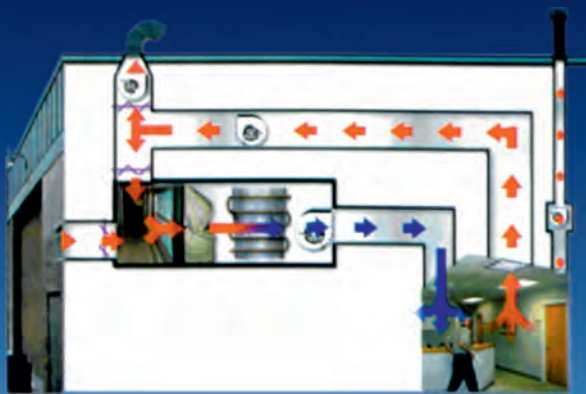


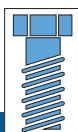
Κωνσταντίνος Μπαλαράς Παναγιώτης Μπίμπης Κωνσταντίνος Θεοφύλακτος

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ Ι



Ειδικότητες:
Τεχνικός Εγκαταστάσεων
Ψύξης, Αερισμού και
Κλιματισμού &
Τεχνικός Μηχανολογικών
Εγκαταστάσεων και
Κατασκευών

Γ' ΤΑΞΗ ΕΠΑ.Λ.



ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ Ι

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

- Μπαλαράς Κωνσταντίνος, Ph. D. Μηχανολόγος Μηχανικός
- Μπίμπης Παναγιώτης, Μηχανολόγος Μηχανικός, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης
- Θεοφύλακτος Κωνσταντίνος, M. Sc. Μηχανολόγος Μηχανικός

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ

- Ροζάκος Νικόλαος, Μηχανολόγος Μηχανικός

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ

- Τσίλης Βασίλειος, Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης
- Κοτζάμπασης Γεώργιος, Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
- Λιβαδάς Σταύρος, Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

- Ελευθερόπουλος Γεώργιος, Φιλολόγος

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

- Βαρσαμίδης Γεώργιος

– Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου:

Γεώργιος Βούτσινος

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

– Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα

Δαφέρμος Ολύμπιος

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ Ι

ΜΠΑΛΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΜΠΙΜΠΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΘΕΟΦΥΛΑΚΤΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου
πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Γ΄ ΤΑΞΗ ΕΠΑ.Λ.

Ειδικότητες: *Τεχνικός Εγκαταστάσεων Ψύξης, Αερισμού και Κλιματισμού*
Τεχνικός Μηχανολογικών Εγκαταστάσεων και Κατασκευών

ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο αντικειμενικός σκοπός της συγγραφής του βιβλίου «Εγκαταστάσεις Κλιματισμού Ι» είναι να αποτελέσει ένα διδακτικό, συμβουλευτικό και καθοδηγητικό μέσο για τους μαθητές των ΤΕΕ του 2ου κύκλου του Μηχανολογικού Τομέα, και πιστεύουμε ότι θα προσφέρει πολλαπλά οφέλη, τόσο σε θεωρητικό, όσο και σε πρακτικό επίπεδο.

Κάθε κεφάλαιο του βιβλίου αυτού περιλαμβάνει:

- Τους επιδιωκόμενους στόχους του,
- Την περιγραφή και τους τρόπους λειτουργίας των συστημάτων κλιματισμού, με τη βοήθεια των απαραίτητων σχεδίων, σχημάτων, εικόνων και πινάκων, ώστε να κατανοηθεί σε βάθος το περιεχόμενο του κεφαλαίου από τους μαθητές.

Στο τέλος κάθε κεφαλαίου υπάρχουν θεωρητικές ερωτήσεις και ασκήσεις, που πιστεύουμε ότι συμβάλλουν στον έλεγχο του βαθμού κατανόησης και αφομοίωσης από τους μαθητές της ύλης που διδάχθηκαν.

Πρέπει να τονιστεί ότι το βιβλίο αυτό δεν στοχεύει στην αντικατάσταση του πολλαπλού ρόλου του εκπαιδευτικού στην τάξη ή το εργαστήριο, αλλά αντίθετα, θεωρούμε ότι τον βοηθά να επιτύχει ευκολότερα τη δύσκολη αποστολή του, διδακτική και παιδαγωγική.

Το βιβλίο αυτό συνοδεύεται από τον «Εργαστηριακό Οδηγό», όπου περιγράφονται με αναλυτικό τρόπο ενδεικτικές ασκήσεις για την εκτέλεσή τους στο εργαστήριο, οι οποίες μπορούν να εκτελεστούν ατομικά ή συλλογικά από τους μαθητές, με την επίβλεψη πάντα των καθηγητών τους.

Ευχαριστούμε το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, που μας έδωσε την ευκαιρία να καταθέσουμε τις γνώσεις και την εμπειρία μας μέσα από αυτό το βιβλίο, ελπίζοντας πως ανταποκριθήκαμε σε ικανοποιητικό βαθμό στις προσδοκίες του.

Αθήνα 2001
Οι συγγραφείς

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1.3 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ

1.4 ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ

1.5 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ



ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

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

- ✓ Να κατανοήσουν την έννοια του όρου «Κλιματισμός».
- ✓ Να γνωρίζουν την ιστορική και τεχνολογική εξέλιξη του κλιματισμού.
- ✓ Να γνωρίζουν τη σημασία του κλιματισμού για όλο το χρόνο, καθώς και των συνθηκών άνεσης που προσφέρει.
- ✓ Να αναφέρουν τους τύπους των κλιματιστικών συστημάτων που κατασκευάζονται σήμερα.
- ✓ Να περιγράφουν τις βασικές εφαρμογές του κλιματισμού, σε μικρές εγκαταστάσεις.

1.1 Εισαγωγή

Κλιματισμός είναι η διαδικασία ελέγχου και ρύθμισης, στα επιθυμητά όρια, της:

- ▶ **θερμοκρασίας** του αέρα
- ▶ **υγρασίας** του αέρα
- ▶ **ποιότητας** του αέρα
- ▶ **κυκλοφορίας** του αέρα

σε εσωτερικούς χώρους κτιρίων (κατοικίας, εργασίας κ.λπ.), σε άλλους κλειστούς χώρους (π.χ. αυτοκίνητα), ή σε χώρους παραγωγής, επεξεργασίας και διατήρησης προϊόντων, έτσι ώστε τα άτομα που βρίσκονται σ' αυτούς, να αισθάνονται άνετα, ανεξάρτητα από τις συνθήκες που επικρατούν στο εξωτερικό περιβάλλον.

Για τον έλεγχο και τη ρύθμιση των πιο πάνω παραμέτρων, χρησιμοποιούνται οι **κλιματιστικές μονάδες**. Οι πιο απλές απ' αυτές είναι μικρές αυτόνομες μονάδες, γνωστές σαν «κλιματιστικά», και οι οποίες τοποθετούνται εύκολα σε μικρούς χώρους, όπως, για παράδειγμα, σ' ένα δωμάτιο. Για τον κλιματισμό, όμως, ενός ολόκληρου κτιρίου, χρησιμοποιούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες μεγάλης ισχύος.

Ο κλιματισμός δημιουργεί ένα άνετο περιβάλλον, χειμώνα/καλοκαίρι, έτσι ώστε να βρισκόμαστε σε **θερμική άνεση**.

Οι βασικές παράμετροι και λειτουργίες του κλιματισμού έχουν ως εξής:



- Η **θερμοκρασία** του εσωτερικού αέρα μειώνεται με την αφαίρεση θερμότητας, οπότε έχουμε **ψύξη** και αυξάνεται με την προσθήκη θερμότητας, οπότε έχουμε **θέρμανση**.



- Η **υγρασία** του εσωτερικού αέρα μειώνεται με την αφαίρεση υδρατμών, οπότε έχουμε **αφύγρανση** και αυξάνεται με την προσθήκη υδρατμών, οπότε έχουμε **ύγρανση**.
- Η **ποιότητα** του εσωτερικού αέρα βελτιώνεται, αφενός με τον **καθαρισμό (φιλτράρισμα)** του από σκόνη, γύρη, μικροοργανισμούς και άλλα σωματίδια, και αφετέρου με την **ανανέωσή** του με φρέσκο εξωτερικό αέρα, σε τακτά χρονικά διαστήματα.



- Η **κυκλοφορία** του αέρα ρυθμίζεται έτσι, ώστε να μη δημιουργούνται ενοχλητικά ρεύματα αέρα, διατηρώντας, δηλαδή, χαμηλή ταχύτητα κυκλοφορίας του αέρα μέσα στο χώρο.
- Η σωστή επιλογή, η κατάλληλη τοποθέτηση και συντήρηση των κλιματιστικών μονάδων εξασφαλίζει ένα άνετο περιβάλλον διαβίωσης και εργασίας. Παράλληλα, όμως, η λειτουργία τους πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο αθόρυβη, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται και η **ακουστική άνεση**.

Κάθε εσωτερικός χώρος, λοιπόν, κερδίζει θερμότητα («θερμική επιβάρυνση» - «**θερμικό κέρδος**») αλλά και χάνει θερμότητα («**θερμική απώλεια**»), ανάλογα με τις εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες.

Το **αισθητό φορτίο**, δηλαδή η διαφορά των θερμικών κερδών και απωλειών, καθορίζει την αύξηση ή τη μείωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα, ενώ το **φορτίο** είναι το ποσό της θερμότητας που κερδίζει ή χάνει ο εσωτερικός αέρας στη μονάδα του χρόνου (ψυκτική ισχύς σε kW ή kcal/h).

Εάν τα θερμικά κέρδη είναι μεγαλύτερα, τότε αυξάνεται η θερμοκρασία του αέρα, ενώ εάν οι θερμικές απώλειες είναι μεγαλύτερες, τότε μειώνεται η θερμοκρασία του.

$$\text{Αισθητό φορτίο} = \text{Θερμικά κέρδη} - \text{Θερμικές απώλειες}$$

Άρα:

Η θερμότητα (θερμικό κέρδος) που προστίθεται στο χώρο, με συνέπεια να αυξηθεί και η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα, προέρχεται:

- από **εξωτερικές πηγές** (π.χ. από τον ήλιο που περνά στο χώρο, μέσα από τα παράθυρα) και
- από **εσωτερικές πηγές** (π.χ. από τα μηχανήματα, τις συσκευές, τους ανθρώπους και τον φωτισμό).

π.χ. Παράδειγμα – Καλοκαίρι

Όταν έξω κάνει ζέστη, δεν υπάρχουν θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, οπότε το θερμικό κέρδος από εξωτερικές και εσωτερικές πηγές αυξάνει τη θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα. Έτσι, για να αφαιρεθεί η απαιτούμενη ποσότητα θερμότητας από τον αέρα και να μειωθεί η θερμοκρασία του αέρα, ώστε να αισθανόμαστε άνετα, χρησιμοποιείται μια κλιματιστική μονάδα.

Η θερμότητα που θα πρέπει να αφαιρέσει η κλιματιστική αυτή μονάδα, με σκοπό να επέλθει η ψύξη του αέρα, ονομάζεται **αισθητό ψυκτικό φορτίο**.

π.χ. Παράδειγμα - Χειμώνας

Όταν έξω κάνει κρύο, επειδή ο εσωτερικός αέρας έχει υψηλότερη θερμοκρασία από την αντίστοιχη του εξωτερικού αέρα, η θερμότητα περνά προς το εξωτερικό περιβάλλον, μέσα από τους τοίχους και τα τζάμια των παραθύρων, οπότε έχουμε θερμική απώλεια. Τα θερμικά κέρδη από εσωτερικές πηγές δεν

είναι αρκετά για να διατηρήσουν το χώρο ζεστό. Έτσι, για να προστεθεί η απαιτούμενη ποσότητα θερμότητας στον αέρα και να αυξηθεί η θερμοκρασία του, ώστε να αισθανόμαστε άνετα, η κλιματιστική μονάδα πρέπει να δώσει θερμότητα (θερμικό κέρδος) στο χώρο.

Η θερμότητα που θα πρέπει να προσθέσει η κλιματιστική μονάδα για τη θέρμανση του αέρα ονομάζεται **αισθητό θερμικό φορτίο**.

Το μέγεθος της κλιματιστικής μονάδας πρέπει να είναι σε θέση να καλύψει το αισθητό ψυκτικό φορτίο για ψύξη το καλοκαίρι και το αισθητό θερμικό φορτίο για θέρμανση το χειμώνα, εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου.

Ο έλεγχος της υγρασίας του αέρα είναι, επίσης, απαραίτητος για να αισθανόμαστε άνετα. Συνεπώς, το μέγεθος της κλιματιστικής μονάδας θα πρέπει να είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες για έλεγχο της υγρασίας του αέρα, δηλαδή για αφύγρανση (**λανθάνον ψυκτικό φορτίο**) και για ύγρανση (**λανθάνον θερμικό φορτίο**), εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου.

Η πλέον διαδεδομένη μέθοδος λειτουργίας των κλιματιστικών είναι αυτή του κύκλου συμπίεσης ενός **ψυκτικού ρευστού** (π.χ. φρέον) που κυκλοφορεί μέσα στις επιμέρους συσκευές και εξαρτήματα της μονάδας, ενώ για να λειτουργήσουν τα κλιματιστικά καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια.

Κάθε κλιματιστικό χαρακτηρίζεται από το **συντελεστή απόδοσης** (Coefficient Of Performance - **COP**) ο οποίος ορίζεται ως ο λόγος της ωφέλιμης ισχύος προς την ισχύ που προσδίδεται (καταναλώνεται).

π.χ. Παράδειγμα

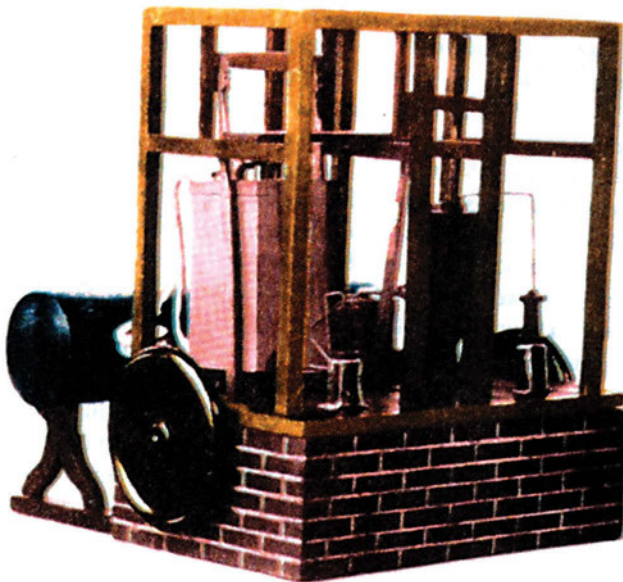
Εάν ένα κλιματιστικό λειτουργεί για ψύξη του αέρα, ο συντελεστής απόδοσης ορίζεται ως το πηλίκο της ψυκτικής του ισχύος προς την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει.

Τα νέα κλιματιστικά έχουν υψηλό COP (από 2 έως 3, ανάλογα τις συνθήκες λειτουργίας και τον τύπο της μονάδας), προσφέροντας οικονομική λειτουργία, αφού αποδίδουν πολλαπλάσια ισχύ σε σχέση με αυτή που καταναλώνουν.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Η δημιουργία των κλιματιστικών είναι σχετικά πρόσφατη, αφού η πρώτη εφαρμογή έγινε το 1834 από τον Perkins (Πέρκινς), ο οποίος κατασκεύασε ένα χειροκίνητο συμπιεστή, που λειτουργούσε με αιθάνιο σαν ψυκτικό ρευστό.

Το 1851, ο Gorrie (Γκοριέ), Αμερικανός γιατρός, φυσικός και εφευρέτης, που εξασκούσε την Ιατρική στη Φλώριδα των ΗΠΑ, πρότεινε, κατασκεύασε και λειτούργησε μια μηχανή ψύξης (Εικόνα 1.1) με βασικό στόχο τη θερμική άνεση σε χώρους νοσηλείας. Οι λόγοι που τον οδήγησαν να σχεδιάσει τη μηχανή αυτή ήταν η θέλησή του να σώσει τις ζωές ναυτικών, που υπέφεραν από ελονοσία και κίτρινο πυρετό, λόγω των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούσαν στην περιοχή.



Εικόνα 1.1: Μηχανή ψύξης Gorrie.

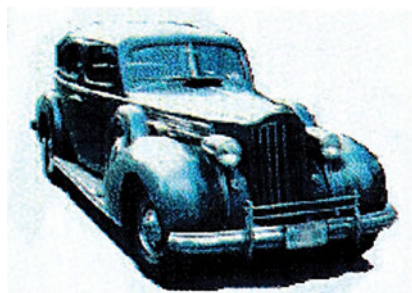
Τη μηχανή του Gorrie (Γκοριέ) βελτίωσε ο Linde (Λίντε) το 1856, λειτουργώντας την με αμμωνία. Όμως ο ρυθμός ανάπτυξης τέτοιων συστημάτων τα επόμενα χρόνια ήταν αρκετά αργός, αφού χρησιμοποιούσαν ακόμη ατμομηχανές για τη λειτουργία των συμπιεστών.

Ο όρος «Κλιματισμός» ανήκει στον Cramer (Κράμερ), που τον χρησιμοποίησε για πρώτη φορά, το 1907 σε διάλεξη του για τον έλεγχο της υγρασίας

στο χώρο της υφαντουργίας. Το 1911, ο Carrier (Κάριερ) δημοσίευσε αποτελέσματα πολυετών ερευνών, βάζοντας τις επιστημονικές βάσεις του κλιματισμού.

Η χρήση του κλιματισμού για τη βελτίωση της θερμικής άνεσης του ανθρώπου, εμφανίστηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1920, για την ψύξη του αέρα σε μεγάλους χώρους συγκέντρωσης ατόμων, όπως είναι τα θέατρα, τα καταστήματα και τα κτίρια των γραφείων. Παράλληλα, το 1927 εμφανίστηκε η πρώτη μονάδα θέρμανσης/κλιματισμού για αυτοκίνητο.

Με το τέλος του Α' παγκοσμίου πολέμου παρατηρείται σημαντική τεχνολογική ανάπτυξη με την εισαγωγή ηλεκτρικών κινητήρων στους συμπιεστές, αλλά και στο σχεδιασμό και τη λειτουργία βελτιωμένων τύπων συμπιεστών. Αποκορύφωμα της τεχνολογικής αυτής προόδου ήταν η δεκαετία του 1940, όταν ο Pond (Ποντ) παρουσίασε στην αγορά ένα νέο ψυκτικό ρευστό για τα ομώνυμα μηχανήματα, με το όνομα **«Φρέον» (Freon)**, με άριστα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά.



Εικόνα 1.2: Το πρώτο κλιματιζόμενο αυτοκίνητο.

Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας που παρατηρείται με το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου (1945) και η θεαματική άνοδος του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων του αναπτυσσόμενου κόσμου είχαν σαν αποτέλεσμα τη συστηματική, πλέον, χρήση κλιματιστικών στα κτίρια.

Παράλληλα, περίπου τέσσερις χιλιάδες μονάδες κλιματιστικών είχαν τοποθετηθεί σε αυτοκίνητα, που κυ-

κλοφορούσαν την εποχή εκείνη (Εικόνα 1.2).

Σήμερα, ο κλιματισμός δεν είναι πλέον πολυτέλεια, και χρησιμοποιείται σε χώρους κατοικίας, εργασίας και συνάθροισης ατόμων, με σκοπό τη δημιουργία θερμικής άνεσης όλο το χρόνο. Η χρήση, όμως, κλιματιστικών μονάδων, που λειτουργούν με Φρέον, δημιούργησε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, γνωστά ως το φαινόμενο του «θερμοκηπίου», που επιφέρουν σοβαρές κλιματικές αλλαγές, λόγω της μείωσης της στοιβάδας του όζοντος.

Ήδη, όμως, εδώ και μια δεκαετία γίνεται μια συστηματική προσπάθεια σε όλο τον κόσμο για την αντικατάσταση των παλιών ψυκτικών ρευστών με νέα, που είναι φιλικά στο περιβάλλον. Η έρευνα στον τομέα αυτό δεν έχει ακόμη καταλήξει σε οριστικές λύσεις, αλλά σήμερα κυκλοφορούν κάποια «μεταβατικά» οικολογικά ψυκτικά ρευστά, με την ελπίδα πως σύντομα θα παραχθεί

ο ιδανικός τύπος υγρού που θα εκμεταλλεύεται πλήρως τις δυνατότητες των κλιματιστικών μονάδων, αλλά και δε θα προξενεί καμία βλάβη στο περιβάλλον.

1.3 Κλιματισμός για όλο το χρόνο

Η έννοια του κλιματισμού είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη θερμική άνεση, δηλαδή την επίτευξη εκείνων των συνθηκών θερμοκρασίας, υγρασίας και ταχύτητας κυκλοφορίας του αέρα, στις οποίες αισθανόμαστε άνετα προσφέροντάς μας ευεξία, σωματική και ψυχική, βασικότερη δηλαδή προϋπόθεση για κάθε δημιουργική προσπάθεια.

 Το **καλοκαίρι**, η κλιματιστική μονάδα ενός χώρου λειτουργεί για να καλύψει το **ψυκτικό φορτίο**, δηλαδή τα θερμικά κέρδη του χώρου, και να μειώσει την εσωτερική θερμοκρασία του αέρα δημιουργώντας **ψύξη**.

Το μεγαλύτερο φορτίο προέρχεται από τον ήλιο (ηλιακή ακτινοβολία) που εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους μέσα από τα τζάμια (διαφανείς επιφάνειες). Έτσι, όταν η ηλιακή ακτινοβολία απορροφηθεί από τις εσωτερικές επιφάνειες, αυξάνεται η θερμοκρασία τους και αρχίζουν να εκπέμπουν θερμότητα, η οποία, στη συνέχεια, αυξάνει και τη θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα. Οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων απορροφούν επίσης την ηλιακή ακτινοβολία, με συνέπεια να αυξάνεται η θερμοκρασία τους, οπότε και η θερμότητα μεταδίδεται προς τον εσωτερικό χώρο μέσα από τους τοίχους και την οροφή, αυξάνοντας το ψυκτικό φορτίο. Επιπλέον, η είσοδος του εξωτερικού ζεστού αέρα στον εσωτερικό χώρο, π.χ. από ένα παράθυρο που δεν έχει κλείσει καλά, ή ακόμη και η ανάγκη εισαγωγής εξωτερικού αέρα μέσα στον χώρο, αυξάνουν τη θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα και, συνεπώς, αυξάνουν ακόμη περισσότερο το ψυκτικό φορτίο.

Τα **ψυκτικά φορτία** προέρχονται από εξωτερικές και εσωτερικές πηγές, καθώς και από τον αερισμό.

Πιο αναλυτικά:

1) Εξωτερικές πηγές

Το καλοκαίρι, η **ηλιακή ακτινοβολία** αυξάνει το ψυκτικό φορτίο και γι' αυτό είναι απαραίτητη η εξωτερική σκίαση των παραθύρων και άλλων γυάλινων επιφανειών (π.χ. τέντες) ή εσωτερική, εάν δεν υπάρχει άλλη λύση.

π.χ. Παράδειγμα

Το καλοκαίρι κατεβάζουμε τις τέντες ή κλείνουμε τα πατζούρια των παραθύρων, έτσι ώστε να εμποδίσουμε τον ήλιο να περάσει στους εσωτερικούς χώρους. Με τον τρόπο αυτό, οι εσωτερικοί χώροι διατηρούνται πιο δροσεροί.

Η **θερμομόνωση** των τοίχων και της οροφής περιορίζει τα θερμικά κέρδη του χώρου ο οποίος κλιματίζεται.

π.χ. Παράδειγμα

Η εσωτερική επιφάνεια ενός τοίχου ο οποίος δεν έχει θερμομόνωση είναι πιο ζεστή από την αντίστοιχη ενός που διαθέτει θερμομόνωση. Η πλάκα της ταράτσας μιας μονοκατοικίας ή του τελευταίου ορόφου μιας πολυκατοικίας, εάν δεν έχει θερμομόνωση, τότε αυτή λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας ζεσταίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα το απόγευμα και το βράδυ να αισθανόμαστε τη θερμότητα, που ακτινοβολείται μέσα στον εσωτερικό χώρο.

Επίσης, το **χρώμα** μιας επιφάνειας (π.χ. ενός τοίχου) επηρεάζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας, που θα απορροφηθεί από την επιφάνεια, και κατ' επέκταση και τη θερμοκρασία που θα φτάσει στον εσωτερικό χώρο.

π.χ. Παράδειγμα

Οι σκούρες επιφάνειες που είναι εκτεθειμένες στον ήλιο ζεσταίνονται περισσότερο από τις ανοιχτόχρωμες και, συνεπώς, εκπέμπουν μεγαλύτερη θερμότητα.

2) Εσωτερικές πηγές

Τα εσωτερικά φορτία προέρχονται από το **φωτισμό**, τους **ανθρώπους**, τις **συσκευές** ή τα **μηχανήματα**, πηγές δηλαδή που αυξάνουν τη θερμοκρασία του αέρα με τη θερμότητα που αποβάλλουν, προκαλώντας **αισθητό ψυκτικό φορτίο**. Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις, όπως π.χ. στην περίπτωση της αποδιδόμενης από τους ανθρώπους θερμότητας, αυξάνεται και η υγρασία, προκαλώντας **λανθάνον ψυκτικό φορτίο**.

π.χ. Παράδειγμα

Σε ένα χώρο όπου συγκεντρώνεται μεγάλος αριθμός ανθρώπων (π.χ. σε μια αίθουσα κινηματογράφου) το «αισθητό» και «λανθάνον» φορτίο είναι πολύ υψηλό. Γι' αυτό, εάν δεν υπάρχει κλιματισμός, ο αέρας γρήγορα ζεσταίνεται και προκαλείται δυσφορία.

Το καλοκαίρι, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη αυξάνουν το ψυκτικό φορτίο, γι' αυτό και τα θερμικά φορτία από τον φωτισμό μπορούν να μειωθούν, χρησιμοποιώντας **ενεργειακούς λαμπτήρες**, που εκπέμπουν λιγότερη θερμότητα από τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, ενώ, παράλληλα, εξοικονομούν ηλεκτρική ενέργεια. Οι νέες συσκευές γραφείου (π.χ. εκτυπωτές, ηλεκτρονικοί υπολογιστές) έχουν αυτοματοποιημένη λειτουργία, έτσι ώστε να κλείνουν μόνες τους, εφόσον δεν χρησιμοποιούνται, με αποτέλεσμα να μειώνεται η θερμότητα που αποδίδουν στο χώρο και να καταναλώνουν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια.

3) Αερισμός

Τα φορτία αερισμού προέρχονται τόσο από το νωπό (φρέσκο) αέρα που απαιτείται για τον αερισμό των χώρων, όσο και από το ζεστό εξωτερικό αέρα, που εισέρχεται μέσα από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων, όπως είναι τα παράθυρα, οι πόρτες κ.ά.

Ο ζεστός αέρας αυξάνει το **αισθητό ψυκτικό φορτίο**, ενώ αν εμπεριέχει και υψηλή υγρασία, αυξάνεται και το **λανθάνον ψυκτικό φορτίο**.

Η **αεροστεγανότητα** των ανοιγμάτων περιορίζει σημαντικά τα θερμικά κέρδη και, συνεπώς, μειώνει το ψυκτικό φορτίο. Χρειάζεται, όμως, περιοδικά να γίνεται καλός αερισμός του εσωτερικού χώρου, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει κάποιο μηχανικό σύστημα αερισμού, για να διασφαλίζεται η ανανέωση και η ποιότητα του εσωτερικού αέρα.

Ο αέρας το καλοκαίρι χρειάζεται **αφύγγρανση**, γιατί η υψηλή υγρασία:

- επηρεάζει αρνητικά τις συνθήκες θερμικής άνεσης του ανθρώπου, αφού περιορίζει την εξάτμιση του ιδρώτα από το σώμα, με συνέπεια ο άνθρωπος να αισθάνεται δυσφορία, ακόμη και εάν η θερμοκρασία του αέρα είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα
- ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών αφού η υγρασία όταν κυμαίνεται σε επίπεδα ασφαλείας, δηλαδή κάτω από 70%, περιορίζει δραστικά την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και των μυκήτων).

Τα αποδεκτά όρια σχετικής υγρασίας είναι μεταξύ 45%-60%.

☞ Το **χειμώνα**, η κλιματιστική μονάδα λειτουργεί για να καλύψει το θερμικό φορτίο, δηλαδή τη διαφορά μεταξύ των θερμικών κερδών (ποσών θερμότητας που προστίθενται στο χώρο) και των θερμικών απωλειών (ποσών θερμότητας που αφαιρούνται από το χώρο), και να αυξήσει την εσωτερική θερμοκρασία του αέρα (θέρμανση).

Τα **θερμικά κέρδη** μπορεί να προέρχονται τόσο από εξωτερικές, όσο και εσωτερικές πηγές.

Πιο αναλυτικά:

1) Εξωτερικές πηγές

Τα εξωτερικά θερμικά κέρδη προέρχονται από την **ηλιακή ακτινοβολία** που, πιθανώς, εισέρχεται στον χώρο από τα τζάμια (διαφανείς επιφάνειες).

Η ηλιακή ενέργεια προσφέρει δωρεάν θέρμανση και μειώνει το θερμικό φορτίο.

π.χ. Παράδειγμα

Το χειμώνα ανοίγουμε τις κουρτίνες, έτσι ώστε να αφήσουμε τον ήλιο να διεισδύσει στους εσωτερικούς χώρους. Έτσι εάν πλησιάσουμε κοντά σε ένα ηλιόλουστο παράθυρο, ζεσταινόμαστε.

2) Εσωτερικές πηγές

Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη στα κτίρια προέρχονται, όπως ήδη αναφέρθηκε, από το **φωτισμό**, τους **ανθρώπους**, τις **συσκευές** ή τα **μηχανήματα**, παράγοντες οι οποίοι αυξάνουν τη θερμοκρασία του αέρα με τη θερμότητα που αποβάλλουν.

Τα εσωτερικά κέρδη συνεισφέρουν στη μείωση του θερμικού φορτίου.

π.χ. Παράδειγμα

Σε ένα χώρο όπου συγκεντρώνεται μεγάλος αριθμός ανθρώπων (π.χ. σε μια αίθουσα κινηματογράφου), το χειμώνα μπορεί να μη λειτουργεί η θέρμανση και να αισθανόμαστε άνετα.

Οι **θερμικές απώλειες** μπορεί να προέρχονται από τους τοίχους και τα τζάμια ενός κτιρίου, καθώς και από τον αερισμό του. Πιο αναλυτικά:

1) Τοίχοι & Τζάμια

Η καλή θερμομόνωση των τοίχων περιορίζει τις θερμικές απώλειες.

Η μετάδοση θερμότητας ανάμεσα στους εσωτερικούς χώρους ενός κτίσματος και στο εξωτερικό περιβάλλον, δηλαδή τον αέρα, το έδαφος και τους μη θερμαινόμενους χώρους, γίνεται μέσα από τους τοίχους (αδιαφανείς επιφάνειες) και τα τζάμια (διαφανείς επιφάνειες), λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού αέρα.

Οι απώλειες θερμότητας είναι πολύ μεγαλύτερες μέσα από το μονό (απλό) γυαλί, σε σχέση με τις αντίστοιχες μέσα από ένα καλά θερμομονωμένο τοίχο ή από τα **διπλά τζάμια** των παραθύρων.

2) Αερισμός

Τα φορτία αερισμού προέρχονται τόσο από την είσοδο κρύου εξωτερικού αέρα μέσα από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων (π.χ. παραθύρων, θυρών) όσο και από το νωπό (φρέσκο) αέρα που είναι απαραίτητος για τον αερισμό των χώ-

ρων. Ο κρύος αέρας αυξάνει το **αισθητό θερμικό φορτίο**, ενώ αν έχει και χαμηλή υγρασία, αυξάνει και το **λανθάνον θερμικό φορτίο**.

Η **αεροστεγανότητα** των παραπάνω ανοιγμάτων περιορίζει τις απώλειες της θερμότητας και, συνεπώς, μειώνει το θερμικό φορτίο. Χρειάζεται, όμως, περιοδικά να γίνεται καλός αερισμός του εσωτερικού χώρου, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει κάποιο μηχανικό σύστημα αερισμού, για να διασφαλίζεται η ανανέωση και τελικά η ιδανική ποιότητα του εσωτερικού αέρα.

π.χ. Παράδειγμα

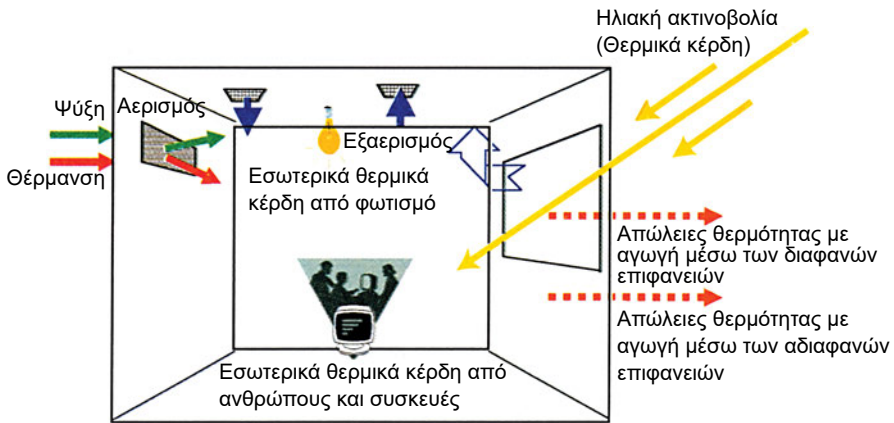
Εάν αισθάνεστε ρεύματα αέρα κοντά σε πόρτες και παράθυρα ή παρατηρείτε τις κουρτίνες να κινούνται όταν έξω φυσάει, τότε ο κρύος αυτός εξωτερικός αέρας, πιθανότατα, περνά μέσα και από τις χαραμάδες, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απώλειες της θερμότητας του χώρου.

Ο αέρας το χειμώνα μπορεί και να χρειαστεί περαιτέρω **ύγρανση**, εάν η υγρασία του είναι χαμηλή, γεγονός που επηρεάζει αρνητικά τις συνθήκες θερμικής άνεσης, αφού ξηραίνεται ο αέρας, με επακόλουθο να κρυώνουμε περισσότερο, ακόμη και εάν η θερμοκρασία του είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα. Για το λόγο αυτό, πρέπει **η σχετική υγρασία να διατηρείται σε τιμές μεγαλύτερες από 40%**.

Η ύγρανση του αέρα γίνεται από τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, ενώ στις τοπικές ανεξάρτητες μονάδες, των μικρών κλιματιζόμενων χώρων, αυτή γίνεται συνήθως με μικρές αυτόνομες ηλεκτρικές συσκευές που εξατμίζουν νερό, γνωστές ως **υγραντήρες**.

Τα αποδεκτά όρια σχετικής υγρασίας το χειμώνα είναι μεταξύ 40%-70%.

Οι βασικοί παράγοντες που αυξάνουν ή μειώνουν τα ψυκτικά και θερμικά φορτία παρουσιάζονται γραφικά στο Σχήμα 1.1.



Σχήμα 1.1: Σχηματική περιγραφή των θερμικών απωλειών και κερδών σε ένα χώρο.

Συνοπτικά λοιπόν:

- Η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους πρέπει να είναι ελεγχόμενη, γιατί τον μεν χειμώνα μειώνει το θερμικό φορτίο, το δε καλοκαίρι αυξάνει το ψυκτικό φορτίο.
- Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη μειώνουν το θερμικό φορτίο και αυξάνουν το ψυκτικό φορτίο.
- Η μείωση των θερμικών φορτίων μπορεί να επιτευχθεί με τον περιορισμό των απωλειών της θερμότητας (π.χ. με θερμομόνωση τοίχων, με τοποθέτηση διπλών τζαμιών, με αεροστεγάνωση). Επίσης, τα ψυκτικά φορτία, παρουσιάζουν, κατά κανόνα, ανάλογη μείωση.
- Ο εξωτερικός αέρας που πρέπει να κλιματιστεί αυξάνει τόσο το ψυκτικό όσο και το θερμικό φορτίο.

Οι προτεινόμενες εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας για κλιματιζόμενα κτίρια, σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΟΤΕΕ) 2423/86, παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 1.1. Ανάλογα, βέβαια, με τη χρήση των χώρων, οι συνθήκες αυτές είναι διαφορετικές, ενώ για χρήσεις, όπου υπάρχουν άλλες συγκεκριμένες απαιτήσεις (προδιαγραφές), ασφαλώς και υπερσχύουν αυτών που δίνονται στον Πίνακα.

Πίνακας 1.1: Επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες.

Είδος χώρου	Χειμώνας	Καλοκαίρι	
	Θερμοκρασία (°C)	Θερμοκρασία (°C)	Σχετική υγρασία (%)
ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ			
Υπνοδωμάτια, καθιστικά, κουζίνες	20	26	55-50
Λουτρά	22	--	--
Προθάλαμοι, διάδρομοι	15	28	--
ΣΧΟΛΕΙΑ			
Αίθουσες διδασκαλίας	18	25-26	50
Γραφεία, βιβλιοθήκη	20	25-26	45-50
Λουτρά, αποδυτήρια	22	--	--
Ιατρεία	24	--	--
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ			
Δωμάτια	20	26	55-50
Λουτρά	22	--	--
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ			
Θάλαμοι ασθενών	22	26	55-50
Λουτρά	22	--	--
Χειρουργεία	20-35	ειδικός κλιματισμός	
Αίθουσες διημερεύσεως, διάδρομοι	18	--	--

Έτσι, ανάλογα με τη θέση, τα επιμέρους εξαρτήματα και το μέγεθος της κλιματιστικής μονάδας, τα συστήματα κλιματισμού διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- Στις αυτόνομες (τοπικές) μονάδες μικρής και μεσαίας ισχύος, και
- Στις κεντρικές μονάδες μεγάλης ισχύος.

Ανάλογα, επίσης, με τα χαρακτηριστικά των συστημάτων και των δύο αυτών παραπάνω κατηγοριών, οι μονάδες κλιματισμού λειτουργούν:

- Μόνο με αέρα (αέρα – αέρα)
- Μόνο με νερό (νερού – νερού)
- Με αέρα και νερό
- Με ψυκτικό ρευστό και αέρα (αντλίες θερμότητας).

1.4 Τα είδη των κλιματιστικών

Οι **αυτόνομες (τοπικές) μονάδες** χρησιμοποιούνται, συνήθως, για τον κλιματισμό μικρών χώρων.

Τα πιο διαδομένα συστήματα είναι οι μονάδες που μπορούν να λειτουργήσουν για την παραγωγή θέρμανσης και ψύξης, και οι οποίες ονομάζονται **αντλίες θερμότητας (heat pumps)**. Οι μονάδες αυτές κλιματίζουν, τοπικά, τον εσωτερικό αέρα και μπορεί να είναι είτε:

- **Ενιαίου τύπου**, όπου όλα τα εξαρτήματα βρίσκονται μέσα στην ίδια μονάδα, η οποία τοποθετείται σε ένα άνοιγμα του τοίχου ή του παραθύρου, είτε
- **Διαιρούμενου τύπου (split)**, όπου τα διάφορα εξαρτήματα της όλης εγκατάστασης χωρίζονται σε δυο μέρη (μονάδες) από τα οποία το ένα τοποθετείται στο εξωτερικό περιβάλλον και το άλλο στον εσωτερικό - κλιματιζόμενο - χώρο. Η εσωτερική μονάδα μπορεί να τοποθετηθεί ψηλά στον τοίχο ή στο δάπεδο, ενώ και οι δυο μονάδες συνδέονται μεταξύ τους με διπλές μικρού μήκους σωληνώσεις, όπου κυκλοφορεί το ψυκτικό μέσο.

Υπάρχουν, βέβαια, και τα μικρά αυτόνομα συστήματα (**multi**), στα οποία μια εξωτερική μονάδα μπορεί να συνδεθεί με δύο έως τέσσερις εσωτερικές μονάδες (τοίχου ή/και δαπέδου ή/και οροφής), και να εξυπηρετήσει έτσι περισσότερους εσωτερικούς χώρους (π.χ. δύο δωμάτια ενός διαμερίσματος ή τους αντίστοιχους επιμέρους χώρους ενός μικρού Γραφείου).

Σε εμπορικές εφαρμογές, όπως δηλαδή στην περίπτωση ενός ενιαίου εκθεσιακού χώρου ή χώρου συγκέντρωσης ατόμων, χρησιμοποιούνται μεγάλες εσωτερικές μονάδες, τύπου «ντουλάπας». Όλες αυτές βέβαια οι κλιματιστικές μονάδες (ενιαίου και διαιρούμενου τύπου), παρουσιάζονται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 3.

Τα **κεντρικά συστήματα** χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις, για τον κλιματισμό δηλαδή μεγάλων κτιρίων ή πολλών εσωτερικών χώρων, και διαθέτουν ένα κεντρικό σύστημα παραγωγής και διανομής κρύου και ζεστού νερού από ψύκτη και λέβητα, ή μεγάλη μονάδα αντλίας θερμότητας (αέρα-νερού ή ψυκτικού ρευστού). Το δίκτυο των σωληνώσεων έχει μεγάλο μήκος, και καλύπτει όλους τους κλιματιζόμενους χώρους συνδέοντας τις εξωτερικές μονάδες με τις **Τοπικές Κλιματιστικές Μονάδες (TKM)** των εσωτερικών χώρων, που τοποθετούνται στο δάπεδο είτε είναι μικρές είτε μεγάλες μονάδες

τύπου ντουλάπας - στον τοίχο ή την οροφή. Η επεξεργασία του αέρα γίνεται, συνήθως, από **τοπικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coils)**. Ανάλογα με τη δυναμικότητα (ισχύ) της εξωτερικής μονάδας, το διαθέσιμο εσωτερικό χώρο και τις απαιτήσεις της εγκατάστασης, υπάρχει δυνατότητα συνδυασμού διαφορετικού αριθμού ή και τύπου εσωτερικών μονάδων.

Μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί ένα κεντρικό σύστημα κλιματισμού και διανομής αέρα. Σ' αυτή την περίπτωση, οι εξωτερικές μονάδες (ψύκτης/λέβητας ή μεγάλη μονάδα αντλίας θερμότητας) τροφοδοτούν μια **Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ)**, πολύ μεγαλύτερου μεγέθους από τις διάφορες ΤΚΜ, όπου γίνεται η επεξεργασία του αέρα, ώστε αυτός να αποκτήσει τα χαρακτηριστικά εκείνα που ορίζουν οι προδιαγραφές του κάθε χώρου. Η διανομή και απόδοση του κλιματισμένου αέρα στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω ενός κεντρικού δικτύου αεραγωγών και ανοιγμάτων (στομίων).

Έτσι ανεξάρτητα από τον τύπο των κλιματιστικών, υπάρχουν, πάντα, οι εξωτερικές και οι εσωτερικές μονάδες, όπως αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.2. Επίσης, στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται οι βασικές αρχές λειτουργίας των κλιματιστικών, ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται η μονάδα η οποία επεξεργάζεται τον αέρα, δηλαδή εάν ο κλιματισμός του αέρα γίνεται τοπικά ή κεντρικά. Τέλος στο Κεφάλαιο 3 γίνεται μια λεπτομερής παρουσίαση των αρχών λειτουργίας και του τρόπου εγκατάστασης των μικρών μονάδων κλιματισμού.

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ
ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ • Ενιάιου τύπου (τοιχίου ή παράθυρου) 	Μικρού μήκους δίκτυο σωλήνων για την κυκλοφορία ψυκτικού. Μια (ή δυο έως τέσσερις) εσωτερικές μονάδες. - Τοίχου - Δαπέδου - Οροφής - Ντουλάπα 
ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ • Ψύκτης/Λέβητας • Αντλία θερμότητας   	Μεγάλου μήκους δίκτυο σωλήνων για την κυκλοφορία ζεστού/κρύου νερού ή ψυκτικού. Συνδυασμός πολλών εσωτερικών μονάδων. - Τοίχου - Δαπέδου - Οροφής - Ντουλάπα  Μεγάλου μήκους δίκτυο αεραγωγών για τη διανομή του κλιματισμένου αέρα μέσω ανοιγμάτων (στομίων): - Τοίχου, - Δαπέδου, - Οροφής. 

Πίνακας 1.2: Διάφοροι τύποι κλιματιστικών μονάδων.

1.4.1 Τοπικές αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες

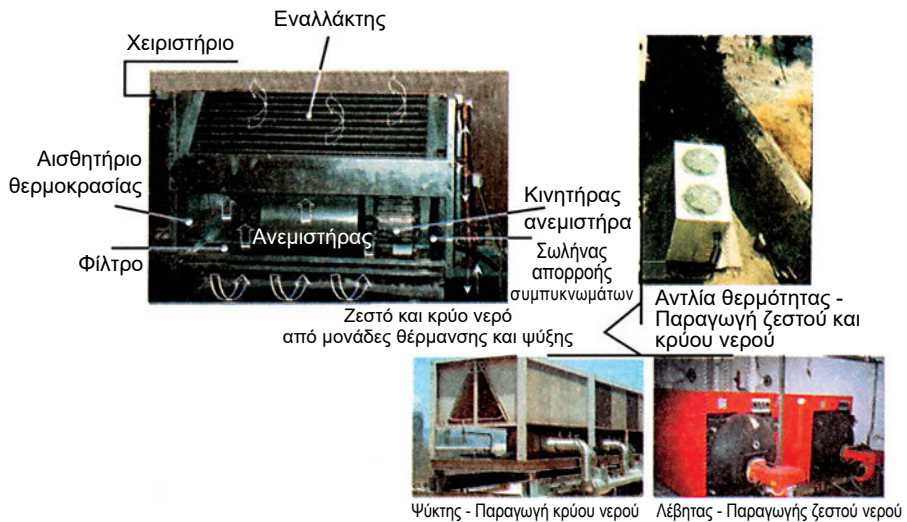
Οι τοπικές μονάδες κλιματίζουν τον εσωτερικό αέρα εκεί όπου είναι τοποθετημένες, ενώ μπορούν να συνδεθούν και με ένα κεντρικό δίκτυο σωληνώσεων, το οποίο θα τις τροφοδοτεί με ζεστό / κρύο νερό ή κάποιο ψυκτικό ρευστό, για να μπορούν να θερμαίνουν ή να ψύχουν, ανάλογα τον αέρα.

• Μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου

Οι μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου είναι γνωστές σαν **fan-coils** (Εικόνα 1.3). Οι μονάδες αυτές αποτελούνται από έναν **εναλλάκτη θερμότητας σωλήνων νερού-αέρα** και έναν **ανεμιστήρα** που είναι προσαρμοσμένος σ' αυτές.

Ο εναλλάκτης κατασκευάζεται, συνήθως, από σειρές χαλκοσωλήνων χωρίς ραφή, (κατά κανόνα, διαμέτρου 10mm), με συνεχή πτερύγια αλουμινίου ή και χαλκού. Διαθέτει «αναμονές» με θηλυκό σπείρωμα για να συνδεθεί με το δίκτυο παροχής (εισόδου) και επιστροφής (εξόδου) του υγρού, που μπορεί να είναι ζεστό ή κρύο νερό ή, αντίστοιχα, κάποιο ψυκτικό ρευστό. Το υγρό που προέρχεται από κάποιο σύστημα θέρμανσης ή ψύξης, κυκλοφορεί μέσα στον εναλλάκτη, ενώ ο ανεμιστήρας της μονάδας αναρροφά τον εσωτερικό αέρα, ο οποίος διαπερνώντας την επιφάνεια του εναλλάκτη, θερμαίνεται ή ψύχεται απ' αυτήν, ανάλογα αν το υγρό που κυκλοφορεί είναι θερμό ή ψυχρό.

Ανάλογα, επίσης με το μέγεθος του εναλλάκτη, η μονάδα που επιλέγεται, έχει ανάλογη ψυκτική και θερμική ικανότητα, ώστε να μπορεί να καλύψει διαφορετικά θερμικά και ψυκτικά φορτία του χώρου. Ο αέρας, επίσης, φιλτράρεται, αφού περνά μέσα από ένα φίλτρο που τοποθετείται σε μεταλλικό πλαίσιο στο κάτω μέρος της μονάδας. **Περιοδικά τα φίλτρα πρέπει να πλένονται και να απολυμαίνονται** ή να **αντικαθίστανται**, όταν αυτό είναι αναγκαίο. Ο ανεμιστήρας κινείται από μονοφασικό ηλεκτροκινητήρα, ο οποίος (κινητήρας) προσαρμόζεται σε ελαστική βάση, για να αποφεύγονται οι κραδασμοί, ενώ η παροχή αέρα στις τυπικές αυτόνομες μονάδες κυμαίνεται από 300-2000 m³/hr. Στο σύστημα περιλαμβάνονται και άλλα εξαρτήματα όπως η ηλεκτροβάννα, η λεκάνη συγκέντρωσης συμπυκνωμάτων από την αφύγρανση του αέρα, η οποία έχει κατάλληλη κλίση και είναι συνδεδεμένη με συλλεκτήριο σωλήνα απορροής του νερού, οι αισθητήρες για τη μέτρηση της θερμοκρασίας (θερμοστάτες) και σε μερικές περιπτώσεις, έναν αισθητήρα για τη μέτρηση της υγρασίας (υγροστάτη), και, τέλος, ένα χειριστήριο λειτουργίας που ρυθμίζει την επιθυμητή θερμοκρασία του εξερχόμενου αέρα και την ταχύτητα του ανεμι-

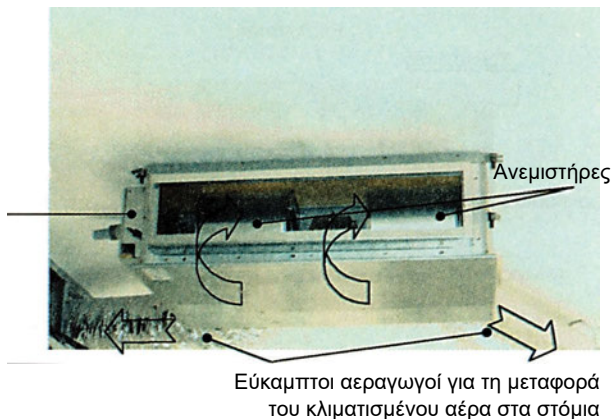


Εικόνα 1.3: α) Εσωτερική μονάδα ανεμιστήρα στοιχείου (fan coil) δαπέδου (χωρίς το εξωτερικό κάλυμμα) πάνω αριστερά, β) Τυπική διάταξη σύνδεσης με εξωτερικές μονάδες: Αντλία θερμότητας (πάνω), γ) ή συνδυασμός ψύκτη και λέβητα (κάτω).

στήρα. Όλη η μονάδα περικλείεται από ένα μεταλλικό προστατευτικό κάλυμμα γαλβανισμένης λαμαρίνας, ενώ εξωτερικά, εάν είναι αναγκαίο τοποθετείται διακοσμητικό κάλυμμα. Παράλληλα το στόμιο εξόδου του αέρα αποτελείται από ρυθμιζόμενες πλαστικές ή μεταλλικές περσίδες.

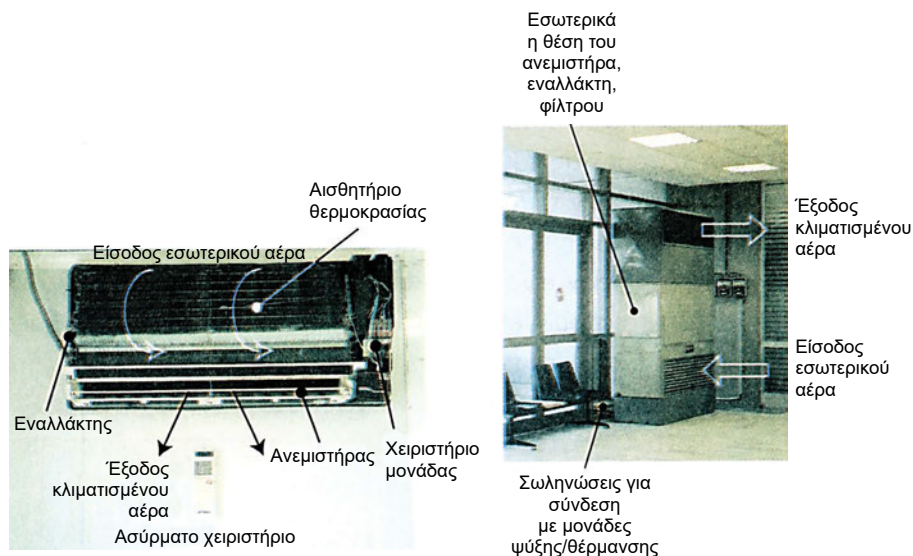
Η τοποθέτηση της μονάδας μπορεί να γίνει στο δάπεδο (Εικόνα 1.3), στην οροφή (Εικόνα 1.4), στον τοίχο ή σε κάποιο σημείο του χώρου, προκειμένου για εμπορικό τύπο «ντουλάπας» (Εικόνα 1.5).

Αναμονές συνδέσεων της μονάδας (είσοδος και έξοδος νερού ή ψυκτικού, απορροής συμπυκνωμάτων, και ηλεκτρικός πίνακας τροφοδοσίας και ελέγχου)



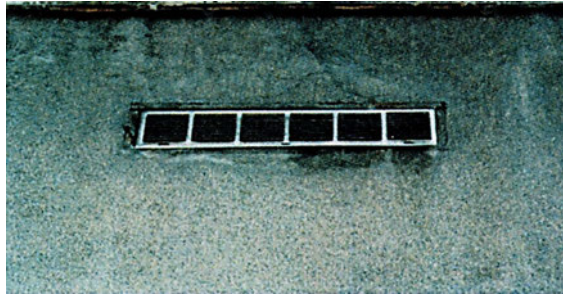
Εύκαμπτοι αεραγωγοί για τη μεταφορά του κλιματισμένου αέρα στα στόμια

Εικόνα 1.4: Εσωτερική μονάδα ανεμιστήρα στοιχείου (fan coil) οροφής πριν τοποθετηθεί η ψευδοροφή. Η εισαγωγή του εσωτερικού αέρα στη μονάδα γίνεται με τον ανεμιστήρα (η συγκεκριμένη μονάδα έχει δυο ανεμιστήρες). Από την πλευρά της εξόδου του κλιματισμένου αέρα συνδέονται εύκαμπτοι αεραγωγοί που οδηγούν τον αέρα στα στόμια σε διαφορετικά σημεία μέσα στον χώρο.



Εικόνα 1.5: Εσωτερική μονάδα τοίχου (α) χωρίς το εξωτερικό κάλυμμα (αριστερά) και εμπορικού τύπου «ντουλάπας» (δεξιά) (β). Οι μονάδες τοίχου έχουν συνήθως μικρή ψυκτική/θερμική ισχύ (μικρό μέγεθος εναλλάκτη) που χρησιμοποιούνται συνήθως σε μικρούς χώρους και συστήματα με αντλίες θερμότητας τα οποία περιγράφονται στην επόμενη ενότητα. Οι μονάδες τύπου ντουλάπας έχουν μεγάλη ψυκτική/θερμική ισχύ και χρησιμοποιούνται σε μεγάλους ενιαίους χώρους (π.χ. χώρους εκθέσεων, συνεδριάσεων).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, εάν το fan coil είναι κοντά σε εξωτερική όψη του κτιρίου τότε μπορεί να ανοιχθεί μια τρύπα στον τοίχο, απ' όπου με κατάλληλες προστατευτικές περσίδες (Εικόνα 1.6), θα εισέρχεται καθαρός εξωτερικός αέρας στη μονάδα, ενώ ένα ρυθμιστικό διάφραγμα θα καθορίζει το ποσοστό ροής του εξωτερικού και εσωτερικού αέρα προς τη μονάδα.



Εικόνα 1.6: Ανοιγμα με προστατευτικές περσίδες στην όψη κτιρίου για την είσοδο εξωτερικού αέρα στην εσωτερική κλιματιστική μονάδα.

Ανάλογα με το δίκτυο θέρμανσης / ψύξης, η πιο απλή σύνδεση μιας μονάδας fan coil είναι αυτή που περιλαμβάνει δύο σωλήνες, ένα για την είσοδο και ένα για την έξοδο του ρευστού στον εναλλάκτη. Στην περίπτωση αυτή, η μονάδα λειτουργεί, **είτε για θέρμανση, είτε για ψύξη**, ανάλογα με τη θερμοκρασία του υγρού που κυκλοφορεί στο δίκτυο.

Εάν υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη σε διαφορετικούς χώρους, τότε πρέπει να υπάρχουν **δύο ανεξάρτητα δίκτυα**, ένα για θέρμανση και ένα για ψύξη, έτσι ώστε, πάντα, να υπάρχει διαθέσιμο θερμό ή ψυχρό ρευστό, αντίστοιχα. Επίσης ανάλογα με τα φορτία, μια μονάδα μπορεί να λειτουργεί για θέρμανση και μια άλλη για ψύξη, οπότε η εγκατάσταση αυτή προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία, αλλά είναι πιο πολύπλοκη και πιο δαπανηρή, ενώ προϋποθέτει και τη συνεχή λειτουργία των κεντρικών εγκαταστάσεων παραγωγής θερμού και ψυχρού νερού.

● Αντλίες θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος μονάδας, ιδιαίτερα για τον κλιματισμό μικρών χώρων, αφού μπορεί να προσφέρει και θέρμανση και ψύξη. Οι μονάδες αυτές, που είναι γνωστές και σαν «**κλιματιστικά**», ρυθμίζουν τη θερμοκρασία ενός μικρού χώρου (π.χ. δωματίου), την κυκλοφορία του

αέρα και, σε μερικές περιπτώσεις, την υγρασία του ενώ μπορεί να είναι και **διαιρούμενου τύπου (split)**, με δυο μονάδες, μια εξωτερική και μια εσωτερική, που η καθεμιά περιέχει διάφορα εξαρτήματα.

Πιο αναλυτικά:

Η εξωτερική μονάδα περιέχει:

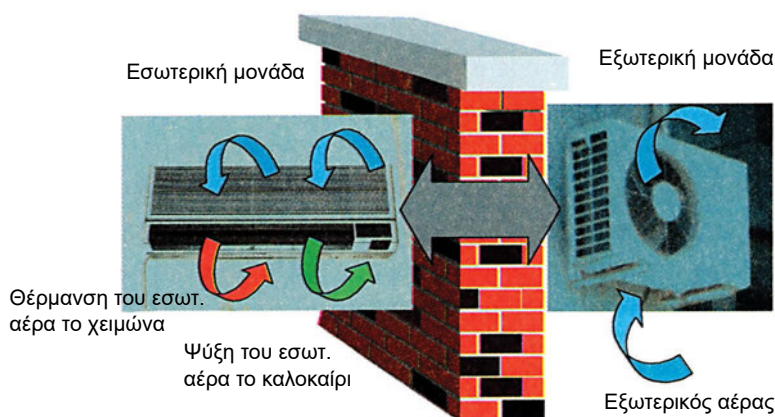
- έναν εναλλάκτη
- έναν ανεμιστήρα και
- ένα συμπιεστή

και τοποθετείται στο εξωτερικό περιβάλλον (Σχήμα 1.2).

Η εσωτερική μονάδα περιέχει:

- έναν εναλλάκτη
- έναν ανεμιστήρα, που κυκλοφορεί (ανακυκλώνει) τον εσωτερικό αέρα γύρω από τον εναλλάκτη και
- το φίλτρο αέρα.

Οι δυο αυτές μονάδες συγκοινωνούν μεταξύ τους μέσω δυο σωλήνων, όπου κυκλοφορεί ψυκτικό ρευστό. Η εσωτερική μονάδα, που κλιματίζει τον εσωτερικό αέρα, μπορεί να τοποθετηθεί στον τοίχο, στο δάπεδο ή στην οροφή.



Σχήμα 1.2: Διαιρούμενου τύπου αντλία θερμότητας για θέρμανση/ψύξη.

Εναλλακτικά, όλα τα προαναφερθέντα εξαρτήματά τους μπορεί να συμπεριληφθούν μέσα σε μια **ενιαία μονάδα (monoblock)**, η οποία τοποθετείται σε άνοιγμα (τρύπα) του παραθύρου ή ανοίγοντας μια μεγάλη τρύπα στον τοίχο (Εικόνα 1.7).

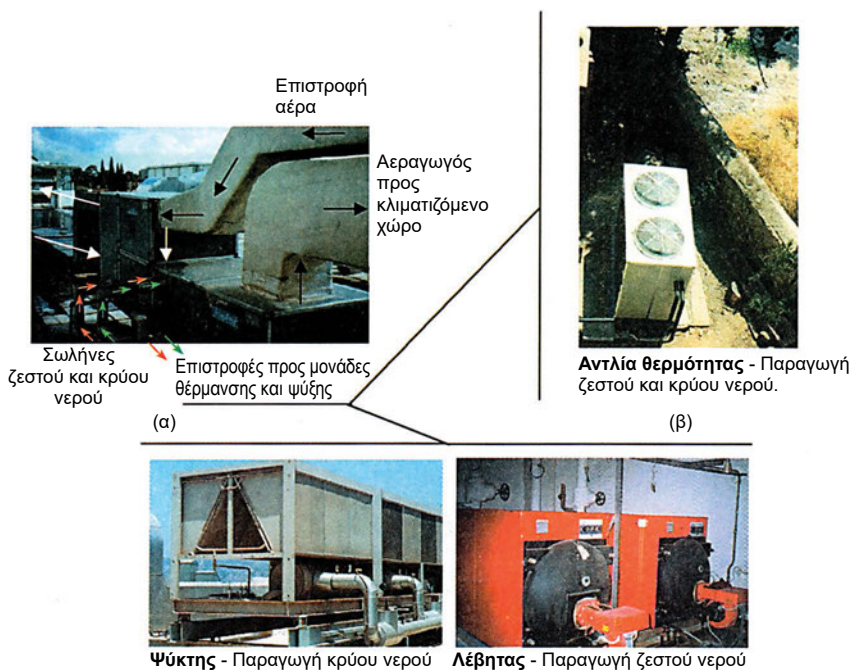


***Εικόνα 1.7:** Ενιαίου τύπου κλιματιστική μονάδα που τοποθετείται σε μια μεγάλη τρύπα στον τοίχο.*

Περισσότερες τεχνικές λεπτομέρειες για τη λειτουργία των επιμέρους συσκευών και εξαρτημάτων των κλιματιστικών μονάδων παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 2.

1.4.2 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες

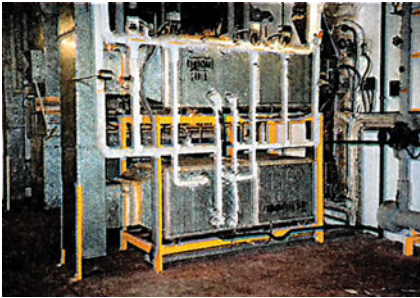
Η κατάλληλη επεξεργασία του αέρα μπορεί να γίνεται σε ένα τμήμα της κεντρικής μονάδας και μετά αυτός να διανέμεται στους διάφορους εσωτερικούς χώρους. Η μονάδα αυτή, γνωστή και σαν **Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ)** επεξεργασίας του αέρα (Εικόνα 1.8), πρέπει να διευκρινιστεί ότι δεν παράγει άμεσα την απαιτούμενη θερμότητα ή ψύξη που πρέπει να αποδοθεί στον αέρα. Αυτό γίνεται, αν συνδέσουμε την ΚΚΜ-μέσω σωληνώσεων είτε με μονάδες παραγωγής θερμότητας, (π.χ. λέβητα, αντλία θερμότητας), οπότε τροφοδοτείται με ζεστό νερό, είτε με μονάδες ψύξης (π.χ. ψύκτη, αντλία θερμότητας), οπότε τροφοδοτείται με κρύο νερό, με τελικό αποτέλεσμα να θερμαίνει ή να ψύχει, αντίστοιχα, τον αέρα.



Εικόνα 1.8: α) Κεντρική κλιματιστική μονάδα με ανάμιξη νωπού (φρέσκου) εξωτερικού και εσωτερικού αέρα, β) Τυπική διάταξη σύνδεσης με μονάδες για την παραγωγή ζεστού και κρύου νερού από αντλία θερμότητας (πάνω) ή γ) από συνδυασμό ψύκτη & λέβητα (κάτω).

Στις ΚΚΜ γίνεται ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα, καθώς, επίσης η ανανέωση και ο καθαρισμός του (φιλτράρισμα). Το μέγεθος και η ισχύς των ΚΚΜ εξαρτάται από την ποσότητα του αέρα που κλιματίζεται (Εικόνα 1.9). Οι ΚΚΜ περιλαμβάνουν:

- Εναλλάκτες που τροφοδοτούνται από ανεξάρτητες μονάδες παραγωγής ζεστού ή/και κρύου νερό για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας.
- Υγραντήρες και αφυγραντήρες, σε περίπτωση που απαιτείται ρύθμιση της υγρασίας, δηλαδή της περιεκτικότητας του αέρα σε υδρατμούς.
- Φίλτρα που καθαρίζουν τον αέρα από μικροοργανισμούς, σωματίδια, μύκητες κ.λπ.
- Ανεμιστήρες που προκαλούν την κυκλοφορία του αέρα.



Εικόνα 1.9: Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ). Δυο μικρού μεγέθους ΚΚΜ (αριστερά) με είσοδο και παροχή 100% εξωτερικού αέρα και μεγάλου μεγέθους ΚΚΜ (δεξιά) με μείξη εξωτερικού αέρα και αέρα επιστροφής.

Οι ΚΚΜ συνδέονται μέσω κεντρικών αεραγωγών και διακλαδώσεων με τα στόμια, που αποδίδουν τον κλιματισμένο αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Στις περισσότερες πάντως εφαρμογές, ο εσωτερικός αέρας επιστρέφει, πάλι, μέσω αεραγωγών στην ΚΚΜ, όπου αναμιγνύεται με τον εξωτερικό νωπό (φρέσκο) αέρα. Έτσι, ο κλιματιζόμενος αέρας μπορεί να είναι 100% εξωτερικός αέρας ή ένα μίγμα εξωτερικού και εσωτερικού αέρα. Περισσότερες πληροφορίες για τις ΚΚΜ και τα επιμέρους τμήματά τους υπάρχουν στα Κεφάλαια 3 και 5.

1.5 Σύγχρονες εφαρμογές κλιματισμού



Η επίτευξη των συνθηκών θερμικής άνεσης μπορεί να γίνει σχετικά εύκολα, με την υπάρχουσα τεχνολογία των συστημάτων κλιματισμού και αερισμού, αφού στις περισσότερες, τουλάχιστον εφαρμογές δεν υπάρχουν αξεπέραστα τεχνικά προβλήματα. Τα συστήματα, όμως, αυτά καταναλώνουν αρκετή ενέργεια, αυξάνοντας έτσι το λειτουργικό κόστος μιας τέτοιας εγκατάστασης.



Τα τελευταία χρόνια έχει αποκτήσει μεγάλη σημασία η επίτευξη των επιθυμητών συνθηκών περιβάλλοντος με ταυτόχρονη **ορθολογική χρήση της ενέργειας**. Το πρόβλημα, συνεπώς, εντοπίζεται στο να επιτευχθούν, να διατηρηθούν και να ελεγχθούν οι συνθήκες θερμικής άνεσης, με την παράλληλη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα ενημερωτικού χαρακτήρα, που αφορούν σύγχρονες εφαρμογές κλιματισμού, όπως τα συστήματα απορρόφησης, εξατμιστικής ψύξης, γεωθερμίας, θαλάσσιας ενέργειας, αποθήκευσης θερμότητας/ψύχους αλλά και συνδυασμούς συστημάτων αυτών.

1.5.1 Συστήματα απορρόφησης

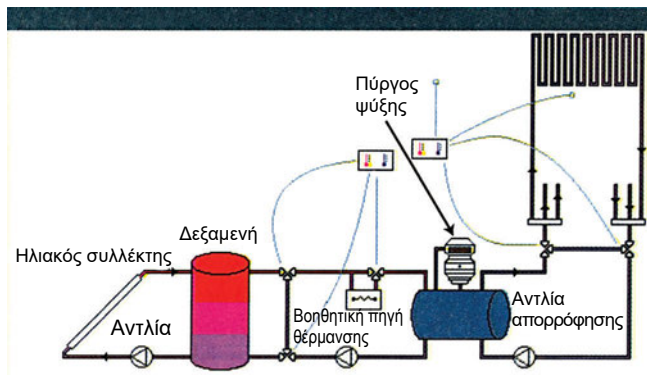
Η αρχή λειτουργίας των συστημάτων απορρόφησης βασίζεται στην εκμετάλλευση της θερμότητας, η οποία μπορεί να προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια, την απορριπτόμενη θερμότητα, από δίκτυα τηλεθέρμανσης, τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, ή από συμβατικούς λέβητες φυσικού αερίου /ή πετρελαίου κ.λπ.

● Σύστημα βρωμιούχου λιθίου με ηλιακή ενέργεια

Μια κατηγορία συστημάτων είναι αυτά που χρησιμοποιούν σαν ψυκτικό μέσο και απορροφητή, συνήθως, το νερό και το διάλυμα με βρωμιούχο-λίθιο (LiBr), στοιχεία τα οποία μετατρέπουν την υγρή σε αέρια φάση (**absorption**). Το σύστημα αυτό μπορεί να λειτουργήσει σαν αντλία θερμότητας, δηλαδή για την παραγωγή ψύξης και θέρμανσης, οι αρχές λειτουργίας του βασίζονται στα εξής δεδομένα:

- Το βρωμιούχο λίθιο απορροφά νερό.
- Το νερό εξατμίζεται σε χαμηλές θερμοκρασίες, όταν βρίσκεται σε συνθήκες χαμηλής πίεσης.
- Με την εξάτμιση του νερού προκαλείται πτώση της θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα να παράγεται ψυχρό νερό.
- Οι υδρατμοί απορροφώνται από το βρωμιούχο λίθιο, προκαλώντας πτώση της πίεσης, και έτσι επαναλαμβάνεται και πάλι ο ίδιος κύκλος λειτουργίας.

Το κρύο νερό μπορεί να αποδοθεί, για παράδειγμα, σε ένα ενδοδαπέδιο σύστημα, το οποίο, επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη θέρμανση. Μια τυπική διάταξη ενός συστήματος που εκμεταλλεύεται ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή ζεστού νερού για θέρμανση και ενός συστήματος απορρόφησης για την παραγωγή ψύχους, συνδεδεμένων και των δύο με ένα ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης, παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.3. Σύμφωνα με αυτό λοιπόν, οι ηλιακοί συλλέκτες αποθηκεύουν θερμότητα σε μια δεξαμενή ζεστού νερού, ενώ η βοηθητική πηγή θέρμανσης καλύπτει τις απαιτήσεις, όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη η απαιτούμενη θερμότητα από τους συλλέκτες αυτούς.



Σχήμα 1.3: Σχηματική διάταξη συστήματος απορρόφησης με ηλιακή ενέργεια και ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης.

Απαραίτητη, πάντως, προϋπόθεση για την ομαλή λειτουργία ενός ενδοδαπέδιου συστήματος ψύξης, είναι ο συνεχής έλεγχος της θερμοκρασίας και της παροχής του νερού προς το σύστημα. Έτσι, για παράδειγμα, με το ενδοδαπέδιο αυτό σύστημα, σε ένα κτίριο 150 m² στην Αθήνα, εξασφαλίζονται ικανοποιητικές συνθήκες θερμικής άνεσης, κατά το μεγαλύτερο μέρος του χρονικού διαστήματος από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο, και η **εξοικονόμηση ενέργειας** που επιτυγχάνεται είναι περίπου 20% της αντίστοιχης κατανάλωσης ενός συμβατικού συστήματος ψύξης.

Πιο συγκεκριμένα, στη χώρα μας, έχουν ήδη γίνει εφαρμογές κλιματισμού με ηλιακή ενέργεια σε μια βιομηχανία καλλυντικών και σε ξενοδοχεία της Κρήτης. Στην περίπτωση της βιομηχανικής μονάδας (Εικόνα 1.10), ηλιακοί συλλέκτες συνολικής επιφάνειας 2700 m² τροφοδοτούν δυο ψύκτες απορρόφησης (350 kW ο κάθε ένας), με νερό θερμοκρασίας 70-75°C. Οι ψύκτες παράγουν νερό θερμοκρασίας 8-10°C που καλύπτει τις ανάγκες των κλιματιζόμενων χώρων, ενώ δύο λέβητες των 1200 kW ο κάθε ένας καλύπτουν τις ανάγκες το βράδυ ή όταν έχει συννεφιά. Το χειμώνα οι ηλιακοί συλλέκτες μεταφέρουν ζεστό νερό 55°C κατευθείαν στους θερμαινόμενους χώρους.



Εικόνα 1.10: Πεδίο επίπεδων ηλιακών συλλεκτών (αριστερά) και ηλιακοί ψύκτες (δεξιά) για τον κλιματισμό των αποθηκευτικών χώρων για τα προϊόντα μιας βιομηχανίας καλλυντικών.

• Σύστημα με συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας

Η συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας είναι μια τεχνολογία που έχει πλέον αναπτυχθεί σημαντικά. Με τον τρόπο αυτό παράγεται, ταυτόχρονα, ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης ή και ζεστού νερού χρήσης, από την ίδια πηγή. Για την καλύτερη μάλιστα εκμετάλλευση της εγκατάστασης και το καλοκαίρι, η θερμότητα που παράγεται από το σύστημα αλλά και από τα καυσάεiria μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ψύχους. Στο εμπόριο διατίθενται τέτοιου είδους μονάδες (Εικόνα 1.11), έτοιμες για εγκατάσταση και οι οποίες περιλαμβάνουν τη μηχανή συμπαραγωγής - η οποία λειτουργεί με φυσικό αέριο για καλύτερες αποδόσεις - τον ψύκτη και το σύστημα ελέγχου και αυτοματισμού. Παράλληλα ένας συμβατικός λέβητας καλύπτει τις ανάγκες παραγωγής θερμότητας, σε περίπτωση βλάβης της μονάδας αυτής.



***Εικόνα 1.11:** Μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – θερμότητας - ψύχους. Αριστερά εξωτερική μονάδα και δεξιά λεπτομέρεια από τον εσωτερικό χώρο της μονάδας.*

1.5.2 Συστήματα εξατμιστικής ψύξης

Η εξατμιστική ψύξη βασίζεται σε φυσικές διεργασίες, κατά τις οποίες το σύστημα δεν κερδίζει, αλλά ούτε χάνει ενέργεια, ενώ η **θερμότητα εξάτμισης** του νερού είναι το βασικό μέσο λειτουργίας του συστήματος αυτού.

Για παράδειγμα, η μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, σε περιοχές όπου υπάρχουν δέντρα και φυτά, στηρίζεται στη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής τους, ενώ και το παράδειγμα του καταβρέγματος του ζεστού εδάφους το καλοκαίρι, για να δροσιστεί ο αέρας του περιβάλλοντος χώρου, αποδεικνύει την ικανότητα της θερμικής εξάτμισης του νερού.

Οι διεργασίες της εξατμιστικής ψύξης μπορούν να γίνουν με :

- άμεσα συστήματα, ή και με
- έμμεσα συστήματα.

Κατά την **άμεση εξατμιστική ψύξη**, υδρατμοί προστίθενται στη μάζα του θερμού και ξηρού αέρα, αυξάνοντας την ειδική υγρασία του, οπότε η μείωση της θερμοκρασίας του αέρα είναι δυνατή μέχρι ένα όριο, που είναι ίσο με τη θερμοκρασία του υγρού «βολβού του αέρα» (θερμοκρασία κορεσμού). Έτσι, κατά τη διάρκεια της προσθήκης των υδρατμών, η θερμοκρασία του υγρού αυτού βολβού του αέρα παραμένει σταθερή, ενώ η απόδοση των συστημάτων της άμεσης εξατμιστικής ψύξης είναι συνάρτηση της διαφοράς ανάμεσα στη θερμοκρασία του ξηρού και του υγρού θερμομέτρου. Για παράδειγμα, οι πύργοι ψύξης, που χρησιμοποιούνται σε κεντρικές εγκαταστάσεις κλιματισμού, βασίζονται στις αρχές λειτουργίας της άμεσης εξατμιστικής ψύξης, αφού το νερό έρχεται σε επαφή με τον αέρα, ο οποίος και ψύχεται, λόγω της εξάτμισης.

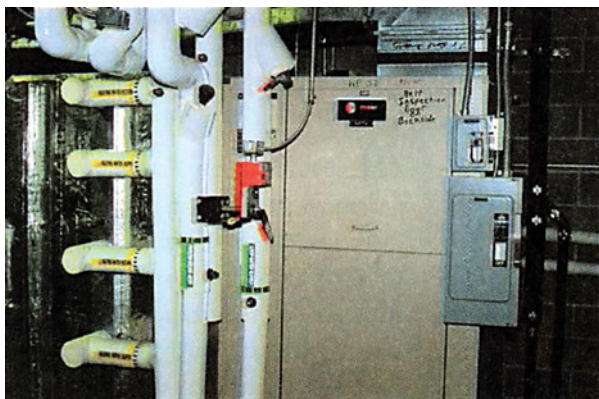
Κατά την **έμμεση εξατμιστική ψύξη**, ενώ μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα, δεν προστίθενται υδρατμοί, οπότε η ειδική υγρασία του αέρα παραμένει σταθερή. Για παράδειγμα, ένα έμμεσο σύστημα εξατμιστικής ψύξης αποτελεί ο ψεκασμός της οροφής ενός κτιρίου. Ειδικά, δηλαδή, μπκε ψεκάζουν νερό, το οποίο απορροφά θερμότητα από τα υλικά της επιφάνειας της οροφής, που έχουν υψηλή θερμοκρασία, λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας, και τελικά εξατμίζεται. Έτσι, μειώνεται η θερμοκρασία των υλικών της παραπάνω επιφάνειας, με αποτέλεσμα την παρουσία μικρότερου φορτίου ψύξης στους χώρους που καλύπτει η οροφή του κτιρίου.

1.5.3 Συστήματα γεωθερμίας

Τα συστήματα γεωθερμίας βασίζονται στην εκμετάλλευση του **θερμικού περιεχομένου υδάτων** χαμηλής θερμοκρασίας, ή ακόμη και της **θερμοκρασίας του εδάφους**, σε σχετικά μικρό βάθος (Εικόνα 1.12).

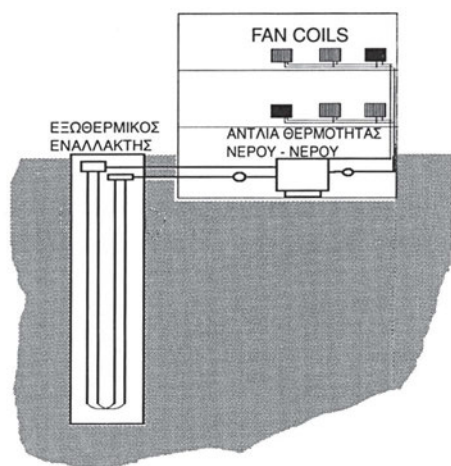
Η σύνδεση των συστημάτων αυτών με το υπέδαφος γίνεται μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας, αποδίδοντας, έτσι, στο κύκλωμα θέρμανσης, είτε κατοικιών, είτε άλλων κτιρίων, είτε θερμοκηπίων κ.λπ. περισσότερη θερμική ενέργεια, σε σχέση με την αντίστοιχη ενέργεια ενός άλλου συμβατικού συστήματος.

Η θερμότητα αυτή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί μέσα από έναν ψύκτη απορρόφησης. Εναλλακτικά, κυκλοφορώντας το ψυκτικό μέσο (υγρό) εντός ενός συστήματος ψύξης που βρίσκεται σε μικρό βάθος στο υπέδαφος (ή ακόμη και τον ίδιο τον αέρα) μειώνεται η θερμοκρασία του, αφού το έδαφος παρουσιάζει χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτή του περιβάλλοντος.



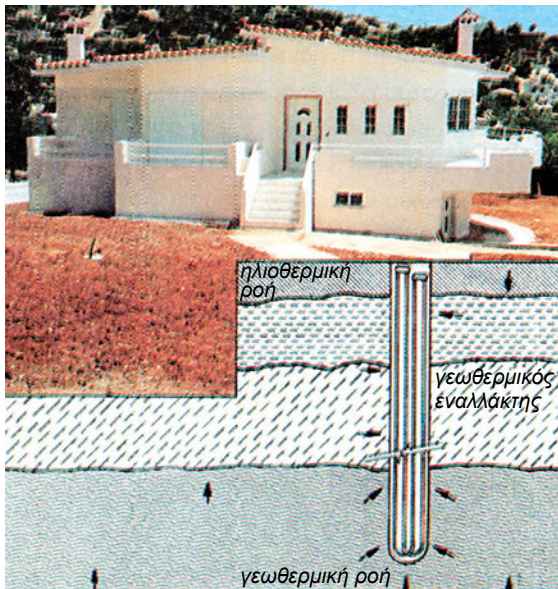
Εικόνα 1.12: Γεωθερμική αντλία θερμότητας για ψύξη/θέρμανση.

Η υποδομή της εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας με χρήση αντλιών θερμότητας νερού/νερού, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.4, παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά: α) είναι διαθέσιμη με σταθερές ποσότητες καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, β) έχει μικρές απαιτήσεις χώρου εγκατάστασης, γ) δεν δημιουργεί προβλήματα στην αρχιτεκτονική του κτιρίου, δ) μπορεί να εφαρμοστεί και σε υπάρχοντα κτίρια με κεντρικές αντλίες θερμότητας, και ε) μπορεί, τελικά, να λειτουργήσει και για θέρμανση και για ψύξη ενός χώρου.



Σχήμα 1.4: Σύστημα εκμετάλλευσης γεωθερμικής ενέργειας ομαλής ενθαλπίας με αντλίες θερμότητας νερού-αέρα.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός τέτοιου συστήματος εκμετάλλευσης γεωθερμικής ενέργειας αποτελεί η περίπτωση μιας μονοκατοικίας στο Κορωπί της Αττικής (Σχήμα 1.4.α). Συγκεκριμένα σε συνεργασία με το ΕΜΠ κατασκευάστηκε πιλοτικό σύστημα θέρμανσης-ψύξης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης στην κατοικία αυτή των 250 m², με χρήση αντλίας θερμότητας και γεωθερ-



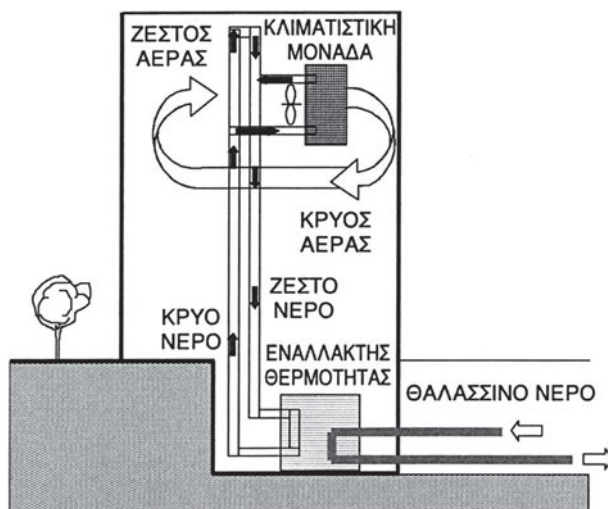
Σχήμα 1.4α: Μονοκατοικία με γεωθερμική αντλία θερμότητας.

μικού εναλλάκτη σε βάθος 60 m. Το τμήμα του γεωθερμικού εναλλάκτη τροφοδοτεί την αντλία με νερό σταθερής θερμοκρασίας 18°C , ενώ η αντλία θερμότητας νερού-νερού παράγει ζεστό νερό 50°C για θέρμανση, κρύο νερό 10°C για ψύξη και ζεστό νερό 50°C για το λέβητα. Το σύστημα έχει μικρότερα έξοδα συντήρησης και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από ένα αντίστοιχο συμβατικό σύστημα νερού-αέρα ή αέρα-αέρα, ενώ η ετήσια κατανάλωση ρεύματος για τον συμπιεστή και τους κυκλοφορητές είναι κατά 50% μικρότερη.

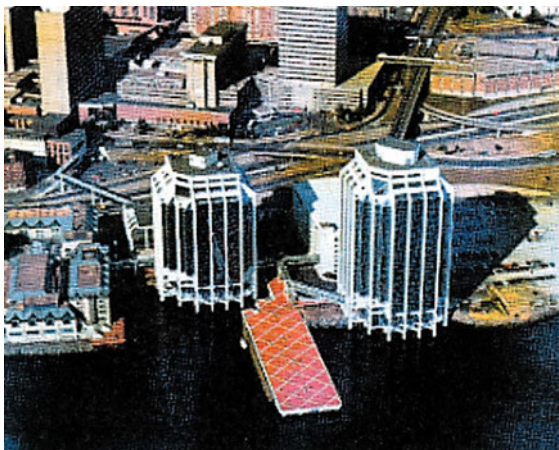
1.5.4 Συστήματα θαλάσσιας ενέργειας

Η εκμετάλλευση της θάλασσας, ως φυσικού αποδέκτη θερμότητας, μπορεί να επιτευχθεί το καλοκαίρι για να καλυφθούν τα ψυκτικά φορτία. Η θερμοκρασία, δηλαδή του νερού της θάλασσας παρουσιάζει πολύ μικρότερη διακύμανση σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, ακόμη και σε μικρό βάθος με αποτέλεσμα να μην ξεπερνά τους 18°C . Έτσι, ένα τέτοιο σύστημα βασίζεται στην άντληση θαλασσινού νερού, το οποίο κυκλοφορεί αρχικά μέσα από ειδικούς εναλλάκτες από τιτάνιο, και, μετά, επιστρέφει πάλι στη θάλασσα. Η διαδικασία αυτή έχει ως αποτέλεσμα το νερό που κυκλοφορεί στο σύστημα ψύξης του κτιρίου, να ψύχεται στους εναλλάκτες θερμότητας από το θαλασσινό νερό και κατόπιν κυκλοφορεί σε όλο το κτίριο, μέσα από τις τοπικές κλιματιστικές μονάδες (π.χ. fan coils). Τα βασικά στοιχεία του συστήματος αυτού παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.5, παραστατικά, ενώ χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός τέτοιου επιτυχημένου συστήματος εκμετάλλευσης της θαλάσσιας ενέργειας αποτελεί ένα 18όροφο συγκρότημα γραφείων συνολικής επιφάνειας $27,900\text{ m}^2$, ένα 4όροφο εμπορικό κτίριο συνολικής επιφάνειας $4,650\text{ m}^2$ και χώροι πάρκινγκ για 600 αυτοκίνητα, στην πόλη Χάλιφαξ του Καναδά. Μετά την επιτυχία του συστήματος αυτού στην πρώτη εφαρμογή του, ένα παρόμοιο σύστημα εγκαταστάθηκε σε ένα νέο κτίριο γραφείων με 22 ορόφους, συνολικής επιφάνειας $31,250\text{ m}^2$. Κατά μέσο όρο λοιπόν, το σύστημα καλύπτει τις ανάγκες για δροσίσιμα του κτιρίου επί 10,5 μήνες, αντλώντας θαλασσινό νερό, με θερμοκρασία μικρότερη από 8°C , με δυο αντλίες παροχής $4.164\text{ λίτρων/λεπτό}$ η κάθε μία. Η κυκλοφορία του νερού στο εσωτερικό κύκλωμα του κτιρίου είναι 3.634 λίτρα/λεπτό , ενώ η θερμοκρασία εξόδου

του από τους εναλλάκτες είναι, συνήθως, 10°C . Το θαλασσινό νερό κυκλοφορεί μέσα από πλαστικούς σωλήνες PVC, με αντιδιαβρωτική προστασία, διαμέτρου 20 cm και η άντλησή του γίνεται σε απόσταση 228 m από την ακτή, μέσα από ένα στόμιο διαμέτρου 0,75 m, κατασκευασμένο από σκυρόδεμα. Για την ψύξη του κτιρίου λειτουργούν, όταν χρειάζεται, και συμβατικοί ψύκτες με συμπυκνωτές, εντός, των οποίων κυκλοφορεί ψυκτικό ρευστό, τη θερμοκρασία του οποίου και πάλι το θαλασσινό νερό αναλαμβάνει να μειώσει.



Σχήμα 1.5: Χρήση θαλασσινού νερού για ψύξη.



Σχήμα 1.5.α Συγκρότημα κτιρίων γραφείων στον Καναδά που χρησιμοποιεί τη θάλασσα ενέργεια.

1.5.5 Συστήματα αποθήκευσης θερμότητας/ψύχους

Είναι γνωστό ότι η αποθήκευση θερμότητας και ψύχους μειώνει τα φορτία αιχμής, αφού επιτρέπει τη μετατόπισή τους σε διαφορετικές περιόδους (φαινόμενο ετεροχρονισμού των φορτίων) και, επιπλέον, την ομογενοποίησή τους. Η μέθοδος αυτή μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, ιδιαίτερα της ηλεκτρικής, σε περιόδους αιχμής και συμβάλλει στην ομαλότερη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

Η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται, κυρίως, στο νερό. Το καλοκαίρι, για την αποθήκευση ψύχους, χρησιμοποιούνται παγοδεξαμενές (Εικόνα 1.13). Έτσι, ο ψύκτης λειτουργεί τη νύχτα για να παράγει τον πάγο ή το κρύο νερό, όταν τα φορτία και οι άλλες ανάγκες του κτιρίου είναι ελάχιστες. Ο ψύκτης, επιπλέον, λειτουργεί σε περιόδους που οι εξωτερικές συνθήκες είναι πιο ευνοϊκές. Με τους τρόπους αυτούς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μικρότερης ισχύος σύστημα, αφού τα επιπλέον φορτία καλύπτονται από τα αποθέματα που υπάρχουν.



Εικόνα 1.13: Συγκρότημα δεξαμενών για την αποθήκευση πάγου.

1.5.6 Συνδυασμένα συστήματα

Οι βασικές αρχές του **παθητικού δροσισμού** (όταν, δηλαδή, δεν χρησιμοποιούνται κλιματιστικά, αλλά μόνο φυσικές τεχνικές ψύχρανσης) είναι αρκετά απλές και αποδίδουν σημαντικά οφέλη, περιορίζοντας τα ψυκτικά φορτία. Σε συνδυασμό, μάλιστα, με τα νέα συστήματα κλιματισμού και τις τεχνικές περιορισμού των φορτίων (π.χ. με την αποθήκευση ψύχους), οι φυσικές αυτές διεργασίες μπορούν να επιτύχουν σημαντική μείωση τόσο της κατανάλωσης ενέργειας για κλιματισμό, όσο και των ηλεκτρικών φορτίων. Τα παραδείγματα

που ακολουθούν αναδεικνύουν τις νέες τάσεις στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, αλλά και στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό των κτιρίων:

1. Κτίριο γραφείων (Φραγκφούρτη – Γερμανία)

Συστήματα: Φυσικός αερισμός, παθητικά συστήματα, ψύξη απορρόφησης, κεντρικό σύστημα ελέγχου (BMS) (Εικόνα 1.14).

