49650 | 34750 | 22250 |

$t_c$  : Θερμοκρασία συμπίκνωσης σε °C, Q: Ψυκτική ισχύς σε W, P: Ισχύς συμπιεστή σε kW

Στους πίνακες 4.4α και 4.4β παρουσιάζεται η ψυκτική απόδοση για διάφορες θερμοκρασίες εξάτμισης και συμπίκνωσης. Η ισχύς που καταναλώνεται στη διάταξη των δύο συμπιεστών είναι διπλάσια από εκείνη που καταναλώνεται στον ένα συμπιεστή (βλ. κεφάλαιο 4.2.1). Η ψυκτική απόδοση της διάταξης, όπως προκύπτει και από τη σύγκριση των δεδομένων των πινάκων 4.4α και 4.4β με εκείνα των πινάκων 4.2α και 4.2γ, είναι διπλάσια από εκείνη που επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός μόνο συμπιεστή.

#### 4.2.3 Ανοιχτός κοχλιωτός συμπιεστής

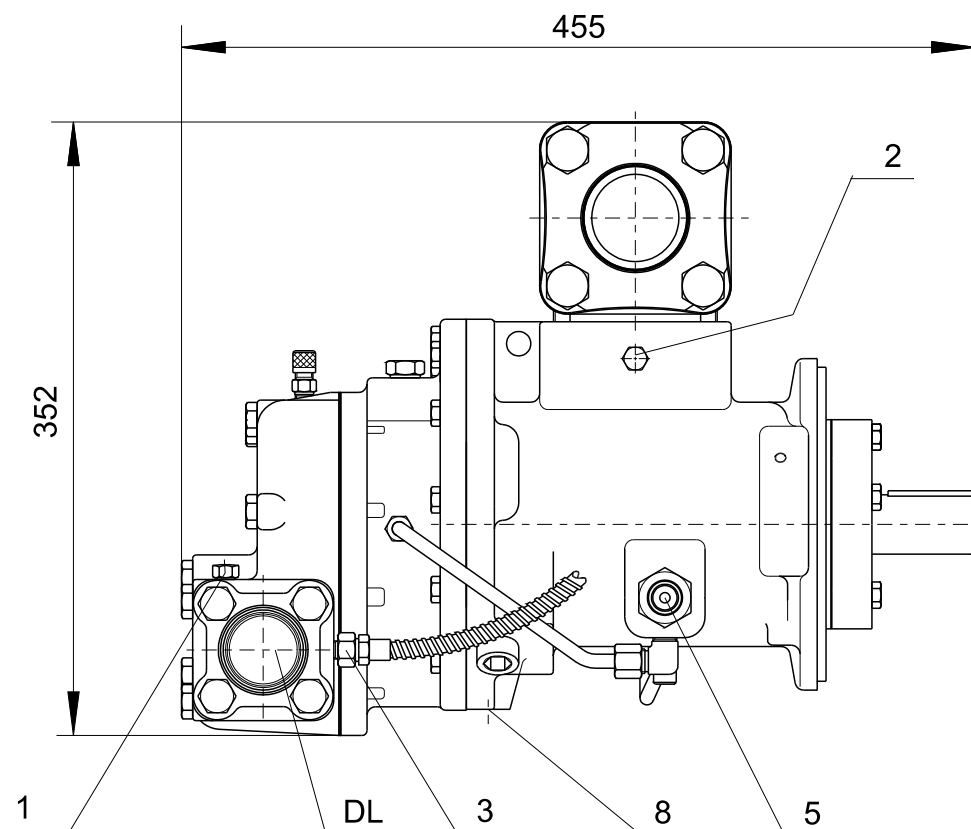
Οι ελικοειδείς ή κοχλιωτοί συμπιεστές είναι μια άλλη κατηγορία συμπιεστών που χρησιμοποιούνται συχνά για εφαρμογές ψύξης και κλιματισμού. Κατασκευάζονται σε δύο μορφές: μονού και διπλού στροφείου. Όπως και οι παλινδρομικοί συμπιεστές έτσι και οι κοχλιωτοί συναντώνται σε τρεις τύπους: τους ανοιχτούς, τους ημιερμητικούς και τους ερμητικούς.

Στα σχήματα 4.5 και 4.6 παρουσιάζεται ένας ανοιχτός κοχλιωτός συμπιεστής διπλού στροφείου. Αποτελείται από δύο ελικοειδείς ροτόρες (ζεύγος αρσενικού και θηλυκού) που βρίσκονται σε εμπλοκή μεταξύ τους. Οι ροτόρες είναι τοποθετημένοι σε σταθερό κέλυφος που διαθέτει παροχή εισόδου και εξόδου του ατμού του ψυκτικού ρευστού. Η μετάδοση της κίνησης στο συμπιεστή πραγματοποιείται με εξωτερική προέκταση του άξονα του αρσενικού ρότορα ο οποίος στεγανοποιείται με αξονικό στεγανοποιητικό στοιχείο. Η είσοδος του ατμού του ψυκτικού ρευστού πραγματοποιείται από την παροχή που φαίνεται στο επάνω τμήμα της δεξιάς πλάγιας όψης (SL) και η έξοδος του από την παροχή (DL) που φαίνεται στο αριστερό κάτω τμήμα της πρόοψης.



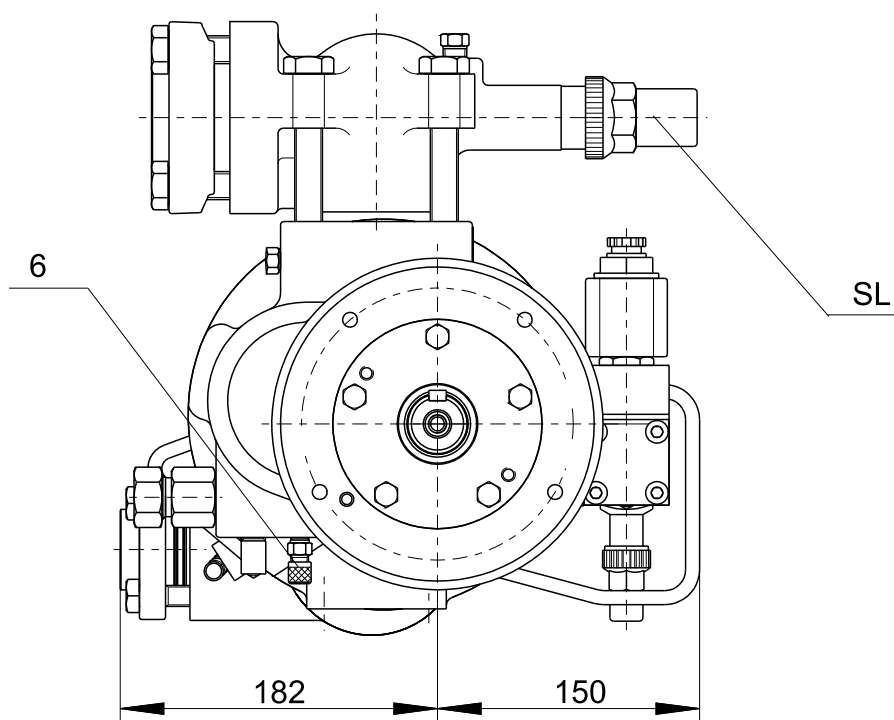


**Σχήμα 4.5:** Ανοιχτός κοχλιωτός συμπιεστής (πηγή:Bitzer)

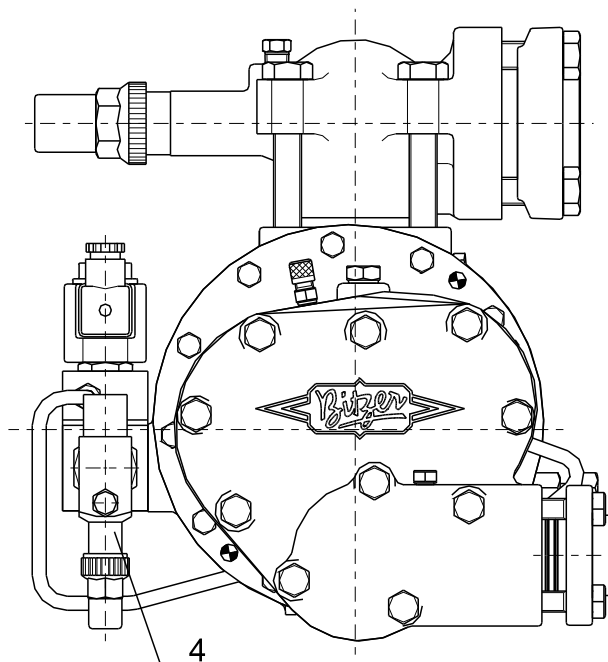


**Σχήμα 4.6α:** Πρόοψη ανοιχτού κοχλιωτού συμπιεστή (πηγή:Bitzer)

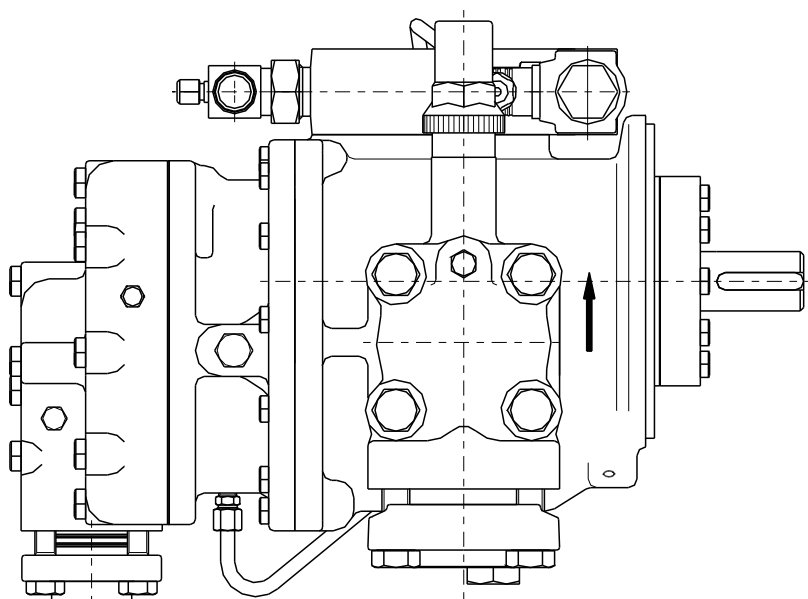




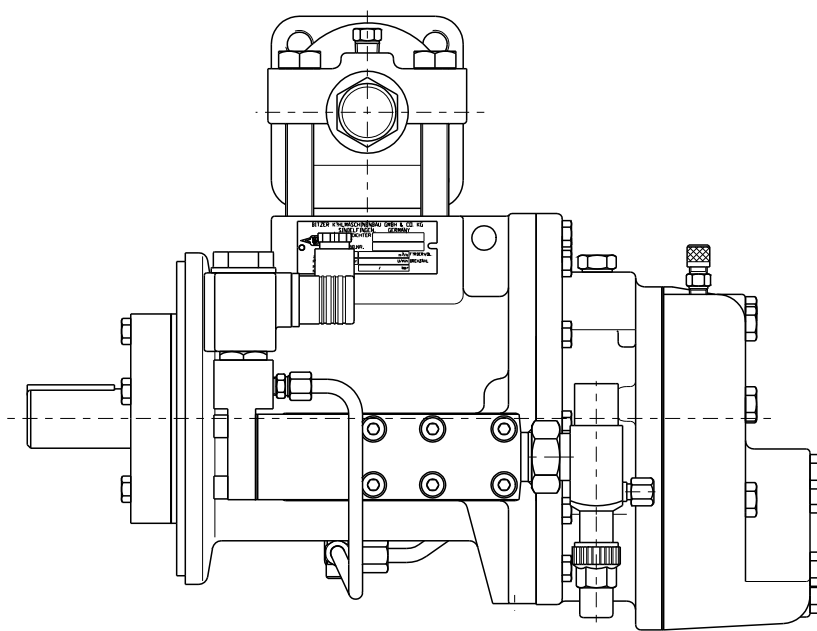
Σχήμα 4.66: Δεξιά πλάγια όψη ανοιχτού κοχλιωτού συμπιεστή (πηγή:Bitzer)



Σχήμα 4.6γ: Αριστερή πλάγια όψη ανοιχτού κοχλιωτού συμπιεστή (πηγή:Bitzer)



**Σχήμα 4.6δ:** Κάτοψη ανοιχτού κοχλιωτού συμπιεστή (πηγή:Bitzer)



**Σχήμα 4.6ε:** Πίσω όψη ανοιχτού κοχλιωτού συμπιεστή (πηγή:Bitzer)

Στους κοχλιωτούς συμπιεστές μια ποσότητα του λιπαντικού λαδιού αναμιγνύεται με το ψυκτικό ρευστό σε υψηλή θερμοκρασία. Έτσι μετά την έξοδο του ψυκτικού ρευστού από το συμπιεστή, είναι απαραίτητο να διαχωριστεί από αυτό το λάδι και να ψυχθεί έτσι ώστε να επαχρησιμοποιηθεί στο συμπιεστή. Η θέση των συνδέσεων και ελέγχων που πρέπει να πραγματοποιηθούν στη συσκευή αναγράφεται στις διάφορες όψεις. Η επεξήγησή τους εί-

ναί ίδια με εκείνη των συμπιεστών των σχημάτων 4.3 και 4.4 και παρουσιάζεται στον πίνακα 4.1.

Στο τεχνικό εγχειρίδιο του κοχλιωτού συμπιεστή, όπως και στους άλλους τύπους συμπιεστών υπάρχουν πληροφορίες για την ψυκτική απόδοση και την κατανάλωση ενέργειας που αναφέρονται σε διάφορα ψυκτικά ρευστά και διάφορες θερμοκρασίες εξάτμισης και συμπίκνωσης. Τέτοιες πληροφορίες παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5, ενώ στον πίνακα 4.6 παρουσιάζονται τεχνικά δεδομένα του συμπιεστή που επίσης περιέχονται στο εγχειρίδιο.

**Πίνακας 4.5:** Ψυκτική ισχύς και ισχύς ανοιχτού κοχλιωτού συμπιεστή για το ψυκτικό ρευστό NH<sub>3</sub> (πηγή: Bitzer).

| $t_c$<br>°C |   | Θερμοκρασία εξάτμισης σε °C |        |        |        |        |        |       |       |       |
|-------------|---|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
|             |   | 12,5                        | 10     | 7,5    | 5      | 0      | -5     | -10   | -15   | -20   |
| 20          | Q |                             |        |        |        |        | 100500 | 82300 | 66600 | 53200 |
|             | P |                             |        |        |        |        | 16.79  | 15.81 | 14.87 | 13.99 |
|             | m |                             |        |        |        |        | 301.6  | 248.3 | 202.1 | 162.4 |
| 30          | Q | 181100                      | 166200 | 152300 | 139300 | 115800 | 95300  | 77600 | 62400 | 49300 |
|             | P | 26.95                       | 26.04  | 25.16  | 24.31  | 22.67  | 21.12  | 19.65 | 18.25 | 16.93 |
|             | m | 556.5                       | 512.0  | 470.1  | 430.9  | 359.9  | 297.8  | 243.7 | 196.9 | 156.6 |
| 40          | Q | 170700                      | 156500 | 143200 | 130800 | 108300 | 88700  | 71800 | 57200 | 44600 |
|             | P | 32.23                       | 31.14  | 30.10  | 29.09  | 27.17  | 25.37  | 23.65 | 22.00 | 20.38 |
|             | m | 546.5                       | 502.2  | 460.6  | 421.6  | 350.9  | 289.0  | 235.1 | 188.3 | 147.8 |
| 50          | Q | 158100                      | 144700 | 132300 | 120600 | 99400  | 80900  | 64900 | 51100 |       |
|             | P | 37.68                       | 36.54  | 35.42  | 34.31  | 32.15  | 30.07  | 28.05 | 26.12 |       |
|             | m | 528.6                       | 458.2  | 444.4  | 406.1  | 336.5  | 275.5  | 222.3 | 175.9 |       |

$t_c$  : Θερμοκρασία συμπίκνωσης σε °C, Q: Ψυκτική ισχύς σε W, P: Ισχύς συμπιεστή σε kW, m: παροχή ψυκτικού ρευστού σε kg/h

**Πίνακας 4.6:** Τεχνικά δεδομένα ανοιχτού κοχλιωτού συμπιεστή (πηγή: Bitzer).

|  |                    |                      |   |
|--|--------------------|----------------------|---|
| Μετατόπιση με 2900 - 3500min <sup>-1</sup> |                    | (m <sup>3</sup> /h)  | 118 - 142                               |
| Βάρος                                      |                    | (kg)                 | 65                                      |
| Συνδέσεις σωλήνων                          | Γραμμή κατάθλιψης  | (mm - inch)          | 42 - 1 5/8, για NH <sub>3</sub> : DN 40 |
|  | Γραμμή αναρρόφησης | (mm - inch)          | 54 - 2 1/8, για NH <sub>3</sub> : DN 50 |
| Βήματα λειτουργίας                         |                    | (%)                  | 100 - 75                                |
| Ταχύτητα                                   |                    | (min <sup>-1</sup> ) | 1450 έως 4400                           |
| Κατεύθυνση περιστροφής συμπιεστή           |                    |                      | ωρολογιακή                              |

### 4.3 ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ

Στο συμπυκνωτή αφαιρείται από το ψυκτικό ρευστό η θερμότητα που απορροφήθηκε στον εξατμιστή και το συμπιεστή. Το ψυκτικό ρευστό που εισέρχεται στο συμπυκνωτή σε κατάσταση υπέρθερμου ατμού αποβάλλει θερμότητα προς το ψυκτικό μέσο. Με αυτό τον τρόπο το ψυκτικό ρευστό ψύχεται, υγροποιείται και στη συνέχεια οδηγείται στην εκτονωτική διάταξη και στον εξατμιστή. Οι συμπυκνωτές μπορούν να ταξινομηθούν με βάση το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιούν σε τρεις κατηγορίες: τους **υδρόψυκτους**, τους **αερόψυκτους** και τους **ψυχόμενους μέσω εξάτμισης**.

#### 4.3.1 Υδρόψυκτος συμπυκνωτής τύπου κελύφους-αυλών

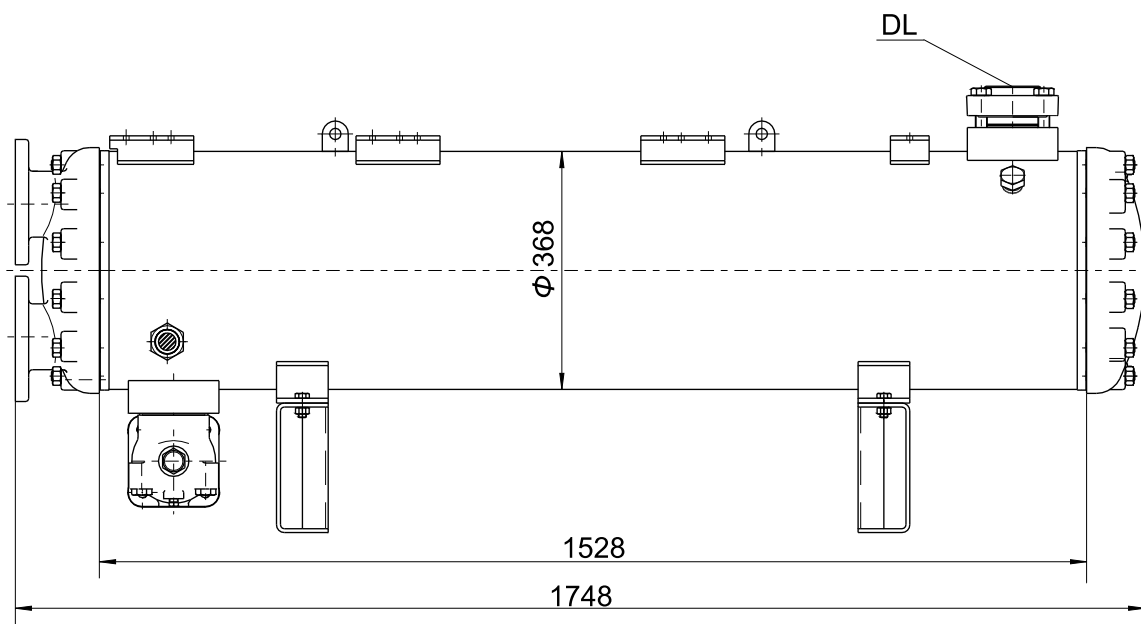
Υδρόψυκτοι λέγονται οι συμπυκνωτές στους οποίους χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο το νερό. Κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους όπως κελύφους-αυλών, με ενσωματωμένη σερπαντίνα, με διπλό σωλήνα κλπ.



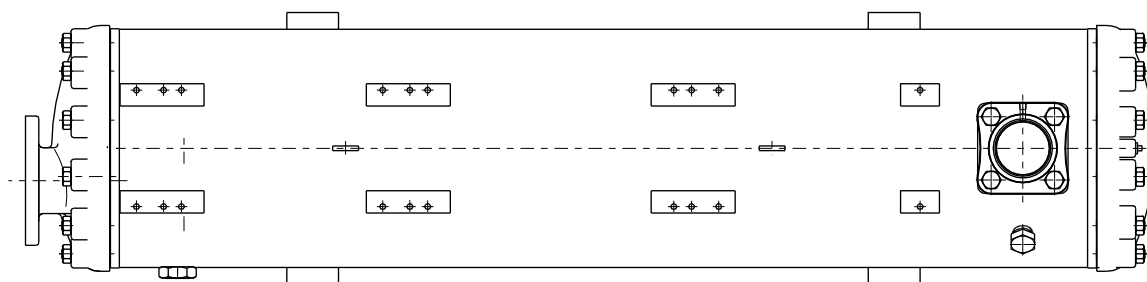
**Σχήμα 4.7:** Πρόοψη συμπυκνωτή κελύφους-αυλών (πηγή:Bitzer)

Στο σχήμα 4.7 φαίνεται ένας υδρόψυκτος συμπυκνωτής τύπου κελύφους-αυλών, ενώ στα σχήματα 4.8α έως 4.8γ παρουσιάζονται οι διάφορες όψεις του όπως εμφανίζονται στο αντίστοιχο τεχνικό εγχειρίδιο της κατασκευάστριας εταιρείας. Ο συμπυκνωτής τύπου κελύφους-αυλών αποτελείται από ένα κεντρικό κυλινδρικό τμήμα και τα δύο άκρα του (δεξιό και αριστερό). Τα ακραία τμήματα συνδέονται με το κεντρικό με φλάντζες. Στο εσωτερικό του συμπυκνωτή είναι τοποθετημένη δέσμη σωλήνων μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το νερό που χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο. Το ψυκτικό ρευστό σε κατάσταση υπέρθερμου ατμού μπαίνει από το πάνω μέρος του κεντρικού τμήματος του συμπυκνωτή και βγαί-

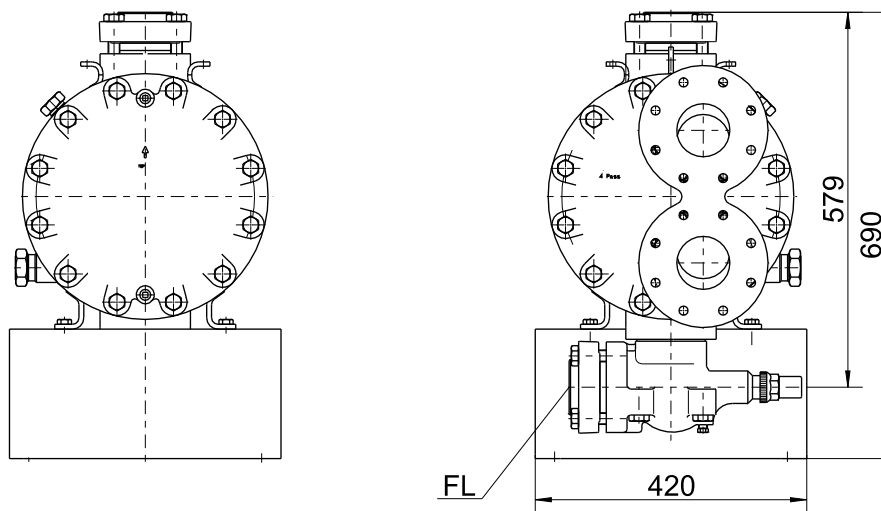
νει υγροποιημένο από τον πυθμένα του κεντρικού τμήματος. Το νερό που χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο μπαίνει με τη βοήθεια κυκλοφορητή από το κάτω μέρος του δεξιού τμήματος και βγαίνει από το άνω μέρος του ίδιου τμήματος.



**Σχήμα 4.8α:** Πρόοψη συμπακνωτή κελύφους-αυλών (πηγή:Bitzer)



**Σχήμα 4.8β:** Κάτοψη συμπακνωτή κελύφους-αυλών (πηγή:Bitzer)



**Σχήμα 4.8γ:** Αριστερή και δεξιά πλάγια όψη συμπυκνωτή κελύφους-αυλών (πηγή:Bitzer)

Στο τεχνικό εγχειρίδιο ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή περιέχονται συνήθως δεδομένα που αφορούν στις διαστάσεις του, στο βάρος του, στην απόδοσή του αλλά και στο είδος των συνδέσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν για την είσοδο και την έξοδο του νερού και του ψυκτικού ρευστού. Η απόδοση του συμπυκνωτή εκφράζεται με την ψυκτική ικανότητα, δηλαδή το ολικό φορτίο θερμότητας που μπορεί να αποβληθεί προς το νερό του συμπυκνωτή, την παροχή του κυκλοφορούντος νερού όπως και τη διαφορά θερμοκρασίας και την πτώση της πίεσης του μέσα στους σωλήνες ανάμεσα στην είσοδο και την έξοδο του συμπυκνωτή.

Μερικά από τα δεδομένα που συναντώνται στο τεχνικό εγχειρίδιο του συμπυκνωτή τύπου κελύφους-αυλών του σχήματος 4.8 παρουσιάζονται στους πίνακες 4.7 και 4.8. Ο συγκεκριμένος συμπυκνωτής λειτουργεί στις εξής συνθήκες:

|                          | Πίεση λειτουργίας | Θερμοκρασίες λειτουργίας                        |
|--------------------------|-------------------|---|
| Πλευρά ψυκτικού ρευστού: | μέγιστη 28 bar    | -10°C έως 120°C                                 |
| Πλευρά νερού:            | μέγιστη 10 bar    | -10°C (με χρήση αντιψυκτικού μέσου)<br>έως 95°C |

**Πίνακας 4.7:** Απόδοση συμπυκνωτή τύπου κελύφους αυλών (πηγή: Bitzer).

| Απόδοση (kW) για                        |   | Μέγιστη παροχή νερού |                     | Πτώση πίεσης<br>(bar) |
|---|---|----------------------|---------------------|-----------------------|
| $\Delta t \text{ } ^\circ 15 \text{ K}$ | $\Delta t \text{ } ^\circ 10 \text{ K}$ | (l/s)                | (m <sup>3</sup> /h) |                       |
| 913200                                  | 608800                                  | 29,64                | 106,70              | 0,39                  |

$\Delta t$  : η διαφορά θερμοκρασίας νερού ανάμεσα στην είσοδο και την έξοδο του από το συμπυκνωτή

Τα δεδομένα απόδοσης ισχύουν για θερμοκρασία ατμού του ψυκτικού ρευστού 90°C και συντελεστή ρύπανσης  $r=0,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ K/W}$

**Πίνακας 4.8α:** Τεχνικά δεδομένα συμπυκνωτή τύπου κελύφους αυλών (πηγή: Bitzer).

| Όγκος ψυκτικού<br>ρευστού (dm <sup>3</sup> ) | Όγκος<br>νερού(dm <sup>3</sup> ) | Μέγιστη ποσότητα ψυκτικού ρευστού (kg) |       |     |
|--|----------------------------------|--|-------|-----|
|  |                                  | R134a                                  | R404A | R22 |
| 98   | 45                               | 102,7                                  | 83,9  | 101 |

**Πίνακας 4.8β:** Τεχνικά δεδομένα συμπυκνωτή τύπου κελύφους αυλών (πηγή: Bitzer).

| Σύνδεση εισόδου ψυκτικού ρευστού |        | Σύνδεση εξόδου ψυκτικού ρευστού |        | Βάρος<br>(kg) |
|----------------------------------|--------|---------------------------------|--------|---------------|
| (mm)                             | (inch) | (mm)                            | (inch) |               |
| 76                               | 3 1/8  | 76                              | 3 1/8  | 356           |

**Πίνακας 4.8γ:** Τεχνικά δεδομένα συμπυκνωτή τύπου κελύφους αυλών (πηγή:Bitzer).

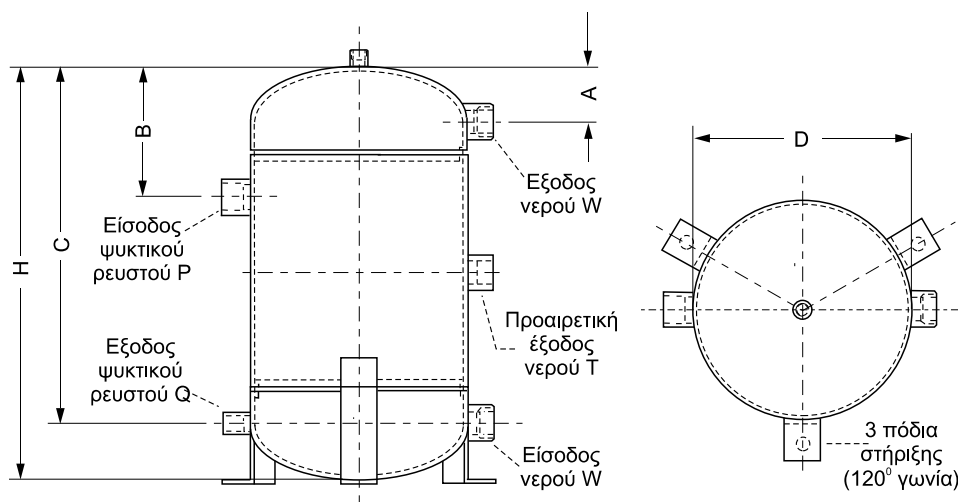
| Αριθμός διαδρομών νερού | Σύνδεση εισόδου νερού | Σύνδεση εξόδου νερού |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| 2                       | NW 100                | NW100                |

### 4.3.2 Υδρόψυκτος συμπυκνωτής με ενσωματωμένη σερπαντίνα

Στο σχήμα 4.9 παρουσιάζεται ένας κατακόρυφος υδρόψυκτος συμπιεστής με ενσωματωμένη σερπαντίνα. Αποτελείται από ένα κεντρικό κυλινδρικό τμήμα και δύο άκρα (άνω και κάτω) που συγκολλώνται στο κεντρικό τμήμα. Στο εσωτερικό είναι τοποθετημένη η σερπαντίνα των σωλήνων μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το νερό που χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο. Στο άνω τμήμα του συμπυκνωτή υπάρχει η σύνδεση εξόδου του νερού, στο κεντρικό η σύνδεση εισόδου του ψυκτικού ρευστού, ενώ στο κάτω τμήμα η είσοδος του νερού και η έξοδος του ψυκτικού ρευστού. Οι διάφορες όψεις του συμπυκνωτή παρουσιάζονται στο σχήμα 4.10.



**Σχήμα 4.9:** Υδρόψυκτος συμπυκνωτής με ενσωματωμένη σερπαντίνα (πηγή:Standard)



**Σχήμα 4.10:** Πρόοψη και κάτοψη συμπυκνωτή με ενσωματωμένη σερπαντίνα (πηγή:Standard)

Στο τεχνικό εγχειρίδιο ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή με ενσωματωμένη σερπαντίνα περιέχονται πληροφορίες αντίστοιχες με αυτές που παρουσιάστηκαν για το συμπυκνωτή τύπου κελύφους αυλών. Στους πίνακες 4.9α έως 4.9γ φαίνονται μερικά από τα δεδομένα που περιέχονται στο τεχνικό εγχειρίδιο του συμπυκνωτή του σχήματος 4.10.



**Πίνακας 4.9α:** Τεχνικά δεδομένα συμπυκνωτή με ενσωματωμένη σερπαντίνα  
(πηγή: Standard).

| Ονομαστική απόδοση (kW) |            | Διαστάσεις (mm) |     |     |     |     | Βάρος (kg) |
|-------------------------|------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|------------|
| Καθαρός                 | Με ρύπανση | D               | H   | A   | B   | C   |            |
| 91                      | 77         | 406             | 591 | 114 | 229 | 464 | 93         |

Πίεση λειτουργίας στην πλευρά του ψυκτικού ρευστού 28 bar και στην πλευρά του νερού 10 bar.

**Πίνακας 4.9β:** Τεχνικά δεδομένα συμπυκνωτή με ενσωματωμένη σερπαντίνα  
(πηγή: Standard).

| Συνδέσεις (inches)       |                         |                      |               |              |                           |
|--------------------------|-------------------------|----------------------|---------------|--------------|---------------------------|
| Εισόδου ψυκτικού ρευστού | Εξόδου ψυκτικού ρευστού | Βαλβίδας ανακούφισης | Εισόδου νερού | Εξόδου νερού | Επιπρόσθετης εξόδου νερού |
| 2 1/8                    | 1 3/8                   | 1/2                  | 1 1/2         | 1 1/2        | 2                         |

**Πίνακας 4.9γ:** Τεχνικά δεδομένα συμπυκνωτή με ενσωματωμένη σερπαντίνα  
(πηγή: Standard).

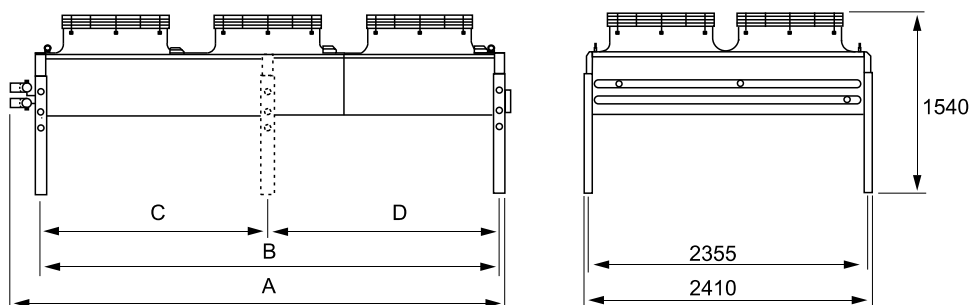
| Μέγιστη ποσότητα ψυκτικού ρευστού (kg) |       |     | Μέγιστη παροχή νερού |                     | Ελάχιστη παροχή νερού |                     | Πτώση πίεσης (kPa) | Επιφάνεια κύριων σωληνώσεων (m <sup>2</sup> ) |
|--|-------|-----|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|---|
| R134a                                  | R404A | R22 | (l/s)                | (m <sup>3</sup> /h) | (l/s)                 | (m <sup>3</sup> /h) |                    |   |
| 44,44                                  | 38,38 | 44  | 3,8                  | 13,68               | 0,38                  | 1,368               | 49                 | 2.6   |

### 4.3.3 Αερόψυκτος συμπυκνωτής

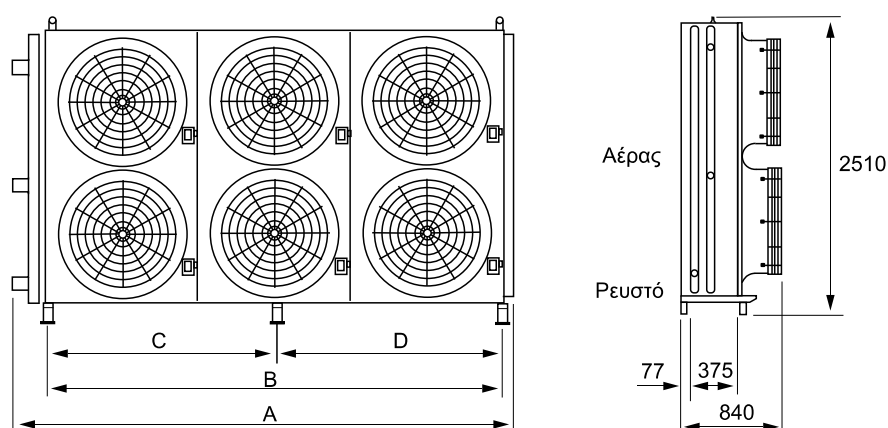
Αερόψυκτοι λέγονται οι συμπυκνωτές που χρησιμοποιούν τον αέρα σαν ψυκτικό μέσο. Μπορούν να βρίσκονται είτε δίπλα, είτε μακριά από το συμπιεστή. Επίσης σχεδιάζονται για λειτουργία είτε σε εσωτερικό είτε σε εξωτερικό χώρο. Στο σχήμα 4.11 παρουσιάζεται ένας αερόψυκτος συμπυκνωτής βεβιασμένης κυκλοφορίας. Ο συμπυκνωτής αυτός είναι τύπου απομακρυσμένης εγκατάστασης, δηλαδή βρίσκεται σε απόσταση από το συμπιεστή. Αποτελείται από ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο υπάρχουν οριζόντιοι σωλήνες που φέρουν πτερύγια ειδικής διαμόρφωσης. Μέσα στους σωλήνες κυκλοφορεί ο υπέρθερμος ατμός που προέρχεται από το συμπιεστή. Επειδή μάλιστα πρόκειται για συμπυκνωτή βεβιασμένης κυκλοφορίας, ο αέρας που χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο κυκλοφορεί μέσω έξι ανεμιστήρων αξονικής ροής που είναι τοποθετημένοι στο πάνω τμήμα της συσκευής. Οι διάφορες όψεις ενός τέτοιου συμπυκνωτή παρουσιάζονται στο σχήμα 4.12.



**Σχήμα 4.11:** Αερόψυκτος συμπυκνωτής με αξονικούς ανεμιστήρες στο πάνω μέρος της συσκευής (πηγή:ΑΙΑ)



**Σχήμα 4.12:** Πρόοψη και πλάγια όψη αερόψυκτου συμπυκνωτή με αξονικούς ανεμιστήρες στο πάνω μέρος της συσκευής (πηγή:ΑΙΑ)



**Σχήμα 4.13:** Πρόοψη και πλάγια όψη αερόψυκτου συμπυκνωτή με αξονικούς ανεμιστήρες στο εμπρόσθιο μέρος της συσκευής (πηγή: AIA)

Η θέση των σωλήνων και των ανεμιστήρων μπορεί να ποικίλει και εξαρτάται κυρίως από το είδος της εφαρμογής. Στο σχήμα 4.13 παρουσιάζεται ένας συμπυκνωτής της ίδιας κατασκευάστριας εταιρείας με τον αυτόν του σχήματος 4.12 με την ίδια απόδοση και τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά, στον οποίο οι σωλήνες είναι τοποθετημένοι κατακόρυφα και οι ανεμιστήρες στο μπροστινό τμήμα της συσκευής.

Στο τεχνικό εγχειρίδιο ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή περιέχονται πληροφορίες που αναφέρονται στις διαστάσεις του, στην απόδοσή του και στις συνδέσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν (πίνακες 4.10α έως 4.10γ).

**Πίνακας 4.10α:** Διαστάσεις αερόψυκτου συμπυκνωτή (πηγή: AIA).

| Διαστάσεις (mm) |      |      | Συνδέσεις (mm)           |                         |
|-----------------|------|------|--------------------------|-------------------------|
| A               | C    | D    | Εισόδου ψυκτικού ρευστού | Εξόδου ψυκτικού ρευστού |
| 8210            | 3880 | 3880 | 2x54                     | 54                      |

**Πίνακας 4.10β:** Τεχνικά δεδομένα αερόψυκτου συμπυκνωτή (πηγή: AIA).

| Επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας (m <sup>2</sup> ) | Όγκος σωλήνων (m <sup>3</sup> ) | Βάρος (kg) | Αριθμός διαδρομών | Όγκος συσκευασίας (m <sup>3</sup> ) |            |
|--|---------------------------------|------------|-------------------|-------------------------------------|------------|
|  |                                 |            |                   | Κατακόρυφος                         | Οριζόντιος |
| 2002   | 0,410                           | 1820       | 57                | 20,4                                | 17,3       |

**Πίνακας 4.10γ:** Τεχνικά δεδομένα αερόψυκτου συμπυκνωτή (πηγή: ΑΙΑ).

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Ονομαστική τάση κινητήρα         | Υ/3/380-420V (σύνδεση σε αστέρα), Δ/3/220-240V (σύνδεση σε τρίγωνο) 50 Hz |
| Ταχύτητα ανεμιστήρα (r/min)      | 460   |
| Ισχύς (kW)                       | 0,57  |
| Ένταση ρεύματος (A)              | 2,6 / 4,5   |
| Απόδοση (kW) για $\Delta t$ 15 K | 458   |
| Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /s)  | 28,6  |
| Αριθμός κινητήρων                | 12  |

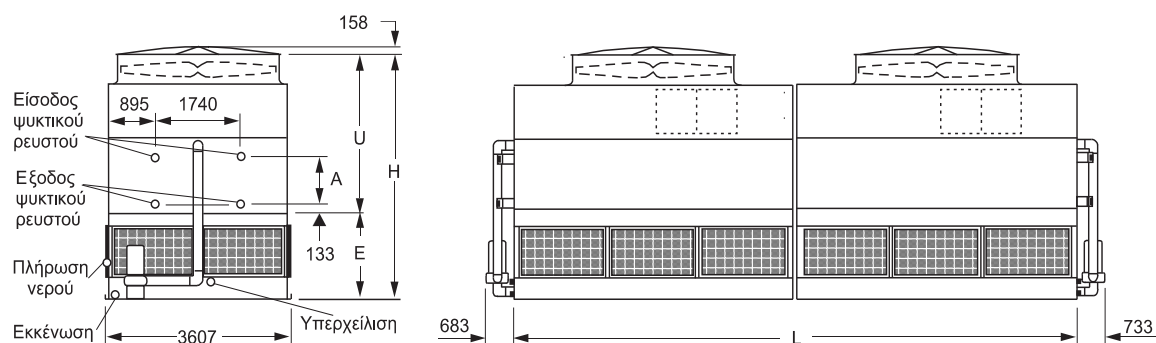
#### 4.3.4 Συμπυκνωτής εξάτμισης

Στους συμπυκνωτές εξάτμισης χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο νερό και αέρας ταυτόχρονα. Ένας συμπυκνωτής τέτοιου τύπου παρουσιάζεται στο σχήμα 4.14, ενώ οι διάφορες όψεις του φαίνονται στο σχήμα 4.15.

Ο συμπυκνωτής αυτός περιβάλλεται εξωτερικά από ένα πλαίσιο. Ο υπέρθερμος ατμός του ψυκτικού ρευστού που προέρχεται από το συμπιεστή κυκλοφορεί μέσα σε δέσμη σωλήνων που υπάρχουν στο εσωτερικό της συσκευής. Οι σωλήνες ψύχονται συνεχώς εξωτερικά από νερό που ψεκάζεται από επάνω από δέσμη ακροφυσίων. Το νερό ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται μέσω αντλίας ενώ μια μικρή ποσότητα νερού απομακρύνεται συνεχώς και αντικαθίσταται από νέα. Ταυτόχρονα αέρας με τη βοήθεια ανεμιστήρων κατευθύνεται στη δέσμη σωλήνων προκαλώντας συγχρόνως εξάτμιση μικρής ποσότητας του νερού. Το ρεύμα του αέρα σε συνδυασμό με την εξάτμιση αφαιρούν θερμότητα από τους σωλήνες και έτσι ψύχεται και συμπυκνώνεται ο ατμός του ψυκτικού ρευστού.



**Σχήμα 4.14:** Συμπυκνωτής τύπου εξάτμισης (πηγή: Evapco)



**Σχήμα 4.15:** Πρόοψη και πλάγια όψη αερόψυκτου συμπυκνωτή τύπου εξάτμισης (πηγή: Enarco)

Στο τεχνικό εγχειρίδιό του συμπυκνωτή αυτού περιέχονται πληροφορίες σαν αυτές που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

**Πίνακας 4.11α:** Διαστάσεις και βάρος συμπυκνωτή εξάτμισης (πηγή: Enarco).

| Διαστάσεις (mm) |      |      |       |       | Όγκος σωλήνων (m <sup>3</sup> ) | Βάρος (kg) |               |            |
|-----------------|------|------|-------|-------|---------------------------------|------------|---------------|------------|
| H               | U    | E    | A     | L     |                                 | Άδειος     | Σε λειτουργία | Σωληνώσεις |
| 4896            | 2762 | 2134 | 11888 | 10979 | 6.283                           | 1685       | 2240          | 710        |

**Πίνακας 4.11β:** Τεχνικά δεδομένα συμπυκνωτή εξάτμισης (πηγή: Enarco).

| Απόδοση (kW) | Ποσότητα ψυκτικού ρευστού (kg) | Ανεμιστήρες |                                 | Αντλία ψεκασμού |                                  | Αντλία απομάκρυνσης           |                  |
|--------------|--------------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------|
|              |                                | Ισχύς (kW)  | Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /s) | Ισχύς (kW)      | Παροχή νερού (m <sup>3</sup> /s) | Όγκος νερού (m <sup>3</sup> ) | Σύνδεση (inches) |
| 3816         | 907                            | (2)22,37    | 141,183                         | (2)5,6          | 0,151                            | 0,380                         | (2)12"           |

## 4.4 ΕΞΑΤΜΙΣΤΕΣ

Ο εξατμιστής είναι το εξάρτημα του ψυκτικού κυκλώματος, όπου το ψυκτικό ρευστό εξατμίζεται αφαιρώντας θερμότητα από το ψυκτικό μέσο. Ανάλογα με το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί η εξάτμιση του ψυκτικού ρευστού διακρίνονται σε **εξατμιστές για ψύξη υγρών** (συνήθως νερού) και σε **εξατμιστές για ψύξη αέρα**. Οι εξατμιστές για ψύξη υγρών διακρίνονται σε άμεσης εκτόνωσης και σε πλημμυριζόμενους.

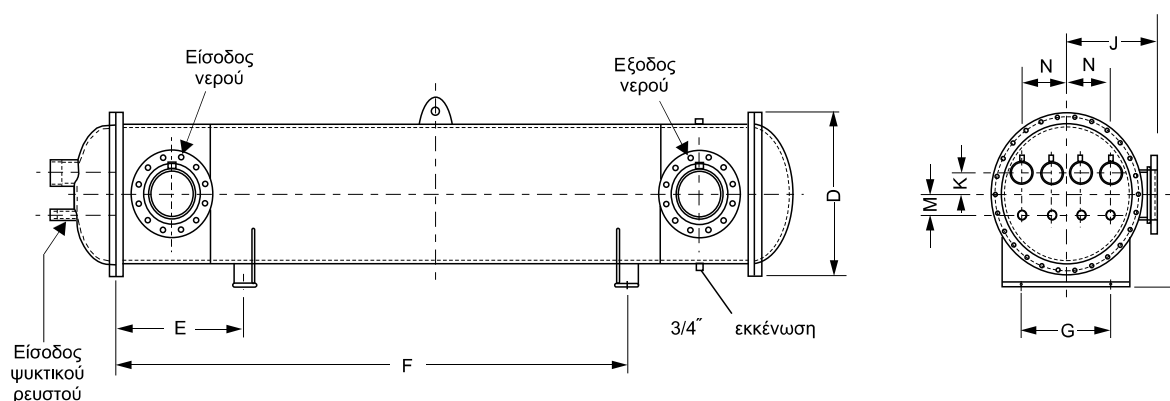
### 4.4.1 Υδρόψυκτος εξατμιστής άμεσης εκτόνωσης τύπου κελύφους-αυλών

Στον εξατμιστή άμεσης εκτόνωσης το ψυκτικό εξατμίζεται στο εσωτερικό των σωλήνων που κυκλοφορεί. Μια από τις πιο κοινές μορφές εξατμιστή άμεσης εκτόνωσης για ψύξη νερού είναι ο εξατμιστής τύπου κελύφους-αυλών. Ένας τέτοιος εξατμιστής φαίνεται στο σχήμα 4.16.

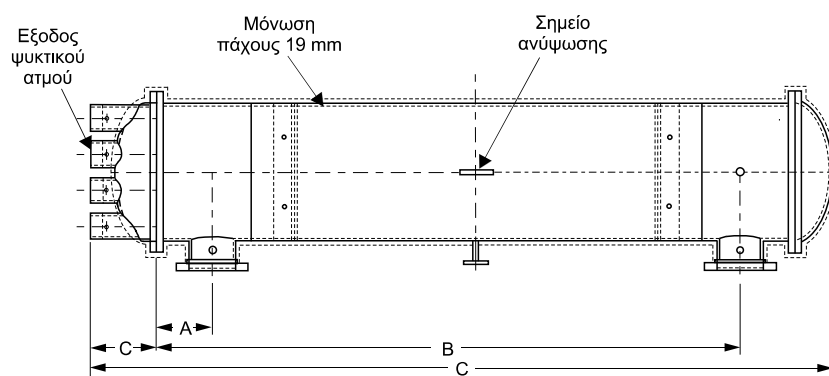


**Σχήμα 4.16:** Υδρόψυκτος εξατμιστής άμεσης εκτόνωσης τύπου κελύφους-αυλών (πηγή: Standard)

Οι όψεις ενός εξατμιστή τύπου κελύφους αυλών όπως παρουσιάζονται στο τεχνικό εγχειρίδιο της κατασκευάστριας εταιρείας φαίνονται στα σχήματα 4.17α και 4.17β.



**Σχήμα 4.17α:** Πρόοψη και πλάγια όψη υδρόψυκτου εξατμιστή άμεσης εκτόνωσης τύπου κελύφους-αυλών (πηγή: Standard)



**Σχήμα 4.176:** Κάτοψη υδρόψυκτου εξατμιστή άμεσης εκτόνωσης τύπου κελύφους-αυλών (πηγή: Standard)

Ο εξατμιστής αυτού του τύπου μοιάζει πολύ με τον αντίστοιχο υδρόψυκτο συμπυκνωτή. Στο εσωτερικό του κυλινδρικού περιβλήματος κυκλοφορεί νερό, ενώ υπάρχουν παράλληλοι σωλήνες, μέσα στους οποίους ρέει το ψυκτικό ρευστό. Οι σωλήνες αυτοί αποτελούν ένα ή περισσότερα ψυκτικά κυκλώματα. Στον εξατμιστή του σχήματος 4.17 οι σωλήνες αποτελούν 4 ψυκτικά κυκλώματα. Με τη βοήθεια κατακόρυφων διαφραγμάτων αλλαγής πορείας που τοποθετούνται κάθετα στους σωλήνες καθορίζεται η κυκλοφορία του νερού, ώστε να γίνεται καλύτερη εναλλαγή θερμότητας. Το ψυκτικό ρευστό εισέρχεται από το κάτω μέρος του αριστερού τμήματος του εξατμιστή και βγαίνει σε μορφή ατμού από το άνω μέρος του ίδιου τμήματος. Η είσοδος και η έξοδος του νερού γίνεται από το κεντρικό τμήμα του εξατμιστή (αριστερά και δεξιά αντίστοιχα).

Οι πληροφορίες που περιέχονται στο τεχνικό εγχειρίδιο ενός τέτοιου εξατμιστή αφορούν στις διαστάσεις του, στην απόδοσή του και στις συνδέσεις που πρέπει να γίνουν και είναι ανάλογες με τις πληροφορίες που υπάρχουν στα τεχνικά εγχειρίδια υδρόψυκτων συμπυκνωτών τέτοιου τύπου. Μερικές από τις πληροφορίες αυτές παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 4.12α:** Διαστάσεις υδρόψυκτου εξατμιστή άμεσης εκτόνωσης τύπου κελύφους-αυλών (πηγή: Standard).

| Διαστάσεις (mm) |      |     |      |     |     |      |     |     |     |    |     |     |
|-----------------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| D               | L    | A   | B    | C   | E   | F    | G   | H   | J   | K  | M   | N   |
| 864             | 5185 | 286 | 4286 | 381 | 762 | 3708 | 559 | 584 | 533 | 76 | 229 | 200 |

**Πίνακας 4.126 :** Τεχνικά δεδομένα υδρόψυκτου εξατμιστή άμεσης εκτόνωσης τύπου κελύφους-αυλών (πηγή: Standard).

| Ονομαστική απόδοση (kW) |            | Συνδέσεις (inches)       |                         |                       | Βάρος (kg) |
|-------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|
| Καθαρός                 | Με ρύπανση | Εισόδου ψυκτικού ρευστού | Εξόδου ψυκτικού ρευστού | Εισόδου -εξόδου νερού |            |
| 3710                    | 3224,2     | 2 5/8                    | 8 1/8                   | 16                    | 4000       |

**Πίνακας 4.12γ :** Τεχνικά δεδομένα υδρόψυκτου εξατμιστή άμεσης εκτόνωσης τύπου κελύφους-αυλών (πηγή: Standard).

| Ποσότητα ψυκτικού ρευστού (kg R22) | Επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας (m <sup>2</sup> ) | Όγκος νερού (m <sup>3</sup> ) | Μήκος σωλήνων (mm) | Διάμετρος εξατμιστή (mm) |
|------------------------------------|--|-------------------------------|--------------------|--------------------------|
| 144,5                              | 179  | 1,276                         | 4572               | 762                      |

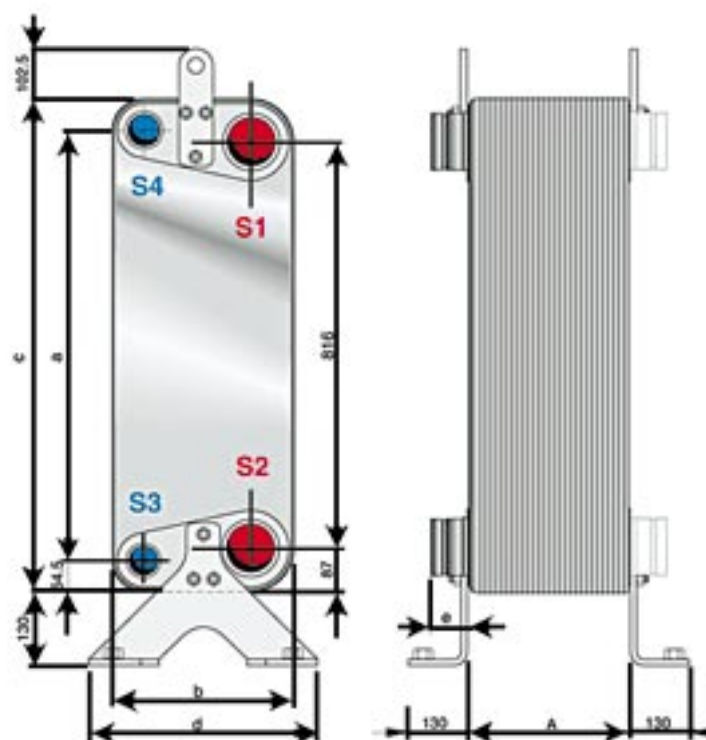
#### 4.4.2 Υδρόψυκτος εξατμιστής άμεσης εκτόνωσης με κασιτεροκολλημένες πλάκες

Μια άλλη μορφή εξατμιστή για ψύξη υγρών, άμεσης εκτόνωσης είναι ο εξατμιστής με κασιτεροκολλημένες πλάκες. Ένας τέτοιος εξατμιστής φαίνεται στο σχήμα 4.18, ενώ στο σχήμα 4.19 παρουσιάζονται η πρόοψη και αριστερή πλάγια όψη του. Ο εξατμιστής με κασιτεροκολλημένες πλάκες είναι κατασκευασμένος από λεπτές μεταλλικές πλάκες που τοποθετούνται η μία δίπλα στην άλλη. Ανάμεσα στις πλάκες δημιουργούνται κανάλια μέσα στα οποία ρέουν το ψυκτικό ρευστό και το ψυκτικό μέσο με αντίθετη κατεύθυνση ροής. Η συστοιχία των πλακών περιβάλλεται από κασιτεροκολλημένο κέλυφος, ενώ πραγματοποιούνται επίσης κασιτεροκολλήσεις στα σημεία επαφής μεταξύ των πλακών. Η είσοδος του ψυκτικού ρευστού γίνεται από κάτω αριστερά και η έξοδος του σε μορφή ατμού από πάνω αριστερά, ενώ το ψυκτικό μέσο εισέρχεται από πάνω δεξιά και βγαίνει από κάτω δεξιά.



**Σχήμα 4.18:** Υδρόψυκτος εξατμιστής με κασιτεροκολλημένες πλάκες (πηγή: Alfa Laval)





**Σχήμα 4.19:** Πρόοψη και δεξιά όψη του εξατμιστή με κασσιτεροκολλημένες πλάκες (πηγή: Alfa Laval)

Στο τεχνικό εγχειρίδιο του εξατμιστή με κασσιτεροκολλημένες πλάκες περιλαμβάνονται πληροφορίες σαν αυτές που εμφανίζονται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 4.13α:** Διαστάσεις υδρόψυκτου εξατμιστή με κασσιτεροκολλημένες πλάκες (πηγή: Alfa Laval).

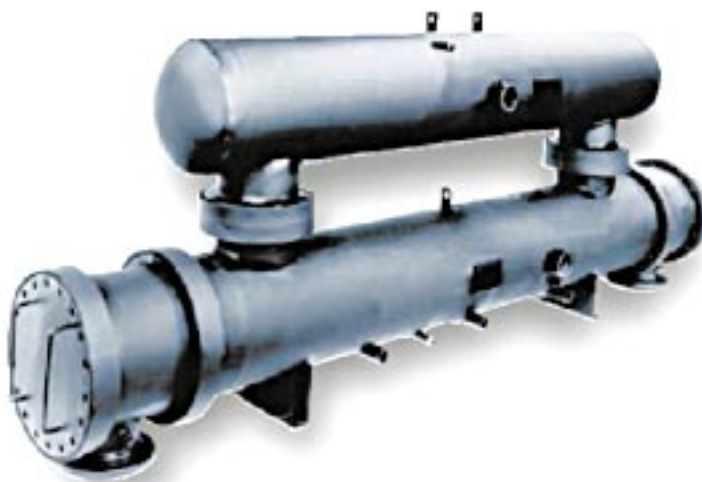
| Διαστάσεις (mm) |     |     |     |    |     |
|-----------------|-----|-----|-----|----|-----|
| a               | b   | c   | d   | e  | A   |
| 861             | 366 | 990 | 466 | 49 | 409 |

**Πίνακας 4.13β :** Τεχνικά δεδομένα υδρόψυκτου εξατμιστή με κασσιτεροκολλημένες πλάκες (πηγή: Alfa Laval).

| Αριθμός πλακών | Βάρος (kg) | Μέγιστη παροχή νερού (m <sup>3</sup> /h) | Παροχή ψυκτικού ρευστού ανά κανάλι (m <sup>3</sup> /h) |
|----------------|------------|--|--|
| 150            | 246        | 140                                      | 0,00025  |

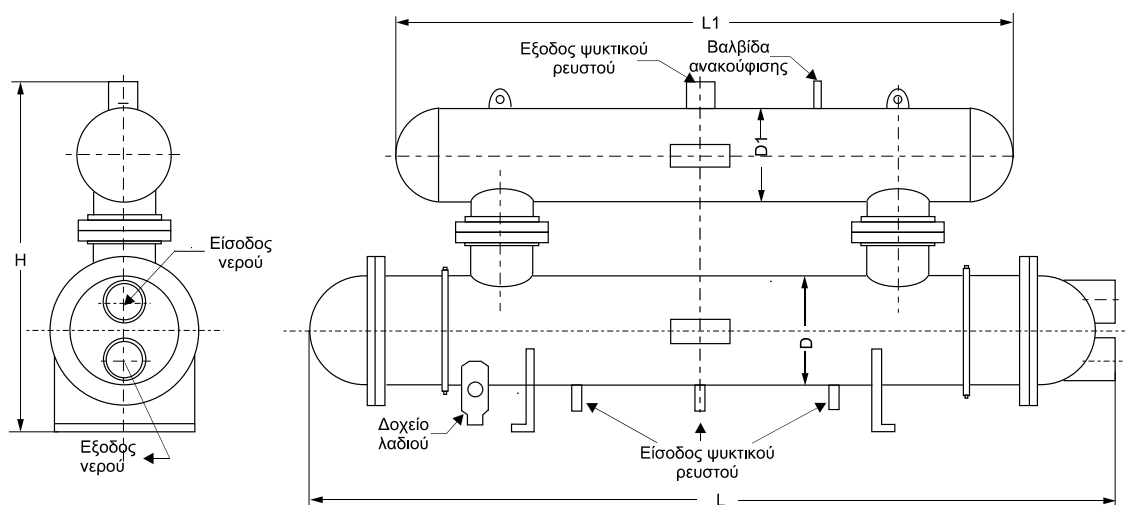
#### 4.4.3 Υδρόψυκτος πλημμυριζόμενος εξατμιστής άμεσης εκτόνωσης τύπου κελύφους-αυλών

Στο σχήμα 4.20 φαίνεται ένας υδρόψυκτος πλημμυριζόμενος εξατμιστής αμμωνίας, τύπου κελύφους-αυλών ενώ στο σχήμα 4.21 παρουσιάζονται η πρόοψη και η πλάγια όψη ενός τέτοιου εξατμιστή. Το ψυκτικό ρευστό, που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η αμμωνία, εξατμίζεται έξω από τους σωλήνες ενώ το νερό που αποτελεί το ψυκτικό μέσο κυκλοφορεί μέσα σε δέσμη σωλήνων που είναι βυθισμένοι σε ψυκτικό ρευστό υγρής κατάστασης μέσα σε κλει-



**Σχήμα 4.20:** Υδρόψυκτος πλημμυριζόμενος εξατμιστής τύπου κελύφους-αυλών (πηγή: Standard)

στό κέλυφος. Η στάθμη του ψυκτικού ρευστού διατηρείται σταθερή. Οι ατμοί που παράγονται διαχωρίζονται από τα σταγονίδια υγρού, που πιθανόν παρασύρουν, σε διαχωριστήρα ο οποίος είναι τοποθετημένος μέσα σε δεύτερο κέλυφος που βρίσκεται πάνω από τον εξατμιστή. Μέσα στο κέλυφος αυτό συγκεντρώνεται η αμμωνία σε αέρια κατάσταση. Η είσοδος του νερού γίνεται από το άνω στόμιο, το οποίο βρίσκεται στο δεξιό άκρο του εξατμιστή και η έξοδος του από το κάτω στόμιο. Η είσοδος της αμμωνίας γίνεται από τα στόμια που υπάρχουν στον πυθμένα του κεντρικού τμήματος του εξατμιστή και η έξοδος της από τα στόμια που βρίσκονται στο κεντρικό τμήμα της οροφής του δεύτερου κελύφους. Ακόμη η διάταξη του εξατμιστή περιλαμβάνει βαλβίδα ανακούφισης που βρίσκεται στην οροφή του δεύτερου κελύφους και δοχείο λαδιού που βρίσκεται στον πυθμένα του εξατμιστή.



**Σχήμα 4.21:** Πρόοψη και αριστερή πλάγια όψη υδρόψυκτου πλημμυριζόμενου εξατμιστή τύπου κελύφους-αυλών (πηγή: Standard)

Στο τεχνικό εγχειρίδιο του πλημμυριζόμενου εξατμιστή περιλαμβάνονται πληροφορίες αναφορικά με την απόδοσή του, τις διαστάσεις του, τις συνδέσεις που πρέπει να γίνουν κλπ. (πίνακες 4.14α και 4.14β).

