

Σεμινάριο

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Βασικές αρχές των συστημάτων ψύξης / Νέες τεχνολογίες

Φωτεινή Καραμάνη
Χημικός Μηχανικός, MSc
ΚΑΠΕ



ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Αναγκαία και επιβαλλόμενη η διατήρηση του εσωτερικού κλίματος του κτηρίου σε επίπεδα ανεκτά από το ανθρώπινο σώμα, προκειμένου να επιτευχθεί ευχάριστη και υγιεινή διαμονή των ανθρώπων στους εσωτερικούς χώρους, καθώς ο χρόνος παραμονής τους στα κτήρια ανέρχεται στο 90% για τους κατοίκους των σύγχρονων αστικών κέντρων.

Παράγοντες που προσδιορίζουν το εσώκλιμα ενός κτηρίου :

- ✓ η θερμοκρασία του αέρα και των επιφανειών του,
 - ✓ η σχετική υγρασία,
 - ✓ η ταχύτητα του αέρα,
 - ✓ η συγκέντρωση σωματιδίων και ρύπων στον αέρα,
 - ✓ το επίπεδο φωτισμού, και
 - ✓ το επίπεδο θορύβου.
- Ρύθμιση από συστήματα θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και κλιματισμού
- Ρύθμιση από συστήματα φωτισμού και ηχομόνωσης-ηχοπροστασίας

Ο προσδιορισμός των επιθυμητών επιπέδων είναι αντικείμενο πολυετών μελετών και αποτυπώνεται σήμερα στα διάφορα πρότυπα θερμικής άνεσης, στους κανονισμούς και στις μεθοδολογίες διαστασιολόγησης των συστημάτων ψύξης.



ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Θερμοκρασία αέρα στους εσωτερικούς χώρους, για το κλίμα της Ελλάδας και για άνθρωπο ντυμένο, καθιστό και χωρίς ιδιαίτερα έντονη σωματική δραστηριότητα, συνιστάται:

- τη χειμερινή περίοδο οι 20 έως 21°C,
- σε χώρους που κλιματίζονται με αέρα, η θερμοκρασία που θεωρείται κατάλληλη για το χειμώνα είναι 22 - 23°C. Αυτό συμβαίνει γιατί η κίνηση του αέρα δημιουργεί μια πρόσθετη αίσθηση ψύξης που πρέπει να αντισταθμισθεί από μια υψηλότερη θερμοκρασία.
- για άτομα με σωματική δραστηριότητα η κατάλληλη θερμοκρασία είναι τόσο μικρότερη όσο πιο βαριά είναι η φύση της εργασίας. Ανάλογα με αυτή οι θερμοκρασίες θερμικής άνεσης κυμαίνονται από 12°C έως 21°C

Ενδεικτικές συνθήκες θερμοκρασίες για διάφορες εργασίες

Είδος εργασίας	Θερμοκρασία
Ελαφρά σωματική εργασία σε όρθια στάση και περιορισμένες μετακινήσεις	18 - 21°C
Μέση σωματική εργασία	16 - 19°C
Βαριά σωματική εργασία	12 - 18°C



ΚΑΠΕ
CRES

INTELLIGENT ENERGY
EUROPE



ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας σε ένα χώρο.

Γενικά δεν επιτρέπεται:

- ✓ να εμφανίζονται θερμοκρασιακές διαφορές μεγαλύτερες από 4°C, ανάμεσα στα διάφορα σημεία του χώρου,
- ✓ και θερμοκρασιακές διαφορές μεγαλύτερες από 3°C ανάμεσα στο δάπεδο και σε ύψος 1,8 m από το δάπεδο (ζώνη κατοίκησης).

Θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο.

✓ Γενικά η διαφορά θερμοκρασίας των επιφανειών με τον αέρα του χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 4°C.



ΚΑΠΕ
CRES

INTELLIGENT ENERGY
EUROPE



ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Υγρασία: Εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία του και το είδος της εργασίας που εκτελείται σε αυτόν και προσδιορίζεται από τη σχετική υγρασία του αέρα.

✓ Η υγρασία ενός χώρου επιδρά άμεσα στο ρυθμό εφίδρωσης του ανθρώπινου οργανισμού ο οποίος αποτελεί ουσιαστικά ρυθμιστικό παράγοντα για την αποβολή θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα.

✓ Είναι σημαντικό να αποφεύγονται καταστάσεις που εμποδίζουν την εξάτμιση από το ανθρώπινο σώμα, δηλαδή υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με υψηλή υγρασία, διότι τότε προκαλείται δυσφορία και πνιγηρότητα.

✓ Έτσι όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι 20°C το κατώτερο όριο σχετικής υγρασίας είναι 30% (σχηματισμός σκόνης, δημιουργία στατικού ηλεκτρισμού, ξήρανση των βλεννογόνων) και το ανώτερο 70% (συμπύκνωση υδρατμών, σχηματισμός μούχλας, δημιουργία δυσάρεστων οσμών).

✓ Γενικά τα συνιστώμενα επίπεδα σχετικής υγρασίας σε χώρους παραμονής και εργασίας είναι 40-60% κατά το καλοκαίρι.



ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Αποδεκτή ένταση της ταχύτητας του αέρα στους εσωτερικούς χώρους: εξαρτάται από πολλούς παράγοντες (π.χ. από το είδος του χώρου, από την πυκνότητα των ατόμων που ζουν και εργάζονται μέσα στο χώρο, από τη διάρκεια παραμονής τους στο χώρο):

➤ Γενικά η επιτρεπτή ταχύτητα του αέρα για θερμοκρασίες 20 – 27°C και για καθιστική εργασία είναι περίπου 0,15 έως 0,25 m/s.

➤ Σε χώρους με μεγάλη πυκνότητα όπου οι άνθρωποι κινούνται συνεχώς (π.χ. εμπορικά καταστήματα) επιτρέπεται μια μεγαλύτερη ταχύτητα του αέρα.

➤ Υπερβολικά χαμηλές ταχύτητες του αέρα, μικρότερες από 0,08 m/s, πρέπει να αποφεύγονται, διότι προκαλούν την αίσθηση στάσιμου αέρα που είναι το ίδιο ενοχλητική.

➤ Στην πραγματικότητα η ιδανική ταχύτητα του αέρα για την άνεση των ανθρώπων είναι περίπου 0,13 m/s, αλλά στην πλειοψηφία των περιπτώσεων είναι δύσκολο να επιτευχθεί.

