

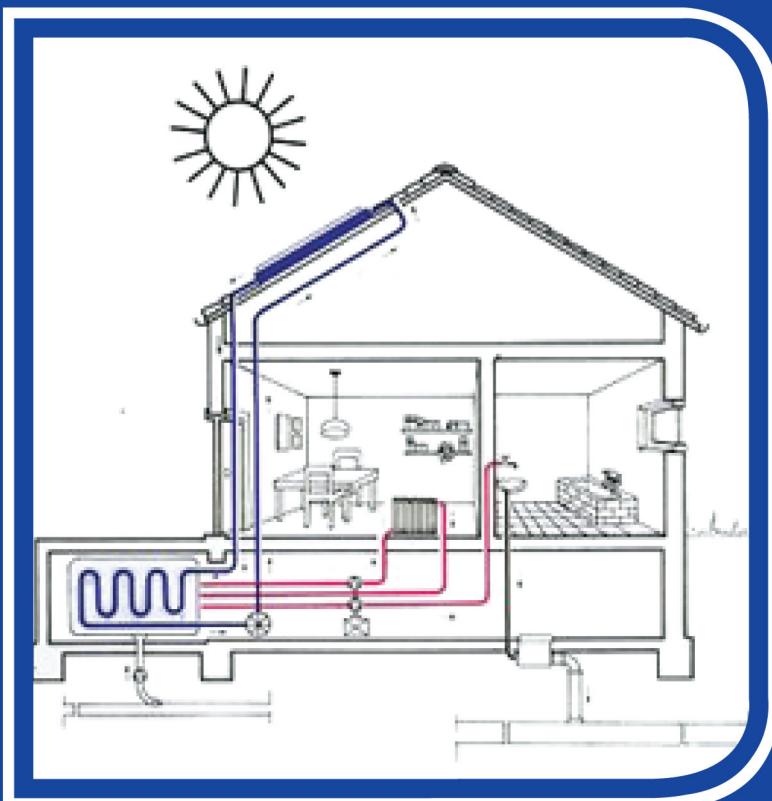


ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ

Δημ. Ι. Ιωαννίδη Μαν. Ι

Γεωργακάκη

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ Ε.Μ.Π.





1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ο ιδρυτής και χορηγός του «Ιδρύματος Ευγενίδου», πολύ νωρίς προέβλεψε και σχημάτισε την πεποίθηση ότι η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας, σε συνδυασμό με την εθνική αγωγή, θα ήταν αναγκαίος και αποφασιστικός παράγων για την πρόοδο του Έθνους μας.

Την πεποίθησή του αυτή ο Ευγενίδης εκδήλωσε με τη γενναιόφρονα πράξη ευεργεσίας, να κληροδοτήσει σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος, που θα είχε ως σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Έτσι, το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το «Ιδρυμα Ευγενίδου», του οποίου τη διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του Μαρ. Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη. Το έργο του Ιδρύματος συνεχίζει από το 1981 ο κ. Νικόλαος Βερνίκος - Ευγενίδης.

Από το 1956 έως σήμερα η συμβολή του Ιδρύματος στην τεχνική εκπαίδευση πραγματοποιείται με διάφορες δραστηριότητες. Όμως απ' αυτές η σημαντικότερη, που κρίθηκε από την αρχή ως πρώτης ανάγκης, είναι η έκδοση βιβλίων για τους μαθητές των Τεχνικών και Επαγγελματικών Σχολών και Λυκείων.

Μέχρι σήμερα, με τη συνεργασία με τα Υπουργεία Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και Εμπορικής Ναυτιλίας, εκδόθηκαν εκατοντάδες τόμοι βιβλίων, που έχουν διατεθεί σε πολλά εκατομμύρια αντίτυπα. Τα βιβλία αυτά κάλυπταν ή καλύπτουν ανάγκες των Κατωτέρων και Μέσων Τεχνικών Σχολών του Υπ. Παιδείας, των Σχολών του Οργανισμού Απασχολήσεως Εργατικού Δυναμικού (ΟΑΕΔ), των Τεχνικών και Επαγγελματικών Λυκείων, των Τεχνικών Επαγγελματικών Σχολών και των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού.

Μοναδική φροντίδα του Ιδρύματος σ' αυτή την εκδοτική του προσπάθεια ήταν και είναι η συγγραφή και έκδοση βιβλίων ποιότητας, από άποψη όχι μόνον επιστημονική, παιδαγωγική και γλωσσική, αλλά και ως προς την εμφάνιση, ώστε το βιβλίο να αγαπηθεί από τους μαθητές.

Για την επιστημονική και παιδαγωγική αρτιότητα των βιβλίων τα κείμενα υποβάλλονται σε πολλές επεξεργασίες και βελτιώνονται πριν από κάθε νέα έκδοση συμπληρούμενα καταλλήλως.

Ιδιαίτερη σημασία απέδωσε το Ίδρυμα από την αρχή στη γλωσσική διατύπωση των βιβλίων, γιατί πιστεύει ότι και τα τεχνικά βιβλία, όταν είναι γραμμένα σε γλώσσα σωστή και ομοιόμορφη αλλά και κατάλληλη για τη στάθμη των μαθητών, μπορούν να συμβάλλουν στη γλωσσική κατάρτιση των μαθητών.

Έτσι, με απόφαση που ίσχυσε ήδη από το 1956, όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Τεχνίτη, δηλαδή τα βιβλία για τις τότε Κατωτέρες Τεχνικές Σχολές, όπως αργότερα και για τις Σχολές του ΟΑΕΔ, ήταν γραμμένα σε γλώσσα δημοτική, με βάση τη γραμματική του Τριανταφυλλίδη, ενώ όλα τα άλλα βιβλία ήταν γραμμένα στην

απλή καθαρεύουσα. Σήμερα ακολουθείται η γραμματική που διδάσκεται στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσεως. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων ανατίθεται σε φιλολόγους του Ιδρύματος και έτσι εξασφαλίζεται η ενιαία σύνταξη και ορολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

Η ποιότητα του χαρτιού, το είδος των τυπογραφικών στοιχείων, τα σωστά σχήματα, η καλαίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου, περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ιδρύματος και συμβάλλουν στη σωστή «λειτουργικότητα» των βιβλίων.

Το Ίδρυμα θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ιδρυτή του, να θέσῃ τη διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας το 1978 και την έκδοση των βιβλίων για τις νέες Τεχνικές Επαγγελματικές Σχολές και τα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα πάντοτε με τα εγκεκριμένα Αναλυτικά Προγράμματα του Π.Ι. και του ΥΠΕΠΘ.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.

Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.

Σταμάτης Παλαιοκρασσάς, Σύμβουλος – Αντιπρόεδρος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Χρήστος Σιγάλας, Δ/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.

Σύμβουλος επί των εκδόσεων του Ιδρύματος **Κων. Μανάφης**, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας της Επιτροπής, **Γεώργιος Ανδρεάκος**.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

Γεώργιος Κακριδής (1955-1959) Καθηγητής ΕΜΠ, Άγγελος Καλογεράς (1957-1970) Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιας (1957-1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαήλ Σπετσιέρης (1956-1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960-1967), Θεόδωρος Κουζέλης (1968-1976) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Παναγιώτης Χατζηιωάννου (1977-1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Αλέξανδρος Ι. Παππάς (1955-1983) Καθηγητής ΕΜΠ, Χρυσόστομος Καβουνίδης (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Γεώργιος Ρουσσός (1970-1987) Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ, Δρ. Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου (1982-1984) Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Ιγνάτιος Χατζηευστρατίου (1985-1988) Μηχανολόγος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Γεώργιος Σταμάτου (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Σωτ. Γκλαβάς (1989-1993), Φιλόλογος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.





Γ' ΤΑΞΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ

ΔΗΜΗΤΡΗ ΙΩΑΝ. ΙΩΑΝΝΙΔΗ

ΜΗΧ/ΓΟΥ – ΗΛΕΚ/ΓΟΥ Ε.Μ.Π.

M. Eng. Concordia Univ.

π. Καθηγητού Τεχνικού Κολλεγίου Vanier, Καναδά

ΜΑΝΩΛΗ ΙΩΑΝ. ΓΕΩΡΓΑΚΑΚΗ

ΜΗΧ/ΓΟΥ – ΗΛΕΚ/ΓΟΥ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ

2003



Α' ΕΚΔΟΣΗ 1983



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό απευθύνεται στους μαθητές της Γ' τάξεως του Μηχανολογικού Τομέα των Τεχνικών Λυκείων και παρέχει τα απαραίτητα στοιχεία για βασικές γνώσεις ως προς τη χρησιμότητα, τις δυνατότητες, τη λειτουργία και τη συντήρηση των κυριοτέρων εγκαταστάσεων Θερμάνσεως. Γι' αυτό, το περιεχόμενό του είναι κυρίως περιγραφικό με πολύ περιορισμένη χρήση μαθηματικών υπολογισμών. Έτσι δεν αποτελεί σε καμιά περίπτωση εγχειρίδιο όπως είναι τα εγχειρίδια που χρησιμοποιούν οι μελετητές για τον υπολογισμό και την επιλογή των καταλλήλων εγκαταστάσεων θερμάνσεως. Σε μερικά κεφάλαια δίνονται μερικά στοιχεία (πίνακες, τύποι υπολογισμού, διαγράμματα κλπ.), κατάλληλα για τον καθηγητή και τους μαθητές του, όχι όμως επαρκή για το μηχανικό μελετητή. Σημειώνομε εδώ ότι το βιβλίο αποτελεί μέρος της σειράς που αφορά Θέρμανση - Ψύξη - Κλιματισμό και αλληλοσυμπληρώνεται με τα βιβλία «Κλιματισμός» και «Ψυκτικές μηχανές και εγκαταστάσεις». Πιο συγκεκριμένα, το βιβλίο καλύπτει κυρίως τις εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται μόνο για θέρμανση. Οι εγκαταστάσεις που είναι μόνο για ψύξη καλύπτονται από το βιβλίο «Ψυκτικές μηχανές και εγκαταστάσεις» και εκείνες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για θέρμανση και για ψύξη από το βιβλίο «Κλιματισμός».

Στις σελίδες που ακολουθούν παρέχονται στην εισαγωγή στοιχεία ως προς το σκοπό και τη χρησιμότητα των θερμάνσεων σε συνδυασμό με την ιστορική τους εξέλιξη, επίσης κατατάσσονται τα συστήματα θερμάνσεως και γίνεται αναφορά στα πρότυπα και τους κανονισμούς που έχουν εφαρμογή στις θερμάνσεις. Ακολούθως το βιβλίο χωρίζεται σε τρεις βασικές ενότητες. Στην πρώτη ενότητα (κεφάλαια 2 και 3) δίνονται οι απαραίτητες για την κατανόηση του βιβλίου πληροφορίες ως προς τα αέρια, τον ατμοσφαιρικό αέρα και τις πηγές θερμικής ενέργειας. Στη δεύτερη ενότητα (κεφάλαια 4, 5, 6 και 7) περιγράφεται το περιεχόμενο των εγκαταστάσεων θερμάνσεως και στην τρίτη ενότητα (κεφάλαια 8, 9, 10, 11 και 12) δίνονται μερικά από τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών και των βασικών τμημάτων των εγκαταστάσεων θερμάνσεως (μηχανημάτων, θερμαντικών σωμάτων, σωληνώσεων και αεραγωγών).

Τέλος, στα παραρτήματα δίνονται στοιχεία και πίνακες για τα διάφορα μεγέθη, σύμβολα και συστήματα μονάδων που χρησιμοποιούνται στο βιβλίο, καθώς και πίνακες που αναφέρονται σε κεφάλαια του βιβλίου. Είναι αυτονότητα ότι οι πίνακες αυτοί δεν δίνονται για να τους αποστηθίσει ο μαθητής, αλλά για να μάθει να τους χρησιμοποιεί κάθε φορά που θα χρειασθεί π.χ. να μεταχειρισθεί μονάδες από διάφορα συστήματα μετρήσεων ή σύμβολα για την ανάγνωση ή σχεδίαση διαφόρων διαγραμμάτων και σχεδίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός της Θερμάνσεως – Ιστορική εξέλιξη.

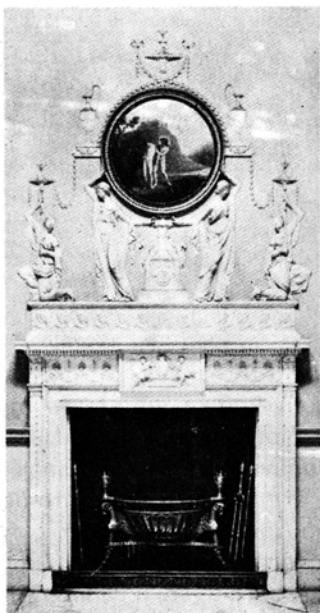
Οι εγκαταστάσεις θερμάνσεως προορισμό έχουν βασικά τον **έλεγχο της θερμοκρασίας ενός χώρου κατά το χειμώνα**. Σε σύγκριση με μια τυπική κλιματιστική εγκατάσταση, η οποία ελέγχει τους 4 βασικούς παράγοντες που προσδιορίζουν το κλιματιστικό περιβάλλον (θερμοκρασία, υγρασία, κίνηση και καθαρότητα αέρα), η εγκατάσταση θερμάνσεως ελέγχει ένα μόνο από αυτούς τους παράγοντες, τη θερμοκρασία, και μάλιστα μόνο κατά μία κατεύθυνση, δηλαδή την αυξάνει. Σημειώνομε εδώ ότι η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει και τη σχετική υγρασία του χώρου, η οποία μειώνεται. Η μεταβολή όμως αυτή της σχετικής υγρασίας στις εγκαταστάσεις θερμάνσεως είναι ανεξέλεγκτη και όχι ελεγχόμενη, όπως είναι στις κλιματιστικές εγκαταστάσεις.

Από τους προϊστορικούς ακόμα χρόνους οι άνθρωποι χρησιμοποίησαν την **φωτιά** για τη θέρμανσή τους. Η φωτιά προερχόταν από τα **ξύλα** που είναι το αρχαιότερο από τα καύσιμα. Τα ξύλα καίγονταν πάνω σε μια **ανοικτή εστία** που χρησίμευε και για τη παρασκευή φαγητών και που θα μπορούσε να λεχθεί ότι αποτελεί την πιο παλιά «συσκευή» **τοπικής θερμάνσεως**, όπως φαίνεται και από τα υπολείμματα από ανοικτές εστίες της Λίθινης ακόμα Εποχής που έχουν βρεθεί. Αργότερα έκαιγαν τα ξύλα σε εστίες-δοχεία, φτιαγμένες από λάσπη και χόρτα. Το κάψιμο των ξύλων όμως, δημιουργούσε πολλούς **καπνούς**. Έτσι από πολύ υπερβολικά, κυρίως στις ακτές της Μεσογείου, την Κίνα και την Ιαπωνία, πρόσεξαν ότι οι **ξυλάνθρακες**, που τους έφτιαχναν από τα ξύλα, ήταν ένα καύσιμο που δεν δημιουργούσε καπνούς.

Μια περαιτέρω εξέλιξη αποτέλεσε η ανακάλυψη της **καπνοδόχου** που την τοποθετούσαν στην αρχή πάνω από το κέντρο της οροφής του χώρου.

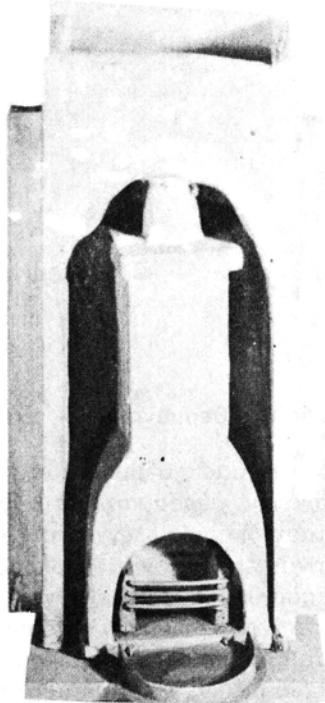
Αργότερα η καπνοδόχος αποτελούσε πρόεκταση του **τζακιού**, το οποίο επινοήθηκε στην Ευρώπη τον 13ο αιώνα, και ήταν η εξέλιξη της ανοικτής εστίας (σχ. 1.1a). Έτσι, ο θερμαινόμενος χώρος απαλλάχθηκε οριστικά όχι μόνο από τους καπνούς, αλλά και από τα αέρια της καύσεως. Οι προσπάθειες για βελτίωση της απόδοσεως των τζακιών (ανοικτών εστιών) δεν ήταν πάντα επιτυχείς και μέχρι και σήμερα ακόμα τα τζάκια έχουν τις μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας, δηλαδή τη μεγαλύτερη σπατάλη καυσίμου. Πολλές φορές τα τζάκια χρησιμοποιούνται μόνο για την ομορφιά και τη χαρούμενη ατμόσφαιρα που δημιουργούν στο χώρο διαμονής.

Οι **σόμπες** (ή **θερμάστρες**), οι οποίες είναι **κλειστές εστίες** φωτιάς με καπνοδόχη για την απαγωγή των καυσαερίων και στις οποίες η απώλεια θερμότητας είναι πο-



Σχ. 1.1α.

Τζάκι του 1760, με στολίδια από στόκο,
στο Ντερμπυσάρι της Αγγλίας.



Σχ. 1.1β.

Η σόμπα του Βενιαμίν Φράνκλιν (1740).

λύ μικρότερη απ' ότι στα τζάκια, φαίνεται πως χρησιμοποιήθηκαν πρώτα από τους Κινέζους, από το 600 π.Χ. Από εκεί, μέσα από τη Ρωσία, οι σόμπες γίνονται γνωστές στη Γερμανία και γενικά στις ευρωπαϊκές χώρες, όπου χρησιμοποιούνται συχνά ακόμα και σήμερα ως εστίες οικογενειακής ζωής.

Από την Ευρώπη, μέσω του Ατλαντικού οι σόμπες βρέθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπου αναφέρεται η βιομηχανική κατασκευή της πρώτης χυτοσιδερένιας σόμπας το 1642. Ο Βενιαμίν Φράνκλιν στα 1740 επινόησε ένα βελτιωμένο μοντέλο σόμπας (σχ. 1.1β), την προκάτοχο της παραδοσιακής **στρογγυλής σόμπας**. Η σόμπα του Βενιαμίν Φράνκλιν, που έκαιγε ξύλα πάνω σε μια σχάρα, θέρμαινε αγροικίες, αλλά και σπίτια σε πόλεις, για περισσότερο από δύο αιώνες. Στον 20ο αιώνα, μοντέλα της κατασκευάζονταν από ασάλι. Η σόμπα αποτελεί ακόμα ένα συνηθισμένο τρόπο οικιακής θερμάνσεως σε ψυχρές χώρες της Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής.

Παραλλαγές της σόμπας που καίει ανθρακίτη, η καύση του οποίου διαρκεί περισσότερο χωρίς ιδιαίτερη επίβλεψη, ήταν κάποτε πολύ διαδομένες, εγκαταλείφθηκαν όμως λόγω του υψηλού κόστους του ανθρακίτη αλλά και λόγω της αυξανόμενης προτιμήσεως άλλων πιο σύγχρονων τύπων σόμπας. Έτσι οι σόμπες πετρελαίου και υγραερίου χρησιμοποιούνται ακόμα πιο πολύ μέχρι και σήμερα, γιατί προσφέρονται με βελτιωμένες μεθόδους αυτόματης ρυθμίσεως της καύσεως. Με τη συνεχιζόμενη μάλιστα, τα τελευταία χρόνια, αύξηση της τιμής του πετρελαίου πρέπει να αναμένεται πλατύτερη χρησιμοποίηση των υγραερίων και ίσως και νέα

στροφή της καταναλώσεως προς το κάρβουνο ως καύσιμο, με τελειότερα ακόμα συστήματα και συσκευές καύσεως.

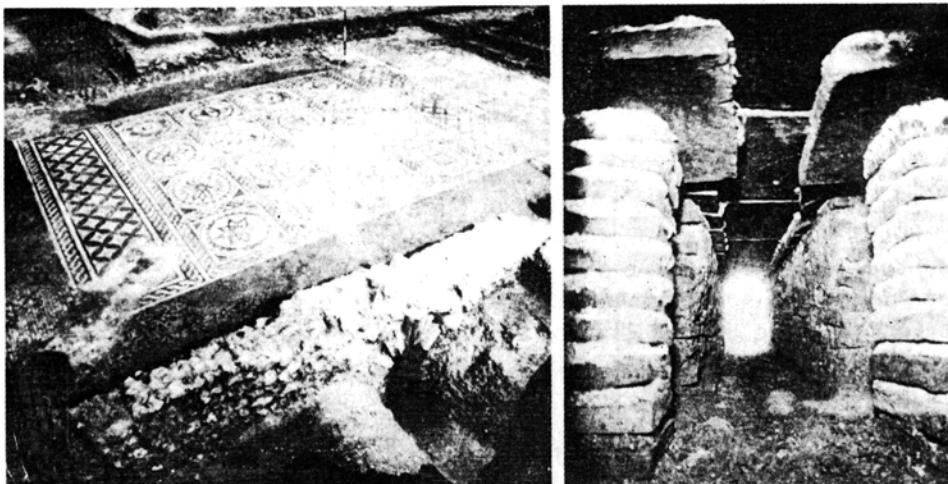
Τέλος, μια τελευταία εξέλιξη στον τομέα της θερμάστρας, αποτελούν οι **θερμοσυσσωρευτές**, οι οποίοι στην ουσία είναι σόμπες αποταμιεύσεως θερμότητας, που κυρίως λειτουργούν με νυκτερινό ηλεκτρικό ρεύμα.

Αυτό που λέμε σήμερα **κεντρική θέρμανση**, δηλαδή θέρμανση ενός χώρου από φωτιά που βρίσκεται έξω από το θερμαινόμενο χώρο, πιστεύεται ότι είχε επινοηθεί από τους Λακεδαιμόνιους, που πρώτοι είχαν χρησιμοποιήσει τα **θερμαινόμενα δάπεδα**. Το Μεγάλο Τέμπλο στην Έφεσο (350 π.Χ.) πιστεύεται ότι θερμαινόταν από οριζόντια τμήματα καπνοδόχων μέσα στο δάπεδο, με χρησιμοποίηση λιγνίτη ως καυσίμου. Παρόλο γάρ που οι Έλληνες αντιλήφθηκαν πρώτοι τα πλεονεκτήματα της κεντρικής θερμάνσεως, οι Ρωμαίοι ήταν εκείνοι που αναδείχθηκαν ως οι ανώτεροι τεχνικοί θερμάνσεως στην αρχαιότητα με το **υποκαυστικό σύστημά** τους, το οποίο διαδόθηκε σε όλη την έκταση της αυτοκρατορίας τους, όπως αποδεικνύεται από κατάλοιπα τέτοιων εγκαταστάσεων που βρέθηκαν σε πολλά μέρη της Ευρώπης (σχ. 1.1γ). Στο κεντρικό αυτό σύστημα θερμάνσεως, το δάπεδο υπερυψωνόταν πάνω σε βάσεις (μικρές κολώνες) και τα θερμά αέρια από την κάμινο διοχετεύονταν στον κενό χώρο κάτω από το δάπεδο, το οποίο έτσι ζεσταίνοταν. Στη συνέχεια τα καυσαέρια απάγονταν μέσω εντοιχισμένων κεραμικών σωλήνων με πλευρικά ανοίγματα εξόδου (χωρίς καμινάδες).

Οι εγκαταστάσεις αυτές στα θερμότερα κλίματα (π.χ. Ιταλία) εφαρμόζονταν κυρίως στα λουτρά, όπως είναι τα Λουτρά του Καρακάλλα (3ος αιώνας μ.Χ.), ενώ στα ψυχρότερα κλίματα (π.χ. Αγγλία) με τα συστήματα αυτά θερμαίνονταν όχι μόνο τα μπάνια, αλλά και τα σαλόνια και μερικές φορές και άλλα δωμάτια. Τα καύσιμα που χρησιμοποιούσαν ήταν ξυλάνθρακες, κομμένα κλαδιά και **κάρβουνο**. Κάρβουνο έχει βρεθεί ότι χρησιμοποιούσαν σε 20 περιπτώσεις κτιρίων στην αρχαία Βρετανία.

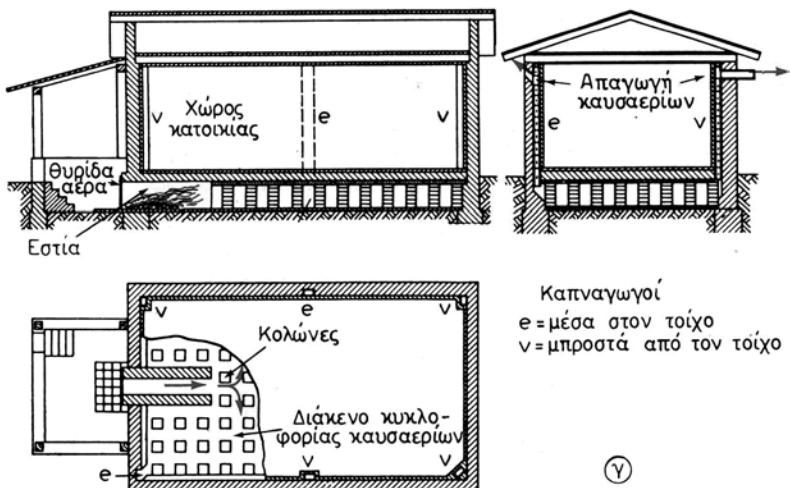
Κατά το Μεσαίωνα παρατηρήθηκε επιστροφή σε λιγότερο πολιτισμένη μορφή ζωής. Έτσι στα κάστρα και τις κατοικίες βρίσκομε πάλι τους πρωτόγονους τρόπους θερμάνσεως. Δηλαδή μεγάλες αίθουσες (με πολλά ρεύματα αέρα) θερμαίνονταν πάλι από μια φωτιά με ξύλα στο κέντρο του πέτρινου πατώματος. Μερικές φορές **κάλυπταν με υφάσματα** τα παράθυρα, τους τοιχους και τα δάπεδα για να περιορίσουν τις απώλειες θερμότητας και τα κρύα ρεύματα. Σε εκκλησίες του 12ου και 13ου αιώνα βρέθηκαν τέτοια καλύμματα με ζωγραφισμένες διάφορες παραστάσεις. Οι άνθρωποι, για να μη κρυώνουν, φορούσαν συνήθως πολύ βαριά γούνινα παλτά, ακόμα και μέσα στα σπίτια τους. Αργότερα προτιμήθηκε πάλι η άνεση που έδινε το ενδοδαπέδιο σύστημα θερμάνσεως των Ελλήνων και των Ρωμαίων.

