

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜ. ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ενεργειακή Διαχείριση & Εξοικονόμηση Ενέργειας

ΔΙΑΛΕΞΗ 07: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ &
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Δρ. Τριανταφυλλιά Νικολάου

Βιβλιογραφία: Ιωάννης Δ. Σκιάς (Διπλ. Μηχ. Μηχ. ΕΜΠ, Μ. Sc.) ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ,
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα κτήρια απαιτούν συστήματα:

- Θέρμανσης / Ψύξης / Αερισμού χώρων.
- Παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.).
- Τεχνητού φωτισμού ή/και αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού.
- Παραγωγής ηλεκτρικής ή/και θερμικής ενέργειας (ΣΗΘ).

Παράμετροι μελέτης για βέλτιστο σχεδιασμό:

- Χρήση κτηρίου
- Προφίλ λειτουργίας (*ωράριο, χρήστες, εσωτερικές συνθήκες κ.ά.*)
- Θερμικές ζώνες
- Θέση κτηρίου (*κλιματικά δεδομένα, προσανατολισμός, ηλιασμός*)
- Δυνατότητα αξιοποίησης ΑΠΕ
- Δυνατότητα αξιοποίησης φυσικού φωτισμού
- Διαθεσιμότητα συστημάτων με υψηλό βαθμό ενεργειακής απόδοσης
- Διαθεσιμότητα διατάξεων αυτομάτου ελέγχου
- Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κάθε συστήματος

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Οι παράγοντες που προσδιορίζουν το εσωκλίμα ενός κτηρίου είναι:

- θερμοκρασία του αέρα και επιφανειών
- σχετική υγρασία
- ταχύτητα αέρα
- συγκέντρωση σωματιδίων / ρύπων στον αέρα

**ΣΥΣΤ. ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ,
ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ**

- επίπεδο φωτισμού

ΣΥΣΤ. ΦΩΤΙΣΜΟΥ

- επίπεδο θορύβου

ΣΥΣΤ. ΗΧΟΜΟΝΩΣΗΣ

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Επίπεδα θερμοκρασίας:

- Χειμερινή περίοδος 20°C - 21°C / Θερινή περίοδος 24°C - 26°C
(άνθρωπος ντυμένος, καθιστός, χωρίς έντονη σωματική δραστηριότητα)
- Η κατάλληλη θερμοκρασία είναι τόσο μικρότερη όσο πιο βαριά είναι η φύση της εργασίας.

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

- Ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας σε ένα χώρο. Δεν επιτρέπονται:
 - $\Delta T > 4^\circ\text{C}$ στα διάφορα σημεία του χώρου
 - $\Delta T > 3^\circ\text{C}$ στο δάπεδο και σε ύψος 1,8 m από αυτό (ζώνη κατοίκησης).

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Επίπεδα υγρασίας:

- Εξαρτάται άμεσα από θερμοκρασία χώρου και είδος εργασίας
- Επιδρά άμεσα στο ρυθμό εφίδρωσης του ανθρώπινου οργανισμού
- Συνιστώμενα επίπεδα σχετικής υγρασίας:
 - Καλοκαίρι: 40-60%
 - Χειμώνας: 30-50%
- Να αποφεύγονται καταστάσεις που εμποδίζουν την εξάτμιση από το ανθρώπινο σώμα:



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ταχύτητα αέρα:

- Εξαρτάται από: Είδος χώρου, Πυκνότητα ατόμων, Διάρκεια παραμονής ατόμων.
- Συνιστώμενες τιμές: 0,15 ~ 0,25 m/s
- Υπερβολικά χαμηλές ταχύτητες (< 0,08 m/s) προκαλούν αίσθηση στάσιμου αέρα.

Ανανέωση αέρα:

- Προσαγωγή οξυγόνου
- Αραίωση συγκέντρωσης CO₂ και διάφορων οσμών που παράγονται από τη δραστηριότητα των ανθρώπων
- Η απαραίτητη ποσότητα φρέσκου αέρα προσδιορίζεται ως συνάρτηση της πυκνότητας των ατόμων και της χρήσης του χώρου.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ορισμός Διεργασιών:

- **Θέρμανση**

Πρόσθεση θερμικής ενέργειας (θερμότητας) στον αέρα και στις επιφάνειες του χώρου με σκοπό την αύξηση και τη διατήρηση της θερμοκρασίας του χώρου στα επιθυμητά επίπεδα.

- **Ψύξη**

Αφαίρεση θερμικής ενέργειας (θερμότητας) από τον αέρα και στις επιφάνειες του χώρου με σκοπό τη μείωση και τη διατήρηση της θερμοκρασίας του χώρου στα επιθυμητά όρια.

- **Υγρανση**

Πρόσθεση υγρασίας (υδρατμός) στον αέρα του χώρου με σκοπό την αύξηση και διατήρηση της σχετικής υγρασίας του σε επιθυμητές τιμές.

- **Αφύγρανση**

Αφαίρεση υγρασίας (υδρατμός) από τον αέρα του χώρου με σκοπό τη μείωση και διατήρηση της σχετικής υγρασίας του σε επιθυμητά επίπεδα.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ορισμός Διεργασιών:

- **Αερισμός**

Πρόσθεση φρέσκου εξωτερικού αέρα (αέρας φυσικού περιβάλλοντος) στον αέρα του χώρου με σκοπό τη διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα στα επιθυμητά όρια.

- **Εξαερισμός**

Αφαίρεση ποσότητας εσωτερικού αέρα με σκοπό την απομάκρυνση σωματιδίων, οσμών και ρύπων. Η ποσότητα αυτή αναπληρώνεται από το σύστημα αερισμού.

- **Καθαρισμός**

Ο εσωτερικός αέρας διέρχεται από διατάξεις φίλτρων όπου συγκρατούνται σωματίδια / όσμες και στη συνέχεια επανακυκλοφορεί στους εσωτερικούς χώρους με σκοπό τη διατήρηση της ποιότητάς του στα επιθυμητά όρια.

- **Κλιματισμός**

Συνδυασμός διεργασιών όπου είναι δυνατή η ολοκληρωμένη ρύθμιση των απαιτούμενων εσωτερικών συνθηκών και του εσωκλίματος των κτηρίων.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Θα αναλυθούν:

- Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης
- Συστήματα Παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης
- Τεχνολογίες Φωτισμού
- Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου Η/Μ Συστημάτων

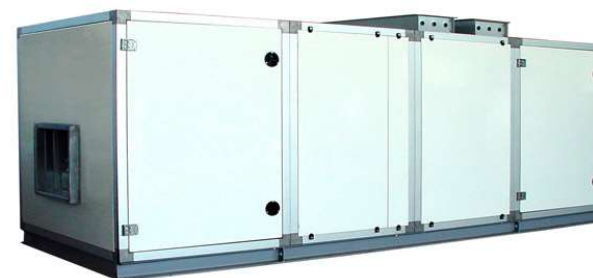
ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ

ΤΟΠΙΚΑ

ΚΕΝΤΡΙΚΑ



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Υποσύστημα εκπομπής

- Καλύπτουν θερμικά ή/και ψυκτικά φορτία των χώρων του κτηρίου.
- Τερματικές μονάδες = εναλλάκτες νερού-αέρα ή ψυκτικού ρευστού-αέρα.
- Συστήματα θέρμανσης/ψύξης με αέρα: τα στόμια των αεραγωγών αποτελούν τερματικό στοιχείο του υποσυστήματος διανομής.
- Λειτουργία με βάση μετάδοση θερμότητας: **συναγωγή** και **ακτινοβολία**

Κατάταξη ανάλογα με τρόπο μετ. θερμότητας:

- **μονάδες συναγωγής (convectors)**

Χαρακτηριστικά: κατάλληλη διαμόρφωση επιφάνειας συναλλαγής της θερμότητας, ύπαρξη οδηγητικών ελασμάτων ή πτερυγίων, ύπαρξη ανεμιστήρα (π.χ. fan-coil).



- **μονάδες ακτινοβολίας (radiators)**

Χαρακτηριστικά: διαθέτουν μεγάλη επιφάνεια η οποία δημιουργείται με την παράλληλη ή σε σειρά τοποθέτηση πολλαπλών στοιχείων.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Υποσύστημα εκπομπής

Κατάταξη ανάλογα με τελική διαμόρφωση:

- **χυτοσιδηρές μονάδες στοιχείων**

Παλαιότερος τύπος θερμαντικών σωμάτων, κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο και αποτελούνται από στοιχεία (φέτες), οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους και στεγανοποιούνται μηχανικά (συναγωγής / συστήματα θέρμανσης).

- **χαλύβδινες μονάδες στοιχείων**

Γνωστά και ως “κοινά θερμαντικά σώματα” ή “ραντιατέρ” ή σώματα τύπου ΑΚΑΝ. Αποτελούνται από ισομεγέθη μεμονωμένα στοιχεία (φέτες) που κατασκευάζονται από χαλύβδινα ελάσματα. (συναγωγής / συστήματα θέρμανσης)

Ανάλογα με τον αριθμό των διαδρομών του νερού:
δίστηλα (II), τρίστηλα (III) και τετράστηλα (IV)



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Υποσύστημα εκπομπής

- **επίπεδες μονάδες τύπου Panel**

Κατασκευάζονται από επίπεδα χαλυβδοελάσματα συνήθως με πτερύγια στην εσωτερική επιφάνεια. Αποδίδουν μεγαλύτερη θερμική ισχύ ανά m^2 επιφάνειας σε σχέση με τις χαλύβδινες μονάδες (συναγωγής / συστήματα θέρμανσης).



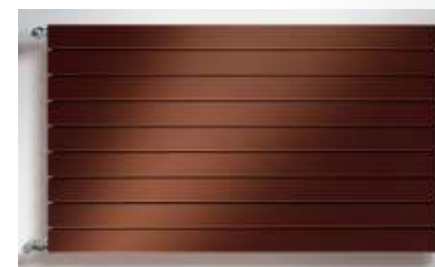
- **σωληνωτές μονάδες λουτρού**

Επάλληλες σειρές σωλήνων σε οριζόντια διάταξη, με ειδικό φινίρισμα επιφάνειας και μεγάλη αντοχή στη διάβρωση, ώστε να τοποθετούνται σε χώρους υψηλής υγρασίας (συναγωγής / συστήματα θέρμανσης).



- **άβακες ή επίπεδες μονάδες**

Επίπεδες χαλύβδινες επιφάνειες κατασκευασμένες από πεπλατυσμένους σωλήνες χωρίς ραφή, ηλεκτροσυγκολλημένους μεταξύ τους, που καταλήγουν σε δύο παράλληλους συλλέκτες εκατέρωθεν (ακτινοβολίας / συστήματα θέρμανσης)



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Υποσύστημα εκπομπής

- **μονάδες τύπου Runtal**

Αποτελούνται από απλούς ή διπλούς άβακες, στην επιφάνεια των οποίων έχουν συγκολληθεί χαλυβδοελάσματα σε σχήμα μαιάνδρου. (συναγωγής / συστήματα θέρμανσης).



- **μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (fan-coil)**

Αποτελούνται από χαλκοσωλήνες με πτερύγια χαλκού ή αλουμινίου. Κυκλοφορία του αέρα με ανεμιστήρα, ταχεία θέρμανση χώρου. Εγκατάσταση επί δαπέδου, σε οροφή, σε τοίχο (συναγωγής / συστήματα θέρμανσης – ψύξης).



- **ενδοδαπέδια, ενδοτοιχία συστήματα**

Αποτελούνται από σωλήνες τοποθετημένους εντός δαπέδου ή τοίχου στους οποίους κυκλοφορεί θερμό/ψυχρό νερό. (ακτινοβολίας / συστήματα θέρμανσης – ψύξης).



- **συστήματα ψυχόμενης οροφής**

Αποτελούνται από σωλήνες εντός οροφής του χώρου μέσα στους οποίους κυκλοφορεί ψυχρό νερό για την ψύξη του.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Υποσύστημα διανομής

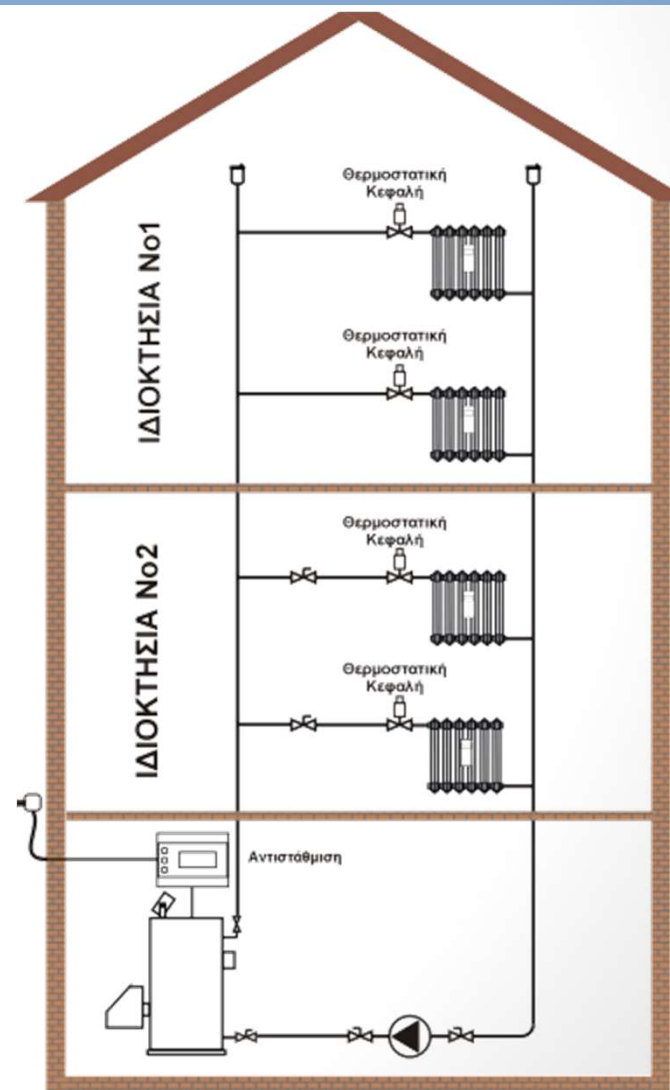
- Περιλαμβάνει τις σωληνώσεις, αεραγωγούς, εξαρτήματα διαμόρφωσης, λοιπά μηχανολογικά εξαρτήματα (αποφρακτικές διατάξεις, εναλλάκτες κλπ.) που μεταφέρουν τα ρευστά μετάδοσης θερμότητας/ψύξης από το σύστημα παραγωγής στις τερματικές συσκευές και αντίστροφα.
- Ως ρευστά διανομής χρησιμοποιούνται:
 - θερμό/ψυχρό νερό
 - θερμός/ψυχρός αέρας
 - ψυκτικά ρευστά
 - υπέρθερμο νερό και ατμός (ειδικές περιπτώσεις)

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Υποσύστημα διανομής

Τυπική διάταξη δικτύου διανομής

- οριζόντιο τμήμα εντός του μηχανοστασίου, από το σύστημα παραγωγής θερμότητας / ψύχους
- κατακόρυφο τμήμα που έπεται του οριζοντίου και εκτείνεται από το μηχανοστάσιο μέχρι το επίπεδο διανομής της θερμότητας/ψύχους
- οριζόντιο τμήμα που οδηγεί το φορέα θερμότητας από το κατακόρυφο τμήμα στις τερματικές μονάδες.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Υποσύστημα διανομής

- **Μονοσωλήνιο σύστημα**

Οι τερματικές συσκευές διατάσσονται σε σειρά και τροφοδοτούνται διαδοχικά από το φορέα θερμότητας ο οποίος διατρέχει έναν οριζόντιο κλειστό βρόχο (συστήματα θέρμανσης).

