

## ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ



- 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 3.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
- 3.3 ΕΙΔΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ
- 3.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
- 3.5 ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ ή ΤΟΙΧΟΥ
- 3.6 ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ (SPLIT UNITS)
- 3.7 ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ
- 3.8 ΨΥΚΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ
- 3.9 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΝΑΔΩΝ
- 3.10 ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
- 3.11 ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ





Με την ολοκλήρωση του κεφαλαίου αυτού, οι μαθητές θα πρέπει να:

- ✓ Διακρίνουν τα είδη των κλιματιστικών μονάδων.
- ✓ Περιγράφουν τα βασικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων κλιματιστικών μονάδων.
- ✓ Περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά λειτουργίας των διαφόρων τύπων κλιματιστικών μονάδων.
- ✓ Γνωρίζουν, συνοπτικά, τη δομή και λειτουργία (χειμώνα-καλοκαίρι) των κεντρικών συστημάτων κλιματισμού, καθώς και των διαφόρων επιμέρους μηχανημάτων-εξαρτημάτων από τα οποία αποτελούνται.
- ✓ Επιλέγουν με βάση απλούς πρακτικούς κανόνες, την απαιτούμενη ισχύ ενός κλιματιστικού μηχανήματος, καθώς και τον κατάλληλο τύπο για κάθε εφαρμογή.
- ✓ Περιγράφουν τη δομή του συστήματος χειμερινού-θερινού κλιματισμού με κεντρική κλιματιστική μονάδα.

### 3.1 Εισαγωγή

Τα είδη των κλιματιστικών μονάδων διαφέρουν, ανάλογα με:

- Την εφαρμογή, δηλαδή τον τύπο και τη χρήση του κτιρίου,
- Τις απαιτήσεις του κλιματισμού,
- Το κόστος αγοράς, εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησής τους.

Όλα τα συστήματα κλιματισμού έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα τον έλεγχο της θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα, το μερικό ή ολικό έλεγχο

της υγρασίας, καθώς και της ποιότητας του αέρα. Έτσι, ο κλιματισμός ικανοποιεί τις απαιτήσεις για ένα άνετο περιβάλλον στους χώρους κατοικίας, εργασίας και μεταφοράς (πχ. αυτοκίνητο, αεροπλάνο, τρένο κ.λπ.).

### 3.2 Γενικές αρχές λειτουργίας

Για τον έλεγχο της εσωτερικής θερμοκρασίας απαιτείται αρχικά, η μείωση της θερμοκρασίας του αέρα το καλοκαίρι και η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα το χειμώνα. Αυτός ο έλεγχος επιτυγχάνεται με μια συσκευή που φέρνει σε επαφή τον εσωτερικό αέρα με μια ψυχρή ή θερμή επιφάνεια, με αποτέλεσμα, αντίστοιχα, είτε να απορροφά τη θερμότητα από τον αέρα, είτε να την αποδίδει σ' αυτόν. Η επιφάνεια, μέσω της οποίας γίνεται αυτή η ανταλλαγή θερμότητας, ονομάζεται **εναλλάκτης θερμότητας**.

Έτσι, για την ψύξη ή θέρμανση του αέρα, μέσα στον εναλλάκτη κυκλοφορεί ένα ρευστό χαμηλής ή υψηλής θερμοκρασίας, αντίστοιχα, το οποίο είναι το μέσο που απαιτείται για να είναι δυνατή η ανταλλαγή θερμότητας και ονομάζεται **ψυκτικό μέσο ή ψυκτικό ρευστό** ή απλά **ψυκτικό**.

Τα διαθέσιμα ψυκτικά διαφέρουν, βασικά ως προς την ικανότητα που έχουν να μεταφέρουν διαφορετικά ποσά θερμότητας, αλλά και ως προς άλλες χημικές ιδιότητες.

Η ανταλλαγή της θερμότητας γίνεται, με φυσικό τρόπο, από το ρευστό με την υψηλή θερμοκρασία προς το ρευστό με τη χαμηλή θερμοκρασία, μέσω του εναλλάκτη θερμότητας. Πιο συγκεκριμένα:

- ▶ Για την **ψύξη** του αέρα, η θερμότητα μεταδίδεται από τον αέρα που ψύχεται, στο ψυκτικό ρευστό, το οποίο με τη σειρά του θερμαίνεται. Στη συνέχεια, το ψυκτικό ρευστό αποβάλλει τη θερμότητα που μεταφέρει στο εξωτερικό περιβάλλον, έτσι ώστε να μειωθεί η θερμοκρασία του, για να επαναληφθεί πάλι η ίδια διαδικασία.
- ▶ Για τη **θέρμανση** του αέρα, η θερμότητα μεταδίδεται από το ψυκτικό ρευστό που ψύχεται, στον αέρα, ο οποίος με τη σειρά του θερμαίνεται. Στη συνέχεια, το ψυκτικό ρευστό πρέπει να θερμανθεί, έτσι ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία του για να επαναληφθεί πάλι η ίδια διαδικασία.

Η κυκλοφορία του αέρα διαμέσου της επιφάνειας του εναλλάκτη γίνεται με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα, ενώ το ψυκτικό ρευστό κυκλοφορεί

μέσα στην κλιματιστική μονάδα με τη βοήθεια αντλίας, λόγω διαφοράς της πίεσης στο ψυκτικό κύκλωμα.

Η λειτουργία της κλιματιστικής μονάδας βασίζεται στις αρχές της θερμοδυναμικής που σχετίζονται με τις αλλαγές φάσης του ψυκτικού ρευστού, δηλαδή με τις διαδοχικές μεταβολές μεταξύ αέριας και υγρής κατάστασής του. Ένα ρευστό σε υγρή φάση για να εξατμιστεί, απορροφά θερμότητα. Ένα παρόμοιο φαινόμενο παρατηρείται και κατά την εξάτμιση του ιδρώτα από το ανθρώπινο σώμα, διαδικασία που μας κάνει να αισθανόμαστε δροσερά, γιατί απορροφάται θερμότητα από το δέρμα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η θερμοκρασία του δέρματος, και βοηθά τον οργανισμό να αποβάλλει θερμότητα προς το περιβάλλον, έτσι ώστε να βρίσκεται σε ισορροπία.

### 3.3 Είδη κλιματιστικών μονάδων

Ανάλογα με την ποσότητα της θερμότητας που πρέπει να αποδοθεί ή να αφαιρεθεί από τον εσωτερικό αέρα ενός χώρου και τις απαιτήσεις για αερισμό, χρησιμοποιούνται διαφορετικού τύπου και μεγέθους κλιματιστικές μονάδες. Όπως ήδη αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, οι κλιματιστικές μονάδες χωρίζονται σε:

- ▶ Αυτόνομες μονάδες και
- ▶ Κεντρικές μονάδες.

Πιο αναλυτικά:

1. Οι **αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες** καλύπτουν τις ανάγκες ενός χώρου με μικρό όγκο είναι εύκολες στην εγκατάστασή τους, τόσο σε νέα, όσο και σε παλαιότερα κτίρια και χωρίζονται σε μονάδες:
  - Τοίχου ή παραθύρου (ενιαίες μονάδες ή *monobloc*) και
  - Διαιρούμενου τύπου (*split unit*).

Όλα τα επιμέρους εξαρτήματα που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, μπορούν να τοποθετηθούν μέσα σε μια **ενιαία μονάδα ή monobloc**. Στην περίπτωση αυτή, η κλιματιστική μονάδα ονομάζεται **μονάδα τοίχου ή παραθύρου** (Εικόνα 3.1) και τοποθετείται σε κάποιο εξωτερικό τοίχο του χώρου, έτσι ώστε η μια πλευρά της να βρίσκεται στον εσωτερικό χώρο και η άλλη προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Διαχωρίζοντας ορισμένα επιμέρους τμήματα της κλιματιστικής μονάδας που είναι τα πλέον θορυβώδη, όπως είναι π.χ. ο συμπιεστής και ο κινητήρας του, είναι δυνατόν να διαιρεθεί η μονάδα σε δύο κομμάτια, την εσωτερική και εξωτερική μονάδα. Αυτή η κλιματιστική μονάδα ονομάζεται **μονάδα διαιρούμενου τύπου** (Εικόνα 3.1), της οποίας τα δύο τμήματα συνδέονται μέσω των σωλήνων που κυκλοφορεί το ψυκτικό μέσο.



**Εικόνα 3.1:** Μικρές αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου και μερικές ενιαίες μονάδες παραθύρου για τον κλιματισμό ανεξάρτητων χώρων σε κτίριο γραφείων.



**Εικόνα 3.2:** Συνδυασμός μονάδων διαιρούμενου τύπου για να καλυφθούν οι ανάγκες σε κλιματισμό πολλών εσωτερικών χώρων.

Το μέγεθος της μονάδας εξαρτάται από τη θερμική και την ψυκτική ικανότητά της, δηλαδή ανάλογα με τα φορτία που αυτή πρέπει να καλύψει. Το γεγονός αυτό έχει άμεση σχέση με την ποσότητα της θερμότητας ή της ψύξης που πρέπει να αποδοθεί από τη μονάδα.

Ανάλογα, λοιπόν, με το μέγεθος της μονάδας χρησιμοποιούνται και αντίστοιχου μεγέθους εναλλάκτες, ανεμιστήρες και συμπιεστές (Εικόνα 3.2). Με το συνδυασμό πολλών τέτοιων μονάδων επιτυγχάνεται η κάλυψη μεγαλύτερων φορτίων θέρμανσης/ψύξης. Πάντως, για μικρούς χώρους, οι μονάδες έχουν συνήθως ισχύ από 1 έως 6 kW, ενώ για επαγγελματικούς χώρους, οι μονάδες φτάνουν μέχρι και 15 kW.

2. Οι **κεντρικές κλιματιστικές μονάδες** περιλαμβάνουν εγκαταστάσεις κλιματισμού που μπορούν να καλύψουν μεγάλες απαιτήσεις (π.χ. ενός ολόκληρου κτιρίου) και προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες, απαιτώντας όμως πιο πολύπλοκες εσωτερικές εγκαταστάσεις.

Οι **εξωτερικές μονάδες** τοποθετούνται στην οροφή, στο περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου ή σε ειδικά διαμορφωμένο μηχανοστάσιο, ανάλογα με τον τύπο της μονάδας.

Απαραίτητη, πάντως, προϋπόθεση είναι η δυνατότητα της ελεύθερης κυκλοφορίας του εξωτερικού αέρα γύρω από τις εξωτερικές μονάδες. Η πιο απλή εγκατάσταση είναι αυτή που διαθέτει ένα κεντρικό δίκτυο σωλήνων διανομής ζεστού ή/και κρύου νερού, ή ψυκτικού υγρού, που τροφοδοτεί τις διάφορες τοπικές κλιματιστικές μονάδες μέσα σε ένα κτίριο. Η παραγωγή του ζεστού νερού μπορεί να γίνει από ένα λέβητα, και του κρύου νερού από ένα ψύκτη, ή από αντλία θερμότητας αέρα-νερού (Εικόνα 3.3). Σε κεντρικές εγκαταστάσεις που κυκλοφορεί νερό, απαιτούνται αντλίες οι οποίες κυκλοφορούν το ζεστό και το κρύο νερό από την εξωτερική μονάδα στους διάφορους τύπους εναλλακτών, που βρίσκονται στους εσωτερικούς χώρους, για να κλιματίσουν τον αέρα.

Όταν χρησιμοποιείται ψυκτικό ρευστό μεταξύ των εξωτερικών και των εσωτερικών μονάδων, τότε το σύστημα είναι γνωστό σαν «**μονάδα απευθείας εκτόνωσης**» ή με την εμπορική ονομασία VRV. Το ψυκτικό ρευστό κυκλοφορεί μέσα σε μικρής διαμέτρου σωλήνες. Μάλιστα η εγκατάσταση είναι σχετικά εύκολη σε νέες κατασκευές, αφού δεν χρειάζονται μεγάλα ανοίγματα για να γίνουν τα «περάσματα» των σωληνώσεων και έτσι, δεσμεύεται μικρός χώρος μέσα στο κτίριο. Σε υπάρχοντα, όμως, κτίρια είναι πιο δύσκολο να γίνει μια κεντρική εγκατάσταση, εκτός εάν, παράλληλα, γίνεται ανακαίνιση όλου του κτιρίου.

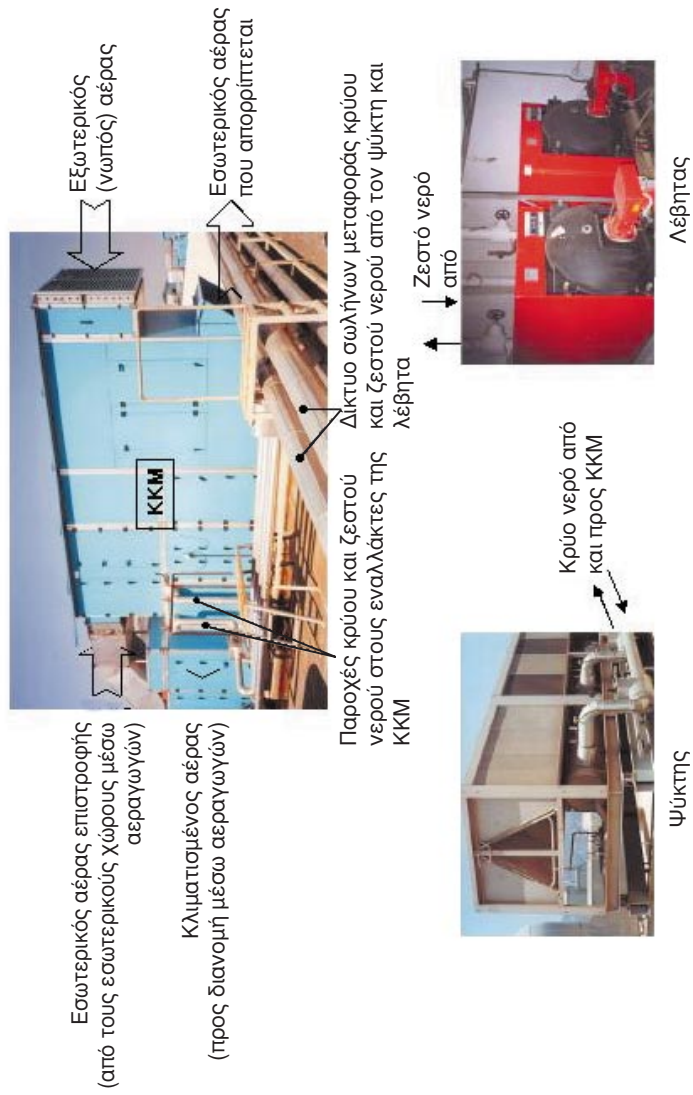


**Εικόνα 3.3:** Εξωτερική κεντρική μονάδα αντλίας θερμότητας αέρα-νερού μεσαίου μεγέθους (30 kW). Αριστερά, τα εξαρτήματα της αντλίας θερμότητας, αφού έχει αφαιρεθεί το προστατευτικό κάλυμμα της μονάδας. Δεξιά, οι δυο αξονικοί ανεμιστήρες της μονάδας. Σημ.: Για τη διανομή του ζεστού/κρύου νερού στις τοπικές κλιματιστικές μονάδες, χρησιμοποιείται μία αντλία.

Ο κλιματισμός του αέρα μπορεί, επίσης, να γίνει από μια μονάδα εγκατεστημένη σε ένα σημείο, μακριά από τον κλιματιζόμενο χώρο. Στη περίπτωση αυτή, η μονάδα ονομάζεται **Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ)**. Στην ΚΚΜ εισάγεται καθαρός εξωτερικός αέρας, ο οποίος μπορεί να αναμιχθεί με εσωτερικό αέρα που επιστρέφει σ' αυτήν, και αφού περάσει από τα διάφορα στάδια επεξεργασίας με σκοπό τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας, το φιλτράρισμα κ.λ.π., στη συνέχεια με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα, ο αέρας αυτός μεταφέρεται μέσω αεραγωγών και αποδίδεται στους κλιματιζόμενους χώρους.

Πάντως, οι ίδιες οι ΚΚΜ δεν παράγουν θερμότητα ή ψύξη, **αλλά συνδέονται με έναν ψύκτη και ένα λέβητα, ή με μια μεγάλη αντλία θερμότητας**, που τροφοδοτούν με ζεστό και κρύο νερό ή με ψυκτικό ρευστό τους εναλλάκτες θερμότητας των μονάδων αυτών (Εικόνα 3.4).





**Εικόνα 3.4:** Διάταξη μιας κεντρικής κλιματιστικής μονάδας, σε συνδυασμό με τα συστήματα παραγωγής παγωμένου νερού (ψύκτης) και ζεστού νερού (λέβητας).

### 3.4 Αντλίες Θερμότητας

#### ■ Αρχές λειτουργίας αντλιών θερμότητας

Όταν ο συμπυκνωτής χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του αέρα, τότε το σύστημα είναι γνωστό σαν **αντλία θερμότητας**. Η ονομασία αυτή χρησιμοποιείται για να αποδώσει το βασικό χαρακτηριστικό της, που είναι η άντληση θερμότητας από το περιβάλλον.

Η αντλία θερμότητας μπορεί να λειτουργήσει, καταρχάς, σαν μια ψυκτική μηχανή (για ψύξη το καλοκαίρι), αλλά επίσης, αντιστρέφοντας το θερμοδυναμικό κύκλο, μπορεί να λειτουργήσει και για θέρμανση το χειμώνα. Ο κύκλος λειτουργίας της αντλίας αυτής καθορίζεται από ένα μηχανισμό αντιστροφής της λειτουργίας της, γνωστή σαν **βαλβίδα αντιστροφής**. Συνήθως, για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιείται μια σωληνωτή βαλβίδα, η οποία παρεμβάλλεται στο κύκλωμα και επιτρέπει στην πίεση αναρρόφησης να κινεί τα λειτουργικά στοιχεία της βαλβίδας.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αντλιών θερμότητας, ανάλογα με τα ρευστά που χρησιμοποιούνται για να αντληθεί ή για να αποδοθεί θερμότητα. Η άντληση θερμότητας το χειμώνα και η απόρριψή της το καλοκαίρι, γίνεται πάντα στο περιβάλλον, δηλαδή στον αέρα, στο έδαφος και στο νερό (π.χ. σε μια λίμνη ή σε ένα ποτάμι). Η διαθέσιμη από το περιβάλλον θερμότητα κατά το χειμώνα και η ψύξη κατά το καλοκαίρι, μπορεί να αποδοθούν στον κλιματιζόμενο χώρο με τη χρήση αέρα ή νερού. Έτσι, με τον τρόπο αυτό, προκύπτουν διάφοροι συνδυασμοί αντλιών, όπως η αντλία θερμότητας αέρα-αέρα, αέρα-νερού, εδάφους-αέρα κλπ.

Σε κάθε περίπτωση χρησιμοποιούνται δύο εναλλάκτες. Πιο συγκεκριμένα:

- Ο ένας εναλλάκτης (εσωτερικός), το χειμώνα λειτουργεί σαν συμπυκνωτής, θερμαίνοντας τον εσωτερικό αέρα, ενώ το καλοκαίρι λειτουργεί σαν εξατμιστής, ψύχοντας τον αέρα.
- Ο άλλος εναλλάκτης (εξωτερικός) βρίσκεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, και το χειμώνα λειτουργεί σαν εξατμιστής, αντλώντας θερμότητα από το περιβάλλον, ενώ το καλοκαίρι λειτουργεί σαν συμπυκνωτής, απορρίπτοντας στο περιβάλλον τη θερμότητα που αφαιρείται από τον εσωτερικό αέρα.

Έτσι, η λειτουργία της βαλβίδας αντιστροφής καθορίζει κάθε φορά, ποιος εναλλάκτης θα χρησιμοποιηθεί σαν συμπυκνωτής ή σαν εξατμιστής.

Εναλλακτικά, η αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να θερμάνει ή να ψύξει νερό που χρησιμοποιείται, για παράδειγμα, από μια **τοπική μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coil unit)** για να κλιματίσει τον εσωτερικό αέρα.

Οι αντλίες θερμότητας εξασφαλίζουν:

- Υψηλή απόδοση
- Ευκολία στην εγκατάσταση
- Ευκολία στη χρήση για ψύξη/θέρμανση
- Χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
- Χαμηλό κόστος λειτουργίας, σε σχέση με την αποδιδόμενη θερμική και ψυκτική ισχύ.