Το κτίριο ήταν το υψηλότερο κτίριο στην Ευρώπη τη χρονιά της κατασκευής του (1997) με ύψος: 259m (299 m με τον πύργο της κεραίας), με αριθμό ορόφων: 63, με επιφάνεια γραφείων: 52.700 m², με συνολική επιφάνεια: 120.736 m² και με συνολικό όγκο: 538.000 m³.

Το κτίριο, παρά το μέγεθός του, έχει ανοιγόμενα παράθυρα μέχρι τον 50^ο όροφο για φυσικό αερισμό. Έχει τριγωνικό σχήμα και περιλαμβάνει παθητικά και ενεργητικά συστήματα (φυσικό φωτισμό, εσωτερικούς κήπους) και συστήματα ελέγχου, σε σχέση δε με τους συνηθισμένους ουρανοξύστες, καταναλώνει 30% λιγότερη ενέργεια.



Εικόνα 1.14: Γενική όψη του κτιρίου.

Ο εσωτερικός κήπος (Εικόνα 1.15) εκτείνεται σε όλο το ύψος του κτιρίου, αλλά χωρίζεται με γυάλινες επιφάνειες ανά 12 ορόφους, έτσι ώστε να ελέγχεται η καθ' ύψος κυκλοφορία του αέρα. Έτσι, υπάρχουν τρεις κήποι ανά 12 ορόφους, με διαφορετική διακόσμηση και ποικιλία φυτών.

Η σκίαση των ανοιγμάτων του κτιρίου γίνεται με εξωτερικές περσίδες που ελέγχονται από κεντρικό σύστημα αυτομάτου ελέγχου (BMS), και οι οποίες περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη. Η ψύξη του χώρου των γραφείων γίνεται από την οροφή, όπου κυκλοφορεί παγωμένο νερό σε σωλήνες, και έτσι, η επιφάνεια της οροφής ουσιαστικά δρα σαν εναλλάκτης για να απορροφά τη θερμότητα του χώρου. Η ψύξη του νερού γίνεται με ψύκτες απορρόφησης, οι οποίοι λειτουργούν με ατμό από το κεντρικό δίκτυο της πόλης, είναι υδρόψυκτοι, όπως και οι πύργοι ψύξης στο δώμα του κτιρίου, ενώ έχουν ψυκτική ικανότητα 2.700 Ψ.Τ. και παροχή νερού 512 m³/s.



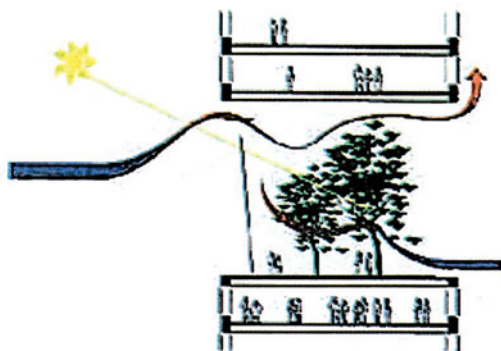
Εικόνα 1.15: Άποψη εσωτερικού κήπου.

Τα γραφεία, περιμετρικά του κτιρίου, αερίζονται με φυσικό τρόπο για μεγάλα διαστήματα, κατά τη διάρκεια του χρόνου (Εικόνα 1.16). Το κτίριο έχει διπλό κέλυφος, ενώ όλες οι γυάλινες επιφάνειες στους χώρους των γραφείων αποτελούνται από διπλό τζάμι με διάκενο χώρο μεταξύ του ενός και του άλλου. Το εξωτερικό τμήμα είναι σταθερό, με μικρά ανοίγματα στο άνω και στο κάτω μέρος, έτσι ώστε να αερίζεται το διάκενο. Τα εσωτερικά παράθυρα ανοιγοκλείνουν προς τα μέσα, στηριζόμενα στο κάτω μέρος, έτσι ώστε ο αέρας να εισέρχεται από το άνω μέρος τους, ενώ όταν οι καιρικές συνθήκες είναι αντίξοες, τότε τα παράθυρα κλείνουν αυτόματα.



Εικόνα 1.16: Μερική όψη του κτιρίου.

Ο αερισμός των κήπων γίνεται με το άνοιγμα των παραθύρων στο επάνω μέρος της γυάλινης επιφάνειας των εξωτερικών τοίχων (Σχήμα 1.6). Έτσι, με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η υπερθέρμανση του εσωτερικού αέρα. Η όλη λειτουργία των παραθύρων ελέγχεται από το σύστημα BMS, με αποτέλεσμα, το καλοκαίρι αυτά να μένουν ανοικτά, για να επιτρέπουν τον φυσικό αερισμό, ενώ τον χειμώνα να παραμένουν κλειστά, για να μειώνεται το θερμικό φορτίο του αερισμού. Η γυάλινη επιφάνεια των τοίχων, στους χώρους των κήπων, έχει μια μικρή κλίση, έτσι ώστε να περιορίζονται οι αντανάκλασεις.



Σχήμα 1.6: Λεπτομέρεια αερισμού των κήπων του κτιρίου το καλοκαίρι.

2. Κτίριο γραφείων (Αθήνα – Ελλάδα)

Συστήματα: Αποθήκη πάγου, σκίαση, αυτοματισμοί, φυσικό και υβριδικό δρόσισμα, ηλιακοί συλλέκτες, φωτοβολταϊκά. Το κτίριο (Εικόνα 1.17) βρίσκεται στο κέντρο της Αθήνας, διαθέτει υπόγειο, ισόγειο και 3 ορόφους με συνολική επιφάνεια 3.050 m².



Εικόνα 1.17: Γενική όψη του κτιρίου.

Οι εγκαταστάσεις του κτιρίου αυτού περιλαμβάνουν:

- *Διπλό εξωτερικό κέλυφος με εξωτερικά κινούμενα πετύγια (ημιδιαφανείς επιφάνειες) για σκίαση, με αποτέλεσμα να προσφέρουν καλή θερμομόνωση.*
- *Ανοιγόμενα παράθυρα για φυσικό αερισμό.*
- *Νυκτερινό αερισμό με τη λειτουργία της κεντρικής εγκατάστασης για την ανανέωση του εσωτερικού αέρα και για την κυκλοφορία εξωτερικού αέρα χαμηλής θερμοκρασίας, πραγματοποιώντας 15 ανανεώσεις αέρα την ώρα.*
- *Ανεμιστήρες οροφής στους χώρους εργασίας.*
- *Κεντρική εγκατάσταση αντλίας θερμότητας αέρα-νερού.*
- *Αποθήκευση πάγου σε 3 δεξαμενές 190 Ψ.Τ., δηλαδή περίπου 2,3 Mbtu/hr.*
- *Σύστημα κεντρικού ελέγχου.*



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Κλιματισμός είναι η διαδικασία ελέγχου και ρύθμισης, στα επιθυμητά όρια, της θερμοκρασίας, υγρασίας, ποιότητας και κυκλοφορίας του αέρα σε εσωτερικούς χώρους, έτσι ώστε να αισθανόμαστε άνετα, ανεξάρτητα από τις συνθήκες που επικρατούν στο εξωτερικό περιβάλλον.
- Βασική προϋπόθεση για τη σωστή λειτουργία μιας εγκατάστασης κλιματισμού σε ένα κτίριο ή ένα χώρο είναι αφ' ενός ο σωστός υπολογισμός των φορτίων (θερμικών και ψυκτικών), αφετέρου η πιστή τήρηση των κανόνων εγκατάστασης και λειτουργίας, σύμφωνα με όσα ανέδειξε η μελέτη. Σε αντίθετη περίπτωση, εκτός της κακής λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού, μπορεί να προκληθούν προβλήματα στις συνθήκες θερμικής και ακουστικής άνεσης, με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων που βρίσκονται στο κλιματιζόμενο κτίριο.
- Η έννοια του κλιματισμού είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη θερμική άνεση των ανθρώπων, που βρίσκονται σε ένα χώρο. Έτσι, το χειμώνα, η κλιματιστική μονάδα καλύπτει τις θερμικές απώλειες των χώρων, ενώ το καλοκαίρι καλύπτει τα θερμικά κέρδη, έτσι ώστε να αισθανόμαστε άνετα όλο το χρόνο.
- Τα συστήματα κλιματισμού διακρίνονται σε:
 - Αυτόνομες μονάδες (για τον κλιματισμό μικρών χώρων),
 - Κεντρικές μονάδες (για τον κλιματισμό κτιρίων).
- Μια αυτόνομη μονάδα κλιματισμού μπορεί να είναι:
 - Ενιαίου τύπου, ή
 - Διαιρούμενου τύπου (split).
- Οι πιο διαδεδομένες κλιματιστικές μονάδες για μικρούς χώρους είναι οι διαιρούμενου τύπου αντλίες θερμότητας, με εξωτερική και εσωτερική μονάδα.

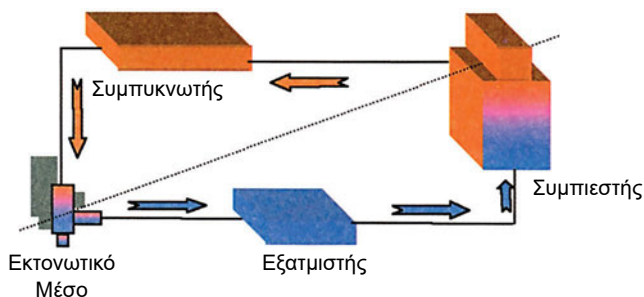
- Τα κεντρικά συστήματα κλιματισμού αποτελούνται από μεγάλες μονάδες επεξεργασίας του αέρα, τον οποίο αφού εμπλουτίσουν με τα αναγκαία συστατικά, αποδίδουν στους επιθυμητούς χώρους, μέσω των αεραγωγών και των στομών. Ο αέρας αυτός μπορεί να είναι 100% εξωτερικός ή ένα μίγμα εξωτερικού και εσωτερικού αέρα.
- Μεγάλη σημασία, επίσης, έχει η επίτευξη των επιθυμητών συνθηκών άνεσης, με την ταυτόχρονη ορθολογική χρήση της ενέργειας. Για το λόγο αυτό, δημιουργούνται σύγχρονα και άριστα συνδυασμένα μεταξύ τους συστήματα κλιματισμού, όπως τα συστήματα της απορρόφησης, της εξαμιστικής ψύξης κ.ά.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Γιατί είναι αναγκαίος ο κλιματισμός των εσωτερικών χώρων το καλοκαίρι;
2. Για το χώρο του εργαστηρίου σας, προσδιορίστε τα θερμικά κέρδη και τις θερμικές απώλειες. Να κάνετε δυο προτάσεις που θα μπορούσαν να μειώσουν το ψυκτικό και θερμικό φορτίο του χώρου αυτού.
3. Τι είδος κλιματιστικής μονάδας θα προτείνατε να εγκατασταθεί σε ένα υπνοδωμάτιο και γιατί; Δώστε μια σύντομη περιγραφή αυτής της μονάδας που προτείνετε.
4. Τι είδος κλιματιστικής μονάδας θα προτείνατε να εγκατασταθεί σε ένα μεγάλο εμπορικό κατάστημα και γιατί; Δώστε μια σύντομη περιγραφή αυτής της μονάδας που προτείνετε.
5. Γιατί οι σύγχρονες εφαρμογές κλιματισμού δεν είναι τόσο διαδεδομένες;
6. Επισκεφθείτε το κατάστημα ηλεκτρικών ειδών της περιοχής σας, που πουλά κλιματιστικά μηχανήματα, διαιρούμενου τύπου, για κατοικίες και ζητήστε τεχνικά φυλλάδια. Μελετήστε τα και συζητήστε το περιεχόμενό τους με τον καθηγητή σας.

ΒΑΣΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ, ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΔΙΑΦΕΡΩΝ ΤΥΠΩΝ



2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΙΕΣΗΣ - ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ (p-h)

2.3 ΒΑΣΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

2.4 ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

2.5 ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ

2.6 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

2.7 ΤΕΤΡΑΘΟΔΟΣ ΒΑΛΒΙΔΑ



ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

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

- ✓ Να γνωρίζουν τους διαφόρους τύπους μηχανημάτων, εξαρτημάτων και συσκευών, καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά κάθε τύπου, που χρησιμοποιούνται στις μικρές κλιματιστικές μονάδες.
- ✓ Να περιγράφουν τη λειτουργία και τις βασικές διαφορές των διαφόρων μηχανημάτων, εξαρτημάτων και συσκευών, ανάλογα με την εφαρμογή.
- ✓ Να περιγράφουν τη συνολική λειτουργία μιας κλιματιστικής συσκευής, για κλιματισμό κατά τη χειμερινή ή θερινή περίοδο, καθώς και τη διαδικασία αφύγρανσης του αέρα.
- ✓ Να γνωρίζουν τα συστήματα αυτοματισμού, που χρησιμοποιούνται στις μικρές κλιματιστικές συσκευές.
- ✓ Να γνωρίζουν τη δομή και τη λειτουργία της τετράοδης βαλβίδας.

2.1 Εισαγωγή

Η υλοποίηση των επιδιώξεων του κλιματισμού επιτυγχάνεται με διάφορους τύπους κλιματιστικών μονάδων.

Τα βασικά στοιχεία αυτών των μονάδων είναι:

- ▶ Το ψυκτικό κύκλωμα
- ▶ Τα φίλτρα αέρα
- ▶ Οι ανεμιστήρες
- ▶ Οι διατάξεις ύγρανσης και αφύγρανσης του αέρα

- ▶ Το σύστημα ελέγχου και λειτουργίας
- ▶ Η τετράοδος βαλβίδα αναστροφής του κύκλου λειτουργίας.

Η μείωση της θερμοκρασίας του αέρα με τα συστήματα κλιματισμού μπορεί να γίνει:

α) άμεσα ή

β) έμμεσα

Στην περίπτωση της άμεσης μείωσης της θερμοκρασίας, ο αέρας του εσωτερικού χώρου έρχεται σε επαφή με την εξωτερική επιφάνεια του στοιχείου του κυκλώματος ψύξης, μέσα στο οποίο ρέει το ψυκτικό ρευστό, με αποτέλεσμα αυτό να απορροφά τη θερμότητα από τον αέρα.

Στην έμμεση μείωση της θερμοκρασίας του αέρα, η αφαίρεση της θερμότητας από αυτόν, γίνεται με τη μεσολάβηση ενός άλλου ρευστού μεταφοράς θερμότητας, που, συνήθως, είναι το νερό. Αυτό το ρευστό, αφού πρώτα ψυχθεί στη μονάδα ψύξης, στη συνέχεια μεταφέρεται με σωληνώσεις στην κεντρική ή τοπική μονάδα επεξεργασίας του αέρα, ο οποίος με τη βοήθεια του ανεμιστήρα οδηγείται σε άμεση επαφή με την εξωτερική επιφάνεια του στοιχείου ψύξης, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί, όπως είπαμε πιο πάνω, το ενδιάμεσο ρευστό μεταφοράς θερμότητας (π.χ. νερό).

2.2 Διάγραμμα Πίεσης – Ενθαλπίας ($p-h$)

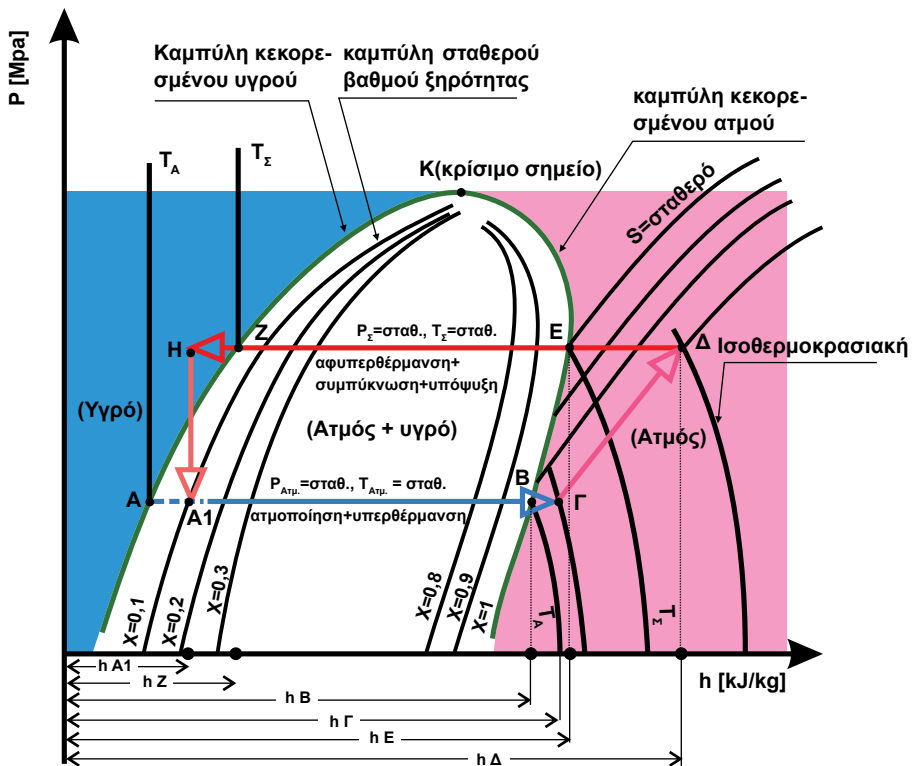
Απαραίτητο στοιχείο για τον τεχνικό ψύξης και κλιματισμού, το οποίο θα του επιτρέψει να κατανοήσει καλύτερα τις συνθήκες λειτουργίας, τις επιδόσεις των βασικών στοιχείων του ψυκτικού κυκλώματος μιας κλιματιστικής μονάδας, καθώς και τις πιθανές δυσλειτουργίες του συστήματος που στηρίζεται στον ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ψυχρών ατμών, αποτελεί το «**Διάγραμμα πίεσης–ενθαλπίας ($p-h$)**».

Για κάθε ψυκτικό ρευστό υπάρχει και το αντίστοιχο διάγραμμα πίεσης – ενθαλπίας, μια απλοποιημένη μορφή του οποίου παρουσιάζεται στο Σχήμα.

2.1. Πιο αναλυτικά:

Το ψυκτικό ρευστό κυκλοφορεί μέσα στο ψυκτικό κύκλωμα και διαρρέοντας τα διάφορα επιμέρους βασικά του στοιχεία, υποβάλλεται σε θερμοδυναμικές μεταβολές, οι οποίες συνθέτουν τον ψυκτικό του κύκλο (Α₁-Β-Γ-Δ-Ε-Ζ-Η-Α₁). Έτσι, σε άλλα τμήματα του ψυκτικού κυκλώματος συναντάμε το ψυκτικό ρευστό στην υγρή φάση, σε άλλα σε κατάσταση ατμού και αλλού σαν μίγμα ατμού και υγρού με διαφορετική πίεση, θερμοκρασία, ενθαλπία, πυκνότητα, βαθμό ξηρότητας κ.λπ.

Αυτά τα μεγέθη των διαφόρων ψυκτικών ρευστών παρουσιάζονται στα **διαγράμματα της πίεσης –ενθαλπίας (p-h)**. Στον χ-άξονα αυτών των διαγραμμάτων υπάρχουν οι τιμές της **ενθαλπίας (h)**, σε **kJ/kg** ψυκτικού ρευστού και στον ψ-άξονα οι τιμές της απόλυτης πίεσης **p**, σε **MPa**.



Σχήμα 2.1: Σχηματική παράσταση ψυκτικού κύκλου στο διάγραμμα **p-h**, όπου Α,Β=Ατμοποίηση, ΒΓ= Υπερθέρμανση, ΓΔ= Συμπίεση, ΔΕ= Αφυπερθέρμανση, ΕΖ=Συμπύκνωση, ΖΗ=υπόψυξη, Η Α₁=εκτόνωση.

Θερμότητα ατμοποίησης $Q_A = h_{A1} - h_B$, θερμότητα υπερθέρμανσης $Q_{Υπ} = h_B - h_r$, έργο συμπίεσης $W_s = h_Δ - h_r$, θερμότητα αφυπερθέρμανσης $Q_{Αφ} = h_Δ - h_E$, θερμότητα συμπύκνωσης $Q_{Συμ} = h_E - h_z$, θερμότητα υπόψυξης $Q_{Υπόψ} = h_z - h_r$

Ψυκτική ικανότητα $I = h_r - h_{A1}$ (με την προϋπόθεση ότι η υπερθέρμανση του κεκορεσμένου ατμού γίνεται μέσα στον εξατμιστή). Τα μεγέθη αναφέρονται στη μονάδα μάζας του ψυκτικού ρευστού. Έχουν θεωρηθεί αμελητέες οι πτώσεις της πίεσης του ψυκτικού μέσου στα στοιχεία του ψυκτικού κυκλώματος

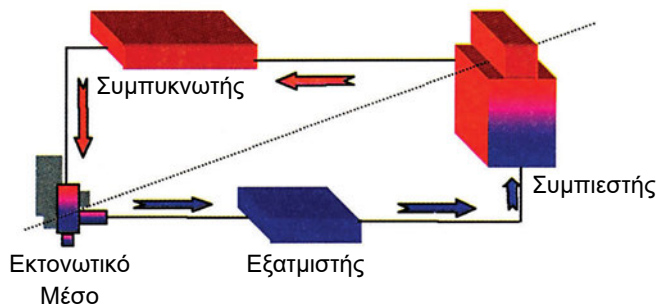
2.3 Βασικά εξαρτήματα κλιματιστικής μονάδας

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, ένα από τα βασικά στοιχεία της κλιματιστικής μονάδας είναι το ψυκτικό κύκλωμα.

Έτσι, το ψυκτικό κύκλωμα μιας κλιματιστικής μονάδας είναι ο συνδυασμός στοιχείων, που όταν συναρμολογούνται και ενεργοποιούνται σύμφωνα με το κατασκευαστικό τους σχέδιο, υλοποιούν τον ψυκτικό κύκλο. (Σχήμα 2.2)

Τα βασικά στοιχεία ενός ψυκτικού κυκλώματος είναι:

- Ο συμπιεστής
- Ο συμπυκνωτής
- Το εκτονωτικό μέσο
- Εξατμιστής (ατμοποιητής)



➡ = ροή ψυκτικό ρευστό σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία

➡ = ροή ψυκτικό ρευστό σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία

Σχήμα 2.2: Σχηματική παράσταση ψυκτικού κυκλώματος συμπίεσης ατμών ψυκτικού μέσου με τα βασικά του στοιχεία και τη φορά κυκλοφορίας του ψυκτικού ρευστού.

2.3.1. Συμπιεστής κλιματιστικών μονάδων

Ο συμπιεστής είναι το πιο ζωτικό στοιχείο του ψυκτικού κυκλώματος. **Κύριος σκοπός του συμπιεστή είναι να αυξήσει τη θερμοκρασία του ψυκτικού ρευστού, ώστε να καταστεί δυνατή η «αυθόρμητη» απόρριψη στο περιβάλλον του συμπυκνωτή, της θερμότητας, η οποία είναι αποθηκευμένη και μεταφέρεται με το ψυκτικό ρευστό.**

Άλλος σημαντικός σκοπός του συμπιεστή είναι να διασφαλίσει, με τη δημιουργία των απαραίτητων διαφορών πίεσης, και για όσο χρόνο βρίσκεται σε λειτουργία, τη συνεχή κυκλοφορία του ψυκτικού ρευστού μέσα στο κλειστό ψυκτικό κύκλωμα. Με αυτόν τον τρόπο, το ψυκτικό ρευστό, κατά τη διαδρομή του μέσα στον εξατμιστή, απορροφά συνεχώς θερμότητα από το περιβάλλον του, το οποίο μπορεί να είναι ο αέρας ή το νερό, και στη συνέχεια την απορρίπτει, μέσω του συμπυκνωτή, στο περιβάλλον αυτού του στοιχείου, το οποίο μπορεί να είναι, επίσης, ο αέρας ή το νερό.

Πιο αναλυτικά, με την άνοδο της πίεσης του ψυκτικού ρευστού, η οποία επιτυγχάνεται με τη λειτουργία του συμπιεστή, έχουμε και την ταυτόχρονη άνοδο της θερμοκρασίας του. Η τιμή της θερμοκρασίας του ψυκτικού ρευστού στην έξοδο του από το συμπιεστή είναι κατά 10-20°C μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος του συμπυκνωτή. Στο περιβάλλον του συμπυκνωτή, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, απορρίπτεται τελικά τόσο η θερμότητα η οποία απορροφήθηκε από το ψυκτικό μέσο κατά τη ροή του μέσα στον εξατμιστή, όσο και η ενέργεια η οποία δαπανήθηκε για τη συμπίεσή του και η οποία επίσης έχει αποθηκευτεί σε αυτό υπό μορφή θερμότητας (βλέπε Σχήμα 2.1).

Όπως θα αναφερθεί πιο διεξοδικά στη συνέχεια, με την εξέταση και των άλλων βασικών στοιχείων του ψυκτικού κυκλώματος, μέσα στον εξατμιστή το ψυκτικό μέσο απορροφώντας θερμότητα, αλλάζει κατάσταση και από υγρό μετατρέπεται σε ατμό. Ο ατμός αυτός αναρροφάται από τον συμπιεστή, ο οποίος ανυψώνει την πίεση του και επομένως και τη θερμοκρασία του, και στη συνέχεια τον στέλνει στον συμπυκνωτή, όπου θα αποδώσει στο μέσο ψύξης του (περιβάλλον) τη θερμότητα την οποία μεταφέρει, και τελικά θα μετατραπεί και πάλι σε υγρό.

Η πίεση αναρρόφησης του συμπιεστή, η πίεση δηλαδή που επικρατεί στην είσοδο του συμπιεστή και θεωρητικά και στον εξατμιστή, και η πίεση κατάθλιψης, η πίεση δηλαδή που επικρατεί στην έξοδο του συμπιεστή και θεωρητικά στον συμπυκνωτή, πρέπει να βρίσκονται μέσα στα όρια που προδιαγράφονται από τον κατασκευαστή του συμπιεστή.

Γι' αυτό, οποιαδήποτε απόκλιση των τιμών των παραπάνω πιέσεων από τις προκαθορισμένες έχει αρνητική επίπτωση στη συνολική απόδοση της κλιματιστικής μονάδας. Πράγματι, όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε από το Σχήμα 2.1, μικρότερη πίεση και επομένως και θερμοκρασία ατμοποίησης σημαίνει – με την προϋπόθεση ότι η πίεση συμπύκνωσης δεν αλλάζει – αφ' ενός μεν μικρότερο ποσό θερμότητας που απορροφά το ψυκτικό ρευστό κατά τη φάση της ατμοποίησής του, αφ' ετέρου δε δαπάνη περισσότερου μηχανικού έργου για τη συμπίεση των ατμών του ψυκτικού ρευστού.

Τα υλικά κατασκευής των συμπιεστών, καθώς και των άλλων στοιχείων του ψυκτικού κυκλώματος, που έρχονται σε επαφή με το ψυκτικό ρευστό, πρέπει

να είναι συμβατά με το ψυκτέλαιο (λάδι λιπάνσεως του συμπιεστή), και αυτό για να μην έχουμε την εμφάνιση χημικών φαινομένων που μπορεί να βάλλουν σε κίνδυνο τη σωστή λειτουργία του ψυκτικού κυκλώματος.

■ Κατηγορίες συμπιεστών

Τους συμπιεστές τους διακρίνουμε:

α) ανάλογα με την κίνηση, σε:

- Παλινδρομικούς
- Περιστροφικούς
- Φυγοκεντρικούς
- Κοχλιοφόρους και
- Σπειροειδείς (Scroll type)

β) ανάλογα με τη στεγανότητά τους, σε:

- Κλειστού τύπου ή ερμητικούς
- Ημιερμητικού τύπου και
- Ανοικτού τύπου.

Ένας συμπιεστής μπορεί να είναι παλινδρομικός κλειστού ή ημιερμητικού τύπου, περιστροφικός ανοικτού τύπου, κ.λπ.

Στους συμπιεστές **κλειστού τύπου** δεν υπάρχει κίνδυνος διαρροής του ψυκτικού ρευστού στο περιβάλλον, γιατί ο κινητήρας και ο συμπιεστής βρίσκονται εγκιβωτισμένοι μέσα σ' ένα ερμητικά κλειστό κέλυφος, και σε περίπτωση βλάβης αντικαθίστανται, επειδή η επισκευή τους είναι δαπανηρή και οικονομικά ασύμφορη.

Στους συμπιεστές **ημιερμητικού τύπου**, ο συμπιεστής και ο κινητήρας του βρίσκονται επίσης μέσα στο ίδιο κέλυφος, σε ορισμένες θέσεις του οποίου, όμως, υπάρχουν κατάλληλες θυρίδες πρόσβασης στο εσωτερικό του. Οι θυρίδες αυτές είναι αναγκαίες για την επιθεώρηση ή την αποκατάσταση βλάβης του συγκροτήματος κινητήρα – συμπιεστή, και κλείνονται στεγανά με κατάλληλα καπάκια, παρεμβύσματα στεγανοποίησης με τους αντίστοιχους κοχλίες τους. Η στεγανότητα του ημιερμητικού συμπιεστή, ως προς το περιβάλλον, είναι επίσης διασφαλισμένη.

Στους συμπιεστές **ανοικτού τύπου**, αντίθετα από ό,τι συμβαίνει στους δύο προηγούμενους τύπους, ο κινητήρας είναι ανεξάρτητος και συνδέεται με τον

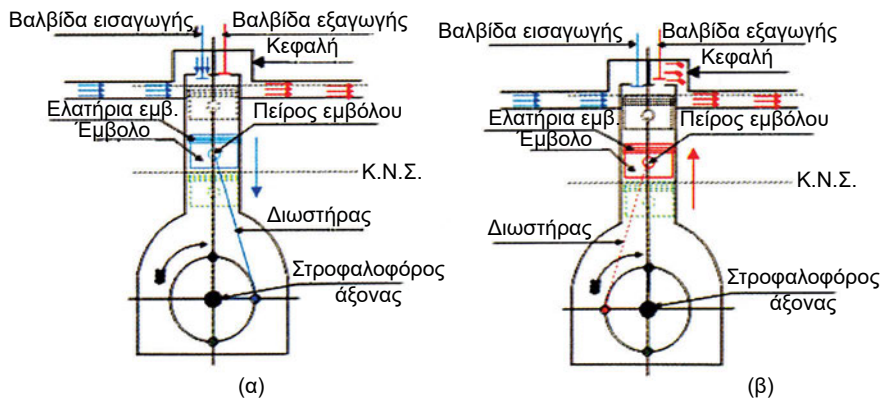
συμπιεστή, είτε μέσω κατάλληλου συνδέσμου μετάδοσης της κίνησης, είτε μέσω τροχαλιών και ιμάντων.

Ο άξονας των συμπιεστών αυτού του τύπου διαπερνά το κέλυφός τους, και στο άκρο του εφαρμόζεται η κατάλληλη τροχαλία ή σύνδεσμος για τη μετάδοση της κίνησης, ενώ στη θέση εξόδου του (άξονα) από το κέλυφος τοποθετείται το κατάλληλο παρέμβυσμα στεγανοποίησης (τσιμούχα). Εδώ, ακριβώς, είναι και το σημαντικό πρόβλημα αυτών των συμπιεστών, γιατί λόγω φθοράς της τσιμούχας από τις μακροχρόνιες τριβές, ή λόγω ανεπαρκούς λίπανσης, μπορεί να υπάρξει διαρροή ψυκτικού ρευστού προς το περιβάλλον. Πιο αναλυτικά:

1) Παλινδρομικοί συμπιεστές

Τα βασικά στοιχεία του παλινδρομικού συμπιεστή είναι τα ακόλουθα, όπως φαίνονται και στο Σχήμα 2.3.:

- α) Ο κύλινδρος,
- β) Το έμβολο,
- γ) Τα ελατήρια εμβόλου,
- δ) Ο πείρος εμβόλου,
- ε) Ο διωστήρας,
- στ) Ο στροφαλοφόρος άξονας,
- ζ) Τα έδρανα και οι τριβείς ολίσθησης
- η) Η κεφαλή και η βαλβιδοφόρος πλάκα με τις βαλβίδες αναρρόφησης και κατάθλιψης
- θ) Το κυρίως σώμα και η ελαιολεκάνη.



Σχήμα 2.3: Σχηματική παράσταση βασικής δομής ενός παλινδρομικού συμπιεστή και αρχής λειτουργίας του. (α) φάση εισαγωγής, (β) φάση εξαγωγής.

■ Λειτουργία παλινδρομικού συμπιεστή

Στους παλινδρομικούς συμπιεστές (Σχήμα 2.3.) το έμβολο κινείται **παλινδρομικά**, μεταξύ δύο ακραίων θέσεων [**άνω νεκρού σημείου** (Α.Ν.Σ.), και **κάτω νεκρού σημείου** (Κ.Ν.Σ.)], μέσα στον κύλινδρο. Με αυτήν την παραπάνω κίνησή του το έμβολο, όπως θα αναφερθεί αναλυτικά στη συνέχεια, προκαλεί αφενός την εκτόνωση του ψυκτικού μέσου, που έχει παραμείνει στον **«επιζήμιο χώρο»***, και αφετέρου την αναρρόφηση, τη συμπίεση και τελικά, την εξαγωγή του υγρού αυτού από τον συμπιεστή.

Ο στροφαλοφόρος άξονας μαζί με τον διωστήρα και τον πείρο του εμβόλου μετατρέπει την περιστροφική κίνηση του άξονα σε παλινδρομική κίνηση του εμβόλου.

Ας παρακολουθήσουμε, συνοπτικά, τις διεργασίες που συμβαίνουν μέσα στον κύλινδρο ενός συμπιεστή (Σχήμα 2.4):

Κατά την καθοδική πορεία του εμβόλου, από το άνω προς το κάτω νεκρό σημείο, και πριν ακόμη ανοίξει η βαλβίδα αναρρόφησης – με τη βαλβίδα κατάθλιψης να είναι κλειστή – ο ατμός του ψυκτικού ρευστού που δεν απομακρύνθηκε από τον κύλινδρο κατά τον προηγούμενο κύκλο συμπίεσης, εκτονώνεται, λόγω της αναπόφευκτης ύπαρξης του **«επιζήμιου χώρου» – (καμπύλη 1–2: «αδιαβατική εκτόνωση»)**. Όσο μεγαλύτερη είναι η πίεση κατάθλιψης, τόσο μεγαλύτερη

* Ο χώρος του κυλίνδρου μεταξύ του άνω νεκρού σημείου (ΑΝΣ) και της πλάκας των βαλβίδων του συμπιεστή. Αυτός ο χώρος είναι αναγκαίος, γιατί, διαφορετικά, το έμβολο στο τέλος της ανοδικής του πορείας (Α.Ν.Σ.) θα κτυπούσε στην πλάκα των βαλβίδων. Με την πάροδο του χρόνου και λόγω των φθορών των εδράνων του συμπιεστή, είναι δυνατόν να προκληθούν κτύποι του εμβόλου επάνω στην πλάκα των βαλβίδων, με απρόβλεπτες συνέπειες.

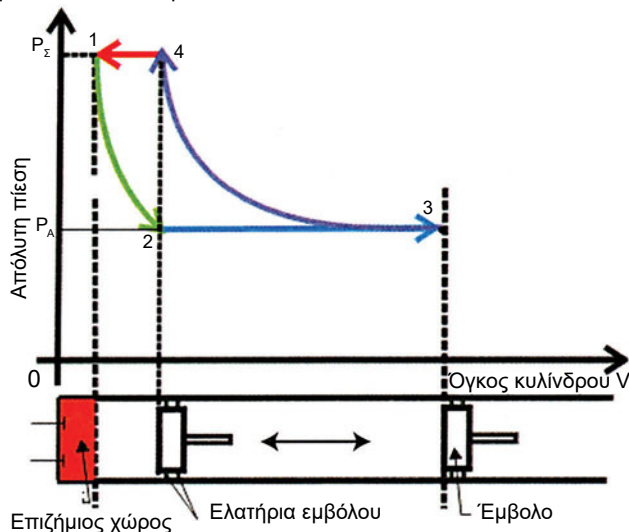
μάζα ψυκτικού μέσου παραμένει μέσα στον επιζήμιο χώρο, και αυτό το γεγονός είναι αρνητικό για την απόδοση του συμπιεστή.

Στη συνέχεια, και ενώ η πορεία του εμβόλου συνεχίζεται προς το κάτω νεκρό σημείο (ΚΝΣ), δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες (όπως είναι η μείωση της πίεσης στο εσωτερικό του κυλίνδρου) και ανοίγει η βαλβίδα αναρρόφησης. Στο σημείο αυτό, νέοι ψυχροί ατμοί από το ψυκτικό ρευστό εισέρχονται, δια μέσου της βαλβίδας εισαγωγής, στον κύλινδρο (**ευθύγραμμο τμήμα 2–3: «ισοβαρής αναρρόφηση»**).

Όταν το έμβολο φτάσει στο κάτω νεκρό σημείο, έχουμε στιγμιαία αναστροφή της κίνησής του, η οποία από καθοδική γίνεται ανοδική. Με την έναρξη της ανοδικής πορείας του εμβόλου, αρχίζει η φάση της συμπίεσης, και μόλις η τιμή της πίεσης ανυψωθεί λίγο τότε κλείνει η βαλβίδα αναρρόφησης, ενώ η βαλβίδα κατάθλιψης παραμένει κλειστή. Το έμβολο, συνεχίζοντας την πορεία του προς την πλάκα των βαλβίδων, συμπιέζει τους ατμούς του ψυκτικού ρευστού αυξάνοντας την πίεσή τους (**καμπύλη 3–4: «αδιαβατική συμπίεση»**).

Όταν η πίεση των ατμών του ψυκτικού ρευστού φτάσει σε μια προκαθορισμένη τιμή, τότε ανοίγει η βαλβίδα κατάθλιψης και οι ατμοί αυτοί δια μέσου αυτής οδηγούνται προς τον συμπυκνωτή, όπου και συμπυκνώνονται (**ευθύγραμμο τμήμα 4–1: «ισοβαρής απομάκρυνση» των ατμών του ψυκτικού μέσου από τον κύλινδρο του συμπιεστή**).

Το έμβολο, μετά από το άνω νεκρό σημείο, αρχίζει και πάλι την πορεία απομάκρυνσής του από την πλάκα των βαλβίδων, την πορεία, δηλαδή, προς το κάτω νεκρό σημείο. Η πίεση μέσα στον κύλινδρο αρχίζει να πέφτει και έτσι προκαλείται το κλείσιμο της βαλβίδας κατάθλιψης, ενώ μέχρις ότου αυτή η πτώση φτάσει σε μια επίσης προκαθορισμένη τιμή, η βαλβίδα αναρρόφησης παραμένει επίσης κλειστή και έτσι έχουμε, όπως προαναφέραμε, την εκτόνωση της μάζας των ατμών του ψυκτικού ρευστού που αντιστοιχεί στον όγκο του επιζήμιου χώρου, και η οποία δεν απομακρύνθηκε από τον κύλινδρο.



Σχήμα 2.4: Σχηματικό διάγραμμα μεταβολών της κατάστασης του ψυκτικού μέσου, μέσα στον κύλινδρο του συμπιεστή.

■ Λίπανση

Η λίπανση του κυλίνδρου ή των κυλινδρών των εδράνων, και γενικά, των εσωτερικών στοιχείων (εξαρτημάτων) των συμπιεστών, υλοποιείται:

- α) Στους μικρής ισχύος ερμητικούς συμπιεστές, με **«εκτίναξη»**. Σύμφωνα, δηλαδή, με αυτό το σύστημα λίπανσης, το ψυκτέλαιο εκτινάσσεται, με τη βοήθεια περιστρεφόμενων στοιχείων, στο εσωτερικό του κελύφους του συμπιεστή.
- β) Στους μεγαλύτερης ισχύος ημιερμητικούς συμπιεστές, χρησιμοποιείται **«η δυναμική λίπανση»**. Με αυτό το σύστημα λίπανσης, μια αντλία λαδιού η οποία παίρνει κίνηση από τον στροφαλοφόρο άξονα, κυκλοφορεί το λιπαντικό μέσα από ειδικά κανάλια – που έχουν δημιουργηθεί γι' αυτόν ακριβώς το σκοπό – στο εσωτερικό του στροφαλοφόρου άξονα, στα σταθερά έδρανα, καθώς και στο κουζινέτο του διωστήρα. Η «δυναμική» αυτή λίπανση εφαρμόζεται, κυρίως, στους «ανοικτού τύπου» συμπιεστές, όπως και στους «ημιερμητικούς».

■ Ψύξη των κινητήρων παλινδρομικών συμπιεστών

Οι κινητήρες των ερμητικών και ημιερμητικών συμπιεστών, δεδομένου ότι βρίσκονται μέσα στο ίδιο κέλυφος με τους συμπιεστές, ψύχονται από τους ψυχρούς ατμούς του αναρροφούμενου ψυκτικού μέσου. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ατμοποίηση των σταγονιδίων του ψυκτικού υγρού που πιθανόν έχουν δημιουργηθεί, και τα οποία μπορεί να παρασυρθούν από το ρεύμα των αναρροφούμενων ατμών του ψυκτικού μέσου, και έτσι έχουμε θετική συμβολή στην αποτροπή του φαινομένου της συμπίεσης του ψυκτικού υγρού.

Από τα παραπάνω προκύπτει η ανάγκη της συμβατότητας (συνεργασίας) του ψυκτικού ρευστού με τις περιελίξεις του ηλεκτροκινητήρα. Οι κινητήρες των ανοικτού τύπου συμπιεστών, επειδή βρίσκονται σε διαφορετική θέση από τον συμπιεστή, ψύχονται με τις συμβατικές μεθόδους ψύξης των ηλεκτροκινητήρων ή, εάν πρόκειται για κινητήρες εσωτερικής καύσης, που χρησιμοποιούνται σε περιοχές όπου δεν είναι διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια, αυτοί ψύχονται με τους αντίστοιχους τρόπους ψύξης που γνωρίζουμε.

■ Χρήσεις παλινδρομικών συμπιεστών

Ο ερμητικός συμπιεστής, συνήθως, χρησιμοποιείται σε μικρές κλιματιστικές μονάδες. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η ισχύς του μπορεί να κυμαίνεται από κάποια δέκατα του kW έως 15 kW περίπου, ενώ ο αντίστοιχος ημιερμητικός χρησιμοποιείται σε μονάδες μέσης και μεγάλης ισχύος. Τέλος, ο «ανοικτού τύπου» συμπιεστής καλύπτει μια πολύ ευρεία περιοχή ισχύος και χρησιμοποιείται, για παράδειγμα, τόσο στον κλιματισμό των αυτοκινήτων, όσο και σε μεγάλα συγκροτήματα ψύξης νερού.

■ Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα παλινδρομικών συμπιεστών

I. Ανοικτού τύπου συμπιεστές

A. Πλεονεκτήματα:

- α) Εύκολη αποσυναρμολόγηση και συναρμολόγηση κατά τις εργασίες επισκευής και συντήρησής τους.
- β) Χρήση ηλεκτροκινητήρα κοινού τύπου, όπου δεν απαιτείται η συμβατότητα των περιελίξεών του με τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του ψυκτικού μέσου των συμπιεστών αυτών.
- γ) Δυνατότητα μεταβολής της ταχύτητας περιστροφής του άξονά του με τη χρήση τροχαλιών διαφόρων διαμέτρων.
- δ) Όταν είναι δυνατό, χρησιμοποιείται ο κινητήρας αυτών των συμπιεστών για την κίνηση του ανεμιστήρα, όπως συμβαίνει στις αερόψυκτες μικρές κλιματιστικές μονάδες.
- ε) Σε σύγκριση με τους αντίστοιχους ημιερμητικού τύπου ίδιου κυβισμού, οι συμπιεστές αυτοί μπορούν να αποδώσουν, αν και όχι σε μεγάλο ποσοστό, μεγαλύτερη ψυκτική ισχύ.

B. Μειονεκτήματα

- α) Παρουσιάζουν προβλήματα στεγανότητας στη θέση εξόδου του άξονά τους από το κέλυφος που τους περιβάλλει, λόγω φθοράς, ανεπαρκούς λίπανσης, καταστροφής ή κακής τοποθέτησης της τσιμούχας.

- β) Απαιτείται καλή ευθυγράμμιση των τροχαλιών, όταν χρησιμοποιείται ιμαντοκίνηση. Εξάλλου, η σύζευξη κινητήρα – συμπιεστή μπορεί να είναι και άμεση, με τη χρήση, δηλαδή, κατάλληλου συνδέσμου – μέθοδος που είναι και η πλέον διαδεδομένη –οπότε στην περίπτωση αυτή, απαιτείται ευθυγράμμιση των δύο αυτών στοιχείων (του κινητήρα και του συμπιεστή).

II. Ημιερμητικού τύπου συμπιεστές

A. Πλεονεκτήματα

- α) Δεν υπάρχει πρόβλημα διαρροής ψυκτικού υγρού στο περιβάλλον, λόγω άριστης στεγανότητας
- β) Δεν αντιμετωπίζεται πρόβλημα ευθυγράμμισης του κινητήρα και του συμπιεστή.
- γ) Σε σύγκριση με τους συμπιεστές ανοικτού τύπου, δεδομένου ότι η θερμότητα που αναπτύσσεται από τον κινητήρα, απορροφάται από το ψυκτικό μέσο, απαιτείται μικρότερης ισχύος κινητήρας για το ίδιο ψυκτικό αποτέλεσμα.

B. Μειονεκτήματα

- α) Σε σύγκριση με τους συμπιεστές ανοικτού τύπου και ίδιου κυβισμού, επειδή η θερμότητα του κινητήρα απορροφάται από το ψυκτικό μέσο, η απόδοση της συγκεκριμένης μονάδας στο σύνολό της, είναι μικρότερη.

III. Ερμητικοί συμπιεστές

A. Πλεονεκτήματα

- α) Δεν απαιτούνται ενδιάμεσα στοιχεία (μηχανισμοί) για τη μετάδοση της κίνησης από τον κινητήρα στον συμπιεστή, γιατί ο άξονας του ηλεκτροκινητήρα είναι προέκταση του στροφαλοφόρου άξονα του συμπιεστή.

B. Μειονεκτήματα

- α) Η επισκευή τους είναι δαπανηρή και ασύμφορη. Έτσι, όταν ο κινητήρας πάθει βλάβη, αντικαθίσταται.

2) Περιστροφικοί συμπίεστές (συμπίεστές τυμπάνου)

Οι περιστροφικοί συμπίεστές είναι σχετικά απλής κατασκευής, έχουν λίγα κινητά μέρη και, επομένως, είναι λιγότερο εκτεθειμένοι σε βλάβες από φθορές. Το μέγεθός τους είναι μικρότερο από εκείνο των αντίστοιχων παλινδρομικών, ενώ σαν μέσο ψύξης του κινητήρα τους, συνήθως αξιοποιούν το καταθλιβόμενο ψυκτικό μέσο.

Για τη συμπίεση του αερίου, εφαρμόζεται και σ' αυτούς τους συμπίεστές, όπως και στους παλινδρομικούς, η αρχή της εκτόπισης, σύμφωνα με την οποία, ορισμένος όγκος ψυκτικού ατμού εγκλωβίζεται σε ένα χώρο μεταξύ κελύφους – στροφείου και σύρτη (πτερυγίου), ενώ, στη συνέχεια, με την περιστροφική κίνηση του στροφείου συμπιέζεται μέχρι την επιθυμητή πίεση, και απομακρύνεται προς τον συμπυκνωτή, μέσω της βαλβίδας κατάθλιψης (Σχήματα 2.5., 2.6., 2.7.)

Η εισαγωγή ατμού του ψυκτικού μέσου, η συμπίεση και η εξαγωγή του, σε αντίθεση με ό,τι συμβαίνει στους παλινδρομικούς συμπίεστές, είναι σχεδόν αδιάλειπτη, και επομένως, σχεδόν αδιάλειπτη είναι και η ροή του ψυκτικού μέσου. Επίσης, οι περιστροφικοί συμπίεστές δεν έχουν το πρόβλημα του «επιζήμιου χώρου».

Οι αποδόσεις των περιστροφικών συμπίεστών, σε σύγκριση με τους παλινδρομικούς, είναι καλύτερες, και γι' αυτό αυτοί χρησιμοποιούνται σε μικρού και μεσαίου μεγέθους κλιματιστικές μονάδες.

Από κατασκευαστικής άποψης, οι περιστροφικοί συμπίεστές διακρίνονται σε δύο τύπους:

- Με σταθερό πτερύγιο (σύρτη) (Σχήμα 2.5).
- Με περιστρεφόμενο πτερύγιο (σύρτη) (Σχήμα 2.7).

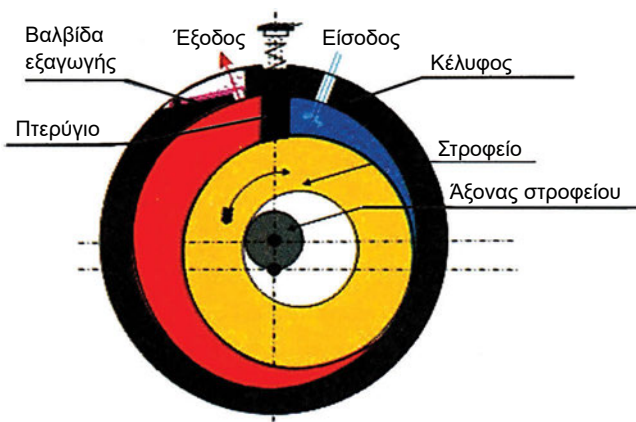
Πιο αναλυτικά:

■ Περιστροφικός συμπίεστής με σταθερά πτερύγια

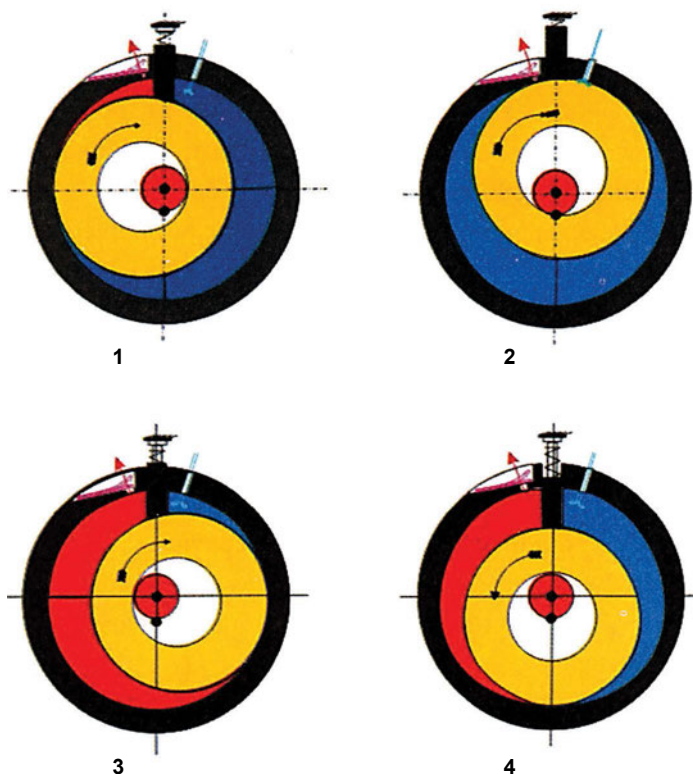
Τα βασικά στοιχεία ενός τέτοιου συμπίεστή, όπως φαίνονται και στο Σχήμα 2.5., είναι:

- α) Το κέλυφος,
- β) Το στροφείο,
- γ) Ο άξονας του στροφείου,

- δ) Τα πτερύγια με τα ελατήριά τους,
 ε) Η βαλβίδα εξαγωγής (κατάθλιψης).

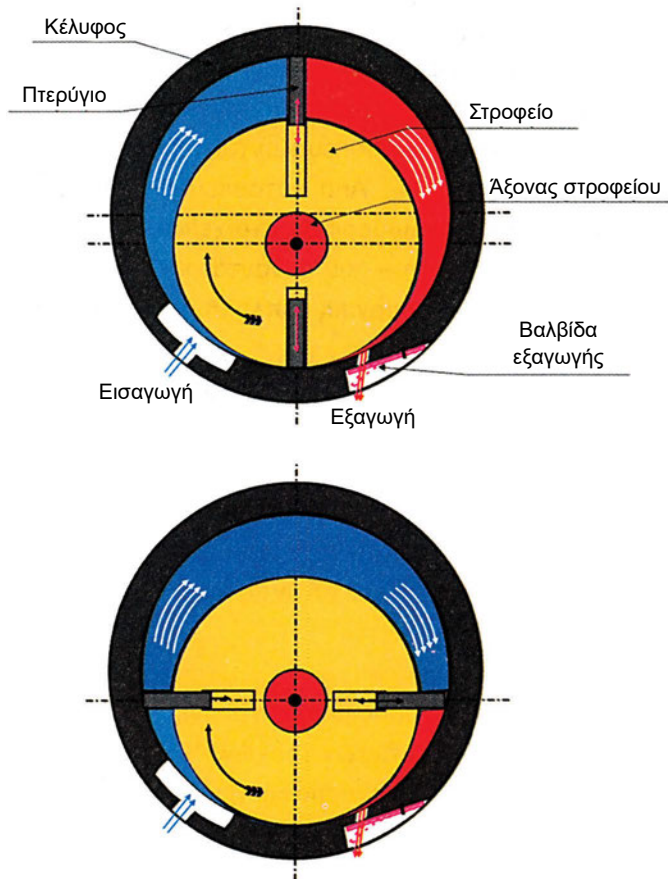


Σχήμα 2.5: Σχηματική παράσταση (σε τομή) βασικών δομικών στοιχείων περιστροφικού συμπιεστή με σταθερό σύρτη (πτερύγιο) και έκκεντρο στροφέιο.



Σχήμα 2.6: Σχηματική παράσταση αρχής λειτουργίας περιστροφικού συμπιεστή με σταθερό σύρτη και έκκεντρο στροφέιο.

■ Περιστροφικός συμπιεστής με περιστρεφόμενα πτερύγια



Σχήμα 2.7: Σχηματική παράσταση περιστροφικού συμπιεστή με περιστρεφόμενους σύρτες (πτερύγια).

■ Λειτουργία

Η αρχή λειτουργίας του περιστροφικού συμπιεστή με περιστρεφόμενα πτερύγια παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.7. Σύμφωνα μ' αυτό, τα πτερύγια που περιστρέφονται μαζί με το στροφέιο παλινδρομούν μέσα στις αντίστοιχες έδρες τους και βρίσκονται σε συνεχή επαφή με την εσωτερική επιφάνεια του κελύφους τους. Με αυτόν τον τρόπο, το αέριο που εγκλωβίζεται ανάμεσά τους, στη συνέχεια συμπιέζεται. Σημειώνεται ότι το στροφέιο και ο άξονας του συμπιεστή έχουν το ίδιο κέντρο περιστροφής.

3) Κοχλιοφόροι συμπιεστές

Η αναρρόφηση και η συμπίεση στους κοχλιοφόρους συμπιεστές επιτυγχάνεται με την περιστροφική κίνηση δυο κοχλιόμορφων στοιχείων (Εικόνα 2.1.) τα οποία βρίσκονται σε λειτουργική σύζευξη.

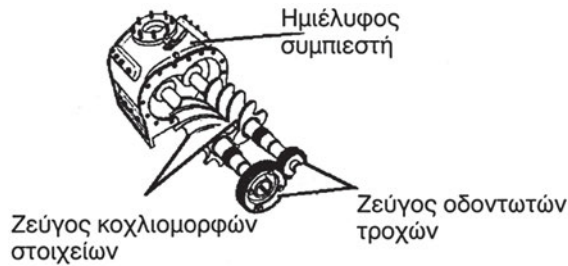
Κατά κύριο λόγο, οι συμπιεστές αυτοί ανήκουν στην κατηγορία των αντίστοιχων ημιερωμητικών, κατασκευάζονται, όμως, και κοχλιοφόροι συμπιεστές «ανοικτού τύπου». Από κατασκευαστικής άποψης, συνήθως, διαθέτουν **ένα ζεύγος κοχλιόμορφων στοιχείων**, υπάρχει όμως και ο τύπος κοχλιοφόρου συμπιεστή – που συναντάται πολύ σπάνια – **με ένα κοχλιόμορφο στοιχείο σε λειτουργική εμπλοκή με δύο αντίστοιχα στροφεία – δορυφόρους**.

Οι συμπιεστές με ένα **ζεύγος κοχλιόμορφων στοιχείων** (Σχήμα 2.8) αποτελούνται από δύο στροφεία – αρσενικό και θηλυκό – με ελικοειδή και ασύμμετρου προφίλ διαμόρφωση μεγάλου βήματος, και τα οποία στροφεία βρίσκονται σε λειτουργική συνεργασία, μέσα στο ίδιο **κέλυφος**. Το αρσενικό κοχλιόμορφο στροφείο, συνήθως, συνδέεται άμεσα στον άξονα του κινητήρα, και συμπαρασύρει το αντίστοιχο θηλυκό, σε περιστροφική κίνηση αντίθετης φοράς.

Επίσης, η μετάδοση της κίνησης μπορεί να γίνει και με τη χρήση κατάλληλου **ζεύγους ή ζευγών οδοντωτών τροχών**. Οι συμπιεστές αυτής της κατηγορίας **δεν έχουν βαλβίδες αναρρόφησης και κατάθλιψης** του ψυκτικού ατμού.



Εικόνα 2.1: Ζεύγος κοχλιόμορφων στροφείων σε συνεργασία.



Σχήμα 2.8: Βασικά στοιχεία κοχλιοφόρου συμπιεστή.

■ Λειτουργία

Καθώς το αρσενικό στοιχείο περιστρέφεται και συμπαρασύρει σε κίνηση το θηλυκό, στην πλευρά της αναρρόφησης δημιουργείται υποπίεση και, έτσι, ο ατμός του ψυκτικού μέσου, που βρίσκεται στην περιοχή της αναρρόφησης, εισέρχεται στο χώρο ο οποίος υπάρχει ανάμεσα στις αυλακώσεις των στροφείων, και στη συνέχεια, λόγω της γεωμετρικής μορφής των αυλακώσεων, εγκλωβίζεται. Η μάζα του ρευστού, η οποία εγκλωβίστηκε ανάμεσα στις αυλακώσεις των στροφείων, λόγω της κίνησής τους, ωθείται προς την έξοδο του συμπιεστή και, ταυτόχρονα, επειδή ο χώρος που έχει στη διάθεσή της μειώνεται συνεχώς, αυξάνει και η πίεσή της. Όταν η εγκλωβισμένη μάζα του ατμού, η οποία ωθείται συνεχώς, φτάσει στο τέλος των στροφείων, έχει αποκτήσει την επιθυμητή πίεση και απομακρύνεται από τον συμπιεστή. Επειδή η περιστροφική κίνηση των κοχλιόμορφων στοιχείων είναι συνεχής, όλη η μάζα του ατμού, η οποία αναρροφάται αδιάκοπα από αυτά, απομακρύνεται από τον συμπιεστή. Η κυκλοφορία του ψυκτικού μέσου, με τους συμπιεστές αυτής της κατηγορίας, είναι σχεδόν συνεχής.

■ Λίπανση

Για τη λίπανση των κοχλιοφόρων συμπιεστών, συνήθως, χρησιμοποιείται ειδική αντλία που τροφοδοτείται με το κατάλληλο ψυκτέλαιο, το οποίο ψεκάζεται σε συγκεκριμένα σημεία του επάνω τμήματος των κοχλιόμορφων στοιχείων του συμπιεστή. Το λιπαντικό, λοιπόν, επιτελεί τις εξής λειτουργίες:

- α)** Λιπαίνει τις συνεργαζόμενες επιφάνειες των κοχλιόμορφων στοιχείων του συμπιεστή.
- β)** Λειτουργεί σαν στεγανοποιητικό, μειώνοντας, στο μέτρο του δυνατού, τις απώλειες λόγω εσωτερικών διαρροών, και έτσι ο «ογκομετρικός βαθμός*» του συμπιεστή διατηρείται σε υψηλά επίπεδα.

*Ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης του συμπιεστή ισούται με τον πραγματικό όγκο του ατμού του ψυκτικού μέσου που καταθλίβεται προς το θεωρητικό

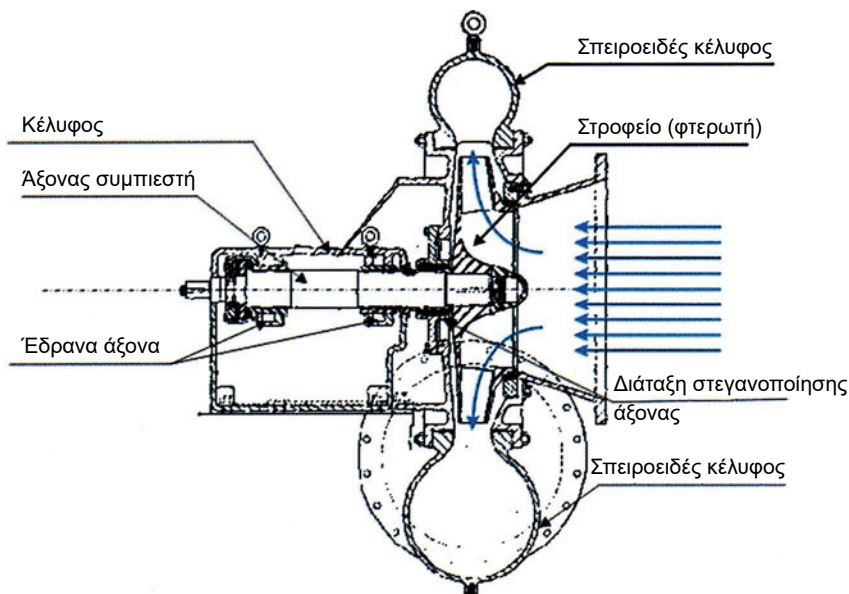
γ) Συμβάλλει στην ψύξη του συμπιεστή.

Το ψυκτέλαιο, το οποίο αναμιγνύεται με το ψυκτικό μέσο, πρέπει να διαχωριστεί από αυτό, πριν ο ατμός του οδηγηθεί στον συμπυκνωτή, και στη συνέχεια να επιστρέψει στον συμπιεστή σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται με ειδικές διατάξεις – τους διαχωριστήρες οι οποίοι μπορεί να βρίσκονται μέσα ή έξω από τον συμπιεστή. Το ψυκτέλαιο, το οποίο αρχικά συγκεντρώνεται στο διαχωριστήρα, στη συνέχεια και πριν από την επιστροφή του στον συμπιεστή, οδηγείται σε έναν ψύκτη για τη μείωση της θερμοκρασίας του.

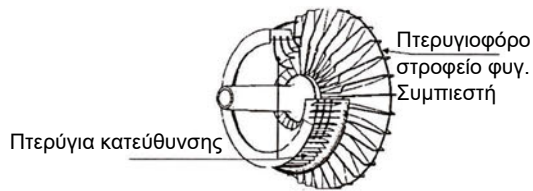
4) Φυγοκεντρικοί συμπιεστές

Τα βασικά στοιχεία ενός φυγοκεντρικού συμπιεστή (Σχήμα 2.9.) είναι:

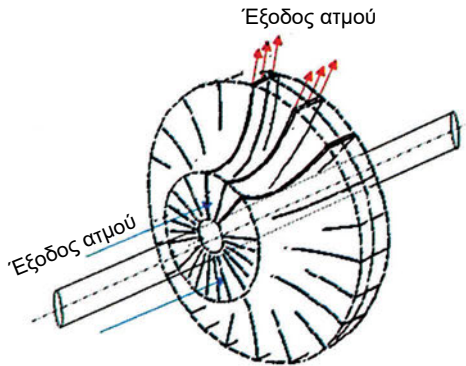
- α) Το στροφέιο (φτερωτή), του οποίου τα πτερύγια μπορεί να είναι ακτινικής απόκλισης ή με καμπυλότητα προς τα πίσω.
- β) Ο άξονας της φτερωτής.
- γ) Το σπειροειδές κέλυφος.
- δ) Το κέλυφος του κινητήρα – γραναζωτού πολλαπλασιαστή στροφών.
- ε) Τα έδρανα στήριξης του άξονα.
- στ) Τα πτερύγια κατεύθυνσης του ατμού στη φτερωτή (Σχήμα 2.10).



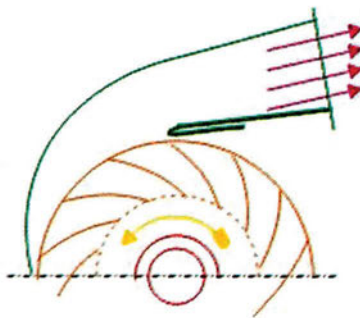
Σχήμα 2.9: Σχηματική παράσταση μονοβάθμιου φυγοκεντρικού συμπιεστή και της αρχής λειτουργίας του.



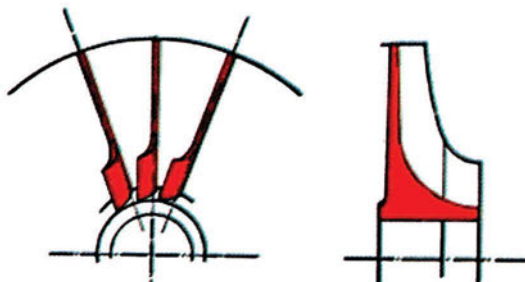
Σχήμα 2.10: Σχηματική παράσταση πτερυγιοφόρου στροφέιου φυγοκεντρικού, συμπιεστή αξονικής εισόδου, με πτερύγια κατεύθυνσης.



Σχήμα 2.11: Πτερυγιοφόρο στοιχείο φυγοκεντρικού συμπιεστή, ακτινικής απόκλισης.



Σχήμα 2.12: Σχηματική παράσταση συμπιεστή με πτερύγια προς τα πίσω.



Σχήμα 2.13: Φτερωτή φυγοκεντρικού συμπιεστή με ακτινικά πτερύγια.

■ Λειτουργία

Το στροφέιο των φυγοκεντρικών συμπιεστών, με την περιστροφική του κίνηση δημιουργεί την απαραίτητη υποπίεση στο στόμιο αναρρόφησης, η οποία υποχρεώνει τον ατμό του ψυκτικού μέσου να εισέλθει στο χώρο των πτερυγίων, αφού πρώτα αυτός περάσει μέσα από τα κατευθυντήρια πτερύγια, που τον οδηγούν ομαλά (κατά τη διεύθυνση της εφαπτομένης) στα πτερύγια του στροφείου.

Ο ατμός ο οποίος βρίσκεται ανάμεσα στα πτερύγια τίθεται και αυτός σε περιστροφική κίνηση με την ίδια ταχύτητα περιστροφής του στροφείου. Λόγω της περιστροφικής κίνησής του, ο ατμός αποκτά φυγοκεντρική επιτάχυνση, εξέρχεται από τα πτερύγια με υψηλή ταχύτητα και συλλέγεται από το σπειροειδές κέλυφος του συμπιεστή, με συνέπεια να μειώνεται η υψηλή ταχύτητά του και η κινητική του ενέργεια να μετατρέπεται σε υψηλή πίεση.

■ Είδη φυγοκεντρικών συμπιεστών

Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές, οι οποίοι χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό του αέρα, διακρίνονται σε:

α) Συμπιεστές ανοικτού τύπου.

β) Συμπιεστές ημιερμητικού τύπου.

Ο τύπος του φυγοκεντρικού συμπιεστή, που χρησιμοποιείται ευρέως στον κλιματισμό, είναι ο **ημιερμητικός**. Ο κινητήρας αυτού του τύπου βρίσκεται στο ίδιο κέλυφος με τον συμπιεστή και μεταξύ αυτού και του στροφείου παρεμβάλλεται ένας πολλαπλασιαστής στροφών με οδοντωτούς τροχούς, μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η επιθυμητή ταχύτητα περιστροφής του στροφείου.

Στη θέση όπου ο κινητήριος άξονας εισέρχεται στο σπειροειδές κέλυφος του συμπιεστή, τοποθετείται διάταξη στεγανοποίησης, η οποία απομονώνει το χώρο συμπίεσης από το χώρο του κινητήρα – πολλαπλασιαστή στροφών, και έτσι, για την ψύξη του κινητήρα δεν αξιοποιείται ο ψυχρός ατμός του ψυκτικού μέσου, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί το συμπύκνωμα του ψυκτικού μέσου. Ορισμένη ποσότητα ψυκτικού μέσου αφαιρείται από τον συμπυκνωτή και οδηγείται στο χώρο του κινητήρα, όπου απορροφώντας τη θερμότητα που αναπτύσσει ο κινητήρας, ατμοποιείται, και στη συνέχεια οδηγείται – ως ατμός πλέον – πάλι στο συμπυκνωτή.

Η συμπίεση του ψυκτικού ατμού μπορεί να γίνεται είτε με **μονοβάθμιο** (μιας φτερωτής) φυγοκεντρικό συμπιεστή, είτε, για ακόμη μεγαλύτερη συμπίε-

ση, με φυγόκεντρικό συμπίεστή **δύο βαθμίδων** (δύο φτερωτών). Στη δεύτερη περίπτωση, ο ατμός του ψυκτικού ατμού αφού συμπιεστεί στην πρώτη βαθμίδα, στη συνέχεια, οδηγείται αμέσως στη δεύτερη βαθμίδα, όπου συνεχίζεται η συμπίεσή του, ώστε να αποκτήσει την επιθυμητή τελική πίεση, πριν εισέλθει στον συμπυκνωτή.

5) Σπειροειδείς συμπίεστές (scroll)

Στους σπειροειδείς συμπίεστές, η συμπίεση των ψυκτικών ατμών γίνεται μέσω των δύο χαρακτηριστικών του στοιχείων: δηλαδή των «**σπειροειδών**» (Σχήμα 2.14).

Τα δύο αυτά σπειροειδή αποτελούν ζεύγος και τοποθετούνται το ένα μέσα στο άλλο. Στους σπειροειδείς συμπίεστές, συνήθως, ο κινητήρας βρίσκεται κάτω από τον συμπίεστή, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.2.

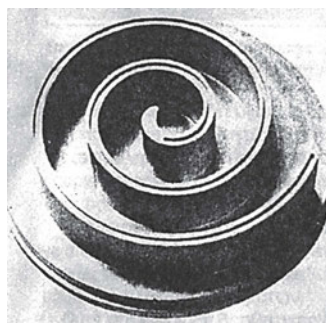
Το επάνω σπειροειδές είναι σταθερό, ενώ το κάτω στερεώνεται έκκεντρα στον άξονα του συμπίεστή και καθώς παίρνει κίνηση απ' αυτόν, κινείται σε τροχιά γύρω από το αντίστοιχό του σταθερό. Με αυτήν ακριβώς την κίνηση, δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για την αναρρόφηση και τον εγκλωβισμό των ατμών του ψυκτικού ρευστού μέσα στους θύλακες, που έχουν τη μορφή δρεπανιού και έτσι παράγεται, στη συνέχεια, η συμπίεσή τους.

Με την κίνηση του κάτω σπειροειδούς, ο ατμός του ψυκτικού ο οποίος έχει ήδη εισχωρήσει ανάμεσα σ' αυτό το σπειροειδές και το αντίστοιχο σταθερό, (Σχήμα 2.14.) εγκλωβίζεται και μεταφέρεται προς το κέντρο. Κατά τη διαδικασία της μεταφοράς, ο όγκος της εγκλωβισμένης μάζας του ατμού ελαττώνεται συνεχώς, και επομένως, συνεχής είναι και η συμπίεσή του μέχρι το κέντρο των σπειροειδών, από όπου τελικά – αφού έχει αποκτήσει την επιθυμητή πίεση κατάθλιψης – απομακρύνεται μέσω ενός κατάλληλου ανοίγματος, που έχει σ' αυτή τη θέση το σταθερό σπειροειδές. Οι διάφορες φάσεις αναρρόφησης και κατάθλιψης του ατμού είναι συνεχείς, και έτσι συνεχής είναι και η ροή του ψυκτικού ρευστού μέσα από τον συμπίεστή.

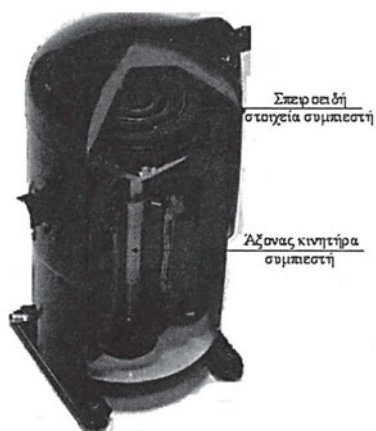
Οι σπειροειδείς συμπίεστές είναι σχεδόν απαλλαγμένοι από τον επιβαρυντικό παράγοντα του «επιζήμιου χώρου», και επομένως, σε σχέση με τους αντίστοιχους παλινδρομικούς, υπερτερούν, γιατί μπορούν να μετακινήσουν μεγαλύτερη μάζα ψυκτικού ρευστού. Επίσης, λόγω της ελαστικότητας που χαρακτηρίζει τα χαλύβδινα σπειροειδή στοιχεία τους, δεν είναι ευαίσθητοι στο ψυκτικό υγρό, το οποίο μπορεί να αναρροφηθεί από αυτούς. Η φυγόκεντρος δύναμη που εξασκείται στο κινητό σπειροειδές στοιχείο διασφαλίζει τη στεγα-

νοποίηση των θυλάκων που σχηματίζονται μεταξύ αυτού και του αντίστοιχου σταθερού, ενώ η ψύξη του κινητήρα μπορεί να γίνεται με τον αναρροφούμενο ψυκτικό ατμό.

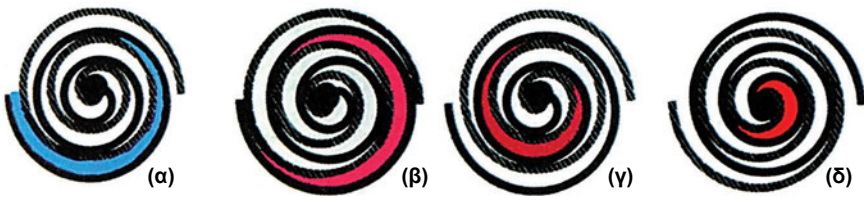
Τα σπειροειδή στοιχεία έχουν πολύ υψηλό βαθμό κατεργασίας, όμως το συνολικό κόστος του συμπιεστή είναι σχετικά χαμηλό, σε σύγκριση με τον αντίστοιχο παλινδρομικό, και αυτό γιατί για την κατασκευή του απαιτούνται λιγότερα στοιχεία. Η επιστροφή του συμπιεσμένου ατμού στον συμπιεστή εμποδίζεται με την τοποθέτηση βαλβίδας αντεπιστροφής στη σωλήνωση της κατάθλιψης.



Σχήμα 2.14: Σπειροειδή στοιχεία αντίστοιχου συμπιεστή.



Εικόνα 2.2: Σπειροειδής συμπιεστής.



Σχήμα 2.15: Συμπίεση ενός δρεπανοειδούς θύλακα σε σπειροειδή συμπίεστή.

2.3.2 Συμπυκνωτής

Ο συμπυκνωτής είναι, βασικά, ένας **εναλλάκτης θερμότητας**, στον οποίο, μέσω των κατάλληλων σωληνώσεων, φτάνει ο υπέρθερμος ατμός του ψυκτικού μέσου μετά την έξοδό του από τον συμπίεστή και ο οποίος αποβάλλει προς το περιβάλλον ψύξης του τη συνολική θερμότητα που απορρόφησε, κατά τη διαδρομή μέσα στο ψυκτικό κύκλωμα.

Ο σκοπός του συμπυκνωτή είναι η απομάκρυνση της συνολικής θερμότητας του ατμού του ψυκτικού μέσου την οποία αυτός μεταφέρει, ώστε κατά την έξοδό του από τον συμπυκνωτή, να έχει μετατραπεί, πλήρως, σε κεκορεσμένο υγρό.

Το ρευστό μεταφοράς θερμότητας (υπέρθερμος ατμός) είναι φορέας :

1. Της θερμότητας, την οποία απορρόφησε κατά τη διαδρομή του μέσα στον ατμοποιητή
2. Της θερμότητας της υπερθέρμανσής του
3. Του θερμικού ισοδυνάμου του έργου συμπίεσης

Στο συμπυκνωτή εκτελούνται οι παρακάτω λειτουργίες (Σχήμα 2.1):

1. **Η αφυπερθέρμανση**
2. **Η συμπύκνωση**
3. **Η υπόψυξη** (Αυτή η λειτουργία δεν πραγματοποιείται πάντοτε, ανάλογα με την κατασκευή του συμπυκνωτή).

■ Κατηγορίες συμπυκνωτών

Η απόρριψη της θερμότητας, η οποία είναι αποθηκευμένη στο ψυκτικό ρευστό, γίνεται στο περιβάλλον ψύξης του συμπυκνωτή (αέρα ή νερό).

Ανάλογα με το μέσο ψύξης τους, οι συμπυκνωτές διακρίνονται σε:

α) Αερόψυκτους

β) Υδρόψυκτους και

γ) Εξατμιστικούς συμπυκνωτές

Ι. Αερόψυκτοι συμπυκνωτές

Οι αερόψυκτοι συμπυκνωτές που χρησιμοποιούνται στις κλιματιστικές μονάδες είναι βεβιασμένης κυκλοφορίας, δηλαδή ο αέρας ψύξης του συμπυκνωτή κινείται μέσω ενός ανεμιστήρα.

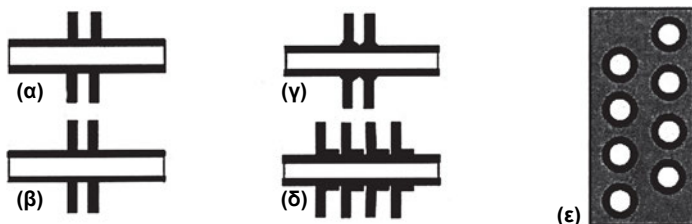
Τα βασικά στοιχεία (μηχανισμοί-εξαρτήματα) αυτού του είδους των συμπυκνωτών είναι:

- Το στοιχείο συμπύκνωσης
- Ο ανεμιστήρας με τον ηλεκτροκινητήρα του

Πιο αναλυτικά:

1) Στοιχείο συμπύκνωσης

Ο εναλλάκτης θερμότητας των αερόψυκτων συμπυκνωτών είναι κατασκευασμένος από μια ή περισσότερες σειρές σωλήνων, π.χ. χαλκοσωλήνων, η εξωτερική επιφάνεια των οποίων μπορεί να αυξηθεί τεχνητά, με την προσθήκη πτερυγίων. (Σχήμα 2.16)



Σχήμα 2.16: Διάφοροι τρόποι στερέωσης των πτερυγίων στους σωλήνες του συμπυκνωτή (α,β,γ,δ), (ε) μεγάλο πολλαπλό πτερύγιο.

Συνήθως, τα πτερύγια κατασκευάζονται από λεπτό φύλλο αλουμινίου και η στερέωσή τους στην εξωτερική επιφάνεια των συμπυκνωτικών σωλήνων γίνεται, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να διασφαλίζεται, πλήρως, η επαφή μεταξύ των δύο στοιχείων.

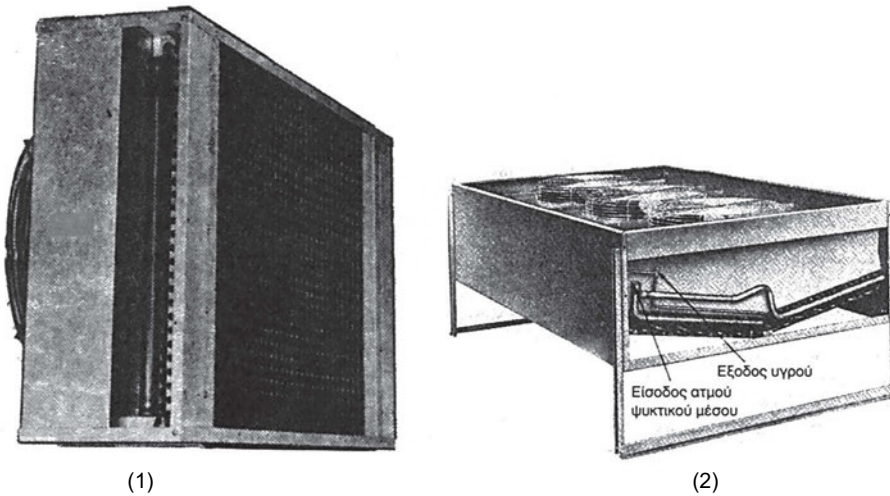
Βασικό στοιχείο των συμπυκνωτικών αυτών σωλήνων είναι η διάμετρος,

που επιλέγεται με βάση τις εξής παραμέτρους:

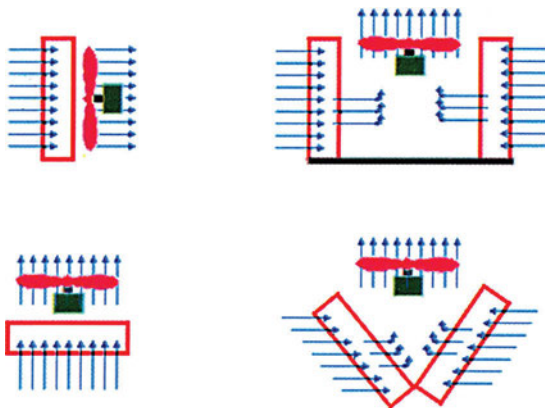
- α) Τις απώλειες πίεσης από την πλευρά ροής του ψυκτικού μέσου
- β) Τις απώλειες πίεσης από την πλευρά του αέρα και
- γ) Την ευκολία κατεργασίας τους.

Η εγκατάσταση ενός ή περισσότερων πτερυγιοφόρων στοιχείων εναλλαγής θερμότητας μπορεί να γίνει (Σχήμα 2.17 και Εικόνα 2.3) σε:

- α) Κατακόρυφη θέση
- β) Οριζόντια θέση
- γ) Σχήμα V



Εικόνα 2.3: Κατακόρυφο στοιχείο συμπύκνωσης (1) και οριζόντιο στοιχείο συμπύκνωσης (2).



Σχήμα 2.17: Σχηματική παράσταση θέσεων εγκατάστασης πτερυγοφόρων στοιχείων εναλλαγής θερμότητας αερόψυκτου συμπυκνωτή.

■ Λειτουργία

Ο ατμός του ψυκτικού μέσου εισέρχεται από το επάνω μέρος του συμπυκνωτή και η εξαγωγή του γίνεται από το κάτω. Στην αρχή του συμπυκνωτή και σε μια μικρή περιοχή, που είναι περίπου 5% της συνολικής επιφάνειάς του, πραγματοποιείται η αφυπερθέρμανση, ενώ στο κεντρικό του τμήμα, που είναι περίπου 80% της συνολικής επιφάνειας των στοιχείων εναλλαγής θερμότητας, γίνεται η συμπίκνωση. Τέλος στο υπόλοιπο τμήμα του συμπυκνωτή έχουμε την υπόψυξη του υγρού ψυκτικού μέσου, εφόσον, βέβαια, αυτή η λειτουργία προβλέπεται να γίνει στον συμπυκνωτή, με βάση τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Συνήθως, η ροή του ψυκτικού μέσου είναι αντίθετη από εκείνη του ρεύματος του αέρα ψύξης, ενώ η θερμοκρασία συμπίκνωσης είναι κατά 10 – 15°C μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου του αέρα.

Ο αέρας ψύξης κατά την έξοδό του από το στοιχείο συμπίκνωσης έχει απορροφήσει τόση θερμότητα, ώστε η θερμοκρασία του να είναι μικρότερη κατά 5°C, περίπου, από τη θερμοκρασία συμπίκνωσης.

2) Ο ανεμιστήρας

Η δυναμική κυκλοφορία του αέρα ψύξης εξασφαλίζεται μέσω ενός ελικοειδούς ή ενός φυγοκεντρικού ανεμιστήρα. Όταν οι απώλειες της πίεσης είναι χαμηλές, τότε χρησιμοποιείται ο ελικοειδής ανεμιστήρας, ο οποίος δίνει μεγάλες παροχές με μικρή ανύψωση της πίεσης.

Ο φυγοκεντρικός ανεμιστήρας χρησιμοποιείται, όταν οι απώλειες της πίεσης είναι πιο υψηλές, όπως για παράδειγμα όταν ο αέρας ψύξης πρέπει να

κινείται μέσα σε αεραγωγούς.

Ο ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας του συμπυκνωτή στις κλιματιστικές μονάδες, συνήθως, τοποθετείται μετά το στοιχείο συμπύκνωσης (σε θέση αναρρόφησης), και αυτό, για να μην προκαλείται ανύψωση της θερμοκρασίας του ρεύματος του αέρα ψύξης από τη δράση του ανεμιστήρα και από τον ηλεκτροκινητήρα του.

Η ρύθμιση της παροχής του αέρα ψύξης του συμπυκνωτή, συνήθως, γίνεται με ένα από τους παρακάτω τρόπους:

- α) Με διακοπή λειτουργίας του ανεμιστήρα
- β) Με έλεγχο της θέσης ενός διαφράγματος αέρα
- γ) Με ρύθμιση του αριθμού στροφών του ανεμιστήρα

Ο **πρώτος** τρόπος χρησιμοποιείται στην περίπτωση ύπαρξης πολλών συμπυκνωτών, και ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος, δίνεται εντολή για αναστολή της λειτουργίας ενός ή περισσότερων ανεμιστήρων. Με το **δεύτερο** τρόπο, ελέγχοντας, δηλαδή, τη θέση του διαφράγματος του αέρα, μέσω ενός σήματος, π.χ. με εντολή ενός θερμοστάτη, ο οποίος επιτηρεί τη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος, ελέγχεται και η παροχή του αέρα, ώστε να διατηρείται σταθερή η πίεση συμπύκνωσης. Ο **τρίτος** τρόπος απαιτεί τη χρήση ηλεκτρονικής διάταξης για τη ρύθμιση των στροφών του ηλεκτροκινητήρα του ανεμιστήρα, οπότε σ' αυτή την περίπτωση, οι στροφές του ανεμιστήρα ρυθμίζονται ανάλογα, ώστε να διατηρείται σταθερή η πίεση συμπύκνωσης.

Η θέση εγκατάστασης του συμπυκνωτή πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να διασφαλίζεται η ελεύθερη ροή του αέρα προς και από τον συμπυκνωτή, με σκοπό να αποκλείεται η δυνατότητα αναρρόφησης του αέρα που απομακρύνεται.

Επίσης, θα πρέπει να δοθεί προσοχή, ώστε ο συμπυκνωτής να μην εγκαθίσταται κοντά σε θέσεις όπου υπάρχουν έξοδοι αέρα που περιέχει ρύπους, σκόνη κ.λπ., και μακριά από θέσεις όπου μπορεί να συγκεντρωθούν φύλλα δένδρων ή άλλα σκουπίδια, τα οποία, αν αναρροφηθούν, θα προκαλέσουν την απόφραξη του συμπυκνωτή, με προφανείς αρνητικές επιπτώσεις στη λειτουργία της κλιματιστικής μονάδας. Ο θόρυβος ο οποίος δημιουργείται κατά τη λειτουργία του συμπυκνωτή πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη κατά την επιλογή της θέσης εγκατάστασής του, έτσι ώστε να είναι μακριά από κατοικήσιμους χώρους.

II. Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές

Στους υδρόψυκτους συμπυκνωτές το μέσο ψύξης τους είναι το νερό, και από κατασκευαστικής άποψης, διακρίνονται σε συμπυκνωτές:

- α) Κελύφους – δέσμης σωλήνων (οριζόντιου ή κατακόρυφου τύπου)**
- β) Κελύφους – σπειρών (οριζόντιου ή κατακόρυφου τύπου)**
- γ) Ομοαξονικών σωλήνων**
- δ) Πλακοειδούς μορφής**

Πιο αναλυτικά:

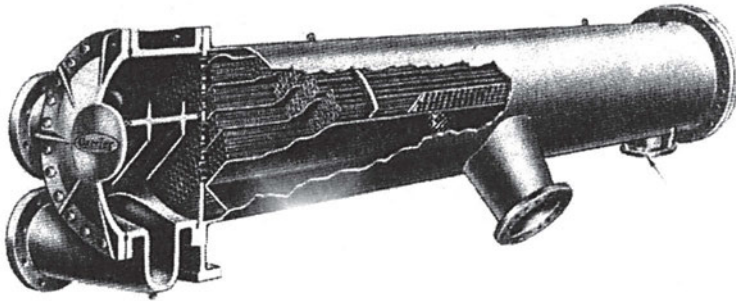
1) Συμπυκνωτές κελύφους – δέσμης σωλήνων

Ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής κελύφους–δέσμης σωλήνων (Σχήμα 2.18 και Εικόνα 2.4), είναι ο πλέον συνηθισμένος και αποτελείται από ένα ανοξείδωτο και κατάλληλου μήκους κυλινδρικό κέλυφος.

Στο εσωτερικό του κελύφους τοποθετείται μια δέσμη κατάλληλου αριθμού σωλήνων, για τη δημιουργία της απαιτούμενης επιφάνειας εναλλαγής της θερμότητας. Οι σωλήνες της δέσμης αυτής είναι, συνήθως, κατασκευασμένες από χαλκό, ενώ στην εξωτερική τους επιφάνεια μπορεί να φέρουν και πτερύγια για την αύξηση της επιφάνειας εναλλαγής της θερμότητας. Επίσης, στα άκρα της η δέσμη αυτή φέρει διάτρητες φλάντζες οι οποίες, συγκολλούνται στο κυλινδρικό κέλυφος, ενώ στις οπές τους στερεώνονται, στεγανά, οι σωλήνες.

Στα δύο άκρα του κελύφους υπάρχουν οι κεφαλές του συμπυκνωτή, οι οποίες στερεώνονται με τους κατάλληλους κοχλίες επάνω στις φλάντζες, ώστε να μπορούν εύκολα να αφαιρεθούν για να γίνει ο καθαρισμός της δέσμης των σωλήνων, μέσα στους οποίους ρέει το νερό ψύξης του συμπυκνωτή.