**Πίνακας 4.14α:** Τεχνικά δεδομένα υδρόψυκτου πλημμυριζόμενου εξατμιστή τύπου κελύφους-αυλών (πηγή: Standard).

| Ονομαστική απόδοση (kW) | Βάρος (kg) | Διαστάσεις (mm) |          |              |          |                    |            |
|-------------------------|------------|-----------------|----------|--------------|----------|--------------------|------------|
|                         |            | Συνολικές       |          | Εξατμιστή    |          | Κυλίνδρου αμμωνίας |            |
|                         |            | Ύψος(H)         | Μήκος(L) | Διάμετρος(D) | Μήκος(L) | Διάμετρος(D1)      | Μήκος (L1) |
| 4044                    | 6909       | 3099            | 5512     | 914          | 5512     | 1219               | 4902       |

**Πίνακας 4.126:** Τεχνικά δεδομένα υδρόψυκτου πλημμυριζόμενου εξατμιστή τύπου κελύφους-αυλών (πηγή: Standard).

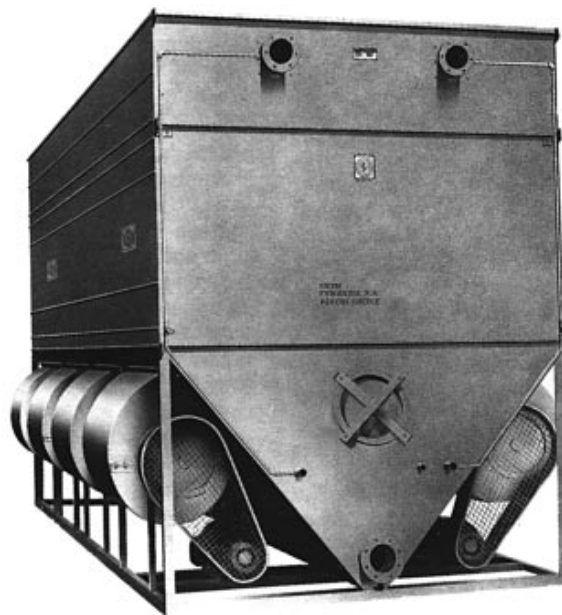
| Συνδέσεις (inches)       |                         |                      | Μήκος σωλήνων (mm) | Πτώση πίεσης (kPa) |
|--------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Εισόδου ψυκτικού ρευστού | Εξόδου ψυκτικού ρευστού | Εισόδου-εξόδου νερού |                    |                    |
| 2                        | 8                       | 14                   | 4877               | 92                 |

## 4.5 ΠΥΡΓΟΙ ΨΥΞΗΣ

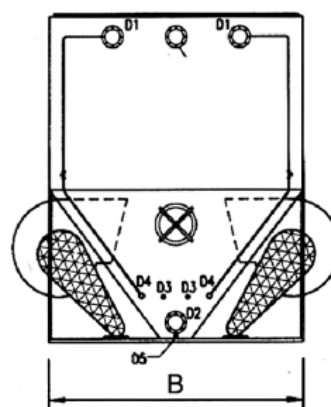
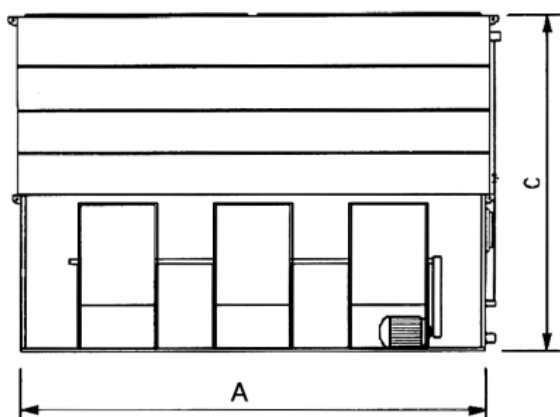
Ο πύργος ψύξης αφαιρεί θερμότητα από το νερό που χρησιμοποιείται στον υδρόψυκτο συμπυκνωτή και συγκεκριμένα τη θερμότητα που απορρόφησε από το ψυκτικό ρευστό κατά την υγροποίησή του. Δηλαδή ο πύργος ψύξης ψύχει το νερό ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σαν ψυκτικό μέσο στο συμπυκνωτή. Το θερμό νερό που πρέπει να ψυχθεί διασκορπίζεται στο εσωτερικό του πύργου με κάποιο σύστημα 'ψεκαστήρων (π.χ. με ακροφύσια)'. Έτσι έρχεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα, ο οποίος κυκλοφορεί στο εσωτερικό του πύργου μέσω ανεμιστήρων, ρευμάτων φυσικού ανέμου, ρευμάτων μεταφοράς κλπ. Ένα μέρος του νερού απορροφά θερμότητα για να εξατμιστεί, ενώ η θερμότητα που απαιτείται για την εξάτμιση αφαιρείται από το υπόλοιπο νερό που με αυτό τον τρόπο ψύχεται. Οι πύργοι ψύξης διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο που κυκλοφορεί ο αέρας στο εσωτερικό τους σε **φυσικής** και **εξαναγκασμένης κυκλοφορίας**.

Στο σχήμα 4.22 φαίνεται ένας πύργος ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας στον οποίο πραγματοποιείται κατάθλιψη του αέρα ενώ στο σχήμα 4.23 παρουσιάζονται η πρόο-

ψη και η πλάγια όψη του. Μέσα στον πύργο ψύξης ο αέρας εμφυσάται με φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες. Η ροή του αέρα είναι προς τα επάνω και αντίθετη με τη ροή του νερού. Στο πάνω μέρος του πύργου υπάρχει διάταξη διαχωρισμού σταγονιδίων, η οποία συγκρατεί τα σταγονίδια του νερού που παρασύρονται από τον αέρα και τα επαναχρησιμοποιεί. Η λεκάνη συγκέντρωσης του νερού είναι τριγωνικού σχήματος και διαθέτει στόμιο υπερχειλίσης, διάταξη πλήρωσης με πλωτήρα, στόμιο εξόδου του νερού με φίλτρο και στόμιο πλήρους εκκένωσης.



**Σχήμα 4.22:** Πύργος ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας που λειτουργεί με κατάθλιψη του αέρα (πηγή: Φυρογένης)



Συνδέσεις νερού

D1 : Είσοδος θερμού νερού που προέρχεται από το συμπυκνωτή

D2 : Έξοδος ψυχρού νερού που κατευθύνεται προς το συμπυκνωτή

D3 : Πλήρωση νερού

D4 : Υπερχειλίση

D5 : Εκκένωση

**Σχήμα 4.23:** Πρόοψη και αριστερή πλάγια όψη πύργου ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας που λειτουργεί με κατάθλιψη του αέρα (πηγή: Φυρογένης)

Στο τεχνικό εγχειρίδιο ενός πύργου ψύξης περιέχονται συνήθως δεδομένα που αφορούν στις διαστάσεις του συγκεκριμένου μοντέλου, στο βάρος του, στην απόδοσή του και στο είδος των συνδέσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν για την είσοδο και την έξοδο του νερού, σαν αυτά που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 4.15α:** Τεχνικά δεδομένα πύργου ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας που λειτουργεί με κατάθλιψη του αέρα (πηγή: Φυρογένης).

| Διαστάσεις (mm) |      |      | Συνδέσεις (inches) |       |      |          |          | Βάρος(kg) |               |
|-----------------|------|------|--------------------|-------|------|----------|----------|-----------|---------------|
| A               | B    | C    | D1                 | D2    | D3   | D4       | D5       | Άδειο     | Σε λειτουργία |
| 12200           | 2800 | 3535 | 6x6"               | 2x10" | 4x1" | 4x1 1/2" | 2x1 1/2" | 9330      | 13430         |

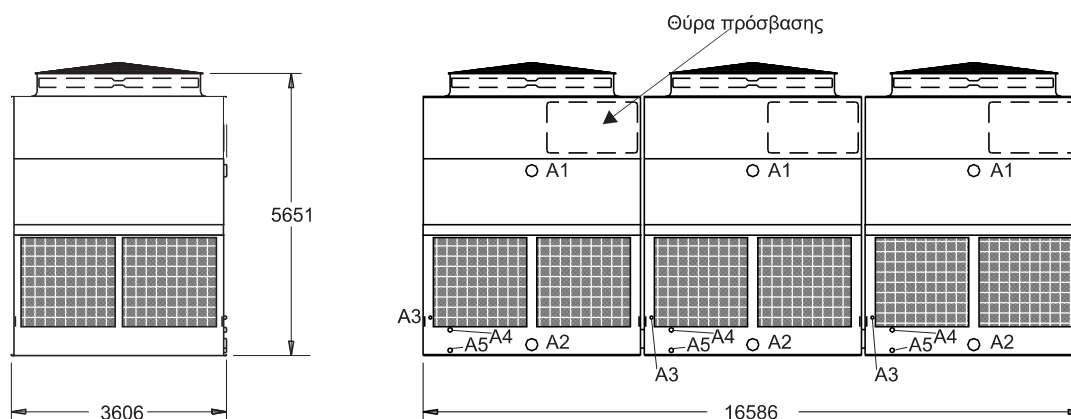
**Πίνακας 4.15β:** Τεχνικά δεδομένα πύργου ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας που λειτουργεί με κατάθλιψη του αέρα (πηγή: Φυρογένης).

| Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /s) | Παροχή νερού (m <sup>3</sup> /s) | Απόδοση (kW) | Ανεμιστήρες |       |                 | Κινητήρες |            |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------|-------------|-------|-----------------|-----------|------------|
|                                 |                                  |              | Αριθμός     | Τύπος | Αριθμός στροφών | Αριθμός   | Ισχύς (kW) |
| 94,44                           | 189,39                           | 4398         | 12          | 25-25 | 430             | 4         | 20         |

Στο σχήμα 4.24 φαίνεται ένας πύργος ψύξης μέσα στον οποίο πραγματοποιείται αναρρόφηση του αέρα, ενώ στο σχήμα 4.25 παρουσιάζονται οι όψεις ενός τέτοιου πύργου ψύξης όπως εμφανίζονται στο τεχνικό εγχειρίδιο της κατασκευάστριας εταιρείας. Η λειτουργία του είναι παρόμοια με εκείνη του πύργου ψύξης που παρουσιάστηκε στο σχήμα 4.23 αλλά οι ανεμιστήρες έχουν τοποθετηθεί στο πάνω μέρος της συσκευής.



**Σχήμα 4.24:** Πύργος ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας που λειτουργεί με αναρρόφηση του αέρα (πηγή: Enarco)



Συνδέσεις νερού

A1 : Είσοδος θερμού νερού που προέρχεται από το συμπυκνωτή

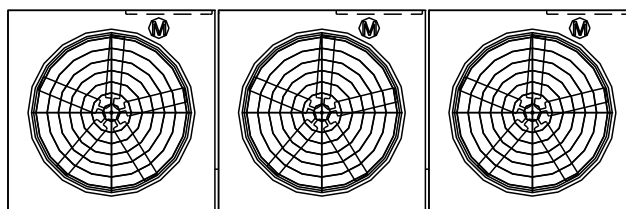
A2 : Έξοδος ψυχρού νερού που κατευθύνεται προς το συμπυκνωτή

A3 : Πλήρωση νερού

A4 : Υπερχείλιση

A5 : Εκκένωση

**Σχήμα 4.25α:** Πρόοψη και δεξιά πλάγια όψη πύργου ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας που λειτουργεί με αναρρόφηση του αέρα (πηγή: Envarco)

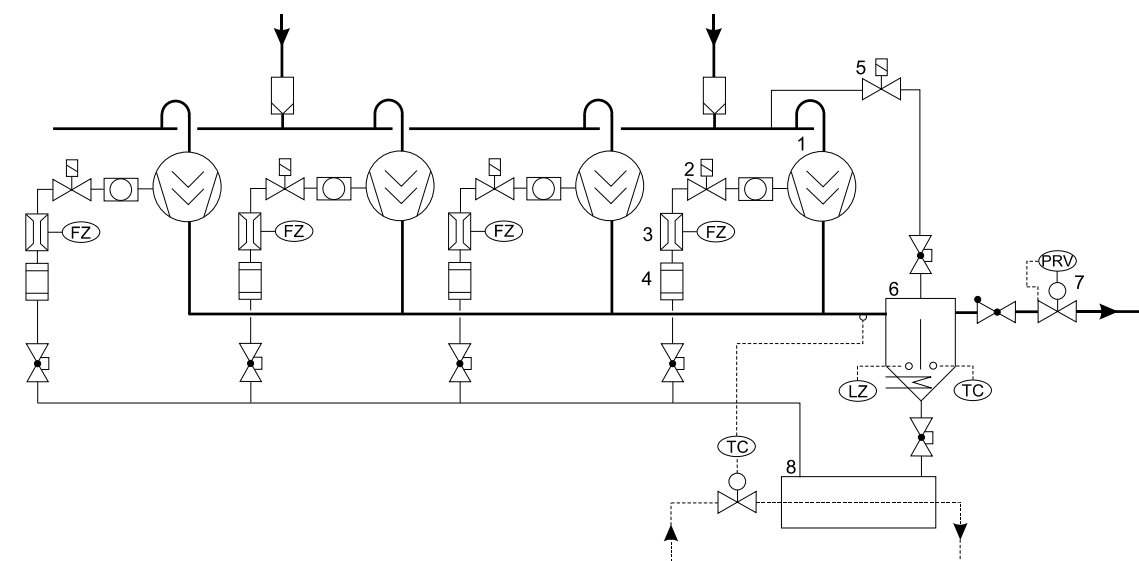


**Σχήμα 4.25β:** Κάτοψη πύργου ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας που λειτουργεί με αναρρόφηση του αέρα (πηγή: Envarco)

## 4.6 ΨΥΚΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

Στο σχήμα 4.26 παρουσιάζεται τμήμα μιας ψυκτικής εγκατάστασης στην οποία χρησιμοποιούνται τέσσερις κοχλιωτοί συμπιεστές. Οι συμπιεστές είναι παράλληλα συνδεδεμένοι μεταξύ τους με μια κοινή γραμμή αναρρόφησης και μια κοινή γραμμή κατάθλιψης. Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4.2.3, στους κοχλιωτούς συμπιεστές μια ποσότητα του λιπαντικού μέσου αναμιγνύεται με το ψυκτικό ρευστό σε υψηλή θερμοκρασία. Μέσω του διαχωριστή λαδιού, στον οποίο οδηγείται το ψυκτικό ρευστό μετά την έξοδό του από τον συμπιε-

στή, διαχωρίζεται το λάδι από το ψυκτικό ρευστό. Στην εγκατάσταση του σχήματος 4.26 οι τέσσερις συμπιεστές έχουν κοινό διαχωριστή λαδιού. Το λάδι, σε μορφή σταγονιδίων, συγκεντρώνεται στον πυθμένα του ελαιοδιαχωριστή, ενώ ο ατμός του ψυκτικού ρευστού απαλλαγμένος (όσο είναι δυνατόν) από το λάδι οδηγείται στο συμπυκνωτή. Μετά τον ελαιοδιαχωριστή το λάδι ψύχεται ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Στη συγκεκριμένη εγκατάσταση, η ψύξη του λαδιού πραγματοποιείται με τη χρήση υδρόψυκτου ψύκτη. Στη συνέχεια το λάδι επιστρέφει στους συμπιεστές μέσω της γραμμής επιστροφής του λαδιού.



□ φίλτρο αναρρόφησης

□ ηλεκτροβάνα

TC : έλεγχος θερμοκρασίας

□ θυρίδα επόπτευσης

□ αποφρακτική βάνα

LZ : έλεγχος στάθμης λαδιού

□ βάνα ρύθμισης

□ βάνα ελέγχου

FZ : έλεγχος ροής

PRV : έλεγχος πίεσης

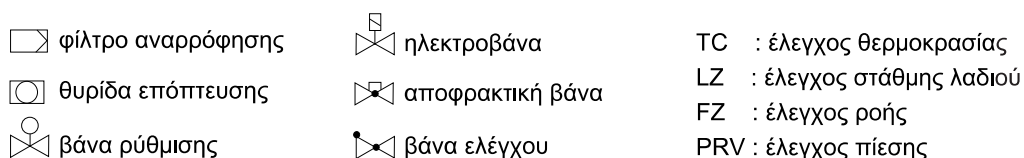
|    |                       |    |                              |
|----|-----------------------|----|------------------------------|
| 1. | Συμπιεστής            | 5. | Παράκαμψη κύκλου λαδιού      |
| 2. | Βαλβίδα λαδιού        | 6. | Διαχωριστής λαδιού           |
| 3. | Ρυθμιστής ροής λαδιού | 7. | Ρυθμιστής πίεσης συμπύκνωσης |
| 4. | Φίλτρο λαδιού         | 8. | Υδρόψυκτος ψύκτης λαδιού     |

**Σχήμα 4.26:** Ψυκτική εγκατάσταση με συμπιεστές παράλληλα συνδεδεμένους, κοινό διαχωριστή λαδιού και υδρόψυκτο ψύκτη λαδιού (πηγή:Bitzer)

Στο σχήμα 4.27 παρουσιάζεται τμήμα μιας ψυκτικής εγκατάστασης συμπίεσης δύο βαθμίδων. Στην πρώτη βαθμίδα συμπίεσης χρησιμοποιούνται δύο κοχλιωτοί συμπιεστές και στη δεύτερη ένας συμπιεστής του ίδιου τύπου. Το ψυκτικό μέσο που καταθλίβεται στους συμπιεστές της πρώτης βαθμίδας (LP) αναρροφάται από το συμπιεστή της δεύτερης βαθμίδας (HP) όπου πάλι καταθλίβεται, για να οδηγηθεί στη συνέχεια στο συμπυκνωτή. Οι δύο



The diagram illustrates a chemical process involving two distillation columns, labeled LP (Low Pressure) and HP (High Pressure). The LP column has a reboiler (11) and a condenser (LZ). The HP column has a reboiler (8) and a condenser (LZ). The process includes several control loops: a feed flow controller (FZ) for the main feed, a pressure controller (PC) for the HP column, a temperature controller (TC) for the HP column reboiler, and a pressure controller (PRV) for the HP column. The diagram also shows various valves, pumps, and a storage tank (9) connected to the HP column.



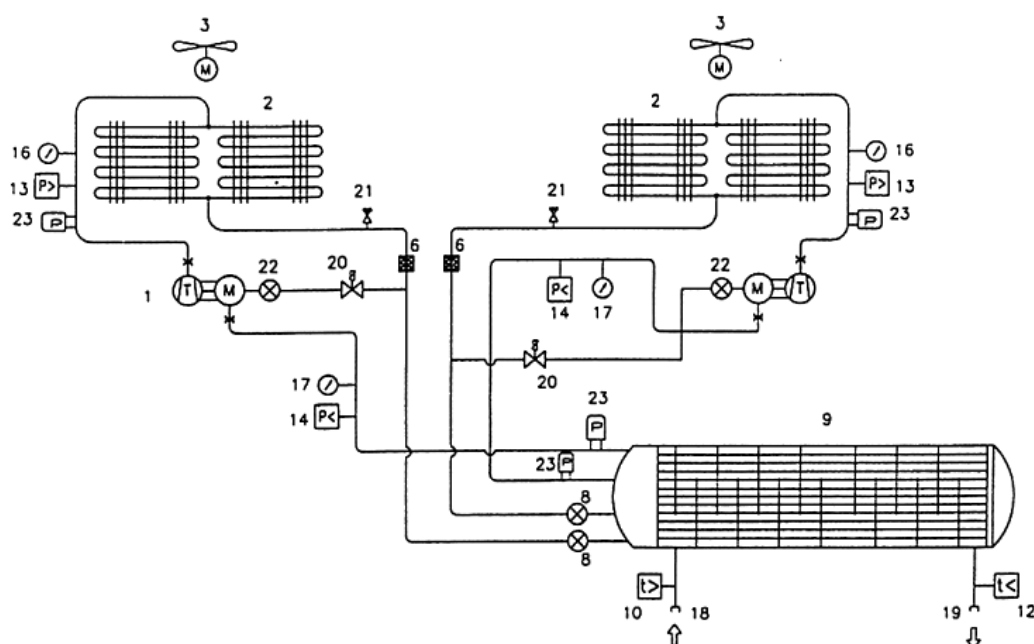
|    |                         |     |                              |
|----|-------------------------|-----|------------------------------|
| 1. | Συμπιεστής              | 6.  | Διαχωριστής λαδιού           |
| 2. | Βαλβίδα λαδιού          | 7.  | Ρυθμιστής πίεσης συμπύκνωσης |
| 3. | Ρυθμιστής ροής λαδιού   | 8.  | Υδρόψυκτος ψύκτης λαδιού     |
| 4. | Φίλτρο λαδιού           | 9.  | Συμπυκνωτής                  |
| 5. | Παράκαμψη κύκλου λαδιού | 11. | Αντλία λαδιού                |

**Σχήμα 4.27:** Εγκατάσταση δύο βαθμίδων με ξεχωριστούς συμπίεστες χαμηλής και υψηλής πίεσης (πηγή:Bitzer)

Στο σχήμα 4.28 παρουσιάζεται το ψυκτικό διάγραμμα αερόψυκτου ψύκτη νερού. Το συγκεκριμένο συγκρότημα αποτελείται από δύο συμπιεστές και δύο ψυκτικά κυκλώματα. Οι συμπιεστές είναι κοχλιωτοί διπλού στροφείου ημερημιακού τύπου. Οι συμπυκνωτές είναι



αερόψυκτοι ενώ ο εξατμιστής είναι υδρόψυκτος. Σε περίπτωση μη επαρκούς ροής αέρα στο συμπυκνωτή, μειώνεται ο ρυθμός συμπύκνωσης του ψυκτικού μέσου και αυξάνεται η πίεση στην κατάθλιψη του συμπιεστή. Αν η πίεση υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή, η λειτουργία της συσκευής διακόπτεται με τη βοήθεια πρεσσοστάτη υψηλής πίεσης που συνδέεται στην έξοδο του συμπιεστή. Επίσης κάθε κύκλωμα ψυκτικού μέσου είναι εφοδιασμένο με ένα πρεσσοστάτη χαμηλής πίεσης. Αν η πίεση γίνει μικρότερη από κάποια προκαθορισμένη τιμή διακόπτεται η λειτουργία του αντίστοιχου κυκλώματος ψυκτικού μέσου μέσω του πρεσσοστάτη χαμηλής πίεσης. Σε περίπτωση που η θερμοκρασία του νερού κατέβει πολύ χαμηλά η λειτουργία της συσκευής διακόπτεται μέσω του θερμοστάτη ασφαλείας.

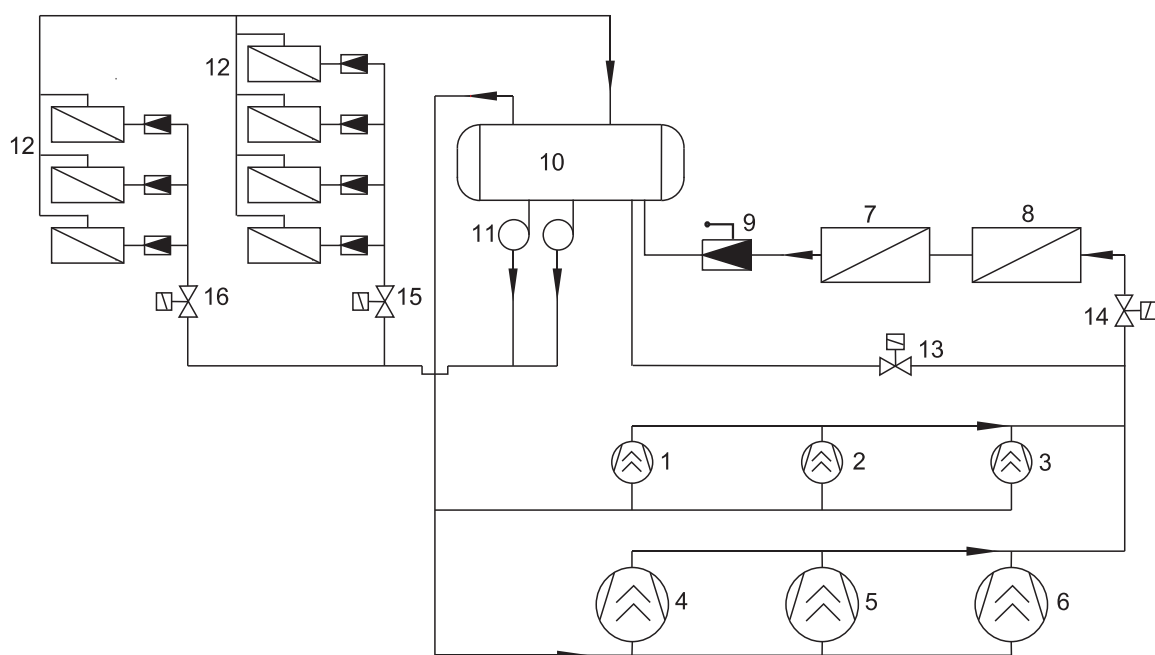


|     |                                   |     |  |
|-----|-----------------------------------|-----|--|
| 1.  | Συμπιεστής                        | 14. | Πρεσσοστάτης χαμηλής πίεσης            |
| 2.  | Αερόψυκτος συμπυκνωτής            | 16. | Μανόμετρο υψηλής πίεσης                |
| 3.  | Ανεμιστήρες                       | 17. | Μανόμετρο χαμηλής πίεσης               |
| 6.  | Φίλτρο αφυγραντή                  | 18. | Είσοδος νερού                          |
| 8.  | Εκτονωτική βαλβίδα                | 19. | Έξοδος νερού                           |
| 9.  | Υδρόψυκτος εξατμιστής             | 20. | Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα               |
| 10. | Αισθητήριο θερμοστάτη λειτουργίας | 21. | Βαλβίδα ασφαλείας έναντι υψηλής πίεσης |
| 12. | Αισθητήριο θερμοστάτη ασφαλείας   | 22. | Εκτονωτική βαλβίδα                     |
| 13. | Πρεσσοστάτης υψηλής πίεσης        | 23. | Αισθητήριο πίεσεως                     |

**Σχήμα 4.28:** Ψυκτικό κύκλωμα αερόψυκτου ψύκτη νερού (πηγή: Φυρογένης)

Στο σχήμα 4.29 παρουσιάζεται μια κεντρική μονάδα ψύξης με εξαναγκασμένη ροή του ψυκτικού μέσου που εφαρμόζεται σε ένα κτίριο-ψυγείο που χρησιμοποιείται για ψύξη

τροφίμων. Στη συγκεκριμένη εγκατάσταση, σαν ψυκτικό μέσο χρησιμοποιείται αμμωνία. Οι ατμοί της αμμωνίας συμπιέζονται με τη χρήση έξι συμπιεστών, που ανά τρεις είναι παράλληλα συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Στο συμπυκνωτή οι ατμοί της αμμωνίας υγροποιούνται και η υγρή αμμωνία συγκεντρώνεται σε κατάλληλο δοχείο συλλογής. Η συμπίεση και η υγροποίηση πραγματοποιούνται σε ένα κεντρικό χώρο (μηχανοστάσιο). Η υγρή αμμωνία διανέμεται με σωληνώσεις στους εξατμιστές που βρίσκονται σε κάθε χώρο στον οποίο υπάρχει ανάγκη για ψύξη.



|      |                                |        |   |
|------|--------------------------------|--------|---|
| 1-6. | Συμπιεστές                     | 10.    | Κεντρικός διαχωριστής ατμών NH <sub>3</sub> |
| 7.   | Συμπυκνωτής                    | 11.    | Αντλίες υγρής NH <sub>3</sub>               |
| 8.   | Δοχείο συλλογής ψυκτικού μέσου | 12.    | Εξατμιστής                                  |
| 9.   | Ρυθμιστική βαλβίδα πλωτήρα     | 13-16. | Μαγνητικές βαλβίδες                         |

**Σχήμα 4.29:** Κεντρική μονάδα ψύξης με εξαναγκασμένη ροή ψυκτικού μέσου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στον ψυκτικό κύκλο συμπίεσης το ψυκτικό ρευστό περνά από τέσσερα διαδοχικά στάδια: α) ατμοποίηση, β) συμπίεση, γ) συμπύκνωση και δ) εκτόνωση. Τα βασικά εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται μια απλή ψυκτική εγκατάσταση συμπίεσης είναι ο συμπιεστής, ο συμπυκνωτής και ο εξατμιστής. Τα εξαρτήματα αυτά κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους και διάφορες διαστάσεις και για να μπορούν να καλύπτουν τις απαιτήσεις κάθε ψυκτικής εγκατάστασης.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν σχέδια και πληροφορίες που περιέχονται στα τεχνικά εγχειρίδια συμπιεστών, συμπυκνωτών, εξατμιστών και πύργων ψύξης. Χρησιμοποιήθηκαν εγχειρίδια που προέρχονται από διάφορους κατασκευαστές. Για το λόγο αυτό τόσο η μορφή των σχεδίων όσο και το είδος και το πλήθος των δεδομένων που παρουσιάζονται μπορεί να διαφέρουν, ακόμη και για συσκευές του ίδιου τύπου.

Στό τεχνικό εγχειρίδιο κάθε συσκευής περιλαμβάνονται:

- α) Το εγχειρίδιο γενικών προδιαγραφών, όπου γίνεται η γενική περιγραφή της συσκευής, επεξηγείται ο τρόπος λειτουργίας της και παρουσιάζονται τα μοντέλα της συσκευής που κατασκευάζει η συγκεκριμένη εταιρία. Για κάθε μοντέλο παρουσιάζονται οι συνθήκες λειτουργίας, τεχνικά δεδομένα και σχέδια ή σκαριφήματα.
- β) Το εγχειρίδιο εγκατάστασης και λειτουργίας που περιέχει οδηγίες για την ορθή εγκατάσταση και χρήση της συσκευής.
- γ) Οι οδηγίες συντήρησης και διάγνωσης βλαβών, που αποτελούν είτε ένα ξεχωριστό εγχειρίδιο, είτε τμήμα του εγχειριδίου εγκατάστασης και λειτουργίας.

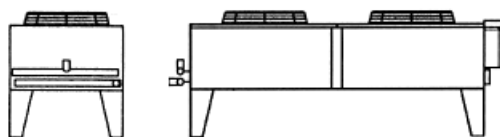
Στο κεφάλαιο 4 δόθηκαν επίσης μερικά παραδείγματα ψυκτικών εγκαταστάσεων που περιέχουν τις συσκευές που παρουσιάστηκαν.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Συγκρίνετε την ψυκτική απόδοση και την κατανάλωση ενέργειας του ημιερμητικού παλινδρομικού συμπιεστή του σχήματος 4.3 όταν χρησιμοποιούνται τα ψυκτικά ρευστά R134a, R404A, R22. Σε ποια συμπεράσματα καταλήγετε;
2. Χωρισμένοι κατά ομάδες αναζητείστε και προμηθευτείτε τεχνικά εγχειρίδια σπειροειδών συμπιεστών που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά. Ποιά η διαφορά στον τρόπο λειτουργίας ενός σπειροειδούς και ενός κοχλιωτού συμπιεστή; Συγκρίνετε τις εξωτερικές διαστάσεις του κοχλιωτού συμπιεστή του σχήματος 4.6 με τις αντίστοιχες ενός σπειροειδούς που έχει την ίδια απόδοση. Σε ποια συμπερά-

σματα καταλήγεται;

3. Να σχεδιασθεί η πρόοψη και η κάτοψη του υδρόψυκτου συμπυκνωτή με ενσωματωμένη σερπαντίνα που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.10. Να επεξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας του.
4. Να αναγνωρισθεί το είδος της συσκευής που παρουσιάζεται σε πρόοψη και πλάγια όψη στο σχήμα 4.30. Να επεξηγηθεί σύντομα η λειτουργία της συσκευής και η θέση των βασικών συνδέσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν. Ποια η διαφορά της συσκευής από εκείνη που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.12;



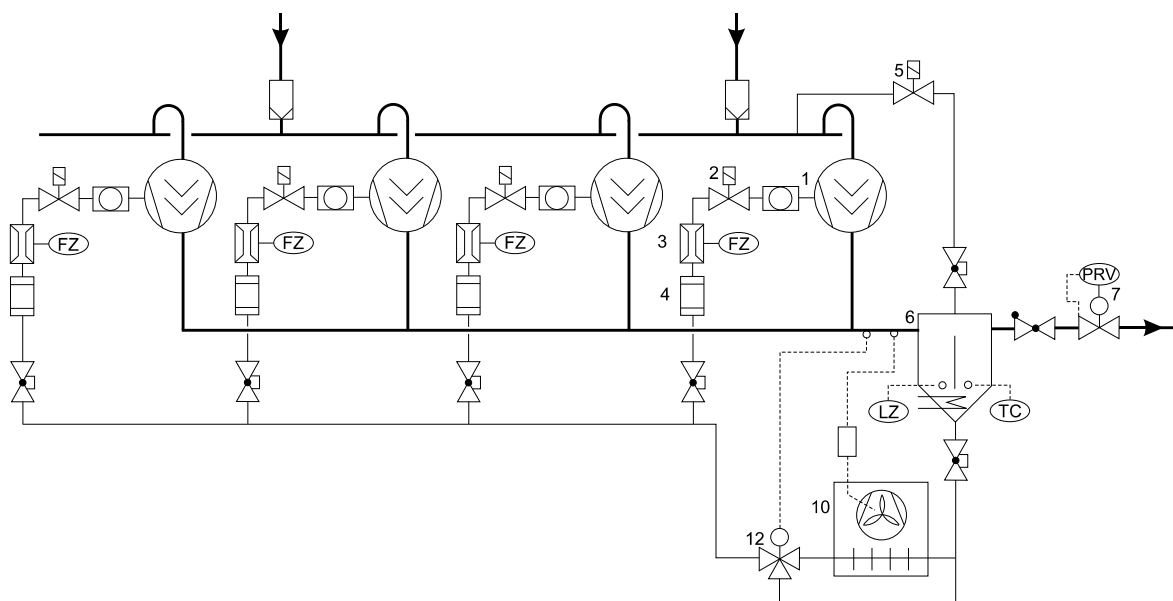
**Σχήμα 4.30:** Πρόοψη και πλάγια όψη συσκευής

5. Να σχεδιασθεί η πρόοψη και η πλάγια όψη του συμπυκνωτή εξάτμισης που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.15. Να επεξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας του.
6. Να σχεδιασθεί η πρόοψη, η κάτοψη και η πλάγια όψη του υδρόψυκτου εξατμιστή τύπου κελύφους - αυλών που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.17. Να επεξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας του.
7. Να σχεδιασθεί η πρόοψη και η πλάγια όψη του πλημμυριζόμενου εξατμιστή τύπου κελύφους - αυλών που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.21. Να επεξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας του.
8. Να σχεδιασθεί η πρόοψη και η πλάγια όψη του πύργου ψύξης που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.23. Να επεξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας του.
9. Να σχεδιασθεί το ψυκτικό διάγραμμα που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.26. Να επεξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας της εγκατάστασης που παριστάνεται με αυτό το διάγραμμα.
10. Να σχεδιασθεί το ψυκτικό διάγραμμα που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.27. Να επεξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας της εγκατάστασης που παριστάνεται με αυτό το διάγραμμα.
11. Να σχεδιασθεί το ψυκτικό διάγραμμα που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.28. Να επεξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας της εγκατάστασης που παριστάνεται με αυτό το διάγραμμα.
12. Να σχεδιασθεί το ψυκτικό διάγραμμα που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.29. Να επεξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας της εγκατάστασης που παριστάνεται με αυτό το διάγραμμα.

13. Να σχεδιασθεί το ψυκτικό διάγραμμα που παρουσιάζεται στο σχήμα 4.31. Να επεξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας της εγκατάστασης που παριστάνεται με αυτό το διάγραμμα. Ποιά η διαφορά ανάμεσα στην εγκατάσταση αυτή και σε εκείνη του σχήματος 4.26;

Η επεξήγηση των εξαρτημάτων γίνεται στα σχήματα 4.26 και 4.27 με εξαίρεση τα ακόλουθα:

10: αερόψυκτος ψύκτης λαδιού 12: βαλβίδα ανάμιξης



**Σχήμα 4.31:** Διάγραμμα ψυκτικής εγκατάστασης (Πηγή: Bitzer)

## ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΑΤΜΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥΣ

- 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 5.2 ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΜΙΑΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ
- 5.3 ΔΙΒΑΘΜΙΕΣ ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ
- 5.4 ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ  
ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΛΙΘΙΟΥ
- 5.5 ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ  
ΑΜΜΩΝΙΑΣ





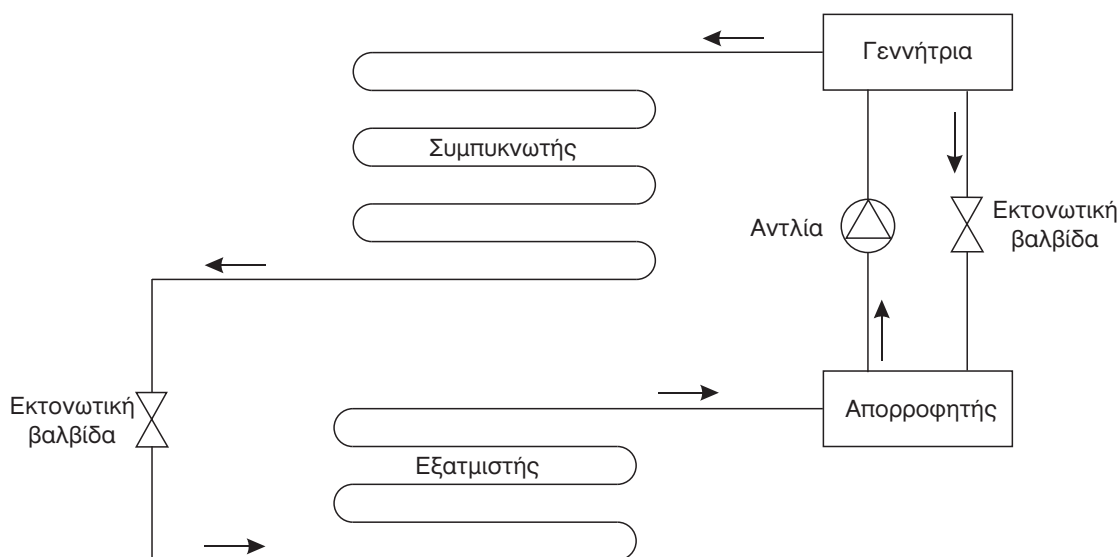
### ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- ✓ Να σχεδιάζετε γραφικά εγκαταστάσεις ψύξης που λειτουργούν με απορρόφηση ατμών.
- ✓ Να κατανοείτε τον τρόπο λειτουργίας των μονάδων ψύξης και κλιματισμού που χρησιμοποιούν απορρόφηση ατμών, με βάση τα λειτουργικά τους διαγράμματα.
- ✓ Να αναγνωρίζετε, με τη βοήθεια σχεδίων και πληροφοριών που περιέχονται σε τεχνικά έντυπα, τα τμήματα από τα οποία αποτελούνται οι μονάδες ψύξης που λειτουργούν με απορρόφηση ατμών και τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται στο ψυκτικό κύκλωμα.

## 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εκτός από την ψυκτική μονάδα συμπίεσης, μια άλλη διαδεδομένη μέθοδος παραγωγής ψύξης είναι η ψυκτική μονάδα απορρόφησης. Τόσο στην ψυκτική μονάδα συμπίεσης, όσο και στην ψυκτική μονάδα απορρόφησης η ψύξη δημιουργείται με εξάτμιση του ψυκτικού ρευστού σε χαμηλή πίεση στον εξατμιστή, ενώ η θερμότητα που απορροφά το ψυκτικό ρευστό στον εξατμιστή αποβάλλεται μέσω της συμπύκνωσης του σε υψηλότερη πίεση στο συμπυκνωτή. Ωστόσο οι δύο μονάδες διαφέρουν στο είδος της ενέργειας που χρησιμοποιούν. Στην ψυκτική μονάδα συμπίεσης χρησιμοποιείται μηχανική ενέργεια (που παράγεται συνήθως από έναν ηλεκτροκινητήρα) για την κίνηση του συμπιεστή. Αντίθετα στην ψυκτική μονάδα απορρόφησης χρησιμοποιείται θερμική ενέργεια που παρέχεται από το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμική αυτή ενέργεια μπορεί να προέρχεται από καύση πετρελαίου ή φυσικού αερίου, από καυσαέρια, από νερό που θερμαίνεται με ηλιακή ενέργεια κλπ.





**Σχήμα 5.1:** Διάγραμμα ψυκτικής μονάδας απορρόφησης

Στο ψυκτικό κύκλωμα απορρόφησης, αντίθετα από ότι συμβαίνει στο ψυκτικό κύκλωμα συμπίεσης, δεν υπάρχει συμπιεστής και οι λειτουργίες του εκτελούνται από έναν απορροφητή, μια γεννήτρια ατμών και μια αντλία (σχήμα 5.1). Το ψυκτικό ρευστό απορροφάται από κατάλληλο υγρό, που αποτελεί το μέσο απορρόφησης και διαλύεται σε αυτό.

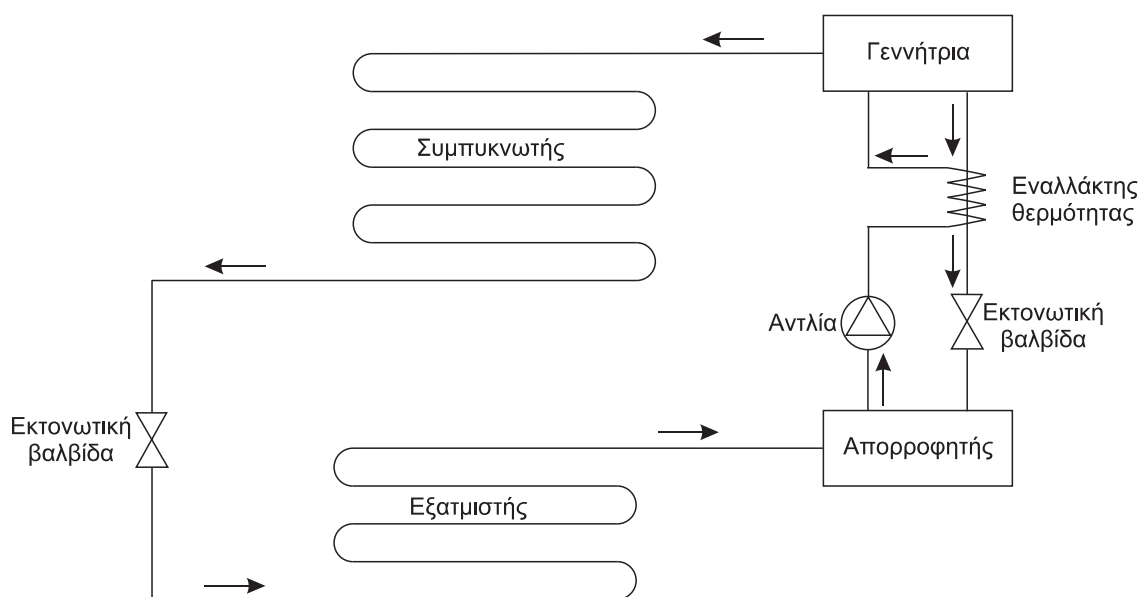
Οι ψυκτικές μονάδες απορρόφησης που κατασκευάζονται σήμερα χρησιμοποιούν κυρίως δύο διαφορετικά διαλύματα :

- α) νερό – αμμωνία, όπου το ψυκτικό ρευστό είναι αμμωνία και το απορροφητικό μέσο νερό καί
- β) νερό - βρωμιούχο λίθιο, όπου το ψυκτικό ρευστό είναι νερό και το απορροφητικό μέσο υδάτινο διάλυμα βρωμιούχου λιθίου.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται διαγράμματα λειτουργίας μονάδων απορρόφησης που χρησιμοποιούν και τα δύο διαλύματα. Παρουσιάζονται επίσης σχέδια μονάδων απορρόφησης αλλά και τεχνικές πληροφορίες που αναφέρονται σε αυτές και περιέχονται στα αντίστοιχα τεχνικά εγχειρίδια.

## 5.2 ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΜΙΑΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ

Το λειτουργικό διάγραμμα μιας μονοβάθμιας ψυκτικής μονάδας που λειτουργεί με απορρόφηση παρουσιάζεται στο σχήμα 5.2.

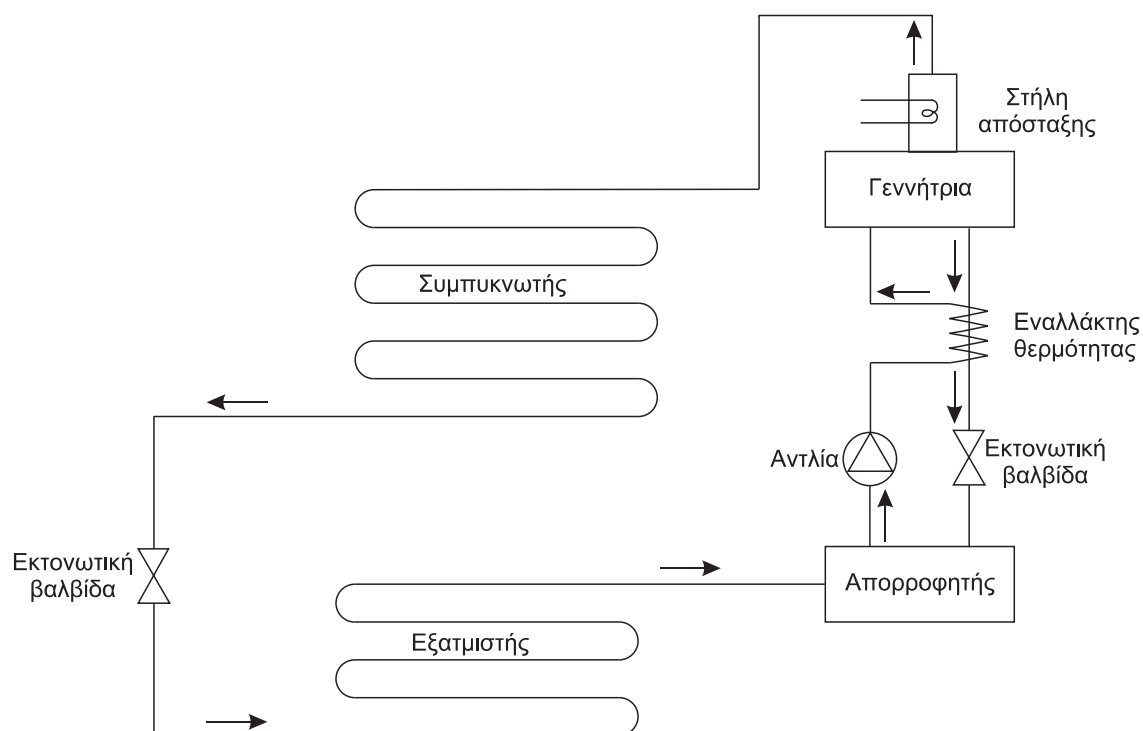


**Σχήμα 5.2:** Διάγραμμα μονοβάθμιας ψυκτικής μονάδας απορρόφησης

Το ψυκτικό ρευστό, μετά το συμπυκνωτή, ρέει μέσω της εκτονωτικής διάταξης στον εξατμιστή. Εκεί ατμοποιείται, αφαιρώντας θερμότητα από το περιβάλλον του εξατμιστή. Στη συνέχεια το ψυκτικό ρευστό, σε μορφή ατμού, οδηγείται στον απορροφητή, όπου απορροφάται από το μέσο απορρόφησης. Το πλούσιο (σε ψυκτικό ρευστό) διάλυμα που δημιουργείται στέλνεται με μια αντλία στη γεννήτρια ατμών. Η γεννήτρια θερμαίνεται από κάποια εξωτερική πηγή θερμότητας και έτσι προσδίδει θερμότητα και στο διάλυμα. Το ψυκτικό ρευστό ατμοποιείται και οι ατμοί του οδηγούνται στο συμπυκνωτή και υγροποιούνται.

Στη γεννήτρια ατμών απομένει ένα διάλυμα με μικρή περιεκτικότητα σε ψυκτικό ρευστό, το οποίο ρέει μέσω της εκτονωτικής βαλβίδας στον απορροφητή. Ανάμεσα στον απορροφητή και τη γεννήτρια ατμών τοποθετείται εναλλάκτης για την προθέρμανση του ψυχρού διαλύματος από τον απορροφητή και την ψύξη του θερμού διαλύματος από τη γεννήτρια.

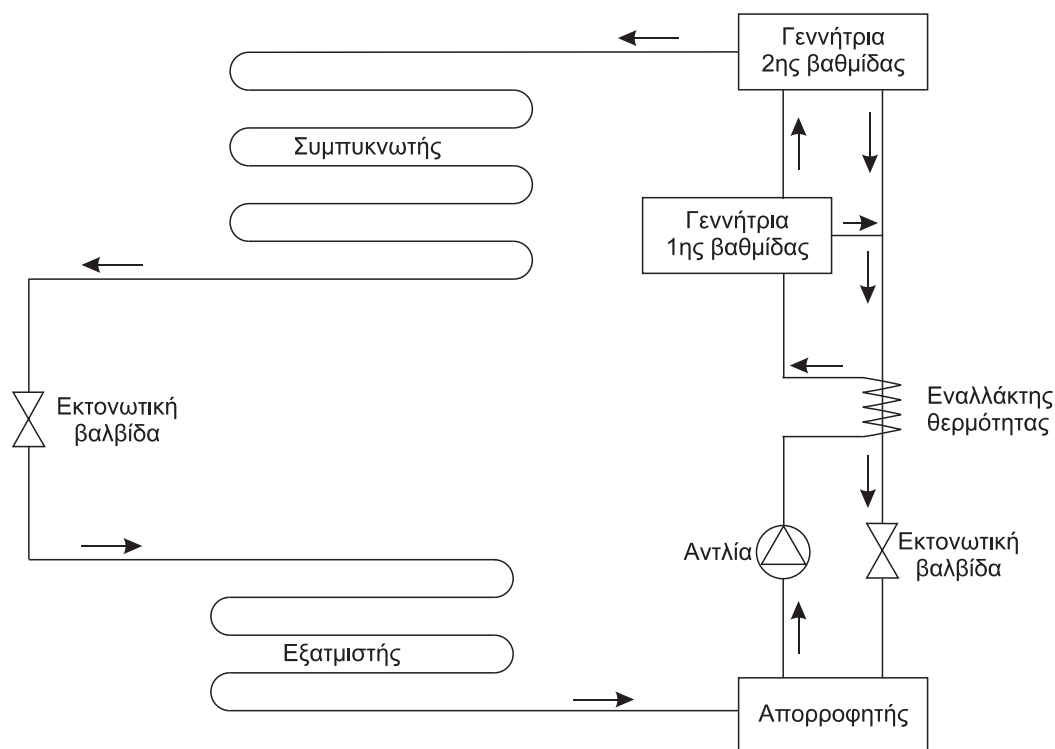
Στο σχήμα 5.3 παρουσιάζεται το λειτουργικό διάγραμμα μιας μονοβάθμιας ψυκτικής μονάδας απορρόφησης που χρησιμοποιεί διάλυμα αμμωνίας - νερού. Τα περισσότερα στοιχεία της μονάδας αυτής είναι όμοια με εκείνα που παρουσιάζονται στο σχήμα 5.2. Ωστόσο, επειδή στο σύστημα αμμωνίας - νερού, μαζί με τους ατμούς της αμμωνίας απομακρύνονται από τη γεννήτρια και ατμοί νερού, τοποθετείται μια στήλη απόσταξης μετά τη γεννήτρια, όπου συγκρατούνται οι ατμοί του νερού και αυξάνεται η συγκέντρωση της αμμωνίας.



**Σχήμα 5.3:** Διάγραμμα μονοβάθμιας ψυκτικής μονάδας απορρόφησης αμμωνίας

### 5.3 ΔΙΒΑΘΜΙΕΣ ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Σε αντίθεση με τις μονοβάθμιες ψυκτικές μονάδες απορρόφησης που χρησιμοποιούν μία γεννήτρια, οι διβάθμιες ψυκτικές μονάδες χρησιμοποιούν δύο γεννήτριες: τη γεννήτρια 1ης βαθμίδας ή υψηλής θερμοκρασίας και τη γεννήτρια 2ης βαθμίδας ή χαμηλής θερμοκρασίας για να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση της απορρόφησης (σχήμα 5.4).



**Σχήμα 5.4:** Διάγραμμα διβάθμιας ψυκτικής μονάδας απορρόφησης

Η λειτουργία της διβάθμιας ψυκτικής μονάδας απορρόφησης είναι παρόμοια με εκείνη της μονοβάθμιας. Η γεννήτρια της πρώτης βαθμίδας θερμαίνεται από κάποια εξωτερική πηγή θερμότητας. Ο ατμός του ψυκτικού ρευστού που παράγεται εκεί οδηγείται στη γεννήτρια χαμηλής θερμοκρασίας, όπου αποβάλλει θερμότητα θερμαίνοντας το διάλυμα ψυκτικού ρευστού – απορροφητικού μέσου που βρίσκεται εκεί. Έτσι, η θερμοκρασία του ψυκτικού ρευστού που απομακρύνεται από τη γεννήτρια χαμηλής θερμοκρασίας και εισάγεται στο συμπυκνωτή μειώνεται και είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη μιας μονοβάθμιας ψυκτικής μονάδας απορρόφησης. Αυτό κάνει την απόδοση της διβάθμιας μονάδας απορρόφησης περίπου 30% μεγαλύτερη από εκείνη της μονοβάθμιας.

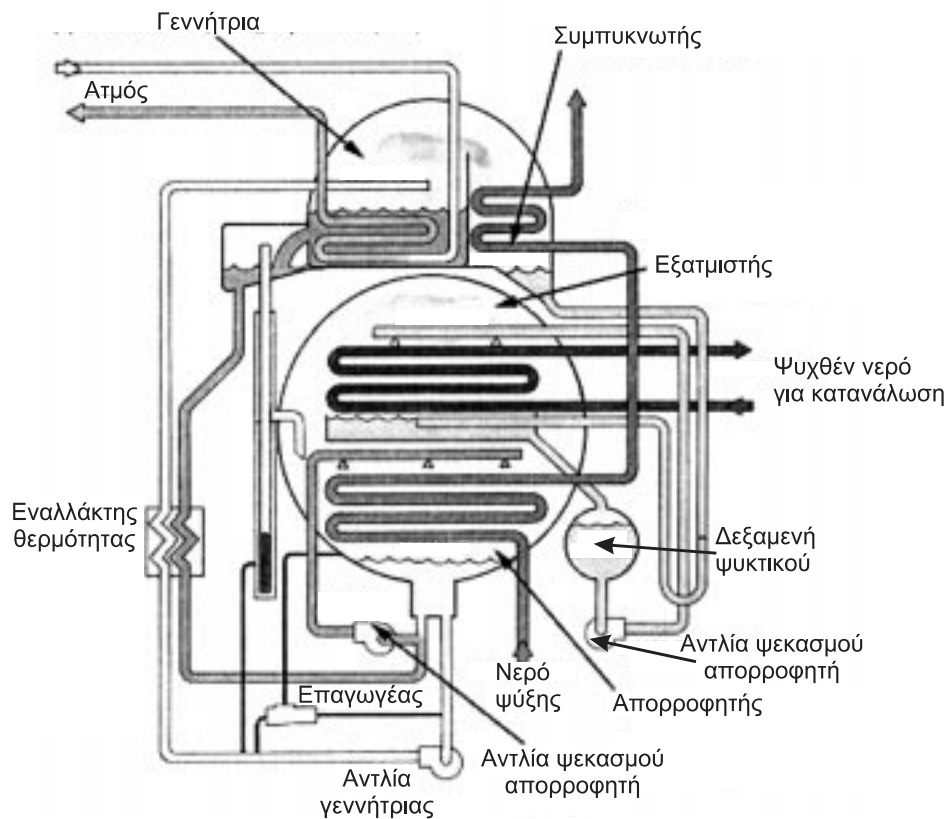
## 5.4 ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΛΙΘΙΟΥ

Οι εγκαταστάσεις απορρόφησης που χρησιμοποιούν βρωμιούχο λίθιο σαν απορροφητικό μέσο και νερό σαν ψυκτικό ρευστό ταξινομούνται σε κατηγορίες σύμφωνα με τη μέθοδο προσαγωγής θερμότητας στη γεννήτρια και με τον αριθμό των βαθμίδων του κύκλου απορρόφησης που χρησιμοποιούν. Εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ατμό ή θερμά υγρά σαν πηγή θερμότητας λέγονται **έμμεσης θέρμανσης**, ενώ αυτές που χρησιμοποιούν άμεση καύση φυσικού αερίου και πετρελαίου σαν πηγές θερμότητας ονομάζονται **άμεσης θέρμανσης**. Οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν θερμά απόβλητα αέρια σαν πηγή θερμότητας κατατάσσονται στις εγκαταστάσεις έμμεσης θέρμανσης.

Οι πιο συχνές εφαρμογές ψυκτικών μονάδων διαλύματος βρωμιούχου λιθίου είναι οι ψύκτες για παροχή κρύου νερού, που χρησιμοποιούνται συνήθως για κλιματισμό χώρων. Ένας τέτοιος ψύκτης περιλαμβάνει βασικά γεννήτρια ατμών, συμπυκνωτή, εξατμιστή, απορροφητή, εναλλάκτη θερμότητας διαλύματος, αντλίες, αλλά ανάλογα με το είδος της εφαρμογής μπορεί να χρησιμοποιηθούν και άλλα εξαρτήματα.

### 5.4.1 Μονοβάθμιος ψύκτης νερού έμμεσης θέρμανσης

Το σχήμα 5.5 δείχνει το σχηματικό διάγραμμα ενός μονοβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης, που λειτουργεί με απορρόφηση. Η συγκεκριμένη μονάδα περιλαμβάνει δύο περιβλήματα. Στο κάτω περίβλημα περιέχεται ο εξατμιστής και ο απορροφητής ενώ στο πάνω περίβλημα που είναι μικρότερο περιέχονται η γεννήτρια και ο συμπυκνωτής.



**Σχήμα 5.5:** Μονοβάθμιος ψύκτης νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)

Το αραιό διάλυμα του βρωμιούχου λιθίου οδηγείται μέσω της αντλίας στη γεννήτρια όπου θερμαίνεται από τον ατμό ή το ζεστό νερό που χρησιμοποιείται σαν πηγή θερμότητας. Έτσι, το ψυκτικό ρευστό, που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το νερό, εξατμίζεται και οι ατμοί του κατευθύνονται στο συμπυκνωτή. Το πλούσιο σε βρωμιούχο λίθιο διάλυμα που απομένει στη γεννήτρια, αφού περάσει από τον εναλλάκτη θερμότητας του διαλύματος οδηγείται στο σύστημα ψεκασμού του απορροφητή όπου αναμιγνύεται με διάλυμα από τον απορροφητή και ψεκάζεται στη δέσμη σωλήνων του απορροφητή.

Ο ατμός του ψυκτικού ρευστού που προέρχεται από τη γεννήτρια εισέρχεται στο συμπυκνωτή, όπου υγροποιείται. Η θερμότητα της συμπύκνωσης αποβάλλεται στο νερό που κυκλοφορεί μέσα σε δέσμη σωλήνων και χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο στο συμπυκνωτή. Το νερό αυτό συνήθως προέρχεται από ένα πύργο ψύξης.

Το ψυκτικό ρευστό, σε υγρή κατάσταση, μέσω ενός σωλήνα μορφής 'J' όπου μειώνεται η πίεση και η θερμοκρασία του, οδηγείται στον εξατμιστή όπου ατμοποιείται. Ταυτόχρονα ψύχεται το νερό, που χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο στον εξατμιστή.

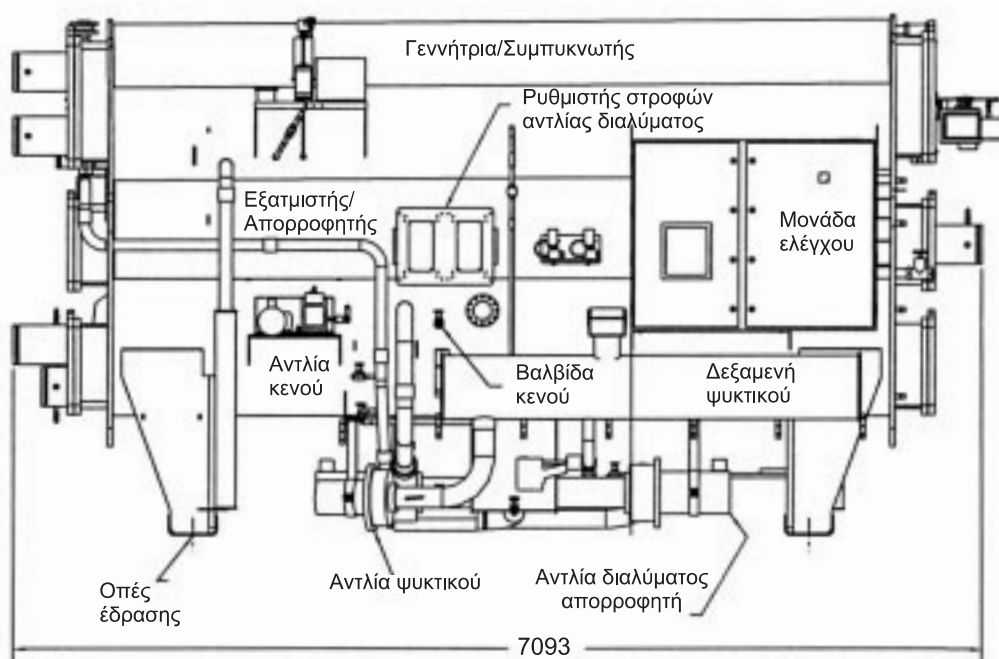
Στη συνέχεια, το ψυκτικό ρευστό σε κατάσταση ατμού οδηγείται στον απορροφητή. Οι ατμοί του ψυκτικού ρευστού, δηλαδή του νερού, απορροφώνται από το διάλυμα του βρωμιούχου λιθίου. Το νέο διάλυμα μέσω αντλίας οδηγείται στον εναλλάκτη θερμότητας

του διαλύματος και από εκεί στη γεννήτρια. Η θερμότητα που παράγεται κατά την απορρόφηση αποβάλλεται στο νερό ψύξης που κυκλοφορεί μέσα σε σωλήνες.

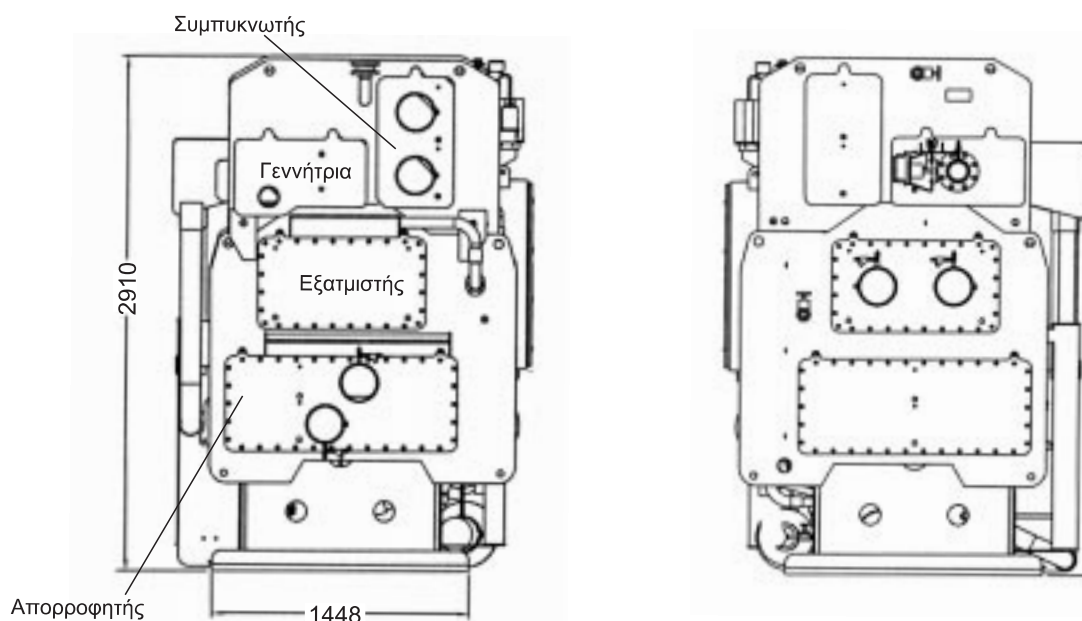
Ο ψυκτικός κύκλος του σχήματος 5.5 υλοποιείται στο μονοβάθμιο ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης που φαίνεται στο σχήμα 5.6. Οι όψεις του ψύκτη παρουσιάζονται στα σχήματα 5.7α έως 5.7γ.



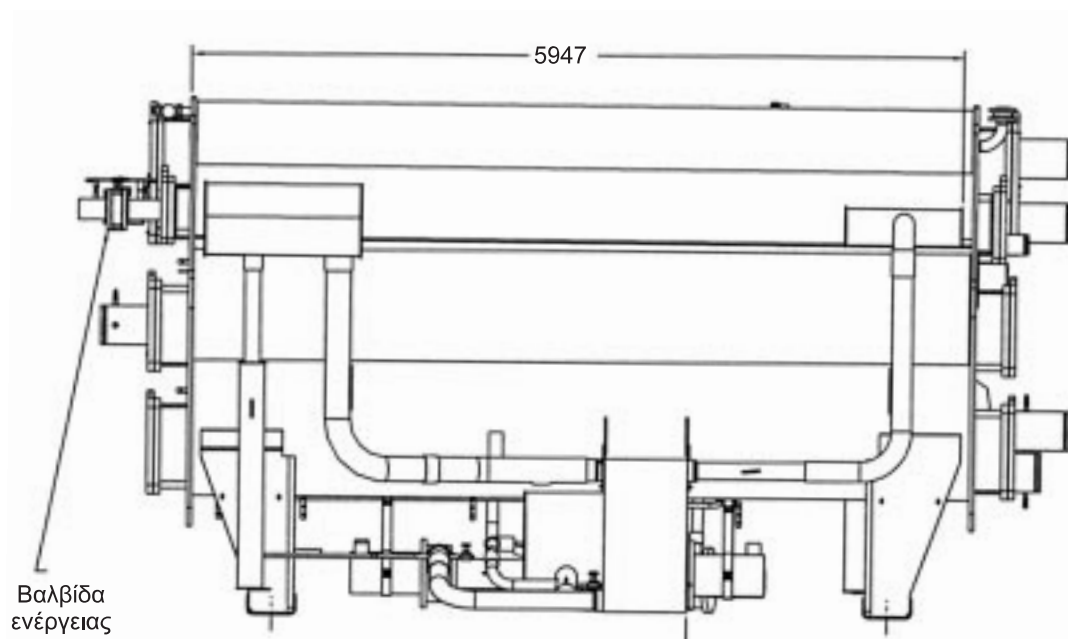
**Σχήμα 5.6:** Μονοβάθμιος ψύκτης νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)



**Σχήμα 5.7α:** Πρόοψη μονοβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)



**Σχήμα 5.76:** Αριστερή και δεξιά πλάγια όψη μονοβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)



**Σχήμα 5.7γ:** Πίσω όψη μονοβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)

Το τεχνικό εγχειρίδιο ενός ψύκτη απορρόφησης περιέχει πληροφορίες ανάλογες με εκείνες που περιέχουν τα τεχνικά εγχειρίδια των συσκευών του κύκλου συμπίεσης και αφορούν στις διαστάσεις και στο βάρος, στις ηλεκτρολογικές συνδέσεις, στους αυτοματισμούς, στις οδηγίες για τη σωστή εγκατάσταση και λειτουργία, στις συνδέσεις των σωλη-



νώσεων του ατμού, του ζεστού νερού, του νερού ψύξης κλπ. Ακόμη περιέχει πληροφορίες για την απόδοση κάθε μοντέλου και τις συνθήκες λειτουργίας του. Για παράδειγμα, στους πίνακες 5.1 και 5.2, παρουσιάζονται μερικές από τις πληροφορίες που περιέχονται στο τεχνικό εγχειρίδιο του ψύκτη του σχήματος 5.6.