#### ■ Προβλήματα λειτουργίας

Το χειμώνα, η θερμαντική ικανότητα μιας αντλίας θερμότητας μειώνεται, όταν η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλή (μικρότερη από 5°C) και πρακτικά δεν μπορεί να λειτουργήσει, εάν η θερμοκρασία πέσει κάτω από το 0°C. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε περιοχές όπου η εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα είναι συχνά πολύ χαμηλή. Στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιείται μια ηλεκτρική αντίσταση που είναι ενσωματωμένη στον εσωτερικό εναλλάκτη της κλιματιστικής μονάδας, έτσι ώστε να θερμαίνει τον αέρα ή το νερό, εάν πρόκειται για αντλία θερμότητας αέρα-νερού.

Άλλο πρόβλημα που μπορεί να παρουσιαστεί, είναι όταν περνά μικρή ποσότητα αέρα από τον εξατμιστή και δεν γίνεται σωστή μετάδοση θερμότητας από τις επιφάνειες του εναλλάκτη. Στην περίπτωση αυτή, μειώνεται πολύ η θερμοκρασία του εξατμιστή και όταν πέσει πιο κάτω από 0°C, οι επιφάνειες του εναλλάκτη συγκεντρώνουν πάγο.

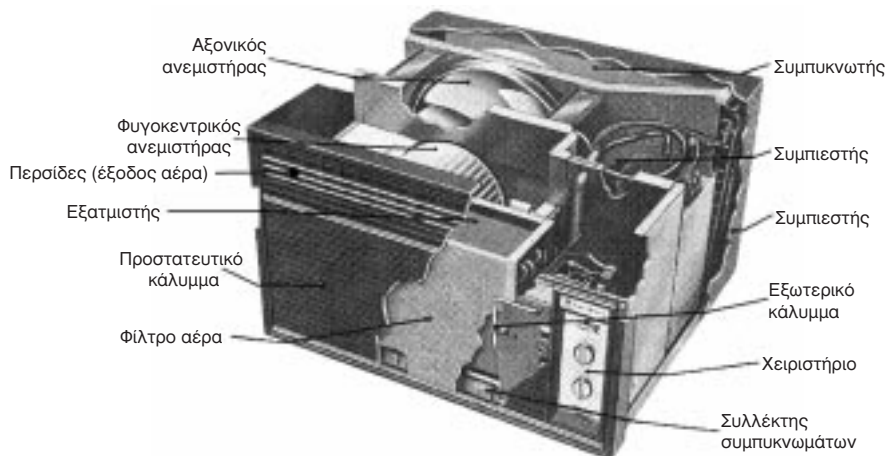
Αυτό έχει σαν συνέπεια, να μειωθεί η ψυκτική ικανότητα της μονάδας ή, ακόμη, να προκληθεί σοβαρή βλάβη στη μονάδα. Για το λόγο αυτό, η θέση εγκατάστασης της μονάδας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να **μην περιορίζεται η ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα**.

Άλλη μια αιτία που μπορεί να προκαλέσει το σχηματισμό πάγου στον εξατμιστή, είναι η υψηλή πίεση του ψυκτικού ρευστού, που, συνήθως, σημαίνει ότι υπάρχει διαρροή ψυκτικού σε κάποιο σημείο του κυκλώματος.

Στις ενότητες που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι διάφοροι τύποι των αυτόνομων κλιματιστικών και κεντρικών μονάδων, καθώς και τα τεχνικά στοιχεία για τα επιμέρους εξαρτήματα των εγκαταστάσεων αυτών.

### 3.5 Μονάδες παραθύρου ή τοίχου

Οι πρώτες κλιματιστικές μονάδες που χρησιμοποιήθηκαν, ήταν οι μονάδες παραθύρου ή τοίχου, οι οποίες περιέχουν όλα τα επιμέρους εξαρτήματα της κλιματιστικής μονάδας, μέσα στην ίδια μονάδα. Λόγω της συμπαγούς κατασκευής τους, έγιναν γνωστές και με τον αγγλικό όρο «**monoblock**». Αρχικά, η λειτουργία των μονάδων αυτών αποσκοπούσε μόνο στην παραγωγή ψύξης (Σχήμα 3.1), αλλά τώρα κυκλοφορούν και αντλίες θερμότητας για παραγωγή ψύξης/θέρμανσης.



**Σχήμα 3.1:** Ενιαία κλιματιστική μονάδα (μόνο για ψύξη). Εάν η μονάδα λειτουργεί σαν αντλία θερμότητας, τότε περιλαμβάνει και μια βαλβίδα αντιστροφής του κύκλου λειτουργίας, αντιστρέφοντας, έτσι, τη λειτουργία των εναλλακτών του εξατμιστή και του συμπυκνωτή.

Η κλιματιστική μονάδα αποτελείται από τα εξής βασικά εξαρτήματα:

- Το συμπιεστή
- Το συμπυκνωτή και
- Τον εξατμιστή.

### ■ Αρχή λειτουργίας

Ο κύκλος λειτουργίας της μονάδας παρουσιάζεται, παραστατικά, στο Σχήμα 3.2. Το ψυκτικό ρευστό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό κλειστό κύκλωμα της μονάδας, αλλάζει φάσεις (π.χ. από αέρια κατάσταση μετατρέπεται σε υγρή) ανάλογα με τη θερμοκρασία και την πίεση στην οποία βρίσκεται.

Ο **συμπιεστής** απορροφά από τον **εξατμιστή** το ψυκτικό ρευστό που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση και χαμηλή πίεση (κίτρινο χρώμα) και το συμπιέζει, με συνέπεια να αυξηθεί η πίεση και η θερμοκρασία του στις 20 ατμόσφαιρες και τους 50°C. Το ψυκτικό, σε αέρια κατάσταση και υψηλή πίεση, περνά στον **συμπυκνωτή**, όπου ψύχεται σε σταθερή πίεση και αρχίζει να αλλάζει φάση (από αέριο γίνεται υγρό). Αυτό επιτυγχάνεται με τον εξωτερικό αέρα που κυκλοφορεί γύρω από τον εναλλάκτη με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα. Το ψυκτικό υγρό σε υψηλή πίεση (κόκκινο χρώμα) φτάνει στον **εξατμιστή**, όπου η πίεση, λόγω της αναρρόφησης του συμπιεστή, είναι χαμηλότερη απ' όση είναι στον συμπυκνωτή. Με τη πτώση, λοιπόν, της πίεσης, μειώνεται σημαντικά η θερμοκρασία εξάτμισης του ψυκτικού υγρού, με συνέπεια να είναι εύκολη η εξάτμισή του. Αυτό επιτυγχάνεται, απορροφώντας θερμότητα από τον εσωτερικό αέρα που κυκλοφορεί γύρω από τον εναλλάκτη, με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα.

Με την ψύξη του εσωτερικού αέρα, αλλά και μέρους του εξωτερικού, εάν η μονάδα διαθέτει τέτοιου είδους διάταξη, παρατηρείται υγραποίηση των υδρατμών του αέρα πάνω στα στοιχεία του εναλλάκτη (εξατμιστή), οπότε, με τον τρόπο αυτό, γίνεται και κάποια αφύγρανση του αέρα. Σε όλες τις περιπτώσεις, πάντως, πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για την απορροή των συμπυκνωμάτων.

Η μονάδα τοποθετείται σε ένα άνοιγμα, έτσι ώστε η μια πλευρά της να επικοινωνεί με τον εσωτερικό χώρο και η άλλη με το εξωτερικό περιβάλλον. Συνήθως, τοποθετείται σε κάποιο παράθυρο ή είναι εντοιχισμένη σε εξωτερικό τοίχο (Εικόνα 3.5). Πάντως, η τοποθέτησή της στο παράθυρο μπορεί να δημιουργήσει πρακτικά προβλήματα στην λειτουργία του ίδιου του παραθύρου.





**Εικόνα 3.5:** Ενιαίου τύπου κλιματιστική μονάδα, τοποθετημένη σε παράθυρο (αριστερά) και τοίχο (δεξιά).

Από την άλλη πλευρά, ο εντοιχισμός της μονάδας προϋποθέτει το άνοιγμα μιας μεγάλης τρύπας στο τοίχο (Εικόνα 3.6), οπότε, σε περίπτωση που αφαιρεθεί η μονάδα, τότε το κενό που θα δημιουργηθεί θα πρέπει να επισκευαστεί (κλείσει) προσεκτικά.



**Εικόνα 3.6:** Τρύπες στη τοιχοποιία μετά την αφαίρεση μονάδων monoblock.



### 3.6 Μονάδες Διαιρούμενου Τύπου (*split units*)

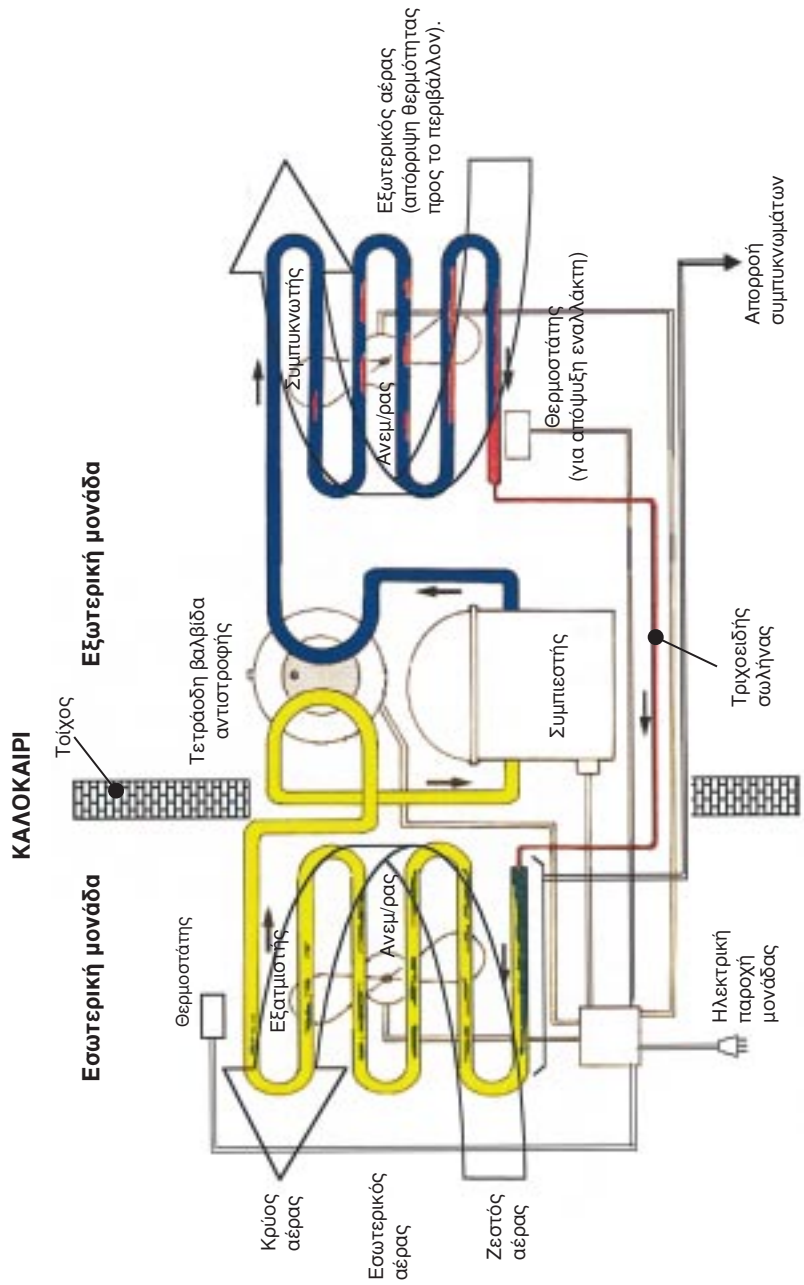
Οι μικρές κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου, είναι οι πλέον διαδεδομένες μονάδες θέρμανσης και ψύξης, για μικρούς, κυρίως, χώρους (π.χ. κατοικίες και μικρούς επαγγελματικούς χώρους). Βασίζονται στην αρχή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας αέρα-αέρα και τοποθετούνται εύκολα, ακόμη και σε υπάρχοντα κτίρια, αφού δεν απαιτούν ιδιαίτερες επεμβάσεις στο εξωτερικό του κτιρίου ή στους εσωτερικούς χώρους του.

Η κλιματιστική μονάδα αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

- Το συμπιεστή
- Το συμπυκνωτή
- Τον εξατμιστή και
- Την τετράοδη βαλβίδα αντιστροφής.

Το σύστημα περιλαμβάνει την εξωτερική και την εσωτερική μονάδα, των οποίων τα επιμέρους στοιχεία συνδέονται με χαλκοσωλήνες, μέσα από τις οποίες ρέει το ψυκτικό ρευστό που κυκλοφορεί στο κλειστό κύκλωμα της εγκατάστασης. Ο κύκλος λειτουργίας της μονάδας για την ψύξη και για τη θέρμανση, παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.3 και στο Σχήμα 3.4, αντίστοιχα. Ο κύκλος λειτουργίας για το καλοκαίρι είναι, ουσιαστικά, ο ίδιος με τον κύκλο ψύξης που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Το χειμώνα, ο κύκλος αντιστρέφεται και η θερμότητα που το σύστημα αντλεί από τον εξωτερικό αέρα, αποδίδεται στον εσωτερικό αέρα, αφού ο εναλλάκτης που λειτουργούσε σαν **εξατμιστής**, λειτουργεί πλέον σαν **συμπυκνωτής**, και ο εναλλάκτης που λειτουργούσε σαν **συμπυκνωτής** λειτουργεί σαν **εξατμιστής**. Έτσι, με τη χρήση της **βαλβίδας αντιστροφής**, η κλιματιστική μονάδα μπορεί να θερμάνει ή να ψύξει τον εσωτερικό αέρα, η δε ροή του ψυκτικού μέσα από το συμπιεστή, είναι πάντα προς την ίδια κατεύθυνση.





**Σχήμα 3.3:** Σχηματική περιγραφή του κύκλου λειτουργίας αντλίας θερμότητας το καλοκαίρι, για την ψύξη του εσωτερικού αέρα. Οι μονάδες διαχωρίζουν τις επιμέρους συσκευές και εξαρτήματα του κυκλώματος σε μια εσωτερική και σε μια εξωτερική μονάδα, οι οποίες επικοινωνούν μεταξύ τους με τις δύο σωλήνες, όπου ρέει το ψυκτικό ρευστό.

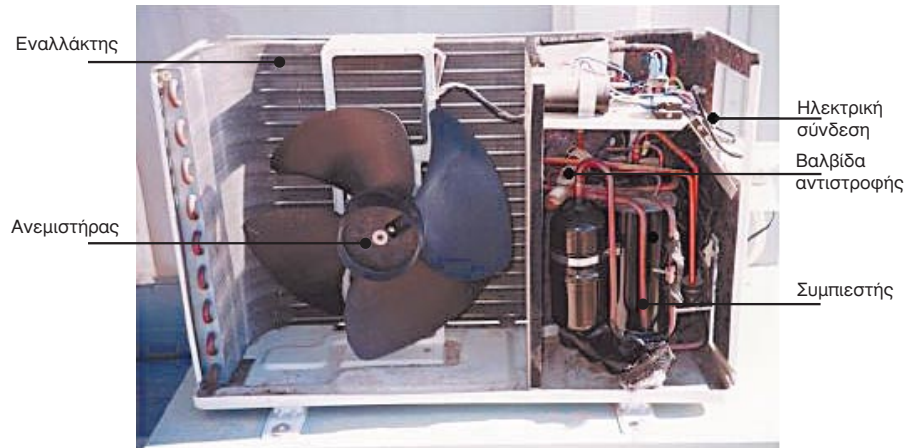


### ■ Αρχή λειτουργίας

Το χειμώνα η μονάδα λειτουργεί για να θερμάνει τον εσωτερικό αέρα. Το ψυκτικό ρευστό σε υγρή κατάσταση (πράσινο χρώμα), περνά μέσα στον εναλλάκτη της εξωτερικής μονάδας και απορροφά (αντλεί) τη θερμότητα από τον εξωτερικό αέρα που κυκλοφορεί γύρω από τον εναλλάκτη, με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα. Το ψυκτικό εξατμίζεται (κίτρινο χρώμα) και σε χαμηλή πίεση (αέρια κατάσταση), περνά στον συμπιεστή, όπου συμπιέζεται, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η θερμοκρασία του (μπλε χρώμα). Στη συνέχεια, το ψυκτικό περνά στον εσωτερικό εναλλάκτη. Αφού η θερμοκρασία του είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα που έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του εναλλάκτη, ο εσωτερικός αέρας θερμαίνεται και το ψυκτικό αέριο συμπυκνώνεται αποβάλλοντας θερμότητα. Το ψυκτικό σε υγρή κατάσταση και υψηλή πίεση (κόκκινο χρώμα) εκτονώνεται, περνώντας μέσα από τον τριχοειδή σωλήνα (σωλήνας πολύ μικρής διαμέτρου), με αποτέλεσμα να μειωθεί η πίεση του. Επιστρέφοντας στον εξωτερικό εναλλάκτη (εξατμιστή), το ψυκτικό υγρό έχει χαμηλή πίεση και έτσι επαναλαμβάνεται ο κύκλος. Επειδή οι επιφάνειες του εξωτερικού εναλλάκτη βρίσκονται σε χαμηλότερη θερμοκρασία από τον ατμοσφαιρικό αέρα, μπορεί να δημιουργηθεί πάγος, για την αποφυγή του οποίου υπάρχει ένα σύστημα ελέγχου, που περιοδικά σταματά τη λειτουργία της μονάδας, αντιστρέφει τον κύκλο και έτσι ο εξατμιστής χρησιμοποιείται σαν συμπυκνωτής αυξάνοντας τη θερμοκρασία του, αποτρέποντας έτσι το σχηματισμό πάγου.

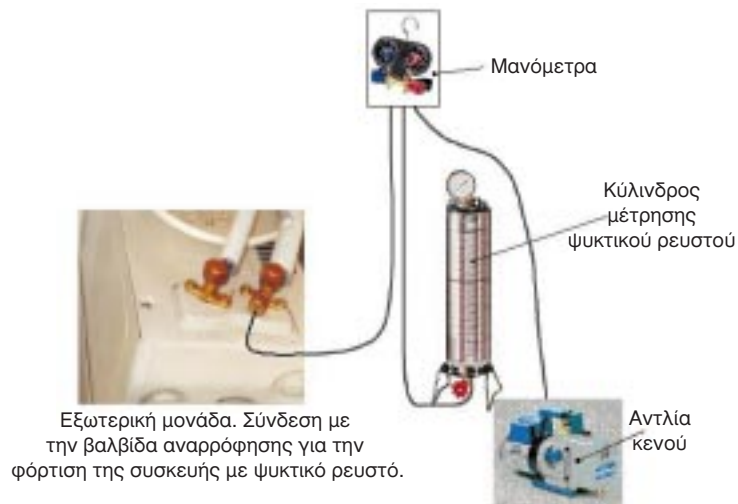
Η εξωτερική μονάδα (Εικόνα 3.7) περιλαμβάνει τα εξής βασικά εξαρτήματα:

- Τον εναλλάκτη, ο οποίος λειτουργεί είτε σαν εξατμιστής είτε σαν συμπυκνωτής
- Το συμπιεστή
- Τον ανεμιστήρα
- Τη βαλβίδα αντιστροφής του κύκλου
- Τον ηλεκτρικό πίνακα σύνδεσης με την εσωτερική μονάδα και
- Τις βαλβίδες σύνδεσης εισόδου και εξόδου του ψυκτικού ρευστού.