Μια εξελιγμένη μορφή ενδοδαπέδιας θερμάνσεως ήταν η **θέρμανση αέρα** (καθαρού) σε κανάλια καπναερίων που όδειναν κάτω από το δάπεδο και μέσα στους τοίχους. Μετά το σβήσιμο της φωτιάς και την απαγωγή των καπναερίων, έκλειναν την έξοδο της καπνοδόχου και άνοιγαν στο δάπεδο τις διόδους του αέρα που μέχρι τότε ήταν κλειστές. Για πio αποτελεσματική **αποταμίευση της θερμότητας** των καυσαερίων, πρόσθεταν αργότερα πέτρες σε μια σχάρα πάνω από την εστία της φωτιάς, όπως δείχνει ο τύπος του σχήματος 1.1δ, που άρχισε να εφαρμόζεται στη Γερμανία κατά το 12ο αιώνα. Μετά το σβήσιμο της φωτιάς οι πέτρες απόδιναν την αποθηκευμένη θερμότητα στο ρεύμα αέρα που όδεινε προς τις εξόδους (στόμια) του δαπέδου.



Ⓐ

Ⓑ



Σχ. 1.1γ.

Το υποκαυστικό σύστημα θερμάνσεως των Ρωμαίων.

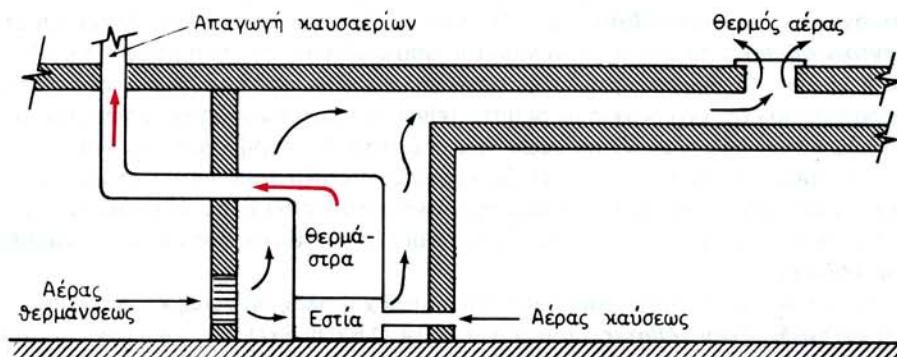
- α) Το μωσαϊκό δάπεδο. β) Οι βάσεις δαπέδου (μικρές κολώνες) και τα διάκενα (κανάλια) κυκλοφορίας των καυσαερίων. γ) Σχηματική παράσταση.

Μια παραπέρα ακόμα ανάπτυξη των κεντρικών θερμάνσεων με αέρα ήταν η χρησιμοποίηση κατά το 18ο αιώνα του **αερολέβητα** (αντί της απλής εστίας φωτιάς). Ο αερολέβητας (σχ. 1.1ε) αποτελούσε μια εξελιγμένη μορφή του τζακιού και της θερμάστρας (σόμπας), έχοντας για πρώτη φορά ξεχωριστές διαδρομές για τα καυσαέρια και τον καθαρό θερμό αέρα: Τα καυσαέρια απάγονται από την καμινάδα, ενώ ο καθαρός αέρας ζεστάνεται στον κενό χώρο μεταξύ του περιβλήματος της θερμάστρας και των κτισμένων τοιχωμάτων που την περιβάλλουν, και από εκεί



Σχ. 1.1δ.

Σύστημα θερμάνσεως του 12ου αιώνα (Γερμανία) με στόμια στο δάπεδο και αποθήκευση θερμότητας σε στρώματα από πέτρες.



Σχ. 1.1ε.

Σχηματικό διάγραμμα αερολέβητα του 18ου αιώνα.

διοχετεύεται στον προς θέρμανση χώρο μέσω των ανοιγμάτων του δαπέδου. Αργότερα εμφανίζονται και αερολέβητες με **σιδερένιες θερμαινόμενες επιφάνειες** και **μεταλλικούς καπναγωγούς**.

Παράλληλα, γίνονται και οι πρώτες προσπάθειες για τον **αυτόματο έλεγχο της θερμοκρασίας** του αερολέβητα. Το 17ο αιώνα ο Δανός μηχανικός και χημικός Κορνήλιος Ντρέμπελ επενόησε ένα **θερμοκρασιακό ρυθμιστή**, που ήταν ίσως το πρώτο σύστημα αυτοματισμού στην Ευρώπη της εποχής εκείνης. Σύμφωνα με το σύστημα αυτό, μέσα σε ένα **θερμόμετρο υδραργύρου** μισοβυθισμένο στον αερολέβητα, τοποθετείται ένα εξάρτημα που επιπλέει πάνω στον υδράργυρο. Με τη βοήθεια διάφορων ράβδων και περιστρεφόμενων συνδέσμων το εξάρτημα αυτό συνδέεται με ένα ανεμοφράκτη (ντάμπερ). Καθώς η θερμοκρασία μεγαλώνει μέσα στον αερολέβητα, ο υδράργυρος ανεβαίνει παρασύροντας και το εξάρτημα που επιπλέει στην επιφάνειά του. Αυτή η κίνηση μεταδίδεται στο ντάμπερ το οποίο ρυθμίζει αντίστοιχα το ρεύμα του αέρα που περνά μέσα από τον αερολέβητα. Αρκετές παραλαγές αυτού του θερμοκρασιακού αυτοματισμού, παρουσιάσθηκαν αργότερα (18ος αιώνας), όπως ο ρυθμιστής του Γουίλλιαμ Χένρυ που χρησιμοποιού-

σε νερό αντί για υδράργυρο και ο **διμεταλλικός** θερμοκρασιακός ρυθμιστής που είχε αντικαταστήσει το θερμόμετρο ρευστού με ένα μεταλλικό αισθητήριο θερμοκρασίας αποτελούμενο από δύο μεταλλικές ράβδους, διαφορετικού συντελεστή διαστολής η κάθε μια, οι οποίες ήταν τοποθετημένες έτσι ώστε η μια να περιβάλλει ομοκεντρικά την άλλη. Καθώς ο αέρας του αερολέβητα γύρω από το διμεταλλικό στοιχείο παρουσίαζε αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας, το στοιχείο εμφάνιζε μιας καθορισμένης κατευθύνσεως κίνηση, η οποία μεταδιδόταν με διάφορους μοχλούς (που περίπου την 100 πλασίαζαν) στο ντάμπερ, το οποίο ρύθμιζε ανάλογα τον αέρα.

Η χρησιμοποίηση του ατμού ως πηγής ισχύος κατά τη βιομηχανική επανάσταση του 18ου και 19ου αιώνα πρόσφερε ένα νέο τρόπο θερμάνσεως, τη **θέρμανση με ατμό**, η οποία χρησιμοποιήθηκε πρώτα για βιομηχανικές ανάγκες στα εργοστάσια. Αργότερα ο τρόπος αυτός θερμάνσεως χρησιμοποιήθηκε και για τη θέρμανση σχολείων, εκκλησιών, δικαστηρίων, ή ακόμα και σπιτιών και θερμοκηπίων.

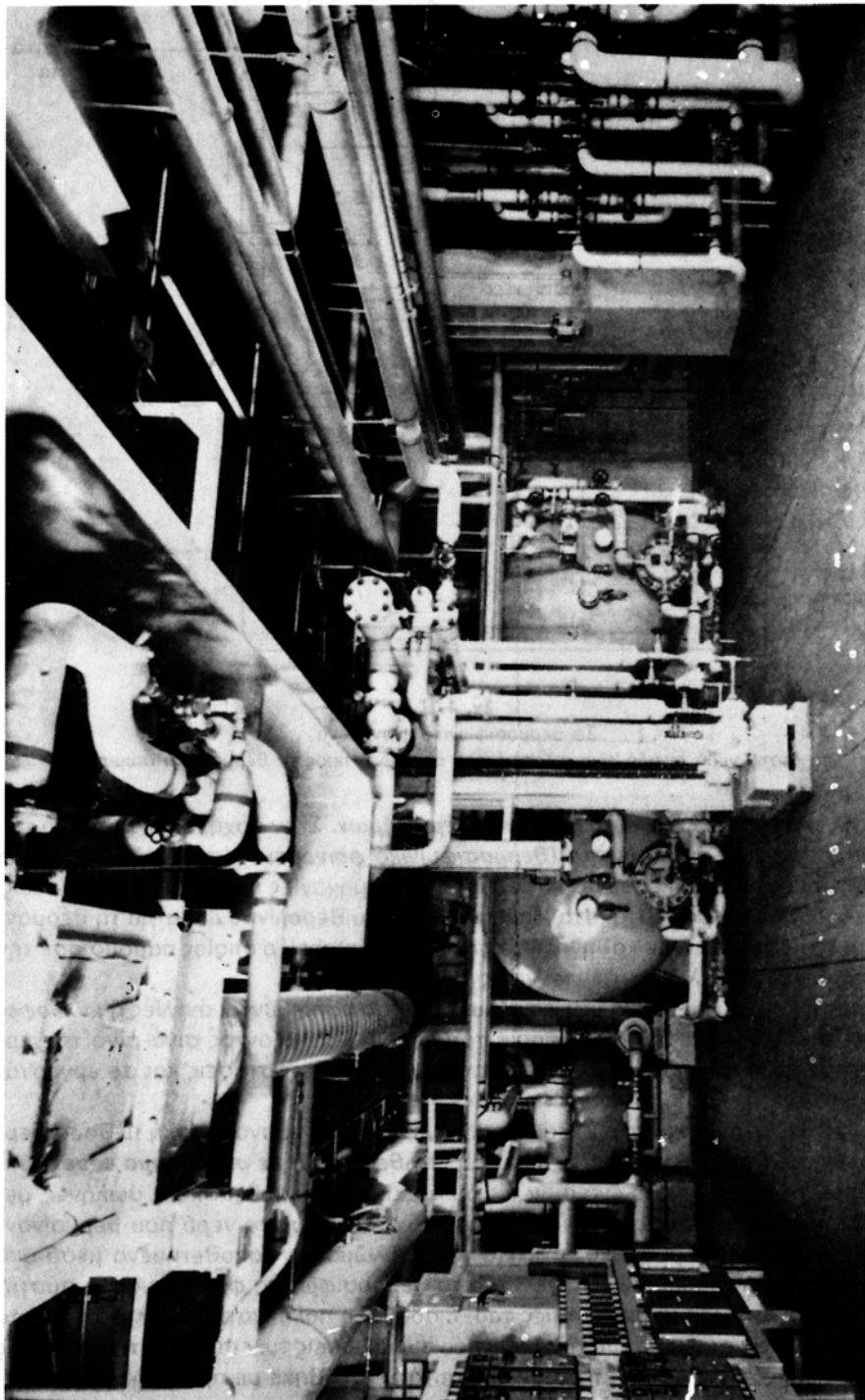
Ο ατμός, που στις πρώτες εφαρμογές για θέρμανση έχει σχετικά ψηλή πίεση, παράγεται στον **ατμολέβητα** (σχ. 1.1στ) και κυκλοφορεί μέσα σε **σωλήνες** και **θερμαντικά σώματα**, τα οποία αποτελούνται από σωλήνες σε απλή μορφή ή σωλήνες με πτερύγια. Ο λέβητας ήταν στην αρχή κυλινδρικός, γιατί οι πρώτοι λεβητοποιοί παρατήρησαν ότι ένα δοχείο με ρευστό τείνει να πάρει κυλινδρικό ή σφαιρικό σχήμα λόγω των εσωτερικών πιέσεων του ρευστού. Το περίβλημα του λέβητα ήταν κατασκευασμένο από φύλλα χάλυβα ενωμένα μεταξύ τους με πιρτσίνια, τεχνική που αναπτύχθηκε σε υψηλό βαθμό πριν αντικατασταθεί στον 20ο αιώνα, από τη συγκόλληση των φύλλων χάλυβα. Γι' αυτό οι λέβητες αυτοί ονομάστηκαν **χαλύβδιοι λέβητες**.

Αργότερα, με τη χρησιμοποίηση του ατμού χαμηλής πιέσεως κατασκευάζονται και **χυτοσιδερένιοι λέβητες**, πρώτα στις ΗΠΑ (1870). Εκεί πρωτοεμφανίζονται και τα **χυτοσιδερένια σπονδυλωτά θερμαντικά σώματα** (1880). Με τη βελτίωση δε των μεθόδων ρυθμίσεως και ελέγχου των εγκαταστάσεων ατμού (έλεγχος πιέσεως ατμού, ρύθμιση εστίας, ρυθμιστικές βαλβίδες κλπ.) επεκτείνεται η χρήση τους, κυρίως σε εφαρμογές μεγάλου μεγέθους.

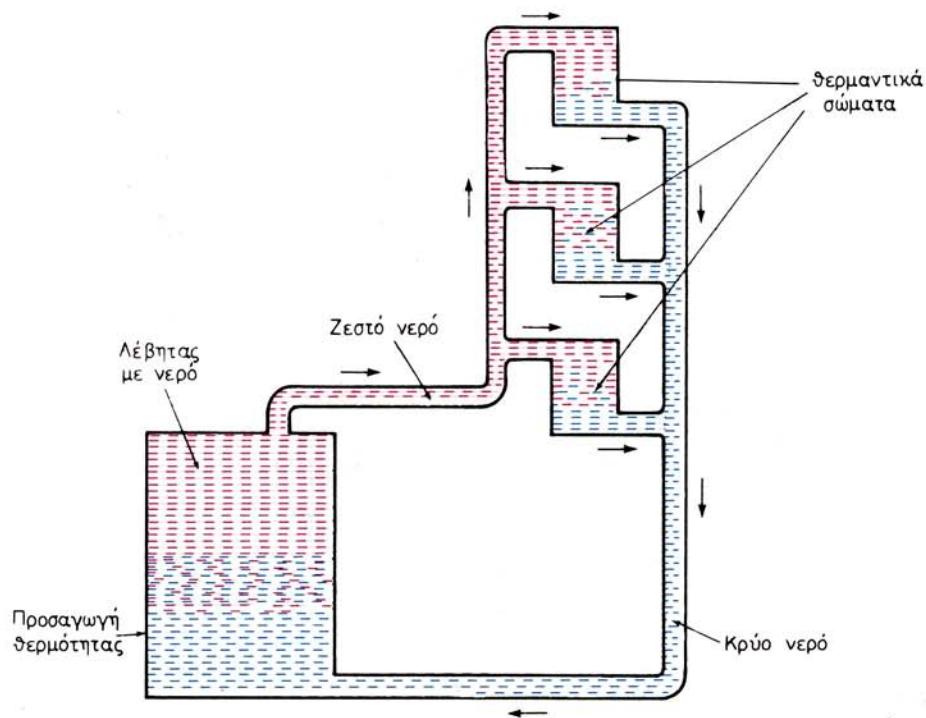
Το 1900 κατασκευάζεται στη Δρέσδη η πρώτη εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως που εξυπηρετεί περισσότερα από ένα κτίριο, η **κεντρική θέρμανση πόλεως**, με πάνω από 10 καταναλωτές και 1000 μέτρα περίπου μέγιστη απόσταση μεταφοράς του ατμού. Το 1928 κατασκευάζεται κάτω από τους δρόμους του Παρισιού ένα δίκτυο που διανέμει μέχρι και σήμερα ατμό για κεντρική θέρμανση σε 2200 καταναλωτές. Ο ατμός παράγεται κεντρικά σε 2 ατμολέβητες, ένα σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και 2 εγκαταστάσεις καύσεως σκουπιδιών.

Οι πολύ θερμές όμως επιφάνειες των εγκαταστάσεων ατμού ξηραίνουν τον αέρα και προκαλούν συχνά μια ανεπιθύμητη μυρωδιά καμένης σκόνης. Έτσι, από τα 1830, αρχίζουν να αναγνωρίζονται τα πλεονεκτήματα του **ζεστού νερού** με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες επιφανειών και την πιο «γλυκιά», σε σύγκριση με τον ατμό, θέρμανση. Ένα από τα πρώτα τέτοια συστήματα ήταν εγκαταστημένο στο Νοσοκομείο του Γουέστμινστερ στο Λονδίνο.

Από τότε, το ζεστό νερό σε χαμηλή πίεση συνεχίζει να παίζει ένα πρωταρχικό ρόλο μεταξύ των μεθόδων θερμάνσεως. Χρησιμοποιείται στα **καλοριφέρ**, σε **θερμάνσεις δαπέδου ή οροφής** και ακόμα για **θέρμανση αέρα** που μοιράζεται στους



Σχ. 1.1στ.
Λεβητοστάσιο με ατμολέβητες.



Σχ. 1.1ζ.

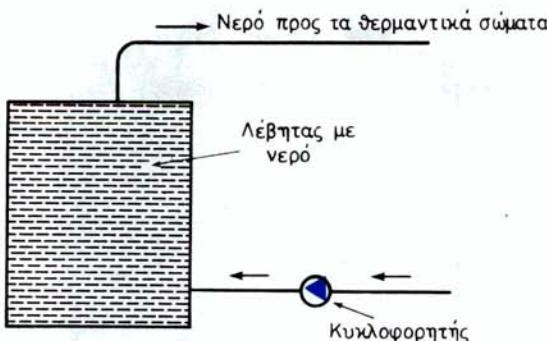
Το θερμοσιφωνικό φαινόμενο.

(το ζεστό νερό επειδή είναι ελαφρότερο ανεβαίνει προς τα θερμαντικά σώματα).

χώρους μιας οικοδομής με τη βοήθεια **ανεμιστήρων**. Στην αρχή, η κυκλοφορία τοι νερού γινόταν με τη βαρύτητα (**θερμοσιφωνικό φαινόμενο**) (σχ. 1.1ζ). Γύρω στα 1850 ιδρύονται στη Γερμανία και οι πρώτες βιομηχανίες κεντρικής θερμάνσεως, ενώ το 1885 δημιουργείται στο Πανεπιστήμιο του Βερολίνου έδρα για τη θέρμανση και τον εξαερισμό με καθηγητή τον Herman Rietzel, ο οποίος παρουσίασε την επιστημονική θεμελίωση της τεχνικής της θερμάνσεως.

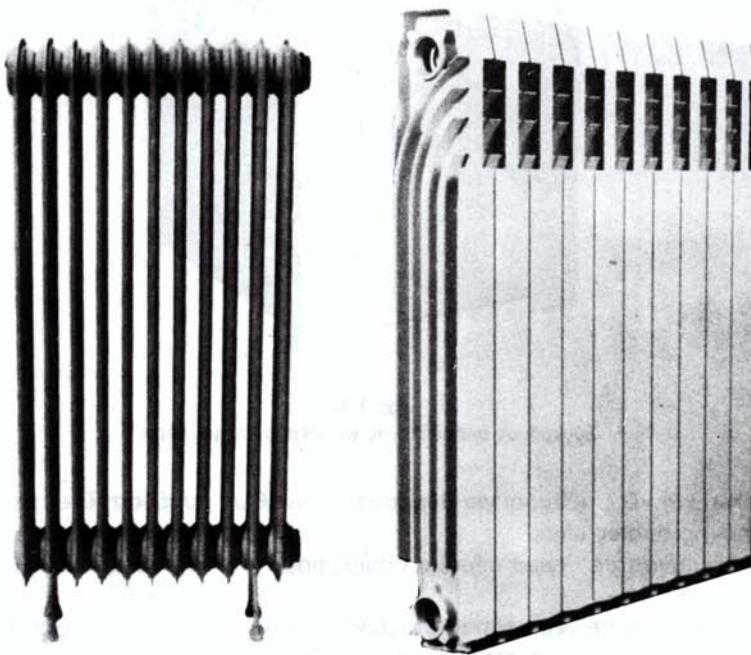
Από την αρχή του αιώνα μας αρχίζουν να χρησιμοποιούνται αντλίες ή **κυκλοφορητές** (σχ. 1.1η) για την κυκλοφορία του νερού, εκτοπίζοντας σιγά-σιγά τη θέρμανση με ατμό, η οποία περιορίζεται σε μεγάλες εγκαταστάσεις και σε εργοστάσια.

Το 1831, στην Αγγλία, ο Jacob Perkins επινοεί μια επαναστατική μέθοδο θερμάνσεως με ζεστό νερό υψηλής πιέσεως, τη **θέρμανση με υπέρθερμο νερό**. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ένα συνεχές δίκτυο από πολύ ανθεκτικούς σωλήνες, μετέφερε σε ένα κλειστό σύστημα θερμαντικών σωμάτων το νερό που θερμαίνονταν μέσα σε ένα θερμαντικό στοιχείο του κυκλώματος, τοποθετημένο μέσα στο λέβητα. Η κυκλοφορία γινόταν με βάση το θερμοσιφωνικό φαινόμενο. Το σύστημα, παρά τις υψηλές θερμοκρασίες του, διαδόθηκε πολύ γιατί οι σωληνώσεις του ήταν μικρές, σε σύγκριση με τις τεράστιες σωληνώσεις των συστημάτων χαμηλής πιέσεως. Αργότερα (1925) το σύστημα αυτό βελτιώθηκε με προσθήκη κυκλοφο-



Σχ. 1.1η.

Η προσθήκη του κυκλοφορητή βοήθησε να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος και να χρησιμοποιούνται σωλήνες με πολύ μικρότερη διάμετρο.

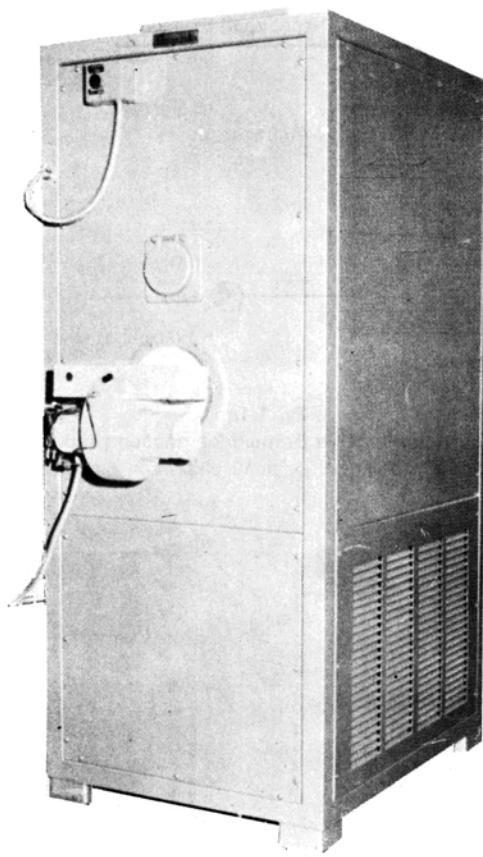


Σχ. 1.1θ.

Σύγχρονα θερμαντικά σώματα νερού, αποκλειστικά για κεντρική θέρμανση.

ρητή και, αφού αναπτύχθηκε σε ένα μοντέρνο σύστημα στην ηπειρωτική Ευρώπη, διαδόθηκε αργότερα και αλλού, κυρίως για κεντρική θέρμανση πόλεως και για βιομηχανική θέρμανση, συναγωνιζόμενο τη θέρμανση με ατμό.

Μετά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο η ραγδαία εξέλιξη του κλιματισμού δίνει νέα ώθηση στις μεθόδους θερμάνσεως. Έτσι, παράλληλα με την εξέλιξη των παλαιών θερμαντικών σωμάτων σε απόδοση και εμφάνιση, τα οποία εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις που είναι μόνο για θέρμανση (σχ. 1.1θ), ανα-



Σχ. 1.1ι.
Σύγχρονος αερολέβητας για θέρμανση με αέρα.

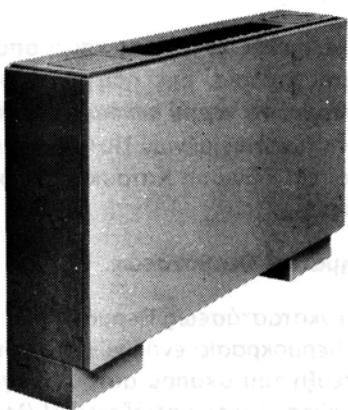
πτύσσονται και νέες μέθοδοι για θέρμανση, συνήθως συνδυασμένες με ψύξη, μερικές από τις οποίες είναι:

α) Η θέρμανση **με θερμό αέρα**, ο οποίος παράγεται σε σύγχρονους αερολέβητες (σχ. 1.1ι).

β) Η θέρμανση με νέου τύπου θερμαντικά σώματα, που ονομάζονται **τερματικές μονάδες** (σχ. 1.1ια), οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ψύξη. Οι μονάδες αυτές έχουν πολύ μεγαλύτερη απόδοση, από ό,τι τα παλαιά θερμαντικά σώματα, λόγω της εξαναγκασμένης κυκλοφορίας του αέρα σ' αυτές.

γ) Η θέρμανση **με αντλία θερμότητας**, δηλαδή η θέρμανση με εξαναγκασμένη μεταφορά θερμότητας από ένα ψυχρότερο σώμα σε ένα θερμότερο (για τον τρόπο αυτόν της θερμάνσεως μιλάμε αναλυτικά στο κεφάλαιο 6). Κατά την εξαναγκασμένη αυτή μεταφορά, η οποία είναι αντίθετη από τη φυσική μεταφορά θερμότητας από ένα θερμότερο σώμα σε ένα ψυχρότερο, εξασφαλίζεται η θέρμανση ενός χώρου χωρίς την ενεργειακά δαπανηρή κατανάλωση κάποιου καυσίμου για καύση. Η αντλία θερμότητας ήταν γνωστή από το 1851, ως **αρχή του αντίστροφου θερμι-**

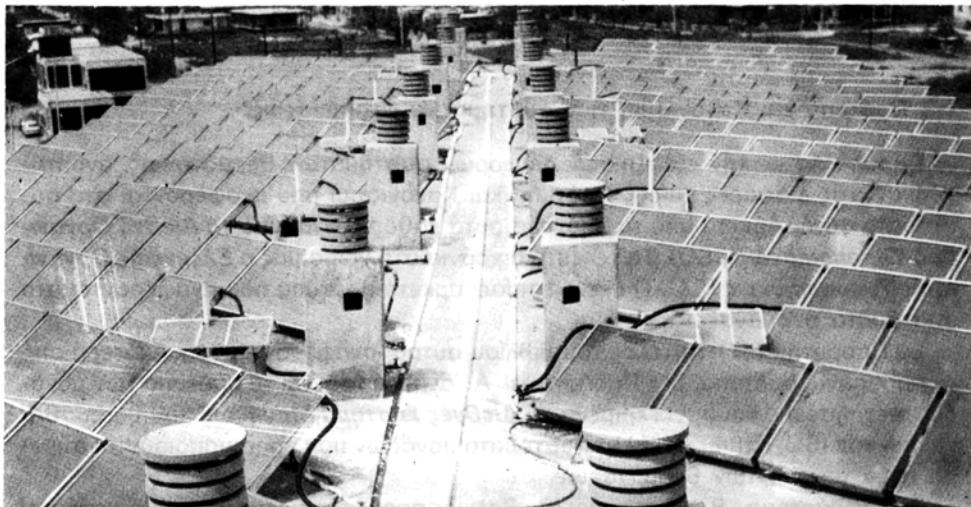
Digitized by srujanika@gmail.com



Σχ. 1.1α.