Οι κεφαλές αυτές στο εσωτερικό τους μέρος, συνήθως, είναι έτσι διαμορφωμένες, ώστε να είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν περισσότερες διαδρομές του νερού ψύξης, πριν από την έξοδό του από το συμπυκνωτή. Στο επάνω μέρος του κελύφους υπάρχει η είσοδος του υπέρθερμου ψυκτικού ατμού, ενώ στο κάτω μέρος βρίσκεται η έξοδος του ψυκτικού μέσου σε υγρή κατάσταση.

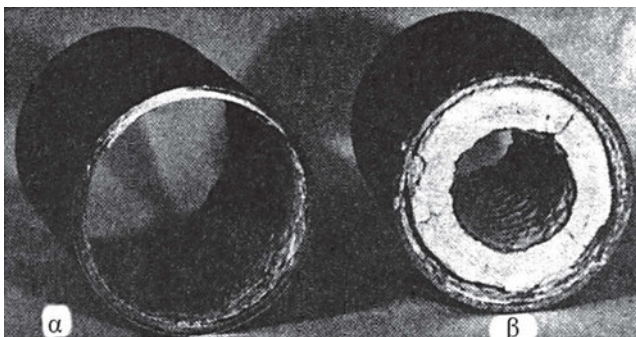


Εικόνα 2.4: Υδρόψυκτος συμπυκνωτής κελύφους – δέσμης σωλήνων.

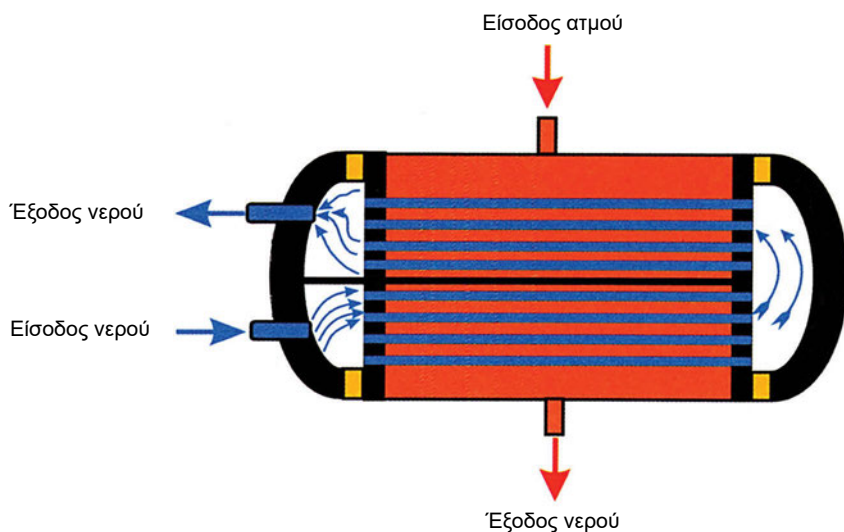
■ Λειτουργία

Ο υπέρθερμος ατμός του ψυκτικού μέσου, εισερχόμενος από το επάνω μέρος του κελύφους, όταν έλθει σε επαφή με την εξωτερική επιφάνεια της δέσμης των σωλήνων, μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το νερό ψύξης, αποδίδει θερμότητα στο νερό και αρχικά αφυπερθερμαίνεται, ενώ στη συνέχεια υγροποιείται. Έτσι, το υγρό ψυκτικό μέσο συγκεντρώνεται στο κάτω μέρος του κελύφους, όπου δεν υπάρχουν συμπυκνωτικοί σωλήνες και το οποίο λειτουργεί και σαν συλλέκτης υγρού. Όταν προβλέπεται και το στάδιο της υπόψυξης του υγρού ψυκτικού μέσου, τότε, στο κάτω μέρος του κελύφους – το οποίο διαχωρίζεται από το υπόλοιπο τμήμα του – μπορεί να τοποθετηθεί μια επιπλέον δέσμη σωλήνων, μέσα από την οποία περνά πρώτα το νερό ψύξης, πριν αυτό εισέλθει στην κύρια δέσμη των συμπυκνωτικών σωλήνων. Αυτού του είδους οι συμπυκνωτές χρησιμοποιούνται σε μονάδες ισχύος από 10 – 1200 kW, περίπου.

Τα άλατα του νερού, καθώς και τα διάφορα στερεά σωματίδια, που μπορεί να κυκλοφορούν μαζί με το νερό ψύξης, δημιουργούν επικαθίσεις στο εσωτερικό των σωλήνων, οι οποίες μειώνουν την εσωτερική διάμετρο των σωλήνων, καθώς επίσης και τον συντελεστή μετάδοσης της θερμότητας από το ψυκτικό μέσο στο νερό, και αποτελούν αιτία σοβαρής δυσλειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας (Εικόνα 2.5). Για την αποφυγή ανεπιθύμητων επιπτώσεων, γίνεται ο περιοδικός μηχανικός ή χημικός καθαρισμός του συμπυκνωτή και χρήση αποσκληρυμένου νερού. Στο Σχήμα 2.18. φαίνεται η αρχή λειτουργίας του συμπυκνωτή «κελύφους-δέσμης σωλήνων».



Εικόνα 2.5: Σχηματισμός κρούστας στους σωλήνες ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή. Επικαθήσεις όταν χρησιμοποιείται: α) αποσκληρυμένο νερό και β) με σκληρό νερό (δεν έχει γίνει αποσκλήρυνση).



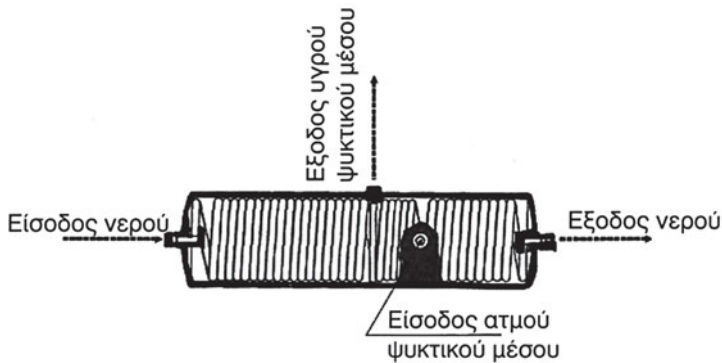
Σχήμα 2.18: Σχηματική παράσταση δομής και λειτουργίας υδρόψυκτου συμπυκνωτή κελύφους-δέσμης σωλήνων.

2) Συμπυκνωτής κελύφους – σπειρών

Στους συμπυκνωτές κελύφους-σπειρών (Σχήμα 2.19) το νερό ψύξης κυκλοφορεί μέσα σε ένα χαλκοσωλήνα σπειροειδούς μορφής, ο οποίος στην εξωτερική του επιφάνεια φέρει πτερύγια για την αύξηση της επιφάνειας εναλλαγής της θερμότητας. Στον κατακόρυφο τύπο, το ψυκτικό μέσο εισέρχεται από το επάνω μέρος, και συμπυκνούμενο, κατευθύνεται προς τον πυθμένα του κελύφους. Το κάτω μέρος του κελύφους, όπου συγκεντρώνεται το υγρό ψυκτικό μέσο, χρησιμεύει και σαν συλλέκτης του.

Οι δύο κεφαλές αυτού του τύπου συμπυκνωτή συγκολλούνται στα άκρα του κελύφους του και δεν παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατασκευή τους, ενώ το κόστος τους είναι σχετικά μικρό και χρησιμοποιούνται σε μονάδες μικρής ισχύος.

Σ' αυτούς τους συμπυκνωτές είναι δυνατός **μόνο** ο χημικός καθαρισμός τους, αφού η αντικατάσταση του συμπυκνωτικού σωλήνα τους απαιτεί το κόψιμο και την επανασυγκόλληση των δύο κεφαλών, εργασία δηλαδή υψηλού σχετικά κόστους, και επομένως ασύμφορη.



Σχήμα 2.19: Υδρόψυκτος συμπυκνωτής κελύφους – σπειροειδούς σωλήνα οριζοντίου τύπου.

3) Συμπυκνωτές ομοαξονικών σωλήνων

Από κατασκευαστικής άποψης, αυτού του είδους οι συμπυκνωτές αποτελούνται από δύο σωλήνες διαφορετικής διαμέτρου. Έτσι, ο ένας σωλήνας – με τη μικρότερη διάμετρο – τοποθετείται μέσα στον άλλο σωλήνα – με τη μεγαλύτερη διάμετρο – με αποτέλεσμα να διαμορφώνεται ένα ενιαίο σύνολο σπειροειδούς κυλινδρικής ή ελλειπτικής μορφής. Στα άκρα του εξωτερικού σωλήνα τοποθετούνται – με τρόπο που να διασφαλίζεται η απόλυτη στεγανότητα μεταξύ του περιβάλλοντος και των εξωτερικών επιφανειών των δύο σωλήνων – τα στοιχεία εισόδου και εξόδου του ρευστού που κυκλοφορεί μέσα σ' αυτόν. Ο καθαρισμός αυτών των συμπυκνωτών γίνεται με χημικά μέσα, διότι ο μηχανικός καθαρισμός τους είναι αδύνατος.

Το υλικό κατασκευής των σωλήνων αυτών μπορεί να είναι και για τους δύο ο χαλκός ή για τον μεν εσωτερικό, ο χαλκός, για τον δε εξωτερικό, ο ανοξείδωτος χάλυβας. Η σπειροειδής διαμόρφωση εφαρμόζεται σε συμπιεστές μικρού μεγέθους, ενώ για τα μεγαλύτερα μεγέθη συμπυκνωτών, εφαρμόζεται η κατα-

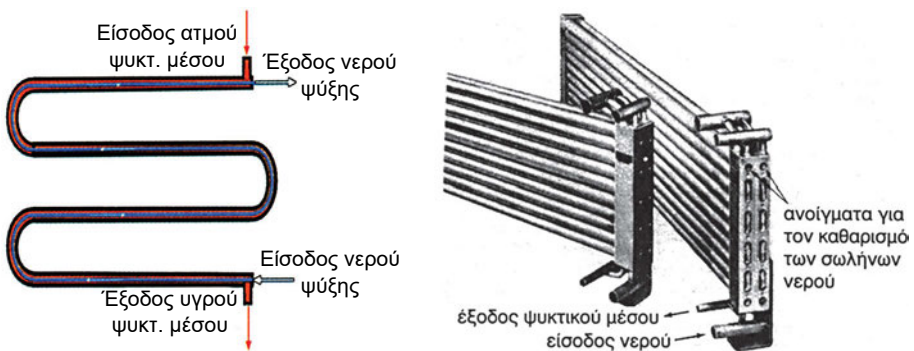
σκευαστική λύση της χρήσης πολλών παράλληλων ευθύγραμμων ομοαξονικών σωλήνων, η συναρμολόγηση των οποίων γίνεται με διάφορους τρόπους.

Ένας τύπος συμπτυκνωτή παράλληλων ομοαξονικών σωλήνων φαίνεται στο Σχήμα 2.20. Στον συμπτυκνωτή αυτής της μορφής είναι δυνατός και ο μηχανικός καθαρισμός, ο οποίος γίνεται με τον τρόπο που φαίνεται στην Εικόνα 2.6. Η εξωτερική επιφάνεια του σωλήνα κυκλοφορίας του νερού μπορεί να φέρει πτερύγωση, για την αύξηση της επιφάνειας της θερμικής εναλλαγής. Πτερύγωση μπορεί να φέρει και η εσωτερική επιφάνεια του παραπάνω σωλήνα, με σκοπό την αύξηση του στροβιλισμού του νερού και, επομένως, και του ολικού συντελεστή μετάδοσης της θερμότητας. Παράλληλα για να προστατευθεί το ψυκτικό κύκλωμα από την είσοδο νερού σ' αυτό, λόγω θραύσης του σωλήνα ή διάβρωσής του, σε ορισμένες περιπτώσεις εφαρμόζεται και η λύση της επένδυσης του εσωτερικού σωλήνα με ειδικό μανδύα («πουκάμισο»).

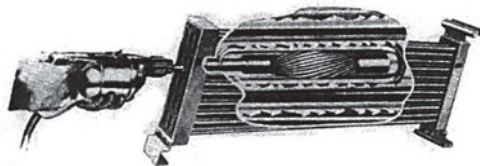
■ Λειτουργία –χρήση

Στον εξωτερικό σωλήνα μπορεί να κυκλοφορεί το νερό ψύξης και στον εσωτερικό το ψυκτικό μέσο, ενώ είναι δυνατό να συμβαίνει και το αντίθετο. Οι ροές των δύο ρευμάτων (ψυκτικού μέσου και νερού ψύξης) μέσα στους αντίστοιχους σωλήνες, για λόγους καλύτερης μετάδοσης της θερμότητας, έχουν αντίθετες κατευθύνσεις (αντιρροή). Το νερό ψύξης εισέρχεται από το κάτω μέρος του συμπτυκνωτή και εξέρχεται από το επάνω, ενώ το ψυκτικό μέσο εισέρχεται από το επάνω και εξέρχεται από το κάτω μέρος. Έτσι, το ψυκτικό μέσο κατά την καθοδική διαδρομή του και καθώς ψύχεται, συναντά την όλο και πιο ψυχρή εξωτερική επιφάνεια του σωλήνα κυκλοφορίας του νερού ψύξης, με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η απαγωγή της θερμότητας που διαθέτει.

Οι σπειροειδούς μορφής συμπτυκνωτές, συνήθως, χρησιμοποιούνται σε αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες, ενώ για τις μονάδες μεγάλου μεγέθους, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, χρησιμοποιούνται συμπτυκνωτές που συγκροτούνται από παράλληλους ευθύγραμμους ομοαξονικούς σωλήνες.



Σχήμα 2.20: Σπειροειδής ομοαξονικός σωλήνας (1) και στοιχείο υδρόψυκτου συμπτυκνωτή με παράλληλους ομοαξονικούς σωλήνες (2). Ο μηχανικός καθαρισμός των σωλήνων νερού γίνεται αφού πρώτα αφαιρεθεί το πλευρικό σχετικό κάλυμμα.



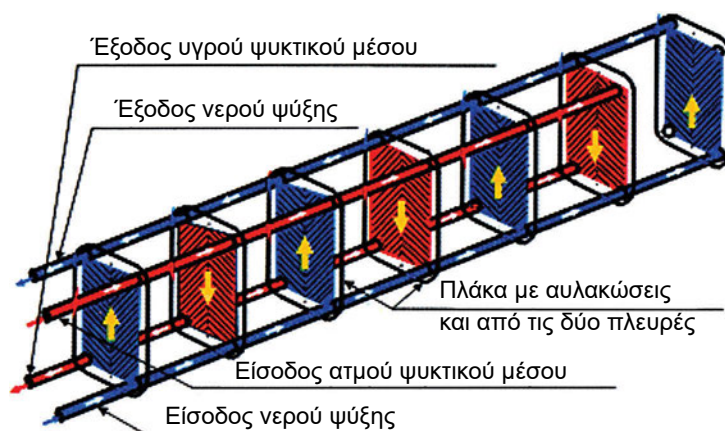
Εικόνα 2.6: Μηχανικός καθαρισμός εσωτερικού σωλήνων υδρόψυκτου συμπτυκνωτή παράλληλων ομοαξονικών σωλήνων.

4) Πλακοειδείς συμπτυκνωτές

Από κατασκευαστικής άποψης, οι συμπτυκνωτές αυτού του τύπου αποτελούνται από ένα σύνολο παραλλήλων πλακών ανοξείδωτου χάλυβα, οι επιφάνειες των οποίων, και από τις δύο πλευρές, έχουν ειδικά διαμορφωμένες αυλακώσεις (π.χ. έχουν μορφή ψαροκόκαλου). Οι πλάκες αυτές είναι ειδικά διαμορφωμένες, ώστε όταν συναρμολογούνται, και με τη χρήση κατάλληλων παρεμβυσμάτων, να σχηματίζουν στα τέσσερα άκρα τους δύο ζευγάρια αγωγών κυκλοφορίας ρευστού. Έτσι στο ένα ζεύγος κυκλοφορεί το νερό ψύξης, ενώ στο άλλο, το ψυκτικό μέσο. Επίσης, ανάμεσα στις συναρμολογημένες πλάκες υπάρχουν λεπτά κατακόρυφα κανάλια, τα οποία λειτουργούν ως αγωγοί κυκλοφορίας του ρευστού (ψυκτικού μέσου ή νερού).

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.21, κάθε τέτοιο κατακόρυφο κανάλι κυκλοφορίας ψυκτικού μέσου βρίσκεται ανάμεσα σε δύο άλλα παρόμοια κανάλια νερού ψύξης, οπότε το πρώτο και το τελευταίο κανάλι του συμπτυκνωτή προορίζονται

για την κυκλοφορία του νερού ψύξης. Η ροή των δύο αυτών διαφορετικών ρευστών μέσα στα αντίστοιχα κανάλια έχει αντίθετη φορά (αντιρροή) γιατί εάν κατά τη σύνδεση του συμπυκνωτή με τα κυκλώματα του ψυκτικού μέσου και του νερού, αντίστοιχα, συμβεί το αντίθετο, αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης του συμπυκνωτή και κατ' επέκταση όλου του ψυκτικού συγκροτήματος. Πριν από την πρώτη και μετά την τελευταία πλάκα του συμπυκνωτή – οι οποίες έχουν αυλακώσεις και από τις δύο πλευρές τους – τοποθετούνται «τυφλές» πλάκες, με αυλακώσεις από τη μια μόνο πλευρά τους. Οι αυλακώσεις αυτές είναι κάθετες στη διεύθυνση της ροής του ρευστού και διαμορφώνονται έτσι, ώστε να συμβάλλουν στην αύξηση του συντελεστή μετάδοσης της θερμότητας.



Σχήμα 2.21: Σχηματική παράσταση αρχής λειτουργίας πλακοειδούς συμπυκνωτή.

Τα κυριότερα **πλεονεκτήματα** των συμπυκνωτών αυτών έναντι των αντίστοιχων του τύπου «κελύφους - δέσμης σωλήνων ή κελύφους – σερπαντίνας» είναι ότι:

- Παρουσιάζουν μεγαλύτερο συντελεστή μετάδοσης θερμότητας
- Χρειάζονται μικρότερη ποσότητα ψυκτικού μέσου
- Έχουν μικρότερο μέγεθος και βάρος.

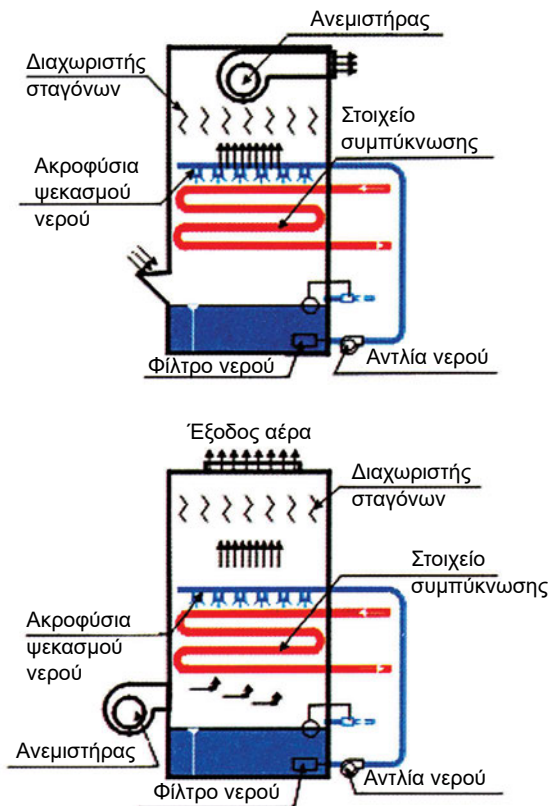
5) Συμπυκνωτές εξάτμισης νερού

Τα βασικά στοιχεία ενός συμπυκνωτή εξάτμισης νερού είναι:

- α) Το **κέλυφος**, στον πυθμένα του οποίου βρίσκεται η λεκάνη νερού και η διάταξη βαλβίδας με πλωτήρα, για τη διατήρηση σταθερής στάθμης νερού στη λεκάνη.
- β) Ο **σπειροειδής συμπυκνωτικός σωλήνας**, με λεία την εξωτερική του επιφάνεια
- γ) Το **κύκλωμα ανακυκλοφορίας** του νερού συμπύκνωσης (αντλία ανακυκλοφορίας νερού, σωληνώσεις, ακροφύσια ψεκασμού νερού, φίλτρο νερού).
- δ) Το **στοιχείο συγκράτησης σταγόνων νερού**.
- ε) Ο **ανεμιστήρας με τον κινητήρα του**.

Υπάρχουν δύο τύποι συμπυκνωτών εξάτμισης νερού (Σχήμα 2.22):

- α) Οι **συμπυκνωτές αναρρόφησης** και
- β) Οι **συμπυκνωτές κατάθλιψης**



Σχήμα 2.22: Συμπυκνωτής εξάτμισης νερού: (α) τύπου αναρρόφησης και (β) τύπου κατάθλιψης.

■ Λειτουργία

Στους συμπτυκνωτές εξάτμισης νερού, ο υπέρθερμος ατμός του ψυκτικού μέσου κυκλοφορεί μέσα στο σπειροειδή σωλήνα και συμπτκνώνεται, απορρίπτοντας τη θερμότητα – την οποία μεταφέρει – στο περιβάλλον ψύξης.

Στην εξωτερική επιφάνεια του συμπτυκνωτικού σωλήνα, μέσω των ακροφυσίων και από το επάνω μέρος ψεκάζεται νερό, το οποίο αντλείται από τη λεκάνη. Ταυτόχρονα η ίδια αυτή επιφάνεια είναι εκτεθειμένη στο ρεύμα του αέρα ψύξης, που δημιουργείται από τον ανεμιστήρα.

Η θερμότητα, την οποία αποβάλλει το ψυκτικό μέσο, κατά την συμπτκνωσή του, μεταφέρεται μέσω της εξωτερικής επιφάνειας του συμπτυκνωτικού σωλήνα στον αέρα ψύξης, τόσο σαν αισθητή, όσο και σαν λανθάνουσα κατά το μεγαλύτερο μέρος της, θερμότητα, λόγω της εξάτμισης του νερού από την εξωτερική επιφάνεια του συμπτυκνωτικού σωλήνα όπου βρίσκεται.

Έτσι, για να φέρει σε πέρας όλη τη λειτουργική του αποστολή, ο συμπτυκνωτής αυτός χρειάζεται, όπως προαναφέρθηκε, τη συνεχή προσαγωγή αέρα και νερού. Το ρεύμα δηλαδή του αέρα ερχόμενο σε επαφή με το στοιχείο συμπτκνωσης, αφ' ενός αυξάνει τη θερμοκρασία του, αφ' ετέρου παρασύρει και οδηγεί, συνεχώς, στο εξωτερικό περιβάλλον τους υδρατμούς που δημιουργούνται, βοηθώντας έτσι τη διαδικασία της εξάτμισης.

Σαν αέρας ψύξης του συμπτυκνωτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όταν αυτό είναι δυνατό, και ο αέρας ο οποίος προέρχεται από τους κλιματιζόμενους χώρους. Σ' αυτή την περίπτωση μάλιστα, επιτυγχάνεται αύξηση της απόδοσης του συμπτυκνωτή, επειδή η θερμοκρασία του υγρού θερμόμετρου του αέρα που απομακρύνεται από το χώρο, είναι πιο χαμηλή από εκείνη του εξωτερικού περιβάλλοντος. Ο αέρας, κατά την πορεία του μέσα στο συμπτυκνωτή, εκτός από τους υδρατμούς συμπαρασύρει και σταγόνες νερού, οι οποίες διαχωρίζονται απ' αυτόν με το ειδικό «στοιχείο συγκράτησης σταγόνων».

Η εξωτερική επιφάνεια του συμπτυκνωτικού σωλήνα, συνήθως, είναι χωρίς πτερύγια, και αυτό για να ελαχιστοποιηθεί, κατά το δυνατό, το πρόβλημα σχηματισμού στρώματος (κρούστας) αλάτων. Η πίεση της συμπτκνωσης των συμπτυκνωτών εξάτμισης νερού ρυθμίζεται με τον έλεγχο λειτουργίας της αντλίας, και του ανεμιστήρα, καθώς και με κατάλληλα διαφράγματα ρύθμισης της παροχής του αέρα, ή και με τον ταυτόχρονο έλεγχο των στοιχείων που προαναφέρθηκαν.

Ο συμπτυκνωτής «τύπου κατάθλιψης» πλεονεκτεί έναντι του αντίστοιχου της αναρρόφησης γιατί το στροφέιο (φτερωτή) του ανεμιστήρα του λειτουργεί χωρίς δημιουργία σταγόνων νερού και κατ' επέκταση χωρίς παρουσία επικαθίσεων (λάσπης) στην ίδια τη φτερωτή όπως μπορεί να συμβεί στον τύπο αναρρόφησης, εάν η απόδοση του στοιχείου συγκράτησης σταγόνων δεν είναι ικανοποιητική. Μειονεκτεί, όμως, πάντα σε σχέση με αυτόν της αναρρόφησης, γιατί η εγκατάσταση του συγκεκριμένου τύπου απαιτεί περισσότερο χώρο.

2.3.3. Εκτονωτικές βαλβίδες

Ο σκοπός των εκτονωτικών βαλβίδων είναι να:

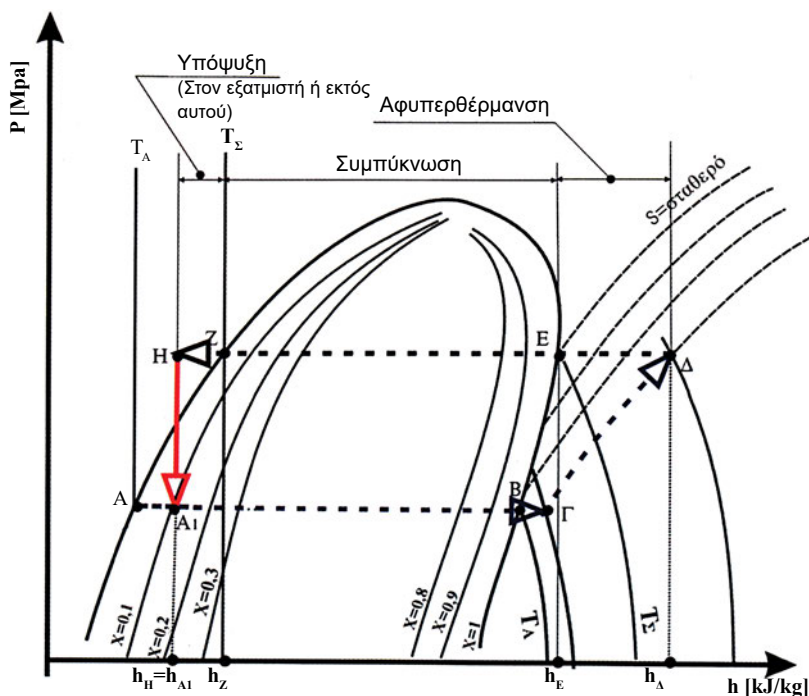
- α)** Μειώνουν την πίεση του ψυκτικού υγρού από την πίεση συμπίκνωσης στην πίεση ατμοποίησης του
- β)** Ρυθμίζουν την ποσότητα του ψυκτικού υγρού, η οποία ανά πάσα στιγμή εισέρχεται στον ατμοποιητή.

Πιο αναλυτικά, τα ψυκτικά συγκροτήματα των εγκαταστάσεων κλιματισμού του αέρα θα πρέπει κάθε στιγμή να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του ψυκτικού φορτίου, το οποίο μεταβάλλεται αισθητά, ανάλογα με την ώρα της ημέρας και με την εποχή του έτους. Αυτή η απαίτηση πρέπει να εκπληρώνεται με την αυτόματη προσαρμογή της ψυκτικής ικανότητας του ψυκτικού μέσου – και άρα της παρεχόμενης ποσότητάς του προς τον ατμοποιητή – στις μεταβολές του θερμικού κέρδους που μπορεί να εμφανιστούν.

Και οι δύο παραπάνω απαιτήσεις υλοποιούνται με τις εκτονωτικές βαλβίδες. Ο έλεγχος των εκτονωτικών βαλβίδων μπορεί να γίνεται με μεταβλητές, όπως είναι π.χ. η θερμοκρασία και η πίεση.

■ Λειτουργία

Το ψυκτικό μέσο, μετά την αφυπερθέρμανσή του, τη συμπίκνωσή του και την πιθανή υπόψυξή του στον συμπυκνωτή, πρέπει να επιστρέψει στον ατμοποιητή για να ολοκληρώσει έτσι τον ψυκτικό του κύκλο και να γίνει πάλι ατμός (Σχήμα 2.23). Για να γίνει όμως αυτό, πρέπει να οδηγηθεί από την υψηλή πίεση του συμπυκνωτή στην χαμηλή πίεση που επικρατεί στον εξατμιστή.



Σχήμα 2.23: Σχηματική παράσταση της ισοενθαλπικής εκτόνωσης του ψυκτικού μέσου σε διάγραμμα πίεσης - ενθαλπίας ($p - h$).

■ Είδη εκτονωτικών βαλβίδων

Τα βασικά είδη των εκτονωτικών μέσων (βαλβίδων) τα οποία χρησιμοποιούνται στις μονάδες κλιματισμού του αέρα είναι:

- α) Ο τριχοειδής σωλήνας
- β) Οι θερμοστατικές βαλβίδες εκτόνωσης
- γ) Οι πιεζοστατικές βαλβίδες εκτόνωσης (βαλβίδες σταθερής πίεσης)
- δ) Οι βαλβίδες με πλωτήρα

Πιο αναλυτικά:

A) Τριχοειδής σωλήνας

Ο τριχοειδής σωλήνας **χρησιμοποιείται** στις κλιματιστικές συσκευές τύπου «παραθύρου» και στις μικρές αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες, και είναι το πιο

απλό είδος εκτονωτικής «βαλβίδας». Συγκεκριμένα, είναι ένας χαλκοσωλήνας μικρής διαμέτρου ($d_{\text{εσωτ.}} = 0,6 \text{ H } 2,20 \text{ mm}$) και του οποίου τόσο η διάμετρος όσο και το μήκος, το οποίο μπορεί να αρχίζει από κάποια εκατοστά και να φτάνει ακόμη και τα 6 μέτρα, εξαρτώνται από τη διαφορά των πιέσεων συμπύκνωσης και ατμοποίησης, η οποία καθορίζεται αφ' ενός από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος που ψύχεται και την ψυκτική ισχύ, και αφετέρου από το είδος του ψυκτικού μέσου που χρησιμοποιείται.

Η παροχή του ψυκτικού υγρού μέσα στον τριχοειδή αυτό σωλήνα είναι σταθερή και δε ρυθμίζεται. Εάν οι συνθήκες λειτουργίας διαφέρουν από τις προκαθορισμένες, τότε ο τριχοειδής σωλήνας στέλνει περισσότερη ή λιγότερη από την απαιτούμενη ποσότητα ψυκτικού μέσου στον ατμοποιητή, με αποτέλεσμα να δημιουργείται πτώση της απόδοσης. Για να αποφευχθεί η αναρρόφηση υγρού από τον συμπιεστή, μπορεί να απαιτείται η χρήση διάταξης διαχωρισμού σταγόνων στην αναρρόφησή του.

Τα πλεονεκτήματα του τριχοειδή σωλήνα είναι το χαμηλό κόστος του και ότι δεν χρειάζεται συντήρηση. Μειονεκτεί, όμως, από λειτουργικής άποψης, γιατί ανταποκρίνεται ικανοποιητικά στην αποστολή του μόνο κάτω από τις συνθήκες που έχουν καθοριστεί από τη μελέτη του κατασκευαστή.

Β) Θερμοστατικές βαλβίδες εκτόνωσης

Οι θερμοστατικές βαλβίδες εκτόνωσης ρυθμίζουν την παροχή του ψυκτικού υγρού, ώστε:

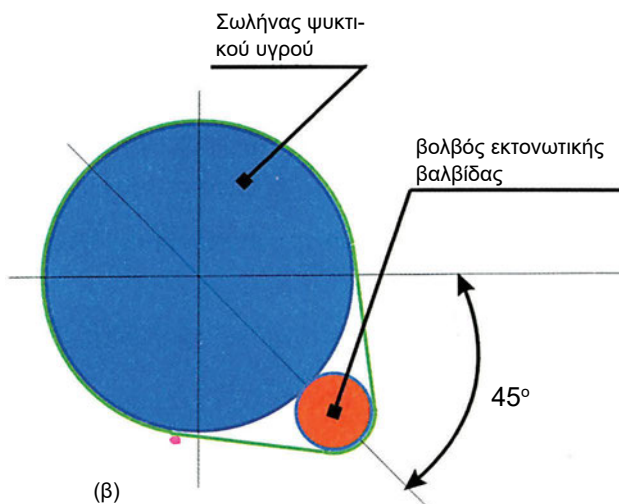
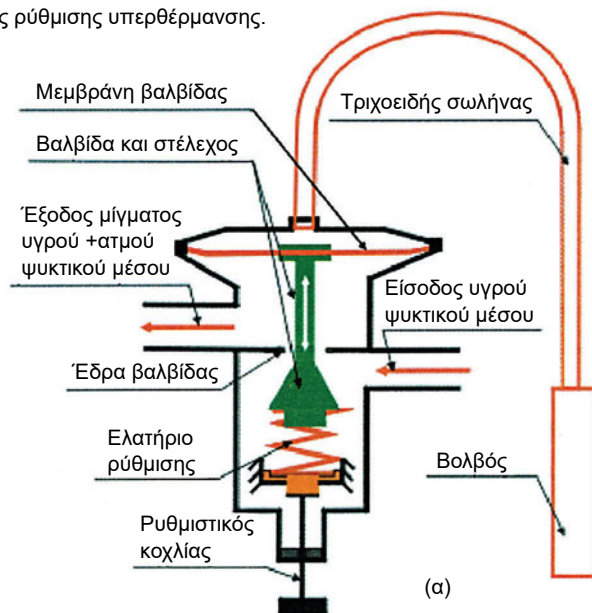
α) Ο ατμοποιητής να τροφοδοτείται με την απαιτούμενη ποσότητα ψυκτικού μέσου για να μπορεί να ανταποκριθεί στις διάφορες συνθήκες ψυκτικού φορτίου που μπορεί να εμφανιστούν

β) Το ψυκτικό μέσο να φεύγει από τον ατμοποιητή, ελαφρώς υπέρθερμο.

Τα στοιχεία μιας θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας (Σχήμα 2.24) είναι:

- Το κέλυφος
- Η βαλβίδα (βελονοειδής, δισκοειδής, κλπ)
- Η έδρα της βαλβίδας
- Το στέλεχος της βαλβίδας

- Η μεμβράνη βαλβίδας
- Ο βολβός (αισθητήριο)
- Ο τριχοειδής σωλήνας
- Το ελατήριο ρύθμισης υπερθέρμανσης
- Ο κοχλίας ρύθμισης υπερθέρμανσης.



Σχήμα 2.24: Σχηματική παράσταση: (α) τομής μιας θερμοστατικής βαλβίδας εκτόνωσης, (β) θέση τοποθέτησης του βολβού της θερμοστατικής βαλβίδας.

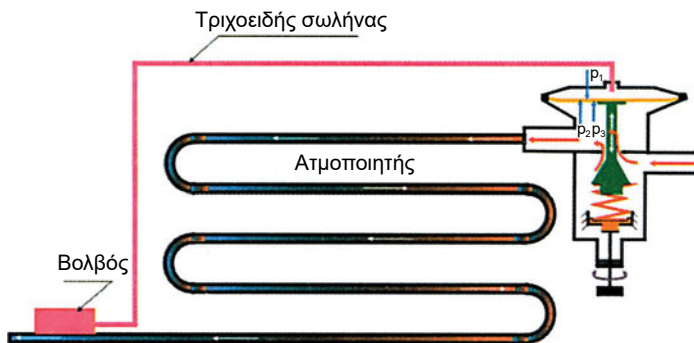
■ Είδη θερμοστατικών εκτονωτικών βαλβίδων

Υπάρχουν δύο τύποι θερμοστατικών εκτονωτικών βαλβίδων:

- α) Με εσωτερική εξίσωση της πίεσης.
- β) Με εξωτερική εξίσωση της πίεσης.

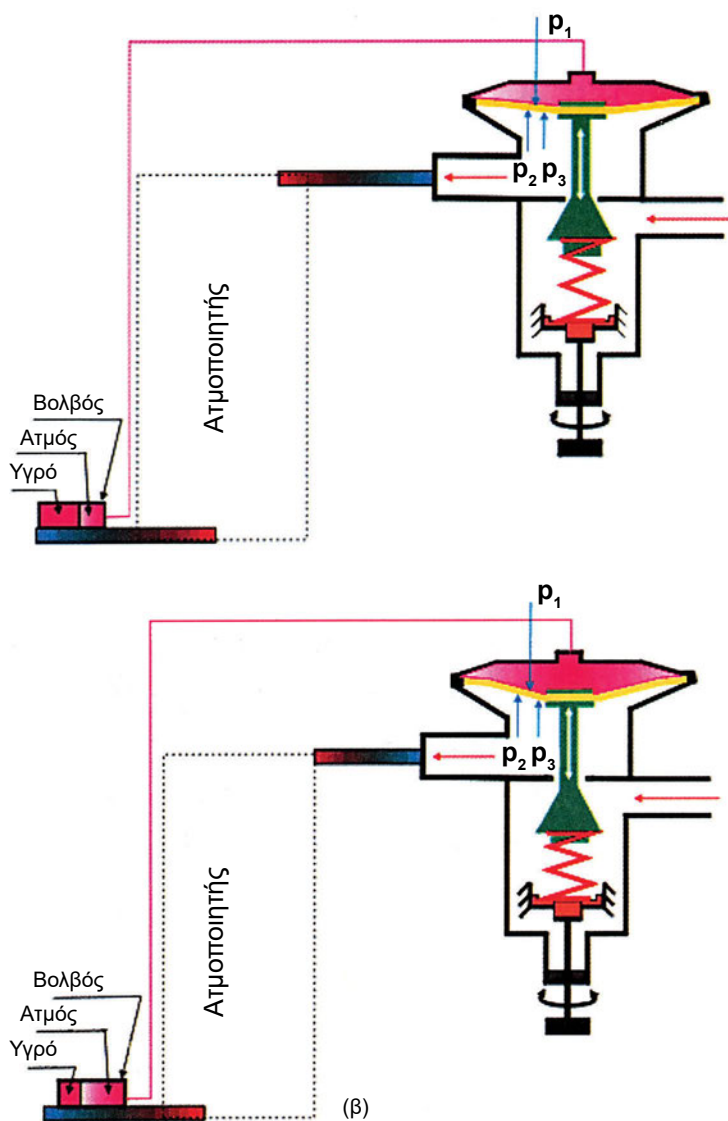
■ Βαλβίδα με εσωτερική εξίσωση της πίεσης (Σχήμα 2.25)

Σχηματικά, η λειτουργία της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας φαίνεται στο Σχήμα 2.25.



Σχήμα 2.25: Σχηματική παράσταση λειτουργίας θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας με εσωτερική εξίσωση της πίεσης.

Στο Σχήμα 2.26 παρουσιάζεται, σχηματικά, η επίδραση της αύξησης της πίεσης του βολβού στη μεμβράνη. Δηλαδή, η αύξηση της πίεσης – λόγω της αύξησης της υπερθέρμανσης – στο επάνω μέρος της μεμβράνης, αυξάνει την παραμόρφωσή της και έτσι η βαλβίδα κινείται προς τα κάτω, προκαλώντας αντίστοιχη αύξηση της παροχής του ψυκτικού μέσου προς τον εξατμιστή, οπότε η υπερθέρμανση επανέρχεται στην κανονική της τιμή.



Σχήμα 2.26: Επίδραση της πίεσης του ατμού του ψυκτικού μέσου του βολβού (λόγω αύξησης της υπερθέρμανσης) στη μεμβράνη, (α) βολβός ψυχρότερος. (β) βολβός θερμότερος (λόγω αύξησης της υπερθέρμανσης).

■ Λειτουργία (Σχήμα 2.26)

Οι κινήσεις της μεμβράνης, η οποία συνδέεται σταθερά με τη βαλβίδα, καθορίζουν και τη σχετική κάθε φορά θέση της ίδιας της βαλβίδας ως προς την έδρα της, και κατ' επέκταση την ποσότητα παροχής του ψυκτικού υγρού. Παράλληλα, στο χώρο πάνω από τη μεμβράνη αυτή, όπου και κα-

ταλήγει ο τριχοειδής σωλήνας του βολβού, επικρατεί η πίεση (p_1) των ατμών του ψυκτικού μέσου του βολβού η οποία πιέζει τη μεμβράνη προς κάτω.

Έτσι, η κάτω επιφάνεια της μεμβράνης βρίσκεται υπό την επίδραση:

α) της πίεσης (p_2) που επικρατεί στον ατμοποιητή και

β) της πίεσης (p_3) που αντιστοιχεί στη δύναμη του ελατηρίου ρύθμισης της υπερθέρμανσης.

Όταν το άθροισμα των πιέσεων p_2 και p_3 είναι ίσο με την πίεση p_1 , τότε η βαλβίδα βρίσκεται σε θέση ισορροπίας και η παροχή του ψυκτικού υγρού προς τον ατμοποιητή για την αντιμετώπιση του ψυκτικού φορτίου, είναι σταθερή.

Εάν για οποιονδήποτε λόγο εμφανιστεί μείωση του ψυκτικού φορτίου, τότε η υπερθέρμανση του ψυκτικού ατμού μειώνεται, ενώ ανάλογα μειώνεται και η θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου του βολβού και, επομένως, η πίεσή του (p_1). Η μείωση της πίεσης p_1 έχει σαν αποτέλεσμα, η μεμβράνη να κινηθεί προς τα επάνω, κίνηση την οποία, μέσω του στελέχους της, εκτελεί και η βαλβίδα, οπότε έτσι έχουμε μείωση του ανοίγματος, μέσα από το οποίο περνά το ψυκτικό υγρό και, επομένως, και της παροχής του.

Στην αντίθετη περίπτωση, η αύξηση του ψυκτικού φορτίου προκαλεί αύξηση της υπερθέρμανσης και, κατά συνέπεια, της πίεσης (p_1) λόγω αύξησης της θερμοκρασίας του ατμού του ψυκτικού μέσου, με το οποίο έχει γεμίσει ο βολβός. Η αύξηση της πίεσης στο βολβό μεταφέρεται, μέσω του τριχοειδούς σωλήνα, στην επάνω επιφάνεια της μεμβράνης και έτσι με την ανάλογη κίνηση της βαλβίδας, έχουμε την αύξηση της διατομής, μέσα από την οποία περνά το ψυκτικό υγρό και, επομένως, της παροχής του ψυκτικού υγρού προς τον ατμοποιητή.

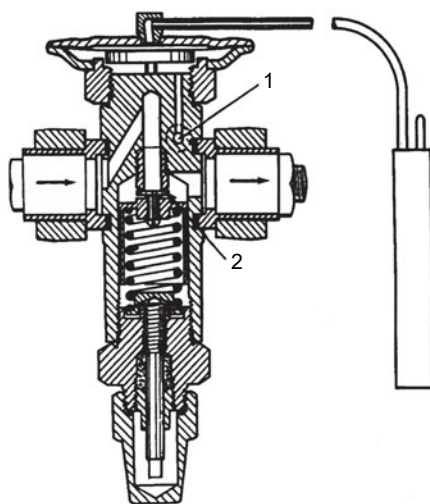
Η υπερθέρμανση λειτουργίας της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας ρυθμίζεται με την πίεση (p_3) του ελατηρίου, η οποία εκτελείται μέσω του ρυθμιστικού κοχλία. Η αύξηση της πίεσεως (p_3) προκαλεί μείωση της παροχής του ψυκτικού υγρού και, επομένως, αύξηση της υπερθέρμανσης της βαλβίδας. Τα αντίθετα αποτελέσματα επιφέρει η μείωση της πίεσης (p_3).

■ Βαλβίδα με εξωτερική εξίσωση πίεσης

Η ροή του ψυκτικού μέσου μέσα στον ατμοποιητή μεγάλου μεγέθους προκαλεί αισθητή πτώση πίεσης λόγω τριβών, με αποτέλεσμα η πίεση του ψυκτικού μέσου στην έξοδο της θερμοστατικής βαλβίδας να μην είναι ίδια με την πίεσή του στην έξοδο του στοιχείου ατμοποίησης. Αυτό το γεγονός, μερικές φορές, δημιουργεί λειτουργικά προβλήματα, όπως είναι η ανεπαρκής τροφοδοσία του ατμοποιητή με ψυκτικό μέσο.

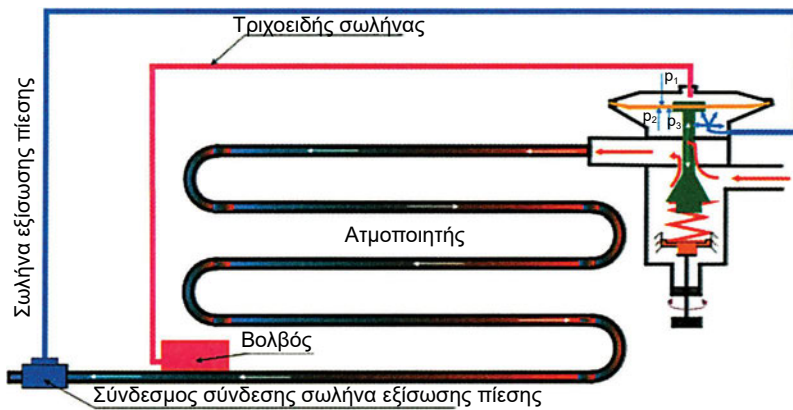
Για τη σωστή, λοιπόν, λειτουργία της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας και την αποφυγή των παραπάνω προβλημάτων, η πίεση που επικρατεί στην κάτω επιφάνεια της μεμβράνης θα πρέπει να είναι ίση με την πίεση που επικρατεί στην έξοδο του ατμοποιητή.

Όμως, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, η πίεση στην κάτω επιφάνεια της μεμβράνης της βαλβίδας (εσωτερική πίεση) εξαρτάται από την πίεση του ψυκτικού μέσου στην είσοδο του ατμοποιητή. Έτσι, δημιουργήθηκε η ανάγκη επινόησης μιας βαλβίδας, της οποίας, η κάτω επιφάνεια της μεμβράνης να βρίσκεται αφενός κάτω από την επίδραση της πίεσης που επικρατεί κοντά στην έξοδο του ατμοποιητή, και αφετέρου κάτω από την επίδραση και της πίεσης που οφείλεται στη δύναμη του ελατηρίου. Αυτή, λοιπόν, η βαλβίδα, επειδή για τη λειτουργία της αξιοποιείται όχι η πίεση του ψυκτικού μέσου στο εσωτερικό της (πίεση στην είσοδο του εξατμιστή), αλλά η αντίστοιχη που ασκείται στην έξοδο του εξατμιστή, καθώς και η πίεση του βολβού που είναι συνάρτηση της υπερθέρμανσης, ονομάζεται **θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα με εξωτερική εξίσωση της πίεσης** (Σχήματα 2.27 και 2.28).



Σχήμα 2.27: Θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα με εξωτερική εξίσωση πίεσης.

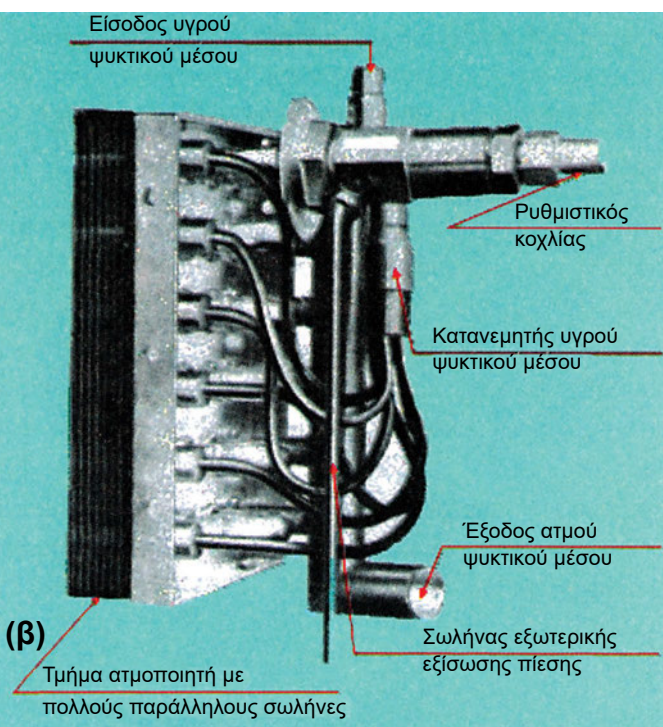
Στη θέση (1) συνδέεται ο εξωτερικός τριχοειδής σωλήνας εξίσωσης πίεσης και στη θέση (2) εφαρμόζεται η βαλβίδα με την έδρα της.



Σχήμα 2.28: Σχηματική παράσταση εγκατάστασης μιας θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας με εξωτερική εξίσωση της πίεσης. Η θέση στην οποία θα γίνει η λήψη της πίεσης εξίσωσης πρέπει να είναι μετά από το βολβό (ακολουθώντας τη ροή του ψυκτικού μέσα στο ψυκτικό κύκλωμα).

Στις κλιματιστικές μονάδες, στις οποίες χρησιμοποιούνται ατμοποιητές με πολλά παράλληλα κυκλώματα που τροφοδοτούνται από την ίδια θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα, γίνεται χρήση θερμοστατικών εκτονωτικών βαλβίδων με εξωτερική εξίσωση και με πολλαπλή έξοδο (κατανεμητή) ψυκτικού υγρού, με σκοπό την κατανομή της παροχής της πίεσης σε ίσα, κατά το δυνατό – από κατασκευαστικής άποψης – κυκλώματα ατμοποίησης (Σχήμα 2.29).

Οι έξοδοι των κυκλωμάτων του ατμοποιητή συγκεντρώνονται σε ένα συλλέκτη, στην έξοδο του οποίου τοποθετείται ο βολβός της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας.



Σχήμα 2.29: (α) Θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα με εξωτερική εξίσωση πίεσης και πολλαπλή έξοδο, (β) Θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα με εξισωτή πίεσης και με περισσότερες εξόδους εγκατεστημένη σε αντίστοιχο ατμοποιητή.

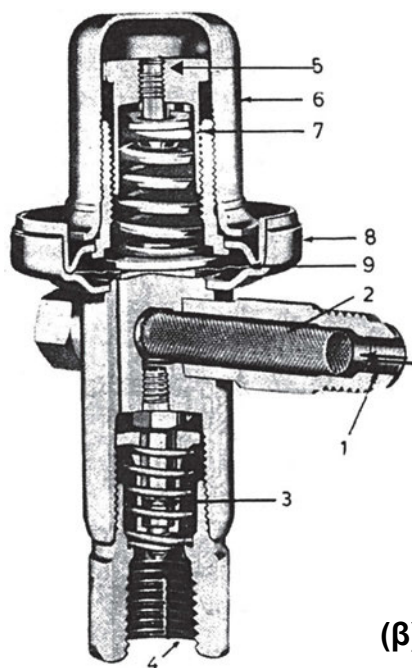
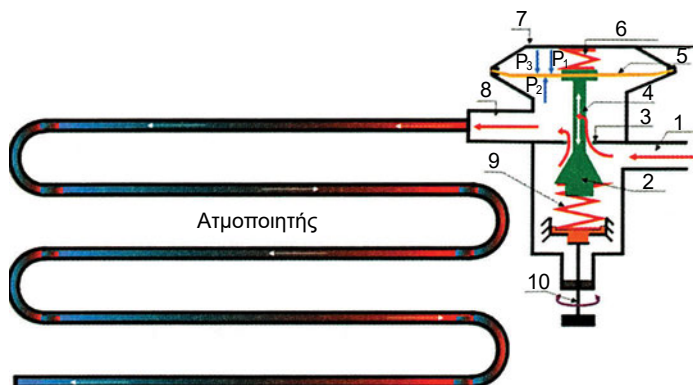
■ Λειτουργία

Οι θερμοστατικές εκτονωτικές βαλβίδες με εξωτερική εξίσωση πίεσης λειτουργούν όπως και οι θερμοστατικές εκτονωτικές βαλβίδες με εσωτερική εξίσωση πίεσης, με τη διαφορά ότι η κάτω επιφάνεια της μεμβράνης, δηλαδή ο χώρος ο οποίος είναι απομονωμένος, μέσω κατάλληλου διαφράγματος, από την επίδραση της πίεσης στην είσοδο του ατμοποιητή, βρίσκεται υπό την επίδραση της πίεσης του ελατηρίου και της πίεσης εξίσωσης (p'_2) που ασκείται στην έξοδο του ατμοποιητή.

Γ) Πιεζοστατικές βαλβίδες εκτόνωσης σταθερής πίεσης (Σχήμα 2.30)

Η μεμβράνη ή ο πτυχωτός σωλήνας της πιεζοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας βρίσκεται υπό την επίδραση των παρακάτω πιέσεων:

- α) P_2 (δηλ. της πίεσης εισόδου στον ατμοποιητή)
- β) P_3 (δηλ. της πίεσης ελατηρίου προέντασης)
- γ) P_4 (δηλ. της ατμοσφαιρικής πίεσης ή της πίεσης αερίου, με το οποίο, πιθανώς, έχει πληρωθεί ο θάλαμος μεμβράνης της βαλβίδας).



(β)

Σχήμα 2.30: (α) Σχηματική παράσταση δομής και αρχής λειτουργίας πιεζοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας. 1. Είσοδος ψυκτικού υγρού. 2. βαλβίδα (βελονοειδής δισκοειδής κ.λπ.). 3. Έδρα βαλβίδας. 4. Στέλεχος βαλβίδας. 5. Μembrάνη. 6. Ελατήριο προέντασης. 7. Καπάκι χώρου-θαλάμου membrάνης. 8. Έξοδος ψυκτικού μέσου (υγρό + ατμός). 9. Ελατήριο ρύθμισης. 10. κοχλίας ρύθμισης. (β) Εικόνα πιεζοστατικής βαλβίδας εκτόνωσης με membrάνη. 1. Είσοδος ψυκτικού μέσου. 2. Μεταλλικό φίλτρο. 3. Βαλβίδα και έδρα βαλβίδας. 4. Έξοδος ψυκτικού μέσου. 5. Ρύθμιση ελατηρίου και πίεσης ατμοποίησης. 6. Καπάκι βαλβίδας. 7. Ελατήριο ρύθμισης. 8. Κέλυφος. 9. Μembrάνη.

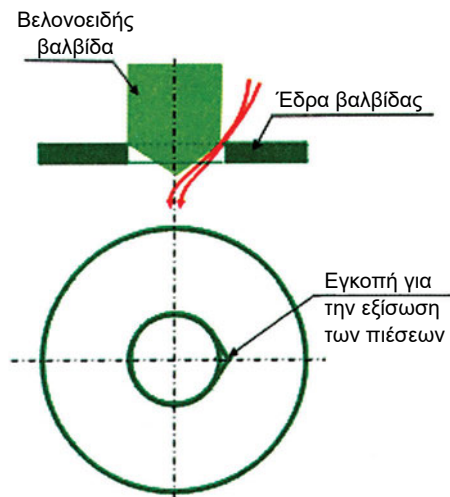
Η σχετική θέση της βαλβίδας, ως προς την έδρα της, ελέγχεται από την πίεση P_2 και επομένως και η παροχή του ψυκτικού μέσου, το οποίο εισέρχεται στον ατμοποιητή.

Οι πιεζοστατικές βαλβίδες λειτουργούν κατά τρόπο που να μην επιτρέπεται μείωση της πίεσης ατμοποίησης κάτω από μια προκαθορισμένη τιμή, και επομένως, διατηρούν **σταθερή την πίεση μέσα στον ατμοποιητή**.

Τέτοιες βαλβίδες χρησιμοποιούνται σε μονάδες οι οποίες επεξεργάζονται σταθερό ψυκτικό φορτίο και δεν διασφαλίζουν την ενεργή συμμετοχή – κατά τη διαδικασία της ατμοποίησης – ολόκληρης της εσωτερικής επιφάνειας του ατμοποιητή. Εάν στη θέση της μεμβράνης τοποθετηθεί πτυχωτός σωλήνας, τότε έχουμε πιο ομαλή επικάλυψη της βαλβίδας στην έδρα της, γεγονός το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της φθοράς στις επιφάνειες της βαλβίδας και στην έδρα της.

Με την παύση της λειτουργίας της μονάδας, το ψυκτικό υγρό, για πολύ σύντομο διάστημα, συνεχίζει να εισρέει στον ατμοποιητή και δεν απομακρύνεται σαν ατμός από αυτόν, με αποτέλεσμα να προκαλείται αύξηση της πίεσης P_2 , η οποία αναγκάζει τη βαλβίδα να κινηθεί προς τα επάνω και να «**καθίσει**» πλήρως μέσα στην έδρα της.

Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη διατήρηση της διαφοράς πίεσης μεταξύ συμπυκνωτή και ατμοποιητή. Για την αντιμετώπιση αυτής της διαφοράς πίεσης, κατά την εκκίνηση του συμπιεστή απαιτείται αυξημένη ροπή. Η αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος επιτυγχάνεται με τη δημιουργία μιας πολύ μικρής εγκοπής στο χείλος της έδρας, η οποία επιτρέπει την εξίσωση των πιέσεων (Σχήμα 2.31), ή με τη χρήση ειδικού κινητήρα.



Σχήμα 2.31: Βελονοειδής βαλβίδα με την έδρα της για την εξίσωση των πιέσεων του συμπυκνωτή και του ατμοποιητή μετά από την παύση λειτουργίας της μονάδας.

Η πιεζοστατική βαλβίδα εκτόνωσης έχει το μειονέκτημα ότι, σε περίπτωση απότομης αύξησης ή μείωσης του ψυκτικού φορτίου, τείνει στιγμιαία να μειώσει ή να αυξήσει την παροχή ψυκτικού μέσου, τη στιγμή που η συμπεριφορά της θα έπρεπε να είναι η ακριβώς αντίθετη.

Για παράδειγμα, η απότομη εμφάνιση αυξημένου ψυκτικού φορτίου προκαλεί την επιτάχυνση της ατμοποίησης του ψυκτικού υγρού, και επομένως, την αύξηση της πίεσης, οπότε και ο ατμός υπερθερμαίνεται, με αποτέλεσμα, η νέα πίεση P_2 να υπερಿಸχύει των πιέσεων P_3 και P_4 . Έτσι, η βαλβίδα κινείται προς τα επάνω και επέρχεται μείωση της παροχής του ψυκτικού μέσου στον ατμοποιητή, τη στιγμή που η συμπεριφορά της βαλβίδας θα έπρεπε να ήταν η ακριβώς αντίθετη. Το φαινόμενο αυτό διαρκεί πολύ λίγο, γιατί η μείωση της ποσότητας του ψυκτικού μέσου στον ατμοποιητή προκαλεί και τη μείωση της πίεσης P_2 , οπότε υπερισχύει και πάλι η δράση των πιέσεων P_3 και P_4 , με επακόλουθο η βαλβίδα να κινείται προς τα κάτω, και έτσι να έχουμε την επιθυμητή αύξηση της παροχής ψυκτικού υγρού η οποία απαιτείται για την αντιμετώπιση της νέας αυτής κατάστασης. Αντίθετη είναι η συμπεριφορά της βαλβίδας, σε περίπτωση απότομης μείωσης του ψυκτικού φορτίου.

Οι πιεζοστατικές εκτονωτικές βαλβίδες μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε μικρές μονάδες όπως π.χ. στις μικρές αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες αλλά και σε ειδικές εφαρμογές, στις οποίες όμως ενεργό ρόλο παίζουν θερμοστατικές βαλβίδες με ειδική γόμωση του βολβού, με μη συμπυκνούμενο αέριο.

Δ) Εκτονωτικές βαλβίδες με πλωτήρα

Οι εκτονωτικές βαλβίδες με πλωτήρα ονομάζονται και βαλβίδες ρύθμισης της στάθμης του υγρού, και σκοπός τους είναι η διατήρηση σταθερής της στάθμης του υγρού μέσα στον ατμοποιητή.

Το χαρακτηριστικό στοιχείο αυτών των βαλβίδων, όπως φαίνεται και από την ονομασία τους, είναι ο πλωτήρας που διαθέτουν.

Βασικά υπάρχουν δύο τύποι εκτονωτικών βαλβίδων με πλωτήρα:

α) Η εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στη χαμηλή πίεση (Σχήμα 2.32)
και

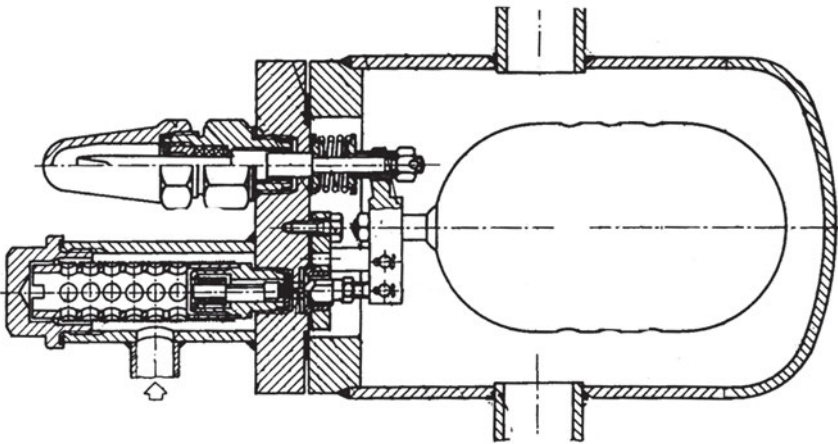
β) Η εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στην υψηλή πίεση (Σχήμα 2.33).

Πιο αναλυτικά:

■ Εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στη χαμηλή πίεση

Ο πλωτήρας αυτών των βαλβίδων ελέγχει τη βαλβίδα τροφοδοσίας με ψυκτικό μέσο του εξατμιστή, ώστε η στάθμη του υγρού μέσα σ' αυτόν να διατηρείται σταθερή (Σχήμα 2.32).

Με την εμφάνιση αυξημένου ψυκτικού φορτίου στον εξατμιστή, το υγρό ψυκτικό μέσο ατμοποιείται με γοργό ρυθμό και, έτσι, μειώνεται η στάθμη του με αποτέλεσμα την επέμβαση του πλωτήρα, ώστε να ανοίξει η βαλβίδα και να εισέλθει υγρό από την περιοχή της υψηλής πίεσης και, έτσι, να αντιμετωπιστεί η νέα αυτή κατάσταση. Η στάθμη του υγρού διατηρείται σταθερή όσο το φορτίο παραμένει σταθερό, ενώ όταν το φορτίο μειωθεί, τότε η στάθμη του υγρού ανεβαίνει και ο πλωτήρας προκαλεί, μέσω κατάλληλου συστήματος μοχλών, τη μετατόπιση της βαλβίδας σε νέα θέση, ώστε να μειωθεί και η παροχή του ψυκτικού υγρού. Γι' αυτόν το λόγο, οι συγκεκριμένες βαλβίδες χρησιμοποιούνται με τους εξατμιστές τύπου «υπερχείλισης».



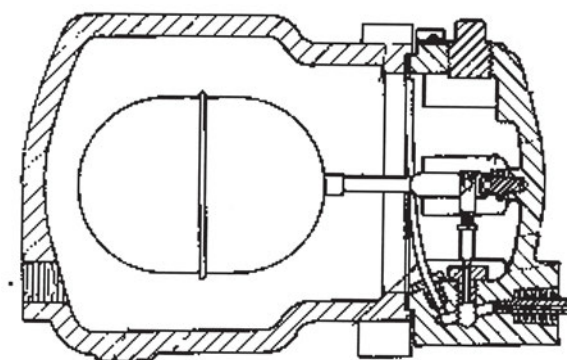
Σχήμα 2.32: Εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στη χαμηλή πίεση.

■ Εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στην υψηλή πίεση

Η εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στην υψηλή πίεση (Σχήμα 2.33) τοποθετείται στην περιοχή της υψηλής πίεσης και είναι παρόμοια με την προαναφερθείσα με τη διαφορά ότι ο πλωτήρας της κινείται ανάλογα με τη στάθμη του υγρού

στον συμπυκνωτή. Έτσι, όταν η ποσότητα του υγρού στον συμπυκνωτή ανέβει, ο πλωτήρας σηκώνεται και, μέσω της βαλβίδας, επιτρέπει το πέρασμα ψυκτικού υγρού προς τον εξατμιστή.

Από πρακτικής άποψης, αυτές οι βαλβίδες στέλνουν στον εξατμιστή τόση ποσότητα υγρού, όση είναι και αυτή που συμπυκνώνεται. Κατά την πλήρωση του ψυκτικού κυκλώματος, πρέπει να δίνεται πολύ μεγάλη προσοχή στην ποσότητα του ψυκτικού υγρού που θα εισέλθει στο κύκλωμα. Κατά κανόνα, αυτές οι βαλβίδες χρησιμοποιούνται σε μονάδες με φυγοκεντρικό συμπιεστή.



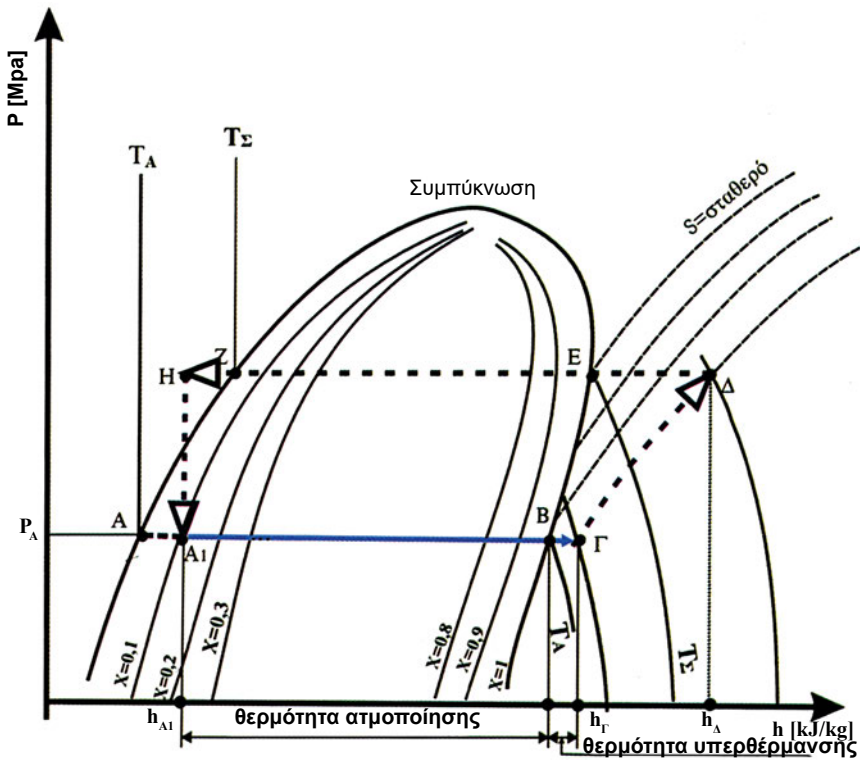
Σχήμα 2.33: Εκτονωτική βαλβίδα με πλωτήρα στην περιοχή της υψηλής πίεσης.

2.3.4. Εξατμιστής ή ατμοποιητής

Το στοιχείο του εξατμιστή ή ατμοποιητή είναι ένας **εναλλάκτης θερμότητας**, μέσω του οποίου το ψυκτικό υγρό, απορροφώντας θερμότητα από το περιβάλλον του ίδιου του εξατμιστή, αλλάζει κατάσταση και μετατρέπεται σε ατμό.

■ Λειτουργία

Η ποσότητα ψυκτικού μέσου, η οποία δημιουργήθηκε κατά τη διαδικασία της εκτόνωσής του και εισήλθε στον ατμοποιητή, συνεχίζει να παραμένει στην κατάσταση του κεκορεσμένου ατμού –στην πίεση δηλαδή ατμοποίησης- και δεν συμμετέχει στην αφαίρεση θερμότητας από το περιβάλλον του ατμοποιητή. Από θερμοδυναμικής άποψης, η ατμοποίηση του ψυκτικού μέσου, θεωρητικά, είναι μια ισοθερμοκρασιακή και ισοβαρής μεταβολή (Σχήμα 2.34).



Σχήμα 2.34: Σχηματική παράσταση της πορείας της ατμοποίησης (A,B) και της υπερθέρμανσης, εάν αυτή προβλέπεται (BΓ) ενός ψυκτικού μέσου, σε διάγραμμα πίεσης – ενθαλπίας (p-h).

Ο σκοπός του στοιχείου αυτού της ατμοποίησης είναι η αφαίρεση θερμότητας από το προς ψύξη ρευστό περιβάλλον (αέρα ή νερό), θερμότητα η οποία, μέσω της δομής του, μεταφέρεται στο ψυκτικό μέσο που μετατρέπεται σε κεκορεσμένο ή σε υπέρθερμο ατμό, στην περίπτωση, βέβαια, που προβλέπεται υπερθέρμανσή του.

■ Είδη

Ανάλογα με το σύστημα τροφοδοσίας τους, οι ατμοποιητές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- α) Στους ατμοποιητές ξηρής εκτόνωσης και
- β) Στους ατμοποιητές υπερχειλίσης.

Συγκεκριμένα:

Στην κατηγορία (α) ανήκουν οι ατμοποιητές εκείνοι στους οποίους το ψυκτικό μέσο ρέει μέσα σε σωλήνες μικρής, σχετικά, διαμέτρου, ενώ για την τροφοδοσία τους με ψυκτικό μέσο από τον συμπυκνωτή, συνήθως, χρησιμοποιούνται θερμοστατικές βαλβίδες εκτόνωσης.

Στη κατηγορία (β) ανήκουν εκείνοι οι ατμοποιητές, των οποίων η τροφοδοσία με ψυκτικό μέσο γίνεται μέσω βαλβίδων με πλωτήρα, και οι οποίοι διατηρούν, σε επίπεδο εφαρμογής, σταθερή τη στάθμη του υγρού ψυκτικού μέσου στο εσωτερικό τους.

Επίσης, ανάλογα με τη μορφή του μέσου το οποίο ψύχουν οι ατμοποιητές, διακρίνονται σε:

α) Ατμοποιητές ψύξης αέρα και

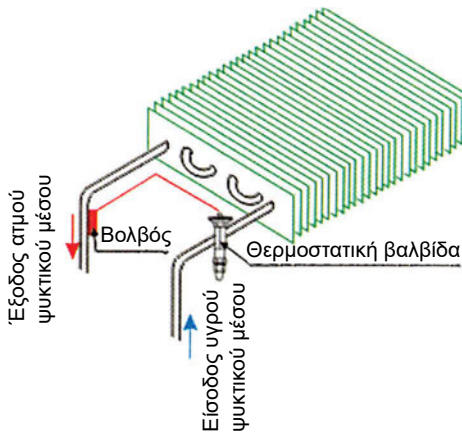
β) Ατμοποιητές ψύξης νερού

Πιο αναλυτικά:

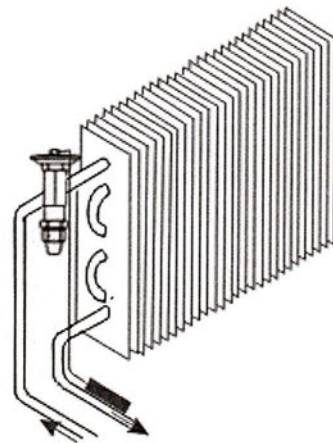
α) Ατμοποιητές ψύξης αέρα ή άμεσης εκτόνωσης

Οι ατμοποιητές αυτού του είδους χρησιμοποιούνται για την ψύξη αέρα και αποτελούνται από το στοιχείο (διάταξη) της ατμοποίησης και τον ανεμιστήρα.

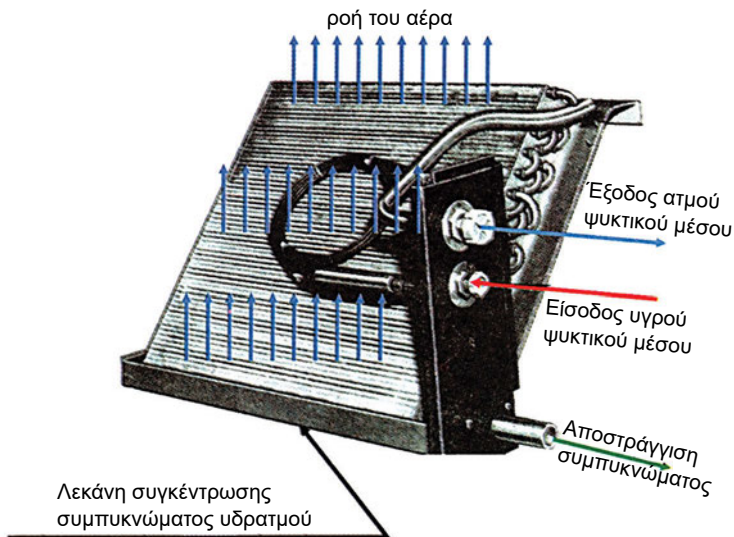
Το στοιχείο ατμοποίησης (Σχήματα 2.35-2.38), από κατασκευαστικής άποψης, αποτελείται από ένα ή περισσότερα κυκλώματα λείων ή πτερυγιοφόρων σωλήνων. Στον κλιματισμό, συνήθως, χρησιμοποιούνται οι πτερυγιοφόροι σωλήνες, το υλικό κατασκευής των οποίων, κατά κανόνα, είναι ο χαλκός, χωρίς να αποκλείεται, όμως, και το αλουμίνιο. Τα πτερύγια, τα οποία συνήθως κατασκευάζονται από αλουμίνιο, ενώ σε ειδικές εφαρμογές μπορεί να είναι και από χαλκό, φέρουν κατάλληλες οπές για την στερέωσή τους στους σωλήνες. Η επιφάνεια των πτερυγίων μπορεί να είναι λεία ή να έχει διαμορφωθεί με κατάλληλο προφίλ (σχήμα), ώστε να συντελεί στη βελτίωση του συντελεστή μετάδοσης της θερμότητας (k) από τον αέρα στο ψυκτικό μέσο.



Σχήμα 2.35: Οριζόντιο στοιχείο ατμοποίησης μιας σειράς σωλήνων τεσσάρων διαδρομών.

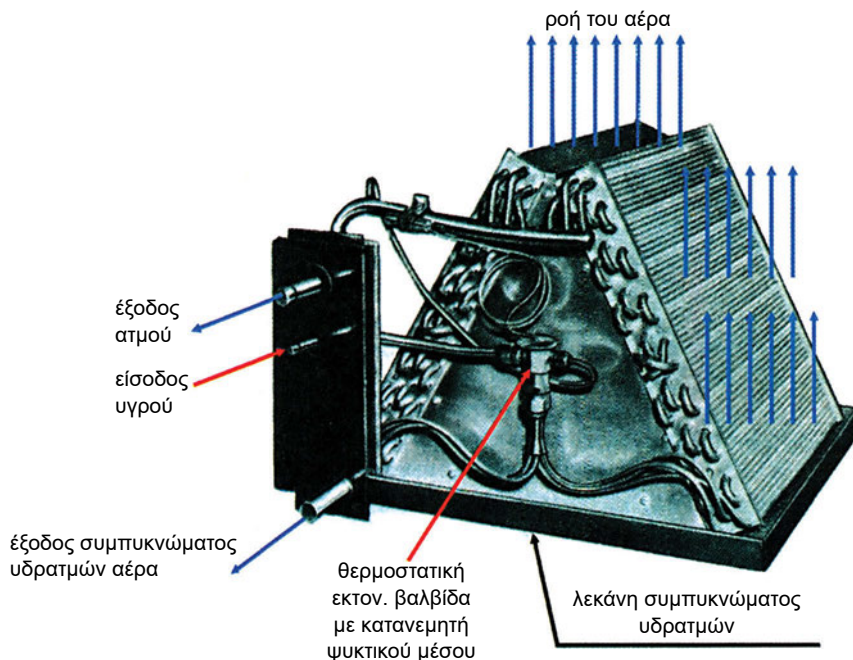


Σχήμα 2.36: Κατακόρυφο στοιχείο ατμοποίησης μιας σειράς σωλήνων τεσσάρων διαδρομών.



Σχήμα 2.37: Κεκλιμένο στοιχείο ατμοποίησης.

Το στοιχείο ατμοποίησης μπορεί να είναι μονό (είτε οριζόντιο, είτε κατακόρυφο είτε κεκλιμένο, με ένα ή περισσότερα κυκλώματα ψυκτικού μέσου) ή διπλό με δύο δηλαδή κεκλιμένα στοιχεία, τα οποία είναι τοποθετημένα σε σχήμα V (Σχήμα 2.38).



Σχήμα 2.38: Διπλό κεκλιμένο στοιχείο ατμοποίησης με έξι κυκλώματα.

Στην περίπτωση των στοιχείων ατμοποίησης με περισσότερα του ενός κυκλώματα, οι σωλήνες τροφοδοσίας, που τους συνδέουν με τον κατανεμητή ψυκτικού υγρού, πρέπει να έχουν την ίδια διάμετρο και το ίδιο μήκος, ώστε να υπάρχει η ίδια πτώση πίεσης σε όλα τα κυκλώματα, και επομένως και η ίδια παροχή του υγρού.

Ο αέρας, κατά τη διέλευση του μέσα από αυτά τα στοιχεία, αποδίδει στο ψυκτικό μέσο «αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα», και ψύχεται, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται και η υγρασία του. Τα συμπυκνώματα των υδρατμών του αέρα εμφανίζονται επάνω στα πτερύγια και στη συνέχεια ρέουν προς τα κάτω, όπου συγκεντρώνονται σε μια κατάλληλη λεκάνη από την οποία, στη συνέχεια, απομακρύνονται προς το περιβάλλον.

Πρέπει να τονιστεί ότι, αν για οποιονδήποτε λόγο (π.χ. λόγω κακής λειτουργίας της μονάδας) ο ατμοποιητής λειτουργήσει σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, υπάρχει κίνδυνος να αρχίσει να παγώνει το νερό επάνω στα πτερύγια με συνέπεια το σχηματισμό πάγου, ο οποίος βαθμιαία εμποδίζει τη διέλευση του αέρα. Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές στο συμπιεστή, εάν δεν ενεργοποιηθεί, έγκαιρα, κάποιο σύστημα προστασίας για την τήξη του.

Η ταχύτητα του αέρα, που αντιστοιχεί στη μετωπική επιφάνεια του στοιχείου ατμοποίησης, συνήθως δεν ξεπερνά μια ορισμένη τιμή, γιατί έτσι, στην περίπτωση που υπάρχει και αφύγρανση

του κλιματιζόμενου αέρα, αποτρέπεται το φαινόμενο να παρασυρθούν σταγονίδια νερού απ' αυτόν. Αυτού του είδους τα στοιχεία ατμοποίησης, λόγω της μεγάλης σχετικά πτώσης της πίεσης που παρουσιάζουν από την πλευρά του ψυκτικού μέσου, χρησιμοποιούνται σε κλιματιστικές μονάδες που εξοπλίζονται με παλινδρομικούς κοχλιοφόρους συμπιεστές ή με συμπιεστές τύπου Scroll.

Οι μεγάλοι μεγέθους κλιματιστικές μονάδες εξοπλίζονται με ατμοποιητή, ο οποίος έχει δύο αυτόνομα, από πλευράς τροφοδοσίας, κυκλώματα ψυκτικού υγρού, και κάθε ένα από αυτά έχει τη δική του θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα και το δικό του κατανεμητή. Εμπρός από τη θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα τοποθετείται μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής του ψυκτικού μέσου. Έτσι, όταν μειωθεί το φορτίο, δίνεται εντολή, μέσω ενός θερμοστάτη, σε μια από τις δύο ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες να διακόψει τη ροή του ψυκτικού υγρού προς το κύκλωμα εκείνο που τροφοδοτεί, με αποτέλεσμα να μειώνεται στο μισό η ενεργή επιφάνεια εναλλαγής της θερμότητας του ατμοποιητή, έτσι ώστε να αντιμετωπίζεται επιτυχώς το νέο (μειωμένο) φορτίο.

Αυτή η λύση είναι απαραίτητη για τις κλιματιστικές μονάδες μεγάλης ισχύος, γιατί αν όλα τα κυκλώματα του ατμοποιητή τροφοδοτούνται από έναν κατανεμητή, στην περίπτωση που το ψυκτικό φορτίο μειωθεί αισθητά, η τροφοδοσία των κυκλωμάτων με ψυκτικό υγρό δεν είναι η κανονική, οπότε η κλιματιστική μονάδα δεν αποδίδει τα αναμενόμενα.

β) Ατμοποιητές ψύξης νερού

Οι κύριοι ατμοποιητές ψύξης νερού είναι:

α) Οι ατμοποιητές ψύξης νερού τύπου υπερχειλίσσης

β) Οι ατμοποιητές ξηρής εκτόνωσης

γ) Οι πλακοειδείς ατμοποιητές

Πιο αναλυτικά:

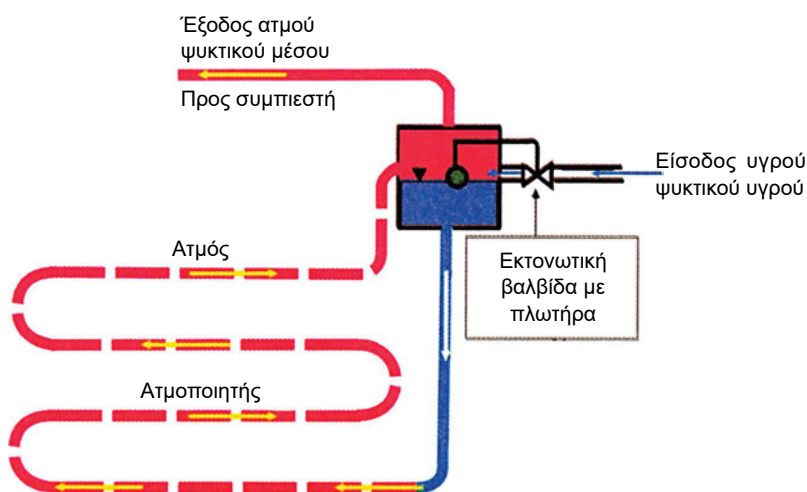
- Οι **ατμοποιητές τύπου υπερχειλίσσης** είναι όμοιοι, από κατασκευαστικής άποψης, με τους αντίστοιχους συμπυκνωτές (Σχήμα 2.39).

Έτσι, αποτελούνται από ένα κυλινδρικό κέλυφος, στο εσωτερικό του οποίου υπάρχει μια δέσμη ευθύγραμμων σωλήνων, ή μορφής **U**, οι οποίοι, ανάλογα με τη μορφή τους, μέσω δηλαδή δύο φλαντζών (στην περίπτωση ευθύγραμμων σωλήνων) ή μιας φλάντζας (στην περίπτωση σωλήνων μορφής **U**), στερε-

ώνονται με κοχλίες στο κέλυφος, στο ένα άκρο του οποίου υπάρχει το καπάκι, όπου έχουν διαμορφωθεί τόσο η είσοδος, όσο και η έξοδος του ψυχρού νερού.

Το προς ψύξη νερό κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες της δέσμης που προαναφέρθηκε, οι οποίοι, συνήθως, είναι κατασκευασμένοι από χαλκό, ενώ το ψυκτικό υγρό βρίσκεται εξωτερικά των σωλήνων αυτών και τους οποίους το υγρό καλύπτει πλήρως. Έτσι, το ψυκτικό υγρό οδηγείται μέσα στο κέλυφος από το κάτω μέρος του, κατανέμεται με ειδική διάταξη σε όλο το μήκος των σωλήνων, και η στάθμη του – μέσα στο κέλυφος του ατμοποιητή – καθορίζεται από τον πλωτήρα της εκτονωτικής βαλβίδας. Ο χώρος επάνω από τη στάθμη του ψυκτικού υγρού λειτουργεί σαν ατμοθάλαμος ψυχρού ατμού, ενώ στο σημείο της αναρρόφησης του ατμού, συνήθως, τοποθετείται διάταξη διαχωρισμού των σταγόνων του ψυκτικού μέσου.

Ο ατμοποιητής αυτού του είδους παρουσιάζει μικρές απώλειες από την πλευρά του ατμού και χρησιμοποιείται σε μεγάλες εγκαταστάσεις που διαθέτουν φυγοκεντρικούς συμπιεστές.



Σχήμα 2.39: Σχηματική παράσταση λειτουργίας ατμοποιητή υπερχειλίσης.

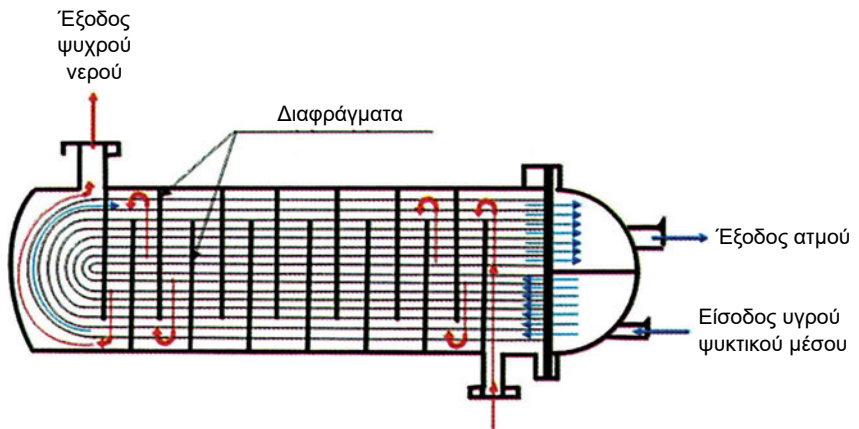
- Στον **ατμοποιητή ξηρής εκτόνωσης**, το ψυκτικό υγρό κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες της δέσμης, ενώ το προς ψύξη νερό στις εξωτερικές τους επιφάνειες (Σχήμα 2.40).

Κατά μήκος του κελύφους και στο εσωτερικό του τοποθετούνται κατάλληλα διαφράγματα, όπως φαίνονται στο Σχήμα 2.40. Ο σκοπός αυτών των διαφραγμάτων είναι να υποχρεώνουν το νερό να ακολουθεί μια πορεία μορφής

ημίτονου μέσα στο κέλυφος και, επομένως, να έχει μια, μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας, έμμεση επαφή με το ψυκτικό ρευστό.

Επίσης, οι σωλήνες μεταφοράς του ψυκτικού μέσου στην εσωτερική τους επιφάνεια μπορεί να φέρουν αυλακώσεις για τη βελτίωση της εναλλαγής της θερμότητας.

Συμπερασματικά, αυτοί οι ατμοποιητές παρουσιάζουν μεγάλη πτώση πίεσης από την πλευρά του ψυκτικού μέσου, και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται σε όχι μεγάλης ισχύος εγκαταστάσεις, που διαθέτουν παλινδρομικούς, κοχλιοφόρους ή συμπιεστές τύπου Scroll, ενώ τροφοδοτούνται και με θερμοστατική βαλβίδα εκτόνωσης.



Σχήμα 2.40: Σχηματική παράσταση δομής και λειτουργίας ατμοποιητή για ψύξη νερού τύπου ξηρής εκτόνωσης.

- Σχετικά με τους **Πλακοειδείς ατμοποιητές**, η κατασκευή και η λειτουργία τους είναι όμοια με εκείνη των πλακοειδών συμπυκνωτών, για τους οποίους έγινε εκτενής αναφορά στην αντίστοιχη ενότητα.

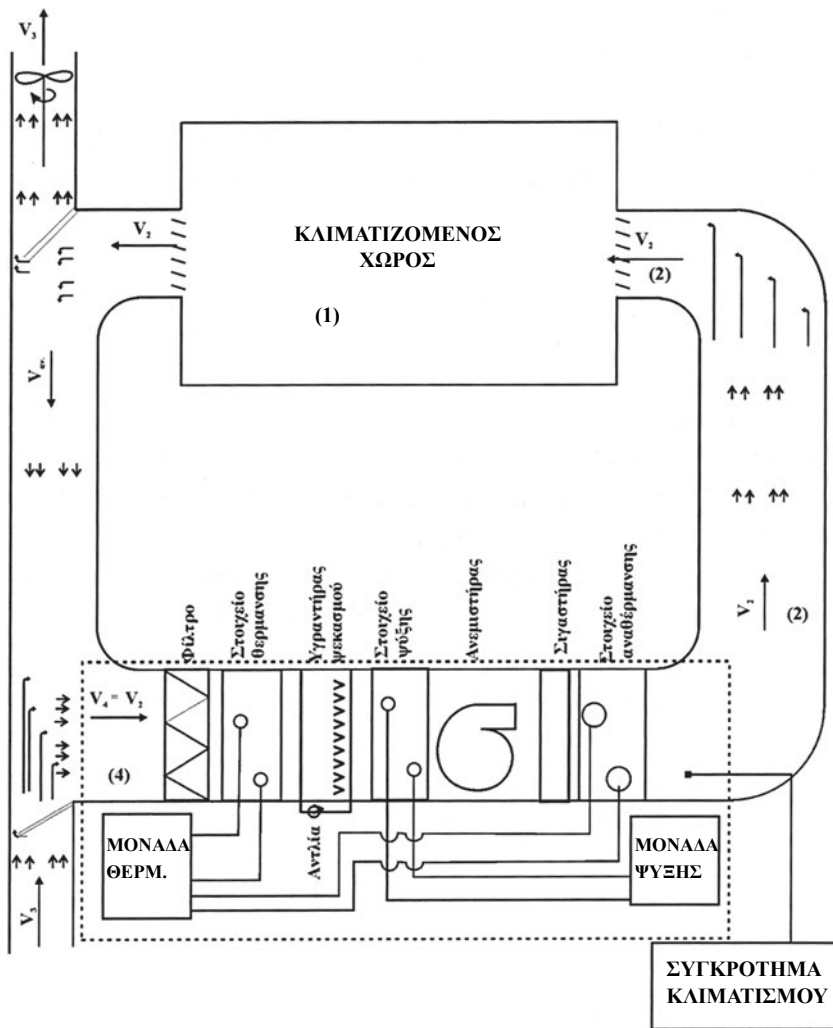
2.3.5 Περιγραφή της ροής του αέρα στην κλιματιστική μονάδα

Η επίτευξη των στόχων του κλιματισμού γίνεται με τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της καθαρότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου, σύμφωνα με τις επιθυμητές προδιαγραφές.