**Εικόνα 3.7:** Εξωτερική μονάδα χωρίς το προστατευτικό κάλυμμα (επάνω) και λεπτομέρεια βαλβίδα αντιστροφής (κάτω).

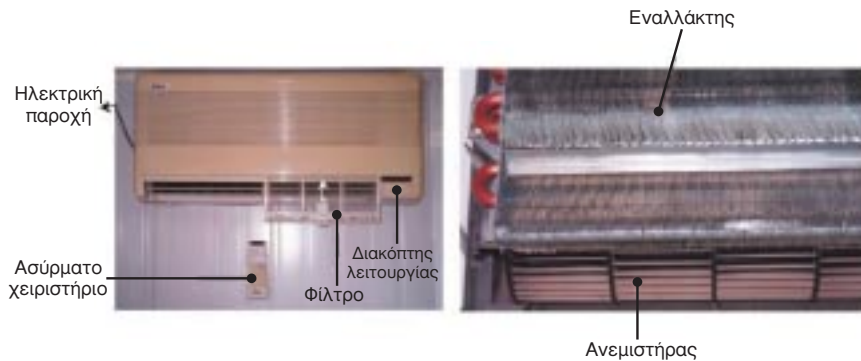
Το κάλυμμα της εξωτερικής μονάδας είναι κατασκευασμένο από μεταλλικό έλασμα με πλαστική επένδυση, ενώ εμπρός από τον ανεμιστήρα διαθέτει άνοιγμα με προστατευτικό πλέγμα, για να κυκλοφορεί ο αέρας που περνά από τον εναλλάκτη. Στο κάτω μέρος της πλαϊνής πλευράς της εξωτερικής μονάδας υπάρχουν δύο αναμονές, για να συνδεθούν με τους σωλήνες εισόδου και εξόδου του ψυκτικού που έρχονται από την εσωτερική μονάδα (Εικόνα 3.8). Η βάση της μονάδας έχει πλαστικά «ποδαράκια» (στηρίγματα) για να απορροφούν τους κραδασμούς.



**Εικόνα 3.8:** Συνδέσεις σωληνώσεων τροφοδοσίας του ψυκτικού της εξωτερικής μονάδας.

Η εσωτερική μονάδα (Εικόνα 3.9) περιλαμβάνει τα εξής βασικά εξαρτήματα:

- Τον εναλλάκτη, ο οποίος λειτουργεί είτε σαν εξατμιστής είτε σαν συμπυκνωτής.
- Τον ανεμιστήρα.
- Το φίλτρο αέρα που βρίσκεται πίσω από το προστατευτικό πλέγμα εισόδου του αέρα. Γενικά, τα φίλτρα αφαιρούνται εύκολα, πρέπει να καθαρίζονται συστηματικά και να απολυμαίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα (πχ με ειδικό μυκητοκτόνο υγρό), γιατί διαφορετικά επιβαρύνεται η ποιότητα του εσωτερικού αέρα, μειώνεται η ροή του και κατ' επέκταση η δυνατότητα ψύξης/θέρμανσης, ενώ η λειτουργία της μονάδας κάνει περισσότερο θόρυβο.
- Το χειριστήριο για τον έλεγχο και τη ρύθμιση των λειτουργιών της μονάδας.

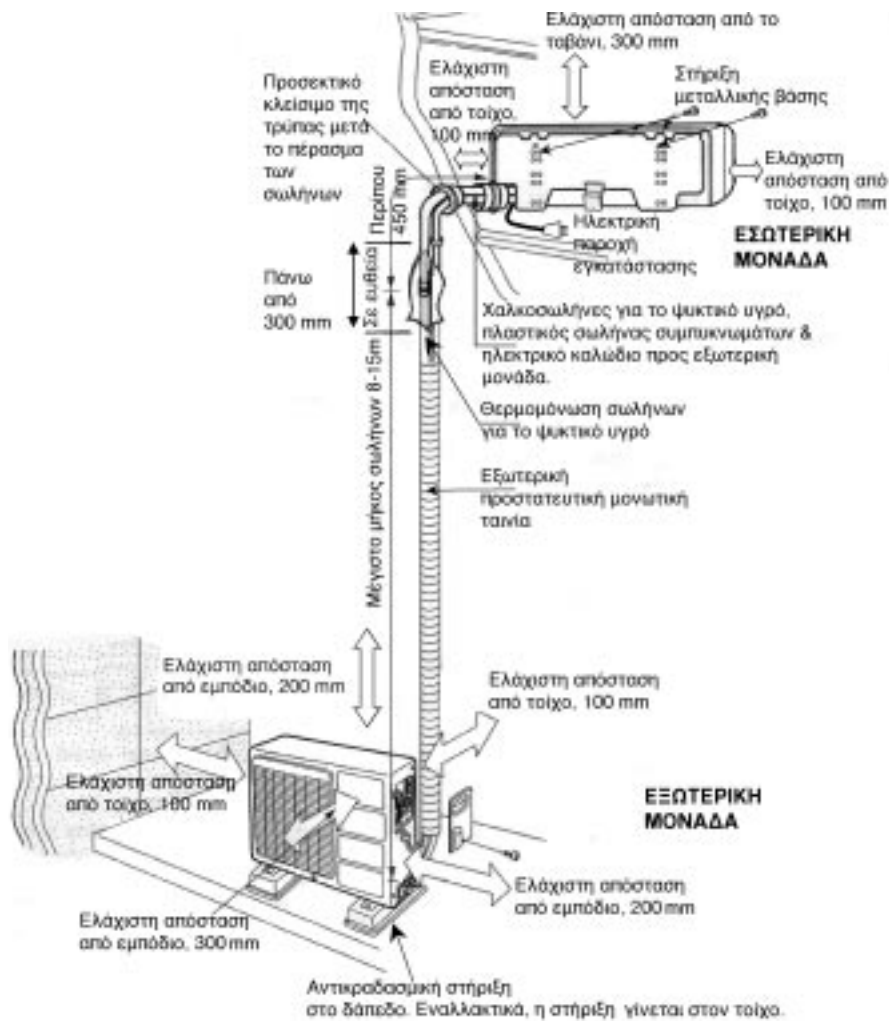


**Εικόνα 3.9:** Εσωτερική μονάδα, με το προστατευτικό κάλυμμα (αριστερά) και σε λεπτομέρεια, χωρίς το κάλυμμα (δεξιά).

Κάτω από τον ανεμιστήρα υπάρχει μια μικρή λεκάνη στην οποία συγκεντρώνεται το νερό από την υγραποίηση των υδρατμών του αέρα (συμπυκνώματα). Το λεκανάκι αυτό έχει μια μικρή κλίση προς τη μια πλευρά του, όπου είναι συνδεδεμένος ο σωλήνας απορροής των συμπυκνωμάτων, μέσω του οποίου το νερό απομακρύνεται από τη μονάδα και αποβάλλεται στο εξωτερικό περιβάλλον.

### ■ Εγκατάσταση Αντλιών Θερμότητας

Η σύνδεση της εξωτερικής και της εσωτερικής μονάδας παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.5 και αφορά – στη συγκεκριμένη περίπτωση, μια εσωτερική μονάδα τοίχου που χρησιμοποιείται για τον κλιματισμό μικρών χώρων.



**Σχήμα 3.5:** Εγκατάσταση εξωτερικής και εσωτερικής μονάδας (τοίχου) μιας αντλίας θερμότητας διαιρούμενου τύπου, για την κάλυψη των κλιματιστικών αναγκών ενός μικρού χώρου. Η εσωτερική μονάδα που φαίνεται στο σχήμα, είναι τύπου τοίχου, αλλά εναλλακτικά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μία μονάδα δαπέδου ή οροφής.

Ο έλεγχος των λειτουργιών της μονάδας γίνεται με τους εξής τρόπους:

- Με απευθείας έλεγχο από τα χειριστήρια που βρίσκονται πάνω στην εσωτερική μονάδα.
- Με ενσύρματο τηλεχειριστήριο.
- Με ασύρματο τηλεχειριστήριο, που λειτουργεί με υπέρυθρες ακτίνες.

Σε κάθε περίπτωση, πάντως, οι εντολές με όποιο τρόπο κι αν δίνονται, περιλαμβάνουν:

- Τον έλεγχο λειτουργίας της μονάδας (ON/OFF).
- Την επιλογή του κύκλου λειτουργίας (ψύξη, θέρμανση, αερισμό – δηλαδή απλή κυκλοφορία του εσωτερικού αέρα με τον ανεμιστήρα της μονάδας – αφύγρανση, αυτόματη επιλογή του κύκλου λειτουργίας από την ίδια τη μονάδα, ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία).
- Την επιλογή της επιθυμητής θερμοκρασίας.
- Τον έλεγχο της ταχύτητας του ανεμιστήρα (αργή, μέτρια, γρήγορη).
- Τη ρύθμιση του χρόνου λειτουργίας, εάν υπάρχει χρονοδιακόπτης.
- Τη ρύθμιση της θέσης των περσίδων, εάν υπάρχει αυτόματος έλεγχος, έτσι ώστε η κατεύθυνση του αέρα να είναι η επιθυμητή. Τον χειμώνα η κατεύθυνση του αέρα πρέπει να είναι προς τα κάτω, ενώ το καλοκαίρι προς τα επάνω.

Η **εξωτερική μονάδα** τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του τοίχου που βρίσκεται σε επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον. Εάν υπάρχει μπαλκόνι, η μονάδα μπορεί να τοποθετηθεί κατευθείαν στο δάπεδο του μπαλκονιού, ή να τοποθετηθεί σε ειδική βάση στήριξης στον τοίχο (Εικόνα 3.10). Η θέση της εξωτερικής μονάδας πρέπει να είναι τέτοια, που να επιτρέπει την **ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα** πίσω και εμπρός από τη μονάδα. Επίσης, πρέπει να τοποθετηθεί σε σημείο που να προστατεύεται από τον ήλιο και τους ισχυρούς ανέμους.





**Εικόνα 3.10:** Εξωτερικές μονάδες κλιματιστικών, διαιρούμενου τύπου, για μικρούς χώρους μιας κατοικίας με διάφορους τρόπους εγκατάστασής τους (ορθούς-λανθασμένους).

Η τοποθέτηση της εξωτερικής μονάδας γίνεται, είτε κατευθείαν επάνω σε ένα εξωτερικό δάπεδο (πχ μπαλκόνι, ακάλυπτο χώρο, φωταγωγό), είτε σε μια βάση στήριξης, είτε σε δύο μεταλλικές γωνίες που στερεώνονται στον τοίχο (Εικόνα 3.11).


👉 **Η εξωτερική μονάδα πρέπει να είναι πάντα σε οριζόντια θέση.**



**Εικόνα 3.11:** Διάφοροι τρόποι τοποθέτησης εξωτερικών μονάδων σε φωταγωγό επί του δαπέδου (αριστερά) και σε εξωτερικούς τοίχους, είτε σε βάση στήριξης (κέντρο), είτε σε μεταλλικές γωνίες (δεξιά).

Η τοποθέτηση της εσωτερικής μονάδας, εάν το επιτρέπει η διαρρύθμιση του χώρου, γίνεται κατά προτίμηση κοντά στα ανοίγματα (πχ παράθυρα, μπαλκονόπορτες) όπου παρουσιάζονται το χειμώνα οι μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, αλλά και ηλιακά κέρδη, το καλοκαίρι. Η επιλογή, πάντως της θέσης της εσωτερικής μονάδας δεν πρέπει να δημιουργεί ενοχλητικά ρεύματα αέρα για τους χρήστες του χώρου, ενώ οι περσίδες που υπάρχουν στην έξοδο του κλιματισμένου αέρα από τη μονάδα, πρέπει να ρυθμίζονται έτσι ώστε να στέλνουν τον αέρα σε διαφορετικές κατευθύνσεις, με σκοπό την ομοιόμορφη διάχυσή του στο χώρο.

Για την εγκατάσταση της εσωτερικής μονάδας τοίχου, αρχικά τοποθετείται η μεταλλική βάση της.

 **Η θέση της μονάδας δεν πρέπει να συμπέσει με το τμήμα του τοιχοποιίας από μπετόν (δοκάρι), σε περίπτωση που πρόκειται για εξωτερικό τοίχο, για να μη θιγεί ο φέρων οπλισμός του κτιρίου. Για το λόγο αυτό, οι τρύπες που θα ανοιχθούν για να στερεωθεί η μεταλλική βάση της εσωτερικής μονάδας, πρέπει να είναι σε μια απόσταση 30-40 εκατ. από το ταβάνι. Ένας τρόπος για να ελέγξετε πού τελειώνει το δοκάρι, είναι το χτύπημα της επιφάνειας του τοίχου. Χτυπώντας, δηλαδή, πάνω στον τοίχο, εάν το τμήμα αυτό είναι από μπετόν, ακούγεται ένας «οξύς» ήχος, ενώ εάν είναι από τούβλο, ακούγεται ένας «βαρύς» ήχος. Εναλλακτικά, πάντως, μπορεί να γίνει μια δοκιμή και με ένα απλό καρφί. Έτσι, εάν το κάρφωμα γίνει με ευκολία, σημαίνει ότι έχει εντοπιστεί η τοιχοποιία, ενώ εάν το καρφί στραβώσει, πρόκειται για μπετόν.**

Στη συνέχεια, σημαδεύεται το σημείο όπου θα πρέπει να ανοιχθεί η τρύπα (Εικόνα 3.12) για να περάσουν οι σωλήνες του ψυκτικού, το καλώδιο για την ηλεκτρική παροχή της εξωτερικής μονάδας και ο πλαστικός σωλήνας για την απορροή των συμπυκνωμάτων της εσωτερικής μονάδας. Η διάμετρος της τρύπας είναι συνήθως, 8-10cm, ανάλογα και με τη διάμετρο των σωληνώσεων, ενώ η ίδια η τρύπα πρέπει να έχει μια **μικρή κλίση προς τα έξω**. Εάν, παρά τους προηγούμενους ελέγχους, κατά το άνοιγμα της τρύπας συναντήσετε μεγάλη αντίσταση, τότε αυτό σημαίνει, ότι κάνετε λάθος υπολογισμούς και «πέσατε» πάνω σε δοκάρι (Εικόνα 3.13), οπότε σταματήστε τη διάνοιξη εγκαίρως και επισκευάστε (κλείστε) την τρύπα, πριν επιχειρήσετε εκ νέου σε άλλο σημείο. Επίσης, πρέπει να λάβετε υπό-

ψη σας, ότι το μέγεθος της εσωτερικής μονάδας είναι μεγαλύτερο από τη μεταλλική βάση στήριξής της στον τοίχο, με σκοπό όταν τοποθετηθεί, να καλύπτει πλήρως και την τρύπα που ανοίχθηκε στον τοίχο.



**Εικόνα 3.12:** Τοποθέτηση της μεταλλικής βάσης για το «κρέμασμα» της εσωτερικής μονάδας στον τοίχο και άνοιγμα της τρύπας για τη σύνδεση της με την εξωτερική μονάδα.



**Εικόνα 3.13:** Αποτυχημένη επιλογή θέσης για το άνοιγμα οπής, στο ύψος του δοκαριού. (Διακρίνεται το σίδερο του οπλισμού στο μπετόν).



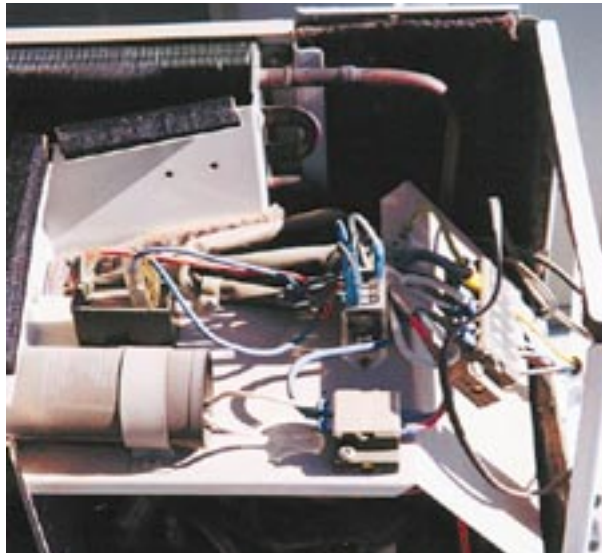
**Εικόνα 3.14:** Προετοιμασία συνδέσεων εσωτερικής μονάδας που θα «περάσουν» στην εξωτερική πλευρά. (Διακρίνονται: το καλώδιο παροχής ρεύματος στην εξωτερική μονάδα, οι αναμονές της εσωτερικής μονάδας με τον σωλήνα των συμπυκνωμάτων και οι αντίστοιχες των δυο χαλκοσωλήνων για το ψυκτικό ρευστό).

Αφού τοποθετηθεί η εσωτερική μονάδα πάνω στη βάση της, αρχίζει η προετοιμασία των συνδέσεων με την εξωτερική μονάδα (Εικόνα 3.14). Αρχικά, τοποθετείται η εξωτερική μόνωση στους χαλκοσωλήνες και στη συνέχεια από την εξωτερική πλευρά της τρύπας που έχει ήδη ανοιχθεί, περνούν τα άκρα των δυο χαλκοσωλήνων αλλά και του εύκαμπτου πλαστικού σωλήνα για την απορροή των συμπυκνωμάτων, έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύνδεση τους με τις αντίστοιχες αναμονές της εσωτερικής μονάδας. Παρόμοια περνά και το καλώδιο της ηλεκτρικής σύνδεσης της εσωτερικής και της εξωτερικής μονάδας. Ο πλαστικός σωλήνας της απορροής στερεώνεται στον εξωτερικό τοίχο, όπως και οι θερμομονωμένοι σωλήνες μαζί με το ηλεκτρικό καλώδιο που στερεώνονται μαζί, τυλίγοντάς τους πρώτα με άσπρη, κατά προτίμηση, μονωτική ταινία.

Πλησιάζοντας προς την εξωτερική μονάδα, το ηλεκτρικό καλώδιο οδηγείται στον ηλεκτρικό διακόπτη της μονάδας, για την ηλεκτρική σύνδεση.

Οι **ηλεκτρικές συνδέσεις** περιλαμβάνουν:

1. Την ηλεκτρική σύνδεση της **εξωτερικής μονάδας** (Εικόνα 3.15 και Σχήμα 3.6) με την εσωτερική μονάδα, ώστε να λειτουργήσουν τα ηλεκτρικά μέρη της πρώτης. Το ηλεκτρικό κύκλωμα της εξωτερικής μονάδας περιλαμβάνει:
  - Τον ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή.
  - Το διακόπτη υπερφόρτισης, ο οποίος διακόπτει τη μια γραμμή τροφοδότησης του συμπιεστή, όταν αυξηθεί υπερβολικά το ρεύμα ή η θερμοκρασία.
  - Τον πυκνωτή λειτουργίας ή εκκίνησης, ο οποίος είτε ανεβάζει τον συντελεστή ισχύος του συμπιεστή είτε βοηθά την εκκίνηση του συμπιεστή, αντίστοιχα, και συνοδεύεται από ηλεκτρονόμο εκκίνησης τύπου τάσεως – relay).
  - Τον ανεμιστήρα.
  - Τη βαλβίδα αντιστροφής του κύκλου λειτουργίας της μονάδας.
  - Το διακόπτη της μονάδας, που βρίσκεται πάντα στην ηλεκτρική είσοδο της μονάδας και διακόπτει τη φάση και τον ουδέτερο, απομονώνοντας την εξωτερική μονάδα. Ο διακόπτης αυτός είναι τριπολικός, εάν η μονάδα λειτουργεί για θέρμανση/ψύξη και διπολικός, εάν είναι μόνο για ψύξη.



**Εικόνα 3.15:** Ηλεκτρικό κύκλωμα εξωτερικής μονάδας (επάνω) και λεπτομέρεια σύνδεσης με το καλώδιο που έρχεται από την εσωτερική μονάδα (κάτω).



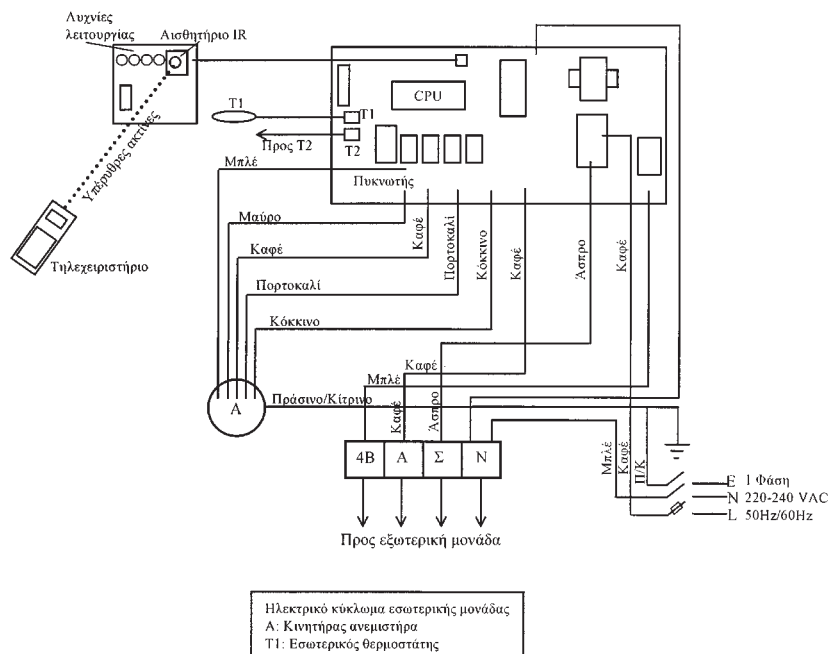


Η εσωτερική μονάδα συνδέεται με την πλησιέστερη ηλεκτρική παροχή για την τροφοδοσία της εγκατάστασης, με ανεξάρτητη «αναχώρηση» από τον ηλεκτρικό πίνακα.