Ο συγκεκριμένος ψύκτης λειτουργεί με θερμαντικό ατμό ονομαστικής πίεσης 0,83 bar ή θερμό νερό ονομαστικής θερμοκρασίας 132°C. Η θερμοκρασία του νερού του ψυκτικού κύκλου πρέπει να κυμαίνεται από 4,4 °C έως 15,6 °C. Η υπερθέρμανση πρέπει να περιορίζεται έτσι ώστε η θερμοκρασία του ατμού να μην υπερβαίνει τους 171°C.

**Πίνακας 5.1:** Απόδοση μονοβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane).

| Απόδοση<br>(kW) | Συνελεστής<br>απόδοσης | Παροχή<br>ατμού<br>(kg/KW-hr) | Ψυχθέν νερό                    |                       | Νερό συμπυκνωτή/απορροφητή     |                       |
|-----------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
|                 |                        |                               | Παροχή<br>(m <sup>3</sup> /hr) | Πτώση πίεσης<br>(bar) | Παροχή<br>(m <sup>3</sup> /hr) | Πτώση πίεσης<br>(bar) |
| 2476            | 0,7                    | 2,33                          | 382                            | 0,634                 | 572                            | 0,365                 |

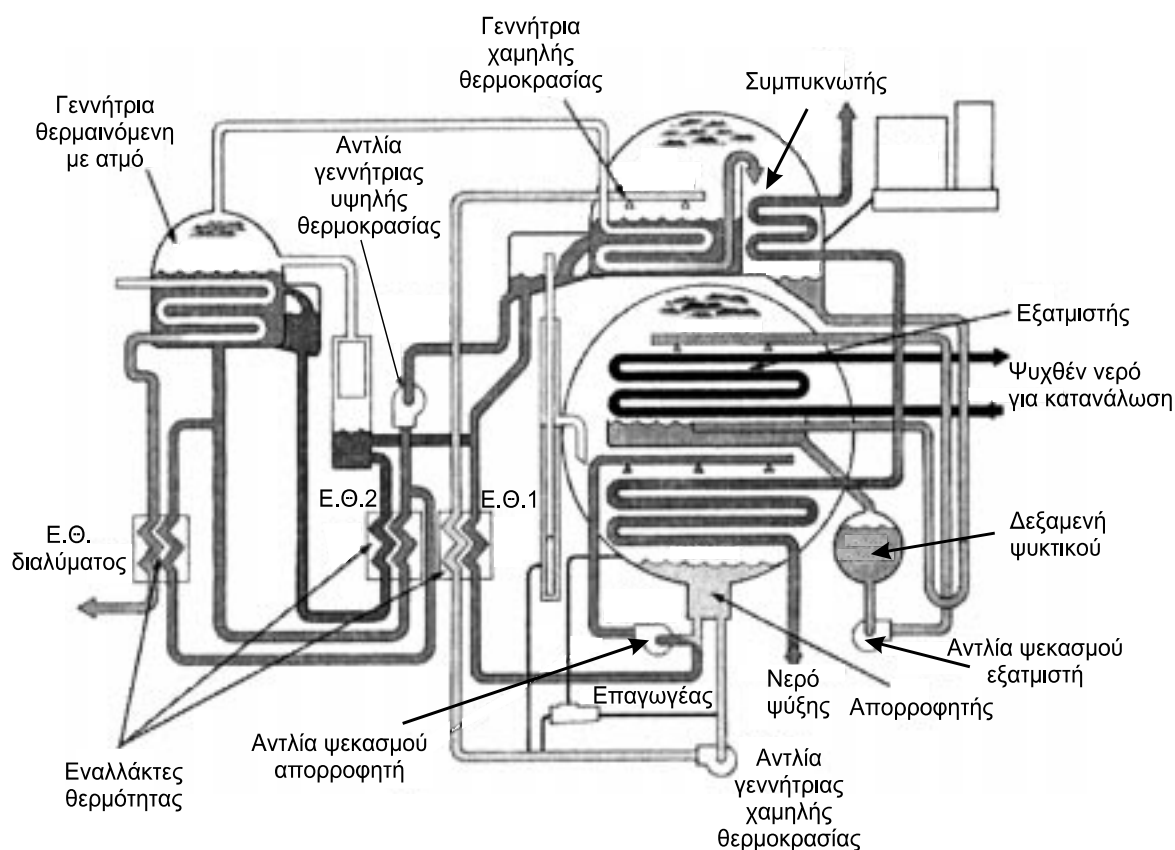
Οι πληροφορίες που αφορούν στην απόδοση του ψύκτη, αναφέρονται σε πίεση ατμού ίση με 0,83 bar, θερμοκρασία νερού από πύργο ψύξης ίση με 29,4 °C, θερμοκρασία εισόδου νερού ψύξης ίση με 12,2 °C και θερμοκρασία εξόδου νερού ψύξης ίση με 6,67 °C.

**Πίνακας 5.2:** Ηλεκτρικά δεδομένα μονοβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane).

| Τάση<br>τροφοδοσίας<br>(Volt) | Ένταση<br>ρεύματος για<br>πλήρες φορτίο<br>(A) | Συνολική<br>ισχύς<br>κινητήρων<br>(kW) | Ένταση ρεύματος<br>κυκλωμάτων<br>ελέγχου<br>(A) | Ένταση ρεύματος<br>για ελάχιστη<br>απόδοση<br>(A) | Μέγιστο<br>μέγεθος<br>ασφάλειας<br>(A) |
|-------------------------------|--|--|---|---|--|
| 220                           | 57,4   | 11,6                                   | 9,1   | 73  | 80                                     |

### 5.4.2 Διβάθμιος ψύκτης νερού έμμεσης θέρμανσης

Το σχήμα 5.8 δείχνει το σχηματικό διάγραμμα ενός διβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης που λειτουργεί με απορρόφηση. Η λειτουργία ενός διβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης είναι παρόμοια με εκείνη του αντίστοιχου μονοβάθμιου.



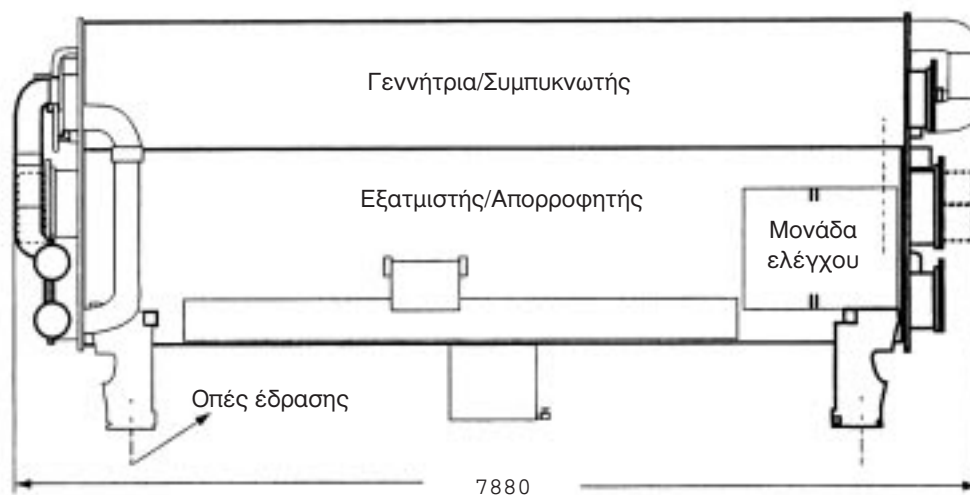
Ε. Θ. 1 : Εναλλάκτης θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας  
Ε. Θ. 2 : Εναλλάκτης θερμότητας υψηλής θερμοκρασίας

**Σχήμα 5.8:** Διβάθμιος ψύκτης νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)

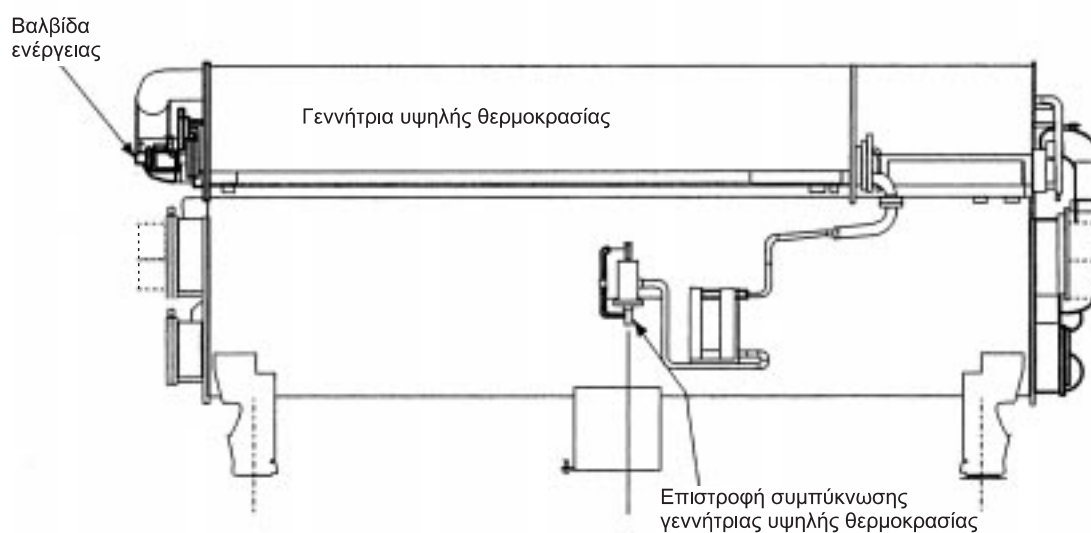
Ο ψυκτικός κύκλος του σχήματος 5.8 υλοποιείται στο διβάθμιο ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης που φαίνεται στο σχήμα 5.9. Οι όψεις του ψύκτη παρουσιάζονται στα σχήματα 5.10α έως 5.10γ.



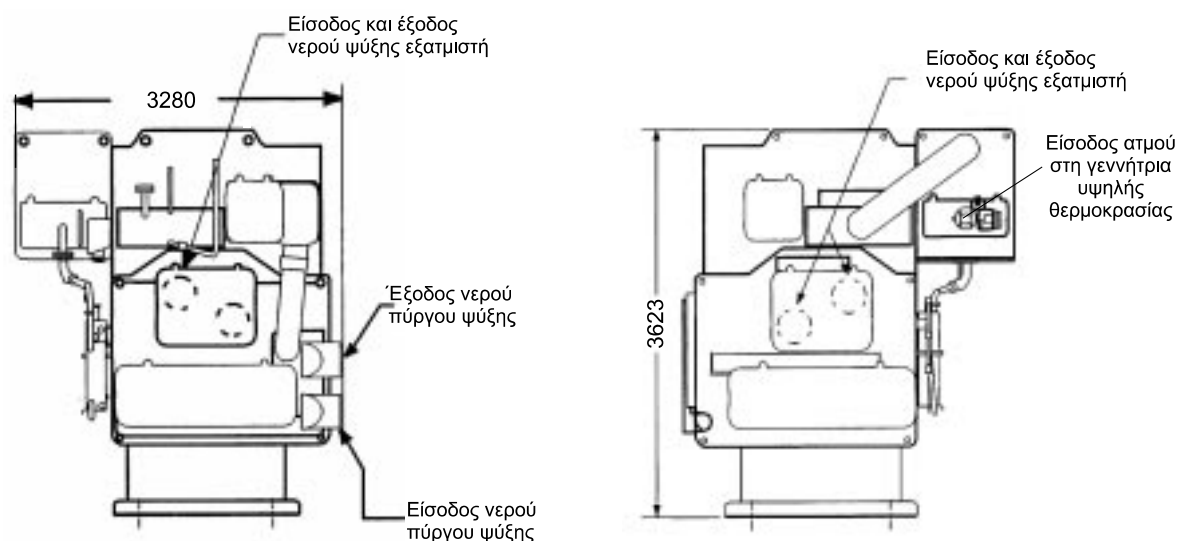
**Σχήμα 5.9:** Διβάθμιος ψύκτης νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)



**Σχήμα 5.10α:** Πρόοψη διβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)



**Σχήμα 5.10β:** Πίσω όψη διβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)



**Σχήμα 5.10γ:** Αριστερή και δεξιά πλάγια όψη διβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)

Το τεχνικό εγχειρίδιο του διβάθμιου ψύκτη περιέχει πληροφορίες αντίστοιχες με εκείνες που περιέχονται στο τεχνικό εγχειρίδιο του μονοβάθμιου ψύκτη (πίνακες 5.3 και 5.4).

Ο συγκεκριμένος ψύκτης λειτουργεί με θερμαντικό ατμό ονομαστικής πίεσης 8,27 bar ή θερμό νερό ονομαστικής θερμοκρασίας 223°C. Η θερμοκρασία του νερού του ψυκτικού κύκλου πρέπει να κυμαίνεται από 4,4 °C έως 15,6 °C. Η υπερθέρμανση πρέπει να περιορίζεται έτσι ώστε η θερμοκρασία του ατμού να μην υπερβαίνει τους 240°C.

**Πίνακας 5.3:** Απόδοση διβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane).

| Απόδοση<br>(kW) | Συνελεστής<br>απόδοσης | Παροχή<br>ατμού<br>(kg/kW-hr) | Ψυχθέν νερό                    |                       | Νερό συμπυκνωτή/απορροφητή     |                       |
|-----------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
|                 |                        |                               | Παροχή<br>(m <sup>3</sup> /hr) | Πτώση πίεσης<br>(bar) | Παροχή<br>(m <sup>3</sup> /hr) | Πτώση πίεσης<br>(bar) |
| 3623            | 1,23                   | 1,23                          | 559                            | 0,562                 | 863                            | 0,365                 |

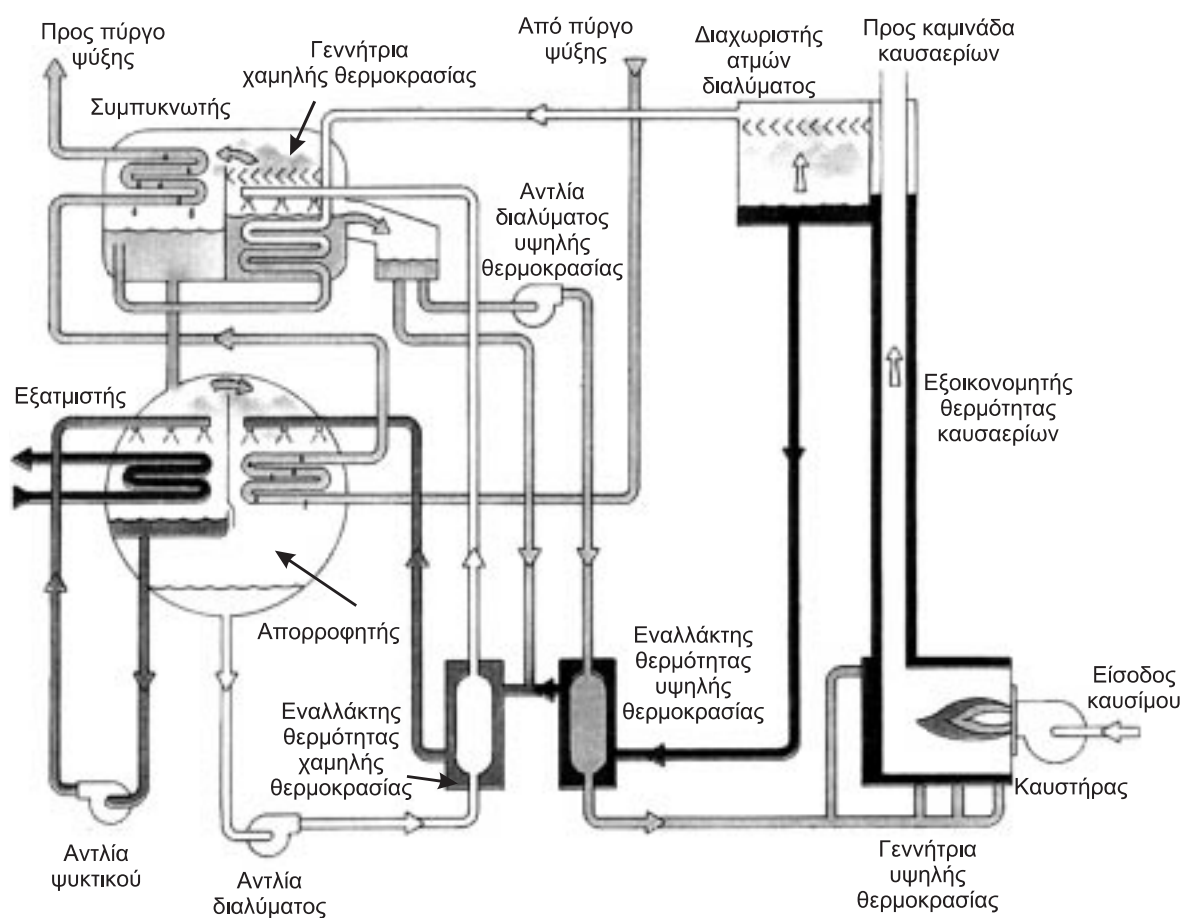
Οι πληροφορίες που αφορούν στην απόδοση του ψύκτη, αναφέρονται σε πίεση ατμού ίση με 8,27 bar, θερμοκρασία νερού από πύργο ψύξης ίση με 29,4 °C, θερμοκρασία εισόδου νερού ψύξης ίση με 12,2 °C και θερμοκρασία εξόδου νερού ψύξης ίση με 6,67 °C.

**Πίνακας 5.4:** Ηλεκτρικά δεδομένα διβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane).

| Τάση τροφοδοσίας (Volt) | Ένταση ρεύματος για πλήρες φορτίο (A) | Συνολική ισχύς κινητήρων (kW) | Ένταση ρεύματος κυκλωμάτων ελέγχου (A) | Ένταση ρεύματος για ελάχιστη απόδοση (A) | Μέγιστο μέγεθος ασφάλειας (A) |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--|--|-------------------------------|
| 220                     | 102,2                                 | 22,4                          | 9,1                                    | 120                                      | 150                           |

### 5.4.3 Διβάθμιος ψύκτης άμεσης θέρμανσης

Στο σχήμα 5.11 παρουσιάζεται το σχηματικό διάγραμμα ενός διβάθμιου ψύκτη άμεσης θέρμανσης που λειτουργεί με απορρόφηση. Η συγκεκριμένη συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση.



**Σχήμα 5.11:** Διβάθμιος ψύκτης νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)

Όλα τα βασικά εξαρτήματα είναι παρόμοια με εκείνα του διβάθμιου ψύκτη έμμεσης θέρμανσης που παρουσιάστηκε στο σχήμα 5.8, με εξαίρεση την αντικατάσταση της γεννήτριας πρώτης βαθμίδας έμμεσης θέρμανσης από αντίστοιχη άμεσης θέρμανσης και τη μείωση του αριθμού των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται.

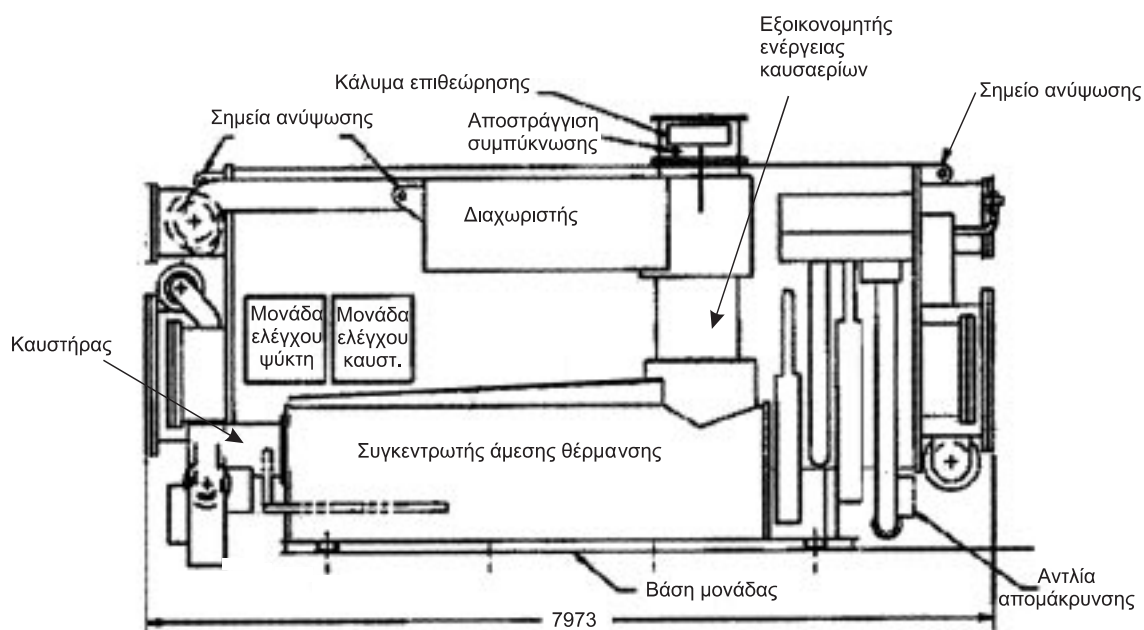
Στο συγκεκριμένο ψύκτη, η γεννήτρια υψηλής θερμοκρασίας (δεύτερης βαθμίδας) άμεσης θέρμανσης χρησιμοποιεί ενέργεια από την καύση φυσικού αερίου ή πετρελαίου. Διάλυμα νερού - βρωμιούχου λιθίου εισάγεται στον πυθμένα της, αφού προθερμανθεί με τη βοήθεια εναλλάκτη. Θερμότητα από την καύση και τον εξοικονομητή ενέργειας καυσαιών χρησιμοποιείται για να παραχθεί ο ατμός του ψυκτικού ρευστού.

Στη συνέχεια το διάλυμα οδηγείται σε δοχείο όπου διαχωρίζεται ο ατμός από το υγρό διάλυμα. Ο ατμός του ψυκτικού ρευστού οδηγείται στη γεννήτρια χαμηλής θερμοκρασίας, ενώ το υγρό διάλυμα επιστρέφει στον απορροφητή, αφού προηγουμένως περάσει μέσα από τον εναλλάκτη θερμότητας υψηλής θερμοκρασίας. Κατά τα άλλα η λειτουργία τέτοιων ψυκτών είναι ίδια με εκείνων των αντίστοιχων ψυκτών έμμεσης θερμότητας.



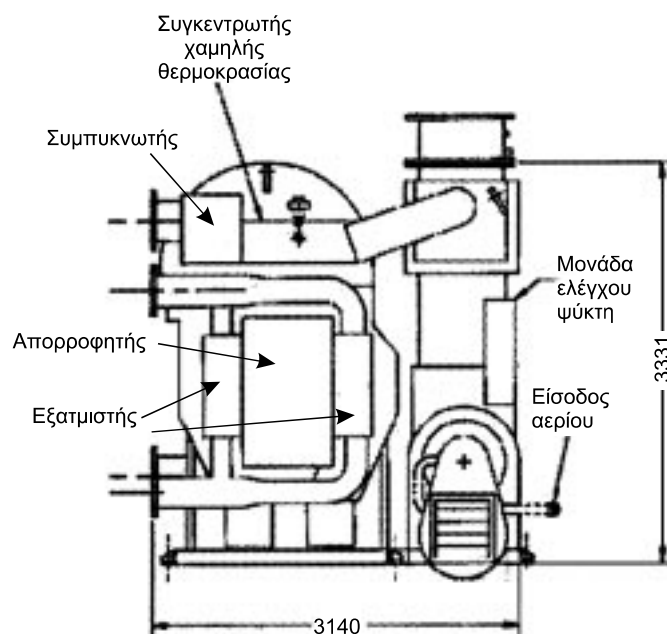
**Σχήμα 5.12:** Διβάθμιος ψύκτης νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)

Ο ψυκτικός κύκλος του σχήματος 5.11 υλοποιείται στο διβάθμιο ψύκτη νερού άμεσης θέρμανσης που φαίνεται στο σχήμα 5.12. Οι όψεις του ψύκτη παρουσιάζονται στα σχήματα 5.13α και 5.13β.



**Σχήμα 5.13α:** Πρόοψη διβάθμιου ψύκτη νερού άμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)





**Σχήμα 5.136:** Δεξιά πλάγια όψη διβάθμιου ψύκτη νερού άμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane)

Στο τεχνικό εγχειρίδιο του διβάθμιου ψύκτη άμεσης θέρμανσης περιέχονται πληροφορίες αντίστοιχες με εκείνες που υπάρχουν στο τεχνικό εγχειρίδιο του διβάθμιου ψύκτη έμμεσης θέρμανσης. Επιπλέον, όμως περιέχονται πληροφορίες που αναφέρονται στη λειτουργία της θέρμανσης. Μερικές από τις πληροφορίες αυτές που αφορούν στην απόδοση του ψύκτη τόσο κατά τη λειτουργία της ψύξης όσο και της θέρμανσης παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 5.5α:** Απόδοση διβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane).

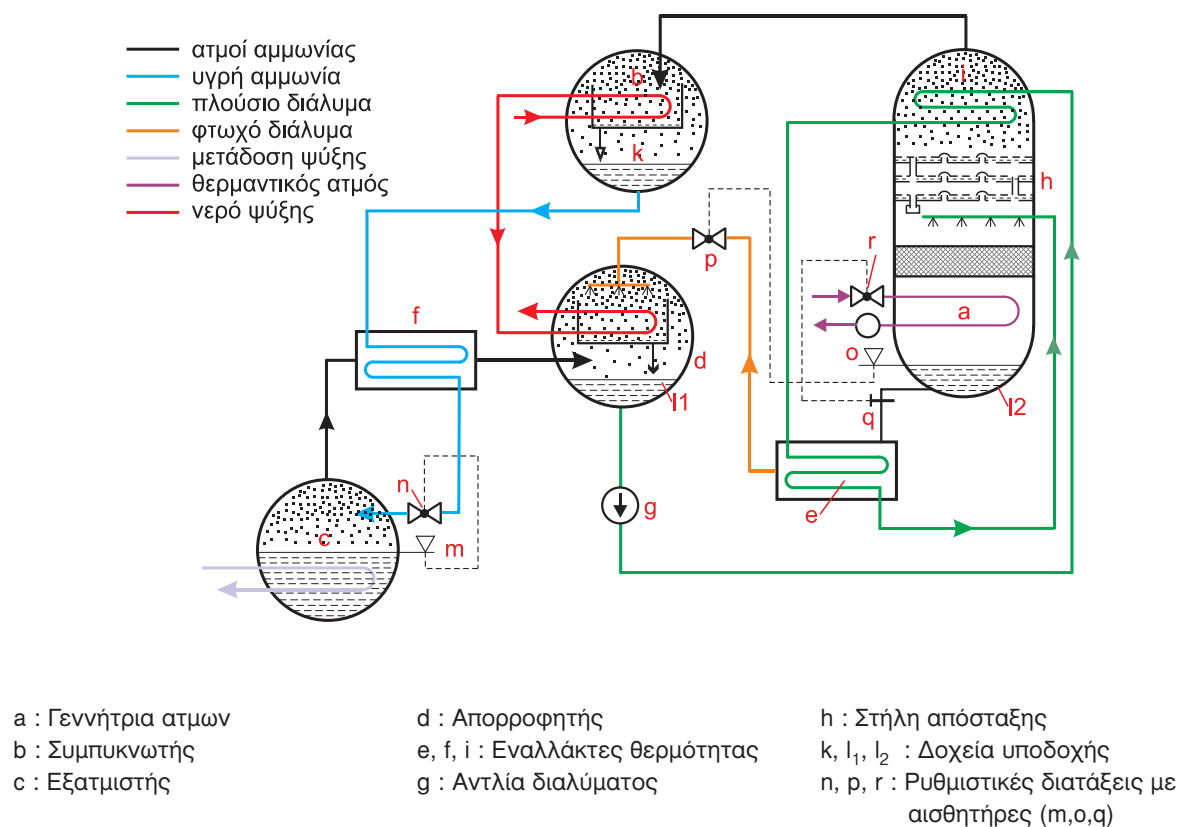
| Απόδοση<br>(kW) | Συνελεστής<br>απόδοσης | Κατανάλωση<br>καυσίμου<br>(m <sup>3</sup> /hr) | Θέρμανση        |   |
|-----------------|------------------------|--|-----------------|---|
|                 |                        |  | Απόδοση<br>(kW) | Κατανάλωση καυσίμου<br>(m <sup>3</sup> /hr) |
| 3038            | 0,97                   | 303  | 3823            | 358   |

**Πίνακας 5.56:** Απόδοση διβάθμιου ψύκτη νερού έμμεσης θέρμανσης (πηγή: Trane).

| Ψυχθέν νερό                    |                       | Ζεστό νερό                     |                       | Νερό συμπυκνωτή/απορροφητή     |                       |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Παροχή<br>(m <sup>3</sup> /hr) | Πτώση πίεσης<br>(bar) | Παροχή<br>(m <sup>3</sup> /hr) | Πτώση πίεσης<br>(bar) | Παροχή<br>(m <sup>3</sup> /hr) | Πτώση πίεσης<br>(bar) |
| 471                            | 5,7                   | 449                            | 5,3                   | 865                            | 12,2                  |

## 5.5 ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ

Στο σχήμα 5.14 παρουσιάζεται το λειτουργικό διάγραμμα του κύκλου απορρόφησης νερού-αμμωνίας.

**Σχήμα 5.14:** Λειτουργία ψυκτικής μονάδας απορρόφησης διαλύματος αμμωνίας

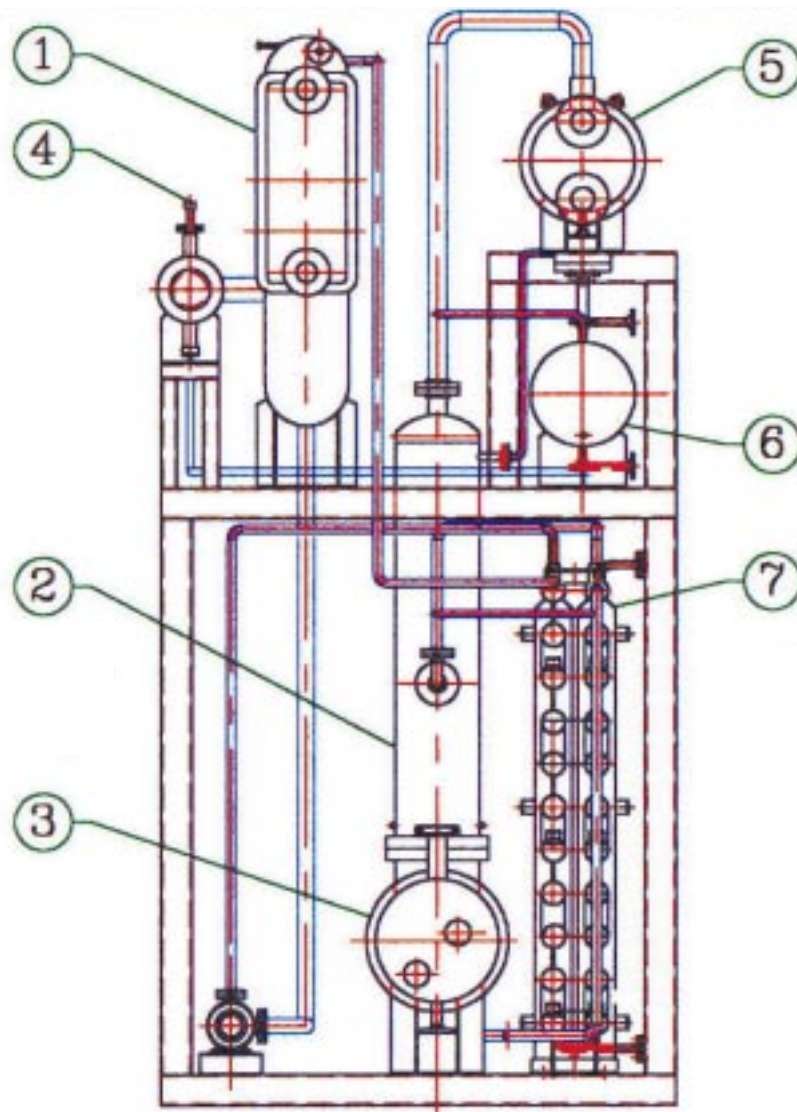


Το πυκνό διάλυμα της αμμωνίας θερμαίνεται στη γεννήτρια (α) με τη βοήθεια του θερμαντικού μέσου (νερού ή ατμού). Οι ατμοί (αμμωνίας και νερού) που παράγονται περνούν από τη στήλη απόσταξης (h) έτσι ώστε να αυξηθεί η περιεκτικότητά τους σε αμμωνία. Στη συνέχεια κατευθύνονται στο συμπυκνωτή (b), όπου υγροποιούνται. Η υγρή αμμωνία συγκεντρώνεται στο δοχείο υποδοχής (k). Από εκεί κατευθύνεται στον εναλλάκτη θερμότητας (f) και στη συνέχεια μέσω της εκτονωτικής διάταξης (n) οδηγείται στον εξατμιστή (c), όπου η υγρή αμμωνία εξατμίζεται.

Οι ατμοί αμμωνίας που παράγονται, κατευθύνονται στον εναλλάκτη θερμότητας (f) και στη συνέχεια στον απορροφητή (d), όπου απορροφώνται από το αραιό διάλυμα της αμμωνίας. Το εμπλουτισμένο πλέον διάλυμα της αμμωνίας συγκεντρώνεται στο δοχείο υποδοχής ( $I_1$ ) και μέσω της αντλίας του διαλύματος (g) οδηγείται στους εναλλάκτες θερμότητας (i,e) και από εκεί στη γεννήτρια.

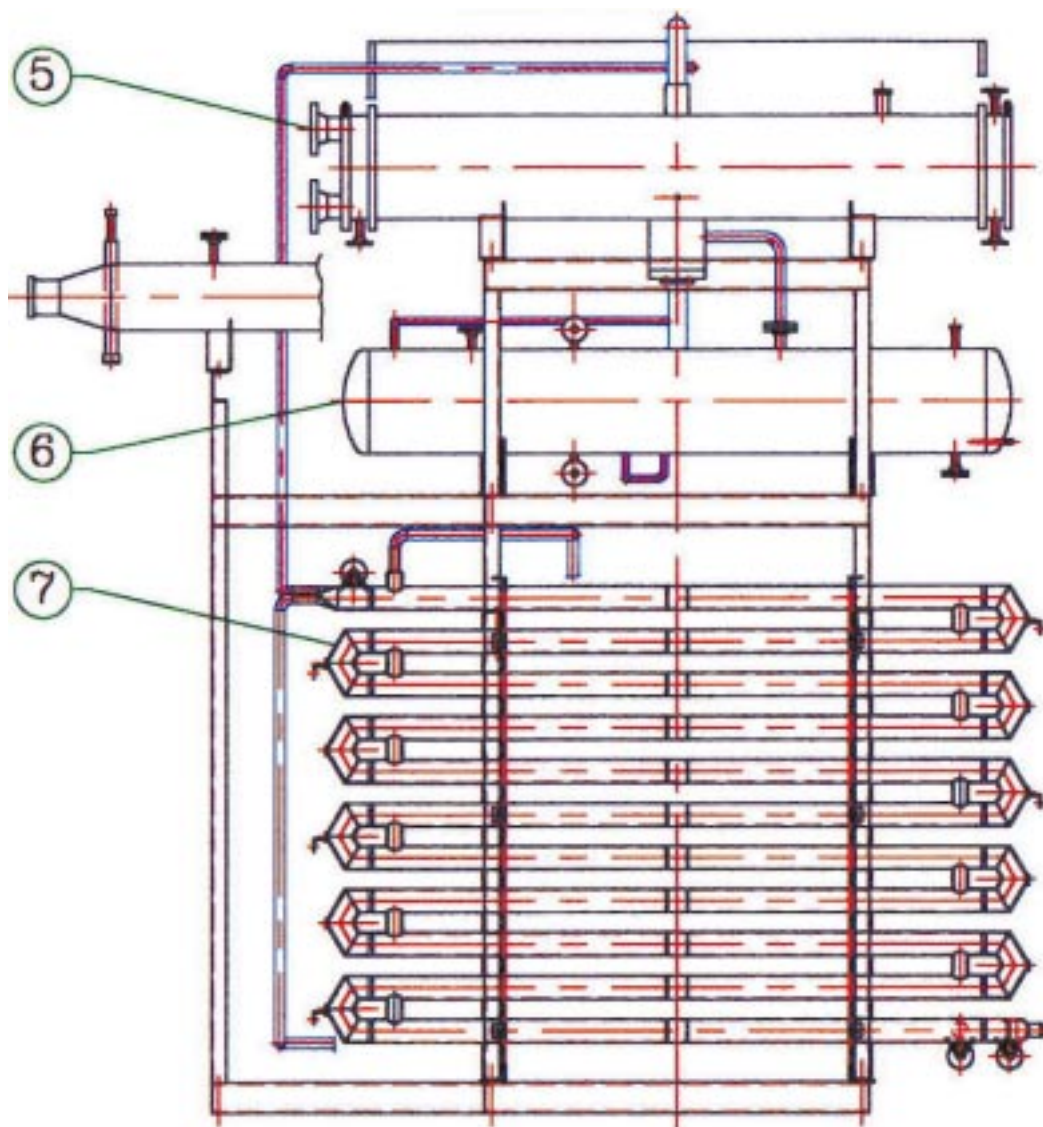
Στον πυθμένα της στήλης απόσταξης ( $I_2$ ) συγκεντρώνεται το αραιό διάλυμα της αμμωνίας, το οποίο αφού περάσει από τον εναλλάκτη θερμότητας (e) και την εκτονωτική διάταξη (p) οδηγείται στον απορροφητή.

Ο κύκλος απορρόφησης διαλύματος αμμωνίας υλοποιείται στην εγκατάσταση που παρουσιάζεται σε διάφορες όψεις στα σχήματα 5.15α έως 5.15δ. Τα εξαρτήματα που φαίνονται στα σχήματα αυτά είναι :

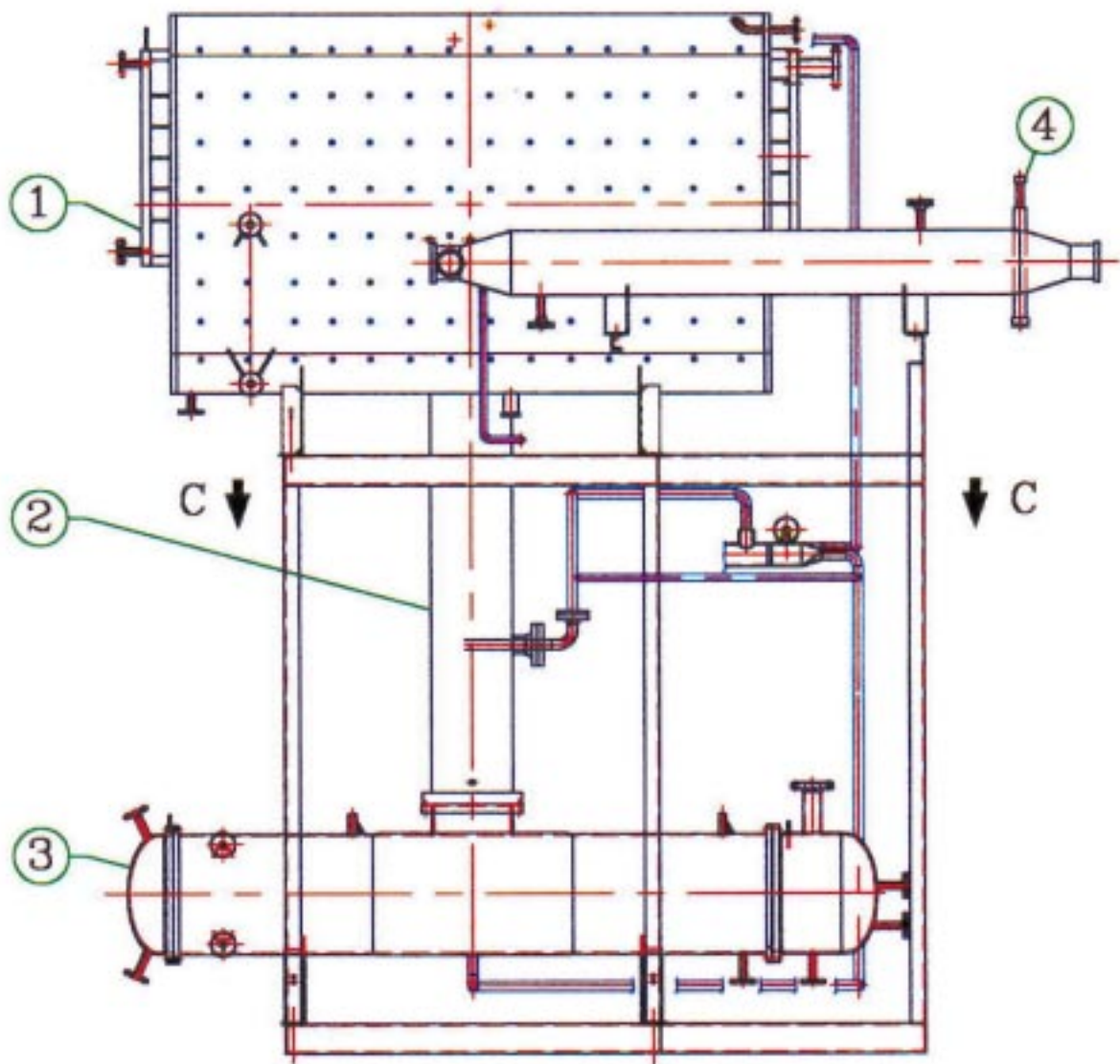


**Σχήμα 5.15α:** Πρόοψη ψυκτικής μονάδας απορρόφησης διαλύματος αμμωνίας (πηγή *Transparent*)

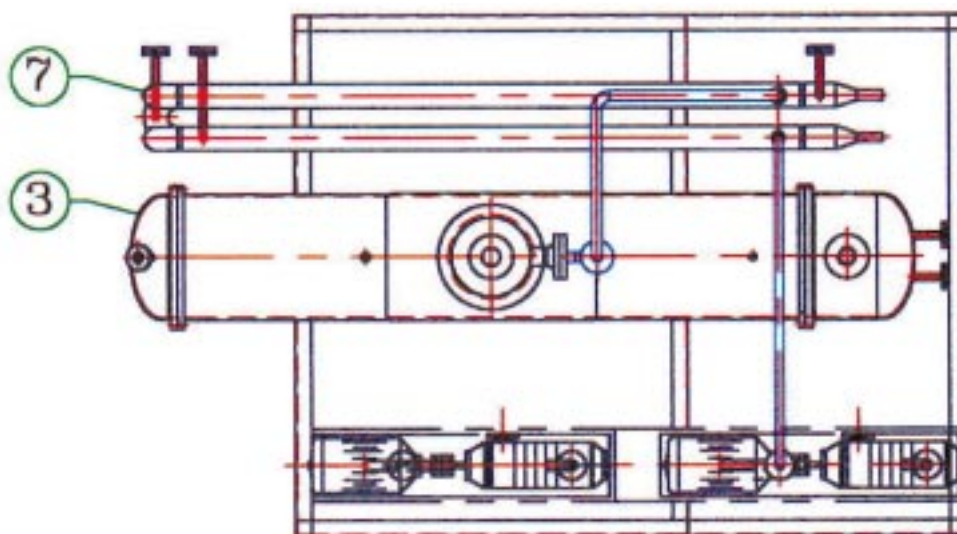
- 1: Απορροφητής
- 2: Στήλη απόσταξης
- 3: Γεννήτρια
- 4: Διάταξη υπόψυξης
- 5: Συμπυκνωτής
- 6: Δοχείο υποδοχής
- 7: Εναλλάκτης θερμότητας διαλύματος



**Σχήμα 5.156:** Δεξιά πλάγια όψη ψυκτικής μονάδας απορρόφησης διαλύματος αμμωνίας  
(πηγή Transparent)



Σχήμα 5.15γ: Αριστερή πλάγια όψη ψυκτικής μονάδας απορρόφησης διαλύματος αμμωνίας (πηγή Transparent)



**Σχήμα 5.15δ:** Κάτοψη σε τομή (CC) εγκατάστασης απορρόφησης διαλύματος αμμωνίας (πηγή Transparent)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ψυκτικές μονάδες απορρόφησης αποτελούν μια εναλλακτική λύση για τις εγκαταστάσεις κλιματισμού και ψύξης σε περιπτώσεις που είναι διαθέσιμη θερμική ενέργεια σε χαμηλό κόστος. Καταναλώνουν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τις “κλασικές” ψυκτικές μονάδες συμπίεσης και δε χρησιμοποιούν ψυκτικά ρευστά CFC που βλάπτουν το όζον της ατμόσφαιρας.

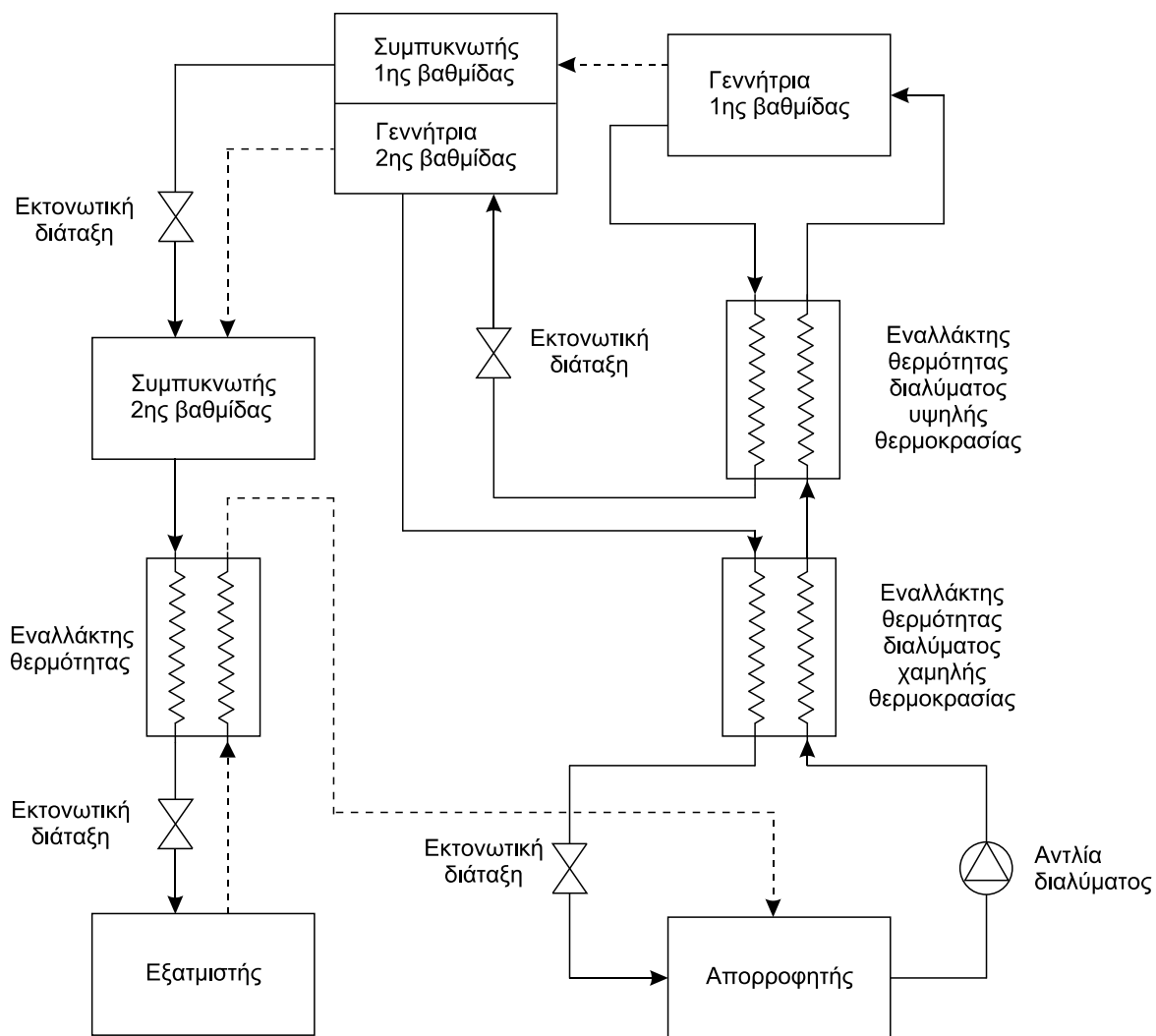
Στον ψυκτικό κύκλο απορρόφησης ο απορροφητής, η γεννήτρια ατμών και η αντλία διαλύματος αντικαθιστούν το συμπιεστή που χρησιμοποιείται στον ψυκτικό κύκλο συμπίεσης. Ωστόσο και στους δύο ψυκτικούς κύκλους παράγεται ψύξη με την εξάτμιση ενός ψυκτικού ρευστού στον εξατμιστή σε χαμηλή πίεση, ενώ η θερμότητα του ψυκτικού ρευστού αποβάλλεται κατά τη συμπύκνωσή του στο συμπυκνωτή σε υψηλότερη πίεση.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάσθηκαν σχηματικά διαγράμματα, σχέδια και τεχνικά χαρακτηριστικά ψυκτικών μονάδων απορρόφησης μίας και δύο βαθμίδων που χρησιμοποιούν διαλύματα νερού – αμμωνίας και νερού - βρωμιούχο λιθίου.



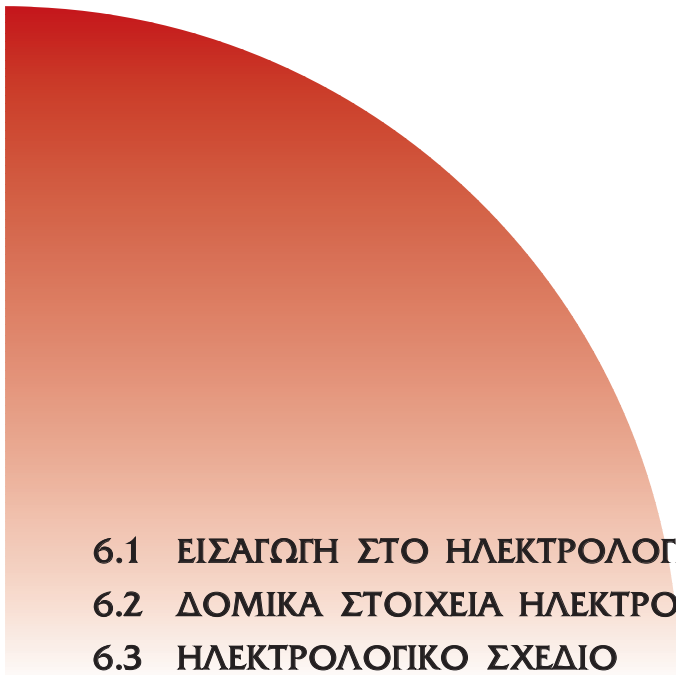
**ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

1. Σχεδιάστε την ψυκτική μονάδα απορρόφησης που παριστάνεται στο σχήμα 5.2.
2. Σχεδιάστε την ψυκτική μονάδα απορρόφησης που παριστάνεται στο σχήμα 5.4.
3. α) Σχεδιάστε την ψυκτικής μονάδα απορρόφησης που παριστάνεται στο ψυκτικό διάγραμμα του σχήματος 5.16.  
β) Εξηγείστε τον τρόπο λειτουργίας της. Σε τι διαφέρει αυτός ο ψυκτικός κύκλος από εκείνον του σχήματος 5.4 ;
4. Σχεδιάστε το σχεδιάγραμμα σωληνώσεων μιας εγκατάστασης κλιματισμού με ψυκτική μονάδα απορρόφησης.
5. Συγκρίνετε τις επιδόσεις και τις συνθήκες λειτουργίας των ψυκτών απορρόφησης των παραγράφων 5.4.1, 5.4.2 και 5.4.3.
6. Χωρισμένοι σε ομάδες αναζητείστε τεχνικά εγχειρίδια ψυκτών νερού που λειτουργούν με απορρόφηση. Για ένα διβάθμιο ψύκτη έμμεσης θέρμανσης (που θερμαίνεται με ατμό ή ζεστό νερό), με βάση το αντίστοιχο τεχνικό εγχειρίδιο, σχεδιάστε :  
α) Το σχεδιάγραμμα σωληνώσεων για παροχή ατμού.  
β) Το σχεδιάγραμμα σωληνώσεων για παροχή ζεστού νερού.  
γ) Το σχεδιάγραμμα σωληνώσεων για σύνδεση του ψύκτη με πύργο ψύξης.
7. Χωρισμένοι σε ομάδες αναζητείστε σχέδια και τεχνικά χαρακτηριστικά για μονάδες απορρόφησης στο Διαδίκτυο. Αξιολογείστε τις επιδόσεις τους. Πως διαφοροποιούνται οι συνθήκες λειτουργίας και ο συντελεστής απόδοσης των διαφόρων μονάδων απορρόφησης ανάλογα με :  
α) Το διάλυμα ψυκτικού ρευστού – απορροφητικού μέσου που χρησιμοποιούν.  
β) Τον αριθμό των βαθμίδων που διαθέτουν.



**Σχήμα 5.16:** Διάγραμμα ψυκτικής μονάδας απορρόφησης

# ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

- 
- 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ
  - 6.2 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
  - 6.3 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ







- ✓ Να αναγνωρίζετε από το ηλεκτρολογικό σχέδιο τη δομή των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.
- ✓ Να αναγνωρίζετε από το ηλεκτρολογικό σχέδιο τα εξαρτήματα των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και τη λειτουργία τους.

## 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Ο στόχος του ηλεκτρολογικού σχεδίου είναι να παρουσιάσει με σαφήνεια και κατά τρόπο παραστατικό με χρήση συμβόλων, τις ιδέες του μελετητή σχετικά με μία ηλεκτρολογική εγκατάσταση. Η εκπόνηση των ηλεκτρολογικών σχεδίων είναι δουλειά του μελετητή ή του κατασκευαστή ενός ηλεκτρικού μηχανήματος. Ωστόσο ο εγκαταστάτης τεχνικός ή ο τεχνικός συντήρησης θα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει από τα σχέδια τη δομή και λειτουργία μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης καθώς και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται.

Για να μπορεί ένας τεχνικός να 'διαβάζει' το ηλεκτρολογικό σχέδιο θα πρέπει να γνωρίζει τους κανόνες σχεδίασης και το συμβολισμό των εξαρτημάτων. Ένα σχέδιο, όμως, είναι κατανοητό όταν χρησιμοποιεί κανόνες και σύμβολα γνωστά και αποδεκτά από όλους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση τυποποιημένων συμβόλων. Η τυποποίηση που θα χρησιμοποιηθεί στο κεφάλαιο αυτό όπως και στο επόμενο, είναι η τυποποίηση που προτείνουν η Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (IEC = International Electrotechnical Commission) και οι Γερμανικοί Βιομηχανικοί Κανονισμοί (DIN = Deutsche Industrie Normen). Τα ηλεκτρολογικά σύμβολα των δύο παραπάνω τυποποιήσεων είναι σχεδόν ίδια μεταξύ τους και είναι αυτά που χρησιμοποιούνται και στην Ελλάδα.

Τα ηλεκτρολογικά σχέδια κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Τα σχέδια των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων που θα εξετασθούν στο παρόν κεφάλαιο,
- Τα σχέδια σύνδεσης ηλεκτρικών μηχανών και αυτοματισμών που θα εξετασθούν στο κεφάλαιο 7.

Σαν ηλεκτρολογική εγκατάσταση εσωτερικού χώρου θεωρείται η κατασκευή εγκατάστασης παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε καταναλώσεις που βρίσκονται σε κτίρια ή γενι-

κά σε κλειστούς χώρους. Η μορφή και τα δομικά στοιχεία μίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης εξαρτώνται από τις απαιτήσεις του καταναλωτή και προσδιορίζονται μετά από κατάλληλη μελέτη. Μία μορφή συμβολικής αποτύπωσης αυτής της μελέτης είναι το ηλεκτρολογικό σχέδιο της εσωτερικής εγκατάστασης.

Το ηλεκτρολογικό σχέδιο είναι απαραίτητο για:

- να μπορεί η ΔΕΗ ή άλλοι αρμόδιοι φορείς να ελέγχουν την ορθότητα της μελέτης και να εκδίδουν τη σχετική άδεια ηλεκτροδότησης,
- να επιτρέπει στον εγκαταστάτη τεχνικό να πραγματοποιεί με ακρίβεια και ευκολία την εγκατάσταση και
- να παρέχει τη δυνατότητα συντήρησης όπως επίσης και εντοπισμού και επιδιόρθωσης βλαβών.

## 6.2 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Οι διατάξεις οι οποίες απαρτίζουν μία ηλεκτρολογική εγκατάσταση κατατάσσονται ανάλογα με τη λειτουργία τους σε τέσσερις ομάδες:

- **τις διατάξεις διακοπής** (διακόπτες, αποζεύκτες, διακόπτες φορτίου, διακόπτες ελέγχου κλπ),
- **τις διατάξεις προστασίας** (ασφάλειες, ασφαλειοαποζεύκτες, μικροαυτόματοι κλπ),
- **τις διατάξεις διανομής** της ηλεκτρικής ενέργειας (γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ρευματοδότες) και
- **τις διατάξεις κατανάλωσης** της ηλεκτρικής ενέργειας (φωτιστικά σώματα, ηλεκτρικές συσκευές, κινητήρες κλπ).

Όλα τα παραπάνω ηλεκτρολογικά εξαρτήματα και συσκευές που περιέχονται σε ένα σχέδιο συμβολίζονται με ένα κωδικό γράμμα του αγγλικού αλφάβητου. Το γράμμα αυτό δηλώνει τη λειτουργία που εκτελεί το συγκεκριμένο εξάρτημα και καθορίζεται από διεθνείς κανονισμούς (CEI 113-2, DIN 40719). Στον πίνακα 6.1 δίνεται ο συμβολισμός για διάφορους τύπους ηλεκτρολογικών και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων.

**Πίνακας 6.1:** Τυποποιημένος συμβολισμός ηλεκτρικών συσκευών και διατάξεων.

| Κωδικό γράμμα | Τύπος εξαρτήματος ή συσκευής                                  | Παράδειγμα   |
|---------------|---|--|
| A             | Κατασκευαστικά υποσύνολα ή μέρη υποσυνόλων                    | Ενσωματούμενες κάρτες ηλεκτρικών - ηλεκτρονικών εξαρτημάτων  |
| B             | Μετατροπείς ηλεκτρικών μεγεθών σε μη ηλεκτρικά και αντίστροφα | Ανιχνευτές, θερμοστοιχεία, θερμοαντιστάσεις, ταχύμετρα, ροόμετρα, πιεσόμετρα κλπ.                                    |
| C             | Πυκνωτές  |  |
| D             | Συστήματα καθυστέρησης, συσκευές μνήμης, δυαδικά στοιχεία     | Χρονοστοιχεία, συσκευές ψηφιακής τεχνικής  |
| E             | Διάφορες συσκευές   | Συσκευές που δεν κωδικοποιούνται από τα υπόλοιπα γράμματα αυτού του πίνακα όπως στοιχεία θέρμανσης, ανεμιστήρες κλπ. |
| F             | Διατάξεις προστασίας  | Ασφάλειες, ηλεκτρονόμοι προστασίας, ασφαλειοδιακόπτες κλπ.   |
| G             | Γεννήτριες  | Περιστροφικές γεννήτριες, συστήματα τροφοδοσίας, μετατροπείς ισχύος  |
| H             | Συστήματα προειδοποίησης                                      | Ηχητικά και οπτικά σήματα αναγγελίας, ενδεικτικές λυχνίες, βομβητές και σειρήνες                                     |
| K             | Ηλεκτρονόμοι  | Ηλεκτρονόμοι ισχύος, ηλεκτρονόμοι ελέγχου  |
| L             | Επαγωγή   |  |
| M             | Κινητήρες   | Μονοφασικοί και τριφασικοί κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος, και κινητήρες συνεχούς ρεύματος                        |

(Ο πίνακας συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα)

**Πίνακας 6.1:** Τυποποιημένος συμβολισμός ηλεκτρικών συσκευών και διατάξεων  
(συνέχεια από την προηγούμενη σελίδα).

| Κωδικό γράμμα | Τύπος εξαρτήματος ή συσκευής                     | Παράδειγμα  |
|---------------|--|---|
| N             | Ενισχυτές και ελεγκτές                           | Ενισχυτές ισχύος, ενισχυτές ρεύματος, ηλεκτρονικοί και ηλεκτρομηχανικοί ελεγκτές                  |
| P             | Όργανα μέτρησης και διατάξεις ελέγχου            | Αναλογικά, ψηφιακά όργανα μέτρησης και καταγραφής και ενδείκτες                                   |
| Q             | Διατάξεις μεταγωγής και διακοπής μεγάλης ισχύος  | Διακόπτες ισχύος, διακόπτες φορτίου, διακόπτες αστέρα-τριγώνου και διατάξεις προστασίας κινητήρων |
| R             | Αντίσταση  | Σταθερές αντιστάσεις, μεταβλητές αντιστάσεις  |
| S             | Διακόπτες  | Διακόπτες, μεταγωγείς, διακόπτες επιλογής, ωστικοί διακόπτες κλπ.                                 |
| T             | Μετασχηματιστές                                  | Μετασχηματιστές ισχύος, μετασχηματιστές προσαρμογής   |
| U             | Μετατροπείς σημάτων                              | Διαμορφωτές συχνότητας, μετατροπείς αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά, συσκευές κωδικοποίησης κλπ.    |
| X             | Ακροδέκτες, βύσματα και πρίζες                   |   |
| Y             | Μηχανικές συσκευές που ενεργοποιούνται ηλεκτρικά | Ηλεκτροβαλβίδες, ηλεκτροβάνες, ηλεκτροκίνητα μεταβλητά πηνία κλπ.                                 |

Για παράδειγμα σε ένα σχέδιο υπάρχει ο διακόπτης 'S', η ασφάλεια 'F' ή ο μετασχηματιστής 'T'. Αν στο σχέδιο υπάρχουν περισσότερα από ένα εξαρτήματα του ίδιου είδους, τότε αυτά σημαίνονται με το γράμμα που τους αντιστοιχεί και ένα αύξοντα αριθμό π.χ. αν στο σχέδιο υπάρχουν τρεις ασφάλειες αυτές ονομάζονται 'F1', 'F2' και 'F3'. Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφεται περιληπτικά η λειτουργία των πιο βασικών ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων και παρατίθενται τα σύμβολα τους.

### 6.2.1 Βαθμός προστασίας ηλεκτρικών συσκευών

Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές και διατάξεις είναι κατασκευασμένες έτσι ώστε αφενός να προστατεύονται οι ίδιες από το περιβάλλον (σκόνη, υγρασία και νερό) και αφετέρου να προστατεύουν τον άνθρωπο από τυχαία και μη σκόπιμη επαφή με επικίνδυνα τμήματά τους.

Ο βαθμός προστασίας που παρέχει μία ηλεκτρική διάταξη έχει τυποποιηθεί διεθνώς και χαρακτηρίζεται με τα γράμματα IP (International Protection) που ακολουθούνται από δύο ψηφία X και Y. Το πρώτο ψηφίο X περιγράφει την προστασία που προσφέρει η συσκευή αναφορικά με την είσοδο ξένων σωμάτων ή την επαφή με τον άνθρωπο. Το δεύτερο ψηφίο Y περιγράφει την προστασία της συσκευής από είσοδο νερού. Στον πίνακα 6.2 περιγράφονται αναλυτικά οι διάφοροι βαθμοί προστασίας που παρέχουν οι ηλεκτρικές διατάξεις.