- **Δισωλήνιο 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 (συστήματα θέρμανσης και ψύξης).

- **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.

- **Τετρασωλήνιο σύστημα**

Χρησιμοποιείται όταν οι θερμικές ζώνες του κτηρίου παρουσιάζουν ταυτόχρονα θερμαντικές και ψυκτικές ανάγκες. Εγκαθίστανται παράλληλα, δυο ανεξάρτητα δισωλήνια συστήματα, με θερμό και ψυχρό νερό προς τις τερματικές συσκευές, η λειτουργία των οποίων ρυθμίζεται μέσω ενός θερμοστάτη και ηλεκτροβανών.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Υποσύστημα διανομής

Υλικό κατασκευής δικτύων διανομής

- **Δίκτυα θερμού/ψυχρού νερού:**
 - Χαλυβδοσωλήνες
 - σκληροί ή εύκαμπτοι χαλκοσωλήνες
 - πλαστικοί σωλήνες από πολυπροπυλένιο (PP) ή πολυαιθυλένιο (PE)
- **Δίκτυα υπέρθερμου νερού και ατμού:**
 - Χαλυβδοσωλήνες (αποκλειστικά)
- **Δίκτυα θερμού/ψυχρού αέρα / δίκτυα αεραγωγών:**
 - γαλβανισμένο χαλυβδόφυλλο (λαμαρίνα)
- **Δίκτυα ψυκτικού μέσου:**
 - Χαλκοσωλήνες (αποκλειστικά)

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Υποσύστημα παραγωγής

Ανεξάρτητα υποσυστήματα παραγωγής θερμότητας

- διατάξεις λέβητα-καυστήρα
- συστήματα Συμπαγωγής Θερμότητας Ηλεκτρισμού (ΣΗΘ)
- συστήματα τηλεθέρμανσης.

Ανεξάρτητα υποσύστημα παραγωγής ψύξης

Αποτελείται από συσκευές που ονομάζονται *ψύκτες*:

- ψύκτες συμπίεσης ατμών
- ψύκτες απορρόφησης ή προσρόφησης

Άλλα υποσυστήματα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης

- Αντλίες θερμότητας

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Λέβητες-καυστήρες

- **Καυστήρας**

Συσκευή η οποία δημιουργεί και τροφοδοτεί το θάλαμο καύσης του λέβητα (φλογοθάλαμο) με την απαραίτητη ποσότητα και ποιότητα μείγματος καυσίμου-αέρα και δημιουργεί παράλληλα τις κατάλληλες συνθήκες για την καύση του.

- **Λέβητας**

Εναλλάκτης θερμότητας ο οποίος μεταδίδει την παραγόμενη θερμότητα από την καύση του καυσίμου στο φορέα μεταφοράς θερμότητας (νερό ή σπανιότερα αέρας).



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Λέβητες-καυστήρες

Διάκριση καυστήρων με βάση το καύσιμο:

- Στερεού καυσίμου
- Υγρού καυσίμου
- Αερίου καυσίμου

Διάκριση καυστήρων με βάση την ύπαρξη ή μη ανεμιστήρα:

- Χωρίς ανεμιστήρα (ατμοσφαιρικούς)
 - Με ανεμιστήρα χωρίς υπερπίεση
 - Με ανεμιστήρα υπερπίεσης
- ΑΕΡΙΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ
- ΑΕΡΙΟΥ/ΥΓΡΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Λέβητες-καυστήρες

Διάκριση λεβήτων με βάση το καύσιμο:

- Ειδικούς
- Μετατρεπόμενης καύσης
- Εναλλακτικής καύσης

Διάκριση λεβήτων με βάση το είδος καυστήρα:

- Ατμοσφαιρικοί
- Με ανεμιστήρα χωρίς υπερπίεση
- Με ανεμιστήρα υπερπίεσης

Διάκριση λεβήτων με βάση το υλικό κατασκευής:

- Χαλύβδινοι
- Χυτοσιδηροί

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Λέβητες-καυστήρες

Διάκριση λεβήτων με βάση το φορέα μετάδοσης θερμότητας:

- | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Θερμού νερού, $T_{\text{προσ.}} \leq 100^{\circ}\text{C}$ • Υπέρθερμου νερού, $T_{\text{προσ.}} \geq 100^{\circ}\text{C}$ • Ατμολέβητες • Αερολέβητες <ul style="list-style-type: none"> • Θερμ. νερού: 80-90°C • Διαδεδομένοι στον οικιακό τομέα | } | <p>ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΕΣ &
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Θερμ. νερού: 35-40°C • Συνεχούς λειτουργίας • Λειτουργία με Α.Θ. • Ενδοδαπέδια θερμ. • Ανάκτηση 50-80% λανθάνουσας θερμότητας υδρατμού • Αύξηση απόδοσης κατά 5-15%. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Συμβατικοί

Χαμηλών
Θερμοκρασιών

Συμπύκνωσης

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Λέβητες-καυστήρες

Ελάχιστος αποδεκτός βαθμός απόδοσης λέβητα:

Τύπος λέβητα	Φάσμα Ισχύος kW	Απόδοση σε ονομαστική ισχύ (P_n)		Απόδοση σε μερικό φορτίο	
		Μέση θερμοκρασία νερού στο λέβητα ($^{\circ}\text{C}$)	Απαίτηση απόδοσης εκφρασμένης σε %	Μέση θερμοκρασία νερού στο λέβητα ($^{\circ}\text{C}$)	Απαίτηση απόδοσης εκφρασμένης σε %
Συνήθεις λέβητες	4 – 400	70	$\geq 84 + 2\log P_n$	≥ 50	$\geq 80 + 3\log P_n$
Λέβητες χαμηλών θερμοκρασιών (*)	4 – 400	70	$\geq 87.5 + 1.5\log P_n$	40	$\geq 87.5 + 1.5\log P_n$
Λέβητες με συμπύκνωση	4 – 400	70	$\geq 91 + 1\log P_n$	30 (**)	$\geq 97 + 1\log P_n$

(*) συμπεριλαμβάνονται οι λέβητες συμπύκνωσης υγρών καυσίμων
(**) θερμοκρασία του νερού τροφοδότησης του λέβητα

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Αντλίες Θερμότητας

- Η Α.Θ. είναι μία συσκευή με την ικανότητα να απορροφά (να αντλεί) θερμότητα από πηγή χαμηλής θερμοκρασίας και να τη μεταφέρει σε έναν αποδέκτη υψηλότερης θερμοκρασίας.
- Είναι σχεδιασμένες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να αντιστρέφουν την ψυκτική και τη θερμαντική τους λειτουργία.
- Χρησιμοποιείται εμμέσως η ηλιακή ενέργεια ως πηγή ενώ ως αποδέκτες θερμότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ο αέρας, το νερό και το έδαφος.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Αντλίες Θερμότητας

Κατάταξη με βάση την πηγή και τον αποδέκτη θερμότητας:

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

Κατάταξη με βάση την ισχύ:

- Μικρού μεγέθους
- Μεσαίου μεγέθους
- Μεγάλου μεγέθους

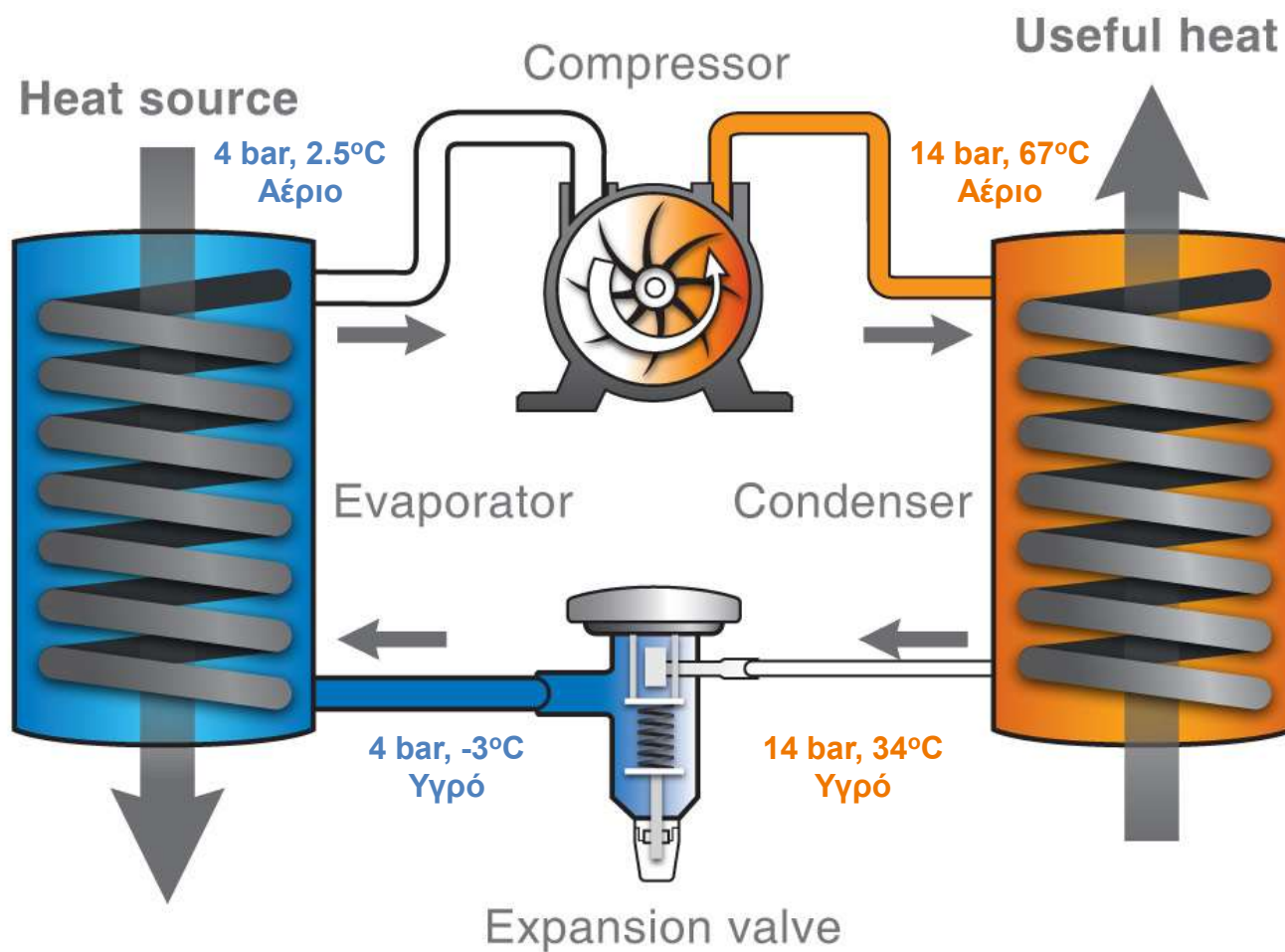
Κατάταξη με βάση την κατασκευή:

- Ενιαίου τύπου (packaged)
- Διαιρούμενου τύπου (split)

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Αντλίες Θερμότητας

Αρχή Λειτουργίας



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Ψύκτες

Συσκευές που παράγουν ψυχρό νερό με βάση τους ψυκτικούς κύκλους:

- **συμπύεσης ατμών**

Λειτουργία αντίστοιχη με την Α.Θ. όπου αντλείται θερμότητα από το νερό και απορρίπτεται σε κύκλωμα νερού-πύργου ψύξης (υδρόψυκτοι) ή απευθείας στον ατμοσφαιρικό αέρα (αερόψυκτοι).