Οι χαλκοσωλήνες συνδέονται με τις βαλβίδες αναμονής της εξωτερικής μονάδας. Οι καινούργιες μικρές κλιματιστικές μονάδες είναι, πλέον, **προφορτισμένες** με ψυκτικό από τον κατασκευαστή (δηλαδή, το ψυκτικό είναι ήδη αποθηκευμένο μέσα στην εξωτερική μονάδα). Συνήθως, ως ψυκτικό ρευστό χρησιμοποιείται το R-22 ή το R-134a και η ποσότητα που περιέχει η μονάδα είναι ανάλογη της ισχύος της. Επίσης, εάν η εσωτερική και εξωτερική μονάδα τοποθετηθούν σε μεγάλη απόσταση ή μια από την άλλη, τότε πρέπει να προστεθεί επιπλέον ποσότητα ψυκτικού, για την πλήρωση των χαλκοσωλήνων, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.



**Εικόνα 3.16:** Ηλεκτρικό κύκλωμα εσωτερικής κλιματιστικής μονάδας.



**Σχήμα 3.7:** Διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος εσωτερικής κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου (split units).

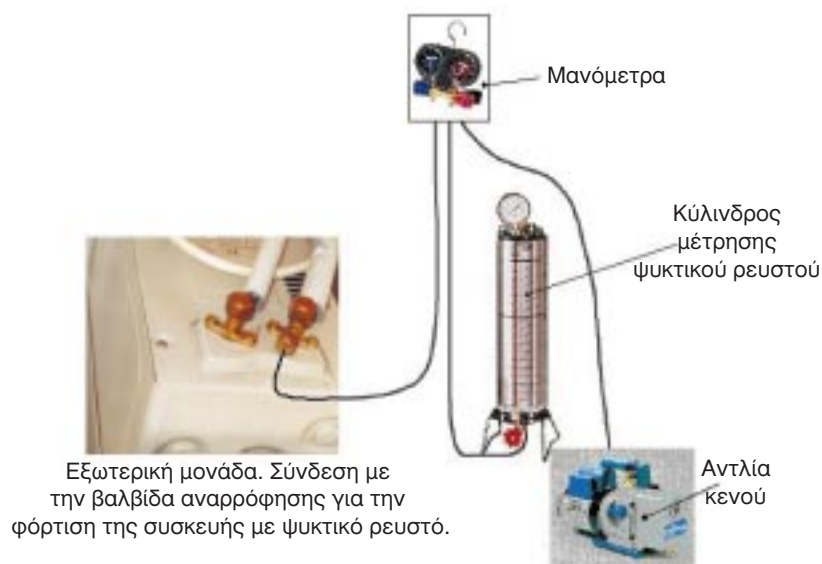


Συνήθως, εάν το μήκος των σωλήνων μεταξύ των μονάδων είναι **πάνω από 5 m**, τότε προστίθενται περίπου **30gr ψυκτικό** για κάθε επιπλέον μέτρο.

Στις **προφορτισμένες** κλιματιστικές μονάδες, το ψυκτικό συγκρατείται μέσα στη μονάδα με τις δυο βαλβίδες ελέγχου που βρίσκεται στις αναμονές των συνδέσεων της εξωτερικής μονάδας. Στην περίπτωση αυτή και εάν δεν απαιτείται προσθήκη ψυκτικού, η σύνδεση των μονάδων έχει σχεδόν ολοκληρωθεί. Αρχικά, ανοίγουμε το περικόχλιο που βρίσκεται στη βαλβίδα αναρρόφησης και τη βαλβίδα εξόδου του ψυκτικού, έτσι ώστε να διαφύγει ο αέρας από την εσωτερική μονάδα. Μετά από μερικά δευτερόλεπτα σφίγγουμε το περικόχλιο, ανοίγουμε, τελείως, και τις δυο βαλβίδες για να κυκλοφορήσει το ψυκτικό και θέτουμε τη μονάδα σε λειτουργία.

Για τη προσθήκη ψυκτικού σε μονάδες που δεν είναι προφορτισμένες, καταρχάς, χρησιμοποιείται μια **αντλία κενού**, για να δημιουργηθεί κενό αέρα και στις δυο μονάδες (Σχήμα 3.8).

Ο αριστερός σωλήνας της κάσας των μανομέτρων συνδέεται με τη βαλβίδα αναρρόφησης της εξωτερικής μονάδας, ο μεσαίος σωλήνας με την φιάλη ή τον κύλινδρο μέτρησης του ψυκτικού ρευστού και ο δεξιός σωλήνας με μια αντλία κενού.



**Σχήμα 3.8:** Διάταξη εξαρτημάτων και συνδέσεις για την αφαίρεση αέρα από τη μονάδα και πρόσθεση ψυκτικού, όταν χρειάζεται κατά τη διαδικασία συντήρησης.

Ανοίγοντας, λοιπόν, τις βαλβίδες της εξωτερικής μονάδας και του μανομέτρου, και έχοντας κλειστό τον κύλινδρο μέτρησης ψυκτικού, θέτουμε σε λειτουργία την αντλία κενού, για να αφαιρεθεί ο αέρας. Μετά από τον απαραίτητο χρόνο και πάντα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (συνήθως, απαιτείται 1 ώρα), δοκιμάζουμε τη διατήρηση του κενού. Εάν αυτό έχει επιτευχθεί, τότε σταματάμε τη λειτουργία της αντλίας και αρχίζουμε σιγά-σιγά την παροχή του ψυκτικού, ανοίγοντας τη στρόφιγγα παροχής του δοχείου (φιάλης) και η μονάδα αρχίζει να απορροφά ψυκτικό. Η ποσότητα του εισαγόμενου στη μονάδα ψυκτικού είναι ανάλογη του μεγέθους της και μετριέται με τον κύλινδρο μέτρησης, οπότε εάν η ποσότητα αυτή που πρέπει να προστεθεί δεν μας είναι γνωστή, τότε παρακολουθούμε την πίεση στη μονάδα, η οποία πρέπει να είναι γύρω στα **4,3 bar** (65 psi).

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, κλείνουμε την παροχή του ψυκτικού και αποσυνδέουμε τα όργανα. Στη συνέχεια κλείνουμε τις βαλβίδες του μανομέτρου και τη βαλβίδα του κυλίνδρου. Τέλος, ξεβιδώνουμε εντελώς, του άξονες των βαλβίδων της μονάδας.

**Προσοχή! Κατά την αφαίρεση των σωλήνων, αποφεύγουμε την επαφή με το ψυκτικό.**

Μετά τη διαδικασία αυτή, θέτουμε τη μονάδα σε λειτουργία και τη δοκιμάζουμε σε όλες τις θέσεις (φάσεις) που προσφέρει το χειριστήριο. Επίσης ελέγχουμε για τυχόν διαρροές ψυκτικού στις συνδέσεις. Ένας απλός τρόπος είναι στάζοντας λίγο υγρό σαπούνι στις συνδέσεις. Υπάρχει, βέβαια, και ειδικός εξοπλισμός, όπως δείχνει η Εικόνα 3.17, ο οποίος χρησιμοποιεί υπέρυθρη ακτινοβολία για τον έλεγχο διαρροών οποιουδήποτε ψυκτικού μέσου.



**Εικόνα 3.17:** Ειδικός εξοπλισμός εντοπισμού διαρροής ψυκτικών.

Αφού ολοκληρωθεί ο έλεγχος, ακολουθεί το σφράγισμα της τρύπας πάνω στον τοίχο, απ' όπου έγιναν τα «περάσματα» των σωληνώσεων. Τοποθετούμε μέσα στην τρύπα μερικά κομμάτια φελιζόλ, έτσι ώστε αυτή να κλείσει αλλά και για να είναι εύκολη η αφαίρεσή τους, σε περίπτωση αποσυρμολόγησης των μονάδων. Στο τέλος, η τρύπα καλύπτεται με ελαφροτσιμέντο ή στόκο, έτσι ώστε να έρθει «πρόσωπο» με τον τοίχο και από τις δυο πλευρές της τρύπας (Εικόνα 3.18). Αφού στεγνώσει λίγο, η επισκευασμένη επιφάνεια λειαίνεται, τρίβοντας την με ένα γυαλόχαρτο και, εάν είναι δυνατό, βάφεται τουλάχιστον η εξωτερική πλευρά για λόγους αισθητικής αλλά, κυρίως, στεγάνωσης της επιφάνειας.



**Εικόνα 3.18:** Σφράγισμα της τρύπας, απ' όπου περνούν οι σωλήνες του ψυκτικού, με ελαφροτσιμέντο. (Το άσπρο καλώδιο είναι για την ηλεκτροδότηση της μονάδας, ενώ το σκουρόχρωμο είναι του ενσύρματου τηλεχειριστηρίου).

### ■ Συντήρηση – καθαρισμός μονάδων

Η συντήρηση των κλιματιστικών μονάδων πρέπει να γίνεται, ακόμη και αν δεν έχουν χρησιμοποιηθεί για ένα χρόνο. Πρέπει, δηλαδή, να καθαρίζεται, τόσο η εσωτερική, όσο και η εξωτερική μονάδα τους.

Αρχικά, γίνεται έλεγχος της ποσότητας του ψυκτικού ρευστού που έχει η μονάδα, συνδέοντας τα μανόμετρα στην εξωτερική μονάδα, οπότε η όλη διαδικασία ελέγχου είναι παρόμοια με αυτή που περιγράφηκε πιο πάνω για την προσθήκη ψυκτικού, κατά τη διαδικασία εγκατάστασης.

Στη συνέχεια, ο καθαρισμός των μονάδων περιλαμβάνει :

- Καθαρισμό των συσκευών και εξαρτημάτων της εξωτερικής και εσωτερικής μονάδας (π.χ. ανεμιστήρων, επιφανειών εναλλακτών θερμότητας, κ.α.) από σκόνες, χώματα, ξένα σωματίδια και λάδια λόγω της λειτουργίας του συμπιεστή. Έτσι το μηχάνημα θα αναπνέει καλύτερα, βελτιώνοντας και την απόδοσή του.
- Έλεγχο της σωστής απορροής των συμπυκνωμάτων της εσωτερικής μονάδας που περιλαμβάνει, τόσο τον καθαρισμό των επιφανειών της

μικρής λεκάνης συγκέντρωσης των συμπυκνωμάτων, που βρίσκεται στο κάτω μέρος της εσωτερικής μονάδας και ιδιαίτερα της τρύπας απορροής, όσο και την αφαίρεση τυχόν μικροσωματιδίων ή αλάτων που μπορεί να φράζουν την συγκεκριμένη τρύπα.

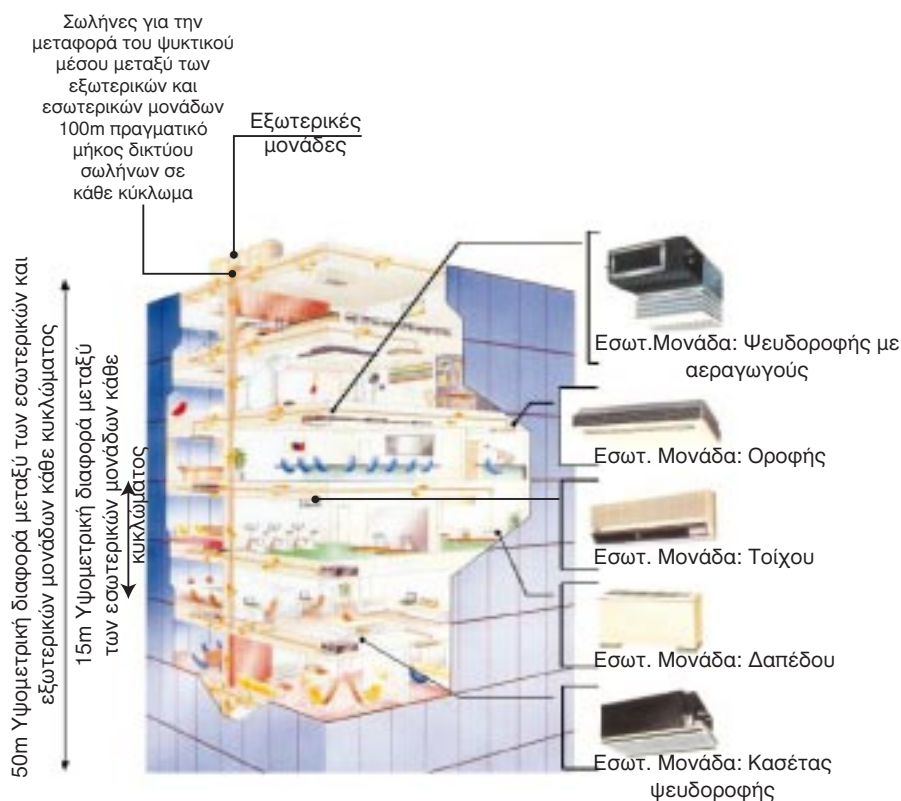
- Απολύμανση των επιφανειών της εσωτερικής μονάδας. Ανοίγοντας, δηλαδή, το προστατευτικό καπάκι της εσωτερικής μονάδας, ψεκάζουμε τις επιφάνειες (πχ του εναλλάκτη θερμότητας) με ένα ειδικό μυκητοκτόνο υγρό, όπως επίσης, και το λεκανάκι των συμπυκνωμάτων, γιατί εκεί υπάρχουν, σχεδόν μόνιμα, μικρές ποσότητες νερού, γεγονός που ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων, βακτηρίων κλπ.
- Έλεγχο της θερμομόνωσης των σωληνώσεων που συνδέει την εσωτερική με την εξωτερική μονάδα και αντικατάστασή της, εάν έχει καταστραφεί.
- Έλεγχο των ηλεκτρικών συνδέσεων των μονάδων.

### 3.7 Μονάδες απευθείας εκτόνωσης

Το σύστημα κλιματισμού **μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου**, γνωστό και ως **VRV** (Variable Refrigerant Volume) χαρακτηρίζεται από ευελιξία που το καθιστά ιδανικό για την κάλυψη πολυζωνικών – πολυδιαιρούμενων χώρων, ενώ έχει και τη δυνατότητα κεντρικού ελέγχου όπως και ευκολία στην εγκατάσταση, αφού είναι μικρές οι απαιτήσεις του χώρου τόσο για τις εσωτερικές όσο και για τις όποιες εξωτερικές εγκαταστάσεις. Όμως, τα συστήματα αυτά αν και κλιματίζουν τον εσωτερικό αέρα, ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία και την υγρασία του, δεν παρέχουν φρέσκο αέρα. Συνεπώς, όπου αυτό απαιτείται, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί και ένα επιπρόσθετο σύστημα αερισμού και εξαερισμού.

Το VRV αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Η όλη εγκατάσταση αποτελείται, βασικά, από την εξωτερική μονάδα που συνδέεται με πολλές επί μέρους εσωτερικές μονάδες, μέσω ενός κεντρικού δικτύου σωληνώσεων. Η εξωτερική μονάδα είναι μια αντλία θερμότητας αέρα-ψυκτικού, όπου το ψυκτικό υγρό κυκλοφορεί μέσα σε μικρής διατομής σωλήνες οι οποίοι επιτρέπουν στον τεχνικό να τους εγκαταστήσει εύκολα, αφού δεν απαιτείται ιδιαίτερα μεγάλος διαθέσιμος χώρος για

τα «περάσματα» τους. Οι εσωτερικές μονάδες είναι, ουσιαστικά, εναλλάκτες ανεμιστήρα-στοιχείου, οι οποίοι τροφοδοτούνται από το ψυκτικό που έρχεται από την εξωτερική μονάδα (Εικόνα 3.19).



**Εικόνα 3.19:** Τυπική διάταξη μονάδων και κυκλωμάτων συστήματος κλιματισμού μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου (VRV).

Υπάρχουν διαφορετικού τύπου και μεγέθους εσωτερικές μονάδες, όπως:

- Δαπέδου
- Τοίχου
- Οροφής
- Κασέτας ψευδοροφής
- Ψευδοροφής με αεραγωγούς.

Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχουν επίσης αεραγωγοί, που συνδέουν την εσωτερική μονάδα με τα διάφορα σημεία ανάληψης του εσωτερικού αέρα και διανομής του κλιματισμένου χώρου σε διάφορα σημεία των εσωτερικών χώρων.

Το μήκος των σωληνώσεων για κάθε κύκλωμα μεταξύ της εξωτερικής και εσωτερικής μονάδας, μπορεί να φτάσει τα 100 μέτρα, η δε μέγιστη υψομετρική τους διαφορά, τα 50 μέτρα, ενώ η αντίστοιχη μεταξύ εσωτερικών μονάδων στο ίδιο κύκλωμα, μπορεί να φτάσει μέχρι τα 15 μέτρα.

Κάθε εξωτερική μονάδα μπορεί να συνδεθεί με έως και 16 εσωτερικές μονάδες, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν ανεξάρτητα. Για να καλύψουν τα φορτία, οι εξωτερικές μονάδες διαθέτουν συμπιεστές με μεταβαλλόμενη συχνότητα λειτουργίας του ρυθμιστή στροφών του ηλεκτροκινητήρα τους (**inverter**), έτσι ώστε η λειτουργία της εξωτερικής μονάδας να προσαρμόζεται ανάλογα με τα φορτία, δηλαδή ανάλογα με τις απαιτήσεις των εσωτερικών μονάδων. Με τον τρόπο αυτό, παρουσιάζεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης, ενώ δεν απαιτούνται αντλίες ή άλλα παρελκόμενα, αφού αυτό το σύστημα (VRV) χρησιμοποιεί την ίδια την ενέργεια των συμπιεστών των εξωτερικών μονάδων, για τη μεταφορά του ψυκτικού ρευστού στις εσωτερικές μονάδες. Επίσης, βελτιώνεται η δυνατότητα μεταφοράς θερμότητας ή ψύξης από τις εξωτερικές μονάδες, αφού το ψυκτικό ρευστό μπορεί να μεταφέρει περίπου **50 kcal/kg** ψυκτικού, σε σχέση με το νερό, το οποίο σαν μέσο μεταφοράς θερμότητας έχει την ικανότητα να μεταφέρει περίπου μόνο **4 kcal/kg**, δηλαδή 10-12 φορές λιγότερη θερμότητα σε σχέση με την αντίστοιχη που μπορεί να μεταφέρει το ψυκτικό ρευστό.

Εξάλλου, σε σχέση με εγκαταστάσεις, στις οποίες κλιματίζεται αέρας που στη συνέχεια διανέμεται στους εσωτερικούς χώρους, **η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας είναι ακόμη μεγαλύτερη**, αφού δεν χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες και δεν απαιτούνται ογκώδη δίκτυα αεραγωγών.

### 3.8 Ψυκτικά ρευστά

**Το ψυκτικό ρευστό** είναι το μέσο που χρησιμοποιούν τα συστήματα κλιματισμού, για τη θερμική επικοινωνία των επιμέρους εξαρτημάτων μιας εγκατάστασης. Στον ψυκτικό κύκλο, το ρευστό αυτό εξατμίζεται στον εξατμιστή, απορροφώντας θερμότητα, ενώ συμπυκνώνεται στον συμπυκνωτή, απορρίπτοντας τη θερμότητα που μεταφέρει.

Τα ψυκτικά ρευστά συμβολίζονται με το λατινικό γράμμα (**R**), από τη λέξη Refrigerant, που σημαίνει ψυκτικό ρευστό και, στη συνέχεια, με ένα διψήφιο, τριψήφιο ή τετραψήφιο αριθμό, που υποδηλώνει τη χημική ένωσή τους. Τα ψυκτικά τοποθετούνται σε ειδικές φιάλες διαφορετικού χρώματος, για να είναι εύκολη η αναγνώρισή τους (Εικόνα 3.20).



