

## 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 κλπ), 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 τη προσθήκη θερμότητας, οπότε έχουμε **θέρμανση**.



- Η **υγρασία** του εσωτερικού αέρα μειώνεται με την αφαίρεση υδρατμών, οπότε έχουμε **αφύγρανση** και αυξάνεται με τη 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 παρα-

θύρων, 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).

### Παράδειγμα

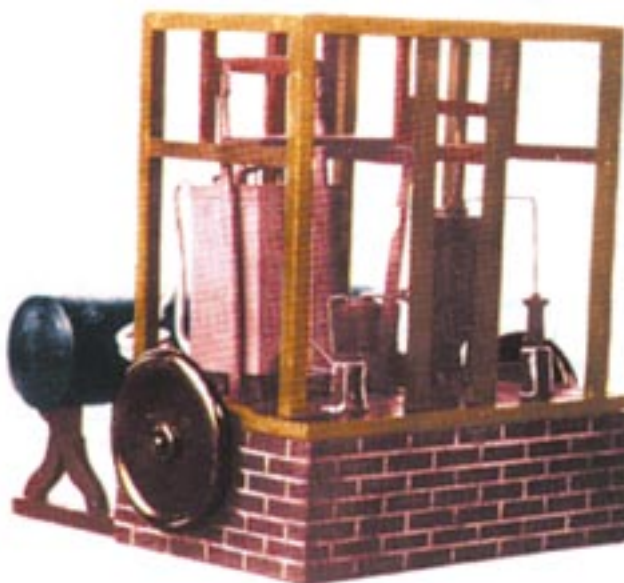
Εάν ένα κλιματιστικό λειτουργεί για ψύξη του αέρα, ο συντελεστής απόδοσης ορίζεται ως το πηλίκο της ψυκτικής του ισχύος προς την ηλεκτρική ισχύ, που καταναλώνει.

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 Gorrier.

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 υ-

γραφσίας 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 (Πόντ) 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 αναπτυγμένου κόσμου, είχαν σαν αποτέλεσμα τη συστηματική, πλέον, χρήση κλιματιστικών στα κτίρια.

Παράλληλα, περίπου τέσσερις χιλιάδες μονάδες κλιματιστικών είχαν τοποθετηθεί σε αυτοκίνητα, που κυκλοφορούσαν 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, βασικότατη 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**.

### 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 (πχ εκτυπωτές, ηλεκτρονικοί υπολογιστές) έχουν αυτοματοποιημένη λειτουργία, έτσι ώστε να κλείνουν μόνες τους, εφ' όσον 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.α.


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 **αφύγρανση**, 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.**

#### 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.**

### 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 αερι-

σμό των χώρων. 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

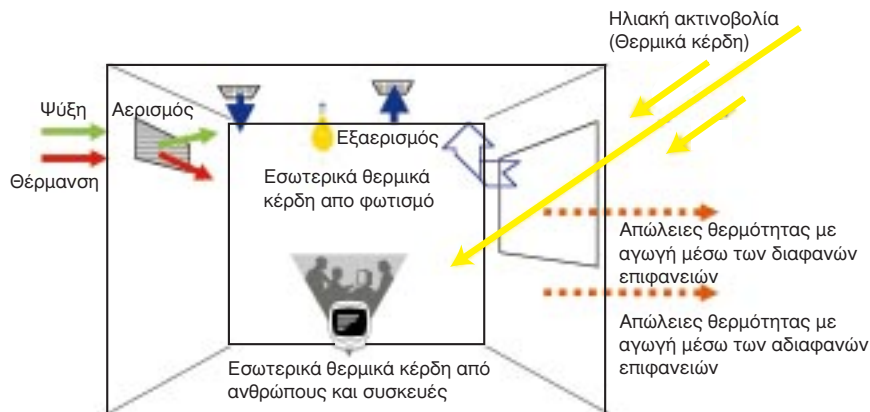
Εάν αισθάνεστε ρεύματα αέρα κοντά σε πόρτες και παράθυρα ή παρατηρείτε τις κουρτίνες να κινούνται όταν έξω φυσάει, τότε ο κρύος αυτός εξωτερικός αέρας, πιθανότατα, περνά μέσα και από τις χαραμάδες, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απώλειες της θερμότητας του χώρου.