- **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. Χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όπου υπάρχει διαθέσιμο ζεστό νερό (πχ. από ηλιακούς συλλέκτες, απόνερα βιομηχανικών διεργασιών, κ.α.), ατμός χαμηλού κόστους, ή φυσικό αέριο.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Συστήματα αερισμού

Κατάταξη με βάση τον βαθμό επεξεργασίας του αέρα:

- **Συστήματα αερισμού-εξαερισμού**

Προσάγουν ή/και απάγουν αέρα από τους χώρους και εξασφαλίζουν την ανανέωσή του. Περιλαμβάνουν από έναν ανεμιστήρα απαγωγής ή/και έναν ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα, που εγκαθίστανται είτε τοπικά είτε κεντρικά (μέσω δικτύου 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**

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.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Συστήματα αερισμού-κλιμ.

Κατάταξη με βάση τη θέση των συσκευών κλιματισμού:

- Κεντρικά
- Ημικεντρικά
- Τοπικά

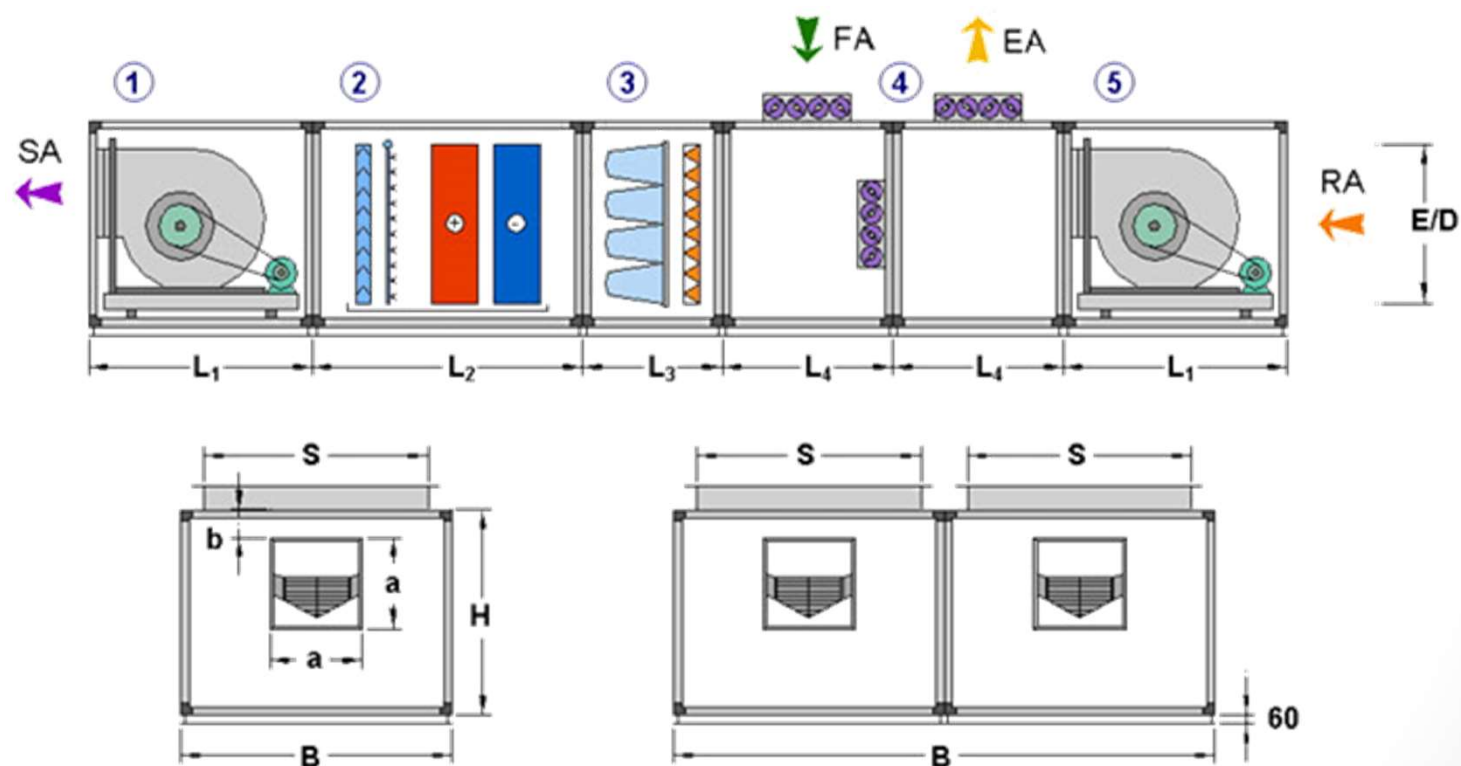
Κατάταξη με βάση το μέσο μεταφοράς της ενέργειας:

- συστήματα με αέρα
- συστήματα με νερό
- συστήματα με αέρα και νερό

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Συστήματα αερισμού-κλιμ.

Παράδειγμα κλιματισμού με αέρα



- ① Ανεμιστήρας προσαγωγής
- ② Τμήμα στοιχείων
- ③ Τμήμα προφίλτρων - σακόφίλτρων

- ④ Κιβώτιο μίξεως διπλό
- ⑤ Ανεμιστήρας επιστροφής

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Βοηθητικά συστήματα

Χρήση για την ρύθμιση:

- της απαιτούμενης θερμοκρασίας χώρου ή φορέα θερμότητας
 - της απαραίτητης παροχής του φορέα θερμότητας
- με σκοπό την εξασφάλιση των επιθυμητών συνθηκών «θερμικής άνεσης».
- Λειτουργία είτε αυτόνομη 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).

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Βοηθητικά συστήματα

Βοηθητικά Συστήματα:

- **Κυκλοφορητής**

Ηλεκτροκίνητη φυγοκεντρική αντλία νερού που παρέχει 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. Διακρίνονται σε: (α) σταθερών και (β) μεταβλητών.



- **Ανεμιστήρες**

Συσκευές που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις στις οποίες απαιτείται η κίνηση του αέρα. Η κίνηση τους γίνεται με ηλεκτροκινητήρες με ή χωρίς ρύθμιση στροφών.



- **Διαφράγματα (dampers)**

Ένα ή περισσότερα κινούμενα πτερύγια με τα οποία είναι δυνατή η ρύθμιση της παροχής αέρα στα διάφορα τμήματα ενός δικτύου αεραγωγών καθώς επίσης και η πλήρης απομόνωση κάποιου κλάδου. Η κίνηση του διαφράγματος μπορεί χειροκίνητα ή μέσω σερβοκινητήρα.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Βοηθητικά συστήματα

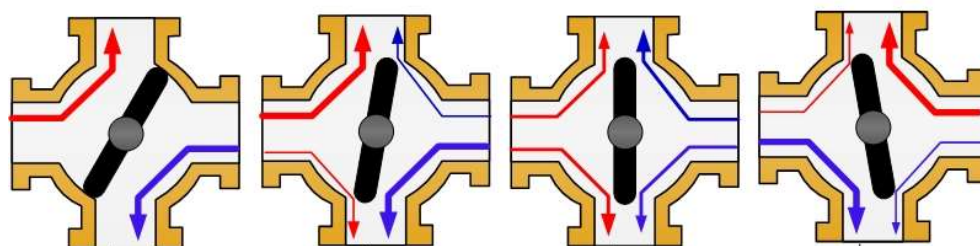
Βοηθητικά Συστήματα:

- **Δίοδη ρυθμιστική βαλβίδα**

Χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της απαιτούμενης παροχής νερού σε κλάδο ενός δικτύου θερμού/ψυχρού νερού. Η ρύθμιση της ποσότητας διέλευσης γίνεται με τη βοήθεια ενός στομίου μεταβλητής διατομής. Η μεταβολή της διατομής του στομίου επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κινητήρα και κατάλληλου μηχανισμού.

- **Τρίοδη, τετράοδη βάνα ανάμιξης**

Συσκευές με τις οποίες επιτυγχάνεται η ανάμιξη δυο ρευστών διαφορετικής θερμοκρασίας και η παρασκευή ρευστού επιθυμητής θερμοκρασίας.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συμβατικά Συστήματα Θέρμανσης – Ψύξης: Βοηθητικά συστήματα

Βοηθητικά Συστήματα:

- **Δοχείο διαστολής**

Χρησιμοποιείται για να απορροφήσει τις συστολοδιαστολές του νερού λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας του.

- **Αυτόματος πλήρωσης**

Χρησιμοποιείται για την πλήρωση του δικτύου με νερό.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Κατάταξη με βάση τον τρόπο παραγωγής:

- Κεντρικά (για υψηλές απαιτήσεις κατανάλωσης)
- Τοπικά

Βασικά συστατικά μέρη συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ.:

- πηγή θερμότητας
- διάταξη μετάδοσης της θερμότητας
- σύστημα διανομής
- τερματικές συσκευές

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συστήματα Παραγωγής Ζ.Ν.Χ.: Πηγές θερμότητας

- **Καύση ορυκτού καυσίμου**

Κεντρικά Συστ.: συγκρότημα λέβητα-καυστήρα με καύσιμο ελαφρύ πετρέλαιο ή αέριο καύσιμο (φυσικό αέριο ή υγραέριο) ή σύστημα ΣΗΘ ή τηλεθέρμανση.

Τοπικά Συστ.: εγκατάσταση τοπικών θερμαντήρων φυσικού αερίου.

- **Χρήση ηλεκτρικής αντίστασης**

Κεντρικά Συστ.: περιορισμένη χρήση, κυρίως ως βοηθητική πηγή ενέργειας

Τοπικά Συστ.: η πλέον διαδεδομένη περίπτωση, περιλαμβάνει διάφορους τύπους ηλεκτρικών θερμαντήρων (ηλεκτρικά θερμοσίφωνα) και ταχυθερμαντήρων.

- **Ηλιακή ενέργεια**

Χρησιμοποιείται τόσο σε κεντρικά όσο και σε τοπικά συστήματα.

Μικρό κόστος λειτουργίας = κόστος συντήρησης του συστήματος.

Η απόδοσή τους εξαρτάται άμεσα από την διαθεσιμότητα και ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Χρησιμοποιούνται ως κύρια συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. και λειτουργούν παράλληλα με δευτερεύοντα εφεδρικά συστήματα.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συστήματα Παραγωγής Ζ.Ν.Χ.: Πηγές θερμότητας

- **Αέρας, γεωθερμική ενέργεια, ή ενέργεια επιφανειακών και υπόγειων υδροφορέων**

Χρήση αντλιών θερμότητας.

Καλύπτονται επίσης και οι ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου.

- **Ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας**

Οικονομικός τρόπος κυρίως για βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μεγάλα κτηριακά συγκροτήματα και κτήρια μεγάλης επιφάνειας.

Απορριπτόμενη θερμότητα: στο καυσαέριο συσκευών καύσης, στον απορριπτόμενο αέρα συστημάτων εξαερισμού/κλιματισμού, στους αγωγούς λυμάτων, κλπ.

Ο τρόπος αξιοποίησης εξαρτάται από τη διαθέσιμη παροχή και το ΔT μεταξύ του απορριπτόμενου μέσου και της επιθυμητής τιμής του Ζ.Ν.Χ.

- *Μικρό ΔT ή παροχή: χρήση Α.Θ.*
- *Μεγάλο ΔT ή παροχή: άμεση θέρμανση με χρήση εναλλάκτη.*

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συστήματα Παραγωγής Ζ.Ν.Χ.: Μετάδοση θερμότητας

- **Άμεσα Συστήματα Μετάδοσης**

Η θερμότητα που παράγεται, μεταδίδεται απευθείας στο Ζ.Ν.Χ.

Αμιγή συστήματα με άμεση μετάδοση θερμότητας είναι όλα τα τοπικά συστήματα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (υψηλός βαθμός απόδοσης αλλά μικρή δυνατότητα παραγωγής)

- **Έμμεσα Συστήματα Μετάδοσης**

Μεσολαβεί ενδιάμεσος φορέας θερμότητας μεταξύ της διάταξης παραγωγής θερμότητας και του Ζ.Ν.Χ.

Ο ενδιάμεσος φορέας θερμότητας: θερμό/υπέρθερμο νερό, ατμός, διάλυμα νερού-αντιπηκτικού, ή άλλο ρευστό μετάδοσης θερμότητας.

Απαιτείται δοχείο παρασκευής-αποθήκευσης του Ζ.Ν.Χ.

- **Συστήματα Μετάδοσης με Συνδυασμό**

Χαρακτηριστική περίπτωση: σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. με ηλιακούς συλλέκτες και ηλεκτρική υποβοήθηση.

Τα συστήματα αυτά είναι τα πλέον διαδεδομένα συστήματα για χρήση κατοικίας καθώς παρουσιάζουν υψηλή διαθεσιμότητα και αξιοπιστία.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Συστήματα Παραγωγής Ζ.Ν.Χ.: Σύστημα διανομής

Τα δίκτυα διανομής Ζ.Ν.Χ. κατασκευάζονται κυρίως:

- Χαλυβδοσωλήνες
- Χαλκοσωλήνες
- Δικτυωμένο πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HD-PEX).

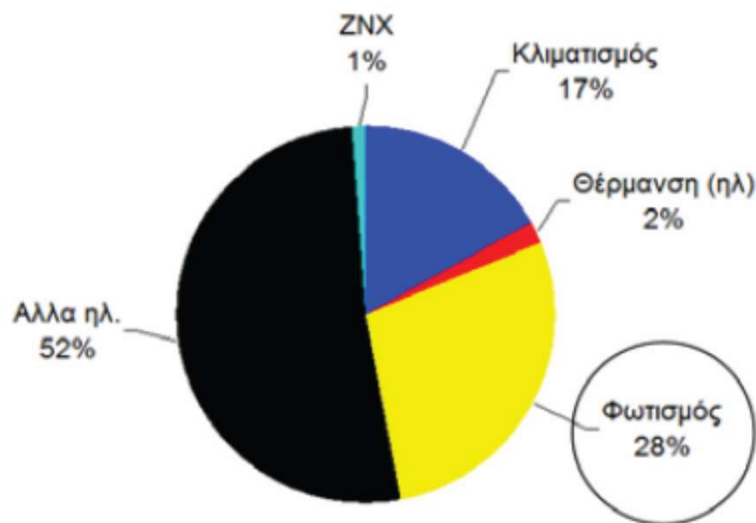
Μόνωση σωληνώσεων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.