κού κύκλου που είχε εκφρασθεί θεωρητικά από τον Kelvin. Η χρήση της όμως για θέρμανση έγινε οικονομικά συμφέρουσα πολύ αργότερα, λόγω της δυνατότητας που πρόσφερε για συνδυασμένη θέρμανση και ψύξη. Στη διάρκεια του Β' Παγκόσμιου Πόλεμου, στην Ελβετία, οι αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούσαν ηλεκτρική ενέργεια από υδροηλεκτρικούς σταθμούς, ήταν σε εκτεταμένη χρήση λόγω της ελλείψεως καυσίμων για θέρμανση.

Τελευταία, η χρήση των αντλιών θερμότητας απλώνεται σε παγκόσμια κλίμακα, τόσο λόγω του αυξημένου **ενεργειακού κόστους** των κλασικών μεθόδων θερμάνσεως, όσο και λόγω της ανάγκης για **εξοικονόμηση ενέργειας**, η οποία επιβάλλει διάφορα πολύπλοκα συστήματα θερμάνσεως, όπου η αντλία θερμότητας παίζει συνήθως ένα σημαντικό ρόλο. Σ' αυτά τα συστήματα θερμάνσεως εντάσσεται και η **ηλιακή θέρμανση** (σχ. 1.1β) η οποία περιορίζει στο ελάχιστο την κατανάλωση



Σύγχρονη εγκατάσταση ηλιακής θερμάνσεως

συμβατικών καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας και η οποία μετά την ενεργειακή κρίση του 1972 αναπτύσσεται ραγδαία. Έχει ήδη να παρουσιάσει πολλές εφαρμογές, τις περισσότερες στη **Θέρμανση νερού οικιακής χρήσεως**, κυρίως στο Ισραήλ, τη Νότια Γαλλία, σε περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών, και τέλος στη χώρα μας, όπου από το 1978 υφίσταται και «Ένωση Κατασκευαστών Συστημάτων Εκμεταλλεύσεως Ηλιακής Ενέργειας».

1.2 Κατηγορίες των συστημάτων θερμάνσεως.

Ο βασικός σκοπός μιας εγκαταστάσεως θερμάνσεως, όπως αναφέρθηκε ήδη, είναι να μην επιτρέπει στη θερμοκρασία ενός χώρου να κατεβαίνει κάτω από μια ελάχιστη τιμή. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, η εγκατάσταση θερμάνσεως προσθέτει θερμότητα στο χώρο, όποτε χρειάζεται. Η θερμότητα αυτή παράγεται είτε **τοπικά** μέσα στο χώρο είτε **κεντρικά** κάπου μακριά από το χώρο και μεταφέρεται σ' αυτόν με ένα **δίκτυο** μεταφοράς. Έτσι, προκύπτει η υποδιαίρεση των εγκαταστάσεων θερμάνσεως στις παρακάτω δύο βασικές κατηγορίες:

- α) **Τοπικές θερμάνσεις.**
- β) **Κεντρικές θερμάνσεις.**

Οι δύο αυτές μεγάλες κατηγορίες υποδιαιρούνται σε άλλες μικρότερες, ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής ή μεταφοράς της θερμότητας.

Τις τοπικές και τις κεντρικές θερμάνσεις, θα μελετήσομε στα κεφάλαια 4 και 5 αντίστοιχα.

Υπάρχουν όμως επίσης και μερικές κατηγορίες εγκαταστάσεων θερμάνσεως που αναφέρονται ως **ειδικές θερμάνσεις**, κυρίως γιατί ο τρόπος παραγωγής θερμότητας σ' αυτές (π.χ. ηλιακή ενέργεια), δεν περιλαμβάνεται στους κλασικούς πια τρόπους (π.χ. λέβητες, ηλεκτρικές αντιστάσεις). Τις ειδικές θερμάνσεις θα μελετήσομε στο κεφάλαιο 6.

Τέλος, αναφέρομε μια ιδιαίτερη κατηγορία εγκαταστάσεως θερμάνσεως που δεν έχει σχέση με θέρμανση χώρων, τη **θέρμανση του νερού χρήσεως**, το οποίο διανέμεται στους νιπτήρες, νεροχύτες και λοιπούς υδραυλικούς υποδοχείς ενός κτιρίου.

1.3 Πρότυπα και Κανονισμοί των συστημάτων θερμάνσεως.

Παράλληλα με την εξέλιξη των διάφορων συστημάτων θερμάνσεως, αναπτύχθηκαν στις διάφορες χώρες Πρότυπα και Κανονισμοί που αναφέρονται στα συστήματα αυτά. Αρκετά από τα πρότυπα αυτά καθορίζονται από το **Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησεως** (ISO). Τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας ο **Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησεως** (ΕΛΟΤ) έχει θεσπίσει αρκετά πρότυπα που αναφέρονται στα συστήματα θερμάνσεως.

Σε Παραρτήματα στο τέλος του βιβλίου αυτού, αναφέρονται τα κυριότερα από τα παραπάνω πρότυπα. Στο Παράρτημα Α' αναπτύσσονται τα πρότυπα των μονάδων μετρήσεων, και συγκεκριμένα το **Διεθνές Σύστημα Μονάδων** που θεσπίσθηκε από τον ISO, καθώς και άλλα συστήματα μονάδων που χρησιμοποιούνται σήμερα στην τεχνική των θερμάνσεων.

Στο Παράρτημα Β' δίνονται οι συμβολικές παραστάσεις που χρησιμοποιούνται σε σχέδια εγκαταστάσεων θερμάνσεων, οι οποίες βέβαια δεν καθορίζονται σα-

φώς από κάποιο πρότυπο, αλλά έχει σχεδόν διεθνώς καθιερωθεί η χρήση τους.

Στο Παράρτημα Γ' δίνονται τα πρότυπα και οι κανονισμοί που έχουν θεσπισθεί στη χώρα μας. Επίσης αναφέρονται Νόμοι, Προεδρικά Διατάγματα, Υπουργικές Πράξεις κλπ. που έχουν κατά καιρούς εκδοθεί και αναφέρονται στον τρόπο λειτουργίας των εγκαταστάσεων θερμάνσεως.

Τέλος, στο Παράρτημα Δ' αναπτύσσεται ο έλεγχος που επιβάλλει η Πολιτεία μέσω του Υπουργείου Χωροταξίας Οικισμού και Περιβάλλοντος (ΥΧΟΠ) για τη σωστή λειτουργία των λεβητοστασίων κεντρικών θερμάνσεων. Είναι ένας έλεγχος που θεσπίσθηκε το 1983 και είναι πάρα πολύ χρήσιμη η γνώση των διατάξεων που περιλαμβάνει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ

2.1 Γενικά.

Στην τεχνική των θερμάνσεων ο αντικειμενικός σκοπός, που είναι η δημιουργία του αισθήματος της ανέσεως, πετυχαίνεται κυρίως με το να ζεστάνομε τον **αέρα** που μας περιβάλλει. Όπως γνωρίζομε από τη Φυσική, ο αέρας είναι μίγμα **αερίων και ατμών**. Άρα, η γνώση των ιδιοτήτων τόσο των αερίων και των ατμών όσο και του ατμοσφαιρικού αέρα είναι απαραίτητη για τη μελέτη και σχεδίαση των συστημάτων της θερμάνσεως.

Πέρα από αυτό, πρέπει να τονισθεί ότι μια από τις βασικές μεθόδους θερμάνσεως χρησιμοποιεί ως μέσο θερμάνσεως τον υδρατμό, ενώ αέρια χρησιμοποιούνται στους θερμοδυναμικούς κύκλους των αντλιών θερμότητας.

Τα απαραίτητα βασικά στοιχεία συμπεριφοράς των αερίων, των ατμών και του ατμοσφαιρικού αέρα δίνονται σε βιβλία Φυσικής καθώς και στο βιβλίο «Κλιματισμός». Τα στοιχεία αυτά συνοψίζονται και στις επόμενες παραγράφους.

2.2 Στοιχεία αερίων.

Όπως γνωρίζομε και από τη Φυσική, τα ρευστά σώματα, μπορεί, ανάλογα με τις συνθήκες πιέσεως και θερμοκρασίας, να βρίσκονται σε μια από τις τρεις φάσεις: **στερεή, υγρή και αέρια**.

Αν προσφέρουμε θερμότητα σε ένα υγρό, τότε αυτό είναι δυνατό να αρχίσει να βράζει και να μετατρέπεται σε αέρια φάση, δηλαδή όπως συνήθως λέμε σε ατμό. Ο ατμός που απέχει αρκετά από τις συνθήκες υγροποιήσεώς του, συμπεριφέρεται και αυτός ως αέριο.

Τα αέρια έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που μπορούν να παρασταθούν με απλές αλγεβρικές εξισώσεις, οι οποίες στη Φυσική ονομάζονται **νόμοι των αερίων**. Οι εξισώσεις αυτές συνδέουν τις τρεις βασικές ιδιότητες που καθορίζουν την κατάσταση της ύλης, δηλαδή την πίεση, την πυκνότητα και τη θερμοκρασία. Τα αέρια που ακολουθούν τους νόμους αυτούς τα ονομάζομε **τέλεια ή ιδανικά** αέρια και τις εξισώσεις τους **νόμους ή εξισώσεις των τέλειων αερίων**. Βέβαια, για τα πραγματικά αέρια που συναντάμε στην πράξη, οι εξισώσεις αυτές είναι προσεγγιστικές, αλλά ικανοποιούν πρακτικούς σκοπούς. Τέλος, συνδυασμό των εξισώσεων των τέλειων αερίων αποτελεί η **καταστατική εξισωση τέλειου αερίου** που συνδέει τις τρεις βασικές ιδιότητες που αναφέραμε, δηλαδή την πίεση, την πυκνότητα και τη θερμοκρασία:

$$p \cdot u = R_a \cdot T \quad (2.1)$$

όπου: p η απόλυτη πίεση του αερίου σε N/m^2 ,

u ο ειδικός όγκος του αερίου (δηλαδή το αντίστροφο της πυκνότητας) σε m^3/kg ,

T η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου σε K ,

R_a η σταθερά του αερίου (διαφορετική για κάθε αέριο) σε J/kgK .

Αν στην εξίσωση (2.1) αντικαταστήσομε τον ειδικό όγκο με τον ολικό όγκο, προκύπτει:

$$p \cdot V = m \cdot R_a \cdot T \quad (2.2)$$

όπου: V ο ολικός όγκος σε m^3 ,

m η μάζα σε kg .

Τέλος, είναι γνωστό ότι το γινόμενο της μοριακής μάζας M ενός αερίου επί τη σταθερά του R_a είναι ένας σταθερός αριθμός R για όλα τα αέρια και ονομάζεται **παγκόσμια σταθερά των αερίων**. Η τιμή της σταθεράς αυτής είναι:

$$R = M \cdot R_a = 8,314 \text{ kJ/kgmol K} \quad (2.3)$$

Έτσι αν η μάζα ενός αερίου είναι η γραμμομόρια, τότε η καταστατική του εξίσωση μπορεί να γραφεί:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (2.4)$$

Όπως γνωρίζομε από τη Φυσική, αν σε ένα σώμα προσφέρομε ένα ποσό θερμότητας Q , τότε αυξάνεται η θερμοκρασία του κατά $\Delta \theta$ βαθμούς, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta \quad (2.5)$$

όπου Q το ποσό της θερμότητας που προσφέρομε σε J ,

m η μάζα του σώματος σε kg ,

c η ειδική θερμότητα του σώματος σε J/kgK , η οποία είναι σταθερά που εξαρτάται από το υλικό του σώματος,

$\Delta \theta$ η αύξηση της θερμοκρασίας τόύ σε K .

Η ειδική θερμότητα ενός αερίου έχει άλλη τιμή αν η πρόσδοση της θερμότητας γίνεται υπό **σταθερή πίεση** (c_p) και άλλη αν γίνεται υπό **σταθερό όγκο** (c_v). Επίσης γνωρίζομε ότι για ένα αέριο ισχύει:

$$c_p - c_v = R \quad (2.6)$$

Σε ένα θερμαινόμενο χώρο, συναντάμε συνήθως ένα **μίγμα αερίων**. Ο **νόμος του Dalton** μας επιτρέπει να προσδιορίζομε τη συμπεριφορά ενός μίγματος αερίων από τις εξισώσεις που αναφέραμε ήδη, γιατί, σύμφωνα με αυτόν, **κάθε συστατικό ενός μίγματος αερίων μέσα σ' ένα χώρο συμπεριφέρεται και έχει τις ίδιες ιδιότητες σαν να υπήρχε μόνο του μέσα στο χώρο**.

2.3 Στοιχεία ατμοσφαιρικού αέρα.

Η θέρμανση του αέρα που μας περιβάλλει είναι, όπως έπαμε, ο κύριος αντικεί-

μενικός σκοπός των εγκαταστάσεων θερμάνσεως. Η θέρμανση αυτή του αέρα γίνεται, είτε μέσα στο χώρο που θερμαίνομε, π.χ. με τα θερμαντικά σώματα, είτε έξω από αυτόν, π.χ. με τους αερολέβητες. Ακόμα, ο εξωτερικός αέρας που περιβάλλει το θερμαϊνόμενο χώρο, με την κίνησή του, τη θερμοκρασία του, την υγρασία του, τη ρύπανσή του και τις ακτινοβολίες του, επηρεάζει καθοριστικά τις θερμικές απώλειες και γενικότερα τις ανάγκες που καλείται να καλύψει η εγκατάσταση της θερμάνσεως. Επίσης, ο ατμοσφαιρικός αέρας συμβάλλει στη διαδικασία της καύσεως στις διάφορες εστίες.

Όπως ήδη είπαμε, ο αέρας είναι μίγμα αερίων και η θερμοδυναμική του συμπεριφορά είναι δυνατό να προσδιορισθεί αρκετά καλά από το νόμο του Dalton.

Η σύνθεση του ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα σε ποσοστά βάρους και όγκου φαίνεται στον πίνακα 2.3. Ο **πραγματικός αέρας** που αναπνέομε περιέχει και μικρές ποσότητες **υδρατμών** και **μολυσματικών στοιχείων** που μεταβάλλονται ανάλογα με το χώρο, την εποχή κλπ. Οι ποσότητες αυτές έχουν μεγάλη σημασία για τον κλιματισμό, και τις θερμάνσεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3
Σύνθεση ξηρού αέρα

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΧΗΜΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ	ΞΗΡΟΣ ΑΕΡΑΣ	
		Βάρος %	Όγκος %
Άζωτο	N ₂	75,47	78,03
Οξυγόνο	O ₂	23,19	20,99
Διοξείδιο άνθρακα	CO ₂	0,04	0,03
Υδρογόνο	H ₂	0,00	0,01
Σπάνια αέρια		1,30	0,94
Σύνολο		100,00	100,00

Υδρατμοί (H₂O) υπάρχουν στον αέρα κάτω από όλες τις συνθήκες θερμοκρασίας, αλλά σε μικρό ποσοστό.

Περισσότερα στοιχεία για τη σύνθεση και τις ιδιότητες του ατμοσφαιρικού αέρα δίνονται στο βιβλίο «Κλιματισμός». Υπολογιστικά στοιχεία για τα δεδομένα του εξωτερικού περιβάλλοντος και τις απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων, ως προς τον ατμοσφαιρικό αέρα, δίνονται σε επόμενα κεφάλαια που αφορούν τον υπολογισμό των εγκαταστάσεων θερμάνσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Πηγές ενέργειας για θέρμανση.

Η ενέργεια, πού χρησιμοποιείται σε μια εγκατάσταση θερμάνσεως για την παραγωγή των απαιτούμενων ποσών θερμότητας, προέρχεται κυρίως από μια ή περισσότερες από τις πιο κάτω πηγές:

α) **Καύσιμα** στερεά, υγρά ή αέρια. Εδώ, με τον όρο «καύσιμα» εννοούμε τα κλασικά ή **συμβατικά** καύσιμα που ήταν γνωστά πριν από την ανακάλυψη της πυρηνικής ενέργειας. Σήμερα, ο όρος «καύσιμα» χρησιμοποιείται και για νέες μορφές καυσίμων, όπως π.χ. τα πυρηνικά καύσιμα. Στη συνέχεια του βιβλίου αυτού θα χρησιμοποιούμε τον όρο «καύσιμα» για τα συμβατικά καύσιμα.

β) **Ηλεκτρικό δίκτυο.**

γ) **Ηλιακές ακτίνες.**

δ) **Απόβλητη θερμότητα**, που με τη βοήθεια εναλλακτών θερμότητας ή και αντλιών θερμότητας μεταφέρεται από το περιβάλλον στο θερμαινόμενο χώρο.

ε) **Γεωθερμική ενέργεια.**

στ) **Ατμοηλεκτρικά εργοστάσια**, στα οποία τμήμα της μη εκμεταλλεύσιμης για παραγωγή κινητήριου έργου θερμικής ενέργειας του ατμού, που συνήθως αποβάλλεται στο περιβάλλον, χρησιμοποιείται για θέρμανση, μέσω δικτύου διανομής θερμού νερού ή ατμού.

Τα καύσιμα αποτελούν σήμερα τη σπουδαιότερη πηγή ενέργειας για τις εγκαταστάσεις θερμάνσεως. Τα περιορισμένα όμως αποθέματα των γνωστών καυσίμων πάνω στη Γη, καθώς και η αλματώδης αύξηση της τιμής τους, αναγκάζουν τον άνθρωπο να στρέψει τις προσπάθειές του βασικά προς τις παρακάτω τρεις κατεύθυνσεις:

α) Τη **μείωση της καταναλώσεως καυσίμων** (με αύξηση της αποδόσεως ή με περιορισμό της χρήσεως των εγκαταστάσεων).

β) Τη **χρησιμοποίηση κάθε ποσού απόβλητης θερμότητας** που σήμερα απορρίπτεται συνήθως στο περιβάλλον ως **άχρηστη** (π.χ. θερμότητα των καυσαερίων των καπνοδόχων, θερμότητα από την ψύξη διάφορων μηχανημάτων ή εγκαταστάσεων, θερμότητα από τον αερισμό διάφορων χώρων κλπ.).

γ) Τη **χρησιμοποίηση άλλων πηγών ενέργειας** (ανανεώσιμων ή μη) όπως είναι η ηλιακή, η γεωθερμική, η πυρηνική κλπ., οι οποίες δεν είχαν αξιοποιηθεί μέχρι σήμερα λόγω της αφθονίας και της ευκολίας χρήσεως των συμβατικών καυσίμων.

Η ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί μια μορφή ενέργειας ανώτερης ποιότητας, θα λέγαμε, ένα ανώτερο στάδιο ενέργειας, που προέρχεται από μετατροπή θερμικής ενέργειας (συμβατικά καύσιμα, πυρηνικά καύσιμα, γεωθερμία, ηλιακοί σταθμοί) ή κινητικής ενέργειας (υδατοπώσεις, ανεμογεννήτριες). Από τις μορφές αυτές ενέργειας, η θερμική ενέργεια που προέρχεται από καύση συμβατικών καυσίμων μπορεί να χρησιμοποιείται απευθείας και στις εγκαταστάσεις θερμάνσεως. Αποδεικνύεται ότι, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, είναι αντιοικονομικό και αποτελεί σπατάλη πρωτογενούς ενέργειας, δηλαδή συμβατικών καυσίμων, το να χρησιμοποιείται για παραγωγή θερμότητας ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από συμβατικούς θερμικούς σταθμούς παραγωγής. Τα παραπάνω γίνονται καλύτερα κατανοητά με το **επροσεγγιστικό παράδειγμα** που ακολουθεί.

Παράδειγμα.

Για την παραγωγή θερμότητας $Q = 360000 \text{ kJ}$ (ή 100 kWh) απαιτείται η εξής ποσότητα πετρελαίου θερμαντικής ικανότητας Θ.Ι.= 40000 kJ/kg :

a) Με παραγωγή της απαιτούμενης θερμότητας μέσω λέβητα:

$$M = \text{Μάζα πετρελαίου} = \frac{Q}{(\Theta. \text{ I.})} \cdot \frac{1}{\eta}$$

όπου: η ο βαθμός αποδόσεως λέβητα = 0,80

Άρα:

$$M = \frac{360000 \text{ kJ}}{40000 \text{ kJ/kg}} \cdot \frac{1}{0,80}$$

$$\text{ή } M = 11,25 \text{ kg πετρελαίου}$$

b) Με παραγωγή της απαιτούμενης θερμότητας μέσω ηλεκτρικής αντιστάσεως και θερμικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής:

$$M = \frac{Q}{(\Theta. \text{ I.})} \cdot \frac{1}{\eta_1} \cdot \frac{1}{\eta_2} \cdot \frac{1}{\eta_3}$$

όπου: η_1 ο βαθμός αποδόσεως σταθμού ηλεκτροπαραγωγής = 0,35

η_2 ο βαθμός αποδόσεως μεταφοράς ηλ. ενέργειας = 0,90

η_3 ο βαθμός αποδόσεως ηλεκτρικής αντιστάσεως = 1,00

Άρα:

$$M = \frac{360000 \text{ kJ}}{40000 \text{ kJ/kg}} \cdot \frac{1}{0,35} \cdot \frac{1}{0,90} \cdot \frac{1}{1,00}$$

$$\text{ή } M = 28,57 \text{ kg πετρελαίου}$$

Από το παραπάνω παράδειγμα φαίνεται ότι η χρησιμοποίηση του ηλεκτρικού δικτύου ως πηγής για την παραγωγή θερμικής ενέργειας απαιτεί περίπου 2,5 φορές περισσότερα καύσιμα (στο θερμικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής) από όσα θα χρειασθεί ένας λέβητας για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας θερμότητας στη θέση που τη χρειαζόμαστε, με το ίδιο καύσιμο. Βέβαια η παραπάνω σύγκριση αφορά το **ενεργειακό κόστος** της παραγωγής θερμότητας και όχι το **χρηματικό κό-**

στος. Για το τελευταίο, θα πρέπει να λάβομε υπόψη και στοιχεία που έχουν σχέση με τα χρησιμοποιούμενα στους δύο τρόπους παραγωγής θερμότητας μηχανήματα, τη συντήρησή τους, τη διάρκεια ζωής τους κλπ. Τα στοιχεία αυτά συνυπολογίζονται στο κόστος της παραγόμενης μονάδας θερμότητας με καθένα από τους παραπάνω δύο τρόπους. Πάντως η χρησιμοποίηση των αντλιών θερμότητας, όπως θα εξηγήσουμε στο αντίστοιχο κεφάλαιο, ανατρέπει συχνά υπέρ της ηλεκτρικής ενέργειας την παραπάνω σχέση κόστους (είτε ενεργειακού είτε χρηματικού).

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις θερμάνσεως, ανεξάρτητα από τον τρόπο παραγωγής θερμότητας, για πολλούς βιοθητικούς σκοπούς, όπως η κίνηση ανεμιστήρων και κυκλοφορητών, η λειτουργία των οργάνων του συστήματος ελέγχου κλπ.

3.2 Καύσιμα και καύση.

3.2.1 Βασικές αρχές καύσεως.

Μπορούμε να πούμε ότι καύση είναι η χημική διαδικασία κάτα την οποία ένας οξειδωτής (συνήθως το οξυγόνο του αέρα) ενώνεται γρήγορα με ένα καύσιμο. Με τη χημική αυτή διαδικασία απελευθερώνεται αποθηκευμένη ενέργεια ως θερμική ενέργεια, γενικά με τη μορφή αερίων υψηλής θερμοκρασίας. Κατά την καύση παράγονται επίσης ποσότητες ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας (φως), ηλεκτρικής ενέργειας (ιόντα και ηλεκτρόνια) και μηχανικής ενέργειας (θόρυβος).

Τα συνηθισμένα υδρογονανθρακικά καύσιμα περιέχουν κυρίως υδρογόνο και άνθρακα στην καθαρή τους μορφή ή σε διάφορες χημικές συνθέσεις. Σε **πλήρη καύση** των καυσίμων αυτών όλο το υδρογόνο (H_2) και όλος ο άνθρακας (C) οξειδώνονται σε νερό (H_2O) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Τα περισσότερα από τα γνωστά καύσιμα περιέχουν επίσης μικρές ποσότητες θείου (S) το οποίο οξειδώνεται σε διοξείδιο του θείου (SO_2) ή τριοξείδιο του θείου (SO_3). Επίσης περιέχουν μη καύσιμες ουσίες, όπως στάχτες, νερό και αδρανή αέρια, οι οποίες απελευθερώνονται με τα προϊόντα της καύσεως, που ονομάζονται **καυσαέρια**.

Η ταχύτητα με την οποία καίγεται ένα καύσιμο, λέγεται **ταχύτητα καύσεως**, και εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

1) Από την **ταχύτητα αντιδράσεως** των καύσιμων συστατικών του καυσίμου με το οξυγόνο.

2) Από την **ταχύτητα αναμίξεως** του αέρα με το καύσιμο.

3) Από τη **θερμοκρασία στο χώρο καύσεως**.

Από τους παραπάνω τρεις παράγοντες, η ταχύτητα αντιδράσεως είναι καθορισμένη από το είδος του καυσίμου. Επομένως, για ένα συγκεκριμένο καύσιμο, **αυξάνονται είτε την ταχύτητα αναμίξεως είτε τη θερμοκρασία, θα έχομε αύξηση στην ταχύτητα καύσεως**.

Για να έχουμε πλήρη καύση, είναι γενικά αναγκαίο να παρέχομε **περίσσεια οξυγόνου** ή **περίσσεια αέρα** πέρα από την ποσότητα που θεωρητικά απαιτείται για την πλήρη οξείδωση του καυσίμου. Αυτή η περίσσεια εκφράζεται συνήθως ως ποσοστό της θεωρητικά απαιτούμενης ποσότητας οξυγόνου ή αέρα.

Έτσι στην πράξη, για καθαρά λειτουργικούς λόγους, αλλά και για λόγους οικονομίας και ασφάλειας, οι συσκευές καύσεως κατασκευάζονται ώστε να λειτουρ-

γούν με κάποια περίσσεια αέρα. Αυτό εξασφαλίζει ότι το καύσιμο δεν εξέρχεται από τη συσκευή άκαυτο, μαζί με τα καυσαέρια. Εξασφαλίζεται δηλαδή ότι το καύσιμο δεν σπαταλιέται και ότι η συσκευή καύσεως είναι αρκετά ευέλικτη ώστε να παρέχει πλήρη καύση, ανεξάρτητα από τις αναπόφευκτες διακυμάνσεις στις ιδιότητες του καυσίμου και στις παροχές καυσίμου και αέρα.

Η ακριβής ποσότητα περίσσειας αέρα σε μια συγκεκριμένη συσκευή καύσεως (π.χ. ένα καυστήρα για λέβητα κεντρικής θερμάνσεως) εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως:

- Αναμενόμενες διακυμάνσεις στις ιδιότητες του καυσίμου και στις παροχές καυσίμου και αέρα.
- Εφαρμογή για την οποία προορίζεται η συσκευή καύσεως.
- Βαθμός απαιτούμενης ή διαθέσιμης επιβλέψεως της συσκευής καύσεως.
- Απαιτήσεις ελέγχου.