Για παράδειγμα μία ηλεκτρική συσκευή με βαθμό προστασίας IP23 είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο σε αντικείμενα με διαστάσεις μεγαλύτερες από 12 mm, αποκλείει την επαφή του ανθρώπινου σώματος (έστω και με το δάκτυλο) με τμήματα της συσκευής, και δεν επιτρέπει την είσοδο νερού όταν αυτό πέφτει σε μορφή σταγόνων και γωνία μικρότερη των 60° από την κατακόρυφο.

**Πίνακας 6.2:** Βαθμοί προστασίας ηλεκτρικών συσκευών και διατάξεων.

| Ψηφίο X | Περιγραφή βαθμού προστασίας  |
|---------|--|
| 0       | Καμία προστασία.   |
| 1       | Δεν εισέρχονται αντικείμενα μεγαλύτερα από 50 mm. Αποκλείεται η επαφή με το ανθρώπινο σώμα αλλά όχι και με τα δάκτυλα.                             |
| 2       | Δεν εισέρχονται αντικείμενα μεγαλύτερα από 12 mm. Αποκλείεται η επαφή με τα δάκτυλα.   |
| 3       | Δεν εισέρχονται αντικείμενα μεγαλύτερα από 2,5 mm. Αποκλείεται η επαφή του ανθρώπινου σώματος μέσω εργαλείων με διαστάσεις μεγαλύτερες των 2,5 mm. |
| 4       | Δεν εισέρχονται αντικείμενα μεγαλύτερα από 1 mm. Αποκλείεται η επαφή του ανθρώπινου σώματος μέσω εργαλείων με διαστάσεις μεγαλύτερες του 1 mm.     |
| 5       | Δεν εισέρχεται πολλή σκόνη. Αποκλείεται εντελώς η επαφή του ανθρώπινου σώματος.  |
| 6       | Δεν εισέρχεται καθόλου σκόνη. Αποκλείεται εντελώς η επαφή του ανθρώπινου σώματος.  |

(Ο πίνακας συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα)

**Πίνακας 6.2:** Βαθμοί προστασίας ηλεκτρικών συσκευών και διατάξεων.  
(συνέχεια από την προηγούμενη σελίδα).

| Ψηφίο Υ | Περιγραφή βαθμού προστασίας  |
|---------|--|
| 0       | Καμία προστασία.   |
| 1       | Δεν εισέρχονται σταγόνες νερού που πέφτουν κατακόρυφα.   |
| 2       | Δεν εισέρχονται σταγόνες νερού που πέφτουν με κλίση μικρότερη των $15^\circ$ ως προς την κατακόρυφο. |
| 3       | Δεν εισέρχονται σταγόνες νερού που πέφτουν με κλίση μικρότερη των $60^\circ$ ως προς την κατακόρυφο. |
| 4       | Δεν εισέρχεται νερό που ψεκάζεται από όλες τις κατευθύνσεις.   |
| 5       | Δεν εισέρχεται νερό που ρέει από όλες τις κατευθύνσεις.  |
| 6       | Δεν εισέρχεται νερό από παροδική πλημμύρα.   |
| 7       | Δεν εισέρχεται νερό σε παροδικό εμβαπτισμό.  |
| 8       | Δεν εισέρχεται νερό σε μόνιμο εμβαπτισμό.  |

### 6.2.2 Διακόπτες

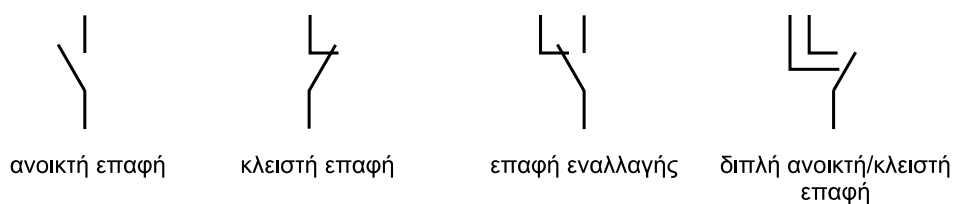
Οι διακόπτες είναι διατάξεις που διακόπτουν (ανοίγουν) ή αποκαθιστούν (κλείνουν) ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Ανάλογα με τον τρόπο που ενεργοποιούνται διακρίνονται σε χειροκίνητους και αυτόματους. Οι χειροκίνητοι διακόπτες ενεργοποιούνται από τον άνθρωπο. Ανάλογα με τον τρόπο ενεργοποίησης διακρίνονται σε διακόπτες πίεσης, περιστροφικούς διακόπτες, διακόπτες με μοχλό, διακόπτες με κλειδί. Οι αυτόματοι διακόπτες ενεργοποιούνται από ένα ηλεκτρικό σήμα που θα μπορούσε να προέρχεται από ένα αισθητήριο πίεσης, θερμοκρασίας, στάθμης, κίνησης ή από ένα ρολόι.

Ανάλογα με τη λειτουργία τους μπορούν να διακριθούν σε διακόπτες κυκλωμάτων ισχύος (διακόπτες ισχύος, διακόπτες φορτίου, εκκινητές, αποζεύκτες) και διακόπτες κυκλωμάτων ελέγχου (χρονοδιακόπτες, πιεζοδιακόπτες, φλοτεροδιακόπτες κλπ).

Κατασκευαστικά οι διακόπτες αποτελούνται από μία ή περισσότερες επαφές και το μηχανισμό που τις ανοιγοκλείνει. Οι επαφές ανάλογα με τη λειτουργία τους χαρακτηρίζονται σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα ως (σχήμα 6.1):

- **Επαφή κανονικά ανοικτή ή ανοικτή επαφή ή επαφή εργασίας** (N/O = normally open). Η επαφή φέρει δύο ακροδέκτες. Είναι ανοικτή όταν ο διακόπτης δεν είναι ενεργοποιημένος και κλείνει με την ενεργοποίησή του.

- **Επαφή κανονικά κλειστή ή κλειστή επαφή ή επαφή ηρεμίας (N/C = normally closed).** Η επαφή φέρει δύο ακροδέκτες. Είναι κλειστή όταν ο διακόπτης δεν είναι ενεργοποιημένος και ανοίγει με την ενεργοποίηση του.
- **Επαφή εναλλαγής ή απλή επαφή διπλής ενέργειας (C/O = change over).** Η επαφή φέρει τρεις ακροδέκτες. Συνδυάζει μία ανοικτή και μία κλειστή επαφή ηλεκτρικά συνδεδεμένες μεταξύ τους.
- **Διπλή ανοικτή/κλειστή επαφή.** Η επαφή φέρει τέσσερις ακροδέκτες. Συνδυάζει μία ανοικτή και μία κλειστή επαφή οι οποίες όμως δεν είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένες μεταξύ τους.



**Σχήμα 6.1:** Επαφές ταξινομημένες σύμφωνα με τη λειτουργία τους και σύμβολά τους

**Πίνακας 6.3:** Σύμβολα διακοπών φωτισμού.

| Σύμβολο | Επεξήγηση λειτουργίας        | Σύμβολο | Επεξήγηση λειτουργίας                        |
|---------|------------------------------|---------|--|
|         | Διακόπτης μονοπολικός        |         | Διακόπτης με επιστροφή (αλλέ-ρετούρ)         |
|         | Διακόπτης διπολικός          |         | Διακόπτης με επιστροφή μεσαίος (αλλέ-ρετούρ) |
|         | Διακόπτης τριπολικός         |         | Διακόπτης με επιστροφή τραβηκτός             |
|         | Διακόπτης ομάδων             |         | Διακόπτης κουμπί (μπουτόν)                   |
|         | Διακόπτης σειράς (κομιτατέρ) |         | Διακόπτης κουμπί με ενδεικτική λυχνία        |



Οι διακόπτες επιλέγονται σύμφωνα με:

- τον αριθμό των επαφών,
- την τάση λειτουργίας,
- το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας,
- το θερμικό ρεύμα λειτουργίας και
- τη διάρκεια ζωής

Στις εσωτερικές ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται συνήθως διακόπτες φωτισμού. Στον πίνακα 6.3 δίνονται τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα σύμβολα διακοπών φωτισμού.

### 6.2.3 Διατάξεις προστασίας

Οι διατάξεις προστασίας είναι διατάξεις που προστατεύουν την ηλεκτρολογική εγκατάσταση από υπερεντάσεις ρεύματος, υπερφορτίσεις και βραχυκυκλώματα. Ταξινομούνται στις ασφάλειες τήξης και τους αυτόματους διακόπτες.









Οι ασφάλειες τήξης είναι διατάξεις προστασίας αγωγών και συσκευών από υπερφορτίσεις και βραχυκυκλώματα. Υπάρχουν σε διάφορους τύπους όπως τις κοχλιωτές μεγάλης διαμέτρου (τύπος D), τις κοχλιωτές μικρής διαμέτρου (τύπος DO), τις μαχαιρωτές (τύπος NH), και τις γυάλινες κυλινδρικές (τύπου G). Ανάλογα με τον τύπου κατασκευάζονται για ονομαστικές τιμές εντάσεων ρεύματος από 2 έως 200 A. Οι ασφάλειες επιλέγονται σύμφωνα με:

- τον τύπο,
- την τάση λειτουργίας,
- την ονομαστική ένταση ρεύματος,
- τη χαρακτηριστική χρόνου-ρεύματος (σε πόσο χρόνο λιώνει το σύρμα τις ασφάλειας για συγκεκριμένο ρεύμα)

Οι αυτόματοι διακόπτες είναι διατάξεις που προστατεύουν τους αγωγούς και τις συσκευές από βραχυκυκλώματα και υπερφορτίσεις. Για την προστασία από βραχυκυκλώματα ο αυτόματος διακόπτης φέρει ηλεκτρομαγνητικό σύστημα το οποίο επιτρέπει την ενεργοποίηση της διακοπής σε πολύ μικρό χρόνο (2 έως 10 msec) όταν το ρεύμα υπερβεί κάποια συγκεκριμένη τιμή πολλαπλάσια της ονομαστικής τιμής ρεύματος. Για την προστασία έναντι της υπερφόρτισης, ο αυτόματος διακόπτης φέρει διμεταλλικό θερμικό στοιχείο που ενεργοποιεί το διακόπτη όταν το ρεύμα υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή. Ο χρόνος ενεργοποίησης μπορεί να είναι από μερικά δευτερόλεπτα έως μερικές ώρες, ανάλογα με το ρεύμα υπερφόρτισης. Η ικανότητα διακοπής (ρεύμα βραχυκυκλώματος) φθάνει τα 10.000 A. Τα κριτήρια επιλογής των αυτόματων διακοπών είναι ίδια με αυτά των ασφαλειών. Στον πί-

νακα 6.4 δίνονται τα σύμβολα των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων διατάξεων προστασίας γραμμών και συσκευών.

**Πίνακας 6.4:** Σύμβολα διατάξεων διακοπής και προστασίας.

| Σύμβολο   | Επεξήγηση λειτουργίας                            | Σύμβολο   | Επεξήγηση λειτουργίας      |
|---|--|---|----------------------------|
|    | Ασφάλεια   |    | Γείωση                     |
|    | Ασφάλεια τριπολική                               |    | Γείωση συσκευής            |
|   | Διακόπτης γενικά                                 |   | Διακόπτης διαφυγής τάσης   |
|  | Προστατευτικός διακόπτης υπερέντασης (αυτόματος) |  | Διακόπτης διαφυγής έντασης |

Οι διακόπτες διαφυγής τάσης και διαφυγής έντασης προστατεύουν τους ανθρώπους από ηλεκτροπληξία και τις συσκευές από πυρκαγιά σε περίπτωση βραχυκυκλώματος λόγω βλάβης σε αγωγό ή συσκευή (π.χ. καταστροφή της μόνωσης). Ο διακόπτης διαφυγής τάσης διακόπτει την παροχή τάσης όταν ανιχνεύσει τάση μεγαλύτερη από 50 Volts ως προς τη γείωση, ενώ ο διακόπτης διαφυγής έντασης διακόπτει την παροχή τάσης όταν η διαρροή προς τη γη ξεπεράσει μία προρυθμιζόμενη ένταση ρεύματος η οποία είναι της τάξης των μερικών δεκάδων mA.

#### 6.2.4 Διατάξεις διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στις καταναλώσεις μέσω των αγωγών. Οι αγωγοί διακρίνονται σε:

- γυμνούς αγωγούς,
- επενδεδυμένους αγωγούς,
- μονωμένους αγωγούς.

Στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται αποκλειστικά μονωμένοι αγωγοί. Οι αγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό και πιο σπάνια από αλουμίνιο

σε τυποποιημένη διατομή. Στον πίνακα 6.5 παρουσιάζονται οι διατομές αγωγών και οι αντίστοιχες μέγιστες επιτρεπόμενες εντάσεις ρεύματος.

**Πίνακας 6.5:** Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς ρεύματος χάλκινων αγωγών με μόνωση (τρεις αγωγοί στον ίδιο σωλήνα ή στο ίδιο καλώδιο σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 30° C).

| Διατομή αγωγού (mm <sup>2</sup> ) | Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση (A) | Διατομή αγωγού (mm <sup>2</sup> ) | Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση (A) |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 0,75                              | 9                               | 25                                | 83                              |
| 1                                 | 11                              | 35                                | 100                             |
| 1,5                               | 14                              | 50                                | 127                             |
| 2,5                               | 20                              | 70                                | 147                             |
| 4                                 | 25                              | 95                                | 181                             |
| 6                                 | 33                              | 120                               | 208                             |
| 10                                | 43                              | 150                               | 238                             |
| 16                                | 60                              | 185                               | 266                             |

Στις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις οι αγωγοί τοποθετούνται πάνω στον τοίχο σε σωλήνες, σχάρες ή στηρίγματα και πάνω στο δάπεδο ή μέσα στο έδαφος. Κατά την εγκατάστασή τους μέσα ή κάτω από το σουβά οι αγωγοί δεν τοποθετούνται απευθείας στο σουβά αλλά μέσα σε συνθετικούς εύκαμπτους ή άκαμπτους σωλήνες. Η διάμετρος του σωλήνα εξαρτάται από τη διατομή του αγωγού που χρησιμοποιείται καθώς επίσης και το πλήθος των αγωγών που διέρχονται από το σωλήνα. Στον πίνακα 6.6 φαίνονται οι εσωτερικές διατομές σωλήνων για αγωγούς διαφόρων διαμέτρων. Μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι όσο αυξάνεται η διατομή και ο αριθμός των αγωγών τόσο αυξάνεται και η διάμετρος του απαιτούμενου σωλήνα.



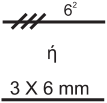









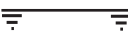







**Πίνακας 6.6:** Απαιτούμενη εσωτερική διάμετρος σωλήνα κατά την εγκατάσταση αγωγών.

| Αριθμός<br>Αγωγών | Διατομή αγωγών (mm <sup>2</sup> ) |      |      |      |    |      |    |    |  |
|-------------------|-----------------------------------|------|------|------|----|------|----|----|--|
|                   | 1,5                               | 2    | 4    | 6    | 10 | 16   | 25 | 35 |  |
| 1                 | 11                                | 11   | 11   | 11   | 11 | 13,5 | 16 | 21 | Εσωτερική<br>διάμετρος<br>σωλήνα<br>(mm) |
| 2                 | 11                                | 13,5 | 13,5 | 13,5 | 16 | 23   | 29 | 36 |  |
| 3                 | 13,5                              | 13,5 | 13,5 | 16   | 16 | 29   | 29 | 42 |  |
| 4                 | 16                                | 16   | 21   | 23   | 29 | 29   | 36 | 48 |  |




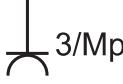








Οι αγωγοί και τα καλώδια προστατεύονται από υπερθέρμανση με ασφάλειες ή αυτόματους θερμικούς διακόπτες, οι ονομαστικές τιμές των οποίων πρέπει να είναι μικρότερες από τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές έντασης ρεύματος που δίνονται στον πίνακα 6.5.

Στον πίνακα 6.7 παρουσιάζονται τα σύμβολα διαφόρων τύπων αγωγών, καθώς και του τρόπου με τον οποίο αυτοί εγκαθίστανται. Οι αγωγοί καταλήγουν σε ρευματοδότη, φωτιστικό σώμα ή συνδέονται απευθείας στην κατανάλωση όταν πρόκειται για ηλεκτρικές συσκευές ισχύος (π.χ. ηλεκτρική κουζίνα, θερμοσίφωνο). Οι ρευματοδότες, όπως και τα φωτιστικά σώματα, συνδέονται κατά ομάδες σε κυκλώματα και προστατεύονται με ασφάλειες κατάλληλης τιμής. Στους πίνακες 6.8 και 6.9 δίνονται τα σύμβολα των πιο κοινά χρησιμοποιούμενων ρευματοδοτών και φωτιστικών σωμάτων, ενώ στον πίνακα 6.10 παρουσιάζονται τα σύμβολα των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών και οργάνων που μπορούν να συνδεθούν σε μια ηλεκτρολογική εγκατάσταση.



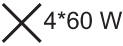






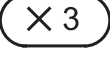
**Πίνακας 6.7:** Σύμβολα αγωγών εσωτερικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.

| Σύμβολο   | Επεξήγηση λειτουργίας                 | Σύμβολο   | Επεξήγηση λειτουργίας                          |
|---|---------------------------------------|---|--|
|    | Αγωγός ισχύος                         |    | Αγωγός σε σωλήνα                               |
|    | Γραμμή τριών αγωγών<br>διατομής 6 mm  |    | Αγωγός ανερχόμενος                             |
|    | Αγωγός γείωσης                        |    | Αγωγός ανερχόμενος<br>τροφοδοσία προς τα πάνω  |
|    | Αγωγός σηματοδότησης                  |    | Αγωγός ανερχόμενος<br>τροφοδοσία προς τα κάτω  |
|  | Αγωγός τηλεφώνου                      |  | Αγωγός κατερχόμενος                            |
|  | Υπόγειος αγωγός (στο έδαφος)          |  | Αγωγός κατερχόμενος<br>τροφοδοσία προς τα πάνω |
|  | Εναέριος αγωγός                       |  | Αγωγός κατερχόμενος<br>τροφοδοσία προς τα κάτω |
|  | Ορατός αγωγός<br>(πάνω στο σουβά)     |  | Διακλάδωση αγωγού                              |
|  | Αόρατος αγωγός<br>(μέσα στο σουβά)    |  | Μετρητής                                       |
|  | Αόρατος αγωγός<br>(κάτω από το σουβά) |  | Πίνακας διανομής                               |





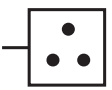
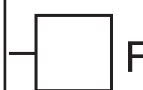
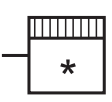
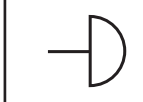
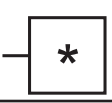
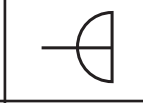
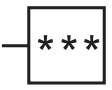

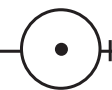
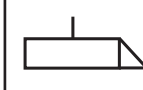


**Πίνακας 6.8:** Σύμβολα ρευματοδοτών και ρευματοληπτών εσωτερικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.

| Σύμβολο   | Επεξήγηση λειτουργίας            | Σύμβολο   | Επεξήγηση λειτουργίας                     |
|---|----------------------------------|---|---|
|    | Ρευματοδότης (πρίζα) απλός       |    | Ρευματοδότης με διακόπτη και μανδάλωση    |
|    | Ρευματοδότης με γείωση (σούκο)   |    | Τριφασικός ρευματοδότης με γείωση (σούκο) |
|    | Ρευματοδότης τριπλός (σούκο)     |    | Ρευματοδότης τηλεφώνου                    |
|   | Ρευματοδότης σε εφεδρεία (σούκο) |   | Ρευματοδότης κεραίας                      |
|  | Διπλός ρευματοδότης              |  | Ρευματολήπτης                             |
|  | Ρευματοδότης με διακόπτη         |  | Ρευματολήπτης με γείωση                   |

**Πίνακας 6.9:** Σύμβολα φωτιστικών σωμάτων εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης.

| Σύμβολο   | Επεξήγηση λειτουργίας                               | Σύμβολο   | Επεξήγηση λειτουργίας                        |
|---|---|---|--|
|    | Φωτιστικό σημείο                                    |    | Φωτιστικό σημείο κινδύνου                    |
|    | Πολλαπλό φωτιστικό σημείο<br>(4 λαμπτήρες των 60 W) |    | Προβολέας                                    |
|    | Φωτιστικό σημείο με διακόπτη                        |    | Φωτιστικό σημείο με δύο<br>κυκλώματα         |
|    | Ρυθμιζόμενο φωτιστικό σημείο                        |    | Λαμπτήρας εκκένωσης<br>(φθορισμού)           |
|  | Φωτιστικό σημείο ασφαλείας                          |  | Πολλαπλός λαμπτήρας<br>εκκένωσης (φθορισμού) |

**Πίνακας 6.10:** Σύμβολα ηλεκτρικών συσκευών και οργάνων εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης.

| Σύμβολο   | Επεξήγηση λειτουργίας         | Σύμβολο   | Επεξήγηση λειτουργίας |
|---|-------------------------------|---|-----------------------|
|    | Ηλεκτρική συσκευή (γενικά)    |    | Ηλεκτρική θερμάστρα   |
|    | Ηλεκτρική συσκευή με διακόπτη |    | Θερμοσυσσωρευτής      |
|    | Ηλεκτρική κουζίνα             |    | Τηλεφωνική συσκευή    |
|   | Κλιματιστική συσκευή          |   | Ηλεκτρικό κουδούνι    |
|  | Ηλεκτρικό ψυγείο              |  | Βομβητής              |
|  | Ηλεκτρικός καταψύκτης         |  | Ηλεκτρικό ρολόι       |
|  | Θερμοσίφωνο                   |  | Ηλεκτρική κλειδαριά   |
|  | Ανεμιστήρας                   |  | Ενδεικτική λυχνία     |

### 6.3 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

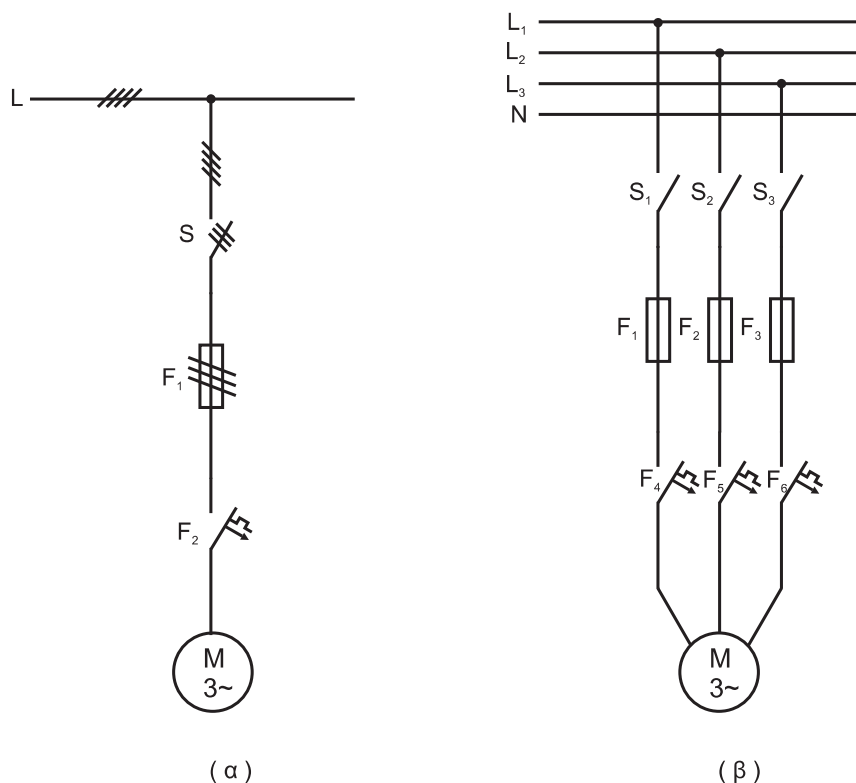
Το ηλεκτρολογικό σχέδιο είναι η γραφική απεικόνιση της ηλεκτρολογικής μελέτης η οποία δίνει πληροφορίες που αφορούν στα δομικά στοιχεία μίας εγκατάστασης. Πιο συγκεκριμένα περιγράφει το είδος των εξαρτημάτων της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, την τοποθέ-



τηση τους στο χώρο, τα υλικά που χρησιμοποιούνται και τις διαστάσεις τους καθώς επίσης και τον τρόπο λειτουργίας της εγκατάστασης.

Για τη γραφική παράσταση του σχεδίου χρησιμοποιούνται τα σύμβολα που δόθηκαν στους παραπάνω πίνακες για τις διάφορες κατηγορίες εξαρτημάτων. Ένα ηλεκτρολογικό κύκλωμα μπορεί να σχεδιασθεί με πολλούς τρόπους. Δύο είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι:

- Το **συνοπτικό ή μονογραμμικό σχέδιο** που είναι μια μονογραμμική παράσταση που περιλαμβάνει μόνο τα ουσιώδη εξαρτήματα του κυκλώματος (σχήμα 6.2 α).
- Το **λειτουργικό ή πολυγραμμικό σχέδιο** του κυκλώματος που είναι μία ολοκληρωμένη παράσταση του κυκλώματος η οποία περιλαμβάνει όλους τους αγωγούς, τα εξαρτήματα και τις διαδρομές του ηλεκτρικού ρεύματος (σχήμα 6.2 β).

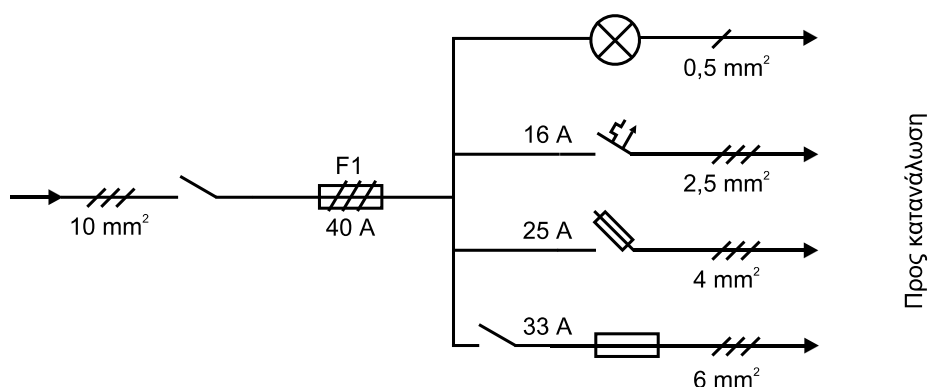


**Σχήμα 6.2:** Μονογραμμικό και το αντίστοιχο πολυγραμμικό σχέδιο ηλεκτρικού κυκλώματος τροφοδότησης και προστασίας γραμμής τριφασικού κινητήρα

Τα φωτιστικά σώματα και οι ρευματοδότες τροφοδοτούνται από ένα ή περισσότερα κυκλώματα. Για την ηλεκτρική κουζίνα, το θερμοσίφωνα και τα θερμαντικά σώματα προβλέπονται χωριστά κυκλώματα. Όλα τα κυκλώματα προστατεύονται από τις προβλεπόμενες από τη μελέτη διατάξεις ελέγχου και προστασίας που βρίσκονται τοποθετημένες στον ηλεκτρικό πίνακα διανομής.

### 6.3.1 Σχέδιο ηλεκτρικού πίνακα διανομής

Ο ηλεκτρικός πίνακας διανομής είναι η σημαντικότερη διάταξη μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και χρησιμοποιείται για τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στην κατανάλωση. Ο πίνακας περιέχει τα μέσα προστασίας (ασφάλειες, διακόπτες, αυτόματους), τα μέσα ελέγχου (χρονοδιακόπτες, ενδεικτικές λυχνίες), τα όργανα μέτρησης (αμπερόμετρα, βολτόμετρα) και γενικά όλα εκείνα τα μέσα που είναι απαραίτητα για την απρόσκοπτη λειτουργία της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Στο σχήμα 6.3 παρουσιάζεται το ηλεκτρικό διάγραμμα ενός απλού πίνακα.



Σχήμα 6.3: Μονογραμμικό σχέδιο ηλεκτρικού πίνακα διανομής

Για τις μικρές καταναλώσεις ένας πίνακας είναι αρκετός. Όταν όμως οι καταναλώσεις είναι πολλές και είναι διασκορπισμένες σε πολλούς χώρους τότε είναι απαραίτητο για λειτουργικούς λόγους να υπάρχουν περισσότεροι από ένας πίνακες. Σε αυτήν την περίπτωση η λειτουργία των επί μέρους πινάκων ομαδοποιείται. Έτσι επιπλέον του κύριου πίνακα, μπορεί να υπάρχουν ο πίνακας φωτισμού, ο πίνακας της κίνησης ή ο πίνακας της κλιματιστικής εγκατάστασης (σχήμα 6.4).

### 6.3.2 Σχέδιο εσωτερικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

Το ηλεκτρολογικό σχέδιο μιας εγκατάστασης συνήθως αποτελείται από το σχέδιο εγκατάστασης και το σχέδιο κατανομής κυκλωμάτων.

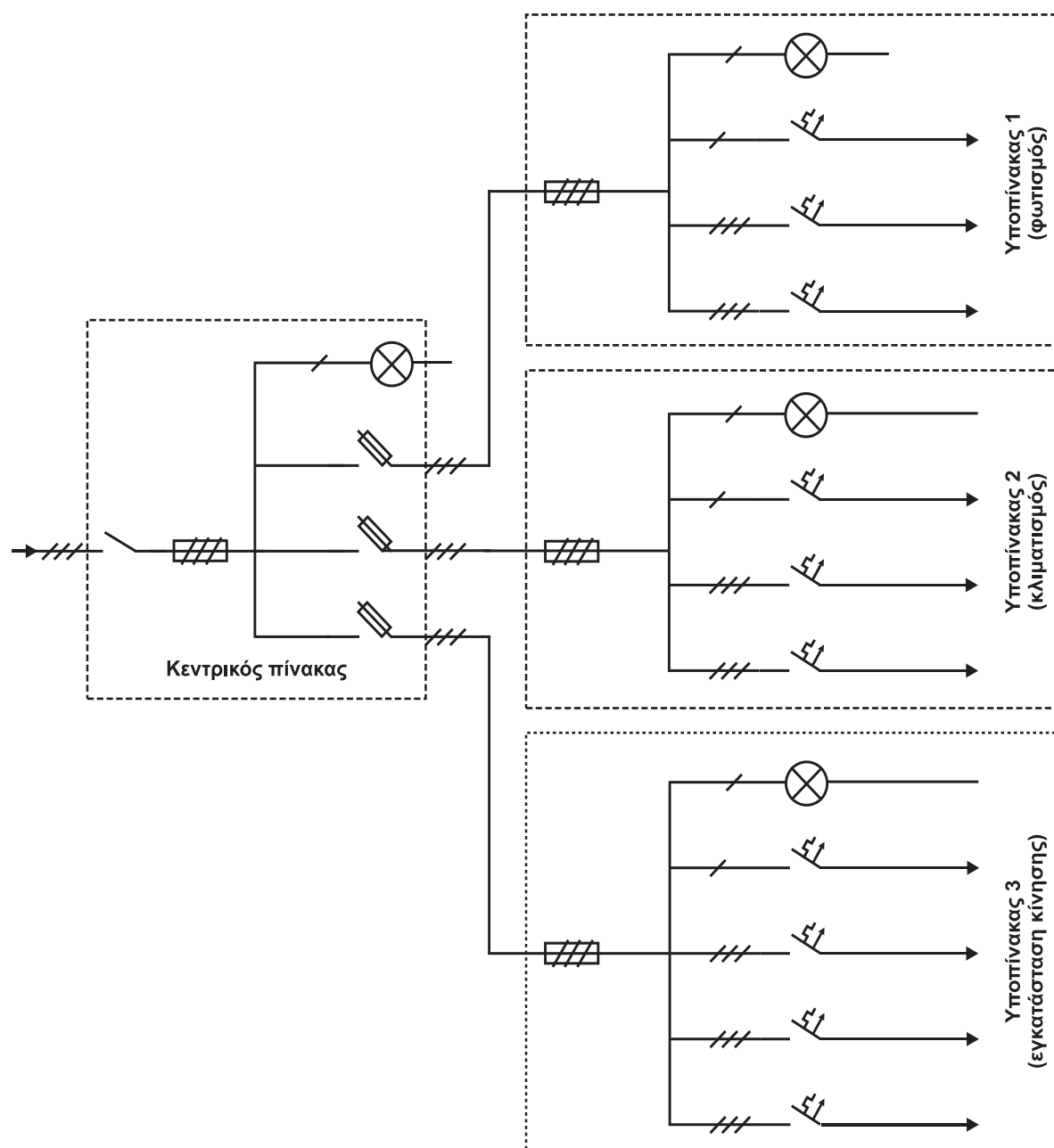
Το **σχέδιο της εγκατάστασης** γίνεται πάνω σε μία κάτοψη του αρχιτεκτονικού σχεδίου του κτιρίου και περιλαμβάνει:

- τη θέση των φωτιστικών σωμάτων, διακοπών και ρευματοληπτών της εγκατάστασης (πολλές φορές η θέση καθορίζεται μέσω διαστάσεων που καταχωρούνται στο σχέδιο),
- τη θέση και την ισχύ των καταναλώσεων,
- τη διαδρομή, τη διατομή, το πλήθος και την τοποθέτηση των αγωγών,

- τη θέση του πίνακα ή των πινάκων διανομής.

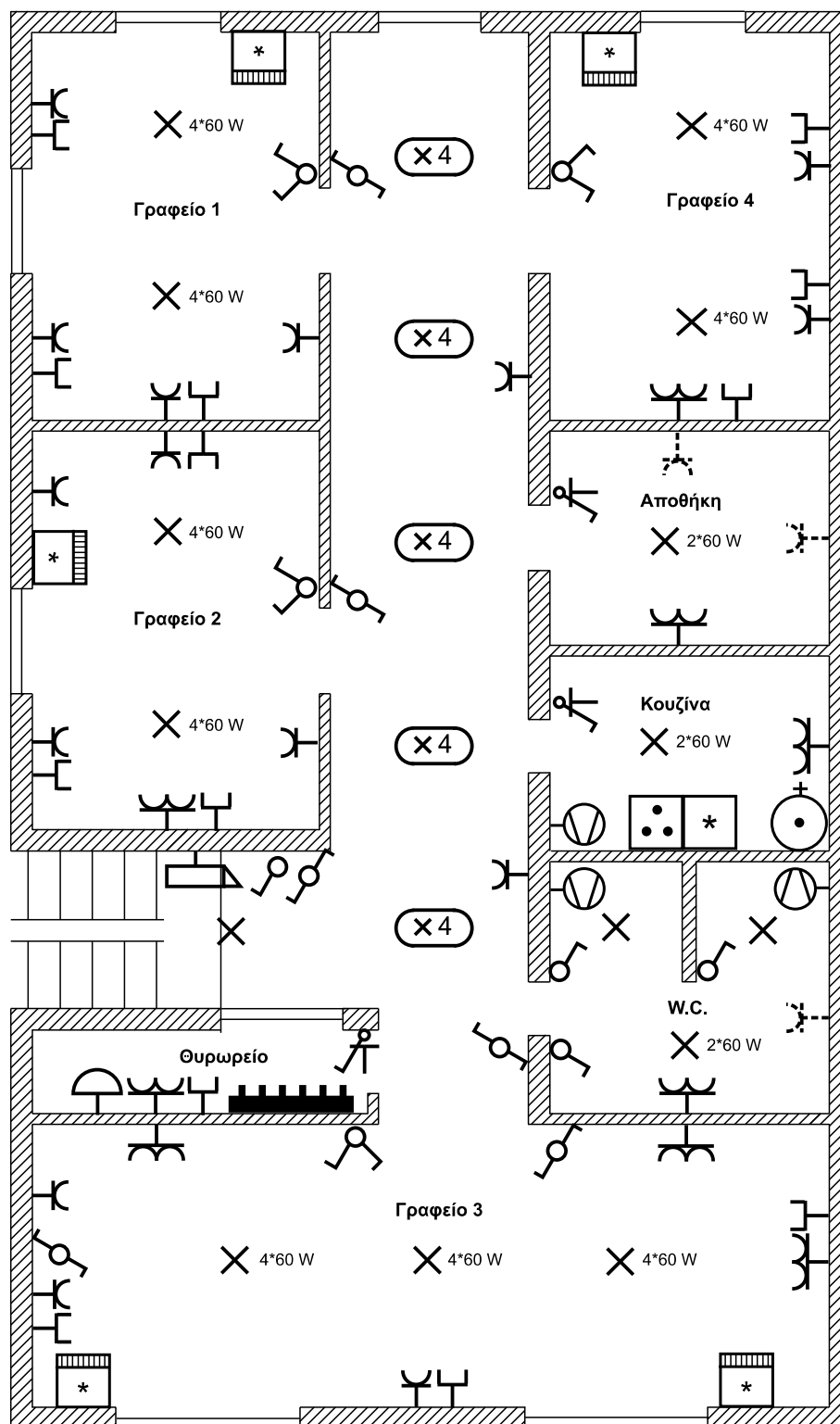
Το **σχέδιο κατανομής κυκλωμάτων** είναι ένα μονογραμμικό σχέδιο που περιλαμβάνει:

- τον πίνακα διανομής με όλα τα δομικά στοιχεία του,
- τη σύνδεση του πίνακα διανομής με την παροχή της ΔΕΗ,
- τα κυκλώματα που τροφοδοτεί ο πίνακας διανομής,
- τη διάταξη και διατομή των αγωγών,
- τις καταναλώσεις που τροφοδοτούν οι αγωγοί.

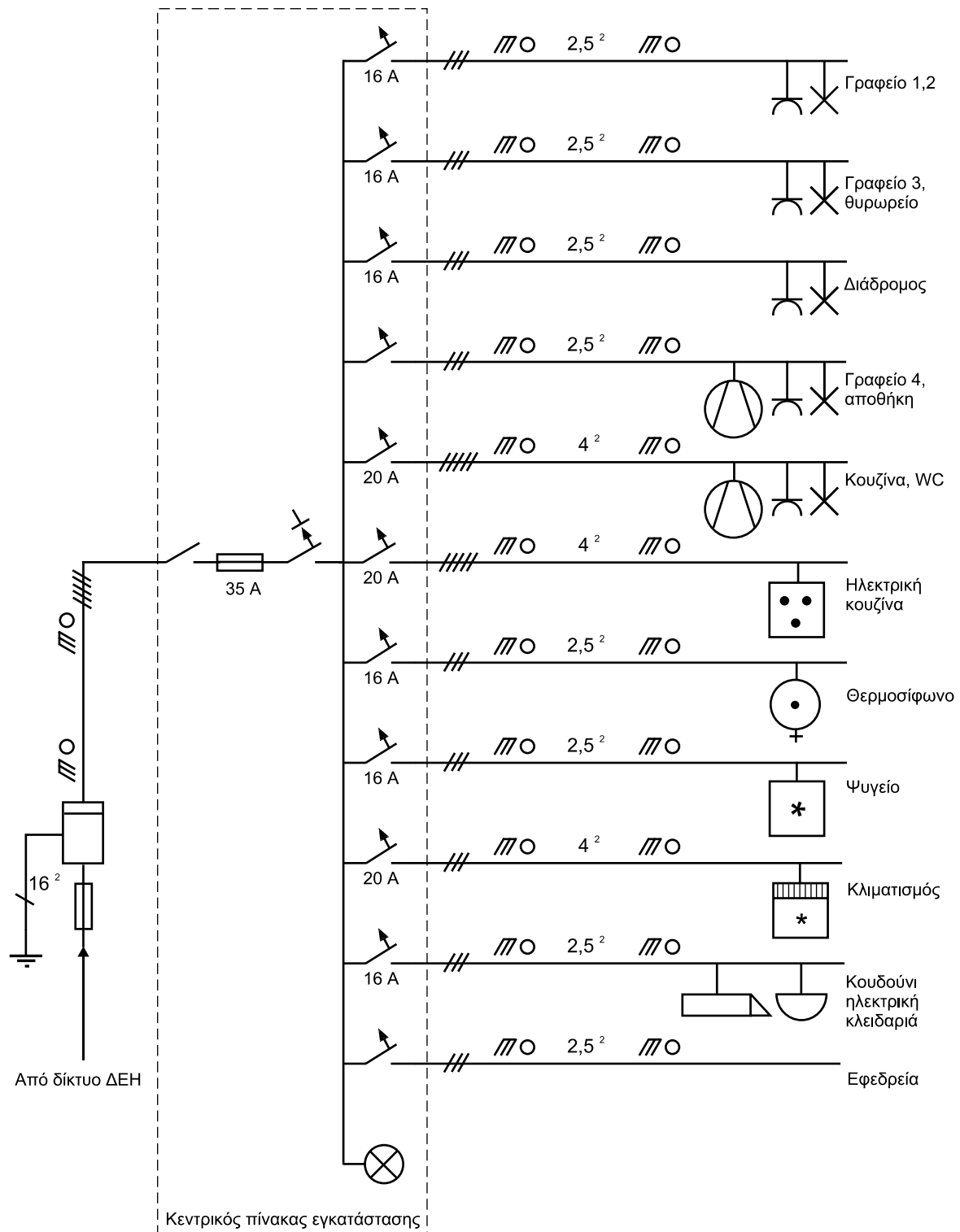


**Σχήμα 6.4:** Σύστημα πολλαπλών πινάκων διανομής

Στο σχήμα 6.5 παρουσιάζεται το σχέδιο εγκατάστασης ενός συγκροτήματος γραφείων. Το συγκρότημα αποτελείται από τρία γραφεία και βοηθητικούς χώρους ( WC, αποθήκη, κουζίνα, και θυρωρείο). Τα διάφορα στοιχεία της εγκατάστασης είναι τοποθετημένα πάνω στην κάτοψη του συγκροτήματος. Στο σχέδιο αυτό δεν περιλαμβάνονται οι διαδρομές των αγωγών για λόγους απλούστευσης. Στο σχήμα 6.6 παρουσιάζεται το σχέδιο της κατανομής των κυκλωμάτων του ίδιου συγκροτήματος γραφείων. Εκεί φαίνονται όλα τα κυκλώματα σύνδεσης του πίνακα διανομής με τις καταναλώσεις, όπως επίσης και η σύνδεση του πίνακα με το δίκτυο της ΔΕΗ. Τα δύο αυτά σχέδια πρέπει να περιέχουν όλες εκείνες τις πληροφορίες που θα επιτρέψουν στον εγκαταστάτη ή το συντηρητή τεχνικό να εγκαταστήσει ή να συντηρήσει απρόσκοπτα την ηλεκτρολογική εγκατάσταση.



Σχήμα 6.5: Σχέδιο ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ενός συγκροτήματος γραφείων



**Σχήμα 6.6:** Το σχέδιο της κατανομής των κυκλωμάτων της εγκατάστασης του σχήματος 6.5

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

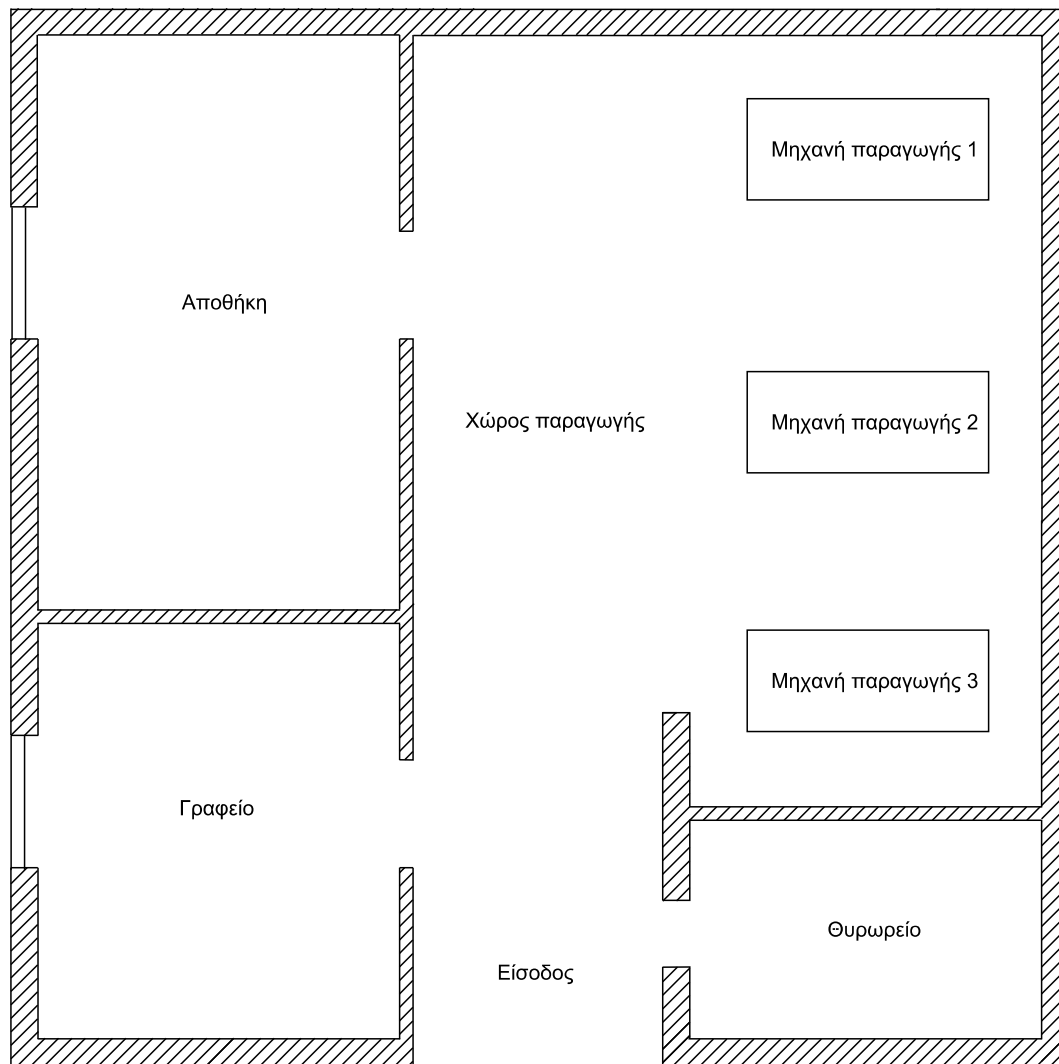
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάσθηκαν οι πληροφορίες που πρέπει να γνωρίζει ο εγκαταστάτης τεχνικός ή ο τεχνικός συντήρησης ώστε να είναι σε θέση να αναγνωρίζει από τα σχέδια τη δομή και λειτουργία μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης καθώς επίσης και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται.

Πιο συγκεκριμένα εξετάσθηκαν αναλυτικά τα δομικά στοιχεία (εξαρτήματα, συσκευές και όργανα) τα οποία απαρτίζουν μία ηλεκτρολογική εγκατάσταση αφού προηγουμένως χωρίστηκαν σε ομάδες με κριτήριο τη λειτουργία που εκτελούν. Για κάθε ομάδα δομικών στοιχείων (διατάξεις διακοπής, προστασίας, διανομής και κατανάλωσης) δόθηκαν τα λειτουργικά και τεχνικά χαρακτηριστικά όπως επίσης και τα τυποποιημένα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για να τα περιγράψουν σε ένα σχέδιο.

Ακόμη εξετάσθηκαν τα διάφορα είδη ηλεκτρολογικού σχεδίου (μονογραμμικό, πολυγραμμικό, εγκατάστασης, κατανομής κυκλωμάτων) που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη και παρουσίαση μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Τέλος παρουσιάσθηκαν παραδείγματα για την καλύτερη κατανόηση και εμπέδωση της θεωρίας

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Να σχεδιασθούν οι διάφοροι τύποι επαφών που υπάρχουν και να γίνει η περιγραφή της λειτουργίας τους.
2. Να σχεδιασθεί το μονογραμμικό και πολυγραμμικό σχέδιο του σχήματος 6.2.
3. α) Να σχεδιαστεί το πολυγραμμικό διάγραμμα που αντιστοιχεί στο σχήμα 6.3.  
β) Ποια είναι η μέγιστη ένταση ρεύματος που επιτρέπεται να διέλθει από τους αγωγούς του ηλεκτρολογικού κυκλώματος του σχήματος 6.3;
4. Ποια είναι η απαιτούμενη εσωτερική διάμετρος των σωλήνων για να υλοποιηθεί η ηλεκτρολογική εγκατάσταση που παρουσιάζεται στο σχήμα 6.6;
5. Να σχεδιαστεί το σχέδιο ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και το σχέδιο κατανομής κυκλωμάτων για το βιοτεχνικό χώρο η κάτοψη του οποίου δίνεται στο σχήμα 6.7.



**Σχήμα 6.7:** Κάτοψη αρχιτεκτονικού σχεδίου βιοτεχνικού χώρου



## ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΙ ΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΝΤΥΠΑ ΣΥΣΚΕΥΩΝ, ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

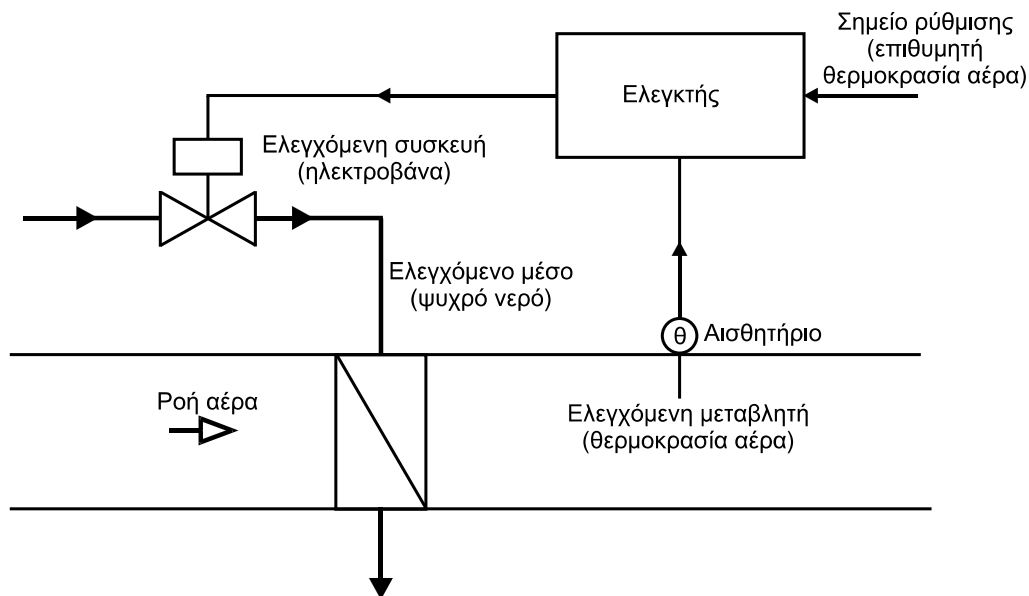
- 7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥΣ ΨΥΞΗΣ,  
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
- 7.2 ΕΛΕΓΚΤΕΣ
- 7.3 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ
- 7.4 ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ
- 7.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΨΥΞΗ,  
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ
- 7.6 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ
- 7.7 ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ  
ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ
- 7.8 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΨΥΞΗΣ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ





- ✓ Να αναγνωρίζετε από το σχέδιο και τα τεχνικά έντυπα τη δομή και λειτουργία των εξαρτημάτων αυτοματισμού ψύξης, κλιματισμού και αερισμού.
- ✓ Να αναγνωρίζετε την ηλεκτρική συνδεσμολογία των εξαρτημάτων, συσκευών και οργάνων αυτοματισμού ψύξης, κλιματισμού και αερισμού.

### 7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥΣ ΨΥΞΗΣ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ



**Σχήμα 7.1:** Διάγραμμα συστήματος αυτόματου έλεγχου ψύξης, κλιματισμού και αερισμού

Ο αυτόματος έλεγχος συστημάτων ψύξης και κλιματισμού έχει στόχο αφενός να επιτρέψει την απρόσκοπτη λειτουργία της εγκατάστασης σύμφωνα με τις προδιαγραφμένες συνθήκες λειτουργίας και αφετέρου να προστατέψει τα όργανα και τις συσκευές από κακούς χειρισμούς και βλάβες. Στο σχήμα 7.1 απεικονίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία ενός συστήματος ελέγχου:

- **Ελεγχόμενη μεταβλητή** είναι το φυσικό μέγεθος, που ελέγχεται από το σύστημα αυτόματου ελέγχου. Στην ψύξη και τον κλιματισμό ελεγχόμενες μεταβλητές είναι η θερμοκρασία, η πίεση, η υγρασία, η ταχύτητα ροής και η στάθμη ενός ρευστού.
- **Αισθητήρας** είναι η διάταξη που μετρά την τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής. Ανάλογα με το φυσικό μέγεθος που μετρά διακρίνεται σε αισθητήρα θερμοκρασίας, πίεσης, υγρασίας, ή ταχύτητας αέρα.
- **Σημείο ρύθμισης** (set point) είναι η επιθυμητή τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής (για παράδειγμα η θερμοκρασία των 25° C που είναι επιθυμητό να έχει ένας κλιματιζόμενος χώρος).
- **Ελεγκτής** είναι μια διάταξη που συγκρίνει τη μετρούμενη τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής με την αντίστοιχη της επιθυμητής, υπολογίζει τις αποκλίσεις, παράγει και στέλνει τα απαιτούμενα σήματα διόρθωσης στην ελεγχόμενη συσκευή.
- **Ελεγχόμενη συσκευή** είναι μία συσκευή που μεταβάλλει τη ροή του ελεγχόμενου μέσου σύμφωνα με τα σήματα που λαμβάνει από τον ελεγκτή. Ελεγχόμενες συσκευές είναι οι ηλεκτροβάνες, τα διαφράγματα, οι ηλεκτρονόμοι, οι κινητήρες κλπ.
- **Ελεγχόμενο μέσο** είναι το μέσο, η ροή του οποίου μεταβάλλεται από την ελεγχόμενη συσκευή. Μπορεί να είναι αέρας που ρέει μέσω ενός διαφράγματος σε ένα αεραγωγό ή νερό που ρέει μέσω μίας βάνας.

Τα εξαρτήματα και οι συσκευές των συστημάτων αυτόματου ελέγχου ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την πηγή παροχής της ενέργειας λειτουργίας:

- **Τα πνευματικά εξαρτήματα.** Χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας συμπιεσμένο αέρα, συνήθως στην περιοχή των 100 έως 250 kPa. Ο ελεγκτής ρυθμίζει την πίεση του αέρα που παρέχεται στις ελεγχόμενες συσκευές που με τη σειρά τους μεταβάλλουν τη ροή του ελεγχόμενου μέσου.
- **Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα** στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα αναλογικά και τα ψηφιακά ηλεκτρονικά εξαρτήματα. Χρησιμοποιούν ηλεκτρική τάση σαν πηγή ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται στις ελεγχόμενες συσκευές ρυθμίζεται από τον ελεγκτή. Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται οι πιο κοινά χρησιμοποιούμενες συσκευές και εξαρτήματα όπως κινητήρες, ηλεκτρονόμοι, ηλεκτρομηχανικές και ηλεκτρομαγνητικές διατάξεις κλπ.
- **Τα υβριδικά** συστήματα. Σε αυτά χρησιμοποιείται συνδυασμός πεπιεσμένου αέρα και ηλεκτρισμού ως πηγή παροχής ενέργειας.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται αποκλειστικά οι ηλεκτρικές συσκευές και τα ηλεκτρικά εξαρτήματα επειδή είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα στις εγκαταστάσεις ψύξης, κλιματισμού και αερισμού.

## 7.2 ΕΛΕΓΚΤΕΣ































Ο ελεγκτής είναι μια συσκευή η οποία συγκρίνει τη μετρούμενη τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής που δέχεται από τους αισθητήρες, με την επιθυμητή τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής που ρυθμίζει ο χρήστης και παράγει ένα σήμα ελέγχου που καθοδηγεί τις ελεγχόμενες συσκευές. Μερικές φορές ο ελεγκτής και οι αισθητήρες ενώνονται σε μία κοινή διάταξη όπως στην περίπτωση του θερμοστάτη.

Υπάρχουν πολλά κριτήρια με βάση τα οποία μπορούν να ταξινομηθούν οι ελεγκτές. Αν ταξινομηθούν με κριτήριο την τεχνολογία κατασκευής τους, τότε διακρίνονται σε πνευματικούς, ηλεκτρικούς - ηλεκτρονικούς, και ψηφιακούς ελεγκτές. Στις επόμενες παραγράφους θα εξετασθούν οι δύο τελευταίες κατηγορίες ελεγκτών.

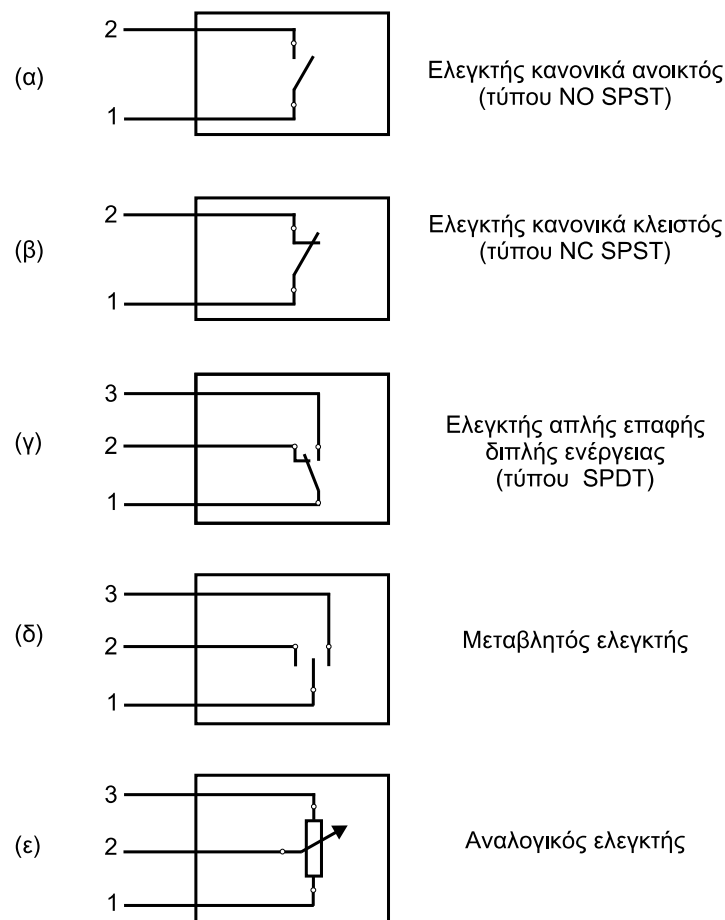
### 7.2.1 Ηλεκτρικοί - ηλεκτρονικοί ελεγκτές

Οι ηλεκτρικοί - ηλεκτρονικοί ελεγκτές είναι απλές διατάξεις που συνήθως συνδυάζουν σε μία συσκευή τον αισθητήρα και τον ελεγκτή. Στη απλούστερή του μορφή ο ελεγκτής είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης, ο οποίος ανοίγει και κλείνει ενεργοποιούμενος από το σήμα ενός αισθητήρα. Στον πίνακα 7.1 απεικονίζονται τα πιο κοινά σύμβολα διακοπών αυτοματισμού.

**Πίνακας 7.1:** Σύμβολα διακοπών αυτοματισμού.

| Περιγραφή λειτουργίας<br>συμβόλου         | Σύμβολα   |   |   |  |   |   |
|---|---|---|---|--|---|---|
|   | Διεθνή<br>πρότυπα   |   | Γερμανικά<br>πρότυπα  |  | Αμερικανικά<br>πρότυπα  |   |
|   | NC  | NO  | NC  | NO   | NC  | NO  |
| Φλοτεροδιακόπτης                          |    |    |    |    |    |    |
| Διακόπτης ροής                            |    |    |    |    |    |    |
| Πιεζοδιακόπτης                            |    |    |    |    |    |    |
| Θερμοδιακόπτης                            |  |  |  |  |  |  |
| Τερματικός διακόπτης<br>ή διακόπτης θέσης |  |  |  |  |  |  |

Οι απλοί ηλεκτρικοί ελεγκτές είναι διατάξεις δύο ή τριών καλωδίων σύνδεσης που τροφοδοτούνται με εναλλασσόμενη τάση δικτύου 220 V ή χαμηλή εναλλασσόμενη τάση 24 V. Στο σχήμα 7.2 παρουσιάζονται οι πιο κοινοί τύποι ελεγκτών η λειτουργία των οποίων έχει ως ακολούθως (η ονομασία του τύπου των ελεγκτών συνδέεται με αυτή των επαφών που έχει παρουσιασθεί στο κεφάλαιο 6):

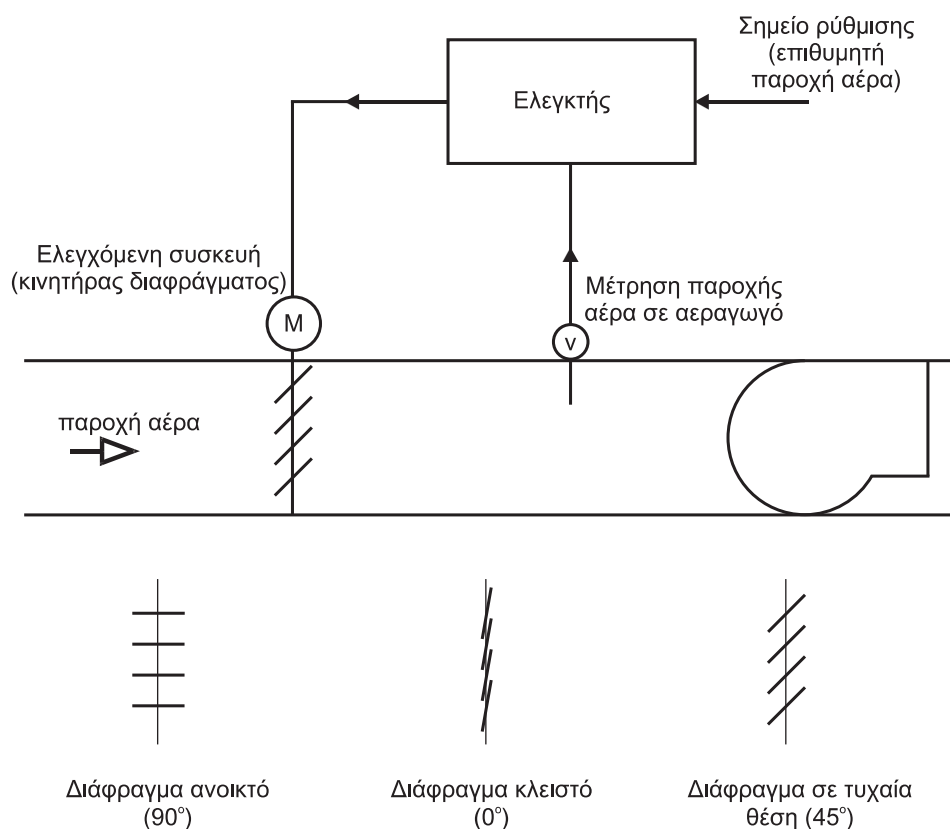


Σχήμα 7.2: Συμβολισμός κοινών τύπων ελεγκτών αυτοματισμού

- **Ελεγκτής κανονικά ανοικτός μίας επαφής απλής ενέργειας ή ελεγκτής τύπου NO-SPST** (Normally Open Single Pole Single Throw). Ο ελεγκτής αυτός (σχήμα 7.2α) λειτουργεί σαν διακόπτης δύο θέσεων με αισθητήρα, φέρει δύο καλώδια σύνδεσης και χρησιμοποιείται για έλεγχο δύο θέσεων (on-off). Ο ελεγκτής ανοίγει το κύκλωμα όταν η τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής μειώνεται και κλείνει το κύκλωμα όταν η τιμή αυξάνει. Χρησιμοποιείται σε κυκλώματα ελέγχου θερμοκρασίας, υγρασίας και πίεσης όπως επίσης για τον έλεγχο ανεμιστήρων, ηλεκτροκινητήρων, αντλιών, βανών με ελατήριο επαναφοράς κλπ.
- **Ελεγκτής κανονικά κλειστός μίας επαφής απλής ενέργειας ή ελεγκτής τύπου NC-SPST** (Normally Closed Single Pole Single Throw). Η λειτουργία και οι εφαρμογές του ελεγκτή αυτού του τύπου (σχήμα 7.2β) είναι ίδιες με εκείνες του προηγούμενου. Η διαφορά τους βρίσκεται στο ότι ο ελεγκτής κλείνει το κύκλωμα όταν η τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής μειώνεται και ανοίγει το κύκλωμα όταν η τιμή αυξάνει.
- **Ελεγκτής απλής επαφής διπλής ενέργειας ή ελεγκτής τύπου SDST** (Single Pole Double Throw). Ο ελεγκτής αυτού του τύπου (σχήμα 7.2γ) φέρει τρία καλώδια

σύνδεσης και χρησιμοποιείται για έλεγχο δύο θέσεων (on-off). Ο ελεγκτής κλείνει την επαφή 1-2 και ανοίγει την επαφή 1-3 όταν η τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής μειώνεται. Το αντίθετο συμβαίνει όταν η τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής αυξάνει. Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο κινητήρων διαφραγμάτων, βανών με αυτόματη επαναφορά και γενικά σε συσκευές που έχουν δύο κατευθύνσεις κίνησης (ανοίγουν - κλείνουν σε οριακές θέσεις).