Η ανανέωση του αέρα στους χώρους των κτηρίων είναι αναγκαία για την προσαγωγή οξυγόνου, την αραίωση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα και των διάφορων οσμών που παράγονται από τη δραστηριότητα των ανθρώπων.



ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΨΥΞΗ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ

Η ρύθμιση των απαιτούμενων συνθηκών θερμοκρασίας, υγρασίας, κίνησης και καθαρότητας του αέρα επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων συσκευών που αποτελούν τα αντίστοιχα συστήματα ψύξης, ύγρανσης, αερισμού και καθαρισμού του αέρα. Η λειτουργία κάθε συστήματος αλλά και η επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος βασίζεται σε μία σειρά διεργασιών που είναι:

- **Η ψύξη.** Είναι η διεργασία με την οποία αφαιρείται θερμική ενέργεια (θερμότητα) από τον αέρα και στις επιφάνειες του χώρου με σκοπό τη μείωση και τη διατήρηση της θερμοκρασίας του χώρου στα επιθυμητά όρια.
- **Η ύγρανση.** Είναι η διεργασία με την οποία προστίθεται υγρασία (υδρατμός) στον αέρα του χώρου με σκοπό την αύξηση και διατήρηση της σχετικής υγρασίας του χώρου σε επιθυμητές τιμές.
- **Η αφύγρανση.** Είναι η διεργασία με την οποία αφαιρείται υγρασία (υδρατμός) από τον αέρα του χώρου με σκοπό τη μείωση και διατήρηση της σχετικής υγρασίας του χώρου σε επιθυμητά επίπεδα.
- **Ο αερισμός.** Είναι η διεργασία με την οποία προστίθεται φρέσκος εξωτερικός αέρας (αέρας του φυσικού περιβάλλοντος) στον αέρα του χώρου με σκοπό τη διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα στα επιθυμητά όρια.



ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΨΥΞΗ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ

Συνέχεια....

- **Ο εξαερισμός.** Είναι η διεργασία με την οποία αφαιρείται ποσότητα εσωτερικού αέρα με σκοπό την απομάκρυνση σωματιδίων, οσμών και ρύπων. Η ποσότητα αυτή αναπληρώνεται από το σύστημα αερισμού.
- **Ο καθαρισμός.** Είναι η διεργασία με την οποία ο εσωτερικός αέρας διέρχεται από διατάξεις φίλτρων και φιλτράρεται (καθαρίζεται). Τα φίλτρα συγκρατούν ποσότητες σωματιδίων και οσμών και στη συνέχεια ο αέρας επανακυκλοφορεί στους εσωτερικούς χώρους με σκοπό τη διατήρηση της ποιότητάς του στα επιθυμητά όρια.
- **Ο κλιματισμός.** Είναι σύνθετη διεργασία η οποία αποτελείται από το σύνολο ή το συνδυασμό των διεργασιών που αναπτύχθηκαν προηγουμένως. Με τη διεργασία αυτή είναι δυνατή η ολοκληρωμένη ρύθμιση των απαιτούμενων εσωτερικών συνθηκών, γεγονός που κατατάσσει τα συστήματα κλιματισμού στα ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης του εσωκλίματος των κτηρίων.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ

Τα συστήματα ψύξης σχεδιάζονται με βασικό στόχο τη βέλτιστη λειτουργία τους και τον περιορισμό των καταναλώσεων ενέργειας στο ελάχιστο, λαμβάνοντας υπόψη:

- τη χρήση του κτηρίου: κατοικία, γραφείο, εμπορικό κατάστημα κ.ά.,
- το προφίλ λειτουργίας: ωράριο, χρήστες, εσωτερικές συνθήκες κ.ά.,
- τους χώρους του κτηρίου με διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες, προφίλ λειτουργίας και απαιτήσεις για ψύξη και αερισμό (θερμικές ζώνες),
- τη θέση του κτηρίου: κλιματικά δεδομένα, προσανατολισμός,
- τα διαθέσιμα στην αγορά συστήματα με υψηλό βαθμό ενεργειακής απόδοσης,
- τις διαθέσιμες στην αγορά διατάξεις αυτομάτου ελέγχου για τη ενεργειακά ορθολογική χρήση των συστημάτων ,
- την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κάθε συστήματος.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ

Αποστολή των συστημάτων ψύξης είναι να προσφέρουν τις απαιτούμενες ποσότητες ψυκτικής ενέργειας οι οποίες θα καλύψουν τις ψυκτικές ανάγκες των κτηρίων και θα εξασφαλίσουν τις επιθυμητές συνθήκες «θερμικής άνεσης».

Τα συστήματα ψύξης ενός κτηρίου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

•**τα τοπικά:** συστήματα στα οποία η ψύξη παράγεται σε ψυκτική μηχανή τοποθετημένη σε κάποιο σημείο του χώρου που πρόκειται να ψυχθεί και αποδίδει την παραγόμενη ψύξη άμεσα στο χώρο χωρίς τη μεσολάβηση κάποιου μέσου μεταφοράς. Χαρακτηρίζονται από απλότητα και ευκολία εγκατάστασης ακόμα και σε υφιστάμενα κτήρια.

•**τα κεντρικά.** : σύστημα στα οποία το σύνολο της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας του κτηρίου ή του κτηριακού συγκροτήματος παράγεται από ψυκτικά μηχανήματα και στη συνέχεια διανέμεται με τη βοήθεια ενδιάμεσου φορέα θερμότητας στους ψυχόμενους χώρους. Χαρακτηρίζονται από μία μεγάλη ποικιλία συσκευών και εναλλακτικών κατασκευαστικών λύσεων και αποτελούνται από τρία επιμέρους υποσυστήματα:

- Παραγωγής
- Διανομής
- Εκπομπής/διάθεσης



Υποσύστημα παραγωγής

Το υποσύστημα παραγωγής ψύξης αποτελείται από συσκευές που ονομάζονται ψύκτες. Οι ψύκτες, με βάση το λειτουργικό τους κύκλο, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- στους ψύκτες συμπίεσης ατμών, και
- στους ψύκτες απορρόφησης ή προσρόφησης.