Συστήματα Παραγωγής Ζ.Ν.Χ.: Τερματικές συσκευές

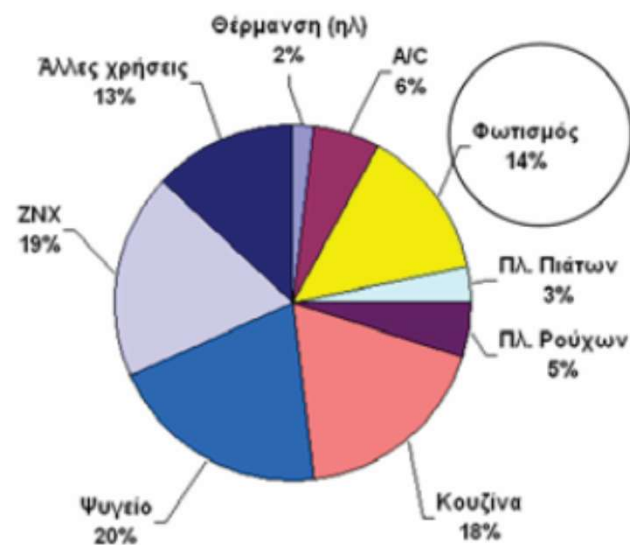
- Κρουνοί υγιεινής
- Συσκευές με απαίτηση εισόδου Ζ.Ν.Χ. (π.χ. πλυντήρια)

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Συμμετοχή φωτισμού στην κατανάλωση



Δημόσια κτήρια γραφείων



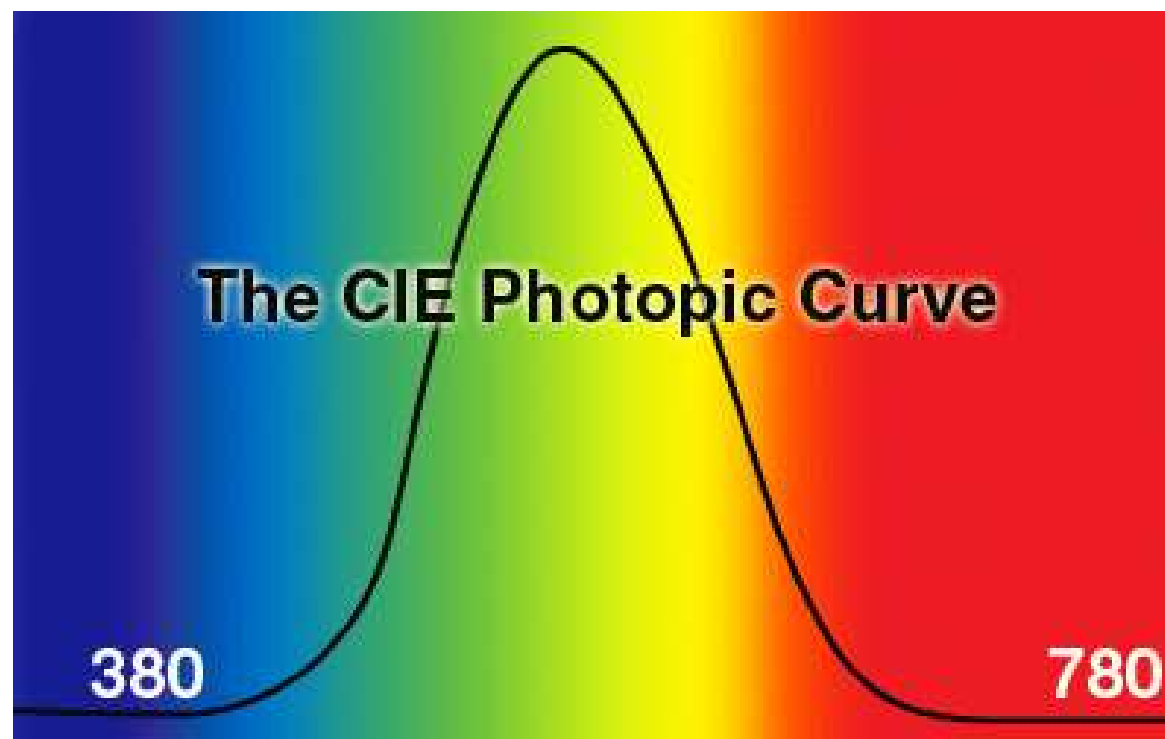
Κτήρια κατοικιών

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Βασικά μεγέθη φωτομετρίας

Όραση:

- Η ευαισθησία των αισθητήρων μεγιστοποιείται στα 555 nm μήκος κύματος του φάσματος και μηδενίζεται στα όρια του ορατού φάσματος, που είναι τα 380 nm προς το υπεριώδες και τα 780 nm προς το υπέρυθρο.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

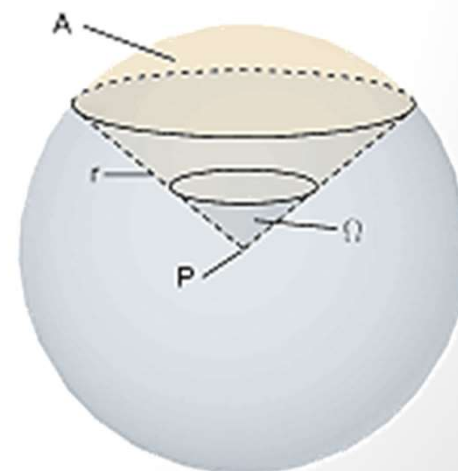
Τεχνολογίες Φωτισμού: Βασικά μεγέθη φωτομετρίας

Φωτεινή ροή (Φ):

- Είναι η ποσότητα της φωτεινής ενέργειας που εκπέμπει μια φωτεινή πηγή στη μονάδα του χρόνου και μετράται σε **lumen (lm)**.
- Εξαρτάται από την ισχύ της ακτινοβολίας και από την περιοχή του ορατού φάσματος στην οποία εκπέμπεται η ακτινοβολία.
- Βαθμός απόδοσης (φωτεινή δραστικότητα) φωτιστικών σωμάτων: ο λόγος της φωτεινής ροής προς την συνολική ηλεκτρική ισχύ (**lumen/W**).

Στερεά γωνία (Ω):

- Η κωνική επιφάνεια με κορυφή την πηγή εντός της οποίας θεωρείται ότι εκπέμπεται η φωτεινή ροή (παραδοχή: η φωτεινή πηγή είναι σημειακή).
- Ορίζεται ως στερεά γωνία Ω το πηλίκο της επιφάνειας A που αποκόπτει η κωνική επιφάνεια από την ιδεατή σφαίρα προς το τετράγωνο της ακτίνας r της σφαίρας: $\Omega = A / r^2$ και μετράται σε **στερακτίνια (steradian) sr (1sr=1m²/m²)**.

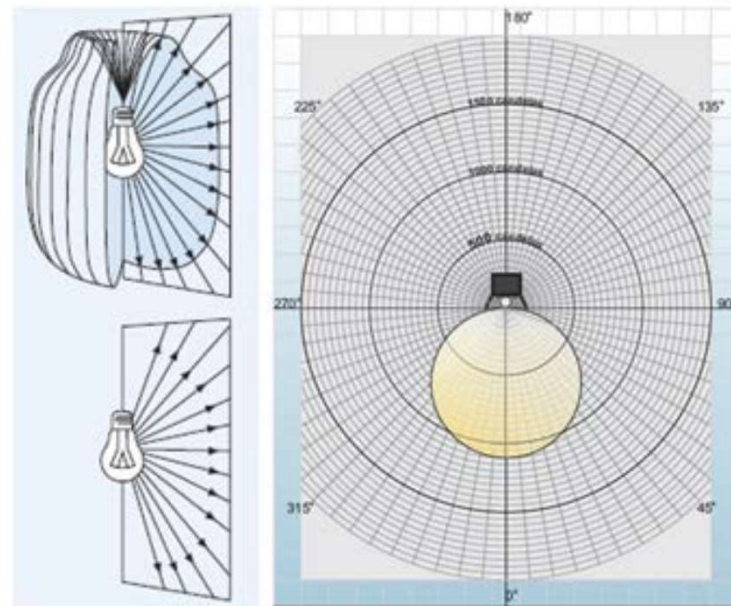


ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Βασικά μεγέθη φωτομετρίας

Φωτεινή ένταση (I):

- Είναι η κατευθυντικότητα εκπομπής της φωτεινής ροής από την πηγή
- Ορίζεται ως φωτεινή ένταση (I) της φωτεινής πηγής προς συγκεκριμένη κατεύθυνση, η ποσότητα της φωτεινής ροής $d\Phi$ που εκπέμπει η πηγή στην κατεύθυνση αυτή προς τη στερεά γωνία $d\Omega$ εντός της οποίας εκπέμπεται:
- $I = d\Phi / d\Omega$ και μετράται σε **candela (1cd=1lm/sr)**.
- Η κατανομή της φωτεινής έντασης μιας φωτεινής πηγής στο χώρο (συνήθως σε cd/1000lm) περιγράφεται από φωτομετρικό διάγραμμα σε πολικές συντεταγμένες:



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Βασικά μεγέθη φωτομετρίας

Ένταση φωτισμού (E):

- Είναι το μέγεθος με το οποίο μετράται η στάθμη φωτισμού σε μια φωτιζόμενη επιφάνεια.
- Ορίζεται ως το πηλίκο της φωτεινής ροής $d\Phi$ που προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια προς το εμβαδόν dA της επιφάνειας αυτής: $E = d\Phi / dA$ και μετριέται σε **lux** ($1\text{lux}=1\text{lm}/\text{m}^2$).
- Οι απαιτήσεις φωτισμού κάθε δραστηριότητας δίδονται σε τιμές έντασης φωτισμού (lux).
- Η ένταση φωτισμού μετράται με ειδικά φωτόμετρα που ονομάζονται μετρητές έντασης φωτισμού (luxmeters).



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Βασικά μεγέθη φωτομετρίας

Λαμπρότητα (L):

- Δύο φωτεινές πηγές που εκπέμπουν με ταυτόσημη φωτεινή ένταση δεν φαίνονται το ίδιο από τον παρατηρητή. Η πηγή με τις μικρότερες διαστάσεις φαίνεται πιο εκτυφλωτική.
- Το χαρακτηριστικό αυτό εκφράζεται με τη λαμπρότητα L που ορίζεται από το πηλίκο της φωτεινής έντασης I στην κατεύθυνση του παρατηρητή προς το εμβαδόν A της επιφάνειας της φωτεινής πηγής (αυτόφωτης ή ετερόφωτης) όπως φαίνεται αυτή από τον παρατηρητή: $L = I / A$ και μετριέται σε **candela ανά τετραγωνικό μέτρο (cd/m^2)**.
- Η λαμπρότητα είναι το μοναδικό βασικό φωτομετρικό μέγεθος που γίνεται αντιληπτό από τον ανθρώπινο οφθαλμό.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Βασικά μεγέθη φωτομετρίας

Θερμοκρασία χρώματος:

- Είναι το μέτρο για να περιγραφεί το χρώμα των φωτεινών πηγών.
- Εκφράζεται με την ισοδύναμη θερμοκρασία σε βαθμούς Kelvin (K) στην οποία όταν βρεθεί το μέλαν σώμα του Max Planck θα παράγει φως του ίδιου χρώματος με τη φωτεινή πηγή.
- Φωτεινή απόχρωση:

$T_{\text{color}} < 3.300\text{K} \rightarrow$ θερμή

$3.300\text{K} < T_{\text{color}} < 5.300\text{K} \rightarrow$ ουδέτερη

$T_{\text{color}} > 5.300\text{K} \rightarrow$ ψυχρή

Δείκτης χρωματικής απόδοσης (Ra):

- Εκφράζει την ποιότητα απόδοσης των χρωμάτων από τη φωτεινή πηγή.
- Παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 100 όπου οι χαμηλές τιμές (20-60) υποδεικνύουν κακή ποιότητα απόδοσης χρωμάτων ενώ οι υψηλές τιμές (80-100) καλή έως άριστη ποιότητα.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Φωτεινές πηγές

Κατάταξη λαμπτήρων με βάση την αρχή λειτουργία τους:

- **Πυρακτώσεως**

Βασίζονται στην πυράκτωση νήματος βολφραμίου που περιλαμβάνουν.

Ορισμένοι τύποι περιέχουν αλογόνο (π.χ. ιώδιο ή βρώμιο) ως αέριο πλήρωσης του κώδωνα με στόχο την αύξηση της απόδοσής τους και της διάρκειας ζωής τους.

Δεν απαιτούνται βοηθητικές διατάξεις.



Κοινοί



Αλογόνου



**Αλογόνου τύπου σποτ
με διχρωμικό ανακλαστήρα**

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Φωτεινές πηγές

- **Εκκενώσεως**

Βασίζονται στο φαινόμενο της εκκένωσης κατά το οποίο ιονίζονται τα άτομα του αερίου που περιέχουν.

Το είδος του αερίου και η πίεση του, προσδίδουν και το όνομα του λαμπτήρα (π.χ. ατμών υδραργύρου, ατμών νατρίου υψηλής πίεσης κλπ).

Απαιτείται σύστημα έναυσης και λειτουργίας (ballast) και εκκινήτης (starter)



Φθορισμού



Επαγωγής



Εκκένωσης υψηλής έντασης (HID)

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Φωτεινές πηγές

- **Φωτοεκπέμπουσες δίοδοι (LED)**

Είναι συνδυασμός ημιαγωγών p-n που εκπέμπουν ακτινοβολία όταν εφαρμοσθεί τάση στους δυο ημιαγωγούς.