Έτσι, στο Σχήμα 2.41 δίνεται, σε σχηματική παράσταση, η κυκλοφορία του αέρα κλιματισμού, καθώς και τα βασικά στοιχεία όλου του συγκροτήματος του κλιματισμού. Πιο αναλυτικά, η παροχή του αέρα V_2 , ο οποίος απομακρύνεται από τον κλιματιζόμενο χώρο, κατά τη διαδρομή του προς τη μονάδα επεξεργασίας του χωρίζεται σε δύο μέρη. Το ένα (παροχής V_3) αποβάλλεται στο εξωτερικό περιβάλλον, ενώ το δεύτερο (παροχής V_{Av} ή αέρας ανακυκλοφορίας) οδεύει προς τη μονάδα επεξεργασίας. Επειδή, όμως, η παροχή του αέρα που πρέπει να κυκλοφορεί μέσα στο χώρο για τη διασφάλιση των κλιματιστικών απαιτήσεων είναι ανάγκη να είναι σταθερή, πρέπει προφανώς να υπάρχει και αναρρόφηση από το περιβάλλον, μιας νέας μάζας αέρα (αέρα ανανέωσης), η ποσότητα της οποίας πρέπει να είναι ίση με εκείνη η οποία αποβλήθηκε στον ατμοσφαιρικό περιβάλλον. Η ανανέωση, λοιπόν, ενός τμήματος του αέρα κλιματισμού, είναι αναγκαία τόσο γιατί στο χώρο πρέπει να υπάρχει η σωστή ποσότητα οξυγόνου, όσο και για την απομάκρυνση των οσμών. Έτσι, ο αέρας ανανέωσης αναμειγνύεται κατάλληλα με τον αέρα ανακυκλοφορίας, οπότε προκύπτει και πάλι μια παροχή αέρα V_2 σε μια κατάσταση (4).

Ο αέρας, κατά την είσοδό του στην μονάδα επεξεργασίας, το πρώτο στοιχείο το οποίο συναντά είναι το φίλτρο, το οποίο με τη δομή του διασφαλίζει, στον επιθυμητό βαθμό, την καθαρότητα του αέρα, πριν αυτός εισέλθει στο χώρο. Συνεχίζοντας την πορεία του προς την έξοδο της μονάδας, το ρεύμα αέρα έρχεται σε επαφή με το στοιχείο θέρμανσης, το οποίο αποτελείται από μια σειρά πτερυγιοφόρων σωλήνων, μέσα στους οποίους ρέει το ρευστό της θέρμανσης. Αυτό το στοιχείο είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, ο οποίος προσδίδει στον αέρα θερμότητα, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία του στην επιθυμητή τιμή της. Το στοιχείο αυτό είναι ενεργό μόνο κατά τον χειμερινό κλιματισμό, εκτός αν δεν προβλέπεται διαφορετικά.

Στη συνέχεια, και αφού ο αέρας έχει αποκτήσει τη θερμοκρασία του, εισέρχεται στο τρίτο στοιχείο της μονάδας – τον υγραντήρα – όπου ψεκάζεται νερό διασκορπισμένο σε πολύ λεπτά σταγονίδια ή σε οποιαδήποτε άλλη μορφή, για να προστεθεί υγρασία στον αέρα. Το ψεκαζόμενο νερό που δεν εξατμίστηκε, συγκεντρώνεται στον πυθμένα του υγραντήρα και, με τη βοήθεια μιας αντλίας, τίθεται εκ νέου σε κυκλοφορία στο κύκλωμα ψεκασμού.



Σχήμα 2.41: Σχηματική παράσταση της ροής του αέρα.

Μετά από τον υγραντήρα, το ρεύμα αέρα περνά μέσα από το στοιχείο ψύξης, το οποίο είναι, επίσης, ένας εναλλάκτης θερμότητας με πτερυγιοφόρους σωλήνες, και που στο εσωτερικό του κυκλοφορεί το ψυχρό ρευστό της κλιματιστικής μονάδας. Το στοιχείο αυτό της ψύξης είναι ενεργό, συνήθως, κατά τη θερινή περίοδο, αλλά και σε κάθε άλλη περίπτωση, όταν είναι επιθυμητή η μείωση της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό ενός χώρου.

Η κυκλοφορία του αέρα μέσα στο δίκτυο των αεραγωγών, καθώς και μέσα στο χώρο, διασφαλίζεται με το πέμπτο, κατά σειρά στοιχείο της μονάδας, τον ανεμιστήρα. Αυτός διακινεί την απαιτούμενη μάζα αέρα και δημιουργεί την πίεση εκείνη, η οποία είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση των αντιστάσεων (τοπικών και κατανεμημένων), καθώς επίσης και για τη ροή του αέρα με την επιθυμητή ταχύτητα, αφού η ταχύτητα κυκλοφορίας του αέρα μέσα στο χώρο, όπως είναι γνωστό, επηρεάζει τόσο την άνεση όσων διαβιούν σ' αυτόν, όσο και τις συνθήκες παραγωγής σε ειδικές περιπτώσεις.

Μετά από τον ανεμιστήρα, στις μεγάλες μονάδες, βρίσκεται ο σιγαστήρας. Σκοπός αυτού του στοιχείου είναι η μείωση του θορύβου ο οποίος δημιουργείται από τους μεγάλους ανεμιστήρες και είναι προφανής η σπουδαιότητα αυτού του στοιχείου για την ακουστική άνεση μέσα στους κλιματιζόμενους χώρους.

Η υγρασία, όπως θα αναφερθεί και στη σχετική με τα φίλτρα παράγραφο, είναι ανεπιθύμητη, τόσο για λόγους υγιεινής, αφού συντελεί στη δημιουργία λάσπης, που αποτελεί πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών, οι οποίοι, στη συνέχεια, με το ρεύμα αέρα μπορούν να μεταφερθούν στο χώρο, όσο και γιατί επιφέρει, με την πάροδο του χρόνου, τη διάβρωση των μεταλλικών στοιχείων της εγκατάστασης. Σε πολλές, πάντως, περιπτώσεις, είναι δυνατό να μην υπάρχει το φαινόμενο αυτό της υγρασίας, γιατί με τη «συμπίεση» του αέρα από μέρους του ανεμιστήρα, επέρχεται μια μικρή αύξηση της θερμοκρασίας του, η οποία δεν επιτρέπει την ανάπτυξη υγρασίας, οπότε και τα παραπάνω προβλήματα παύουν να υφίστανται.

2.3.6. Φίλτρα αέρα

Όπως γνωρίζουμε, η καθαρότητα του αέρα ενός εσωτερικού χώρου είναι ένας από τους στόχους του κλιματισμού και έχει άμεση σχέση, τόσο με την παραγωγική διαδικασία, όσο και με τις συνθήκες άνεσης και υγιεινής των ατόμων που αναπτύσσουν κάποια επαγγελματική δραστηριότητα μέσα στον κλιματιζόμενο αυτό χώρο.

Ο ανακυκλούμενος αέρας του χώρου, καθώς και ο αντίστοιχος του εξωτερικού περιβάλλοντος (ή ανανέωσης) οδηγούνται στο στοιχείο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας προς επεξεργασία, πριν εισαχθούν εκ νέου στο χώρο. Γενικά, δηλαδή, ο αέρας θα πρέπει πρώτα να καθαριστεί, γιατί τόσο αυτός του περιβάλλοντος όσο και εκείνος του χώρου έχουν στη μάζα τους στερεά σωματίδια, ίνες, καπνούς, ατμούς, βακτηρίδια και διάφορους άλλους ρύπους σε στερεά ή αέρια κατάσταση.

Για να κατανοήσουμε, όμως, καλύτερα τη διαδικασία και τα μέσα με τα οποία επιτυγχάνεται ο παραπάνω σκοπός ενός κλιματιστικού, θα πρέπει να αναφέρουμε, εν συντομία, ορισμένα στοιχεία σχετικά με τη σύνθεσή του αέρα.

Έτσι, ο **ξηρός καθαρός ατμοσφαιρικός αέρας** είναι ένα μίγμα διάφορων αερίων, του οποίου η κατ' όγκο σύνθεση, κατά κύριο λόγο, είναι η εξής: **αζώτο (N_2) 78%, Οξυγόνο O_2 21%, και άλλα αέρια, όπως αργό, ήλιο, νέον κ.ά (1%)**. Εκτός από τα παραπάνω στοιχεία, ο αέρας του περιβάλλοντος ενός χώρου περιέχει υδρατμούς και διαφόρους ρύπους, η δε περιεκτικότητά του σε υδρατμούς και ρύπους εξαρτάται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες που αναπτύσσονται στο χώρο και από τις καιρικές συνθήκες της εποχής. Ο αέρας έχει την ιδιότητα να συγκρατεί, στη μάζα του, ένα μέγιστο ποσοστό υδρατμών, διαφορετικό για κάθε θερμοκρασία. Όταν συμβαίνει αυτό ο αέρας ονομάζεται **κεκορεσμένος** και οποιαδήποτε επιπλέον ποσότητα υδρατμών προστεθεί σ' αυτόν, θα αποβληθεί αμέσως υπό μορφή δρόσου. Η μέγιστη ποσότητα των υδρατμών που ο αέρας μπορεί να συγκρατήσει στη μάζα του εξαρτάται από τη θερμοκρασία που βρίσκεται, και η οποία ποσότητα υδρατμών αυξομειώνεται, ανάλογα με τις αυξομειώσεις της ίδιας της θερμοκρασίας.

Όμως, ο ατμοσφαιρικός αέρας όχι μόνο δεν είναι καθαρός και ξηρός, αλλά όπως αναφέραμε και στην αρχή αυτής της παραγράφου, περιέχει και άλλα ανεπιθύμητα στοιχεία, τα οποία οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα, τους γνωστούς μας δηλαδή **ρύπους**.

Τους ρύπους στον αέρα μπορούμε να τους συναντήσουμε στις εξής μορφές:

- Σε στερεή (σωματίδια σκόνης ή αιθάλης, ίνες κ.λπ.)
- Σε υγρή (ομίχλες διαφόρων υγρών υλικών) και
- Σε αέρια (οξειδία του αζώτου NO_x , μονοξείδιο του άνθρακα CO κ.λπ.)

Η απομάκρυνση των ρύπων από τον αέρα επιτυγχάνεται με το **φιλτράρισμα** του μέσα από στοιχεία (διατάξεις), που χρησιμοποιούνται γι' αυτό το σκοπό και ονομάζονται **φίλτρα**.

Έτσι:

- Με τον όρο **φιλτράρισμα** του αέρα εννοούμε εκείνη τη διαδικασία με την οποία αφαιρούμε (συγκρατούμε) απ' αυτόν τα ανεπιθύμητα στερεά σωματίδια και τους άλλους ρύπους, που αιωρούνται στη μάζα του.
- **Φίλτρα** αέρα είναι διατάξεις (στοιχεία) ή συσκευές, ικανές να αφαιρέσουν και να συγκρατήσουν τους ρύπους του αέρα.

Τα φίλτρα παρεμβάλλονται στο ρεύμα του αέρα το οποίο πρέπει να φιλτραριστεί, επιτρέποντας τη διέλευσή του, αφαιρούν όμως απ' αυτόν τους διάφορους ρύπους στον επιθυμητό βαθμό, ο οποίος μπορεί να προσεγγίσει το 100%.

Η αφαίρεση των ρύπων από τον αέρα μπορεί να γίνει με τις εξής διεργασίες:

- α) Με μηχανικό αποκλεισμό:** Στην περίπτωση αυτή, τα σωματίδια ορισμένης διαμέτρου δεν μπορούν να περάσουν μέσα από τα διάκενα που υπάρχουν ανάμεσα στις ίνες του φίλτρου, οπότε και κατακρατούνται.
- β) Με προσκόλληση των σωματιδίων στις ίνες του φίλτρου:** Εδώ, τα σωματίδια, μετά την πρόσκρουσή τους στις ίνες του φίλτρου, συγκρατούνται από αυτές, αφού όλο το φίλτρο έχει, προηγουμένως, εμποτιστεί με ειδικές ουσίες που βοηθούν το σκοπό αυτό.
- γ) Με την έλξη των σωματιδίων από τις ίνες του φίλτρου:** Κατά τη διαδικασία αυτή, τα στερεά σωματίδια, όταν περάσουν πάρα πολύ κοντά από τις ίνες τους φίλτρου, έλκονται από αυτές, λόγω των στοιχειωδών ηλεκτροστατικών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους, με τελικό αποτέλεσμα τη συγκράτησή τους.
- δ) Με την ηλεκτροστατική δράση ενός ισχυρού ηλεκτρικού πεδίου:** (Σχήμα 2.42) Στην περίπτωση αυτή, είναι αναγκαία η παρουσία ηλεκτρικού φίλτρου, αφού τα σωματίδια των στερεών ρύπων, όταν εισέλθουν μαζί με το ρεύμα του αέρα σε ένα ισχυρό ηλεκτρικό πεδίο, ιονίζονται θετικά και, στη συνέχεια, εισερχόμενα μέσα σε ένα ασθενέστερο ηλεκτρικό πεδίο έλκονται από τα αρνητικά ηλεκτρόδια (πλάκες) του ηλεκτρικού φίλτρου, οπότε συγκρατούνται από αυτά και, τελικά, με διάφορες διαδικασίες απομακρύνονται.

■ Ταξινόμηση

Ανάλογα με την απορρυπαντική τους δράση, και σύμφωνα με το πρότυπο **EN 779 1993**, τα φίλτρα αέρα ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:

α) Χονδροειδή φίλτρα χαρακτηριζόμενα με το γράμμα (G)

Τα φίλτρα αυτής της κατηγορίας, ανάλογα με την ικανότητα κατακράτησης σκόνης, διακρίνονται σε τέσσερις ομάδες, με βάση τη μέση τιμή κατακράτησης ($A_m\%$):

- Ομάδα: G1 ($A_m < 65$)
- Ομάδα: G2 ($65 \leq A_m < 80$)
- Ομάδα: G3 ($80 \leq A_m < 90$)
- Ομάδα: G4 ($90 \leq A_m$)

β) Λεπτά φίλτρα χαρακτηριζόμενα με το γράμμα (F)

Τα φίλτρα αυτής της κατηγορίας, με βάση τον μέσο όρο απόδοσής τους ($E_m\%$), διακρίνονται σε πέντε ομάδες :

- Ομάδα: F5 ($40 \leq E_m < 60$)
- Ομάδα: F6 ($65 \leq E_m < 80$)
- Ομάδα: F7 ($80 \leq E_m < 90$)
- Ομάδα: F8 ($90 \leq E_m < 95$)
- Ομάδα: F9 ($95 \leq E_m$)

Τα φίλτρα πολύ υψηλής απόδοσης, σύμφωνα με το πρότυπο **EN 1822 1998**, κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

α) Απόλυτα φίλτρα HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) χαρακτηριζόμενα με το γράμμα (H).

Σε αυτή την κατηγορία φίλτρων, με βάση την μέση απόδοση $\bar{E} \% @ \text{MPPS (most penetration particle size 0,16)}$, διακρίνουμε τις παρακάτω ομάδες:

- Ομάδα: H10 ($85 \leq \bar{E}$)
- Ομάδα: H11 ($95 \leq \bar{E}$)
- Ομάδα: H12 ($99,5 \leq \bar{E}$)
- Ομάδα: H13 ($99,95 \leq \bar{E}$)
- Ομάδα: H14 ($99,995 \leq \bar{E}$)

β) Φίλτρα ULPA (Ultra Low Penetration Air Filter) χαρακτηριζόμενα με το γράμμα (U).

Και σ' αυτήν την κατηγορία φίλτρων, επίσης με βάση την $\bar{E} \%$, ανήκουν οι παρακάτω ομάδες:

- Ομάδα: U15 ($99,9995 \leq \bar{E}$)
- Ομάδα: U16 ($99,99995 \leq \bar{E}$)
- Ομάδα: U17 ($99,999995 \leq \bar{E}$)

Ανάλογα, τέλος με την κατασκευή τους, τα φίλτρα μπορούμε να τα διακρίνουμε στα εξής είδη:

α) Φίλτρα πλαισίου (Εικόνα 2.7)

Σε αυτά, το υλικό του φιλτραρίσματος, σε μορφή επίπεδη ή κυματοειδή ή «ζικ-ζακ», τοποθετείται μέσα σε ένα πλαίσιο από μέταλλο, σκληρό χαρτόνι, ή από άλλο ανθεκτικό υλικό. Αυτά τα φίλτρα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν μετά από σχετική αναγέννηση (καθαρισμός) ή είναι μιας χρήσης και χρησιμοποιούνται σαν στοιχεία κύριου φιλτραρίσματος ή σαν προφίλτρα, που τοποθετούνται πριν από φίλτρα μεγαλύτερης απόδοσης.



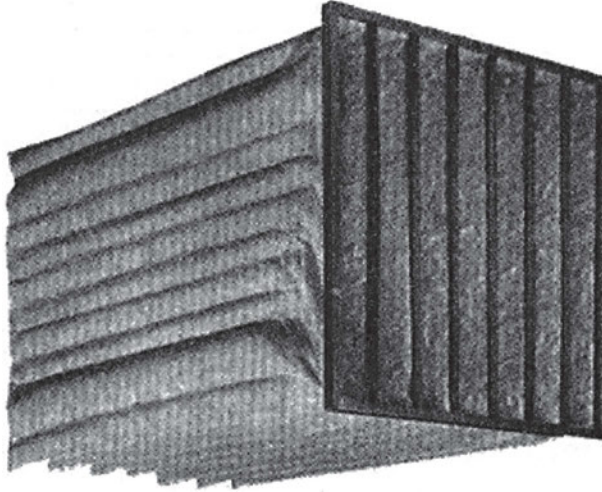
Εικόνα 2.7: Φίλτρα πλαισίου.

β) Σακόφιλτρα ή φίλτρα με θύλακες (Εικόνα 2.8)

Σε αυτά τα φίλτρα, κάθε σάκος φέρει μετωπικά ένα πλαίσιο στήριξης μεταλλικό ή κατασκευασμένο από άλλη ανθεκτική ύλη. Αυτά τα πλαίσια, αφ' ενός μεν συναρμολογούνται μεταξύ τους μηχανικά και έτσι σχηματίζεται η σειρά των σάκων που αποτελούν το φίλτρο, αφετέρου δε στερεώνονται μέσα σε ένα ενισχυμένο και άκαμπτο περιμετρικό πλαίσιο κεφαλής.

Ανήκουν στην κατηγορία των λεπτών φίλτρων (F), ενώ όταν «κορεσθούν», δεν μπορούν να αναγεννηθούν, οπότε επιβάλλεται η αντικατάστασή τους. Η ικανότητα συγκράτησης της σκόνης, όταν οι άλλες παράμετροι παραμένουν οι ίδιες, όσο μεγαλύτερο είναι και το μήκος των σάκων.

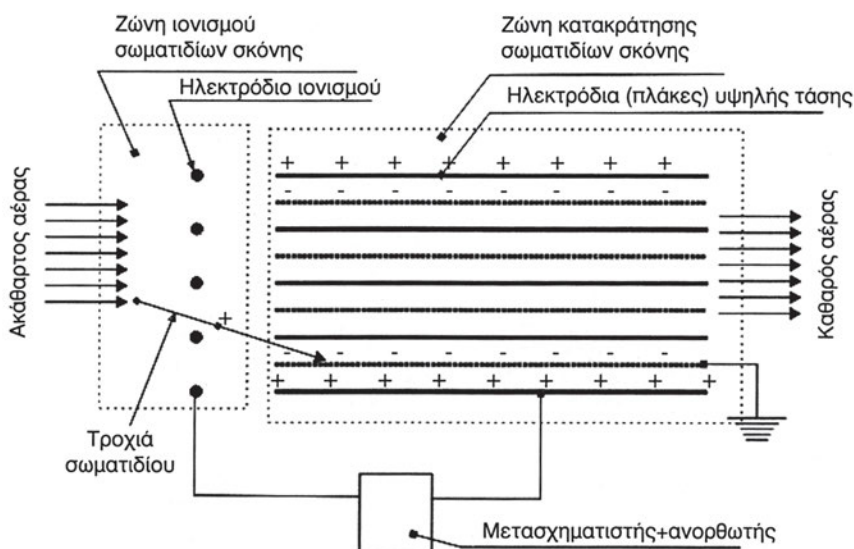
Οι αρχικές πτώσεις πίεσης (στην περίπτωση, δηλαδή, καθαρού φίλτρου) είναι της τάξης των 20-25 Pa ($v=1\text{m/s}$) και 60-65 Pa ($v=2,5\text{ m/s}$) για φίλτρα χαμηλότερης απόδοσης. Για τα φίλτρα υψηλότερης απόδοσης (π.χ. για φίλτρα κατηγορίας F8), η αρχική πτώση πίεσης για $v=1\text{m/s}$, είναι στα ίδια επίπεδα των προηγούμενων, ενώ όταν η ταχύτητά τους αυξηθεί, π.χ. σε $v=2,5\text{m/s}$ ή $v=3\text{ m/s}$, η αντίστοιχη πτώση πίεσης μπορεί να είναι της τάξης των 135 και 160 Pa, αντίστοιχα.



Εικόνα 2.8: Σακόφιλτρο.

γ) Ηλεκτροστατικά φίλτρα. (Σχήμα 2.42)

Αυτά τα φίλτρα έχουν στην περιοχή εισόδου του αέρα μια «ζώνη» ιονισμού, όπου υπάρχουν τα αντίστοιχα ηλεκτρόδια που επιτελούν τη διαδικασία του ιονισμού, ενώ σε κάποια απόσταση από αυτή, συναντάμε την άλλη «ζώνη» κατακράτησης της σκόνης, όπου εδώ υπάρχουν τα αρνητικά ηλεκτρόδια σε μορφή πλάκας, με τα οποία γίνεται και η κατακράτηση της σκόνης. Η ικανότητα φιλτραρίσματος αυτών των φίλτρων είναι πάρα πολύ υψηλή, δεδομένου ότι μπορούν να κατακρατήσουν υπερμικροσκοπικά σωματίδια, διαστάσεων της τάξης ακόμη και του $0,01\text{ }\mu\text{m}$.



Σχήμα 2.42: Σχηματική παράσταση αρχής λειτουργίας ηλεκτρικού φίλτρου.

δ) Απόλυτα φίλτρα (Εικόνα 2.9)

Τα απόλυτα φίλτρα, όπως προαναφέρθηκε, έχουν υψηλότερες αποδόσεις. Μπορούν, δηλαδή, να συγκρατήσουν σωματίδια διαστάσεων μικρότερων από $1\ \mu\text{m}$, ενώ οι ίνες τους είναι, επίσης, πάρα πολύ μικρών διαστάσεων (κάτω από $1\ \mu\text{m}$). Η ταχύτητα του αέρα κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα (της τάξης των ολίγων εκατοστών ανά δευτερόλεπτο) ακριβώς για να διασφαλιστεί η ομαλή ροή του αέρα μέσα από το υλικό αυτών των φίλτρων, το οποίο τοποθετείται, διαμορφωμένο σε πυκνές πτυχώσεις, μέσα σε πλαίσια, ώστε να εξασφαλιστεί η μεγαλύτερη δυνατή επιφάνεια φιλτραρίσματος του αέρα.



Εικόνα 2.9: Απόλυτο φίλτρο HEPA.

ε) Φίλτρα ενεργού άνθρακα

Για την αφαίρεση των οσμών από τον αέρα, χρησιμοποιούνται **φίλτρα ενεργού άνθρακα**, επειδή ο ενεργός άνθρακας εξουδετερώνει πολλές οσμές, απαλλάσσοντας, έτσι, τον αέρα από αυτές.

Ο ενεργός άνθρακας που χρησιμοποιείται σ' αυτά τα φίλτρα είναι σε μορφή μικρών κόκκων, ενώ πριν απ' αυτά (τα φίλτρα) πρέπει να τοποθετούνται και προφίλτρα, για να μην προκαλείται το πρώιμο φράξιμό τους. Επομένως, η χρήση των φίλτρων ενεργού άνθρακα στον αγωγό του αέρα ανακυκλοφορίας επιφέρει τη μείωση του απαιτούμενου εξωτερικού αέρα ανανέωσης, του οποίου η απαιτούμενη παροχή είναι πολύ σημαντική, στις περιπτώσεις κλιματισμού χώρων όπου η παρουσία των οσμών είναι έντονη.

■ Εφαρμογές των φίλτρων

Ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα, στον πολύ σημαντικό τομέα της καθαρότητας του αέρα, και λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος και το είδος των ρύπων, χρησιμοποιούμε φίλτρο της κατάλληλης κατηγορίας ή και συνδυασμούς ακόμη φίλτρων. Πάντως, στις κλιματιστικές μονάδες οικιακού τύπου και για μικρούς επαγγελματικούς χώρους, κατά κύριο λόγο, χρησιμοποιούνται φίλτρα πλαισίου, το υλικό των οποίων αφενός αποτελείται από ένα λεπτό στρώμα συνθετικών ινών (στεγνών ή εμποτισμένων με μη τοξικό κολλώδες υλικό) και αφετέρου έχει διευθετηθεί μέσα σε ένα χάρτινο, μεταλλικό, ή άλλου ανθεκτι-

κού υλικού, πλαίσιο. Σε αυτά τα φίλτρα, η αφαίρεση της σκόνης από τον αέρα γίνεται με το μηχανικό αποκλεισμό, ενώ όταν είναι εμποτισμένα, με την προσκόλληση των σωματιδίων στην κολλώδη ουσία που διαθέτουν. Τα φίλτρα τύπου πλαισίου χρησιμοποιούνται και σαν προφίλτρα, στις περιπτώσεις που το φιλτράρισμα του αέρα γίνεται σε περισσότερες βαθμίδες (στάδια).

Τα «απόλυτα φίλτρα» χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές, όπου ο αέρας πρέπει να είναι απόλυτα καθαρός, όπως π.χ. στα χειρουργεία, στη φαρμακευτική, στη μικροηλεκτρονική, σε ειδικές διαδικασίες παρασκευής τροφίμων κ.λπ. Αυτά τα φίλτρα έχουν τη δυνατότητα να συγκρατήσουν ρύπους μεγέθους μικρότερου από 1 μm , όπως τα φίλτρα HEPA και ULPA που συγκρατούν ρύπους, μεγέθους μόλις 0,3 μm και 0,16 μm , αντίστοιχα. Στα «απόλυτα» αυτά φίλτρα, για ευνόητους λόγους και προκειμένου να εκτελέσουν άριστα την αποστολή τους, θα πρέπει όλη η ποσότητα του αέρα να περάσει μέσα από το πορώδες στοιχείο τους, δηλαδή πρέπει να αποκλειστεί, τελείως, οποιαδήποτε διαφυγή αέρα μέσω παρακαμπτήριας διαδρομής (by-pass).

■ Πτώση πίεσης

Στο στάδιο μελέτης, καθώς και κατά τη διάρκεια συντήρησης των εγκαταστάσεων κλιματισμού, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη τόσο η αρχική πτώση πίεσης της ροής του αέρα την οποία προκαλούν, κατ' ανάγκη, όλα τα καινούργια (καθαρά) φίλτρα, κατά τη διέλευση του αέρα απ' αυτά, όσο και η αντίστοιχη τελική, στην περίπτωση ακάθαρτων φίλτρων, όπου χρειάζεται η αντικατάστασή τους. Αυτή, λοιπόν, η πτώση πίεσης της ροής του αέρα είναι συνάρτηση της ταχύτητας του (v).

Πριν από ένα απόλυτο φίλτρο, πρέπει να τοποθετείται, οπωσδήποτε, ένα προφίλτρο μικρότερης κατηγορίας, γιατί αυτό διαχωρίζει (αφαιρεί) από τον αέρα τα μεγαλύτερων διαστάσεων σωματίδια, με αποτέλεσμα να αυξάνει την ενεργή ζωή του απόλυτου φίλτρου.

Τα απόλυτα φίλτρα δημιουργούν υψηλότερες πτώσεις πίεσης του αέρα σε σχέση με τα υπόλοιπα φίλτρα, αφού εμφανίζουν π.χ. αρχική αντίσταση της τάξης των 250-300 Pa, για ταχύτητες αέρα της τάξης του 1,5 m/s. Φυσικά, για μικρότερες ταχύτητες η πτώση πίεσης που δημιουργούν είναι μικρότερη (π.χ. για ταχύτητα $v = 0,5$ m/s, η αρχική πτώση πίεσης (Δp) είναι της τάξης των 100 ή 150 Pa).

Φυσικά, αυτή η πτώση πίεσης της ροής του αέρα, η οποία – ας σημειωθεί – ελέγχεται με ένα σύστημα διαφορικού μανομέτρου, αυξάνει με την αύξηση του χρόνου λειτουργίας του φίλτρου και θα πρέπει, οπωσδήποτε, όταν αυτή φτάσει στο ανώτατο αποδεκτό όριο, που προδιαγράφει ο κατασκευαστής του, το φίλτρο να αντικατασταθεί.

2.3.7. Ανεμιστήρες

Η διατήρηση της θερμοκρασίας ενός χώρου στα επιθυμητά επίπεδα απαιτεί τη **συνεχή** μεταφορά θερμότητας από ή προς το χώρο αυτόν. Ο φορέας μεταφοράς θερμότητας στα κλιματιστικά συστήματα αέρα είναι ο ίδιος ο αέρας. Έτσι, για την επίτευξη αυτού του στόχου, πρέπει ο αέρας του χώρου να βρίσκεται **συνεχώς** σε κυκλοφορία, αποστολή την οποία αναλαμβάνει ο **ανεμιστήρας**.

Ο **ανεμιστήρας** είναι ένα μηχάνημα, που με την περιστροφική κίνηση ενός στοιχείου του – του έλικα (ή φτερωτής) – δίνει στον αέρα ενέργεια, σε μορφή πίεσης ή ταχύτητας και τον αναγκάζει να κινηθεί με συνεχή και κανονική ροή. Ο αέρας, κατά τη ροή του μέσα στους αεραγωγούς και κατά το πέρασμά του μέσα από θερμαντικά ή ψυκτικά στοιχεία, μέσα από τα φίλτρα, από τα στόμια προσαγωγής και επιστροφής αέρα κ.λπ., δαπανά ένα μεγάλο μέρος της ενέργειάς του για να υπερνικήσει τόσο τις **αντιστάσεις τριβής**, όσο και τις τοπικές ή **δυναμικές αντιστάσεις**. Συνεπώς, για να διασφαλιστεί η κυκλοφορία της επιθυμητής παροχής (**V**) αέρα σε [**m³/h**] αφενός, και η διάχυσή του μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο να είναι η επιθυμητή αφετέρου, θα πρέπει ο αέρας να έχει επαρκή ενέργεια, ώστε να υπερνικηθούν οι παραπάνω αντιστάσεις.

Σ' αυτό το σημείο, θεωρείται σκόπιμη μια σύντομη αναφορά-επεξήγηση ορισμένων στοιχείων τα οποία θα συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας, καθώς και στην επιλογή του κατάλληλου τύπου ανεμιστήρα.

Πιο συγκεκριμένα:

- **Παροχή αέρα του ανεμιστήρα V [m³/h]:** Είναι ο όγκος του αέρα, ο οποίος περνά μέσα από τον ανεμιστήρα στη μονάδα του χρόνου.
- **Πίεση P [Pa]:** Είναι το αίτιο («δύναμη») που προκαλεί την κίνηση του αέρα.
- **Δυναμική πίεση P_Δ [Pa]:** Είναι η ενέργεια που έχει η μονάδα μάζας του αέρα, και η οποία εξαρτάται από την ταχύτητα του· είναι δε ανάλογη του τετραγώνου αυτής.
- **Στατική πίεση P_Σ [Pa]:** Είναι η πίεση την οποία εξασκεί η μάζα του αέρα στα τοιχώματα ενός αεραγωγού, μέσα στον οποίο ρέει.
- **Ολική πίεση ΔP_{ολ} [Pa] του ανεμιστήρα:** Είναι το άθροισμα της δυναμικής και της στατικής πίεσης, που μπορεί να δημιουργήσει ο ανεμιστήρας.

■ Τεχνικά χαρακτηριστικά των ανεμιστήρων

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ανεμιστήρων, με βάση τα οποία γίνεται και η επιλογή τους μέσα από τους καταλόγους των κατασκευαστών, είναι:

- α) **Η παροχή του αέρα V σε $[m^3/h]$** , που προκύπτει από τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου.
- β) **Η εξωτερική στατική πίεση $[Pa]$** , που καθορίζεται από τους υπολογισμούς της ολικής πτώσης πίεσης στο δυσμενέστερο κλάδο του δικτύου αεραγωγών.
- γ) **Η ταχύτητα περιστροφής n σε $[στρ./λεπτό]$** του ανεμιστήρα.
- δ) **Η ισχύς του κινητήρα του.**

Οι ανεμιστήρες οι οποίοι χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

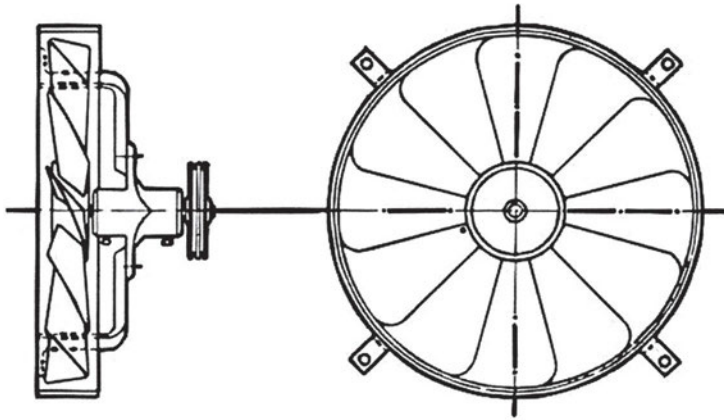
- 1) **Στους αξονικούς ή ελικοειδείς.**
- 2) **Στους φυγοκεντρικούς ή ακτινικούς ανεμιστήρες**

Πιο αναλυτικά:

1. Αξονικοί ανεμιστήρες (Σχήμα 2.43)

Οι αξονικοί ανεμιστήρες αποτελούνται από:

- **Το κέλυφος** μέσα στο οποίο περιστρέφεται ο έλικας (φτερωτή).
- **Τα έδρανα** στήριξης και περιστροφής του άξονα του ανεμιστήρα.
- **Τον άξονα**, στο ένα άκρο του οποίου στερεώνεται ο έλικας, ενώ στο άλλο τοποθετείται ο σύνδεσμος ή η τροχαλία, αν απαιτείται. Ας σημειωθεί ότι ο άξονας του ανεμιστήρα μπορεί να είναι ο ίδιος με τον άξονα του ηλεκτροκινητήρα.
- **Τον έλικα** με την πλήμνη (κέντρο) του, από την οποία διαμορφώνονται (ξεκινούν) περισσότερα του ενός πτερύγια, σαν ένα είδος ακτίνων.



Σχήμα 2.43: Αξονικός ανεμιστήρας.

Στους αξονικούς ανεμιστήρες, ο έλικας με την περιστροφή του, αριστερόστροφη ή δεξιόστροφη, «αποκόπτει», συνεχώς, με τα πτερύγιά του μάζες αέρα, τις οποίες ωθεί σε κίνηση κατά τη διεύθυνση του άξονά του, είτε προς τα εμπρός, είτε προς τα οπίσω, ανάλογα με το εάν το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι η αναρρόφηση ή η κατάθλιψη (απώθηση-εκροή) του αέρα.

Η ταχύτητα ροής του αέρα έχει τη διεύθυνση του άξονα περιστροφής του έλικα. Οι αξονικοί ανεμιστήρες χρησιμοποιούνται για μεγάλες παροχές και με μικρές πιέσεις, ενώ η λειτουργία τους είναι σχετικά θορυβώδης. Στον κλιματισμό των κτιρίων οι ανεμιστήρες αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για την ψύξη των συμπυκνωτών των κλιματιστικών μονάδων διαιρούμενου ή ημικεντρικού τύπου όπου απαιτούνται μεγάλες, σχετικά, παροχές αέρα μέσα από χαμηλό αριθμών στροφών για να περιοριστεί ο παραγόμενος θόρυβος.

Ο αξονικός ανεμιστήρας κοστίζει ολιγότερο από τους φυγοκεντρικούς, είναι όμως πιο θορυβώδης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί, κυρίως, όταν η στάθμη του θορύβου που προκαλεί δεν δημιουργεί προβλήματα. Βέβαια, η αυξημένη πίεση, όταν αυτή ζητείται, επιτυγχάνεται με την αύξηση των στροφών, γεγονός όμως, που έχει σαν αποτέλεσμα και την αύξηση της στάθμης του παραγόμενου θορύβου.

2. Φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες (Εικόνα 2.10)

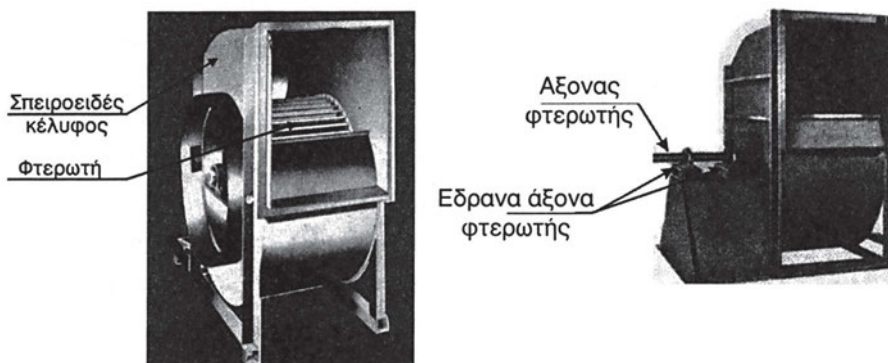
Οι ανεμιστήρες αυτού του τύπου διακρίνονται, ανάλογα με την κλίση των πτερυγίων τους, σε φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες με:

- πτερύγια με καμπυλότητα προς τα εμπρός
- πτερύγια με ευθεία απόκλιση
- πτερύγια με καμπυλότητα προς τα οπίσω

Εδώ, ας σημειωθεί ότι το είδος και η κατεύθυνση της καμπυλότητας των πτερυγίων έχουν άμεση σχέση με τη φορά περιστροφής τους.

Τα βασικά μέρη ενός φυγοκεντρικού ανεμιστήρα είναι τα ακόλουθα:

- **Το κέλυφος («σαλίγκαρος»):** Συνήθως, είναι κατασκευασμένο από λαμαρίνα και σε εγκάρσια τομή, η μορφή του είναι σπειροειδής (ελικοειδής).
- **Τα έδρανα** στήριξης του άξονα περιστροφής της φτερωτής.
- **Ο άξονας** της φτερωτής
- **Η φτερωτή:** Φέρει κατάλληλης μορφής πτερύγια, σε ακτινική διάταξη
- **Το ακροφύσιο εισαγωγής αέρα:** Οδηγεί ομαλά τον αέρα στη φτερωτή. Αν ο ανεμιστήρας είναι διπλής αναρρόφησης, τότε έχει δύο ακροφύσια εισαγωγής.



Εικόνα 2.10: Φυγοκεντρικού τύπου ανεμιστήρες.

■ Λειτουργία

Ο αέρας ο οποίος βρίσκεται ανάμεσα στα πτερύγια, με την περιστροφή της φτερωτής μπαίνει σε περιστροφική κίνηση, οπότε η φυγόκεντρος δύναμη, η οποία αναπτύσσεται στις περιστρεφόμενες μάζες του αέρα – που είναι ήδη εγκλωβισμένες ανάμεσα στα διαδοχικά πτερύγια του ανεμιστήρα – ωθεί τις μάζες αυτές προς την περιφέρεια της φτερωτής, απ’ όπου συλλέγονται από το κέλυφος,

το οποίο, τελικά, τις οδηγεί προς το στόμιο εξόδου.

Ταυτόχρονα, από το στόμιο αναρρόφησης, το οποίο βρίσκεται στο κέντρο της πλευράς του κελύφους – απέναντι από τον ηλεκτροκινητήρα – εισέρχεται νέος αέρας ο οποίος αναρροφάται από τη φτερωτή, λόγω της υποπίεσης που δημιουργείται από την περιστροφή της σ' αυτήν την περιοχή. Με τη συνεχή, λοιπόν, και κανονική περιστροφή της φτερωτής, διασφαλίζεται, έτσι, η συνεχής και κανονική ροή του αέρα μέσα από την φτερωτή και, επομένως, και η κυκλοφορία του αέρα.

Για τον ίδιο αριθμό στροφών και για την ίδια διάμετρο φτερωτής (δηλαδή για την ίδια περιφερειακή ταχύτητα) η πίεση που παρέχουν οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες με πτερύγια προς τα εμπρός, είναι μεγαλύτερη από εκείνη των αντίστοιχων με ευθεία πτερύγια, και η οποία, με τη σειρά της, είναι μεγαλύτερη από εκείνη των φυγοκεντρικών ανεμιστήρων με πτερύγια προς τα οπίσω. Σ' αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι για την ίδια ταχύτητα περιστροφής και για την ίδια διάμετρο, οι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες παρέχουν μικρότερη πίεση από τους αξονικούς.

Η ισχύς (I), η οποία απορροφάται από τον ηλεκτροκίνητο ανεμιστήρα, δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{V \cdot P_{ολ}}{\eta \cdot 3600} \text{ (W)} \quad \text{όπου} \quad 1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

όπου:

V = παροχή σε m³/s

P_{ολ} = ολική πίεση σε Pa

η = ολικός βαθμός απόδοσης του ανεμιστήρα

■ Χρήση

Για τον κλιματισμό των κτιρίων, συνήθως, χρησιμοποιείται ο φυγοκεντρικός ανεμιστήρας, γιατί οι επιθυμητές πιέσεις επιτυγχάνονται με χαμηλές ταχύτητες περιστροφής, γεγονός το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα να εκπέμπεται θόρυβος χαμηλής στάθμης, αφού μείωση του αριθμού των στροφών σημαίνει και μείωση της στάθμης του εκπεμπόμενου θορύβου. Στις κλιματιστικές μονάδες οικιακού τύπου, η εσωτερική μονάδα φέρει φυγοκεντρικό ανεμιστήρα με πτερύγια προς τα εμπρός, ενώ η εξωτερική μονάδα συμπίκνωσης είναι εφοδιασμένη με ελικοειδή ανεμιστήρα.

■ Εγκατάσταση – Έλεγχος

Κατά την εγκατάσταση, των φυγοκεντρικών ανεμιστήρων, καθώς και μετά από επεμβάσεις συντήρησης τους, πρέπει να έχουμε υπόψη τα εξής:

1. Η στερέωσή τους καλό θα είναι να γίνεται επάνω σε αντικραδασμικές βάσεις, για την αποφυγή μετάδοσης των κραδασμών που πιθανόν να δημιουργούνται (π.χ. λόγω επικαθίσεων σκόνης επάνω στα πτερύγια), στο κτίριο.
2. Η σύνδεση των στομιών αναρρόφησης και κατάθλιψης με τους αεραγωγούς πρέπει να γίνεται με την παρεμβολή εύκαμπτων στοιχείων, ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση των κραδασμών στους αεραγωγούς.
3. Δεν πρέπει να υπάρχουν καμπύλες στους αεραγωγούς αμέσως μετά από το στόμιο εξόδου του αέρα από τον ανεμιστήρα.
4. Όταν η μετάδοση της κίνησης γίνεται με τροχαλίες, πρέπει να ελέγχεται η ευθυγράμμισή τους, γιατί η κακή ευθυγράμμιση προκαλεί τη γρήγορη φθορά του ιμάντα.
5. Η διατομή του παραπάνω ιμάντα πρέπει να είναι ίδια με εκείνη της τροχαλίας, γιατί διατομή ιμάντα, μικρότερη από εκείνη της τροχαλίας, σημαίνει μη κανονική μετάδοση της κίνησης, ενώ διατομή ιμάντα, μεγαλύτερη από εκείνη της τροχαλίας, σημαίνει μειωμένη πλευρική επιφάνεια επαφής μεταξύ ιμάντα και τροχαλίας, γεγονός το οποίο προκαλεί είτε την ολίσθηση του ιμάντα με αρνητικές επιπτώσεις στη σχέση μετάδοσης, είτε ακόμη και τον εκτροχιασμό του (έξοδο) από τις τροχαλίες.
6. Η τάνυση (τέντωμα) του ιμάντα πρέπει να είναι κανονική, γιατί αν είναι υπερβολική, τότε είναι επιζήμια για τη διάρκεια ζωής των ρουλεμάν, ενώ αν είναι μικρότερη από την κανονική, τότε έχει αρνητική επίπτωση στη σχέση μετάδοσης, λόγω της ολίσθησης του ιμάντα που θα προκύψει στην τελευταία αυτή περίπτωση.
7. Η φτερωτή πρέπει να είναι στο κέντρο του κελύφους και να περιστρέφεται ελεύθερα, χωρίς να ακουμπά, κατά την περιστροφή της, σ' αυτό.
8. Πρέπει να υπάρχει πρόσβαση και ελεύθερος χώρος γύρω από τον ανεμιστήρα, για τη συντήρησή του (επισκευή κινητήρα, αντικατάσταση ιμάντων, κ.λπ.).
9. Πρέπει να υπάρχει, πάντοτε, το κατάλληλο προστατευτικό κάλυμμα του ιμάντα, για την αποφυγή της ακούσιας επαφής με αυτόν, όταν περιστρέφεται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του ανεμιστήρα.

2.3.8 Τρόποι ύγρανσης και αφύγρανσης σε κλιματιστικές μονάδες

- **Ύγρανση του αέρα:** Με τον όρο «ύγρανση του αέρα» εννοούμε τη διαδικασία εκείνη, κατά την οποία, με την προσθήκη νερού στον αέρα (σε υγρή κατάσταση ή σε κατάσταση ατμού) αυξάνουμε την ειδική υγρασία του.
- **Ειδική υγρασία του αέρα (x):** Είναι το βάρος των υδρατμών ανά μονάδα μάζας του ξηρού αέρα και μετράται σε kg/kg ξηρού αέρα.
- **Αφύγρανση του αέρα:** Με τον όρο «αφύγρανση του αέρα» εννοούμε εκείνη τη διαδικασία, κατά την οποία, με αφαίρεση υγρασίας από τον αέρα, μειώνουμε την ειδική υγρασία του.

Πιο αναλυτικά:

Α. Ύγρανση του αέρα

Η πρώτη επεξεργασία που υφίσταται ο αέρας, μετά από το φιλτράρισμα, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι εκείνη της ύγρανσής του, η οποία επιτυγχάνεται με τους υγραντήρες (συσκευές ύγρανσης).

Έτσι, η ύγρανση του αέρα στον κλιματισμό μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

α) Με απευθείας προσθήκη υδρατμού. Ο ατμός μπορεί να παράγεται είτε τοπικά, με τη χρήση λεκάνης με νερό και στοιχείου ατμοποίησης και να απορροφάται από το ρεύμα του αέρα, είτε κεντρικά, με απευθείας εισαγωγή του ίδιου του ατμού στο ρεύμα αέρα. Εάν, πάντως, το νερό που χρησιμοποιείται δεν είναι πλήρως αφαλατωμένο, τότε πιθανόν να υπάρξουν προβλήματα στη σωστή ύγρανση του αέρα.

β) Με διασκορπισμό νερού, μέσω ακροφυσίων (μπεκ). Το νερό ψεκάζεται στο ρεύμα του αέρα σε μορφή πολύ μικρών σταγονιδίων και τα οποία, απορροφώντας αισθητή θερμότητα από αυτόν, ατμοποιούνται. Η επίτευξη μεγαλύτερου ή μικρότερου διασκορπισμού νερού εξαρτάται από την πίεση και το είδος του ακροφυσίου.

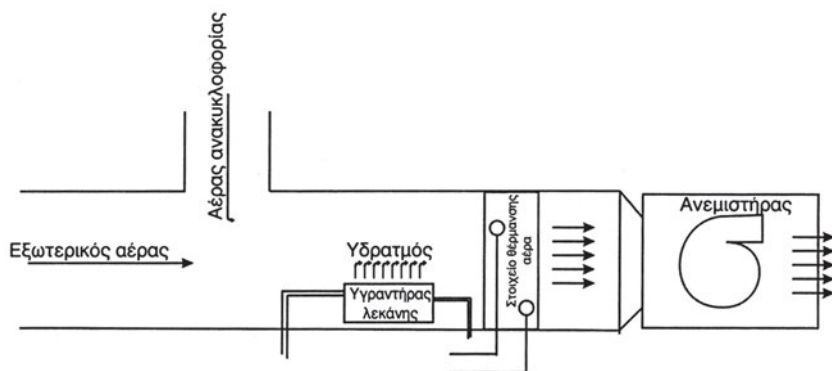
Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό, για τον έλεγχο της υγρασίας, είναι κατά σειρά τα εξής:

α) Υγραντήρες με λεκάνη και στοιχείο ατμοποίησης (Σχήμα 2.44)

Οι συσκευές αυτές αποτελούνται από μια λεκάνη νερού με τον πλωτήρα της, για να διασφαλίζεται πάντα η σωστή στάθμη νερού σ' αυτή και από ένα στοιχείο ατμοποίησης του νερού, π.χ. σερπαντίνα ατμού.

Οι υγραντήρες αυτοί χρησιμοποιούνται, κυρίως, για μικρές απαιτήσεις ύγρανσης του αέρα και παρουσιάζουν μια αδράνεια, αναφορικά με την αντιμετώπιση του φορτίου. Ο αέρας, λοιπόν, που περνά πάνω από τη λεκάνη – η οποία τοποθετείται πριν από το στοιχείο θέρμανσής του – απορροφά στη μάζα του υδρατμούς.

Με αυτό το σύστημα έχουμε μεν αύξηση της θερμοκρασίας του υγρού θερμομέτρου του αέρα, ταυτόχρονα, όμως, παρατηρείται και μια αύξηση, σε μικρότερο βαθμό, της θερμοκρασίας του ξηρού θερμομέτρου του αέρα.

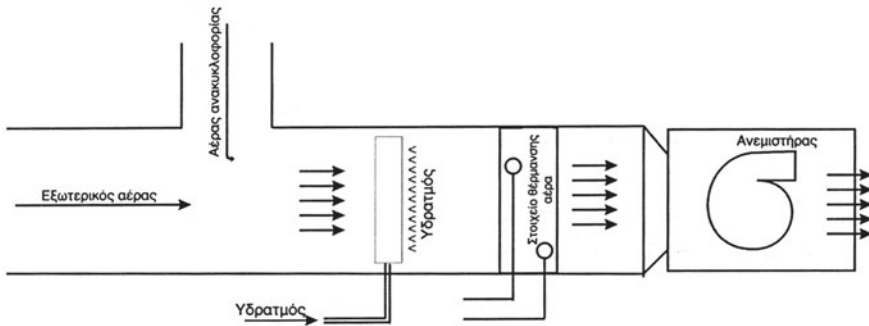


Σχήμα 2.44: Σχηματική παράσταση ύγρανσης του με υγραντήρα λεκάνης.

β) Υγραντήρες ατμού (Σχήμα 2.45)

Με αυτές τις διατάξεις, οι οποίες ας – σημειωθεί – τοποθετούνται πριν από το στοιχείο θέρμανσης του αέρα, ο ατμός του δικτύου εισάγεται κατευθείαν στο ρεύμα του αέρα, ενώ η ανταπόκρισή τους στις εντολές για τη ρύθμιση της σχετικής υγρασίας, είναι γρήγορη. Κατά τη διαδικασία της ύγρανσης, με αυτό το σύστημα, μπορεί να θεωρηθεί ότι η θερμοκρασία του ξηρού θερμομέτρου του αέρα διατηρείται σταθερή.

Οι υγραντήρες αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται, όταν υπάρχει διαθέσιμος ατμός χαμηλής πίεσης, και με την προϋπόθεση ότι αυτός (ο ατμός) δε δημιουργεί προβλήματα δυσοσμίας στον κλιματιζόμενο χώρο.



Σχήμα 2.45: Σχηματική παράσταση ύγρανση αέρα με υγραντήρα ατμού.

γ) Υγραντήρες με θάλαμο ψεκασμού (Σχήμα 2.46)

Αυτές οι διατάξεις οι οποίες, κατά κύριο λόγο, χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό των κτιρίων, μπορούν να τροφοδοτούνται με νερό από το υδραγωγείο ή, κυρίως, με νερό ανακύκλωσης. Η μη ατμοποιημένη μάζα του νερού, που ψεκάζεται μέσω των ακροφυσίων ή μέσω ενός σωλήνα, ο οποίος φέρει κατάλληλες οπές, συγκεντρώνεται στη λεκάνη του υγραντήρα, απ' όπου με την κατάλληλη αντλία οδηγείται εκ νέου στο κύκλωμα ψεκασμού (διαδικασία ανακύκλωσης). Η λεκάνη αυτή συνδέεται με το δίκτυο ύδρευσης μέσω ενός πλωτήρα, ο οποίος διασφαλίζει τη σταθερότητα της στάθμης του νερού μέσα σ' αυτή, ενώ ολόκληρη η διάταξη τοποθετείται πριν από το στοιχείο ψύξης του αέρα. Η θερμότητα που απαιτείται για την ατμοποίηση του τμήματος του ψεκαζόμενου νερού – το οποίο και θα αυξήσει την υγρασία του αέρα – παρέχεται από τον επεξεργασμένο αέρα. Έτσι, ο αέρας αποδίδει στο νερό μέρος από την «αισθητή του θερμότητα» και επομένως ψύχεται (φαινόμενο μείωσης της θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου). Ωστόσο, η θερμότητα αυτή παραμένει στον αέρα, αυξάνοντας τη «λανθάνουσα», οπότε και η ολική του (του αέρα) θερμότητα (αισθητή + λανθάνουσα) παραμένει σταθερή. Κατά τη διαδικασία της ύγρανσης, επομένως, παρατηρείται μια μείωση της «αισθητής» και μια αντίστοιχη αύξηση της «λανθάνουσας» θερμότητας του αέρα.

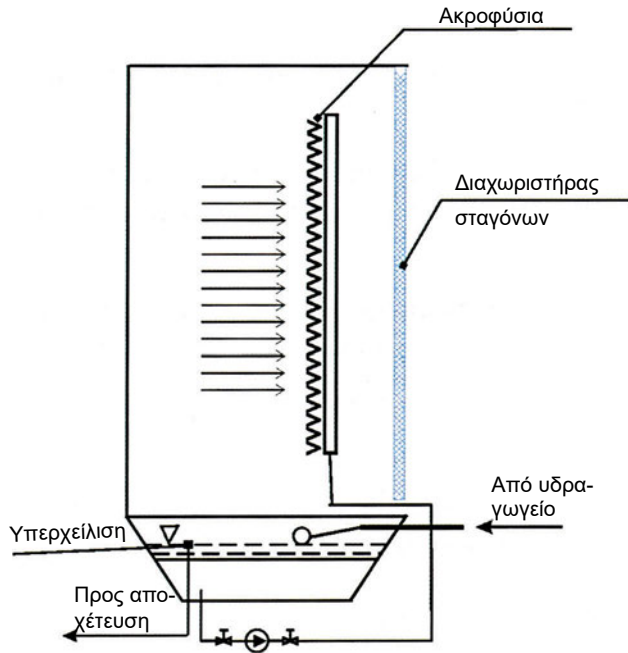
Η ολική ενθαλπία του αέρα, κατά τη διάρκεια της ύγρανσης, δεν μεταβάλλεται, και αυτό γιατί όταν η εγκατάσταση βρίσκεται σε κανονική πορεία, η θερμοκρασία του νερού είναι η ίδια με εκείνη του αέρα στην είσοδο του υγραντήρα, και επομένως πρόκειται για μια «ισοενθαλπική μεταβολή» ($h_{\text{αέρα}} = \text{σταθ}$). Επίσης, η ύγρανση, από θερμοδυναμικής άποψης, μπορεί να θεωρηθεί «αδιαβατική», αφού η επίδραση της θερμοκρασίας του ψεκαζόμενου νερού είναι ανεπαίσθητη και η ανταλ-

λαγή θερμότητας του θαλάμου με το περιβάλλον θεωρείται αμελητέα. Επειδή η ύγρανση είναι μια ισοενθαλπική μεταβολή, παρομοίως και το νερό, σε όλο το δίκτυο της εγκατάστασης, διατηρεί σταθερή την ενθαλπία του, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του να είναι σταθερή και να ταυτίζεται με εκείνη του **κεκορεσμένου αέρα** μέσα στο θάλαμο ψεκασμού.

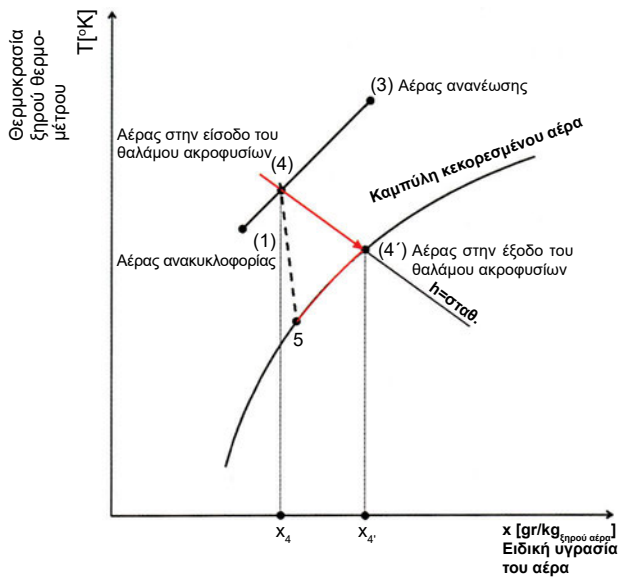
Πίσω από τα ακροφύσια και στην κατεύθυνση ροής του αέρα, τοποθετείται ο διαχωριστήρας σταγονιδίων, σκοπός του οποίου είναι η συγκράτηση των σταγονιδίων που παρασύρονται από το ρεύμα αέρος. Έτσι, όταν αυτά τα σταγονίδια προσκρούσουν στα ελάσματα του διαχωριστήρα, διαχωρίζονται από τον αέρα, ενώ τα πολύ λεπτά, τα οποία δεν είναι δυνατόν να συγκρατηθούν από το διαχωριστήρα, ατμοποιούνται σε πολύ μικρή απόσταση πίσω από αυτόν.

Πρέπει, πάντως, να τονισθεί ότι για την απόλυτη διασφάλιση των κανόνων υγιεινής του κλιματιζόμενου χώρου, η λεκάνη του υγραντήρα, πρέπει όχι μόνο να καθαρίζεται σε τακτικά χρονικά διαστήματα για να αφαιρούνται οι επικαθίσεις («πουρί») που θα έχουν σχηματιστεί αλλά και να απολυμαίνεται, γιατί είναι ένας χώρος ο οποίος προσφέρεται για την καλλιέργεια και την ανάπτυξη αποικιών παθογόνων μικροοργανισμών, που μπορεί να παρασυρθούν και να μεταφερθούν στο χώρο, μαζί με τον αέρα κλιματισμού.

Στο Σχήμα 2.46 δίνεται σχηματική παράσταση ενός θαλάμου ψεκασμού, ενώ στο Σχήμα 2.47 η μεταβολή της κατάστασης του αέρα (ύγρανση) σε διάγραμμα T-x (διάγραμμα Mollier).



Σχήμα 2.46: Θάλαμος ακροφυσίων.



Σχήμα 2.47: Σχηματική παράσταση της ύγρανσης στο διάγραμμα του Mollier.

Β. Αφύγρανση

Η μείωση της ειδικής υγρασίας του αέρα μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο μεθόδους:

- α) Με τη μείωση της θερμοκρασίας του** σε τέτοιο επίπεδο, ώστε αυτή να είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του σημείου δρόσου του αέρα και
- β) Με τη μέθοδο της απορρόφησης** της υγρασίας του αέρα από υγροσκοπτικές ουσίες, οι οποίες την δεσμεύουν όταν έλθει σε επαφή με αυτές.

Πιο αναλυτικά λοιπόν:

Στις κλιματιστικές μονάδες, και στα πλαίσια της πρώτης μεθόδου μείωσης της υγρασίας του αέρα, η μεταβολή της κατάστασης του επιτυγχάνεται, είτε

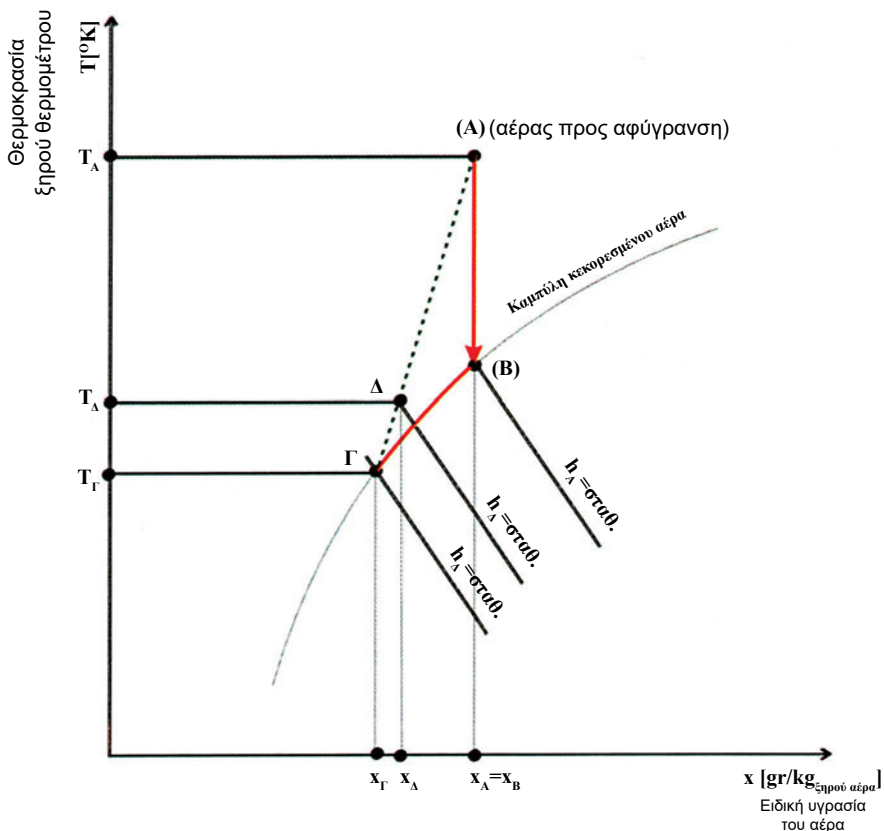
- οδηγώντας τον προς επεξεργασία αέρα σε επαφή με την εξωτερική επιφάνεια ενός πτερυγιοφόρου στοιχείου – στο εσωτερικό του οποίου κυκλοφορεί το ρευστό ψύξης – και η οποία επιφάνεια, ως εκ τούτου, έχει θερμοκρασία μικρότερη από εκείνη που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία δρόσου του αέρα, είτε
- με τον ψεκασμό ψυχρού νερού, η θερμοκρασία του οποίου είναι και αυτή μικρότερη από εκείνη του σημείου δρόσου του αέρα.

Έτσι, στην περίπτωση χρήσης ενός πτερυγιοφόρου στοιχείου ως μέσου αφύγρανσης, ο αέρας αποβάλλει την πλεονάζουσα ποσότητα υγρασίας, υπό μορφή συμπυκνώματος, επάνω στην ψυχρή επιφάνειά του. Το συμπύκνωμα αυτό, κάτω από την επίδραση της βαρύτητας, ρέει επάνω στην επιφάνεια του πτερυγιοφόρου στοιχείου και στη συνέχεια συγκεντρώνεται σε ειδική λεκάνη, που βρίσκεται στο κάτω μέρος του απ' όπου, τελικά, διοχετεύεται προς την αποχέτευση.

Από την άλλη πλευρά, στην περίπτωση, δηλαδή, του ψεκασμού με ψυχρό νερό, οι υδρατμοί του αέρα όταν έλθουν σε επαφή με τα ψυχρά σταγονίδια του νερού, υγροποιούνται και, έτσι, επέρχεται η αφύγρανση του αέρα, η οποία – με τη σειρά της – επιφέρει, ταυτόχρονα, και την ψύξη του αέρα, όπως συνοπτικά περιγράφηκε παραπάνω.

Για να κατανοηθεί, πάντως, το φαινόμενο της αφύγρανσης (Σχήμα 2.48), μπορούμε να θεωρήσουμε απλά ότι ο αέρας που πρόκειται να αφυγρανθεί χωρίζεται σε δύο μέρη, από τα οποία:

- Το ένα έρχεται σε άμεση επαφή με την ψυχρή επιφάνεια και επομένως αφού αρχικά ψυχθεί, (κατακόρυφο ευθύγραμμο τμήμα AB) στο σχήμα 2.50 και μέχρι να αποκτήσει τη θερμοκρασία της ψυχρής επιφάνειας (T_B), του στοιχείου, οδηγείται στην κατάσταση κορεσμού και, στη συνέχεια, χάνει ένα μέρος της ειδικής υγρασίας του (καμπυλόγραμμο τμήμα ΒΓ) οπότε και εγκαταλείπει τον αφυγραντήρα σε κατάσταση κορεσμού (δηλαδή, ο αέρας αυτός θα έχει θερμοκρασία T_B , ειδική υγρασία x_B και ενθαλπία h_B).
- Το άλλο παρακάμπτει την ψυχρή επιφάνεια του στοιχείου και, επομένως, δεν υφίσταται καμία μεταβολή της κατάστασής του (δηλαδή ο αέρας αυτός θα έχει θερμοκρασία T_A , ειδική υγρασία x_A και ενθαλπία h_A).



Σχήμα 2.48: Αφύγρανση του αέρα με ψύξη στο διάγραμμα του Mollier.

Στη συνέχεια, τα δύο αυτά μέρη του αέρα αναμιγνύονται, και η νέα κατάσταση του μίγματος αέρα που προκύπτει χαρακτηρίζεται από μια θερμοκρασία T_D , μια απόλυτη υγρασία x_D και από μια ενθαλπία h_D .

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι:

- Το σημείο A - αντιπροσωπευτικό της επιθυμητής κατάστασης του αέρα του χώρου - στο διάγραμμα του Mollier, εντοπίζεται με βάση π.χ. την επιθυμητή σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία του ξηρού θερμομέτρου του αέρα του χώρου.
- Τα σημεία του ευθυγράμμου τμήματος ΑΓ αντιπροσωπεύουν τις δυνατές καταστάσεις του αέρα, ο οποίος πρέπει να εισαχθεί στο χώρο για να αντιμετωπιστούν ταυτόχρονα τόσο το αισθητό όσο και το «λανθάνον» φορτίο του χώρου.
- Η κλίση του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ είναι αυτή η οποία προκύπτει από το λόγο του αισθητού φορτίου του χώρου προς το ολικό φορτίο του (αισθητό + λανθάνον)

Συμπερασματικά, ο αφυγραντήρας είναι μια μονάδα ψύξης του αέρα, το στοιχείο της οποίας είναι αυτό με το οποίο επιτελείται και η αφύγρανση του αέρα. Έτσι, μετά το πτερυγιοφόρο στοιχείο ψύξης – ακολουθώντας την κατεύθυνση ροής του αέρα προς το χώρο- τοποθετείται το στοιχείο της μεταθέρμανσης του αέρα. Στους φορητούς, μάλιστα, αφυγραντήρες, τη θέση του μεταθερμαντήρα μπορεί να πάρει ο συμπυκνωτής του ψυκτικού συγκροτήματος.

2.4 Ημικεντρικές κλιματιστικές μονάδες

Οι ημικεντρικές μονάδες κλιματισμού περιέχουν μέσα στο κέλυφός τους όλα εκείνα τα στοιχεία (εξαρτήματα) που απαιτούνται, για να ικανοποιηθούν οι στόχοι του κλιματισμού του αέρα και μπορούν να συνδεθούν σε δίκτυο αεραγωγών, στην περίπτωση που το μέσο κλιματισμού του αέρα του χώρου είναι ο αέρας, ή σε δίκτυο σωληνώσεων όταν ο κλιματισμός του χώρου γίνεται με σύστημα νερού ή με αντίστοιχο μικτό (νερού / αέρα).

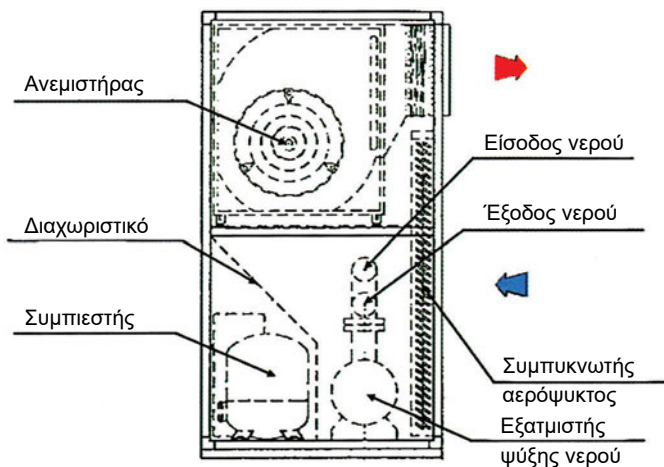
Οι μονάδες αυτές παρέχουν τη δυνατότητα αφενός της ανανέωσης του εσωτερικού αέρα με τη λήψη της αναγκαίας ποσότητας ατμοσφαιρικού (νωπού) αέρα – είτε απευθείας είτε μέσω κατάλληλων αεραγωγών και των αντίστοιχων ελεγχόμενων διαφραγμάτων αέρα – και αφετέρου της ύγρανσής του, μέσω υγραντήρων ψεκασμού ή υγραντήρων ατμού.

Έτσι, ανάλογα με τον τύπο του εξατμιστή του ψυκτικού κυκλώματος της μονάδας, αν είναι δηλαδή υδρόψυκτος ή αερόψυκτος, οι ημικεντρικές κλιματιστικές μονάδες διακρίνονται σε:

α) Αερόψυκτες και**β) Υδροψυκτες**

Πιο αναλυτικά:

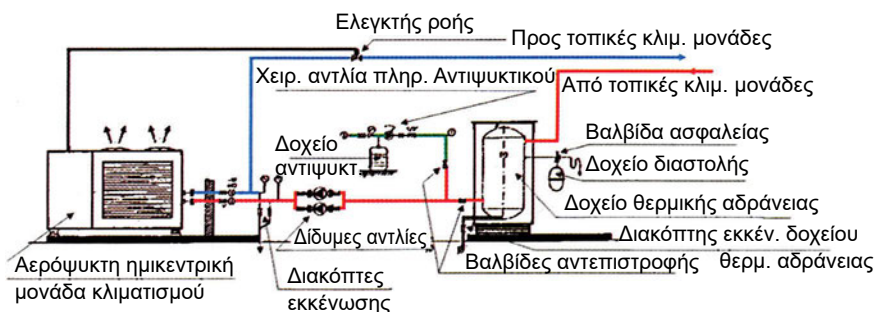
- Οι αερόψυκτες ημικεντρικές κλιματιστικές μονάδες τοποθετούνται στο εξωτερικό περιβάλλον, ενώ το κλιματιστικό μέσο (νερό ή αέρας), μετά την επεξεργασία του στη μονάδα, μεταφέρεται μέσα στο χώρο με τους ανάλογους αγωγούς (σωλήνες νερού ή αεραγωγούς). Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον κλιματισμό, κυρίως, μικρών κατοικιών και μικρών επαγγελματικών χώρων.
- Οι υδροψυκτες ημικεντρικές κλιματιστικές μονάδες τοποθετούνται μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο, ενώ για την ψύξη του συμπυκνωτή τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί ή πόσιμο νερό – εφόσον αυτό είναι διαθέσιμο και η επίπτωση στο λειτουργικό κόστος της μονάδας δεν κρίνεται ασύμφορος – ή πύργος ψύξης. Οι μονάδες αυτού του τύπου αναρροφούν τον αέρα του χώρου από το κάτω μέρος τους και αφού τον επεξεργαστούν, τον εισάγουν και πάλι στο χώρο από το επάνω μέρος τους (Σχήματα 2.49-2.51).



Σχήμα 2.49: Αερόψυκτη ημικεντρική μονάδα κλιματισμού - ψύξης νερού - με φυγοκεντρικό ανεμιστήρα (τομή σε κατακόρυφο επίπεδο).



Σχήμα 2.50: Όψεις και σχηματική παράσταση της ροής του αέρα ψύξης μιας αερόψυκτης ημικεντρικής μονάδας κλιματισμού για ψύξη νερού.



Σχήμα 2.51: Σχηματική παράσταση υδραυλικής σύνδεσης ημικεντρικής αερόψυκτης μονάδας κλιματισμού, σε ένα σύστημα κλιματισμού νερού με δύο σωλήνες.

2.5 Δίκτυα αεραγωγών

Ο αέρας, μετά από την επεξεργασία του στην κεντρική μονάδα, πρέπει να μεταφερθεί και να διαχυθεί μέσα στους κλιματιζόμενους χώρους, διαμέσου των στομών ή των τερματικών κλιματιστικών μονάδων. Προηγουμένως, όμως, η μεταφορά του αέρα στις θέσεις κλιματισμού γίνεται με τους αεραγωγούς, οι οποίοι, με την κατάλληλη μεταξύ τους συναρμολόγηση, σχηματίζουν τα δίκτυα των αεραγωγών.

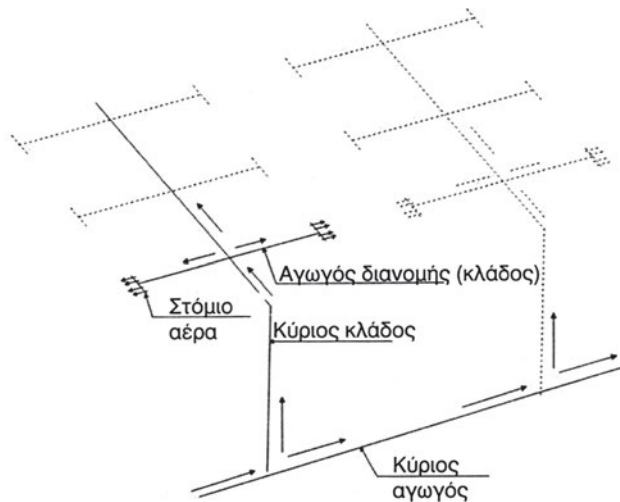
Ένα, λοιπόν, δίκτυο αεραγωγών, στη γενική του μορφή, αποτελείται από:

- Τον κύριο αεραγωγό,
- Τους κύριους κλάδους και
- Τους αγωγούς διανομής (Σχήμα 2.52)

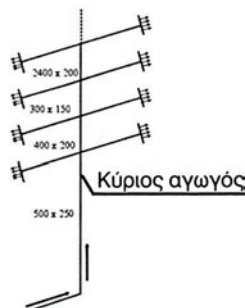
Τα πιο συνηθισμένα δίκτυα αεραγωγών διαμορφώνονται ανάλογα με τη θέση της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας αέρα στο κτίριο και διακρίνονται σε:

- Δίκτυα κύριου αγωγού με κύριους κλάδους, σταθερής διατομής, και αγωγούς διανομής (δίκτυα κεντρικής διακλάδωσης). (Σχήμα 2.52)
- Δίκτυα κύριου αγωγού, μειούμενης διατομής, με ή χωρίς αγωγούς διανομής (Σχήμα 2.53).

Πιο λεπτομερής παρουσίαση των δικτύων αεραγωγών δίνεται στο Κεφάλαιο 4.



Σχήμα 2.52: Σχηματική παράσταση δικτύου κεντρικής διακλάδωσης.



Σχήμα 2.53: Σχηματική παράσταση δικτύου με κεντρικό αγωγό μειούμενης διατομής.

2.6 Εξαρτήματα ελέγχου και λειτουργίας

Ο έλεγχος και η ρύθμιση των λειτουργιών των κλιματιστικών μονάδων γίνεται με το σύστημα αυτόματου ελέγχου και ρυθμίσεων. Σήμερα, οι αυτόνομες και οι ημικεντρικές μονάδες κλιματισμού, κατά κανόνα, είναι εφοδιασμένες από το εργοστάσιο κατασκευής τους με το ανάλογο σύστημα αυτομάτου ελέγχου, και αυτό γιατί οι λειτουργίες τους είναι δεδομένες και κατά συνέπεια, δεν μπορεί να είναι συμβατές με το όποιο σύστημα.

Σκοπός, λοιπόν, ενός αυτόματου συστήματος ελέγχου στον κλιματισμό είναι να παρακολουθεί συνεχώς το μέγεθος που ελέγχει και αυτόματα να προκαλεί την επέμβαση του μέσου (μηχανισμού) εκείνου που ρυθμίζει αυτό το μέγεθος, ώστε να αντισταθμιστεί η τυχόν απόκλιση του από την προκαθορισμένη τιμή του.

Έτσι, π.χ. για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της υγρασίας του κλιματιζόμενου χώρου, χρησιμοποιούνται τα ανάλογα συστήματα ελέγχου αυτών των μεγεθών.

Τα στοιχεία, λοιπόν, ενός συστήματος ελέγχου, στη γενική του μορφή, είναι:

α) Το αισθητήριο

β) Ο ρυθμιστής και

γ) Το τελικό στοιχείο ρύθμισης

Πιο αναλυτικά:

- **Το αισθητήριο** ανιχνεύει το ελεγχόμενο μέγεθος και δημιουργεί ένα σήμα το οποίο, αν είναι αξιοποιήσιμο (αναγνωρίζεται) από το τελικό στοιχείο του συστήματος ρύθμισης, γίνεται αποδεκτό, σε αντίθετη όμως περίπτωση, αυτό πρέπει να αποσταλεί στο ενδιάμεσο στοιχείο του συστήματος, για επεξεργασία.

Για παράδειγμα, η αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας του αέρα μπορεί να γίνεται αισθητή με την αντίστοιχη διαστολή ή συστολή του υγρού, το οποίο είναι τοποθετημένο στο βολβό ενός θερμοστάτη, ενώ η μεταβολή της υγρασίας του αέρα μπορεί να γίνεται αισθητή με τη μεταβολή του μήκους ενός νήματος, το υλικό κατασκευής του οποίου είναι ευαίσθητο στις μεταβολές της υγρασίας αυτής.

- **Ο ρυθμιστής** είναι ένας δέκτης ο οποίος, αφενός, δέχεται το σήμα που του στέλνει το αισθητήριο και, αφετέρου, επεξεργάζεται το σήμα αυτό, το συγκρίνει με την προεπιλεγμένη τιμή του μεγέθους (της παραμέτρου) που ελέγχεται και, τέλος, δίνει εντολή (σήμα) στο τελικό στοιχείο του συστήματος ρύθμισης να δράσει ανάλογα.

Έτσι, τα συστήματα ρύθμισης είναι δύο ειδών:

α) Τα ανοικτά και

β) Τα κλειστά.

Με τα ανοικτού τύπου συστήματα, έχουμε έμμεσο έλεγχο και ρύθμιση της τιμής του, υπό επιτήρηση, μεγέθους. Απλό παράδειγμα τέτοιου συστήματος αποτελεί εκείνο της ρύθμισης της θερμοκρασίας ενός χώρου – που θερμαίνεται μέσω κεντρικής θέρμανσης – η οποία ρύθμιση μπορεί να γίνει έμμεσα, με τον έλεγχο, δηλαδή, της θερμοκρασίας του νερού προσαγωγής στα θερμαντικά σώματα.

Ένα τέτοιο σύστημα ρύθμισης (Σχήμα 2.54) περιλαμβάνει:

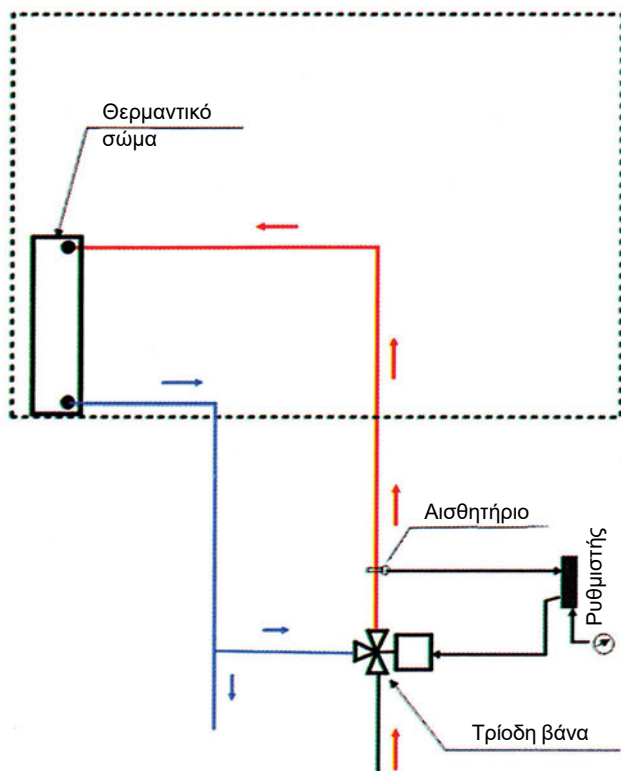
α) Ένα αισθητήριο θερμοκρασίας του νερού τροφοδοσίας (θερμοστάτη)

β) Τον ρυθμιστή και

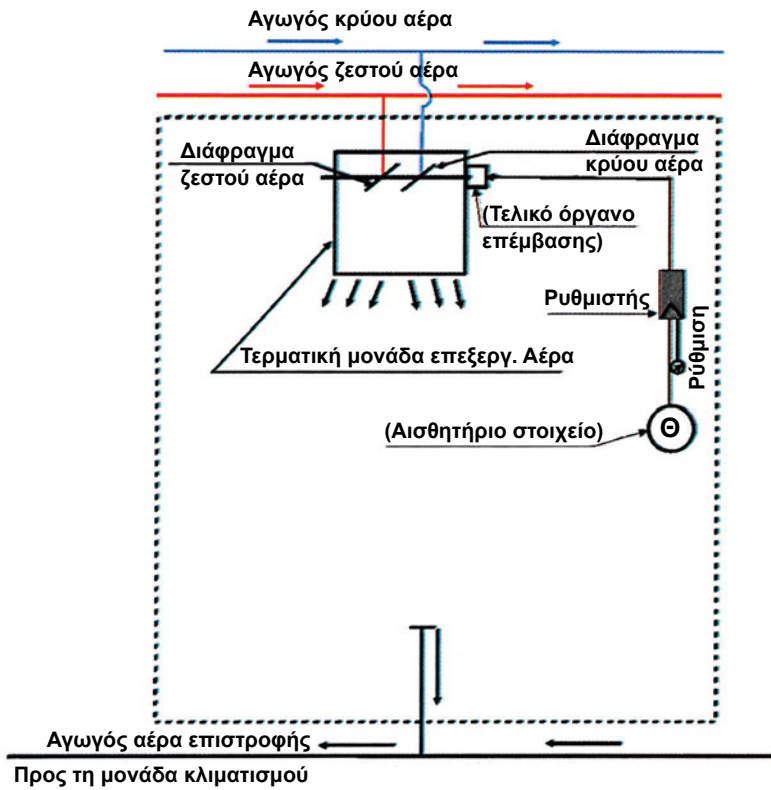
γ) Μια τρίοδη ή τετράοδη βάνα ανάμιξης με σερβοκινητήρα

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο ρυθμιστής, παίρνοντας το σήμα από το αισθητήριο θερμοκρασίας (θερμοστάτη), το επεξεργάζεται με βάση τις ρυθμίσεις που επιλέγονται (έχουν καθοριστεί) στο στάδιο της μελέτης και δίνει εντολή στη βάνα ανάμιξης να στείλει περισσότερο ή λιγότερο ζεστό νερό στο θερμαντικό σώμα, ώστε η θερμοκρασία στο χώρο να είναι πάντοτε η επιθυμητή. Με τα κλειστού τύπου συστήματα ο έλεγχος και η ρύθμιση του – υπό επιτήρηση – μεγέθους είναι άμεσος.

Κλασσικό παράδειγμα τέτοιας διαδικασίας είναι ο έλεγχος της θερμοκρασίας ενός χώρου – ο οποίος κλιματίζεται με σύστημα αέρα δύο αεραγωγών και διαθέτει τερματική μονάδα ανάμιξης – μέσω ενός θερμοστάτη, ενός ηλεκτρονικού ρυθμιστή και ενός διαφράγματος αέρα με ηλεκτροκίνητο σερβομηχανισμό (Σχήμα 2.55).



Σχήμα 2.54: Σχηματική παράσταση ελέγχου της θερμοκρασίας του χώρου, με ανοικτό κύκλωμα.



Σχήμα 2.55: Σχηματική παράσταση ελέγχου της θερμοκρασίας του χώρου με κλειστό κύκλωμα.

Στον κλιματισμό, τα μεγέθη που, κατά κανόνα, ρυθμίζονται, είναι:

- (1) Η θερμοκρασία,
- (2) Η σχετική υγρασία και
- (3) Η πίεση.

Πιο αναλυτικά:

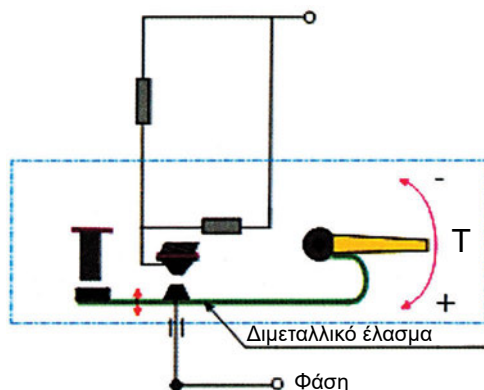
1. Έλεγχος της θερμοκρασίας

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται με τους **θερμοστάτες**. Το αισθητήριο αυτών των διατάξεων μπορεί να είναι ή ένα διμεταλλικό έλασμα* (Σχήμα 2.58), ή ένας βολβός μαζί με έναν τριχοειδή σωλήνα που έχουν πληρωθεί (γεμίσει) με κάποιο ρευστό.

Ανάλογα με το είδος του αισθητηρίου στοιχείου, έχουμε και τους αντίστοιχους θερμοστάτες:

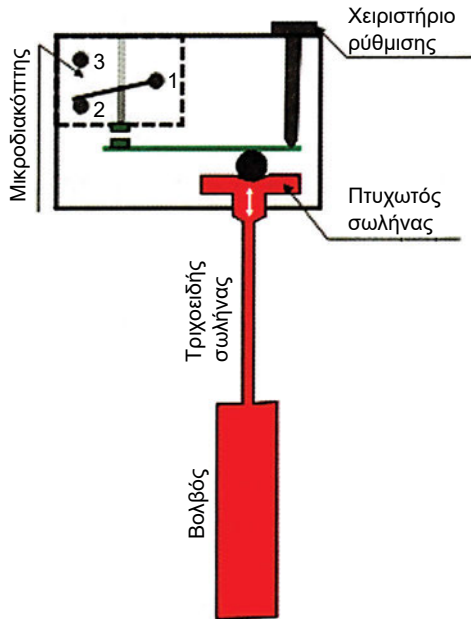
α) Θερμοστάτης διμεταλλικού ελάσματος (Σχήμα 2.56)

β) Θερμοστάτης βολβού (Σχήμα 2.57)



Σχήμα 2.56: Σχηματική παράσταση θερμοστάτη με διμεταλλικό έλασμα. Η αρχή λειτουργίας του έχει ως εξής: Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία, το διμεταλλικό έλασμα παραμορφώνεται και κλείνει τις ηλεκτρικές επαφές έτσι, ενεργοποιείται το τελικό στοιχείο επέμβασης (π.χ. το διάφραγμα του αέρα). Αντίθετα αποτελέσματα έχει η μείωση της θερμοκρασίας.

* Το διμεταλλικό έλασμα αποτελείται από δύο επιμήκη ελάσματα, τα οποία έχουν ενωθεί (συγκολληθεί), ώστε να σχηματίζουν ένα ενιαίο σύνολο, ενώ το κάθε ένα έχει διαφορετικό συντελεστή θερμικής διαστολής. Όταν λοιπόν, υπάρξει μια μεταβολή της θερμοκρασίας, η μεταβολή του μήκους των ελασμάτων είναι διαφορετική και έτσι προκαλείται η παραμόρφωση του διμεταλλικού ελάσματος. Αυτή η παραμόρφωση αξιοποιείται για το άνοιγμα ή το κλείσιμο ενός ηλεκτρικού κυκλώματος τροφοδοσίας του συστήματος ρύθμισης της θερμοκρασίας.



Σχήμα 2.57: Σχηματική παράσταση αρχής λειτουργίας θερμοστάτη με βολβό:

Με την αύξηση της θερμοκρασίας, αυξάνεται και ο όγκος του ρευστού που βρίσκεται μέσα στο βολβό και στον τριχοειδή σωλήνα, με αποτέλεσμα το μέγεθος της «φυσούνας» να αυξάνει και, έτσι, να επέρχεται το κλείσιμο των ηλεκτρικών επαφών, οπότε ενεργοποιείται το τελικό στοιχείο επέμβασης.

Εκτός από τους παραπάνω θερμοστάτες, υπάρχουν και οι αντίστοιχοι ηλεκτρονικοί, καθώς και οι πνευματικοί (πιεστικοί) θερμοστάτες. Στους πρώτους, το αισθητήριο είναι ηλεκτρικές αντιστάσεις (νήμα από νίκελ ή πλατίνα, ημιαγωγοί κλπ) όπου – για την ενεργοποίηση ή την απενεργοποίηση του ηλεκτρικού κυκλώματος τροφοδοσίας του τελικού στοιχείου του συστήματος ρύθμισης – αξιοποιείται η μεταβολή της ηλεκτρικής αντίστασης σε σχέση με τη θερμοκρασία. Στους δεύτερους, αξιοποιείται το συνεχές πνευματικό σήμα (πίεση), το οποίο αποστέλλεται στο ρυθμιστή και μετατρέπεται σε σήμα δύο θέσεων (ανοικτής ή κλειστής).



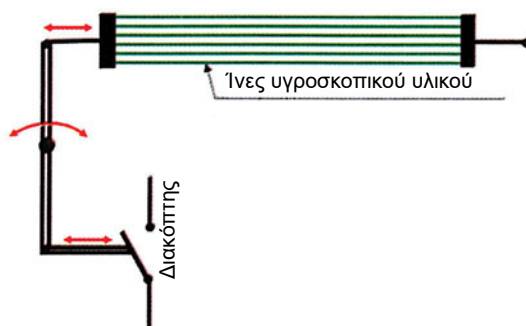
Σχήμα 2.58: Σχηματική παράσταση αρχής λειτουργίας διμεταλλικού ελάσματος.