Για μέγιστη βέβαια αποδοτικότητα είναι επιθυμητή η ελάχιστη δυνατή περίσσεια αέρα, γιατί ο αέρας αυτός, που δεν μετέχει στην καύση, φεύγει συναποκομίζοντας ως απώλεια πολύτιμη θερμότητα.

Ατελής καύση συμβαίνει όταν κάποιο από τα στοιχεία του καυσίμου δεν οξειδώνεται πλήρως. Τέτοια καύση σημαίνει μη αποδοτική χρησιμοποίηση του καυσίμου. Είναι επίσης επικίνδυνη, λόγω του παραγόμενου μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και συμβάλλει στη ρύπανση του αέρα.

Συνθήκες που ενισχύουν την ατελή καύση είναι:

- Μη ικανοποιητική μίξη του αέρα με το καύσιμο, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ζωνών μίγματος πλούσιου σε καύσιμο και πτωχού σε καύσιμο.
- Μη ικανοποιητική παροχή αέρα στη φλόγα, με αποτέλεσμα να παρέχεται λιγότερο από το απαιτούμενο οξυγόνο.
- Μη ικανοποιητικός χρόνος παραμονής στη φλόγα των προς αντίδραση στοιχείων, πράγμα που εμποδίζει τη συμπλήρωση των αντιδράσεων καύσεως.
- Πρόσκρουση της φλόγας πάνω σε κρύες επιφάνειες, οι οποίες «σβήνουν» τις αντιδράσεις καύσεως.
- Πολύ χαμηλή θερμοκρασία φλόγας η οποία καθυστερεί τις αντιδράσεις καύσεως.

3.2.2 Θερμαντική ικανότητα καυσίμων.

Η καύση καταλήγει στην απελευθέρωση θερμικής ενέργειας ή θερμότητας. Η ποσότητα θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την πλήρη καύση της μονάδας μάζας ενός συγκεκριμένου καυσίμου είναι σταθερή και ονομάζεται **Θερμαντική ικανότητα (Θ.Ι.)** ή **Θερμότητα καύσεως** του καυσίμου αυτού.

Η θερμαντική ικανότητα ενός καυσίμου μπορεί να καθορισθεί απευθείας με μέτρηση της θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την καύση μιας γνωστής ποσότητας του καυσίμου αυτού σε ένα θερμιδόμετρο. Μπορεί επίσης να υπολογισθεί από τη χημική ανάλυση του καυσίμου και τις θερμαντικές ικανότητες των διάφορων χημικών στοιχείων που υπάρχουν στο καύσιμο.

Κατά τη διαδικασία της καύσεως, στην πράξη, μέρος της θερμαντικής ικανότητας του καυσίμου απορροφάται από τους υδρατμούς των καυσαερίων, οι οποίοι είναι δυνατό να ατμοποιηθούν εν μέρει ή και στο σύνολό τους. Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε δύο παραπέρα ορισμούς της θερμαντικής ικανότητας του καυσίμου:



- Την **ανώτερη θερμαντική ικανότητα (Α.Θ.Ι.)** ή **συνολική θερμαντική ικανότητα**, η οποία αναφέρεται στη θερμαντική ικανότητα που απελευθερώνεται κατά την καύση, όταν ο υδρατμός των καυσαερίων είναι συμπυκνωμένος, δηλαδή σε υγρή κατάσταση.
- Την **κατώτερη θερμαντική ικανότητα (Κ.Θ.Ι.)** ή **καθαρή θερμαντική ικανότητα**, η οποία αναφέρεται στη θερμαντική ικανότητα που απελευθερώνεται κατά την καύση, όταν όλος ο υδρατμός των καυσαερίων έχει ατμοποιηθεί. Η (Κ.Θ.Ι.) προκύπτει αν αφαιρέσουμε από την (Α.Θ.Ι.) τη λανθάνουσα θερμότητα ατμοποιήσεως ή συμπυκνώσεως του νερού.

Όταν αναφέρεται η θερμαντική ικανότητα ενός καυσίμου χωρίς τον προσδιορισμό **ανώτερη ή κατώτερη**, γενικά εννοείται η **ανώτερη θερμαντική ικανότητα**, εκτός αν αναφερόμαστε σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή, όπου είναι δεδομένο ότι τα καυσαέρια που απορρίπτονται στο περιβάλλον περιέχουν νερό σε κατάσταση ατμού, όπως είναι οι περισσότερες εφαρμογές και όπως **συμβαίνει συνήθως και στις εφαρμογές θερμάνσεως, όπότε εννοείται η κατώτερη θερμαντική ικανότητα**.

Οι θερμαντικές ικανότητες εκφράζονται συνήθως σε kJ/m^3 για αέρια καύσιμα και σε kJ/kg για υγρά ή στερεά καύσιμα. Οι θερμαντικές ικανότητες δίνονται πάντα σε μια καθορισμένη θερμοκρασία αναφοράς του εισερχόμενου στη διαδικασία της καύσεως μίγματος αέρα και καυσίμου που είναι συνήθως 15°C . Ο πίνακας E1 δίνει τις θερμαντικές ικανότητες αρκετών ουσιών που αποτελούν τα κυριότερα συστατικά στα συνηθισμένα καύσιμα.

Με την ατελή καύση δεν οξειδώνεται πλήρως όλο το καύσιμο και έτσι η παραγόμενη θερμότητα είναι μικρότερη από τη θερμαντική ικανότητα του καυσίμου, δηλαδή μειώνεται η αποδοτικότητα της καύσεως. Πάντως η παραγόμενη από την καύση (τέλεια ή ατελής) θερμότητα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί 100% παραγωγικά, γιατί υπάρχουν απώλειες. **Η σημαντικότερη απώλεια θερμότητας συμβαίνει με τη μορφή αυξημένης θερμοκρασίας (εσωτερικής ενέργειας) των καυσαερίων** σε σχέση με τη θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα και καυσίμου. Υπάρχουν επίσης άλλες απώλειες, όπως η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία και επαφή - μεταφορά από τα εξωτερικά τοιχώματα των συσκευών καύσεως προς το περιβάλλον.

3.2.3 Είδη καυσίμων.

Τα υδρογονανθρακικά καύσιμα διακρίνονται γενικά σε τρεις κατηγορίες, σύμφωνα με τη φυσική τους κατάσταση: **Αέρια, υγρά και στερεά** καύσιμα. Συνήθως απαιτούνται διαφορετικές συσκευές καύσεως για την καύση διαφορετικής φυσικής καταστάσεως καυσίμων.

Έτσι:

- Τα αέρια καύσιμα μπορούν να καούν σε καυστήρες προαναμίξεως ή διαχύσεως, οι οποίοι εκμεταλλεύονται την αεριώδη κατάστασή τους.
- Τα υγρά καύσιμα πρέπει να καίγονται σε καυστήρες που προκαλούν ψεκασμό ή εξάτμιση του καυσίμου σε λεπτότατα σταγονίδια ή ατμό, που εξασφαλίζουν ικανοποιητική ανάμιξη του αέρα με το κατά τον παραπάνω τρόπο διασκορπισμένο καύσιμο.
- Τα στερεά καύσιμα πρέπει να καίγονται σε συσκευές που:

- α) Θερμαίνουν το καύσιμο ώστε να εξατμισθούν αρκετά πιπητικά συστατικά του για να αρχίσει και να διατηρηθεί η καύση.
- β) Εξασφαλίζουν αρκετό χρόνο παραμονής του καυσίμου στη συσκευή για τη συμπλήρωση της καύσεως.
- γ) Εξασφαλίζουν χώρο για τη συγκέντρωση της στάχτης.

Οι κύριες εφαρμογές καυσίμων που μας ενδιαφέρουν εδώ είναι οι κεντρικές και τοπικές θερμάνσεις χώρων και η θέρμανση νερού χρήσεως. Τα βασικότερα καύσιμα για τις εφαρμογές αυτές είναι το πετρέλαιο, το κάρβουνο και τα φυσικά και υγροποιημένα πετρελαϊκά αέρια. Για εγκαταστάσεις **ολικής ενέργειας** (σύγχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας κλπ. - βλ. κεφάλαιο 6), χρησιμοποιούνται και άλλα καύσιμα, τα οποία εξετάζονται στο βιβλίο «Κινητήριες Μηχανές». Τέλος, καύσιμα περιορισμένης χρήσεως στις θερμάνσεις, όπως τα βιομηχανικά παραγωγής αέρια, η κεροζίνη, οι μπρικέτες, το ξύλο και το κωκ, δεν εξετάζονται εδώ.

Η επιλογή ενός καυσίμου για μια συγκεκριμένη εφαρμογή βασίζεται σε ένα ή περισσότερους από τους παρακάτω παράγοντες:

α) Παράγοντες που αφορούν το καύσιμο.

- Διάθεσιμότητα του καυσίμου και σταθερότητα στην παροχή του.
- Ευκολία χρήσεως και αποθηκεύσεως*.
- Οικονομία*.
- Επίδραση στην καθαριότητα της εγκαταστάσεως και στη ρύπανση του περιβάλλοντος.

β) Παράγοντες που αφορούν τις συσκευές καύσεως.

- Κόστος*.
- Απαιτήσεις λειτουργίας.
- Απαιτήσεις συντηρήσεως.
- Ευκολία ρυθμίσεως και ελέγχου.

1. Αέρια καύσιμα – Τύποι και ιδιότητες.

Τα αέρια καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα στις εφαρμογές θερμάνσεως είναι κυρίως τα **φυσικά αέρια** και τα **υγροποιημένα πετρελαϊκά**. Στη χώρα μας τα καύσιμα αυτά έχουν πολύ περιορισμένη χρήση στην τεχνική των θερμάνσεων, η προβλεπόμενη όμως μελλοντικά αναδιάρθρωση των ενεργειακών πηγών μας, θα σημαίνει πιθανότατα αύξηση της συμβολής που θα έχουν τα αέρια καύσιμα στις πηγές ενέργειας των εγκαταστάσεων θερμάνσεως, ιδιαίτερα με τη συνεχιζόμενη στην Ευρώπη κατασκευή διακρατικών δικτύων που μεταφέρουν εύκολα τα φυσικά αέρια. Στην Ευρώπη η κατανάλωση των φυσικών αερίων διαδίδεται γρήγορα, ενώ στις ΗΠΑ και την ΕΣΣΔ είναι ήδη πολύ διαδομένη.

* Οι παράγοντες που σημειώνονται παραπάνω με αστερίσκο έχουν βαρύνει πολύ στην αυξημένη επιλογή του πετρελαίου και των φυσικών αερίων στην περίοδο από το 1940 μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1970, ιδιαίτερα για τις εφαρμογές που μας ενδιαφέρουν εδώ. Όμως, ο περιορισμός των διαθέσιμων αποθεμάτων αυτών των καυσίμων μπορεί να προκαλέσει στο άμεσο μέλλον τελείωση διαφορετικά «μοντέλα» χρησιμοποιήσεως καυσίμων από αυτά που εφαρμόζονταν στο πρόσφατο παρελθόν.

Φυσικό αέριο είναι ένα σχεδόν άοσμο και άχρωμο αέριο το οποίο συγκεντρώνεται στα ανώτερα τμήματα των πηγαδιών πετρελαίου και σε πηγάδια αερίου. Ακατέργαστο φυσικό αέριο είναι μίγμα από μεθάνιο (55%-98%), βαρύτερους υδρογονάνθρακες (κυρίως αιθάνιο) και μη καύσιμα αέρια. Μερικά ανεπιθύμητα συστατικά, κυρίως υδρατμοί, υδρόθειο, ήλιο, υγροποιημένα πετρελαέρια και βενζίνη, απομακρύνονται πριν από τη διανομή των φυσικών αερίων. Από τα συστατικά αυτά ιδιαίτερα ανεπιθύμητα είναι τα θειούχα, γιατί κατά την καύση τους σχηματίζουν διοξείδιο του θείου, το οποίο μολύνει το ατμοσφαιρικό περιβάλλον. Η απομάκρυνση των παραπάνω συστατικών γίνεται με σειρά επεξεργασιών (ξήρανση, απόπλυση κλπ.).

Η σύνθεση ενός φυσικού αερίου που διανέμεται για να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο ποικίλει ανάλογα με την προέλευσή του. Η σύνθεση αυτή πάντως για τα πιο γνωστά φυσικά αέρια, ανταποκρίνεται στις αναλογίες του πίνακα E2.

Η σύνθεση ενός φυσικού αερίου το οποίο διανέμεται σε μια δεδομένη περιοχή μπορεί να μεταβάλλεται ελαφρά (γιατί συνήθως η άντληση του αερίου γίνεται από διάφορες πηγές), αλλά η θερμαντική του ικανότητα διατηρείται πρακτικά σταθερή για λόγους ελέγχου και ασφάλειας.

Η θερμαντική ικανότητα των φυσικών αερίων κυμαίνεται από 32000 kJ/m³ μέχρι 44000 kJ/m³ αλλά τα περισσότερα φυσικά αέρια έχουν θερμαντική ικανότητα γύρω στις 37000 kJ/m³ (πάνω από διπλάσια της μέσης θερμαντικής ικανότητας του φωταερίου). Η άγνωστη θερμαντική ικανότητα ενός φυσικού αερίου δεδομένης συνθέσεως μπορεί να υπολογισθεί αναλυτικά με τη βοήθεια του πίνακα E1 που αναφέρθηκε ήδη παραπάνω.

Τα φυσικά αέρια μεταφέρονται με αγωγούς, κάτω από μεγάλες πιέσεις, ή με δεξαμενόπλοια αφού υγροποιηθούν. Στα δίκτυα αγωγών υπάρχουν ενδιάμεσοι σταθμοί για την κάλυψη των απωλειών πιέσεως, καθώς και υπόγειες δεξαμενές μεγάλης χωρητικότητας. Για λόγους ασφάλειας, στο φυσικό αέριο προστίθενται συνήθως και διάφορες ουσίες που του δίνουν μια χαρακτηριστική οσμή. Πάντως, τα φυσικά αέρια **δεν είναι δηλητηριώδη** γιατί δεν περιέχουν CO, γεγονός που τα καθιστά πολύ πλεονεκτικά απέναντι στο φωταέριο, πέρα βέβαια από την κατά πολύ αυξημένη θερμαντική τους ικανότητα.

Τα **υγροποιημένα πετρελαέρια** ή **υγραέρια** αποτελούνται κυρίως από **προπάνιο** και **βουτάνιο** τα οποία προκύπτουν ως παραπροϊόντα των διυλιστηρίων ή από επεξεργασία των φυσικών αερίων. Το προπάνιο και το βουτάνιο είναι σε αέρια κατάσταση κάτω από τις συνηθισμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες, αλλά μπορούν να υγροποιηθούν με σχετικά μικρές πιέσεις σε συνηθισμένες θερμοκρασίες. Έτσι αποθηκεύονται και μεταφέρονται σε υγρή κατάσταση μέσα σε δοχεία υπό πίεση. **Όταν απελευθερωθούν γίνονται αέρια, χημικά ουδέτερα αλλά εύφλεκτα, τα οποία παραμένουν κοντά στο έδαφος γιατί είναι πο βαριά από τον αέρα.** Έχουν χαρακτηριστικά καύσεως παρόμοια με εκείνα των φυσικών αερίων, πολύ μεγαλύτερη όμως θερμαντική ικανότητα, όπως φαίνεται από τον πίνακα E1.

Τρία υγραέρια διατίθενται συνήθως στο εμπόριο ως καύσιμα: Το βουτάνιο, το προπάνιο, καθώς και ένα μίγμα των δύο.

2. Υγρά καύσιμα – Τύποι και ιδιότητες.

Τα σπουδαιότερα υγρά καύσιμα περιλαμβάνουν διάφορα πετρέλαια για θέρμανση τα οποία ονομάζονται **πετρέλαια εξωτερικής καύσεως** και καύσιμα μηχανών για συστήματα ολικής ενέργειας. Εδώ μας ενδιαφέρουν τα πετρέλαια θερμάνσεων, ενώ τα καύσιμα των μηχανών καλύπτονται στη σειρά των βιβλίων «Κινητήριες Μηχανές».

Τα υγρά καύσιμα, με πολύ λίγες εξαιρέσεις, είναι μίγματα υδρογονανθράκων τα οποία προέρχονται από το **αργό πετρέλαιο** (το ακατέργαστο προϊόν των πετρελαιοπηγών), μέσω των διαδικασιών **διυλίσεως**. Εκτός από υδρογονάνθρακες, το αργό πετρέλαιο περιέχει συνήθως και μικρές ποσότητες από άλλες ανεπιθύμητες προσθήκες, όπως θείο, οξυγόνο, άζωτο, βανάδιο, κλπ., καθώς και νερό και καθίζματα. Διευκρινίζεται εδώ, ότι το αργό πετρέλαιο δεν είναι πυκνόρευστο και δυσανάφλεκτο, όπως είναι τα βαριά πετρέλαια που προκύπτουν από αυτό, αλλά επειδή ακριβώς περιέχει όλα τα προϊόντα της μετέπειτα διυλίσεώς του, είναι ρευστό και ευανάφλεκτο.

Η διύλιση του αργού πετρελαίου παράγει μια ποικιλία από καύσιμα και άλλα προϊόντα μέσω της **κλασματικής αποστάξεως** που διαχωρίζει τα συστατικά του πετρελαίου, ανάλογα με το σημείο βρασμού του καθενός. Σχεδόν όλοι οι ελαφρότεροι υδρογονάνθρακες διυλίζονται σε ελαφρά καύσιμα, ενώ οι βαριοί υδρογονάνθρακες διυλίζονται σε βαριά πετρέλαια και άλλα προϊόντα (π.χ. λιπαντικά λάδια, κερί, άσφαλτος κλπ.). Τα καύσιμα που προέρχονται από τους ελαφρότερους υδρογονάνθρακες είναι βασικά, κατά σειρά ελαφρότητας, τα εξής:

- Τα υγροποιημένα πετρελαέρια ή υγραέρια.
- Η βενζίνη.
- Η κεροζίνη.
- Τα καύσιμα πυραύλων.
- Το πετρέλαιο ντήζελ (Diesel).
- Τα ελαφρά πετρέλαια θερμάνσεως.

Τα **πετρέλαια θερμάνσεως** χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες που δεν είναι ίδιες σε όλο τον κόσμο. Συνήθως, χωρίζονται σε **ελαφρά** πετρέλαια θερμάνσεως και σε **βαριά** πετρέλαια θερμάνσεως. Έτσι στις ΗΠΑ π.χ. υπάρχουν πέντε κατηγορίες (grades) πετρελαίου θερμάνσεως, από τις οποίες οι No 1 και No 2 θεωρούνται ελαφρά πετρέλαια ενώ οι No 4, No 5 και No 6 θεωρούνται βαριά πετρέλαια.

Στη χώρα μας χρησιμοποιούνται οι εξής δύο κατηγορίες πετρελαίων στις εγκαταστάσεις θερμάνσεως:

- Το **ελαφρύ πετρέλαιο ή πετρέλαιο ντήζελ**, που αντιστοιχεί περίπου στο αμερικανικό No 2.
- Το **βαρύ πετρέλαιο η μαζούτ 1500**, που αντιστοιχεί περίπου στο αμερικανικό No 5.

Για κτίρια κατοικιών, γραφείων και εμπορικών καταστημάτων δεν επιτρέπεται στη χώρα μας η χρήση του πετρελαίου τύπου μαζούτ, για μια δε καθορισμένη περιοχή της πόλεως των Αθηνών το μαζούτ απαγορεύεται ακόμα και για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις καύσεως (βλ. Παράρτημα Γ' περί «Προτύπων και Κανονισμών Θερμάνσεως»).

Ουσιαστικά δηλαδή, **το μαζούτ επιτρέπεται μόνο για τις θερμάνσεις των βιομη-**

χανικών κτιρίων, και μάλιστα μόνο αυτών που βρίσκονται έξω από το κέντρο της Αθήνας.

Οι χαρακτηριστικές διαφορές μεταξύ πετρελαίου μαζούτ (βαρύ πετρέλαιο) και πετρελαίου ντήζελ (ελαφρύ πετρέλαιο) είναι οι εξής:

- Το μαζούτ είναι πολύ φθηνότερο από το ντήζελ γιατί παράγεται στο διυλιστήριο με λιγότερες επεξεργασίες, αφού προκύπτει βασικά ως κατακάθι της κλασματικής αποστάξεως που δίνει τις βενζίνες και τα ελαφρότερα πετρέλαια.
- Το μαζούτ χρειάζεται προθέρμανση, ώστε να μειωθεί το ιξώδες του και να είναι έτσι δυνατός ο διασκορπισμός του από τον καυστήρα και η ανάμιξή του με τον αέρα καύσεως.
- Το μαζούτ αφήνει υπόλοιπα κατά την αποθήκευσή του και την καύση του, γι' αυτό οι δεξαμενές, οι καυστήρες, οι λέβητες και οι καπνοδόχοι χρειάζονται συχνότατα καθαρισμό.
- Το μαζούτ παράγει καυσαέρια που ρυπαίνουν περισσότερο το περιβάλλον. Το κυριότερο ρυπαντικό συστατικό των καυσαερίων από καύση μαζούτ είναι το SO_2 .
- Η θερμαντική ικανότητα του ντήζελ είναι λίγο καλύτερη από ότι του μαζούτ (42000 kJ/kg Κ.Θ.Ι. του ντήζελ έναντι 40000 kJ/kg περίπου του μαζούτ).

Η χαρακτηριστική διαφορά (δ) ήταν αυτή που προκάλεσε και την επιβολή περιορισμών στη χρήση του μαζούτ, τους οποίους αναφέραμε παραπάνω. Πάντως, υπάρχει γενικά στον κόσμο η τάση παραγωγής βαρέων πετρελαίων με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο, ώστε οι εγκαταστάσεις θερμάνσεως να ικανοποιούν τους **«κακονιασμούς εκπομπής διοξειδίου του θείου»**, όπου υπάρχουν.

Η επιλογή, γενικά, κατηγορίας υγρού καυσίμου για μια συγκεκριμένη εφαρμογή βασίζεται σε οικονομικούς παράγοντες, τις περισσότερες φορές. Οι παράγοντες αυτοί περιλαμβάνουν:

- Το κόστος του καυσίμου.
- Το κόστος προθερμάνσεως και γενικά χειρισμού του καυσίμου.
- Το κόστος των συσκευών καύσεως.

Πάντως σχετικά με την επιλογή του πετρελαίου θερμάνσεως, είναι γενικά αποδεκτές οι παρακάτω δύο αρχές:

- Οι μικρές εγκαταστάσεις με χαμηλή ετήσια κατανάλωση καυσίμου δεν μπορούν να δικαιολογήσουν το κόστος προθερμάνσεως, κλπ., ώστε να χρησιμοποιήσουν βαρύ πετρέλαιο.
- Οι πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις με υψηλή ετήσια κατανάλωση καυσίμου δεν μπορούν να δικαιολογήσουν το κόστος για την προμήθεια ελαφρού πετρελαίου, ώστε να χρησιμοποιήσουν ελαφρύ πετρέλαιο.

Χαρακτηριστικά των πετρελαίων θερμάνσεως.

Τα βασικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την κατηγορία του πετρελαίου και την καταλληλότητά του για μια δεδομένη εφαρμογή είναι τα παρακάτω:

- 1) Το ιξώδες (ρευστότητα).
- 2) Το σημείο ροής.
- 3) Η περιεκτικότητα σε νερό και καθιζήματα.
- 4) Το κατάλοιπο άνθρακα.
- 5) Η τέφρα.

- 6) Το σημείο αναφλέξεως.
- 7) Η πυκνότητα.
- 8) Η περιεκτικότητα σε θείο.
- 9) Η θερμαντική ικανότητα.
- 10) Η σχέση περιεκτικότητας μεταξύ άνθρακα και υδρογόνου.

Δίνομε στη συνέχεια την έννοια των παραπάνω χαρακτηριστικών και την επίδρασή τους στη λειτουργία και συντήρηση των εγκαταστάσεων θερμάνσεως.

Το **ιξώδες** είναι ένα μέτρο της αντιστάσεως του πετρελαίου, και γενικά κάθε ρευστού, στη ροή ακριβέστερα ένα μέτρο της εσωτερικής του τριβής. Είναι εξαιρετικά σημαντικό χαρακτηριστικό που δείχνει όχι μόνο το βαθμό ευκολίας με τον οποίο το πετρέλαιο ρέει ή αντλείται, αλλά και την ευκολία απομοιήσεως ή διασκορπισμού του.

Το ιξώδες μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία του πετρελαίου: όσο η θερμοκρασία αυξάνει το ιξώδες μικραίνει, ή αντίστροφα. Γι αυτό, όταν δίνεται μια τιμή για το ιξώδες ενός πετρελαίου, η τιμή αυτή αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία, που συνήθως είναι για μεν τα ελαφρά πετρέλαιο 20°C (στις ΗΠΑ 38°C) για δε τα βαριά πετρέλαια 50°C.

Το **σημείο ροής** είναι η κατώτερη θερμοκρασία στην οποία ένα πετρέλαιο μπορεί να ρέει και κατά συνέπεια να αποθηκεύεται. Έχει μεγάλη σημασία για την άντληση του πετρελαίου. Τα ελαφρά πετρέλαια έχουν σημείο ροής συνήθως μικρότερο από -7°C, ενώ τα βαριά συνήθως μεγαλύτερο από 15°C.

Η **περιεκτικότητα σε νερό και καθίζηματα** πρέπει να είναι χαμηλή, ώστε να μη λερώνεται η εγκατάσταση. Τα καθίζηματα συσσωρεύονται στα διάφορα μέρη του καυστήρα και στα φίλτρα, με αποτέλεσμα να δημιουργούν αποφράξεις. Το νερό στα ελαφρότερα πετρέλαια μπορεί να προκαλέσει διάβρωση των δεξαμενών, ενώ στα βαρύτερα σχηματισμό **γαλακτωμάτων**.

Το **κατάλοιπο άνθρακα** εκφράζεται με τό δείκτη Conradson και είναι η ποσότητα των καταλοίπων που παραμένουν από μια ποσότητα πετρελαίου το οποίο αποστάζεται τελείως χωρίς την παρουσία αέρα. Ο δείκτης αυτός έχει μια προσεγγιστική σχέση με την αιθάλη που αποτίθεται στους καυστήρες εξατμίσεως, στους συνήθισμένους όμως καυστήρες διασκορπισμού, όπου συνήθως καίγονται και τα σωματίδια του άνθρακα που περιέχει το πετρέλαιο, ο δείκτης αυτός δεν έχει σχεδόν καθόλου σχέση με τις αποθέσεις αιθαλής.

Η **τέφρα** είναι οι μη καύσιμες ουσίες μέσα σε ένα πετρέλαιο. Μεγάλο ποσοστό τέτοιων ουσιών μπορεί να προκαλέσει φθορές στην αντλία του καυστήρα και στα τοιχώματα του λέβητα.