**Εικόνα 3.20:** Ψυκτικά ρευστά στις ειδικές φιάλες συσκευασίας τους.

Τα ψυκτικά ρευστά είναι:

- Οι **χλωροφθοράνθρακες (CFC)**, όπως για παράδειγμα το R-11, R-12, R-113, R-114, R-115
- Οι **υδροφθοράνθρακες (HFC)**, όπως για παράδειγμα το R-152a, R-134a και
- Οι **υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC)**, όπως για παράδειγμα το R-22

και κυκλοφορούν στο εμπόριο με διάφορους συμβολισμούς ή εμπορικές επωνυμίες.

Τα πλέον διαδεδομένα ψυκτικά ρευστά στις προηγούμενες δεκαετίες, ήταν το **R-12** για τα κλιματιστικά των αυτοκινήτων, των ψυγεία και των καταψυκτών, και το **R-11** για τους κεντρικούς ψύκτες, η παραγωγή όμως των οποίων, όπως και η χρήση τους έχει πλέον **απαγορευθεί**, εξαιτίας του ρόλου τους στις κλιματικές αλλαγές, με την καταστροφή του όζοντος στην ατμόσφαιρα. Έτσι, το R-22 είναι σήμερα το πιο διαδεδομένο ψυκτικό ρευστό με πολλές εφαρμογές, από τα απλά, δηλαδή, κλιματιστικά μηχανήματα, μέχρι τους μεγάλο μεγέθους ψύκτες. Στο άμεσο μέλλον, όμως, θα απαγορευθεί η χρήση και του R-22. Συγκεκριμένα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση η χρήση του R-22 σε μεγάλους ψύκτες θα σταματήσει πλήρως μετά το 2002, σε αντλίες θερμότητας μετά το 2003, ενώ η τεχνική υποστήριξη και συντήρηση των μηχανημάτων, που ήδη βρίσκονται σε χρήση και λειτουργούν με το R-22, θα συνεχιστεί μέχρι το 2009.

Η χρήση των χλωροφθορανθράκων (CFC) ως ψυκτικών ρευστών, άρχισε τη δεκαετία του 1930, όταν μια μεγάλη αυτοκινητοβιομηχανία των Η.Π.Α. προσπαθούσε να βρεί ένα αποδοτικό, και ακίνδυνο ψυκτικό, για να αντικαταστήσει τα τοξικά ρευστά, όπως την αμμωνία και το διοξείδιο του θείου, που χρησιμοποιούνταν μέχρι τότε. Από το 1974, όμως, άρχισαν οι πρώτες ανησυχίες σχετικά με τον ρόλο των CFC στην καταστροφή του όζοντος στην ατμόσφαιρα. Έτσι, επιστήμονες από τις ΗΠΑ αλλά και την Ευρώπη, ανέπτυξαν μια θεωρία, που επιβεβαιώθηκε από μετρήσεις, ότι τα CFC όταν απελευθερωθούν στον αέρα (π.χ. από πιθανή διαρροή ψυκτικού, εξαιτίας χαλαρών συνδέσεων των σωληνώσεων της κλιματιστικής μονάδας ή κατά τη διάρκεια συντήρησής της) καταστρέφουν το όζον, με συνέπεια την αύξηση της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της γης και, τελικά, την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Για τους λόγους αυτούς, **η παραγωγή και η χρήση των CFC έχει πλέον απαγορευθεί**, με βάση τη Διεθνή Συνθήκη του Μόντρεαλ το 1980. Επίσης, στα επόμενα χρόνια **θα απαγορευθεί** η παραγωγή και η χρήση των **HCFC** (π.χ. R-22), όπως ήδη αναφέρθηκε.

Η αντικατάσταση ενός τύπου ψυκτικού με άλλο τύπο σε μια παλιά κλιματιστική μονάδα, δεν μπορεί να γίνει εύκολα, γιατί, συνήθως, χρειάζεται αλλαγή του συμπιεστή, των σωληνώσεων κλπ, οπότε για να αντιμετωπιστούν όλα αυτά τα προβλήματα που θα προκύψουν από την απαγόρευση της παραγωγής των διαφόρων ψυκτικών που ήδη χρησιμοποιούνται σε εκατομμύρια κλιματιστικές μονάδες, θα πρέπει να γίνεται **ανακύκλωση** των ψυκτικών ρευστών τα οποία αφαιρούνται, κατά τη διάρκεια συντήρησης των μονάδων. Ήδη, υπάρχουν εταιρείες που αναλαμβάνουν να συλλέξουν



το ψυκτικό από μια κλιματιστική μονάδα, να το καθαρίσουν (π.χ. από τα λάδια του συμπιεστή ή άλλες ουσίες), έτσι ώστε καθαρό, πλέον, να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πάλι.

Παράλληλα, έχει εντατικοποιηθεί η έρευνα για να παραχθούν νέα ψυκτικά ρευστά, με κατάλληλες ιδιότητες, που θα τα κάνουν πιο **φιλικά στο περιβάλλον** και θα αντικαταστήσουν αυτά που έχουν ήδη απαγορευθεί ή θα απαγορευθούν στο άμεσο μέλλον.

Μεταξύ αυτών των νέων τύπων **ψυκτικών ρευστών είναι εκείνα που δεν έχουν χλώριο**, όπως το **R-134a**, το οποίο ήδη χρησιμοποιείται σε κλιματιστικά αυτοκινήτων, σε ψυγεία και καταψύκτες. Επίσης, δοκιμάζονται και διάφορα μίγματα ψυκτικών υγρών, για μελλοντικές εφαρμογές, ενώ ειδικά για την αντικατάσταση του R-22, οι επικρατέστεροι εναλλακτικοί τύποι υγρών, είναι το R-407C, R-404A, R-134a και το R-410A.

### 3.9 Επιλογή Μονάδων

Η επιλογή των κλιματιστικών μονάδων γίνεται, αφού προηγηθεί ο **υπολογισμός των ψυκτικών και θερμικών φορτίων**, σε συνδυασμό με:

- Το είδος και τη χρήση του κτιρίου
- Το διαθέσιμο χώρο
- Την αισθητική του χώρου, όπου θα γίνει η εγκατάσταση
- Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας της μονάδας και
- Την αξιοπιστία του συστήματος κλιματισμού

Το μέγεθος, δηλαδή η ισχύς μιας κλιματιστικής μονάδας εκφράζεται σε **Bat (Watt-W)** ή **κιλοβάτ** ( $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$ ), στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI).

Χρησιμοποιείται, επίσης, ευρέως και το αγγλοσαξωνικό σύστημα μονάδων. Έτσι, ενώ η θερμική ισχύς μιας κλιματιστικής μονάδας εκφράζεται στο εμπόριο, για ιστορικούς λόγους, σε **χιλιοθερμίδες ανά ώρα (kcal/hr)**, η ψυκτική ισχύς εκφράζεται με τη Βρετανική θερμική μονάδα (British thermal unit – **Btu**) ανά ώρα (**Btu/hr**). Για τη μετατροπή των μονάδων ισχύει ότι  $1 \text{ kW} = 3412 \text{ Btu/h}$ , ενώ μερικές φορές χρησιμοποιείται και η ιστορικά γνωστή μονάδα των **ψυκτικών τόνων (ΨΤ ή RT)**, όπου  $1 \text{ ΨΤ} = 12000 \text{ Btu/hr} = 3,52 \text{ W}$ .

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών για τον χειμώνα (θερμικού φορτίου) και των θερμικών κερδών το καλοκαίρι (ψυκτικού φορτίου), είναι απαραίτητη προϋπόθεση για το σωστό προσδιορισμό των διαστάσεων και κατ' επέκταση για την επιλογή της κατάλληλης μονάδας. Η μελέτη αυτή γίνεται από διπλωματούχο Μηχανολόγο μηχανικό, ιδιαίτερα για τις μεγάλες εγκαταστάσεις.

Αφού υπολογιστεί, λοιπόν, το θερμικό και ψυκτικό φορτίο, επιλέγεται μια μονάδα που έχει την κατάλληλη θερμική και ψυκτική ισχύ για να καλύψει αυτά τα φορτία. Πιο αναλυτικά:

- Η **Ψυκτική ισχύς** είναι το ποσό της θερμότητας στη μονάδα του χρόνου, που πρέπει η κλιματιστική μονάδα να αφαιρέσει από τον αέρα τον οποίο ψύχει, έτσι ώστε να μειωθεί η θερμοκρασία του στα επιθυμητά επίπεδα.
- Η **Θερμική ισχύς** είναι το ποσό της θερμότητας στη μονάδα του χρόνου που πρέπει η κλιματιστική μονάδα να αποδώσει στον αέρα τον οποίο θερμαίνει, έτσι ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία του στα επιθυμητά επίπεδα.

Τόσο η **ψυκτική**, όσο και **θερμική ισχύς** μετριέται σε **W** ή σε **Btu/hr**.

Τις περισσότερες φορές το θερμικό και το ψυκτικό φορτίο, που υπολογίζονται, με βάση τη σχετική μελέτη διαφέρουν μεταξύ τους, οπότε η **διαστασιολόγηση** (υπολογισμός των διαστάσεων της μονάδας) γίνεται σύμφωνα με το **μεγαλύτερο φορτίο**.

Επίσης, είναι πιθανό να μην υπάρχει κλιματιστική μονάδα που να μπορεί να καλύψει ακριβώς το φορτίο που υπολογίστηκε, οπότε σ' αυτήν την περίπτωση, **επιλέγεται η μονάδα που καλύπτει το μεγαλύτερο φορτίο** που υπολογίστηκε και παρέχει την πλησιέστερη στην επιθυμητή, ψυκτική ή θερμική απόδοση.

Τεχνικά στοιχεία για τις ψυκτικές και θερμικές αποδόσεις μονάδων, διαστάσεις, καθώς και άλλες τεχνικές λεπτομέρειες, δίνονται στους καταλόγους των διαφόρων εταιρειών κλιματισμού. Στον παρακάτω Πίνακα 3.1 παρουσιάζεται ένας τέτοιος τυπικός κατάλογος τεχνικών χαρακτηριστικών, για διάφορες κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου (split). Παρόμοιες πληροφορίες μπορούν να αντληθούν εύκολα και από τις αντίστοιχες ιστοσελίδες των εταιρειών στο ηλεκτρονικό διαδίκτυο (Internet) και παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ι, στο τέλος του βιβλίου.

**Πίνακας 3.1: Παράδειγμα τεχνικού καταλόγου με τεχνικά στοιχεία για αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου, για μικρούς χώρους.**

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ													
Τύπος													
Παροχή ισχύος				Φάση/ μολύβη	1/230/60	1/230/60	1/230/60	1/230/60	1/230/60	1/230/60	1/230/60	1/230/60	
Ψύξη	Απόδοση Ψύξης <sup>(1)</sup>			Btu/h	5.825	9.600 (3-10-1800)	9.600	11.000	13.500	17.100	21.000	7.500	
	Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά	Ρεύμα λειτουργίας	A	3,1	5,5	4,8	5,1	6,6	9,8	11,3	3,5		
		Ηλεκ. κατανάλωση	W	690	1.090	1.024	1.106	1.430	2.060	2.565	729		
		Συντελεστής απόδοσης	%	97	90	97	98	98	96	99	90		
Θέρμανση	Απόδοση Θέρμανσης <sup>(2)</sup>			Btu/h	7.500	13.700 (3-10-1800)	11.600	14.000	17.000	19.800	25.000	-	
	Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά	Ρεύμα λειτουργίας	A	2,8	6,4	4,9	5,7	7,7	9,8	12	-		
		Ηλεκ. κατανάλωση	W	620	1.260	1.046	1.230	1.680	2.060	2.725	-		
		Συντελεστής απόδοσης	%	96	89	97	98	98	96	99	-		
Ισχύς Συμπίεση				W	600	790	850	1.000	1.300	1.600	2.200	600	
Ισχύς Αεριοπύλη		σε μονάδα	W	18	22	22	22	26	30	41	22		
		σε μονάδα		15	21	20	30	30	38	100	15		
Στάθμη θορύβου Ψύξη		σε μονάδα	dB	38	38	38	38	42	46	40	38		
		σε μονάδα		42	43	43	47	47	50	58	41		
Στάθμη θορύβου Θέρμανση		σε μονάδα	dB	38	40	39	40	43	46	40	-		
		σε μονάδα		42	43	43	47	47	50	58	-		
Κανότητα αερίων				l/h	1,2	1,6	1,6	1,8	2,2	2,4	3	1,3	
Ροή αέρα		Ψύξη	m <sup>3</sup> /min	6,5	7	7	7	10,5	12	17,5	6,5		
		Θέρμανση		6,5	8	7,5	8	10,9	12	19	-		
Διαστάσεις/Βάρος Εσωτερική μονάδα				Υψος	mm	265	265	265	265	265	330	265	
				Πλάτος	mm	795	795	795	795	795	900	1080	795
				Βάθος	mm	175	182	182	182	182	182	220	175
				Βάρος	kg	7,2	7,6	7,6	7,6	8,4	9,6	13	7,2
Διαστάσεις/Βάρος Εξωτερική μονάδα				Υψος	mm	490	540	540	540	547	642	490	
				Πλάτος	mm	640	710	780	780	780	780	830	640
				Βάθος	mm	210	265	245	245	245	245	330	210
				Βάρος	kg	23	32	33	36	37	47	39	23
Ηλεκτρική σύνδεση/Εύλ. μονάδας				Αριθ. καλωδίων mm <sup>2</sup>	4 x 1,5 mm <sup>2</sup>	3 x 1,5 mm <sup>2</sup>	4 x 1,5 mm <sup>2</sup>	4 x 1,5 mm <sup>2</sup>	4 x 2,5 mm <sup>2</sup>	4 x 2,5 mm <sup>2</sup>	3 x 1,5 mm <sup>2</sup>		
Διάμετρος υφ. σωληνώσεων				Υγρού	inches	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	
				Αερίου		3/8"	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"	3/8"

- (1) Η απόδοση ψύξης αναφέρεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 35°C και θερμοκρασία εισόδου αέρα στην εσωτερική μονάδα 27°C (DB)/19°C (WB).
- (2) Η απόδοση θέρμανσης αναφέρεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 7°C (DB)/6°C (WB) και θερμοκρασία εισόδου αέρα στην εσωτερική μονάδα 20°C.

### 3.9.1 Χωρισμός σε «ζώνες»

Μελέτες που έχουν γίνει για την κατασκευή κτιρίων, που θερμαίνονται και κλιματίζονται, οδήγησαν τους ειδικούς στις παρακάτω βασικές διαπιστώσεις:

- Η θέρμανση και ο κλιματισμός, ίσως, δεν χρειάζονται, ταυτόχρονα, σε όλους τους χώρους ενός κτιρίου.
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εξωτερική θερμοκρασία και τον ήλιο, δεν επιβαρύνουν ταυτόχρονα και ομοιόμορφα όλες τις πλευρές ενός κτιρίου.

Έτσι, λοιπόν, με κριτήριο τη χρήση του χώρου, τη χρονική διάρκεια που αυτός χρησιμοποιείται, και τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος, υπάρχει τρόπος να ομαδοποιηθούν οι διάφοροι χώροι ενός κτιρίου.

Πιο συγκεκριμένα, οι χώροι που θα ανήκουν στην ίδια ομάδα, δηλαδή στην ίδια «**ζώνη**» του κτιρίου, πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό και στον ίδιο χρόνο, ενώ πρέπει να παρουσιάζουν και τις ίδιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εξωτερική θερμοκρασία και την ηλιακή ακτινοβολία. Δηλαδή, πρέπει να έχουν τον ίδιο προσανατολισμό και να χρησιμοποιούνται από τους ανθρώπους τις ίδιες ώρες.

Για παράδειγμα, τα γραφεία ενός κτιρίου που λειτουργούν τις πρωινές ώρες, ανήκουν σε άλλη ζώνη, σε σχέση με την αίθουσα συγκεντρώσεων που υπάρχει στο ίδιο κτίριο και χρησιμοποιείται μόνο κατά τις απογευματινές ώρες. Αν, μάλιστα, υπάρχουν και αίθουσες διδασκαλίας στο ίδιο κτίριο, αυτές ανήκουν σε άλλη ζώνη, ανάλογα με τις ώρες που χρησιμοποιούνται.

Ο βασικός λόγος που γίνεται ο διαχωρισμός σε ζώνες των χώρων ενός κτιρίου, είναι γιατί με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερη λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων, καλύτερη κάλυψη των φορτίων και κατά συνέπεια προκύπτει χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, δηλαδή επιτυγχάνεται **εξοικονόμηση ενέργειας**. Έτσι, ένας χώρος που δεν χρησιμοποιείται όλες τις ώρες της ημέρας (πχ μια αίθουσα συσκέψεων), δεν χρειάζεται να κλιματίζεται, όπως οι άλλοι χώροι που χρησιμοποιούνται (π.χ. οι χώροι των γραφείων).

Οι χώροι με δυτικό προσανατολισμό, που έχουν **υψηλά** ψυκτικά φορτία το απόγευμα, πιθανώς, να μη χρειάζεται να κλιματίζονται το πρωί, ενώ σίγουρα θα πρέπει να κλιματίζονται τις απογευματινές ώρες. Αντίθετα, οι χώροι με ανατολικό προσανατολισμό που, γενικά, έχουν **μεσαία** ψυκτικά

φορτία, θα χρειάζεται να κλιματίζονται περισσότερο, τις πρώτες ώρες της ημέρας.

Χώροι με βόρειο προσανατολισμό, παρουσιάζουν **χαμηλά** ψυκτικά φορτία, σε σχέση με αυτούς που βρίσκονται στη νότια πλευρά του κτιρίου. Αντίθετα, το χειμώνα οι ίδιοι αυτοί χώροι με τον βόρειο προσανατολισμό έχουν υψηλότερα θερμικά φορτία.

Τελικά φαίνεται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με το διαχωρισμό σε ζώνες των χώρων ενός κτιρίου, μπορεί να φτάσει σε πολλές περιπτώσεις το 50% της συνολικής αρχικής δαπάνης θέρμανσης ή κλιματισμού.

### 3.9.2 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων κατοικίας (με πρακτικούς κανόνες)

Κατά προσέγγιση, η απαιτούμενη ισχύς μιας κλιματιστικής μονάδας για να καλύψει τις απώλειες ενός μικρού χώρου, μπορεί να ευρεθεί σύμφωνα με τις τιμές που δίνονται στον Πίνακα 3.2. Στην πραγματικότητα, όμως, ανάλογα με τη θέση του κτιρίου, τη κατασκευή, τον προσανατολισμό του χώρου, το ποσοστό ανοιγμάτων και τα εσωτερικά κέρδη, μπορεί να παρουσιαστούν κάποιες αποκλίσεις, οι οποίες για μικρές εγκαταστάσεις (π.χ. για ένα δωμάτιο μιας κατοικίας) είναι ασήμαντες. Για μεγάλες, όμως, εφαρμογές και εγκαταστάσεις κτιρίων, οι εμπειρικές αυτές τιμές μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικά σφάλματα, και για τον λόγο αυτό, συνιστάται ο προσεκτικός υπολογισμός των φορτίων από έμπειρο Μηχανολόγο μηχανικό.

Δεχόμαστε, λοιπόν, ότι:

α) Ένας χώρος έχει **υψηλά** ψυκτικά φορτία, όταν έχει:

- Δυτικό προσανατολισμό
- Υψηλά εσωτερικά κέρδη (μηχανήματα, PC, φωτισμός, κλπ)
- Μεγάλα και μη σκιαζόμενα ανοίγματα
- Υψηλή πυκνότητα ατόμων (έως 1 άτομο για κάθε 3 m<sup>2</sup>)

β) Ένας χώρος έχει **μεσαία** ψυκτικά φορτία, όταν έχει:

- Νότιο ή ανατολικό προσανατολισμό
- Μέτρια εσωτερικά κέρδη
- Μερικώς σκιαζόμενα ανοίγματα
- Μέτρια πυκνότητα ατόμων (έως 1 άτομο για κάθε 5 m<sup>2</sup>)

γ) Ένας χώρος έχει **χαμηλά** ψυκτικά φορτία, όταν έχει:

- Βόρειο προσανατολισμό
- Χαμηλά εσωτερικά κέρδη
- Πλήρως σκιαζόμενα ανοίγματα
- Χαμηλή πυκνότητα ατόμων (έως 1 άτομο για κάθε 8 m<sup>2</sup>).