2. Έλεγχος της σχετικής υγρασίας

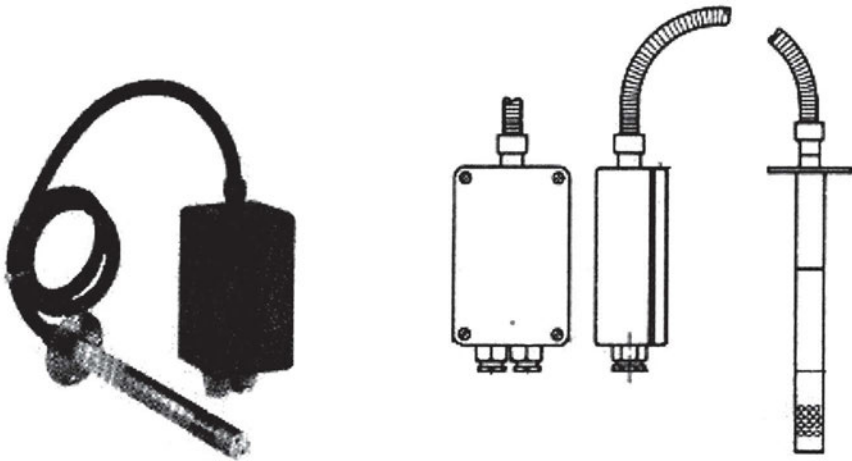
Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας του κλιματιζόμενου αέρα γίνεται με ειδικές διατάξεις, τους **υγροστάτες** (Σχήματα 2.59 και 2.60)

Το αισθητήριο στοιχείο στους υγροστάτες είναι, κατά βάση, δύο τύπων:

- α) Αισθητήριο, το μήκος του οποίου μεταβάλλεται ανάλογα με τις μεταβολές της σχετικής υγρασίας του υλικού του, γιατί διαφορετικά συμπεριφέρεται π.χ. το βαμβακερό νήμα, το συνθετικό νήμα από υγροσκοπικό υλικό, κ.λπ.
- β) Αισθητήριο ηλεκτρικό, με το οποίο αξιοποιείται η μεταβολή της χωρητικότητας ενός πυκνωτή, η οποία προκύπτει από τη μεταβολή της κατάστασης του διηλεκτρικού του, σε συνάρτηση με την επικρατούσα υγρασία του αέρα.



Σχήμα 2.59: Σχηματική παράσταση υγροστάτη και αρχής λειτουργίας του: Η μεταβολή του μήκους των υγροσκοπικών νημάτων, μέσω του συστήματος των μοχλών, προκαλεί το άνοιγμα ή το κλείσιμο του ηλεκτρικού διακόπτη.



Σχήμα 2.60: Υγροστάτης που λειτουργεί αξιοποιώντας τη μεταβολή της κατάστασης του διηλεκτρικού ενός πυκνωτή, σε συνάρτηση με τις μεταβολές της υγρασίας του αέρα.

3. Έλεγχος της πίεσης

Η ρύθμιση της πίεσης γίνεται με **πιεζοστάτες**. Ο τύπος του πιεζοστάτη που, συνήθως, χρησιμοποιείται είναι ο ονομαζόμενος «**στεγανού θαλάμου**».

Πιο αναλυτικά:

- Οι **πιεζοστάτες στεγανού θαλάμου** αποτελούνται από:

α) Το στεγανό κέλυφος, το οποίο χωρίζεται σε δύο μέρη, με ένα εύκαμπτο διάφραγμα.

β) Το κινητό στέλεχος.

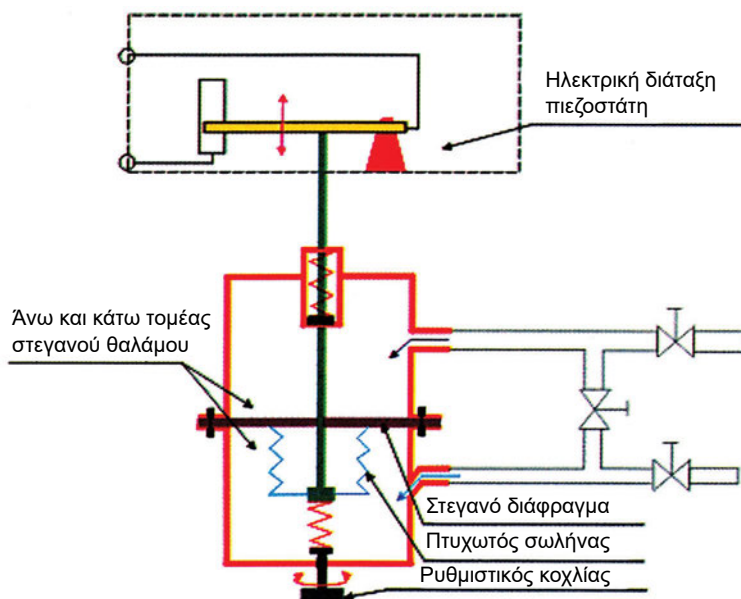
γ) Τη μεμβράνη ή φυσούνα.

δ) Το ρυθμιστικό κοχλία.

Έτσι, το στέλεχος μεταφέρει τις κινήσεις της μεμβράνης σε μια ηλεκτρική διάταξη μέσω της οποίας αυτές μετατρέπονται σε μεταβολές ηλεκτρικής τάσης ή έντασης, όπως συμβαίνει με τους ηλεκτρικούς πιεζοστάτες (Σχήμα 2.61). Ο επάνω και ο κάτω θάλαμος, μέσω δύο αγωγών, επικοινωνούν με τους χώρους, των οποίων θέλουμε να μετρήσουμε την πίεση. Στην περίπτωση που ο ένας θάλαμος επικοινωνεί με την ατμόσφαιρα και ο άλλος με το χώρο στον οποίο γίνεται η μέτρηση της πίεσης, τότε ο πιεζοστάτης μετρά τη σχετική πίεση του χώρου, ενώ αν και οι δύο αγωγοί συνδεθούν με δύο χώρους διαφορετικής

πίεσης, τότε θα μετρήσει τη διαφορά πίεσης μεταξύ αυτών των δυο χώρων.

Εκτός από τους ηλεκτρικούς πιεζοστάτες, υπάρχουν και οι ηλεκτρονικοί, οι πνευματικοί και οι πιεζοηλεκτρικοί, στους οποίους αξιοποιείται το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο.



Σχήμα 2.61: Σχηματική παράσταση ηλεκτρικού πιεζοστάτη και αρχής λειτουργίας του.

4. Συστήματα αποπάγωσης (τήξης)

Κατά τη χειμερινή λειτουργία των αντλιών θερμότητας και όταν η θερμοκρασία του αέρα πέσει κάτω από το μηδέν, αναπόφευκτα θα σχηματιστεί πάγος στο στοιχείο της ατμοποίησης. Όταν, λοιπόν, αρχίσει να σχηματίζεται πάγος στην πτερυγιοφόρο επιφάνεια του ατμοποιητή, ελαττώνεται η διατομή διέλευσης του αέρα, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας ατμοποίησης, η οποία επιδρά θετικά στην αύξηση της σχηματιζόμενης ποσότητας πάγου. Μείωση της θερμοκρασίας ατμοποίησης σημαίνει, όμως, και ταυτόχρονη μείωση της πίεσης ατμοποίησης, και εάν δεν ληφθεί, έγκαιρα, μέριμνα για την απομάκρυνση του πάγου, κάποια στιγμή θα επέμβει ο πιεζοστάτης χαμηλής πίεσης και θα σταματήσει η λειτουργία της μονάδας. Ένας πρόσθετος και πολύ σοβαρός λόγος, για τον οποίο επιβάλλεται η απομάκρυνση του σχη-

ματιζόμενου πάγου, είναι το ότι σε ακραίες καταστάσεις μπορεί να προκληθεί το φράξιμο ολόκληρης της επιφάνειας του ατμοποιητή, γεγονός το οποίο θα έχει καταστρεπτικές συνέπειες για τη μονάδα, αφού θα υπάρξει αναρρόφηση σημαντικής ποσότητας υγρού από τον συμπιεστή.

5. Μέθοδοι αποπάγωσης

Οι μέθοδοι αποπάγωσης, που συνήθως εφαρμόζονται, είναι δύο:

α) Χρήση ζεστού ατμού ψυκτικού μέσου

β) Χρήση ηλεκτρικών αντιστάσεων

- Για το λιώσιμο του σχηματιζόμενου πάγου με τη **χρήση ζεστού ατμού του ψυκτικού μέσου**, εφαρμόζεται είτε η αναστροφή του κύκλου λειτουργίας της μονάδας (λειτουργία σε θερινό κλιματισμό της αντλίας θερμότητας), μέσω μιας τετράοδης βαλβίδας, είτε η αποστολή μιας ορισμένης ποσότητας θερμού ατμού ψυκτικού μέσου στον ατμοποιητή, μέσω μιας παρακαμπτήριας βαλβίδας. Μετά από το λιώσιμο του πάγου, το σύστημα επανέρχεται στην κανονική του λειτουργία.

Η μέθοδος αυτή, όμως, έχει και ένα μειονέκτημα. Καθώς ο πάγος απορροφά θερμότητα από τον ζεστό ατμό και σιγά - σιγά λιώνει, αυτός υγροποιείται, με συνέπεια να αυξάνει η ποσότητα του υγρού μέσα στον ατμοποιητή και να υπάρχει ο κίνδυνος αναρρόφησης – από τον συμπιεστή – υγρού ψυκτικού μέσου, το οποίο ίσως δεν θα μπορέσει να ατμοποιηθεί με τη θερμότητα του κινητήρα και, έτσι, θα προχωρήσει στο χώρο συμπίεσης, με αποτέλεσμα να έχουμε τα γνωστά καταστρεπτικά αποτελέσματα, αφού η συμπίεση υγρού σε συνδυασμό με την αυξημένη ποσότητά του μπορεί να προξενήσει σοβαρά προβλήματα στη λίπανση των εδράνων του συμπιεστή με απρόβλεπτες συνέπειες. Για την αποτροπή, πάντως, αυτών των παραπάνω αρνητικών συνεπειών, εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι. Αναφορικά με τις μικρές αντλίες θερμότητας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας συλλέκτης υγρού στο σημείο της αναρρόφησης, στον οποίο οι σταγόνες υγρού που συγκεντρώνονται οδηγούνται σε ατμοποίηση. Πρέπει να σημειωθεί, όμως, ότι ο συλλέκτης υγρού από μόνος του δεν λύνει, τελείως, το πρόβλημα και, εάν δεν ληφθούν επιπρόσθετα μέτρα – όπως είναι η χρήση ειδικών ηλεκτρονικών δια-

τάξεων οι οποίες δίνουν εντολή αποπάγωσης, μόνο όταν είναι απαραίτητο – η διάρκεια ζωής του συμπιεστή θα μειωθεί αισθητά, ειδικά, στις μεγάλες μονάδες.

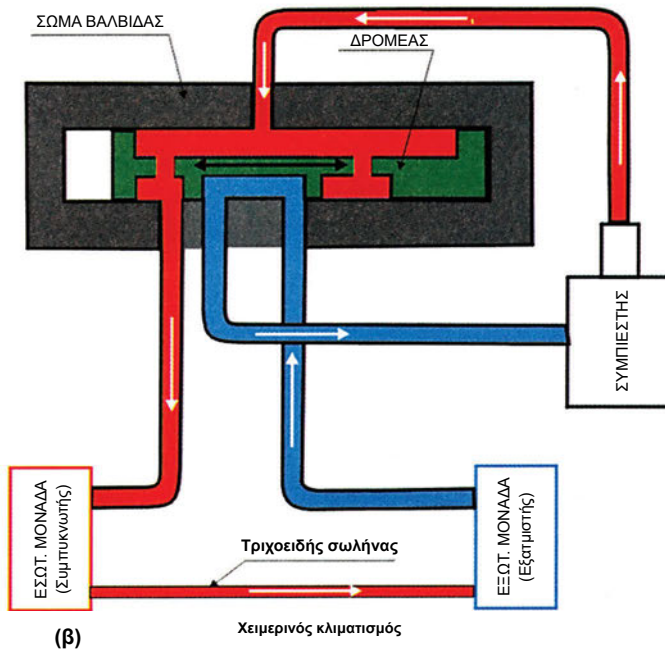
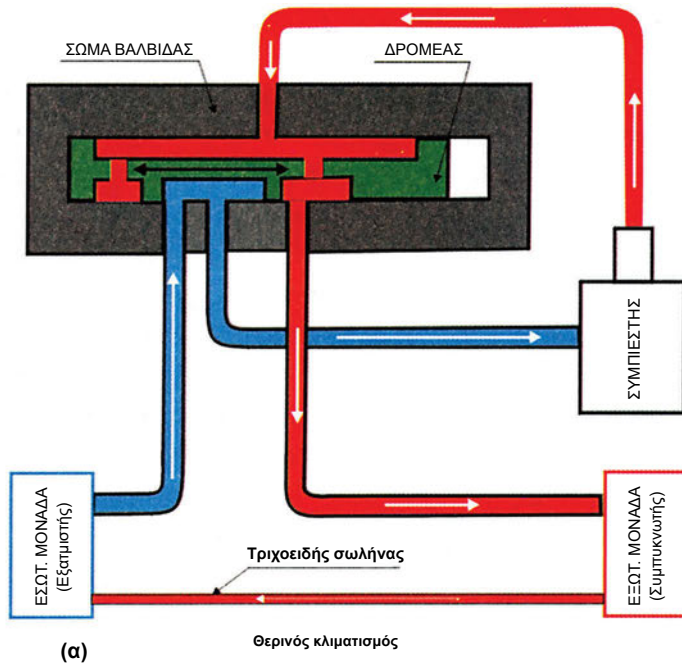
- **Με την ηλεκτρική μέθοδο**, χρησιμοποιούνται κατάλληλες ηλεκτρικές αντιστάσεις οι οποίες τοποθετούνται με σωστό τρόπο επάνω στο στοιχείο ατμοποίησης. Και αυτή η μέθοδος, όμως, εμπεριέχει τα προβλήματα που προαναφέρθηκαν και, επομένως, πρέπει να γίνεται και εδώ χρήση των ειδικών διατάξεων, που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη περίπτωση.

2.7 Τετράοδος βαλβίδα

Στις αντλίες θερμότητας τύπου «αέρα-αέρα», οι ρόλοι των δύο εναλλακτών θερμότητας της εσωτερικής και της εξωτερικής μονάδας δεν είναι σταθεροί αλλά εναλλάσσονται, ανάλογα με το εάν η μονάδα κλιματισμού βρίσκεται σε θερινή ή σε χειμερινή λειτουργία. Έτσι, κατά τη διάρκεια του θερινού κλιματισμού, στον εναλλάκτη θερμότητας της εξωτερικής μονάδας εκτελείται η λειτουργία της συμπύκνωσης του ψυκτικού υγρού, ενώ στον εναλλάκτη της εσωτερικής μονάδας εκτελείται η λειτουργία της ατμοποίησης του ατμού του ψυκτικού μέσου. Κατά τη διάρκεια του χειμερινού κλιματισμού, οι ρόλοι των εναλλακτών αντιστρέφονται, οπότε είναι απαραίτητη και η αντιστροφή του ψυκτικού κύκλου, ενώ το μέσο με το οποίο αυτή επιτυγχάνεται είναι η ονομαζόμενη **τετράοδος βαλβίδα**.

Έτσι, τα βασικά δομικά στοιχεία της τετράοδης βαλβίδας (Σχήμα 2.62) είναι δύο:

- α) Το κυρίως σώμα
- β) Ο δρομέας με τις αντίστοιχες κοιλότητές του.

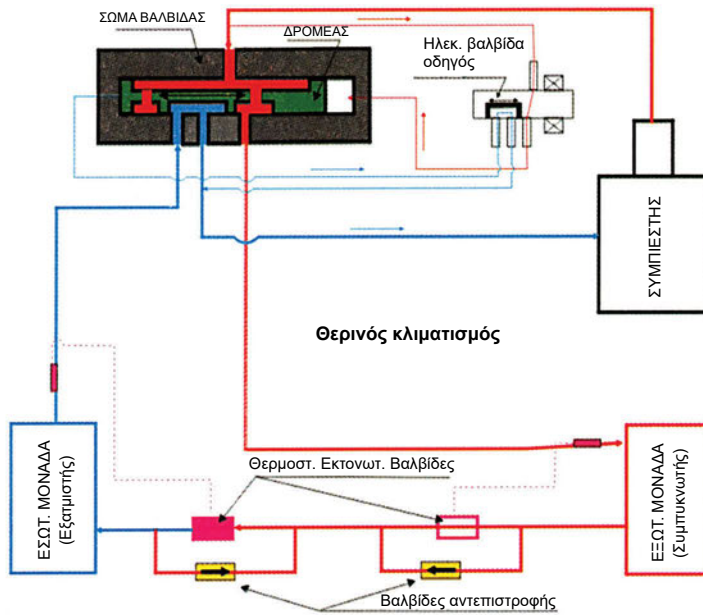


Σχήμα 2.62: Σχηματική παράσταση τετράοδης βαλβίδας και αρχής λειτουργίας της, σε αντλία θερμότητας, με τριχοειδή σωλήνα, η οποία λειτουργεί: (α) σε θερινό και (β) σε χειμερινό κλιματισμό.

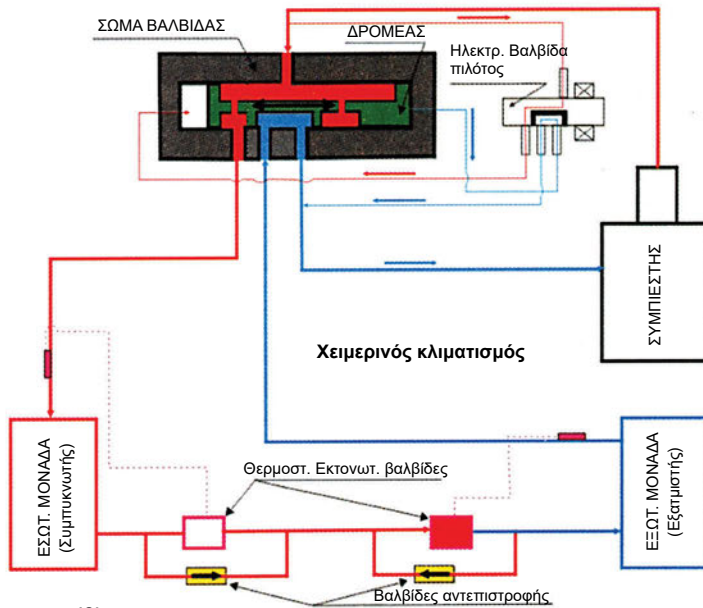
■ Λειτουργία

Στα Σχήματα 2.62α και 2.62β δίνεται, σχηματικά, η αρχή λειτουργίας μίας τετράοδης βαλβίδας σε μια αντλία θερμότητας με τριχοειδή σωλήνα. Συγκεκριμένα, με την ολίσθηση του δρομέα προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση – η οποία γίνεται με την **ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα** / πιλότο (Σχήμα 2.63) – η αναρρόφηση του συμπιεστή μπορεί να έρχεται σε επικοινωνία με την εσωτερική ή την εξωτερική μονάδα (ανάλογα με τον εάν η βαλβίδα-πιλότος ενεργοποιείται σε θερινή ή σε χειμερινή λειτουργία) και έτσι να επιτυγχάνεται η αντίστοιχη επιθυμητή λειτουργία της αντλίας θερμότητας.

Στην περίπτωση που η αντλία θερμότητας λειτουργεί με θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα, χρησιμοποιούνται δύο βαλβίδες αυτού του είδους, καθώς και δύο βαλβίδες αντεπιστροφής, οι οποίες τοποθετούνται σε αντίστοιχους παρακαμπτηρίους αγωγούς (Σχήμα 2.63) και επιτρέπουν τη ροή σε κατεύθυνση αντίθετη από εκείνη που ακολουθείται μέσω της αντίστοιχης θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας. Έτσι, σε κάθε κατάσταση λειτουργίας της αντλίας (θερινού ή χειμερινού κλιματισμού) λειτουργεί μία μόνο θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα, και η ροή, στην περίπτωση που η βαλβίδα δε λειτουργεί, γίνεται μέσω του παρακαμπτηρίου αγωγού όπου υπάρχει η βαλβίδα της αντεπιστροφής, η οποία επιτρέπει τη ροή του ψυκτικού στην επιθυμητή κατεύθυνση.



(α)



(β)

Σχήμα 2.63: Σχηματική παράσταση τετράοδης βαλβίδας και αρχής λειτουργίας της, σε αντλία θερμότητας, με θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα, η οποία λειτουργεί: (α) σε θερινό και (β) σε χειμερινό κλιματισμό.



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος κλιματισμού είναι:
 - α) Ο συμπιεστής
 - β) Ο συμπυκνωτής
 - γ) Το εκτονωτικό μέσο
 - δ) Ατμοποιητής (Εξατμιστής)
- Σκοπός του συμπιεστή είναι:
 - α) Να ανυψώσει την πίεση και, επομένως, τη θερμοκρασία των αναρροφούμενων ατμών του ψυκτικού μέσου.
 - β) Να διασφαλίσει, για όσο χρόνο βρίσκεται σε λειτουργία, τη συνεχή κυκλοφορία του ψυκτικού μέσου μέσα στο κύκλωμα.
- Τους συμπιεστές μπορούμε να τους διακρίνουμε:
 - α) Ανάλογα με την κίνηση, σε:
 - Παλινδρομικούς
 - Περιστροφικούς
 - Φυγοκεντρικούς
 - Κοχλιοφόρους
 - Σπειροειδείς (Scroll type) και
 - β) Ανάλογα με τη στεγανότητά τους, σε:
 - Κλειστού τύπου ή ερμητικούς
 - Ημιερμητικού τύπου και
 - Ανοικτού τύπου.
- Ο συμπυκνωτής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, του οποίου σκοπός είναι η απομάκρυνση από το αέριο ψυκτικό μέσο της συνολικής θερμότητας την οποία μεταφέρει, ώστε στην έξοδο του από αυτόν, το αέριο αυτό να έχει μετατραπεί, πλήρως, σε υγρό.

- Ανάλογα με το μέσο ψύξη τους οι συμπυκνωτές διακρίνονται σε:
 - Αερόψυκτους
 - Υδρόψυκτους
 - Εξατμιστικούς
- Το ψυκτικό μέσο μετά τον συμπυκνωτή πρέπει να επιστρέψει στον ατμοποιητή, για να ολοκληρώσει, έτσι, τον ψυκτικό του κύκλο και να γίνει και πάλι ατμός. Για να γίνει, όμως, αυτό, πρέπει να οδηγηθεί από την υψηλή πίεση του συμπυκνωτή στη χαμηλή, που επικρατεί στον εξατμιστή. Αυτό επιτυγχάνεται με τις εκτονωτικές βαλβίδες.
- Ο σκοπός των εκτονωτικών βαλβίδων είναι διπλός:
 - α) Μειώνουν την πίεση του ψυκτικού υγρού, από την πίεση συμπύκνωσης στην πίεση ατμοποίησής του
 - β) Ρυθμίζουν την ποσότητα του ψυκτικού υγρού, που εισέρχεται στον εξατμιστή.
- Τα βασικά είδη εκτονωτικών μέσων, τα οποία χρησιμοποιούνται στις μονάδες κλιματισμού του αέρα είναι:
 - α) Ο τριχοειδής σωλήνας
 - β) Οι θερμοστατικές βαλβίδες εκτόνωσης
 - γ) Οι πιεζοστατικές βαλβίδες εκτόνωσης (σταθερής πίεσης)
 - δ) Οι βαλβίδες με πλωτήρα
- Ο εξατμιστής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, στον οποίο το ψυκτικό υγρό, απορροφώντας θερμότητα από το περιβάλλον του, αλλάζει κατάσταση και μετατρέπεται σε ατμό.

Ανάλογα με το σύστημα τροφοδοσίας τους, οι εξατμιστές διακρίνονται σε:

- α) Εξατμιστές ξηρής εκτόνωσης
- β) Εξατμιστές υπερχείλισης

Ανάλογα με το εάν το μέσο το οποίο ψύχουν οι εξατμιστές είναι αέρας ή νερό, αυτοί διακρίνονται σε:

- α) Εξατμιστές ψύξης αέρα
- β) Εξατμιστές ψύξης νερού

- Φίλτρα αέρα είναι οι συσκευές που αφαιρούν και συγκρατούν στη δομή τους τους ρύπους του αέρα. Τα φίλτρα παρεμβάλλονται στο ρεύμα του αέρα επιτρέποντας τη διέλευσή του, αφαιρούν, όμως, απ' αυτόν τους ρύπους.

Η αφαίρεση των ρύπων από τον αέρα μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:

- α) Με μηχανικό αποκλεισμό
 - β) Με προσκόλληση των σωματιδίων στις ίνες του φίλτρου
 - γ) Με την έλξη των σωματιδίων από τις ίνες του φίλτρου
 - δ) Με την ηλεκτροστατική δράση ενός ισχυρού ηλεκτρικού πεδίου
- Ο ανεμιστήρας είναι ένα μηχάνημα, το οποίο δίνοντας στον αέρα ενέργεια, υπό μορφή πίεσης ή ταχύτητας, με την περιστροφική κίνηση ενός στοιχείου του (πτερωτής), τον αναγκάζει (τον αέρα) να κινηθεί με συνεχή και κανονική ροή.
 - Οι ανεμιστήρες οι οποίοι χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό διακρίνονται στις δύο παρακάτω κατηγορίες:
 - α) Στους αξονικούς ή ελικοειδείς και
 - β) Στους φυγοκεντρικούς ή ακτινικούς ανεμιστήρες
 - Ύγρανση του αέρα είναι η διαδικασία εκείνη, με την οποία, προσθέτοντας νερό (σε υγρή κατάσταση ή σε κατάσταση ατμού), αυξάνουμε την ειδική υγρασία του.
 - Αφύγρανση του αέρα είναι η διαδικασία εκείνη, με την οποία, αφαιρώντας υγρασία από τον αέρα, μειώνουμε την ειδική υγρασία του.

- Οι ημικεντρικές μονάδες κλιματισμού είναι αυτές που περιέχουν στο κέλυφός τους όλα εκείνα τα στοιχεία (εξαρτήματα), που απαιτούνται για να ικανοποιηθούν οι στόχοι του κλιματισμού του αέρα και τα οποία μπορούν να συνδεθούν είτε σε δίκτυο αεραγωγών, στην περίπτωση που το μέσο κλιματισμού του αέρα του χώρου είναι ο αέρας, είτε σε δίκτυο σωληνώσεων όταν ο κλιματισμός του χώρου γίνεται με σύστημα νερού ή με αντίστοιχο μικτό (νερού / αέρα).
- Ο έλεγχος και η ρύθμιση των λειτουργιών των κλιματιστικών μονάδων γίνεται με το σύστημα αυτόματου ελέγχου και ρυθμίσεων.
- Τα στοιχεία ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου είναι:
 - α) Το αισθητήριο
 - β) Ο ρυθμιστής
 - γ) Το τελικό στοιχείο ρύθμισης
- Στον κλιματισμό τα μεγέθη (παράμετροι) που, κατά κανόνα, ρυθμίζονται, είναι:
 - α) Η θερμοκρασία
 - β) Η σχετική υγρασία και
 - γ) Η πίεση
- Στις αντλίες θερμότητας οι ρόλοι των δύο εναλλακτών θερμότητας, τόσο της εσωτερικής, όσο και της εξωτερικής μονάδας, δεν είναι σταθεροί, αλλά εναλλάσσονται, ανάλογα με το εάν η μονάδα κλιματισμού βρίσκεται σε θέρμηση ή σε χειμερινή λειτουργία.

Έτσι, η αναστροφή των ρόλων των εναλλακτών θερμότητας απαιτεί και την αναστροφή του ψυκτικού κύκλου, ενώ το μέσο με το οποίο επιτυγχάνεται η αναστροφή του ψυκτικού κύκλου είναι η τετράοδος βαλβίδα.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

1. Γιατί οποιαδήποτε απόκλιση των τιμών της πίεσης κατάθλιψης και της πίεσης ατμοποίησης από τις προκαθορισμένες τους τιμές έχει αρνητική επίπτωση στην ολική απόδοση μιας κλιματιστικής μονάδας;
2. Γιατί τα ψυκτέλαια πρέπει να είναι συμβατά τόσο με τα υλικά κατασκευής του ψυκτικού κυκλώματος όσο και με την περιέλιξη του ηλεκτροκινητήρα, στην περίπτωση των ερμητικών και ημιερμητικών συμπιεστών;
3. Γιατί η ψύξη των ερμητικών και των ημιερμητικών συμπιεστών – με χρήση του ψυκτικού μέσου – αποτελεί θετικό στοιχείο γι' αυτούς τους τύπους των συμπιεστών;
4. Τι θα συμβεί, αν κατά τη λειτουργία ενός περιστροφικού συμπιεστή, για οποιονδήποτε λόγο, δεν διασφαλίζεται η τέλεια και συνεχής επαφή μεταξύ του πτερυγίου ή των πτερυγίων και του στροφείου, και ποιες θα είναι οι λειτουργικές επιπτώσεις αυτού του γεγονότος;
5. Κατά τη διαδικασία λίπανσης των κοχλιοφόρων συμπιεστών, ψεκάζεται αρκετή ποσότητα ψυκτέλαιου σε συγκεκριμένα σημεία των συνεργαζόμενων κοχλιομόρφων στοιχείων του. Το γεγονός αυτό έχει θετική ή αρνητική επίπτωση στον ογκομετρικό βαθμό απόδοσης του συμπιεστή; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
6. Γιατί σε ένα αερόψυκτο συμπυκνωτή προτιμάται η κατασκευαστική λύση της τοποθέτησης του ανεμιστήρα σε θέση αναρρόφησης;
7. Γιατί η θέση, στην οποία εγκαθίσταται ένας αερόψυκτος συμπυκνωτής, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την αποτελεσματική λειτουργία του;
8. Αναπτύξτε, αναλυτικά, όσα έχουν σχέση με τη ρύθμιση της παροχής του αέρα ψύξης ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή.
9. Γιατί οι επικαθίσεις στο εσωτερικό των σωλήνων ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή είναι αιτία σοβαρής δυσλειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας;

10. Γιατί σε ορισμένους τύπους υδρόψυκτων συμπυκνωτών ο καθαρισμός τους γίνεται μόνο με τη χημική μέθοδο, ενώ σε άλλους μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για το σκοπό αυτό, και μηχανικά μέσα; Να αναφερθούν σχετικά παραδείγματα.
11. Για ποιο λόγο δε συνιστάται η διακοπή της λειτουργίας του ανεμιστήρα ενός συμπυκνωτή εξάτμισης νερού, κατά τη διαδικασία ελέγχου της πίεσης συμπίκνωσής του;
12. Πότε και γιατί συνιστάται η διακοπή της λειτουργίας ενός συμπυκνωτή εξάτμισης νερού, προκειμένου να ρυθμιστεί η πίεση συμπίκνωσής του;
13. Τι θα συμβεί, αναφορικά με την απόδοση μιας κλιματιστικής μονάδας – στην οποία ως εκτονωτικό μέσο χρησιμοποιείται ο τριχοειδής σωλήνας – εάν οι λειτουργικές συνθήκες διαφοροποιηθούν, αισθητά, από τις αντίστοιχες συνθήκες μελέτης; (Να δικαιολογηθεί η απάντησή σας).
14. Πώς θα αντιδράσει μια θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα με εσωτερική εξίσωση της πίεσης, σε μια απότομη αύξηση του ψυκτικού φορτίου του ατμοποιητή, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η νέα αυτή κατάσταση;
15. Σε έναν ατμοποιητή μεγάλου σχετικά μεγέθους, (με μεγάλο, δηλαδή, μήκος ατμοποιητικών σωλήνων) τι είδους θερμοστατική βαλβίδα θα χρησιμοποιηθεί και γιατί;
16. Όταν σε ατμοποιητή πολλών κυκλωμάτων ατμοποίησης παρουσιαστεί ανάγκη αντικατάστασης του σωληνίσκου τροφοδοσίας ενός κυκλώματός του, τι πρέπει να λάβουμε υπόψη μας, αναφορικά με τον καινούργιο σωληνίσκο που θα χρησιμοποιηθεί; Να δικαιολογηθεί η απάντησή σας.
17. Ποιο είδος εκτονωτικού μέσου χρησιμοποιείται στους ατμοποιητές τύπου υπερχειλίσης, και ποιο στους ατμοποιητές τύπου ξηρής εκτόνωσης, και γιατί;
18. Γιατί ένας αερόψυκτος ατμοποιητής δεν πρέπει να λειτουργεί σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες; (Να δικαιολογηθεί η απάντησή σας).
19. Στα «απόλυτα φίλτρα»: α) γιατί η ταχύτητα του αέρα κατά τη διέλευσή του μέσα από το υλικό τους πρέπει να βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα; και

β) γιατί πρέπει να εξασφαλιστούν οι προϋποθέσεις εκείνες, σύμφωνα με τις οποίες, ολόκληρη η ποσότητα του προς φιλτράρισμα αέρα πρέπει να περάσει μέσα από αυτά τα φίλτρα, χωρίς δηλαδή, να έχουμε το φαινόμενο της παράκαμψης της ροής του αέρα, γνωστό ως «by-pass».

20. Γιατί οι υγραντήρες του θαλάμου ψεκασμού τοποθετούνται πριν από το στοιχείο ψύξης του αέρα;
21. Από πού «αντλείται» η θερμότητα, η οποία απαιτείται για την ατμοποίηση του ψεκαζόμενου νερού, προκειμένου να ανυψωθεί η υγρασία του αέρα κλιματισμού, και ποια είναι η επίπτωση αυτού του γεγονότος στην ολική θερμότητα (αισθητή + λανθάνουσα) του αέρα κλιματισμού;
22. Γιατί, κατά τη χειμερινή λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας σε θερμοκρασίες κάτω του μηδενός, μπορεί να έχουμε την επέμβαση του πιεζοστάτη χαμηλής πίεσης;
23. Εάν κατά τη χειμερινή λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας, η θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος πέσει κάτω από το μηδέν και δεν επέμβει ο πιεζοστάτης χαμηλής πίεσης, τι επιπτώσεις θα έχει αυτό το γεγονός στην κλιματιστική μονάδα και γιατί;
24. Ποιους κινδύνους εμπεριέχουν οι μέθοδοι αποπάγωσης που εφαρμόζονται σε αντλίες θερμότητας, και γιατί δημιουργούνται αυτοί οι κίνδυνοι;

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**



ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

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, στον 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 έναν 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.

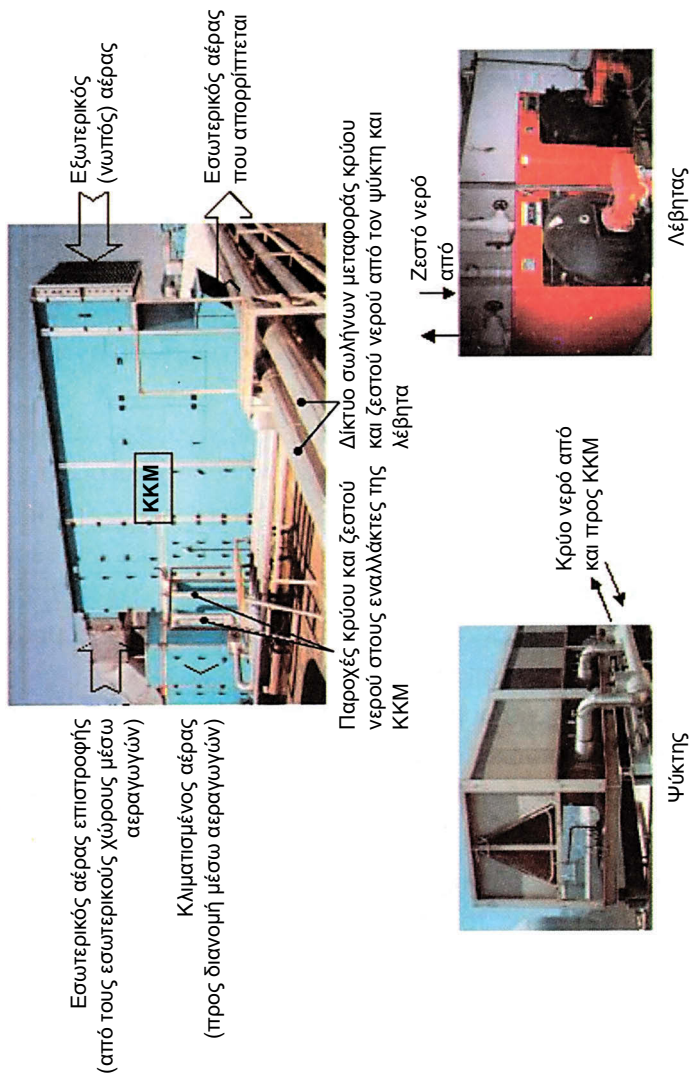
Όταν χρησιμοποιείται ψυκτικό ρευστό μεταξύ των εξωτερικών και των εσωτερικών μονάδων, τότε το σύστημα είναι γνωστό σαν «**μονάδα απευθείας εκτόνωσης**» ή με την εμπορική ονομασία VRV. Το ψυκτικό ρευστό κυκλοφορεί μέσα σε μικρής διαμέτρου σωλήνες. Μάλιστα η εγκατάσταση είναι σχετικά εύκολη σε νέες κατασκευές, 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.λπ., 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 κ.λπ.

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 εξαμιστής, ψύχοντας τον αέρα.
- Ο άλλος εναλλάκτης (εξωτερικός) βρίσκεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, και το χειμώνα λειτουργεί σαν εξαμιστής, 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.

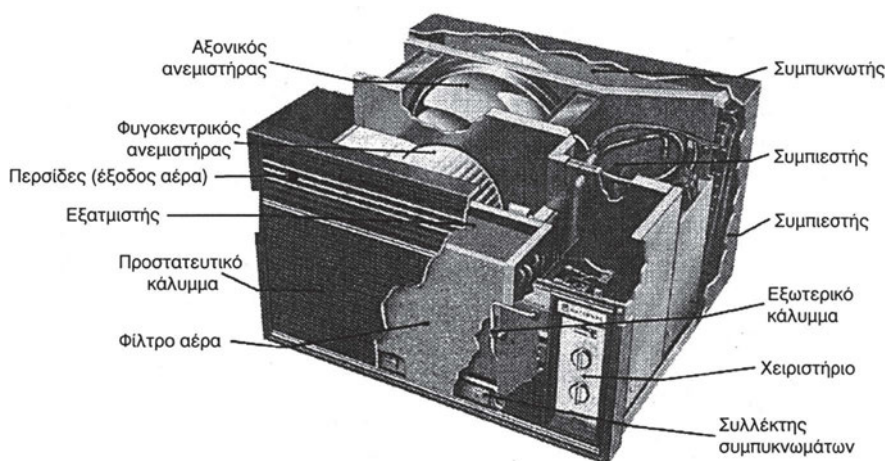
Αυτό έχει σαν συνέπεια, να μειωθεί η ψυκτική ικανότητα της μονάδας ή, ακόμη, να προκληθεί σοβαρή βλάβη στη μονάδα. Για το λόγο αυτό, η θέση εγκατάστασης της μονάδας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να **μην περιορίζεται η ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα**.

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.

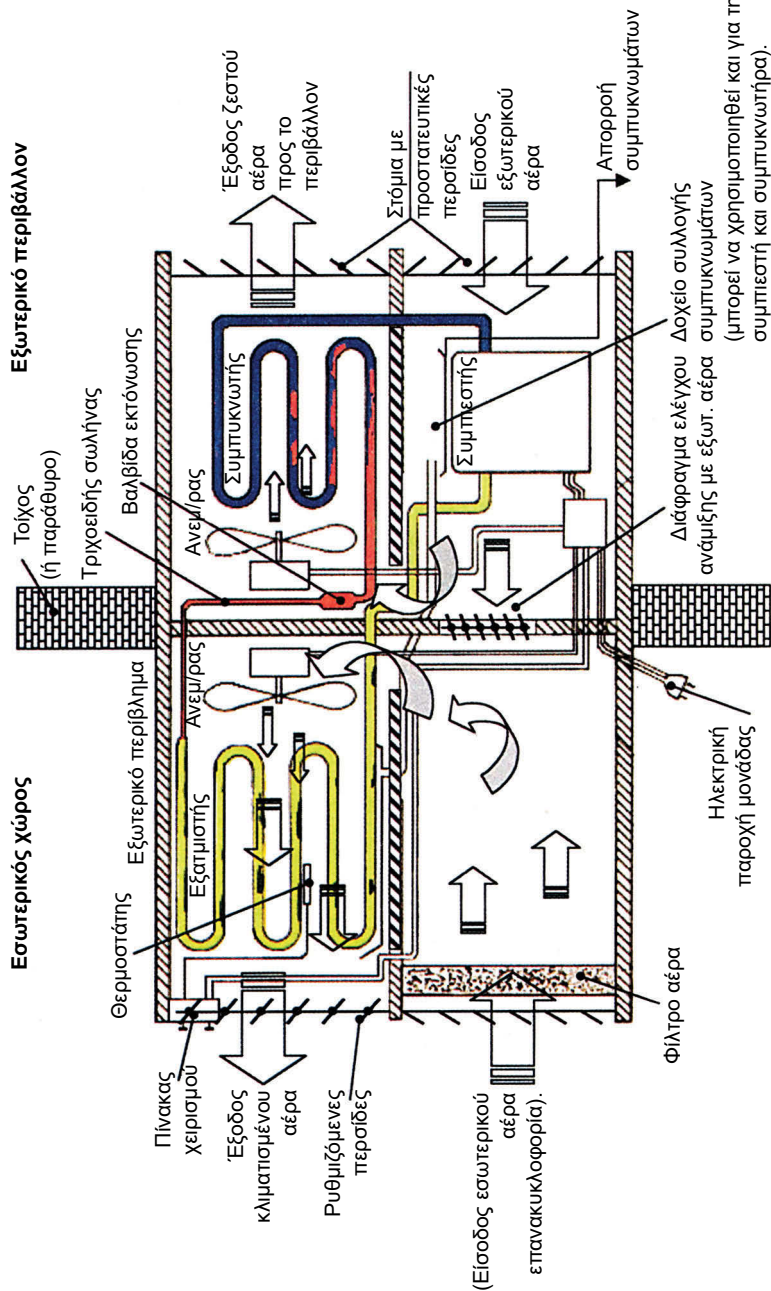
■ Αρχή λειτουργίας

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.

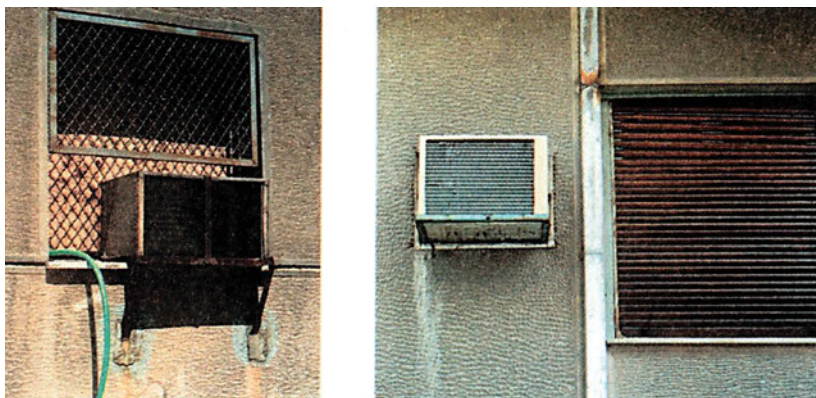
Ο **συμπιεστής** απορροφά από τον **εξατμιστή** το ψυκτικό ρευστό που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση και χαμηλή πίεση (κίτρινο χρώμα) και το συμπιέζει, με συνέπεια να αυξηθεί η πίεση και η θερμοκρασία του στις 20 ατμόσφαιρες και τους 50°C. Το ψυκτικό, σε αέρια κατάσταση και υψηλή πίεση, περνά στον **συμπυκνωτή**, 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 την πτώση, λοιπόν, της πίεσης, μειώνεται σημαντικά η θερμοκρασία εξατμίσου του ψυκτικού υγρού, με συνέπεια να είναι εύκολη η εξατμισή 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 στη λειτουργία του ίδιου του παραθύρου.



Σχήμα 3.2: Σχηματική περιγραφή του κύκλου λειτουργίας μονάδας «topoblock» μόνο για ψύξη. Εάν η μονάδα λειτουργεί σαν αντλία θερμότητας, τότε περιλαμβάνει και μια βαλβίδα αντιστροφής του κύκλου λειτουργίας (όπως παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα), αντιστρέφοντας έτσι τη λειτουργία των εναλλακτών του εξαermιστή και του συμπυκνωτή. Το στόμιο για την είσοδο του εξωτερικού αέρα δεν υπάρχει σε όλες τις μονάδες.



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.

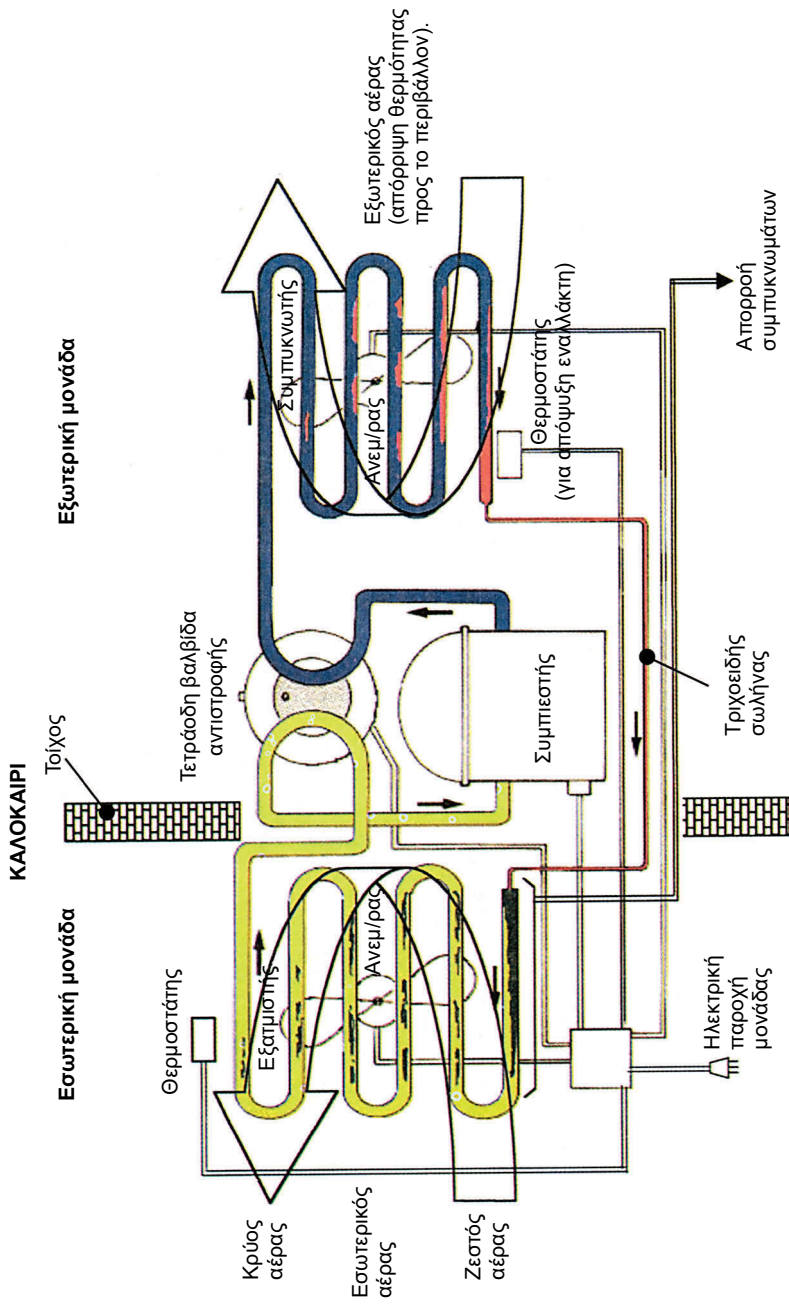
3.6 Μονάδες Διαιρούμενου Τύπου (split units)

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.

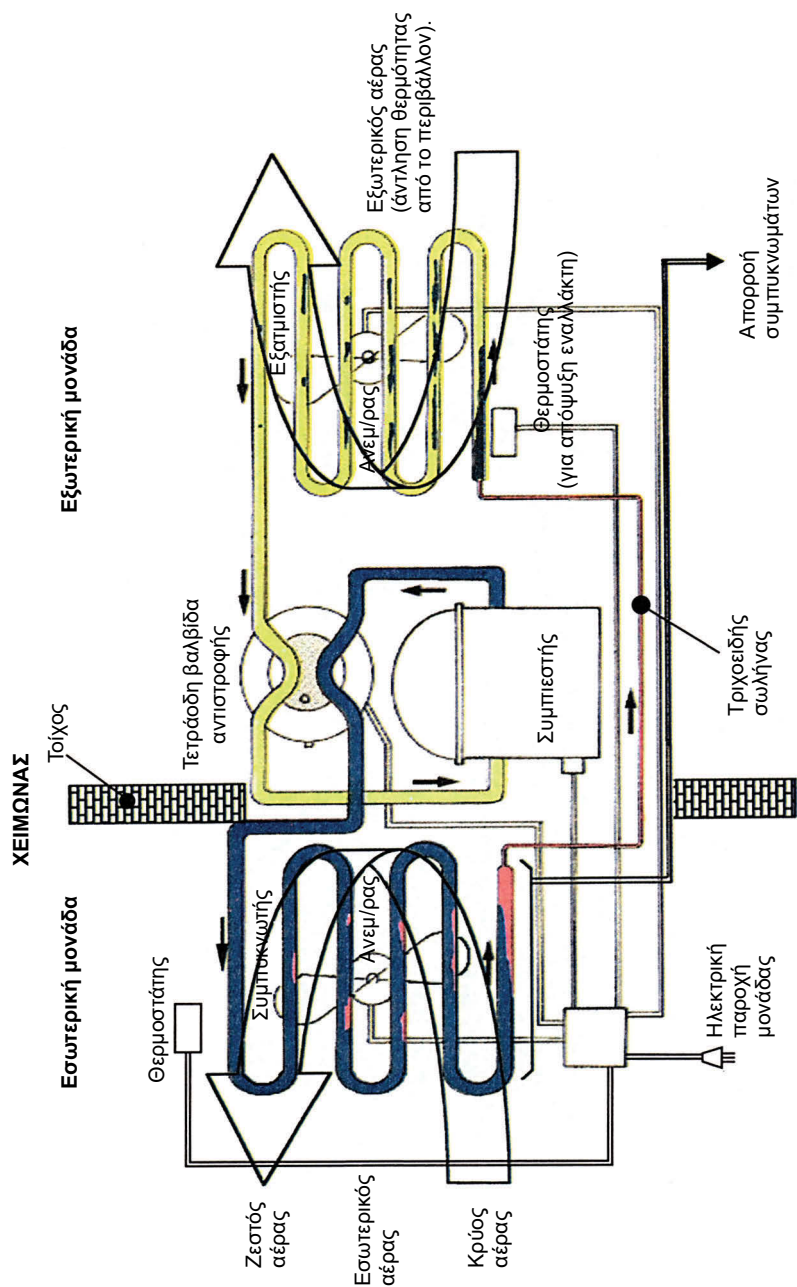
Η κλιματιστική μονάδα αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

- Το συμπιεστή
- Το συμπυκνωτή
- Τον εξαμιστή 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 **εξαμιστής**, λειτουργεί πλέον σαν **συμπυκνωτής**, και ο εναλλάκτης που λειτουργούσε σαν **συμπυκνωτής** λειτουργεί σαν **εξαμιστής**. 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 διαιρούμενου τύπου 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.



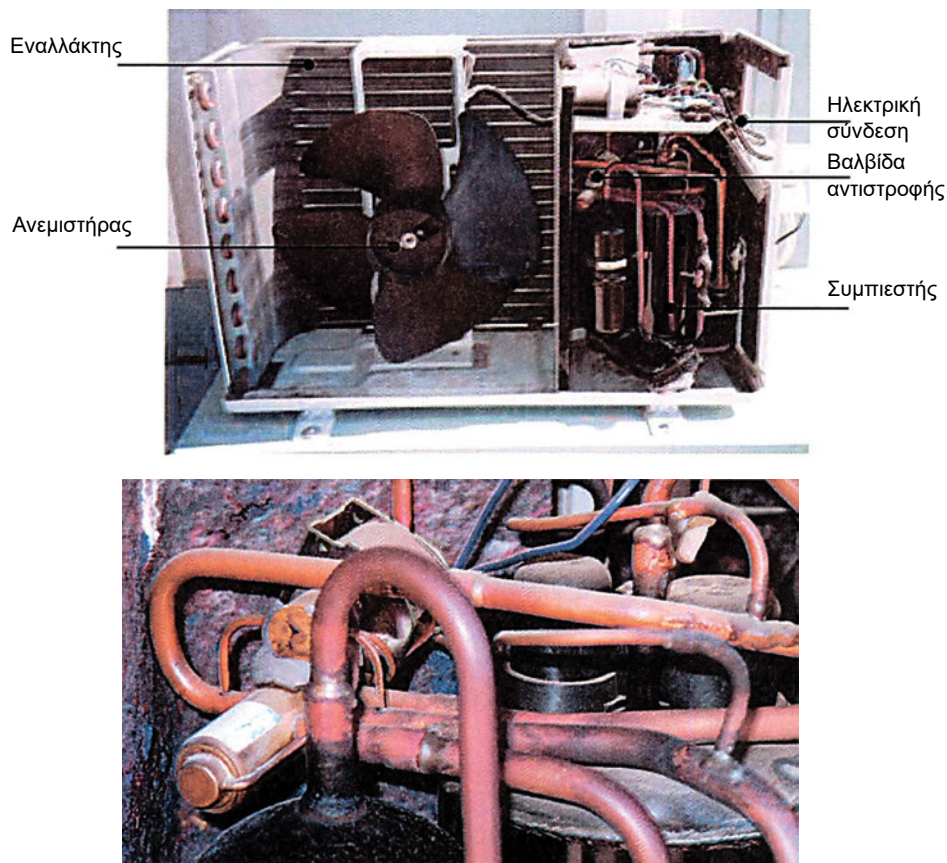
Σχήμα 3.4: Σχηματική περιγραφή του κύκλου λειτουργίας αντλίας θερμότητας το χειμώνα, για τη θέρμανση του εσωτερικού αέρα. Οι μονάδες διαρρέουν τύπου διαχωρίζουν τις επιμέρους συσκευές και εξαρτήματα του κυκλώματος σε μια εσωτερική και σε μια εξωτερική μονάδα, οι οποίες επικοινωνούν μεταξύ τους με τους δυο 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 πίεσή 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.

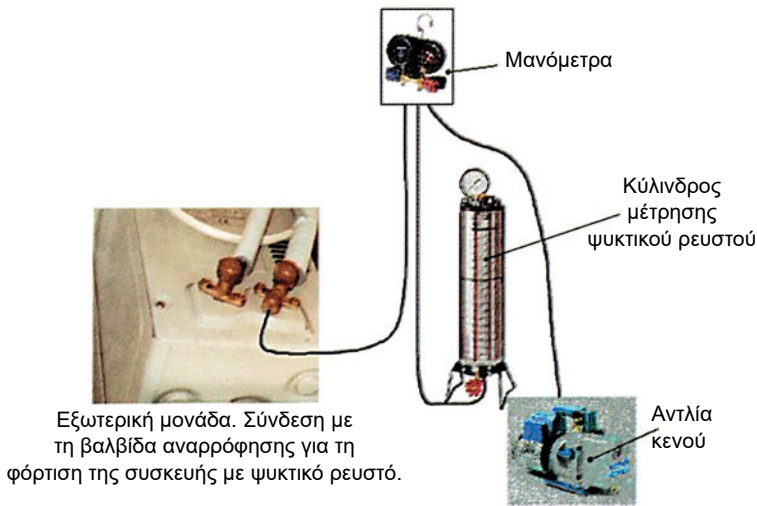
Η εξωτερική μονάδα (Εικόνα 3.7) περιλαμβάνει τα εξής βασικά εξαρτήματα:

- 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 βαλβίδας αντιστροφής (κάτω).

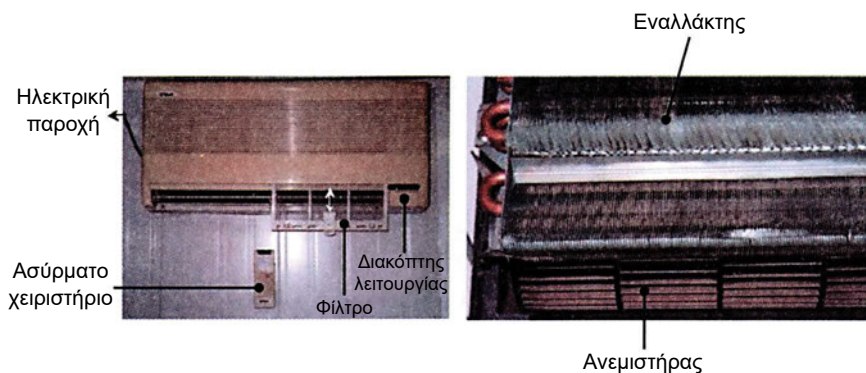
Το κάλυμμα της εξωτερικής μονάδας είναι κατασκευασμένο από μεταλλικό έλασμα με πλαστική επένδυση, ενώ εμπρός από τον ανεμιστήρα διαθέτει άνοιγμα με προστατευτικό πλέγμα, για να κυκλοφορεί ο αέρας που περνά από τον εναλλάκτη. Στο κάτω μέρος της πλαϊνής πλευράς της εξωτερικής μονάδας υπάρχουν δύο αναμονές, 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 (π.χ. 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.

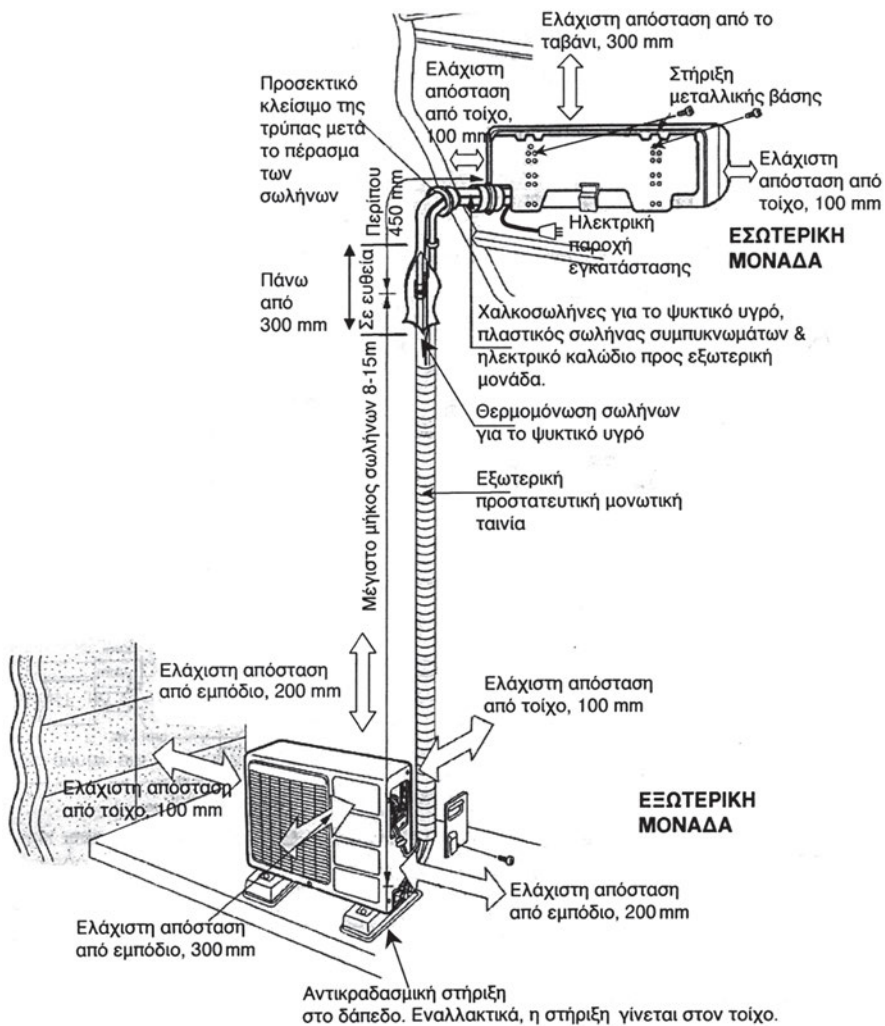


Εικόνα 3.9: Εσωτερική μονάδα, με το προστατευτικό κάλυμμα (αριστερά) και σε λεπτομέρεια, χωρίς το κάλυμμα (δεξιά).

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:

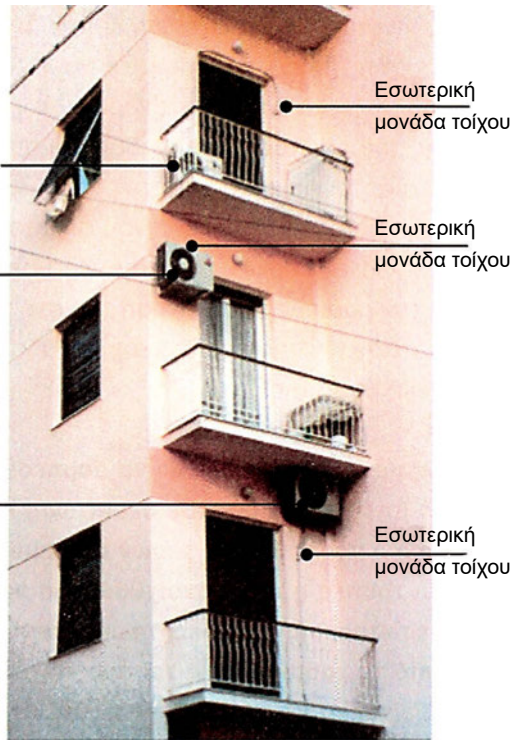
- Τον έλεγχο λειτουργίας της μονάδας (ON/OFF).
- Την επιλογή του κύκλου λειτουργίας (ψύξη, θέρμανση, αερισμό – δηλαδή απλή κυκλοφορία του εσωτερικού αέρα με τον ανεμιστήρα της μονάδας – αφύγρανση, αυτόματη επιλογή του κύκλου λειτουργίας από την ίδια τη μονάδα, ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία).
- 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.

Σωστή μεν τοποθέτηση της εξωτερικής μονάδας στο μπαλκόνι, αλλά σε λάθος πλευρά, σε σχέση με την εσωτερική μονάδα που βρίσκεται μακριά (στην επάνω απέναντι πλευρά).

Σωστή τοποθέτηση της εξωτερικής μονάδας, αφού διατηρούνται οι ελάχιστες αποστάσεις από τα εμπόδια και βρίσκεται πιο χαμηλά από την αντίστοιχη εσωτερική μονάδα που είναι ακριβώς πίσω από αυτήν.

Λάθος τοποθέτηση της εξωτερικής μονάδας αφού αφενός δεν «αναπνέει» και αφετέρου βρίσκεται πάνω από την εσωτερική μονάδα.



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 (π.χ. 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 (π.χ. 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.



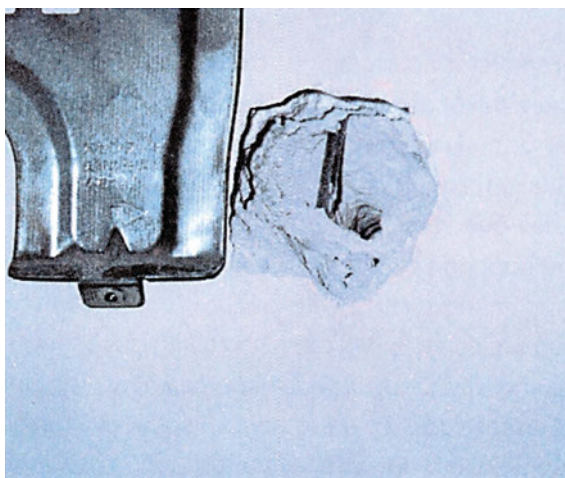
Η θέση της μονάδας δεν πρέπει να συμπέσει με το τμήμα του τοιχοποιίας από μπετόν (δοκάρι), σε περίπτωση που πρόκειται για εξωτερικό τοίχο, για να μη θιγεί ο φέρων οπλισμός του κτιρίου. Για το λόγο αυτό, οι τρύπες που θα ανοιχθούν για να στερεωθεί η μεταλλική βάση της εσωτερικής μονάδας, πρέπει να είναι 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 κάνατε 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 υπόψη σας ότι το μέγεθος της εσω-

τερικής 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 σύνδεσή 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).



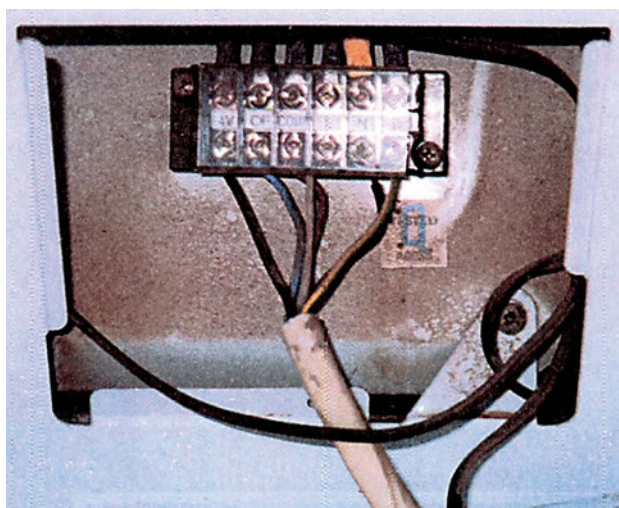
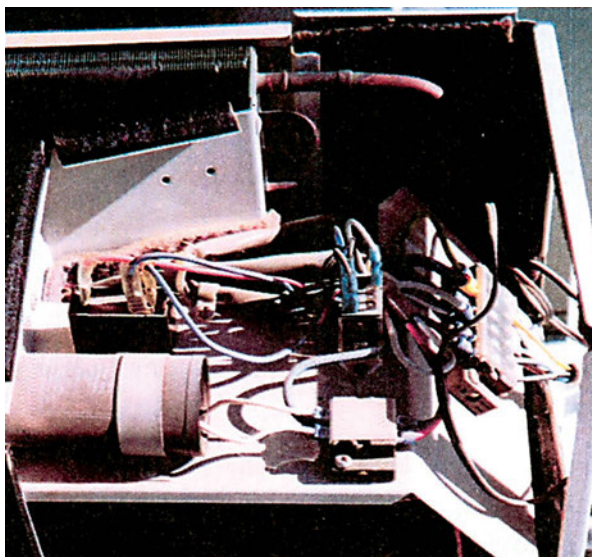
Εικόνα 3.14: Προετοιμασία συνδέσεων εσωτερικής μονάδας που θα «περάσουν» στην εξωτερική πλευρά. (Διακρίνονται: το καλώδιο παροχής ρεύματος στην εξωτερική μονάδα, οι αναμονές της εσωτερικής μονάδας με τον σωλήνα των συμπυκνωμάτων και οι αντίστοιχες των δυο χαλκοσωλήνων για το ψυκτικό ρευστό).

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 σύνδεσή 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.

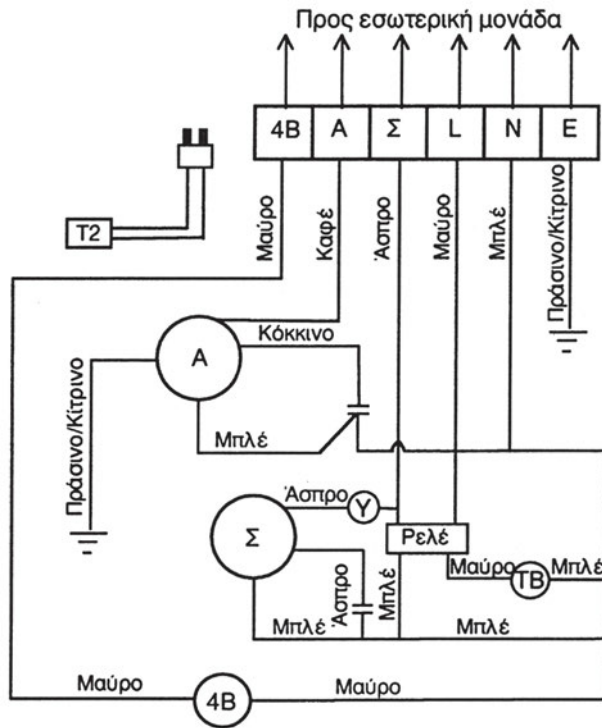
Πλησιάζοντας προς την εξωτερική μονάδα, το ηλεκτρικό καλώδιο οδηγείται στον ηλεκτρικό διακόπτη της μονάδας, για την ηλεκτρική σύνδεση.

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).



Ηλεκτρικό κύκλωμα εξωτερικής μονάδας

A: Κινητήρας ανεμιστήρα

Σ: Συμπιεστής

4B: Τετράοδη βαλβίδα αντιστροφής

TB: Τριχοειδής βαλβίδα

T2: Εξωτερικός θερμοστάτης αντιπαγετικής προστασίας

Y: Προστασία υπερφόρτωσης

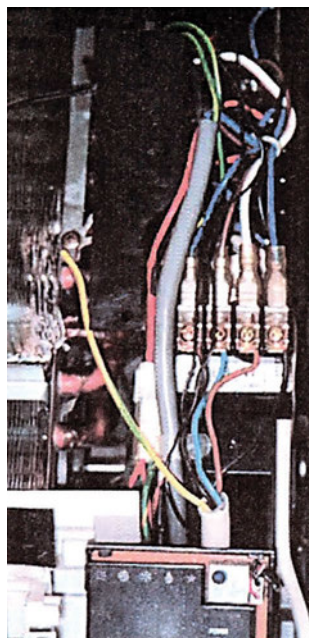
Σχήμα 3.6: Διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος εξωτερικής κλιματιστικής μονάδας κλιματιστικού διαιρούμενου τύπου (split).

2. Την ηλεκτρική σύνδεση της **εσωτερικής μονάδας** (Εικόνα 3.16 και Σχήμα 3.7) με μια ηλεκτρική παροχή για τη λειτουργία της εγκατάστασης. Το εσωτερικό κύκλωμα της μονάδας περιλαμβάνει:

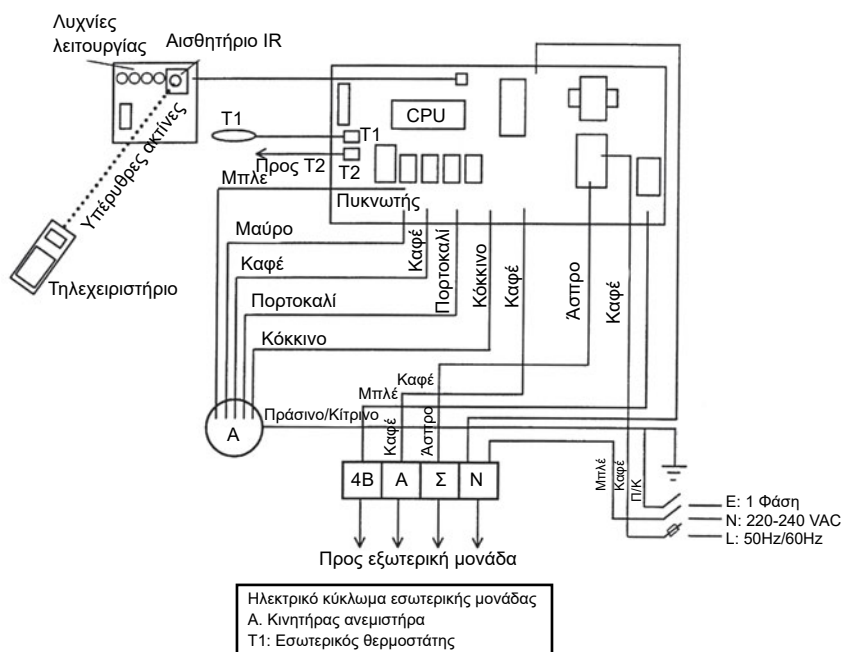
- Τον ανεμιστήρα.
- Το θερμοστάτη.
- Το διακόπτη επιλογής, που ρυθμίζει τη λειτουργία της μονάδας για θέρμανση, ψύξη, απλή κυκλοφορία του αέρα.
- Το συνδετήρα (πλακέτα με ακροδέκτες, όπου γίνονται οι συνδέσεις του καλωδίου μεταξύ των δύο μονάδων εξωτερικής και εσωτερικής).

Η εσωτερική μονάδα συνδέεται με την πλειότερη 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.



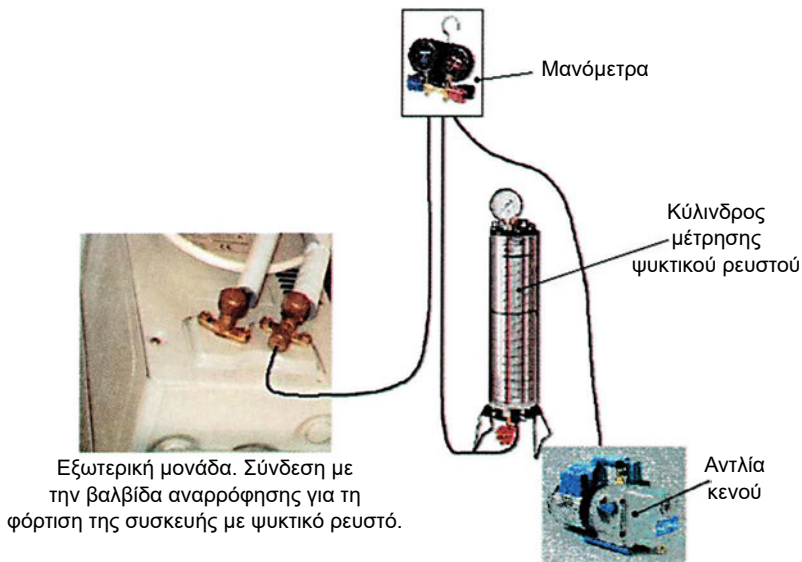
Σχήμα 3.7: Διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος εσωτερικής κλιματιστικής μονάδας διαιρούμενου τύπου (split units).

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 την 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 τη φιάλη ή τον κύλινδρο μέτρησης του ψυκτικού ρευστού και ο δεξιός σωλήνας με μια αντλία κενού.



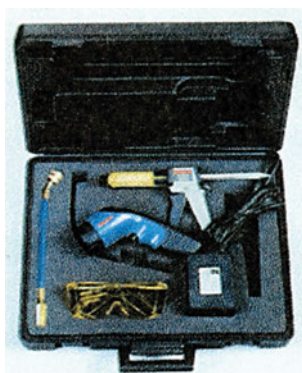
Σχήμα 3.8: Διάταξη εξαρτημάτων και συνδέσεις για την αφαίρεση αέρα από τη μονάδα και πρόσθεση ψυκτικού, όταν χρειάζεται κατά τη διαδικασία συντήρησης.

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.

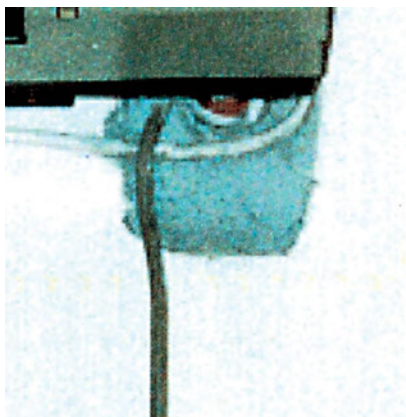
Προσοχή! Κατά την αφαίρεση των σωλήνων, αποφεύγουμε την επαφή με το ψυκτικό.

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 σαπουνί 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 αποσυναρμολόγησης 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, τριβοντας 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.ά.) 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 μι-

κρής 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.

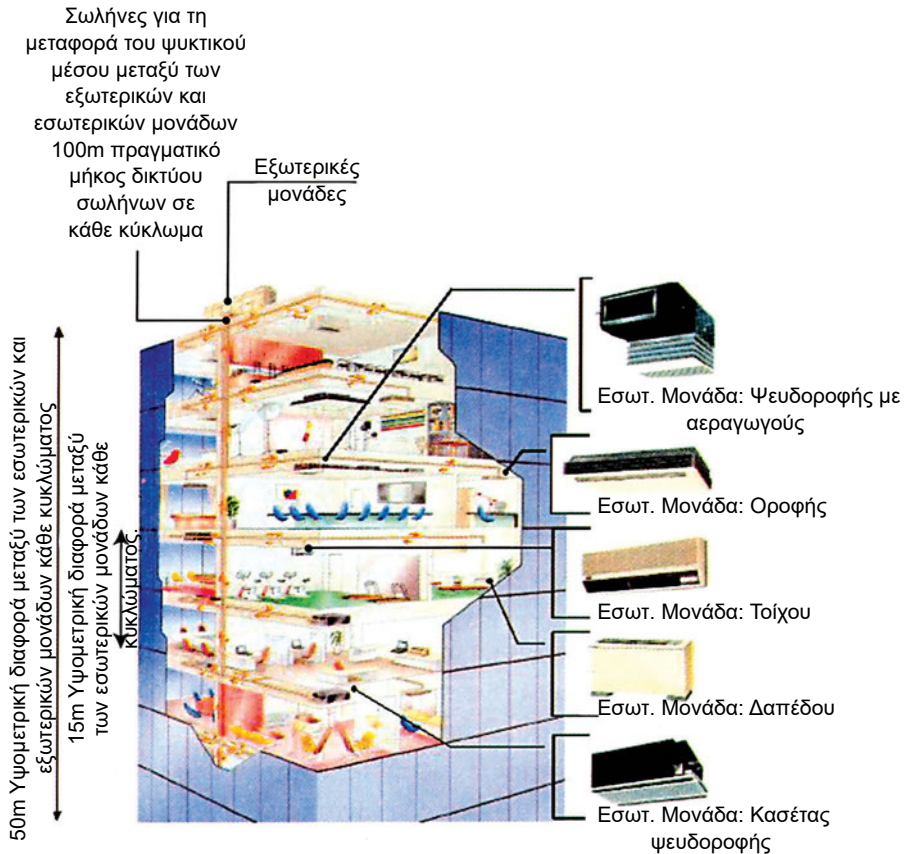
- Απολύμανση των επιφανειών της εσωτερικής μονάδας. Ανοίγοντας, δηλαδή, το προστατευτικό καπάκι της εσωτερικής μονάδας, ψεκάζουμε τις επιφάνειες (π.χ. του εναλλάκτη θερμότητας) με ένα ειδικό μυκητοκτόνο υγρό, όπως επίσης, και το λεκανάκι των συμπυκνωμάτων, γιατί εκεί υπάρχουν, σχεδόν μόνιμα, μικρές ποσότητες νερού, γεγονός που ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων, βακτηρίων κ.λπ.
- 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 «περάσματά» 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 ψυγείων 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 μεγάλου 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 βρει 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 κ.λπ., 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 **Wat (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 ρεύματος			Φάσεις/ Volts/Hz	1/230/50	1/230/50	1/230/50	1/230/50	1/230/50	1/230/50	1/230/50	
Ψύξη	Απόδοση Ψύξης ⁽¹⁾		Btu/h	6.826	9.600 (5100-10600)	9.600	11.000	13.500	17.100	22.000	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	1.100	1.430	2.060	2.565	721
		Συντελεστής ισχύος	%	97	90	97	98	98	96	99	93
Θέρμανση	Απόδοση Θέρμανσης ⁽²⁾		Btu/h	7.500	13700 (5100-10600)	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	1.250	1.046	1.230	1.660	2.060	2.725	–
	Συντελεστής ισχύος		%	96	89	97	98	98	96	99	–
Ισχύς Συμπίεστή			W	600	750	850	1.000	1.300	1.800	2.200	600
Ισχύς Ανεμιστήρα		εσ. μονάδα	W	18	22	22	22	25	30	41	22
		εξ. μονάδα		15	21	20	30	30	38	100	15
Στάθμη θορύβου, Ψύξη		εσ. μονάδα	dB	38	38	38	38	42	46	40	38
		εξ. μονάδα		42	43	43	47	47	50	58	41
Στάθμη θορύβου, Θέρμανση		εσ. μονάδα	dB	38	40	39	40	43	46	40	–
		εξ. μονάδα		42	43	43	47	47	50	58	–
Ικανότητα αφύγρυνσης			lt/h	1,2	1,6	1,5	1,8	2,2	2,8	3	1,3
Ροή αέρα	Ψύξη		m³/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	Ύψος		mm	265	265	265	265	265	285	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	9,5	13	7,2
Διαστάσεις/βάρος Εξωτερική μονάδα	Ύψος		mm	490	540	540	540	540	647	642	490
	Πλάτος		mm	640	710	780	780	780	780	830	640
	Βάθος		mm	210	255	245	245	245	245	330	210
	Βάρος		kg	23	32	33	36	37	47	33	23
Ηλεκτρική σύνδεση εσωτ. /εξωτ. μονάδας	Αριθ. καλωδίων x mm²			4 x 1,5 mm²	3 x 1,5 mm²	4 x 1,5 mm²	4 x 1,5 mm²	4 x 1,5 mm²	4 x 2,5 mm²	4 x 2,5 mm²	3 x 1,5 mm²
Διάμετρος φυκτ. σωληνώσεων	Υγρού		Ίντσες	1/4"	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 (π.χ. 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, την 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 κ.λπ.)
- Μεγάλα και μη σκιαζόμενα ανοίγματα
- Υψηλή πυκνότητα ατόμων (έως 1 άτομο για κάθε 3 m²)

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 m²)

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 m²).

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

Ψυκτικά φορτία (Btu/hr.m ²)			
	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:

$$\text{Μήκος} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Πλάτος} = 3 \text{ m και}$$

$$\text{Ύψος} = 3 \text{ m}$$

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 η 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:

$$\text{Μήκος} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Πλάτος} = 3 \text{ m και}$$

$$\text{Ύψος} = 3 \text{ m}$$

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):

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

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

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:

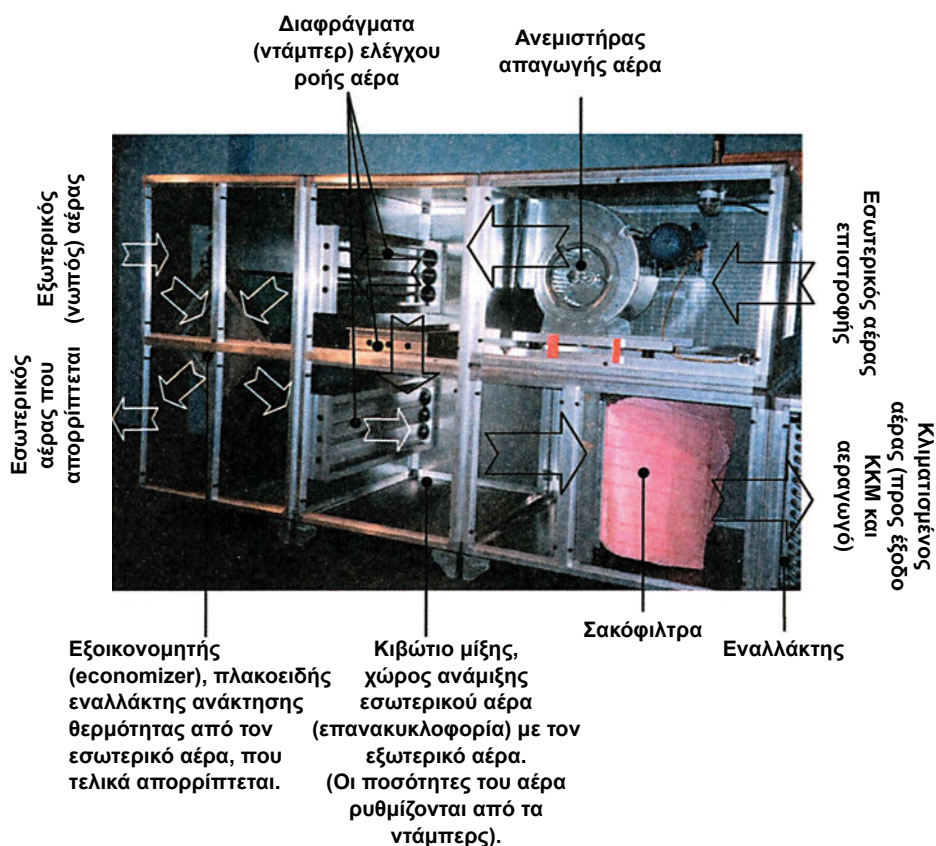
- α) εναλλάκτες θερμότητας, που τροφοδοτούνται με το ζεστό ή/και κρύο νερό για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας
- β) υγραντήρες και αφυγραντήρες, που ρυθμίζουν την περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς
- γ) φίλτρα που καθαρίζουν τον αέρα και
- δ) ανεμιστήρες που προκαλούν την κυκλοφορία του.

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.

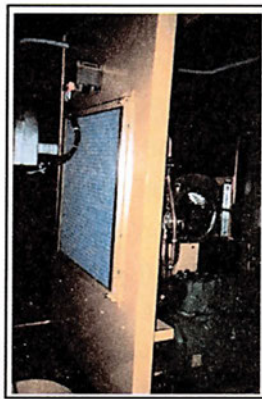


Εικόνα 3.21: Κεντρική κλιματιστική μονάδα. (Στα δεξιά, μετά την έξοδο του κλιματισμένου αέρα ακολουθεί ο ανεμιστήρας προσαγωγής του κλιματισμένου αέρα προς τους εσωτερικούς χώρους.)

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:

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

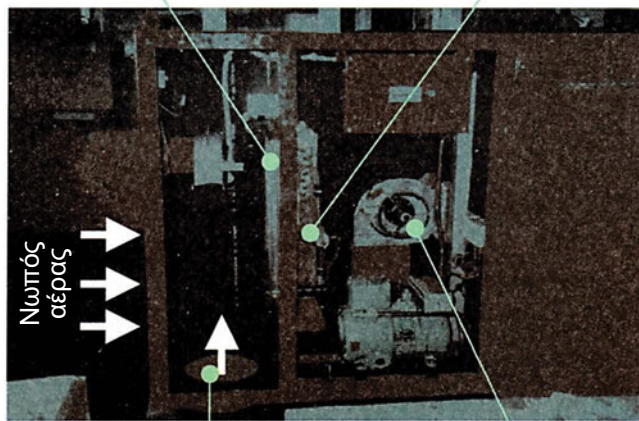
Στην Εικόνα 3.22 παρουσιάζεται μια απλή μορφή ΚΚΜ και ακολουθεί μια σύντομη γενική περιγραφή όλης της μονάδας, καθώς και όλων των επιμέρους στοιχείων και χαρακτηριστικών της.



(β) Φίλτρο



(γ) Εναλλάκτης



(α)

Αέρας επιστροφής

Ανεμιστήρας

Εικόνα 3.22: (α) Απλή μορφή μικρής κλιματιστικής μονάδας. (Ο νωπός αέρας αναμειγνύεται 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 (π.χ. να μην υπάρχουν εμπόδια) ή και να βρίσκεται μακριά από πηγές ρύπων.

π.χ. 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 στην ΚΚΜ να είναι μακριά από σημεία εξόδου (απόρριψης) του εσωτερικού αέρα.

3.10.1 Εξαρτήματα Κλιματιστικών Μονάδων

■ Ψυκτικό & Θερμαντικό στοιχείο

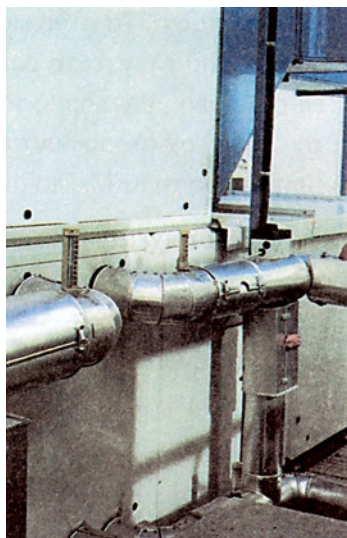
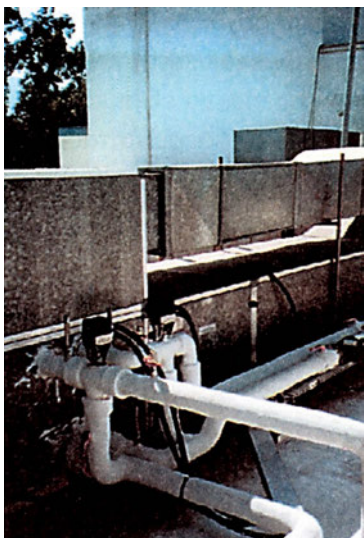
Το ψυκτικό ή/και το θερμαντικό στοιχείο τροφοδοτούνται με κρύο ή/και ζεστό νερό (Εικόνα 3.23), το οποίο προέρχεται ανάλογα με τις απαιτήσεις, είτε από τον ψύκτη, είτε από το λέβητα, είτε σε άλλες περιπτώσεις, από αντλία θερμότητας.

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 εξόδου 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 ελαχιστοποι-

ούνται οι απώλειες θερμότητας από τον ψύκτη/λέβητα προς την 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 **υγραντήρας** καθώς αυξάνει την υγρασία του αέρα (**ύγρανση**) που, συνήθως, είναι ξηρός λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του από τον θερμαντήρα, κατά την 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:

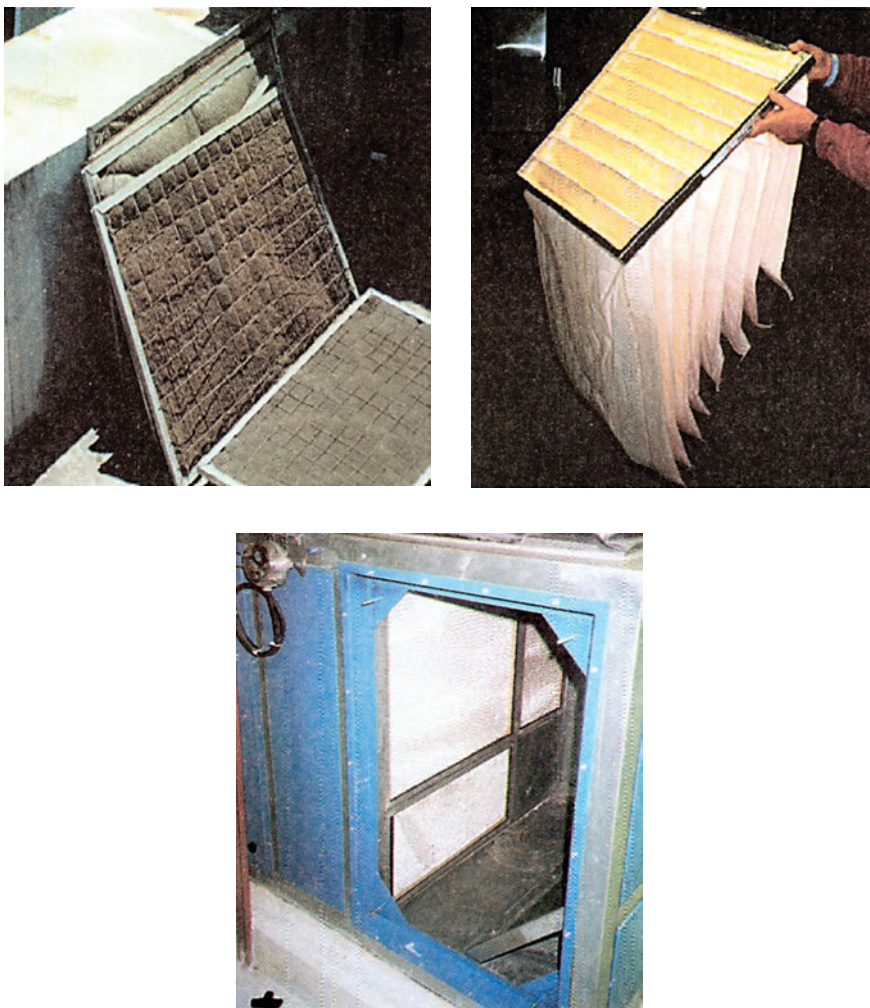
- Στατικά
- Αυτόματα
- Ηλεκτροστατικά
- Υψηλής απόδοσης και
- Ενεργού άνθρακα.