Το **σημείο αναφλέξεως** είναι η θερμοκρασία στην οποία αναφλέγονται οι ατροί του πετρελαίου. Δεν έχει σημασία για την καύση του πετρελαίου, καθορίζει όμως αν είναι εύφλεκτο ή όχι.

Η **πυκνότητα**, λόγω των διαφορών που υπάρχουν στη σύνθεση και τις μεθόδους διυλίσεως των πετρελαίων, παρουσιάζει διακύμανση ακόμα και μεταξύ πετρελαίων της ίδιας κατηγορίας και μάλιστα σε τέτοια έκταση, ώστε να υπάρχουν μερικές φορές και υπερκαλύψεις μεταξύ των κατηγοριών ελαφρών και βαριών πετρελαίων. Η πυκνότητα στους 15°C κυμαίνεται, συνήθως, για μεν τα ελαφρά πετρέλαια μεταξύ 0,80 και 0,87 kg/l για δε τα βαριά πετρέλαια μεταξύ 0,90 και 0,98 kg/l. Όπως φαίνεται λοιπόν, ιδιαίτερα για τα ελαφρά πετρέλαια, η διαφορά τιμής αγοράς μεταξύ ενός χιλιογράμμου και ενός λίτρου πετρελαίου μπορεί να φθάνει μέχρι και 20% (ακριβότερο το χιλιόγραμμο από το λίτρο).

Η **περιεκτικότητα σε θείο** περιορίζεται συχνά από κανονισμούς που στοχεύουν στον περιορισμό της ρυπάνσεως της ατμόσφαιρας με οξείδια του θείου. Αλλά το θείο είναι επίσης ανεπιθύμητο λόγω της διαβρωτικής ιδιότητας των ενώσεων που σχηματίζει πολλές φορές στα καυσαέρια, όπως το θειικό οξύ (H_2SO_4) που σχηματίζεται από την ένωση του νερού με το τριοξείδιο του θείου (SO_3 ακίνδυνο ως αέριο), όταν τα καυσαέρια ψυχθούν κάτω από το σημείο δρόσου τους (περίπου 150°C). Για να αποφεύγεται λοιπόν η διαβρωτική δράση των καυσαέριων, θα πρέπει αυτά να διατηρούνται σε υψηλές θερμοκρασίες, πράγμα που μειώνει τη θερμική απόδοση των εγκαταστάσεων. Η περιεκτικότητα σε θείο είναι μεγαλύτερη στα βαριά πετρέλαια.

Η **θερμαντική ικανότητα** είναι πολύ σπουδαίο χαρακτηριστικό παρόλο που συνήθως δεν λαμβάνεται ως στοιχείο για την κατάταξη των πετρελαίων σε κατηγορίες. Η ανά μονάδα μάζας καυστήρου θερμαντική ικανότητα μειώνεται, καθώς προγωρούμε σε πιο βαριά πετρέλαια, η ανά μονάδα όγκου όμως θερμαντική ικανότητα αυξάνει, λόγω αυξήσεως της πυκνότητας στα πιο βαριά πετρέλαια.

Η **σχέση περιεκτικότητας μεταξύ άνθρακα και υδρογόνου (C/H)** είναι μεγαλύτερη στα βαριά πετρέλαια, συμβαδίζει δηλαδή με την πυκνότητα. Έτσι, η σχέση αυτή είναι περίπου 6,5 στα ελαφρά και

8 στα βαριά πετρέλαια. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του πετρελαίου σε υδρογόνο ίμικρό τερη δηλαδή η σχέση C/H) τόσο μεγαλύτερη είναι και η θερμαντική του ικανότητα. Τα ελαφρά πετρέλαια περιέχουν 15 με 13% υδρογόνο (σε μάζα) ενώ τα βαριά 12 με 11%. Σχεδόν όλο το υπόλοιπο (84 με 88%) είναι άνθρακας.

Σε κάθε χώρα που έχει εγκαταστάσεις διυλίσεως αργού πετρελαίου ισχύουν κάποια πρότυπα ή κανονισμοί που περιέχουν περιορισμούς για όλα ή μερικά από τα παραπάνω χαρακτηριστικά των παραγόμενων από τη διύλιση πετρελαίων θερμάνσεως. Στον πίνακα Ε3 δίνονται για τη χώρα μας ισχύουσες επίσημα προδιαγραφές του Κράτους που καθορίζουν τα κύρια χαρακτηριστικά των δύο τύπων πετρελαίου που διατίθενται για εγκαταστάσεις θερμάνσεως από τα διυλιστήρια της χώρας. Σε δεύτερη στήλη για κάθε τύπο πετρελαίου δίνονται οι μέσες τιμές των ίδιων χαρακτηριστικών που έχουν προκύψει από αναλύσεις των μέχρι σήμερα προϊόντων του Κρατικού Διυλιστηρίου. Τα αμερικανικά και τα γερμανικά πρότυπα προδιαγράφουν πολύ περισσότερα χαρακτηριστικά από όσα αναφέρονται στον πίνακα Ε3.

3. Στερεά καύσιμα — Τύποι και ιδιότητες.

Τα στερεά καύσιμα περιλαμβάνουν:

- Το κάρβουνο (ή γαιάνθρακα ή ορυκτό άνθρακα).
- Το κωκ.
- Το ξύλο.
- Τα στερεά υπολείμματα βιομηχανικών και γεωργικών λειτουργιών.

Από αυτά, μόνο το κάρβουνο χρησιμοποιείται διεθνώς, σε κάποια σοβαρή κλίμακα, σε εφαρμογές θερμάνσεως. Παρόλο που η χρήση του κάρβουνου σ' αυτές τις εφαρμογές μειώθηκε σημαντικά μεταξύ των ετών 1945-1975, οι ελλείψεις και οι περιορισμοί στα φυσικά αέρια και στο πετρέλαιο έχουν σήμερα ανανεώσει το ενδιαφέρον για το κάρβουνο.

Η πολύπλοκη σύνθεση του κάρβουνου καθιστά δύσκολη την υποδιαίρεσή του σε ξεχωρισμένους με σαφήνεια τύπους. Από χημική άποψη, το κάρβουνο αποτελείται από άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο, άζωτο, θείο, νερό και τέφρα (μεταλλικά κατάλοιπα). Μια χημική ανάλυση δίνει κάποια ένδειξη της ποιότητας του κάρβουνου, αλλά δεν καθορίζει ικανοποιητικά τα χαρακτηριστικά της καύσεώς του. Εκείνες οι ιδιότητες που κυρίως ενδιαφέρουν τον καταναλωτή κάρβουνου είναι:

- Διαθέσιμη θερμότητα ανά χιλιόγραμμο κάρβουνου.
- Γυρασία.
- Ποσότητα παραγόμενης τέφρας και σκόνης.
- Ιδιότητες χειρισμού και αποθήκευσεως.
- Χαρακτηριστικά καύσεως.

Το κάρβουνο, όταν έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα, χαρακτηρίζεται ως «κακής ποιότητας». Η περιεκτικότητα σε τέφρα μπορεί να μειωθεί με διάφορες κατεργασίες. «Καθαρό» κάρβουνο είναι εκείνο που δεν περιέχει τέφρα αλλά ούτε και υγρασία. Η υγρασία απομακρύνεται τελείως μόνο αν η θερμοκρασία του κάρβουνου υπερβεί τους 100°C.

Οι διάφοροι τύποι κάρβουνου (γαιάνθρακα) βγαίνουν με εξόρυξη από τη γη όπου δημιουργήθηκαν από την αποσύνθεση ή **απανθράκωση** φυτικών ουσιών σε συνθήκες υψηλής πιέσεως και απουσίας αέρα. Ο βαθμός απανθρακώσεως αυξάνει με τη γεωλογική πλοκή του κάρβουνου. Γι' αυτό και οι πε-

ρισσότερο απανθρακωμένοι γαιάνθρακες ή **λιθάνθρακες** βρίσκονται σε μεγαλύτερο βάθος, ενώ οι ατελούς απανθρακώσεως, **λιγνίτες, τύρφη**, βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια της γης, δηλαδή η εξόρυξη τους δεν απαιτεί κατά κανόνα την κατασκευή υπόγειων στοών.

Όσο αυξάνεται η γεωλογική ηλικία του κάρβουνου, δηλαδή όσο προχωρεί η απανθράκωσή του, τόσο αυξάνεται η περιεκτικότητά του σε άνθρακα, ενώ αντίθετα μειώνεται η περιεκτικότητά του σε οξυγόνο και ππητικά συστατικά (διάφορες αέριες οργανικές ενώσεις). Οι πλούσιοι σε ππητικά γαιάνθρακες, με περιεκτικότητα πάνω από 30%, αναφλέγονται ευκολότερα και καίγονται πιο γρήγορα από τους υπόλοιπους γαιάνθρακες.

Στον πίνακα E4 δίνονται οι πιο γνωστοί τύποι γαιανθράκων κατά σειρά γεωλογικής ηλικίας, με ενδεικτικές περιεκτικότητες συστατικών και με τα διάφορα χαρακτηριστικά τους. Στο εμπόριο, οι γαιάνθρακες προσφέρονται σε διάφορα μεγέθη που ποικίλουν από σκόνη (καρβουνόσκονη) μέχρι ακατέργαστο γαιάνθρακα, που περιέχει διάφορα μεγέθη και σκόνη. Όλοι οι τύποι που αναφέρονται στον πίνακα, εκτός από το λιγνίτη, είναι ανώτεροι τύποι γαιάνθρακα ή λιθάνθρακες και δεν εξορύσσονται στο υπέδαφος της χώρας μας. Εισάγονται όμως από το εξωτερικό, προς το παρόν σε πολύ μικρές ποσότητες, αργότερα όμως με την αναμενόμενη αναδιάρθρωση των ενέργειακών μας πηγών, προβλέπεται σημαντική αύξηση των ποσοτήτων εισαγόμενων γαιανθράκων.

Ο **λιγνίτης** αποτελεί για την Ελλάδα μια από τις βασικές πλουτοπαραγωγικές της πηγές και το βασικότερο εγχώριο πρωτογενή πόρο ενέργειας – εκτός βέβαια από τις υδατοπτώσεις. Το 68% της παραγωγής του 1976 εξορύχθηκε από τα λιγνιτωρυχεία της Πτολεμαΐδας, το 29% από τα λιγνιτωρυχεία της Μεγαλοπόλεως και το υπόλοιπο 3% από άλλα μικρά λιγνιτωρυχεία. Η παραγωγή ανέβηκε από 1 000 000 τόνους το 1957 σε πάνω από 22 000 000 τόνους το 1976. Από τη συνολική παραγωγή του 1976 το 88% διατέθηκε για την τροφοδότηση λεβήτων ατμού σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, το δε υπόλοιπο 12% κυρίως για την τροφοδότηση λεβήτων θερμάνσεως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Επίσης στη χώρα μας υπάρχει το γνωστό απόθεμα της **τύρφης των Φιλίππων**. Παρόλο που το απόθεμα αυτό είναι μεγάλο, είναι τέτοια η φύση του, δηλαδή χρειάζεται επιφανειακή εξόρυξη και αποξήρανση του στρώματος, ώστε η εκμετάλλευσή του να μην έχει ακόμα αποφασισθεί, γιατί κρίνεται ότι προς το παρόν συνέπαγεται υψηλό κοινωνικό κόστος (αλλοίωση περιβάλλοντος κλπ.).

3.2.4 Απαιτούμενος αέρας καύσεως και παραγόμενα καυσαέρια.

Οι υπολογισμοί της ποσότητας του αέρα που απαιτείται για την καύση και της ποσότητας των παραγόμενων από αυτήν αερίων είναι συχνά αναγκαίοι για να καθορισθούν τα μεγέθη διάφορων τμημάτων της εγκαταστάσεως θερμάνσεως, καθώς και για να υπολογισθεί η αποδοτικότητα της εγκαταστάσεως αυτής. Άλλοι υπολογισμοί, όπως των τιμών της περίσσειας αέρα και του θεωρητικά παραγόμενου SO_2 , είναι χρήσιμοι για την εκτίμηση της συμπεριφοράς του συστήματος καύσεως.

Συχνά, οι υπολογισμοί καύσεως μπορούν να απλοποιηθούν με τη χρησιμοποίηση των μοριακών βαρών εκφρασμένων στις μονάδες μάζας του συστήματος μονάδων που εφαρμόζεται στους υπολογισμούς αυτούς. Έτσι στο Διεθνές Σύστημα χρησιμοποιείται το **χιλιογραμμικό μοριακό βάρος ή χιλιογραμμομόριο** (kg.mole), όπου το χιλιογραμμικό μοριακό βάρος μιας ενώσεως ισούται με το μοριακό βάρος της εκφρασμένο σε χιλιόγραμμα. Όπως είναι γνωστό, το μοριακό βάρος της ενώσεως ισούται με το άθροισμα των ατομικών βαρών όλων των ατόμων που την αποτελούν.

Ακολουθώντας τους τρόπους μετρήσεων που συνήθως εφαρμόζονται για τα

καύσιμα στην πράξη, οι υπολογισμοί καύσεως που αφορούν αέρια καύσιμα γίνονται γενικά με βάση τους όγκους, ενώ οι υπολογισμοί που αφορούν υγρά και στερεά καύσιμα γίνονται με βάση τις μάζες.

Περίσσεια απαιτούμενου αέρα καύσεως.

Ο αέρας που δίνομε συνήθως στα πραγματικά συστήματα καύσεως, είναι περισσότερος από τον θεωρητικά απαιτούμενο, ώστε να είναι εξασφαλισμένο ότι θα έχουμε πλήρη καύση. Η περίσσεια αυτή αέρα ορίζεται ως εξής:

$$\left(\begin{array}{l} \text{Περίσσεια αέρα} \\ (\% \text{ του θεωρητικού}) \end{array} \right) = \frac{\text{Παρεχόμενος αέρας} - \text{Θεωρητικός αέρας}}{\text{Θεωρητικός αέρας}} \times 100 \quad (3.1)$$

Αν δηλαδή ο παρεχόμενος αέρας είναι διπλάσιος από τον θεωρητικά απαιτούμενο, έχουμε περίσσεια 100%.

Το μέγεθος της περίσσειας του αέρα με την οποία λειτουργεί μια καύση, επηρεάζει σημαντικά τη συνολική απόδοσή της. Πολύ μεγάλη περίσσεια αραιώνει υπερβολικά τα καυσαέρια, χαμηλώνοντας τη θερμοκρασία τους και την ικανότητά τους για μεταφορά θερμότητας και αυξάνοντας την απώλεια αισθητής θερμότητας προς την καπνοδόχο. Αντίθετα, πολύ χαμηλή περίσσεια μπορεί να προκαλέσει ατελή καύση, η οποία εκδηλώνεται κυρίως με την εμφάνιση CO στα καυσαέρια, και απώλεια καύσιμων αερίων που διαφεύγουν χωρίς να καούν. Επομένως **η μέγιστη απόδοση της καύσεως επιτυγχάνεται όταν μόνο ο ακριβώς αναγκαίος επιπλέον αέρας προσφέρεται και αναμιγνύεται κατάλληλα με τα καύσιμα αέρια, ώστε να εξασφαλίζεται πλήρης καύση.** Κατά γενικό κανόνα, προσφέρεται επιπλέον αέρας από 5%-50%, ανάλογα με τον τύπο του καυσίμου, τον τύπο του καυστήρα, τη θερμοκρασία της καύσεως κλπ.

Αν αυξάνομε σταδιακά τον παρεχόμενο αέρα μέχρι του σημείου που τα καυσαέρια να μην περιεχουν CO, τότε θα έχουμε τέλεια καύση.

Η περίσσεια αέρα που θα αντιστοιχεί σ' αυτή την τέλεια καύση θα δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Περίσσεια αέρα (\%)} = \frac{\text{O}_2}{0,264 \text{ N}_2 - \text{O}_2} \times 100 \quad (3.2)$$

όπου O₂ και N₂ είναι οι όγκοι του οξυγόνου και του αζώτου σε ποσοστά, όπως προκύπτουν από την ογκομετρική ανάλυση των καυσαερίων (ανάλυση Orsat).

Ποσότητα παραγόμενων καυσαερίων.

Η μάζα των ξηρών καυσαερίων που παράγονται ανά kg καυσίμου πρέπει να είναι γνωστή για τους υπολογισμούς θερμικών απωλειών και αποδόσεως της εγκαταστάσεως. Αυτή η μάζα είναι ίση προς το άθροισμα των εξής μαζών:

α) Μάζα του καυσίμου (μείον η τέφρα που τυχόν παραμένει στην εστία).

β) Μάζα του θεωρητικά απαιτούμενου αέρα καύσεως.

γ) Μάζα του επιπλέον αέρα.

Η μάζα αυτή των καυσαερίων προκύπτει από την ογκομετρική ανάλυση των καυσαερίων.

3.2.5 Θερμότητα αποβαλλόμενη με τα καυσαέρια – Απόδοση καύσεως.

Συνήθως στην ανάλυση της αποδόσεως των συσκευών θερμάνσεως γίνεται

· ένα **ενεργειακό ισοζύγιο**, το οποίο υπολογίζει με τη μεγαλύτερη δυνατή πληρότητα, για το που πηγαίνει όλη η απελευθερωνόμενη ενέργεια από την καύση ποσότητας καυσίμου. Τα διάφορα συστατικά μέρη αυτού του ισοζυγίου εκφράζονται γενικά σε kJ/kg καιόμενου καυσίμου ή ως ποσοστό της ανώτερης θερμαντικής ικανότητας του καυσίμου.

Τα κυριότερα μέρη του παραπάνω ισοζυγίου για υγρά ή αέρια καύσιμα είναι:

- Η θερμαντική ικανότητα του καυσίμου.
- Η χρήσιμη θερμότητα που αποδίδεται για θέρμανση.
- Η αποβαλλόμενη με τα καυσαέρια θερμότητα.

Άρα η συνυλική θερμική απόδοση μιας συσκευής θερμάνσεως που λειτουργεί με υγρό ή αέριο καύσιμο θα είναι:

$$\text{Θερμική απόδοση (\%)} = \frac{\text{Θερμαντική ικανότητα καυσίμου} - \text{απώλειες καυσαερίων}}{\text{Θερμαντική ικανότητα καυσίμου}} \times 100 \quad (3.3)$$

Για να παράγομε θερμότητα αποδοτικά, καίοντας οποιοδήποτε κοινό καύσιμο, οι απώλειες καυσαερίων πρέπει να ελαχιστοποιούνται. Οι κλασικοί τρόποι για την επίτευξη του σκοπού αυτού είναι:

- Εξοπλισμός της συσκευής θερμάνσεως με αρκετή θερμοαπορροφητική επιφάνεια.
- Διατήρηση των επιφανειών μεταδόσεως θερμότητας καθαρών και από την πλευρά της φωτιάς και από την πλευρά του εργαζόμενου μέσου, νερού ή αέρα.
- Μείωση της περίσσειας αέρα στο ελάχιστο ποσό που απαιτείται για να έχομε πλήρη καύση και απομάκρυνση των προϊόντων της καύσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΤΟΠΙΚΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ

4.1 Γενικά.

Σε μια τοπική θέρμανση η θερμότητα παράγεται μέσα στο χώρο ο οποίος πρόκειται να θερμανθεί. Ο τρόπος παραγωγής είναι αυτός που καθορίζει, κυρίως, και το είδος της τοπικής θερμάνσεως.

Οι τοπικές εγκαταστάσεις θερμάνσεως, που συνήθως ονομάζονται **τοπικές συσκευές θερμάνσεως**, έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις λειτουργίας, ασφάλειας και εμφανίσεως, λόγω ακριβώς του γεγονότος ότι παράγουν τη θερμότητα μέσα στο χώρο (κατοικία κλπ.) για τον οποίο προορίζονται. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ασφάλειας των συσκευών αυτών καθορίζονται συνήθως από διάφορα πρότυπα ή κανονισμούς.

Οι τοπικές συσκευές θερμάνσεως είναι συνήθως η μόνη εφικτή λύση όταν θέλομε να θερμάνομε ένα μικρό απομονωμένο χώρο, που δεν μπορεί να συνδεθεί σε κάποιο κεντρικό σύστημα θερμάνσεως, είτε γιατί δεν υπάρχει τέτοιο σύστημα είτε γιατί η σύνδεση με αυτό είναι αδύνατη ή ασύμφορη από τεχνικο-οικονομική άποψη (ανεπάρκεια ισχύος του κεντρικού συστήματος, μεγάλες αποστάσεις κλπ.).

Επίσης οι τοπικές συσκευές θερμάνσεως χρησιμοποιούνται ως **συμπληρωματική θέρμανση** για χώρους που εξυπηρετούνται ήδη από κεντρικό σύστημα θερμάνσεως, το οποίο όμως δεν μπορεί να ικανοποιήσει τις θερμικές ανάγκες των χώρων αυτών για ένα ή για περισσότερους από τους παρακάτω λόγους:

- Δεν είναι σωστά μελετημένη η κεντρική εγκατάσταση θερμάνσεως ως προς τα τρήματά της που εξυπηρετούν τους συγκεκριμένους χώρους.
- Το κεντρικό μηχανοστάσιο παραγωγής θερμότητας δεν έχει αρκετή ισχύ για να καλύπτει τις θερμικές απαιτήσεις του συνόλου της εγκαταστάσεως κατά τις περισσότερο κρύες μέρες.
- Η κεντρική εγκατάσταση παρουσιάζει συχνές διακοπές που οφείλονται σε:
 - Πολλές βλάβες λόγω κακής κατασκευής ή κακής συντηρήσεως.
 - Σκόπιμες διακοπές λειτουργίας για εξοικονόμιση ενέργειας, προγραμματισμένη συντήρηση ή άλλους λόγους.

Τέλος, η εγκατάσταση από την αρχή τοπικών θερμάνσεων αντί κεντρικής θερμάνσεως, για μια ομάδα χώρων, μπορεί να είναι συμφερότερη από τεχνικοοικονομική άποψη. Η κατανόηση όμως των κριτηρίων για μια τέτοια επιλογή ξεφεύγει από τους σκοπούς του βιβλίου αυτού και οπωσδήποτε προϋποθέτει περισσότερες γνώσεις για τις δύο μεγάλες κατηγορίες θερμάνσεως.

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται περιγραφικά οι πιο γνωστές τοπικές συ-

σκευές θερμάνσεως που είναι τα τζάκια, οι θερμάστρες, τα αερόθερμα και οι θερμοσυσσωρευτές. Ειδικές μέθοδοι τοπικής θερμάνσεως με αντλίες θερμότητας και με ηλιακούς θερμοσυσσωρευτές εξετάζονται ιδιαίτερα στο κεφάλαιο 6.

4.2 Τζάκια.

Το τζάκι (σχ. 4.2α) είναι το μέρος όπου στεγάζεται μια ανοιχτή εστία φωτιάς από ξύλα, χρησιμοποιούμενη για θέρμανση ενός χώρου, μερικές δε φορές και για μαγείρεμα. Συνοδεύεται απαραίτητα από μια καμινάδα, η οποία αποτελεί προέκταση του τζακιού και έχει διπλή αποστολή:

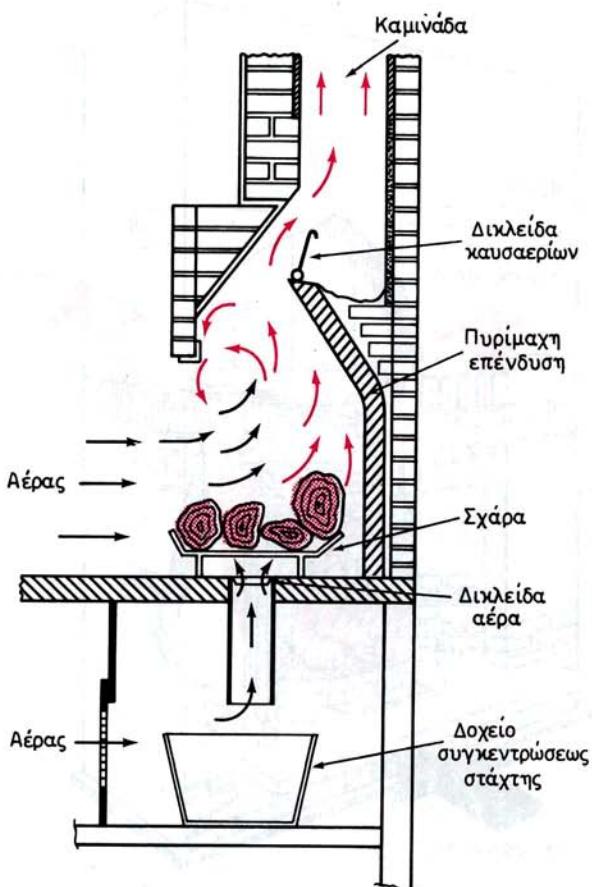
- Να δημιουργεί το κατάλληλο ρεύμα, ώστε να συντηρείται η φωτιά.
- Να απομακρύνει από τον κατοικήσιμο χώρο τα πητυτικά προϊόντα της καύσεως (καπνό κλπ.).

Τα στερεά υπολείμματα της καύσεως (κυρίως στάχτη) απομακρύνονται κατά διαστήματα με το καθάρισμα της εστίας ή διοχετεύονται σε κατάλληλο άνοιγμα του δαπέδου της, το οποίο συγκοινωνεί με χώρο κάτω από αυτήν, όπου υπάρχει δοχείο συγκεντρώσεως των στερεών αυτών υπολειμμάτων. Όταν υπάρχει τέτοιο σύστημα για την απομάκρυνση της στάχτης, χρησιμοποιείται και για τη προσαγωγή ρυθμιζόμενου αέρα κάτω ακριβώς από την σχάρα τοποθετήσεως του καυσίμου, οπότε διευκολύνεται η καύση και βελτιώνεται η απόδοση του τζακιού, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.2α.