Εκτός όμως από τους ψύκτες οι ψυκτικές εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν για την απόρριψη της θερμότητας και πύργους ψύξης, αερόψυκτους ή υδρόψυκτους συμπυκνωτές, ή και συνδυασμό των μηχανημάτων αυτών.

Πηγή ενέργειας:

- ηλεκτρισμός,
- ελαφρύ πετρέλαιο
- το φυσικό αέριο,
- την ηλιακή ενέργεια,
- τη γεωθερμία κλπ.,

Τα ψυκτικά μηχανήματα καταναλώνουν κυρίως ηλεκτρική ενέργεια εκτός από τα μηχανήματα απορρόφησης και προσρόφησης, τα οποία χρησιμοποιούν θερμότητα και παράγουν ψύχος.



Υποσύστημα παραγωγής

Ανάλογα με το φορέα απόρριψης της θερμότητας στο συμπυκνωτή οι ψύκτες διακρίνονται σε:

- υδρόψυκτους, όταν η θερμότητα απορρίπτεται σε ένα κύκλωμα νερού-πύργου ψύξης, και
- Αερόψυκτους όταν η θερμότητα του συμπυκνωτή απορρίπτεται απευθείας στον ατμοσφαιρικό αέρα. Σύγχρονοι ψύκτες της τεχνολογίας αυτής, έχουν τη δυνατότητα, με κατάλληλη αναστροφή του λειτουργικού τους κύκλου, να εργαστούν και ως συσκευές παραγωγής θερμότητας.



Υποσύστημα παραγωγής

Η αρχή λειτουργίας των ψυκτών απορρόφησης ή προσρόφησης βασίζεται στην ιδιότητα ορισμένων ουσιών να απορροφούν ή να προσροφούν αντίστοιχα ποσότητες ψυκτικού ρευστού σε χαμηλές πιέσεις και θερμοκρασίες και να το αποδίδουν σε υψηλές θερμοκρασίες.

- Στους ψύκτες αυτούς ο μηχανικός συμπιεστής αντικαθίστανται από μια διάταξη θερμικής συμπίεσης.
- τα ψυκτικά μηχανήματα απορρόφησης χρησιμοποιούν ως ψυκτικό ρευστό το βρωμιούχο λίθιο (LiBr), την αμμωνία (NH₃) και το χλωριούχο λίθιο (LiCl), ενώ ως φορέα ψύξης το νερό (H₂O).
- Οι ψύκτες προσρόφησης χρησιμοποιούν ως ψυκτικό ρευστό τη γέλη πυριτίου (silica gel) ή ο ζεόλιθος (zeolite), για να ψύξουν νερό. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όπου υπάρχει διαθέσιμο ζεστό νερό (πχ. από ηλιακούς συλλέκτες, απόνερα βιομηχανικών διεργασιών, κ.α.), ατμός χαμηλού κόστους, ή φυσικό αέριο.



Υποσύστημα παραγωγής

Οι ψύκτες είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό και παράγουν ψυχρό νερό, εργαζόμενοι με βάση τους ψυκτικούς κύκλους: (α) συμπίεσης ατμών και (β) απορρόφησης ή προσρόφησης.

Τα ψυκτικά συγκροτήματα (ψύκτες) που λειτουργούν με βάση τον κύκλο συμπίεσης ατμών περιλαμβάνουν ένα πλήρες ψυκτικό κύκλωμα το οποίο αποτελείται από συμπιεστή, εξατμιστή, συμπυκνωτή, τη μονάδα κίνησης του συμπιεστή, τη διάταξη εκτόνωσης του ψυκτικού ρευστού ή το σύστημα ελέγχου της ροής του και τη μονάδα ελέγχου. Ανάλογα με την τεχνολογία χρησιμοποιούνται και βοηθητικά εξαρτήματα.



Υποσύστημα παραγωγής

Κύκλος ψύξης:

- Το μέσο που ψύχεται (συνήθως νερό) εισέρχεται στον εξατμιστή της μονάδας όπου το ψυκτικό ρευστό απορροφά θερμότητα από το ψυχόμενο μέσο και εξατμίζεται σε χαμηλή θερμοκρασία.
- Στη συνέχεια το αέριο ψυκτικό ρευστό εισέρχεται στο συμπιεστή όπου αυξάνεται η πίεση και η θερμοκρασία του έτσι ώστε στη συνέχεια να ψυχθεί και να αποδώσει θερμότητα στο συμπυκνωτή της μονάδας.
- Μετά την έξοδό του από το συμπυκνωτή το υγρό ψυκτικό ρευστό εισέρχεται στην εκτονωτική διάταξη η οποία μειώνει την πίεσή του και το οδηγεί πίσω στον εξατμιστή για την έναρξη ενός νέου κύκλου ψύξης.



Υποσύστημα εκπομπής (τερματικές μονάδες)

Το υποσύστημα εκπομπής σε μία εγκατάσταση ψύξης περιλαμβάνει τις τερματικές συσκευές (μονάδες) οι οποίες αποδίδουν στους χώρους των κτηρίων με κατάλληλο τρόπο τα απαιτούμενα ποσά ψύξης.

- Οι τερματικές μονάδες πρέπει να καλύπτουν τις θερμικές απώλειες ή/και τα ψυκτικά φορτία των χώρων του κτηρίου ακόμη και όταν στο εξωτερικό περιβάλλον επικρατούν οι συνθήκες σχεδιασμού (δυσμενέστερες συνθήκες).
- Στα συστήματα ψύξης με φορέα θερμότητα τον αέρα δεν υφίσταται τερματικό σύστημα εκπομπής καθώς τα στόμια των αεραγωγών από τα οποία εξέρχεται ο ψυχρός αέρας αποτελούν τερματικό στοιχείο του υποσυστήματος διανομής.



Υποσύστημα εκπομπής (τερματικές μονάδες)

- **μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan-coil).** Αποτελούνται από χαλκοσωλήνες με πτερύγια χαλκού ή αλουμινίου. Η κυκλοφορία του αέρα γίνεται εξαναγκασμένα από έναν ανεμιστήρα. Το κύριο προτέρημά τους είναι ότι ψύχουν πολύ γρήγορα το χώρο. Χρησιμοποιούνται σε συστήματα ψύξης με νερό ή άλλο ψυκτικό μέσο και διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία για εγκατάσταση επί του δαπέδου, εντός αυτού, στην οροφή και στον τοίχο του χώρου. Είναι μονάδες συναγωγής.
- **ενδοδαπέδια, ενδοτοιχία συστήματα.** Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από σωλήνες τοποθετημένους εντός του δαπέδου ή του τοίχου στους οποίους κυκλοφορεί ψυχρό νερό. Με τον τρόπο αυτό οι αντίστοιχες επιφάνειες μετατρέπονται σε επιφάνειες εκπομπής ψύχους. Είναι συστήματα ακτινοβολίας.
- **συστήματα ψυχόμενης οροφής.** Αποτελούνται από σωλήνες εντός της οροφής του χώρου μέσα στους οποίους κυκλοφορεί ψυχρό νερό για την ψύξη του χώρου.