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.

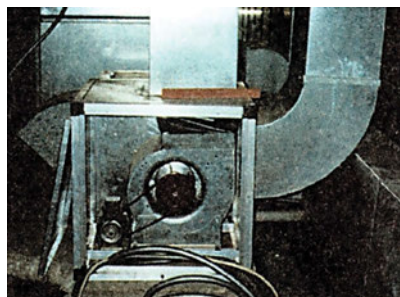
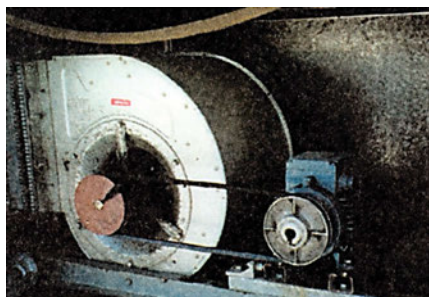
Επίσης, η χρήση κατάλληλων φίλτρων επιτρέπει την ανακυκλοφορία του εσωτερικού αέρα, ο οποίος αφού κλιματιστεί και καθαριστεί, αναμιγνύεται με την απαραίτητη ποσότητα νωπού (εξωτερικού φρέσκου αέρα) και επαναφέρεται στους εσωτερικούς χώρους. Παρομοίως, με το συνδυασμό διαφόρων φίλτρων (πολυσταδιακός καθαρισμός),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

■ 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.

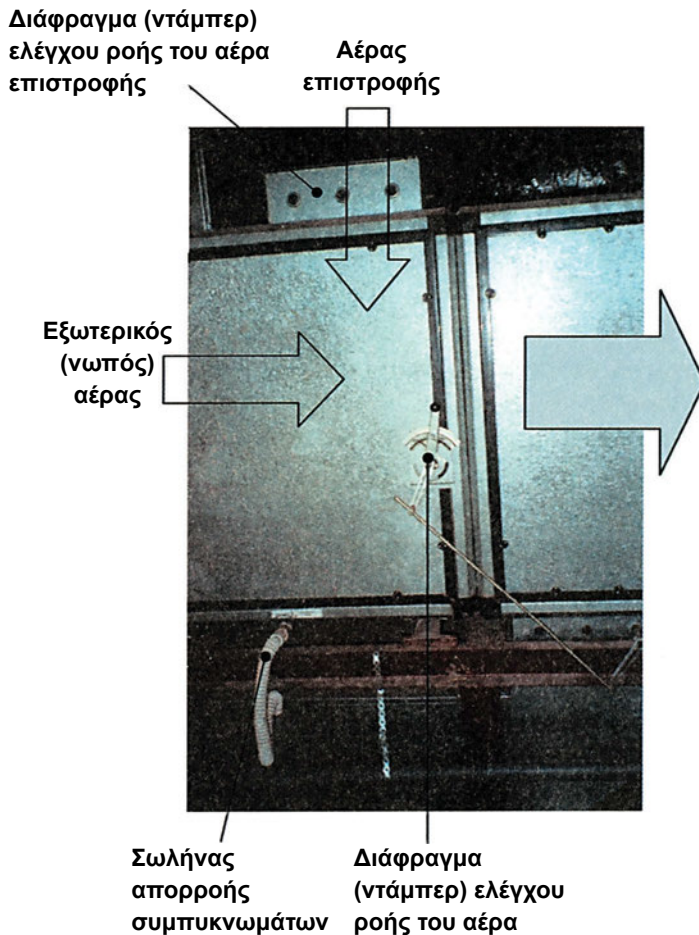
Οι ανεμιστήρες καθορίζουν την **παροχή** και την **πίεση** του παρεχόμενου αέρα. Η πτώση της πίεσης του αέρα, κατά μήκος της εγκατάστασης, αυξάνεται, σαν αποτέλεσμα της αύξησης συγκέντρωσης ρύπων στα φίλτρα, ή της αύξησης των απωλειών τριβής, κατά μήκος των αεραγωγών. Διατηρώντας, όμως, τα φίλτρα και 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 τραχύτητά 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 τον 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 **«οικονομητήρας»**, που είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας.

Υπάρχουν δύο τύποι τέτοιων εναλλακτών θερμότητας (εξοικονομητήρων):

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

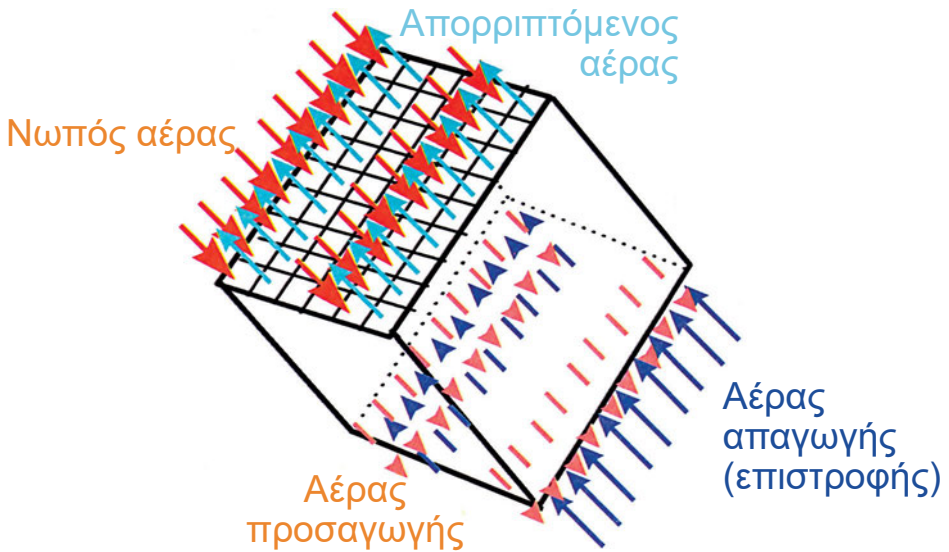
Πιο αναλυτικά:

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).

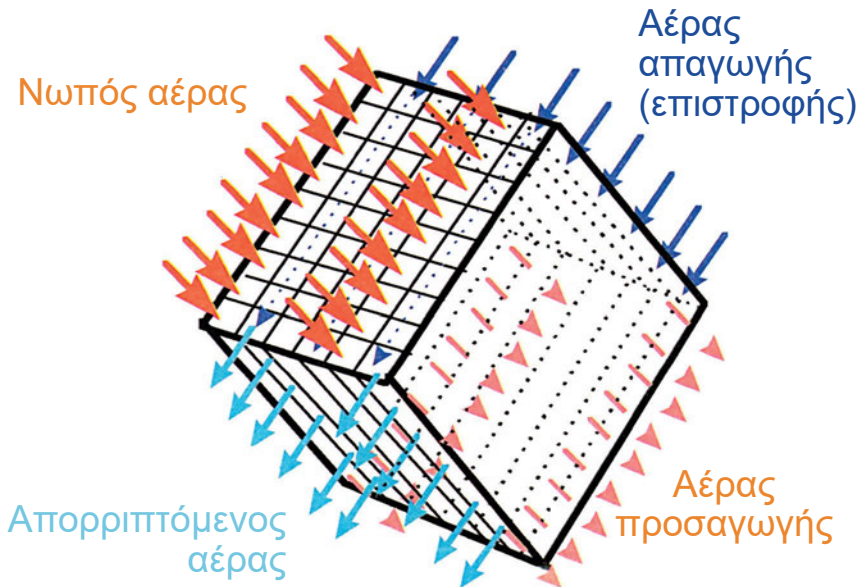
Εναλλάκτης περιστρεφόμενου τροχού (Σχήμα 3.10). Ο εναλλάκτης αυτός χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή θερμότητας και υγρασίας, σε μια διάταξη αέρα-αέρα. Ο τροχός κατασκευάζεται από εναλλασσόμενα στρώματα λεπτών επιπέδων σε συνδυασμό με κυματοειδή ελάσματα (φύλλα) αλουμινίου, τα οποία επικαλύπτονται με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

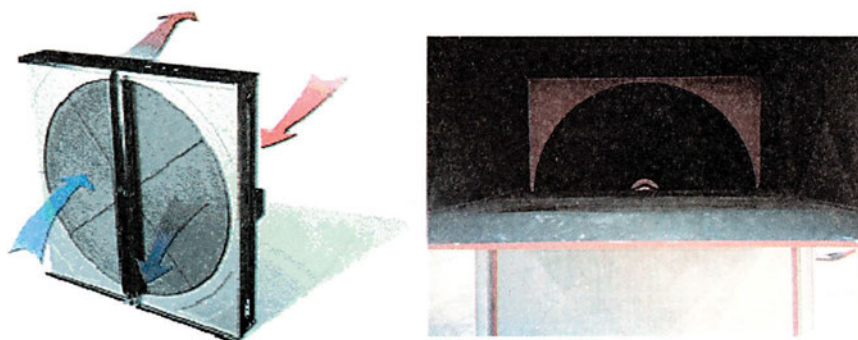
- ☞ Στις συνήθεις εφαρμογές χρησιμοποιείται, κατά κύριο λόγο, ο πλακοειδής εναλλάκτης, ο οποίος έχει ικανοποιητική απόδοση.



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



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

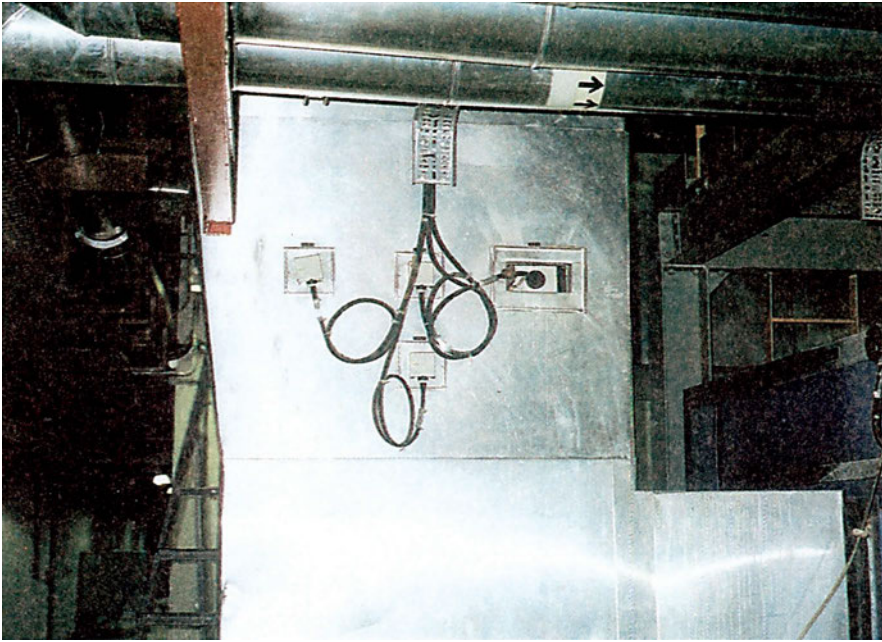


Σχήμα 3.10: Τροχός ανάκτησης θερμότητας/υγρασίας. Σχηματική διάταξή του (αριστερά) και εγκατάστασή του σε ΚΚΜ (δεξιά).

■ Συστήματα ελέγχου - αυτοματισμοί

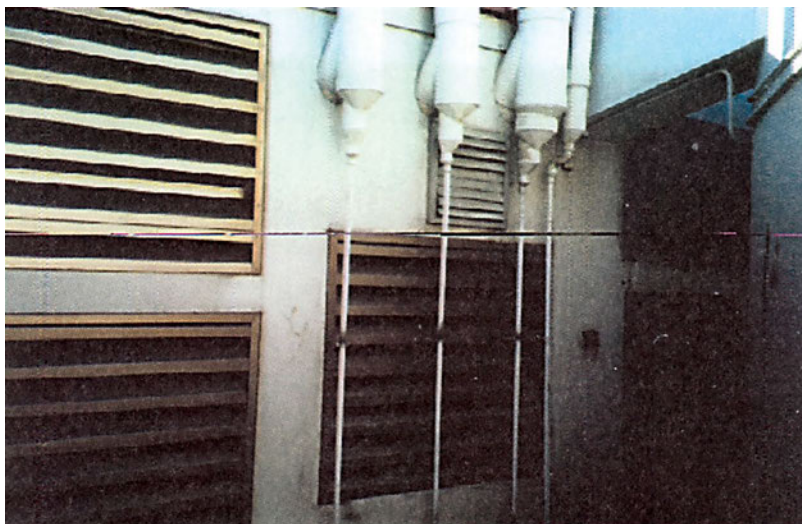
Η λειτουργία των ΚΚΜ μπορεί να ελέγχεται με κεντρικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου κτιρίου (Building Management System - **BMS**), μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών. Για το λόγο αυτό, χρειάζονται αισθητήρια μέτρησης των συνθηκών λειτουργίας της μονάδας. Τα συστήματα αυτά είναι κατάλληλα για μεγάλου μεγέθους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

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 στην 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 στην 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 στην 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

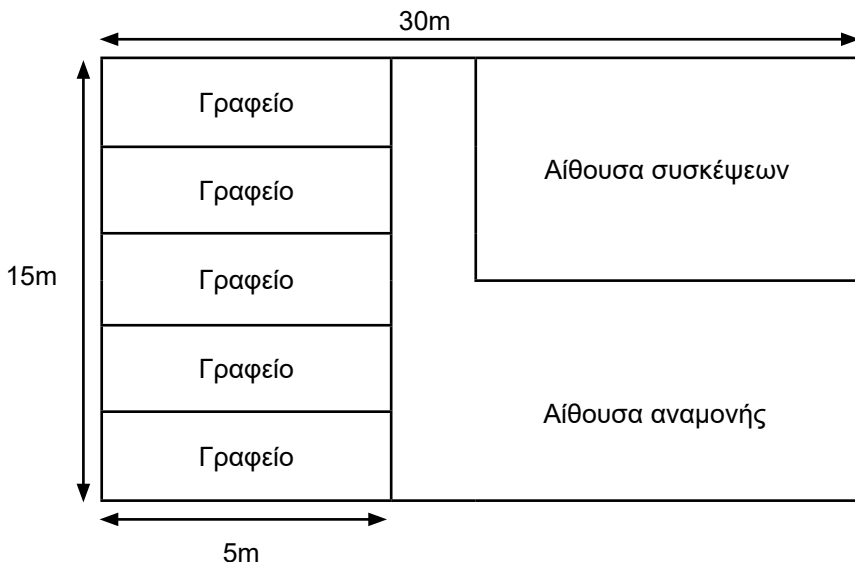
- Τα είδη των κλιματιστικών μονάδων διαφέρουν ανάλογα με την εφαρμογή, τις απαιτήσεις και το κόστος κατασκευής και εγκατάστασης. Έτσι, μπορούν να διαχωριστούν σε:
 - α) Αυτόνομες μονάδες και
 - β) Κεντρικές μονάδες.
- Οι αυτόνομες μονάδες καλύπτουν τις ανάγκες ενός χώρου με μικρό όγκο, ρυθμίζοντας τη 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 συντήρησής του



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

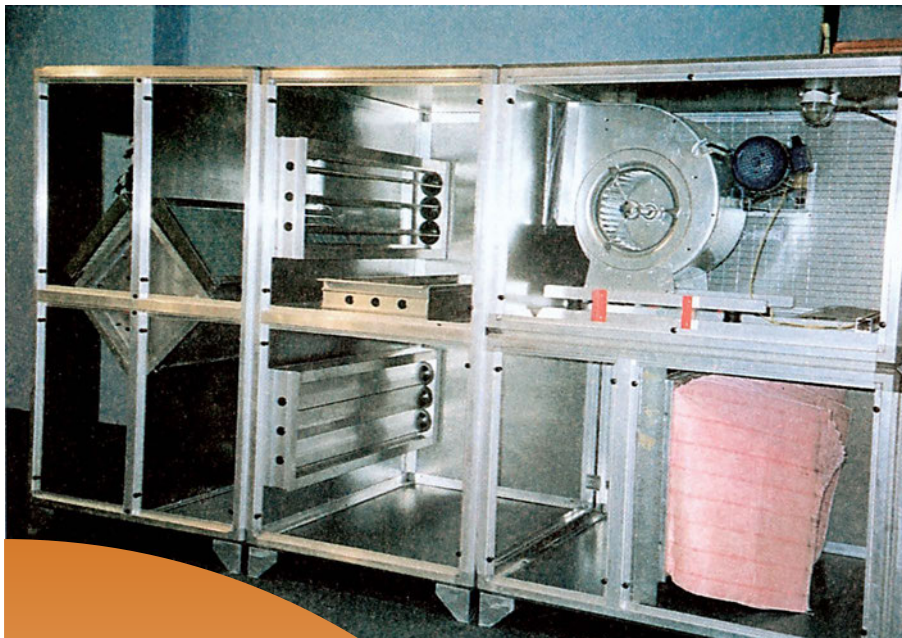
1. Γιατί υπάρχουν διαφορετικές κλιματιστικές μονάδες;
2. Γιατί μια κλιματιστική μονάδα διαιρούμενου τύπου έχει μια εξωτερική και μια εσωτερική μονάδα;
3. Πού τοποθετούνται οι κλιματιστικές μονάδες «ενιαίου τύπου» στο χώρο ενός δωματίου;
4. Το σχήμα που ακολουθεί είναι η κάτοψη ενός ορόφου κτιρίου γραφείων. 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 (π.χ. καφετέρια, κατάστημα τροφίμων κ.λπ.), 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.

ΑΕΡΙΣΜΟΣ – ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ



4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

4.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΝΩΠΟΥ (ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ) ΑΕΡΑ

4.3 ΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ

4.4 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

4.5 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ

4.6 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ



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

- ✓ Γνωρίζουν τη σημασία του αερισμού - εξαερισμού για ένα χώρο ή ένα κτίριο.
- ✓ Γνωρίζουν τους παράγοντες που καθορίζουν την επιλογή ενός συστήματος αερισμού για κάθε περίπτωση.

4.1 Εισαγωγή

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

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

Ο αερισμός θεωρείται μια από τις βασικότερες προϋποθέσεις για τη διαμόρφωση ενός υγιεινού και άνετου περιβάλλοντος, αφού επιδρά στις συνθήκες θερμικής και ακουστικής άνεσης, και συμβάλλει στην επίτευξη κατάλληλων συνθηκών υγιεινής (εσωτερικής ποιότητας αέρα) για τους χρήστες των αεριζόμενων χώρων.

Ανάλογα με τους μηχανισμούς που προκαλούν τον αερισμό-εξαερισμό ενός χώρου, έχουμε:

- α) Το φυσικό αερισμό**, κατά τον οποίο ο αέρας εισέρχεται και εξέρχεται σε έναν εσωτερικό χώρο, μέσα από ανοιχτά παράθυρα ή άλλα ανοίγματα του κτιρίου, ενώ η κυκλοφορία και η ανανέωση του εσωτερικού αέρα γίνεται χωρίς ανεμιστήρες, και
- β) Το μηχανικό αερισμό** με χρήση ανεμιστήρων. Ο αερισμός αυτός εξασφαλίζει ένα υγιές και άνετο περιβάλλον στους χρήστες ενός εσωτερικού χώρου, είτε με την παροχή της απαιτούμενης ποσότητας φρέσκου αέρα είτε με τον καθαρισμό (φιλτράρισμα) του, είτε με τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα, εάν ο χώρος κλιματίζεται.

4.2 Απαιτήσεις νωπού (εξωτερικού) αέρα

Η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα εξαρτάται από τη χρήση του χώρου, την ποσότητα και το είδος των ρύπων που βρίσκονται μέσα στο χώρο.

☞ Σύμφωνα με τους νέους διεθνείς κανονισμούς, η **ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα δεν πρέπει να είναι μικρότερη από $27 \text{ m}^3/\text{h}$** (7,5 λίτρα/sec) ανά άτομο. Η ποσότητα αυτή, συνήθως, επαρκεί για τον έλεγχο της εσωτερικής ποιότητας του αέρα ως προς τους ρύπους, που προέρχονται από τους ανθρώπους και τις δραστηριότητές τους

Πάντως, ανάλογα με τη χρήση του χώρου, διαφοροποιούνται και οι απαιτήσεις, ιδιαίτερα εφόσον επιτρέπεται το κάπνισμα. Για παράδειγμα, ο απαιτούμενος νωπός αέρας σε χώρους γραφείων:

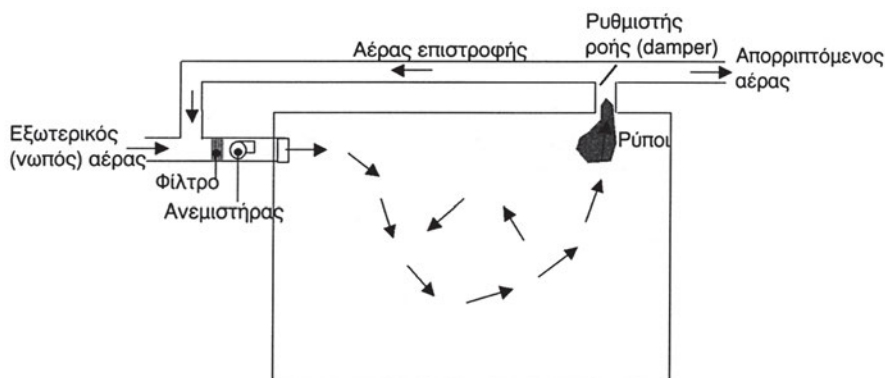
☞ Όταν **δεν** επιτρέπεται το κάπνισμα, πρέπει να είναι $27 - 36 \text{ m}^3/\text{h}$ ανά άτομο, ενώ

☞ Όταν στα γραφεία υπάρχουν **καπνιστές**, πρέπει να αυξηθεί σε $50 - 70 \text{ m}^3/\text{h}$ ανά άτομο.

Ας σημειωθεί ότι η ποσότητα του αέρα που προσάγεται σε ένα χώρο μπορεί να είναι, αποκλειστικά, εξωτερικός (νωπός) αέρας, μπορεί όμως, εναλλακτικά, να είναι και μίγμα νωπού αέρα με αέρα επιστροφής που απάγεται από τον χώρο (Σχήμα 4.1), με την προϋπόθεση, βέβαια, ότι το μίγμα αυτό θα έχει καθαριστεί από ρύπους, με τα κατάλληλα φίλτρα.

■ Υπολογισμός απαιτούμενου νωπού αέρα

Ο τρόπος υπολογισμού της απαιτούμενης ποσότητας εξωτερικού (νωπού) αέρα ανά ώρα, για τον έλεγχο της εσωτερικής ποιότητας του αέρα από τους ρύπους που προέρχονται από τους ανθρώπους και τις δραστηριότητές τους, γίνεται με βάση αφενός τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονται μέσα σε ένα κλειστό χώρο και αφετέρου τη συγκεκριμένη χρήση του χώρου. Σε περιπτώσεις, μάλιστα, που υπάρχουν και άλλες πηγές ρύπων, όπως για παράδειγμα, τα οικοδομικά υλικά, έπιπλα κ.λπ., οι οποίες απελευθερώνουν επιπλέον ατμοσφαιρικούς ρύπους, τότε μπορεί να αυξηθούν οι απαιτούμενες ποσότητες νωπού αέρα, οπότε και απαιτούνται ειδικοί υπολογισμοί, κατά περίπτωση.



Σχήμα 4.1: Κυκλοφορία εσωτερικού αέρα που αποτελείται από φρέσκο αέρα και αέρα επιστροφής (ανακυκλοφορίας).

Τα επίπεδα του αναγκαίου νωπού αέρα ανά άτομο δίνονται από τεχνικές οδηγίες που έχει εκδώσει το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας [ΤΟΤΕΕ 2425/86] (Πίνακας 4.1). Στον πίνακα αυτό δεν γίνεται διάκριση για «καπνίζοντες» και «μη καπνίζοντες», αν και, συνήθως, οι υψηλές συνιστώμενες τιμές αντιστοιχούν σε περιπτώσεις που, στον υπό μελέτη χώρο, υπάρχουν καπνιστές. **Σε σύγκριση, πάντως, με τους νέους διεθνείς κανονισμούς, οι ελάχιστες τιμές του Πίνακα 4.1 θεωρούνται χαμηλές**, αφού βασίζονται στην παραδοχή ότι η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα είναι $8,5\text{m}^3/\text{h.άτομο}$.

Έτσι, η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα ανά ώρα για τον αερισμό ενός χώρου υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την τιμή που αντιστοιχεί στην χρήση του χώρου – από τον Πίνακα 4.1 – με τον αριθμό των ατόμων που υπάρχουν στον χώρο. Στον ίδιο Πίνακα δίνονται, επίσης, και κάποιες ενδεικτικές τιμές, για να υπολογιστεί, κατά προσέγγιση, ο αριθμός των ατόμων σε χώρους για τους οποίους δεν υπάρχουν ακριβείς πληροφορίες.

Πίνακας 4.1 Απαιτήσεις σε νωπό αέρα των διαφόρων εσωτερικών χώρων [ΤΟΤΕΕ 2425/86].

Χρήση Χώρου	100 m ² Δαπέδου(*)	Ελάχιστος	Συνιστώμενος
Κατοικίες			
Καθιστικά, Δωμάτια	5	8,5	12 – 17
Κουζίνες, Μπάνια	--	34	50 – 85
Εκπαιδευτικά Κτίρια			
Αίθουσες	55	17	17 – 26
Εργαστήρια	32	17	17 – 26
Αμφιθέατρα	110	17	26 – 34
Βιβλιοθήκες	22	12	17 – 21
Γραφεία	10	12	17 – 26
Γυμναστήρια	75	34	42 – 51
Εστιατόρια	110	17	26 – 34
Νοσοκομεία			
Αίθουσες αναμονής	55	34	42 – 51
Δωμάτια ασθενών	22	17	26 – 34
Αίθουσες εξετάσεων	10	50	70 – 85
Γραφεία			
Γενικά	10	25,5	25,5 – 42,5
Χώροι αναμονής	32	12	25,5 – 34
Αίθουσες συνδιαλέξεων	65	42,5	51 – 68
Σχεδιαστήρια	22	12	17 – 25,5
Αίθουσες Η/Υ	22	8,5	12 – 17
Ξενοδοχεία			
Υπνοδωμάτια	5	12	17 – 25,5
Κοιν/στοι Χώροι	22	17	25,5 – 34
Οργανισμοί			
Γραφεία	10	17	25,5 – 34
Καταστήματα	32	12	17 – 25,5
Βιομηχανικοί Χώροι			42,5 – 68

(*) Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται μόνο, όταν δεν υπάρχουν συγκεκριμένες πληροφορίες για τον ακριβή αριθμό ατόμων μέσα στο χώρο.

π.χ. Παράδειγμα

Δίνεται ότι σε ένα γραφείο γενικής χρήσης, με διαστάσεις 20 x 10 x 2,5 μέτρα, δηλαδή συνολικού όγκου 500 m³, εργάζονται 15 άτομα. Να υπολογιστεί με βάση την TOTEE 2425/86 η ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα που απαιτείται για το χώρο, η μέγιστη συνιστώμενη τιμή (ποσότητα) του και οι αντίστοιχες (ελάχιστη-μέγιστη) αλλαγές νωπού αέρα ανά ώρα.

Για τα κτίρια γραφείων γενικής χρήσης, από τον Πίνακα 4.1, η τιμή που δίνεται για την απαιτούμενη ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα είναι 25,5 m³/h για κάθε άτομο, ενώ η μέγιστη συνιστώμενη είναι 42,5 m³/h για κάθε άτομο.

Έτσι, για όλο το χώρο του γραφείου και το συνολικό αριθμό εργαζομένων, απαιτούνται τουλάχιστον:

$$25,5 \text{ (m}^3\text{/h)} \times 15 \text{ (άτομα)} = 382,5 \text{ m}^3\text{/h νωπού αέρα, ενώ}$$

η *μέγιστη* συνιστώμενη τιμή (ποσότητα) του είναι:

$$42,5 \text{ (m}^3\text{/h)} \times 15 \text{ (άτομα)} = 637,5 \text{ m}^3\text{/h νωπού αέρα.}$$

Επίσης, ο *ελάχιστος* αριθμός αλλαγών νωπού αέρα την ώρα (**Air Changes per Hour - ACH**) είναι:

$$382,5 \text{ m}^3\text{/h} \div 500 \text{ m}^3 = 0,76 \text{ ACH, (αλλαγές αέρα ανά ώρα), ενώ}$$

ο *μέγιστος* αριθμός αλλαγών νωπού αέρα την ώρα (ACH) είναι:

$$637,5 \text{ m}^3\text{/h} \div 500 \text{ m}^3 = 1,27 \text{ ACH (αλλαγές αέρα ανά ώρα).}$$

Όπως, ήδη, αναφέρθηκε πιο πάνω, η ποσότητα του φρέσκου εξωτερικού (νωπού) αέρα που απαιτείται για το σωστό αερισμό των εσωτερικών χώρων εξαρτάται, εκτός από τη χρήση του χώρου και από το εάν επιτρέπεται το κάπνισμα. Οι κανονισμοί, πάντως, των διαφόρων χωρών έχουν πλέον εναρμονιστεί με την τάση που επικρατεί διεθνώς, σύμφωνα με την οποία απαγορεύεται το κάπνισμα στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Έτσι, η απαγόρευση του καπνίσματος περιορίζει σημαντικά τις απαιτήσεις νωπού αέρα και, συνεπώς, μπορεί να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας για τον κλιματισμό του αέρα. Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικές τιμές από διάφορες αναφορές της βιβλιογραφίας για τις απαιτήσεις σε νωπό αέρα, λαμβάνοντας υπόψη εάν επιτρέπεται ή όχι το κάπνισμα. Οι τιμές δίνονται, ανάλογα με την περίπτωση, σε κυβικά μέτρα νωπού αέρα, είτε ανά ώρα (m³/h) και ανά άτομο, είτε ανά μονάδα επιφάνειας του χώρου (m²), είτε ανά τυπικό χώρο διαμονής (π.χ. δωμάτιο).

Πίνακας 4.2 Απαιτήσεις σε νωπό αέρα των διαφόρων εσωτερικών χώρων, λαμβάνοντας υπόψη τη δυνατότητα ή όχι του καπνίσματος.

Χρήση Χώρου	Εκτιμώμενα Άτομα ανά 100 m ² Δαπέδου(*)	Ποσότητα εξωτερικού αέρα	
		Καπνίζοντες	Μη Καπνίζοντες
Γραφεία		(m³/h.άτομο)	(m³/h.άτομο)
Γραφεία	7	70	36
Ατομικά γραφεία		50	30
Χώροι αναμονής	60	60	28,8
Χώροι συνεδριάσεων	50	50	36
Ξενοδοχεία		(m³/h.άτομο)	(m³/h.άτομο)
Δωμάτια	5	130 (m ³ /h.δωμάτιο)	54 (m ³ /h.δωμάτιο)
Μπάνια, τουαλέτες δωματίων		65 για διακοπτόμενη λειτουργία	
Χώροι εισόδου	30	40	28,8
Μικρή αίθουσα συνεδριάσεων	50	50	36
Μεγάλη αίθουσα συγκεντρώσεων	120	40	28,8
Εστιατόρια	70	60	36
Μπαρ	100	54	
Νοσοκομεία		(m³/h.άτομο)	(m³/h.άτομο)
Δωμάτια ασθενών	10	--	46,8
Χειρουργεία	20	--	54
Εντατική	20	--	28,8
Φυσιοθεραπείας	20	--	28,8
Σχολεία		(m³/h.άτομο)	(m³/h.άτομο)
Αίθουσες διδασκαλίας	50	--	28,8
Εργαστήρια	30	--	36
Βιβλιοθήκη	20	--	36

(Συνέχεια στην επόμενη σελίδα)

(Συνέχεια από την προηγούμενη σελίδα)

Κατοικίες		(m ³ /h.δωμάτιο)	
Υπνοδωμάτιο	2 ή 1		54
Χώροι κατοικίας			54
Κουζίνα		43 ή 180 για διακοπτόμενη λειτουργία	
Λουτρό, τουαλέτα		36 ή 90 για διακοπτόμενη λειτουργία	
Καταστήματα		(m ³ /h.άτομο)	(m ³ /h.m ²)
Χώροι πωλήσεων σε ισόγειο	30	45	5,4
Χώροι πωλήσεων σε όροφο	20	40	3,6
Αποθηκευτικοί χώροι	15	--	2,7
Χώροι κίνησης εμπορευμάτων	10	--	2,7
Χώροι καπνίσματος	70	90	--
Αθλητικές Εγκαταστάσεις		(m ³ /h.άτομο)	(m ³ /h.άτομο)
Κερκίδες, θέσεις θεατών	150	40	28,8
Γυμναστήρια, χώρος άθλησης	30	--	36
Κολυμβητήρια, χώρος πισίνας		--	9 m ³ /h.m ² πισίνας
Αποδυτήρια		--	9 m ³ /h.m ²

(*) Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται μόνο, όταν δεν υπάρχουν συγκεκριμένες πληροφορίες για τον ακριβή αριθμό ατόμων μέσα στο χώρο.

π.χ. Παράδειγμα

Δίνεται ότι σε ένα γραφείο, με διαστάσεις 20 x 10 x 2,5 μέτρα, εργάζονται 15 άτομα. Να υπολογιστεί η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα, στην περίπτωση που όλοι οι εργαζόμενοι καπνίζουν και στην περίπτωση που δεν επιτρέπεται το κάπνισμα μέσα στον χώρο.

Από το Πίνακα 4.2, η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα είναι για μεν τους καπνίζοντες 70 m³/h.άτομο, για δε τους μη καπνίζοντες 36 m³/h.άτομο.

Συνεπώς, οι συνολικές απαιτήσεις νωπού αέρα, όταν τα άτομα καπνίζουν, θα είναι:

$$70 \text{ (m}^3\text{/h.άτομο)} \times 15 \text{ (άτομα)} = 1050 \text{ m}^3\text{/h.}$$

Αντίστοιχα, οι συνολικές απαιτήσεις νωπού αέρα, όταν τα άτομα δεν καπνίζουν, θα είναι:

$$36 \text{ (m}^3\text{/h.άτομο)} \times 15 \text{ (άτομα)} = 540 \text{ m}^3\text{/h.}$$

4.3 Αλλαγές αέρα

Ένα άλλο κριτήριο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων νωπού αέρα είναι ο αριθμός των αλλαγών του ανά ώρα (**ACH**), σύμφωνα με τη χρήση του χώρου. Η ικανοποιητική ανανέωση του εσωτερικού αέρα με νωπό (φρέσκο) αέρα είναι απαραίτητη, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απομάκρυνση των ρύπων που συγκεντρώνονται στους κλιματιζόμενους χώρους. Σύμφωνα, λοιπόν, με την [TOTEE 2425/86], η απαιτούμενη ποσότητα νωπού αέρα ανά ώρα υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την τιμή που αντιστοιχεί στη χρήση του χώρου (από τον Πίνακα 4.3) με τον όγκο του αεριζόμενου χώρου.

Πίνακας 4.3 Προτεινόμενες ωριαίες αλλαγές νωπού αέρα [TOTEE 2425/86].

Χρήση Χώρου	Αριθμός αλλαγών αέρα την ώρα (ACH)
Βιβλιοθήκες	4 – 5 φορές
Γραφεία	4 – 8
Αμφιθέατρα	8 – 10
Εμπορικά καταστήματα	4 – 6
Κινηματογράφοι	4 – 6
Αίθουσες συνεδριάσεων	6 – 8
Αίθουσες χειρουργείων	15 – 20
Κολυμβητήρια	3 – 4

Οι τιμές αυτές είναι αντιπροσωπευτικές και μπορεί να διαφέρουν σημαντικά, ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων που υπάρχουν στο κτίριο, με την ποιότητα του αέρα και με άλλους παράγοντες.

π.χ. Παράδειγμα

Δίνεται ότι σε ένα γραφείο γενικής χρήσης, με διαστάσεις 20 x 10 x 2,5 μέτρα, εργάζονται 15 άτομα. Να υπολογιστούν οι προτεινόμενες αλλαγές νωπού αέρα την ώρα, καθώς και η αντίστοιχη απαιτούμενη ποσότητα φρέσκου (νωπού) εξωτερικού αέρα.

Από τον Πίνακα 4.3, προτείνονται 4 έως 8 αλλαγές αέρα την ώρα. (ACH)

Ο χώρος έχει συνολικό όγκο: $20 \times 10 \times 2,5 = 500 \text{ m}^3$.

Συνεπώς, η ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα, την ώρα που μπορεί να απαιτηθεί, είναι:

$$500 \text{ m}^3 \times 4 \text{ ACH} = 2000 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ ενώ}$$

η μέγιστη είναι:

$$500 \text{ m}^3 \times 8 \text{ ACH} = 4000 \text{ m}^3/\text{h}.$$

4.4 Αερισμός και θερμική άνεση

Η κίνηση του αέρα γύρω από το ανθρώπινο σώμα είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική άνεση.

π.χ. Παράδειγμα

Το καλοκαίρι, για να αισθανθούμε άνετα, χρησιμοποιούμε ένα ανεμιστήρα για να μας φυσάει αέρα ή ανοίγουμε τα παράθυρα, εάν, φυσικά, η εξωτερική θερμοκρασία δεν είναι πολύ υψηλή. Έτσι, και στη μία και στην άλλη περίπτωση, δημιουργείται ένα ρεύμα αέρα, το οποίο περνώντας πάνω από το σώμα του ανθρώπου, προκαλεί την εξάτμιση του ιδρώτα, με αποτέλεσμα να αισθανόμαστε περισσότερη δροσιά. Αντίθετα, το χειμώνα, το ίδιο αυτό ρεύμα αέρα μας προκαλεί δυσφορία, γιατί μας κάνει να κρυώνουμε.

- Σύμφωνα, λοιπόν, με τους ισχύοντες κανονισμούς, το **ανώτατο επιτρεπτό όριο** για την ταχύτητα κυκλοφορίας του εσωτερικού αέρα στα κτίρια, είναι **0,8 m/s**, αφού υψηλότερες τιμές δημιουργούν πρακτικά προβλήματα, όπως, για παράδειγμα, τη μετατόπιση ελαφρών φύλλων χαρτιού κ.λπ.

- Για ταχύτητες αυτού του μεγέθους έχει βρεθεί ότι, και στην περίπτωση που η σχετική υγρασία είναι 60%, το περιβάλλον χαρακτηρίζεται θερμικά άνετο, ακόμη και αν οι θερμοκρασίες είναι μέχρι και 2-3°C υψηλότερες από εκείνες που αντιστοιχούν στις απόλυτες συνθήκες θερμικής άνεσης.
- Το καλοκαίρι, με το φυσικό αερισμό ή/και με τη χρήση ανεμιστήρων κατά προτίμηση οροφής – είναι δυνατό να διευκολύνουμε ή και να ελέγξουμε την κυκλοφορία του εσωτερικού αέρα, έτσι ώστε να αισθανόμαστε άνετα χωρίς κλιματισμό, ακόμη και σε υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. μέχρι 27-29°C).

4.5 Αερισμός και Ποιότητα αέρα

Η μόλυνση του αέρα των εσωτερικών χώρων είναι ένα παλιό πρόβλημα, αν και το ενδιαφέρον μας για το θέμα αυτό έγινε έντονο τις τελευταίες, κυρίως, δεκαετίες. Επίσης, και η μόλυνση του εξωτερικού αέρα είναι ένα αρκετά γνωστό θέμα που απασχολεί την παγκόσμια κοινότητα. Όμως, δεν είναι πάντα σίγουρο ότι, όταν βρισκόμαστε μέσα σε ένα κτίριο, η ποιότητα του αέρα είναι απαραίτητα καλύτερη απ' αυτήν του εξωτερικού αέρα.

- Οι περισσότεροι εσωτερικοί ρύποι δεν προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον, αλλά παράγονται μέσα στο ίδιο το κτίριο.
- Ο εσωτερικός αέρας μπορεί να είναι μέχρι και 10 φορές περισσότερο μολυσμένος από τον αντίστοιχο εξωτερικό.
- Οι περισσότεροι άνθρωποι περνούν περίπου το 60-90% του χρόνου τους μέσα στα κτίρια.

Όμως, ακόμη και όταν ο εσωτερικός αέρας δεν είναι ιδιαίτερα επιβαρημένος με ρύπους, το γεγονός ότι η παραμονή των ατόμων μέσα στους χώρους αυτούς διαρκεί, συνήθως, για μεγάλα χρονικά διαστήματα, αυξάνει την διάρκεια έκθεσης στην όποια μόλυνση και άρα την πιθανότητα να προκληθούν σοβαρά προβλήματα υγείας.

4.5.1. Το «σφράγισμα» των κτιρίων

Η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια με τον περιορισμό της διείσδυσης του εξωτερικού αέρα (μείωση των φορτίων) επιτυγχάνεται με το **«σφράγισμα» των κτιρίων**. Στην περίπτωση, μάλιστα, που υπάρχει εγκατάσταση κλιματισμού, αυτή λειτουργεί με το ελάχιστο ποσοστό νωπού εξωτερικού αέρα, αποσκοπώντας πάλι στη μείωση των φορτίων.

Όμως, οι παραπάνω αυτές συνθήκες περιορισμού του αερισμού των κτιρίων, σε συνδυασμό με τις αυξημένες εκπομπές από εσωτερικούς ρύπους που προέρχονται είτε από νέα συνθετικά υλικά κατασκευής, είτε από τα υλικά των επίπλων κ.λπ., ή ακόμη και από το ίδιο το σύστημα του κεντρικού κλιματισμού, όταν αυτό είναι κακοσυντηρημένο και δεν λειτουργεί καλά, έχουν σαν αποτέλεσμα **την αύξηση των ρύπων και την επιβάρυνση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα**.

■ Λεγιονέλα

Ένα σημαντικό πρόβλημα που παρουσιάζεται στα μηχανικά αεριζόμενα και κλιματιζόμενα κτίρια είναι η **«Νόσος των Λεγεωναρίων»**, που έγινε ευρέως γνωστή το καλοκαίρι του 1976 στη Φιλαδέλφεια των Η.Π.Α., κατά τη διάρκεια ενός συνεδρίου λεγεωνάριων. Σύμφωνα με αυτή τα πρώτα συμπτώματα ήταν παρόμοια με αυτά του απλού κρυολογήματος. Αρχικά, δηλαδή υπήρξε δυσφορία και πονοκέφαλος και στη συνέχεια υψηλός πυρετός και περαιτέρω επιδείνωση των ασθενών με την εμφάνιση ανεπάρκειας του αναπνευστικού τους συστήματος. Παρατηρήθηκε ότι όσοι μετείχαν στο συνέδριο παρουσίασαν τα πρώτα συμπτώματα 3-9 ημέρες μετά από αυτό, που εξελίχθηκε σε πνευμονία. Ο τελικός απολογισμός ήταν 34 νεκροί από τα 221 άτομα, θύματα της νόσου. Μετά από έρευνες, διαπιστώθηκε ότι τα **φίλτρα** του κλιματισμού του ξενοδοχείου, λόγω **κακής συντήρησης**, ήταν εστίες βακτηριδίων, που ονομάστηκαν «λεγιονέλες».

Η λεγιονέλα μεταφέρεται στον άνθρωπο πάντα από το περιβάλλον. Οι μικροοργανισμοί αυτοί βρίσκονται συνήθως στο νερό (π.χ. ποτάμια, λίμνες). Όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, τότε η λεγιονέλα αναπτύσσεται και σε μεγάλες συγκεντρώσεις αποτελεί απειλή για την ανθρώπινη υγεία. Το πιο ευνοϊκό περιβάλλον είναι το λιμνάζον ζεστό νερό. Αναπτύσσεται ιδιαίτερα εύκολα σε μεγάλες εγκαταστάσεις δικτύων ύδρευσης (π.χ. ξενοδοχεία, νοσοκομεία), μηχανολογικές εγκαταστάσεις όπως οι πύργοι ψύξης και εξατμιστικοί συμπυ-

κνωτές, υγραντές κ.λπ. Η λεγιονέλα μεταφέρεται εύκολα από σταγονίδια και αεροσωματίδια.

Η *Legionella pneumophila* (Εικόνα 4.1) είναι το βακτηρίδιο που σχετίζεται με την ασθένεια των «Λεγεωνάριων» και μπορεί να προκαλέσει μόλυνση του αναπνευστικού συστήματος, με συμπτώματα παρόμοια του απλού κρυολογήματος και να εξελιχθεί σε πνευμονία. Μπορεί, επίσης, να εξαπλωθεί και σε άλλα όργανα του σώματος όπως το κεντρικό νευρικό σύστημα.



Εικόνα 4.1: Το βακτήριο της λεγιονέλας.

☞ Η ανάπτυξη, πάντως, της λεγιονέλας **δεν** παρατηρείται στις μικρές αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες, που χρησιμοποιούνται στα σπίτια, στα μικρά γραφεία και αλλού.

Σε όλες, όμως, τις κλιματιστικές εγκαταστάσεις, είναι απαραίτητος ο τακτικός έλεγχος και η σχολαστική συντήρηση, σε συνδυασμό πάντοτε με την απολύμανση των φίλτρων και των άλλων επιφανειών της κλιματιστικής μονάδας (π.χ. των επιφανειών του εναλλάκτη θερμότητας) με τις οποίες έρχεται σε επαφή ο εσωτερικός αέρας.

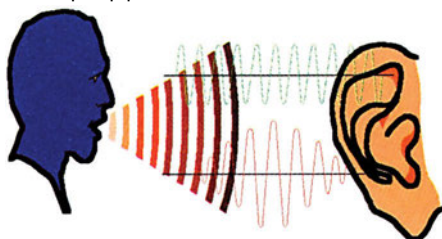
Στις διαιρούμενου τύπου κλιματιστικές μονάδες, πρέπει να καθαρίζεται με ιδιαίτερη προσοχή η εσωτερική μονάδα, ανοίγοντας το προστατευτικό κάλυμμα, και ψεκάζοντας τις επιφάνειές της με ένα μυκητοκτόνο υγρό, ειδικό γι' αυτή την περίπτωση. Επίσης πρέπει να απολυμαίνεται και το λεκανάκι των συμπυκνωμάτων που υπάρχει μέσα στην εσωτερική μονάδα.

4.6 Αερισμός και Ακουστική Άνεση

Μια από τις βασικές απαιτήσεις ενός καλά σχεδιασμένου κτιρίου είναι η **προστασία του από τους θορύβους**. Βέβαια, το κέλυφος του κτιρίου προστατεύει τους ανθρώπους που εργάζονται ή ζουν μέσα σ' αυτό, από τις εξωτερικές πηγές θορύβων, πρέπει, όμως, και το σύστημα αερισμού ή κλιματισμού, εάν υπάρχει, να έχει σχεδιαστεί και εγκατασταθεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ο θόρυβος που προκαλείται από τις εξωτερικές ή τις εσωτερικές μονάδες να είναι σε επίπεδα που δεν θα τους προκαλούν προβλήματα υγείας ή σοβαρή δυσφορία.

Εξάλλου, όταν τα επίπεδα θορύβου μέσα στο κτίριο είναι σε αποδεκτά όρια, τότε ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για ακουστική άνεση, η οποία είναι άλλη μια παράμετρος ιδιαίτερα σημαντική, αφού πέρα όλων των άλλων, επηρεάζει την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Πιο συγκεκριμένα:



Ο ήχος είναι το αποτέλεσμα της διέγερσης του αισθητήριου ανθρώπινου οργάνου της ακοής από μια ταλάντωση (μηχανική διαταραχή), που μεταδίδεται με τις μεταβολές της πίεσης, μέσα σε ένα ελαστικό μέσο (όπως είναι ο αέρας, το νερό ή κάποιο άλλο υλικό) όταν πάλλεται μια πηγή (π.χ. μια επιφάνεια) ή από την τυρβώδη (θορυβώδη) ροή ενός ρευστού. Η

ταχύτητα του ήχου μέσα σε ένα ρευστό (π.χ. αέρα, υγρό) εξαρτάται από την πυκνότητά του. Έτσι, στον αέρα – σε θερμοκρασία περιβάλλοντος – η ταχύτητα του ήχου είναι 340 m/s, ενώ στο νερό είναι 1500 m/s.

Η συχνότητα του ήχου είναι ο αριθμός των ταλαντώσεων ανά δευτερόλεπτο, που εκτελούνται από την ταλαντούμενη επιφάνεια, και εκφράζεται σε **Hertz (Hz)**. Ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί ήχους με συχνότητες από 20 Hz μέχρι 20000 Hz.

4.6.1. Ακουστική Άνεση

Η ακουστική άνεση, δηλαδή η διατήρηση μέσα σε ένα χώρο των επιπέδων του ήχου, σε αποδεκτά όρια, κατάλληλα για τη χρήση του χώρου, επηρεάζεται από ήχους (θορύβους) που μπορεί να προέρχονται από :

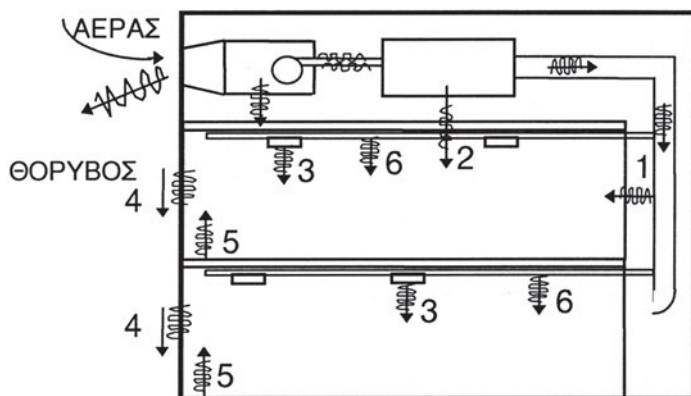
- α) Το **εξωτερικό περιβάλλον** και μεταφέρονται στο χώρο, μέσω των ανοιγμάτων, των τοίχων και των παραθύρων του κτιρίου
- β) Τις **μονάδες κλιματισμού**, που πιθανώς λειτουργούν μέσα στον ίδιο το χώρο και μεταφέρονται με την κυκλοφορία του αέρα, και
- γ) Τους **γειτονικούς εσωτερικούς χώρους**, μέσω των εσωτερικών τοίχων του κτιρίου.

Πιο συγκεκριμένα:

Οι πηγές θορύβου που προέρχονται από τα μηχανήματα και τα εξαρτήματα μιας κεντρικής εγκατάστασης αερισμού και κλιματισμού εντοπίζονται:

- α) Στην **κεντρική κλιματιστική μονάδα** (π.χ. στον χώρο του μηχανοστασίου), λόγω της λειτουργίας των επιμέρους εξαρτημάτων (π.χ. ανεμιστήρων, αντλιών κ.λπ.)
- β) Στα **δίκτυα των εγκαταστάσεων**, όπως είναι τα δίκτυα διανομής του αέρα, δηλαδή οι αεραγωγοί, λόγω της **υψηλής ταχύτητας** με την οποία κυκλοφορεί ο αέρας (ιδιαίτερα στα διαφράγματα ελέγχου της ροής του), ή λόγω διαρροών και κραδασμών των τοιχωμάτων των ίδιων των αεραγωγών, ή λόγω της κυκλοφορίας του αέρα στα στόμια εισόδου και εξόδου του.
- γ) Στα **μηχανήματα και στις συσκευές** που λειτουργούν μέσα στους ίδιους τους κλιματιζόμενους χώρους, όπως για παράδειγμα, στις τοπικές κλιματιστικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan coils), στα κιβώτια μίξης του αέρα, στα στόμια προσαγωγής ή απαγωγής του αέρα, στις αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες κ.λπ. Έτσι, για όλα τα μηχανήματα προσδιορίζονται από τον κατασκευαστή τα επιτρεπτά επίπεδα θορύβου, τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, ώστε να μην προκύπτουν σοβαρά προβλήματα από την επιλογή των συσκευών.

Στο Σχήμα 4.2 παρουσιάζονται οι πιθανές πηγές και τρόποι μετάδοσης του θορύβου και των δονήσεων από τη λειτουργία των διαφόρων μονάδων και συσκευών μέσα σε ένα κτίριο.



Σχήμα 4.2: Πηγές και τρόποι μετάδοσης θορύβου και κραδασμών από το κεντρικό σύστημα αερισμού ή/και κλιματισμού στα κτίρια : (1) Από τους ανεμιστήρες, μέσω των αεραγωγών, (2) Μέσω του δαπέδου του μηχανοστασίου, (3) Από τα στόμια, (4) Κτυπογενής διάδοση του θορύβου, μέσω του σκελετού του κτιρίου, (5) Δευτερογενής αερόφερτος θόρυβος από το σκελετό του κτιρίου, (6) Κραδασμοί και θόρυβος από την κυκλοφορία του αέρα στους αεραγωγούς.

Συνεπώς, ο θόρυβος που παράγεται από το σύστημα ή τα επιμέρους τμήματα μιας μονάδας αερισμού ή/και κλιματισμού, μεταδίδεται στους χώρους του κτιρίου, είτε μέσω των ανοιγμάτων, είτε μέσω του συστήματος διανομής του αέρα, είτε και μέσω των δομικών υλικών.

☞ Σημασία δεν έχει, μόνο, η απόλυτη τιμή του θορύβου του συστήματος, αλλά και το πόσο αυτή η τιμή συμβάλλει στη συνολική στάθμη του θορύβου μέσα στο κτίριο. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι μπορεί μεν ένας σχετικά μικρός θόρυβος να προκαλεί σημαντική ενόχληση σε ένα γραφείο ή μια βιβλιοθήκη κ.λπ., ένας όμως ισχυρότερος θόρυβος σε ένα χώρο συνάθροισης πολλών ατόμων και δραστηριοτήτων, να μην προκαλεί ιδιαίτερα έντονη δυσαρέσκεια. Έτσι, το βασικό κριτήριο σύγκρισης ανάμεσα στην απόλυτη τιμή του θορύβου και στις όποιες επιπτώσεις του στο χώρο, είναι η έκταση και η χρήση του ίδιου του χώρου.

Η μονάδα μέτρησης του θορύβου είναι το **decibel (db)**. Η μονάδα αυτή προκύπτει από τη σύγκριση της έντασης του θεωρούμενου ήχου, με την ένταση των $10\text{-}12 \text{ W/m}^2$, η οποία αντιστοιχεί στον ασθενέστερο ήχο που μπορεί να γίνει αντιληπτός από τον άνθρωπο.

Για την αντικειμενική αξιολόγηση των επιπέδων θορύβου, χρησιμοποιείται η στάθμη της ηχητικής πίεσης προς μια δεδομένη τιμή αναφοράς, που εκφράζεται σε **(db)** και την οποία μετρούμε μέσα στο φάσμα των ακουστικών συχνοτήτων. Η μέτρηση της ηχητικής ισχύος των διαφόρων μηχανημάτων, γίνεται σε ειδικά εργαστήρια και συνοδεύει τα τεχνικά χαρακτηριστικά που δίνουν οι κατασκευαστές.

4.6.2. Μέγιστη αποδεκτή στάθμη θορύβου

Η μέγιστη αποδεκτή στάθμη θορύβου για διάφορους τύπους κτιρίων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4. Η μέγιστη ηχητική πίεση που μπορεί να δεχτεί το αυτί είναι 140 db, ενώ η στάθμη της ημερήσιας έκθεσης του ανθρώπου σε θορύβους, δεν πρέπει να ξεπερνά τα 85 db.

Πίνακας 4.4 Ανεκτή στάθμη θορύβου σε διάφορους τύπους κτιρίων.

Τύπος κτιρίου	Μέγιστη στάθμη θορύβου db
Γραφεία	35
Κατοικίες (ημέρα)	30-35
Κατοικίες (νύχτα)	20-25
Θέατρα	30
Νοσοκομεία	20-25
Στούντιο	20-25
Ηχητικά εργαστήρια	10

■ Στάθμη ηχητικής πίεσης (NR)

Για τον καθορισμό των επιπέδων θορύβου που θεωρούνται αποδεκτά, ανάλογα πάντα με τη χρήση του χώρου, χρησιμοποιούνται οι φασματικές καμπύλες της στάθμης της ηχητικής πίεσης NR (Noise Rating), κατά ISO ή ΕΛΟΤ 360.

Δηλαδή, οι καμπύλες NR καθορίζουν τη μέγιστη αποδεκτή στάθμη ηχητικής πίεσης σε ένα χώρο, για κάθε περιοχή συχνοτήτων του προκαθορισμένου φάσματος, ενώ οι επιτρεπόμενες ονομαστικές τιμές NR για διάφορες εφαρμογές παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.5 [TOTE 2423/86]. Πάντως, οι τιμές NR>50, θεωρούνται πολύ υψηλές και συνεπώς, ο χώρος είναι πολύ θορυβώδης.

Πίνακας 4.5 Προτεινόμενες τιμές στάθμης θορύβου.

Χρήση Χώρου	Τιμή NR
Αίθουσες συναυλιών, όπερας, στούντιο ηχογραφήσεων, θέατρα (>500 άτομα)	20
Θέατρα (<500 θεατές), στούντιο τηλεόρασης, αίθουσες διαλέξεων (>50 άτομα)	25
Ιδιωτικά γραφεία, αίθουσες συσκέψεων και διαλέξεων (20-50 άτομα), αίθουσες πολλαπλών χρήσεων, βιβλιοθήκες, δωμάτια ξενοδοχείων, χειρουργεία, κινηματογράφοι, θάλαμοι ασθενών, μεγάλες αίθουσες δικαστηρίων	30
Κοινόχρηστοι χώροι ξενοδοχείων και νοσοκομείων, μικρές αίθουσες συσκέψεων και διαλέξεων (<20 άτομα), σχολικές αίθουσες, μικρές αίθουσες δικαστηρίων, μουσεία, μικρά εστιατόρια	35
Αίθουσες σχεδίασης, εργαστήρια, αίθουσες υποδοχής ξενοδοχείων, ταχυδρομεία, μεγάλα εστιατόρια, μπαρ, πολυκαταστήματα και καταστήματα	40
Μαγειρεία νοσοκομείων, ξενοδοχείων κ.λπ., πλυντήρια, αίθουσες υπολογιστών, λογιστήρια, καφετέριες-καντίνες, σουπερμάρκετ, κολυμβητήρια	45

Αν και δεν υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ τους, οι καμπύλες NR σχετίζονται με τις τιμές των db, μέσα από τη σχέση:

$$NR = db - (5 \text{ μέχρι } 7)$$

Συνεπώς, ένας χώρος με στάθμη θορύβου 40-42 db έχει επιτρεπόμενη στάθμη θορύβου NR 35.

4.6.3. Θόρυβος από εγκαταστάσεις κλιματισμού

Τα περισσότερα προβλήματα θορύβου σε κτίρια προέρχονται από τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, που, κατά κανόνα, λειτουργούν με συχνότητα μικρότερη από 250 Hz, ενώ συχνά οι παραγόμενοι θόρυβοι κυμαίνονται μεταξύ 12-40 Hz.

■ Θόρυβος από ανεμιστήρες

Όσον αφορά τους εσωτερικούς θορύβους που προέρχονται από τις εγκαταστάσεις αερισμού ή/και κλιματισμού, οι σημαντικότερες πηγές θορύβου είναι οι ανεμιστήρες. Η συχνότητα και η ηχητική ένταση των παραγόμενων από αυτούς ηχητικών κυμάτων εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι ο αριθμός, η μορφή και η κλίση των πτερυγίων, η παροχή και η ταχύτητα εξαγω-

γής του αέρα, καθώς και ο αριθμός των στροφών των ίδιων των ανεμιστήρων.

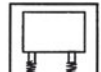
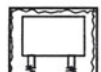
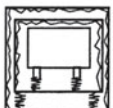
Έτσι, η επιλογή ενός ανεμιστήρα που λειτουργεί με όσο το δυνατόν χαμηλότερες στροφές το λεπτό είναι, τις περισσότερες φορές, η καλύτερη λύση για την εξασφάλιση ιδανικών συνθηκών ακουστικής άνεσης.

■ Μέτρα αντιμετώπισης

Οι συσκευές και τα εξαρτήματα περιορισμού του θορύβου και των κραδασμών, που προέρχονται από τις μονάδες αερισμού ή/και κλιματισμού περιλαμβάνουν:

- Ηχοαποσβεστήρες (ή ηχοπαγίδες)
- Υλικά επικάλυψης και
- Αντικραδασμικές διατάξεις.

Έτσι, για παράδειγμα, η στήριξη των μηχανημάτων (ψυκτών, κλιματιστικών μονάδων κ.λπ.) γίνεται ελαστική, με τη χρήση μεταλλικών ελατηρίων, ενώ χαρακτηριστικές τιμές για διάφορες περιπτώσεις περιορισμού του θορύβου μέσα στο χώρο όπου βρίσκεται η πηγή προέλευσής του παρουσιάζονται στο παρακάτω Σχήμα 4.3.

Μείωση επιπέδων θορύβου (db)			Μείωση επιπέδων θορύβου (db)		
	Αρχική κατάσταση	0		Περίφραγμα, απομόνωση κραδασμών	30-35
	Απομόνωση κραδασμών	2		Περίφραγμα, ηχοαπορροφητικά υλικά, απομόνωση κραδασμών	40-45
	Κατασκευή εμποδίου	5		Διπλό περίφραγμα, ηχοαπορροφητικά υλικά, απομόνωση κραδασμών	60-80
	Στερεό, κλειστό περίφραγμα	20-25			

Σχήμα 4.3: Χαρακτηριστικές τιμές περιορισμού του θορύβου που προέρχεται από μηχανήματα.

Επίσης, αναφορές σχετικά με τις στάθμες θορύβων γίνονται και στην ΤΟΤΕΕ 2423/86. Συγκριτικά, οι απαιτήσεις των διαφόρων Κανονισμών που εφαρμόζονται στην Ελλάδα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6.

Πίνακας 4.6 Προτεινόμενες τιμές στάθμης θορύβου [Λέφας, 1992].

Χώροι	DIN 1946 T.2 για απαιτήσεις		TOTEE 2423/86	Κατ' άλλους για τις ώρες		
	Υψηλές	Χαμηλές		χρήσης	7-22	22-7
Χώροι εργασίας						
Μικρό γραφείο	35	40	--	--	--	--
Εργαστήρια κατασκευής	50	--	--	--	--	--
Τυπογραφεία	60	--	--	--	--	--
Ιδιωτικά γραφεία	--	--	30	--	--	--
Θέσεις εργασίας						
Με πνευματική συγκέντρωση	--	--	--	40	--	--
Γραφείων	--	--	--	<50	--	--
Άλλων εργασιών βιομηχανίας	--	--	--	55-80	--	--
Χώροι συγκεντρώσεων						
Θέατρα	30	35	--	--	--	--
Αίθουσες συναυλιών	25	30	20	30	--	--
Όπερες	25	30	20	--	--	--
Κινηματογράφοι	35	45	30	35	--	--
Αίθουσες συσκέψεων	35	40	30	40	--	--
Μικρές αίθουσες (<20 άτομα)	--	--	35	--	--	--
Μικρά θέατρα (<500 θέσεις)	--	--	25	30	--	--
Καφετέριες	40	50	45	--	--	--
Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων	--	--	30	--	--	--
Βιβλιοθήκες	--	--	30	35	--	--
Αίθουσες δικαστηρίων (μικρές)	--	--	35	--	--	--

Συνέχεια στην επόμενη σελίδα

Συνέχεια από την προηγούμενη σελίδα

Χώροι κατοικίας						
Δωμάτια ξενοδοχείων	35	35	30	--	40	30
Κατοικίας	--		--	--	30	25
Χώροι κοινωνικής χρήσης						
Χώροι αναπαύσεως	30	35	--	--	--	--
Χώροι διαλειμμάτων	35	40	--	--	--	--
Χώροι πλυντηρίων	45	55	45	--	--	--
Χώρος WC κ.λπ.	45	55	--	--	--	--
Νοσοκομεία, Ξενοδοχεία						
Θάλαμοι ασθενών			30		25	20
Χειρουργεία			30	25	--	--
Κοινόχρηστοι χώροι			35	40	40	--
Μαγειρεία			45			
Χώροι υποδοχής				45	45	--
Χώροι διδασκαλίας						
Αίθουσες διδασκαλίας	35	40	35	--	--	--
Αίθουσες σεμιναρίων	35	40				
Αίθουσες ακροάσεων	35	30				
Εργαστήρια						
Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας	40	55	40	--	--	--
Χώρος διακίνησης κοινού						
Χώρος μεγάλων εκθέσεων	45	--	--	--	--	--
Χώροι πωλήσεων	45	60	--	--	--	--
Μουσεία	35	40	35	--	--	--
Εσπιατόρια μεγάλα	40	55	40	--	--	--
Σούπερ μάρκετ	--	--	45	--	--	--
Εκκλησίες	--	--	35	--	--	--
Κλειστοί αθλητικοί χώροι						
Γυμναστήρια, κολυμβητήρια	45	50	45			
Ειδικοί χώροι						
Χώρος Η/Υ	40	55	--	--	--	--
Στούντιο ραδιοφωνικά	15	25	--	--	--	--
Στούντιο τηλεοράσεως	25	25	25	--	--	--
Στούντιο ηχογραφήσεως	--	--	15	--	--	--
Αίθουσες σχεδιάσεων	--	--	40	--	--	--
Λογιστήρια	--	--	45	--	--	--



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Με τον όρο «αερισμός» εννοούμε την εισαγωγή (προσαγωγή) και την κυκλοφορία μιας ποσότητας κλιματισμένου αέρα σε εσωτερικούς χώρους.
- Με τον όρο «εξαερισμός» εννοούμε την εξαγωγή (απαγωγή) του εσωτερικού αέρα ενός χώρου, που αντικαθίσταται από κλιματισμένο αέρα, ή φρέσκο αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον.
- Σχετικά με τους μηχανισμούς που προκαλούν τον αερισμό – εξαερισμό, υπάρχουν δυο κατηγορίες:
 - α) Ο φυσικός αερισμός και
 - β) Ο μηχανικός αερισμός.
- Τα βασικά τμήματα ενός συστήματος μηχανικού αερισμού είναι:
 - α) Ανεμιστήρες,
 - β) Οι αεραγωγοί – Στόμια και
 - γ) Τα φίλτρα.
- Ο αερισμός ενός χώρου εξαρτάται από την ποσότητα και το είδος των ρύπων που βρίσκονται μέσα σ' αυτόν, από τον αριθμό των ατόμων και τη δραστηριότητά τους και, τέλος, από τη χρήση, γενικά, του ίδιου του χώρου (γραφεία, βιομηχανία, αίθουσες, ξενοδοχεία, βιβλιοθήκες κ.λπ.)
- Ο αερισμός παίζει μεγάλο ρόλο στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα ενός χώρου. Επίσης επηρεάζει τη θερμική και την ακουστική άνεση των ανθρώπων που βρίσκονται μέσα σ' αυτόν το χώρο.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

1. Γιατί δεν είναι απαραίτητος ο μηχανικός αερισμός σε μια κατοικία;
2. Υπολογίστε τις απαιτήσεις νωπού (εξωτερικού) αέρα που θα πρέπει να έχει η αίθουσα διδασκαλίας σας, καθώς και τις απαιτούμενες αλλαγές νωπού αέρα ανά ώρα.
3. Δίνεται ότι σε ένα γραφείο γενικής χρήσης, εργάζονται 10 άτομα. Να υπολογίσετε με βάση την ΤΟΤΕΕ 2425/86, α) την ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα που απαιτείται για το χώρο, β) τη μέγιστη συνιστώμενη τιμή (ποσότητα) του και γ) τις αντίστοιχες αλλαγές του ανά ώρα, όταν οι διαστάσεις του χώρου είναι $15 \times 10 \times 3$ μέτρα. (Για τους υπολογισμούς σας, χρησιμοποιήστε τον Πίνακα 4.1.)
4. Υπολογίστε τον απαιτούμενο νωπό αέρα για ένα κατάστημα που βρίσκεται στο ισόγειο, με διαστάσεις $10 \times 10 \times 3$ μέτρα. (Για τους υπολογισμούς σας χρησιμοποιήστε τον Πίνακα 4.2.)
5. Δίνεται ότι σε μια αίθουσα συνεδριάσεων, βρίσκονται 25 άτομα. Να υπολογίσετε τις προτεινόμενες αλλαγές αέρα την ώρα και την ποσότητα νωπού αέρα που απαιτείται, όταν οι διαστάσεις του χώρου είναι $20 \times 12 \times 4$ μέτρα. (Για τους υπολογισμούς σας χρησιμοποιείστε τον Πίνακα 4.3.)

κεφάλαιο 5

ΔΙΑΝΟΜΗ ΑΕΡΑ - ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΜΙΑ



5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

5.2 ΒΑΣΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΕΡΑ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

5.3 ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ

5.4 ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΕ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥΣ

5.5 ΣΤΟΜΙΑ



ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

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

- ✓ Γνωρίζουν τη σημασία της διανομής του αέρα, για έναν χώρο ή ένα κτίριο, καθώς και τους παράγοντες που ρυθμίζουν την επιλογή ενός τέτοιου συστήματος, για κάθε περίπτωση.
- ✓ Περιγράφουν μια τυπική εγκατάσταση κλιματισμού – αερισμού με αεραγωγούς.
- ✓ Γνωρίζουν τους τύπους των αεραγωγών και των στομών.
- ✓ Αναγνωρίζουν τους αεραγωγούς και τα στόμια, ανάλογα με τον τύπο, τις διαστάσεις, τα «περάσματα» κ.λπ.

5.1 Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4, σκοπός του μηχανικού αερισμού είναι να εξασφαλίσει ένα υγιές και άνετο περιβάλλον στους χρήστες ενός εσωτερικού χώρου.

Αυτό επιτυγχάνεται με:

- α) Την παροχή της απαιτούμενης ποσότητας φρέσκου αέρα
- β) Τον καθαρισμό (φιλτράρισμα) του αέρα, και
- γ) Τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του, εάν, βέβαια, ο χώρος κλιματίζεται

Έτσι, όταν το σύστημα έχει μελετηθεί και εγκατασταθεί σωστά, τότε, κατά κανόνα, θα λειτουργεί αποδοτικά, με αποτέλεσμα:

- α) Να διευκολύνεται η κίνηση του αέρα μέσα στους χώρους, ώστε να επιτυγχάνεται η αναγκαία θερμική άνεση, και
- β) Να διευκολύνεται η απομάκρυνση ρύπων, όπως ο καπνός ή άλλες ουσίες και ενώσεις ρυπαντών από το χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

5.2 Βασικά εξαρτήματα διανομής αέρα της κεντρικής εγκατάστασης αερισμού-κλιματισμού

Ο κλιματισμένος αέρας που κυκλοφορεί σε ένα κτίριο προέρχεται από μια **Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ)**. Τα βασικά εξαρτήματα και επιμέρους τμήματα της κεντρικής εγκατάστασης αερισμού περιλαμβάνουν τα εξής:

- Τους ανεμιστήρες
- Τους αεραγωγούς και τα στόμια
- Τα φίλτρα

■ Ανεμιστήρες

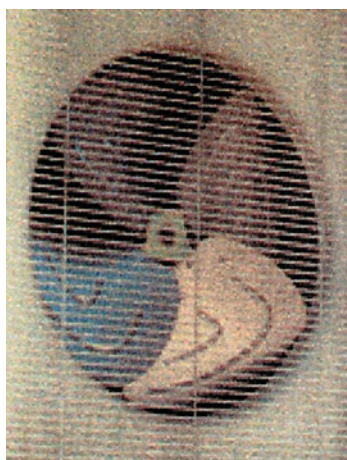
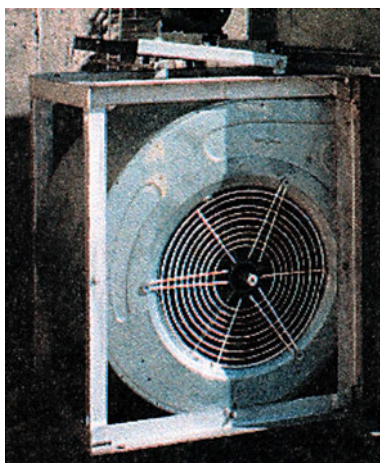
Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται με ανεμιστήρες οι οποίοι αποδίδουν σ' αυτόν την απαιτούμενη ενέργεια για την κίνησή του.

Οι ανεμιστήρες (Εικόνα 5.1) διακρίνονται, κυρίως, σε:

α) Φυγοκεντρικούς, και

β) Αξονικούς

Κάθε ανεμιστήρας έχει συγκεκριμένα ονομαστικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την παροχή, την πτώση πίεσης, τη μηχανική ισχύ που αποδίδει, την ηλεκτρική ισχύ που απαιτείται για τη λειτουργία του, τον βαθμό απόδοσης και τον θόρυβο που προκαλεί με τη λειτουργία του.



Εικόνα 5.1: Φυγοκεντρικός (αριστερά) και αξονικός ανεμιστήρας (δεξιά).

■ Αεραγωγοί – Στόμια

Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται μέσα από **αεραγωγούς**, που μεταφέρουν τον κλιματισμένο αέρα στους εσωτερικούς χώρους, ή τον εξάγουν προς το εξωτερικό περιβάλλον (Εικόνα 5.2).

Η διανομή και η εισαγωγή του αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους γίνεται με **στόμια**. Στόμια, επίσης, χρησιμοποιούνται και για την παραλαβή του εσωτερικού αέρα από το σύστημα κεντρικού εξαερισμού.



Τα στόμια τοποθετούνται στην οροφή, ψηλά ή χαμηλά στον τοίχο, και στο δάπεδο, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή κυκλοφορία του αέρα.



Εικόνα 5.2: Κεντρικός αεραγωγός εξαερισμού, κατά μήκος (στο άνω αριστερό μέρος) ενός διαδρόμου σε χώρο γραφείων. Ο αεραγωγός συνδέεται, στη δεξιά πλευρά του, με εύκαμπτους αεραγωγούς που καταλήγουν σε στόμια εξαερισμού μέσα στα γραφεία.

■ Φίλτρα

Σε συστήματα μηχανικού αερισμού και κλιματισμού, χρησιμοποιούνται φίλτρα διαφόρων τύπων. Τα πιο κοινά φίλτρα είναι αυτά που συγκρατούν σωματίδια από τον ατμοσφαιρικό αέρα (π.χ. σκόνη, ίνες, γύρη) και επιλέγονται ανάλογα με την ικανότητά τους να απομακρύνουν συγκεκριμένου μεγέθους σωματίδια

(Εικόνα 5.3). Συνήθως, τα φίλτρα αποτελούνται από ακατέργαστα νήματα με πορώδη υφή, μέσα από τα οποία κυκλοφορεί ο αέρας.

Το κατάλληλο φιλτράρισμα συμβάλλει τόσο στη διατήρηση της καλής ποιότητας του αέρα και της υγιεινής των εσωτερικών χώρων, όσο και στην εξοικονόμηση ενέργειας, αφού, μετά τον καθαρισμό του, ο εσωτερικός αέρας, μπορεί να ανακυκλοφορήσει, με αποτέλεσμα να υπάρξει μείωση της απαιτούμενης ποσότητας φρέσκου (εξωτερικού) αέρα.



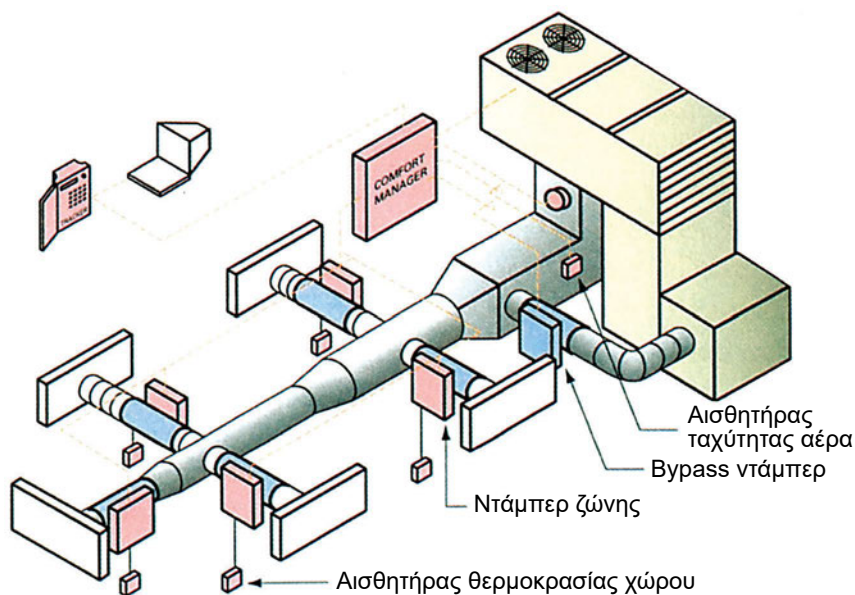
Εικόνα 5.3: Φίλτρα που, συνήθως, τοποθετούνται σε κεντρικές εγκαταστάσεις αερισμού και κλιματισμού.

5.3 Αεραγωγοί

Σε ένα σύστημα κλιματισμού, η κυκλοφορία του αέρα γίνεται μέσα από **αεραγωγούς**, οι οποίοι μεταφέρουν (προσάγουν) τον κλιματισμένο αέρα στους εσωτερικούς χώρους, ή τον απομακρύνουν (απάγουν) απ' αυτούς, οπότε είτε αποβάλλεται στο εξωτερικό περιβάλλον, είτε επιστρέφει πάλι στην κεντρική κλιματιστική μονάδα, όπου αναμιγνύεται με φρέσκο εξωτερικό αέρα, κλιματίζεται και επανακυκλοφορεί στους εσωτερικούς χώρους.

Στο Σχήμα 5.1 παρουσιάζεται μια κεντρική κλιματιστική μονάδα με το αντίστοιχο δίκτυο αεραγωγών, συνδεδεμένο με ένα σύστημα αυτοματισμών ελέγχου της λειτουργίας τους, με σκοπό τον κλιματισμό και αερισμό των διαφόρων χώρων.

Στην Εικόνα 5.4 παρουσιάζεται μια κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού σε ένα μεγάλο χώρο γραφείων. Η κεντρική εξωτερική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) τροφοδοτεί τις επί μέρους τοπικές κλιματιστικές μονάδες (τοίχου, οροφής και δαπέδου), ενώ για τους μεγάλους ενιαίους χώρους, η διανομή του εσωτερικού κλιματισμένου αέρα γίνεται μέσω αεραγωγών.



Σχήμα 5.1: Σχηματικό διάγραμμα κεντρικού συστήματος αεραγωγών.



Εικόνα 5.4: Κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού σε ένα μεγάλο χώρο γραφείων.

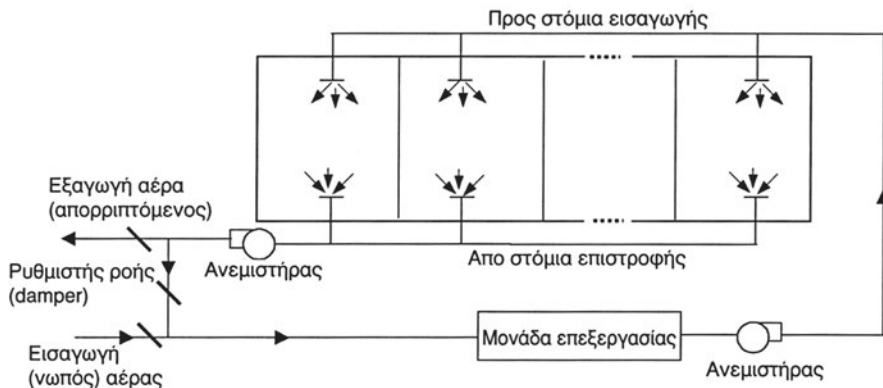
Βασικό ρόλο στο σχεδιασμό ενός δικτύου αεραγωγών παίζει η εξασφάλιση του μικρότερου δυνατού θορύβου κατά τη διακίνηση του αέρα μέσα σ' αυτούς, πράγμα που επιτυγχάνεται με τη ρύθμιση της ταχύτητας του αέρα που διαρρέει τον κάθε αεραγωγό.

Οι αεραγωγοί που χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή του κλιματισμένου αέρα στους εσωτερικούς χώρους πρέπει να είναι θερμομονωμένοι, έτσι ώστε να περιορίζονται οι απώλειες της θερμότητας και να αποφεύγεται η δημιουργία συμπυκνωμάτων, δηλαδή η υγραποίηση των υδρατμών του εσωτερικού αέρα στην επιφάνεια των αεραγωγών. Απεναντίας, οι αεραγωγοί που, συνήθως, χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή του εσωτερικού αέρα δεν θερμομονώνονται.

Το Σχήμα 5.2 δείχνει το διάγραμμα μιας κεντρικής κλιματιστικής εγκατάστασης, όπου ο εξωτερικός φρέσκος αέρας αναμιγνύεται με ένα ποσοστό του αέρα επιστροφής και στη συνέχεια φιλτράρεται, περνά από την κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) – όπου γίνεται η επεξεργασία του και κλιματίζεται – και, τέλος, μέσω ενός αεραγωγού διανέμεται στους κλιματιζόμενους χώρους.

Τα στόμια εισαγωγής του αέρα τοποθετούνται, συνήθως, στην οροφή ή ψηλά στον τοίχο, ενώ εναλλακτικά μπορούν να τοποθετηθούν και στο δάπεδο

ή χαμηλά στον τοίχο. Από τα στόμια επιστροφής, ο εσωτερικός αέρας, πάλι μέσω αεραγωγών απάγεται από τους εσωτερικούς χώρους, οπότε ένα ποσοστό (μέρος) του επιστρέφει στην ΚΚΜ, και το υπόλοιπο απορρίπτεται στο εξωτερικό περιβάλλον. Για την κυκλοφορία του αέρα στο δίκτυο εισαγωγής και εξαγωγής, χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες.



Σχήμα 5.2: Σχηματικό διάγραμμα κεντρικού κλιματισμού και κυκλοφορίας του αέρα.

Για να σχεδιαστεί με επιτυχία ένα δίκτυο αεραγωγών, πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής:

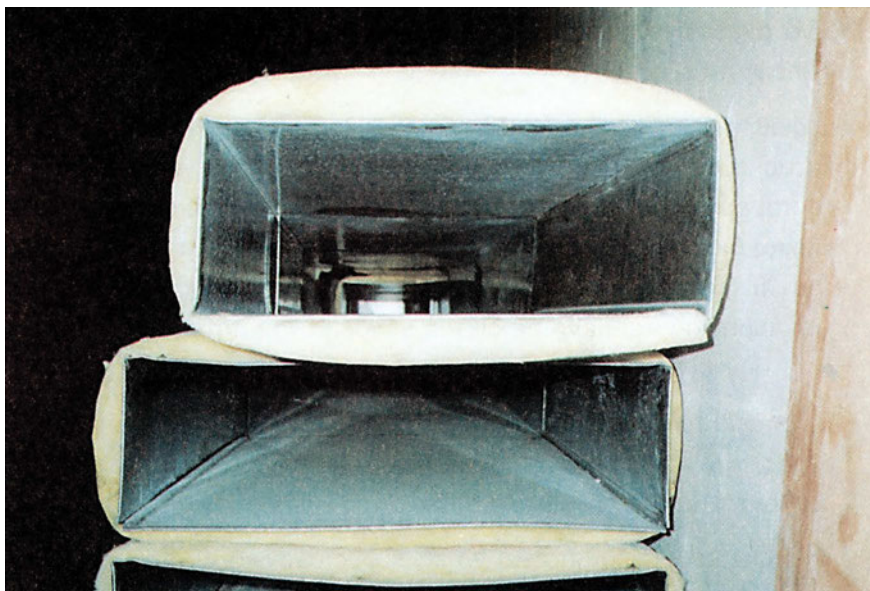
- Ο διαθέσιμος χώρος όπου θα τοποθετηθούν οι αεραγωγοί. Συνήθως, κατασκευάζονται αεραγωγοί **ορθογώνιας διατομής**, γιατί προσαρμόζονται ευκολότερα στις ανάγκες ενός χώρου, ενώ οι αεραγωγοί **κυκλικής διατομής**, αν και κατασκευάζονται πιο εύκολα και παρουσιάζουν μικρότερες απώλειες τριβής σε σχέση με τους ορθογώνιους, χρησιμοποιούνται μόνο σε δίκτυα μεγάλης ταχύτητας αέρα, ή όπου απαιτούνται εύκαμπτοι αεραγωγοί.
- Τα σημεία των κλιματιζόμενων χώρων στα οποία πρέπει να φτάσει ο αέρας, γιατί οι διαφορές πίεσης που δημιουργούνται, πρέπει να καλύπτονται από τα ρυθμιστικά όργανα της κυκλοφορίας του αέρα.
- Τα επίπεδα θορύβου πρέπει να είναι φυσιολογικά, γι' αυτό και οι αεραγωγοί πρέπει να ηχομονώνονται και η ταχύτητα του αέρα να ρυθμίζεται ανάλογα.
- Οι απώλειες αέρα και θερμότητας πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο, πράγμα που επιτυγχάνεται με την προσεκτική συναρμολόγηση των

αεραγωγών, η οποία εξασφαλίζει έτσι την πλήρη αεροστεγανότητα στο δίκτυο. Επίσης, πρέπει να επιλέγεται το σωστό πάχος και είδος της θερμομόνωσης, έτσι ώστε να μειώνονται οι απώλειες θερμότητας.

- Οι αντιστάσεις ροής του αέρα στους αεραγωγούς. Έτσι, οι ανεμιστήρες που θα επιλεγούν πρέπει να μπορούν να καλύψουν τις πτώσεις της πίεσης του αέρα κατά μήκος τόσο των αεραγωγών – μέχρι αυτός να φτάσει στους κλιματιζόμενους χώρους, όσο και των στομιών προσαγωγής. Επίσης, ανάλογα διαστασιολογούνται (υπολογίζονται οι διαστάσεις) και οι ανεμιστήρες για το δίκτυο εξαγωγής του αέρα, εάν φυσικά αυτό υπάρχει στην όλη εγκατάσταση.

Οι αεραγωγοί κατασκευάζονται, συνήθως, από γαλβανισμένη λαμαρίνα και έχουν ορθογώνια ή κυκλική διατομή, ενώ επίσης υπάρχουν πλαστικοί και υφασμάτινοι αεραγωγοί κυκλικής διατομής.

Στην Εικόνα 5.5 φαίνονται τμήματα αεραγωγών ορθογώνιας διατομής, που είναι έτοιμοι για συναρμολόγηση, ενώ οι αεραγωγοί έχουν «ντυθεί», εξωτερικά, με θερμομόνωση (πάπλωμα ορυκτοβάμβακα).



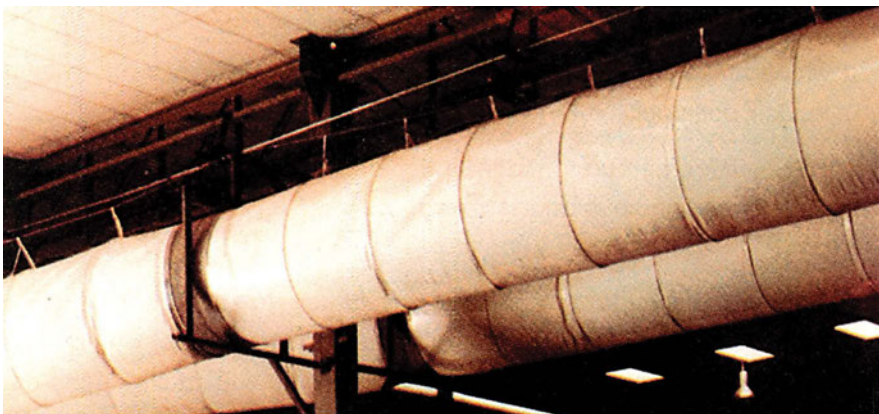
Εικόνα 5.5: Τμήματα θερμομονωμένων αεραγωγών (ορθογώνιας διατομής), πριν τη συναρμολόγησή τους.

Στην Εικόνα 5.6 φαίνεται ένας κεντρικός αεραγωγός εξαερισμού ορθογώνιας διατομής, που είναι συνδεδεμένος με εύκαμπτους αεραγωγούς κυκλικής διατομής. Ο εύκαμπτος αεραγωγός συνδέεται με τα στόμια εξαερισμού μέσα στα γραφεία.



Εικόνα 5.6: Κεντρικός αεραγωγός εξαερισμού κατά μήκος (στο άνω αριστερό μέρος) ενός διαδρόμου σε χώρο γραφείων. Ο αεραγωγός συνδέεται με εύκαμπτους αεραγωγούς (δεξιά) που καταλήγουν σε στόμια εξαερισμού μέσα στα γραφεία.

Υπάρχουν, επίσης, υφασμάτινοι (Εικόνα 5.7) ή πλαστικοί αεραγωγοί, που έχουν το πλεονέκτημα ότι συναρμολογούνται και «ξεμοντάρονται» (αποσυναρμολογούνται) εύκολα, γιατί συνδέονται με φερμουάρ. Επίσης, έχουν χαμηλό κόστος εγκατάστασης και μικρό χρόνο τοποθέτησης, δεν επιβαρύνουν τα κτίρια με βαριά υλικά, αποσυναρμολογούνται γρήγορα για τον καθαρισμό τους, ενώ, ταυτόχρονα, επιτρέπουν τη σωστή παροχή αέρα στους χώρους που κλιματίζονται (π.χ. Εικόνα 5.8).



Εικόνα 5.7: Υφασμάτινοι αεραγωγοί.