Τα τζάκια θερμαίνουν βασικά με ακτινοβολία από την ίδια τη φωτιά και από τα ανακλαστικά τοιχώματα που την περιβάλλουν, όταν δεν είναι ανοικτά και από τις τέσσερις πλευρές. Η απόδοσή τους είναι πολύ μικρή, η μικρότερη από όλες τις συσκευές θερμάνσεως (περίπου 20-25%). Για την αύξηση αυτής της απόδοσεως έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς διάφορες κατασκευαστικές βελτιώσεις των τζακιών, οι σπουδαιότερες από τις οποίες είναι:

- Η προσθήκη σχαρας όπως στο σχήμα 4.2α, οπότε διευκολύνεται η καύση.
- Η προσαγωγή αέρα κάτω από τη σχάρα όπως στο σχήμα 4.2α, οπότε επιτυγχάνεται ακόμα τελειότερη καύση.
- Η προσαγωγή αέρα στην εστία από τον εξωτερικό χώρο, οπότε μειώνεται η απώλεια θερμού αέρα από το θερμαινόμενο χώρο.
- Η δημιουργία καναλιών αέρα στα τοιχώματα του τζακιού, μέσα από τα οποία κυκλοφορεί μέρος του αέρα του χώρου, οπότε εκτός από την ακτινοβολία έχομε μετάδοση θερμότητας και με επαφή-μεταφορά* (σχ. 4.2β).
- Η τοποθέτηση των πλευρικών τοιχωμάτων σε αμβλεία γωνία προς την «πλάτη» του τζακιού, οπότε αυξάνεται η ακτινοβολούμενη θερμότητα (σχ. 4.2γ).
- Η τοποθέτηση του τζακιού απέναντι από χονδρούς τοίχους ικανούς να διατηρούν και να επανακτινοβολούν θερμότητα, οπότε αξιοποιείται περισσότερη από την ακτινοβολία του τζακιού και διατηρείται πιο ομοιόμορφη θερμοκρα-

* Υπενθυμίζεται ότι μετάδοση θερμότητας με «επαφή-μεταφορά» ή «συναγωγή» έχουμε όταν ένα ρευστό, υγρό ή αέριο, ρέει σε επαφή με κάποιο στερεό σώμα, η θερμοκρασία του οποίου είναι διαφορετική από τη θερμοκρασία του ρευστού. Αν το ρευστό έχει υψηλότερη θερμοκρασία από το σώμα, τότε έχομε μετάδοση θερμότητας **προς** το σώμα και φυσικά **από** το σώμα, αν η θερμοκρασία του σώματος είναι υψηλότερη.



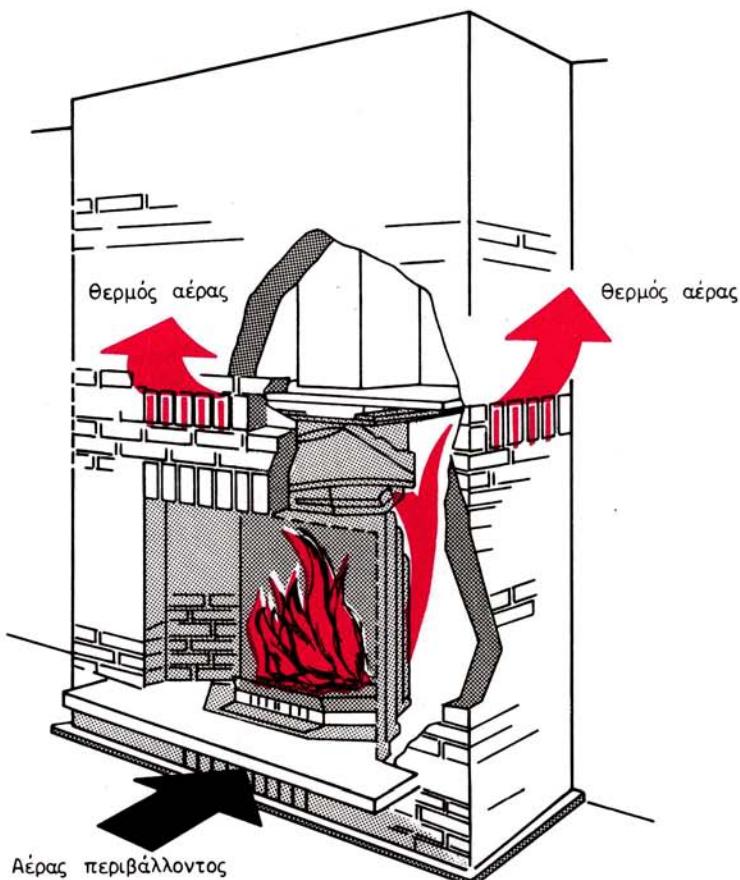
Σχ. 4.2α.
Τζάκι (σε τομή).

σία στο θερμαινόμενο χώρο.

Τα πρώτα τζάκια κατασκευάζονταν από πέτρα, αργότερα όμως επικράτησε σε μεγαλύτερη κλίμακα η χρησιμοποίηση του τούβλου.

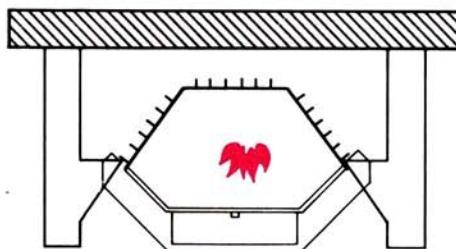
Κατασκευαστές σύγχρονων τζακιών, όπως αυτό του σχήματος 4.2δ, το οποίο συνδυάζει τις περισσότερες από τις παραπάνω κατασκευαστικές βελτίωσεις, βεβαιώνουν ότι οι αποδόσεις τους φθάνουν μέχρι και 80%. Τέοια τζάκια χρησιμοποιούνται για κανονική θέρμανση χώρων και έχουν μεγάλη εφαρμογή σε βόρειες χώρες. Η μεταλλική κατασκευή του εσωτερικού μέρους του τζακιού έχει βιομηχανοποιηθεί, ενώ η κατασκευή του κτισμένου μέρους, που περιβάλλει το μεταλλικό αφήνοντας διάκενα για τη δίοδο του προς θέρμανση εσωτερικού αέρα, γίνεται επιτόπου. Τα τελευταία χρόνια τζάκια αυτού του τύπου εισάγονται και στην Ελλάδα.

Το τζάκι χρησιμοποιείται ακόμα ως συσκευή θερμάνσεως κυρίως σε χώρες με ήπιο χειμώνα, τα διακοσμητικά του όμως πλεονεκτήματα δημιουργούν τις προϋ-



Σχ. 4.2β.

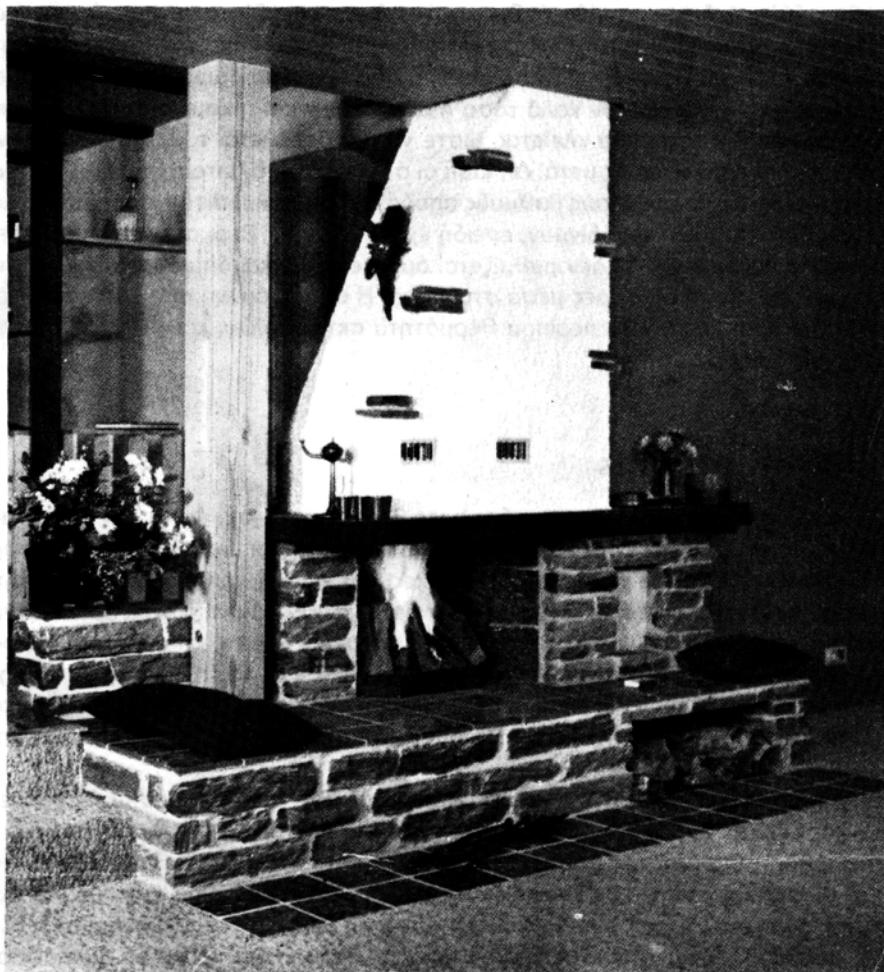
Τζάκι με κανάλια στα τοιχώματα για την κυκλοφορία και θέρμανση του αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος.



Σχ. 4.2γ.

Πλευρικά τοιχώματα σε αμβλεία γωνία προς την «πλάτη» του τζακιού.

ποθέσεις για ακόμα ευρύτερη χρήση. Παρά το ότι, στην απλή του κυρίως μορφή, συνεχίζει να είναι ο λιγότερο αποδοτικός τρόπος θερμάνσεως, το τζάκι έχει ορισμένα πλεονεκτήματα, τα οποία παλαιότερα θεωρούσαν ότι ήταν μόνο ψυχολογι-



Σχ. 4.26. Σύγχρονο τζάκι με κατασκευαστικές βελτιώσεις και αυξημένη απόδοση.

κά. Σήμερα όμως, έχει καταδειχθεί από έρευνες ότι στα πλεονεκτήματά του συγκαταλέγονται επίσης και φυσικοί παράγοντες, οι οποίοι έχουν σχέση με την ποιότητα της παρεχόμενης θερμότητας. Έχει δηλαδή ευεργετική επίδραση πάνω στο αίσθημα της ανέσεως του άνθρωπου το ότι η θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από το τζάκι περιλαμβάνει μήκη κύματος συνεχώς μεταβαλλόμενα σ' ένα ευρύτατο φάσμα, από την έντονη ακτινοβολία της φλόγας μέχρι την απαλή ακτινοβολία χαμηλής θερμοκρασίας των τούβλων και γενικά των τοιχωμάτων που περιβάλλουν την εστία.

4.3 Κτιστές Θερμάστρες.

Κτιστές Θερμάστρες χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε βόρειες χώρες, με καύσιμο

συνήθως ξύλα ή διάφορα είδη άνθρακα. Η σόμπα εγκαθίσταται συχνά στη διασταύρωση εσωτερικών τοίχων κατά τέτοιο τρόπο ώστε τμήμα της σόμπας και της καμινάδας της να βρίσκεται μέσα σε καθένα από τέσσερα δωμάτια. Η φωτιά διατηρείται μέχρι να ζεσταθούν καλά τόσο η σόμπα όσο και η καμινάδα της, κατόπιν δε σβήνεται και η καμινάδα κλείεται, ώστε να αποθηκεύεται η θερμότητα και να αποδίνεται για πολλές ώρες μετά. Δηλαδή οι σόμπες αυτές λειτουργούν ως **θερμοσυσσωρευτές**, με πολύ καλούς βαθμούς αποδόσεως που κυμαίνονται από 65% μέχρι 85%. Η θερμότητα που δίνουν, επειδή έχουν μεγάλες θερμαντικές επιφάνειες, είναι γλυκιά και ευχάριστη, δεν ρυθμίζεται όμως εύκολα και δημιουργούνται μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές μέσα στο χώρο. Η αποδιδόμενη από τη θερμάστρα θερμότητα είναι κατά 50% περίπου θερμότητα ακτινοβολίας και 50% θερμότητα επαφής-μεταφοράς.

4.4 Σιδερένιες θερμάστρες.

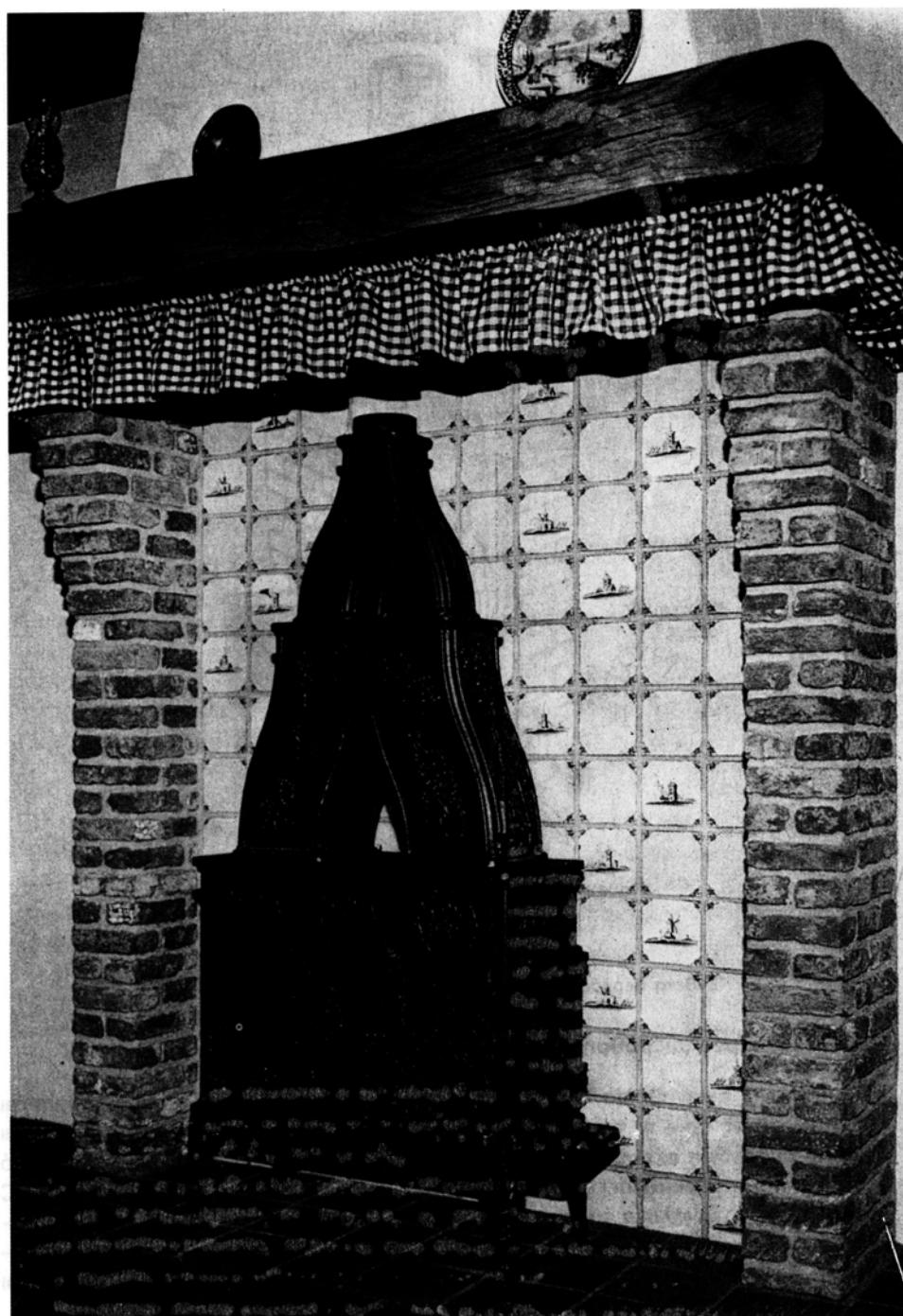
Σε αντίθεση με τις κτιστές, οι σιδερένιες θερμάστρες (σχ. 4.4α) δεν έχουν μεγάλες μάζες και για αυτό είναι κατάλληλες για **συνεχή** ή και **διακοπόμενη** λειτουργία. Ανάλογα δηλαδή με τις θερμικές ανάγκες του χώρου, ρυθμίζεται η ποσότητα του αέρα καύσεως, ώστε το καύσιμο να καίεται πιο αργά ή πιο γρήγορα. Η θερμοκρασία των επιφανειών τους είναι μεγάλη σε σχέση με τις κτιστές θερμάστρες και γι' αυτό ακτινοβολούν περισσότερη θερμότητα. Έτσι, για την ίδια θερμική ισχύ είναι πολύ πιο μικρές και πιο ελαφρές και μπορούν να μεταφέρονται σχετικά εύκολα. Πάντως και μ' αυτές έχομε ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο.

Στις σιδερένιες θερμάστρες χρησιμοποιούνται όλα τα είδη καυσίμων (στερεά, υγρά και αέρια). Ο βαθμός αποδόσεώς τους κυμαίνεται από 70% μέχρι 85%.

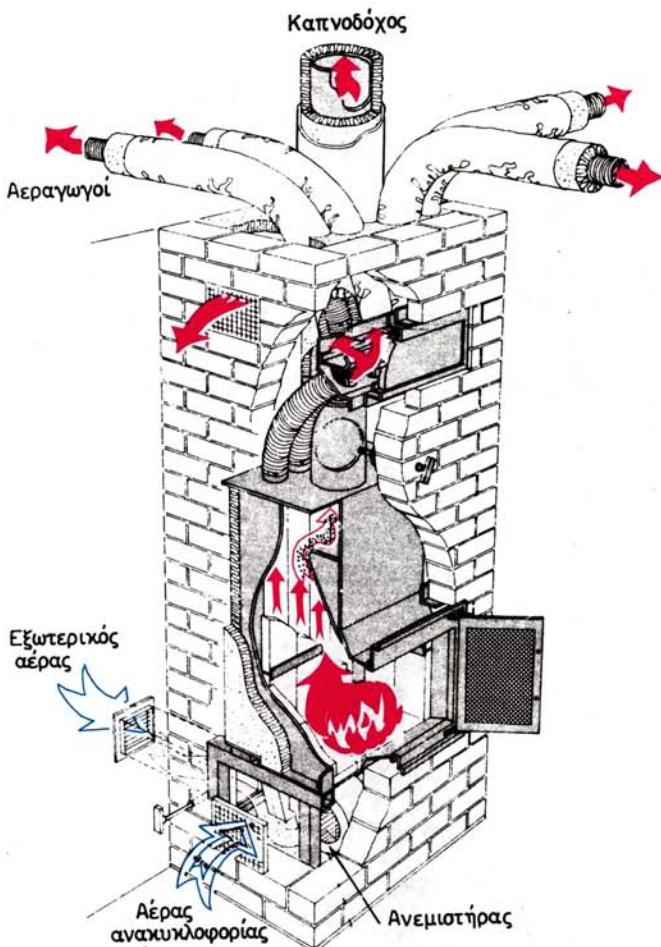
Η απόδοση θερμότητας από τη θερμάστρα γίνεται και εδώ σε ίσα περίπου ποσοστά με ακτινοβολία και με επαφή-μεταφορά. Σε νεότερες όμως κατασκευές έχει κατά πολύ μειωθεί το ποσοστό ακτινοβολούμενης θερμότητας, μέχρι και στο 10% μόνο, με την προσθήκη σχισμών γύρω από τη θερμάστρα, ώστε να κυκλοφορεί καλύτερα ο αέρας.

Σιδερένιες θερμάστρες, κατασκευασμένες από χάλυβα ή χυτοσίδηρο σε κατάληλα μεγέθη χρησιμοποιούνται και για τη θέρμανση μεγάλων χώρων, όπως αποθηκών, συνεργειών κλπ. Οι χώροι αυτοί πρέπει να είναι σχετικά χαμηλοί, γιατί σε ψηλούς χώρους θερμαίνεται κυρίως το επάνω μέρος του χώρου όπου συγκεντρώνεται ο πολύ **ζεστός** αέρας που θερμαίνεται από τη θερμάστρα.

Τέλος κατασκευάζονται και σιδερένιες θερμάστρες **ένθετου τύπου** (σχ. 4.4β), οι οποίες τοποθετούνται μέσα σε κτιστό περίβλημα με ειδικά ανοίγματα για την κυκλοφορία του αέρα. Δηλαδή, η μετάδοση θερμότητας προς το χώρο γίνεται, σ' αυτή την περίπτωση, μόνο με επαφή-μεταφορά. Ο αέρας κυκλοφορεί με τη βαρύτητα και συνήθως μοιράζεται σε περισσότερους από ένα χώρους. Η προσθήκη ανεμιστήρα αυξάνει την ταχύτητα του αέρα και την ισχύ της θερμάστρας. Έτσι, με την προσθήκη ειδικών αεραγωγών, μπορούν να θερμανθούν και χώροι που βρίσκονται μακριά από τη θερμάστρα, οπότε βέβαια μετατοπιζόμαστε στην κατηγορία των κεντρικών θερμάσεων.



Σχ. 4.4α.
Σιδερένια θερμάστρα. (ΠΤΟΥΝΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΔΙΑΖΩΜΑΤΩΝ)



Σχ. 4.4B.

Ένθετη θερμάστρα με προσθήκη ανεμιστήρα και αεραγωγών.

4.5 Θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Η θερμική ακτινοβολία που προέρχεται από τις θερμάστρες αυτές εκπέμπεται σε συχνότητες πριν το φάσμα της ακτινοβολίας ερυθρού χρώματος, γι' αυτό και λέγεται **υπέρυθρη ακτινοβολία** (υπό-ερυθρή, στα αγγλικά infrared). Το θερμαντικό στοιχείο που την εκπέμπει φθάνει σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες, από 260°C μέχρι 2760°C, ανάλογα με την πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται, την κατασκευή, το μέγεθος της θερμάστρας κλπ. Μερικές θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας εκπέμπουν μια σημαντική ποσότητα ορατού φωτός και χρησιμοποιούνται για ικανοποίηση συνδυασμένων αναγκών θερμάνσεως και φωτισμού.

'Όλα τα σώματα που έχουν μια θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν εκπέμπουν ακτινοβολία με συχνότητα που εξαρτάται από τη θερμοκρασία της επιφά-

νειας του σώματος. Κάθε τμήμα της επιφάνειας εκπέμπει ακτίνες κάθετες σ' αυτό. Όσο πιο ψηλή είναι η θερμοκρασία τόσο πιο μεγάλη είναι η συχνότητα της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας, δηλαδή τόσο πιο κοντά βρίσκεται η ακτινοβολία αυτή προς την ακτινοβολία του ορατού ερυθρού φωτός και συνεπώς έχομε υπέρυθρη ακτινοβολία. Αντίθετα, όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας είναι κάτω από περίπου 100°C, τότε δεν έχομε υπέρυθρη ακτινοβολία, αλλά την «απαλή» **θερμική ακτινοβολία** του περιβλήματος μιας θερμάστρας, του θερμαντικού σώματος ενός καλοριφέρ ή της επιφάνειας ενός θερμαινόμενου δαπέδου.

Οι θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας μπορεί να χρησιμοποιούν πετρέλαιο, αέριο ή ηλεκτρική ενέργεια. Αποτελούνται από μια πηγή ή γεννήτρια υπέρυθρης ακτινοβολίας που συμπληρώνεται συνήθως με ανακλαστήρες για να κατευθύνουν την ακτινοβολία προς ορισμένες κατευθύνσεις. Έτσι θερμαίνονται απευθείας τα άτομα, τα αντικείμενα και οι επιφάνειες που βρίσκονται απέναντι από τις θερμάστρες, χωρίς να ξαδεύεται σχεδόν καθόλου ενέργεια μεταξύ της ακτινοβολούσας επιφάνειας και των σωμάτων προς τα οποία κατευθύνεται η ακτινοβολία. Ο ενδιάμεσος αέρας δεν είναι καλός απορροφητής της ενέργειας της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια οι θερμάστρες αυτού του τύπου να έχουν πολύ μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, που φθάνει και μέχρι 50% σε σύγκριση με άλλα συστήματα θερμάνσεως. Παράλληλα, απαιτείται και μικρότερη εγκαταστημένη ισχύς. Για τους λόγους αυτούς, οι θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται όχι μόνο για μεμονωμένες θερμάνσεις, αλλά και για θερμάνσεις ολόκληρων κτιρίων, υποκαθιστώντας τις κεντρικές θερμάνσεις.

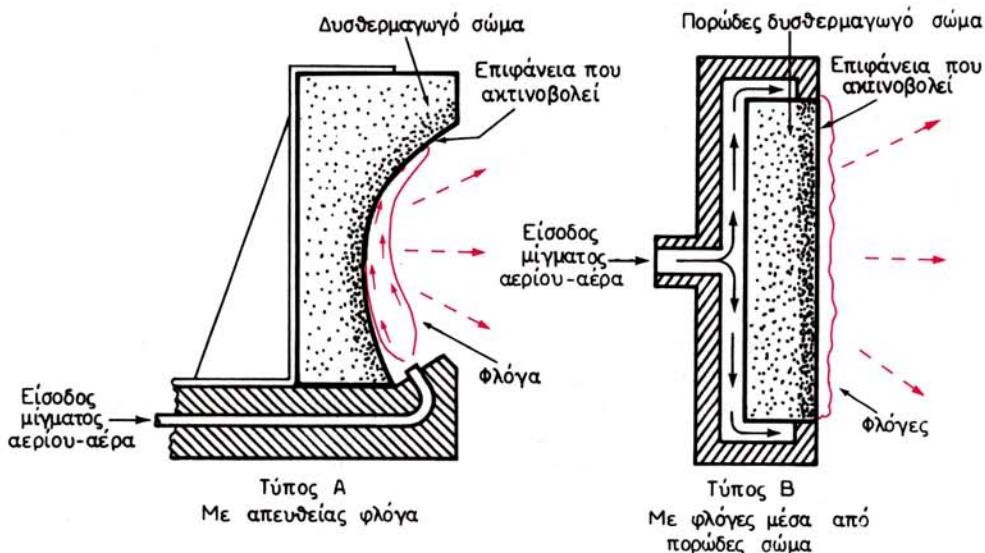
Τα πλεονεκτήματα ανέσεως που έχει η θέρμανση ακτινοβολίας και που αναφέρθηκαν στα τζάκια, υπάρχουν και εδώ σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό και χωρίς τα μειονεκτήματα αποδόσεως των κλασικών τζακιών. Επιπλέον, με τη θερμάστρα υπέρυθρης ακτινοβολίας έχομε ευχέρεια χειρισμού όπως αυτή που προσφέρει μια λάμπα φωτισμού. Όταν δηλαδή τη χρειαζόμαστε την ανοίγομε και έχομε αμέσως θέρμανση. Όταν δεν τη χρειαζόμαστε την κλείνομε και αμέσως γίνεται αισθητή η έλλειψή της, μια και ο αέρας του χώρου είναι ήδη σε χαμηλή σχετικά θερμοκρασία, γιατί, όπως ήδη είπαμε, δεν είναι καλός απορροφητής της ενέργειας της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Το πλεονέκτημα αυτό πέρα από την άνεση χειρισμού που προσφέρει, συντελεί και σε πρόσθετη εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας, γιατί η εγκατάσταση θερμάνσεως λειτουργεί λιγότερες ώρες.

Οι θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας έχουν μεγάλη εφαρμογή στο εξωτερικό, διατίθενται όμως και στην ελληνική αγορά. Ανάλογα με την πηγή ενέργειας που χρησιμοποιούν, διακρίνονται στις τρεις κατηγορίες, οι οποίες περιγράφονται παρακάτω. Τέλος δίνονται ακόμη μερικοί κανόνες για την ασφαλή εγκατάσταση, τη ρύθμιση και τη συντήρηση και των τριών κατηγοριών θερμαστρών.

4.5.1 Θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας με αέριο.