Υποσύστημα διανομής

Το υποσύστημα διανομής αποτελείται από το σύνολο των σωληνώσεων, αεραγωγών, των εξαρτημάτων διαμόρφωσης και των λουπών μηχανολογικών εξαρτημάτων τους, (αποφρακτικές διατάξεις, εναλλάκτες κλπ.) που μεταφέρουν τα ρευστά μετάδοσης ψύξης από το σύστημα παραγωγής στις τερματικές συσκευές και αντίστροφα.

Στις συνήθεις εφαρμογές ψύξης ως ρευστά διανομής χρησιμοποιούνται:

- ψυχρό νερό,
- ψυχρός αέρας και
- τα ψυκτικά ρευστά.



Υποσύστημα διανομής

Η τυπική διάταξη ενός δικτύου διανομής περιλαμβάνει:

- οριζόντιο τμήμα εντός του μηχανοστασίου, το οποίο ξεκινά από το σύστημα παραγωγής ψύχους (συσκευή ή το κεντρικό δοχείο αποθήκευσης του φορέα ψύξης),
- κατακόρυφο τμήμα που έπεται του οριζοντίου και εκτείνεται από το μηχανοστάσιο μέχρι το επίπεδο διανομής ψύχους, και
- οριζόντιο τμήμα που οδηγεί το φορέα θερμότητας από το κατακόρυφο τμήμα στις τερματικές μονάδες.

Ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης μπορούν να υπάρξουν πολλαπλά παράλληλα οριζόντια και κατακόρυφα τμήματα τα οποία εξυπηρετούν τις ανάγκες διαφορετικών θερμικών ζωνών.



Υποσύστημα διανομής

Στις εγκαταστάσεις θέρμανσης και ψύξης όπου χρησιμοποιείται ως φορέας μετάδοσης θερμότητας **ο αέρας, το ψυκτικό ρευστό, το υπέρθερμο νερό, ή ο ατμός**, τα δίκτυα διανομής από πλευράς κατασκευής περιλαμβάνουν δυο ανεξάρτητους κλάδους, τον κλάδο προσαγωγής του φορέα θερμότητας στους θερμαινόμενους χώρους και αντίστοιχα τον κλάδο απαγωγής.

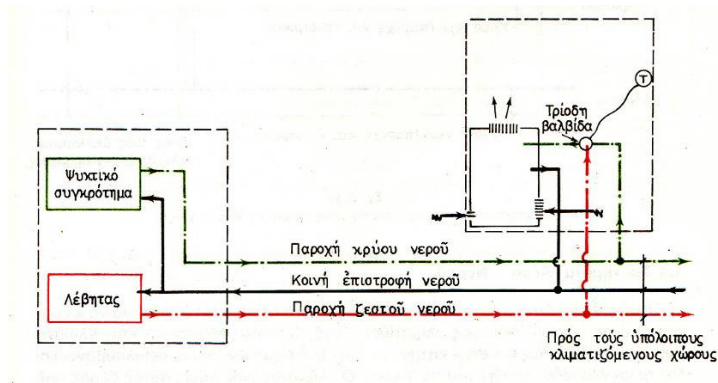
Τα **δίκτυα διανομής θερμού/ψυχρού νερού** παρουσιάζουν 3 διαφορετικές κατασκευαστικές διαμορφώσεις, που είναι:

- **το δισωλήνιο σύστημα.** Στο σύστημα υπάρχουν δυο ανεξάρτητοι κλάδοι για την τροφοδοσία των τερματικών συσκευών. Ο πρώτος κλάδος προσάγει το φορέα θερμότητας στις τερματικές συσκευές ενώ ο δεύτερος τον απάγει. Το δισωλήνιο σύστημα χρησιμοποιείται στην πλειονότητα των θερμικών και ψυκτικών εγκαταστάσεων.



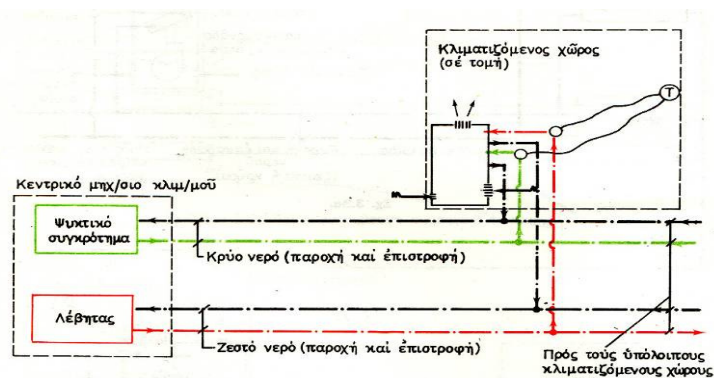
Υποσύστημα διανομής

Το τρισωλήνιο σύστημα. Επιλέγεται σε χώρους όπου απαιτείται παράλληλη προσαγωγή θερμού και ψυχρού νερού. Για το λόγο αυτό εγκαθίστανται δυο ανεξάρτητοι κλάδοι προσαγωγής θερμού και ψυχρού νερού ενώ ένας τρίτος αποτελεί κοινό κλάδο επιστροφής. Δεν χρησιμοποιείται λόγω σημαντικής ενεργειακής σπατάλης.



Υποσύστημα διανομής

το τετρασωλήνιο σύστημα. Χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις όπου οι θερμικές ζώνες του κτηρίου παρουσιάζουν ταυτόχρονα θερμαντικές και ψυκτικές ανάγκες. Στην περίπτωση αυτή επιβάλλεται η παράλληλη λειτουργία θερμικών και ψυκτικών συστημάτων τα οποία τροφοδοτούν παράλληλα, με δυο ανεξάρτητα δισωλήνια συστήματα, με θερμό και ψυχρό νερό τις τερματικές συσκευές, η λειτουργία των οποίων ρυθμίζεται μέσω ενός θερμοστάτη και ηλεκτροβανών.