Εικόνα 5.8: Εγκατεστημένοι υφασμάτινοι αεραγωγοί για τον κλιματισμό μιας αίθουσας εστιατορίου.

Η ροή του αέρα μέσα στους αεραγωγούς ελέγχεται με **διαφράγματα (dampers)**, τα οποία κατασκευάζονται από μεταλλικά ή πλαστικά πτερύγια και μπορεί να ελέγχονται είτε χειροκίνητα, όταν χρησιμοποιούνται μόνο για την αρχική ρύθμιση της εγκατάστασης, είτε ηλεκτροκίνητα, όταν χρησιμοποιούνται για συνεχή ρύθμιση της ροής του αέρα.

Τα διαφράγματα μπορεί να είναι:

- **Μονόφυλλα**, για μικρής διατομής αεραγωγούς, που δεν απαιτούν ακριβείς ρυθμίσεις, και
- **Πολύφυλλα**, με δυο, δηλαδή, ή περισσότερα πτερύγια, για αεραγωγούς στους οποίους απαιτείται καλύτερος έλεγχος της ροής του αέρα.

Παρόμοια διαφράγματα χρησιμοποιούνται και για την πυρασφάλεια ενός κτιρίου, τα οποία ενεργοποιούνται σε περίπτωση φωτιάς, για να εμποδίσουν την εξάπλωσή της καθώς και την εξάπλωση του καπνού μέσα από τους αεραγωγούς της εγκατάστασης κλιματισμού, λειτουργώντας ως πυροφραγμοί. Αυτά τα διαφράγματα, όπως είναι φυσικό, κατασκευάζονται από υλικά που αντέχουν στη φωτιά.

5.4 Πιέσεις σε αεραγωγούς

Κατά την κίνηση του αέρα μέσα σε ένα αεραγωγό, ασκούνται δύο πιέσεις:

α) Η στατική πίεση ($P_{στ}$), που οφείλεται στην πίεση την οποία ασκεί η μάζα του αέρα στα τοιχώματα του αεραγωγού και είναι ανεξάρτητη από την κίνηση του αέρα.

β) Η δυναμική πίεση ($P_{δ}$), που οφείλεται στην κίνηση του αέρα και μόνο. Η πίεση αυτή αναφέρεται, πολλές φορές, και σαν **πίεση ταχύτητας** ($P_{ταχ}$).

Το άθροισμα και των δύο αυτών πιέσεων ονομάζεται **ολική πίεση** ($P_{ολ}$). Δηλαδή,

$$P_{ολ} = P_{στ} + P_{δ}$$

Πιο συγκεκριμένα:

Κατά τη ροή του αέρα μέσα σε ένα αεραγωγό, η στατική πίεση μειώνεται για κάθε μέτρο που διανύει ο αέρας μέσα στον αεραγωγό. **Η στατική πίεση μειώνεται, όσο αυξάνει η ταχύτητα του αέρα.** Αντίθετα, η δυναμική πίεση αυξάνεται, ανάλογα με το τετράγωνο της ταχύτητας του αέρα.

Στο Σχήμα 5.3 παρουσιάζονται, αφενός οι μεταβολές των πιέσεων κατά μήκος ενός αεραγωγού, και αφετέρου η ταχύτητα του αέρα σε διάφορα σημεία, ανάλογα με τη διατομή του αεραγωγού.

Μετρώντας, λοιπόν, στο εργαστήριο – με ένα σετ μανομέτρων – τη στατική και την ολική πίεση, προκύπτει ότι η διαφορά τους δίνει τη δυναμική πίεση.

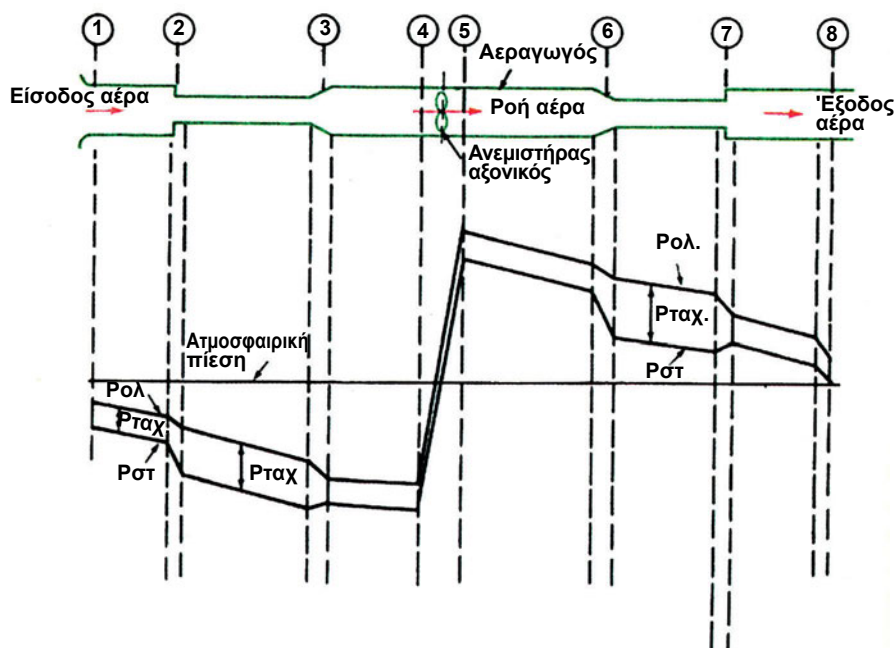
Συνεπώς, η **παροχή του αέρα** (Π) στη μονάδα του χρόνου δίνεται από την εξίσωση:

$$\Pi = E \cdot U,$$

Όπου, E : το εμβαδόν της διατομής του αεραγωγού, και

U : η ταχύτητα του αέρα μέσα στον αεραγωγό.

Η στατική πίεση του αέρα που κινείται μέσα σε αεραγωγό μειώνεται, πράγμα που οφείλεται στην τριβή που δημιουργείται από την επαφή του αέρα με τα τοιχώματα του αεραγωγού. Επίσης, η πίεση πέφτει, όταν υπάρχουν καμπύλες στους αεραγωγούς, και γι' αυτό το λόγο, καταβάλλεται προσπάθεια – κατά το σχεδιασμό ενός αεραγωγού – να υπάρχουν, όσο το δυνατό, λιγότερες καμπύλες στο κύκλωμα.



Σχήμα 5.3: Διάγραμμα πιέσεων, κατά τη ροή αέρα μέσα σε έναν αεραγωγό.

5.5 Στόμια

Σε ένα σύστημα κλιματισμού ή αερισμού, η εισαγωγή του αέρα στους χώρους, γίνεται μέσα από τα στόμια. Αυτά είναι τα ανοίγματα των αεραγωγών, από τα οποία εισέρχεται ο κλιματιζόμενος αέρας και διαχέεται στους εσωτερικούς χώρους, ενώ, ταυτόχρονα, υπάρχουν και άλλα στόμια που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή του εσωτερικού αέρα από ένα χώρο, μέσω του κεντρικού δικτύου εξαερισμού.

Γενικά, τα στόμια παίζουν σημαντικό ρόλο στην ομαλή διανομή του αέρα μέσα στο χώρο, αφού συντελούν στο να αποφεύγονται ανεπιθύμητα ρεύματα αέρα, που μόνο αρνητικές επιπτώσεις μπορεί να έχουν για τους χρήστες των κλιματιζόμενων χώρων.

Τα στόμια κατασκευάζονται από αλουμίνιο, χάλυβα ή από συνθετικά υλικά (πλαστικό) και διατίθενται σε διάφορα είδη και μορφές, ανάλογα με το σημείο τοποθέτησής τους μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο. Έτσι, υπάρχουν:

- Στόμια τοίχου
- Στόμια οροφής και
- Στόμια δαπέδου

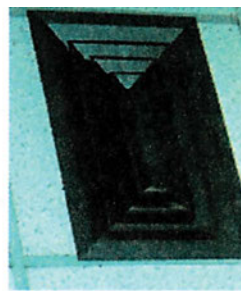
Στην Εικόνα 5.9 φαίνονται τέτοια στόμια, για διαφορετικές εφαρμογές. Για παράδειγμα, οι υφασμάτινοι ή οι πλαστικοί αεραγωγοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εισαγωγή αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους, ενώ είναι δυνατό τα τμήματα των αεραγωγών αυτών, που περνούν από τους εσωτερικούς χώρους, να έχουν μικρές τρύπες μέσα από τις οποίες διέρχεται ο κλιματισμένος αέρας και διαχέεται στο χώρο.



Κυκλικό στόμιο οροφής



Τετραγωνικό στόμιο οροφής



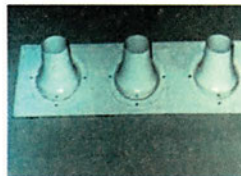
Ορθογωνικό στόμιο οροφής



Ορθογωνικό στόμιο οροφής, με ρυθμιζόμενα πτερύγια



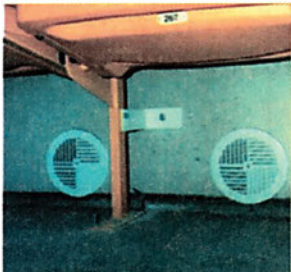
Κυκλικό στόμιο οροφής



Στόμια τοίχου, μεγάλου βεληνεκούς



Ορθογωνικό στόμιο τοίχου, με ρυθμιζόμενα πτερύγια.



Κυκλικά στόμια δαπέδου

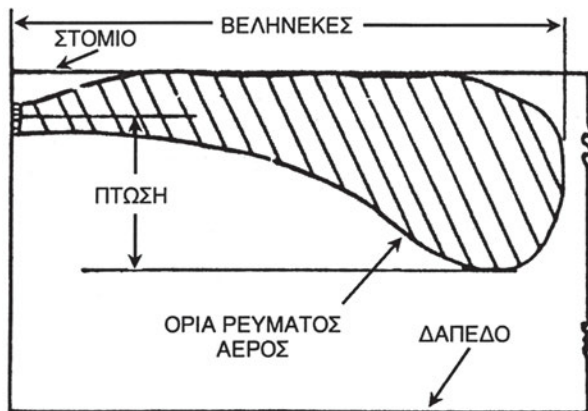


Διάτρητος πλαστικός αεραγωγός οροφής, για τη διανομή αέρα

Εικόνα 5.9: Διάφοροι τύποι στομιών.

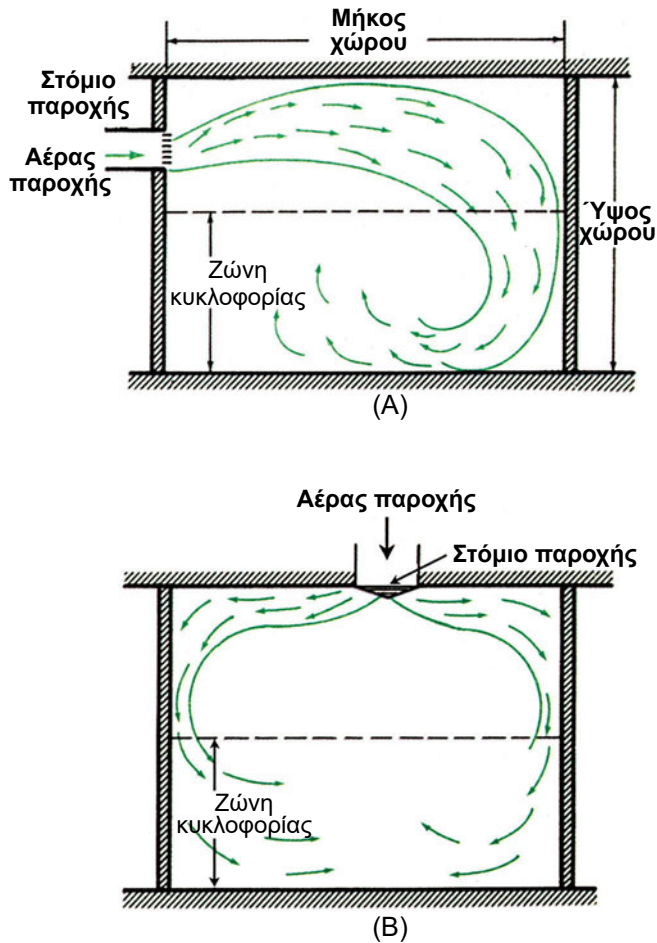
Επίσης, για την επιλογή της σωστής **θέσης** που θα τοποθετηθεί ένα στόμιο, έτσι ώστε να επιτρέπει την καλύτερη δυνατή κυκλοφορία του αέρα μέσα στο χώρο, όσο και για την επιλογή του **κατάλληλου τύπου** του, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Η διαρρύθμιση, οι διαστάσεις και η χρήση του χώρου, ώστε οι χρήστες να μην βρίσκονται κοντά στα στόμια εισαγωγής του αέρα στο χώρο αυτό, γιατί εκεί ο αέρας έχει μεγάλη ταχύτητα.
- Η θερμοκρασία σε όλο το χώρο πρέπει να είναι, περίπου, ίδια. Έτσι, για ένα μικρό γραφείο, τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείται μόνο ένα στόμιο για την εισαγωγή του κλιματισμένου αέρα ενώ αντίθετα, για μεγάλους χώρους απαιτούνται περισσότερα στόμια και σε διάφορες θέσεις τοποθετημένα, έτσι ώστε, με την εισαγωγή του κλιματισμένου αέρα, να καλύπτεται όλος ο χώρος ομοιόμορφα.
- Να μη δημιουργούνται «νεκρές» ζώνες, δηλαδή σημεία του χώρου όπου ο αέρας θα παραμένει στάσιμος.
- Η παροχή-ποσότητα του αέρα που εισάγεται ή εξάγεται από το χώρο, γιατί είναι αυτή που καθορίζει το μέγεθος και τη μορφή του στομίου.
- Το βεληνεκές, δηλαδή η οριζόντια απόσταση από το στόμιο εισόδου αέρα στο χώρο, μέχρι το σημείο εκείνο της τροχιάς που αυτός διαγράφει (Σχήμα 5.4). Σε χώρους, μάλιστα, με μεγάλο όγκο (π.χ. σε κλειστά γήπεδα, αεροδρόμια κ.λπ.) για τον κλιματισμό τους χρησιμοποιούνται στόμια μεγάλου βεληνεκούς, τα οποία απωθούν τον αέρα με μεγάλη ταχύτητα, έτσι ώστε να καλυφθεί όσο το δυνατό μεγαλύτερη απόσταση (π.χ. από τις κερκίδες προς το χώρο του γηπέδου).
- Η πτώση του αέρα, δηλαδή η κατακόρυφη απόσταση από τον άξονα του στομίου μέχρι το σημείο της τροχιάς του εισερχόμενου αέρα, όπου η ταχύτητά του είναι 0,25 m/sec (Σχήμα 5.4).



Σχήμα 5.4: Βεληνεκές και πτώση του αέρα που εισέρχεται στο χώρο από ένα στόμιο τοίχου.

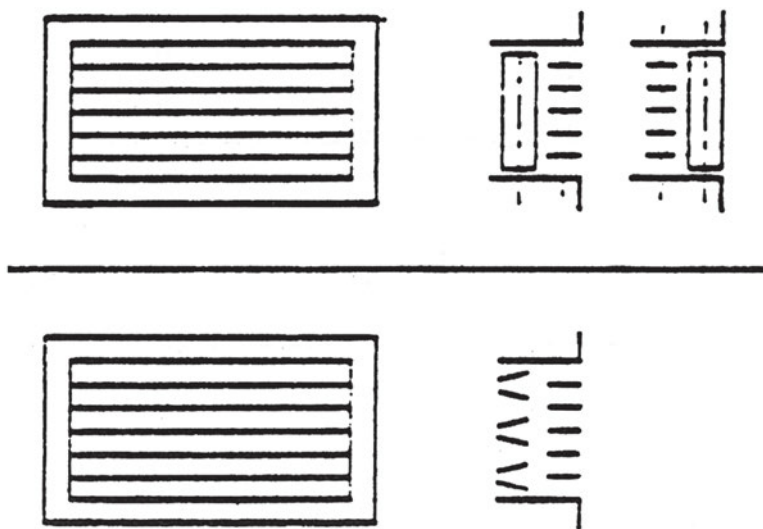
Στο Σχήμα 5.5 απεικονίζεται η κυκλοφορία του αέρα σε έναν εσωτερικό χώρο, από ένα στόμιο τοίχου και ένα στόμιο οροφής.



Σχήμα 5.5: Κυκλοφορία αέρα σε εσωτερικό χώρο από στόμιο τοίχου (Α) και στόμιο οροφής (Β).

■ Πτερύγια στομίων

Τα περισσότερα στόμια στις άκρες τους έχουν σειρές με ρυθμιζόμενα πτερύγια, τα οποία ρυθμίζουν τόσο την ταχύτητα του αέρα που εισέρχεται στο χώρο, όσο και τη διεύθυνση που αυτός θα έχει. Έτσι, ανάλογα με την μεταξύ των στομίων απόσταση και το βάθος των πτερυγίων τους, επιτυγχάνονται διαφορετικά αποτελέσματα για κάθε εφαρμογή. Στο Σχήμα 5.6, φαίνονται δύο στόμια με διαφορετικά είδη πτερυγίων.



Σχήμα 5.6: Είδη πτερυγίων σε στόμιο τοίχου. Στο επάνω στόμιο, τα πτερύγια μπορούν να περιστρέφονται ανεξάρτητα το κάθε ένα ή και όλα μαζί. Στο κάτω στόμιο, η διεύθυνση του αέρα καθορίζεται από τα οριζόντια πτερύγια και η ποσότητα του αέρα από τα πτερύγια σχήματος V.



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Ο κλιματισμένος αέρας που κυκλοφορεί σε ένα κτίριο προέρχεται από μια κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ), στην οποία συνδέονται τα βασικά εξαρτήματα και τα επιμέρους τμήματα της κεντρικής εγκατάστασης αερισμού, που περιλαμβάνουν τα εξής:
 - α) Ανεμιστήρες
 - β) Αεραγωγούς – Στόμια, και
 - γ) Φίλτρα.
- Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται με ανεμιστήρες, οι οποίοι αποδίδουν στον αέρα την απαιτούμενη ενέργεια για την κίνησή του.
Οι αεραγωγοί μεταφέρουν (προσάγουν) τον κλιματισμένο αέρα στους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου, ή τον εξάγουν (απάγουν) προς το εξωτερικό περιβάλλον.
- Για ένα επιτυχημένο σύστημα αεραγωγών, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:
 - α) Ο χώρος που θα τοποθετηθούν οι αεραγωγοί και η χρήση του. Οι αεραγωγοί ορθογώνιας διατομής είναι πιο απλοί και προσαρμόζονται καλύτερα στο χώρο, ενώ οι αεραγωγοί κυκλικής διατομής χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εγκαταστάσεις, με μεγάλες πιέσεις και ταχύτητες αέρα, γιατί παρουσιάζουν μεγαλύτερη στεγανότητα.
 - β) Οι αεραγωγοί ορθογώνιας διατομής πρέπει να είναι, όσο το δυνατό, ευθύγραμμοι, να μην έχουν διαφορά στις διαστάσεις των πλευρών της διατομής τους, καθώς επίσης και να αποφεύγονται οι στενώσεις και οι διευρύνσεις στην εγκατάστασή τους.
 - γ) Τα επίπεδα θορύβου να είναι τα επιθυμητά για κάθε χώρο.
 - δ) Το είδος και το κόστος της μόνωσης που θα τοποθετηθεί, ώστε να υπάρχουν, όσο το δυνατό, μικρότερες απώλειες αέρα και θερμότητας.
 - ε) Η εσωτερική επιφάνεια των αεραγωγών να είναι λεία, ώστε να είναι μειωμένες οι τριβές του αέρα που διαπερνά από αυτούς, και έτσι να περιορίζεται η πτώση της στατικής πίεσης.

- Η ροή του αέρα μέσα στους αεραγωγούς ελέγχεται με διαφράγματα, μονόφυλλα ή πολύφυλλα.
- Οι αεραγωγοί συνδέονται με τα στόμια, μέσα από τα οποία γίνεται η εισαγωγή ή η εξαγωγή του αέρα από τον κλιματιζόμενο χώρο. Τα στόμια διαθέτουν πτερύγια, που εξομαλύνουν τη ροή του αέρα και της δίνουν την επιθυμητή κατεύθυνση.
- Υπάρχουν διάφορα είδη στομιών, ανάλογα με την εφαρμογή, όπως:
 - α) Στόμια τοίχου
 - β) Στόμια οροφής, και
 - γ) Στόμια δαπέδου.

Η σωστή επιλογή και τοποθέτηση των στομιών στο χώρο εξασφαλίζει την άνεση των ανθρώπων που βρίσκονται μέσα σε αυτόν.
- Τα φίλτρα καθαρίζουν τον κλιματισμένο αέρα, πριν αυτός εισέλθει στον εσωτερικό χώρο και, συνήθως, αποτελούνται από ακατέργαστα νήματα με πορώδη υφή, μέσα από τα οποία κυκλοφορεί ο αέρας. Τα φίλτρα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας μιας κλιματιστικής μονάδας, γιατί καθαρίζοντας τον εσωτερικό αέρα, είναι δυνατή η ανακυκλοφορία του και, συνεπώς, η μείωση της απαιτούμενης ποσότητας φρέσκου αέρα.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

1. Γιατί είναι απαραίτητο το δίκτυο αεραγωγών, σε μια εγκατάσταση με κεντρική κλιματιστική μονάδα;
2. Γιατί πρέπει να καθαρίζονται συστηματικά τα φίλτρα των αεραγωγών;
3. Γιατί είναι απαραίτητη η χρήση των ανεμιστήρων, σε μια εγκατάσταση μηχανικού αερισμού;
4. Τι θα συμβεί, εάν επεκταθεί ένα υπάρχον δίκτυο αεραγωγών, έτσι ώστε να καλύψει περισσότερους χώρους;
5. Επισκεφθείτε μαζί με τον καθηγητή σας ένα χώρο, στον οποίο υπάρχει μια κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού με αεραγωγούς. Αναγνωρίστε τα στόμια εισαγωγής και εξαγωγής του αέρα και δώστε μια σύντομη περιγραφή της εγκατάστασης. Επίσης, σημειώστε τυχόν προβλήματα που έχουν σχέση με τη θέση στην οποία τα στόμια είναι τοποθετημένα.
6. Στην παρακάτω εικόνα, φαίνονται δυο κεντρικοί αεραγωγοί. Προσδιορίστε ποιος αεραγωγός χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του κλιματισμένου αέρα και ποιος για την εξαγωγή του εσωτερικού αέρα. Δικαιολογήστε την απάντησή σας.



ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ



- 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 6.2 ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ
- 6.3 ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ
- 6.4 ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ
- 6.5 ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ
- 6.6 ΑΦΥΓΡΑΝΤΗΡΑΣ - ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ
- 6.7 ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΗ ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ
- 6.8 ΣΩΛΗΝΑΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ
- 6.9 ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

- 6.10 ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ
- 6.11 ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ
- 6.12 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ
- 6.13 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
- 6.14 ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟΥ
- 6.15 ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ
- 6.16 ΒΑΛΒΙΔΑ SCHRADER
- 6.17 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ R-12 ΣΕ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΜΕ R-134a



ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

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

- ✓ Γνωρίζουν, αναλυτικά, τον τρόπο λειτουργίας των εξαρτημάτων του συστήματος κλιματισμού ενός αυτοκινήτου.
- ✓ Γνωρίζουν τους διάφορους τύπους και τα βασικά χαρακτηριστικά των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται στα κλιματιστικά των αυτοκινήτων.
- ✓ Γνωρίζουν τη διαδικασία πλήρωσης και ελέγχου του ψυκτικού και του λιπαντικού, στο κλιματιστικό του αυτοκινήτου.
- ✓ Γνωρίζουν τα συστήματα αυτοματισμού που χρησιμοποιούνται στις κλιματιστικές μονάδες των αυτοκινήτων.
- ✓ Γνωρίζουν τις δυσάρεστες συνέπειες που προκαλεί η υγρασία στο σύστημα, καθώς επίσης και τη διαδικασία δημιουργίας τριπλού κενού.
- ✓ Γνωρίζουν τους τύπους των βαλβίδων ανεπιστροφής.
- ✓ Γνωρίζουν τις μετατροπές που πρέπει να γίνουν στην κλιματιστική μονάδα του αυτοκινήτου, προκειμένου αυτή να λειτουργεί με το ψυκτικό ρευστό R-134a, αντί του R-12.

6.1 Εισαγωγή

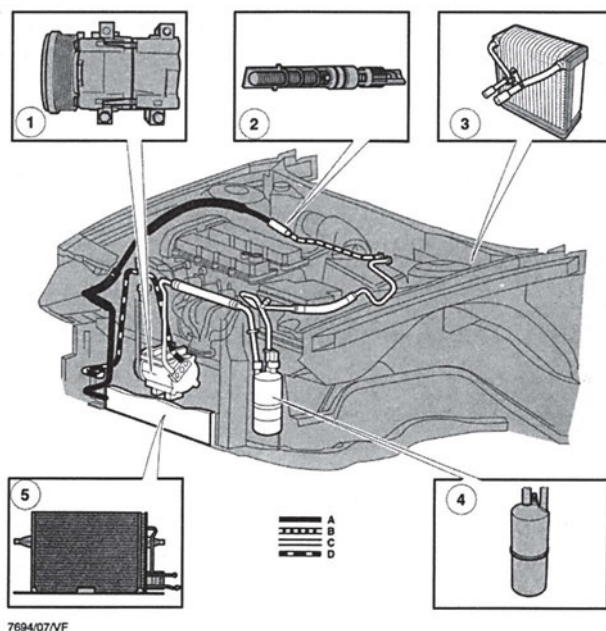
Ο σύγχρονος άνθρωπος, επιθυμώντας να αισθάνεται άνετα σε όλους τους χώρους στους οποίους κατοικεί και εργάζεται, φρόντισε να κλιματίζεται και ο χώρος του αυτοκινήτου, στο οποίο περνά αρκετές ώρες της ημέρας, κατά τη διάρκεια των μετακινήσεών του.

Τα συστήματα κλιματισμού των αυτοκινήτων διαφέρουν από τις άλλες κλιματιστικές μονάδες, κυρίως, ως προς τις μεθόδους με τις οποίες μπορεί να ρυθμιστεί η ατμοποίηση του ψυκτικού ρευστού.

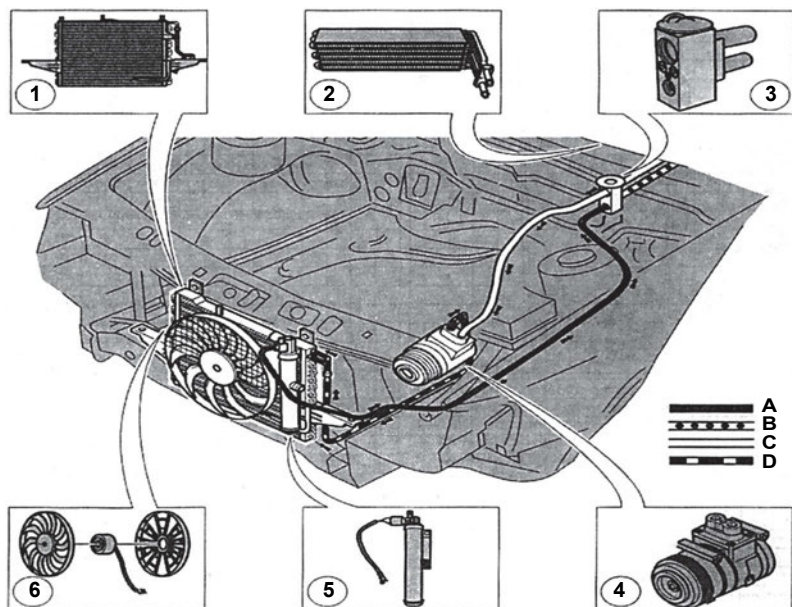
Συγκεκριμένα, δύο είναι οι κύριες μέθοδοι ατμοποίησης του ψυκτικού ρευστού:

- α) Με σωλήνα σταθερής διαμέτρου και
- β) Με βαλβίδα εκτόνωσης

Τα Σχήματα 6.1 και 6.2 παρουσιάζουν, με λεπτομέρεια, τις δύο αυτές μεθόδους, που χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό των επιβατικών αυτοκινήτων. Σε αυτά τα συστήματα κλιματισμού χρησιμοποιείται το μεν R-12 στα παλαιότερα, το δε R-134a στα σημερινά σαν ψυκτικό ρευστό, με σκοπό να απορροφά θερμότητα μέσα στον εξατμιστή και να μετατρέπεται από υγρό σε ατμό.



Σχήμα 6.1: Κύκλωμα ψυκτικού με σωλήνα σταθερής διαμέτρου.



1. Συμπυκνωτής
2. Εξατμιστής
3. Βαλβίδα εκτόνωσης
4. Συμπιεστής
5. Αφυγραντήρας / συλλέκτης
6. Βοηθητικός ανεμιστήρας
(ανάλογα με το μοντέλο)

- A. Υψηλή πίεση, υγρή κατάσταση
- B. Χαμηλή πίεση, υγρή κατάσταση
- C. Χαμηλή πίεση, αέρια κατάσταση
- D. Υψηλή πίεση, αέρια κατάσταση

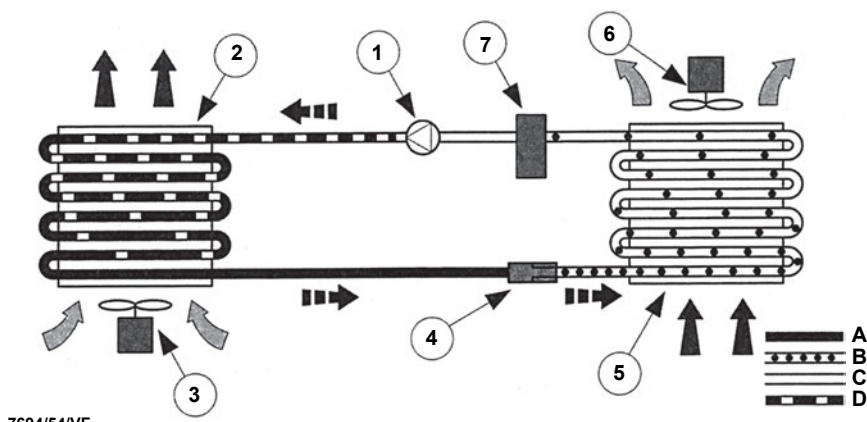
Σχήμα 6.2: Κύκλωμα ψυκτικού με βαλβίδα εκτόνωσης.

Οι δυο μέθοδοι περιγράφονται, πιο αναλυτικά, στις παρακάτω ενότητες.

6.1.1. Κύκλωμα ψυκτικού, με σωλήνα σταθερής διαμέτρου (Σχήμα 6.3)

Ο σωλήνας σταθερής διαμέτρου είναι, ουσιαστικά, ένα στόμιο με σταθερή διατομή, το οποίο ψεκάζει το ψυκτικό μέσα στον εξατμιστή. Ο εξατμιστής είναι τοποθετημένος μέσα στην καμπίνα των επιβατών και ο αέρας περνά από τα πτερύγιά του και κατευθύνεται προς τους επιβάτες που βρίσκονται εκεί.

Υπάρχουν, επίσης, διπλά συστήματα κλιματισμού, με δύο εξατμιστές, τα οποία διαθέτουν και σωλήνα σταθερής διαμέτρου και μια ή δύο βαλβίδες εκτόνωσης.



7694/54/VF

Σχήμα 6.3: Κύκλωμα ψυκτικού με σωλήνα σταθερής διαμέτρου.

- | | |
|---|---|
| 1 Συμπιεστής | A Υψηλή πίεση, (Ψυκτικό ρευστό θερμό και σε υγρή κατάσταση) |
| 2 Συμπυκνωτής | B Χαμηλή πίεση, (Ψυκτικό ρευστό ψυχρό και σε υγρή κατάσταση) |
| 3 Βοηθητικός ανεμιστήρας | C Χαμηλή πίεση, (Ψυκτικό ρευστό ψυχρό και σε αέρια κατάσταση) |
| 4 Σωλήνας σταθερής διαμέτρου | D Υψηλή πίεση, (Ψυκτικό ρευστό θερμό και σε αέρια κατάσταση) |
| 5 Εξατμιστής | |
| 6 Ανεμιστήρας του καλοριφέρ/κλιματιστικού | |
| 7 Αφυγραντήρας/συσσωρευτής ψυκτικού | |

■ Αρχή λειτουργίας του κυκλώματος με σωλήνα σταθερής διαμέτρου

Το ψυκτικό κύκλωμα χωρίζεται στις πλευρές της **υψηλής πίεσης και της χαμηλής πίεσης**. Στην πλευρά της χαμηλής πίεσης ρυθμίζεται η ατμοποίηση και στην πλευρά της υψηλής πίεσης η συμπύκνωση του ψυκτικού, ενώ ο σωλήνας σταθερής διαμέτρου (ή η βαλβίδα εκτόνωσης) αποτελεί το όριο μεταξύ της πλευράς (τμήματος) της υψηλής πίεσης και της αντίστοιχης της χαμηλής πίεσης.

Το ψυκτικό ρευστό που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση απορροφάται από το συμπιεστή (No 1 στο Σχήμα 6.3) και συμπιέζεται. Κατά τη διεργασία αυτή θερμαίνεται, σε θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ 70°C και 110°C. Στη συνέχεια, το ψυκτικό αέριο ωθείται προς το συμπυκνωτή (No 2 στο Σχήμα 6.3) και στα πολυάριθμα πτερύγια ψύξης του, όπου και ψύχεται τόσο με τη βοήθεια του εξωτερικού αέρα ο οποίος έρχεται σε επαφή με το όχημα κατά την οδήγηση, όσο και με το βοηθητικό ανεμιστήρα (No 3 στο Σχήμα 6.3) ή τον ανεμιστήρα ψύξης, σε τέτοιο βαθμό, ώστε να συμπυκνώνεται.

Έτσι, το συμπυκνωμένο ψυκτικό που βρίσκεται, πλέον, σε υγρή κατάσταση, οδηγείται στη συνέχεια σ' ένα σωλήνα σταθερής διαμέτρου και σταθερής διατομής (No 4 στο Σχήμα 6.3). Μετά από τον σωλήνα αυτό, μειώνεται, ταχύτατα, η πίεση του ψυκτικού οπότε αρχίζει ξανά να ατμοποι-

είται, καθώς απορροφά θερμότητα.

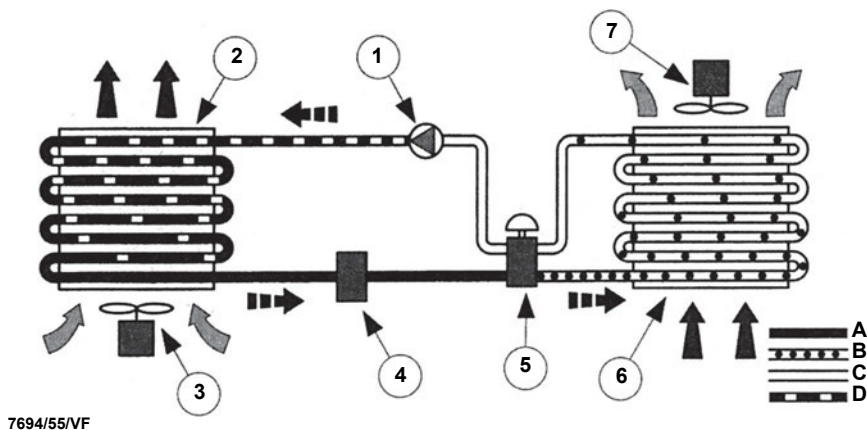
Ο σωλήνας σταθερής διαμέτρου είναι τοποθετημένος πριν την εισαγωγή του εξατμιστή (No 5 στο Σχήμα 6.3), μέσα στον οποίο πραγματοποιείται η ολοκληρωτική ατμοποίηση. Με αυτόν τον τρόπο, απορροφάται η θερμότητα από τον εξατμιστή και από τον εισερχόμενο σ' αυτόν, αέρα. Έτσι, κατά την ψύξη του αέρα, συμπυκνώνεται η υπάρχουσα υγρασία, η οποία και παραμένει επάνω στον εξατμιστή, ενώ τα σωματίδια της σκόνης που εισέρχονται μαζί με τον εξωτερικό αέρα, προσκολλούνται στα υγρά πτερύγια του εξατμιστή.

Στον εξατμιστή δημιουργείται, λόγω της συμπύκνωσης, συνεχώς νερό, το οποίο ξεπλένει και απομακρύνει, μέσω των σωλήνων αποστράγγισης, τις ακαθαρσίες από το περίβλημα του εξατμιστή, οπότε με αυτό τον τρόπο, καθαρίζεται ο εισερχόμενος εξωτερικός αέρας μέσα από το σύστημα κλιματισμού.

Ο ψυχρός αέρας ωθείται, στη συνέχεια από τον ανεμιστήρα του καλοριφέρ/κλιματιστικού (No 6 στο Σχήμα 6.3), και με τη βοήθεια του συστήματος κατανομής αέρα εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο του οχήματος. Το ψυκτικό που βρίσκεται ήδη σε αέρια κατάσταση οδηγείται, τώρα, μέσα στον αφυγραντήρα/συσσωρευτή ψυκτικού (No 7 στο Σχήμα 6.3), πριν αναρροφηθεί και πάλι από το συμπιεστή. Έτσι, με αυτό τον τρόπο, αποφεύγεται τυχόν αναρρόφηση ψυκτικού σε υγρή κατάσταση από το συμπιεστή.

6.1.2 Κύκλωμα ψυκτικού με βαλβίδα εκτόνωσης (Σχήμα 6.4)

Η βαλβίδα εκτόνωσης είναι μια βαλβίδα, η οποία κατανέμει το ψυκτικό, ανάλογα με τη θερμοκρασία του εξατμιστή και στη συνέχεια το ψεκάζει μέσα σ' αυτόν.



Σχήμα 6.4: Κύκλωμα ψυκτικού με βαλβίδα εκτόνωσης.

- | | |
|---|---|
| 1 Συμπιεστής | A Υψηλή πίεση, (Ψυκτικό ρευστό θερμό και σε υγρή κατάσταση) |
| 2 Συμπυκνωτής | B Χαμηλή πίεση, (Ψυκτικό ρευστό ψυχρό και σε υγρή κατάσταση) |
| 3 Βοηθητικός ανεμιστήρας | C Χαμηλή πίεση, (Ψυκτικό ρευστό ψυχρό και σε αέρια κατάσταση) |
| 4 Αφυγραντήρας/συλλέκτης | D Υψηλή πίεση, (Ψυκτικό ρευστό θερμό και σε αέρια κατάσταση) |
| 5 Βαλβίδα εκτόνωσης | |
| 6 Εξατμιστής | |
| 7 Ανεμιστήρας του καλοριφέρ/κλιματιστικού | |

■ Αρχή λειτουργίας του κυκλώματος με βαλβίδα εκτόνωσης

Το κύκλωμα αυτό που διαθέτει βαλβίδα εκτόνωσης δεν διαφέρει, στις βασικές αρχές λειτουργίας του, από το αντίστοιχο που διαθέτει σωλήνα σταθερής διαμέτρου. Έτσι, και σ' αυτή την περίπτωση, ρυθμίζεται στην μεν πλευρά (τμήμα) χαμηλής πίεσης η ατμοποίηση, στην δε πλευρά της υψηλής πίεσης, η συμπύκνωση του ψυκτικού.

Οι διαφορές του κυκλώματος με βαλβίδα εκτόνωσης από το κύκλωμα με σωλήνα σταθερής διαμέτρου είναι οι εξής:

- α) Το ένα σύστημα χρησιμοποιεί σωλήνα σταθερής διαμέτρου με σταθερή διατομή, ενώ το άλλο μια ρυθμιστική βαλβίδα εκτόνωσης.
- β) Το ένα σύστημα διαθέτει αφυγραντήρα/συσσωρευτή ψυκτικού στην πλευρά χαμηλής πίεσης, ενώ το άλλο ένα αφυγραντήρα/συλλέκτη στην πλευρά υψηλής πίεσης, για να οδηγείται στη βαλβίδα εκτόνωσης μόνο ψυκτικό, που βρίσκεται σε υγρή κατάσταση και δεν περιέχει νερό.

Αφού το ψυκτικό συμπιεστεί από το συμπιεστή (No 1 στο Σχήμα 6.4) και υγροποιηθεί στο συμπυκνωτή (No 2 στο Σχήμα 6.4), φτάνει στον αφυγραντήρα/συλλέκτη (No 4 στο Σχήμα 6.4), ο

οποίος λειτουργεί ως δοχείο για το ψυκτικό που βρίσκεται, πλέον, σε υγρή κατάσταση, ενώ, ταυτόχρονα, φιλτράρει και αφαιρεί την υγρασία που έχει απορροφηθεί από το ψυκτικό.

Το ψυκτικό που βρίσκεται σε υγρή κατάσταση ψεκάζεται στη συνέχεια από τη βαλβίδα εκτόνωσης (No 5 στο Σχήμα 6.4) – η οποία ρυθμίζεται ανάλογα με τη θερμοκρασία και την πίεση – σε ακριβείς ποσότητες στον εξατμιστή (No 6 στο Σχήμα 6.4). Ταυτόχρονα, μειώνεται απότομα η πίεση και το υγρό ατμοποιείται, απορροφώντας θερμότητα. Τελικά, καθώς το ψυκτικό φεύγει σε αέρια κατάσταση από τον εξατμιστή, μπορεί να απορροφηθεί ξανά από το συμπιεστή.

6.2 Συμπιεστής

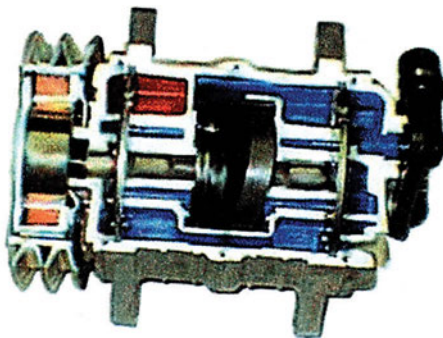
Σκοπός του συμπιεστή είναι να ανεβάζει την πίεση του ψυκτικού μέσου, αναρροφώντας το – σε αέρια κατάσταση – από τον εξατμιστή. Όταν το ψυκτικό μέσο συμπιέζεται, ανάλογα ανεβαίνει και η θερμοκρασία του, με αποτέλεσμα να συμπυκνώνεται και από αέριο να γίνεται υγρό, πολύ γρήγορα, μέσα στο επόμενο εξάρτημα που είναι ο συμπυκνωτής.

Ο συμπιεστής στο αυτοκίνητο επιτελεί, ταυτόχρονα, δύο λειτουργίες :

- α) Δημιουργεί μια κατάσταση χαμηλής πίεσης στην είσοδο του συμπιεστή, αφαιρώντας υπέρθερμο ψυκτικό ατμό από τον εξατμιστή και
- β) Συμπιέζει τον ψυκτικό ατμό χαμηλής πίεσης, σε ατμό υψηλής πίεσης.

Αν ο συμπιεστής δεν λειτουργεί σωστά, δεν κυκλοφορεί σωστά και το ψυκτικό μέσο, με αποτέλεσμα ο κλιματισμός του αυτοκινήτου να μην αποδίδει ικανοποιητικά, ή και καθόλου.

Στο Σχήμα 6.5 φαίνεται ο συμπιεστής ενός συστήματος κλιματισμού αυτοκινήτου.



Σχήμα 6.5: Τυπικός συμπιεστής κλιματιστικού συστήματος αυτοκινήτου.

6.2.1 Είδη συμπιεστών

Τα κυριότερα είδη των συμπιεστών που χρησιμοποιούνται σε διαφορετικούς τύπους αυτοκινήτων είναι:

1. Ο παλινδρομικός συμπιεστής
2. Ο περιστροφικός συμπιεστής
3. Ο συμπιεστής μεταβλητού όγκου
4. Ο ελικοειδής (με σπείρες) συμπιεστής

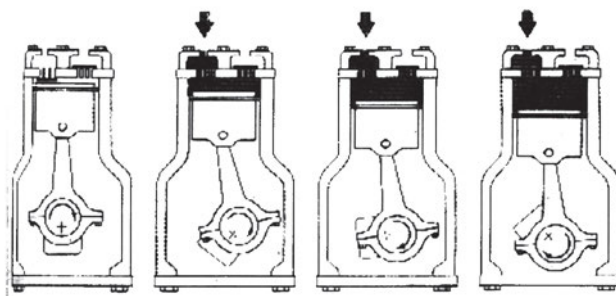
Αναλυτικά, η λειτουργία των παραπάνω συμπιεστών περιγράφεται στις αμέσως παρακάτω ενότητες:

■ Παλινδρομικός συμπιεστής

Ο παλινδρομικός συμπιεστής είναι ο πιο συνηθισμένος συμπιεστής που συναντάται στον κλιματισμό των αυτοκινήτων. Παλινδρομικός σημαίνει ότι το έμβολο ή τα έμβολα εκτελούν μια γραμμική κίνηση, εμπρός-πίσω, ή πάνω-κάτω. Ο συμπιεστής αυτός αποτελείται από ένα ως δέκα έμβολα, με τους αντίστοιχους κυλίνδρους, ενώ στο επάνω μέρος κάθε κυλίνδρου υπάρχει μια βαλβίδα εισαγωγής ή αναρρόφησης και μια βαλβίδα εξαγωγής ή κατάθλιψης. Ο ψυκτικός ατμός χαμηλής πίεσης συμπιέζεται σε ψυκτικό ατμό υψηλής πίεσης, με την κίνηση των εμβόλων και των βαλβίδων.

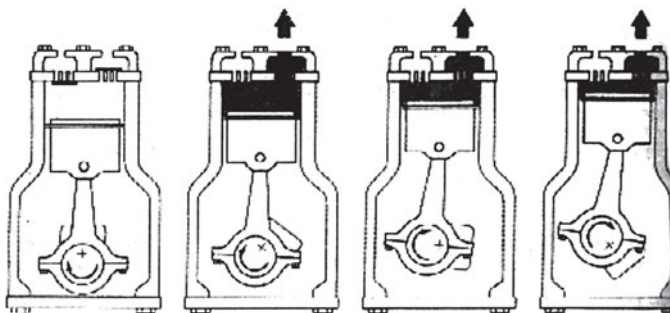
■ Αρχή Λειτουργίας

Για να κατανοηθεί καλύτερα η λειτουργία του παλινδρομικού συμπιεστή, θα επιχειρήσουμε να περιγράψουμε τη λειτουργία ενός μονοκύλινδρου συμπιεστή. Με τη λειτουργία, λοιπόν, του στροφαλοφόρου άξονα και συγκεκριμένα κατά την πρώτη μισή περιστροφή του, το έμβολο κινείται από το άνω νεκρό σημείο (Α.Ν.Σ.) προς το κάτω νεκρό σημείο (Κ.Ν.Σ.) (Σχήμα 6.6). Η κίνηση αυτή του εμβόλου ονομάζεται **εισαγωγή ή χρόνος αναρρόφησης**.



Σχήμα 6.6: Εισαγωγή ή χρόνος αναρρόφησης.

Στη δεύτερη μισή περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα, το έμβολο κινείται αντίθετα, δηλαδή από το Κ.Ν.Σ. προς το Α.Ν.Σ. Αυτή η κίνηση του εμβόλου ονομάζεται **συμπίεση ή χρόνος κατάθλιψης** (Σχήμα 6.7).



Σχήμα 6.7: Συμπίεση ή χρόνος κατάθλιψης.

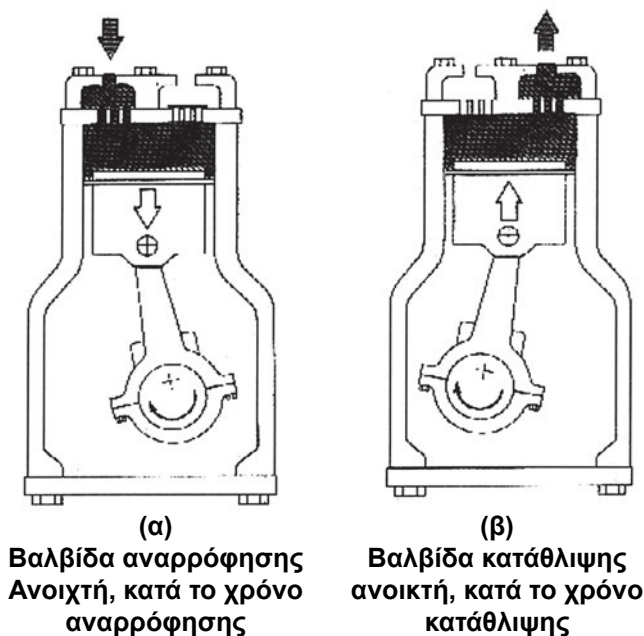
Στο επάνω μέρος του εμβόλου προσαρμόζεται ένα «δαχτυλίδι», για να εξασφαλίσει την καλή εφαρμογή μεταξύ του εμβόλου και των τοιχωμάτων του κυλίνδρου.

Κατά τη διάρκεια του **χρόνου αναρρόφησης**, δημιουργείται μια περιοχή χαμηλής πίεσης στο επάνω μέρος του εμβόλου και κάτω από τις βαλβίδες. Η υψηλότερη πίεση στο επάνω μέρος της βαλβίδας αναρρόφησης, από τον εξατμιστή, αφήνει τη βαλβίδα ν' ανοίξει και επιτρέπει την είσοδο του υπέρθερμου ατμού μέσα στο θάλαμο του κυλίνδρου. Η βαλβίδα κατάθλιψης παραμένει κλειστή, γιατί η πολύ υψηλή πίεση στο επάνω μέρος αυτής της βαλβίδας – σε αντίθεση με τη χαμηλή που επικρατεί στο κάτω μέρος της – την εμποδίζει να ανοίξει (Σχήμα 6.8α).

Κατά τη διάρκεια του **χρόνου κατάθλιψης**, δημιουργείται μια περιοχή υψηλής πίεσης στο επάνω μέρος του εμβόλου και κάτω από τις βαλβίδες. Η πίεση αυτή είναι μεγαλύτερη από εκείνη που υπάρχει στο επάνω μέρος της βαλβίδας αναρρόφησης και, έτσι, αυτή η βαλβίδα κλείνει.

Την ίδια στιγμή, επειδή αυτή η πίεση είναι μεγαλύτερη από την πίεση που υπάρχει επάνω από τη βαλβίδα κατάθλιψης, της επιτρέπει να ανοίξει και έτσι ο συμπιεσμένος ψυκτικός ατμός καταθλίβεται από τον συμπιεστή (Σχήμα 6.8β).

Αυτή η λειτουργία του εμβόλου επαναλαμβάνεται με μεγάλη ταχύτητα, καθώς η κάθε πλήρης διαδρομή του εμβόλου σε κάθε κύλινδρο του συμπιεστή γίνεται σε κάθε πλήρη περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα.



Σχήμα 6.8: Διαδικασία αναρρόφησης και κατάθλιψης.

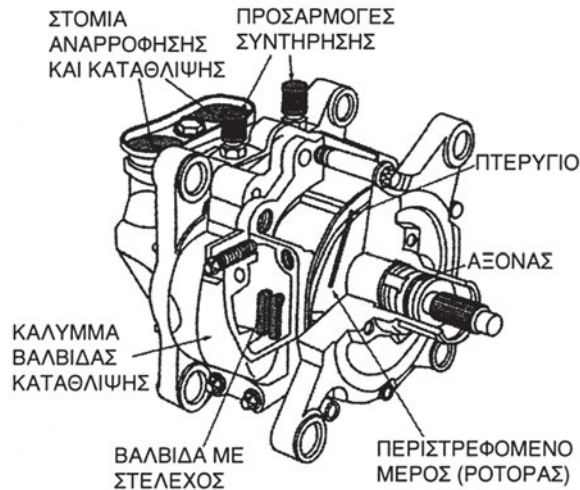
■ Περιστροφικός συμπιεστής με πτερύγια

Ο περιστροφικός συμπιεστής με πτερύγια δεν έχει έμβολα, αλλά μόνο μια βαλβίδα που λέγεται **βαλβίδα κατάθλιψης**. Η βαλβίδα αυτή είναι μια βαλβίδα ελέγχου, που εμποδίζει τον ψυκτικό ατμό υψηλής πίεσης να εισέρχεται στο συμπιεστή, όταν ο κύκλος έχει τελειώσει ή όταν δε λειτουργεί ο συμπιεστής.

Ο άξονας του συμπιεστή περιστρέφει το περιστρεφόμενο μέρος με τα πτερύγια που φτάνουν μέχρι τα τοιχώματα του σώματος του κυλίνδρου και έτσι σχηματίζεται ένας θάλαμος συμπίεσης ή και περισσότεροι, αν, βέβαια, και τα πτερύγια είναι περισσότερα από ένα.

Τα πτερύγια που περιστρέφονται, εισροφούν τον ψυκτικό ατμό χαμηλής πίεσης, με το στόμιο αναρρόφησης, οπότε η συμπίεση του ψυκτικού ατμού ξεκινά μετά από το «πέρασμα» των πτερυγίων από το στόμιο αναρρόφησης, αυξάνοντας έτσι την πίεση του ατμού. Τελικά, ο ψυκτικός ατμός υψηλής πίεσης οδηγείται προς τα έξω, από τη βαλβίδα κατάθλιψης προς τον συμπυκνωτή.

Στο Σχήμα 6.9 φαίνεται ένας περιστροφικός συμπιεστής με πτερύγια.



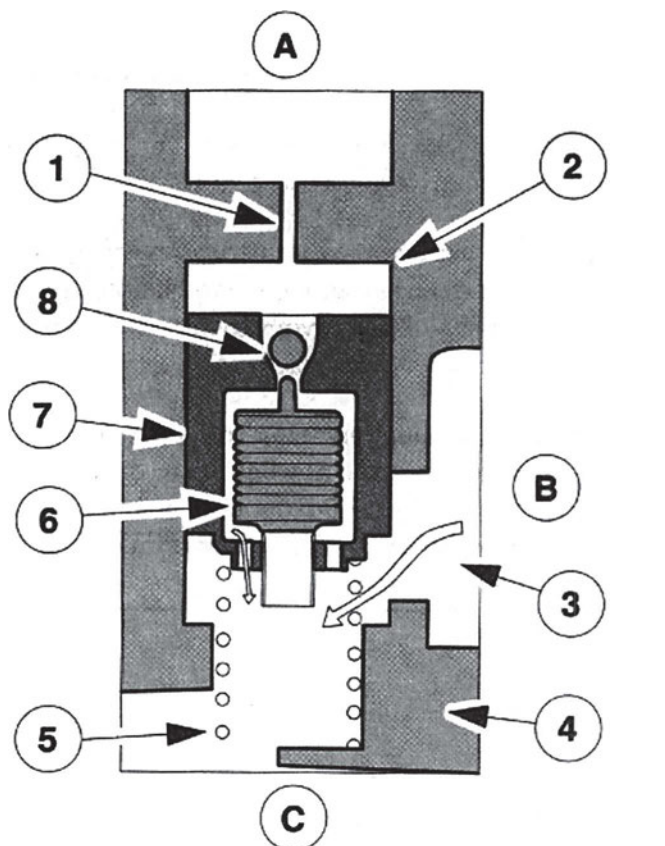
Σχήμα 6.9: Περιστροφικός συμπιεστής με πτερύγια.

■ Συμπιεστής μεταβλητού όγκου

Ο συμπιεστής μεταβλητού όγκου σχεδιάστηκε το 1985 από την εταιρία Harrison, σαν μοντέλο συμπιεστή V-5 και έχει τη δυνατότητα να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε κλιματιστικό αυτοκινήτου, και σε οποιεσδήποτε απαιτήσεις φορτίου, καθώς και κάτω απ' όλες τις συνθήκες.

Αυτό επιτυγχάνεται με τη μεταβολή του εκτοπίσματος του συμπιεστή, καθώς αλλάζει το εκτόπισμα των εμβόλων του.

Τα πέντε έμβολα, που είναι αξονικά προσανατολισμένα, κινούνται με την ταλάντωση ενός δίσκου σε μεταβαλλόμενη γωνία. Η γωνία αυτή αλλάζει από μια κινητήρια βαλβίδα ελέγχου, που είναι τοποθετημένη στην πίσω πλευρά του συμπιεστή, οπότε, με τη βοήθεια αυτής της βαλβίδας, μπορεί ο συμπιεστής να περιορίσει την απόδοσή του μέχρι και στο 30% της μέγιστης ισχύος του (Σχήμα 6.10).



1. Βαθμονομημένο άνοιγμα
2. Κύλινδρος βαλβίδας
3. Βοηθητική δίοδος
4. Σταθερή σπείρα
5. Ελατήριο
6. Φυσούνα
7. Έμβολο
8. Σφαιρική βαλβίδα

- A. Υψηλή πίεση
B. Μερικώς συμπιεσμένο ψυκτικό
C. Χαμηλή πίεση

Σχήμα 6.10: Βαλβίδα ελέγχου και λειτουργία της βαλβίδας με μειωμένη ισχύ συμπιεστή.

Το αποτέλεσμα είναι η συνεχής λειτουργία του συμπιεστή – για όση διάρκεια, βέβαια, λειτουργεί το σύστημα κλιματισμού – με απορρόφηση, όμως, συγκριτικά ελάχιστης ισχύος.

Φυσικά, με τη μείωση τόσο της απόδοσης του συμπιεστή, όσο και των κύκλων λειτουργίας του, μειώνεται, ταυτόχρονα, και η επιβάρυνση του κινητήρα, με αποτέλεσμα, όταν αρχίζει να λειτουργεί ο συμπιεστής, η σύμπλεξή του να είναι ανεπαίσθητη.

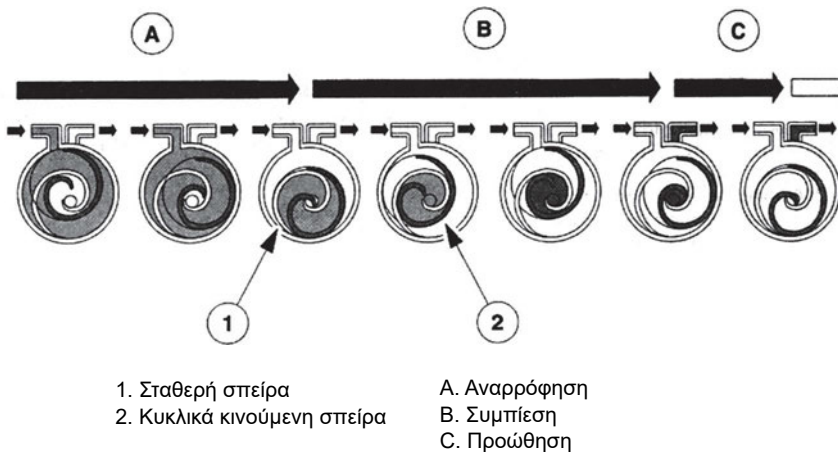
■ Συμπιεστής με σπείρες (ελικοειδής συμπιεστής)

Ο συμπιεστής αυτός αποτελείται από δύο σπείρες που είναι τοποθετημένες η μια μέσα στην άλλη και βρίσκονται μέσα σ' ένα κυλινδρικό περίβλημα, όπου η μια είναι στερεωμένη σταθερά, ενώ η άλλη είναι στερεωμένη επάνω σ' έναν κινητήριο άξονα (Σχήμα 6.11).

Η κινούμενη σπείρα κινείται κυκλικά από τον κινητήριο άξονα, χωρίς όμως να περιστρέφεται, ενώ ανάμεσα στις δυο σπείρες, υπάρχουν θάλαμοι συμπίεσης σε σχήμα «μισοφέγγαρου», οι οποίοι μεγαλώνουν και μικραίνουν ανάλογα με την κίνηση της κινούμενης σπείρας.

Έτσι, όταν οι θάλαμοι συμπίεσης μεγαλώνουν, αναρροφούν ψυκτικό που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση, ενώ, όταν μικραίνουν, το ψυκτικό που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση συμπιέζεται.

Ο συμπιεστής με σπείρες δεν χρειάζεται βαλβίδα εισαγωγής, γιατί ο θάλαμος σφραγίζει αυτόνομα, με τη βοήθεια της κινούμενης σπείρας. Στην εξαγωγή, δηλαδή στο κέντρο της σταθερής σπείρας, βρίσκεται μια βαλβίδα με γλωσσίδα, με αποτέλεσμα, αυτή (η βαλβίδα) να αποτρέπει την επιστροφή του ψυκτικού που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση, όταν ο συμπιεστής είναι απενεργοποιημένος.



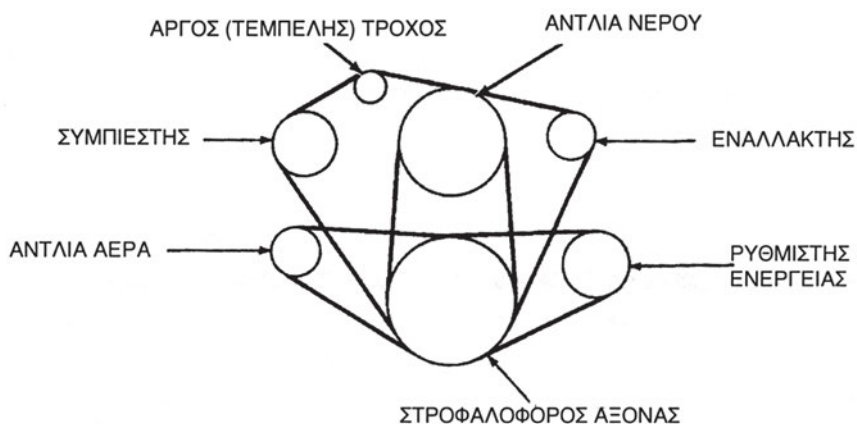
Σχήμα 6.11: Οι δύο σπείρες ενός συμπιεστή και η λειτουργία τους.

Ο συμπιεστής με σπείρες παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα, σε σχέση με τους άλλους τύπους συμπιεστών:

- Διαθέτει μεγαλύτερη ισχύ
- Έχει πιο αθόρυβη λειτουργία
- Εμφανίζει ελάχιστη ροπή εκκίνησης
- Έχει πιο συμπαγή κατασκευή.

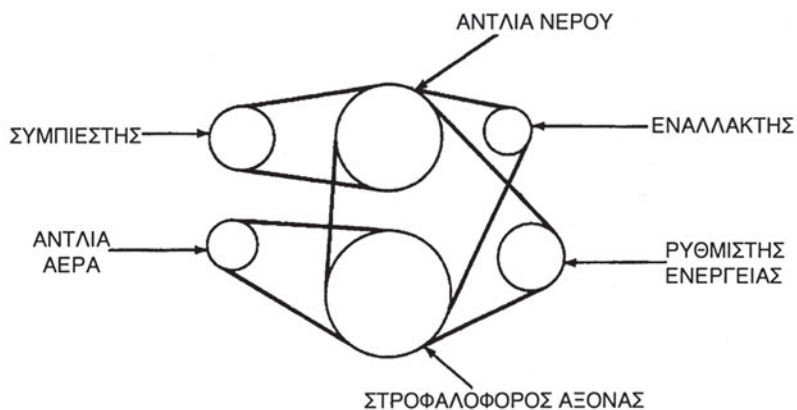
6.2.2 Μετάδοση κίνησης

Όλοι οι συμπιεστές παίρνουν κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα της μηχανής, με άμεσο ή έμμεσο τρόπο. Έτσι, μερικοί συμπιεστές παίρνουν κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα της μηχανής, με έναν ή δύο ιμάντες και έχουν μια τροχαλία που κινείται αργά και ρυθμίζει το τέντωμα αυτών των ιμάντων (Σχήμα 6.12).



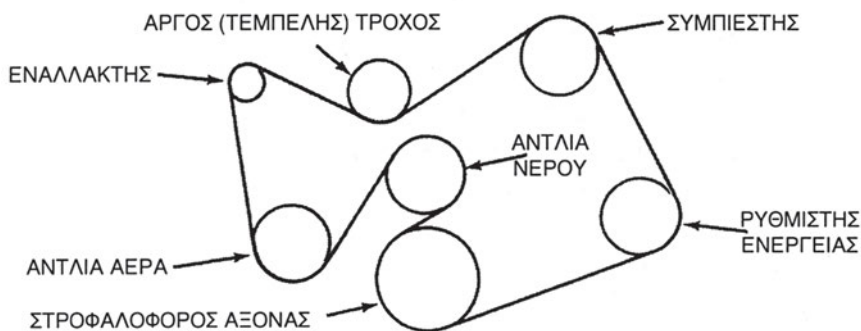
Σχήμα 6.12: Ο συμπιεστής κινείται από το στροφαλοφόρο άξονα με ρύθμιση των ιμάντων από μια αργοκίνητη τροχαλία.

Άλλοι συμπιεστές κινούνται από την τροχαλία της αντλίας νερού, η οποία αντλία, με τη σειρά της, περιστρέφεται από την τροχαλία του στροφαλοφόρου άξονα της μηχανής (Σχήμα 6.13).



Σχήμα 6.13: Κίνηση του συμπιεστή από τον στροφαλοφόρο άξονα μέσω της αντλίας νερού.

Υπάρχουν, επίσης, συμπιεστές που παίρνουν κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα μέσω ενός απλού ιμάντα, που ονομάζεται ελικοειδής ιμάντας ή ιμάντας διατομής V (Σχήμα 6.14).



Σχήμα 6.14: Συμπιεστής που παίρνει κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα με ελικοειδή ιμάντα.

6.2.3. Ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης

Όλοι οι συμπιεστές των κλιματιστικών μονάδων των αυτοκινήτων έχουν έναν ηλεκτρομαγνητικό συμπλέκτη, που είναι προσαρμοσμένος στο στροφαλοφόρο άξονα ή στον κύριο άξονα. Αυτός ο συμπλέκτης χρησιμοποιείται για να ελέγχει

την εκκίνηση ή την παύση λειτουργίας του συμπιεστή, στην περίπτωση που αυτός δεν χρειάζεται να λειτουργεί, δηλαδή, όταν το κλιματιστικό δε χρησιμοποιείται, ή στην περίπτωση που είναι μεν σε λειτουργία, αλλά έχει φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία και άρα πρέπει να σταματήσει.

Υπάρχουν δύο επικρατέστεροι τύποι ηλεκτρομαγνητικού συμπλέκτη:

α) Ο συμπλέκτης με **σταθερό πηνίο** και

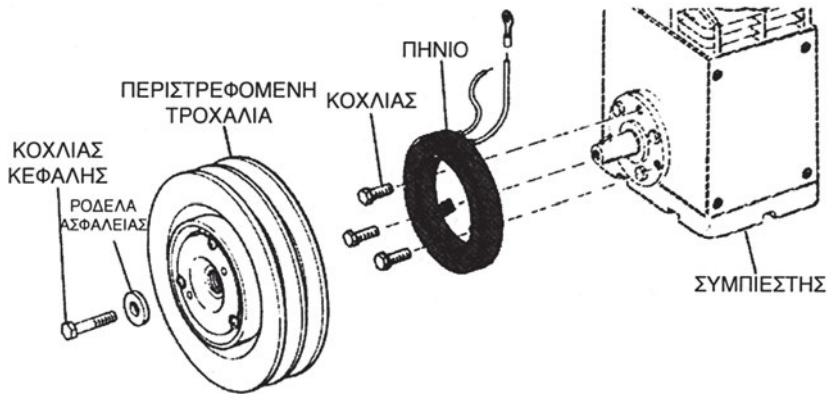
β) Ο συμπλέκτης με **περιστρεφόμενο πηνίο**.

Αναλυτικά:

- Ο **συμπλέκτης με σταθερό πηνίο** χρησιμοποιείται περισσότερο, γιατί έχει λιγότερα μέρη τριβής (Σχήμα 6.15). Συγκεκριμένα, το πηνίο του τοποθετείται σταθερά στο συμπιεστή και ο ρότορας (το περιστρεφόμενο μέρος) είναι στερεωμένος επάνω στον οπλισμό του μαγνήτη, ο οποίος μαγνήτης είναι στερεωμένος επάνω στο στροφαλοφόρο άξονα του συμπιεστή.

Όταν ο θερμοστάτης ή ο διακόπτης είναι κλειστοί, το ηλεκτρικό ρεύμα που περνά από το πηνίο δημιουργεί μια μαγνητική δύναμη έλξης, ανάμεσα στο πηνίο και τον οπλισμό του μαγνήτη, οπότε ο μαγνήτης έλκεται προς το ρότορα και, τότε, όλη η μονάδα αρχίζει να περιστρέφεται, ενώ το πηνίο παραμένει σταθερό.

Επίσης, ο στροφαλοφόρος άξονας αρχίζει και αυτός να περιστρέφεται και, έτσι, ξεκινά ο ψυκτικός κύκλος. Όταν, όμως, ο θερμοστάτης ή ο διακόπτης είναι ανοιχτοί, το ηλεκτρικό ρεύμα δεν περνά από το πηνίο, οπότε ο ρότορας περιστρέφεται ελεύθερα, ενώ ο οπλισμός του μαγνήτη, αφού δεν έλκεται από το ρότορα, σταματά να περιστρέφεται. Έτσι, σταματά να λειτουργεί ο συμπιεστής, μέχρι να τροφοδοτηθεί και πάλι με ηλεκτρικό ρεύμα το πηνίο του συμπλέκτη.



Σχήμα 6.15: Συμπλέκτης με σταθερό πηνίο.

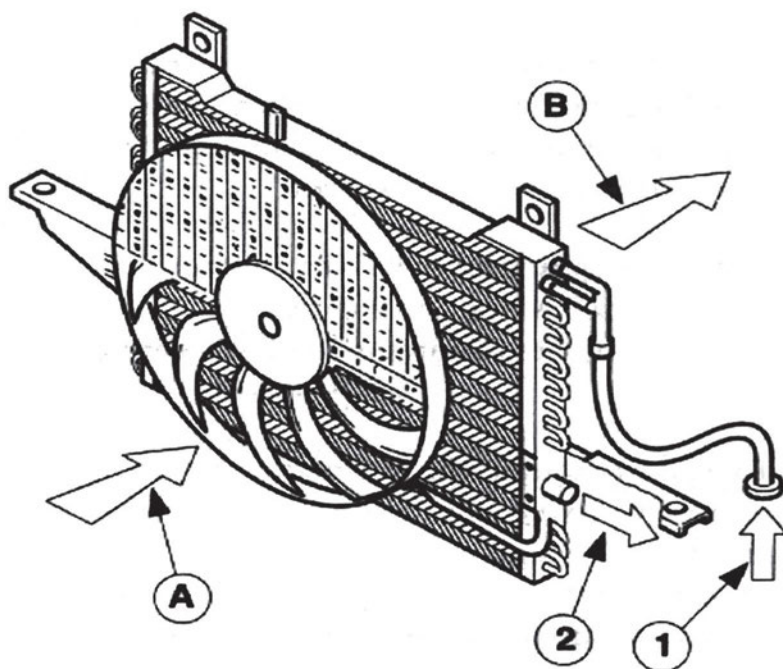
- Ο **συμπλέκτης με περιστρεφόμενο πηνίο** χρησιμοποιείται λιγότερο από το συμπλέκτη σταθερού πηνίου, λειτουργεί όπως και αυτός, αλλά το πηνίο του είναι μέρος του ρότορα και, κατά συνέπεια, περιστρέφεται μαζί μ' αυτόν. Έτσι, όταν το ηλεκτρικό ρεύμα περνά στο πηνίο, μέσα από ένα σύστημα με καρβουνάκια που είναι τοποθετημένα πάνω στο συμπιεστή, τότε ενεργοποιείται ένα μαγνητικό πεδίο, που έλκει τον σπλισμό του μαγνήτη, ώστε να έρθει σε επαφή με το ρότορα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όλο το σύστημα, που αποτελείται από τον *σπλισμό του μαγνήτη*, το *ρότορα* και το *πηνίο*, να αρχίζει να περιστρέφεται και να προκαλεί σε περιστροφή και το *συμπλέκτη*.

6.3 Συμπυκνωτής

Ο σκοπός του συμπυκνωτή ενός συστήματος κλιματισμού είναι αντίστροφος από αυτόν του εξατμιστή, αφού σ' αυτόν (τον συμπυκνωτή), το υπέρθερμο ψυκτικό ρευστό, που είναι σε αέρια κατάσταση, συμπυκνώνεται και υγροποιείται. Για να γίνει, όμως, κάτι τέτοιο, το αέριο πρέπει ν' αποβάλλει τη θερμότητά του, με τη βοήθεια του αέρα που περνά επάνω από το συμπυκνωτή. Ο αέρας, δηλαδή, μεταφέρει τη θερμότητα μακριά από το συμπυκνωτή και μόνο τότε το αέριο συμπυκνώνεται και υγροποιείται. Αυτή, λοιπόν, η θερμότητα που αποβάλλεται από το ψυκτικό ρευστό είναι η θερμότητα που απορροφήθηκε στον εξατμιστή, για να μετατραπεί το ψυκτικό ρευστό από υγρό σε αέριο.

Στο Σχήμα 6.16 φαίνεται ο συμπυκνωτής του κλιματιστικού ενός αυτοκινήτου. Το ψυκτικό ρευστό είναι, συνήθως, 100% ατμός όταν εισέρχεται στο συμπυκνωτή, ενώ όταν εξέρχεται απ' αυτόν, δεν είναι πάντα 100% υγρό, γεγονός, πάντως, που δεν επηρεάζει τη λειτουργία του, γιατί το ψυκτικό κατευθύνεται προς το συλλέκτη υγρού και τη θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα, όπου θα γίνει ο απαραίτητος διαχωρισμός.

Σημειώνεται ότι η θέση τοποθέτησης του συμπυκνωτή, στο χώρο της μηχανής του αυτοκινήτου, είναι εμπρός από το ψυγείο, ενώ ο βοηθητικός ανεμιστήρας που τοποθετείται εμπρός από το συμπυκνωτή – ανάλογα βέβαια και με το μοντέλο του αυτοκινήτου – εξασφαλίζει την ταχεία μείωση της θερμότητας του ψυκτικού ρευστού και, άρα, την ταχεία μετατροπή του από αέριο σε υγρό.



1. Ψυκτικό σε αέρια κατάσταση
2. Ψυκτικό σε υγρή κατάσταση

- A. Ψυχρός αέρας
- B. Θερμός αέρας

Σχήμα 6.16: Συμπυκνωτής συστήματος κλιματισμού αυτοκινήτου με βοηθητικό ανεμιστήρα (ανάλογα με το μοντέλο του αυτοκινήτου).

6.4 Εξατμιστής

Το τμήμα του κλιματιστικού συστήματος, όπου το ψυκτικό ρευστό εξατμίζεται απορροφώντας θερμότητα, είναι ο **εξατμιστής** (Σχήμα 6.17), ο οποίος αποτελείται από πολυάριθμους σπειροειδείς σωλήνες συνδεδεμένους με πτερύγια.

Η βαλβίδα εκτόνωσης ή ο σωλήνας σταθερής διαμέτρου – ανάλογα με το είδος του κυκλώματος – κατανέμουν αρχικά το ψυκτικό μέσο σε ακριβείς ποσότητες και μετά το ψεκάζουν στον εξατμιστή. Έτσι, το ψυκτικό, μόλις φτάσει στους σπειροειδείς σωλήνες ατμοποιείται, λόγω της μείωσης της πίεσης και απορροφά θερμότητα από τους σπειροειδείς σωλήνες, οι οποίοι, όπως και ο εξατμιστής, ψύχονται σε πολύ μεγάλο βαθμό. Στη συνέχεια, το ψυκτικό μέσο αναρροφάται από το συμπιεστή σε αέρια κατάσταση, ενώ ο αέρας, που ρέει μέσα από τον εξατμιστή, αφού πρώτα ψύχεται και ξηραίνεται, μετά διοχετεύεται από τον ανεμιστήρα του καλοριφέρ/κλιματιστικού στον εσωτερικό χώρο του αυτοκινήτου (χώρο επιβατών). Κατά τη διαδικασία αυτή, συμπυκνώνεται η υγρασία του αέρα στα πτερύγια του εξατμιστή. Το νερό που δημιουργείται λόγω αυτής της συμπύκνωσης απομακρύνεται με τη βοήθεια ενός σωλήνα, και μαζί του απομακρύνονται και οι τυχόν ακαθαρσίες (σκόνη, γύρη κ.λπ.) που έχουν προσκολληθεί στον υγρό εξατμιστή, με τελικό αποτέλεσμα, να καθαρίζεται και να ξηραίνεται ο αέρας, πριν εισέλθει στην καμπίνα των επιβατών.

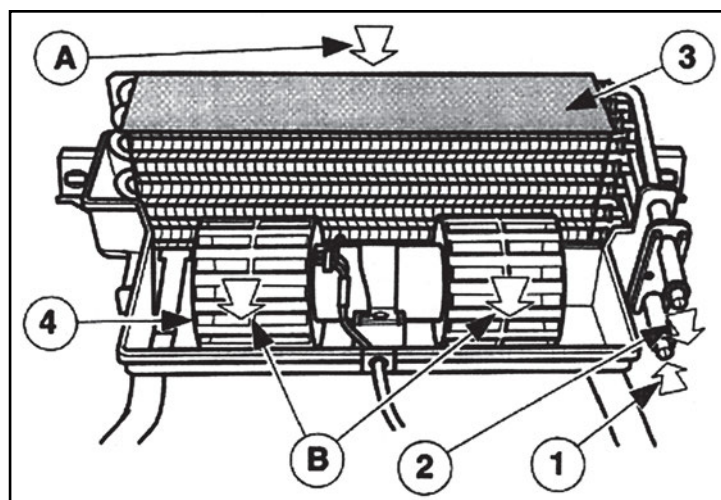
Οι παράγοντες που παίζουν ρόλο στο σχεδιασμό ενός εξατμιστή είναι:

- Το μέγεθος και το μήκος των σωλήνων
- Ο αριθμός και το μέγεθος των πτερυγίων του
- Ο αριθμός των καμπυλών επιστροφής
- Η ποσότητα του αέρα που περνά από τα πτερύγια, και
- Το θερμικό φορτίο, δηλαδή το ποσό της θερμότητας που αποβάλλεται.

Επίσης, πρέπει να διασφαλιστεί ότι το ψυκτικό ρευστό που εγκαταλείπει τον εξατμιστή, είναι ατμός χαμηλής πίεσης, ελαφρώς υπέρθερμος.

Παράλληλα, αξιωματικά ότι από τον εξατμιστή, όπως αναφέρθηκε, πρέπει να διέρχεται συγκεκριμένη ποσότητα ψυκτικού ρευστού γιατί αν περνά μεγαλύτερη της κανονικής, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μειωμένη ψυκτική ικανότητα της μονάδας, αφού η πίεση του ψυκτικού ρευστού θα είναι υψηλότερη και δεν θα μπορεί να εξατμιστεί κατάλληλα. Ταυτόχρονα, μια μεγαλύτερη ποσότητα ψυκτικού υγρού θα φεύγει από τον εξατμιστή και θα κατευθύνεται

προς το συμπιεστή, με κίνδυνο να προκαλέσει σοβαρή βλάβη στο συμπιεστή. Κάτω, λοιπόν, από αυτές τις συνθήκες, θα έχουμε σοβαρή υπερθέρμανση του συστήματος και, τελικά, την κακή λειτουργία του κλιματιστικού συστήματος.



A. Θερμός αέρας
B. Ψυχρός αέρας

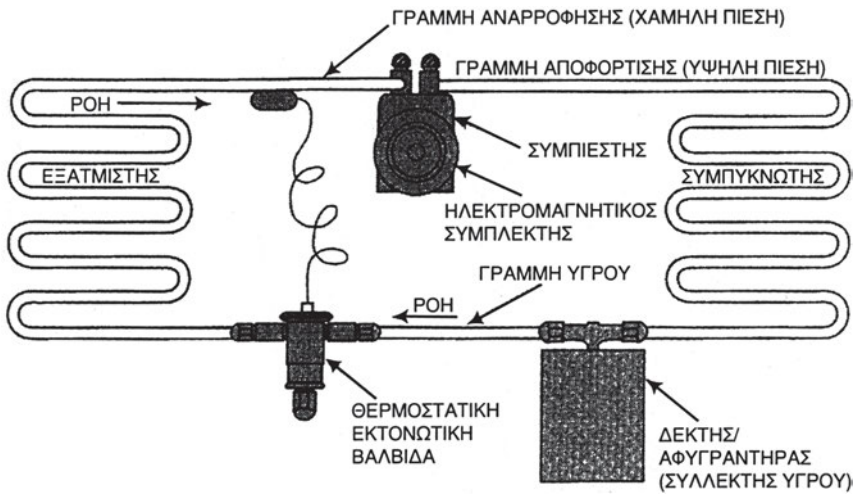
1. Ψυκτικό σε υγρή κατάσταση
2. Ψυκτικό σε αέρια κατάσταση
3. Εξατμιστής
4. Ανεμιστήρας του καλοριφέρ/κλιματιστικού

Σχήμα 6.17: Εξατμιστής συστήματος κλιματισμού αυτοκινήτου.

6.5 Συλλέκτης ψυκτικού υγρού

Το θερμικό φορτίο στον εξατμιστή μεταβάλλεται συνέχεια, είτε επειδή αλλάζει η θερμοκρασία μέσα στο αυτοκίνητο, είτε επειδή αλλάζει η υγρασία. Άλλες φορές, πάλι, υπάρχει απώλεια ψυκτικού ρευστού, γιατί υπάρχει κάποια μικρή διαρροή. Είναι, λοιπόν, απαραίτητο να υπάρχει ένα δοχείο αποθήκευσης ψυκτικού ρευστού στο κύκλωμα. Το δοχείο αυτό είναι ο συλλέκτης υγρού, και χρησιμοποιείται στα συστήματα κλιματισμού που έχουν θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα, αφού έχει την ιδιότητα να αποθηκεύει το υπερβολικό (πλεονάζον) ψυκτικό ρευστό, μέχρις ότου αυτό ξαναχρησιαστεί στο κύκλωμα.

Ο συλλέκτης, λοιπόν αυτός αποτελείται από ένα μεταλλικό κυλινδρικό δοχείο με δύο προσαρμογές, έχει σππή καλυμμένη με γυαλί, για οπτικό έλεγχο. Τοποθετείται στην πλευρά της υψηλής πίεσης του συστήματος, ανάμεσα στην έξοδο του συμπυκνωτή και στην είσοδο του εξατμιστή (Σχήμα 6.18).



Σχήμα 6.18: Συλλέκτης ψυκτικού υγρού σε κύκλωμα με θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα.

Η κατασκευή του συλλέκτη ψυκτικού υγρού είναι τέτοια, ώστε ο ψυκτικός ατμός και το ψυκτικό υγρό να διαχωρίζονται και να εξασφαλίζεται, μ' αυτό τον τρόπο, η τροφοδοσία της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας με υγρό 100%.

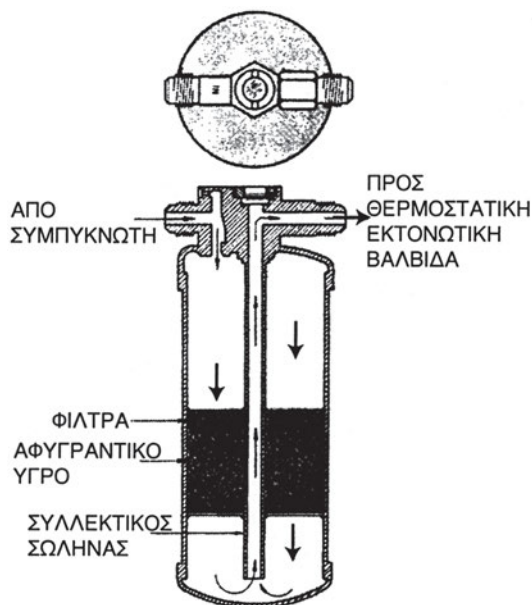
Ο συλλέκτης υγρού χωρίζεται σε δύο μέρη:

- α) Στο δέκτη και
- β) Στον αφυγραντήρα

Πιο αναλυτικά:

- Ο **δέκτης** είναι ένας θάλαμος αποθήκευσης του συλλέκτη, με σκοπό να συγκρατεί την περίσσια ποσότητα ψυκτικού ρευστού, για τη σωστή λειτουργία του συστήματος κλιματισμού του αυτοκινήτου. Ταυτόχρονα, εξασφαλίζει τη σταθερή ροή του ψυκτικού ρευστού, για να τροφοδοτείται σωστά η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα.
- Ο **αφυγραντήρας** βρίσκεται, συνήθως, στο κάτω μέρος του συλλέκτη υγρού και είναι ένα χημικό μέσο αφύγρανσης, που μπορεί και συγκρατεί μικρές ποσότητες υγρασίας του συστήματος.

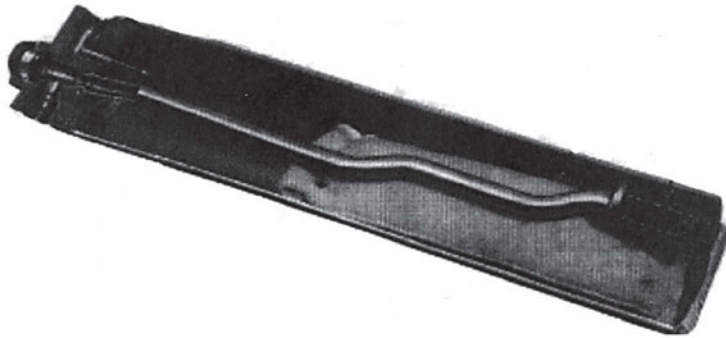
Πολλοί συλλέκτες υγρού περιέχουν και φίλτρο ή φίλτρα, από τα οποία πρέπει να περάσει το ψυκτικό ρευστό, πριν φύγει για την θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα. Έτσι, το υλικό του φίλτρου εμποδίζει τη σκόνη ή άλλα τυχόν σωματίδια που κυκλοφορούν, να μεταφερθούν με τη βοήθεια του ψυκτικού ρευστού, μέσα στο σύστημα.



Σχήμα 6.19: Συλλέκτης υγρού.

Το ψυκτικό ρευστό εισέρχεται στο συλλέκτη, προερχόμενο από τον συμπυκνωτή (Σχήμα 6.19) και αφού περάσει από τα φίλτρα και το αφυγραντικό υλικό, κατευθύνεται μέσω του συλλεκτικού σωλήνα προς την έξοδο του συλλέκτη και στη συνέχεια, προς την είσοδο της θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας.

Ο συλλέκτης του ψυκτικού υγρού χρησιμεύει, τέλος, και ως (ένας) διαχωριστής. Επειδή, δηλαδή, η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα πρέπει να τροφοδοτείται αποκλειστικά με υγρό ψυκτικό ρευστό, αυτό κατακάθεται στον πυθμένα του δοχείου του συλλέκτη, ενώ το ψυκτικό ρευστό που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση παραμένει στην κορυφή του δοχείου. Έτσι, ο συλλεκτικός σωλήνας, που φτάνει μέχρι τον πυθμένα του συλλέκτη υγρού και τροφοδοτεί τη θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα με ψυκτικό ρευστό, επιτελεί σίγουρα και αποτελεσματικά την αποστολή του αυτή (Εικόνα 6.1).



Εικόνα 6.1: Συλλέκτης υγρού.

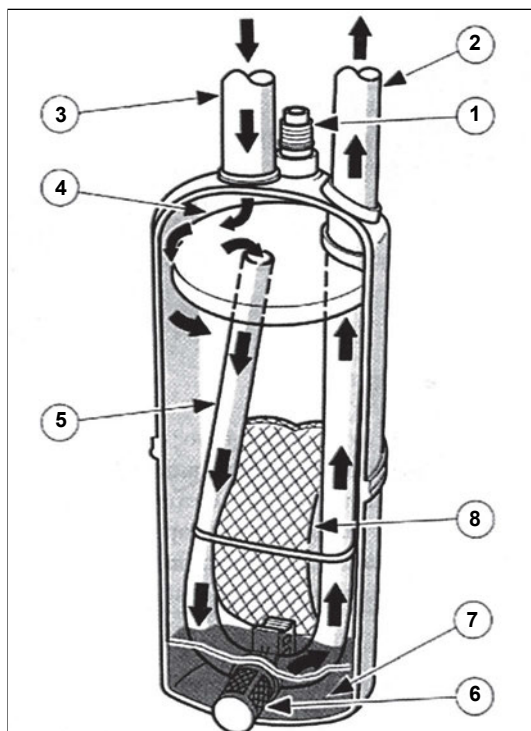
6.6 Αφυγραντήρας – Συσσωρευτής ψυκτικού μέσου

Στα συστήματα κλιματισμού, στα οποία, αντί της εκτονωτικής βαλβίδας, υπάρχει σωλήνας σταθερής διαμέτρου, τοποθετείται – στο κύκλωμα – ένας αφυγραντήρας μεταξύ του εξατμιστή και του συμπιεστή. Ο αφυγραντήρας αυτός προστατεύει το συμπιεστή από τυχόν αναρρόφηση ψυκτικού σε υγρή κατάσταση, και λειτουργεί ως εφεδρικό δοχείο και φίλτρο για το ψυκτικό ρευστό (Σχήμα 6.20).

Συγκεκριμένα, το ψυκτικό ρευστό που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση καταλήγει από τον εξατμιστή, μέσα από το σωλήνα εισαγωγής, στον αφυγραντήρα, του οποίου το στοιχείο αφύγρανσης κατακρατεί την υγρασία που έχει απορροφηθεί από το ψυκτικό. Έτσι, το ψυκτικό που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση συγκεντρώνεται κάτω από το θολωτό επάνω μέρος του αφυγραντήρα από όπου και αναρροφάται από τον σωλήνα εξαγωγής. Επίσης, ο αφυγραντήρας διαθέτει διηθητήριο, στο πίσω μέρος του οποίου υπάρχει ένα μικρό άνοιγμα – επί του σωλήνα σχήματος U – από το οποίο αναρροφάται το ψυκτικό λάδι που συγκεντρώνεται στο κάτω μέρος του αφυγραντήρα και αναμιγνύεται με το ψυκτικό ρευστό που βρίσκεται σε αέρια κατάσταση.



Ο αφυγραντήρας δεν επισκευάζεται σε περίπτωση βλάβης, αλλά αντικαθίσταται με νέο.



1. Σύνδεση για το διακόπτη χαμηλής πίεσης
2. Σωλήνας εξόδου προς το συμπιεστή
3. Σωλήνας εισόδου από τον εξατμιστή
4. Θολωτό επάνω μέρος
5. Σωλήνας σχήματος U
6. Διηθητήριο
7. Ψυκτικό λάδι
8. Στοιχείο αφύγρανσης

Σχήμα 6.20: Αφυγραντήρας για σύστημα κλιματισμού με σωλήνα σταθερής διαμέτρου.