Το φως που εκπέμπεται από τους ημιαγωγούς εκτείνεται σε μια ευρεία περιοχή του φάσματος, από το χαμηλό όριο ορατής ακτινοβολίας (ιώδες) έως πολύ μεγάλα μήκη υπέρυθρης ακτινοβολίας.

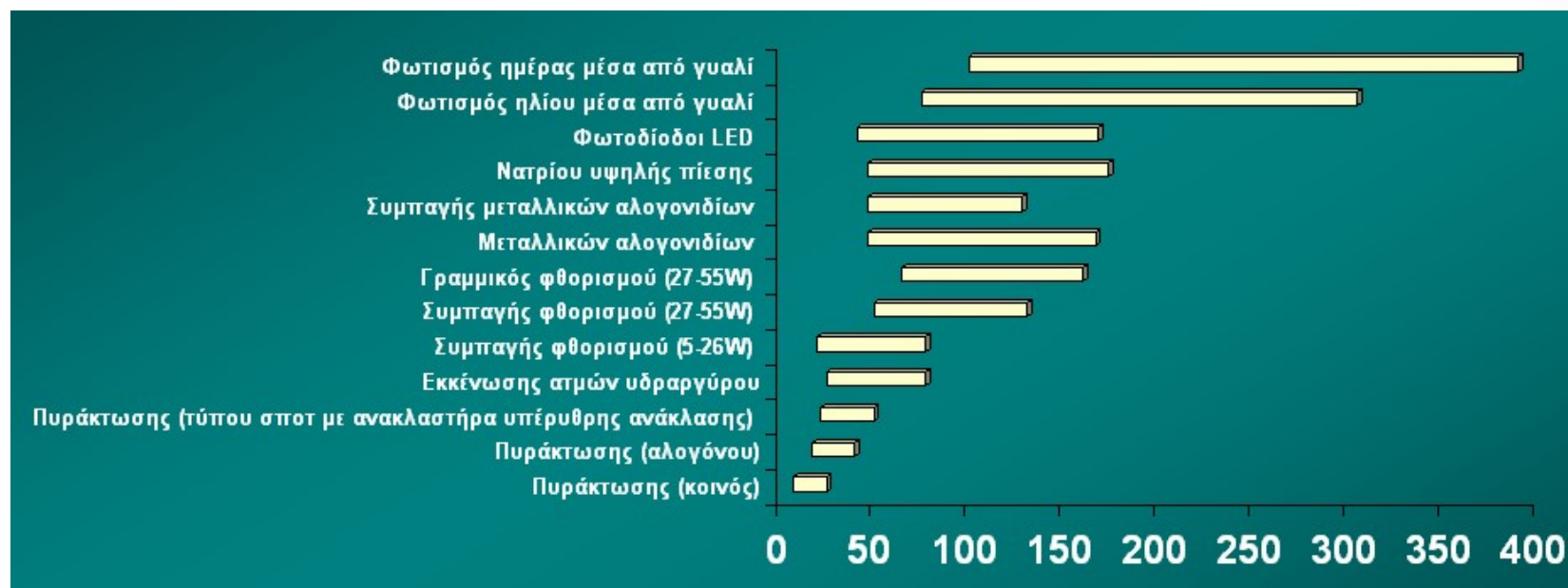
Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υλικών είναι ραγδαία με αποτέλεσμα ο βαθμός της απόδοσής τους να αυξάνει συνεχώς. Μέχρι στιγμής η απόδοσή τους έχει μόλις ξεπεράσει τα 140lm/W.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Φωτεινές πηγές

Σύγκριση απόδοσης λαμπτήρων (lm/W)



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Φωτεινές πηγές

Σύγκριση χαρακτηριστικών λαμπτήρων

Τύπος λαμπτήρα	Πυρακτώ- σεως	Αλογόνου	Υδραργύ- ρου	Ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	Ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης	Μεταλλικών αλογονιδίω v	Φθορισμού	LED
Απόδοση	-	-	-	+	+	+	+	*
Θερμοκρασία χρώματος	+	+	-	+	-	+	+	+
Χρωματική απόδοση	+	+	-	-	-	+	+	+
Διάρκεια ζωής	-	-	+	+	+	+	+	+
Χρόνος έναυσης	+	+	-	-	-	+	+	+
Χρόνος επανάυσης	+	+	-	+	+	+	+	+
Ύπαρξη υδραργύρου	X	X	√	√	√	√	√	X
Dimming	√	√	X	√	√	√	√	√
Ballast	X	X	√	√	√	√	√	X

*Αναλόγως της ποιότητάς τους η απόδοση μεταβάλλεται

+ : πλεονέκτημα, - : μειονέκτημα, X: δεν υπάρχει ή δεν είναι αναγκαίο και √: υπάρχει ή είναι απαραίτητο.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Διατάξεις ελέγχου λαμπτήρων & φωτισμού

- **Ηλεκτρονικά συστήματα έναυσης και λειτουργίας λαμπτήρων**

Απαραίτητο εξάρτημα για να λειτουργήσουν οι λαμπτήρες εκκένωσης.

Συμβατικό μαγνητικό ballast: στραγγαλιστικό πηνίο το οποίο χαρακτηρίζεται από υψηλές απώλειες και χαμηλή απόδοση λαμπτήρα. Έχει καταργηθεί.

Ηλεκτρονικό ballast (EB): δεν προκαλεί φωτεινή μαρμαρυγή, είναι αθόρυβης λειτουργίας και εξοικονομεί ενέργεια έως 25%. Η εξοικονόμηση οφείλεται κυρίως:

- καλύτερη απόδοση του λαμπτήρα
- χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας στο λαμπτήρα
- μικρότερες απώλειες ενέργειας
- δυνατότητα λειτουργίας περισσότερων λαμπτήρων (έως 4) με 1 μόνο EB
- διακοπή λειτουργίας του όταν ο λαμπτήρας δεν λειτουργεί
- σημαντική αύξηση διάρκειας ζωής των λαμπτήρων με αντίστοιχη μείωση του κόστους αντικατάστασης των λαμπτήρων
- βελτίωση συντελεστή συντήρησης των λαμπτήρων
- δυνατότητα ρύθμισης της στάθμης φωτισμού (dimming) μέσω αυτόματων/χειροκίνητων συσκευών, αισθητήρων φωτισμού ή ολοκληρωμένων συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Διατάξεις ελέγχου λαμπτήρων & φωτισμού

- **Χρονοδιακόπτες (Time switches)**

Ηλεκτρονικά ή μηχανικά συστήματα, τα οποία ενεργοποιούν ή απενεργοποιούν τα κυκλώματα φωτισμού για προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών του χώρου.

- **Αισθητήρες φωτισμού (Photosensors)**

Παράγουν τάση ελέγχου (0-10 V) ανάλογα με τη στάθμη φωτισμού στο χώρο. Η λειτουργία τους εξαρτάται από την:

- *κατανομή του φωτισμού στο χώρο που βρίσκεται ο αισθητήρας*
- *φασματική κατανομή του φυσικού και τεχνητού φωτισμού*
- *ρύθμιση της θέσης σε λειτουργία του αισθητήρα (commissioning)*

- **Αισθητήρες παρουσίας / κίνησης (Occupancy sensors)**

Διακόπτουν αυτόματα τη λειτουργία κυκλωμάτων φωτισμού ή/και συστήματος κλιματισμού (HVAC) όταν δεν ανιχνεύουν ανθρώπινη παρουσία στους χώρους στους οποίους είναι τοποθετημένοι.

Η ανίχνευση γίνεται με ηχητικά κύματα (υπέρηχους), υπέρυθρη ακτινοβολία, μικροκύματα ή συνδυασμό αυτών.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Φωτιστικά σώματα

Κατάταξη με βάση τον χώρο τοποθέτησης:

- εσωτερικού φωτισμού γενικής χρήσης
- εσωτερικού ή εξωτερικού φωτισμού αισθητικής χρήσης
- εξωτερικού φωτισμού γενικής χρήσης

Κατάταξη με βάση τους λαμπτήρες τους:

- Πυρακτώσεως → οικιακός / αισθητικός / ανάδειξης
- Φθορισμού → γραφείων / βιομηχανικός
- Μεταλλικών αλογονιδίων → εμπορικός / ανάδειξης βιτρινών
- Ατμών Na υψηλής πίεσης → εξωτερικός / βιομηχανικός
- LED → εξωτερικός / αισθητικός / ανάδειξης / προθηκών
- Λαμπτήρες ειδικών εφαρμογών → αισθητικός / ανάδειξης / προθηκών

Κατάταξη με βάση την κατανομή φωτός:

- Άμεσης δέσμης → 90% τουλάχιστον της φωτεινής ροής προς τα κάτω
- Ημιάμεσης δέσμης → 60% τουλάχιστον της φωτεινής ροής προς τα κάτω
- Έμμεσης & άμεσης δέσμης → ίδια ποσότητα φωτεινής ροής προς τα πάνω & κάτω
- Ημιέμμεσης δέσμης → 40% τουλάχιστον της φωτεινής ροής προς τα κάτω
- Έμμεσης δέσμης → όλη η φωτεινή ροή προς τα πάνω

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τεχνολογίες Φωτισμού: Φωτιστικά σώματα

Κατάταξη με βάση τον τύπο κατασκευής:

- **Σταθερής τοποθέτησης (I)**

Σταθερή κατανομή της φωτεινής ροής. Η πλειοψηφία των φωτιστικών σωμάτων.

- **Με δυνατότητα στρέψης (II)**

Μπορούν να μεταβάλουν την κατανομή της φωτεινής ροής και να μετακινούνται σε προκαθορισμένες θέσεις. Συνήθως τοποθετούνται σε ράγα ή σε συστήματα προφίλ.

- **Προφίλ (III)**

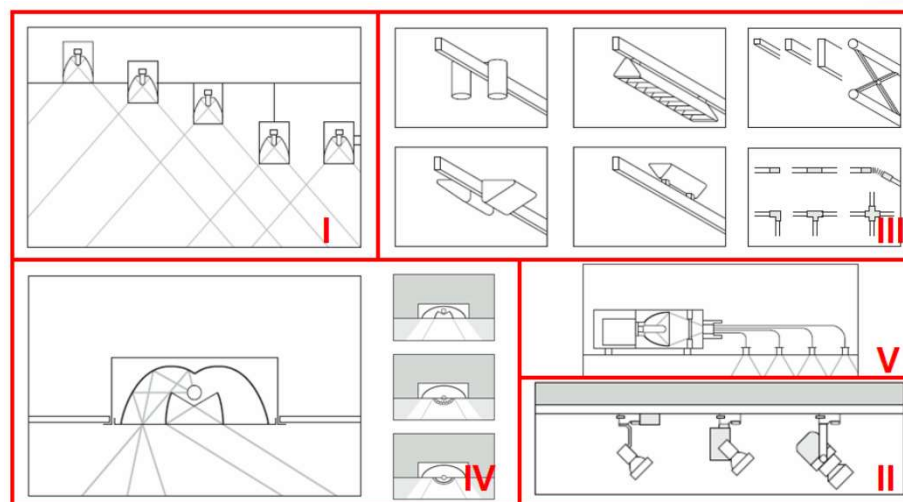
Το σώμα των φωτιστικών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κατασκευαστικό στοιχείο.

- **Έμμεσου φωτισμού (IV)**

Μέσω δευτερευουσών ανακλάσεων οδηγούν τον φωτισμό στην περιοχή ενδιαφέροντος.

- **Ειδικών χρήσεων (V)**

Έχουν οπτικά συστήματα για να οδηγούν το φωτισμό σε απομακρυσμένες περιοχές. (π.χ. οπτικές ίνες)



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου: Αυτοματισμοί εγκ/σεων θέρμαν.-ψύξης

Τρόποι ελέγχου εγκαταστάσεων θέρμανσης ή/και ψύξης:

- **Επεμβαίνοντας στη θερμότητα ή/και ψύξη της μονάδας παραγωγής**
*Χειροκίνητα ή αυτόματα μέσω χρονοδιακόπτη.
Η μονάδα παραγωγής λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής του μέσου που κυκλοφορεί στο δίκτυο διανομής και θα θερμάνει/ψύξει το χώρο.*
- **Επεμβαίνοντας στη λειτουργία του δικτύου διανομής του μέσου**
Σύστημα αφής / σβέσης του κυκλοφορητή (ή των αντλιών διανομής γενικότερα). Η λειτουργία γενικά του δικτύου διανομής συνήθως ελέγχεται κεντρικά, και συνήθως ακολουθεί τη λειτουργία της κεντρικής μονάδας παραγωγής.
- **Επεμβαίνοντας στη θερμοκρασία νερού προσαγωγής στα θερμαντικά σώματα**
Χρήση βανών ανάμιξης στο κύκλωμα (τρίοδης – τετράοδης βάνας).
- **Επεμβαίνοντας στη παροχή νερού στα θερμαντικά σώματα (κεντρικά/τοπικά)**
Χρήση ηλεκτροκίνητων βαλβίδων (σε επίπεδο κτηρίου / ορόφου / διαμερίσματος), οι οποίες ενεργοποιούνται με εντολή είτε από θερμοστάτη, είτε από σύστημα αφής/σβέσης. Επέμβαση μπορεί να γίνει σε επίπεδο τερματικής μονάδας με χρήση θερμοστατικών βαλβίδων ή ηλεκτρονικών ελεγκτών.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου: *Αυτοματισμοί εγκ/σεων αερισμού*

Τρόποι ελέγχου εγκαταστάσεων αερισμού:

- Βασικό έλεγχο της λειτουργίας τους με σύστημα αφής/σβέσης, είτε χειροκίνητα είτε μέσω χρονοδιακόπτη.
- Έλεγχος της θερμοκρασίας του αέρα προσαγωγής για επιθυμητή τιμή
- Έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής για επιθυμητή τιμή (*μόνο για Κ.Κ.Μ.*)

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου: Υλικά συστ. ελέγχου Η/Μ εγκ/σεων

- **Ηλεκτρονόμοι τηλεχειρισμού και ελέγχου**

Διακόπτες που ανοίγουν και κλείνουν με τη βοήθεια ενός ηλεκτρομαγνήτη ο οποίος όταν ενεργοποιηθεί κλείνει μια σειρά επαφών.