Συστήματα αερισμού, κλιματισμού

Τα συστήματα κλιματισμού, **ανάλογα με τον βαθμό επεξεργασίας που παρέχουν στον αέρα**, μπορούν να διακριθούν σε:

➤ συστήματα αερισμού-εξαερισμού. Τα συστήματα αυτά προσάγουν ή/και απάγουν αέρα από τους χώρους και εξασφαλίζουν την ανανέωσή του. Περιλαμβάνουν από έναν ανεμιστήρα, απαγωγής ή/και έναν ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα, οι οποίοι εγκαθίστανται είτε τοπικά είτε κεντρικά. Στην περίπτωση κεντρικής τοποθέτησης εγκαθίσταται παράλληλα και το απαιτούμενο δίκτυο αεραγωγών.

➤ συστήματα μερικού κλιματισμού. Εκτός από την ανανέωση του αέρα, παρέχουν και μερική επεξεργασία του που περιλαμβάνει κυρίως τον καθαρισμό και τη θέρμανση ή ψύξη του αέρα.

➤ συστήματα πλήρους κλιματισμού. Τα συστήματα αυτά εξασφαλίζουν τη διατήρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας ενός χώρου μέσα σε προκαθορισμένα όρια και περιλαμβάνουν διατάξεις για τον καθαρισμό, τη θέρμανση, την ψύξη, την ύγρανση, την αφύγρανση και την ανανέωση του αέρα, καθώς και τοπικές ή κεντρικές διατάξεις αυτόματης ρύθμισης της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ανανέωσης του αέρα.



Συστήματα αερισμού, κλιματισμού

Με κριτήριο τη θέση των συσκευών κλιματισμού ως προς τον κλιματιζόμενο χώρο και το μέγεθος του συστήματος, διακρίνονται τρεις βασικές κατηγορίες συστημάτων που είναι:

- α) τα κεντρικά,
- β) τα ημικεντρικά, και
- γ) τα τοπικά.

Συγχρόνως **με κριτήριο το μέσο μεταφοράς της ενέργειας** στους κλιματιζόμενους χώρους τα συστήματα κλιματισμού διακρίνονται σε:

- α) συστήματα με αέρα,
- β) συστήματα με νερό,
- γ) συστήματα με αέρα και νερό.



Συστήματα αερισμού, κλιματισμού

Τα συστήματα κλιματισμού με αέρα ο φορέας μεταφοράς της ενέργειας είναι αέρας.

- Ο κλιματισμένος αέρας παρασκευάζεται στην κεντρική κλιματιστική μονάδα και μεταφέρεται με τη βοήθεια δικτύου αεραγωγών στους κλιματιζόμενους χώρους.
- Η κεντρική μονάδα κλιματισμού (Κ.Κ.Μ.) αναρροφά αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον τον οποίο σε ορισμένες περιπτώσεις δύναται να τον αναμίξει με ποσότητα αέρα που επιστρέφει από το κτήριο (ανακυκλοφορία).
- Στη συνέχεια ο αέρας φιλτράρεται και ακολουθεί η επεξεργασία του δηλαδή η θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, αφύγρανση κλπ., ανάλογα με τις επιθυμητές συνθήκες των χώρων, και οδηγείται μέσω του ανεμιστήρα και των αεραγωγών διανομής στους κλιματιζόμενους χώρους.
- Η ύγρανση του αέρα γίνεται από κατάλληλες συσκευές, τους υγραντήρες, οι οποίοι διοχετεύουν νερό ή ατμό στην Κ.Κ.Μ. Η ψύξη και η αφύγρανση του αέρα γίνεται με ψυχρό νερό, το οποίο παρασκευάζεται σε ψύκτη και οδηγείται σε εναλλάκτες αέρα-νερού (ψυκτικά στοιχεία) της Κ.Κ.Μ.
- Τα συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα διακρίνονται σε συστήματα σταθερής παροχής και σε συστήματα μεταβλητής παροχής αέρα.



Συστήματα αερισμού, κλιματισμού

Τα συστήματα κλιματισμού με νερό χρησιμοποιούν το νερό ως φορέα μεταφορά της ενέργειας.

- Το ψυχρό νερό παρασκευάζεται σε ψυκτικές μονάδες (υδρόψυκτες ή αερόψυκτες) και το θερμό νερό σε λέβητες.
- Το ψυχρό νερό μεταφέρεται σε τερματικές συσκευές ανεμιστήρα-στοιχείου (fan-coils), με τη βοήθεια αντλιών.
- Ο έλεγχος των συνθηκών του αέρα γίνεται με την κυκλοφορία του αέρα των χώρων μέσα από τις τερματικές συσκευές, στις οποίες κυκλοφορεί το ψυχρό νερό.
- Οι τερματικές συσκευές περιλαμβάνουν ψυκτικό στοιχείο, και ανεμιστήρα ρυθμιζόμενης ταχύτητας για την εξαναγκασμένη κυκλοφορία του αέρα.
- Κάθε τερματική συσκευή είναι εφοδιασμένη με θερμοστάτη χώρου, μέσω του οποίου ρυθμίζεται η λειτουργία της συσκευής.



Συστήματα αερισμού, κλιματισμού

Τα συστήματα κλιματισμού με αέρα και νερό είναι συνδυασμός των δύο προηγούμενων συστημάτων.

- Στους κλιματιζόμενους χώρους μεταφέρεται εκτός από νερό και κλιματισμένος αέρας, με ανεξάρτητο δίκτυο αεραγωγών.
- Ο προσαγόμενος αέρας μέσω των αεραγωγών έχει ως σκοπό κυρίως την ανανέωση του αέρα των χώρων και συνήθως προσάγεται με θερμοκρασία που διαφέρει λίγο από τη θερμοκρασία των χώρων (ελαφρά υψηλότερη στη περίπτωση της θέρμανσης και αντίστοιχα χαμηλότερη στη περίπτωση της ψύξης).



Βοηθητικά συστήματα

Τα κεντρικά συστήματα ψύξης διαθέτουν βοηθητικά συστήματα για τον έλεγχο της λειτουργίας τους και τη ρύθμιση των απαιτούμενων χαρακτηριστικών τους (θερμοκρασία, παροχή, κλπ.).