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 (%)
<b>ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ</b>			
Υπνοδωμάτια, καθιστικά, κουζίνες	20	26	55 - 50
Λουτρά	22	--	--
Προθάλαμοι, διάδρομοι	15	28	--
<b>ΣΧΟΛΕΙΑ</b>			
Αίθουσες διδασκαλίας	18	25-26	50
Γραφεία, βιβλιοθήκη	20	25-26	45 - 50
Λουτρά, αποδυτήρια	22	--	--
Ιατρεία	24	--	--
<b>ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ</b>			
Δωμάτια	20	26	55 - 50
Λουτρά	22	--	--
<b>ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ</b>			
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 (πχ 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 (στομιών).

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	
<p><b>ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ενιαίου τύπου (τόχου ή παραθύρου)</li> </ul> 	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διακοινούμενου τύπου</li> </ul> 	<p>Μικρού μήκους δίκτυο σωλήνων για τη μεταφορά ψυκτικού. Μία (ή δύο εξωτερικές) συσκευές μονάδες</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Τόχου</li> <li>- Δαπέδου</li> <li>- Οροφής</li> <li>- Νισαλάνια</li> </ul>   
<p><b>ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αντλία θερμότητας</li> </ul>  	<p>Μεγάλου μήκους δίκτυο σωλήνων για τη μεταφορά ψυκτικού. Σύνθετος αριθμός πολλών συσκευών μονάδων.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Τόχου</li> <li>- Δαπέδου</li> <li>- Οροφής</li> <li>- Νισαλάνια</li> </ul>   
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κεντρική κλιματιστική μονάδα</li> </ul> 	<p>Μεγάλου μήκους δίκτυο αεραγωγών για την διανομή του κλιματισμένου αέρα μέσω αεραγωγών (σφίμων):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Τόχου</li> <li>- Δαπέδου</li> <li>- Οροφής</li> </ul>

Πίνακας 1.2: Διάφοροι τύποι κλιματιστικών μονάδων.

#### 1.4.1 Τοπικές αυτόνομες κλιματιστικές μονάδες

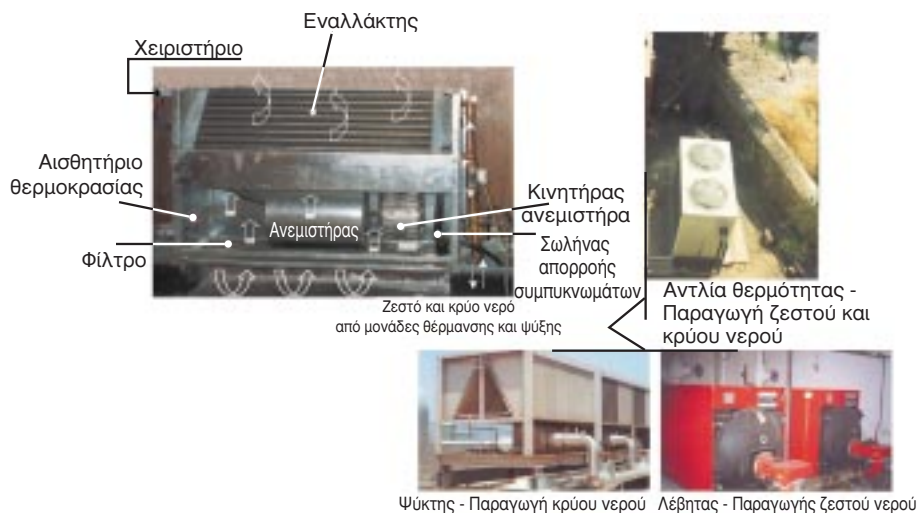
Οι τοπικές μονάδες κλιματίζουν τον εσωτερικό αέρα εκεί όπου είναι τοποθετημένες, ενώ μπορούν να συνδεθούν και με ένα κεντρικό δίκτυο σωληνώσεων, το οποίο θα τις τροφοδοτεί με ζεστό / κρύο νερό ή κάποιο ψυκτικό ρευστό, για να μπορούν να θερμαίνουν ή να ψύχουν, ανάλογα τον αέρα.

##### ● Μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου

Οι μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου είναι γνωστές σαν **fan-coils** (Εικόνα 1.3). Οι μονάδες αυτές αποτελούνται από ένα **εναλλάκτη θερμότητας σωλήνων νερού-αέρα** και ένα **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 m<sup>3</sup>/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



**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).

για τη μέτρηση της θερμοκρασίας (θερμοστάτες) και σε μερικές περιπτώσεις, ένα αισθητήρα για τη μέτρηση της υγρασίας (υγροστάτη), και, τέλος, ένα χειριστήριο λειτουργίας που, ρυθμίζει την επιθυμητή θερμοκρασία του εξερχόμενου αέρα και την ταχύτητα του ανεμιστήρα. 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).