Βασικά τμήματα: κινούμενο μαγνητικό κύκλωμα, πηνίο, μηχανισμός, επαφές ισχύος, θάλαμος σβέσης τόξου, βοηθητικές επαφές.



- **Χρονοδιακόπτες**

Ηλεκτρομηχανικοί ή ηλεκτρονικοί διακόπτες οι οποίοι με βάση το χρόνο ανοίγουν ή κλείνουν επαφές οι οποίες με τη σειρά τους ενεργοποιούν ή απενεργοποιούν ηλεκτρονόμους ή εξοπλισμό.

Ο χρονισμός τους γίνεται από τη συχνότητα τάσης του δικτύου (50Hz) ενώ υπάρχουν μοντέλα με εφεδρική μπαταρία για διατήρηση ρυθμίσεων σε διακοπή ρεύματος.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου: Υλικά συστ. ελέγχου Η/Μ εγκ/σεων

- **Θερμοστάτες – Θερμοστατικοί διακόπτες**

Αποτελούν βασική διάταξη ελέγχου της θερμοκρασίας ενός χώρου ή μιας θερμικής ζώνης καθώς ελέγχουν την έναρξη και παύση της θέρμανσης ή ψύξης της ζώνης ή του χώρου.

Είναι διακόπτες που ενεργοποιούνται από ένα αισθητήριο θερμοκρασίας και με βάση τη λειτουργία τους είναι μηχανικοί ή ηλεκτρονικοί ενώ υπάρχουν και χρονοθερμοστάτες.

Ο θερμοστατικός διακόπτης είναι μηχανοκίνητη βαλβίδα που ελέγχεται από θερμοστατική κεφαλή και χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις θέρμανσης ζεστού νερού για τοπικό έλεγχο της θερμοκρασίας σε επίπεδο θερμαντικών σωμάτων.



- **Δίοδες και τρίοδες ηλεκτροβάνες**

Βάνες οι οποίες κινούνται αυτόματα από ηλεκτροκινητήρες και ρυθμίζουν την παροχή του νερού προσαγωγής στις θερμικές ζώνες ή και τις τερματικές μονάδες. Οι ηλεκτροκινητήρες αυτοί ελέγχονται με τη σειρά τους από αισθητήρια ή από χρονοδιακόπτες.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου: Υλικά συστ. ελέγχου Η/Μ εγκ/σεων

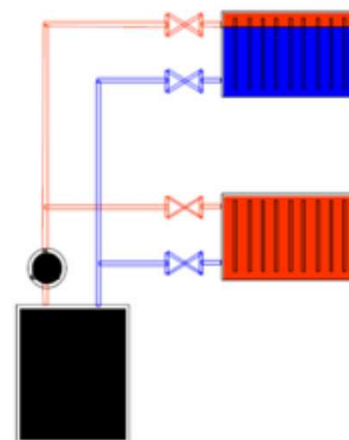
- **Υδραυλική εξισορρόπηση**

Όσο μακρύτερο είναι το δίκτυο διανομής και όσο περισσότερα εξαρτήματα παρεμβάλλονται από το σημείο παραγωγής θέρμανσης ή/και ψύξης μέχρι την τερματική μονάδα, τόσο μεγαλύτερη αντίσταση συναντά το νερό.

Το νερό, θερμό/ψυχρό, θα κινηθεί προς τη διαδρομή με τη μικρότερη αντίσταση.

Σημεία που είναι πιο μακριά από τον λέβητα δέχονται (αν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα) λιγότερο ζεστό νερό από ό,τι αυτά που είναι κοντά του (αντίστοιχα για την περίπτωση ψύξης με κύκλωμα νερού).

Η υδραυλική βελτιστοποίηση (εξισορρόπηση) επιτυγχάνεται με το στραγγαλισμό της ροής κυρίως στα κοντινά (πρώτα στο κύκλωμα) σώματα για να αυξηθεί η αντίστασή τους, έτσι ώστε η ροή του νερού να είναι η βέλτιστη προκειμένου να αποδίδεται η απαιτούμενη θερμική ισχύ από κάθε σώμα.



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου: *Αυτοματισμοί εγκ/σεων φωτισμού*

- Κυρίως συστήματα αφής/σβέσης, με χειροκίνητο ή αυτόματο χειρισμό ή συνδυασμό τους.
- Σε μεγάλους χώρους (οικίες & τριτογενής τομέας) εφαρμόζεται κατάτμηση και διαχωρισμός σε ζώνες φωτισμού για τμήματα των χώρων με αντίστοιχα συστήματα αφής / σβέσης ή ακόμα και διαχωρισμός σε διαφορετικά επίπεδα στάθμης φωτισμού στην επιφάνεια εργασίας (συνήθως δύο).
- Σε επίπεδο οικιακών εγκαταστάσεων εφαρμόζεται και η ρύθμιση φωτεινότητας χειροκίνητα, μέσω κατάλληλων ροοστατών (dimmers).

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Γενικές Αρχές

Για την υιοθέτηση μέτρων ΕΞ.ΕΝ. πρέπει να γνωρίζουμε την:

- **θερμική και ψυκτική ενεργειακή απαίτηση** (kWh/m²), ανά μήνα και ανά χρήση (συνυπολογίζονται ηλιακά και εσωτερικά θερμικά κέρδη).
- **ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση** (kWh/m²), ανά χρήση και ανά μορφή ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κλπ).
- **ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας** (kWh/m²), ανά χρήση και αντίστοιχες **εκπομπές CO₂**.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Γενικές Αρχές: Περιεχόμενο εξοικονόμησης ενέργειας

ΑΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΚΟΠΙΑ

- Χρησιμοποίηση κατάλληλης μορφής ενέργειας (ή και συστήματος μετατροπής ενέργειας)
(για παράδειγμα, υποκατάσταση συμβατικών πηγών ενέργειας (κυρίως πετρελαίου) με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας- κυρίως ηλιακή και αιολική)
- Μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας τελικής χρήσης, χωρίς να συνοδεύεται όμως με στέρση ενέργειας ή υποβάθμιση παραγομένων προϊόντων/υπηρεσιών για τα οποία χρησιμοποιείται.
- Βελτίωση βαθμού απόδοσης στη χρήση της ενέργειας

ΑΠΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΚΟΠΙΑ

- Μείωση κόστους ενέργειας ανά m^2 θερμαινόμενης επιφάνειας (σε κτήρια) ή ανά μονάδα παραγωγικής δραστηριότητας ή υπηρεσίας (τριτογενής τομέας)
- Υποκατάσταση της ενέργειας, ως συντελεστή παραγωγής από άλλους συντελεστές (εργασία, κεφάλαιο, έρευνα/τεχνολογία), ιδιαίτερα όταν το κόστος ενέργειας είναι υψηλό ή έχει αυξητικές τάσεις.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Γενικές Αρχές: Προτεραιότητες μέτρων & επεμβάσεων εξ.εν.

1 Ελαχιστοποίηση ενεργειακής ζήτησης κτηρίου

- Βελτίωση θερμομόνωσης κτηριακού κελύφους
- Ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων, που συμβάλλουν στη μείωση των απαιτήσεων θέρμανσης.
- Μείωση των κάθε είδους απωλειών, μεταξύ των οποίων οι πρόσθετες απώλειες λόγω αερισμού, οι απώλειες μεταφοράς και διανομής της ενέργειας εντός του κτηρίου κλπ.

2 Εκμετάλλευση συστημάτων ΑΠΕ

3 Αποδοτική χρήση ενέργειας

- Ενσωμάτωση ΑΠΕ για παραγωγή θερμικής ενέργειας:
 - Ενεργητικά ηλιακά συστήματα, με συλλέκτες διαφόρων τύπων.
 - Γεωθερμικά συστήματα χαμηλής ενθαλπίας κλειστού ή ανοικτού κυκλώματος, καθώς και συστήματα αβαθούς γεωθερμίας με την χρήση αντλιών θερμότητας.
 - Συστήματα καύσης βιομάζας.
- Ενσωμάτωση ΑΠΕ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας:
 - Φωτοβολταϊκά (ΦΒ) συστήματα για αυτοκατανάλωση
 - Μικρής ισχύος ανεμογεννήτριες (Α/Γ) (η χρήση Α/Γ δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης)
 - Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ)

- Εξέταση για πιθανή αλλαγή μορφής τελικής ενέργειας (π.χ. υποκατάσταση ηλεκτρισμού με καύσιμο ή και αντίστροφα),
- Συστήματα και συσκευές υψηλής ενεργειακής απόδοσης,
- Αναβάθμιση συστημάτων παραγωγής θέρμανσης – ψύξης,
- Βελτίωση δικτύων μεταφοράς – διανομής ενέργειας ή και των τερματικών συσκευών,
- Ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας (κυρίως σε συστήματα αερισμού),
- Βελτιωμένα συστήματα αυτοματισμών.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Επιπτώσεις στην ενεργειακή απόδοση από σχεδιασμό Η/Μ εγκ/σεων

Πριν εξεταστούν προτάσεις για επεμβάσεις ΕΞ.ΕΝ. πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Οι προγραμματισμένες και αναγκαίες συντηρήσεις που πρέπει να εφαρμοστούν στις εγκαταστάσεις του κτηρίου.
- Οι ήδη εφαρμοσθείσες επεμβάσεις αναβάθμισης των εγκαταστάσεων του κτηρίου.
- Οι επεμβάσεις αναβάθμισης λόγω λειτουργικών προβλημάτων ή γήρανσης των εγκ/σεων ή στοιχείων κελύφους που πρέπει ή/και έχουν προγραμματιστεί να γίνουν.
- Η συμμόρφωση με ισχύουσα νομοθεσία και κανονισμούς.
- Οι τεχνικές απαιτήσεις ή και περιορισμοί εγκατάστασης εξοπλισμού, διέλευσης δικτύων κλπ, από άποψη διαθέσιμων χώρων, επάρκειας υποδομών και αισθητικής.
- Η τυχόν αλληλεπίδραση των επεμβάσεων, είτε με υφιστάμενες εγκαταστάσεις είτε και μεταξύ δύο προτεινόμενων επεμβάσεων εξ. εν.
- Η επίτευξη συνθηκών άνεσης των κατοίκων ή των εργαζομένων.
- Η οικονομική βιωσιμότητα των μέτρων εξ. εν., υπολογίζοντας την «Απλή Περίοδο Αποπληρωμής» της κάθε επέμβασης (ή και συνδυασμού αυτών).
- Η εξασφάλιση μεθόδων ή/και εξοπλισμού για αξιόπιστες μετρήσεις της εξοικονομούμενης ανά έτος ενέργειας (αν απαιτείται ή κρίνεται σκόπιμο).
- Η εφαρμογή όλων των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να γίνεται πριν την αντικατάσταση τμημάτων του εξοπλισμού ή/και της εγκατάστασης.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Επιπτώσεις στην ενεργειακή απόδοση από σχεδιασμό Η/Μ εγκ/σεων

Παράμετροι σχεδιασμού Η/Μ εγκ/σεων που σχετίζονται με επεμβάσεις ΕΞ.ΕΝ.:

- Το τυπικό ωράριο λειτουργίας του κτηρίου ή κάθε θερμικής ζώνης, ανάλογα με τη γενική ή ειδική χρήση τους
- Οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες του κτηρίου ή κάθε θερμικής ζώνης
- Ο απαιτούμενος αερισμός των χώρων (παροχή νωπού αέρα)
- Η επιθυμητή στάθμη φωτισμού
- Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης, ο τρόπος παραγωγής και η θερμοκρασία του
- Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από χρήστες και συσκευές
- Ετεροχρονισμοί – Προτεραιότητες λειτουργίας

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συστ. Παραγωγής Θ-Ψ-Κ Υψηλής Απόδοσης: Συστ. θέρμανσης

Σύγκριση βαθμών απόδοσης λέβητα κτηρίου αναφοράς

Τύπος λέβητα	Ονομαστική ισχύς λέβητα P _n						
	4 έως 25 kW	>25 έως 50 kW	>50 έως 100 kW	>100 έως 200 kW	>200 έως 300 kW	>300 έως 400 kW	>400 kW
	Ελάχιστος βαθμός απόδοσης (%) λέβητα – καυστήρα για μέση θερμοκρασία νερού του λέβητα 70°C						
Λέβητας κτηρίου αναφοράς	91,9	92,5	93,0	93,4	93,8	94,1	94,4
Συνήθεις λέβητες	85,2 - 86,8	86,8 - 87,4	87,4 - 88,0	88,0 - 88,6	88,6 - 89,0	89,0 - 89,2	
Λέβητες χαμηλής θερμοκρασίας ή	88,4 - 89,6	89,6 - 90,0	90,0 - 90,5	90,5 - 91,0	91,0 - 91,2	91,2 - 91,4	
Λέβητες αερίου με συμπύκνωση	91,6 - 92,4	92,4 - 92,7	92,7 - 93,0	93,0 - 93,3	93,3 - 93,5	93,5 - 93,6	

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συστ. Παραγωγής Θ-Ψ-Κ Υψηλής Απόδοσης: Συστ. Θέρμανσης