**Πίνακας 3.2: Ψυκτικά φορτία για μικρούς χώρους, ανά μονάδα επιφανείας δαπέδου.**

Ψυκτικά φορτία (Btu/hr.m <sup>2</sup> )			
	Χαμηλά	Μεσαία	Υψηλά
Δωμάτια κατοικιών	330	430	650

### **Π.Χ.** Παράδειγμα 1

Έστω, ένα υπνοδωμάτιο κατοικίας με **δυτικό** προσανατολισμό. Οι διαστάσεις του χώρου είναι:

Μήκος = 4 m

Πλάτος = 3 m και

Ύψος = 3 m

Επιλέγεται η υψηλή τιμή από τον Πίνακα 3.2 για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου, λόγω του δυτικού προσανατολισμού, που δημιουργεί υψηλά ψυκτικά φορτία.

### ■ Υπολογισμός μεγέθους μονάδας

Μήκος x Πλάτος x Τιμή (από Πίνακα 3.2):

$$4 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 650 \text{ Btu/hr.m}^2 = 7800 \text{ Btu/h}$$

Έτσι, επιλέγεται μια διαιρούμενου τύπου αντλία θερμότητας, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.1, με απόδοση ψύξης 9600 Btu/h και απόδοση θέρμανσης 11600 Btu/h. Και έγινε αυτή η επιλογή, γιατί η αμέσως μικρότερη κλιματιστική μονάδα του πίνακα δεν καλύπτει τις ανάγκες για ψύξη, αφού έχει απόδοση ψύξης μόνο 6826 Btu/h, δηλαδή σχεδόν 1000 Btu/h (ψυκτικές μονάδες) λιγότερες από την τιμή που υπολογίστηκε (7.800 Btu/h).

**Π.Χ. Παράδειγμα 2**

Έστω, ένα υπνοδωμάτιο κατοικίας με **βόρειο** προσανατολισμό. Οι διαστάσεις του χώρου είναι:

Μήκος = 4 m

Πλάτος = 3 m και

Ύψος = 3 m

Επιλέγεται η χαμηλή τιμή από τον Πίνακα 3.2 για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου, λόγω του βόρειου προσανατολισμού, που δημιουργεί χαμηλά ψυκτικά φορτία.

**Προσοχή** όμως γιατί στην περίπτωση που οι διαστασιολόγηση γίνεται για θέρμανση τότε τα θερμικά φορτία είναι μεγαλύτερα αφού οι χώροι με βόρειο προσανατολισμό έχουν τις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες.

**■ Υπολογισμός μεγέθους μονάδας**

Μήκος x Πλάτος x Τιμή (από Πίνακα 3.2):

$$4 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 330 \text{ Btu/hr.m}^2 = 3960 \text{ Btu/h}$$

Έτσι, επιλέγεται μια διαιρούμενου τύπου αντλία θερμότητας, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.1 με απόδοση ψύξης 6826 Btu/h και απόδοση θέρμανσης 7500 Btu/h, γιατί δεν υπάρχει μικρότερη αντλία θερμότητας στον Πίνακα αυτό.

**Π.Χ. Παράδειγμα 3**

Έστω ένα υπνοδωμάτιο κατοικίας, με **νότιο** προσανατολισμό. Οι διαστάσεις του χώρου είναι:

Μήκος = 4 m

Πλάτος = 3 m και

Ύψος = 3 m

Επιλέγεται η μεσαία τιμή από τον Πίνακα 3.2 για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου, λόγω του νότιου προσανατολισμού, που δημιουργεί μεσαία φορτία.

### ■ Υπολογισμός μεγέθους μονάδας

Μήκος x Πλάτος x Τιμή (από Πίνακα 3.2):

$$4 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 430 \text{ Btu/hr.m}^2 = 5160 \text{ Btu/h}$$

Έτσι, επιλέγεται μια διαιρούμενου τύπου αντλία θερμότητας, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.1, με απόδοση ψύξης 6826 Btu/h και απόδοση θέρμανσης 7500 Btu/h, γιατί δεν υπάρχει μικρότερη αντλία θερμότητας διαιρούμενου τύπου στον Πίνακα αυτό.

### 3.9.3 Υπολογισμός ψυκτικού φορτίου χώρου

Για ένα πιο αναλυτικό υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων ενός χώρου, που θα βασίζεται στις παρακάτω παραδοχές, πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τον Πίνακα 3.3. Σύμφωνα, λοιπόν, με τα χαρακτηριστικά των παραμέτρων (συσκευών, ανοιγμάτων τοιχοποιίας κ.λ.π.) που αναγράφονται, συμπληρώνουμε τις αντίστοιχες τιμές τους για να υπολογίσουμε, στο τέλος, το συνολικό φορτίο, αφού τις αθροίσουμε.

**Πίνακας 3.3: Υπολογισμός ψυκτικού φορτίου χώρου.**

Ηλεκτρικές συσκευές	...	$W \times 3.5 = \text{Btu/hr}$
Ατομα στο χώρο	...Αριθ	$\times 500 = \text{Btu/hr}$
Δάπεδο	...m <sup>2</sup>	$\times 25 = \text{Btu/hr}$
Παράθυρα	βορινά	$\dots \text{m}^2 \times 215 = \text{Btu/hr}$
»	νότια	$\dots \text{m}^2 \times 380 = \text{Btu/hr}$
»	ανατολικά	$\dots \text{m}^2 \times 455 = \text{Btu/hr}$
»	δυτικά	$\dots \text{m}^2 \times 650 = \text{Btu/hr}$
Οροφές	με ψευδοροφή	$\dots \text{m}^2 \times 22 = \text{Btu/hr}$
»	χωρίς ψευδοροφή	$\dots \text{m}^2 \times 200 = \text{Btu/hr}$
Εξωτερικοί χώροι	βορινοί	$\dots \text{m}^2 \times 20 = \text{Btu/hr}$
»	νότιοι	$\dots \text{m}^2 \times 80 = \text{Btu/hr}$
»	ανατολικοί	$\dots \text{m}^2 \times 70 = \text{Btu/hr}$
»	δυτικοί	$\dots \text{m}^2 \times 75 = \text{Btu/hr}$
Εσωτερικοί χώροι		$\dots \text{m}^2 \times 22 = \text{Btu/hr}$
Αλλαγές αέρα (αριθμός ατόμων)	...Αριθ	$\times 140 = \text{Btu/hr}$
<b>Συνολικό φορτίο (άθροισμα)</b>		<b>... Btu/hr</b>

Οι πιο πάνω τιμές βασίζονται στις εξής παραδοχές:

1. Γεωγραφικό πλάτος περιοχής 40° βόρειο



2. Οι εσωτερικοί χώροι είναι εκτεθειμένοι στην ηλιακή ακτινοβολία
3. Η περίοδος της ημέρας είναι μετά το μεσημέρι (2μμ έως 6μμ)
4. Αίθριες ατμοσφαιρικές συνθήκες (ηλιόλουστη ημέρα)
5. Μήνας Ιούλιος
6. Εξωτερική θερμοκρασία 35 – 40°C
7. Πάχος εξωτερικού τοίχου 25cm
8. Εάν τα παράθυρα σκιάζονται εσωτερικά, πολλαπλασιάζουμε την τιμή για το συνολικό φορτίο με 0,65, ενώ εάν σκιάζονται εξωτερικά, πολλαπλασιάζουμε με 0,15.

### 3.10 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες

Οι **Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (ΚΚΜ)** χρησιμοποιούνται σε μεγάλες κεντρικές εγκαταστάσεις κλιματισμού, για την επεξεργασία του αέρα, δηλαδή για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του, για τον καθαρισμό του από ρύπους, καθώς και για τη διανομή του από ένα κεντρικό σημείο προς τους διάφορους κλιματιζόμενους εσωτερικούς χώρους.

Ας σημειωθεί, ότι ο κλιματιζόμενος αέρας μπορεί να είναι 100% εξωτερικός αέρας ή ένα μίγμα εξωτερικού και εσωτερικού αέρα.

Οι ΚΚΜ περιλαμβάνουν:

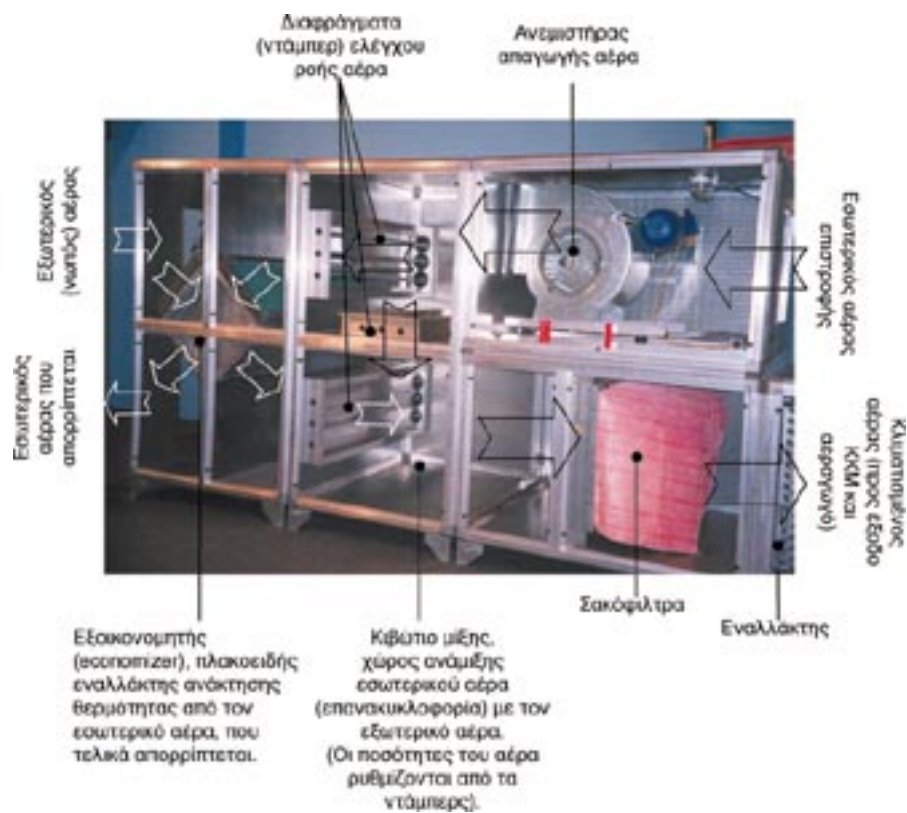
- α) εναλλάκτες θερμότητας, που τροφοδοτούνται με το ζεστό ή/και κρύο νερό για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας
- β) υγραντήρες και αφυγραντήρες, που ρυθμίζουν την περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς
- γ) φίλτρα που καθαρίζουν τον αέρα και
- δ) ανεμιστήρες που προκαλούν την κυκλοφορία του.

Οι μονάδες αυτές συνδέονται, μέσω αεραγωγών, με τα στόμια, που αποδίδουν τον κλιματισμένο αέρα στους εσωτερικούς χώρους, ενώ στις περισσότερες εφαρμογές, ο εσωτερικός αέρας επιστρέφει πάλι, μέσω αεραγωγών, στην ΚΚΜ, όπου αναμιγνύεται με τον εξωτερικό φρέσκο αέρα.

Μια ΚΚΜ αποτελείται από ένα στεγανό μεταλλικό πλαίσιο που περιλαμβάνει τα εξής μέρη και εξαρτήματα, (Εικόνα 3.21), όπως αυτά παρουσιάζονται, αναλυτικά, στην παράγραφο 3.10.1:

- Ψυκτικό στοιχείο (ψύκτης - εναλλάκτης θερμότητας για την ψύξη του αέρα)
- Θερμαντικό στοιχείο (θερμαντήρας - εναλλάκτης θερμότητας για τη θέρμανση του αέρα)

- Υγραντήρα
- Φίλτρα
- Ανεμιστήρες
- Ηχο-αποσβεστήρα
- Κιβώτιο μίξης
- Εξοικονομητή (economizer)
- Συστήματα ελέγχου – αυτοματισμούς.

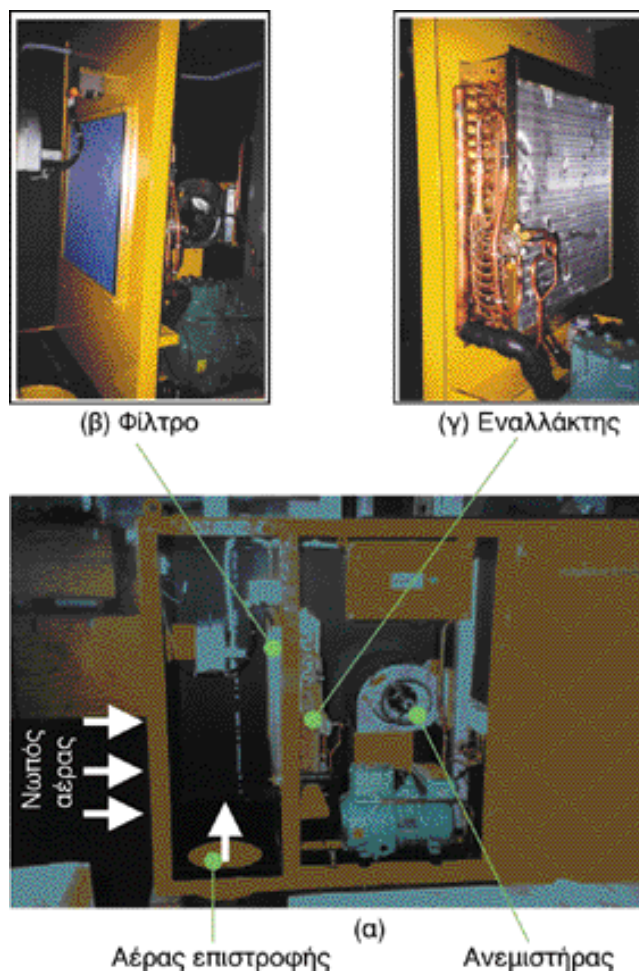


**Εικόνα 3.21:** Κεντρική κλιματιστική μονάδα. (Στα δεξιά, μετά την έξοδο του κλιματισμένου αέρα ακολουθεί ο ανεμιστήρας προσαγωγής του κλιματισμένου αέρα προς τους εσωτερικούς χώρους.)

Ανάλογα με τον τύπο της ΚΚΜ και τις απαιτήσεις της εφαρμογής, η μονάδα μπορεί να διαθέτει διαφορετικό εξοπλισμό. Δηλαδή, δεν είναι απαραίτητο όλες οι ΚΚΜ να περιλαμβάνουν όλα τα επιμέρους στοιχεία που προαναφέρθηκαν, αλλά σίγουρα πρέπει να διαθέτουν:

- Ένα τουλάχιστον εναλλάκτη θερμότητας, που θα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση ή τη ψύξη του αέρα
- Ένα φίλτρο για τον καθαρισμό του αέρα από σωματίδια και ρύπους και
- Τον ανεμιστήρα για τη κίνηση (ροή) του αέρα

Στην Εικόνα 3.22 παρουσιάζεται μια απλή μορφή ΚΚΜ και ακολουθεί μια σύντομη γενική περιγραφή όλης της μονάδας, καθώς και όλων των επιμέρους στοιχείων και χαρακτηριστικών της.



**Εικόνα 3.22:** (α) Απλή μορφή μικρής κλιματιστικής μονάδας. (Ο νωπός αέρας αναμιγνύεται με τον εσωτερικό αέρα επιστροφής και κατόπιν περνά από ένα φίλτρο και τον εναλλάκτη, όπου ανάλογα θερμαίνεται ή ψύχεται.) Φαίνονται, επίσης, λεπτομέρειες από το φίλτρο (β) και τον εναλλάκτη της μονάδας (γ).

Οι κλιματιστικές μονάδες αυτής της μορφής μπορούν να τοποθετηθούν στην ταράτσα, σε εξωτερικό κοινόχρηστο χώρο ή και στο μηχανοστάσιο. Είναι προτιμότερο, πάντως, να επιλέγεται μια θέση κοντά στους κλιματιζόμενους χώρους που καλύπτει η συγκεκριμένη ΚΚΜ, ώστε να ελαχιστοποιείται η απόσταση που πρέπει να διατρέξουν οι αεραγωγοί και να περιοριστούν οι απώλειες. Η θέση της μονάδας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να υπάρχει ελεύθερη κυκλοφορία του εξωτερικού αέρα στα σημεία εισόδου του αέρα (πχ να μην υπάρχουν εμπόδια) ή και να βρίσκεται μακριά από πηγές ρύπων.

#### Παράδειγμα

Εάν η ΚΚΜ τοποθετηθεί στην οροφή (ταράτσα) του κτιρίου, πρέπει να βρίσκεται μακριά από πηγές ρύπων, όπως καμινάδες εξόδου καυσαερίων από κεντρικούς λέβητες και εξαεριστικά αποχετεύσεων. Εάν τοποθετηθεί σε περιβάλλοντα χώρο στο επίπεδο του δρόμου, πρέπει να βρίσκεται μακριά από πηγές καυσαερίων που προέρχονται από την κυκλοφορία αυτοκινήτων, ενώ σε περίπτωση που τοποθετείται στον εσωτερικό χώρο ενός μηχανοστασίου, πρέπει να υπάρχει καλή ανανέωση και κυκλοφορία του αέρα. Σε όλες, πάντως, τις περιπτώσεις, πρέπει το σημείο εισόδου του εξωτερικού αέρα στη ΚΚΜ να είναι μακριά από σημεία εξόδου (απόρριψης) του εσωτερικού αέρα.

### 3.10.1 Εξαρτήματα Κλιματιστικών Μονάδων

#### ■ Ψυκτικό & Θερμαντικό στοιχείο

Το ψυκτικό ή/και το θερμαντικό στοιχείο τροφοδοτούνται με κρύο ή/και ζεστό νερό (Εικόνα 3.23), το οποίο προέρχεται ανάλογα με τις απαιτήσεις, είτε από τον ψύκτη, είτε από το λέβητα, είτε σε άλλες περιπτώσεις, από αντλία θερμότητας.

Επίσης, ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις της ΚΚΜ, μπορεί να υπάρχουν δύο ανεξάρτητοι εναλλάκτες (ένας για ψύξη και ένας για θέρμανση) ή ένας κοινός εναλλάκτης, που χρησιμοποιείται, είτε για θέρμανση, είτε για ψύξη.

Όταν χρησιμοποιούνται δύο εναλλάκτες (ψυκτικό και θερμαντικό στοιχείο), τότε το καθένα διαθέτει τους δικούς του σωλήνες εισόδου και εξό-

δου νερού, αντίστοιχα. Τα στοιχεία αυτά είναι συνδεδεμένα με μια τρίοδη βάνα ανάμιξης, που ελέγχει τη ροή μέσα στον εναλλάκτη, ανάλογα με τα φορτία. Οι σωλήνες μεταφοράς του νερού πρέπει να είναι καλά μονωμένοι, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες θερμότητας από τον ψύκτη/λέβητα προς τη ΚΚΜ. Πιο αναλυτικά:

- Το ψυκτικό στοιχείο (**ψύκτης**) είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας ο οποίος τροφοδοτείται με κρύο νερό από έναν ψύκτη (chiller) ή μία αντλία θερμότητας. Το στοιχείο αυτό μειώνει τη θερμοκρασία και την υγρασία (αφύγρανση) του αέρα, όταν υπάρχει ο σχετικός έλεγχος και οι απαιτούμενοι αυτοματισμοί.
- Το θερμαντικό στοιχείο (**θερμαντήρας**) είναι και αυτός ένας εναλλάκτης θερμότητας, ο οποίος τροφοδοτείται με ζεστό νερό.



**Εικόνα 3.23:** Σύνδεση σωληνώσεων προσαγωγής και επιστροφής προς το θερμαντικό και ψυκτικό στοιχείο του ζεστού και κρύου νερού της ΚΚΜ. (Μια τρίοδη ηλεκτροβάννα ρυθμίζει την παροχή προς κάθε ένα στοιχείο, σύμφωνα με τις απαιτήσεις. Οι σωλήνες είναι εξωτερικά θερμομονωμένοι για τη μείωση των απωλειών θερμότητας. Η θερμομόνωση έχει εξωτερική προστατευτική άσπρη βαφή (επάνω αριστερά) ή αλουμινένιο κάλυμμα, για ακόμη μεγαλύτερη προστασία (επάνω δεξιά). Αν δεν ληφθούν προστατευτικά μέτρα, με την πάροδο του χρόνου, η θερμομόνωση καταστρέφεται (κάτω), όμως, για την αποκατάστασή της πρέπει να αποφεύγεται η χρήση μονωτικής ταινίας).