- Η λειτουργία τους επικεντρώνεται κυρίως στη ρύθμιση της απαιτούμενης θερμοκρασίας ενός χώρου ή ενός φορέα θερμότητας καθώς και στη ρύθμιση της απαραίτητης παροχής του φορέα θερμότητας με σκοπό την ικανοποίηση των ψυκτικών απαιτήσεων ενός χώρου ή μιας θερμικής ζώνης και στην εξασφάλιση των επιθυμητών συνθηκών «θερμικής άνεσης».

- Τα συστήματα ρύθμισης μπορούν να λειτουργούν είτε αυτόνομα σε προκαθορισμένες τιμές ρύθμισης (στατική ρύθμιση), είτε σε συνεργασία με τα συστήματα ελέγχου τα οποία τροφοδοτούν με τα απαραίτητα δεδομένα και ανατροφοδοτούνται από αυτά με τις αντίστοιχες εντολές (δυναμική ρύθμιση).



Βοηθητικά συστήματα

Συσκευές συστημάτων

•ο **κυκλοφορητής**. Είναι μία ηλεκτροκίνητη φυγοκεντρική αντλία νερού η οποία προσφέρει την απαιτούμενη μηχανική ενέργεια στο ρευστό για την αντιστάθμιση των αντιστάσεων τριβής, που εμφανίζονται κατά τη ροή του στις σωληνώσεις και στα λοιπά στοιχεία του δικτύου.

•οι **ανεμιστήρες**. Είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις στις οποίες απαιτείται η κίνηση του αέρα, πχ. δίκτυα αερισμού-εξαερισμού, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, τερματικές συσκευές ανεμιστήρα-στοιχείου (fan-coil), κ.α. Η λειτουργία των ανεμιστήρων είναι αντίστοιχη των κυκλοφορητών με τη διαφορά πως αντί για νερό κινούν μάζες αέρα. Για την κίνηση των ανεμιστήρων χρησιμοποιούνται ηλεκτροκινήτρες με ή χωρίς ρύθμιση στροφών.

•τα **διαφράγματα (dumpers)**. Αποτελούνται από ένα ή περισσότερα κινούμενα πτερύγια με τα οποία είναι δυνατή η ρύθμιση μέσω στραγγαλισμού της παροχής του αέρα στα διάφορα τμήματα ενός δικτύου αεραγωγών, καθώς επίσης και η πλήρης απομόνωση κάποιου κλάδου.

•η **δίοδη ρυθμιστική βαλβίδα**. Χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της απαιτούμενης παροχής νερού σε κλάδο ενός δικτύου θερμού/ψυχρού νερού.

•η **τρίοδη, τετράοδη βάνα ανάμιξης**. Είναι συσκευές με τις οποίες επιτυγχάνεται η ανάμιξη δυο ρευστών διαφορετικής θερμοκρασίας και η παρασκευή ρευστού επιθυμητής θερμοκρασίας.



Αντλίες θερμότητας

Η αντλία θερμότητας είναι μία συσκευή η οποία έχει την ικανότητα να απορροφά (να αντλεί) θερμότητα από πηγή χαμηλής θερμοκρασίας και να τη μεταφέρει σε έναν αποδέκτη υψηλότερης θερμοκρασίας.

➤κατά τη χειμερινή περίοδο η αντλία θερμότητας έχει την ικανότητα να μεταφέρει θερμότητα από τον ψυχρό εξωτερικό αέρα (0-15°C) σε ένα χώρο κατοίκησης (20°C), με σκοπό τη θέρμανση του χώρου.

➤κατά τη θερινή περίοδο η αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά θερμότητας από ένα χώρο κατοίκησης (26°C) προς το θερμότερο εξωτερικό αέρα (35°C), με σκοπό την ψύξη του χώρου.

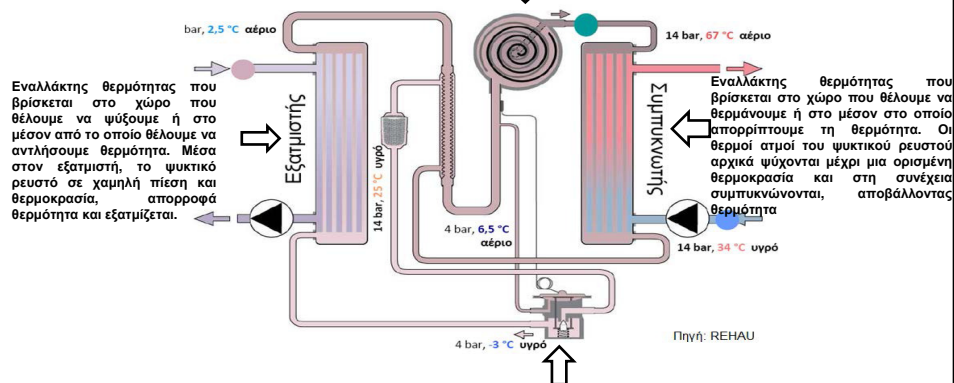
Συνήθως οι αντλίες θερμότητας είναι σχεδιασμένες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να αντιστρέφουν την ψυκτική και τη θερμαντική τους λειτουργία. Αυτό επιτρέπει τη χρήση της ίδιας συσκευής για ψύξη και θέρμανση.

Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας βασίζεται σε ψυκτικούς κύκλους, με επικρατέστερο αυτόν της συμπίεσης ατμών ενός ψυκτικού ρευστού



Αντλίες θερμότητας

συσκευή που αναρροφά τους ατμούς του ψυκτικού ρευστού από την έξοδο του εξατμιστή και αυξάνει την πίεση και τη θερμοκρασία τους. Ο συμπιεστής καταναλώνει μηχανικό έργο, που συνήθως προέρχεται από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας



Η εκτονωτική (στραγγαλιστική βαλβίδα). Είναι μία συσκευή που μειώνει την υψηλή πίεση που επικρατεί στον συμπυκνωτή μέχρι τη χαμηλή πίεση που επικρατεί στον εξατμιστή



Αντλίες θερμότητας

Πλεονεκτήματα: Χρησιμοποιούν όλες τις διαθέσιμες πηγές θερμότητας του περιβάλλοντος που είναι το νερό, το έδαφος, ο αέρας και ο ήλιος. Οι τρεις πρώτες πηγές είναι αποθηκευτές ηλιακής ακτινοβολίας, έτσι μπορούμε να θεωρήσουμε ότι έμμεσα χρησιμοποιείται πάντα η ηλιακή ενέργεια ως πηγή. Ως αποδέκτες θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ο αέρας, το νερό και το έδαφος.