Λέβητες συμπύκνωσης

- Εκμεταλλεύονται μεγαλύτερο ποσοστό της θερμικής ενέργειας των καυσαερίων σε σχέση με τους συμβατικούς λέβητες, καθώς η συμπύκνωση μέρους των παραγόμενων κατά την καύση οποιουδήποτε καυσίμου υδρατμών αποδίδει επιπλέον εκμεταλλεύσιμη θερμότητα, τη λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης.
- Προκύπτει αύξηση στην απόδοση του συστήματος λέβητα – καυστήρα κατά 6-9%, δηλ. έως και 11% συγκριτικά με ένα συμβατικό λέβητα ακόμα σε λειτουργία υπό μερικό φορτίο.
- Είναι κατάλληλοι για όλα τα συστήματα θέρμανσης με θερμοκρασία νερού έως 85°C, αλλά είναι ιδανικοί για συστήματα χαμηλών θερμοκρασιών (55/45°C).
- Στους λέβητες συμπύκνωσης υπάρχουν δύο φάσεις συλλογής θερμότητας:
 - Η πρώτη φάση είναι όπως ενός συμβατικού λέβητα κατά την οποία συλλέγεται η αισθητή θερμότητα από τα καυσαέρια.
 - Στη δεύτερη φάση, σε ένα δεύτερο εναλλάκτη θερμότητας συλλέγεται η λανθάνουσα θερμότητα από την συμπύκνωση των υδρατμών.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συστ. Παραγωγής Θ-Ψ-Κ Υψηλής Απόδοσης: Συστ. Θέρμανσης

Συστήματα θέρμανσης για αντιμετώπιση μερικών φορτίων

- Επειδή η εγκατάσταση θέρμανσης λειτουργεί συνήθως σε συνθήκες μειωμένου φορτίου, πρέπει να προσφέρεται κάθε φορά μόνο η απαραίτητη θερμική ισχύς.
- Τεχνολογίες που μπορούν να υιοθετηθούν στη φάση σχεδιασμού της εγκατάστασης:
 - Λέβητες με διβάθμιους καυστήρες (0-χαμηλή-πλήρης παροχή)
 - Λέβητες με καυστήρες μεταβλητού ρυθμού καύσης (15% έως 100%)
 - Κατανομή του φορτίου σε περισσότερους (μικρότερους) λέβητες

Ενδοδαπέδια θέρμανση

- Πλεονεκτεί γιατί λειτουργεί με χαμηλής θερμοκρασίας νερό (30-45°C) που μπορεί να παράγεται κατά ενεργειακά αποδοτικό τρόπο από ηλιοθερμικό σύστημα ή αντλία θερμότητας αέρα/νερού ή αβαθούς γεωθερμίας ή και με φυσικό αέριο ή υγραέριο ενώ λειτουργεί ως σύστημα δροσισμού αν τροφοδοτηθεί με ψυχρό νερό (14-22°C).
- Μειονεκτεί στο ότι για να καλυφθούν οι θερμικές απώλειες, ιδιαίτερα σε ψυχρά κλίματα, είναι πιθανόν να χρειαστεί και πρόσθετη ενέργεια σε υψηλότερη θερμοκρασία. Αντίστοιχα, το καλοκαίρι, η πλήρης κάλυψη των ψυκτικών φορτίων θα απαιτήσει την εγκατάσταση πρόσθετων κλιματιστικών συσκευών.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συστ. Παραγωγής Θ-Ψ-Κ Υψηλής Απόδοσης: *Συστ. ψύξης-κλιματ.*

Ψυκτικά συγκροτήματα για αντιμετώπιση μερικών φορτίων

- Επειδή η εγκατάσταση ψύξης λειτουργεί συνήθως σε συνθήκες μειωμένου φορτίου, πρέπει να προσφέρεται κάθε φορά μόνο η απαραίτητη ψυκτική ισχύς.
- Τεχνολογίες που μπορούν να υιοθετηθούν στη φάση σχεδιασμού της εγκατάστασης:
 - Ψύκτες πολλαπλών συμπιεστών
 - Ψύκτες με έναν συμπιεστή μεταβλητής ταχύτητας ή με βαθμίδες αποφόρτισης,
 - Κατανομή του φορτίου σε περισσότερους (μικρότερους) ψύκτες

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συστ. Παραγωγής Θ-Ψ-Κ Υψηλής Απόδοσης: Συστ. ψύξης-κλιματ.

Συντελεστές COP & EER

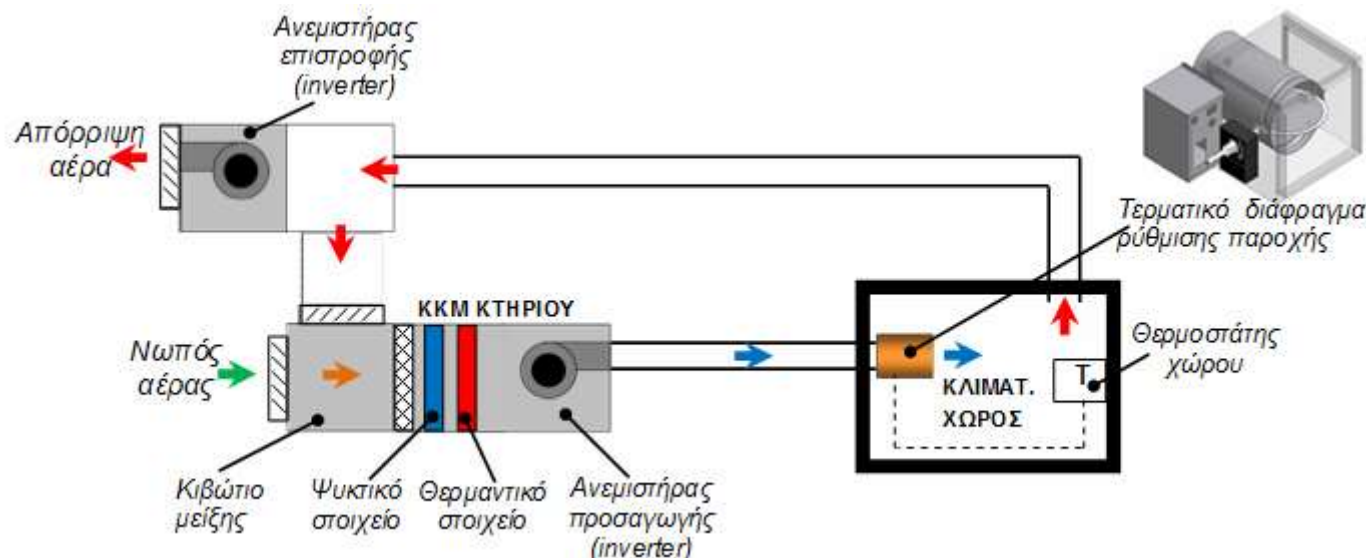
Τάξη ενεργει- ακής απόδο- σης	Αερόψυκτες συσκευές			Υδροψυκτες συσκευές	
	Όρια κατηγορίας			Όρια κατηγορίας	
	Συντελ. ενεργειακής απόδοσης (COP) της συσκευής κατά τη λειτουργία θέρμανσης υπό πλήρες φορτίο, σύμφωνα με μεθόδους δοκιμών που καθορίζονται στα εναρμονισμένα πρότυπα (σε συνθήκες T1+7C).				
	Διαιρούμενες και πολυδιαιρούμενες συσκευές	Συσκευές μονομπλόκ	Συσκευές μονού αεραγωγού	Διαιρούμενες και πολυδιαιρούμενες συσκευές	Συσκευές μονομπλόκ
A	COP > 3,60	COP > 3,40	COP > 3,00	COP > 4,00	COP > 4,70
B	3,60 ≥ COP > 3,40	3,40 ≥ COP > 3,20	3,00 ≥ COP > 2,80	4,00 ≥ COP > 3,70	4,70 ≥ COP > 4,40
C	3,40 ≥ COP > 3,20	3,20 ≥ COP > 3,00	2,80 ≥ COP > 2,60	3,70 ≥ COP > 3,40	4,40 ≥ COP > 4,10
D	3,20 ≥ COP > 2,80	3,00 ≥ COP > 2,60	2,60 ≥ COP > 2,40	3,40 ≥ COP > 3,10	4,10 ≥ COP > 3,80
E	2,80 ≥ COP > 2,60	2,60 ≥ COP > 2,40	2,40 ≥ COP > 2,10	3,10 ≥ COP > 2,80	3,80 ≥ COP > 3,50
F	2,60 ≥ COP > 2,40	2,40 ≥ COP > 2,20	2,10 ≥ COP > 1,80	2,80 ≥ COP > 2,50	3,50 ≥ COP > 3,20
G	2,40 ≥ COP	2,20 ≥ COP	1,80 ≥ COP	2,50 ≥ COP	3,20 ≥ COP

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συστ. Παραγωγής Θ-Ψ-Κ Υψηλής Απόδοσης: Συστ. ψύξης-κλιματ.

Συστήματα μεταβαλλόμενης παροχής αέρα (ΜΠΑ ή VAV)

- Κάθε ζώνη τροφοδοτείται με αέρα μέσω ενός κεντρικού αυτόματου διαφράγματος ρύθμισης της παροχής, ελεγχόμενο από ένα θερμοστάτη της ζώνης. Η μέγιστη παροχή υπολογίζεται με βάση την αιχμή φορτίου της ζώνης.
- Χρήση σε εγκαταστάσεις μεσαίας ή μεγάλης ισχύος, αλλά χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις ακριβούς ρύθμισης της υγρασίας κατά τη χειμερινή περίοδο.
- Εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας **10-20%**, εξαρτώμενη από τις ειδικές συνθήκες σχεδιασμού και λειτουργίας της εγκατάστασης και των δυνατοτήτων του ίδιου του συστήματος. Η χρήση ανεμιστήρων μεταβλητών στροφών συμβάλλει σε ακόμη οικονομικότερη λειτουργία.



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συστ. Παραγωγής Θ-Ψ-Κ Υψηλής Απόδοσης: Συστ. ψύξης-κλιματ.

Συστήματα μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου (ΜΟΨ ή VRV ή VRF)

- Πολυδαιρούμενο σύστημα αντλίας θερμότητας, όπου σε μία μονάδα εξωτ. χώρου συνδέονται πολλές εσωτερικές μονάδες για τον κλιματισμό των χώρων, μέσω δικτύου σωληνώσεων ψυκτικού μέσου, ώστε να επιτυγχάνεται πλήρως αυτόνομη λειτουργία καθεμιάς. Η μονάδα εξωτ. χώρου διαθέτει συμπιεστή μεταβλητών στροφών (inverter) που απορροφά ηλεκτρική ισχύ σχεδόν ανάλογα με τις απαιτήσεις του ψυκτικού (ή θερμαντικού) φορτίου. Το σύστημα με 3 σωλήνες κυκλοφορίας του ψυκτικού μέσου, έχει δυνατότητα ταυτόχρονης ψύξης ή θέρμανσης σε διαφορετικούς χώρους.
- Χρήση σε εγκαταστάσεις μικρής και μεσαίας ισχύος, αλλά χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις ακριβούς ρύθμισης της υγρασίας κατά τη χειμερινή περίοδο.
- Εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας **20-40%**, εξαρτώμενη από τις ειδικές συνθήκες σχεδιασμού και λειτουργίας της εγκατάστασης και των δυνατοτήτων του ίδιου του συστήματος, αλλά και από το αν το σύστημα θα έχει δυνατότητα ταυτόχρονης ψύξης ή θέρμανσης σε διαφορετικούς χώρους.

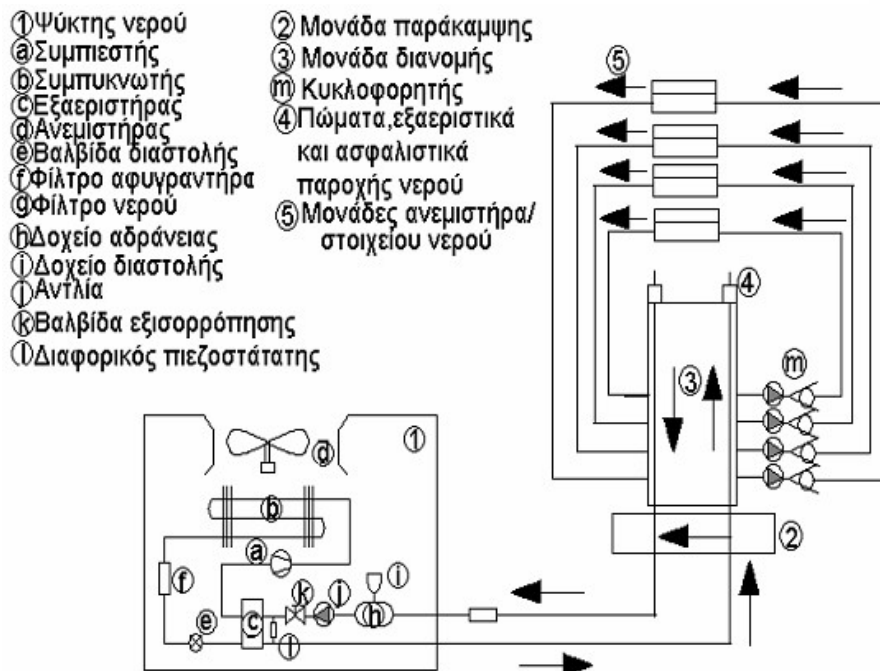


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συστ. Παραγωγής Θ-Ψ-Κ Υψηλής Απόδοσης: Συστ. ψύξης-κλιματ.