- **Ελεγκτής μεταβλητού σημείου ελέγχου ή ελεγκτής τριών σημείων** (Floating point control). Ο ελεγκτής αυτός (σχήμα 7.2δ) φέρει τρία καλώδια σύνδεσης, είναι δηλαδή ένας διπλός διακόπτης με ουδέτερη επαφή. Στον έλεγχο μεταβλητού σημείου ο ελεγκτής κινεί την ελεγχόμενη συσκευή προς την ανοικτή ή την κλειστή της θέση και μπορεί να σταματήσει σε οποιαδήποτε σημείο (ουδέτερη θέση) κατά τη διάρκεια αυτής της κίνησης. Αντίθετα στον έλεγχο δύο θέσεων η ελεγχόμενη συσκευή ακινητοποιείται σε τελείως ανοικτή ή τελείως κλειστή θέση. Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο κινητήρων διαφραγμάτων, διόδων και τριόδων βανών και γενικά εκεί που απαιτείται αμφίδρομη λειτουργία με σχετικά αργά κινούμενες συσκευές (αν η συσκευή κινείται γρήγορα ο έλεγχος μεταβλητού σημείου καταλήγει να γίνει έλεγχος δύο θέσεων).



**Σχήμα 7.3:** Διάγραμμα κλειστού βρόγχου αυτόματου ελέγχου συστήματος αερισμού



- **Ελεγκτής αναλογικού ελέγχου (Proportional control).** Ο ελεγκτής αυτού του τύπου κινεί την ελεγχόμενη συσκευή σε θέση η οποία είναι ανάλογη με την απόκλιση της ελεγχόμενης μεταβλητής από το σημείο ρύθμισης. Η λειτουργία του μοιάζει με αυτή του μεταβλητού σημείου με τη διαφορά ότι ο αναλογικός έλεγχος έχει μεγαλύτερη ακρίβεια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιαδήποτε συσκευή αμφίδρομης λειτουργίας. Ο ελεγκτής αυτού του τύπου φέρει συνήθως τρία καλώδια σύνδεσης (σχήμα 7.2ε).

Οι λειτουργικές διαφορές των παραπάνω ελεγκτών μπορούν να εξηγηθούν καλύτερα με την βοήθεια του σχήματος 7.3. Στο σχήμα αυτό απεικονίζεται η τομή ενός αεραγωγού μέσα από τον οποίο, με τη βοήθεια ανεμιστήρα, περνά εξαναγκασμένα αέρας. Σκοπός της χρησιμοποίησης του ελεγκτή είναι ο έλεγχος της ποσότητας του αέρα που διέρχεται μέσα από τον αεραγωγό. Ο ελεγκτής έχει δύο εισόδους και μία έξοδο. Στην μία από τις εισόδους δίνεται από το χρήστη η τιμή της επιθυμητής παροχής αέρα, ενώ στην άλλη η μετρούμενη παροχή που προέρχεται από τον αισθητήρα ροής αέρα 'ν'. Ο ελεγκτής συγκρίνει τις δύο τιμές παροχής (επιθυμητής και μετρούμενης) και παράγει στην έξοδό του μια τάση η οποία καθοδηγεί τον κινητήρα του διαφράγματος.

Το διάφραγμα ανοίγει ή κλείνει και με αυτόν τον τρόπο ελέγχεται η ποσότητα του αέρα που διέρχεται από τον αεραγωγό. Αν ο ελεγκτής είναι του τύπου NO-SPST ή NC-SPST τότε οι μόνες θέσεις που μπορεί να πάρει το διάφραγμα είναι τελείως ανοικτό (90°) αν αρχικά το διάφραγμα ήταν κλειστό ή τελείως κλειστό (0°) αν το διάφραγμα ήταν αρχικά ανοικτό. Όταν όμως το διάφραγμα παίρνει την τελική του θέση δεν θα μπορεί να επιστρέψει στην αρχική επειδή οι ελεγκτές του τύπου NO-SPST ή NC-SPST δεν μπορούν να καθοδηγήσουν συσκευές αμφίδρομης λειτουργίας. Επιστροφή στην αρχική θέση, άνοιγμα και στη συνέχεια κλείσιμο του διαφράγματος, μπορεί να επιτευχθεί με χρήση ελεγκτή του τύπου SPDT. Αυτός όμως ο ελεγκτής, όπως επίσης και οι δύο προηγούμενοι, έχει το μειονέκτημα ότι μπορεί να ανοίξει ή να κλείσει το διάφραγμα μόνο στις οριακές του τιμές (0° ή 90°) και έτσι επιτρέπει μόνο τη μέγιστη ή την ελάχιστη παροχή αέρα. Για να επιτευχθεί ενδιάμεση παροχή αέρα (για παράδειγμα το διάφραγμα ανοικτό σε γωνία 45°) πρέπει να χρησιμοποιηθεί αναλογικός ελεγκτής ή ελεγκτής μεταβλητού σημείου ο οποίος επιτρέπει την τοποθέτηση του διαφράγματος σε οποιαδήποτε γωνία.

### 7.2.2 Θερμοστάτες

Οι θερμοστάτες συνδυάζουν τις λειτουργίες του ελέγχου και του αισθητήρα σε μία διάταξη (οι αισθητήρες θερμοκρασίας θα εξετασθούν στην επόμενη παράγραφο). Ανάλογα με την λειτουργία τους οι θερμοστάτες διακρίνονται σε:

- **Θερμοστάτες εσωτερικού χώρου δύο θερμοκρασιών.** Έχουν δύο σημεία ρύθμισης θερμοκρασίας, ένα για την ημέρα και ένα μειωμένο για τη νύχτα. Η ρύθμιση των δύο σημείων μπορεί να γίνει χειροκίνητα ή μέσω χρονοδιακόπτη.

- **Θερμοστάτες θέρμανσης - ψύξης** (ή θέρους – χειμώνα). Χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν αφενός βάνες για τον έλεγχο θέρμανσης και αφετέρου διαφράγματα για τον έλεγχο ψύξης. Η αλλαγή μπορεί να γίνει χειροκίνητα ή αυτόματα με τη βοήθεια άλλου θερμοστάτη που ελέγχει τη θερμοκρασία εξωτερικού χώρου.
- **Θερμοστάτες πολλών βαθμίδων.** Είναι μία σειρά από διαδοχικούς θερμοστάτες, με διαφορετικά σημεία ρύθμισης που ο ένας ελέγχει τον άλλον με προκαθορισμένη σειρά.
- **Δευτερεύοντες θερμοστάτες.** Είναι θερμοστάτες των οποίων το σημείο ρύθμισης αυξάνεται ή μειώνεται σύμφωνα με τις αλλαγές της εξόδου άλλου κύριου θερμοστάτη. Για παράδειγμα, ένας κύριος θερμοστάτης που ελέγχει τη θερμοκρασία του εξωτερικού χώρου μπορεί να αλλάξει το σημείο ρύθμισης ενός δευτερεύοντα θερμοστάτη που ελέγχει τη θερμοκρασία νερού ενός συστήματος ψύξης. Ο έλεγχος αυτός ονομάζεται έλεγχος αντιστάθμισης.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά καθώς και οι πληροφορίες για τον τρόπο εγκατάστασης των θερμοστατών δίνονται στα τεχνικά έντυπα των κατασκευαστριών εταιρειών. Αναλυτικότερα σε ένα τεχνικό έντυπο περιέχονται:

**(α) Γενικές πληροφορίες που αφορούν την χρήση του θερμοστάτη** όπως:

- ο χώρος τοποθέτησης, αν δηλαδή είναι θερμοστάτης εσωτερικού χώρου, εξωτερικού χώρου, αεραγωγού ή εμβαπτιζόμενος σε υγρά,
- η περιοχή εφαρμογής (π.χ. ψύξη, κλιματισμός, θέρμανση, λέβητες κλπ),
- οι δυνατότητες χρήσης σε βιομηχανικό περιβάλλον (βαθμός προστασίας),
- οι ειδικές δυνατότητες όπως για παράδειγμα χρονοπρογραμματισμός, θερμοστάτης χειμώνα-θέρους κλπ,
- η φυσική αρχή λειτουργίας του αισθητήρα θερμοκρασίας π.χ. θερμοζεύγος, διαμεταλλικό έλασμα, θερμοαντίσταση κλπ.

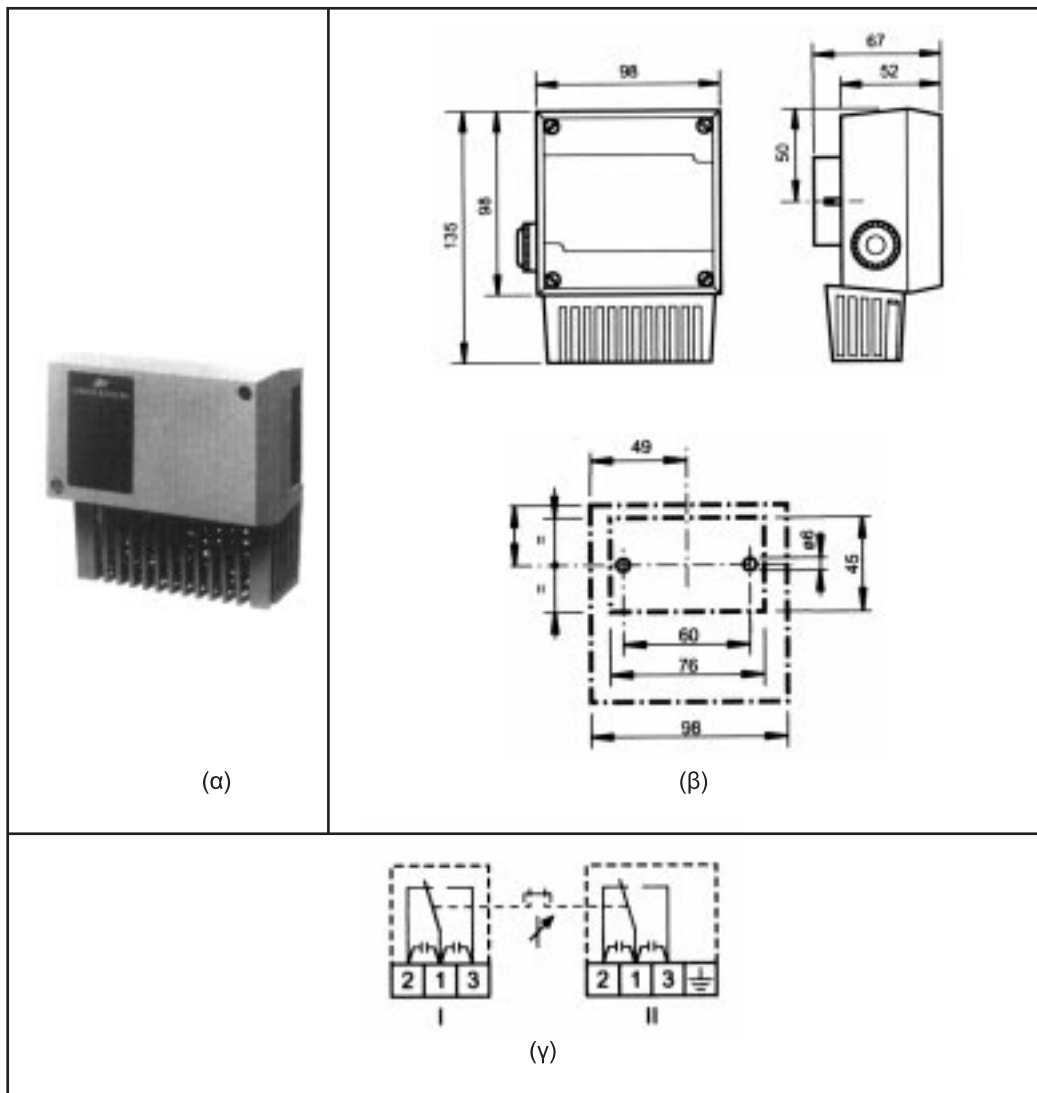
**(β) Τεχνικά χαρακτηριστικά** όπως:

- ο τύπος λειτουργίας ελέγχου π.χ. SPDT,
- η περιοχή ρύθμισης θερμοκρασίας π.χ. 0 έως 50 °C,
- το διαφορικό λειτουργίας (το διαφορικό λειτουργίας είναι μια μικρή περιοχή θερμοκρασίας σταθερή ή ρυθμιζόμενη μέσα στην οποία ο θερμοστάτης αλλάζει κατάσταση) π.χ. 2 °C,
- η τάση λειτουργίας π.χ. 24 V AC,
- οι διαστάσεις π.χ. 70X70X40 mm,
- το βάρος π.χ. 450 gr και
- τα πρότυπα κατασκευής και λειτουργίας, βαθμός προστασίας π.χ. CE, VDE.

**(γ) Οδηγίες εγκατάστασης :**

- τα διαγράμματα και οι οδηγίες τοποθέτησης,
- το διάγραμμα ηλεκτρικών συνδέσεων,
- το μηχανολογικό σχέδιο και
- τα παρελκόμενα.

Στο σχήμα 7.4 παρουσιάζονται ορισμένες σχεδιαστικές πληροφορίες που υπάρχουν στα τεχνικά έντυπα των θερμοστατών. Πιο συγκεκριμένα στο σχήμα 7.4β απεικονίζονται η πρόοψη, η αριστερή πλάγια όψη και ένα βοηθητικό διάγραμμα διάτρησης οπών για την εγκατάσταση του θερμοστάτη. Στο σχήμα 7.4γ παρουσιάζεται το εσωτερικό ηλεκτρικό διάγραμμα του ίδιου θερμοστάτη. Από το διάγραμμα γίνεται φανερό ότι πρόκειται για ένα διπλό θερμοστάτη τύπου SPDT.



**Σχήμα 7.4:** Μηχανολογικό σχέδιο και εσωτερικό ηλεκτρικό διάγραμμα διπλού θερμοστάτη  
(Πηγή: Siemens Landis & Staefa Div.)

## 7.3 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Οι αισθητήρες είναι διατάξεις, οι οποίες μετρούν την τιμή της ελεγχόμενης μεταβλητής. Η λειτουργία του αισθητήρα βασίζεται σε αλλαγές που υφίστανται ένα ή περισσότερα από τα φυσικά χαρακτηριστικά του όταν αλλάζουν φυσικά μεγέθη που το περιβάλλουν (π.χ. αλλαγή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος προκαλεί αλλαγή της ωμικής αντίστασης του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο αισθητήρας). Οι αλλαγές δίνουν στην έξοδο του αισθητήρα ένα ηλεκτρικό σήμα το οποίο οδηγείται στον ελεγκτή και είναι ανάλογο με τις αλλαγές της ελεγχόμενης μεταβλητής. Οι περισσότεροι ελεγκτές δέχονται σήμα εισόδου στην περιοχή 0 έως 10 V συνεχούς τάσης ή 4 έως 10 mA.

### 7.3.1 Αισθητήρες θερμοκρασίας

Οι περισσότεροι αισθητήρες θερμοκρασίας λειτουργούν εκμεταλλευόμενοι δύο φυσικά φαινόμενα: την αλλαγή των φυσικών διαστάσεων του αισθητήρα λόγω θερμικής διαστολής και την αλλαγή μερικών ηλεκτρικών ιδιοτήτων του όταν αλλάζει η θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Οι κυριότερες κατηγορίες των αισθητήρων θερμοκρασίας είναι:

- **Τα διμεταλλικά στοιχεία.** Αποτελούνται από δύο λεπτές ταινίες διαφορετικών μετάλλων συγκολλημένες μεταξύ τους. Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μεταβάλλεται το διμεταλλικό στοιχείο κάμπτεται περισσότερο ή λιγότερο, επειδή κάθε μια από τις μεταλλικές ταινίες έχει διαφορετικό συντελεστή θερμικής διαστολής. Η κάμψη ανάγεται σε θερμοκρασία με μηχανικό ή ηλεκτρικό τρόπο.
- **Οι ανιχνευτές θερμοκρασίας με αντίσταση ή θερμοαντίσταση (RTD=Resistance Temperature Device).** Η λειτουργία των αισθητήρων αυτών βασίζεται στην αλλαγή της ηλεκτρικής αντίστασης που συμβαίνει με την αλλαγή της θερμοκρασίας. Ένας τέτοιος ανιχνευτής έχει θετικό συντελεστή θερμοκρασίας, δηλαδή η αντίστασή του αυξάνεται όταν αυξάνει η θερμοκρασία.
- **Τα Θερμίστορ.** Είναι ημιαγωγοί αισθητήρες των οποίων η εσωτερική ηλεκτρική αντίσταση αλλάζει σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία. Το θερμίστορ έχει αρνητικό συντελεστή θερμοκρασίας, η αντίστασή του δηλαδή μειώνεται όταν αυξάνει η θερμοκρασία.
- **Τα Θερμοζεύγη.** Τα θερμοζεύγη σχηματίζονται από την ένωση δύο διαφορετικών μεταλλικών συρμάτων. Όταν οι δύο άκρες των συρμάτων βρίσκονται σε διαφορετική θερμοκρασία τότε στην άλλη άκρη αναπτύσσεται διαφορά δυναμικού που είναι ανάλογη της θερμοκρασίας που βρίσκεται η ένωση.

### 7.3.2 Αισθητήρες υγρασίας

Οι αισθητήρες υγρασίας ή υγρόμετρα είναι διατάξεις που χρησιμοποιούνται για να μετρούν τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντα αέρα ή του κινούμενου αέρα. Η αρχή λειτουργίας τους μπορεί να βασίζεται σε μηχανικές ή ηλεκτρικές αρχές.

Τα μηχανικά υγρόμετρα λειτουργούν βασιζόμενα στην αρχή ότι ένα υγροσκοπικό υλικό (υλικό που έχει την ικανότητα να απορροφά νερό), διαστέλλεται όταν εκτίθεται σε υγρασία. Η διαστολή αυτή με μηχανικό τρόπο μετατρέπεται σε ηλεκτρική τάση που είναι ανάλογη της σχετικής υγρασίας του χώρου όπου βρίσκεται τοποθετημένος ο αισθητήρας. Τα μηχανικά υγρόμετρα χρησιμοποιούν οργανικά ή συνθετικά υγροσκοπικά υλικά (ξύλο, χαρτί, νάιλον, κλπ).

Τα ηλεκτρικά υγρόμετρα χρησιμοποιούν την αλλαγή ορισμένων ηλεκτρικών ιδιοτήτων υγροσκοπικών υλικών όπως αντίσταση, χωρητικότητα ή συχνότητα για να μετρήσουν τη σχετική υγρασία. Οι κατηγορίες των ηλεκτρικών υγρομέτρων είναι:

- **Τα ωμικά υγρόμετρα ή υγρόμετρα αντίστασης.** Αποτελούνται από ένα στρώμα υγροσκοπικού υλικού (συνήθως σκόνη άνθρακα) τοποθετημένο ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια. Όταν το υγροσκοπικό υλικό απορροφά ή απελευθερώνει υγρασία η ηλεκτρική του αντίσταση αλλάζει. Η αλλαγή αυτή ανιχνεύεται από κατάλληλα ηλεκτρονικά κυκλώματα και μετατρέπεται σε ηλεκτρική τάση που είναι ανάλογη της σχετικής υγρασίας.
- **Τα χωρητικά υγρόμετρα.** Αποτελούνται από δύο αγωγίμες μεταλλικές πλάκες μεταξύ των οποίων υπάρχει υγροσκοπικό υλικό (πολυμερές πλαστικό). Όταν το υγροσκοπικό υλικό απορροφά υγρασία η χωρητικότητα μεταξύ των δυο πλακών μειώνεται. Η μείωση της χωρητικότητας ανιχνεύεται από κατάλληλα ηλεκτρονικά κυκλώματα και μετατρέπεται σε ηλεκτρική τάση που είναι ανάλογη της σχετικής υγρασίας.
- **Τα κρυσταλλικά υγρόμετρα.** Χρησιμοποιούν κρυστάλλους επικαλυμμένους με υγροσκοπικό υλικό. Ο κρύσταλλος διεγείρεται από κατάλληλα ηλεκτρονικά κυκλώματα και παράγει ταλαντώσεις σταθερής συχνότητας. Όταν το υγροσκοπικό υλικό απορροφήσει υγρασία τότε αλλάζει η συνολική μάζα κρυστάλλου και υγροσκοπικού υλικού με αποτέλεσμα να αλλάζει και η συχνότητα ταλάντωσης του κρυστάλλου. Η αλλαγή της συχνότητας είναι ανάλογη με τη σχετική υγρασία.

### 7.3.3 Αισθητήρες πίεσης

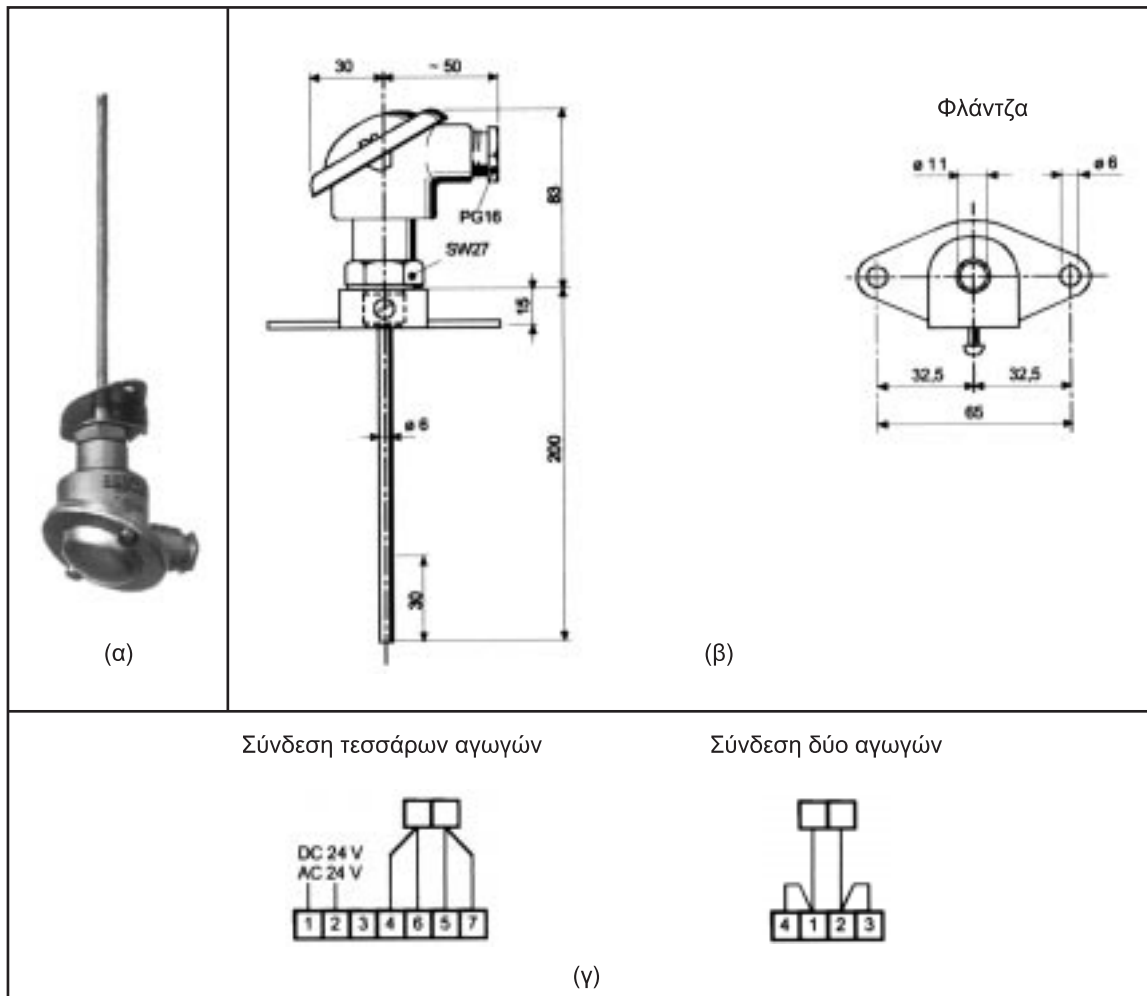
Οι αισθητήρες πίεσης είναι διατάξεις οι οποίες μετατρέπουν αλλαγές της πίεσης ενός ρευστού σε ηλεκτρική τάση, ρεύμα ή αντίσταση. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι αισθητήρες πίεσης είναι οι αισθητήρες διαφράγματος οι οποίοι διακρίνονται σε τρεις τύπους:

- **Οι αισθητήρες επιμηκυνσιομέτρου.** Οι αισθητήρες αυτού του τύπου χρησιμοποιούν ένα επιμηκυνσιόμετρο τοποθετημένο πάνω σε ένα διάφραγμα. Το επιμηκυνσιόμετρο είναι ένα πολύ λεπτό σύρμα ελικοειδούς μορφής, προσαρμοσμένο πάνω σε μια μη αγωγίμη εύκαμπτη βάση. Όταν εφαρμοσθεί πίεση στον αισθητήρα, το διάφραγμα κάμπτεται με αποτέλεσμα να επιμηκυνθεί το επιμηκυνσιόμετρο και να αλλάξει το μήκος του. Η αλλαγή του μήκους έχει σαν συνέπεια την αλλαγή της αντίστασης του. Η αλλαγή της αντίστασης ανιχνεύεται από κατάλληλα ηλεκτρονικά κυκλώματα και ανάγεται σε πίεση.
- **Οι κρυσταλλικοί αισθητήρες πίεσης.** Οι κρυσταλλικοί αισθητήρες είναι όμοιοι με τους αισθητήρες επιμηκυνσιομέτρου με την διαφορά ότι αντί για επιμηκυνσιόμετρο χρησιμοποιούν κρύσταλλο. Όταν ο κρύσταλλος πιέζεται κατά μία κατεύθυνση παραμορφώνεται και αλλάζει η εσωτερική του αντίσταση. Η αλλαγή της αντίστασης μετατρέπεται με ανάλογα ηλεκτρονικά κυκλώματα σε πίεση.
- **Οι χωρητικοί αισθητήρες πίεσης.** Οι αισθητήρες αυτού του τύπου αποτελούνται από δύο μεταλλικές πλάκες οι οποίες σχηματίζουν ένα πυκνωτή. Η μία πλάκα είναι σταθερή, ενώ η άλλη έχει τη μορφή εύκαμπτου διαφράγματος. Όταν εφαρμοσθεί πίεση στον αισθητήρα, το εύκαμπτο διάφραγμα κάμπτεται με αποτέλεσμα να αλλάξει η απόσταση ανάμεσα στις δύο πλάκες. Η αλλαγή της απόστασης έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της χωρητικότητας του πυκνωτή, η οποία ανάγεται με τη χρήση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων σε πίεση.

#### 7.3.4 Τεχνικές πληροφορίες αισθητήρων

Πληροφορίες σχετικές με τούς αισθητήρες περιέχονται στα τεχνικά έντυπα των κατασκευαστριών εταιρειών. Πιο συγκεκριμένα το τεχνικό έντυπο περιέχει πληροφορίες που αφορούν στις εφαρμογές που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο αισθητήρας, στη φυσική αρχή πάνω στην οποία βασίζεται η λειτουργία του, στις οδηγίες εγκατάστασης και συντήρησης, στα μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά σχέδια και τα τέλος στα τεχνικά χαρακτηριστικά του όπως περιοχή μέτρησης, ακρίβεια μέτρησης, προδιαγραφές καλωδίων σύνδεσης, όρια περιβαντολογικών συνθηκών λειτουργίας, βαθμός προστασίας, βάρος κλπ.

Στο σχήμα 7.5 παρουσιάζεται η φωτογραφία, το μηχανολογικό σχέδιο και το ηλεκτρικό διάγραμμα ενός αισθητήρα θερμοκρασίας αεραγωγού. Ο αισθητήρας εγκαθίσταται στον αεραγωγό μέσα σε οπή με τη βοήθεια μιας φλάντζας (σχήμα 7.5β). Ο αισθητήρας λειτουργεί με εναλλασσόμενη τάση 24 V και μπορεί να συνδεθεί στον ελεγκτή με δύο ή τέσσερις αγωγούς (εξαρτάται από τον ελεγκτή).

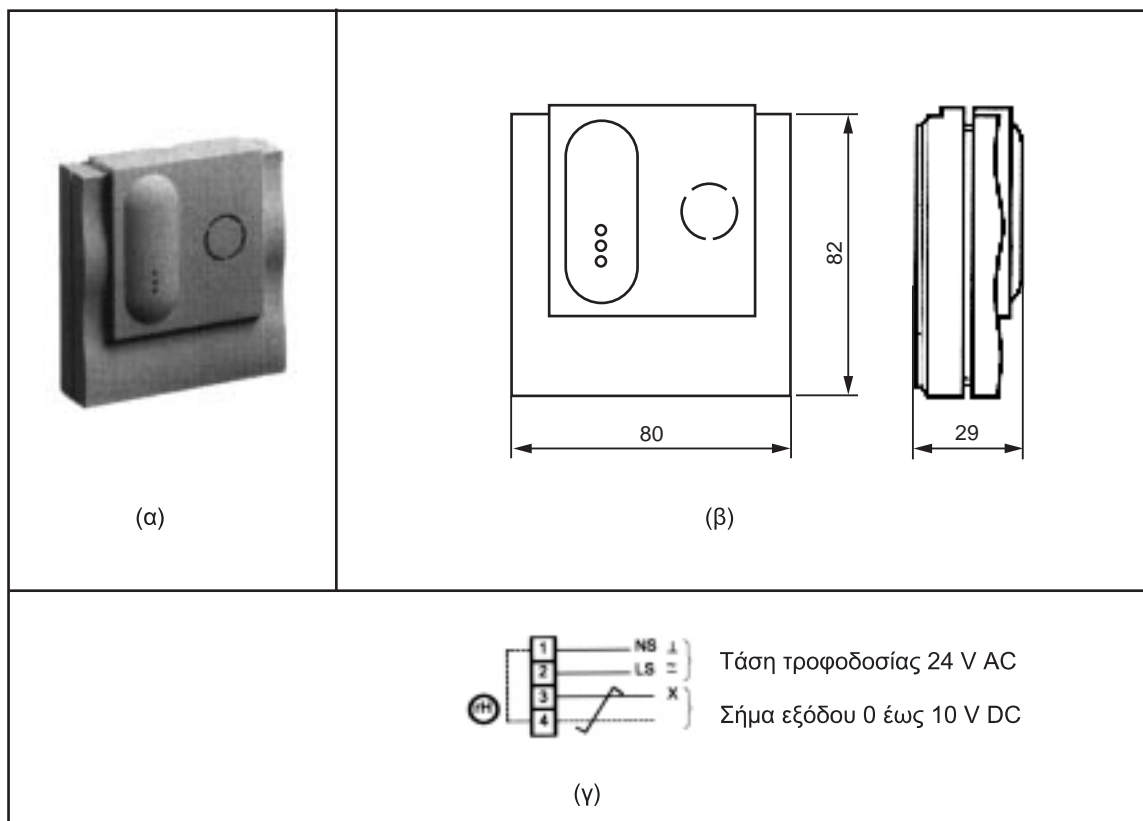


**Σχήμα 7.5:** Μηχανολογικό σχέδιο και εσωτερικό ηλεκτρικό διάγραμμα αισθητήρα μέτρησης θερμοκρασίας σε αεραγωγό (Πηγή: Siemens Landis & Staefa Div.)

Στο σχήμα 7.6 δίνεται η φωτογραφία, το μηχανολογικό σχέδιο και το ηλεκτρικό διάγραμμα ενός αισθητήρα υγρασίας εσωτερικού χώρου. Ο αισθητήρας λειτουργεί με εναλλασσόμενη τάση 24 V και συνδέεται στον ελεγκτή με καλώδιο δύο αγωγών. Το σήμα εξόδου του είναι στην περιοχή 0 έως 10 V συνεχούς τάσης.

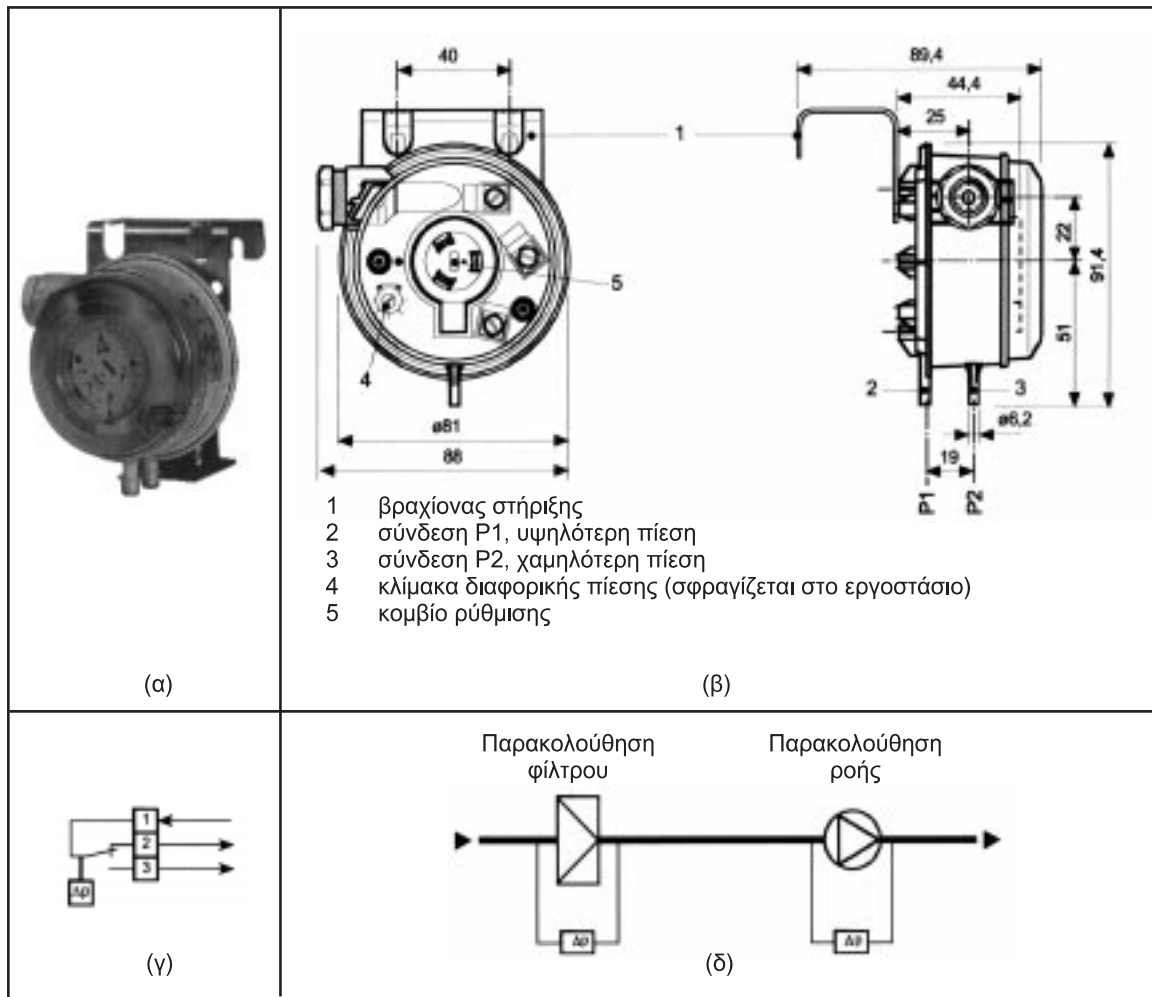
Στο σχήμα 7.7 παρουσιάζεται η φωτογραφία, το μηχανολογικό σχέδιο και το ηλεκτρικό διάγραμμα ενός αισθητήρα μέτρησης διαφορικής πίεσης. Ο αισθητήρας αυτός ενεργεί και ως διακόπτης SPDT (διπλής επαφής). Μπορεί να ανοίγει ή να κλείνει όταν η τιμή της μετρούμενης πίεσης ξεπεράσει την τιμή ρύθμισης που θα δώσει ο χρήστης (σχήμα 7.7β). Στο σχήμα 7.7γ παρουσιάζεται μια εφαρμογή σύνδεσης του αισθητήρα διαφορικής πίεσης σε αεραγωγό. Ο αισθητήρας μετρά τη διαφορά πίεσης στις δύο πλευρές ενός φίλτρου αέρα και ενός ανεμιστήρα. Αν η μετρούμενη τιμή ξεπεράσει ορισμένα όρια τότε θα πρέπει να ληφθούν ορισμένα μέτρα π.χ. αλλαγή ή καθαρίσμα του φίλτρου.





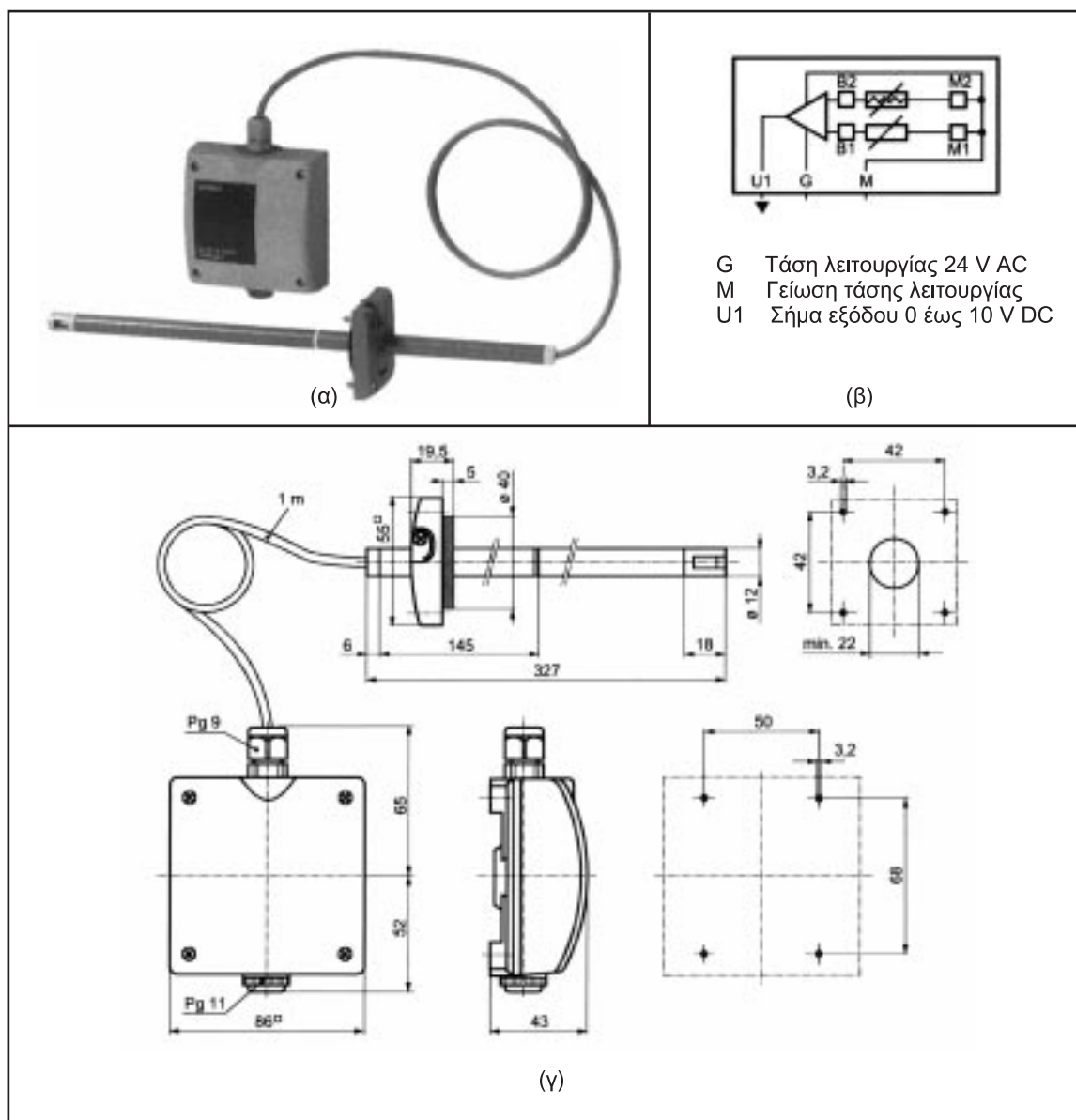
**Σχήμα 7.6:** Μηχανολογικό σχέδιο και εσωτερικό ηλεκτρικό διάγραμμα αισθητήρα μέτρησης υγρασίας χώρου (Πηγή: Siemens Landis & Staefa Div.)





**Σχήμα 7.7:** Μηχανολογικό σχέδιο και εσωτερικό ηλεκτρικό διάγραμμα αισθητήρα μέτρησης διαφορικής πίεσης (Πηγή: Siemens Landis & Staefa Div.)

Στο σχήμα 7.8 απεικονίζεται η φωτογραφία, το μηχανολογικό σχέδιο και το ηλεκτρικό διάγραμμα ενός αισθητήρα μέτρησης ταχύτητας αέρα σε αεραγωγό. Ο αισθητήρας λειτουργεί με εναλλασσόμενη τάση 24 V και συνδέεται στον ελεγκτή με καλώδιο τριών αγωγών (σχήμα 7.8β). Το σήμα εξόδου του είναι στην περιοχή 0 έως 10 V συνεχούς τάσης. Στο σχήμα 7.8γ παρέχεται βοηθητικό σχεδιάγραμμα για τη διάνοιξη των οπών εγκατάστασης του αισθητήρα.



**Σχήμα 7.8:** Μηχανολογικό σχέδιο και εσωτερικό ηλεκτρικό διάγραμμα αισθητήρα μέτρησης ταχύτητας αέρα σε αεραγωγό (Πηγή: Siemens Landis & Staefa Div.)

## 7.4 ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Οι ελεγχόμενες συσκευές είναι διατάξεις που ρυθμίζουν ή μεταβάλλουν τη ροή του αέρα ή των υγρών μέσα σε αεραγωγούς ή σωλήνες. Οι πιο κοινά χρησιμοποιούμενες ελεγχόμενες συσκευές είναι οι βάνες και τα διαφράγματα. Οι ηλεκτρονόμοι και οι ηλεκτροκινητήρες όταν χρησιμοποιούνται για να οδηγήσουν αντλίες ή ανεμιστήρες θεωρούνται επίσης ως ελεγχόμενες συσκευές και θα εξετασθούν σε ιδιαίτερη παράγραφο.

### 7.4.1 Αυτόματες βάνες

Οι αυτόματες βάνες είναι συσκευές κατασκευασμένες να ελέγχουν τη ροή νερού, ατμού ή άλλων υγρών και αερίων. Ανοίγουν και κλείνουν με τη βοήθεια ηλεκτρικών διατάξεων που καθοδηγούνται από τον ελεγκτή.

Η ταξινόμηση των βανών πραγματοποιείται ανάλογα με:

- Την κατασκευή τους (σε δίοδες με μία είσοδο και μία έξοδο, τρίοδες ανάμιξης με δύο εισόδους και μία έξοδο και τρίοδες εκτροπής με μία είσοδο και δύο εξόδους),
- Τον τρόπο σύνδεσης τους (σε κοχλιωτές βάνες, φλατζωτές, και συγκολλητές για χρήση σε ερμητικώς κλειστά συστήματα).

Οι βάνες ανοίγουν και κλείνουν αυτόματα με την βοήθεια ηλεκτρικών μηχανισμών:

- (α) **Πηνίου.** Το πηνίο ενεργοποιείται από εναλλασσόμενο ρεύμα, κινεί ένα έμβολο που ανοιγοκλείνει τη βάνα. Χρησιμοποιείται στον έλεγχο δύο θέσεων για βάνες μικρής παροχής.
- (β) **Κινητήρα.** Ο ηλεκτρικός κινητήρας μέσω ενός συστήματος μετάδοσης κίνησης (σύστημα γραναζιών) περιστρέφει τον άξονα της βάνας και την ανοιγοκλείνει. Διακρίνονται οι ακόλουθοι τρεις τύποι λειτουργίας:
  - **Μονοκατευθυντική λειτουργία.** Η βάνα ανοίγει στη διάρκεια του πρώτου μισού της περιστροφής του άξονα και κλείνει κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού. Η βάνα δεν μπορεί να σταματήσει σε ενδιάμεση θέση αλλά παραμένει εντελώς ανοικτή ή κλειστή. Χρησιμοποιείται σε έλεγχο δύο θέσεων.
  - **Λειτουργία με ελατήριο επιστροφής.** Η βάνα ανοίγει ή κλείνει με τη βοήθεια του κινητήρα και επανέρχεται στην αρχική της θέση με τη βοήθεια ελατηρίου. Χρησιμοποιείται σε έλεγχο δύο θέσεων.
  - **Αμφίδρομη λειτουργία.** Ο κινητήρας περιστρέφεται και στις δύο κατευθύνσεις και μπορεί να σταματήσει σε οποιαδήποτε θέση. Η βάνα συνεπώς μπορεί να ανοίγει να κλείνει ή να ακινητοποιείται σε οποιαδήποτε ενδιάμεση θέση. Χρησι-

μποιείται στον αναλογικό έλεγχο και στο έλεγχο μεταβλητού σημείου (έλεγχος τριών σημείων).

#### 7.4.1.1 Τεχνικές πληροφορίες θανών

Τα τεχνικά έντυπα των κατασκευαστών περιέχουν πληροφορίες που επιτρέπουν την απρόσκοπτη εγκατάσταση και συντήρηση των βανών και των παρελκόμενων εξαρτημάτων. Τα τεχνικά έντυπα συνήθως αναφέρονται σε μια σειρά όμοιων προϊόντων που διαφέρουν μόνο κατά μία παράμετρο, για παράδειγμα όμοιες κατασκευαστικά βάνες που διαφέρουν στην ονομαστική τους διάμετρο. Είναι λοιπόν απαραίτητο να είναι γνωστός ο ακριβής κωδικός αναγνώρισης του προϊόντος.

Τα τεχνικά έντυπα συνήθως περιέχουν:

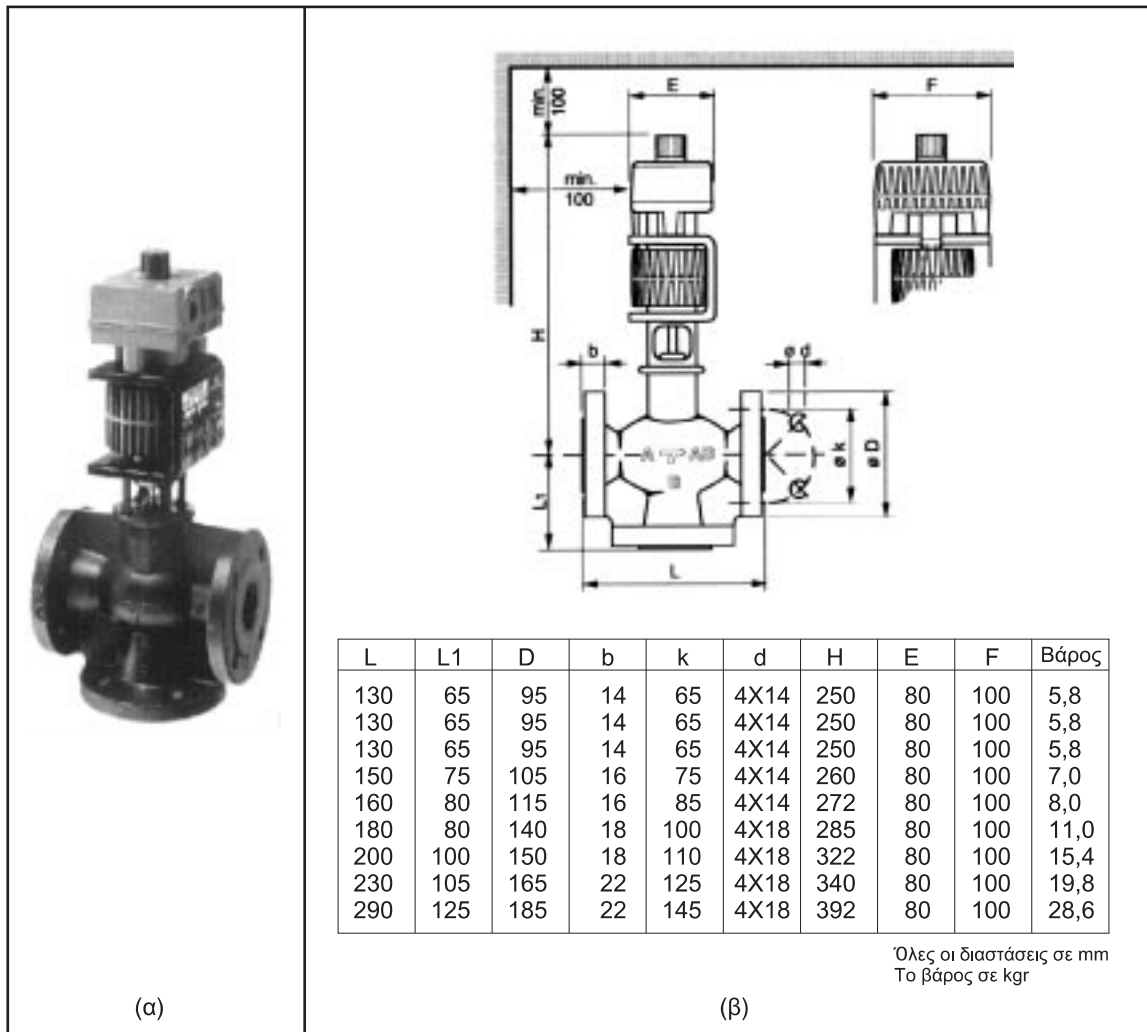
- (α) Μία σύντομη περιγραφή του προϊόντος.
- (β) Αναλυτικά τις εφαρμογές στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τους τυχόν περιορισμούς που υπάρχουν.
- (γ) Οδηγίες εγκατάστασης με μηχανολογικά σχέδια (τομές και όψεις).
- (δ) Κατάλογο παρελκόμενων υλικών και ανταλλακτικών.
- (ε) Οδηγίες συντήρησης.
- (στ) Τα συνηθέστερα τεχνικά χαρακτηριστικά (διαδρομή εμβόλου, δύναμη κίνησης, ονομαστική πίεση, τύπος του σπειρώματος, θερμοκρασία του νερού, θερμοκρασία περιβάλλοντος και υλικό κατασκευής του σώματος της βάνας).

#### 7.4.1.2 Τεχνικές πληροφορίες μηχανισμών κίνησης θανών

Οι μηχανισμοί κίνησης βανών είναι ηλεκτρικές διατάξεις που παίρνουν εντολή από τον ελεγκτή και ανοίγουν ή κλείνουν βάνες. Οι μηχανισμοί μπορεί να είναι αυτόνομοι ή ενσωματωμένοι στις βάνες.

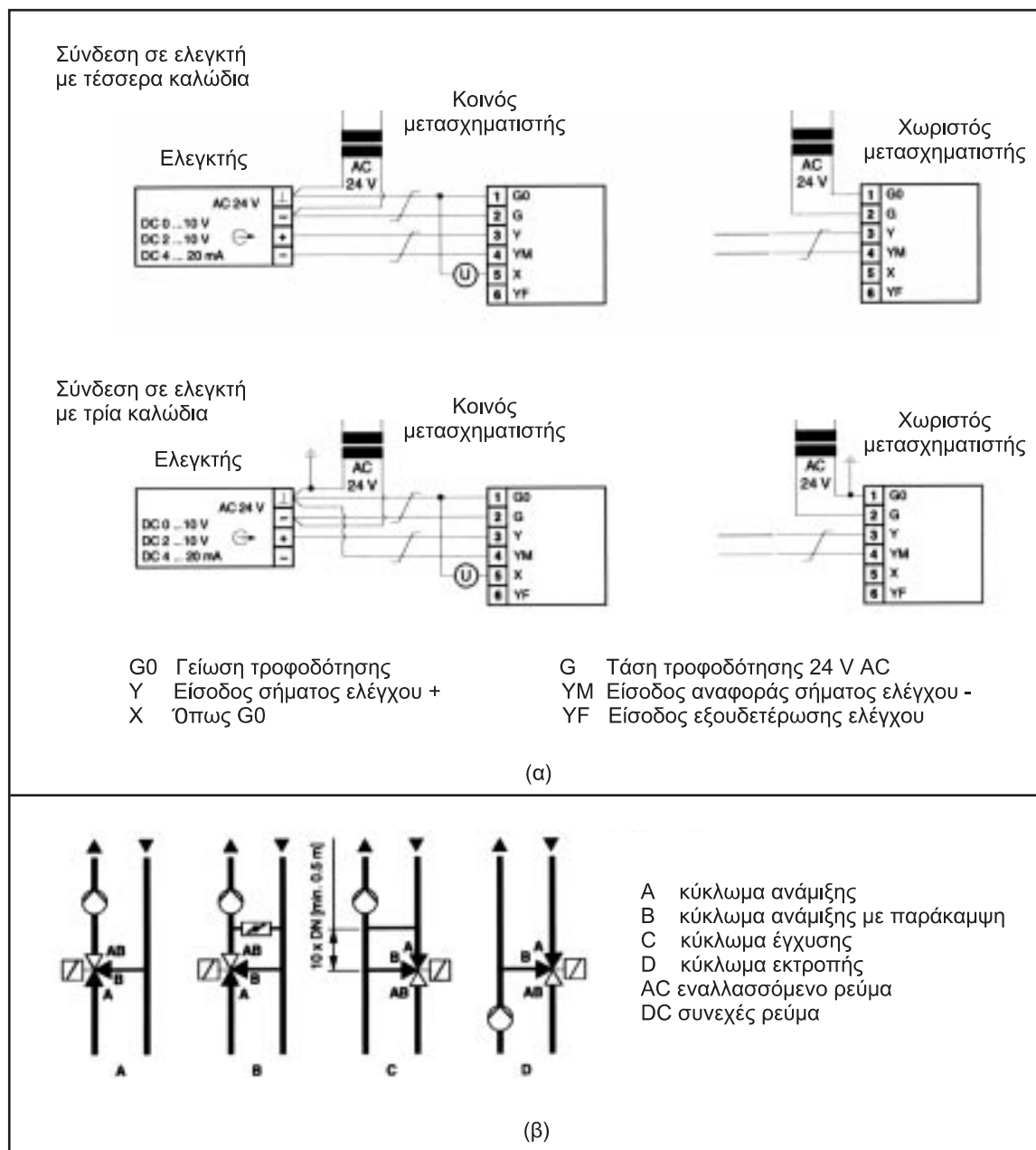
Τα τεχνικά έντυπα παρέχουν πληροφορίες σχετικές με την εγκατάσταση του μηχανισμού κίνησης, τις ρυθμίσεις που πρέπει να γίνουν και την ηλεκτρική σύνδεση του με τον ελεγκτή. Τα συνηθέστερα τεχνικά χαρακτηριστικά των μηχανισμών κίνησης είναι η δύναμη κίνησης, η διαδρομή του εμβόλου, το ελατήριο επαναφοράς, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η τάση λειτουργίας, το σήμα ελέγχου και ο χρόνος ανοίγματος.

Στο σχήμα 7.9 παρουσιάζεται το μηχανολογικό σχέδιο μιας τρίοδης φλαντζωτής βάνας και του μηχανισμού κίνησης της. Στον πίνακα του σχήματος 7.9β δίνονται οι διαστάσεις για μία οικογένεια τρίοδων βανών με ονομαστικές διαμέτρους από 130 mm έως 290 mm.



**Σχήμα 7.9:** Μηχανολογικό σχέδιο και διαστάσεις οικογένειας τριόδων φλατζωτών βανών  
(Πηγή: Siemens Landis & Staefa Div.)

Στο σχήμα 7.10 δίνονται το ηλεκτρικό σχέδιο σύνδεσης της παραπάνω τριόδης βάνας. Ο μηχανισμός κίνησης της βάνας λειτουργεί με εναλλασσόμενη τάση 24 V. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται κοινός μετασχηματιστής τροφοδοσίας με τον ελεγκτή. Η σύνδεση ανάλογα με τον ελεγκτή μπορεί να γίνει με τρία ή τέσσερα καλώδια (σχήμα 7.10α). Στο σχήμα 7.10β απεικονίζονται τέσσερις διαφορετικές εφαρμογές της τριόδης βάνας και οι αντίστοιχες συνδέσεις.

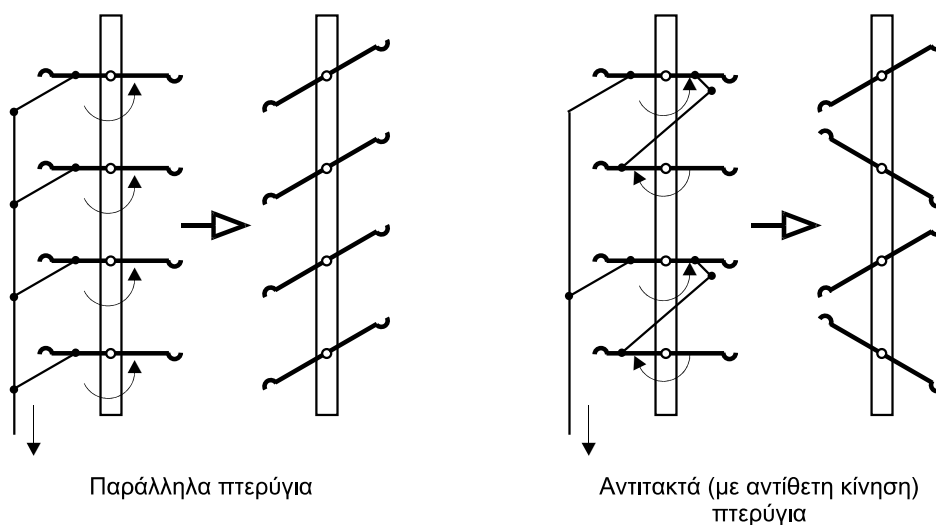


**Σχήμα 7.10:** Ηλεκτρολογικό σχέδιο σύνδεσης και ενδεικτικές συνδέσεις τυπικών εφαρμογών τριόδων φλατζωτών βανών (Πηγή: Siemens landis & Staefa Div.)

### 7.4.2 Διαφράγματα

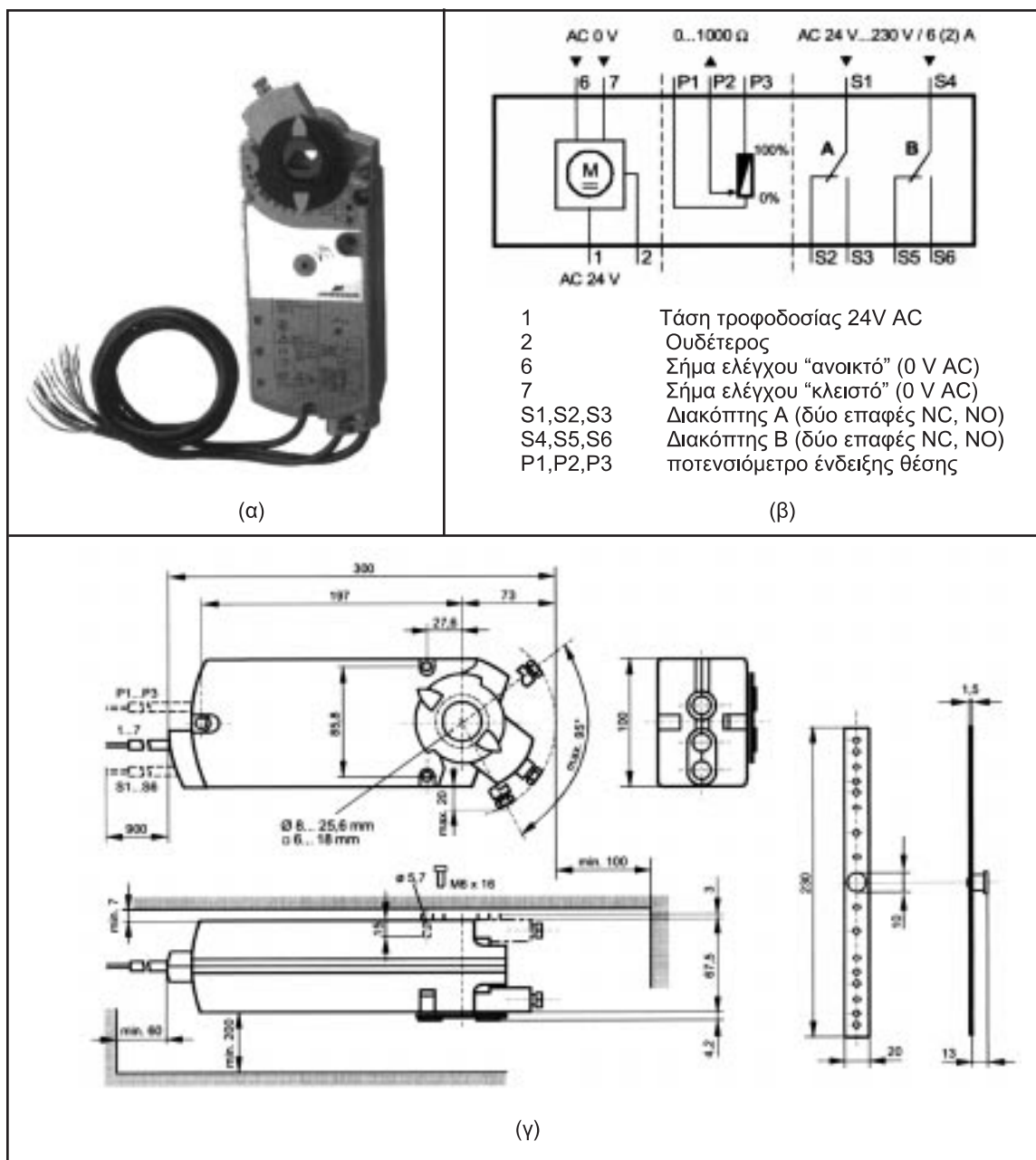
Τα διαφράγματα (ντάμπερς) είναι διατάξεις που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό και αερισμό για να ελέγξουν τη ροή του αέρα στους αεραγωγούς. Υπάρχουν δύο είδη διαφραγμάτων: α) τα διαφράγματα με παράλληλα πτερύγια και β) τα διαφράγματα με αντιτακτά πτερύγια (σχήμα 7.11). Στα διαφράγματα με παράλληλα πτερύγια, όλα τα πτερύγια περιστρέφονται προς την ίδια κατεύθυνση, όταν το διάφραγμα ανοίγει ή κλείνει ενώ στα διαφράγματα με αντιτακτά πτερύγια, τα γειτονικά (ανά δύο) πτερύγια περιστρέφονται αντίθετα. Τα διαφράγματα με παράλληλα πτερύγια χρησιμοποιούνται συνήθως σε έλεγχο δύο σημείων ενώ αυτά των αντιτακτών πτερυγίων σε αναλογικό έλεγχο ή έλεγχο τριών σημείων.

Τα αυτόματα διαφράγματα ανοίγουν και κλείνουν με τη βοήθεια ηλεκτρικών μηχανισμών κίνησης. Ο έλεγχος των μηχανισμών κίνησης γίνεται όπως και στην περίπτωση των βανών. Έτσι η λειτουργία των διαφραγμάτων είναι μονοκατευθυντική (έλεγχος δύο σημείων), με ελατήριο επιστροφής (έλεγχος δύο σημείων) ή αμφίδρομη (αναλογικός έλεγχος και έλεγχος τριών σημείων).



**Σχήμα 7.11:** Οι δύο τύποι χρησιμοποιούμενων διαφραγμάτων

Στο σχήμα 7.12 παρουσιάζεται η φωτογραφία, το μηχανολογικό σχέδιο και το εσωτερικό ηλεκτρικό διάγραμμα ενός μηχανισμού κίνησης διαφραγμάτων. Στο σχήμα 7.12β φαίνεται ο τρόπος εγκατάστασης του μηχανισμού καθώς και οι ελάχιστες αποστάσεις που πρέπει να υπάρχουν ανάμεσα στον μηχανισμό και σε άλλα αντικείμενα.



**Σχήμα 7.12:** Μηχανολογικό και ηλεκτρολογικό σχέδιο σύνδεσης μηχανισμού κίνησης διαφραγμάτων (Πηγή: Siemens Landis & Staefa Div.)