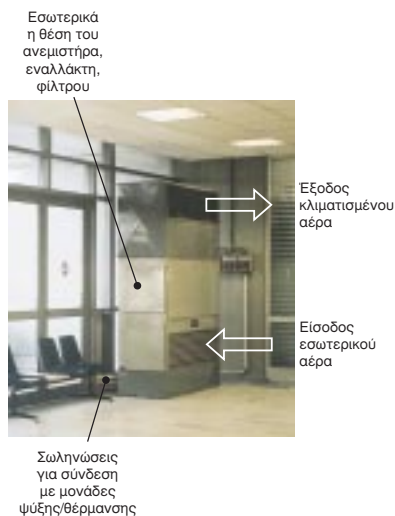
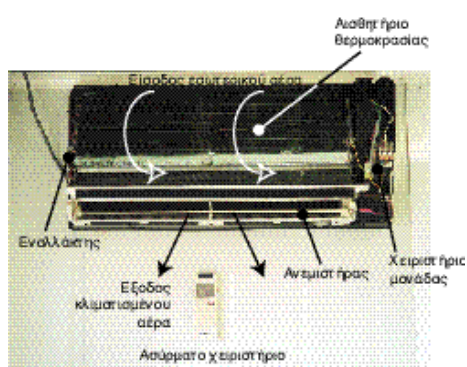


Αναμονές συνδέσεων της μονάδας (είσοδος και έξοδος) νερού ή ψυκτικού, απορροής συμπικνωμάτων, και ηλεκτρικός πίνακας τροφοδοσίας και ελέγχου)



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 τη 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 μονάδα τοίχου έχει συνήθως μικρή ψυκτική/θερμική ισχύ (μικρό μέγεθος εναλλάκτη) που χρησιμοποιούνται συνήθως σε μικρούς χώρους και σύστημα με αντλίες θερμότητας τα οποία περιγράφονται στην επόμενη ενότητα. Οι μονάδες τύπου ντουλάπας έχουν μεγάλη ψυκτική/θερμική ισχύ και χρησιμοποιούνται σε μεγάλους ενιαίους χώρους (πχ 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:** Άνοιγμα 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 κυκλο-

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

Πιο αναλυτικά:

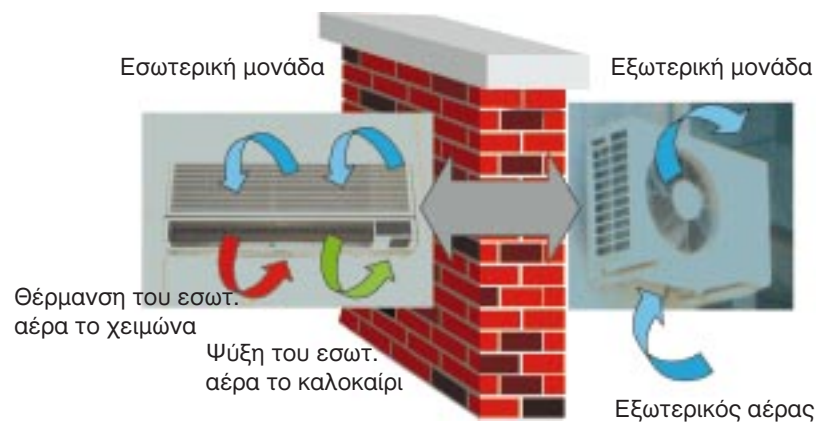
Η εξωτερική μονάδα περιέχει:

- ένα εναλλάκτη
- ένα ανεμιστήρα και
- ένα συμπιεστή και τοποθετείται στο εξωτερικό περιβάλλον (Σχήμα 1.2).

Η εσωτερική μονάδα περιέχει:

- ένα εναλλάκτη
- ένα 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:** Δισπαιρούμενου 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).