Πολυζωνικά συστήματα νερού (ΠΟΣΝ)

- Οι εσωτερικές μονάδες τροφοδοτούνται από ένα πρωτεύον κύκλωμα νερού (ψυχρού ή θερμού), με ανεξάρτητους μικρούς κυκλοφορητές. Η λειτουργία των κυκλοφορητών ελέγχεται από χειριστήριο στον αντίστοιχο χώρο, ώστε να επιτυγχάνεται πλήρως αυτόνομη λειτουργία. Το σύστημα δεν έχει δυνατότητα ταυτόχρονης ψύξης ή θέρμανσης σε διαφορετικούς χώρους.
- Χρήση σε εγκαταστάσεις μικρής και μεσαίας ισχύος, σε κτήρια με ανεξάρτητους χώρους (ή ιδιοκτησίες), όπου είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί συμβατικό σύστημα ψύξης-θέρμανσης με νερό και Τοπικές Μονάδες Ανεμιστήρα-Στοιχείου (Τ.Μ.Α.Σ.).
- Εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας **8-15%**, εξαρτώμενη κυρίως από τις συνθήκες χρήσης της εγκατάστασης, δηλαδή του βαθμού ανεξαρτησίας λειτουργίας που θα εμφανιστεί, σε σχέση με απλό σύστημα κλιματισμού με νερό και ΤΜΑΣ.



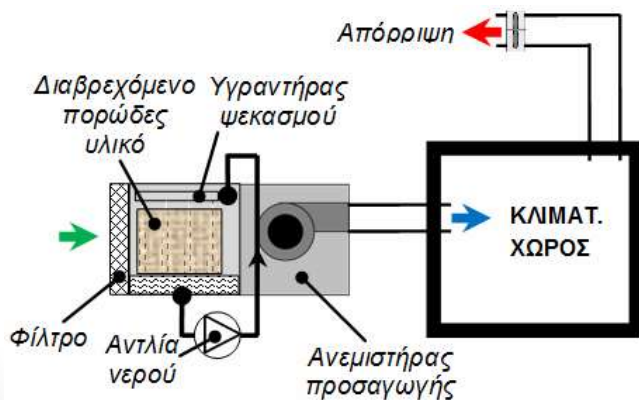
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συστ. Παραγωγής Θ-Ψ-Κ Υψηλής Απόδοσης: *Εναλ. Συστ. ψύξης-κλιμ.*

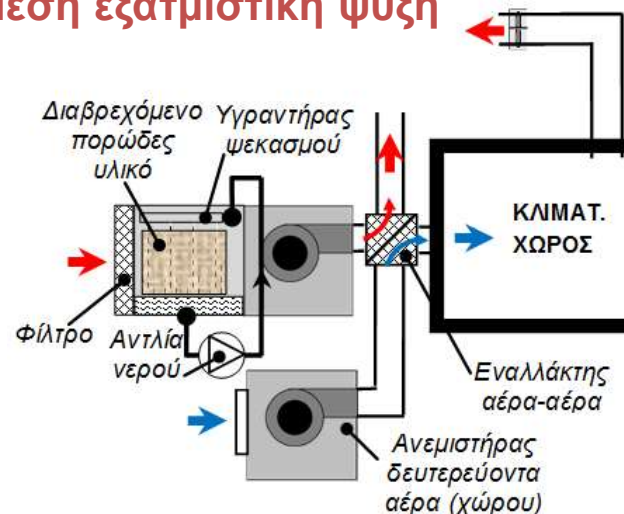
Εξατμιστική ψύξη

- Βασίζεται στη δυνατότητα του αέρα (που δεν είναι σε κατάσταση κορεσμού), όταν έλθει σε επαφή με υγρή επιφάνεια, να εξατμίζει μικρή ποσότητα του νερού, υπό την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία του νερού είναι υψηλότερη από το σημείο δρόσου του αέρα. Η απαιτούμενη λανθάνουσα θερμότητα εξατμίσσης του νερού προσφέρεται (μερικώς) και από τον αέρα που έτσι η θερμοκρασία του μειώνεται. Ταυτόχρονα όμως, το περιεχόμενο υγρασίας του αέρα αυξάνεται.
- Πολύ χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (καταναλώνεται μόνο σε ανεμιστήρες και αντλίες) αλλά απαιτεί διαθεσιμότητα νερού. Ιδιαίτερα συμφέρουσα για μείωση θερμοκρασίας σε βιομηχανικούς χώρους με σημαντικά θερμικά κέρδη.

Άμεση εξατμιστική ψύξη



Έμμεση εξατμιστική ψύξη



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚ/ΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συστ. Παραγωγής Θ-Ψ-Κ Υψηλής Απόδοσης: *Εναλ. Συστ. ψύξης-κλιμ.*

Ψύξη αφύγρανσης (με υγροσκοπικά υλικά)

- Όταν στο χώρο υπάρχουν υψηλά λανθάνοντα φορτία ή επιβάλλεται η σχετική υγρασία του να είναι κάτω από 50%, η επί πλέον υγρασία από το χώρο μπορεί να αφαιρεθεί είτε με σύστημα μεταθέρμανσης (που είναι αποτελεσματική και εύκολη μέθοδος, αλλά εξαιρετικά ενεργοβόρα) είτε να απορροφηθεί/προσροφηθεί από υγροσκοπικά υλικά (desiccants).
- Ο κύκλος αφύγρανσης εν συντομία:
 - Αφύγρανση αέρα: το υλικό αφύγρανσης «γεμίζει» με υδρατμούς (και θερμαίνεται λίγο)
 - Αναγέννηση υλικού αφύγρανσης: η υγρασία που έχει απορροφηθεί αποβάλλεται στο περιβάλλον, με θέρμανση του υλικού.
 - Ψύξη υλικού: Με οποιοδήποτε τρόπο, ώστε να είναι ικανό να απορροφήσει ξανά υγρασία.

Εξοικονομητές νερού

- Συστήματα όπου ο αέρας προσαγωγής ψύχεται έμμεσα με νερό το οποίο βρίσκεται διαθέσιμο ή φθάνει σε χαμηλή θερμοκρασία, χωρίς μηχανική ψύξη. Έτσι σε ενδιάμεσες εποχές, είναι δυνατή η κάλυψη των μειωμένων φορτίων, με ενεργειακά αποδοτικό τρόπο.

ΑΣΚΗΣΗ

- Συγκρίνατε τη θέρμανση μιας κατοικίας με τις εξής 5 διαφορετικές μεθόδους-συστήματα:
 - Σύστημα 1: Κεντρική θέρμανση με χρήση πετρελαίου
 - Σύστημα 2: Κεντρική θέρμανση με χρήση υγραερίου
 - Σύστημα 3: Κεντρική θέρμανση με χρήση πυρηνόξυλου
 - Σύστημα 4: Θέρμανση με τζάκι υψηλής απόδοσης
 - Σύστημα 5: Αντλία θερμότητας (κλιματισμός)
-
- Οι ανάγκες θέρμανσης κατοικίας είναι 14.000 kcal/h
 - Η θέρμανση της κατοικίας θα γίνεται 1.100 h/έτος

ΑΣΚΗΣΗ

- **Δίνονται:**

- θερμογόνο δύναμη πετρελαίου 9.500 Kcal/Kg
- θερμογόνο δύναμη υγραερίου 11.000 Kcal/Kg
- θερμογόνο δύναμη πυρηνόξυλου 3.500 Kcal/Kg
- θερμογόνο δύναμη ξύλου (για το τζάκι) 4,000 Kcal/Kg
-
- Βαθμός απόδοσης συστήματος 1 84%
- Βαθμός απόδοσης συστήματος 2 92%
- Βαθμός απόδοσης συστήματος 3 73%
- Βαθμός απόδοσης συστήματος 4 70%
- Βαθμός απόδοσης συστήματος 5 COP = 3,5

ΑΣΚΗΣΗ

- **Δίνονται:**

- Κόστος συστήματος 1 1,3 €/lt
- Κόστος συστήματος 2 0,9 €/lt
- Κόστος συστήματος 3 100 €/tn
- Κόστος συστήματος 4 150 €/tn
- Κόστος συστήματος 5 1,11 €/kWh

$$1 \text{ KWH} = 861 \text{ KCAL}$$

$$1 \text{ BTU} = 0,252 \text{ KCAL}$$

$$1 \text{ JOULE} = 0,24 \text{ CAL}$$

$$1 \text{ KCAL} = 10^3 \text{ CAL}$$

$$1 \text{ MCAL} = 10^6 \text{ CAL}$$

$$1 \text{ GCAL} = 10^9 \text{ CAL}$$

$$1 \text{ TCAL} = 10^{12} \text{ CAL}$$

ΑΣΚΗΣΗ

Ο βαθμός απόδοσης ορίζεται ως εξής:

- Βαθμός απόδοσης συστήματος =
$$\frac{\text{ωφέλιμη ενέργεια}}{\text{προσδιδόμενη ενέργεια}}$$
- Η ωφέλιμη ενέργεια που αποδίδει ένα σύστημα θέρμανσης
- Ωφέλιμη ενέργεια = θερμογόνος δύναμη καυσίμου X ποσότητα καυσίμου X βαθμό απόδοσης

Υπολογίσατε

- α) Τις ετήσιες ποσότητες των καταναλισκόμενων καυσίμων για τη θέρμανση της κατοικίας με τις πέντε διαφορετικές μεθόδους
- β) Το ετήσιο κόστος του καταναλισκόμενου καυσίμου για τη κάθε μία περίπτωση
- γ) Σε τι συμπεράσματα καταλήγετε για τη βιομάζα όσον αφορά τη χρήση της για θέρμανση μιας κατοικίας;

ΑΣΚΗΣΗ

- **ΛΥΣΗ:**
- Καταγράφουμε τα στοιχεία σε Πίνακα:

α/α	Ώρες λειτουργίας [h/έτος]	Συστήματα	ΚΘΔ	μονάδα	Απόδοση [%]	Κόστος	μονάδα
1	1100	Πετρέλαιο	9500	kcal/lt	84%	1,3	€/lt
2	1100	Υγραέριο	11000	kcal/lt	92%	0,9	€/lt
3	1100	Πυρηνόξυλο	3500	kcal/kg	73%	0,1	€/kg
4	1100	Τζάκι - ξύλο	4000	kcal/kg	70%	0,15	€/kg
5	1100	Κλιματιστικό (αντλία θερμότητας)		COP	3,5	0,11	€/kWh

ΑΣΚΗΣΗ

- Υπολογίζουμε τις ετήσιες ανάγκες θέρμανσης:
- Ε ετήσιο = 14.000 [kcal/h]*1100 [h/year]=**15,4*10⁶ kcal /year**
- Υπολογίζουμε το ενεργειακό περιεχόμενο για το κάθε σύστημα (συμπληρώνω τον Πίνακα):

- $E_{\text{πετρ}} = \frac{15,4 \cdot 10^6}{0,84} = 18,33 \cdot 10^6 \text{ kcal/year}$

- $E_{\text{υγρ}} = \frac{15,4 \cdot 10^6}{0,92} = 16,74 \cdot 10^6 \text{ kcal/year}$

- $E_{\text{πυρ}} = \frac{15,4 \cdot 10^6}{0,73} = 21,06 \cdot 10^6 \text{ kcal/year}$

- $E_{\text{ξυλ}} = \frac{15,4 \cdot 10^6}{0,7} = 22 \cdot 10^6 \text{ kcal/year}$

- $E_{\text{ηλεκτρικό}} = \frac{15,4 \cdot 10^6}{3,5} = 4,40 \cdot 10^6 \text{ kcal/year}$

ΑΣΚΗΣΗ

- Υπολογίζουμε τις απαιτούμενες ποσότητες από κάθε καύσιμο και την ενέργεια για το κλιματιστικό (συμπληρώνουμε τον Πίνακα)

$$\bullet V_{\text{πετρο}} = \frac{18,33 \cdot 10^6 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{y}} \right]}{9500 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{lt}} \right]} = 1.929,8 \left[\frac{\text{lt}}{\text{y}} \right]$$

$$\bullet V_{\text{υγρο}} = \frac{16,74 \cdot 10^6 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{y}} \right]}{11000 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{lt}} \right]} = 1.521,7 \left[\frac{\text{lt}}{\text{y}} \right]$$

$$\bullet V_{\text{πυρο}} = \frac{21,10 \cdot 10^6 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{y}} \right]}{3500 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]} = 6.027,4 \left[\frac{\text{kg}}{\text{y}} \right]$$

$$\bullet V_{\text{ξυλο}} = \frac{22 \cdot 10^6 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{y}} \right]}{4000 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]} = 5500 \left[\frac{\text{kg}}{\text{y}} \right]$$

$$\bullet E_{\eta\lambda} = 4,81 \cdot 10^6 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{y}} \right] * \frac{1}{861} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kcal}} \right] = 5.589,4 \left[\frac{\text{kWh}}{\text{y}} \right]$$

ΑΣΚΗΣΗ

- Υπολογίζουμε το ετήσιο κόστος για κάθε σύστημα (συμπληρώνω τον Πίνακα)

α/α	Ώρες λειτουργίας [h/έτος]	Συστήματα	ΚΩΔ	μονάδα	Απόδοση [%]	Κόστος	μονάδα	Απαιτούμενη ενέργεια [kcal/year] *10 ⁶	Απαιτούμενες ποσότητες [kg or lt/year] and kWh/year	Ετήσιο Κόστος [€/year]
1	1100	Πετρέλαιο	9500	kcal/lt	84%	1,3	€/lt	18,33	1.929,8	2.508,77 €
2	1100	Υγραέριο	11000	kcal/lt	92%	0,9	€/lt	16,74	1.521,7	1.369,57 €
3	1100	Πυρηνόξυλο	3500	kcal/kg	73%	0,1	€/kg	21,10	6.027,4	602,74 €
4	1100	Τζάκι - ξύλο	4000	kcal/kg	70%	0,15	€/kg	22,00	5.500,0	825,00 €
5	1100	Κλιματιστικό (αντλία θερμότητας)		COP	3,5	0,11	€/kWh	4,40	5.110,3	562,14 €

- Συμπεράσματα