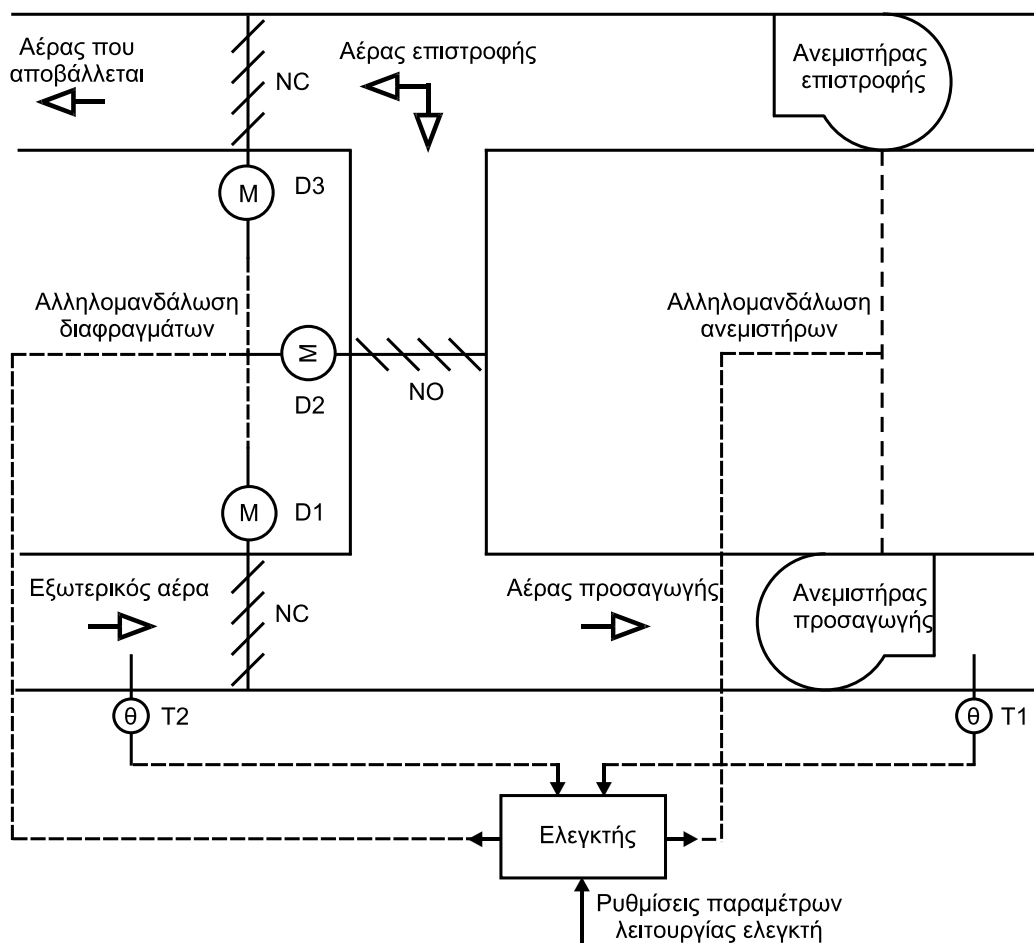


## 7.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΨΥΞΗ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα αυτοματισμού ψύξης, κλιματισμού και αερισμού περιλαμβάνει δομικά στοιχεία από όλες σχεδόν τις κατηγορίες συσκευών και οργάνων αυτοματισμού. Η αλληλεπίδραση των διαφόρων διατάξεων στη λειτουργία των συστημάτων αυτοματισμού παρουσιάζεται στις παρακάτω παραγράφους με τη βοήθεια τριών κλασικών εφαρμογών ψύξης, κλιματισμού και αερισμού.

### 7.5.1 Έλεγχος της εξωτερικής ποσότητας αέρα

Στο σχήμα 7.13 απεικονίζεται το διάγραμμα ενός συστήματος αερισμού. Το σύστημα αποτελείται από δύο αεραγωγούς, τον αεραγωγό προσαγωγής του αέρα στον αεριζόμενο χώ-



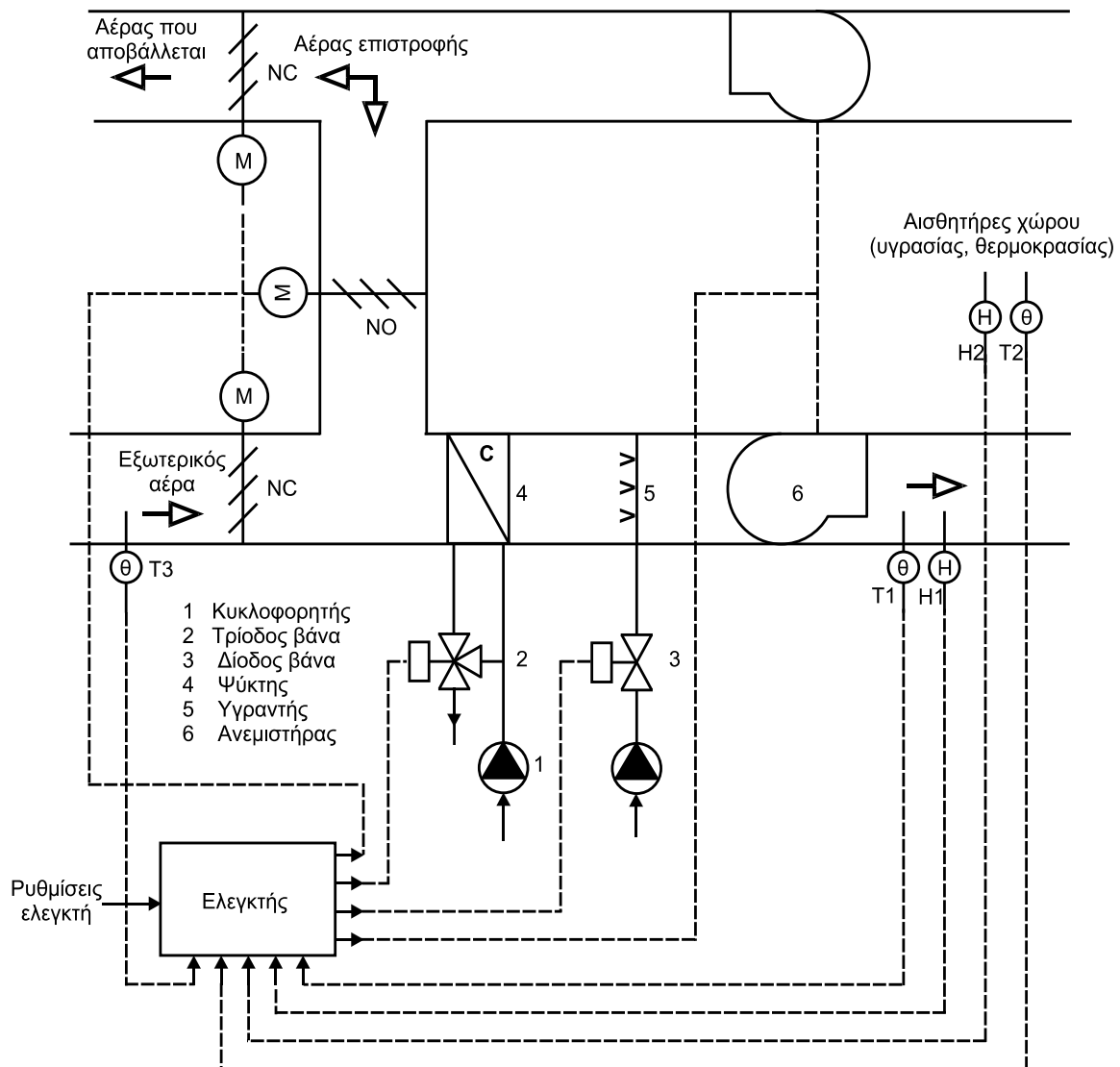
**Σχήμα 7.13:** Διάγραμμα συστήματος αυτόματου ελέγχου της θερμοκρασίας του αέρα προσαγωγής αεραγωγού

ρο και τον αεραγωγό επιστροφής του αέρα. Η ποσότητα του αέρα προσαγωγής είναι το άθροισμα των ποσοτήτων του εισαγόμενου εξωτερικού αέρα και του αέρα επιστροφής που ανακυκλώνεται. Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται εξαναγκασμένα με τη βοήθεια δύο ανεμιστήρων. Σκοπός του ελεγκτή είναι να ελέγχει την ποσότητα του εξωτερικού αέρα που εισάγεται στο σύστημα έτσι ώστε η θερμοκρασία του αεριζόμενου χώρου (αισθητήρας T1) να παραμένει σταθερή. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατάλληλη αναλογία ανάμιξης του εισαγόμενου εξωτερικού αέρα και του αέρα επιστροφής. Ο εξωτερικός αέρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ψύξη μόνο όταν είναι ψυχρότερος από τον εσωτερικό (για παράδειγμα την νύχτα). Η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα ελέγχεται με τον αισθητήρα T2. Η ποσότητα του εξωτερικού αέρα που εισάγεται ελέγχεται από το διάφραγμα D1, ενώ ο αέρας επιστροφής από τα διαφράγματα D2 και D3. Σε κατάσταση ηρεμίας τα διαφράγματα D1 και D3 είναι κλειστά (NC) και το διάφραγμα D2 ανοικτό (NO). Τα διαφράγματα και οι ανεμιστήρες βρίσκονται σε κατάσταση αλληλομανδάλωσης, ανοίγουν δηλαδή και κλείνουν συγχρονισμένα. Αν για παράδειγμα ο D1 ανοίξει κατά 30°, τότε ο D2 θα κλείσει κατά ίση γωνία.

Όταν η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου παραμένει σταθερή και μέσα στα επιθυμητά όρια που έχει ρυθμίσει ο χρήστης στον ελεγκτή τότε τα διαφράγματα D1 και D3 είναι κλειστά ενώ το διάφραγμα D2 ανοικτό και ο αέρας προσαγωγής είναι ο ίδιος με τον αέρα επιστροφής. Όταν ο αισθητήρας T1 ανιχνεύσει αλλαγή της θερμοκρασίας και ο αισθητήρας T2 δίνει ένδειξη θερμοκρασίας μικρότερη από το T1, τότε ο ελεγκτής δίνει εντολή στους ανεμιστήρες να λειτουργήσουν, στα διαφράγματα D1, D3 να ανοίξουν και στο διάφραγμα D2 να κλείσει. Το πόσο θα ανοίξουν ή θα κλείσουν τα διαφράγματα εξαρτάται από τον τύπο ελεγκτή που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα με αναλογικό ελεγκτή τα διαφράγματα μπορούν να ανοίξουν ή να κλείσουν σε οποιαδήποτε γωνία. Όταν η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου εξισωθεί με την επιθυμητή θερμοκρασία, τότε ο ελεγκτής δίνει εντολές στα διαφράγματα και τους ανεμιστήρες να επιστρέψουν στην κατάσταση ηρεμίας.

### 7.5.2 Έλεγχος ψύξης

Στο σχήμα 7.14 παρουσιάζεται το διάγραμμα ενός συστήματος ελέγχου της ψύξης. Το σύστημα περιλαμβάνει εκτός από το τμήμα αερισμού που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο παράδειγμα, ένα κύκλωμα ψύξης με νερό, ένα κύκλωμα ύγρανσης και αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας αεραγωγού (T1, H1) και εσωτερικού χώρου (T2, H2). Ο ελεγκτής ελέγχει τους ανεμιστήρες, τα διαφράγματα, το νερό ψύξης (μέσω της τριόδου βάνας) και την υγρασία (μέσω της διόδου βάνας).



**Σχήμα 7.14:** Διάγραμμα συστήματος αυτόματου ελέγχου ψύξης και υγρασίας εσωτερικού χώρου

Οι επιθυμητές παράμετροι λειτουργίας εισάγονται από το χρήστη στον ελεγκτή. Όταν οι συνθήκες διαφοροποιούνται από τις επιθυμητές τότε ο ελεγκτής στέλνει τα κατάλληλα σήματα και ελέγχει τις ποσότητες του εξωτερικού αέρα που εισάγεται, του νερού ψύξης και του νερού ύγρανσης έτσι ώστε οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας να επιστρέψουν στα επιθυμητά επίπεδα.

## 7.6 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Οι ηλεκτρικοί κινητήρες είναι ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται πολύ συχνά σε εγκαταστάσεις ψύξης, κλιματισμού και αερισμού. Ηλεκτρικοί κινητήρες υπάρχουν στους ανεμιστήρες, στα αυτόματα διαφράγματα, στις αυτόματες βάνες, στους κυκλοφορητές, στους συμπιεστές και σε πολλές άλλες διατάξεις. Οι ηλεκτρικοί κινητήρες διακρίνονται σε κινητήρες συνεχούς ρεύματος και κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος οι οποίοι με τη σειρά τους χωρίζονται σε μονοφασικούς και τριφασικούς κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος.

Οι αυτοματισμοί των ηλεκτρικών κινητήρων έχουν σαν σκοπό αφενός να προστατεύουν τους κινητήρες από υπερθέρμανση και αφετέρου να ελέγχουν την καλή λειτουργία της όλης ηλεκτρικής διάταξης στην οποία συμμετέχει ο κινητήρας. Η υπερθέρμανση του κινητήρα μπορεί να προέλθει από υπερφόρτιση, διαρροή προς τη γη, έλλειψη μιας φάσης, επανειλημμένες εκκινήσεις και βραχυκυκλώματα.





































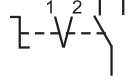
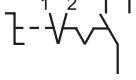
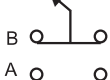
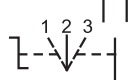
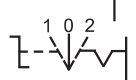


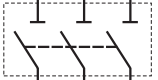
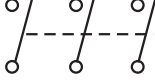
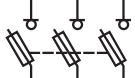
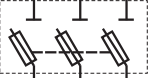

Ο έλεγχος της καλής λειτουργίας της ηλεκτρικής διάταξης έχει να κάνει με:

- την εκκίνηση και πέδηση του κινητήρα (π.χ. εκκίνηση αστέρα – τριγώνου),
- την κατεύθυνση περιστροφής του κινητήρα (αριστερόστροφη ή δεξιόστροφη),
- την ταχύτητα περιστροφής (κινητήρας δύο, τριών ή τεσσάρων ταχυτήτων),
- τις προϋποθέσεις έναρξης λειτουργίας (εκκίνηση μετά την ενεργοποίηση κάποιου άλλου στοιχείου π.χ. θερμοστάτη ή φλοτεροδιακόπτη) και
- τη σηματοδότηση της διάταξης (ενδεικτικές λυχνίες ή άλλα οπτικά ή ηχητικά σήματα που ενημερώνουν για την καλή ή προβληματική λειτουργία της διάταξης).


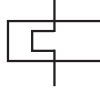


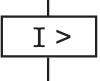

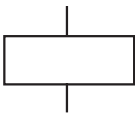
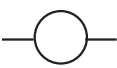

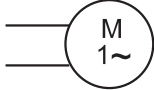
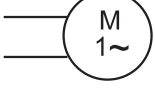
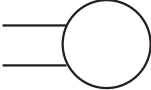
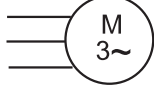
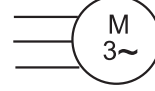
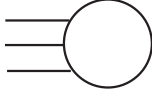
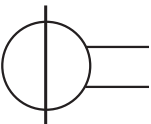
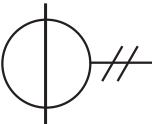


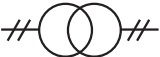
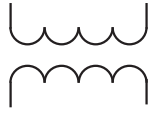
Τα ηλεκτρικά δομικά στοιχεία από τα οποία απαρτίζεται ένα σύστημα αυτοματισμού είναι πολλά. Μερικά από αυτά, όπως οι ασφάλειες και οι απλοί διακόπτες, έχουν ήδη παρουσιασθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο (κεφάλαιο 6). Στους πίνακες 7.2, 7.3 που ακολουθούν παρουσιάζονται τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα στο σχεδιασμό ηλεκτρολογικών κυκλωμάτων αυτοματισμού σύμβολα.

Το σημαντικότερο δομικό στοιχείο μιας διάταξης αυτοματισμού ηλεκτρικών κινητήρων είναι οι ηλεκτρονόμοι οι οποίοι εξετάζονται διεξοδικά στο κεφάλαιο 7.6.1.

**Πίνακας 7.2:** Σύμβολα διακοπών ηλεκτρολογικών διαγραμμάτων αυτοματισμού.

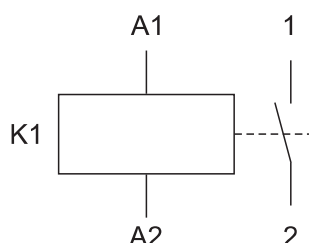
| Περιγραφή λειτουργίας<br>συμβόλου   | Σύμβολα   |   |  |  |   |   |
|---|---|---|--|--|---|---|
|   | Διεθνή<br>πρότυπα   |   | Γερμανικά<br>πρότυπα   |  | Αμερικανικά<br>πρότυπα  |   |
|   | NC  | NO  | NC   | NO   | NC  | NO  |
| Διακόπτης απλός   |    |    |     |    |              |        |
| Διακόπτης<br>χρονοκαυστήρησης<br>(καθυστέρηση επαναφοράς<br>κατά την διακοπή)       |    |    |     |     | <br>TC       | <br>TO |
| Διακόπτης<br>χρονοκαυστήρησης<br>(καθυστέρηση λειτουργίας<br>κατά την αποκατάσταση) |    |    |     |    | <br>TC       | <br>TO |
| Ωστικός διακόπτης<br>στιγμιαίας επαφής  |    |    |     |    |              |        |
| Ωστικός διακόπτης<br>παλάμης  |   |   |    |   |             |       |
| Διακόπτης ελεγχόμενος<br>με το πόδι,<br>ποδοδιακόπτης                               |  |  |   |  |            |      |
| Διακόπτης επιλογής<br>δύο θέσεων  |  |   |  |  | <br>B<br>A |   |
| Διακόπτης επιλογής<br>τριών θέσεων  |  |   |  |  | <br>B<br>A |   |
| Τριφασικός αποξεύκτης   |  |   |  |  |            |   |
| Τριφασικός<br>ασφαλαιοαποξεύκτης  |  |   |  |  |            |   |

**Πίνακας 7.3:** Σύμβολα διαφόρων διατάξεων ηλεκτρολογικών διαγραμμάτων αυτοματισμού.

| Περιγραφή λειτουργίας συμβόλου               | Σύμβολα   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | Διεθνή πρότυπα  | Γερμανικά πρότυπα  | Αμερικανικά πρότυπα   |
| Θερμικό στοιχείο ηλεκτρονόμου υπερφόρτισης   |    |     |    |
| Μαγνητικό στοιχείο ηλεκτρονόμου υπερφόρτισης |    |     |    |
| Πηνίο  |   |     |   |
| Μονοφασικός κινητήρας                        |  |  |  |
| Τριφασικός κινητήρας                         |  |  |  |
| Μετασχηματιστής ρεύματος                     |  |  |  |
| Μετασχηματιστής τάσης                        |  |  |  |

### 7.6.1 Ηλεκτρονόμοι

Οι ηλεκτρονόμοι (ρελαί) είναι διακόπτες που ενεργοποιούνται ηλεκτρομαγνητικά. Η αρχή λειτουργίας τους είναι απλή. Όταν ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος ρέει ρεύμα μέσα από ένα πηνίο. Το πηνίο δημιουργεί ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που έλκει έναν οπλισμό πάνω στον οποίον είναι προσαρμοσμένες μια σειρά από επαφές. Με αυτόν τον τρόπο, καθώς μετακινείται ο οπλισμός ανοίγουν ή κλείνουν οι επαφές.



**Σχήμα 7.15:** Συμβολισμός ηλεκτρονόμου

Τα πιο σημαντικά κατασκευαστικά στοιχεία ενός ηλεκτρονόμου είναι:

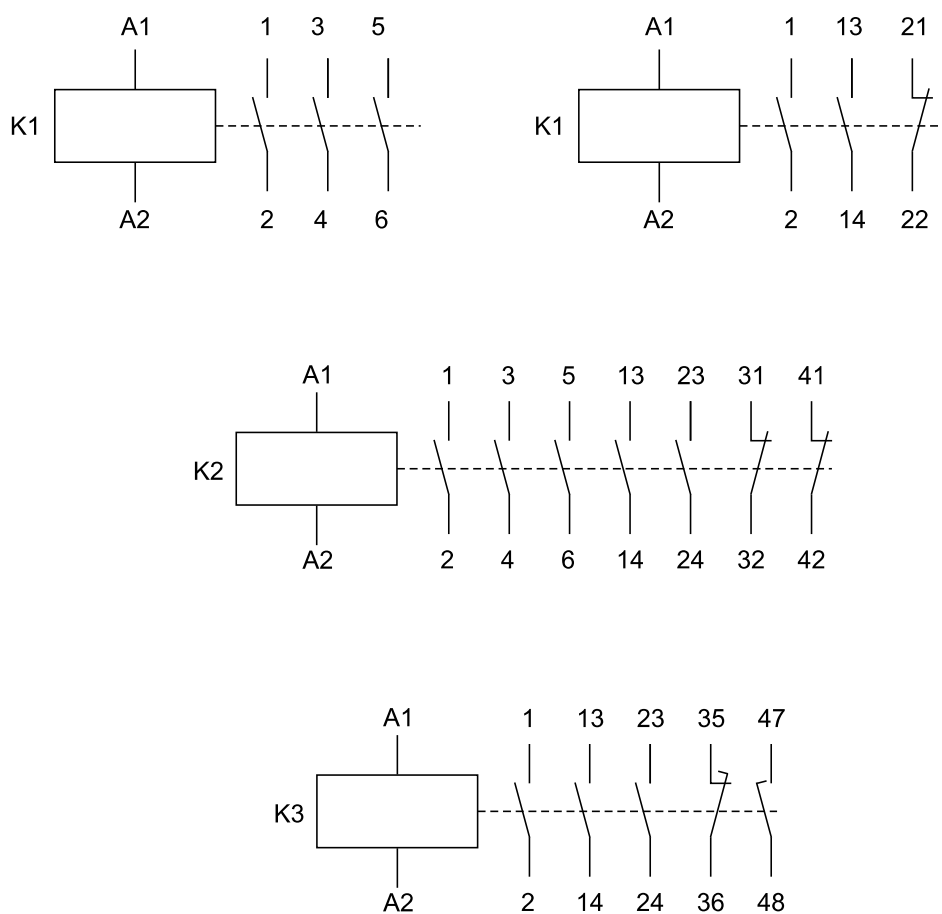
- το σύστημα επαφών που αποτελείται από ένα σύνολο σταθερών επαφών, κινούμενων επαφών και ελατηρίων επαναφοράς των κινούμενων επαφών,
- το μαγνητικό σύστημα που αποτελείται από το πηνίο, τον πυρήνα, και τον οπλισμό ο οποίος ενεργεί επί των κινούμενων επαφών και
- τα μηχανικά εξαρτήματα όπως η θήκη, η βάση στήριξης, οι ακροδέκτες σύνδεσης, οι μονώσεις και άλλα.

Οι επαφές ενός ηλεκτρονόμου ανάλογα με τη λειτουργία τους διακρίνονται σε επαφές ισχύος ή κύριες επαφές και σε επαφές ελέγχου ή βοηθητικές επαφές.

#### 7.6.1.1 Συμβολισμός και σήμανση ηλεκτρονόμων

Οι ηλεκτρονόμοι συμβολίζονται και σημαίνονται σύμφωνα με διεθνή πρότυπα και κανονισμούς. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι στη πράξη κανονισμοί είναι οι ευρωπαϊκοί κανονισμοί EN 50007 και EN 50012, DIN 40713. Σύμφωνα με αυτούς τους κανονισμούς, ο ηλεκτρονόμος συμβολίζεται με το σύμβολο που δίνεται στο σχήμα 7.15 και ονομάζεται με το γράμμα K (σύμφωνα με τον πίνακα 7.2) το οποίο ακολουθείται από έναν αριθμό που δηλώνει τον αύξοντα αριθμό του ηλεκτρονόμου στο σχέδιο. Για παράδειγμα ο συμβολισμός K3 δηλώνει τον τρίτο ηλεκτρονόμο ενός σχεδίου. Οι δύο ακροδέκτες του πηνίου του ηλεκτρονόμου ονομάζονται A1 και A2, ενώ αν ο ηλεκτρονόμος έχει δύο πηνία, αυτά ονομάζονται A1, A2 και B1, B2 αντίστοιχα.

Η σήμανση των επαφών εξαρτάται από τη φύση τους (αν είναι επαφές ισχύος ή επαφές ελέγχου). Οι επαφές ισχύος σημαίνονται με ένα μονοψήφιο αριθμό. Έτσι, αν ο ηλεκτρονόμος έχει μία επαφή τότε οι ακροδέκτες αυτής της επαφής ονομάζονται ακροδέκτες 1 και 2. Αν όμως ο ηλεκτρονόμος έχει τρεις επαφές τότε οι ακροδέκτες σημαίνονται με τα ζεύγη των αριθμών 1-2, 3-4, 5-6 αντίστοιχα (σχήμα 7.16). Οι επαφές ελέγχου σημαίνονται με διψήφιο αριθμό. Το πρώτο ψηφίο του αριθμού δηλώνει την θέση (σειρά) της επαφής ελέγχου ενώ το δεύτερο ψηφίο δηλώνει τη λειτουργία της επαφής (πίνακας 7.4).



**Σχήμα 7.16:** Παραδείγματα συμβολισμού και σήμανσης κύριων και βοηθητικών επαφών ηλεκτρονόμου

**Πίνακας 7.4:** Κωδικοποίηση σήμανσης βοηθητικών επαφών ηλεκτρονόμου.

| Λειτουργία επαφής                                 | Κωδικά ψηφία για τους δύο ακροδέκτες της επαφής |
|---|---|
| Επαφή κανονικά κλειστή (N/O)                      | 1, 2  |
| Επαφή κανονικά ανοικτή (N/O)                      | 3, 4  |
| Επαφή κανονικά κλειστή με καθυστέρηση στο άνοιγμα | 5, 6  |
| Επαφή κανονικά ανοικτή με προήγηση στο κλείσιμο   | 7, 8  |

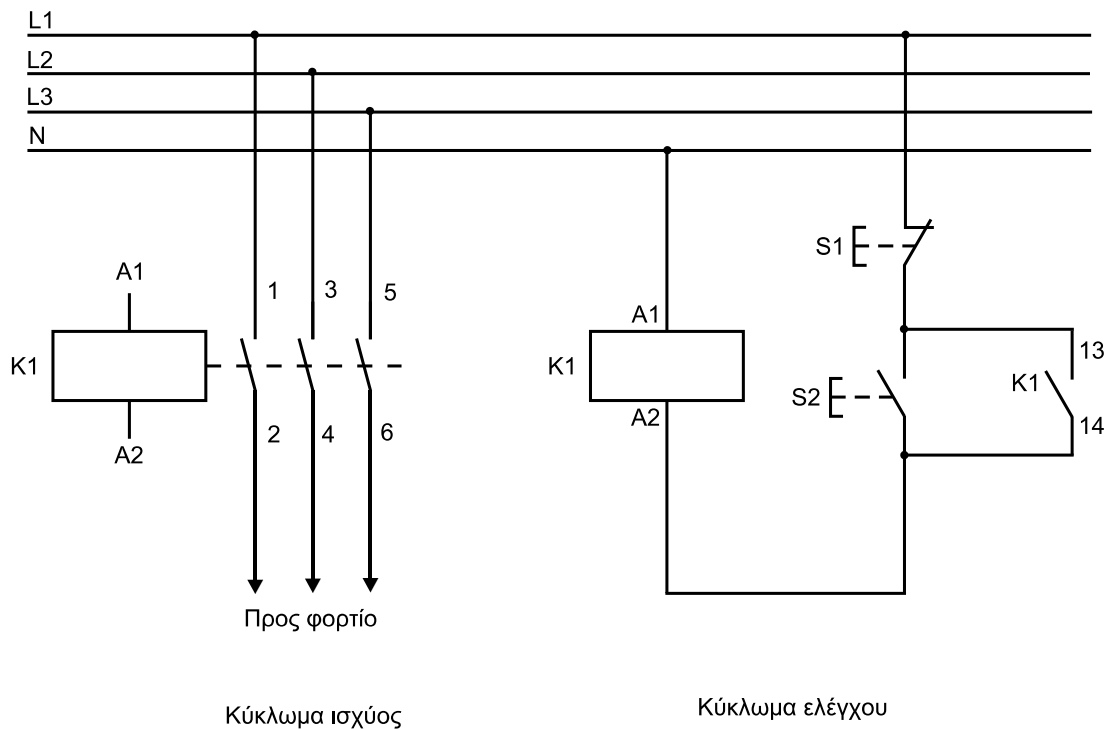
Για παράδειγμα οι ακροδέκτες με σήμανση 33, 34 αντιστοιχούν στην τρίτη κατά σειρά επαφή ελέγχου του ηλεκτρονόμου. Η επαφή αυτή είναι μία κανονικά ανοικτή επαφή, παραμένει δηλαδή ανοικτή όταν ο ηλεκτρονόμος δεν είναι ενεργοποιημένος και κλείνει με την ενεργοποίησή του.



### 7.6.1.2 Λειτουργία ηλεκτρονόμου

Στο σχήμα 7.17 φαίνεται η σύνδεση ενός τριφασικού ηλεκτρονόμου. Είναι σχεδιαστική πρακτική το κύκλωμα να χωρίζεται σε δύο μέρη:

- το κύκλωμα ισχύος που δίνει τις συνδέσεις των επαφών ισχύος του ηλεκτρονόμου και
- το κύκλωμα ελέγχου που δίνει τις συνδέσεις των επαφών ελέγχου.



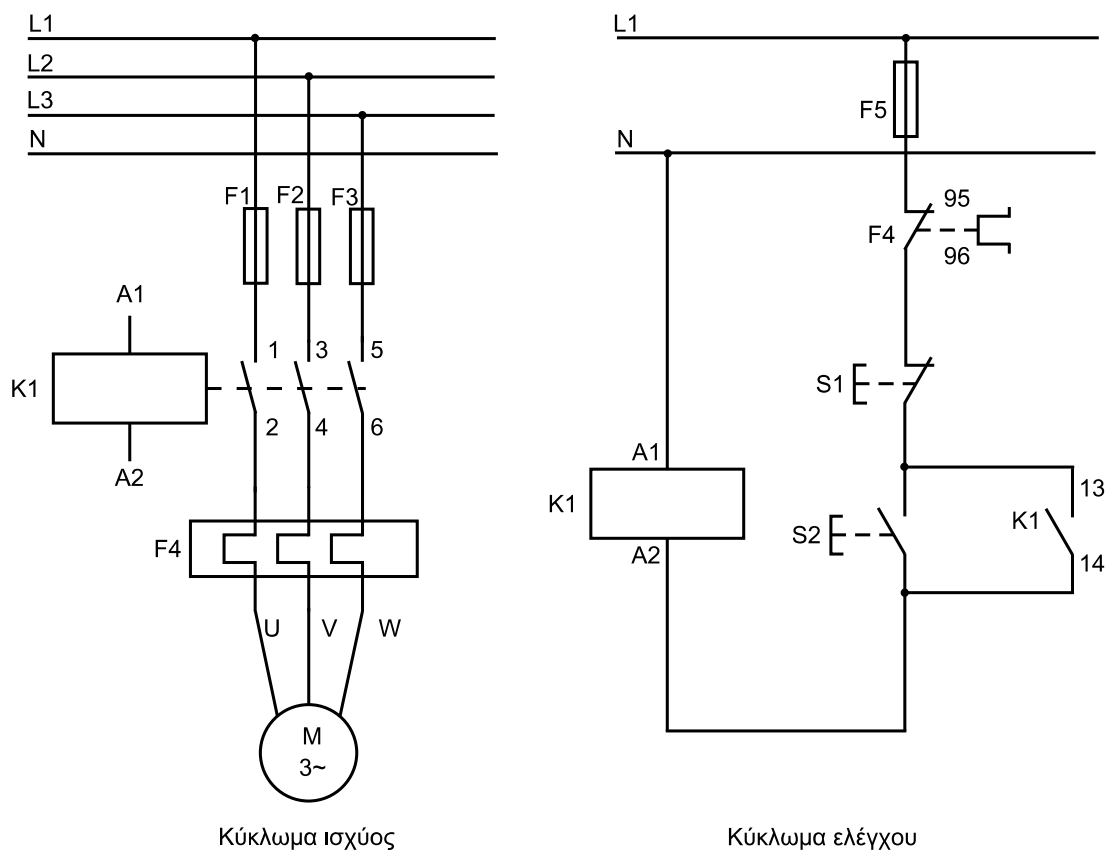
**Σχήμα 7.17:** Απλοποιημένο διάγραμμα ηλεκτρικών συνδέσεων ηλεκτρονόμου

Ο ηλεκτρονόμος K1 φέρει τρεις επαφές ισχύος (1-2, 3-4, 5-6) και μία επαφή ελέγχου τύπου NO (13, 14). Στο κύκλωμα ελέγχου υπάρχουν δύο ωστικοί διακόπτες στιγμιαίας επαφής, ο S1 (NC) που ονομάζεται ο διακόπτης στάσης και ο S2 (NO) που ονομάζεται ο διακόπτης εκκίνησης. Ο ηλεκτρονόμος K1 συνδέεται στο δίκτυο τροφοδοσίας μέσω των δύο διακοπών. Όταν ενεργοποιηθεί ο διακόπτης S2, κλείνει το κύκλωμα τροφοδοσίας και το πηνίο του ηλεκτρονόμου συνδέεται με τη φάση και τον ουδέτερο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να ενεργοποιηθεί ο ηλεκτρονόμος και να κλείσουν οι επαφές ισχύος του καθώς επίσης και η επαφή ελέγχου του. Με το κλείσιμο των επαφών ισχύος τροφοδοτείται με τάση το φορτίο του κυκλώματος. Όταν σταματήσει η πίεση του διακόπτη S1 οι επαφές του ανοίγουν, το πηνίο του ηλεκτρονόμου όμως εξακολουθεί να τροφοδοτείται μέσω των επαφών ελέγχου 13, 14. Οι επαφές αυτές λέγονται επαφές αυτοσυγκράτησης επειδή συγκρατούν σε κατάσταση λειτουργίας τον ηλεκτρονόμο.

Για να διακοπεί η λειτουργία του κυκλώματος πρέπει να πιεστεί ο διακόπτης στάσης

S1. Ο διακόπτης, ο οποίος σε κατάσταση ηρεμίας είναι κανονικά κλειστός, όταν ενεργοποιείται ανοίγει τις επαφές του. Αυτό έχει ως συνέπεια να διακοπεί η τροφοδοσία του πηνίου του ηλεκτρονόμου, να ανοίξουν όλες οι επαφές του και να παύσει να λειτουργεί το κύκλωμα.

Το κύκλωμα του σχήματος 7.17 είναι μια απλή μορφή κυκλώματος χωρίς πρακτική εφαρμογή και χρησιμοποιήθηκε μόνο για την εξήγηση της λειτουργίας του ηλεκτρονόμου. Μια πληρέστερη μορφή του κυκλώματος παρουσιάζεται στο σχήμα 7.18. Στο κύκλωμα αυτό (χειροκίνητη εκκίνηση – στάση τριφασικού κινητήρα με τυλίγματα U, V, W) έχουν επιπλέον προστεθεί συστήματα ασφαλείας όπως οι ασφάλειες τήξης, ο θερμικός διακόπτης F4 και το φορτίο που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ένας τριφασικός κινητήρας. Ο θερμικός διακόπτης αποτελεί μια διάταξη η λειτουργία της οποίας μοιάζει με αυτή του ηλεκτρονόμου. Φέρει μία ή περισσότερες επαφές ελέγχου που σημαίνονται πάντα με τους αριθμούς 95-96 για κανονικά κλειστές επαφές (NC) και 97-98 για κανονικά κλειστές επαφές (NO).

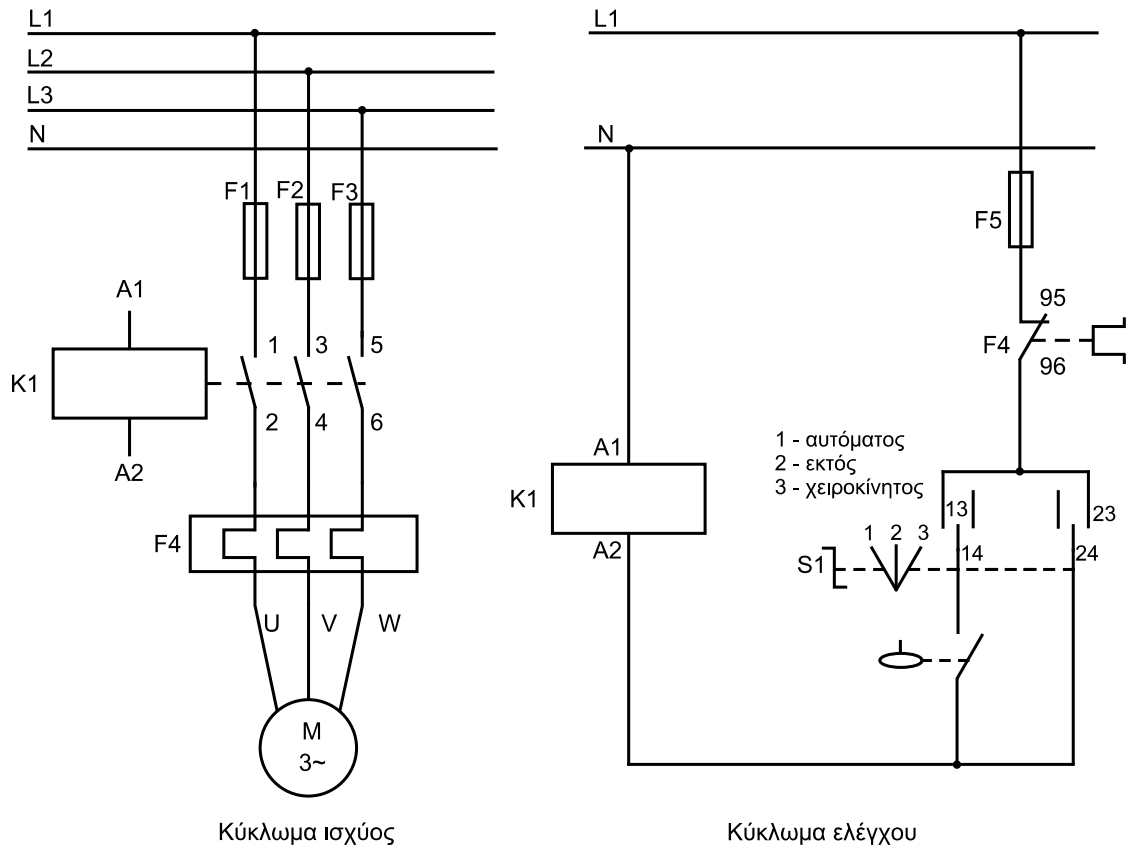


**Σχήμα 7.18:** Ηλεκτρικό διάγραμμα κυκλώματος προστασίας ηλεκτρονόμου

Όταν η ένταση του ρεύματος για κάποιο λόγο ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή, τότε ο θερμικός διακόπτης ενεργοποιείται, οι επαφές του κλείνουν (ή ανοίγουν) και το κύκλωμα διακόπτεται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την προστασία του κυκλώματος από υπερεντάσεις ρεύματος. Το σημείο ενεργοποίησης του θερμικού διακόπτη (δηλαδή σε ποια τιμή έντασης ρεύματος θα ενεργοποιηθεί) ρυθμίζεται εξωτερικά.

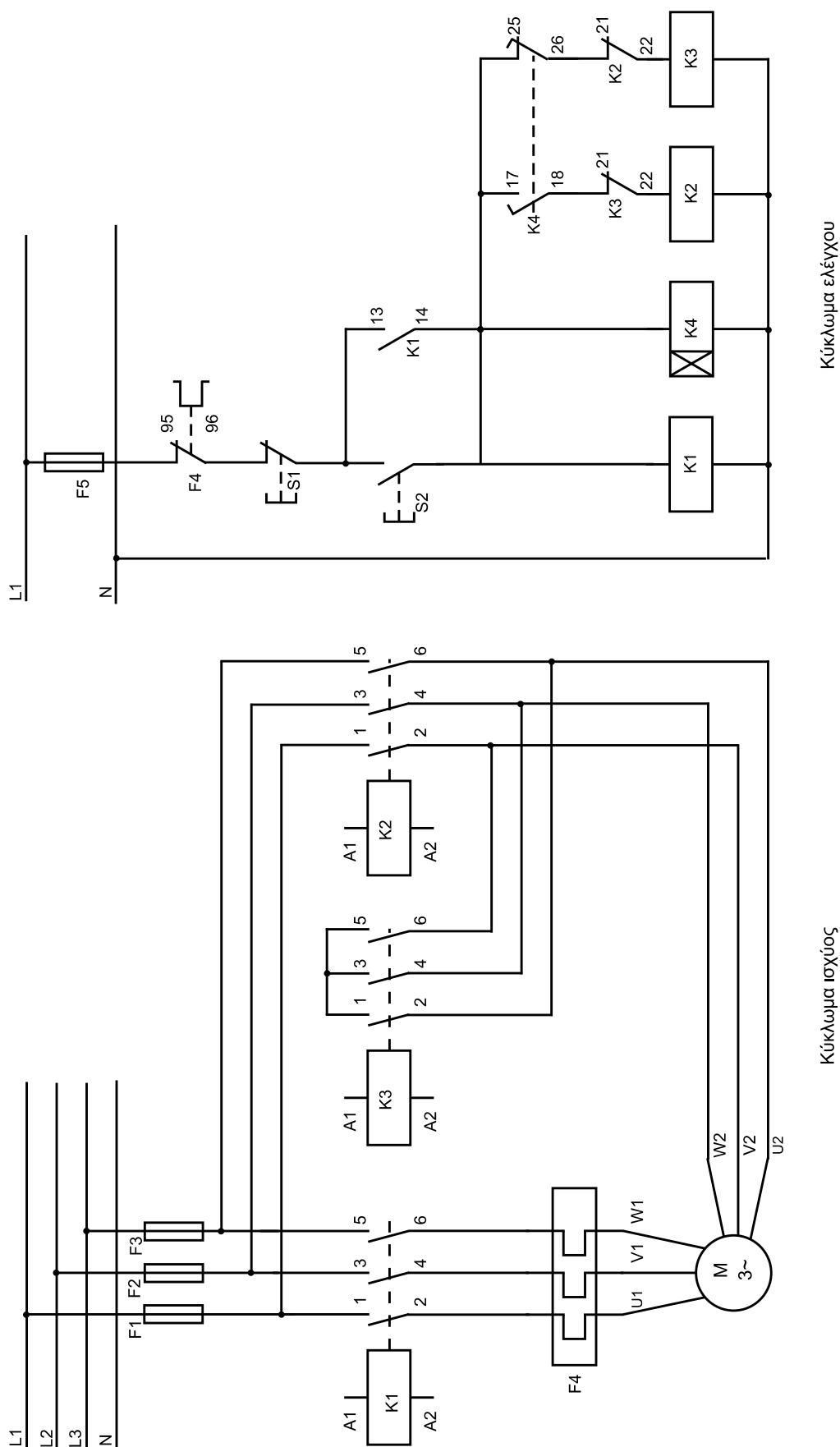
## 7.7 ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται ορισμένα βασικά κυκλώματα αυτοματισμών ηλεκτρικών κινητήρων και εξηγείται περιληπτικά η λειτουργία τους.



**Σχήμα 7.19:** Κύκλωμα εκκίνησης - στάσης τριφασικού κινητήρα με δυνατότητα επιλογής αυτόματης ή χειροκίνητης λειτουργίας

Στο σχήμα 7.19 δίνεται το ηλεκτρικό κύκλωμα εκκίνησης – στάσης τριφασικού κινητήρα με δυνατότητα επιλογής αυτόματης ή χειροκίνητης λειτουργίας. Η δυνατότητα επιλογής επιτυγχάνεται μέσω του διακόπτη τριών θέσεων S1. Όταν ο διακόπτης βρίσκεται στη θέση 2 η διάταξη είναι εκτός λειτουργίας. Αν ο διακόπτης μετακινηθεί στη θέση 1 τότε ο κινητήρας εκκινεί αυτόματα, ενώ αν μετακινηθεί στη θέση 3 ο κινητήρας εκκινεί χειροκίνητα. Η αυτόματη λειτουργία επιτυγχάνεται με τη χρήση του φλοτεροδιακόπτη. Όταν για παράδειγμα η στάθμη ενός υγρού σε κάποιο δοχείο ξεπεράσει μια επιθυμητή τιμή τότε ο φλοτεροδιακόπτης ενεργοποιείται, το ηλεκτρικό κύκλωμα τροφοδοσίας του πηνίου του ηλεκτρονόμου κλείνει με αποτέλεσμα να αρχίσει να λειτουργεί ο κινητήρας. Αν αντίθετα η στάθμη του υγρού πέσει, ο φλοτεροδιακόπτης ανοίγει, η τροφοδοσία του ηλεκτρονόμου διακόπτεται και ο κινητήρας σταματά να λειτουργεί.



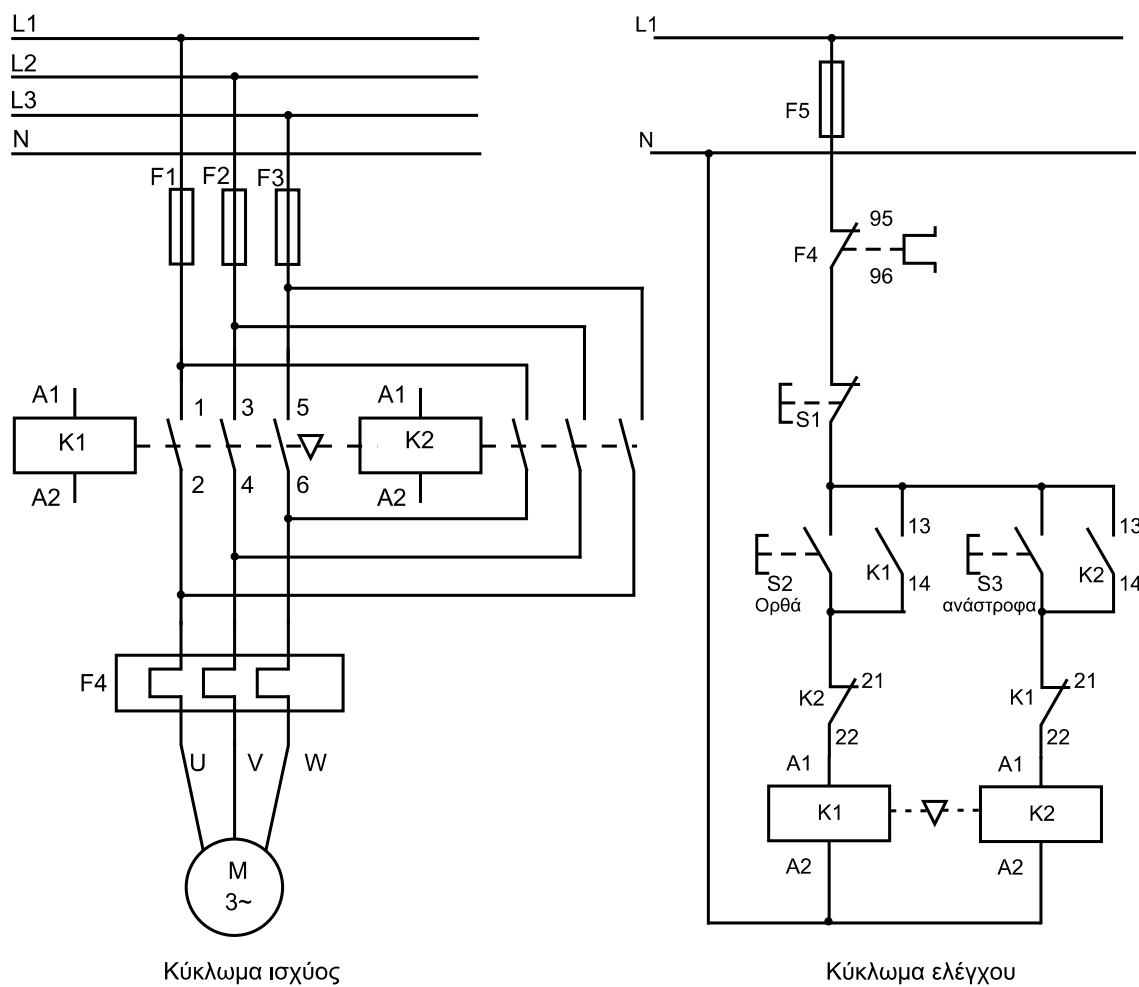
**Σχήμα 7.20:** Ηλεκτρικό διάγραμμα κυκλώματος εκκίνησης τριφασικού κινητήρα αστέρα – τριγώνου

Στο σχήμα 7.20 παρουσιάζεται το ηλεκτρικό διάγραμμα ενός κυκλώματος εκκίνησης τριφασικού κινητήρα αστέρα – τριγώνου. Η διαδικασία εκκίνησης των τριφασικών κινητήρων είναι μια πολύ σημαντική λειτουργία και έχει σαν στόχο να περιορίζει την υψηλή ένταση ρεύματος που αναπτύσσεται στους κινητήρες κατά την εκκίνηση λόγω αυξημένων ροπών. Υπάρχουν πολλοί τρόποι περιορισμού του ρεύματος εκκίνησης. Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος είναι η σύνδεση αστέρα – τριγώνου. Σύμφωνα με αυτήν την τεχνική, κατά την εκκίνησή του ο κινητήρας είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο τροφοδοσίας σε μορφή αστέρα και στη συνέχεια μετά παρέλευση ορισμένου χρόνου η σύνδεση μετατρέπεται σε ζεύξη τριγώνου.

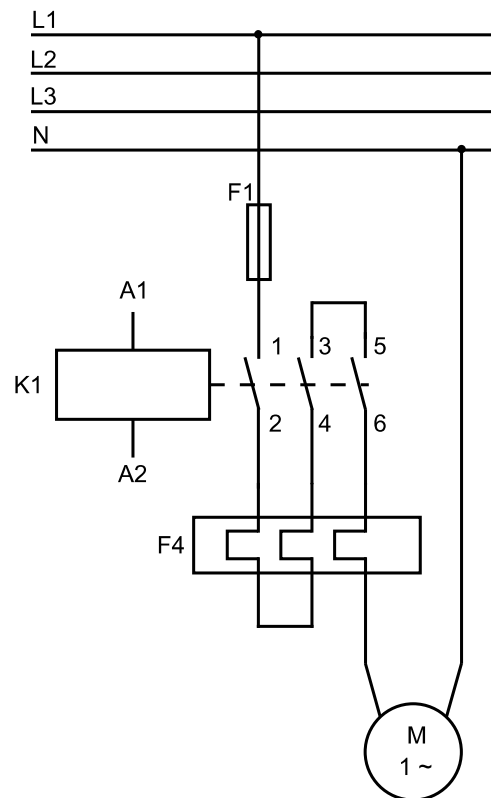
Το κύκλωμα περιλαμβάνει τους διακόπτες χειροκίνητης εκκίνησης και στάσης S2 - S1, τέσσερις ηλεκτρονόμους, τον ηλεκτρονόμο δικτύου K1, τον ηλεκτρονόμο τριγώνου K2, τον ηλεκτρονόμο αστέρα K3, το χρονικό ηλεκτρονόμο K4, τις ασφάλειες τήξης και το θερμικό διακόπτη F4. Με το κλείσιμο του διακόπτη S2, ενεργοποιούνται οι ηλεκτρονόμοι δικτύου K1 και αστέρα K3 και ο κινητήρας αρχίζει να εκκινείται συνδεδεμένος σε μορφή αστέρα. Μετά τη διέλευση ορισμένου χρόνου (της τάξης των μερικών δεκάδων msec) ο χρονικός ηλεκτρονόμος K4 ενεργοποιείται με συνέπεια να κλείσει ο ηλεκτρονόμος αστέρα K3 και να ανοίξει ο ηλεκτρονόμος τριγώνου K2. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη σύνδεση του κινητήρα σε διάταξη τριγώνου. Το κύκλωμα λειτουργεί μέχρι να ενεργοποιηθεί ο διακόπτης στάσης S1.

Το σχήμα 7.21 παρουσιάζει το ηλεκτρικό διάγραμμα μιας διάταξης αντιστροφής της φοράς περιστροφής του κινητήρα. Ένας τριφασικός κινητήρας αλλάζει κατεύθυνση περιστροφής αν αλλάξουν θέση σύνδεσης στο δίκτυο δύο από τις φάσεις του. Το κύκλωμα χρησιμοποιεί δύο ηλεκτρονόμους (K1, K2) και τρεις διακόπτες (S1 στάσης, S2 εκκίνησης και ορθής περιστροφής, S3 εκκίνησης και ανάστροφης περιστροφής). Όταν πιεσθεί ο διακόπτης S2, ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K1 και συνδέει τις φάσεις L1, L2, L3 με τα τυλίγματα U, V, W του κινητήρα. Παράλληλα, με την ενεργοποίηση του K1 η επαφή ελέγχου του 21-22 ανοίγει και δεν επιτρέπει την ενεργοποίηση του ηλεκτρονόμου K2. Ο κινητήρας περιστρέφεται κατά την ορθή κατεύθυνση. Αν πιεσθεί ο διακόπτης S3 ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος K2, ο οποίος αφενός συνδέει τις φάσεις L1, L2, L3 με τα τυλίγματα W, V, U και αφετέρου αποκόπτει μέσω των επαφών του 21-22 την τροφοδοσία του ηλεκτρονόμου K1. Με αυτό τον τρόπο ο κινητήρας περιστρέφεται αντίστροφα.

Στο σχήμα 7.22 απεικονίζεται η σύνδεση ενός μονοφασικού κινητήρα στο δίκτυο τροφοδοσίας μέσω ενός τριφασικού ηλεκτρονόμου και ενός τριφασικού θερμικού διακόπτη.



**Σχήμα 7.21:** Ηλεκτρικό διάγραμμα διάταξης αντιστροφής της φοράς περιστροφής κινητήρα.



**Σχήμα 7.22:** Διάγραμμα σύνδεσης μονοφασικού κινητήρα στο δίκτυο τροφοδοσίας

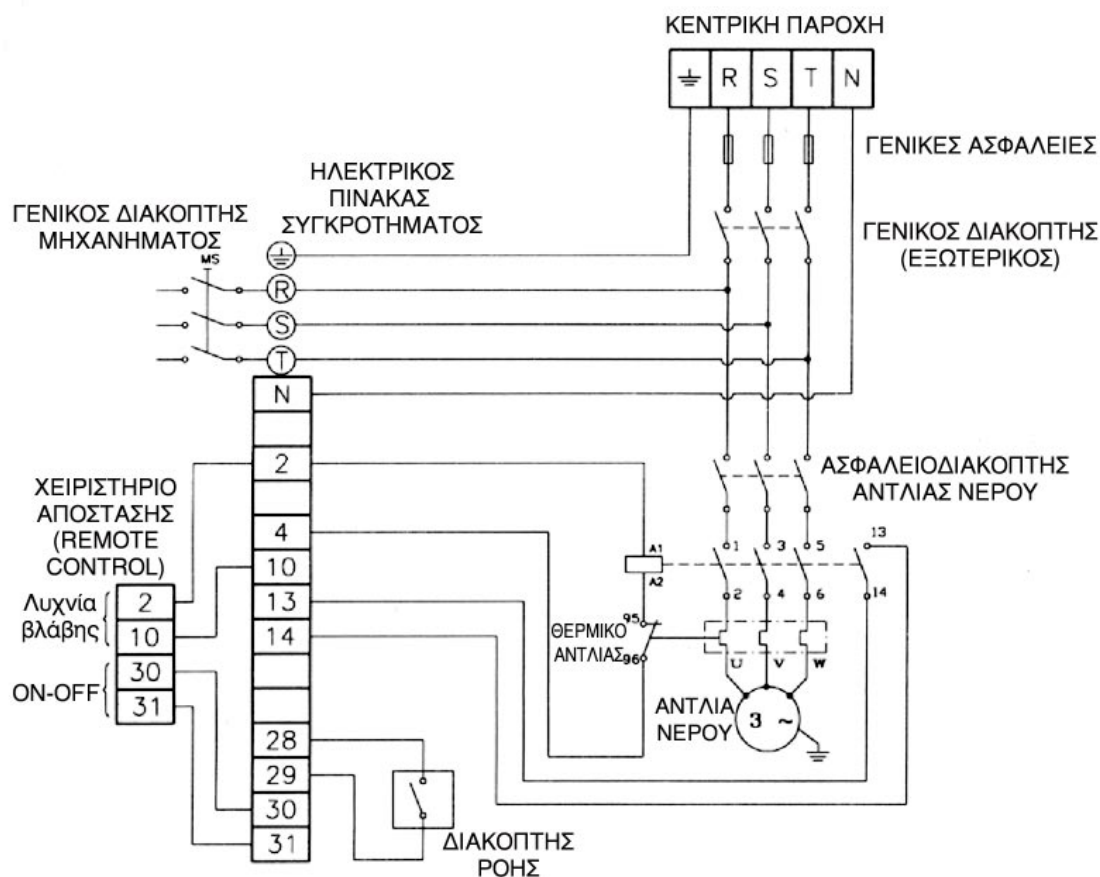
## 7.8 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΨΥΞΗΣ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Οι κατασκευαστές των συγκροτημάτων ψύξης, κλιματισμού και αερισμού, παρέχουν πληροφορίες που αφορούν τις ηλεκτρικές συνδέσεις των διαφόρων μηχανημάτων, οργάνων και εξαρτημάτων που απαρτίζουν το συγκρότημα. Οι πληροφορίες παρέχονται με μορφή κειμένων, πινάκων και ηλεκτρολογικών σχεδίων. Στα παραδείγματα που ακολουθούν δίνονται τεχνικές πληροφορίες ηλεκτρολογικής εγκατάστασης για ένα σύστημα αερόψυκτου ψύκτη νερού – αντλίας θερμότητας αέρα νερού, και για ένα ανοικτό κοχλιωτό συμπιεστή.

Στον τόπο της εγκατάστασης του ψύκτη γίνονται εργασίες σύνδεσης:

- του συγκροτήματος με την τριφασική παροχή,
- του κινητήρα της αντλίας νερού,
- του διακόπτη ροής,
- του τηλεχειριστηρίου.

Στο σχήμα 7.23 δίνεται το ηλεκτρολογικό διάγραμμα των εξωτερικών συνδέσεων που απαιτούνται κατά την εγκατάσταση αερόψυκτου ψύκτη νερού (Τα σύμβολα R, S, T αντιστοιχούν στα σύμβολα L1, L2, L3 των φάσεων του εναλλασσομένου ρεύματος).



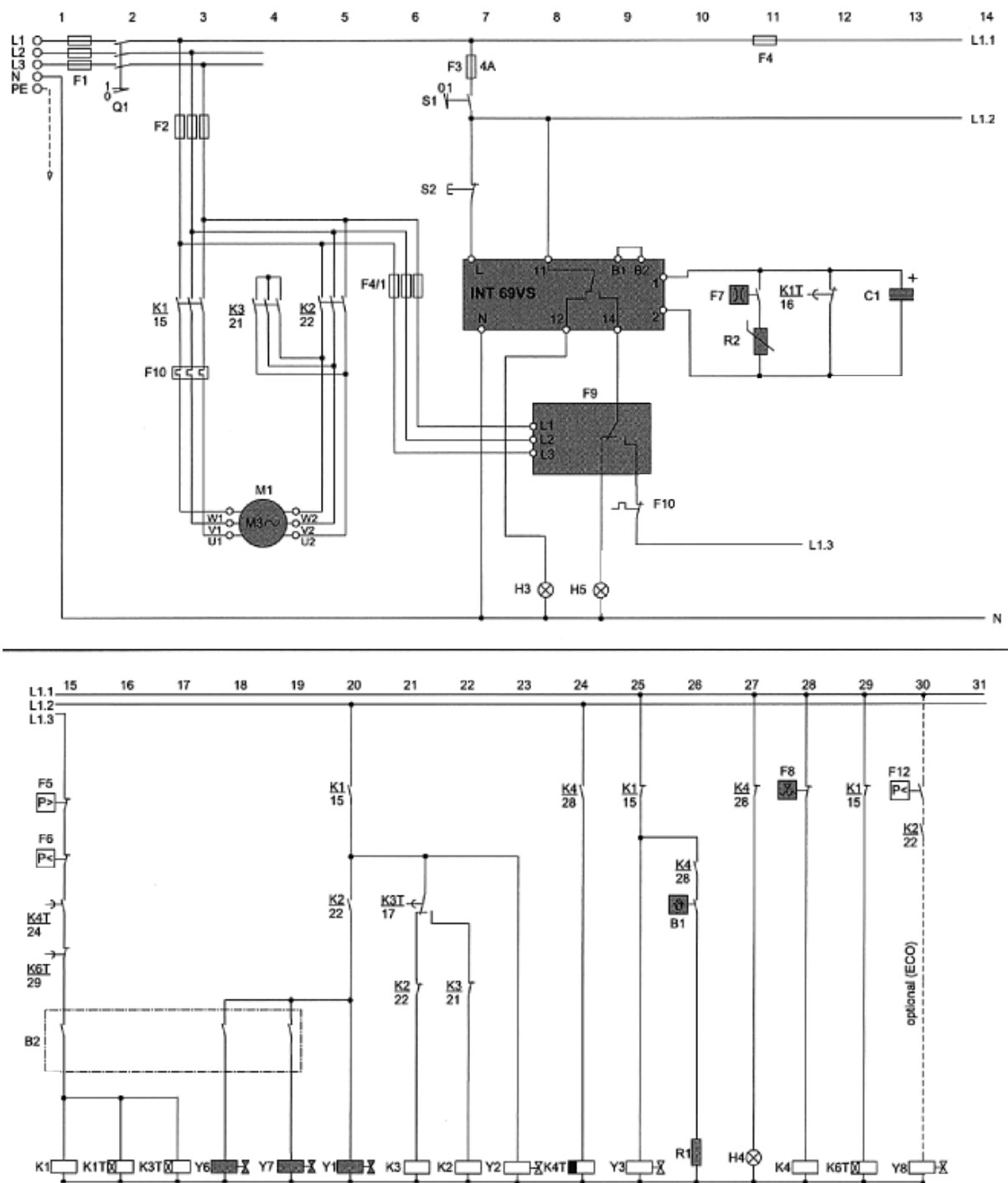
**Σχήμα 7.23:** Διάγραμμα σύνδεσης αερόψυκτου ψύκτη νερού (Πηγή: Φυρογένης)

Στο σχήμα 7.24 παρουσιάζεται το ηλεκτρολογικό σχέδιο ενός αερόψυκτου ψύκτη νερού. Ο ψύκτης περιλαμβάνει ένα συμπιεστή και έναν ανεμιστήρα. Όλη η λειτουργία του ελέγχεται από μικροεπεξεργαστή. Το σχέδιο περιλαμβάνει επίσης και ένα πίνακα επεξήγησης των διαφόρων συμβολισμών που χρησιμοποιούνται.

Το σχήμα 7.25 φαίνεται το ηλεκτρολογικό σχέδιο σύνδεσης του ανοικτού κοχλιωτού συμπιεστή που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.2.3. Το σχέδιο εξαιτίας του μεγέθους του χωρίζεται σε δύο μέρη: στο κύκλωμα ισχύος το οποίο καταλαμβάνει το πάνω μέρος της σελίδας και στο κύκλωμα ελέγχου στο κάτω μέρος της σελίδας. Για να βοηθηθεί ο τεχνικός στην ανάγνωση του σχεδίου υπάρχουν δύο οριζόντιες αριθμημένες γραμμές (1 έως 14 και 14 έως 31) που αντιστοιχούν στο πάνω και κάτω μέρος του σχεδίου. Σε κάθε αριθμό μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιστοιχεί μία νοητή στήλη. Κάθε στοιχείο του σχεδίου προσδιορίζεται με το χαρακτηριστικό του κωδικό και έναν αριθμό, ο οποίος παραπέμπει στην στή-







Σχήμα 7.25: Ηλεκτρολογικό σχέδιο σύνδεσης ανοικτού κοχλιωτού συμπιεστής (Πηγή: Bitzer)

λη πού βρίσκονται τα αντίστοιχα στοιχεία ελέγχου. Για παράδειγμα ο ηλεκτρονόμος K1/15 έχει το στοιχείο ελέγχου του στην στήλη 15 του σχεδίου. Στον πίνακα 7.4 δίνεται η περιγραφή των συμβόλων που χρησιμοποιούνται στο σχέδιο.