### ■ Υγραντήρας

Η ρύθμιση της υγρασίας του κλιματισμένου αέρα συμβάλλει στη θερμική άνεση και στην υγιεινή των εσωτερικών χώρων. Αυτό ακριβώς κάνει ο **υ-γραντήρας** καθώς αυξάνει την υγρασία του αέρα (**ύγρανση**) που, συνήθως, είναι ξηρός λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του από τον θερμαντήρα, κατά τη περίοδο λειτουργίας του το χειμώνα.

Η ύγρανση του αέρα, συνήθως, γίνεται με άμεσο ψεκασμό υδρατμών στο ρεύμα του αέρα. Η ποσότητα, πάντως, των υδρατμών που ψεκάζεται, δεν πρέπει να είναι υπερβολική, έτσι ώστε να μπορεί να απορροφηθεί από τον αέρα, χωρίς να παρουσιάζονται προβλήματα. Για παράδειγμα, μπορεί να δημιουργηθούν συμπυκνώματα (υγροποίηση των υδρατμών) μέσα στο δίκτυο διανομής του κλιματισμένου αέρα (π.χ. στους αεραγωγούς ή στα στόμια), τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη παθογόνων οργανισμών ή οργανισμών που προκαλούν αλλεργίες.

### ■ Φίλτρα

Λαμβάνοντας υπόψη, ότι οι περισσότεροι άνθρωποι περνούν περίπου το 60-90% του χρόνου τους μέσα στα κτίρια, η εξασφάλιση της κατάλληλης ποιότητας του εσωτερικού αέρα, προϋποθέτει τη χρήση φίλτρων για τον καθαρισμό του αέρα από τους εσωτερικούς και εξωτερικούς ρύπους. Έτσι, το φιλτράρισμα του αέρα αποδεικνύεται ως ο πιο αποδοτικός τρόπος ελέγχου των ρύπων του αέρα.

Τα φίλτρα αποτελούνται από ακατέργαστα νήματα με πορώδη υφή, μέσα από τα οποία κυκλοφορεί ο αέρας, ενώ τα πιο συνηθισμένα έχουν επικάλυψη κολλώδους ουσίας. Τα φίλτρα διακρίνονται στις παρακάτω βασικές κατηγορίες:

- Στατικά
- Αυτόματα
- Ηλεκτροστατικά
- Υψηλής απόδοσης και
- Ενεργού άνθρακα.

Συνήθως, στις ΚΚΜ χρησιμοποιούνται φίλτρα για την απομάκρυνση στερεών σωματιδίων από τον εσωτερικό και τον εξωτερικό αέρα, μικροοργανισμών, οσμών ακόμη και αερίων ρύπων.

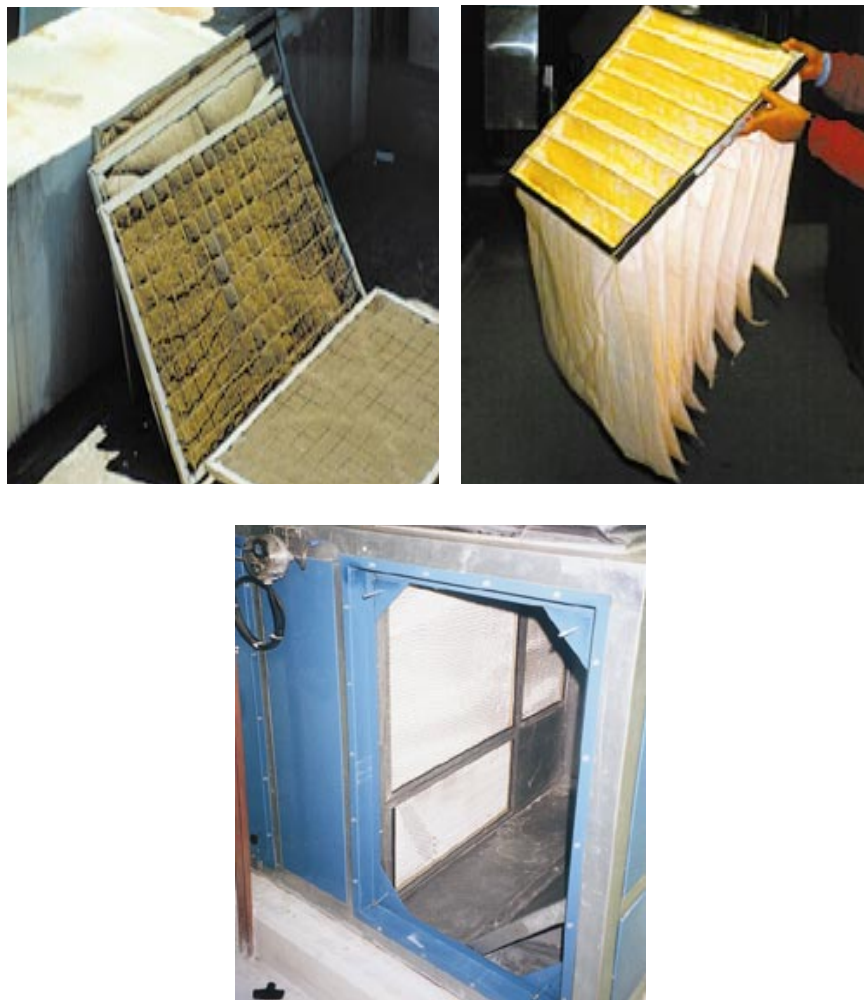


Πιο συγκεκριμένα, η αρχή λειτουργίας των παραπάνω φίλτρων, αρκετά από τα οποία χρησιμοποιούνται, πρακτικά, σε όλες τις ΚΚΜ (Εικόνα 3.24) είναι η εξής: Περνώντας από το φίλτρο ο αέρας, συναντά ένα φυσικό εμπόδιο και αναγκάζεται να αλλάξει πορεία. Τα σωματίδια, όμως, που αυτός περιέχει, λόγω της αδράνειάς τους, συνεχίζουν την ευθύγραμμη πορεία τους και προσκρούουν στις ίνες του φίλτρου, με συνέπεια να προσκολληθούν και να κατακρατηθούν στις επιφάνειες του φίλτρου.

Το πρώτο σημείο εισόδου ενός εξωτερικού ρύπου μέσα στο κτίριο, διαμέσου του συστήματος αερισμού, είναι στα στόμια αναρρόφησης του εξωτερικού αέρα, οπότε αυτά πρέπει να βρίσκονται μακριά από τα στόμια απόρριψης (εξόδου) του αέρα, από καπνοδόχους ή απολήξεις αερισμού αποχετεύσεων (τουλάχιστον 8m πάνω από αυτά) και γενικά πρέπει να τοποθετούνται σε υψηλά σημεία. Έτσι, αποφεύγεται και η εισαγωγή ακάθαρτου αέρα που βρίσκεται, συνήθως, χαμηλά, κοντά στο επίπεδο του οδοστρώματος των δρόμων, όπως είναι π.χ. οι ρύποι από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων.

Επίσης, η χρήση κατάλληλων φίλτρων επιτρέπει την ανακυκλοφορία του εσωτερικού αέρα, ο οποίος αφού κλιματιστεί και καθαριστεί, αναμιγνύεται με την απαραίτητη ποσότητα νωπού (εξωτερικού φρέσκου αέρα) και επαναφέρεται στους εσωτερικούς χώρους. Παρομοίως, με το συνδυασμό διαφόρων φίλτρων (πολυσταδιακός καθαρισμός), εξασφαλίζεται η καλή ποιότητα του αέρα.

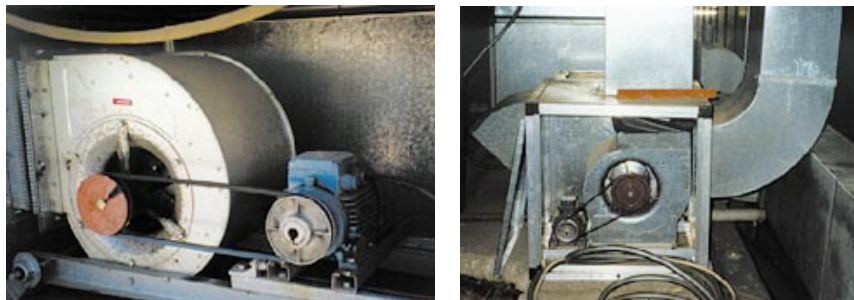




**Εικόνα 3.24:** Διάφοροι τύποι φίλτρων. (Επάνω αριστερά: Μιας χρήσης βρώμικα προ-φίλτρα που έχουν αφαιρεθεί από ΚΚΜ. Το **αρχικό φίλτρο** τοποθετείται **αμέσως μετά** το στόμιο αναρρόφησης και λειτουργεί σαν το πρώτο στάδιο φιλτραρίσματος του νωπού αέρα μέσα στην ΚΚΜ με ικανότητα συγκράτησης σωματιδίων μέχρι 50%, οπότε η χρήση τους βελτιώνει σημαντικά την απόδοση των υπολοίπων φίλτρων της ΚΚΜ. Επάνω δεξιά: Μιας χρήσης καινούργια σακκόφίλτρα (αεροθύλακα), που διαθέτουν μεγάλη επιφάνεια φιλτραρίσματος και άρα ικανότητα συγκράτησης σωματιδίων μέχρι 95%. Τοποθετούνται στην έξοδο της ΚΚΜ και σε πολλές περιπτώσεις συγκρατούν ακόμα και ανεπιθύμητους υδατμούς ή μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στον αέρα που υγραποιείται γύρω από το στοιχείο ψύξης της ΚΚΜ. Κάτω: Απόλυτο φίλτρο σε ΚΚΜ με ικανότητα συγκράτησης σωματιδίων μέχρι 99,97%. Χρησιμοποιείται, συνήθως, σε ΚΚΜ που εξυπηρετούν χώρους με υψηλές απαιτήσεις καθαρότητας αέρα, όπως χειρουργεία, αποστειρωμένους χώρους, κ.λ.π.)

### ■ Ανεμιστήρας

Η εισαγωγή και απόρριψη (έξοδος) του αέρα πραγματοποιείται με τη βοήθεια ανεμιστήρων (Εικόνα 3.25), που κυκλοφορούν τον κλιματισμένο αέρα, τόσο από την ΚΚΜ προς τους εσωτερικούς χώρους, όσο και από τους χώρους προς το εξωτερικό περιβάλλον ή την ΚΚΜ, για επανεπεξεργασία, έτσι ώστε να αναμιχθεί με τον εξωτερικό αέρα, να κλιματιστεί και να κυκλοφορήσει και πάλι προς τους εσωτερικούς χώρους.



**Εικόνα 3.25:** Τυπικοί φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες ΚΚΜ.

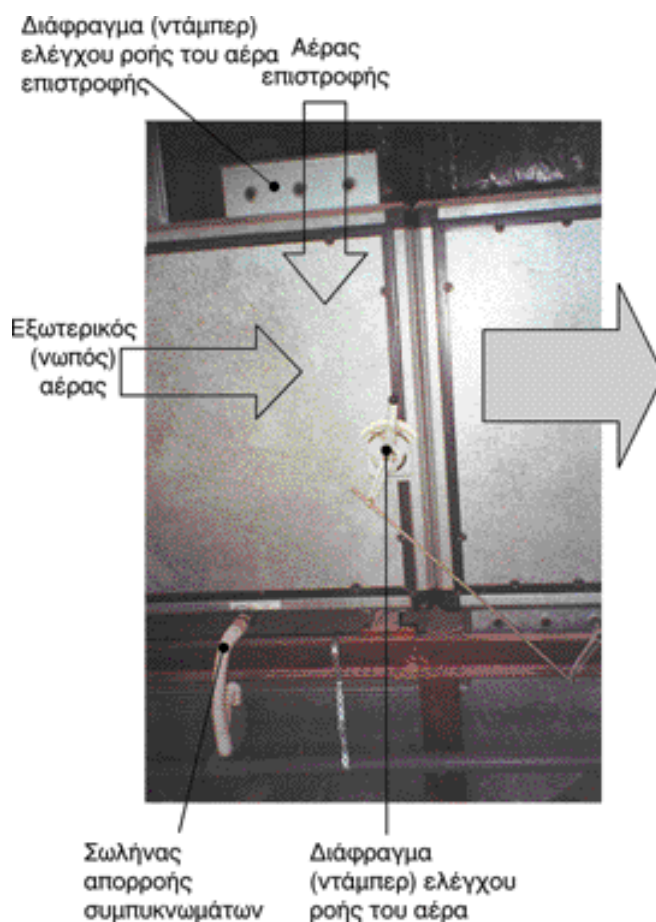
Οι ανεμιστήρες καθορίζουν την **παροχή** και την **πίεση** του παρεχόμενου αέρα. Η πτώση της πίεσης του αέρα, κατά μήκος της εγκατάστασης, αυξάνεται, σαν αποτέλεσμα της αύξησης συγκέντρωσης ρύπων στα φίλτρα, ή της αύξησης των απωλειών τριβής, κατά μήκος των αεραγωγών. Διατηρώντας, όμως, τα φίλτρα και τους αεραγωγούς καθαρούς, ο ανεμιστήρας λειτουργεί στα επιθυμητά όρια παροχής και πίεσης και ελαχιστοποιούνται οι όποιες απώλειες ενέργειας.

### ■ Ηχο-αποσβεστήρας

Οι ΚΚΜ είναι πηγές θορύβου, κυρίως λόγω της λειτουργίας του ανεμιστήρα ή της ροής αέρα, μέσω των αεραγωγών και των στομιών, ανάλογα βέβαια με τις διαστάσεις, τη διατομή και την τραχύτητα των επιφανειών τους. Για τον έλεγχο, λοιπόν, του θορύβου ώστε αυτός να μην υπερβαίνει τα αποδεκτά όρια (**45 dB**), τοποθετείται ηχοαποσβεστήρας μετά τον ανεμιστήρα ή κοντά στα στόμια προσαγωγής του αέρα. Περισσότερες πληροφορίες για τα αποδεκτά επίπεδα του θορύβου, παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 5.

### ■ Κιβώτιο μίξης

Συνήθως, ο εσωτερικός αέρας επιστρέφει στη ΚΚΜ, όπου αναμιγνύεται με τον εξωτερικό (νωπό) αέρα στην κατάλληλη αναλογία, ενώ ένα ποσοστό του αποβάλλεται στο περιβάλλον από το δίκτυο εξαερισμού. Η ανάμιξη αυτή του εξωτερικού αέρα και του αέρα επιστροφής γίνεται στο **χώρο ανάμιξης εσωτερικού και εξωτερικού αέρα, γνωστό ως «κιβώτιο μίξης»**. Η ρύθμιση γίνεται με τη χρήση διαφραγμάτων (**ντάμπερ**), που καθορίζουν το ποσοστό ανάμιξης του εσωτερικού αέρα επιστροφής με τον εξωτερικό (φρέσκο-νωπό) (Εικόνα 3.26).



**Εικόνα 3.26:** Κιβώτιο μίξης του νωπού αέρα με τον αέρα επιστροφής από τους εσωτερικούς χώρους. (Τα διαφράγματα ελέγχου της ροής του αέρα (ντάμπερ) ρυθμίζονται από τα χειριστήρια που φαίνονται πάνω στη μονάδα.)

☞ **Η λειτουργία του συστήματος με 100% νωπό αέρα, αυξάνει τα φορτία και την κατανάλωση ενέργειας για το κλιματισμό του αέρα.**

### ■ **Εξοικονομητής (economizer)**

Στην περίπτωση που η επανακυκλοφορία του εσωτερικού αέρα δεν επιτρέπεται, ή το μεγαλύτερο ποσοστό του εσωτερικού αέρα απορρίπτεται στο περιβάλλον, τότε χρησιμοποιείται ο λεγόμενος «**εξοικονομητής**» ή «**οικονομητής**», που είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας.

Υπάρχουν δύο τύποι τέτοιων εναλλακτών θερμότητας (εξοικονομητήρων):

- **Οι πλακοειδείς εναλλάκτες και**
- **Οι τύπου περιστρεφόμενου τροχού.**

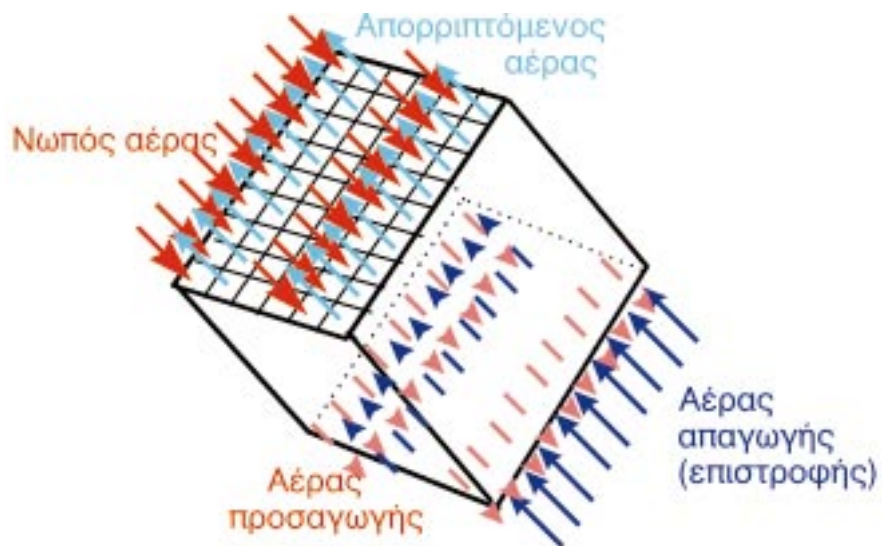
Πιο αναλυτικά:

**Πλακοειδής εναλλάκτης** (Σχήματα 3.9α και 3.9β). Ο εναλλάκτης αυτός διαθέτει πλάκες, οι οποίες διαχωρίζουν πλήρως τα δυο ρευστά, τα οποία, έτσι, ποτέ δεν αναμιγνύονται. Με τον τρόπο αυτό στα συστήματα αερισμού, προστατεύεται το ρεύμα του νωπού-φρέσκου αέρα από τους ρύπους που μεταφέρονται με τον εσωτερικό κλιματισμένο αέρα. Η κατασκευή του εναλλάκτη είναι από αλουμίνιο για συνηθισμένες εφαρμογές, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα υλικά ανάλογα με τις απαιτήσεις. Τα ρευστά κυκλοφορούν σε μια διάταξη «αντιρροής» (Σχήμα 3.9α), ή «σταυρορροής», χωρίς ανάμιξη (Σχήμα 3.9β). Για παράδειγμα, σε ένα σύστημα αερισμού, την περίοδο του καλοκαιριού, το ζεστό ρευστό (κόκκινα βέλη) μπορεί να είναι ο νωπός εξωτερικός αέρας που προκλιματίζεται σαν αέρας προσαγωγής (ροζ βέλη), ενώ το κρύο ρευστό (μπλε βέλη), μπορεί να είναι ο αέρας απαγωγής (εσωτερικός κλιματισμένος αέρας επιστροφής), που αποδίδει κάποια ποσά θερμότητας και, τελικά, απορρίπτεται στο εξωτερικό περιβάλλον (γαλάζια βέλη).

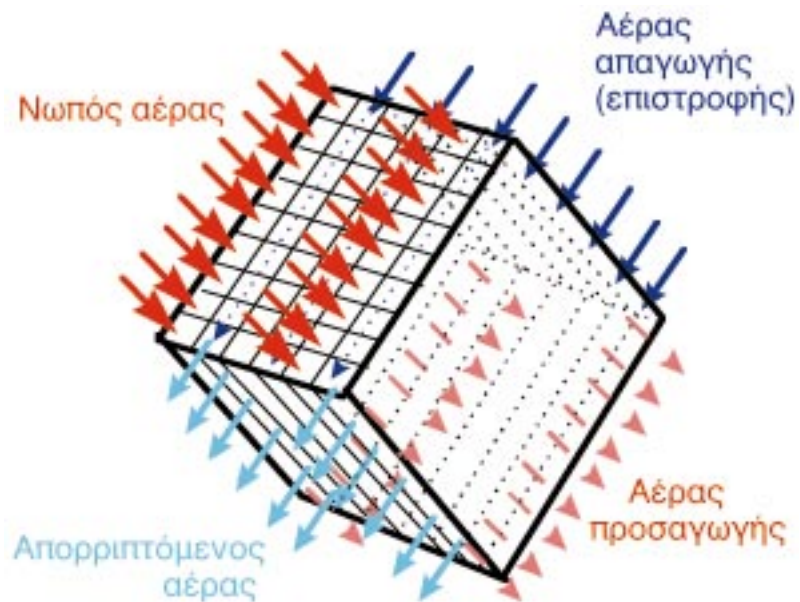
**Εναλλάκτης περιστρεφόμενου τροχού** (Σχήμα 3.10). Ο εναλλάκτης αυτός χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή θερμότητας και υγρασίας, σε μια διάταξη αέρα-αέρα. Ο τροχός κατασκευάζεται από εναλλασσόμενα στρώματα λεπτών επιπέδων σε συνδυασμό με κυματοειδή ελάσματα (φύλλα) αλουμινίου, τα οποία επικαλύπτονται με προσροφητικά υλικά.