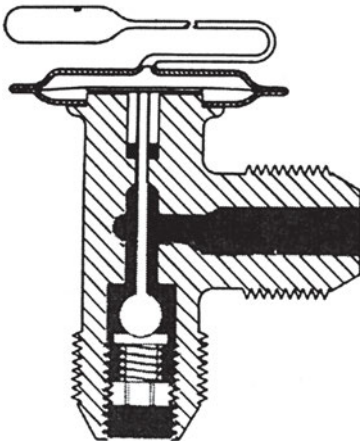
6.7 Θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα

Ο έλεγχος της ποσότητας του ψυκτικού ρευστού που πρέπει να εισέλθει στον εξατμιστή ενός συστήματος κλιματισμού αυτοκινήτου, το οποίο βρίσκεται σε λειτουργία, εξαρτάται από μια βαλβίδα, που ονομάζεται **θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα**. Η βαλβίδα αυτή βρίσκεται πριν από τον εξατμιστή και πριν την είσοδο του ψυκτικού ρευστού σ' αυτόν (τον εξατμιστή).

Συγκεκριμένα, κάτω από διαφορετικές συνθήκες θερμικών φορτίων, η εκτονωτική αυτή βαλβίδα είναι σχεδιασμένη να μετρά την απαιτούμενη από τον εξατμιστή ποσότητα ψυκτικού ρευστού, ώστε να υπάρχει σωστή απόδοση του κλιματιστικού. Αυτό το επιτυγχάνει με το άνοιγμα ή το κλείσιμό της, την κατάλληλη χρονική στιγμή.

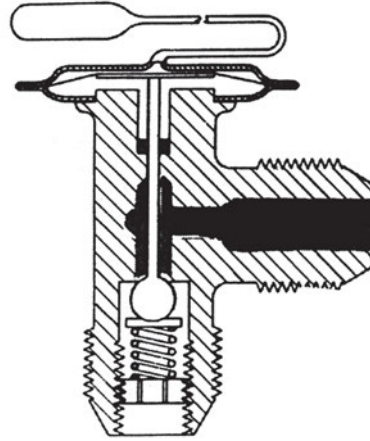
Τα Σχήματα 6.21 και 6.22 δείχνουν τις δύο θέσεις λειτουργίας μιας θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας.

Όταν, δηλαδή, το φορτίο αυξάνεται, απαιτείται περισσότερο ψυκτικό ρευστό από τον εξατμιστή, οπότε η βαλβίδα ανοίγει και επιτρέπει το πέρασμα μεγαλύτερης ποσότητας ρευστού. Όταν, όμως, το φορτίο μειώνεται, η βαλβίδα κλείνει λίγο και έτσι μικρότερη ποσότητα ψυκτικού ρευστού πηγαίνει προς τον εξατμιστή.



Σχήμα 6.21

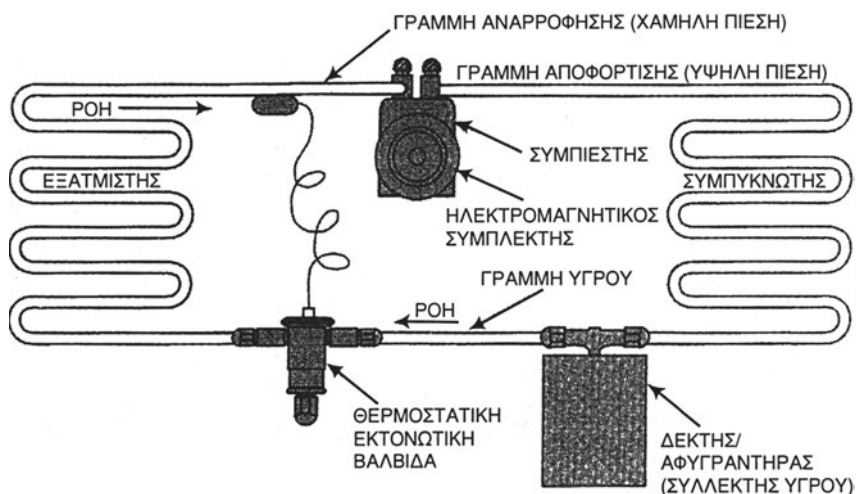
Ανοιχτή θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα που επιτρέπει τη ροή του ψυκτικού ρευστού προς τον εξατμιστή.



Σχήμα 6.22

Κλειστή θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα που δεν επιτρέπει τη ροή του ψυκτικού ρευστού προς τον εξατμιστή.

Στο Σχήμα 6.23, απεικονίζεται, γραφικά, ένα σύστημα κλιματισμού που έχει θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα. Εδώ, ο συμπιεστής αντλεί υπέρθερμο ψυκτικό ατμό από τον εξατμιστή. Το ψυκτικό ρευστό συμπιέζεται και πηγαίνει στον συμπυκνωτή, σαν υπέρθερμος ατμός, και επειδή ο ατμός αυτός είναι πιο ζεστός από τον αέρα του περιβάλλοντος, αποβάλλει θερμότητα προς το περιβάλλον, η οποία διαφεύγει από τα πτερύγια του συμπυκνωτή. Όταν ο ψυκτικός ατμός αποβάλλει τη θερμότητά του, μετατρέπεται σε συμπυκνωμένο υγρό, το οποίο φιλτράρεται, αφυγραίνεται και αποθηκεύεται με πίεση μέσα στο συλλέκτη υγρού, μέχρι να το χρειαστεί και πάλι ο εξατμιστής. Για να υπάρξει, όμως, ροή του υγρού αυτού ψυκτικού μέσου από το συλλέκτη προς τον εξατμιστή, πρέπει να μεσολαβήσει η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα, η οποία και ρυθμίζει τη ροή αυτή. Η πίεση του ρευστού μειώνεται, κατά τη ροή του μέσα στη βαλβίδα, με αποτέλεσμα να αρχίζει ο βρασμός του και η μεταβολή του σε ατμό. Στη συνέχεια, εδώ στον εξατμιστή, το ρευστό συλλέγει τη θερμότητα που διέρχεται από τα πτερύγιά του και γίνεται υπέρθερμος ψυκτικός ατμός, και έτσι ο κύκλος αρχίζει και πάλι από την αρχή.



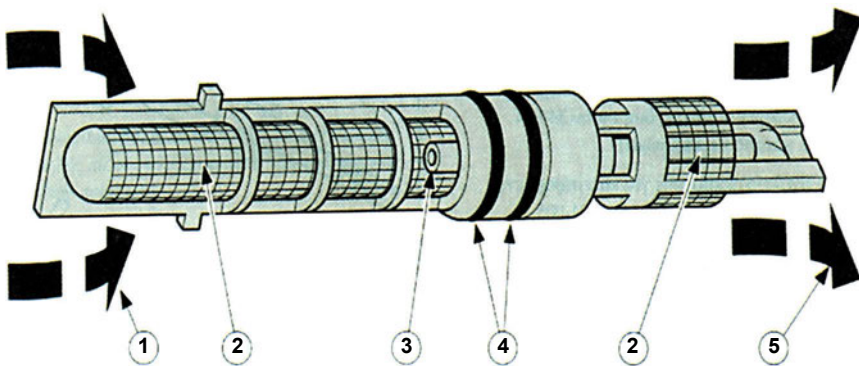
Σχήμα 6.23: Κύκλωμα ψυκτικού ρευστού με θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα.

6.8 Σωλήνας σταθερής διαμέτρου

Ο σωλήνας σταθερής διαμέτρου είναι ένα εξάρτημα που τοποθετείται στο σωλήνα ο οποίος συνδέει το συμπυκνωτή με τον εξατμιστή και ρυθμίζει την ποσότητα του ψυκτικού ρευστού που εισρέει στον εξατμιστή, ενώ αποτελεί και σημείο διαχωρισμού μεταξύ της πλευράς της υψηλής πίεσης και της πλευράς της χαμηλής πίεσης του κυκλώματος (Σχήμα 6.24).

Έτσι, το ψυκτικό ρευστό ρέει σε υγρή κατάσταση και υψηλή πίεση, από το συμπυκνωτή προς το σωλήνα σταθερής διαμέτρου. Περίπου στο μέσον του σωλήνα, υπάρχουν δυο δακτύλιοι «Ο» που περιορίζουν το ψυκτικό, ώστε να οδηγηθεί μέσα στο σωλήνα αυτό της σταθερής διαμέτρου, ενώ ταυτόχρονα δυο διηθητήρια καθαρίζουν το ψυκτικό από τα διάφορα ξένα σωματίδια. Συνεπώς, μόνο μια συγκεκριμένη ποσότητα ψυκτικού μέσου μπορεί να περάσει από το σωλήνα, οπότε έτσι εξασφαλίζεται και η σωστή τροφοδοσία του εξατμιστή.

👉 Σε περίπτωση που καταστραφεί ή πάθει βλάβη ο σωλήνας σταθερής διαμέτρου, δεν επισκευάζεται, αλλά αντικαθίσταται με νέο.



1. Εισαγωγή–πλευρά υψηλής πίεσης
2. Διηθητήριο
3. Εσωτερική διάμετρος του σωλήνα σταθερής διαμέτρου
4. Δακτύλιος «Ο»
5. Εξαγωγή–πλευρά χαμηλής πίεσης

Σχήμα 6.24: Συγκρότημα σωλήνα σταθερής διαμέτρου.

6.9 Εύκαμπτοι σωλήνες

Γενικά, οι σωλήνες μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό, κατά τη λειτουργία ενός συστήματος κλιματισμού, κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό, χάλυβα και αλουμίνιο. Οι σωλήνες, όμως, που χρησιμοποιούνται, ειδικά, στα συστήματα κλιματισμού του αυτοκινήτου για την κυκλοφορία του ψυκτικού ρευστού, είναι από συνθετικό καουτσούκ, που περιβάλλεται από μια νάιλον πλέξη για την ενίσχυση τους. Σε μια προσπάθεια, μάλιστα, αποτροπής των διαρροών του ψυκτικού ρευστού, ακόμη και η εσωτερική επιφάνεια αυτών των σωλήνων κατασκευάζεται, τώρα, από νάιλον, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τα δύο είδη ψυκτικών ρευστών (R-12 και R-134a).

6.10 Ψυκτικό ρευστό

Για πολλά χρόνια, το ψυκτικό ρευστό που οι κατασκευαστές χρησιμοποιούσαν στις κλιματιστικές συσκευές του αυτοκινήτου, ήταν το **R-12**. **Η χρήση του, όμως, έχει πλέον απαγορευθεί**, επειδή, όπως έχει αποδειχθεί, δεν είναι φιλικό στο περιβάλλον, αφού προκαλεί την καταστροφή του στρώματος του όζοντος στην ατμόσφαιρα και συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, δηλαδή στην αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας του πλανήτη, γεγονός που μπορεί να έχει απρόβλεπτες συνέπειες.

Το **νέο, πλέον, ψυκτικό** που χρησιμοποιείται για τον κλιματισμό του αυτοκινήτου, είναι το **R-134a**, που είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον.

Συγκεκριμένα, τα βασικά **χαρακτηριστικά** του **R-134a**, είναι τα εξής:

- Μπορεί να αναμιχθεί μόνο με συνθετικά λιπαντικά και όχι με ορυκτέλαια.
- Δεν προσβάλλει (οξειδώνει) τα μέταλλα.
- Προσβάλλει ορισμένα πλαστικά και γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο ειδικές τσιμούχες στα επιμέρους εξαρτήματα των κλιματιστικών, που λειτουργούν με το συγκεκριμένο ψυκτικό υγρό.
- Δεν είναι δηλητηριώδες.
- Απορροφά εύκολα την υγρασία.
- Δεν είναι εύφλεκτο.

- Σε αέρια κατάσταση είναι βαρύτερο από τον αέρα και, συνεπώς, σε περίπτωση διαρροής συγκεντρώνεται κοντά στο πάτωμα, και δεν διαχέεται στην ατμόσφαιρα με ό,τι αυτό θα συνεπαγόταν.
- Είναι άοσμο.

☞ **Δεν επιτρέπεται η προσθήκη υγρού R-134a σε ένα παλιό κλιματιστικό αυτοκινήτου που χρησιμοποιούσε το R-12, επειδή τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητές τους δεν είναι συμβατές μεταξύ τους.**

☞ **Επίσης, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται το R-134a σε ένα κλιματιστικό, του οποίου η όλη διάταξη δεν είναι συμβατή με αυτό, οπότε χρειάζεται ειδική μετατροπή του συστήματος γιατί αλλιώς θα προκληθούν σοβαρές βλάβες σε όλο αυτό σύστημα κλιματισμού του αυτοκινήτου.**

6.11 Λιπαντικά

Τα κινητά μέρη του συμπιεστή ενός συστήματος κλιματισμού πρέπει να λιπαίνονται, με ειδικό λάδι κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του, ώστε να μην υπάρχει περίπτωση να πάθει κάποια ζημιά. Το λάδι αυτό ονομάζεται **ψυκτικό λάδι** και χρησιμοποιείται, τόσο εσωτερικά στο συμπιεστή, όσο και στο περιβλημά του. Έτσι, μια μικρή ποσότητα απ' αυτό ανακατεύεται και με το ψυκτικό ρευστό και μαζί κυκλοφορούν μέσα στο σύστημα κλιματισμού, με αποτέλεσμα να λιπαίνονται και τα άλλα κινητά μέρη του συστήματος, εξασφαλίζοντας την καλή λειτουργία τους.

- ☞ **Ο τύπος του λαδιού αυτού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθορίζεται από τον κατασκευαστή του συμπιεστή και από το είδος του ψυκτικού ρευστού στο σύστημα.**
- ☞ **Το ψυκτικό λάδι πρέπει να είναι συμβατό με το ψυκτικό ρευστό που χρησιμοποιείται στο σύστημα κλιματισμού.**

Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζει και η ροή του συγκεκριμένου λαδιού μέσα στο σύστημα, σε σχέση με τη θερμοκρασία. Το χρώμα του είναι κίτρινο ανοιχτό και πρέπει να είναι πάντα καθαρό, γιατί σε αντίθετη περίπτωση, χρειάζεται αντικατάσταση.

Όταν υπάρχει κάποια διαρροή στο ψυκτικό ρευστό, χρειάζεται, πιθανώς, να συμπληρωθεί και ψυκτικό λάδι, γιατί με τη διαρροή, όπως είναι φυσικό, χάνεται και μια ποσότητα από το ψυκτικό λάδι. Η ποσότητα που συμπληρώνεται τόσο σε ψυκτικό ρευστό, όσο και σε ψυκτικό λάδι, πρέπει να είναι συγκεκριμένων προδιαγραφών, και ποτέ περισσότερη ή λιγότερη απ' όση απαιτείται, σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

6.12 Ηλεκτρικό κύκλωμα

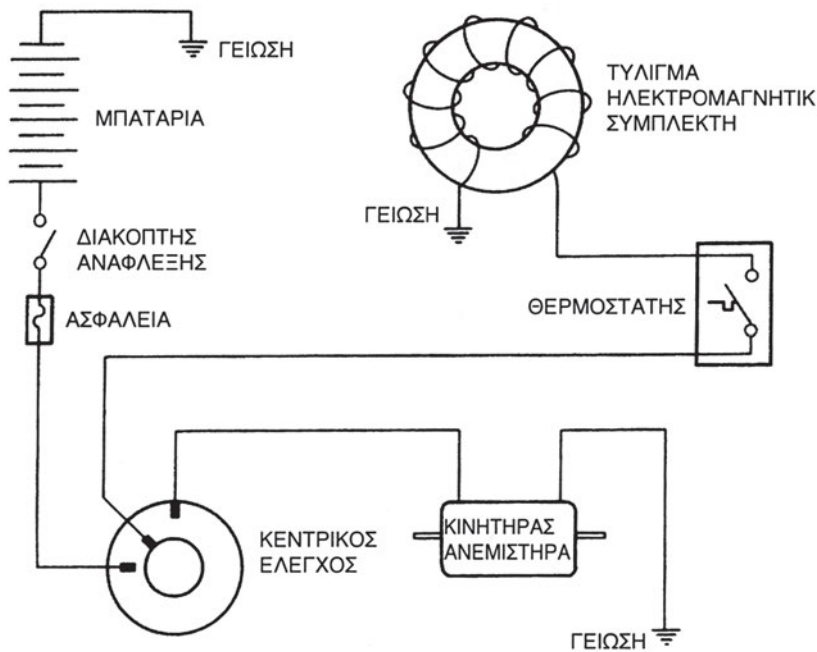
Το ηλεκτρικό κύκλωμα ενός συστήματος κλιματισμού αυτοκινήτου παρουσιάζεται, αναλυτικά, στο Σχήμα 6.25 και αποτελείται από:

- Μια ασφάλεια
- Ένα κεντρικό στοιχείο ελέγχου της ταχύτητας του φυγοκεντρικού ανεμιστήρα
- Ένα θερμοστάτη
- Έναν κινητήρα του ανεμιστήρα και
- Έναν ηλεκτρομαγνητικό συμπλέκτη.

Το πραγματικό, πάντως, ηλεκτρολογικό σχέδιο, που δίνεται από τον κατασκευαστή, είναι πιο περίπλοκο, στην πραγματικότητα, αλλά η αρχή λειτουργίας είναι η ίδια.

Πιο αναλυτικά, η δομή και ο ρόλος των παραπάνω επιμέρους εξαρτημάτων είναι ο εξής:

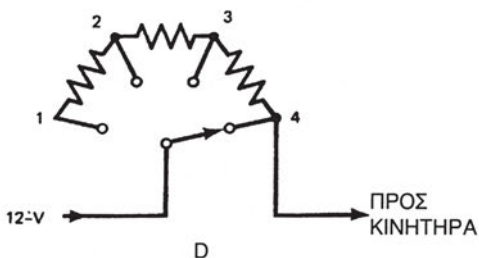
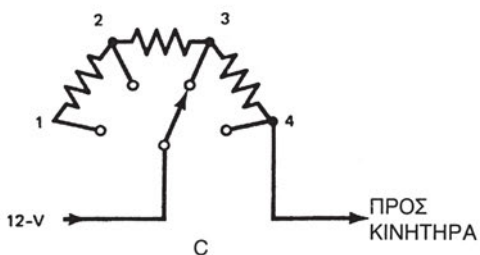
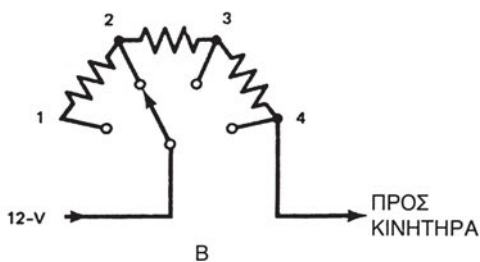
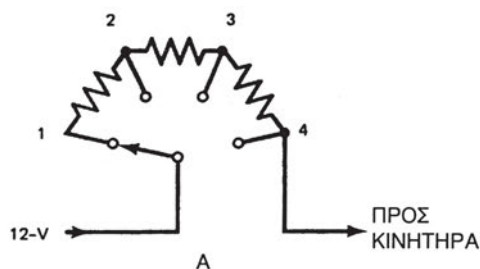
- Η **ασφάλεια** χρησιμοποιείται σαν μέσο διακοπής του κυκλώματος, ώστε να προστατεύει το σύστημα κλιματισμού, τα εξαρτήματα θέρμανσης και τις ηλεκτρικές συνδέσεις.
- Το **κεντρικό στοιχείο** περιλαμβάνει το εξάρτημα που ελέγχει την ταχύτητα του κινητήρα του φυγοκεντρικού ανεμιστήρα. Αυτό το εξάρτημα, δηλαδή, είναι ένας ροοστάτης που ρυθμίζει την ταχύτητα του κινητήρα, ανάλογα με την επιθυμητή θέση λειτουργίας του (Σχήμα 6.26). Για παράδειγμα, στη θέση 1, ο κινητήρας λειτουργεί με χαμηλή ταχύτητα, ενώ στη θέση 4, λειτουργεί με τη μέγιστη ταχύτητα.



Σχήμα 6.25: Ηλεκτρικό κύκλωμα συστήματος κλιματισμού αυτοκινήτου.

- Ο **θερμοστάτης** είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης, τοποθετημένος στον εξατμιστή και μετρά τη θερμοκρασία του αέρα που απελευθερώνεται μέσα στην καμπίνα του επιβατικού αυτοκινήτου, ενώ ελέγχει ταυτόχρονα και τον ηλεκτρομαγνητικό συμπλέκτη. Η επιθυμητή θερμοκρασία ρυθμίζεται από τον οδηγό του αυτοκινήτου, οπότε όταν η θερμοκρασία του αέρα στην καμπίνα του αυτοκινήτου είναι μεγαλύτερη από την επιθυμητή, τότε κλείνει ο θερμοστάτης και ενεργοποιείται ο συμπλέκτης, θέτοντας σε λειτουργία το κλιματιστικό. Αντίθετα, όταν η θερμοκρασία φτάσει την επιθυμητή τιμή, τότε ανοίγει ο θερμοστάτης (διακόπτοντας το ηλεκτρικό κύκλωμα) οπότε και ο συμπλέκτης σταματά τη λειτουργία του κλιματιστικού.
- Ο **κινητήρας του φυγοκεντρικού ανεμιστήρα** κυκλοφορεί τον αέρα, κατά μήκος του εξατμιστή και περιστρέφεται, είτε δεξιόστροφα, είτε αριστερόστροφα. Συνήθως, σε περίπτωση βλάβης, ο κινητήρας **δεν επισκευάζεται**, αλλά πρέπει να αντικατασταθεί από άλλον που θα έχει την ίδια φορά περιστροφής, με τον χαλασμένο.
- Ο **ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης**, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, χρησιμοποιείται στα κλιματιστικά αυτοκινήτων για να ανοίγει

το συμπιεστή του συστήματος, όταν απαιτείται ψύξη, αλλά και να τον κλείνει, όταν ο αέρας στην καμπίνα του αυτοκινήτου έχει φθάσει την επιθυμητή θερμοκρασία.



Σχήμα 6.26: Ροοστάτης που ρυθμίζει την ταχύτητα του κινητήρα.

Πολλά συστήματα κλιματισμού αυτοκινήτων διαθέτουν και άλλα μέτρα προφύλαξης, για τη σωστή λειτουργία τους. Για παράδειγμα, διαθέτουν **διακόπτη χαμηλής ή υψηλής πίεσης**, για τη διακοπή του κυκλώματος του συμπλέκτη. Αυτοί οι διακόπτες είναι **κλειστοί σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας** και **ενεργοποιούνται**, μόνο όταν υπάρχει **πρόβλημα υψηλής πίεσης** στο κύκλωμα του συστήματος.

Άλλα, επίσης, συστήματα διαθέτουν ένα **διακόπτη υπερθέρμανσης** ο οποίος **προστατεύει** το σύστημα από την υπερθέρμανση, ενώ σε άλλα υπάρχει και μια λυχνία (λαμπάκι) που ανάβει και προειδοποιεί τον οδηγό, εάν υπάρχει πρόβλημα στη λειτουργία της μηχανής ή του κλιματιστικού.

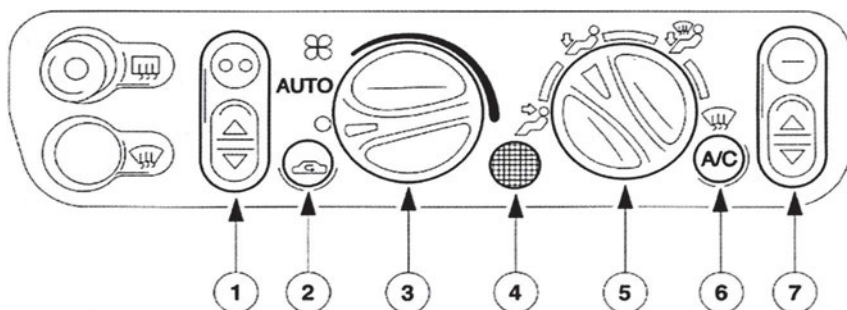
6.13 Αυτοματισμοί λειτουργίας

Στα συστήματα κλιματισμού αυτοκινήτου, υπάρχουν διάφοροι τύποι αυτόματων συστημάτων ελέγχου, το σημαντικότερο από τα οποία είναι το **αυτόματο σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας**.

Βέβαια, υπάρχουν ποικίλα τέτοια συστήματα, με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά το καθένα. Όλα, όμως, είναι σχεδιασμένα να μετρούν και να διατηρούν τη θερμοκρασία και την υγρασία του αέρα της καμπίνας του αυτοκινήτου στα επιθυμητά επίπεδα, έτσι ώστε οι επιβάτες να αισθάνονται άνετα. Έτσι, με τον έλεγχο της υγρασίας του αέρα, περιορίζεται και το θάμπωμα των τζαμιών του αυτοκινήτου. Εξάλλου, τα κλιματιστικά των σύγχρονων αυτοκινήτων λειτουργούν και για ψύξη το καλοκαίρι και για θέρμανση το χειμώνα.

Συγκεκριμένα, για να λειτουργήσει το αυτόματο σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας, χρειάζονται **αισθητήρες** για να την μετρούν και οι οποίοι ονομάζονται **θερμίστορ**.

Ας σημειωθεί ότι οι αυτοματισμοί που χρησιμοποιούνται στα κλιματιστικά των αυτοκινήτων, διαφέρουν ανάλογα με τη μάρκα του αυτοκινήτου, πλην όμως, υπάρχουν μερικοί βασικοί αυτοματισμοί για τον έλεγχο της θερμοκρασίας, που είναι, ίσως, κοινός σ' όλα τα συστήματα, όπως: το χειριστήριο ελέγχου στο ταμπλό του αυτοκινήτου, με το οποίο ο οδηγός ελέγχει τη λειτουργία του κλιματιστικού. Μερικές φορές, στα νέα κυρίως αυτοκίνητα, υπάρχει και ένδειξη της εξωτερικής και της εσωτερικής θερμοκρασίας (Σχήμα 6.27).



- | | |
|---|---|
| 1. Ρύθμιση θερμοκρασίας αριστερά | 5. Περιστροφικός διακόπτης κατανομής αέρα |
| 2. Κουμπί επανακυκλοφορίας αέρα | 6. Διακόπτης κλιματιστικού |
| 3. Διακόπτης ανεμιστήρα | 7. Ρύθμιση θερμοκρασίας δεξιά |
| 4. Αισθητήρας θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου | |

Σχήμα 6.27: Το χειριστήριο ελέγχου για τον οδηγό στο ταμπλώ του αυτοκινήτου.

- Ο **προγραμματιστής** του συστήματος κλιματισμού, ο οποίος δέχεται εσωτερικά ηλεκτρικά σήματα από τους αισθητήρες και από το χειριστήριο ελέγχου και ρυθμίζει αν θα λειτουργήσει ο συμπιεστής ή, γενικότερα, το κλιματιστικό.
- Ο **αισθητήρας στον εξατμιστή**, ο οποίος ελέγχει τη θερμοκρασία του και σταματά τη λειτουργία του συμπιεστή, όταν η θερμοκρασία στον εξατμιστή πέσει κάτω από ένα όριο. Έτσι, δεν σχηματίζεται πάγος στα πτερύγια του εξατμιστή και κατά συνέπεια προστατεύεται η λειτουργία του κλιματιστικού.
- Ο **διακόπτης χαμηλής πίεσης**, ο οποίος ελέγχει τη χαμηλή πίεση και διακόπτει τη λειτουργία του συμπιεστή, όταν αυτό είναι απαραίτητο, στην περίπτωση χαμηλής πίεσης λειτουργίας του συστήματος, για να μην προκληθεί απώλεια ψυκτικού ρευστού.
- Ο **αισθητήρας εξωτερικής θερμοκρασίας**, ο οποίος είναι τοποθετημένος πίσω από τη σχάρα του ψυγείου και εμπρός από το συμπυκνωτή και μετρά την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος, οπότε ανάλογα ρυθμίζεται και η λειτουργία του κλιματιστικού.
- Ο **αισθητήρας εσωτερικής θερμοκρασίας**, ο οποίος μετρά τη θερμοκρασία του αέρα στην καμπίνα του αυτοκινήτου, οπότε ανάλογα ρυθμίζεται και η λειτουργία του κλιματιστικού.

6.14 Αφαίρεση υγρασίας από το δίκτυο του κλιματιστικού

Η παρουσία υγρασίας στο κύκλωμα του κλιματιστικού μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ζημιά, σε περίπτωση που η ποσότητά της είναι μεγαλύτερη από το επιτρεπόμενο όριο. Αυτό συμβαίνει, γιατί τα ψυκτικά υγρά αντιδρούν χημικά με το νερό και παράγουν υδροχλωρικό οξύ, το οποίο διαβρώνει όλα τα μεταλλικά μέρη του κλιματιστικού, ενώ όσο προχωρά η διάβρωση, δημιουργούνται οξειδία που απελευθερώνονται στο ψυκτικό υγρό με τη μορφή σωματιδίων μετάλλου, με αποτέλεσμα να φράζουν την είσοδο του συμπιεστή.

Σημειώνεται ότι όταν επισκευάζεται ή αντικαθίσταται ένα κλιματιστικό αυτοκινήτου, περνά μέσα στο κύκλωμα αέρας που περιέχει κάποιους υδρατμούς, οπότε πρέπει, μετά από κάθε εργασία επισκευής ή συντήρησης, να αφαιρεθεί ο αέρας αυτός που παγιδεύεται μέσα στο κύκλωμα του κλιματιστικού.

Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιείται μια αντλία κενού – όπως και στην περίπτωση των αυτόνομων μονάδων κλιματισμού για κτίρια, που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 3 – που συνδέεται στο ψυκτικό κύκλωμα του συστήματος. Με τη δημιουργία, λοιπόν, κενού, προκαλείται βρασμός του νερού, που πιθανόν βρίσκεται μέσα στο κύκλωμα, και η αντλία αναρροφά τους υδρατμούς. Όταν πέσει η πίεση, υδροποιούνται και πάλι οι υδρατμοί στην πλευρά της αντλίας, ενώ ο ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για να αφαιρεθεί όλη η υγρασία από το κύκλωμα του κλιματιστικού είναι περίπου 30 λεπτά. Εάν, βέβαια, υπάρχουν τα χρονικά περιθώρια να μείνει το σύστημα σε κενό για περίπου 4 ώρες, τα αποτελέσματα θα είναι ακόμη πολύ καλύτερα, εξασφαλίζοντας την αφαίρεση και της πιο μικρής ποσότητας υδρατμών από το κύκλωμα.

6.15 Μέθοδος τριπλής εκτόνωσης

Επιγραμματικά, η διαδικασία που ακολουθείται για την αφαίρεση της υγρασίας είναι, βήμα προς βήμα, η εξής:

- Σύνδεση ενός σετ μανομέτρων στο σύστημα (Εικόνα 6.2).
- Σύνδεση της αντλίας κενού.

- Άντληση της υγρασίας σε κενό, με τη μέγιστη απόδοση της αντλίας, για 20 λεπτά.
- Διακοπή λειτουργίας της αντλίας κενού, με την προσθήκη ξηρού αζώτου, οπότε επέρχεται αύξηση της πίεσης στο κύκλωμα.
- Αναμονή 30 λεπτών, χρόνος, δηλαδή, αρκετός για να δημιουργηθούν στρώματα αζώτου στο σύστημα.
- Άντληση και πάλι της υγρασίας σε κενό, με τη μέγιστη απόδοση της αντλίας για άλλα 20 λεπτά.
- Νέα διακοπή λειτουργίας της αντλίας κενού, με την προσθήκη ξηρού αζώτου, οπότε επέρχεται αύξηση της πίεσης στο κύκλωμα.
- Αναμονή 30 λεπτών.
- Άντληση σε κενό, στη μέγιστη απόδοση, για τρίτη φορά με την αντλία να λειτουργεί για 30 λεπτά ή και περισσότερο.
- Μετά από όλα αυτά, το σύστημα είναι έτοιμο για την προσθήκη (πλήρωση) του ψυκτικού ρευστού, αφού θεωρείται, πλέον, απαλλαγμένο από τυχόν υγρασία.

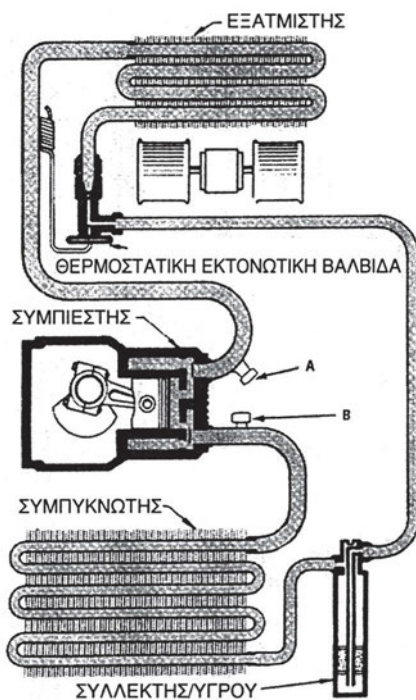


Εικόνα 6.2: Σύνδεση σελτ μανομέτρων στο σύστημα κλιματισμού.

6.16 Βαλβίδα Schrader

Πολλές φορές, κατά τη συντήρηση ή την επισκευή των κλιματιστικών συστημάτων των αυτοκινήτων, χρειάζεται να μετρηθεί η πίεση μέσα στο ίδιο το σύστημα, ώστε να εντοπιστεί το πρόβλημα που μπορεί να υπάρχει.

Έτσι, αυτή η μέτρηση της πίεσης γίνεται με τη σύνδεση των μανομέτρων στη βαλβίδα που υπάρχει στο σύστημα κλιματισμού και η οποία ονομάζεται **βαλβίδα σέρβις** ή, αλλιώς, **βαλβίδα Schrader**. Τα πιο πολλά κλιματιστικά συστήματα έχουν δύο τέτοιες βαλβίδες (Σχήμα 6.28).



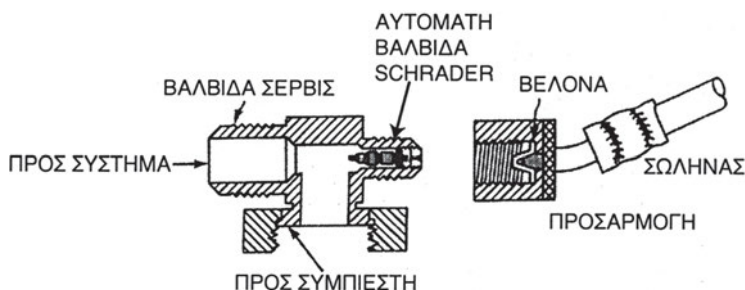
Σχήμα 6.28: Οι βαλβίδες A και B είναι οι βαλβίδες Schrader.

Συγκεκριμένα, η βαλβίδα Schrader, για τα κλιματιστικά που λειτουργούν με ψυκτικό μέσο R-12, έχει δύο θέσεις λειτουργίας:

- Την **ανοιχτή** και
- Την **κλειστή** θέση.

Η κανονική θέση λειτουργίας της βαλβίδας είναι η κλειστή, αλλά ανοίγει με τη βελόνα που υπάρχει στο άκρο του σωλήνα σύνδεσης του μανομέτρου. Όταν, λοιπόν, αυτός ο σωλήνας βιδωθεί επάνω στη βαλβίδα **Schrader**, το

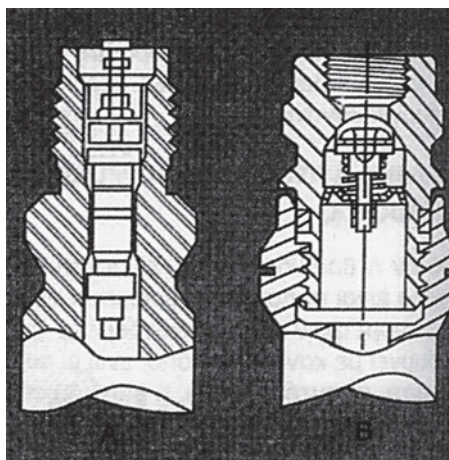
σετ μανομέτρων μπορεί να μετρήσει την πίεση του συστήματος (Σχήμα 6.29).



Σχήμα 6.29: Μεθοδολογία σύνδεσης της βαλβίδας Schrader για τη μέτρηση της πίεσης στο σύστημα κλιματισμού του αυτοκινήτου.

Σημειώνεται ότι η βαλβίδα **Schrader**, που χρησιμοποιείται για τα κλιματιστικά συστήματα που λειτουργούν με ψυκτικό ρευστό R-134a, είναι μεγαλύτερη και διαφορετικού σχήματος από αυτή που χρησιμοποιείται για κλιματιστικό με ψυκτικό ρευστό R-12. Αυτό συμβαίνει για να μην υπάρχει περίπτωση να αναμιχθούν, έστω και τυχαία, τα δύο ψυκτικά ρευστά, γεγονός που θα επέφερε ανυπολόγιστες συνέπειες στην όλη διάταξη του κλιματιστικού.

Στο Σχήμα 6.30 φαίνονται, παραστατικά, οι διαφορές ανάμεσα στους δύο τύπους της βαλβίδας Schrader.



Σχήμα 6.30: Σύγκριση των δυο βαλβίδων Schrader για R-12 (A) και R- 134a (B).

6.17 Μετατροπή συστήματος που λειτουργεί με ψυκτικό ρευστό R-12 σε αντίστοιχο που λειτουργεί με R-134a

Το R-134a είναι το μόνο ψυκτικό ρευστό που έχει εγκριθεί από τις Ευρωπαϊκές και Αμερικανικές υπηρεσίες προστασίας περιβάλλοντος και από όλες τις μεγάλες κατασκευάστριες εταιρείες αυτοκινήτων σαν το ιδανικό, για χρήση στα κλιματιστικά των αυτοκινήτων.

Κατά συνέπεια, τα παλιότερα κλιματιστικά που λειτουργούσαν με το R-12, πρέπει να τροποποιηθούν, ώστε να αντικατασταθεί το ψυκτικό τους ρευστό με το R-134a. Το 2001 είναι η χρονιά που καταργείται οριστικά η χρήση του R-12, σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ από το 1987 έχει σταματήσει η παραγωγή του.

Πολλές φορές, όμως, κατά την μετατροπή του ψυκτικού ρευστού ενός κλιματιστικού, μπορεί να αναμιχθούν τα δύο αυτά διαφορετικά ψυκτικά. Τότε το σύστημα, λέμε, ότι **μολύνεται** οπότε δεν λειτουργεί σωστά, με αποτέλεσμα να προκληθεί ζημιά σε ορισμένα εξαρτήματα του συστήματος. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να γίνουν συγκεκριμένες εργασίες για να καθαριστεί το ψυκτικό υγρό και να επιτευχθεί αυτό που λέγεται **ανόρθωση** ή θεραπεία του ψυκτικού υγρού.

Έτσι, η κάθε εταιρεία κατασκευής αυτοκινήτων προτείνει συγκεκριμένη πορεία εργασιών για την μετατροπή του ενός συστήματος με R-12 στο άλλο με R-134a.

Για παράδειγμα, η εταιρεία κατασκευής αυτοκινήτων Chrysler απαιτεί τους παρακάτω χειρισμούς:

- Εκκίνηση της μηχανής. Περιστροφή του μεν κουμπιού ελέγχου του κλιματισμού στη θέση της μέγιστης ψύξης, του δε αντίστοιχου για τον ανεμιστήρα, στη θέση της χαμηλής ταχύτητας.
- Η μονάδα λειτουργεί για πέντε λεπτά, κάτω από αυτές τις συνθήκες.
- Κλείσιμο του κλιματιστικού και, μετά, της μηχανής.
- Για να γίνει η συγκέντρωση του ψυκτικού μέσου, αφαιρείται ο συμπιεστής, αποστραγγίζεται από το λάδι και ξαναγεμίζει, σε πλήρες φορτίο, με λιπαντική πολυαλκαλική γλυκόλη. Ο συλλέκτης του λαδιού ή ο σωσσωρευτής πρέπει ν' αντικατασταθεί με άλλον, που να έχει ένα αφυγραντικό υλικό, ενώ οι σωλήνες του συστήματος δεν χρειάζεται να αντικατασταθούν, παρά μόνο αν παρουσιάζουν κάποια διαρροή.

Η εταιρεία κατασκευής αυτοκινήτων General Motors συμβουλεύει τα εξής:

- Δεν χρειάζεται η αφαίρεση λαδιού από το σύστημα, ούτε ο καθαρισμός του.
- Το ξαναγέμισμα του συστήματος με λιπαντικό ψύξης να γίνει με πλήρες φορτίο.
- Ο συσσωρευτής και οι εύκαμπτοι σωλήνες δεν χρειάζονται αντικατάσταση, εκτός αν υπάρχει διαρροή.
- Να γίνει ανόρθωση του υγρού R-12 και γέμισμα του συστήματος με R-134a.

Επίσης, η εταιρεία κατασκευής αυτοκινήτων Volvo προτείνει τα εξής:

- Αλλαγή του λιπαντικού, με άδειασμα του συμπιεστή από τα ορυκτέλαια, και ξαναγέμισμά του, σε πλήρες φορτίο, με λιπαντικό ψύξης.
- Αντικατάσταση του συσσωρευτή με άλλον, που να έχει αφυγραντικό υλικό.



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

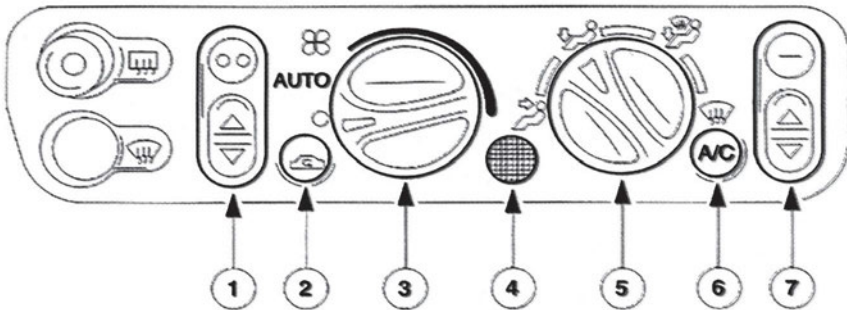
- Ο κλιματισμός στα αυτοκίνητα έχει σαν σκοπό τη δημιουργία συνθηκών άνεσης και ποιότητας του εσωτερικού αέρα στο χώρο των επιβατών.
- Τα δύο κύρια ψυκτικά κυκλώματα στα συστήματα κλιματισμού αυτοκινήτων είναι αυτό με το σωλήνα σταθερής διαμέτρου και αυτό με τη βαλβίδα εκτόνωσης.
- Τα κυριότερα μέρη στο κύκλωμα ψυκτικού ενός αυτοκινήτου είναι:
 - Ο συμπιεστής
 - Ο συμπυκνωτής
 - Ο εξαμιστής
 - Ο ανεμιστήρας/καλοριφέρ
 - Ο σωλήνας σταθερής διαμέτρου ή η βαλβίδα εκτόνωσης
 - Ο συλλέκτης υγρού ή ο αφυγραντήρας/συσσωρευτής, και
 - Ο βοηθητικός ανεμιστήρας
- Υπάρχουν 4 κύριοι τύποι συμπιεστών, που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό αυτοκινήτων (π.χ. ο παλινδρομικός, ο περιστροφικός, ο συμπιεστής μεταβλητού όγκου και ο συμπιεστής με σπείρες ή ελικοειδής). Όλοι οι συμπιεστές παίρνουν κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα, με άμεσο ή έμμεσο τρόπο και με τη βοήθεια ενός ή δύο ιμάντων.
- Ο ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης χρησιμοποιείται για να ελέγχει την εκκίνηση ή την παύση λειτουργίας του συμπιεστή και είναι προσαρμοσμένος στο στροφαλοφόρο άξονα ή στον κύριο άξονα.
- Στο συμπυκνωτή, το υπέρθερμο ψυκτικό ρευστό, που είναι σε αέρια κατάσταση, συμπυκνώνεται και υγροποιείται, ενώ το τμήμα του συστήματος όπου το ψυκτικό μέσο εξατμίζεται απορροφώντας θερμότητα, είναι ο εξαμιστής.

- Η βαλβίδα που ελέγχει την ποσότητα του ψυκτικού μέσου η οποία θα πρέπει να εισέλθει στον εξαμιστή, καλείται θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα.
- Ο συλλέκτης ψυκτικού ρευστού χρησιμοποιείται στα συστήματα κλιματισμού που έχουν θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα και αποθηκεύει το υπερβολικό (πλεονάζον) ψυκτικό ρευστό, μέχρις ότου αυτό επαναχρησιμοποιηθεί στο κύκλωμα.
- Ο αφυγραντήρας/συσσωρευτής του ψυκτικού ρευστού χρησιμοποιείται σε συστήματα κλιματισμού με σωλήνα σταθερής διαμέτρου και προστατεύει το συμπιεστή από αναρρόφηση ψυκτικού σε υγρή κατάσταση.
- Το κύριο ψυκτικό ρευστό που χρησιμοποιείται σήμερα στα συστήματα κλιματισμού αυτοκινήτων είναι το R-134a, ενώ στα αυτοκίνητα της περασμένης δεκαετίας και πλέον, συναντάται και το R-12.
- Τέλος, στα συστήματα κλιματισμού υπάρχουν διάφοροι τύποι αυτόματων συστημάτων ελέγχου, με κυριότερο, αυτό του ελέγχου της θερμοκρασίας.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Γιατί είναι επιθυμητός ο κλιματισμός του αυτοκινήτου;
2. Σε τι διαφέρει ένα ψυκτικό κύκλωμα με βαλβίδα εκτόνωσης από ένα αντίστοιχο με σωλήνα σταθερής διαμέτρου; Ποιο σύστημα θεωρείτε καλύτερο και γιατί;
3. Σε τι χρησιμεύει το αυτόματο σύστημα ελέγχου της λειτουργίας του κλιματιστικού;
4. Γιατί είναι απαραίτητη η αφαίρεση της υγρασίας από το κύκλωμα του ψυκτικού ρευστού;
5. Να συμπληρωθούν οι αριθμοί στο παρακάτω σχήμα.

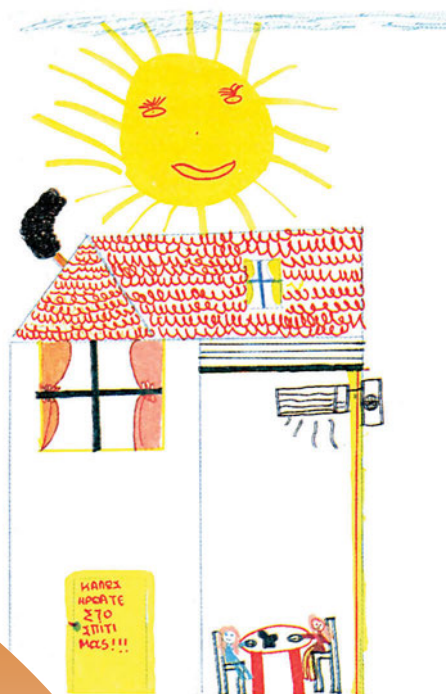


- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
- 6 _____
- 7 _____

6. Αν το ψυκτικό μέσο έρθει σε επαφή με αναμμένη φλόγα, τι από τα παρακάτω θα συμβεί:
 - α. Προκαλείται έκρηξη;
 - β. Σβήνει η φλόγα;
 - γ. Δημιουργείται βλαβερό αέριο;
 - δ. Εξατμίζεται αμέσως;
7. Με ποιον τρόπο γίνεται η συντήρηση του σωλήνα σταθερής διαμέτρου:
 - α. Με αντικατάσταση;
 - β. Καθαρίζοντας τα διηθητήρια;
 - γ. Χωρίς συντήρηση;
8. Επισκεφτείτε με τον καθηγητή σας ένα συνεργείο αυτοκινήτων:
 - α) Καταγράψτε τις βασικές διαδικασίες που ακολουθούνται για τον έλεγχο της λειτουργίας και την επισκευή ενός κλιματιστικού αυτοκινήτου.
 - β) Ετοιμάστε μια σύντομη έκθεση περιγράφοντας τις εργασίες που πραγματοποίησαν οι τεχνίτες-ψυκτικοί, καθώς και τον εξοπλισμό που είχαν στη διάθεσή τους.
9. Επισκεφτείτε με τον καθηγητή σας ένα κατάστημα πωλήσεων/ Εγκαταστάσεων κλιματιστικών για αυτοκίνητα:
 - α) Καταγράψτε τα βασικά εξαρτήματα ενός συστήματος κλιματισμού, που θα τοποθετηθούν σε ένα αυτοκίνητο που δεν έχει κλιματισμό.
 - β) Ετοιμάστε μια σύντομη έκθεση περιγράφοντας τις διάφορες εργασίες που αφορούν τόσο την τοποθέτηση αυτών των εξαρτημάτων, όσο και τη φόρτιση του συστήματος με ψυκτικό ρευστό, καθώς και τον έλεγχο της λειτουργίας του.

κεφάλαιο 7

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

**7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ****7.2 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ****7.3 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ****7.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ****7.5 ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ**



ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

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

- ✓ Κατανοήσουν τους λόγους, για τους οποίους είναι απαραίτητο να γίνει εξοικονόμηση ενέργειας στις εγκαταστάσεις κλιματισμού.
- ✓ Γνωρίζουν βασικές αρχές και μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται από τον εγκαταστάτη τεχνικό, για την αποδοτική λειτουργία μιας κλιματιστικής μονάδας.

7.1 Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι ο σχεδιασμός κτιρίων και εγκαταστάσεων κλιματισμού, σε πολλές περιπτώσεις, δεν γίνεται με σωστά ενεργειακά κριτήρια. Οι αιτίες είναι, κυρίως, η συμπίεση του αρχικού κόστους κατασκευής, η στενότητα του χρόνου μέσα στον οποίο γίνεται η μελέτη και η κατασκευή, και κυρίως, η έλλειψη γνώσεων αλλά και ευαισθησίας σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας.

Έτσι, όλα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα την κατασκευή και λειτουργία **‘μη αποδοτικών ενεργειακά’** κτιρίων, στα οποία παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα, όπως της υπερθέρμανσης το χειμώνα, της υπερβολικής ψύξης το καλοκαίρι, και του υπερβολικού αερισμού ή εξαερισμού, που έχει σαν συνέπεια την αύξηση των φορτίων για τον κλιματισμό του νωπού αέρα. Τελικά, τα προβλήματα αυτά επιφέρουν **‘υψηλό κόστος λειτουργίας’** των κλιματιζόμενων χώρων, χωρίς αυτοί να προσφέρουν την καλύτερη δυνατή ‘θερμική άνεση’ στους ενοίκους τους.

Σε πολλά κτίρια κατοικιών, ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις, οι εσωτερικοί χώροι τους δεν αερίζονται επαρκώς, λόγω της πυκνής δόμησης των κτιρίων. Ταυτόχρονα, το αίσθημα της ανασφάλειας που υπάρχει, η ηχορύπανση, καθώς και η ρύπανση του εξωτερικού αέρα υποχρεώνουν τους ενοίκους να μην ανοίγουν συχνά τις πόρτες και τα παράθυρα. Έτσι, δεν εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες που προσφέρονται για φυσικό αερισμό.

Παρόμοια προβλήματα παρουσιάζονται και σε κτίρια γραφείων ή άλλους χώρους εργασίας. Επιπλέον, λόγω των πρόσθετων εσωτερικών πηγών θερμότητας (π.χ. από τον φωτισμό, τους ανθρώπους και τις συσκευές γραφείου ή από άλλο εξοπλισμό), αυξάνεται ακόμη περισσότερο η εσωτερική θερμοκρασία των χώρων.

Γίνεται, λοιπόν, σχεδόν απαραίτητη η χρήση μονάδων κλιματισμού, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται οι συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα στους εσωτερικούς χώρους διαμονής ή εργασίας. Σε συνδυασμό, μάλιστα, με την αύξηση του βιοτικού επιπέδου στην Ελλάδα, όπως και στον υπόλοιπο κόσμο, η χρήση των κλιματιστικών διαδίδεται όλο και με μεγαλύτερη ταχύτητα. Έτσι, ο κλιματισμός έχει γίνει, πλέον, αναγκαίος, ειδικά το καλοκαίρι, λόγω των αντίξων εξωτερικών συνθηκών, όπως είναι η υψηλή εξωτερική θερμοκρασία, η κακή ποιότητα αέρα κ.λπ. Παράλληλα, λόγω της αύξησης της τιμής του πετρελαίου, οι μονάδες κλιματισμού χρησιμοποιούνται και το χειμώνα για τη θέρμανση χώρων, συμπληρωματικά ή αντί των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης (καλοριφέρ).

Η λειτουργία, όμως, των μονάδων κλιματισμού δημιουργεί σημαντικά προβλήματα, όπως:

- Αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και, συνεπώς, του κόστους λειτουργίας.
- Αύξηση των φορτίων αιχμής στο ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ, ιδιαίτερα κατά τις μεσημεριανές ώρες το καλοκαίρι ή όταν κάνει πολύ κρύο το χειμώνα, δηλαδή τις περιόδους κατά τις οποίες λειτουργούν τα περισσότερα κλιματιστικά. Αυτό έχει σαν συνέπεια, τις περιόδους αυτές, να παρουσιάζεται αστάθεια στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ και κίνδυνος black-out, αφού η ζήτηση πλησιάζει τη μέγιστη διαθέσιμη ισχύ.
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που οφείλονται στη χρήση ψυκτικών ρευστών (χλωροφθορανθράκων-CFC), στις παλαιού τύπου κλιματιστικές συσκευές.

7.2 Διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου ενός κτιρίου

Οι επεμβάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο ξεκινούν από τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου του, επειδή ακριβώς τα ψυκτικά και θερμικά φορτία που καθορίζουν τελικά την κατανάλωση ενέργειας των κλιματιστικών μονάδων, επηρεάζονται άμεσα από την ανεμόπτωση και τα ηλιακά θερμικά κέρδη.

Η επίδραση, πάντως, της ανεμόπτωσης δεν είναι τόσο σημαντική στα σύγχρονα οικοδομήματα, αφού έχουν την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγανότητα, ενώ αερίζονται και με κεντρικά συστήματα αερισμού. Επίσης, λόγω της πυκνής δόμησης στις μεγάλες πόλεις, τα κτίρια σκιάζονται μεταξύ τους. Όπου, όμως, είναι δυνατό, η εξωτερική βλάστηση, ιδιαίτερα με μεγάλα φυλλοβόλα δέντρα, προσφέρει σημαντικά οφέλη, όπως σκίαση το καλοκαίρι, προστασία από τον άνεμο το χειμώνα, απόσβεση θορύβων, δροσισμό λόγω της εξατμισοδιαπνοής των δέντρων και φυσική ομορφιά.

7.3 Επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου

Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στη λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων μπορεί να προέλθει και από τις επεμβάσεις στο κέλυφος του ίδιου του κλιματιζόμενου κτιρίου.

Συνεπώς, οι παράγοντες που επιδρούν στην κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου είναι:

- Ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου
- Ο ρυθμός ανανέωσης του κτιρίου σε κυβικά αέρα ανά ώρα
- Η θερμική μάζα του κτιρίου
- Τα ηλιακά θερμικά κέρδη, και
- Ο φυσικός φωτισμός.

Όσο, λοιπόν, μικρότερος είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας (K) των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου, τόσο μικρότερα είναι τα θερμικά φορτία τον χειμώνα και ενός ποσοστού των ψυκτικών φορτίων που εξαρτώνται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Ένα, δηλαδή, θερμομονωτικό υλικό έχει πολύ μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας, περιορίζοντας έτσι τις απώλειες θερμότητας τον χειμώνα και τα θερμικά κέρδη το καλοκαίρι, μέσα από τους τοί-

χους του κτιρίου. Παρόμοια πλεονεκτήματα προσφέρουν και τα διπλά τζάμια.

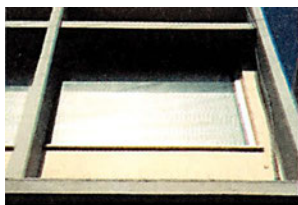
Ομοίως, ένα μεγάλο ποσοστό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων εξαρτάται από το ρυθμό ανανέωσης του αέρα του κτιρίου, πέραν, φυσικά, από ένα ελάχιστο πόσο νωπού εξωτερικού αέρα που απαιτείται για λόγους άνεσης και υγιεινής.

Τα παράθυρα παίζουν, επίσης, ένα μεγάλο ρόλο στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, αφού η επιφάνεια, το είδος κατασκευής και ο προσανατολισμός τους καθορίζει, σε μεγάλο βαθμό, τη διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στο ενεργειακό όφελος και τη σπατάλη ενέργειας.

Είναι γνωστό ότι τα ηλιακά θερμικά κέρδη, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, αφού ελαττώνουν τα θερμικά φορτία ενός κτίσματος. Στη διάρκεια του καλοκαιριού, όμως, μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τα ψυκτικά φορτία των κτιρίων, εάν αυτά δεν σκιάζονται κατάλληλα, με εξωτερικά και εσωτερικά σκίαστρα (Εικόνα 7.1).

Παράλληλα, τα σκίαστρα βελτιώνουν τις συνθήκες της θερμικής και της αισθητικής άνεσης. Συγκεκριμένα:

- Τα εξωτερικά σκίαστρα μπορεί να είναι σταθερά (π.χ. οριζόντιοι και κάθετοι πρόβολοι, δέντρα και αναρριχώμενα φυτά για φυσικό σκiasμό) ή κινητά (π.χ. τέντες, περσίδες). Η λειτουργία των εξωτερικών σκιάστρων μπορεί, επίσης, να αυτοματοποιηθεί, προσφέροντας έτσι καλύτερο έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας, εμποδίζοντάς την να περάσει στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση των ψυκτικών φορτίων.
- Τα εσωτερικά σκίαστρα είναι, συνήθως, κινητά (π.χ. κουρτίνες, περσίδες), τοποθετούνται εύκολα και έχουν, κατά κανόνα, μικρότερο κόστος. Όμως, δεν έχουν την ίδια αποτελεσματικότητα με τα εξωτερικά σκίαστρα, αφού απορροφούν ένα σημαντικό ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας και παγιδεύουν τη θερμότητα στον εσωτερικό χώρο, συνεισφέροντας έτσι στα ψυκτικά φορτία, ιδιαίτερα το καλοκαίρι.



Εξωτερικά σταθερά σκίαστρα
(Οριζόντιοι
και κάθετοι πρόβολοι.)



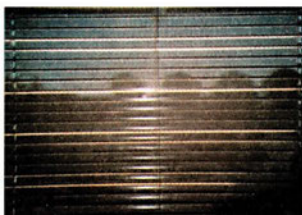
Εξωτερικά κινητά σκίαστρα
(Περσίδες)



Εξωτερικά κινητά σκίαστρα (Τέντες). Εξωτερικά σταθερά σκίαστρα (Οριζόντιοι πρόβολοι (μπαλκόνια), δέντρα και αναρριχώμενα φυτά).



Εσωτερικά κινητά σκίαστρα
(Κουρτίνες.)



Εσωτερικά κινητά σκίαστρα
(Οριζόντιες ημιδιαφανείς
περσίδες αλουμινίου.)



Εσωτερικά κινητά σκίαστρα
(Κάθετες
υφασμάτινες περσίδες.)

Εικόνα 7.1 Διάφοροι τύποι σκιάστρων.

7.4 Επιλογή του συστήματος κλιματισμού

Η σημαντικότερη εξοικονόμηση ενέργειας σε εγκαταστάσεις κλιματισμού μπορεί να επιτευχθεί με:

- Τη σωστή επιλογή των μονάδων κλιματισμού και του εξοπλισμού τους, και
- Τη σωστή χρήση των εγκαταστάσεων του κλιματισμού από τους ενόικους του κτιρίου.

Έτσι, η επιλογή των μονάδων κλιματισμού πρέπει να γίνεται, λαμβάνοντας υπόψη:

- Εάν το σύστημα θα χρησιμοποιείται για ψύξη ή και για θέρμανση
- Εάν θα εγκατασταθεί σύστημα μηχανικού εξαερισμού, και
- Εάν θα γίνεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα των χώρων

Επίσης, στη σωστή επιλογή ενός συστήματος κλιματισμού, ιδιαίτερο ρόλο παίζει και ο χωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες, ο οποίος ενδείκνυται για την αποφυγή σπατάλης ενέργειας. Ιδιαίτερα, όταν οι χώροι ενός κτιρίου έχουν διαφορετικές ώρες λειτουργίας και κατ' επέκταση, ποικίλα ψυκτικά ή θερμικά φορτία και επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες, τότε επιβάλλεται ο διαχωρισμός τους σε θερμικές ζώνες με παρόμοιες απαιτήσεις, και οι οποίες θα εξυπηρετούνται από διαφορετικές μονάδες.

Εφόσον, μάλιστα, απαιτείται και η εγκατάσταση κεντρικού δικτύου αερισμού/εξαερισμού, σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με το σωστό σχεδιασμό του δικτύου των αεραγωγών με τη σωστή θερμομόνωσή του και με την κατάλληλη επιλογή και εγκατάσταση των στομίων προσαγωγής – επιστροφής του αέρα. Επιπλέον, κατά το σχεδιασμό του δικτύου των αεραγωγών, πρέπει να προβλέπεται η ελαχιστοποίηση των απωλειών πίεσης.

Εξάλλου, στην επιλογή και χωροθέτηση των εσωτερικών μονάδων κλιματισμού ή των στομίων σε κεντρικές εγκαταστάσεις με δίκτυο αεραγωγών, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην καλή κυκλοφορία του εσωτερικού αέρα, με την αποφυγή, δηλαδή, ρευμάτων αέρα ή παγίδευσης του αέρα σε συγκεκριμένους χώρους, με αποτέλεσμα να παραμένει στάσιμος. Επίσης, η κακή κυκλοφορία του αέρα επιδεινώνεται, όταν δεν χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα στόμια προσαγωγής και απαγωγής, ή όταν αυτά δεν τοποθετούνται σωστά. Όταν παρουσιάζεται το πρόβλημα της παγίδευσης του αέρα, ιδιαίτερα σε χώρους με μεγάλο ύψος, οι χρήστες σε τέτοιες περιπτώσεις προσπαθούν να εξασφαλίσουν συνθήκες θερμικής άνεσης, ρυθμίζοντας το θερμοστάτη του χώρου σε υψηλότερες θερμοκρασίες το χειμώνα ή σε χαμηλότερες το καλοκαίρι, με αποτέλεσμα να σπαταλάται ενέργεια.



Η επιλογή συσκευών με χαμηλή κατανάλωση, υψηλό βαθμό απόδοσης και δυνατότητα ρύθμισης της παροχής για περιπτώσεις μερικού φορτίου, επηρεάζει θετικά και σε σημαντικό βαθμό την κατανάλωση ενέργειας των μονάδων κλιματισμού.

Επίσης, ο αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας και ο καθορισμός των επιμέρους λειτουργιών των μονάδων κλιματισμού επηρεάζει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας σε μια εγκατάσταση, ενώ μπορεί να βελτιώσει και την απόδοση της μονάδας, προσφέροντας παράλληλα περισσότερη ευελιξία στους χρήστες.

Τα συστήματα αυτοματισμού διακρίνονται σε:

- Συστήματα άμεσου ελέγχου, και
- Συστήματα έμμεσου ελέγχου.

Πιο αναλυτικά:

Ο άμεσος έλεγχος επιτυγχάνεται με συσκευές ελέγχου που τοποθετούνται ή στις συγκεκριμένες θερμικές ζώνες του κτιρίου τις οποίες ελέγχουν, ή – ακόμη καλύτερα – σε κάθε χώρο του κτιρίου, ξεχωριστά. Στην περίπτωση του ελέγχου, η παρεχόμενη θερμική ή ψυκτική ενέργεια στους χώρους καθορίζεται συνήθως από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος σε συνάρτηση με την εσωτερική θερμοκρασία κάποιου κεντρικού σημείου του κτιρίου. Το κόστος των συστημάτων άμεσου ελέγχου είναι σχετικά μεγαλύτερο, αφού τα συγκεκριμένα συστήματα προσφέρουν σημαντικά μεγαλύτερη ευελιξία και επιτυγχάνουν υψηλότερα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας.



Η κατανάλωση ενέργειας των κλιματιστικών μονάδων εξαρτάται και από τους χρήστες.

Έτσι, σε κλιματιζόμενους χώρους δεν πρέπει να αφήνουμε ανοικτά τα παράθυρα ή τις πόρτες που επικοινωνούν με άλλους μη κλιματιζόμενους χώρους, γιατί έτσι σπαταλάται ενέργεια και μειώνεται η απόδοση της κλιματιστικής μονάδας. Η λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων πρέπει να ρυθμίζεται ανάλογα με τη χρήση του χώρου που κλιματίζεται, οπότε οι χρήστες πρέπει να διακόπτουν τη λειτουργία της κλιματιστικής μονάδας, όταν δεν χρησιμοποιείται ο χώρος στον οποίο λειτουργεί η μονάδα (π.χ. φεύγοντας από την εργασία τους το απόγευμα ή αναχωρώντας από την κατοικία τους το πρωί). Οι λειτουργίες αυτές μπορούν, ακόμη, και να αυτοματοποιηθούν, προγραμματίζοντας τη λειτουργία των μονάδων, ανάλογα με τη χρήση των χώρων. Ένας άλλος τρόπος μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας μιας κλιματιστικής μονάδας είναι η ρύθμιση της επιθυμητής θερμοκρασίας μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο. Κατά συνέπεια, εξασφαλίζοντας τις επιθυμητές συνθήκες θερμικής άνεσης, όσο πιο υψηλή είναι η επιθυμητή θερμοκρασία το καλοκαίρι και όσο πιο χαμηλή είναι το

χειμώνα, τόσο πιο οικονομική θα είναι η λειτουργία της κλιματιστικής μονάδας.

7.5 Οδηγίες για εξοικονόμηση ενέργειας σε εγκαταστάσεις κλιματισμού

Συνοψίζοντας, παρουσιάζουμε, παρακάτω, τις πιο σημαντικές, κατά την άποψή μας, οδηγίες για την εξοικονόμηση και την ορθολογική χρήση της ενέργειας, σε εγκαταστάσεις κλιματισμού:

- Πριν από την εγκατάσταση μονάδων κλιματισμού, θα πρέπει να εξετάζονται όλες οι δυνατότητες μείωσης των ψυκτικών φορτίων (π.χ. σκιασμός των χώρων) και μείωσης των θερμικών φορτίων (π.χ. μείωση θερμικών απωλειών από τα ανοίγματα).
- Το μέγεθος των κλιματιστικών μονάδων που επιλέγονται, δηλαδή η θερμική και η ψυκτική ισχύς τους, πρέπει να καλύπτει τα πραγματικά φορτία, ενώ για την ορθολογική χρήση της καταναλισκόμενης ενέργειας, πρέπει να αποφεύγεται η υπερδιαστασιολόγηση των μονάδων, ώστε να επιτυγχάνονται οι απαιτούμενες συνθήκες θερμικής άνεσης.
- Οι κλιματιστικές μονάδες που επιλέγονται θα πρέπει να έχουν υψηλό βαθμό απόδοσης και να είναι τελευταίας τεχνολογίας.
- Η εγκατάσταση οποιασδήποτε κλιματιστικής μονάδας – από τις μικρές μονάδες διαιρούμενου τύπου (split) μέχρι τις μεγάλες μονάδες – πρέπει να γίνεται από ειδικευμένο συνεργείο, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
- Η συντήρηση επηρεάζει σημαντικά τη σωστή λειτουργία των μονάδων κλιματισμού και πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (π.χ. η ετήσια συντήρηση των εξαρτημάτων της μονάδας, ο καθαρισμός των φίλτρων, ο έλεγχος του ψυκτικού κ.λπ.), ανάλογα βέβαια με την κλιματιστική μονάδα.
- Η μελέτη και επίβλεψη εγκατάστασης των μεγάλων κλιματιστικών μονάδων πρέπει να γίνεται από ειδικευμένους μηχανολόγους-μηχανικούς.
- Η χρήση των εγκαταστάσεων κλιματισμού πρέπει να γίνεται με σύνεση έτσι ώστε να μην σπαταλάται ενέργεια. Συνήθως, η λειτουργία τους πρέπει να περιορίζεται στις ώρες λειτουργίας του χώρου, ανάλογα με τη χρή-

ση του, και οι ρυθμίσεις των συνθηκών λειτουργίας να γίνονται σύμφωνα με τις πραγματικές απαιτήσεις. Σε περιπτώσεις, μάλιστα, που υπάρχει η δυνατότητα εναλλακτικών λύσεων δροσισμού (π.χ. με διαμπερή φυσικό αερισμό) θα πρέπει πρώτα να προτιμώνται αυτές οι λύσεις και μόνο αν τα αποτελέσματα δεν κριθούν αποτελεσματικά, τότε θα πρέπει να γίνεται χρήση του κλιματιστικού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – ΕΝΝΟΙΕΣ & ΟΡΙΣΜΟΙ

αερισμός	Η εισαγωγή και η κυκλοφορία μιας ποσότητας αέρα σ' ένα χώρο με έναν ανεμιστήρα (συνήθως ο αέρας είναι κλιματισμένος) ή με φυσικό τρόπο (φυσικός αερισμός).
αισθητή θερμότητα	η θερμότητα που πρέπει να αφαιρεθεί ή να προστεθεί σε έναν εσωτερικό χώρο, για να μειωθεί ή να αυξηθεί η θερμοκρασία του αέρα.
αισθητό ψυκτικό φορτίο	Η ποσότητα θερμότητας που πρέπει να αφαιρέσει μια κλιματιστική συσκευή για να μειώσει τη θερμοκρασία του αέρα στα επιθυμητά επίπεδα.
ακουστική άνεση	η διατήρηση των επιπέδων του ήχου σε αποδεκτά όρια και κατάλληλα για τη χρήση του χώρου, έτσι ώστε να αισθανόμαστε άνετα (να μην υπάρχει ενοχλητικός θόρυβος π.χ. από τη λειτουργία της κλιματιστικής συσκευής).
ακτινοβολία	Η μεταφορά ενέργειας με ηλεκτρομαγνητικά κύματα.
αντλία θερμότητας	Συσκευή κλιματισμού η οποία πετυχαίνει την ανταλλαγή (άντληση ή απόδοση) θερμότητας μεταξύ του κλιματιζόμενου χώρου και του εξωτερικού περιβάλλοντος ή άλλου μέσου (π.χ. το έδαφος ή νερό μιας λίμνης, που βρίσκονται σε διαφορετική θερμοκρασία από αυτή του κλιματιζόμενου χώρου).
απαγωγή αέρα	Βλέπε «εξαερισμός».
απόλυτη υγρασία	Το βάρος υγρού ατμού στη μονάδα όγκου (συνήθεις μονάδες: kg/m ³).
ατμοποίηση	Πέρασμα μιας ουσίας από την υγρή στην αέρια κατάσταση (ατμού), που πραγματοποιείται χωρίς την παρουσία άλλης ουσίας πέρα από αυτή που αλλάζει φάση.

αφύγρανση	Η διαδικασία αφαίρεσης υδρατμών από τον αέρα.
βαλβίδα αντιστροφής	εξάρτημα της κλιματιστικής συσκευής, συνήθως σωληνωτή βαλβίδα, που καθορίζει τη λειτουργία της συσκευής για θέρμανση ή ψύξη, καθορίζοντας ποιος εναλλάκτης της συσκευής θα λειτουργήσει σαν συμπυκνωτής ή σαν εξατμιστής.
COP	Ο συντελεστής συμπεριφοράς ή απόδοσης κλιματιστικών συσκευών. Ορίζεται σαν το πηλίκο της ωφέλιμης ισχύος προς την ισχύ που προσδίδεται.
ειδική υγρασία του αέρα	είναι το βάρος των υδρατμών ανά μονάδα μάζας του ξηρού αέρα (συνήθεις μονάδες: kg/kg ξηρού αέρα).
εκτόνωση	Μεταβολή της κατάστασης ενός αερίου κατά την οποία μειώνεται η πίεσή του και αυξάνει ο όγκος του.
εκτονωτική βαλβίδα	Εξάρτημα μιας κλιματιστικής συσκευής για τη μείωση της πίεσης και της θερμοκρασίας του ψυκτικού μετά τον συμπυκνωτή (στην είσοδο της βαλβίδας είναι υγρό σε υψηλή πίεση και στην έξοδο είναι μίγμα υγρού/αερίου σε χαμηλότερη πίεση και θερμοκρασία).
εναλλάκτης θερμότητας	συσκευή ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ δυο ρευστών. Ο εναλλάκτης αποτελείται από σωλήνες μέσα στις οποίες κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό. Ο αέρας που έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του εναλλάκτη θερμαίνεται ή ψύχεται ανάλογα (απορροφώντας ή αποδίδοντας θερμότητα).
ενθαλπία (θερμικό περιεχόμενο)	Σύνθετη λέξη (εν = εντός, μέσα και θάλπω = θερμαίνω). Η ενθαλπία ενός ρευστού, το οποίο βρίσκεται σε μια κατάσταση που προσδιορίζεται από μια πίεση p , έναν ειδικό όγκο v και από μια απόλυτη θερμοκρασία T , είναι το άθροισμα της εσωτερικής ενέργειας U και της θερμότητας q οποία αντι-

στοιχεί στο έργο (ρν) που εκτελείται υπό σταθερή πίεση (ρ) κατά την εκτόνωση του ρευστού από έναν συμβατικά μηδενικό όγκο μέχρι που αυτό να αποκτήσει τον τελικό του όγκο (ν), δηλαδή η ενθαλπία εκφράζει όλη την ενέργεια η οποία είναι απαραίτητη για να δημιουργηθεί η συγκεκριμένη κατάσταση του ρευστού. Η ενθαλπία που αναφέρεται στη μονάδα μάζας ενός ρευστού ονομάζεται **ειδική ενθαλπία** και συμβολίζεται με το γράμμα **h**. ($h = U + pn$).

εξαερισμός

Η εξαγωγή μιας ποσότητας αέρα από ένα χώρο. Ο αέρας συνήθως αποβάλλεται στο εξωτερικό περιβάλλον αλλά μπορεί να επιστρέφει σε μια κλιματιστική μονάδα.

εξάτμιση

Πέρασμα μιας ουσίας από την υγρή στην αέρια κατάσταση (ατμού) με την παρουσία και άλλης ουσίας (αερίου).

εξατμιστής

Εναλλάκτης θερμότητας μιας κλιματιστικής συσκευής μέσα στον οποίο κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό που εξατμίζεται απορροφώντας θερμότητα (αλλάζοντας φάση από υγρή σε αέρια).

εσωτερική ενέργεια

Σε ένα θερμοδυναμικό σύστημα, το οποίο βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη κατάσταση, είναι το άθροισμα των κινητικών και δυναμικών ενεργειών όλων των ατόμων που το αποτελούν και εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία του.

ηλεκτρική ισχύς

Η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας στη μονάδα του χρόνου που καταναλώνει μια κλιματιστική συσκευή για να λειτουργήσει.

ηλιακή ακτινοβολία

Η ενέργεια από τον ήλιο (ενέργεια μικρού μήκους κύματος).

θερμική άνεση

Οι συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και κυκλοφορίας του αέρα, στις οποίες ένα άτομο αισθάνεται άνετα.

θερμική απώλεια	Η θερμότητα που διαφεύγει στο περιβάλλον από έναν εσωτερικό χώρο, με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα.
θερμική ισχύς	Η ποσότητα θερμότητας στη μονάδα του χρόνου που αποδίδει μια κλιματιστική συσκευή για να θερμάνει τον εσωτερικό αέρα.
θερμικό κέρδος	Η θερμότητα που προέρχεται από εσωτερικές και εξωτερικές πηγές και αυξάνει τη θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα.
θερμικό φορτίο	η διαφορά (θερμικών κερδών – θερμικές απώλειες) ενός χώρου. Αυτή είναι η θερμότητα που πρέπει να αποδώσει μια κλιματιστική συσκευή στον εσωτερικό αέρα για να τον θερμάνει.
θερμομονωτικό υλικό (θερμομόνωση)	Υλικό που παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στη μετάδοση θερμότητας (περιορίζοντας τις θερμικές απώλειες).
θερμοστάτης	Συσκευή που παρακολουθεί και ρυθμίζει (άμεσα ή έμμεσα) τη θερμοκρασία.
θερμότητα	Η ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σύστημα σε ένα άλλο, τα οποία επικοινωνούν, εξαιτίας της θερμοκρασιακής διαφοράς που υπάρχει μεταξύ τους.
κατάθλιψη	Συμπύεση.
κεκορεσμένος ατμός	Ατμός ο οποίος βρίσκεται σε πίεση και στην αντίστοιχη θερμοκρασία ατμοποίησης (βρίσκεται σε επαφή με την υγρή φάση της ουσίας που αλλάζει κατάσταση).
κεκορεσμένο υγρό	Υγρό το οποίο βρίσκεται σε πίεση και στην αντίστοιχη θερμοκρασία ατμοποίησης (βρίσκεται σε επαφή με τον ατμό της ουσίας που αλλάζει κατάσταση).
κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ)	Συσκευή που αποτελείται από διάφορα εξαρτήματα και είναι τοποθετημένη σε κεντρική θέση, έτσι ώστε με τη βοήθεια αεραγωγών

και ανεμιστήρων κυκλοφορεί τον αέρα σε κλειστούς χώρους. Περιλαμβάνει εναλλάκτες θερμότητας που τροφοδοτούνται από ψύκτες ή λέβητες για την ψύξη ή/και τη θέρμανση του αέρα, φίλτρα για τον καθαρισμό του αέρα, υγραντήρα ή αφυγραντήρα κ.λπ., ανάλογα με τις ανάγκες.

κλιματισμός

η διαδικασία ελέγχου και ρύθμισης, στα επιθυμητά όρια, της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της ποιότητας και της κυκλοφορίας του αέρα σε εσωτερικούς χώρους.

λανθάνουσα θερμότητα

Η ενέργεια που απαιτείται ή αποδίδεται όταν υπάρχει αλλαγή φάσης (π.χ. από νερό σε ατμό), υπό σταθερή θερμοκρασία.

μανόμετρο

Όργανο που μετρά την πίεση.

μονωτικό

Υλικό που παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στη μετάδοση θερμότητας (περιορίζοντας τις θερμικές απώλειες).

νωπός αέρας

ο εξωτερικός αέρας στις συνθήκες (π.χ. θερμοκρασίας και υγρασίας) εξωτερικού περιβάλλοντος.

παθητικός δροσισμός

Η διαδικασία μείωσης της θερμοκρασίας του αέρα με «φυσικές» διαδικασίες (χωρίς κλιματισμό).

πίεση ατμοποίησης

Πίεση (σταθερή) στην οποία γίνεται η ατμοποίηση ενός υγρού.

πίεση συμπίκνωσης

Πίεση (σταθερή) στην οποία γίνεται η συμπίκνωση του ατμού μιας ουσίας.

προσαγωγή αέρα

Βλέπε «αερισμός».

συμπίεση

Μεταβολή της κατάστασης ενός αερίου κατά την οποία μειώνεται ο όγκος του και αυξάνει η πίεσή του.

συμπιεστής

Εξάρτημα μιας κλιματιστικής συσκευής που με τη βοήθεια ενός ηλεκτροκινητήρα συμπιέζει (αυξάνει την πίεση) του ψυκτικού ρευστού.

συμπυκνώματα	Η ποσότητα του υγρού που προκύπτει από τη συμπύκνωση υδρατμών. Το νερό προέρχεται από τον υγρό αέρα που έρχεται σε επαφή με τις κρύες επιφάνειες του εναλλάκτη.
συμπύκνωση	Μεταβολή της κατάστασης μιας ουσίας από την αέρια στην υγρή.
συμπυκνωτής	Εναλλάκτης θερμότητας μιας κλιματιστικής συσκευής μέσα στον οποίο κυκλοφορεί το ψυκτικό ρευστό που συμπυκνώνεται ελευθερώνοντας θερμότητα (αλλάζοντας φάση από αέριο σε υγρή).
τριχοειδής σωλήνας	Εξάρτημα της κλιματιστικής συσκευής. Πολύ μικρής διαμέτρου με μεγάλο μήκος σωλήνας που συνδέει την έξοδο του συμπυκνωτή με την είσοδο του εξατμιστή (δημιουργώντας υψηλή πίεση στον συμπυκνωτή και χαμηλή στον εξατμιστή, για την υγροποίηση και την ατμοποίηση του ψυκτικού, αντίστοιχα).
ύγρανση	Η διαδικασία πρόσθεσης υδρατμών στον αέρα.
υγροστάτης	Συσκευή που ρυθμίζει και ελέγχει τη μεταβολή της υγρασίας.
υπέρθερμος ατμός	Ατμός ο οποίος βρίσκεται σε πίεση ατμοποίησης και σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από την αντίστοιχη θερμοκρασία ατμοποίησης.
υπόψυκτο υγρό	Υγρό το οποίο βρίσκεται σε πίεση ατμοποίησης και σε θερμοκρασία μικρότερη από την αντίστοιχη θερμοκρασία ατμοποίησης.
φυσικός αερισμός	Η εισαγωγή, η κυκλοφορία και η εξαγωγή μιας ποσότητας αέρα σ' ένα χώρο με φυσικό τρόπο (χωρίς τη χρήση ανεμιστήρα).
ψυκτικό (ρευστό ή μέσο)	Το υγρό που χρησιμοποιείται μέσα στις κλιματιστικές συσκευές για να λειτουργήσουν. Το ψυκτικό κυκλοφορεί μέσα στους εναλλάκτες θερμότητας της συσκευής. Ανάλογα, όταν το υγρό εξατμίζεται παίρνει θερμότητα από το περιβάλλον (μειώνοντας τη θερμοκρασία της επιφάνειας του εναλλά-

κτη) ενώ όταν συμπυκνώνεται δίνει θερμότητα στο περιβάλλον (αυξάνοντας τη θερμοκρασία της επιφάνειας του εναλλάκτη).

ψυκτική ισχύς

Η ποσότητα θερμότητας στη μονάδα του χρόνου που αφαιρεί μια κλιματιστική συσκευή για να ψύξει τον εσωτερικό αέρα.

ψυκτικό φορτίο

το ποσό της θερμότητας που δέχεται ο εσωτερικός χώρος στη μονάδα του χρόνου από εσωτερικές και εξωτερικές πηγές θερμότητας. Αυτή είναι η θερμότητα που πρέπει να αφαιρέσει μια κλιματιστική συσκευή από τον εσωτερικό αέρα για να τον ψύξει.

ψυχομετρικός χάρτης

Διάγραμμα των θερμοδυναμικών ιδιοτήτων του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II – ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Στη σύγχρονη πραγματικότητα, το Διαδίκτυο (Internet) παίζει ένα σημαντικό ρόλο για όλους όσους ασχολούνται στο χώρο του Κλιματισμού, βελτιώνοντας την πληροφόρησή τους τόσο στα προϊόντα που προσφέρουν όσο και στις νέες τάσεις της αγοράς Κλιματισμού.

Ο τεχνικός Κλιματισμού, με τη βοήθεια του Διαδικτύου, έχει τη δυνατότητα

- να έλθει σε επαφή με όποια εταιρεία κλιματισμού επιθυμεί, άμεσα και χωρίς χρονοτριβή,
- να επικοινωνήσει με τους τεχνικούς της εταιρείας κλιματισμού, ώστε να πάρει, γρήγορα και έγκαιρα, απαντήσεις σε όποια προβλήματα αντιμετωπίζει, στην εγκατάσταση, συντήρηση,
- να περιηγηθεί στις ιστοσελίδες των εταιρειών κλιματισμού, ώστε να ενημερωθεί για τις τελευταίες εξελίξεις,
- να “κατεβάσει” προγράμματα λογισμικού, επιλογής κλιματιστικών συστημάτων, που διαθέτουν δωρεάν οι εταιρείες αυτές, στις ιστοσελίδες τους.

Παρατίθενται, παρακάτω, ορισμένες διευθύνσεις που αφορούν τον κλιματισμό, τόσο από την ελληνική όσο και τη διεθνή αγορά, ώστε να βοηθηθεί ο μαθητής στο ‘ταξίδι’ του στο Διαδίκτυο.

Είναι φανερό ότι δεν είναι δυνατόν να παρατεθούν οι διευθύνσεις των εταιρειών που ασχολούνται με συστήματα κλιματισμού.

Όμως παρατίθεται η διεύθυνση ενός browser, που είναι η ‘πύλη’ για να βρει ο μαθητής διευθύνσεις, που πιθανά να τον ενδιαφέρουν, πάνω σε θέματα Κλιματισμού, Αερισμού, Ψύξης αλλά και Θέρμανσης.

[http:// www.hvacbrowser.com](http://www.hvacbrowser.com)

<http://homeadvice.msn.com>, διεύθυνση που ασχολείται με κλιματιστικά μηχανήματα διαιρούμενου τύπου (split units) καθώς και με τρόπους επίλυσης κοινών προβλημάτων που αντιμετωπίζουν.

www.environ.com, διεύθυνση σχετική με θέματα Κλιματισμού/Αερισμού.

Επίσης

www.tee.gr, που είναι η επίσημη διεύθυνση του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας

www.ashrae.gr, που είναι η διεύθυνση του ελληνικού Παραρτήματος της Αμερικάνικης Ένωσης Μηχανικών Κλιματισμού/Αερισμού/Θέρμανσης/Ψύξης.

www.rehva.org, που είναι η διεύθυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης Μηχανικών Κλιματισμού/Αερισμού/Ψύξης/Θέρμανσης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Ασημακόπουλος (1996). **Εργαστήριο Θερμάνσεως-Ψύξεως-Κλιματισμού**, Εκδόσεις Ευγενιδείου Ιδρύματος, Αθήνα.

Ελληνικό Γραφείο Πληροφοριών για τη χρήση Χαλκού. **Ο χαλκός στην Οικοδομή.**

Ιωαννίδης (1996) **Κλιματισμός** Εκδόσεις Ευγενιδείου Ιδρύματος, Αθήνα.

Λέφας Κ.Χ. (1992). **Αερισμός και Κλιματισμός**, Εκδόσεις Φοίβος, Αθήνα.

Σελλούντος Β.Η. (1998). **Θέρμανση & Κλιματισμός**, Εκδόσεις Φοίβος, Αθήνα.

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86. **Κλιματισμός Κτηριακών Χώρων**, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Αθήνα, Νοέμβριος (1987).

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86. **Στοιχεία Υπολογισμού Φορτίων Κλιματισμού Κτηριακών Χώρων**, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Αθήνα, Νοέμβριος (1987).

Α. Χονδρογιάννης (1992). **Όργανα και Αυτοματισμοί Modern Refrigeration & Air Conditioning**, Εκδόσεις Ιων.

Althouse-Turnquist-Bracciano. **Modern Refrigeration & Air Conditioning**, Εκδόσεις GW Company Inc.

Althouse-Turnquist-Bracciano. **Modern Refrigeration & Air Conditioning Laboratory manual**, Εκδόσεις GW company Inc.

Boyce Dwiggins (επιμέλεια Α. Πυργολιός). **Κλιματισμός αυτοκινήτου**, εκδόσεις Ιων.

Recknagel Sprenger (εκδότης Μ. Γκιούρδας, 1978). **Θέρμανση και Κλιματισμός**, Τόμος Α.

Τεχνικά φυλλάδια και εγχειρίδια από τις παρακάτω εταιρείες Κλιματισμού

- ΒΙΟΣΩΛ ΑΕΒΕ**
- ΙΝΤΕΡΚΛΙΜΑ ΑΕΒΕ**
- ΠΕΤΖΕΤΑΚΙΣ – Βιομηχανία πλαστικών και ελαστικών**
- ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ ΑΕΒΕ**
- CARRIER**
- DAIKIN**
- FORD**
- GRUNFOSS**
- ΚΛΙΜΑΤΑΙΡ**
- MCQUAY**
- TOSHIBA**
- TRANE**
- WILO Hellas A.E.**
- YORK**

Προσωπικές σημειώσεις συγγραφέων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV – ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	9
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	15
1.3 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΟΛΟ ΤΟ ΧΡΟΝΟ	17
1.4 ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ	25
1.5 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	35
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΒΑΣΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ, ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ	 51
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	53
2.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΙΕΣΗΣ – ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ (p-h)	54
2.3 ΒΑΣΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	56
2.4 ΗΜΙΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	136
2.5 ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΡΑΓΩΓΩΝ	138
2.6 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	140
2.7 ΤΕΤΡΑΟΔΟΣ ΒΑΛΒΙΔΑ.....	150
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ.....	161
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	163
3.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	164
3.3 ΕΙΔΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ	165
3.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	170
3.5 ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ ή ΤΟΙΧΟΥ	172
3.6 ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ (SPLIT UNITS)	176
3.7 ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ	196
3.8 ΨΥΚΤΙΚΑ ΡΕΥΣΤΑ	199
3.9 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΝΑΔΩΝ	201
3.10 ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	209
3.11 ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	226
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΑΕΡΙΣΜΟΣ - ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ	231
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	233
4.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΝΩΠΟΥ (ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ) ΑΕΡΑ	234
4.3 ΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ	240
4.4 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ	241
4.5 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ	242
4.6 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ	245

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΔΙΑΝΟΜΗ ΑΕΡΑ - ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΜΙΑ 255

5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	257
5.2	ΒΑΣΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΕΡΑ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	258
5.3	ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ	261
5.4	ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΕ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥΣ	267
5.5	ΣΤΟΜΙΑ	268

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ..... 277

6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	280
6.2	ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ	285
6.3	ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ	295
6.4	ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ	297
6.5	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ	298
6.6	ΑΦΥΓΡΑΝΤΗΡΑΣ – ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ	301
6.7	ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΗ ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ	303
6.8	ΣΩΛΗΝΑΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ	305
6.9	ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ	306
6.10	ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ	306
6.11	ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ.....	307
6.12	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ.....	308
6.13	ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	311
6.14	ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟΥ	313
6.15	ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ	313
6.16	ΒΑΛΒΙΔΑ SCHRADER	315
6.17	ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ R-12 ΣΕ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΜΕ R-134a	317

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ 323**

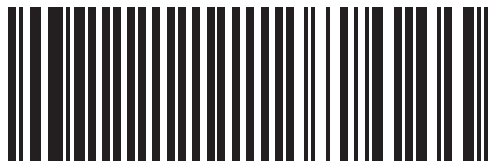
7.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	325
7.2	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	327
7.3	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	327
7.4	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	329
7.5	ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	332

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	335
I. ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ	337
II. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ	345
III. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	347
IV. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	349

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

Κωδικός βιβλίου: 0-24-0084
ISBN Set 978-960-06-3156-2
Τ.Α΄ 978-960-06-3157-9



(01) 000000 0 24 0084 6