**Πίνακας 7.4:** Περιγραφή των συμβόλων που χρησιμοποιούνται στο σχήμα 7.25.

| Σύμβολο | Περιγραφή συμβόλου            | Σύμβολο | Περιγραφή συμβόλου                                 |
|---------|-------------------------------|---------|--|
| B1      | Θερμοστάτης λιπαντικού        | K2      | Ηλεκτρονόμος τριγώνου                              |
| B2      | Θερμοστάτης ελέγχου           | K3      | Ηλεκτρονόμος αστέρα                                |
| C1      | Ηλεκτρολυτικός πυκνωτής       | K4      | Βοηθητικός ηλεκτρονόμος                            |
| F1      | Κύρια ασφάλεια                | K1T     | Χρονικός ηλεκτρονόμος<br>“έλεγχος ροής λιπαντικού” |
| F2      | Ασφάλεια συμπίεστή            | K3T     | Χρονικός ηλεκτρονόμος<br>“αστέρα-τριγώνου”         |
| F3      | Ασφάλεια κυκλώματος ελέγχου   | K4T     | Χρονικός ηλεκτρονόμος<br>“έλεγχος στάθμης”         |
| F4      | Ασφάλεια κυκλώματος ελέγχου   | K6T     | Χρονικός ηλεκτρονόμος<br>“έναρξη καθυστέρησης”     |
| F5      | Πιεζοδιακόπτης υψηλής πίεσης  | M1      | Συμπίεστής   |
| F6      | Πιεζοδιακόπτης χαμηλής πίεσης | Q1      | Κύριος διακόπτης                                   |
| F7      | Διακόπτης ροής λιπαντικού     | R1      | Θερμαντήρας λιπαντικού                             |
| F8      | Διακόπτης ροής λιπαντικού     | R2      | Αισθητήρας θερμοκρασίας<br>αερίου κατάθλιψης       |
| F9      | Ηλεκτρονόμος ακολουθίας       | S1      | Διακόπτης on-off                                   |

(Ο πίνακας συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα)

**Πίνακας 7.4:** Περιγραφή των συμβόλων που χρησιμοποιούνται στο σχήμα 7.25.  
(Ο Πίνακας συνεχίζεται από την προηγούμενη σελίδα)

| Σύμβολο   | Περιγραφή συμβόλου                                 | Σύμβολο                    | Περιγραφή συμβόλου                     |
|-----------|--|----------------------------|--|
| F10       | Θερμοδιακόπτης υπερφόρτισης                        | S2                         | Διακόπτης επανεκκίνησης                |
| F12       | Πρεσοστάτης ελέγχου                                | S3                         | Διακοπή χρόνου ανάπαυσης               |
| H1        | Ενδεικτική λυχνία<br>“πρόβλημα κινητήρα”           | Y1                         | Μαγνητική βάνα<br>“έκχυση λιπαντικού”  |
| H3        | Ενδεικτική λυχνία<br>“πρόβλημα ροής λιπαντικού”    | Y2                         | Μαγνητική βάνα<br>“σωλήνα υγρού”       |
| H4        | Ενδεικτική λυχνία “πρόβλημα<br>στάθμης λιπαντικού” | Y3                         | Μαγνητική βάνα<br>“διακοπή παράκαμψης” |
| H5        | Ενδεικτική λυχνία “λάθος<br>περιστροφή”            | Y6                         | Μαγνητική βάνα<br>“έλεγχος απόδοσης”   |
| K1        | Κύριος ηλεκτρονόμος                                | Y7                         | Μαγνητική βάνα<br>“έλεγχος απόδοσης”   |
| OFC       |  | Σύστημα ελέγχου ροής       |  |
| INT 69 VS |  | Συσκευή ελέγχου λιπαντικού |  |

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος αυτού του κεφαλαίου ήταν να δώσει τη δυνατότητα στους τεχνικούς εγκατάστασης και συντήρησης συστημάτων ψύξης, κλιματισμού και αερισμού να κατανοήσουν τις βασικές έννοιες των διατάξεων αυτοματισμού καθώς επίσης να γνωρίσουν τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά και τους τρόπους εγκατάστασης των εξαρτημάτων, συσκευών και οργάνων αυτοματισμού.

Στην πρώτη ενότητα (παράγραφοι 7.1 έως 7.5) παρουσιάστηκαν όλα εκείνα τα δομικά στοιχεία που απαρτίζουν ένα σύστημα αυτοματισμού. Για το καθένα από αυτά δόθηκαν μια σύντομη περιγραφή της λειτουργίας και πληροφορίες που προέρχονται από τεχνικά έντυπα και αφορούν στην χρήση και εγκατάσταση τους, στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους και σε παραδείγματα με φωτογραφίες μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά σχέδια.

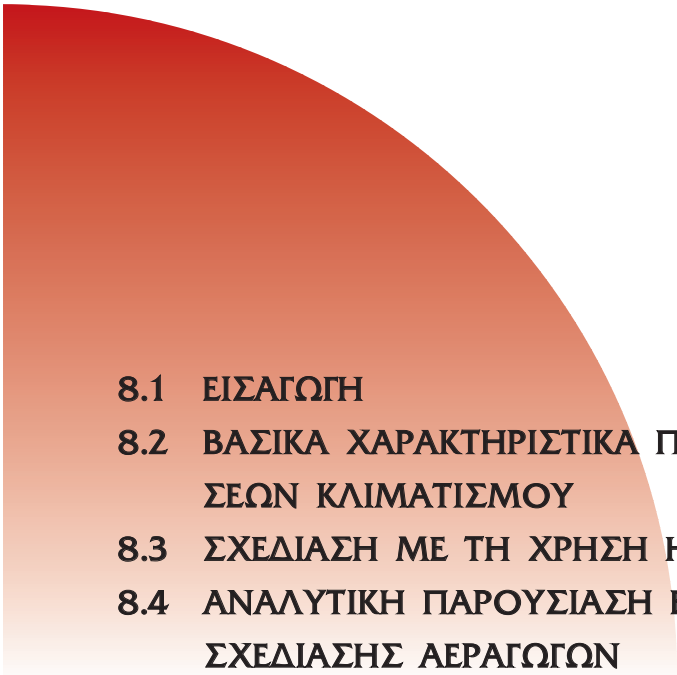
Στη δεύτερη ενότητα (παράγραφοι 7.5 έως 7.8) παρουσιάστηκαν οι ηλεκτρολογικοί αυτοματισμοί κινητήρων. Δόθηκε έμφαση στην περιγραφή της λειτουργίας των ηλεκτρονόμων οι οποίοι είναι το σημαντικότερο εξάρτημα ενός κυκλώματος αυτοματισμού. Παρουσιάστηκαν επίσης τα βασικά σχεδιαστικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό των κυκλωμάτων σε τρία πρότυπα. Τέλος δόθηκαν τα σχέδια και εξηγήθηκε η λειτουργία μερικών σημαντικών κυκλωμάτων αυτοματισμού.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. Να αναφερθούν και να εξηγηθούν περιληπτικά με την βοήθεια σχεδιαγράμματος τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία ενός συστήματος αυτόματου ελέγχου ψύξης, κλιματισμού και αερισμού.
2. Ποια είναι τα σημαντικότερα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός θερμοστάτη;
3. Τι είναι οι αισθητήρες και πως αυτοί χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα αυτοματισμού;
4. Με την βοήθεια του σχήματος 7.8γ να αναφερθούν οι εργασίες διάτρησης που πρέπει να διεξαχθούν στον αεραγωγό για την εγκατάσταση του αισθητήρα ταχύτητας και η διάμετρος των τρυπανιών που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν.
5. Να σχεδιασθεί το διάγραμμα συστήματος αυτόματου ελέγχου της θερμοκρασίας του αέρα προσαγωγής αεραγωγού του σχήματος 7.13.
6. Να γίνει αναλυτική περιγραφή της λειτουργίας του συστήματος αυτόματου ελέγχου ψύξης εσωτερικού χώρου που απεικονίζεται στο σχήμα 7.14.

7. Να γίνει η περιγραφή της λειτουργίας των επαφών των ηλεκτρονόμων K2 και K3 του σχήματος 7.16.
8. Να σχεδιασθεί το ηλεκτρικό διάγραμμα εκκίνησης τριφασικού κινητήρα που παρουσιάζεται στο σχήμα 7.20.
9. Να σχεδιασθεί το ηλεκτρολογικό κύκλωμα εκκίνησης – στάσης μονοφασικού κινητήρα με δυνατότητα επιλογής αυτόματης ή χειροκίνητης λειτουργίας. Η εντολή εκκίνησης κατά την αυτόματη λειτουργία να δίνεται από θερμοστάτη.
10. α) Να σχεδιασθεί το ηλεκτρικό διάγραμμα σύνδεσης αερόψυκτου ψύκτη που παρουσιάζεται στο σχήμα 7.23.  
β) Στο διάγραμμα σύνδεσης του σχήματος 7.23 να εντοπισθούν τα στοιχεία προστασίας του κυκλώματος και να γίνει σύντομη περιγραφή της λειτουργίας τους.  
γ) Στο ηλεκτρολογικό σχέδιο του σχήματος 7.23 να εντοπισθούν οι ηλεκτρονόμοι που υπάρχουν και να εξηγηθεί για ποιο λόγο χρησιμοποιούνται.
11. Να σχεδιασθεί το ηλεκτρικό διάγραμμα σύνδεσης ανοικτού κοχλιωτού συμπιεστή που παρουσιάζεται στο σχήμα 7.25.

# ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ Η/Υ

- 
- 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
  - 8.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
  - 8.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ
  - 8.4 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ







- ✓ Να κατανοήσετε τα βασικά πλεονεκτήματα από τη χρήση Η/Υ για τη σχεδίαση εγκαταστάσεων κλιματισμού.
- ✓ Να χρησιμοποιήσετε διάφορα παραδείγματα σχεδίασης εγκαταστάσεων κλιματισμού με τη βοήθεια Η/Υ.

## 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μαζί με τη ραγδαία εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών και ταυτόχρονη παραγωγή ιδιαίτερα εύκολων στη χρήση τους εφαρμογών, για κάθε ειδικότητα. Ιδιαίτερα στο Μηχανολογικό τομέα, η παράλληλη με τις κλασσικές γνώσεις της Μηχανολογίας κατανόηση των σχετικών εφαρμογών Η/Υ, αποτελεί απαραίτητο πλέον εργαλείο για την επίλυση προβλημάτων που θα παρουσιαστούν είτε κατά τη διάρκεια των σπουδών, είτε κατά την εκτέλεση της επαγγελματικής δραστηριότητας ενός Μηχανολόγου. Είναι σημαντικό όμως να τονιστεί ότι οι εφαρμογές αυτές χρησιμοποιούνται για να επιλύσουν σύνθετα προβλήματα σε ελάχιστο χρόνο, αλλά δεν παράγουν ούτε αντικαθιστούν τις απαιτούμενες γνώσεις της Μηχανολογίας στις οποίες βασίζονται.

Στα προηγούμενα κεφάλαια αυτού του βιβλίου παρουσιάστηκαν οι βασικοί κανόνες και τα σύμβολα σχεδίασης των διαφόρων επιμέρους εξαρτημάτων μιας κλιματιστικής εγκατάστασης. Σ' αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθεί και θα επεξηγηθεί με παραδείγματα η σχεδίαση αυτών των εξαρτημάτων με τη βοήθεια Η/Υ.

Πρέπει να τονιστεί ότι τα προγράμματα σχεδίασης κλιματιστικών εγκαταστάσεων με τη χρήση Η/Υ, είναι συνήθως τμήματα μεγαλύτερων εφαρμογών, οι οποίες ασχολούνται με το συνολικό υπολογισμό αυτών των εγκαταστάσεων. Γι' αυτό το λόγο θα αναφερθούν αρχικά κάποια βασικά χαρακτηριστικά αυτών των προγραμμάτων.

## 8.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Τα προγράμματα αυτά διακρίνονται για τη λειτουργικότητά τους καθώς λειτουργούν συνήθως σε “παραθυρικό” περιβάλλον με ταυτόχρονη ενημέρωση πολλών παραθύρων σε μία οθόνη, έχουν εμπλουτισμένες βιβλιοθήκες υλικών με όλα τα τεchnοοικονομικά χαρακτηριστικά, φωτογραφίες και τιμές τους και υπάρχει συνεργασία των επιμέρους εφαρμογών μεταξύ τους. Επίσης χαρακτηρίζονται από το επίπεδο της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας και το ότι η μεθοδολογία τους βασίζεται στους υπάρχοντες κανονισμούς και τυποποιήσεις. Ενσωματώνουν την εμπειρία πλήθους μελετητών και προσαρμόζονται σε κάθε περίπτωση κτιρίου.

Τα βασικά βήματα για την επίλυση των μελετών κλιματισμού είναι τα εξής:

- 1) **Εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων.** Για να υπολογιστούν τα ψυκτικά φορτία ή φορτία κλιματισμού πρέπει να δημιουργηθεί ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο θα περιγράφει το εξεταζόμενο κτίριο. Ο προσδιορισμός ενός μοντέλου που να πλησιάζει στην πραγματικότητα καθορίζει και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των υπολογισμών και κατά συνέπεια την επιλογή του εξοπλισμού. Η διαδικασία αυτή απαιτεί το χωρισμό του κτιρίου σε επιμέρους ζώνες (σύμφωνα με την εμπειρία του μελετητή), και την εισαγωγή των φορτίων που υπάρχουν και τα οποία διακρίνονται σε:
  - i) *εσωτερικά φορτία*: είναι οι πηγές θερμότητας που βρίσκονται στο εσωτερικό του κτιρίου, όπως οι άνθρωποι, τα μηχανήματα, τα φώτα κ.λ.π.
  - ii) *εξωτερικά φορτία*: είναι αυτά που μπαίνουν στο κτίριο από τα αρχιτεκτονικά στοιχεία που περιβάλλουν το κτίριο, όπως οροφές, τοίχοι, φεγγίτες κ.λ.π.
  - iii) *φορτία αέρα*: είναι εκείνα τα ποσά θερμότητας τα οποία μπαίνουν στο κτίριο από τον πιθανό αερισμό ή από τις χαραμάδες.
- 2) **Υπολογισμοί.** Ακολουθείται συγκεκριμένη μεθοδολογία σύμφωνα με την οποία γίνεται ανάλυση των ψυκτικών φορτίων για κάθε ώρα της ημέρας από κάθε είδος φορτίου. Έτσι για κάθε ζώνη του κτιρίου υπολογίζεται η χρονική στιγμή που εμφανίζεται η μέγιστη τιμή στο φορτίο του χώρου και του ψυκτικού στοιχείου, καθώς και τα επιμέρους φορτία ώστε να υπολογιστεί η παροχή του προσαγόμενου κρύου αέρα και η ψυκτική ισχύς της ζώνης. Υπολογίζονται επίσης ανάλογα με την επιδιωκόμενη περίπτωση:
  - i) οι σωληνώσεις δικτύου Fan Coils με τον αναλυτικό υπολογισμό των απαιτούμενων μονάδων, της κεντρικής μονάδας, της αντλίας, του ασφαλιστικού συστήματος κ.λ.π. με επιλογή από κατάλληλα ενημερωμένες βιβλιοθήκες υλικών.
  - ii) το δίκτυο των αεραγωγών, του ανεμιστήρα και των υπόλοιπων στοιχείων της εγκατάστασης.

- iii) κλιματιστικές μονάδες και κατανομή του αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους σύμφωνα με τις αναλυτικές εξισώσεις της ψυχομετρίας.

Τα σχετικά προγράμματα συνοδεύονται εκτός από τις βιβλιοθήκες υλικών και με στοιχεία για τα αρχεία καιρού των Ελληνικών πόλεων, αναλυτικά στοιχεία δηλαδή για την 21η μέρα κάθε θερινού μήνα για όλες τις ώρες του 24ώρου, τόσο για τις συνθήκες του εξωτερικού αέρα π.χ. θερμοκρασία, σχετική υγρασία και λόγο υγρασίας, όσο και για τις ισοδύναμες θερμοκρασίες του αέρα, οι οποίες εξαρτώνται από το γεωγραφικό πλάτος, τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα και τον προσανατολισμό και το χρώμα επιφάνειας του τοίχου.

Υπάρχουν και πολλές άλλες δυνατότητες όπως: η κοστολόγηση όλης της εγκατάστασης, η προμέτρηση των υλικών, η αναλυτική εκτύπωση της μελέτης, η δυνατότητα τροποποίησης των φορτίων και των διαφόρων παραμέτρων πριν τον υπολογισμό των στοιχείων ψυχομετρίας, η δυνατότητα τροποποίησης του χωρισμού του κτιρίου σε ζώνες κ.λ.π.

Στη συνέχεια θα αναφερθούν αναλυτικά τα χαρακτηριστικά των προγραμμάτων σχεδίασης κλιματιστικών εγκαταστάσεων με τη χρήση Η/Υ.

### 8.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

Τα πλεονεκτήματα της σχεδίασης με τη χρήση Η/Υ είναι κυρίως τα εξής:

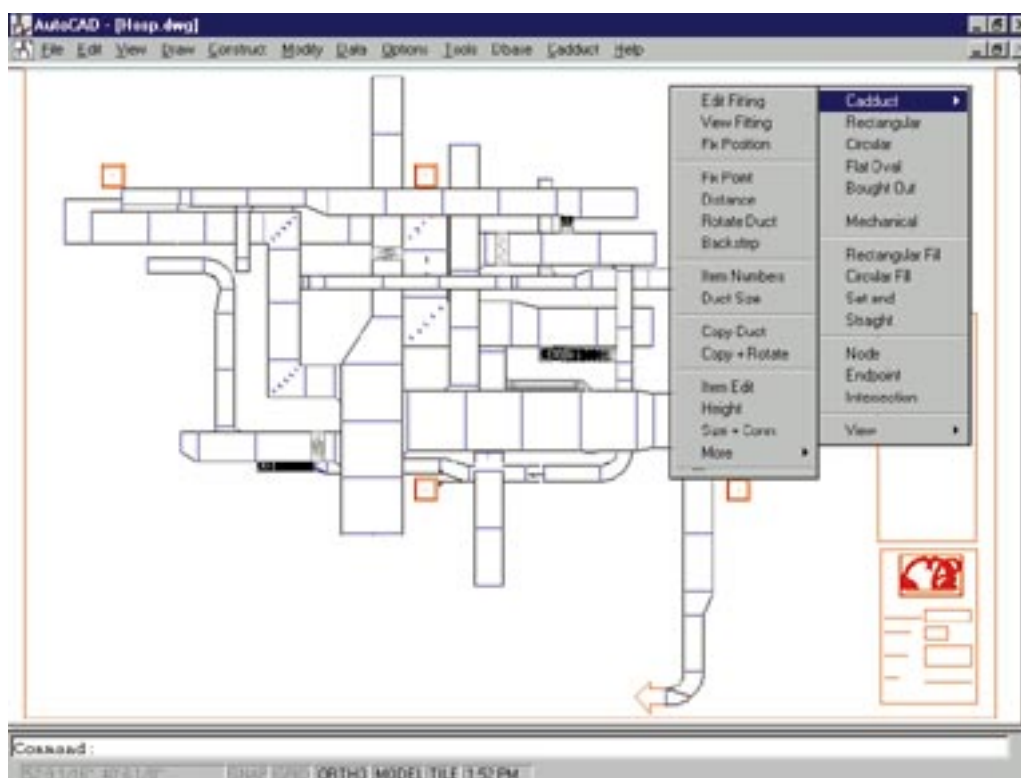
- Αυξημένη ακρίβεια σχεδίασης.
- Καλύτερη ποιότητα παραγόμενων σχεδίων.
- Αυτόματη διαστασιολόγηση.
- Σημαντική ευκολία στις πιθανές διορθώσεις.
- Ευελιξία, γιατί όταν αλλάζει κάποιο από τα δεδομένα, το πρόγραμμα κάνει καινούργους υπολογισμούς δημιουργώντας αυτόματα νέα ενημερωμένα αποτελέσματα.
- Αύξηση της παραγωγικότητας με την ταχύτερη δημιουργία των σχεδίων.
- Δυνατότητα εύκολης πραγματοποίησης πολύπλοκων σχεδίων με τη χρήση βιβλιοθηκών με ήδη υπάρχοντα σχέδια αντικειμένων.

Υπάρχει πλήθος τέτοιων προγραμμάτων ελληνικών και ξένων. Κάποια από αυτά απαιτούν την ύπαρξη και ενός καθαρά σχεδιαστικού προγράμματος (όπως το Autocad), ενώ κάποια άλλα λειτουργούν αυτόνομα.

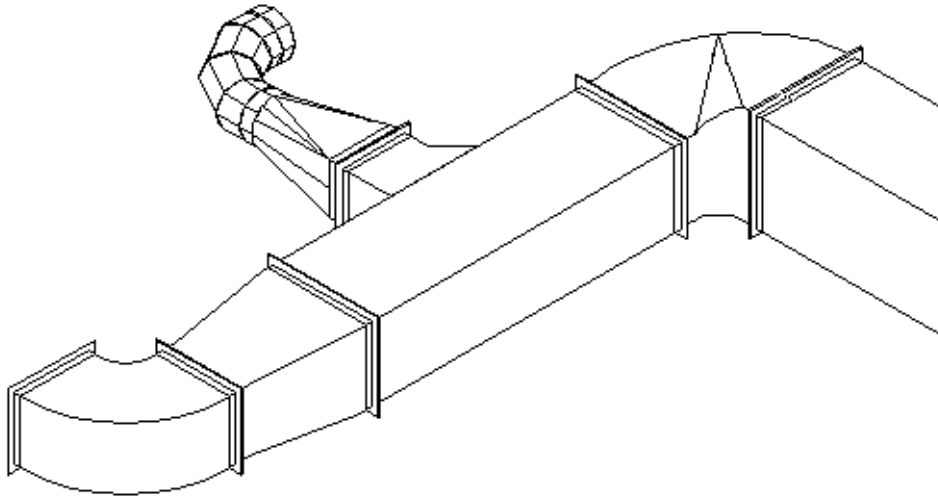
Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν συνοπτικά τρία ξένα προγράμματα και στην επόμενη παράγραφο θα δειχτεί αναλυτικότερα ένα από τα ελληνικά προγράμματα.

Στα σχήματα 8.1 έως και 8.7 εμφανίζονται εικόνες από το πρόγραμμα **CAD-DUCT** της

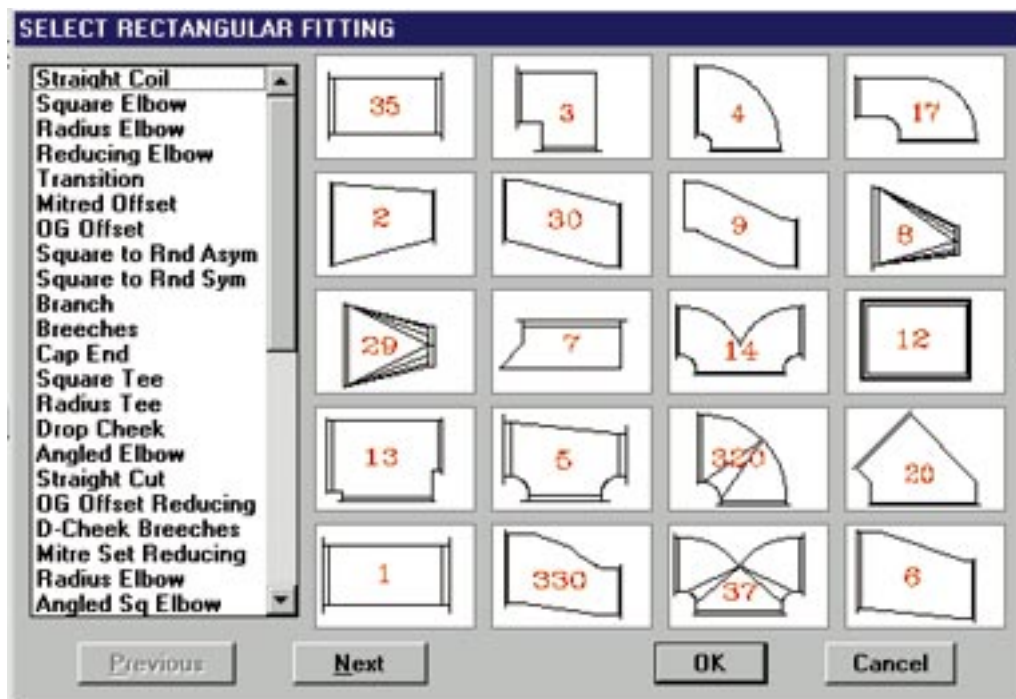
εταιρείας Advance Cutting Systems, το οποίο χρησιμοποιεί το Autocad σαν βασικό περιβάλλον υποστήριξης. Δουλεύει δηλαδή χρησιμοποιώντας τις εντολές του Autocad, στις οποίες έχουν προστεθεί εξειδικευμένες εντολές για τη σχεδίαση αεραγωγών και σωληνώσεων (σχήμα 8.1). Υπάρχει η δυνατότητα ισομετρικής σχεδίασης ενός δικτύου σωληνώσεων ή ενός δικτύου αεραγωγών (σχήματα 8.2, 8.4 και 8.5). Το πρόγραμμα περιλαμβάνει και μια βιβλιοθήκη εξαρτημάτων (σχήμα 8.3), ώστε να γίνεται πολύ πιο εύκολη και ταυτόχρονα τυποποιημένη η σχεδίαση. Επίσης έχει τη δυνατότητα αυτόματης σύνδεσης με πρόγραμμα κατασκευής του αντικειμένου που σχεδιάστηκε, έτσι ώστε να είναι εύκολη η παραγωγή των σχεδιασμένων αντικειμένων (CAM). Στο σχήμα 8.6 παρουσιάζεται παράδειγμα κοπής μεταλλικών ελασμάτων για τη δημιουργία εξαρτημάτων αεραγωγών.



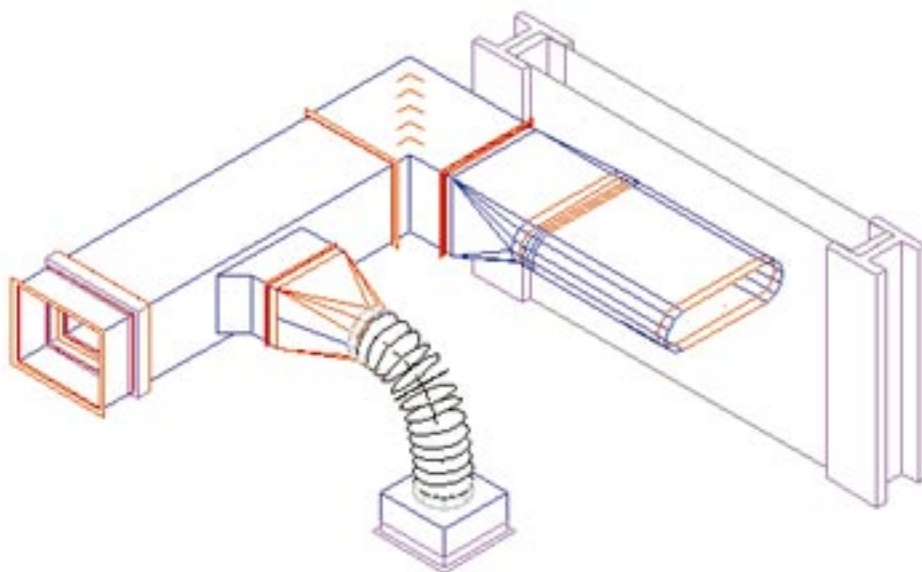
Σχήμα 8.1: Βασική οθόνη του προγράμματος



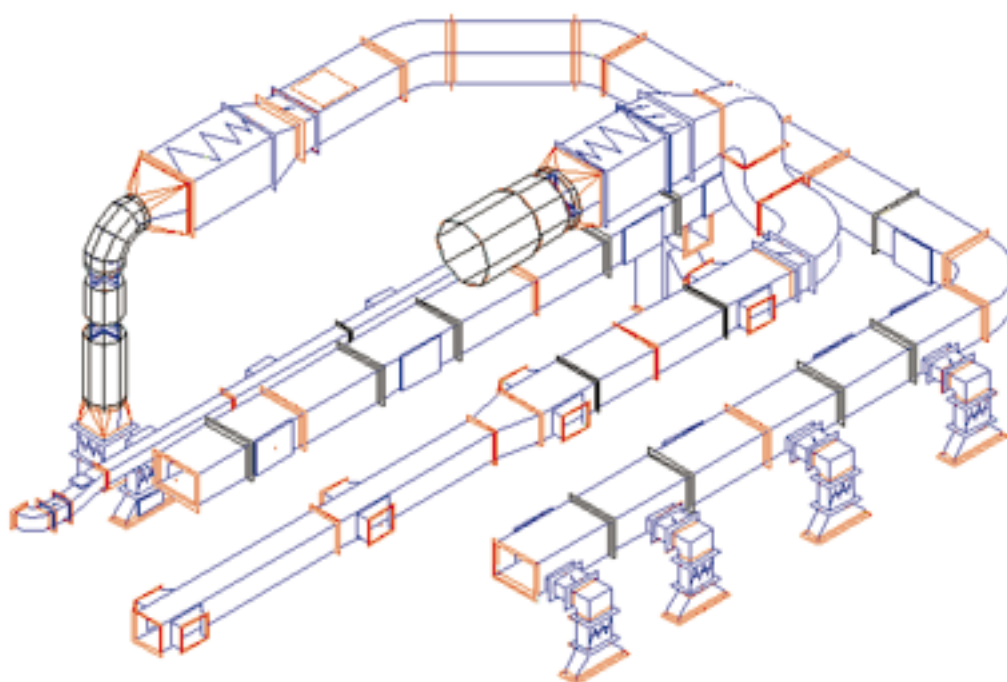
Σχήμα 8.2: Ισομετρική σχεδίαση τμήματος δικτύου αεραγωγών



Σχήμα 8.3: Βιβλιοθήκη εξαρτημάτων



**Σχήμα 8.4:** Ισομετρική σχεδίαση τμήματος δικτύου αεραγωγών



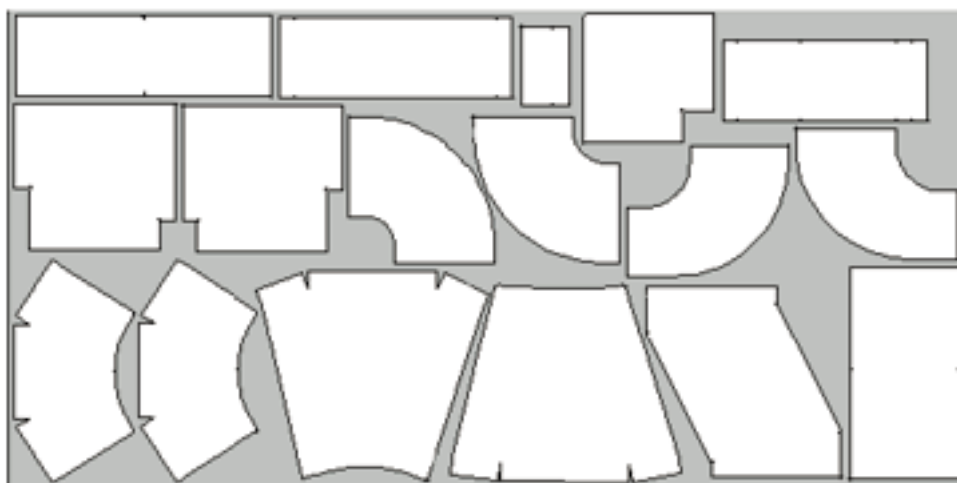
**Σχήμα 8.5:** Ισομετρική σχεδίαση τμήματος δικτύου αεραγωγών

NC Data No: **36001**

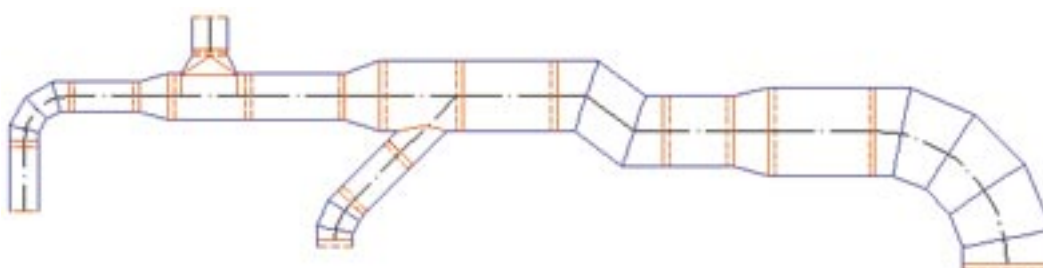
AC Sheet Metal Co

Job No: UKDFT

Galvanised 3000.0 x 1500.0 x 24 (2985.8 x 1489.4)



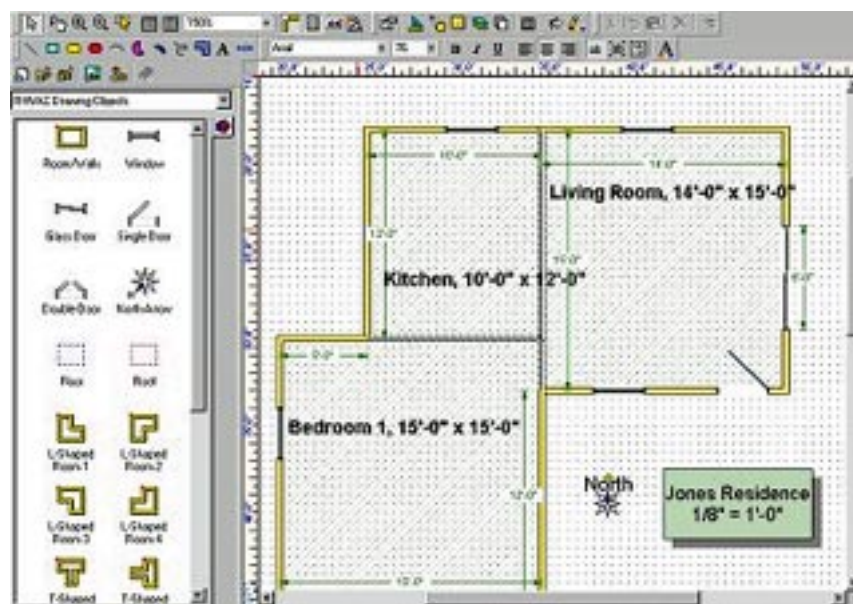
**Σχήμα 8.6:** Διασύνδεση με πρόγραμμα κοπής των σχεδιασμένων εξαρτημάτων



**Σχήμα 8.7:** Παράδειγμα διδιάστατης σχεδίασης

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρία σχήματα (σχήμα 8.8 έως και 8.10), ενός προγράμματος (DRAWING BOARD της Elite Software) το οποίο λειτουργεί αυτόνομα. Δεν χρειάζεται δηλαδή, την ύπαρξη κάποιου άλλου σχεδιαστικού προγράμματος, όπως το προηγούμενο πρόγραμμα χρειαζόταν το Autocad. Στο σχήμα 8.8 εμφανίζεται η βασική οθόνη του, όπου στο αριστερό τμήμα αυτής της οθόνης φαίνονται μικρότερα σχήματα μίας από τις υπάρχουσες βιβλιοθήκες του προγράμματος.

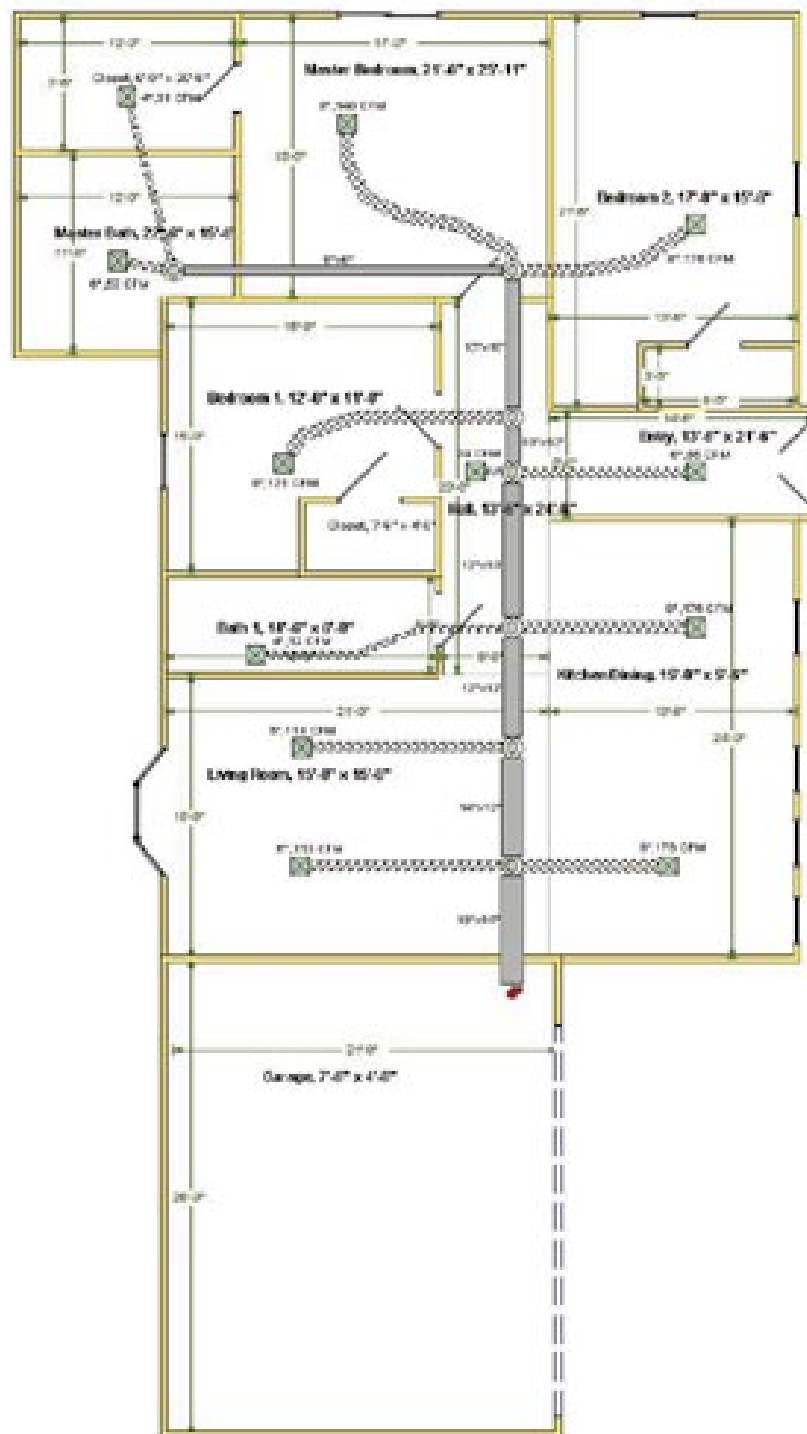




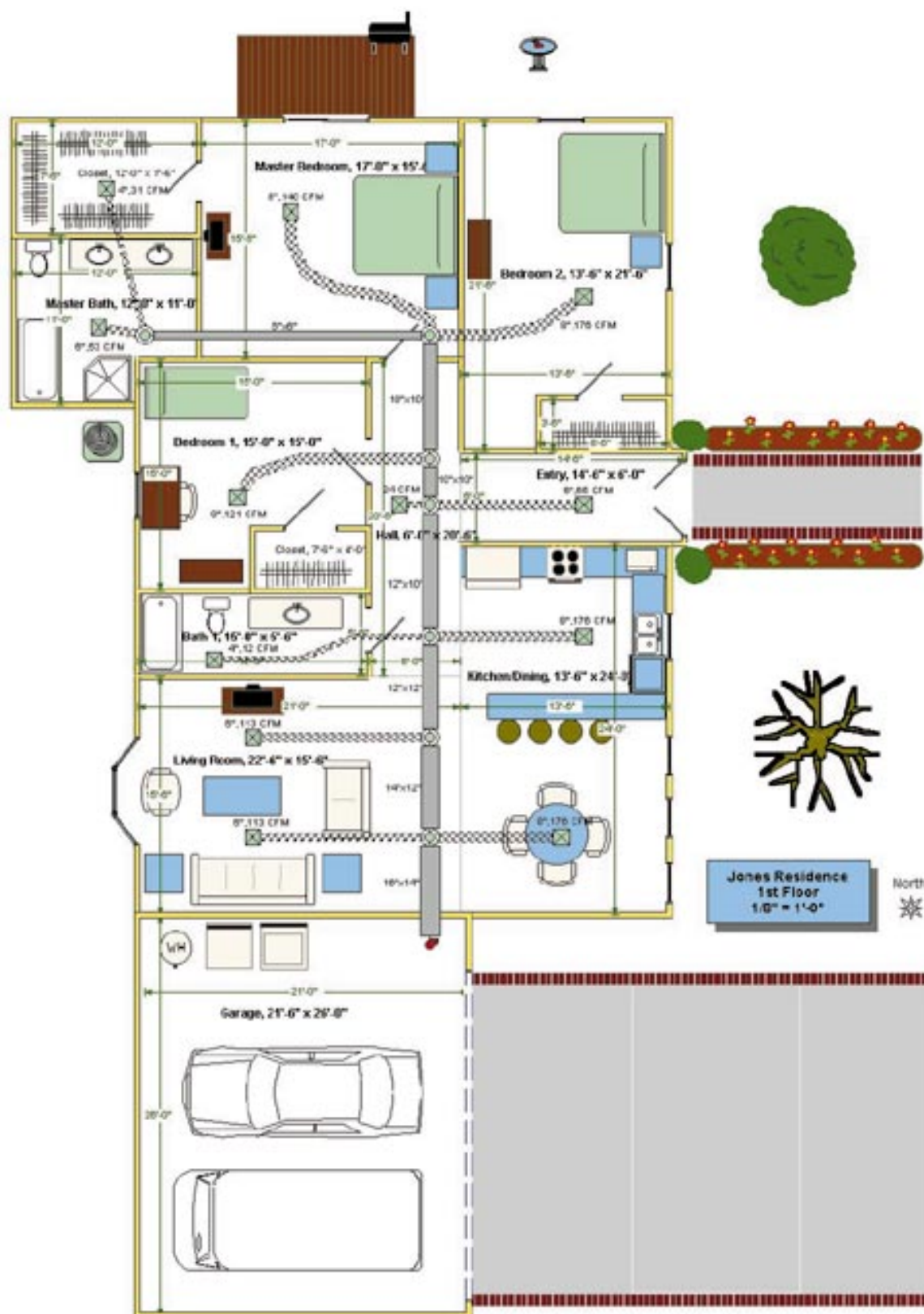
Σχήμα 8.8: Βασική οθόνη του προγράμματος

Στο σχήμα 8.9 εμφανίζεται ένα παράδειγμα σχεδίασης με τη χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος, ενώ στο σχήμα 8.10 δείχνεται αντίστοιχο παράδειγμα σχεδίασης, στο οποίο όμως έχουν τοποθετηθεί από υπάρχουσα βιβλιοθήκη έτοιμων σχεδίων, έπιπλα και άλλα αντικείμενα που λογικά υπάρχουν σε ένα σπίτι. Με αυτό τον τρόπο ο σχεδιαστής παρουσιάζει με εύκολο τρόπο μια πλήρη εικόνα του σπιτιού.





Σχήμα 8.9: Παράδειγμα σχεδίασης με τη χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος



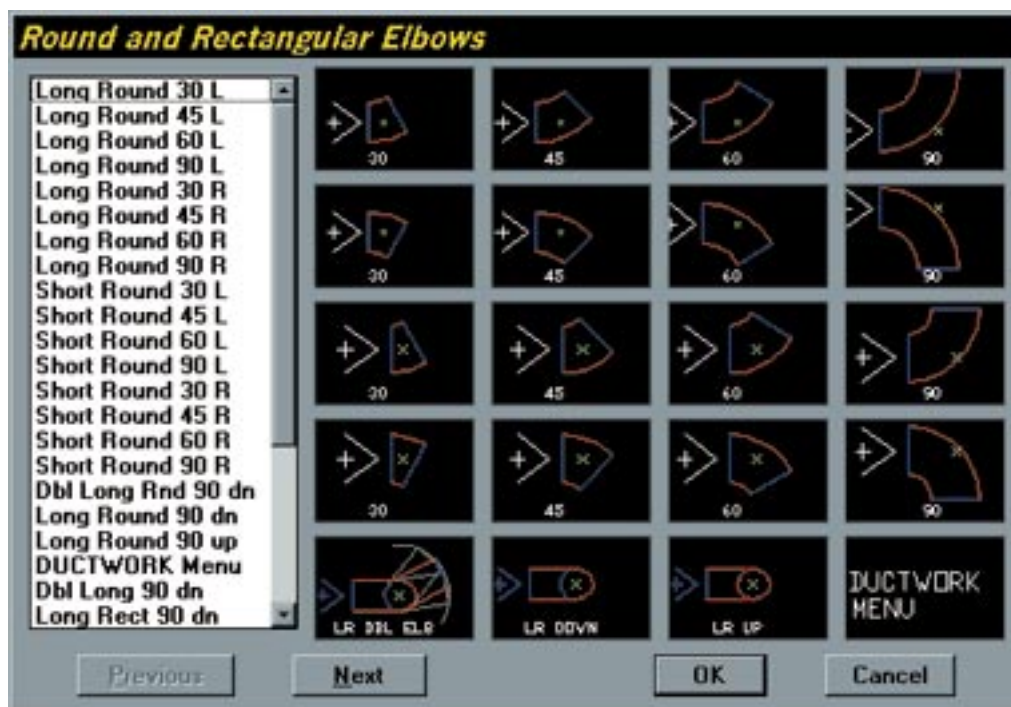
Σχήμα 8.10: Παράδειγμα σχεδίου με χρήση της βιβλιοθήκης έτοιμων αντικειμένων

Τέλος στα σχήματα 8.11 έως και 8.16 δείχνονται τα διάφορα βήματα σχεδίασης δικτύου αεραγωγών με τη χρήση ενός σχετικά απλού προγράμματος (DUCTWORK).

Αρχικά τοποθετείται ο δείκτης στο σημείο της οθόνης από όπου θα ξεκινήσει η σχεδίαση.

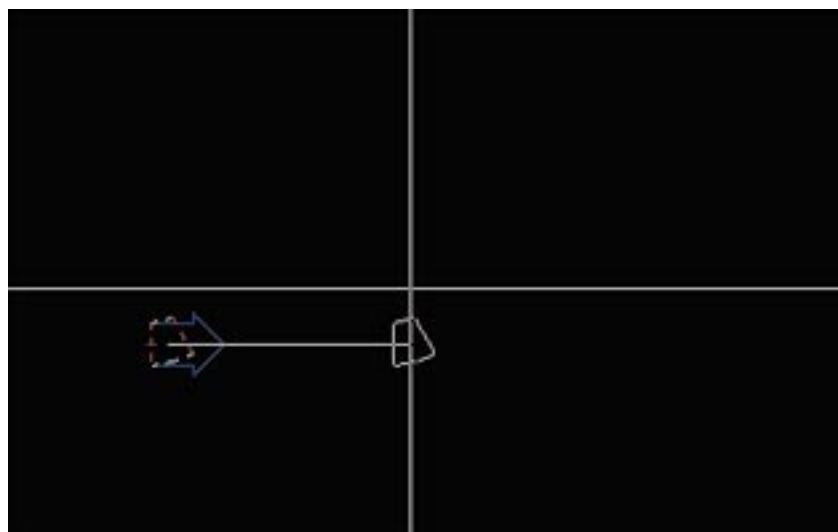


Σχήμα 8.11: Πρώτο βήμα σχεδίασης



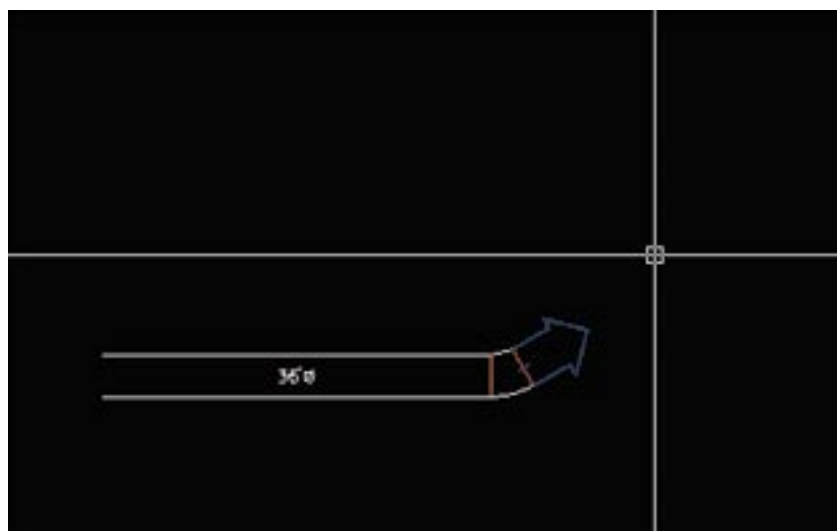
Σχήμα 8.12: Βιβλιοθήκη εξαρτημάτων

Στη συνέχεια γίνεται επιλογή του εξαρτήματος από την υπάρχουσα βιβλιοθήκη.



**Σχήμα 8.13:** Δεύτερο βήμα σχεδίασης

Το εξάρτημα τοποθετείται αρχικά στο σημείο όπου είχε τοποθετηθεί ο δείκτης. Μετακινώντας τον δείκτη θα σχεδιαστεί πριν από το εξάρτημα ο αεραγωγός.



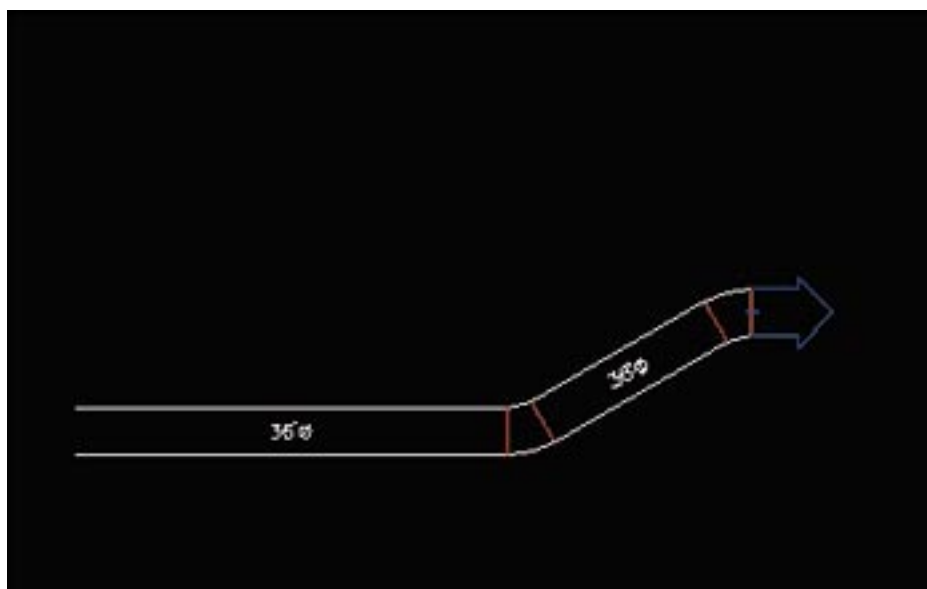
**Σχήμα 8.14:** Τρίτο βήμα σχεδίασης

Τοποθετείται ο δείκτης σε επόμενο σημείο της οθόνης. Μπορεί να επιλεγεί καινούργιο εξάρτημα, ή να παραμείνει το ίδιο.



**Σχήμα 8.15:** Τέταρτο βήμα σχεδίασης

Η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου σχεδιαστεί όλο το δίκτυο των αεραγωγών.



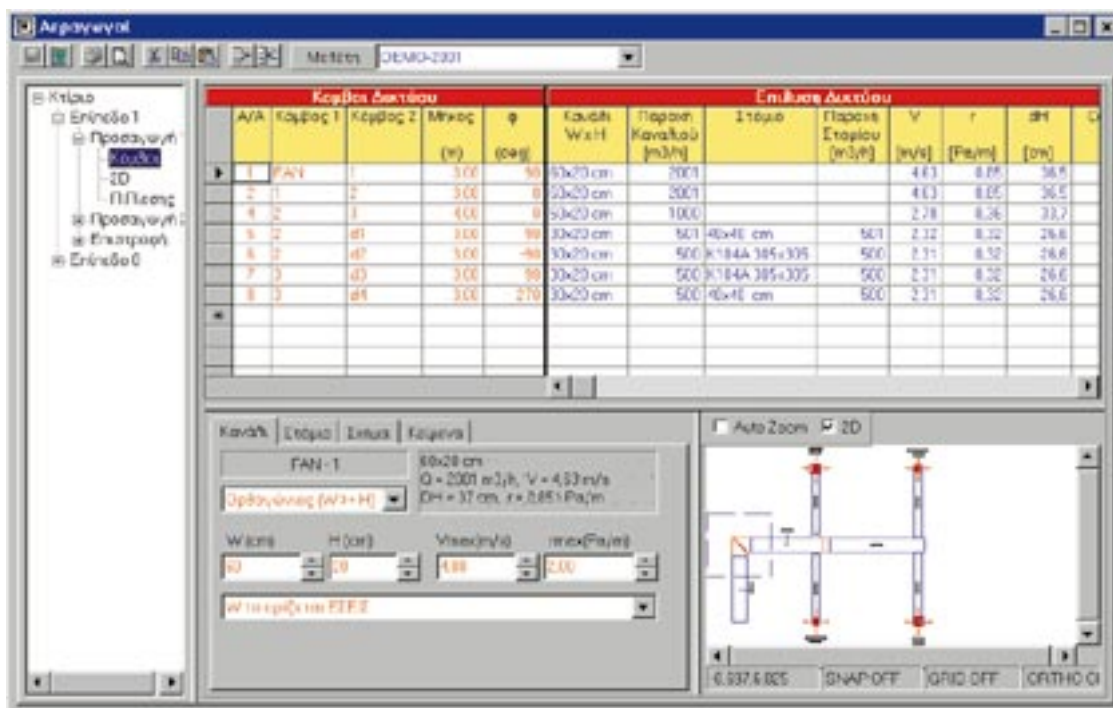
**Σχήμα 8.16:** Πέμπτο βήμα σχεδίασης

## 8.4 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

Σε αυτή την παράγραφο θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα η διαδικασία σχεδίασης των αεραγωγών σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης ενός ελληνικού προγράμματος (DuctCAD της Ti-Soft). Η διαδικασία αυτή γίνεται με τη δημιουργία ενός κομβικού μοντέλου. Δηλαδή κάθε αεραγωγός αναλύεται σε κόμβους. Ως κόμβος νοείται κάθε σημείο πάνω στην αξονική γραμμή του αεραγωγού όπου γίνεται: α) αλλαγή διεύθυνσης, ή β) αλλαγή διάστασης, ή γ) διαχωρισμός της ροής ή δ) εισαγωγή εξαρτήματος.

Ως κλάδος νοείται κάθε τμήμα του αεραγωγού που ορίζεται από δύο διαδοχικούς κόμβους.

Η μελέτη και η σχεδίαση του δικτύου των αεραγωγών γίνεται με τη βοήθεια της παρακάτω φόρμας. (Σχήμα 8.17).



Σχήμα 8.17: Οργάνωση φόρμας για τη μελέτη και σχεδίαση δικτύου αεραγωγών

Θα πρέπει να δοθούν τα βασικά χαρακτηριστικά του αεραγωγού όσον αφορά τη λειτουργία του, την κατασκευή και τη σχεδίασή του. Στο σχήμα 8.18 εμφανίζεται η καρτέλα εισαγωγής των γενικών στοιχείων, ενώ στο σχήμα 8.19 η καρτέλα εισαγωγής των διάφορων παραμέτρων του σχεδίου.

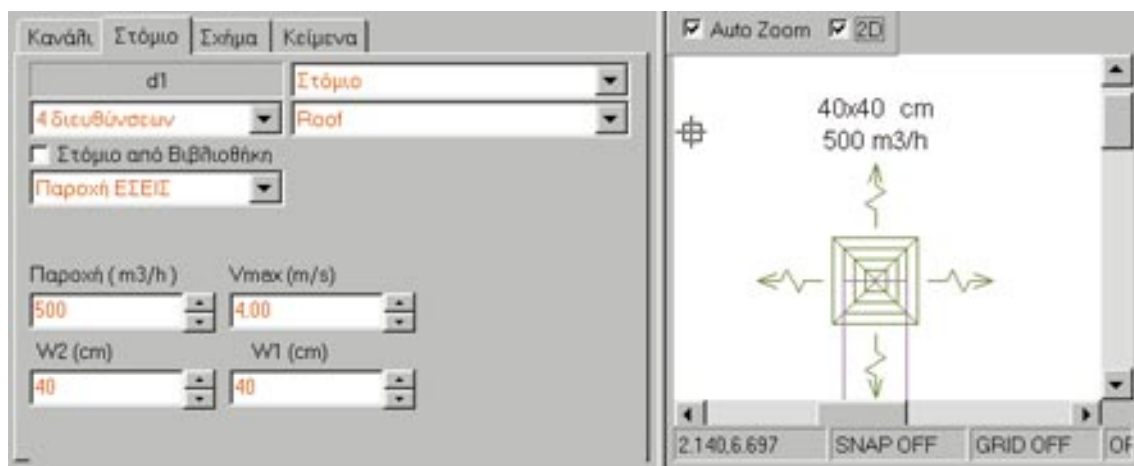
Σχήμα 8.18 : Καρτέλα με γενικά στοιχεία αεραγωγού

Σχήμα 8.19: Καρτέλα με παραμέτρους σχεδίου αεραγωγού



Στη συνέχεια και αφού δοθούν βασικά στοιχεία από τη μελέτη του δικτύου των αεραγωγών, όπως τα σχετικά με πτώση πίεσης, με τους κόμβους του δικτύου, με τη μορφή (ορθογώνιο ή στρογγυλό) και τις διαστάσεις κάθε κλάδου του δικτύου, θα πρέπει να καθοριστούν οι βασικές πληροφορίες για τα υπάρχοντα στόμια του δικτύου.

Στο σχήμα 8.20 δείχνεται μια καρτέλα εισαγωγής των στοιχείων ενός στομίου.

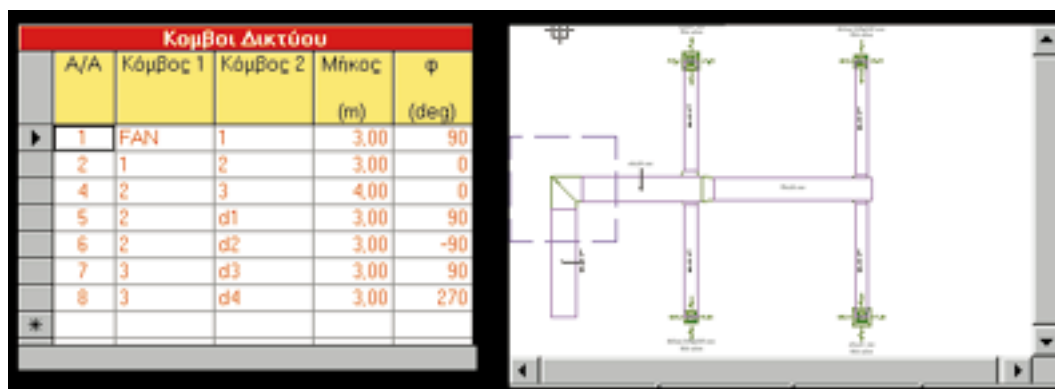


Σχήμα 8.20: Καρτέλα με στοιχεία στομίου

Είναι δυνατή η επιλογή στομίου από την υπάρχουσα στο πρόγραμμα βιβλιοθήκη στομίων.

Στη συνέχεια μπορεί να οριστεί το σχήμα των εξαρτημάτων που υπάρχουν στον αεραγωγό. Το πρόγραμμα έχει ενσωματωμένες σχεδιαστικές ρουτίνες για τα παρακάτω εξαρτήματα: Γωνία (Στροφή) 90° τετράγωνης ή κυκλικής διατομής, Γωνία (Στροφή) μεγαλύτερη από 90° τετράγωνης ή κυκλικής διατομής, Διακλάδωση απλή ή διπλή, Ταύ και Συστολή ή Διαστολή.

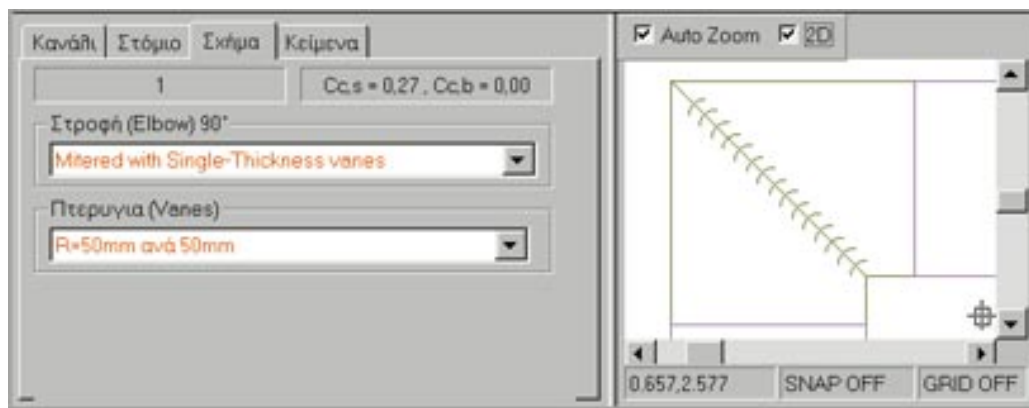
Το απαιτούμενο είδος του εξαρτήματος βρίσκεται αυτόματα από το πρόγραμμα, ανάλογα με τις γωνίες του κομβικού μοντέλου του αεραγωγού. Στο σχήμα 8.21 παρουσιάζεται ένα τέτοιο παράδειγμα. Το πρόγραμμα αναγνώρισε ότι ο κόμβος 1 είναι γωνία 90°, ο κόμβος 2 είναι διπλή διακλάδωση και ο κόμβος 3 είναι μορφής Ταυ.



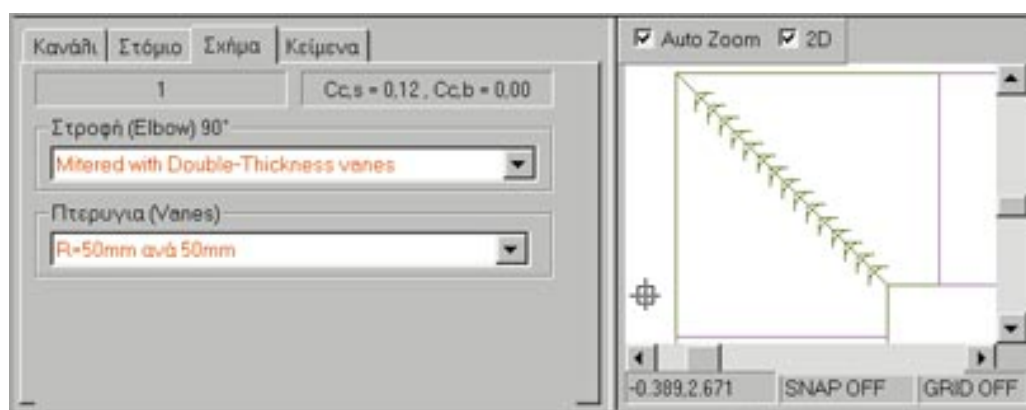
Σχήμα 8.21: Κομβικό μοντέλο αεραγωγού και το αντίστοιχο διδιάστατο σχέδιό του



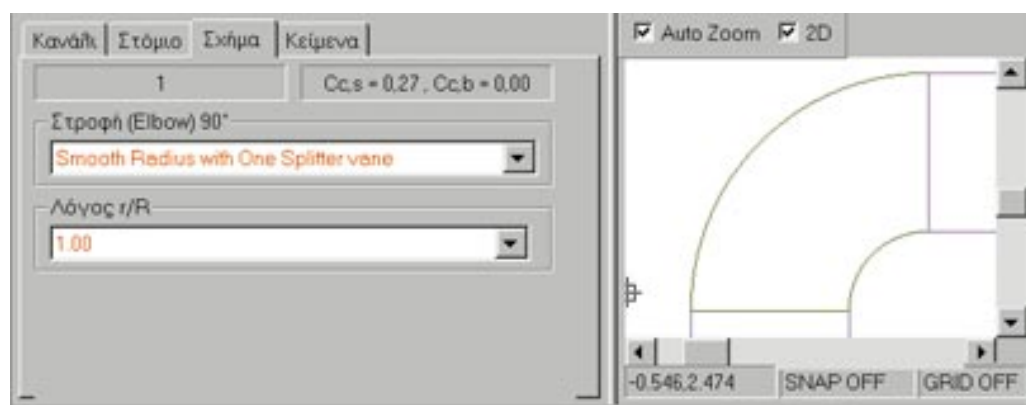
Στα επόμενα σχήματα εμφανίζονται διάφορα από τα υπάρχοντα στο πρόγραμμα έτοιμα εξαρτήματα.