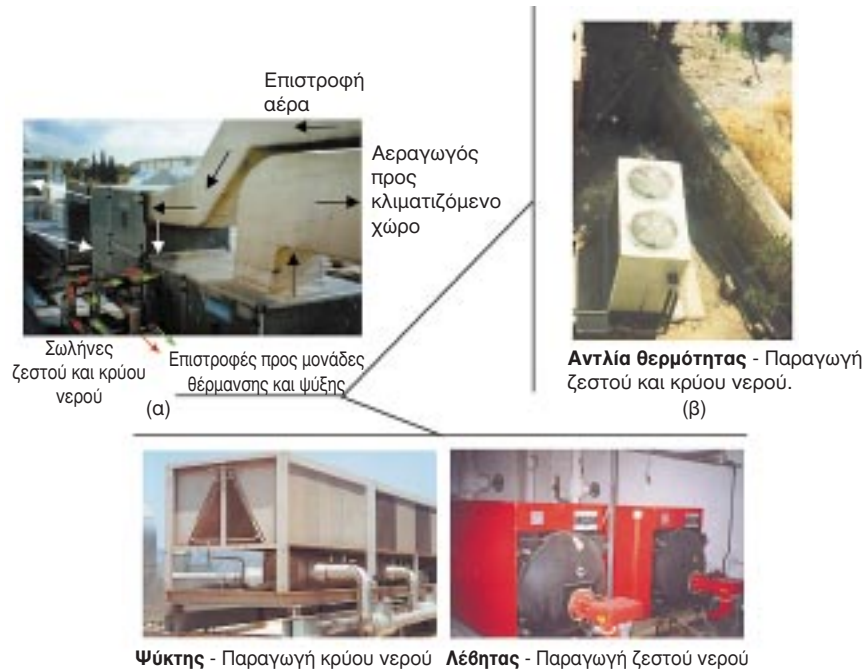


**Εικόνα 1.7:** Ενιαίου τύπου κλιματιστική μονάδα που τοποθετείται σε μια μεγάλη τρύπα στον τοίχο.

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 υδατμούς.
- Φίλτρα που καθαρίζουν τον αέρα από μικροοργανισμούς, σωματίδια, μύκητες κ.λ.π.
- Ανεμιστήρες που προκαλούν την κυκλοφορία του αέρα.



**Εικόνα 1.9:** Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ). Δυο μικρού μεγέθους ΚΚΜ (αριστερά) με είσοδο και παροχή 100% εξωτερικό 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 τμήματα 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 αξιόπιστα 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

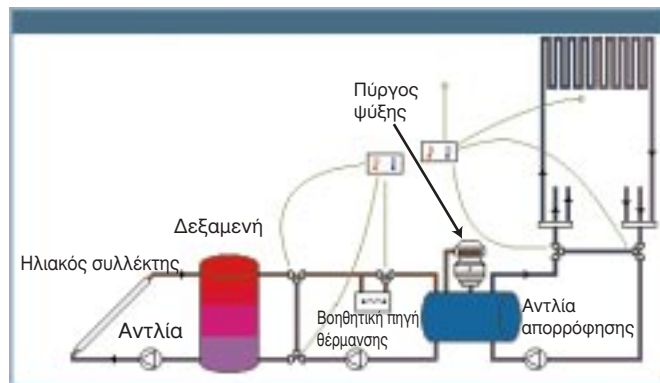
Η αρχή λειτουργίας των συστημάτων απορρόφησης βασίζεται στην εκμετάλλευση της θερμότητας, η οποία μπορεί να προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια, την απορριπτόμενη θερμότητα, από δίκτυα τηλεθέρμανσης, τη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, ή από συμβατικούς λέβητες φυσικού αερίου /ή πετρελαίου κλπ.

#### ● Σύστημα θρωμιούχου 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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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 καυσάε-ρια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ψύχους. Στο εμπόριο διατίθενται τέ-τοιου είδους μονάδες (Εικόνα 1.11), έτοιμες για εγκατάσταση και οι οποίες περιλαμβάνουν τη μηχανή συμπαραγωγής - η οποία λειτουργεί με φυσικό αέριο για καλύτερες α-ποδόσεις - τον ψύκτη και το σύστημα ελέγχου και αυτοματισμού. Παράλληλα ένας συμβατικός λέβητας καλύπτει τις ανάγκες παραγωγής θερμότητας, σε περίπτωση βλά-βης 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 δροσι-στεί ο αέρας του περιβάλλοντος χώρου, αποδεικνύει την ικανότητα της θερμικής εξά-τμισης 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, μπεκ 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).

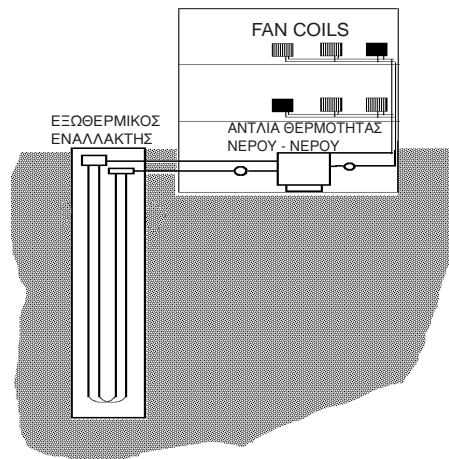
Η σύνδεση των συστημάτων αυτών με το υπέδαφος γίνεται μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας, αποδίδοντας, έτσι, στο κύκλωμα θέρμανσης, είτε κατοικιών, είτε άλλων κτιρίων, είτε θερμοκηπίων κ.λ.π. περισσότερη θερμική ενέργεια, σε σχέση με την αντίστοιχη ενέργεια ενός άλλου συμβατικού συστήματος.