Υπέρυθρη ακτινοβολία θα μπορούσε να παραχθεί με καύση αερίου σε μια ανοικτή φλόγα. Όμως, οι σύγχρονες θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας με αέριο χρησιμοποιούν τη φλόγα του αερίου για να θερμάνουν μια ειδική επιφάνεια που ακτινοβολεί, γιατί οι θερμές επιφάνειες είναι καλύτεροι πομποί ακτινοβολίας από ότι οι ίδιες οι φλόγες που τις θερμαίνουν. Η θέρμανση των επιφανειών γίνεται

όχι μόνο με απευθείας επαφή της φλόγας, αλλά και με τα αέρια της καύσεως. Η ειδική επιφάνεια ακτινοβολίας μιας σύγχρονης μονάδας είναι κατασκευασμένη έτσι, ώστε να βοηθά στο να κατευθύνεται η ακτινοβολία προς τα εκεί που απαιτείται θέρμανση. Το σχήμα 4.5α δίνει την αρχή λειτουργίας για δύο από τους πιο συνηθισμένους τύπους θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας με αέριο, ενώ ο πίνακας 4.5.1 τα χαρακτηριστικά των δύο αυτών τύπων. Και στους δύο τύπους οι φλόγες



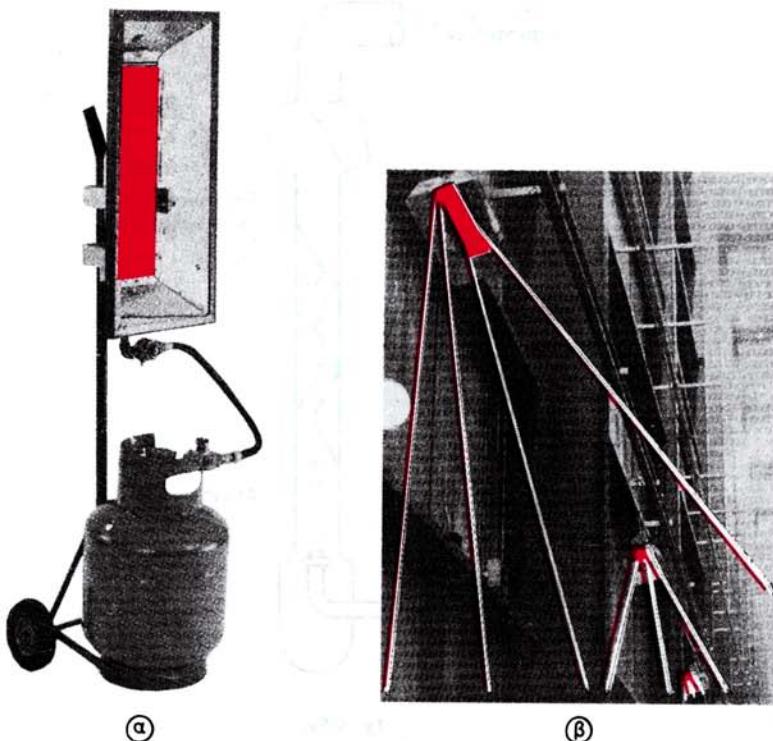
Σχ. 4.5α.

Δύο διαφορετικοί τύποι θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας με αέριο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5.1

Χαρακτηριστικά των δύο τύπων θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας με αέριο που φαίνονται στο σχήμα 4.5α

Χαρακτηριστικό	Τύπος Α'	Τύπος Β'
Θερμοκρασία επιφάνειας που ακτινοβολεί	900-1540°C	870-980°C
Πυκνότητα θερμότητας (kW/m^2)	Μεγάλη (32-196)	Μέση (54-100)
Χρόνος προθερμάνσεως	60s	60s
Λόγος εκπεμπόμενης ακτινοβολίας προς καταναλισκόμενη θερμική ισχύ	0,35-0,50	0,35-0,60
Ορατό φως	Προς το άσπρο	Κιτρινοκόκκινο
Απαγωγή καυσαερίων	Δεν γίνεται	Δεν γίνεται
Δυνατότητες εφαρμογής	Εξαιρετικές (μεγάλη ποικιλία διαθέσιμων πυκνοτήτων θερμότητας)	Εξαιρετικές (μεγάλη ποικιλία πυκνοτήτων θερμότητας και τοποθετήσεως στο χώρο)



Σχ. 4.5β.

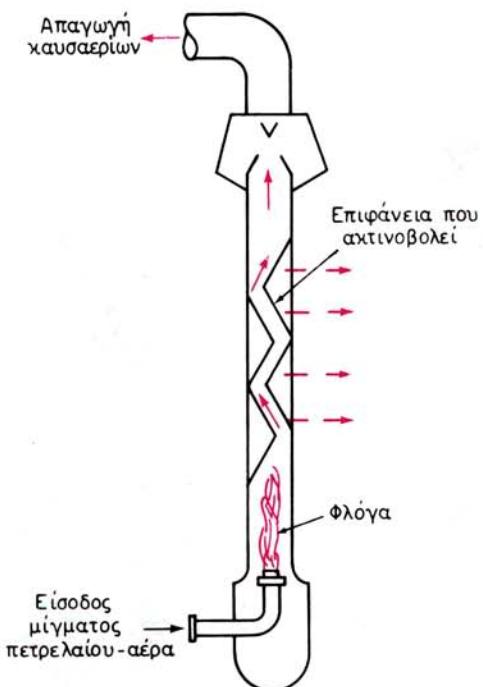
Εφαρμογές θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας με αέριο.

α) Φορητή μονάδα με φίλη προπανίου, ισχύος 6000 kcal/h ή 7 kW (διαστάσεις μονάδας: πλάτος 35 cm και ύψος 75 cm). β) Μονάδες αναρτημένες από ψηλά. Οι κόκκινου χρώματος γραμμές έχουν προστεθεί για να δείξουν την κατεύθυνση της θερμικής ακτινοβολίας προς το δάπεδο.

Θερμαίνουν την επιφάνεια που ακτινοβολεί, η οποία έτσι εκπέμπει θερμότητα ακτινοβολίας επιπλέον από τη θερμότητα ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τις ίδιες τις φλόγες. Στο δεύτερο τύπο το καύσιμο μίγμα αερίου-αέρα διέρχεται μέσα από το πορώδες σώμα και διανέμεται ομοιόμορφα πάνω στην επιφάνεια που ακτινοβολεί, όπου και αναφλέγεται. Όταν το σώμα είναι πολύ πορώδες, ο καυστήρας του αερίου λειτουργεί στην ατμοσφαιρική πίεση και η θερμοκρασία της επιφάνειας που ακτινοβολεί διατηρείται σε χαμηλό όριο (870°C). Αντίθετα, όταν το σώμα είναι λιγότερο πορώδες, ο καυστήρας λειτουργεί σε υψηλή πίεση και η θερμοκρασία φθάνει το ανώτερο όριο (980°C). Φωτογραφίες μιας τέτοιας φορητής μονάδας, καθώς και μονάδων τοποθετημένων περιμετρικά σε ένα εργοστάσιο (στον Καναδά) φαίνονται στο σχήμα 4.5β.

4.5.2 Θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας με πετρέλαιο.

Στις θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας με πετρέλαιο (σχ. 4.5γ) η καύση γίνεται στο εσωτερικό του σώματος που ακτινοβολεί, το οποίο μπορεί να είναι κεραμι-



Σχ. 4.5γ.
Θερμάστρα υπέρυθρης ακτινοβολίας με πετρέλαιο.

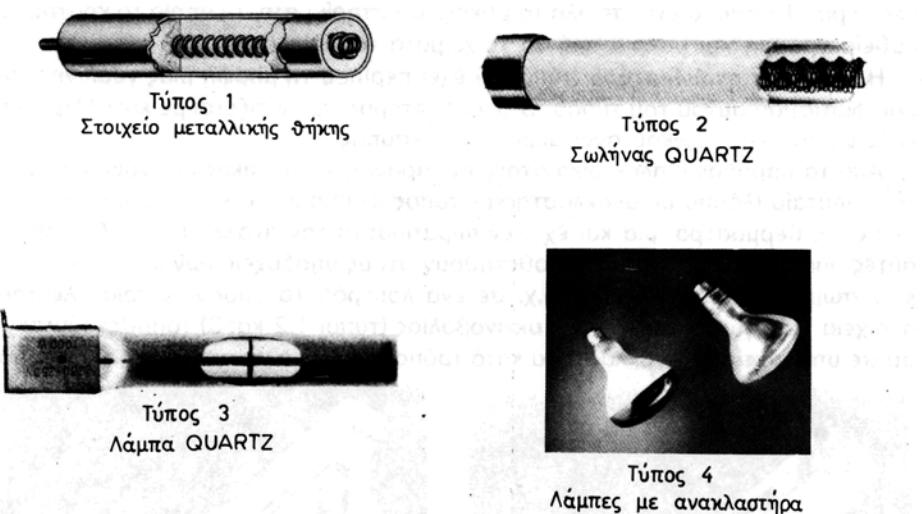
κό ή μεταλλικό. Η επιφάνεια που ακτινοβολεί φθάνει σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από ότι στις Θερμάστρες αερίου (μέχρι 650°C), γι' αυτό και η απόδοσή της είναι χαμηλή (μέχρι περίπου 200 W/m^2), με χρόνο προθερμάνσεως 180 s (τριπλάσιο από τις Θερμάστρες αερίου που αναφέρθηκαν). Στις Θερμάστρες αυτές πρέπει να γίνεται και απαγωγή των καυσαερίων, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.5γ, όπου φαίνεται τομή μιας τέτοιας Θερμάστρας.

4.5.3 Ηλεκτρικές Θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Στις Θερμάστρες αυτές η θερμική ακτινοβολία παράγεται από ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει σε ένα σύρμα ή σε μια ταινία μεγάλης αντιστάσεως. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία τύπων, ανάλογα με τον τρόπο στηρίζεως του σύρματος ή της ταινίας και τη μεταφορά της θερμότητας στο στοιχείο παραγωγής της ακτινοβολίας. Τα συνηθέστερα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι οι τέσσερις τύποι που φαίνονται με ενδεικτικές τομές στο σχήμα 4.5δ, ενώ ο πίνακας 4.5.2 δίνει τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους.

Το στοιχείο **μεταλλικής θήκης** (τύπος 1) αποτελείται από ένα σύρμα ηλεκτρικής αντιστάσεως τοποθετημένο μέσα σε ηλεκτρικό μονωτικό υλικό που περιβάλλεται από μια μεταλλική θήκη (σωλήνα). Ο τύπος αυτός είναι ο πιο ανθεκτικός σε κρούσεις, ταλαντώσεις και απότομες θερμικές μεταβολές.

Ο **σωλήνας Quartz** (τύπος 2) αποτελείται από ένα σύρμα ηλεκτρικής αντιστά-



Σχ. 4.56.

Στοιχεία που χρησιμοποιούνται συνήθως για ηλεκτρικές θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5.2

Χαρακτηριστικά των τεσσάρων ηλεκτρικών στοιχείων υπέρυθρης ακτινοβολίας του σχήματος 4.5δ

Χαρακτηριστικό	Τύπος 1	Τύπος 2	Τύπος 3	Τύπος 4
Θερμοκρασία αντιστάσεως	954°C	927°C	2232°C	2232°C
Θερμοκρασία περιβλήματος	843°C	649°C	593°C	274-302°C
Χρόνος προθερμάνσεως	180 s	60 s	Μερικά s	Μερικά s
Λόγος εκπεμπόμενης ακτινοβολίας προς καταναλισκόμενη ισχύ	0,58	0,61	0,86	0,86
Ορατό φως	Θαμπό κόκκινο	Πορτοκαλί	Έντονο (7,5 lumen/W)	Έντονο (8 lumen/W)
Θέση στηρίζεως	Οποιαδήποτε	Οριζόντια	Οριζόντια	Οποιαδήποτε
Διάρκεια ζωής (ώρες)	Πάνω από 5000	5000	5000	5000
Δυνατότητες εφαρμογής	Καλές	Εξαιρετικές	Περιορισμένες	Περιορισμένες

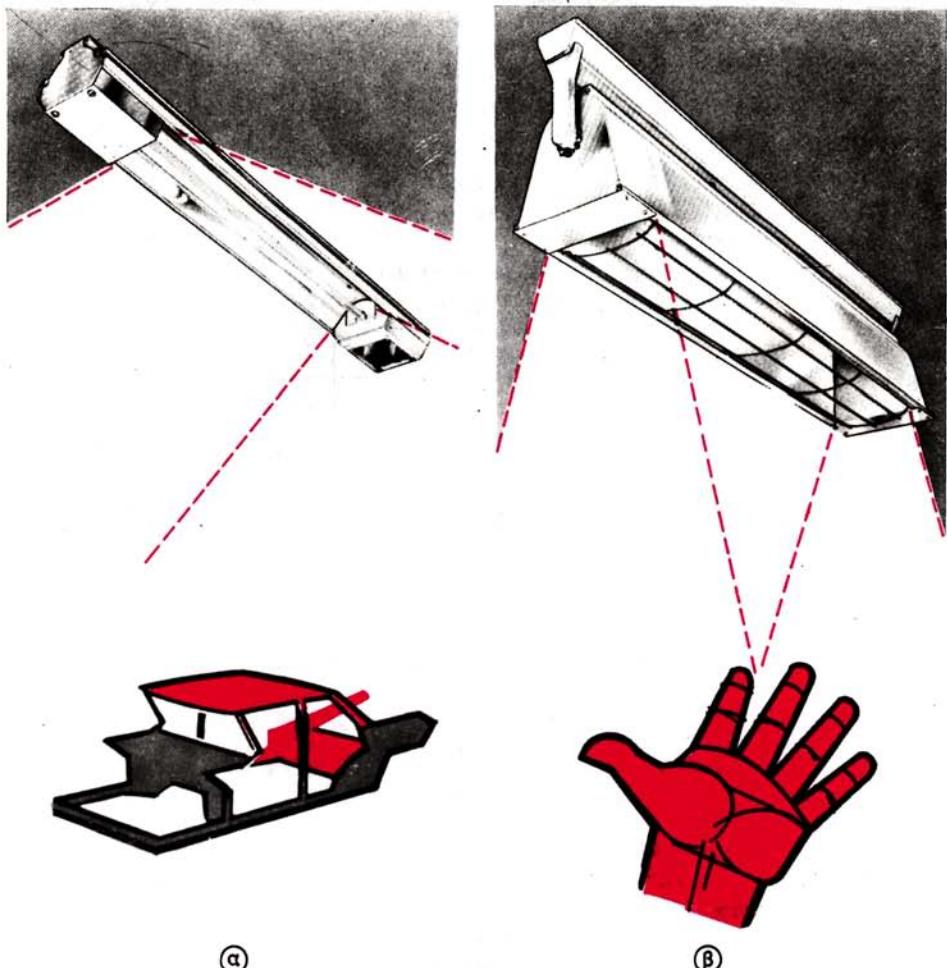
σεως τοποθετημένο μέσα σε ένα μη στεγανοποιημένο σωλήνα από υλικό Quartz. Το σύρμα στηρίζεται μόνο στα άκρα του σωλήνα. Αυτά τα θερμαντικά στοιχεία παθαίνουν εύκολα ζημιά από κτύπημα ή από ταλάντωση, αλλά αντέχουν στις απότομες θερμικές μεταβολές.

Η λάμπα Quartz (τύπος 3) αποτελείται από ένα σύρμα ηλεκτρικής αντιστάσεως τοποθετημένο μέσα σε ένα στεγανοποιημένο σωλήνα Quartz που περιέχει αδρα-

νές αέριο. Το σύρμα έχει σε όλο το μήκος του στηρίγματα, τα οποία το κρατούν σε ευθεία γραμμή και μακριά από τα τοιχώματα του σωλήνα.

Η λάμπα με ανακλαστήρα (τύπος 4) έχει περίπου τη μορφή μιας γυάλινης λάμπας φωτισμού αυτού του τύπου. Ο ανακλαστήρας σχηματίζεται με κατάλληλη επικάλυψη του εσωτερικού άνω μέρους της λάμπας.

Από τα παραπάνω ηλεκτρικά στοιχεία παραγωγής θερμικής ακτινοβολίας, μόνο το τελευταίο (λάμπα με ανακλαστήρα - τύπος 4) μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας ως θερμάστρα, μια και έχει ενσωματωμένο τον ανακλαστήρα. Οι μονάδες αυτές μπορούν συνήθως να τοποθετηθούν στους υποδοχείς των κοινών φωτιστικών σωμάτων πυρακτώσεως (π.χ. σε ένα λουτρό). Τα υπόλοιπα τρία ηλεκτρικά στοιχεία παραγωγής υπέρυθρης ακτινοβολίας (τύποι 1,2 και 3) τοποθετούνται μέσα σε υποδοχείς με ανακλαστήρα κατά τρόπο παρόμοιο με τις λάμπες φθορισμού.



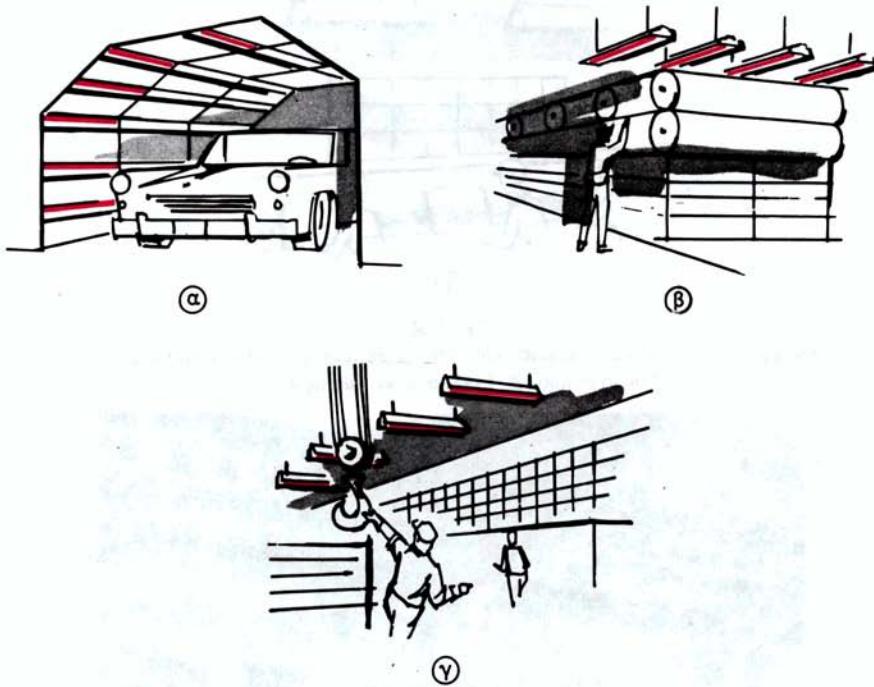
Σχ. 4.5ε.

Ηλεκτρικές θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας.
α) Μονάδα πλατιάς δέσμης. β) Μονάδα στενής δέσμης.

Έτσι κατασκευάζονται ηλεκτρικές θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας που διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με το πλάτος της δέσμης ακτινοβολίας, όπως φαίνονται στο σχήμα 4.5ε, δηλαδή:

- Θερμάστρες **πλατιάς δέσμης ακτινοβολίας** — που προορίζονται για χαμηλή σχετικά ανάρτηση — σχήμα 4.5ε(α).
- Θερμάστρες **στενής δέσμης ακτινοβολίας** — που προορίζονται για μεγάλα ύψη αναρτήσεως (ψηλοτάβανους χώρους) — σχήμα 4.5ε(β).

Η πρώτη κατηγορία θερμαστρών πλατιάς δέσμης, χρησιμοποιείται λιγότερο σε εφαρμογές ανθρώπινης ανέσεως και περισσότερο σε εφαρμογές βιομηχανικής παραγωγής, στις οποίες απαιτείται μικρή απόσταση μεταξύ πηγής θερμάνσεως και προϊόντος. Ενδεικτικές εφαρμογές παρουσιάζονται στο σχήμα 4.5στ.



Σχ. 4.5στ.

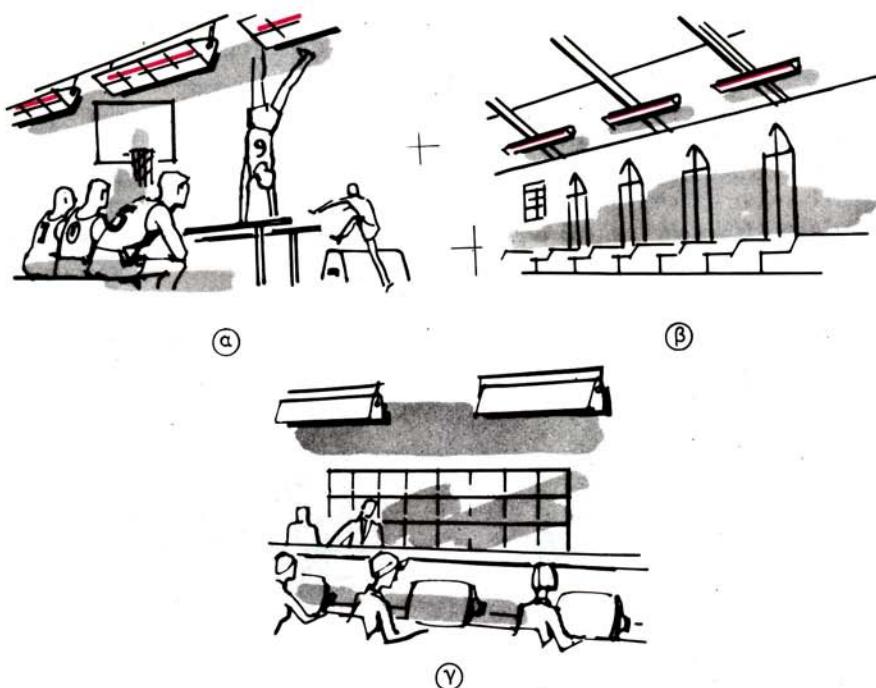
Εφαρμογές ηλεκτρικών θερμαστρών πλατιάς δέσμης υπέρυθρης ακτινοβολίας.

- α) Στέγνωμα βαθής αυτοκινήτων. β) Προθέρμανση πλαστικών. γ) Θέρμανση ανοικτών χώρων εργασίας.

Η δεύτερη κατηγορία θερμαστρών στενής δέσμης, χρησιμοποιείται βασικά σε εφαρμογές ανθρώπινης ανέσεως σε κλειστούς και ανοικτούς χώρους. Μερικές από τις εφαρμογές αυτές φαίνονται στο σχήμα 4.5ζ.

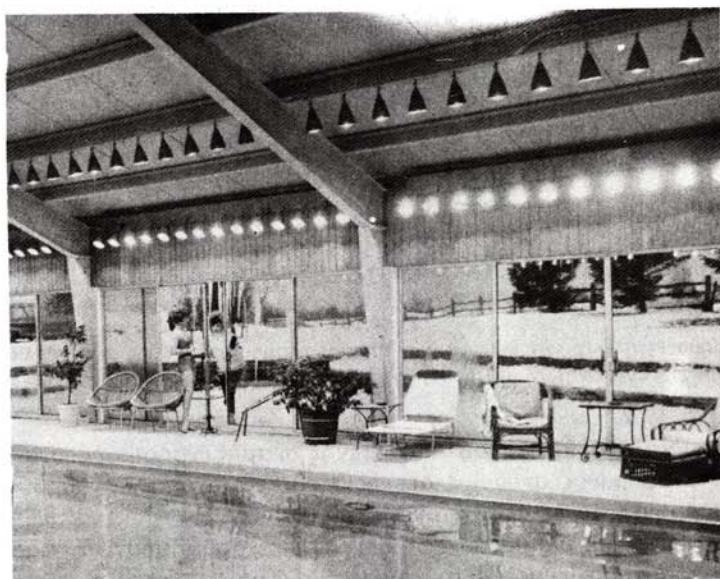
Η φωτογραφία του σχήματος 4.5η δείχνει μια χαρακτηριστική εφαρμογή λαμπών με ανακλαστήρα (τύπος 4 του σχήματος 4.5δ).

Τέλος στο σχήμα 4.5θ δίνονται παραστατικά μερικές εφαρμογές ενός πέμπτου τύπου ηλεκτρικών θερμαντικών σωμάτων υπέρυθρης ακτινοβολίας, που είναι



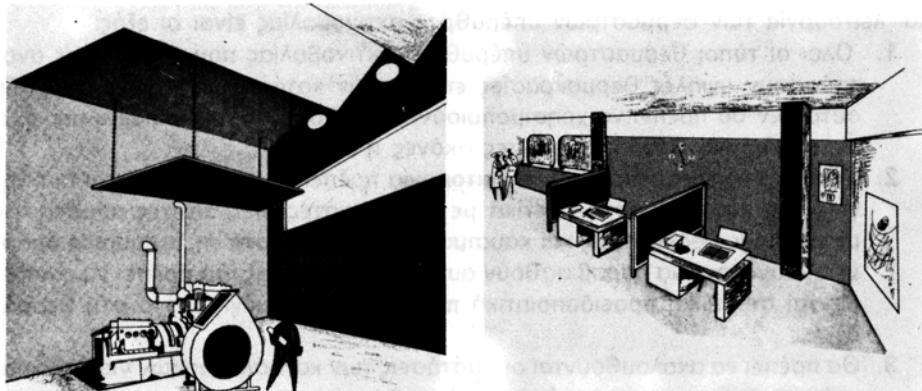
Σχ. 4.5ζ.

Εφαρμογές ηλεκτρικών θερμαστρών στενής δέσμης υπέρυθρης ακτινοβολίας.
α) Γυμναστήριο. β) Εκκλησία. γ) Χώρος εργασίας.



Σχ. 4.5η.

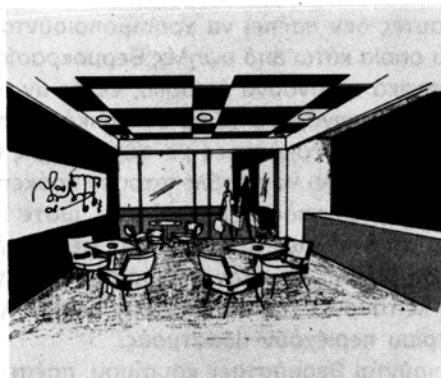
Λάμπες με ανακλαστήρα που χρησιμοποιούνται σε εσωτερική πισίνα για θέρμανση χώρου, φωτισμό και «μαύρισμα» της επιδερμίδας των κολυμβητών.



(a)

(b)

(c)



(d)

Σχ. 4.50.

Εφαρμογές για ηλεκτρικές επίπεδες θερμάστρες (πλάκες) υπέρυθρης ακτινοβολίας.

- α) Πάνω από θέσεις εργασίας. β) Σαν χαμηλά χωρίσματα χώρων γραφείων. γ) Στην οροφή, σε συνδυασμό με τα φωτιστικά σώματα.