Εναλλακτικά, η επιφάνεια του δίσκου κατασκευάζεται από ένα κυψελωτό υλικό που έχει περάσει από χημική επεξεργασία, έτσι ώστε να συγκρατεί τους υδατμούς από τον αέρα. Από τη μισή επιφάνεια του τροχού, περνά το ρεύμα του ψυχρού ξηρού αέρα (Σχήμα 3.10), που μειώνει τη θερμοκρασία του τροχού και ξηραίνει το προσροφητικό υλικό. Το τμήμα αυτό του τροχού περιστρέφεται και έρχεται σε επαφή με το άλλο ρεύμα του αέρα, από το οποίο απορροφά τόσο τη θερμότητα όσο και την υγρασία, μειώνοντάς τες, κατ' αυτόν τον τρόπο. Το σύστημα, δηλαδή, είναι ένας εναλλάκτης **αντιρροής**, όπου τα δύο ρεύματα του αέρα έχουν αντίθετη διεύθυνση.

☞ Στις συνήθεις εφαρμογές χρησιμοποιείται, κατά κύριο λόγο, ο πλακοειδής εναλλάκτης, ο οποίος έχει ικανοποιητική απόδοση.

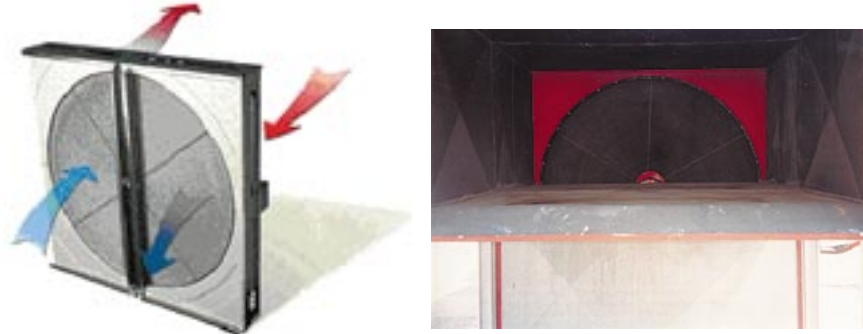


**Σχήμα 3.9α:** Πλακοειδής εναλλάκτης με διάταξη «αντιρροής» των δύο ρευστών.



**Σχήμα 3.9β:** Πλακοειδής εναλλάκτης με διάταξη «σταυρορροής» των δύο ρευστών.





**Σχήμα 3.10:** Τροχός ανάκτησης θερμότητας/υγρασίας. Σχηματική διάταξη του (αριστερά) και εγκατάσταση του σε ΚΚΜ (δεξιά).

#### ■ Συστήματα ελέγχου - αυτοματισμοί

Η λειτουργία των ΚΚΜ μπορεί να ελέγχεται με κεντρικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου κτιρίου (Building Management System - **BMS**), μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών. Για το λόγο αυτό, χρειάζονται αισθητήρια μέτρησης των συνθηκών λειτουργίας της μονάδας. Τα συστήματα αυτά είναι κατάλληλα για μεγάλου μεγέθους εγκαταστάσεις (π.χ. κτίρια γραφείων, νοσοκομείων, ξενοδοχείων, κλπ).

Τα όργανα ελέγχου είναι διάφοροι αισθητήρες, που καταγράφουν τις φυσικές παραμέτρους (θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα αέρα) και ανταποκρίνονται, αυτόματα, στις απαραίτητες ρυθμίσεις για την επίτευξη των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών. Οι τερματικές μονάδες καταγράφουν, συνεχώς, την ποσότητα της παρεχόμενης ροής αέρα στο χώρο και τις μετρήσεις αυτές τις στέλνουν στο σύστημα ελέγχου (BMS) το οποίο στη συνέχεια καθορίζει τις απαραίτητες ρυθμίσεις λειτουργίας της ΚΚΜ, με βάση τις απαιτούμενες συνθήκες για κάθε χώρο. Σημειώνεται, ότι τα δεδομένα που καταγράφονται, αφορούν τα διάφορα στάδια λειτουργίας της ΚΚΜ (Εικόνα 3.27), τους ψύκτες και τα άλλα επιμέρους συστήματα, καθώς και τις επικρατούσες εσωτερικές συνθήκες των χώρων.



**Εικόνα 3.27:** Αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας, προσαρμοσμένοι πάνω στον κύριο αγωγό στη ΚΚΜ, για να καταγράφει και να παρέχει δεδομένα στο σύστημα ελέγχου.

Χρησιμοποιώντας, λοιπόν, αυτά τα δεδομένα, το σύστημα ελέγχου υπολογίζει τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας σε σχέση με το απαιτούμενο φορτίο, (π.χ. την παροχή νωπού αέρα που εισάγεται στη ΚΚΜ) και έτσι δίνει τις απαραίτητες εντολές και ενεργοποιεί τις αντίστοιχες συσκευές (π.χ. για τη ρύθμιση της εισαγωγής νωπού αέρα). Οι υπολογισμοί επαναλαμβάνονται συνεχώς και σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα (π.χ. κάθε 15 λεπτά), προκειμένου να γίνουν οι απαραίτητες ρυθμίσεις και η ενεργοποίηση των διαφόρων στοιχείων του συστήματος, σύμφωνα με τις πραγματικές συνθήκες. Για παράδειγμα, το BMS καταγράφει συνεχώς την ποσότητα νωπού αέρα που εισέρχεται στη ΚΚΜ, και ρυθμίζει, ταυτόχρονα, τον αέρα απόρριψης (εξόδου), ανοιγοκλείνοντας τα ντάμπερ (Εικόνα 3.28), διαδικασία η οποία εξασφαλίζει σ' όλες τις ζώνες τον κατάλληλο αερισμό σε κάθε επίπεδο φορτίου, ενώ ελαχιστοποιεί τον περίσσιο (τον υπερβολικό) αερισμό.



**Εικόνα 3.28:** Αυτοματοποιημένη ρύθμιση των ντάμπερ του απορριπτόμενου αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον.

Μερικές πρακτικές οδηγίες για τις βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας και απόδοσης μιας ΚΚΜ, είναι:

- Κάθε ΚΚΜ πρέπει να κλιματίζει χώρους, των οποίων η χρήση (λειτουργία) συμπίπτει από πλευράς ωραρίου ώστε να αποφεύγεται η άσκοπη κατανάλωση ενέργειας. Εξάλλου, η διαστασιολόγηση (υπολογισμός διαστάσεων) της μονάδας, γίνεται σύμφωνα με τα συνολικά φορτία που πρέπει να καλύψει.
- Κάθε ΚΚΜ πρέπει να είναι τοποθετημένη σε, όσο το δυνατό, μικρότερη απόσταση από τους χώρους που καλύπτει, γιατί όσο πιο μικρή είναι η απόσταση του αεραγωγού προσαγωγής του αέρα σε ένα χώρο, τόσο μικρότερη είναι η πτώση της πίεσης του αέρα και η κατανάλωση ενέργειας του ανεμιστήρα.
- Οι κλιματιστικές μονάδες δεν πρέπει να απέχουν πολύ από τις μονάδες τροφοδοσίας ψυχρού και ζεστού μέσου (ψύκτη και λέβητα), που τροφοδοτούν τα επιμέρους στοιχεία της, γιατί όσο μικρότερη είναι η μεταξύ τους απόσταση, τόσο λιγότερες είναι οι απώλειες ενέργειας και η ηλεκτρική ενέργεια που θα καταναλώσει η αντλία της τροφοδοσίας.
- Τα στόμια της εισαγωγής νωπού αέρα και τα αντίστοιχα της απόρριψης του εσωτερικού (ακάθαρτου) αέρα, θα πρέπει να τοποθετούνται



σε κάποια απόσταση το ένα από το άλλο, ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η πιθανότητα μίξης των δύο αυτών ρευμάτων αέρα.

- Τα στόμια της εισαγωγής νωπού αέρα θα πρέπει να βρίσκονται μακριά από οποιοδήποτε σημείο του κτιρίου, που είναι εστία μόλυνσης (π.χ. καμινάδα λέβητα), ή μακριά από πύργους ψύξης.

### 3.10.2 Δίκτυο διανομής

Η διανομή του κλιματισμένου αέρα από την ΚΚΜ μπορεί να γίνει με δύο, κυρίως, συστήματα:

#### α) Με συστήματα σταθερής παροχής

Τα συστήματα κλιματισμού σταθερής παροχής αέρα **CAV** (Constant Air Volume) κάνουν χρήση τερματικής συσκευής διπλού αγωγού και οικονομητήρα, και είναι οι πλέον συνηθισμένες εγκαταστάσεις, λόγω του απλού σχεδιασμού τους. Ο ανεμιστήρας της ΚΚΜ παρέχει μια σταθερή ποσότητα κλιματισμένου αέρα που διανέμεται στους εσωτερικούς χώρους, ανεξάρτητα από τα επιμέρους φορτία και τις ανάγκες των χώρων.

#### β) Με συστήματα μεταβαλλόμενης παροχής

Με τα συστήματα κλιματισμού μεταβαλλόμενης παροχής **VAV** (Variable Air Volume), η ποσότητα του αέρα από την ΚΚΜ μεταβάλλεται με τον έλεγχο της παροχής του ανεμιστήρα – ανάλογα με τα φορτία, δηλαδή ανάλογα με τη χρήση των χώρων που καλύπτουν. Οι εγκαταστάσεις μεταβαλλόμενης παροχής είναι πιο απαιτητικές στη μελέτη τους, γιατί πρέπει να εξασφαλίζεται η σωστή εξισορρόπηση και ο έλεγχος της κυκλοφορίας του αέρα, ώστε να μην παρουσιάζονται προβλήματα στους κλιματιζόμενους χώρους.

### 3.11 Κοστολόγηση Κλιματιστικών Εγκαταστάσεων

Όπως θα έχει γίνει κατανοητό μέχρι τώρα, υπάρχει μεγάλος αριθμός διαφορετικών συστημάτων κλιματισμού και συνεπώς, είναι πολύ δύσκολη η κοστολόγησή τους με βάση κάποιους γενικούς κανόνες.

Πάντως, το συνολικό κόστος μιας εγκατάστασης κλιματισμού εξαρτάται από:

- Το κόστος αγοράς των μονάδων
- Το κόστος εγκατάστασης των μονάδων και των εσωτερικών δικτύων
- Το κόστος λειτουργίας της εγκατάστασης και
- Το κόστος συντήρησης της εγκατάστασης.

Επίσης, το κόστος αγοράς των μονάδων εξαρτάται από:

- Το είδος του συστήματος και το βαθμό της πολυπλοκότητάς του
- Το μέγεθος του συστήματος και των απαιτούμενων εσωτερικών δικτύων, εάν χρειάζονται, των κεντρικών εγκαταστάσεων
- Την ποιότητα των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν και
- Το κόστος εργασίας για την εγκατάστασή τους.

Συγκεκριμένα, η ποσοστιαία (%) κατανομή του κόστους των κεντρικών συστημάτων με αντλίες θερμότητας αέρα – νερού, είναι, ενδεικτικά, κατά κατηγορία:

Οικοδομικές εργασίες για εγκαταστάσεις αερισμού	20 – 25 %
Αεραγωγοί	25 – 30 %
Ψυκτικές μηχανές, Πύργοι ψύξης	20 – 30 %
Δίκτυα σωληνώσεων, Αντλίες	10 – 15 %
Ρύθμιση, Πίνακες χειρισμού	10 – 15 %

Απεναντίας, η ποσοστιαία (%) κατανομή του κόστους σε κεντρικά συστήματα με αντλίες θερμότητας αέρα – αέρα, είναι, ενδεικτικά, κατά κατηγορία:

Μηχανήματα (Α/Θ , Ανεμιστήρες)	50 – 60 %
Εργασίες (ψυκτικά, αεραγωγοί)	40 – 50 %

**ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ**

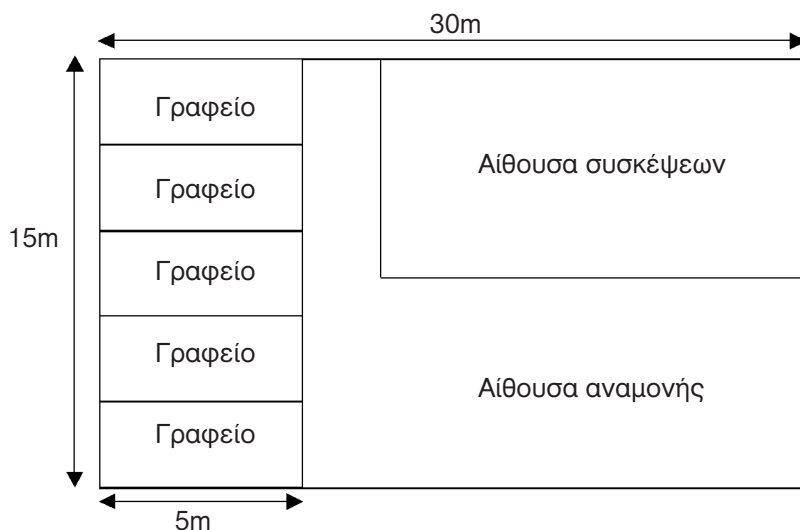
- Τα είδη των κλιματιστικών μονάδων διαφέρουν ανάλογα με την εφαρμογή, τις απαιτήσεις και το κόστος κατασκευής και εγκατάστασης. Έτσι, μπορούν να διαχωριστούν σε:
  - α) Αυτόνομες μονάδες και
  - β) Κεντρικές μονάδες.
- Οι αυτόνομες μονάδες καλύπτουν τις ανάγκες ενός χώρου με μικρό όγκο, ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία και μερικές φορές, την υγρασία του. Αυτές μπορεί να είναι:
  - α) Ενιαίου τύπου, μονάδες, δηλαδή, που τοποθετούνται σε παράθυρο ή τοίχο και περιέχουν όλα τα επιμέρους στοιχεία στην ίδια συσκευή και
  - β) Διαιρούμενου τύπου, μονάδες, δηλαδή, που αποτελούνται από δύο επί μέρους μονάδες (μία εξωτερική και μία εσωτερική) οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με χαλκοσωλήνες, όπου κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό. Η εσωτερική μονάδα τοποθετείται στο χώρο ο οποίος κλιματίζεται, και η εξωτερική μονάδα στο εξωτερικό περιβάλλον.
- Ψυκτικό ρευστό είναι το μέσο που χρησιμοποιείται στα συστήματα κλιματισμού, για τη θερμική επικοινωνία των επιμέρους εξαρτημάτων της εγκατάστασης. Πολλά ψυκτικά ρευστά έχουν απαγορευθεί, λόγω των αρνητικών περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων, και χρησιμοποιούνται πλέον νέα, όπως το R-22 και το R-134a, που θεωρούνται πιο φιλικά για το περιβάλλον.
- Οι κλιματιστικές μονάδες μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου (VRV), καλύπτουν πολυδιαιρούμενους χώρους, με μια εξωτερική και πολλές εσωτερικές μονάδες (τοπικές κλιματιστικές μονάδες), που συνδέονται με ένα δίκτυο σωληνώσεων, όπου κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό. Αυτές οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες (εναλλάκτες θερμότητας μέσα στις οποίες κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό) ρυθμίζουν τη θερμοκρασία

και την υγρασία του αέρα των χώρων, χωρίς όμως και να τους εμπλουτίζουν με εξωτερικό (φρέσκο) αέρα.

- Η επιλογή των κλιματιστικών μονάδων γίνεται, αφού υπολογιστούν, αρχικά, τα ψυκτικά και θερμικά φορτία των προς κλιματισμό χώρων. Χρήσιμος είναι ο διαχωρισμός σε ζώνες των χώρων ενός κτιρίου, σύμφωνα με τη χρήση τους και τον προσανατολισμό τους, για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας.
- Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) χρησιμοποιούνται σε μεγάλα κτίρια για την επεξεργασία του αέρα, δηλαδή τη ρύθμιση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ποιότητάς του. Οι μονάδες αυτές μπορεί να είναι μιας ή δυο βαθμίδων, ανάλογα με τις ανάγκες των χώρων που εξυπηρετούν.
- Η διανομή του κλιματιζόμενου αέρα μπορεί να γίνει με:
  - α) Σύστημα σταθερής παροχής, ή με
  - β) Σύστημα μεταβαλλόμενης παροχής.
- Το κόστος ενός συστήματος κλιματισμού εξαρτάται από:
  - α) Το είδος και το μέγεθος της εγκατάστασης
  - β) Τη ποιότητα των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν
  - γ) Την εργασία για την εγκατάσταση του συστήματος
  - δ) Το κόστος λειτουργίας και
  - ε) Το κόστος συντήρησης του

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

1. Γιατί υπάρχουν διαφορετικές κλιματιστικές μονάδες;
2. Γιατί μια κλιματιστική μονάδα διαιρούμενου τύπου έχει μια εξωτερική και μια εσωτερική μονάδα;
3. Πού τοποθετούνται οι κλιματιστικές μονάδες «ενιαίου τύπου» στο χώρο ενός δωματίου;
4. Το σχήμα που ακολουθεί, είναι η κάτοψη ενός ορόφου κτιρίου γραφείων. Να προτείνετε τον κατάλληλο τύπο της κλιματιστικής μονάδας που πρέπει να εγκατασταθεί για τις ανάγκες του συγκεκριμένου ορόφου και να προσδιορίσετε τις θέσεις και τον τύπο των επί μέρους εσωτερικών και εξωτερικών μονάδων του συγκροτήματος.



5. Έστω ένα υπνοδωμάτιο κατοικίας, βόρειου προσανατολισμού, με χαμηλά ψυκτικά φορτία και με διαστάσεις: Μήκος = 6 m, Πλάτος = 4 m και Ύψος = 3 m. Να υπολογιστεί το απαιτούμενο κλιματιστικό μηχάνημα, που πρέπει να τοποθετηθεί στο χώρο, για να λειτουργεί το καλοκαίρι.
6. Αν το παραπάνω υπνοδωμάτιο ήταν δυτικού προσανατολισμού, ποιο κλιματιστικό μηχάνημα θα επιλέγατε;

7. Επισκεφθείτε χώρους στην περιοχή σας (πχ καφετέρια, κατάστημα τροφίμων, κλπ), που έχουν εγκατεστημένες μικρές κλιματιστικές μονάδες και σημειώστε τον τύπο τους, καθώς επίσης και τα άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.
8. Ζητήστε από την κατασκευάστρια εταιρεία, μέσω τηλεφώνου, επιστολής ή fax, να σας αποστείλει το τεχνικό φυλλάδιο του παραπάνω κλιματιστικού μηχανήματος που επιλέξατε και συζητήστε το με τον καθηγητή σας.
9. Να επισκεφτείτε με τον καθηγητή σας μια βιομηχανία κατασκευής μικρών κλιματιστικών μονάδων και να καταγράψετε τα βασικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται από τους τεχνικούς για τη συναρμολόγηση των μονάδων αυτών. Στη συνέχεια, ετοιμάστε μια σύντομη έκθεση που θα περιλαμβάνει τα διάφορα στάδια της παραγωγής αυτών των κλιματιστικών.
10. Να επισκεφτείτε με τον καθηγητή σας μια βιομηχανία κατασκευής κεντρικών κλιματιστικών μονάδων και να καταγράψετε τα βασικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται από τους τεχνικούς για τη συναρμολόγηση των ΚΚΜ. Στη συνέχεια, ετοιμάστε μια σύντομη έκθεση που θα περιλαμβάνει τα διάφορα στάδια της παραγωγής αυτών των μονάδων.