Η θερμότητα αυτή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί μέσα από ένα 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.

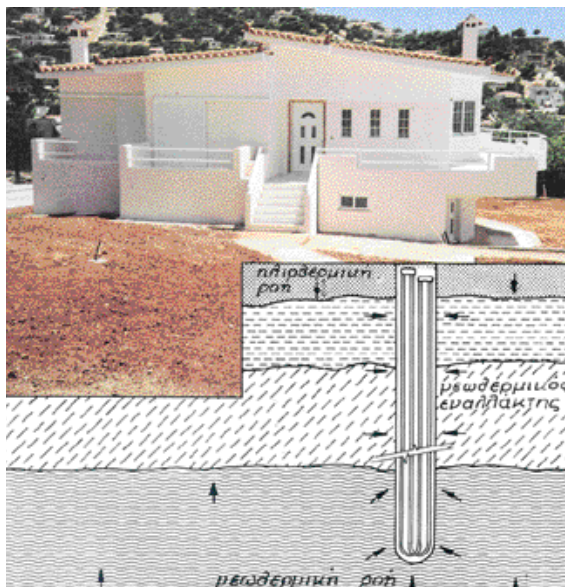
Η υποδομή της εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας με χρήση αντλιών θερμότητας νερού/νερού, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.4, παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά: α) είναι διαθέσιμη με σταθερές ποσότητες καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, β) έχει μικρές απαιτήσεις χώρου εγκατάστασης, γ) δεν δημιουργεί 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 m<sup>2</sup>, με χρήση αντλίας θερμότητας και γεωθερμικού εναλλάκτη σε βάθος 60 m. Το τμήμα του





**Σχήμα 1.4.α** Μονοκατοικία με γεωθερμική αντλία θερμότητας.

γεωθερμικού εναλλάκτη, τροφοδοτεί την αντλία με νερό, σταθερής θερμοκρασίας  $18^{\circ}\text{C}$ , ενώ η αντλία θερμότητας νερού-νερού παράγει ζεστό νερό  $50^{\circ}\text{C}$  για θέρμανση, κρύο νερό  $10^{\circ}\text{C}$  για ψύξη και ζεστό νερό  $50^{\circ}\text{C}$  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  $18^{\circ}\text{C}$ . 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, στη 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 δρόσισμα του κτιρίου επί 10,5 μήνες, αντλώντας θαλασσινό νερό, με θερμοκρασία μικρότερη από  $8^{\circ}\text{C}$ , με δυο αντλίες παροχής 4.164 λίτρων/λεπτό η κάθε μία. Η κυκλοφορία του νερού στο εσωτερικό κύκλωμα του κτιρίου είναι 3.634 λίτρα/λεπτό, ενώ η θερ-

μοκρασία εξόδου του από τους εναλλάκτες είναι, συνήθως,  $10^{\circ}\text{C}$ . 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 συμβάλει 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 φορ-

τίων. 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 m<sup>2</sup>, με συνολική επιφάνεια: 120.736 m<sup>2</sup> και με συνολικό όγκο: 538.000 m<sup>3</sup>.

Το κτίριο, παρά το μέγεθός του, έχει ανοιγόμενα παράθυρα μέχρι τον 50<sup>ο</sup> 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 m<sup>3</sup>/s.



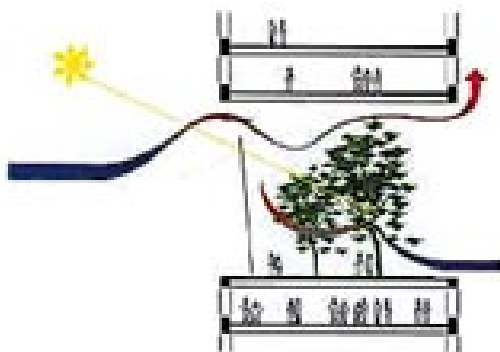
**Εικόνα 1.15:** Άποψη εσωτερικού κήπου.

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 m<sup>2</sup>.



**Εικόνα 1.17:** Γενική όψη του κτιρίου.

Οι εγκαταστάσεις του κτιρίου αυτού περιλαμβάνουν:

- Διπλό εξωτερικό κέλυφος με εξωτερικά κινούμενα πτερύγια (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 στομιών. 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 εξατμιστικής ψύξης κ.α.



#### 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.