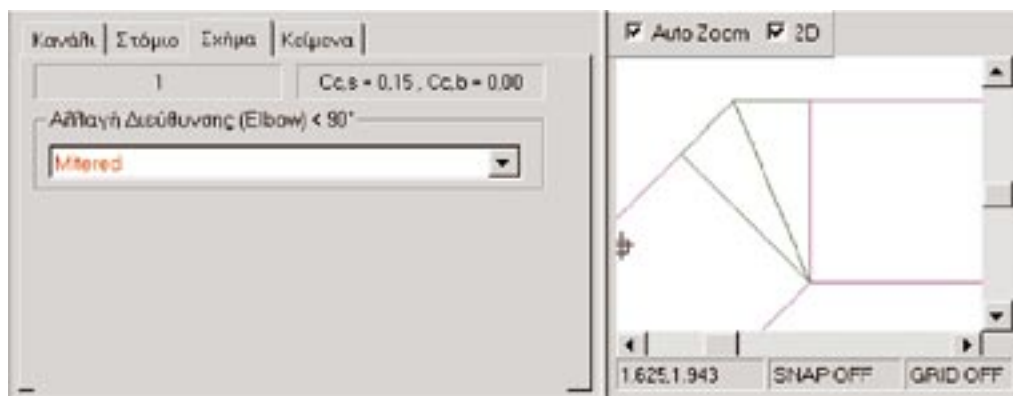
**Σχήμα 8.22α:** Γωνία (Στροφή) 90°, τετραγωνικής διατομής με πτερύγια μονού πάχους



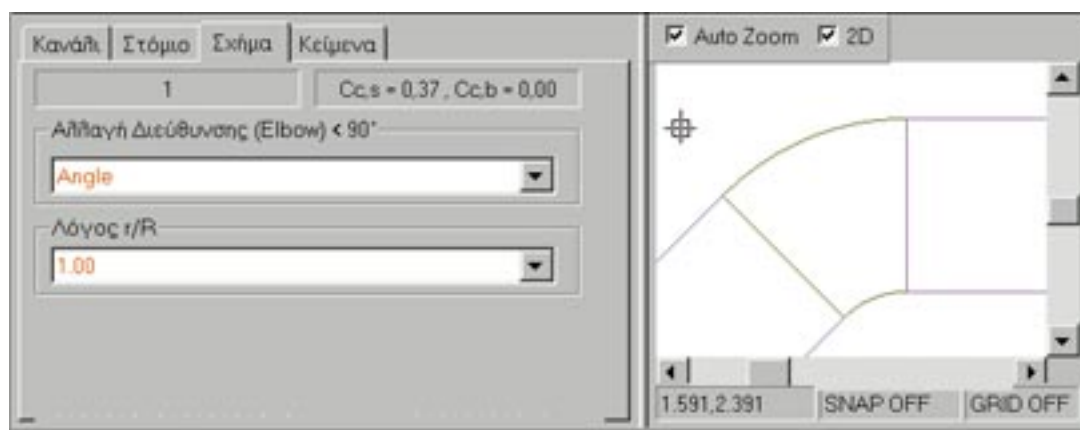
**Σχήμα 8.22β:** Γωνία (Στροφή) 90°, τετραγωνικής διατομής με πτερύγια διπλού πάχους



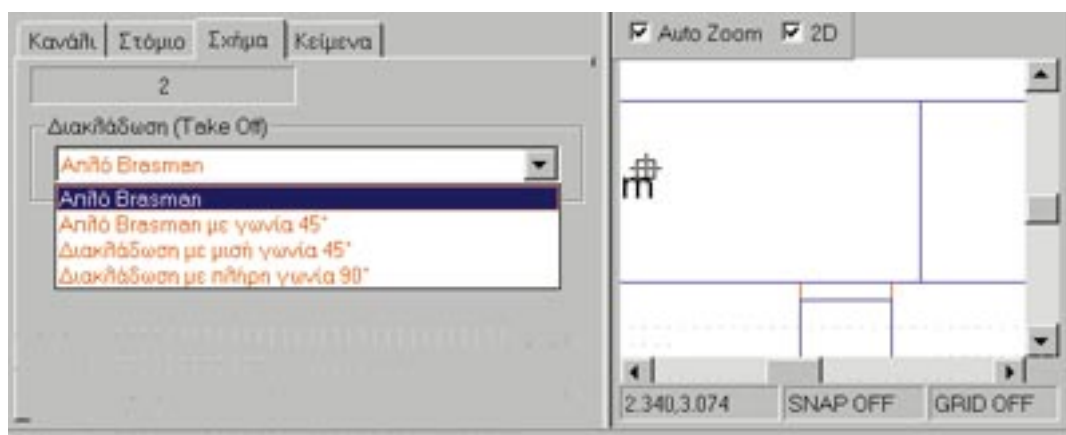
**Σχήμα 8.23:** Γωνία (Στροφή) 90° κυκλικής διατομής



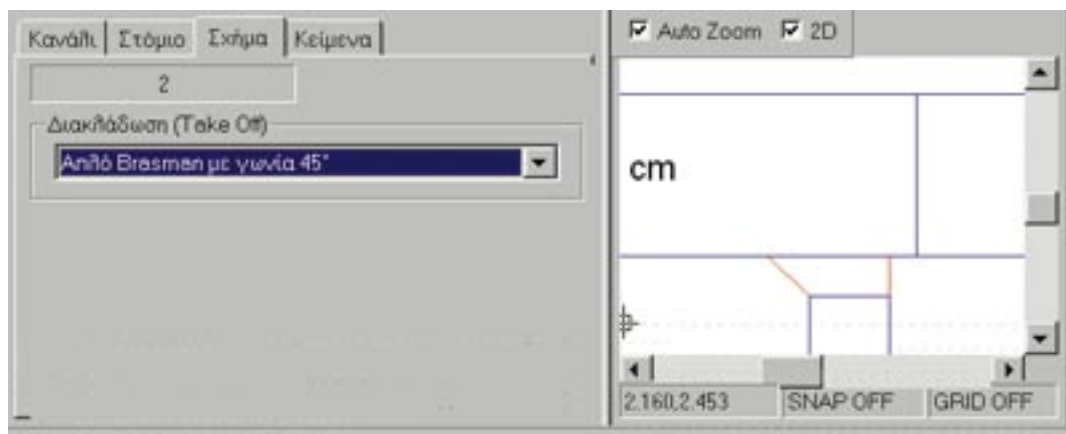
Σχήμα 8.24α: Γωνία (Στροφή) 135°, τετραγωνικής διατομής



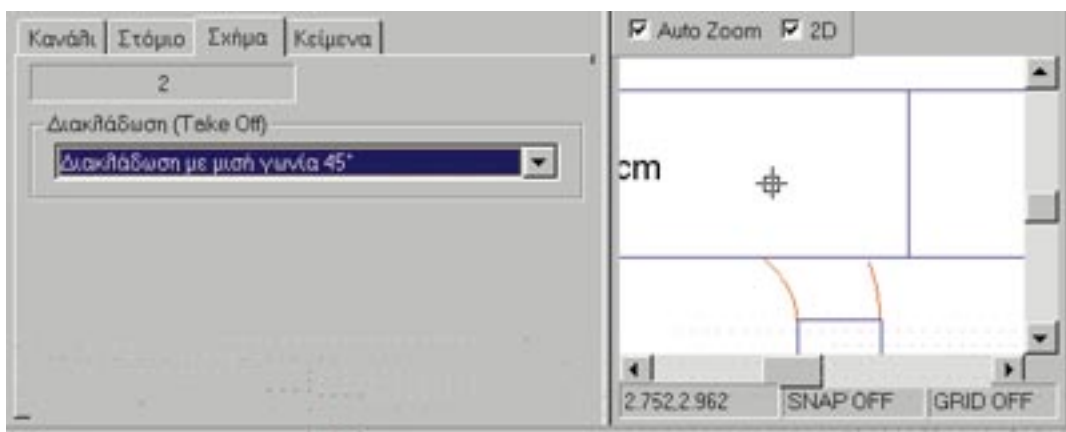
Σχήμα 8.24β: Γωνία (Στροφή) 135°, κυκλικής διατομής



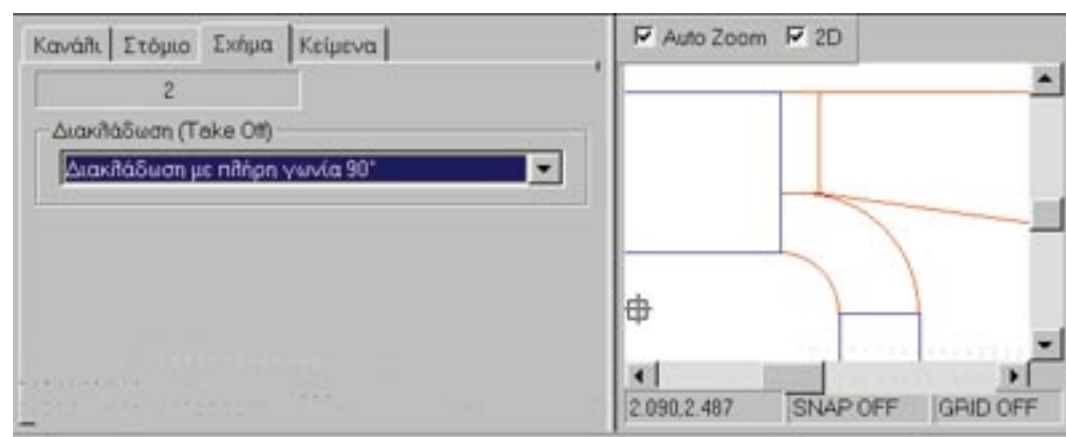
Σχήμα 8.25: Απλή επιλογή σύνδεσης (brasman)



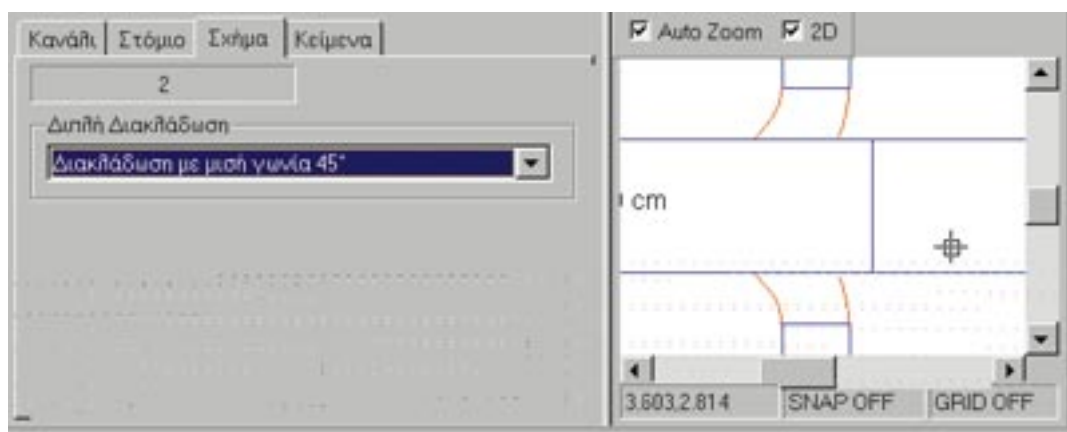
Σχήμα 8.26: Απλή επιλογή σύνδεσης (brasman) με γωνία 45°



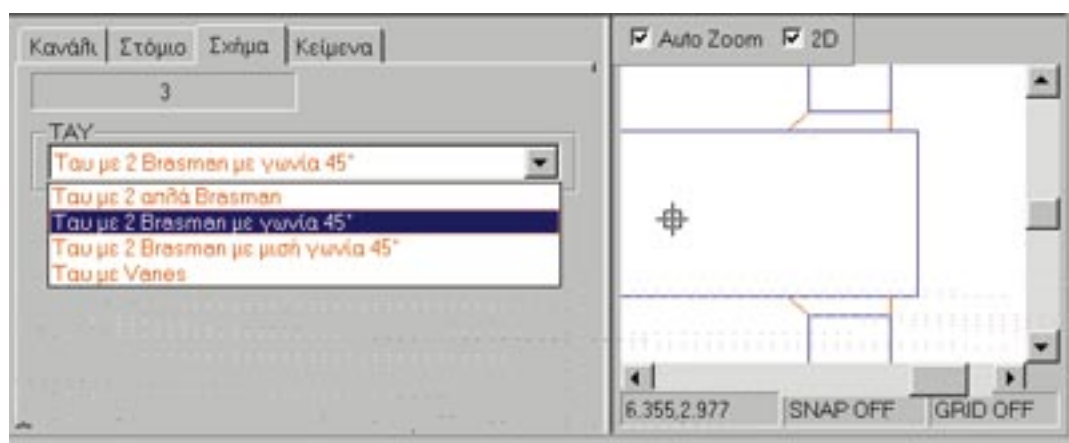
Σχήμα 8.27: Διακλάδωση με τόξο γωνίας 45°



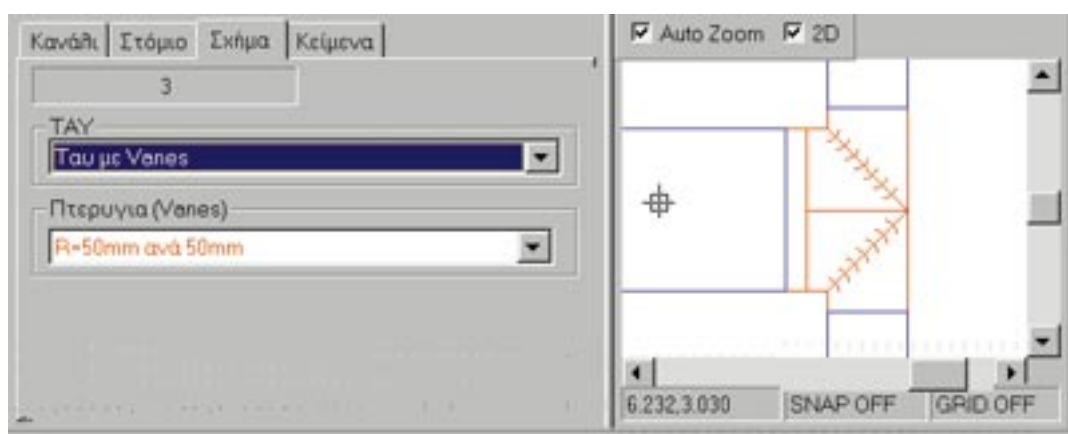
Σχήμα 8.28: Διακλάδωση με πλήρη γωνία 90°



**Σχήμα 8.29:** Διπλή δακλάδωση με τόξο γωνίας 45°



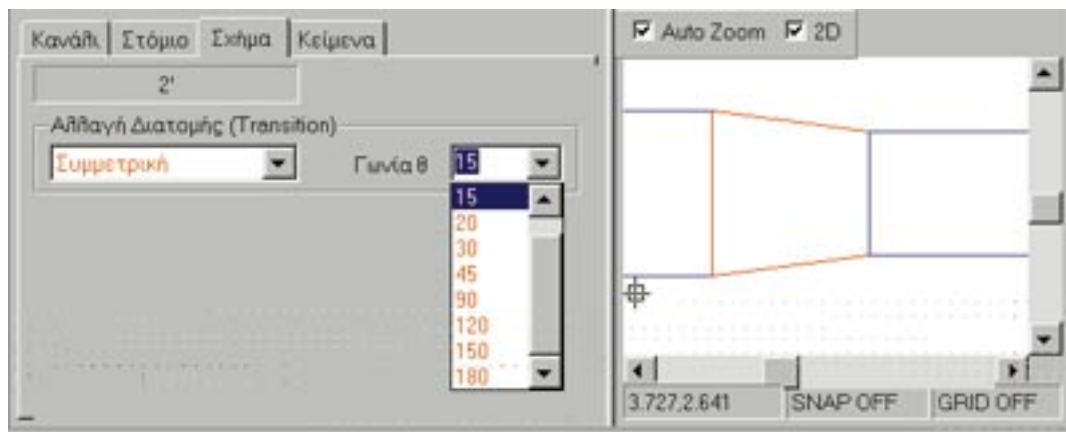
**Σχήμα 8.30:** Ταυ με δύο επιλογές σύνδεσης (brasman) με γωνία 45°



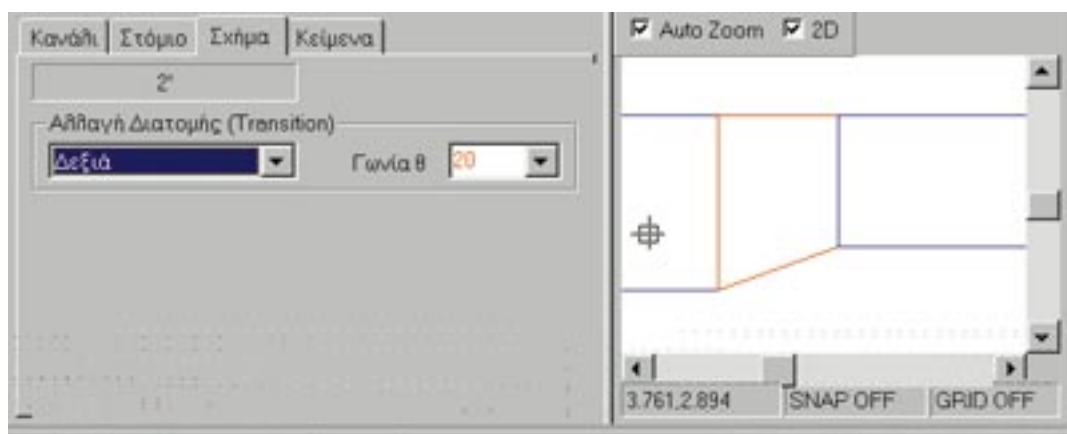
**Σχήμα 8.31:** Ταυ με πτερύγια αλλαγής διεύθυνσης

Το πρόγραμμα αυτόματα εισάγει μια συμμετρική συστολή ή διαστολή καθορισμένης

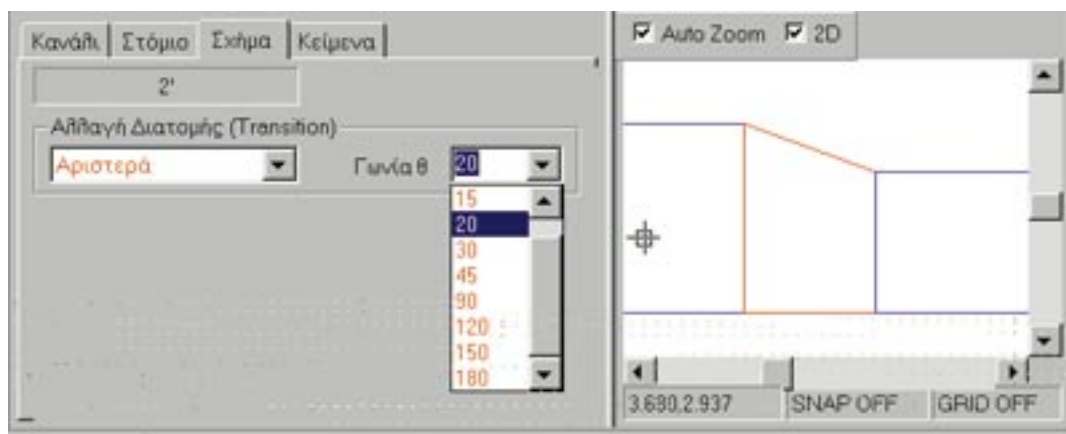
γωνίας (η οποία μπορεί να ρυθμιστεί από το χρήστη), όταν διαπιστώσει ότι σε κάποιο κόμβο υπάρχει αλλαγή διατομής. Ο καθορισμός της αλλαγής διατομής σαν “αριστερή” ή “δεξιά”, σχετίζεται με τη φορά του αεραγωγού.



Σχήμα 8.32: Συστολή συμμετρική με γωνία 15°

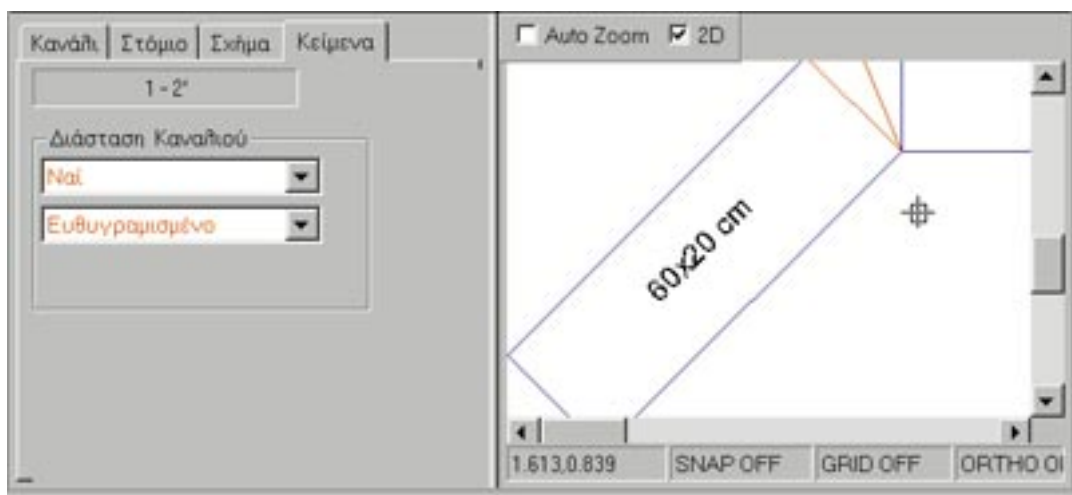


Σχήμα 8.33: Συστολή δεξιά με γωνία 20°

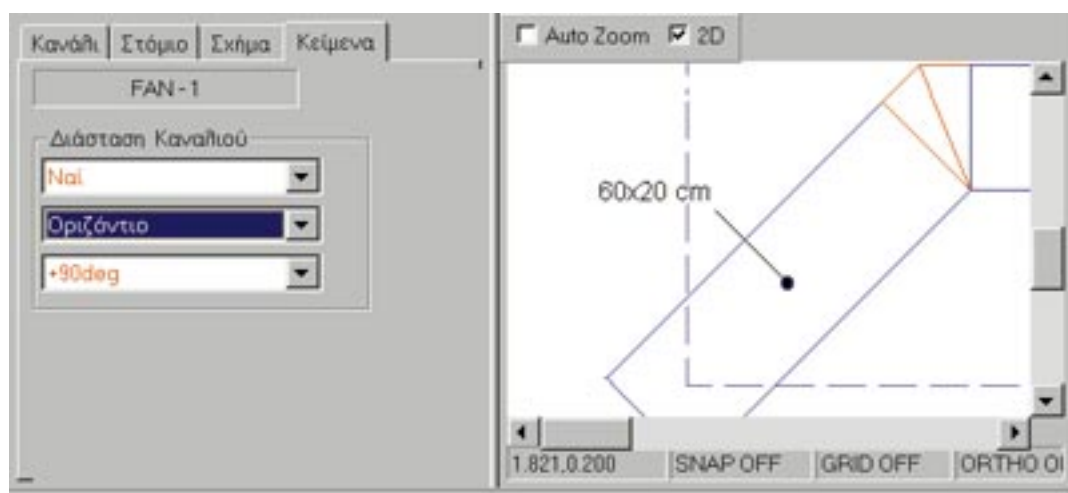


Σχήμα 8.34: Συστολή αριστερή με γωνία 20°

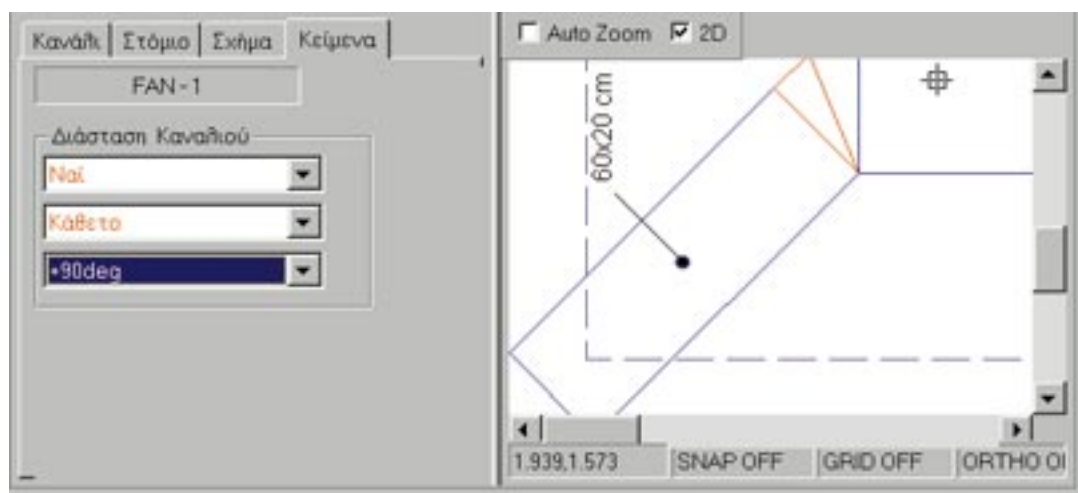
Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα αυτόματης διαστασιολόγησης του σχεδίου και επιτρέπει να οριστεί ο τρόπος με τον οποίο θα εμφανίζεται στο σχέδιο η διάσταση του κάθε τμήματος του αεραγωγού. Στα παρακάτω σχήματα δείχνονται παραδείγματα τέτοιας διαστασιολόγησης.



**Σχήμα 8.35:** Τοποθέτηση του κειμένου διάστασης, ώστε να είναι ευθυγραμμισμένο με τον άξονα του αεραγωγού

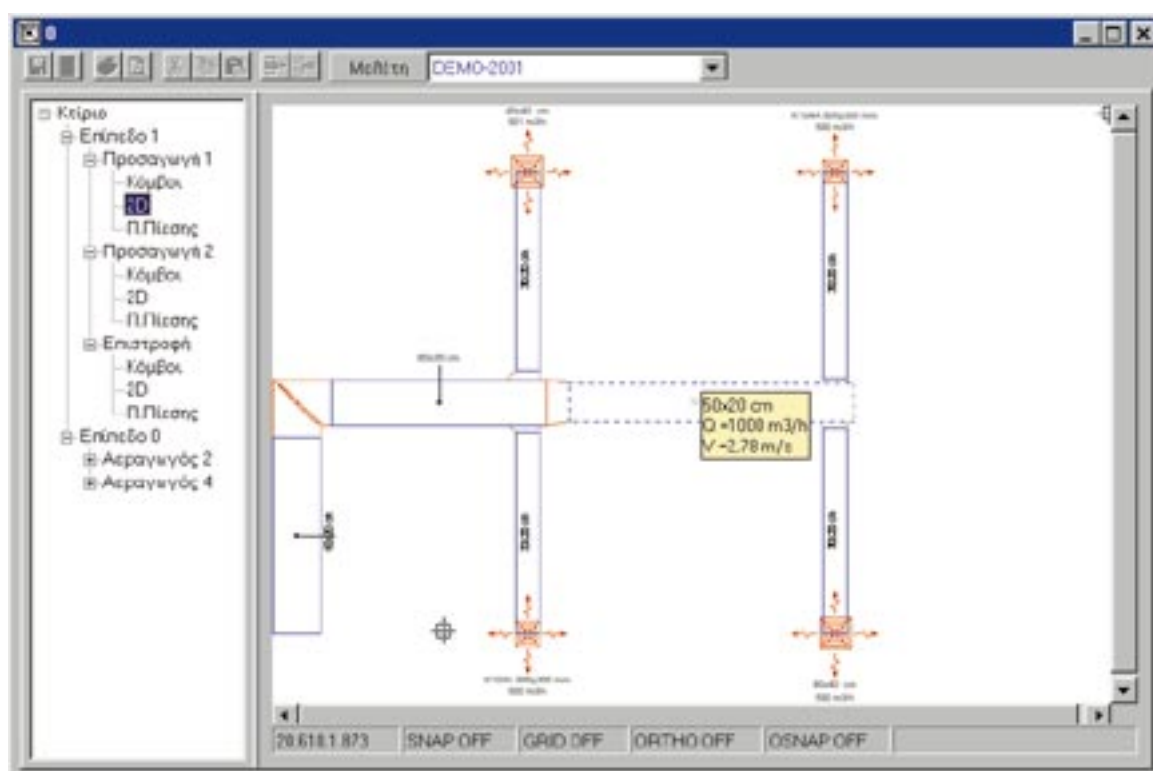


**Σχήμα 8.36:** Τοποθέτηση του κειμένου διάστασης, ώστε να είναι οριζόντιο και αριστερά από τη φορά του αεραγωγού



**Σχήμα 8.37:** Τοποθέτηση του κειμένου διάστασης, ώστε να είναι κάθετο και αριστερά από τη φορά του αεραγωγού

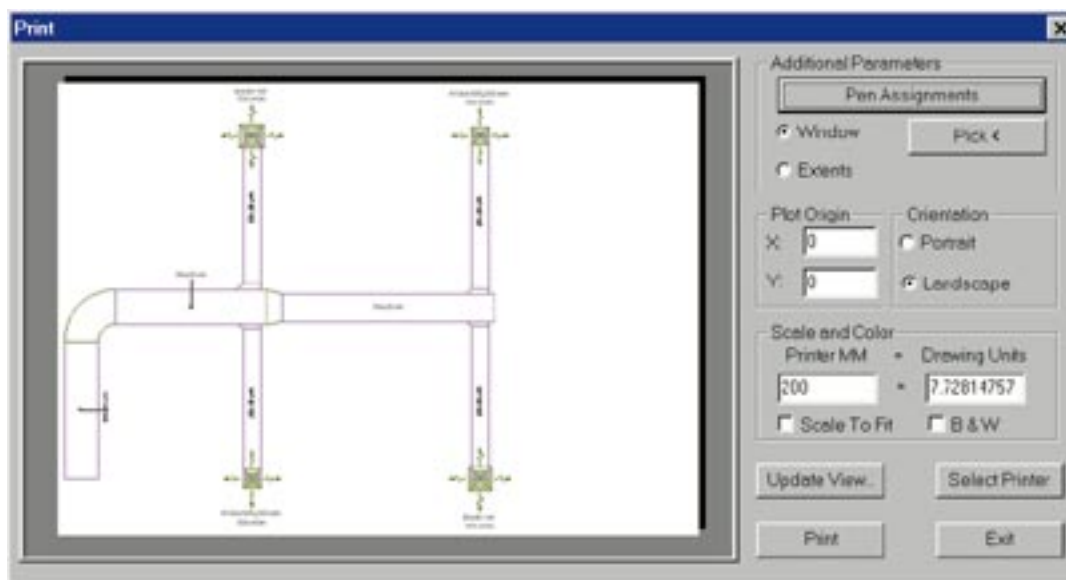
Είναι δυνατή οποιαδήποτε στιγμή η απεικόνιση στην οθόνη, ολόκληρου του δικτύου των αεραγωγών ή ενός τμήματός του. Επιλέγοντας οποιοδήποτε σημείο του δικτύου εμφανίζεται ένα μικρό παράθυρο με τα στοιχεία του συγκεκριμένου τμήματος (σχήμα 8.38).



**Σχήμα 8.38:** Το διδιάστατο (2D) σχέδιο του δικτύου των αεραγωγών με πληροφορίες για ένα συγκεκριμένο τμήμα του



Υπάρχει δυνατότητα εκτύπωσης του σχεδίου. Επιλέγοντας την κατάλληλη εντολή εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου (σχήμα 8.39) που περιέχει μια σειρά από ρυθμίσεις, αντίστοιχες με αυτές του AutoCAD.



**Σχήμα 8.39:** Πλαίσιο διαλόγου εκτύπωσης

Υπάρχει δυνατότητα προσθήκης νέων αεραγωγών, διαγραφής κάποιων από τους υπάρχοντες αεραγωγούς, καθώς και της αντιγραφής ή διαγραφής ενός κλάδου από ένα δίκτυο αεραγωγών.

Επίσης είναι δυνατή η παραπέρα επεξεργασία του δημιουργούμενου από το πρόγραμμα σχεδίου, με τη βοήθεια του AutoCAD ή οποιουδήποτε άλλου σχεδιαστικού προγράμματος που χειρίζεται αντίστοιχα αρχεία.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

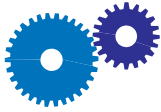
Η σχεδίαση με Η/Υ παρουσιάζει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα, όπως αυξημένη ακρίβεια σχεδίασης, καλύτερη ποιότητα παραγόμενων σχεδίων, αυτόματη διαστασιολόγηση, σημαντική ευκολία στις πιθανές διορθώσεις, ευελιξία, αύξηση της παραγωγικότητας με την ταχύτερη δημιουργία των σχεδίων και δυνατότητα εύκολης πραγματοποίησης πολύπλοκων σχεδίων με τη χρήση βιβλιοθηκών με ήδη υπάρχοντα σχέδια αντικειμένων.

Υπάρχει πλήθος τέτοιων προγραμμάτων που έχουν αναπτυχθεί στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Κάποια από αυτά απαιτούν την ύπαρξη και ενός καθαρά σχεδιαστικού προγράμματος (όπως το Autocad), ενώ κάποια άλλα λειτουργούν αυτόνομα.

Στο 8ο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν αρχικά συνοπτικά τρία ξένα προγράμματα και στη συνέχεια αναλυτικότερα ένα από τα ελληνικά προγράμματα.

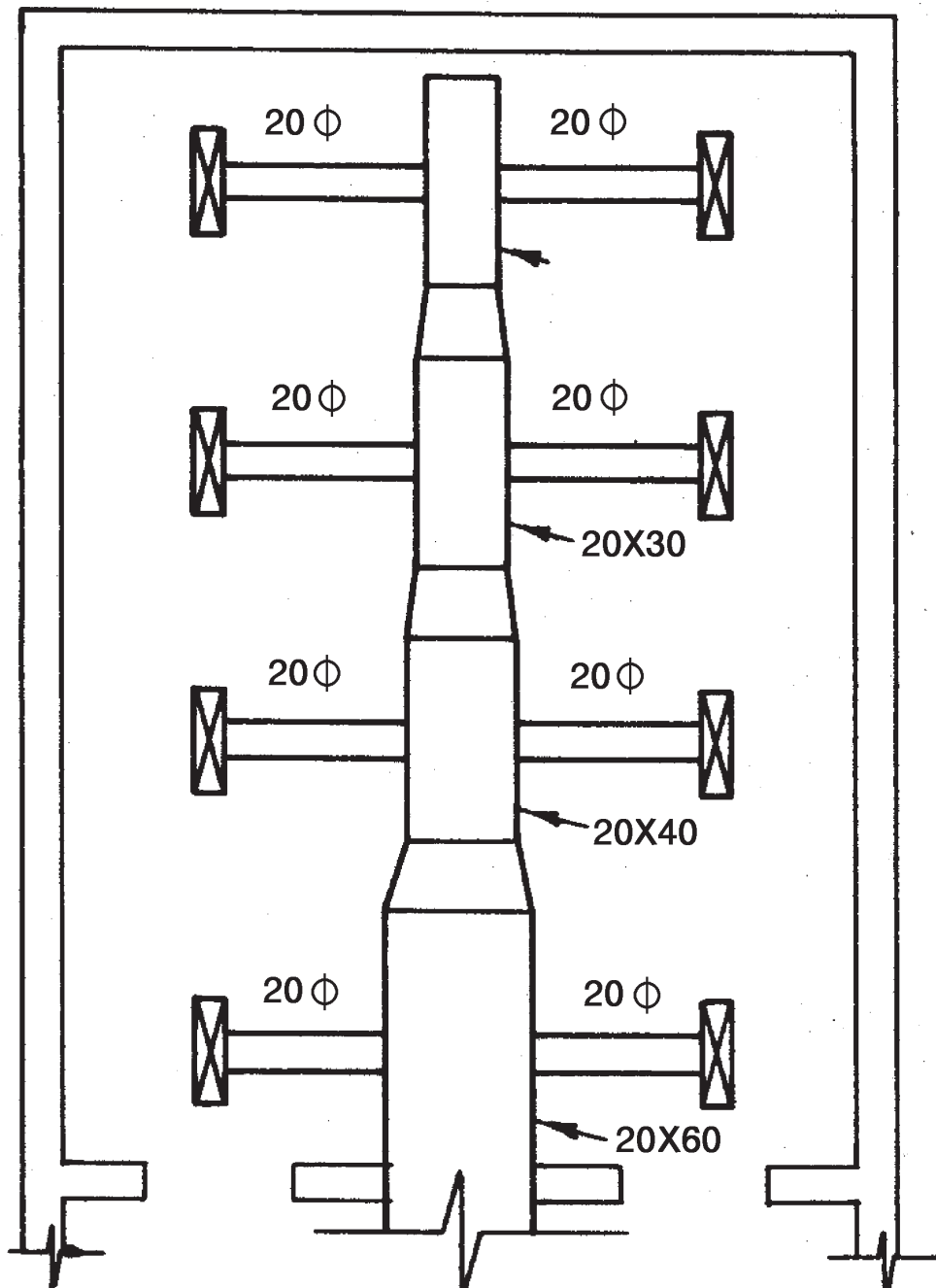


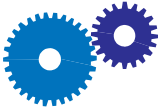
## ΑΣΚΗΣΕΙΣ – ΕΡΓΑΣΙΕΣ



## ΑΣΚΗΣΗ 8.6.1

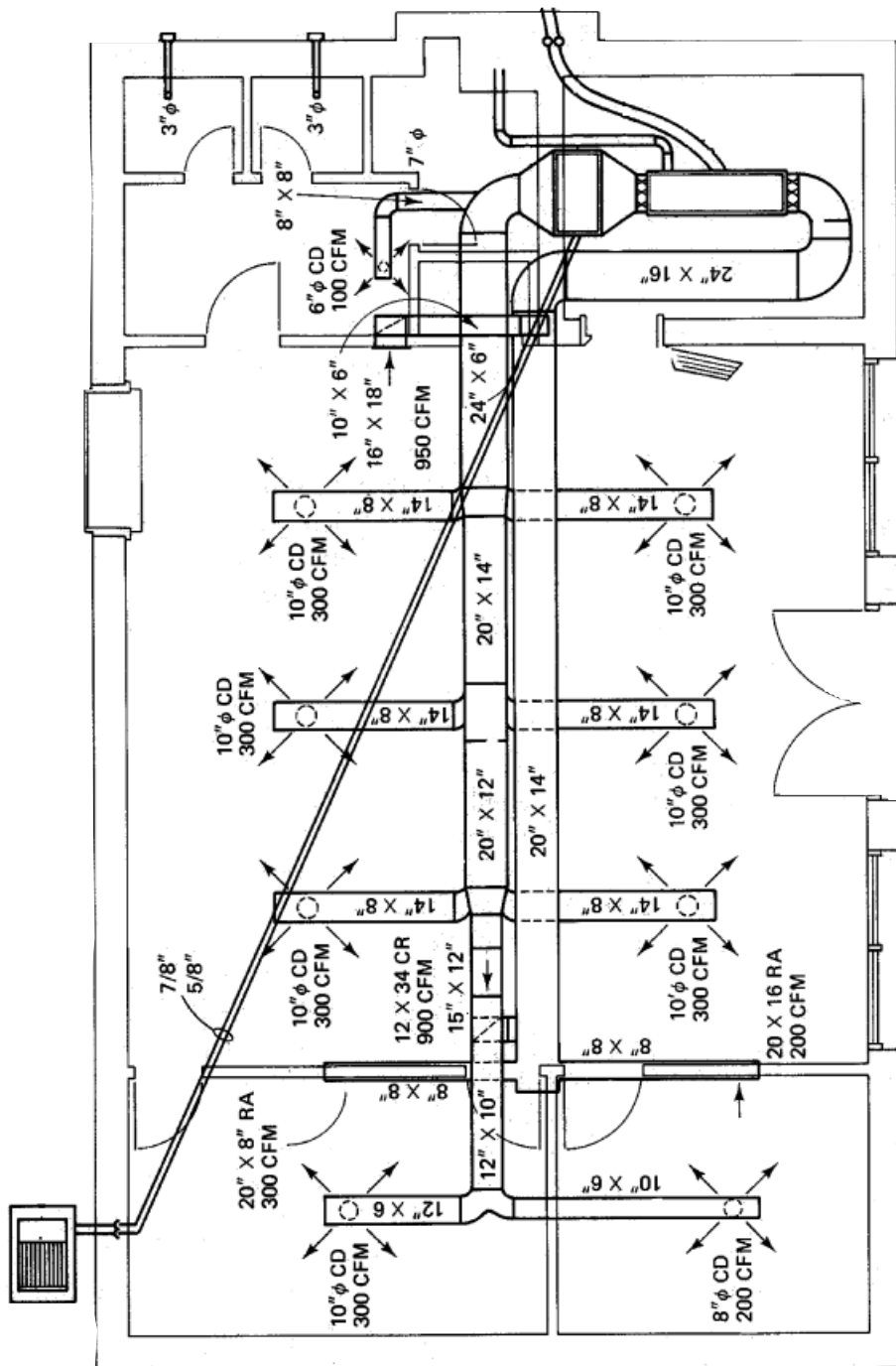
Να σχεδιαστεί με τη χρήση κατάλληλου προγράμματος Η/Υ το παρακάτω τμήμα εγκατάστασης κλιματισμού.

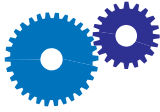




### ΑΣΚΗΣΗ 8.6.2

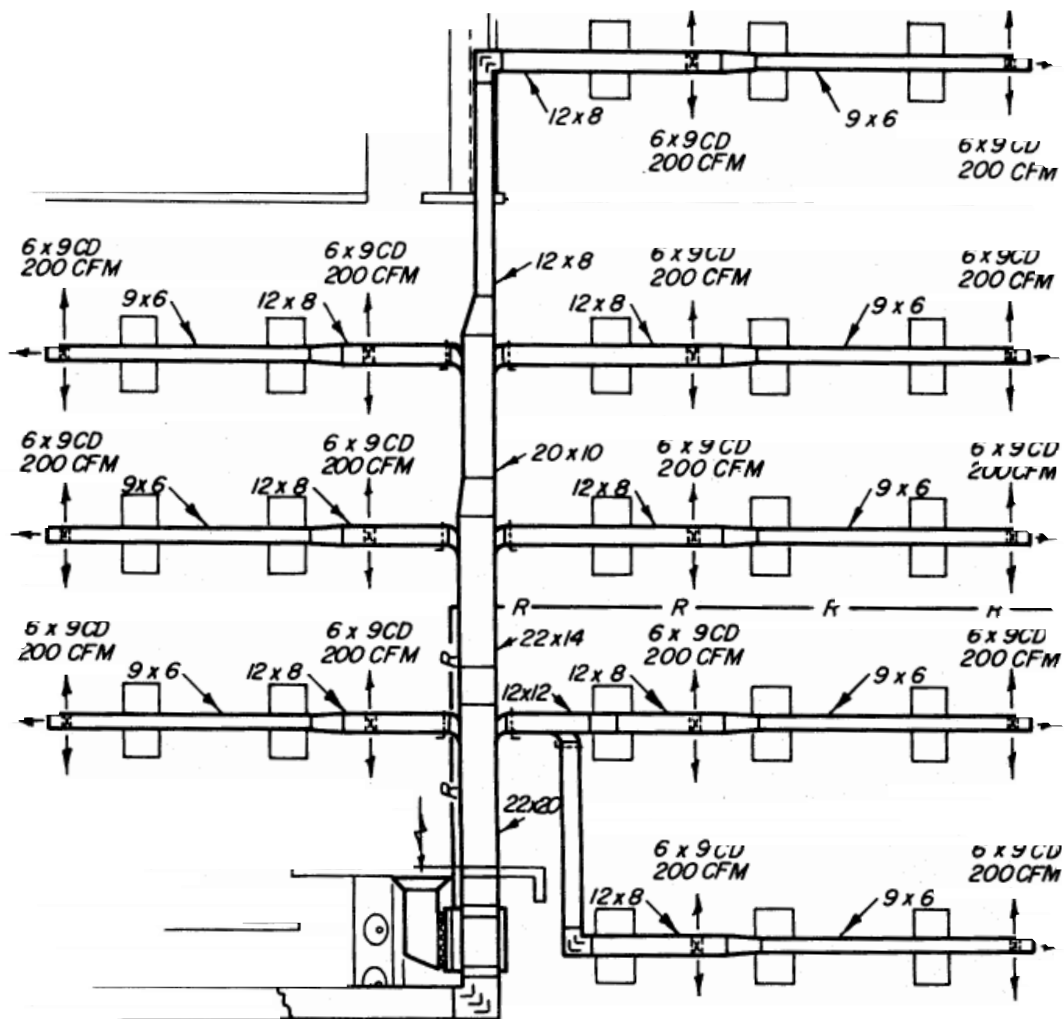
Να σχεδιαστεί με τη χρήση κατάλληλου προγράμματος Η/Υ η παρακάτω εγκατάσταση κλιματισμού.



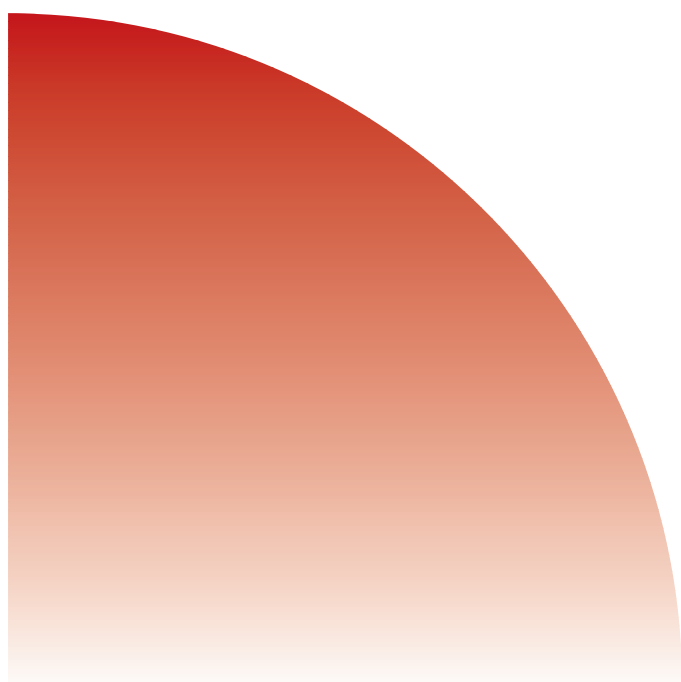


### ΑΣΚΗΣΗ 8.6.3

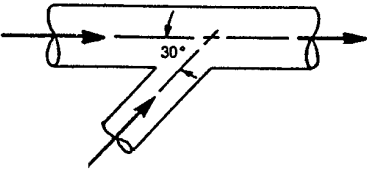
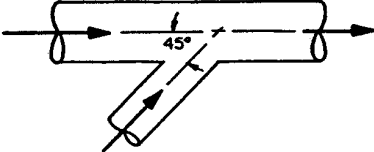
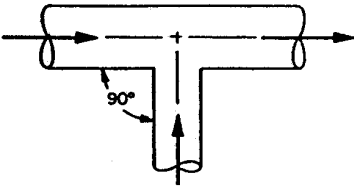
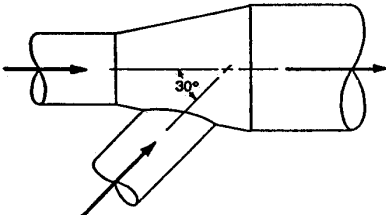
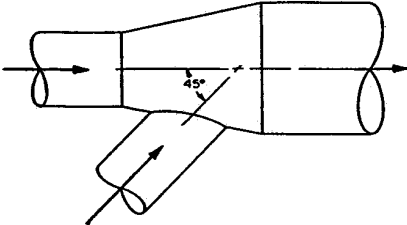
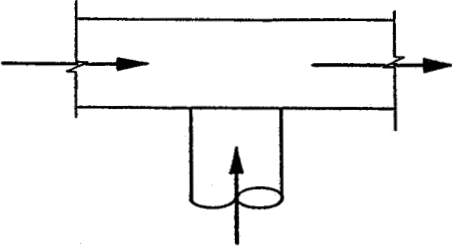
Να σχεδιαστεί με τη χρήση κατάλληλου προγράμματος Η/Υ το παρακάτω τμήμα εγκατάστασης κλιματισμού.

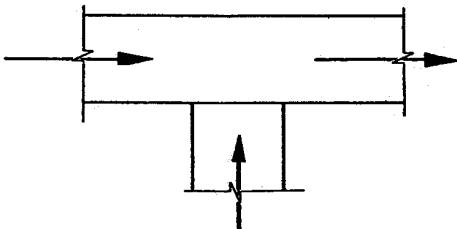
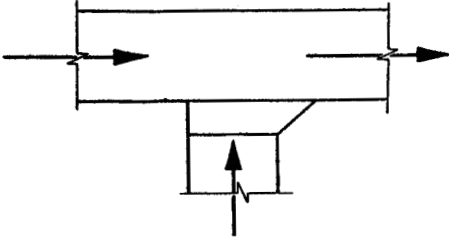
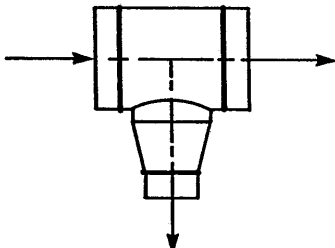
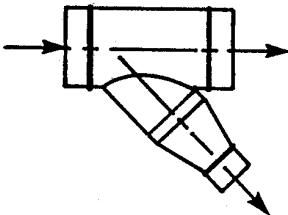
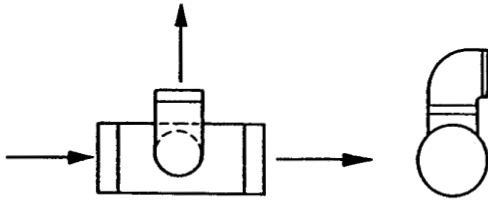
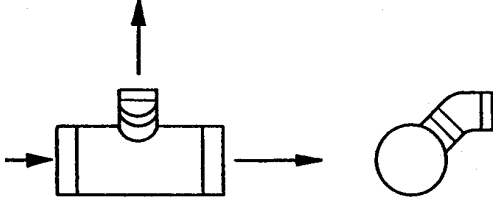


## *ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ*



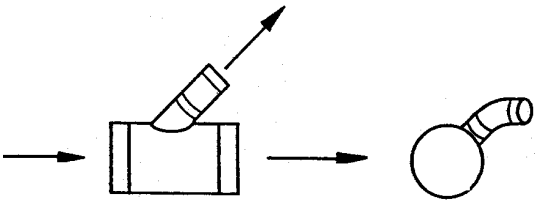
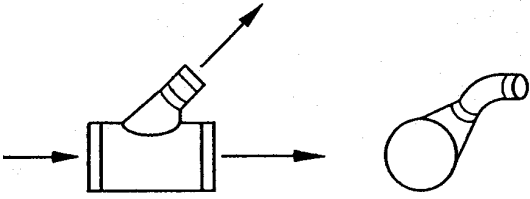
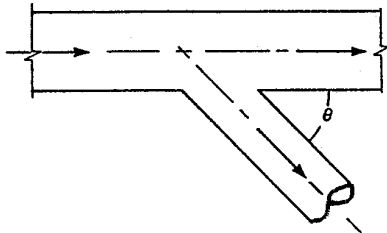
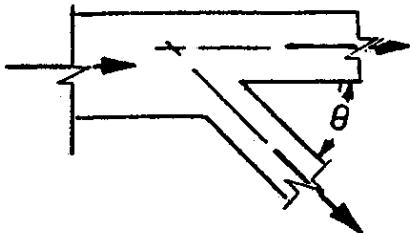
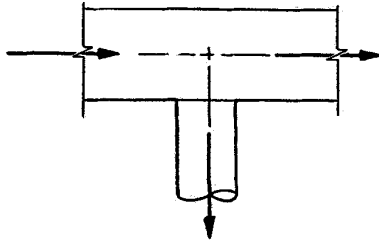
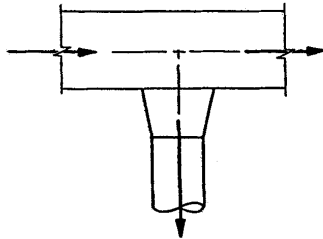


|  |  |
|--|--|
| Διασταύρωση 30°<br>τύπου<br>Υ,<br>συγκλίνουσα                            |    |
| Διασταύρωση 45°<br>τύπου<br>Υ,<br>συγκλίνουσα                            |    |
| Διασταύρωση<br>τύπου<br>Τ,<br>συγκλίνουσα                                |   |
| Διασταύρωση 30°<br>τύπου<br>Υ,<br>συγκλίνουσα,<br>κωνικό κυρίως<br>τμήμα |  |
| Διασταύρωση 45°<br>τύπου<br>Υ,<br>συγκλίνουσα,<br>κωνικό κυρίως<br>τμήμα |  |
| Διασταύρωση<br>τύπου<br>Τ,<br>συγκλίνουσα<br>κυκλική σε<br>ορθογωνική    |  |

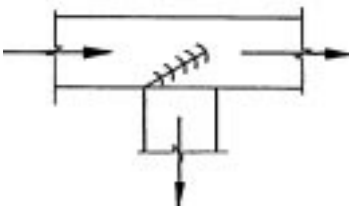
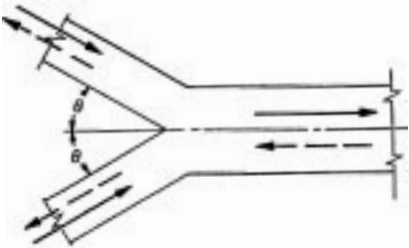
|   |  |
|---|--|
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>T,<br/>συγκλίνουσα<br/>ορθογωνική σε<br/>ορθογωνική</p>  |    |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>T,<br/>συγκλίνουσα<br/>ορθογωνική σε<br/>ορθογωνική, 45°<br/>είσοδος</p>                         |    |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>T,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, κωνικό<br/>τμήμα</p>   |   |
| <p>Διασταύρωση 45°<br/>τύπου<br/>Y,<br/>αποκλίνουσα,<br/>κωνικό τμήμα</p>   |  |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>T,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, με 90°<br/>καμπύλη, σε γωνία<br/>90° από το<br/>κυρίως τμήμα</p> |  |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου T,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, με 45°<br/>καμπύλη, σε γωνία<br/>90° από το<br/>κυρίως τμήμα</p>     |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Τ,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, με 45°<br/>καμπύλη με<br/>κωνικό τμήμα, σε<br/>γωνία 90° από το<br/>κυρίως τμήμα</p> |  |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Υ,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, με 60°<br/>καμπύλη, σε<br/>γωνία 90° από<br/>το κυρίως τμήμα</p>                     |  |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Υ,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, με 60°<br/>καμπύλη με<br/>κωνικό τμήμα, σε<br/>γωνία 90° από το<br/>κυρίως τμήμα</p> |  |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Υ,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, με 45°<br/>καμπύλη με<br/>κωνικό τμήμα, σε<br/>γωνία 90° από<br/>το κυρίως τμήμα</p> |  |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Τ,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, με 60°<br/>καμπύλη, σε<br/>γωνία 45° από το<br/>κυρίως τμήμα</p>                     |  |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Τ,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, με 60°<br/>καμπύλη με<br/>κωνικό τμήμα, σε<br/>γωνία 45° από το<br/>κυρίως τμήμα</p> |  |



|   |  |
|---|--|
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Υ,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, με 30°<br/>καμπύλη, σε<br/>γωνία 45° από το<br/>κυρίως τμήμα</p>                     |    |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Υ,<br/>αποκλίνουσα<br/>κυκλική, με 30°<br/>καμπύλη με<br/>κωνικό τμήμα, σε<br/>γωνία 45° από το<br/>κυρίως τμήμα</p> |    |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Υ,<br/>αποκλίνουσα<br/>ορθογωνική και<br/>κυκλική</p>  |   |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Υ,<br/>αποκλίνουσα<br/>ορθογωνική</p>  |  |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Τ,<br/>αποκλίνουσα<br/>ορθογωνική σε<br/>κυκλική</p>   |  |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου<br/>Τ,<br/>αποκλίνουσα<br/>ορθογωνική σε<br/>κυκλική, με<br/>κωνικό τμήμα</p>  |  |

|  |  |
|--|--|
| Διασταύρωση<br>τύπου<br>Τ,<br>αποκλίνουσα<br>ορθογωνική με<br>45° είσοδο                     |  |
| Διασταύρωση<br>τύπου<br>Τ,<br>αποκλίνουσα<br>ορθογωνική σε<br>ορθογωνική                     |  |
| Διασταύρωση<br>τύπου<br>Τ,<br>αποκλίνουσα<br>ορθογωνική<br>με 45° είσοδο και<br>με διάφραγμα |  |
| Διασταύρωση<br>τύπου<br>Τ,<br>αποκλίνουσα<br>ορθογωνική με<br>διάφραγμα                      |  |
| Διασταύρωση<br>τύπου<br>Τ,<br>αποκλίνουσα<br>ορθογωνική με<br>αεροεξαγωγό                    |  |
| Διασταύρωση<br>τύπου Υ   |  |

|   |   |
|---|---|
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου T,<br/>αποκλίνουσα<br/>ορθογωνική με<br/>αεροεξαγωγό</p> |  <p>The diagram shows a horizontal pipe on the left with an arrow pointing right. It connects to a vertical pipe on the right. The vertical pipe has a diagonal line with arrows pointing away from the junction, indicating a diverging air outlet. A vertical arrow points down from the junction area.</p> |
| <p>Διασταύρωση<br/>τύπου Y</p>  |  <p>The diagram shows a horizontal pipe on the left with an arrow pointing right. It splits into two diagonal pipes on the right. The angle between the horizontal pipe and each diagonal pipe is labeled with the Greek letter <math>\theta</math>. Arrows indicate the flow direction in each pipe.</p>     |

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αναστασιάδης Σ., 'Τεχνολογία – Εργαστήρια της Ψύξης', Εκδότης Σ. Αναστασιάδης - Γ. Ήβος, 1990.
2. Κάπος Μ., 'Βιομηχανικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις', Εκδόσεις Μ. Κάπου, 1985.
3. Λέφας Κ., 'Αερισμός και Κλιματισμός', Εκδόσεις 'Φοίβος', 1992.
4. Ντοκόπουλος Π., 'Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής Τάσης', Εκδόσεις Παρατηρητής, 1987.
5. Σωτηρόπουλος Β., 'Στοιχεία Βιομηχανικής Ψύξης', Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης, 1984.
6. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 2423/86, 'Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Κλιματισμός κτηριακών χώρων', Αθήνα, 1993.
7. Φυρογένης, 'Αερόψυκτοι Ψύκτες Νερού-Οδηγίες Χρήσης, Συντήρησης και Εγκατάστασης'.
8. Φυρογένης, 'Πύργοι Ψύξης-Τεχνικό Εγχειρίδιο'.
9. Alfa Laval, 'Brazed Plate Evaporators and Condensers Technical Manual'.
10. Asarums Industri AB, 'Condenser Type CP90 Technical Manual'.
11. ASHRAE, 'Handbook – Fundamentals', 1997.
12. ASHRAE, 'Handbook - HVAC Applications', 1999.
13. ASHRAE, 'Handbook - HVAC Systems & Equipment', 2000.
14. ASHRAE, 'Handbook – Refrigeration', 1998.
15. ASME Y32.2.4, 'Graphical Symbols for Heating, Ventilating, And Air Conditioning'
16. Bitzer International, 'Applications Manual for Open Type Screw Compressors', SH-500-1.
17. Bitzer International, 'Operating Instruction for Open Type Screw Compressors', SB-500-1.
18. Bitzer International, 'Operating Instruction for Pressure vessels', DP-200-1.
19. Bitzer International, 'Operating Instruction for Semi-hermetic Reciprocating Compressors', KB-110-2.

20. Bitzer International, '*Semi-hermetic Reciprocating Compressors*', KP-100-3.
21. Bitzer International, '*Technical Information*', ST-600-1.
22. Bitzer International, '*Water-cooled Condensers*', DP-200-2.
23. Bricanti A., '*Κλιματισμός*', Εκδότης Τεχνοεκδοτική ΕΠΕ, 1996.
24. Carrier Air Conditioning Company, '*Handbook of Air Conditioning System Design*', McGraw-Hill, June 1972.
25. Evapco, '*Cooling Towers Engineering Manual*'.
26. Evapco, '*Evaporative Condensers Engineering Manual*'.
27. Frank E., Jr. Beaty, '*Sourcebook of Hvac Details*', McGraw Hill, 1986.
28. Haines Roger, C. Lewis Wilson, '*HVAC systems design handbook*', New York, McGraw-Hill, 1994.
29. Honeywall Inc., '*Engineering manual of Automatic Control*', 1989.
30. Howell R., Sauer H., Coad W., '*Principles of Heating, Ventilating and Air Conditioning*', American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., 1998.
31. Howell Ronald, Sauer Harry Jr., Coad William, '*Principles of Heating, Ventilating and Air-Conditioning*', June 1993, ASHRAE.
32. Levenhagen John, '*HVAC control system design diagrams*', New York, McGraw-Hill, 1999.
33. Madsen David, Shumaker Terence, Turpin J. Lee, Stark Catherine, '*Engineering drawing and design*', Albany, N.Y., Delmar Publishers, 1991.
34. Mohinder L. Nayyar, (editors), '*Piping handbook*', New York, McGraw-Hill, 2000.
35. Mull Thomas, '*HVAC principles and applications manual*', New York, McGraw-Hill, 1998.
36. Olivo T., '*Ψυκτικές Εγκαταστάσεις*', Εκδόσεις 'ΙΩΝ', 1999.
37. Parisher Roy, Rhea Robert, '*Pipe drafting and design*', Houston, Tex., Gulf Pub. Co., 1996.
38. Puzio H. – Johnson J., '*Συντήρηση Εγκαταστάσεων Ψύξεως Κλιματισμού*', Εκδόσεις 'ΙΩΝ', 1997.
39. Rechnangel – Sprenger, '*Θέρμανση και Κλιματισμός*', Εκδότης Μ. Γκιούρδας, 1980.
40. Siemens, Landis & Staefa, '*Αυτοματισμοί κτιρίων. Εφαρμογές Θέρμανσης – Κλιματισμού. Κατάλογος προϊόντων*', 2001.
41. Standard Refrigeration Company, '*Industrial Refrigeration Products Catalog 1999-2000*'.
42. Ti-Soft, '*Εγχειρίδιο Οδηγιών Χρήσης προγράμματος DuctCAD-Αεραγωγοί*', 2001.
43. Traister John, '*Heating, ventilating, and air conditioning : design for building construction*', Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1987.
44. Traister John, '*Practical Drafting for the Hvac Trades*', Prentice Hall, 1984.
45. Traister John, '*Residential heating, ventilating, and air conditioning: design and application*', Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1990.

46. Trane, '*Thermachill Absorption Chillers*', ABS-PRC007-EN, 2001.
47. Trane, '*Trane Horizon Absorption Series*', ABS-PRC001-EN, 2001.
48. Trane, '*Trane Horizon Absorption Series*', ABS-PRC004-EN, 2001.
49. Whitman W. – Johnson W., '*Ψυκτικές Μηχανές & Εγκαταστάσεις*', Εκδόσεις 'ΙΩΝ', 1997.
50. Wolff Doug, '*Drafting symbol sourcebook*', McGraw-Hill, New York 1999.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>   | <b>9</b>  |
| 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ  | 11        |
| 1.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ<br>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ<br>ΨΥΞΗΣ                                     | 15        |
| 1.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ<br>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ<br>ΨΥΞΗΣ                                      | 20        |
| 1.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ<br>ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ<br>ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ | 26        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>   | <b>35</b> |
| 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ  | 37        |
| 2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ<br>ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ   | 38        |
| 2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ   | 43        |
| 2.4 ΣΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ - ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ   | 57        |
| 2.5 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ  | 61        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>   | <b>67</b> |
| 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ  | 69        |
| 3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ΜΕ ΑΠΛΗ (ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ)<br>Η ΜΕ ΔΙΠΛΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΠΑΡΑΣΤΑΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ)   | 70        |
| 3.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ  | 75        |
| 3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΜΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ  | 82        |

|                         |  |            |
|-------------------------|--|------------|
| 3.5                     | ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ .....  | 86         |
| 3.6                     | ΙΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ .....  | 91         |
| 3.7                     | ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ<br>ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ ..... | 97         |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....</b> |  | <b>111</b> |
| 4.1                     | ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....   | 113        |
| 4.2                     | ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ .....   | 114        |
| 4.3                     | ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΕΣ .....  | 128        |
| 4.4                     | ΕΞΑΤΜΙΣΤΕΣ .....   | 138        |
| 4.5                     | ΠΥΡΓΟΙ ΨΥΞΗΣ .....   | 143        |
| 4.6                     | ΨΥΚΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ .....  | 146        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....</b> |  | <b>155</b> |
| 5.1                     | ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....   | 157        |
| 5.2                     | ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΜΙΑΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ .....                                     | 159        |
| 5.3                     | ΔΙΒΑΘΜΙΕΣ ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ .....   | 160        |
| 5.4                     | ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ<br>ΒΡΩΜΙΟΥΧΟΥ ΛΙΘΙΟΥ .....                   | 162        |
| 5.5                     | ΨΥΚΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ<br>ΑΜΜΩΝΙΑΣ .....                            | 173        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 .....</b> |  | <b>181</b> |
| 6.1                     | ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ .....  | 183        |
| 6.2                     | ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....                                    | 184        |
| 6.3                     | ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ .....   | 197        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 .....</b> |  | <b>207</b> |
| 7.1                     | ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥΣ ΨΥΞΗΣ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ<br>ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ .....                | 209        |
| 7.2                     | ΕΛΕΓΚΤΕΣ .....   | 211        |



|                     |   |            |
|---------------------|---|------------|
| 7.3                 | ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ .....  | 218        |
| 7.4                 | ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ .....  | 225        |
| 7.5                 | ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΨΥΞΗ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ<br>ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ .....                     | 231        |
| 7.6                 | ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ .....  | 234        |
| 7.7                 | ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ<br>ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ .....                        | 241        |
| 7.8                 | ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ<br>ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΨΥΞΗΣ, ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ..... | 245        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8</b>   | .....   | <b>253</b> |
| 8.1                 | ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....  | 255        |
| 8.2                 | ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ<br>ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ .....                 | 256        |
| 8.3                 | ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Η/Υ .....  | 257        |
| 8.4                 | ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ<br>ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ .....                   | 268        |
| <b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>    | .....   | <b>283</b> |
| <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> | .....   | <b>291</b> |