Οι αντλίες θερμότητας για ψύξη και θέρμανση κτηρίων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με:

✓ την πηγή και τον αποδέκτη θερμότητας,

- αέρα-αέρα
- αέρα-νερού
- νερού-αέρα
- νερού-νερού
- εδάφους-νερού
- εδάφους-αέρα



Αντλίες θερμότητας

- ✓ την ισχύ
 - Μικρού
 - μεσαίου και
 - μεγάλου μεγέθους
- ✓ την κατασκευή.
 - ενιαίου (packaged). Περιέχουν όλα τα κατασκευαστικά τους μέρη τοποθετημένα μέσα σε μια μονάδα
 - διαιρούμενου τύπου (split). Αποτελούνται από δύο ανεξάρτητες μονάδες, που συνδέονται μεταξύ τους μέσω χαλκοσωλήνων.



ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ – ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Με κατάλληλη χρήση του αερισμού επιτυγχάνεται μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτηρίων.

- **Φυσικός αερισμός:** ο εξωτερικός αέρας έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από τον εσωτερικό και η υγρασία του καθώς και η ποιότητά του είναι σε αποδεκτά επίπεδα.
- **Μηχανικός αερισμός:** οι συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος δεν πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις. Ο εξωτερικός αέρας φιλτράρεται και κλιματίζεται προκειμένου να φθάσει στα επιθυμητά επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας.

Νυκτερινός Αερισμός

- **Φυσικός Νυκτερινός Αερισμός** - δεν υπάρχει οικονομικό κόστος, αλλά ενδέχεται να τίθενται προβλήματα ασφάλειας ή λειτουργικά, εξαιτίας της έλλειψης ελέγχου και προσαρμογής των ανοιγμάτων ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες ταχύτητας του ανέμου.
- **Μηχανικός Νυκτερινός Αερισμός** - Σε περίπτωση που οι εξωτερικές συνθήκες δεν επιτρέπουν τη χρήση φυσικού νυκτερινού αερισμού όπως, για παράδειγμα, υπό συνθήκες υψηλής εξωτερικής υγρασίας, ένας χώρος είναι δυνατόν να προ-ψυχθεί με κλιματιστικό σύστημα σε ώρες εκτός περιόδου αιχμής.

Έχει βρεθεί ότι η εφαρμογή της τεχνικής του νυκτερινού αερισμού οδηγεί σε μείωση του συνολικού ψυκτικού φορτίου κλιματιζόμενων κτηρίων έως και 30%.



Ηλιακός Κλιματισμός

ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

Απορρόφησης (Absorption) & Προσρόφησης (Adsorption)

Παράγουν παγωμένο νερό που μπορεί να συνδυαστεί με οποιοδήποτε κλιματιστική μονάδα. Χρησιμοποιούνται μίγματα $H_2O/LiBr$ ή NH_3/H_2O (απορρόφησης) και μίγμα $H_2O/πήκτωμα$ πυριτίου (προσρόφησης).

ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

Αφύγρυνσης-Εξάτμισης (Desiccants)

Το ψυκτικό μέσο απορρίπτεται από το σύστημα μετά από τη ψυκτική του δράση και αντικαθίσταται από νέο ψυκτικό μέσο κατά μια συνεχή ανοικτή διαδικασία.



Ηλιακός Κλιματισμός – Ψύκτες Απορρόφησης

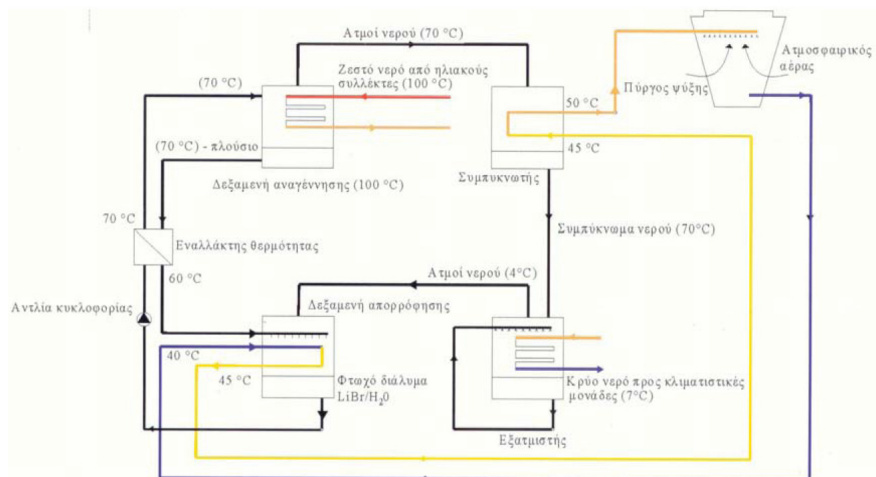
Πλέον διαδεδομένα συστήματα ηλιακού κλιματισμού

Αρχή λειτουργίας συστημάτων:

- Το $LiBr$ 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 απορροφούνται από το $LiBr$, συνεπώς προκαλείται πτώση της πίεσης και επαναλαμβάνεται ο κύκλος (μέχρι η πίεση των υδρατμών να εξομοιωθεί).
- Μίγματα: $LiBr/H_2O$ & H_2O/NH_3



Ηλιακός Κλιματισμός – Ψύκτες Απορρόφησης



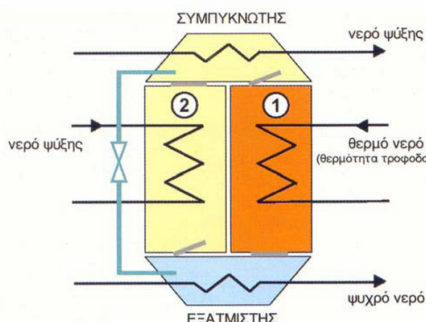
Ηλιακός Κλιματισμός – Ψύκτες Προσρόφησης

Αντί της απορρόφησης του ψυκτικού στο διάλυμα, γίνεται προσρόφηση του ψυκτικού μέσου στις εσωτερικές επιφάνειες ενός υψηλά προσροφητικού πορώδους υλικού.

Εμπορικά διαθέσιμα συστήματα: Νερό ως ψυκτικό μέσο και silica gel ως ροφητικό υλικό.

Οι ψύκτες αποτελούνται από 2 χώρους ροφητικού υλικού, έναν εξατμιστή και ένα συμπυκνωτή.

Προσρόφηση υδρατμών από ροφητικό υλικό. Απαραίτητη ψύξη του χώρου προκειμένου να επιτυγχάνεται συνεχής προσρόφηση



Αναγέννηση ροφητικού υλικού με ζεστό νερό από ηλιακούς συλλέκτες

Το νερό στον εξατμιστή περνά στην αέρια φάση, θερμαινόμενο από ένα εξωτερικό κύκλωμα νερού και έτσι πραγματοποιείται η παραγωγή της χρήσιμης ψυκτικής ισχύος.



Ηλιακός Κλιματισμός – Ψύκτες Προσρόφησης

Πλεονεκτήματα

- Υψηλότερη απόδοση από συστήματα απορρόφησης σε χαμηλές θερμοκρασίες προσαγόμενης θερμότητας
- Χωρίς κινητά μέρη,
- Χωρίς προβλήματα κρυσταλλοποίησης

Μειονεκτήματα

- Περιοδικά διακοπτόμενη λειτουργία (ημισυνεχής κύκλος),
- Υψηλότερων απαιτήσεων σχεδιασμός συστήματος και ελέγχου λειτουργίας.
- Μηχανές με μεγαλύτερες φυσικές διαστάσεις και βάρος.
- Υψηλότερο κόστος ανά kW ψυκτικής ικανότητας.
- Μικρός αριθμός κατασκευαστών



Αντλία Θερμότητας αερίου GHP

Η αντλία θερμότητας αερίου GHP χρησιμοποιεί κινητήρα αερίου εσωτερικής καύσης για την λειτουργία των συμπιεστών της. Ένα σύστημα κλιματισμού παρέχει τόσο ψύξη και θέρμανση με την κυκλοφορία ενός ψυκτικού μέσου με την χρήση ενός ή περισσότερων συμπιεστών (Pump Heat Cycle) που λειτουργούν με **φυσικό αέριο ή υγραέριο (LPG)**

Η αερόψυκτη εξωτερική μονάδα αποτελείται από μία υδρόψυκτη μηχανή εσωτερικής καύσης υψηλής τεχνολογίας που κινείται με αέριο καύσιμο. Όσο αφορά τους συμπιεστές, το ψυκτικό κύκλωμα, τους εναλλάκτες κλπ, δεν διαφέρει από τα υπάρχοντα ηλεκτροκίνητα συστήματα που κυκλοφορούν στην αγορά. Ο κινητήρας κινεί μέσω ιμάντων τους συμπιεστές, οι οποίοι συμπιέζουν το ψυκτικό μέσο R410A και στη συνέχεια τροφοδοτούν είτε εσωτερικές μονάδες απ' ευθείας εκτόνωσης, είτε εσωτερικές μονάδες νερού (Fan Coil Units, Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες, κλπ) με την παρεμβολή στο σύστημα ενός εναλλάκτη Freon- νερού

Η κύρια διαφορά μεταξύ των δυο τύπων αντλιών GHP και EHP είναι αν χρησιμοποιείται ηλεκτρικός κινητήρας ή κινητήρας αερίου για την κίνηση του συμπιεστή.



ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΨΥΞΗΣ (ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑ)

Τα συστήματα θερμικής αποθήκευσης (θερμότητας ή ψύξης) προσδίδουν ή απαγάγουν θερμότητα σε / από ένα αποθηκευτικό μέσο, προκειμένου αυτή να μην χρησιμοποιηθεί άμεσα αλλά σε άλλη χρονική στιγμή..

Σχεδιάζονται ώστε να καλύπτει τις ανάγκες σε θέρμανση ή/και ψύξη, όπως ένα συμβατικό σύστημα, αλλά επιλέγοντας κατάλληλα τη χωρητικότητα της «θερμικής αποθήκης» και τη λειτουργία της έτσι ώστε να καλύπτει τα φορτία όταν απαιτείται, ενώ προκειμένου να καλυφθούν φορτία αιχμής, πιθανόν να εργάζεται ταυτόχρονα και το κυρίως σύστημα παραγωγής θερμότητας ή ψύξης.

Πλεονέκτημα: μικρότερου μεγέθους εγκαταστάσεις και εξοπλισμό ή/και με μικρότερο κόστος ενέργειας.

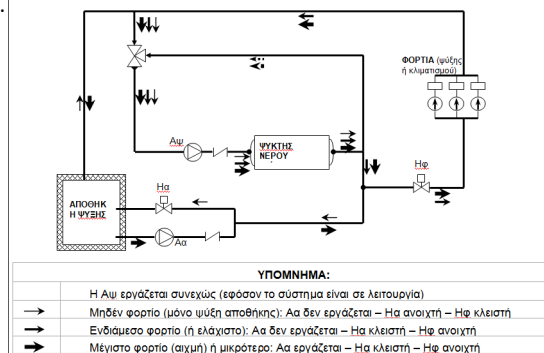


ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ – ΨΥΞΗΣ (ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑ)

Αποθήκευση αισθητής θερμότητας-εφαρμογές ψύξης

Πλεονέκτημα μιας τέτοιας εγκατάστασης είναι ότι ο ψύκτης δεν χρειάζεται να έχει μεγάλη ψυκτική ικανότητα για να μπορεί να καλύψει, κάποια στιγμή, τα μέγιστα ψυκτικά φορτία, που συνήθως έχουν μικρή χρονική διάρκεια

Απαιτείται ισχυρή θερμομόνωση της δεξαμενής, ειδικά αν χρησιμοποιούνται γλυκολούχα διαλύματα, οπότε οι θερμοκρασίες λειτουργίας διαφέρουν σημαντικά από του περιβάλλοντος.



Ευχαριστώ πολύ για την Προσοχή σας !!!!!

Φωτεινή Καραμάνη
Χημικός Μηχανικός, MSc
Τμήμα Ανάλυσης Ενεργειακής Πολιτικής
Κέντρο Ανανεώσιμων πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας
e-mail: fkaramani@cres.gr