απλούστερα από τα προηγούμενα και αποτελούνται από ηλεκτρικές, μη πυρακτούμενες αντιστάσεις, οι οποίες τοποθετούνται μέσα σε λεπτές πλάκες με τοιχώματα από λαμαρίνα. Συνήθως ένας θερμοπομπός αυτού του τύπου έχει διάφορες διαβαθμίσεις θερμοκρασίας, οπότε μεταβάλλεται ανάλογα και το ποσοστό ακτινοβολούμενης θερμότητας σε σχέση με αυτή που μεταδίδεται με επαφή-μεταφορά. Δηλαδή, όσο πιο μεγάλη η θερμοκρασία τους τόσο μεγαλύτερο και το ποσοστό ακτινοβολούμενης θερμότητας – καθώς βέβαια και η συνολική θερμότητα που παράγεται από το θερμαντικό σώμα.

4.5.4 Κανόνες για την ασφαλή εγκατάσταση και λειτουργία των θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Οι κυριότερες προφυλάξεις που πρέπει να λαμβάνονται κατά την εγκατάσταση

και λειτουργία των θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι οι εξής:

1. Όλοι οι τύποι θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας που αναφέραμε αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες επιφανειών κατά τη λειτουργία τους. Γι' αυτό δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται εκεί όπου η ατμόσφαιρα περιέχει σε επικίνδυνο βαθμό εύφλεκτες σκόνες ή αέρια.
2. Κατά την εγκατάσταση και τη λειτουργία πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή σχετικά με τις ελάχιστες απαραίτητες αποστάσεις μεταξύ μιας θερμάστρας και καύσιμων υλικών. Αν κατά τη λειτουργία υπάρχει πιθανότητα να παραβιασθούν αυτές οι αποστάσεις, θα πρέπει να αναφέρονται σε ειδική προειδοποιητική πινακίδα αναρτημένη κοντά στη θερμάστρα.
3. Θα πρέπει να ακολουθούνται οι συστάσεις των κατασκευαστών για την απαραίτητη απόσταση των ατόμων από τη θερμάστρα, ώστε να αποφεύγονται τοπικές υπερθερμάνσεις που προκαλούν υπερένταση και δυσαρέσκεια στον άνθρωπο.
4. Οι θερμάστρες αυτές δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε περιβάλλον που περιέχει αέρια τα οποία κάτω από υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να αποσυντίθενται σε συστατικά επικίνδυνα ή τοξικά, εκτός αν τα αέρια αυτά απομακρύνονται από το θερμαινόμενο χώρο με ειδικό σύστημα απαγωγής.
5. Όταν χρησιμοποιούνται θερμάστρες με αέριο χωρίς άμεση απαγωγή των καυσαερίων, τότε θα πρέπει να προβλέπεται, αν πρόκειται για κλειστό χώρο, κάποιος τρόπος ικανοποιητικού αερισμού του, ώστε η περιεκτικότητα του αέρα σε προϊόντα της καύσεως να διατηρείται σε χαμηλά ανεκτά επίπεδα. Ο αερισμός αυτός θα βοηθεί και στον περιορισμό της υγρασίας, η οποία ενισχύεται κατά τη λειτουργία της θερμάστρας αερίου, γιατί τα προϊόντα της καύσεως του αερίου περιέχουν υδρατμούς.
6. Όταν χρησιμοποιούνται θερμάστρες καυσίμου, πρέπει να προσάγεται στον χώρο αέρας για την αντικατάσταση αυτού που καταναλίσκεται στην καύση, ανεξάρτητα από το αν υπάρχει ή όχι σύστημα απαγωγής των προϊόντων της καύσεως.

4.5.5 Ρύθμιση της λειτουργίας και συντήρηση των θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Η θερμοστατική ρύθμιση των θερμαστρών αυτών απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, γιατί τα άτομα στο χώρο θερμάνονται περισσότερο από τις απευθείας θερμικές ακτίνες παρά από τον περιβάλλοντα αέρα, ο οποίος έχει μικρότερη θερμοκρασία από αυτή που θα είχε με κάποιο άλλο τρόπο θερμάνσεως, ιδιαίτερα κατά το αρχικό χρονικό διάστημα που ακολουθεί κάθε έναρξη λειτουργίας. Έτσι, η τοποθέτηση του θερμοστάτη πάνω στην πορεία των θερμικών ακτίνων ή μακριά από αυτή, εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής (κλειστός ή ανοικτός χώρος; μετακινούμενα ή όχι άτομα, επιθυμητά όρια θερμοκρασίας κλπ.), από τον τύπο της θερμάστρας και από τον τύπο του ίδιου του θερμοστάτη (με ρύθμιση δύο θέσεων ή με αναλογική ρύθμιση). Συνήθως μάλιστα, όταν ο θερμοστάτης τοποθετηθεί στην πορεία των θερμικών ακτίνων, έχομε καλή ρύθμιση σε εφαρμογές εξωτερικών χώρων ή ακόμα και σε κλειστούς χώρους, αλλά μόνο για τη χρονική περίοδο που ακολουθεί

μια έναρξη λειτουργίας μετά από παρατεταμένο σταμάτημα. Για συνεχή λειτουργία των θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας σε κλειστούς χώρους με μετακινούμενα άτομα, συνηθίζεται η τοποθέτηση του θερμοστάτη μακριά από την πορεία της δέσμης των θερμικών ακτίνων και η ρύθμισή του σε θερμοκρασία χαμηλότερη από τις συνηθισμένες θερμοκρασίες των άλλων μεθόδων θερμάνσεως (π.χ. 16°C αντί 20°C). Για τοπικές θερμάνσεις θέσεων εργασίας χρησιμοποιούνται συνήθως χειροκίνητοι διακόπτες ή και χρονοδιακόπτες.

Για τη συντήρηση των θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας πρέπει πάντα να ακολουθούνται οι συστάσεις του κατασκευαστή. Γενικά πάντως αυτές που λειτουργούν με ηλεκτρισμό απαιτούν πολύ λιγότερη συντήρηση από εκείνες που λειτουργούν με αέριο ή πετρέλαιο. Ειδικότερα:

1. Στις ηλεκτρικές θερμάστρες θα πρέπει να διατηρούνται καθαροί οι ανακλαστήρες. Κατά τον καθαρισμό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στα θερμαντικά στοιχεία, όταν είναι από υλικό Quartz ή από γυαλί, γιατί είναι εύθραυστα. Θα πρέπει να απομακρύνονται από την επιφάνειά τους (κατά προτίμηση με οινόπνευμα) τυχόν δακτυλικά αποτυπώματα, γιατί στις υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας είναι δυνατό να προκαλέσουν χαρακίες που συνήθως επιφέρουν σε όχι μεγάλο χρονικό διάστημα σπάσιμο των θερμαντικών αυτών στοιχείων.
2. Στις θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας με αέριο ή πετρέλαιο απαιτείται τακτικό καθάρισμα, συνήθως με πεπιεσμένο αέρα μια φορά το χρόνο, για την απομάκρυνση της σκόνης και της κάπνας από τους ανακλαστήρες, από τις επιφάνειες που ακτινοβολούν και από τους καυστήρες. Αν χρησιμοποιούνται χημικά μέσα για τον καθαρισμό, θα πρέπει να είναι από αυτά που δεν αφήνουν ένα λεπτό στρώμα στις αλουμινένιες επιφάνειες που συναντάμε συνήθως στις θερμάστρες αυτές.

4.6 Αερόθερμα.

Τα αερόθερμα, που είναι σύγχρονες συσκευές τοπικής θερμάνσεως, συναρμολογούνται από τα εξής βασικά στοιχεία: ένα ανεμιστήρα με τον κινητήρα του, ένα θερμαντικό στοιχείο και ένα περίβλημα που αποτελεί και το σώμα του αερόθερμου. Πέρα από τα παραπάνω βασικά στοιχεία, ένα αερόθερμο μπορεί να διαθέτει φίλτρο αέρα, ανεμοφράκτη, κατευθυντήρια πτερύγια για τον αέρα εξόδου, καπνοδόχο κλπ.

Τα αερόθερμα έχουν τις παρακάτω τρεις βασικές ιδιότητες:

1. Μεγάλη θερμαντική ικανότητα σε σχέση με τις διαστάσεις τους.
2. Ικανότητα να κυκλοφορούν το θερμό αέρα σε μεγάλη απόσταση και κατά ελεγχόμενο τρόπο.
3. Σχετικά χαμηλό κόστος εγκαταστάσεως ανά μονάδα αποδιδόμενης θερμότητας.

Λόγω των ιδιοτήτων τους αυτών, τα αερόθερμα χρησιμοποιούνται συνήθως στις περιπτώσεις που οι θερμικές απαιτήσεις ή οι διαστάσεις του χώρου ή και τα δυο μαζί, είναι τόσο μεγάλες, ώστε να μη μπορούν να αντιμετωπισθούν ικανοποιητικά και οικονομικά με άλλες μεθόδους θερμάνσεως. Έτσι, τα συναντάμε σε εργοστάσια, αποθήκες, κλειστούς χώρους σταθμεύσεως αυτοκινήτων, καταστήματα

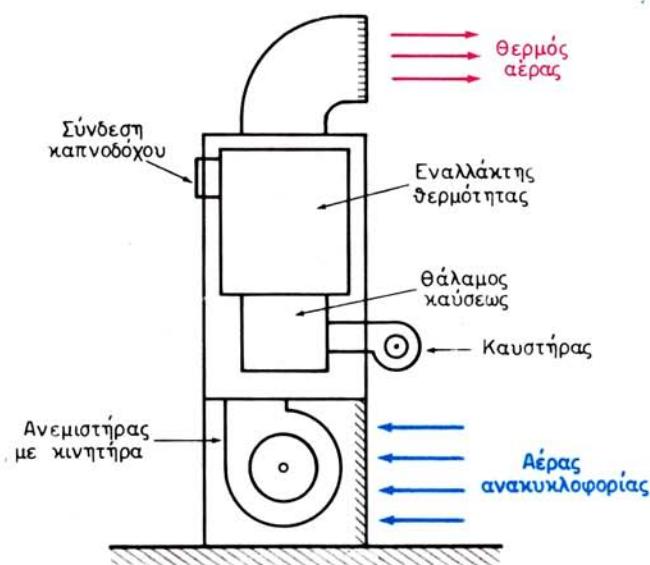
κλπ. Επίσης, χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου χρειάζεται τοπική θέρμανση μέσα σε ένα μεγάλο χώρο ή διακοπόμενη θέρμανση, όπως π.χ. για την αντιμετώπιση των κρύων ρευμάτων που προέρχονται από το άνοιγμα εξωτερικών θυρών σε εργοστάσια, τράπεζες και διάφορα άλλα, συνήθως μεγάλα, κτίρια. Τέλος, τα αερόθερμα χρησιμοποιούνται σε διάφορες βιομηχανικές διαδικασίες, όπου απαιτείται γρήγορη και ομοιόμορφη κυκλοφορία ζεστού αέρα, όπως π.χ. στα ξηραντήρια.

Τα αερόθερμα που εξετάζονται στο κεφάλαιο αυτό των τοπικών θερμάνσεων, είναι εκείνα που παράγουν την απαιτούμενη θερμική ενέργεια επί τόπου, δηλαδή εκείνα που καίνε αέριο ή πετρέλαιο ή έχουν ηλεκτρικές αντιστάσεις. Εκτός όμως από αυτά, υπάρχουν και τα αερόθερμα θερμού νερού ή ατμού, τα οποία όμως αποτελούν μέρος συστημάτων κεντρικής θερμάνσεως και αναφέρονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

4.6.1 Αερόθερμα αερίου ή πετρελαίου.

Συνήθως είναι τύπου δαπέδου όπως αυτό που φαίνεται στο σχήμα 4.6α. Τα αερόθερμα αερίου μπορεί να είναι και ελαφρότερου τύπου για ανάρτηση από την οροφή και οριζόντια κατεύθυνση του αέρα μέσα από αυτά, με αξονικό ανεμιστήρα.

Τα αερόθερμα αερίου ή πετρελαίου τα προτιμάμε συχνά σε μικρές εγκαταστάσεις όπου ο αριθμός των μονάδων αερόθερμων δεν δικαιολογεί τα έξοδα και το χώρο που απαιτούνται για την εγκατάσταση ενός νέου κεντρικού λέβητα που θα τροφοδοτούσε αερόθερμα θερμού νερού ή ατμού. Επίσης, τα τοπικά αυτά αερόθερμα τα προτιμάμε σε περιπτώσεις όπου απαιτείται ιδιαίτερη μέτρηση καταναλώσεως καυσίμου για κάθε αερόθερμο, όπως π.χ. σε ένα συγκρότημα καταστημάτων.

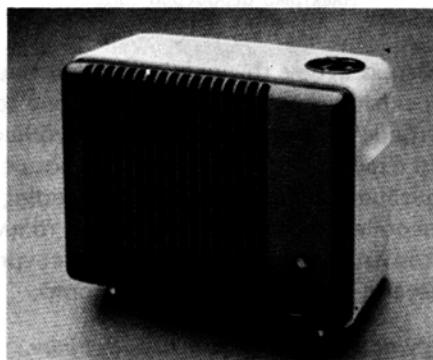


Σχ. 4.6α.

Αερόθερμο βιομηχανικού τύπου με έμμεση καύση αερίου ή πετρελαίου και φυγοκεντρικό ανεμιστήρα.

4.6.2 Ηλεκτρικά αερόθερμα.

Είναι πολλών τύπων και τοποθετούνται στα δάπεδα, στις οροφές ή στους τοίχους (σχήματα 4.6β και 4.6γ). Περισσότερο διαδομένες είναι οι κινητές μονάδες δαπέδου. Τα ηλεκτρικά αερόθερμα χρησιμοποιούνται συνήθως για συμπληρωματική θέρμανση χώρων, καθώς και για άλλες διακοπτόμενες χρήσεις, ή για θέρμανση απομονωμένων θέσεων μέσα σε μεγάλους χώρους. Τα συναντάμε έτσι σε εκδοτήρια εισιτηρίων, γραφεία φυλάκων, αποδυτήρια κλπ. Επίσης είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε απομακρυσμένους και ανεπιβλεπτούς αντλητικούς σταθμούς όπου μπορούν, ρυθμιζόμενα από ένα θερμοστάτη, να διατηρούν τη θερμοκρασία πάνω από τη θερμοκρασία δημιουργίας πάγου, που είναι επικίνδυνος για τις αντλίες και τις σωληνώσεις.



Από τατάρια οι παραγόμενες θερμότητες αποτελούνται από την ανάταξη της ηλεκτρικής ενέργειας σε ηλεκτρονικούς αντανακλατέρες. Είναι ένας από τους πιο απλούς τρόπους για την παραγωγή θερμότητας σε μικρές ποσότητες.

Παραδειγματικά, η θερμότητα που παράγεται από την ανάταξη της ενέργειας σε ηλεκτρονικούς αντανακλατέρες, είναι πολύ μεγάλη, αλλά σε μικρές ποσότητες. Αυτό σημαίνει ότι η θερμότητα που παράγεται από την ανάταξη της ενέργειας σε ηλεκτρονικούς αντανακλατέρες, είναι πολύ μεγάλη, αλλά σε μικρές ποσότητες.

Οι ηλεκτρικές αερόθερμες μονάδες δαπέδου, συνήθως, έχουν μια μεγάλη ζάντα στην πλευρά της μονάδας, που είναι σχετικά μεγάλη, αλλά σε μικρές ποσότητες.

Οι ηλεκτρικές αερόθερμες μονάδες δαπέδου, συνήθως, έχουν μια μεγάλη ζάντα στην πλευρά της μονάδας, που είναι σχετικά μεγάλη, αλλά σε μικρές ποσότητες.

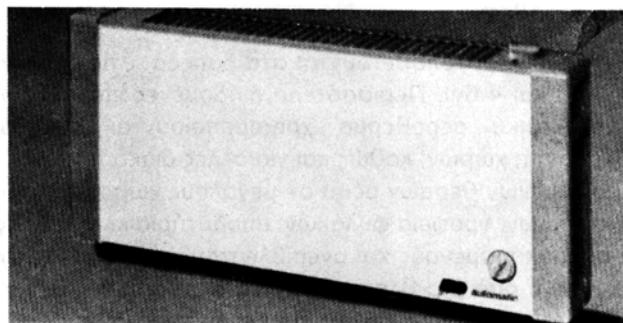
Οι ηλεκτρικές αερόθερμες μονάδες δαπέδου, συνήθως, έχουν μια μεγάλη ζάντα στην πλευρά της μονάδας, που είναι σχετικά μεγάλη, αλλά σε μικρές ποσότητες.

Οι ηλεκτρικές αερόθερμες μονάδες δαπέδου, συνήθως, έχουν μια μεγάλη ζάντα στην πλευρά της μονάδας, που είναι σχετικά μεγάλη, αλλά σε μικρές ποσότητες.

Οι ηλεκτρικές αερόθερμες μονάδες δαπέδου, συνήθως, έχουν μια μεγάλη ζάντα στην πλευρά της μονάδας, που είναι σχετικά μεγάλη, αλλά σε μικρές ποσότητες.



Σχ. 4.6β. Ηλεκτρικά αερόθερμα δαπέδου.



Σχ. 4.6γ.
Ηλεκτρικό αερόθερμο τοίχου.

Τα ηλεκτρικά αερόθερμα έχουν τη μορφή κιβωτίου που κατασκευάζεται από μέταλλο ή ξύλο και φέρει στόμια για την είσοδο και έξοδο του αέρα. Μέσα στο κιβώτιο υπάρχει ανεμιστήρας με ηλεκτροκινητήρα (συνήθως με 3 ταχύτητες) και ηλεκτρικές αντιστάσεις. Επίσης μπορεί να είναι εφοδιασμένα με ενσωματωμένο θερμοστάτη για την αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας του χώρου.

Σε σύγκριση με τα αερόθερμα αερίου ή πετρελαίου, τα ηλεκτρικά αερόθερμα έχουν μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας, είναι όμως πιο εύχρηστα γιατί κατασκευάζονται και σε μικρά μεγέθη και είναι συνήθως φορητά.

4.6.3 Ρύθμιση λειτουργίας και συντήρηση αερόθερμων.

Τα αερόθερμα που περιγράφαμε παραπάνω ρυθμίζουν συνήθως την απόδοσή τους διακόπτοντας ή ξαναρχίζοντας, μέσω του θερμοστάτη χώρου, τη λειτουργία της πηγής θερμότητας, καυστήρα ή ηλεκτρικής αντιστάσεως. Για τον ανεμιστήρα υπάρχει συνήθως ένας ξεχωριστός διακόπτης που του επιτρέπει να λειτουργεί όταν παρέχεται θερμότητα. Όταν θέλουμε να λειτουργεί μόνο ανεμιστήρας, για την κυκλοφορία απλώς του αέρα (π.χ. το καλοκαίρι), τότε υπάρχει στο θερμοστάτη ειδικός διακόπτης (by-pass) που επιτρέπει τη λειτουργία του ανεμιστήρα, ανεξάρτητα από τον υπόλοιπο αυτοματισμό του αερόθερμου.

Ως προς τη συντήρηση των αερόθερμων πρέπει να ακολουθούνται οι παρακάτω βασικές αρχές και οδηγίες:

- Για εξασφάλιση μέγιστης οικονομίας στη λειτουργία και μέγιστης αποδόσεως στη θέρμανση, θα πρέπει να γίνονται κανονικές επιθεωρήσεις με συχνότητα τόσο μεγαλύτερη όσο περισσότερη είναι η σκόνη στον αέρα που περιβάλλει τα αερόθερμα.
- Τα αερόθερμα που δεν έχουν φίλτρα αέρα, θα πρέπει να καθαρίζονται συχνότερα από τις σκόνες που μαζεύουν στα θερμαντικά τους στοιχεία και τα πτερύγια του ανεμιστήρα.
- Όταν υπάρχουν φίλτρα, θα πρέπει να καθαρίζονται ή να αντικαθίστανται, ανάλογα με το είδος τους, όταν λερώνονται.
- Θα πρέπει να ακολουθούνται σχολαστικά οι οδηγίες του κατασκευαστή για τη συντήρηση (λάδωμα κλπ.) των κινητήρων και των ανεμιστήρων.

4.7 Ηλεκτρικές τοπικές θερμάνσεις.

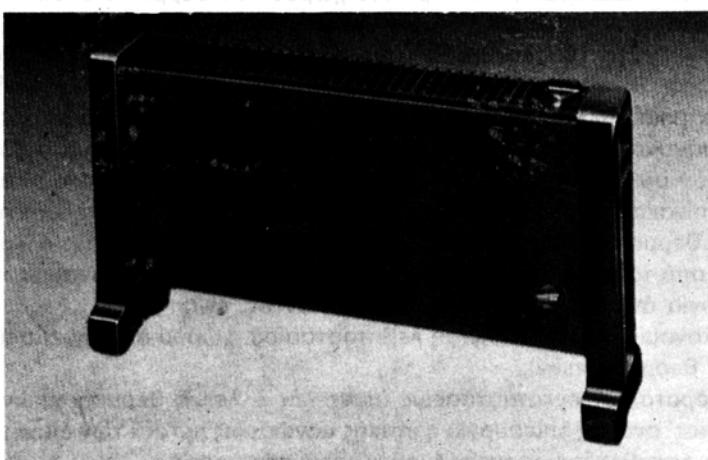
Οι κυριότεροι τύποι συσκευών ή συστημάτων για τοπική θέρμανση χώρου με ηλεκτρισμό μπορούν να διακριθούν σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Μονάδες φυσικής κυκλοφορίας του αέρα (ηλεκτρικά σώματα).
2. Μονάδες με εξαναγκασμένη κυκλοφορία του αέρα (αερόθερμα και θερμοσυσσωρευτές).
3. Μονάδες υπέρυθρης ακτινοβολίας.
4. Συστήματα με επιφάνειες ακτινοβολίας χαμηλής εντάσεως.

Τους κυριότερους, από τους παραπάνω τύπους συσκευών, τους έχομε ήδη εξετάσει. Στην παράγραφο 4.5 εξετάσαμε τις μονάδες υπέρυθρης ακτινοβολίας και στην παράγραφο 4.6 τα αερόθερμα. Απομένει λοιπόν να εξετάσουμε εδώ τις μονάδες των κατηγοριών 1 και 4 και τους θερμοσυσσωρευτές από τις μονάδες της κατηγορίας 2.

4.7.1 Ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα.

Τα ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα αποτελούνται, βασικά, από ηλεκτρικές αντιστάσεις, γυμνές ή καλυμμένες με διάφορα θερμικώς αγώγιμα υλικά. Η θερμότητα των ηλεκτρικών σωμάτων μεταδίδεται κυρίως με φυσική κυκλοφορία και επαφή - μεταφορά του αέρα μέσα και πάνω από αυτά, αλλά και με ακτινοβολία. Οι αντιστάσεις είτε έρχονται σε απευθείας επαφή με τον αέρα που θερμαίνουν, είτε είναι βυθισμένες μέσα σε κάποιο υγρό, οπότε αποτελούν τα λεγόμενα ηλεκτρικά καλοριφέρ, που είναι συνήθως φορητά (σχ. 4.7a).



Σχ. 4.7a.

Ηλεκτρικό θερμαντικό σώμα.

Η μορφή και η θέση των ηλεκτρικών σωμάτων, μέσα στο θερμαινόμενο χώρο, παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία. Διάφορες γνωστές μονάδες έχουν ισχύ από 300 μέχρι και 8000 W.

4.7.2 Ηλεκτρικές πλάκες ακτινοβολίας χαμηλής εντάσεως.

Το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας που παράγεται στις πλάκες αυτές μεταδίδεται με ακτινοβολία χαμηλής εντάσεως-θερμοκρασίας, υπάρχει όμως και ένα ποσοστό που μεταδίδεται με τη φυσική κυκλοφορία του αέρα γύρω από αυτές. Οι πλάκες είτε αποτελούν αυτοτελείς μονάδες που τοποθετούνται στους τοίχους και τις οροφές είτε οι ίδιοι οι τοίχοι, οι οροφές ή και τα δάπεδα μετατρέπονται σε θερμαντικές πλάκες, με το κατάλληλο «κτίσιμο». ειδικών ηλεκτρικών αντιστάσεων μέσα σε αυτά. Οι κατασκευές αυτές εκτελούνται συνήθως από ειδικά συνεργεία των προμηθευτών των συστημάτων αυτών και είναι αρκετά εξειδικευμένες.

Ιδιαίτερα, οι ηλεκτρικές θερμάνσεις οροφής, λόγω των πλεονεκτημάτων τους, παρουσιάζουν όλο και περισσότερες εφαρμογές τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας. Γι' αυτό δίνομε παρακάτω μερικά περιγραφικά στοιχεία του συστήματος αυτού.

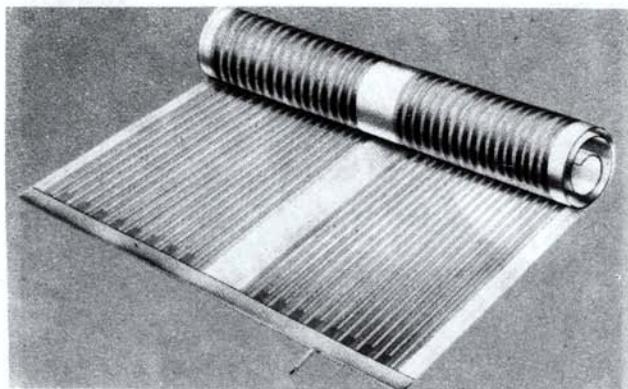
Η ηλεκτρική θέρμανση οροφής λειτουργεί ως θέρμανση **ακτινοβολίας χαμηλών θερμοκρασιών** μιας μεγάλης επιφάνειας (οροφής) του προς θέρμανση χώρου, η οποία μεταδίδει τη θερμότητα σε όλες τις άλλες επιφάνειες και τα αντικείμενα του χώρου. Έτσι, στην ηλεκτρική θέρμανση οροφής προβλέπεται η εγκατάσταση επίπεδων ηλεκτρικών στοιχείων (σχ. 4.7β), καλά μονωμένων, απρόσβλητων από διάβρωση και με απεριόριστη πρακτικά διάρκεια ζωής, τα οποία θερμαίνουν την ψευδοροφή κάθε μορφής που τα επικαλύπτει. Η θερμοκρασία της ψευδοροφής ανεβαίνει πιο πάνω από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αλλά δεν υπερβαίνει τους 42°C. Η θερμότητα της οροφής μεταδίδεται, με ακτινοβολία σε όλα τα αντικείμενα και τις επιφάνειες του χώρου, η δε θερμοκρασία τους διατηρείται πάντοτε σε υψηλότερα επίπεδα, από εκείνη του αέρα του χώρου που θερμαίνεται δευτερογενώς. Έχομε λοιπόν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία περιβάλλοντος ευχάριστου και υγιεινότερου, από ότι με τα συστήματα όπου πραγματοποιείται άμεση θέρμανση του αέρα, όπως π.χ. θέρμανση με κοινά θερμαντικά σώματα, άμεση ηλεκτρική θέρμανση με ηλεκτρικά καλοριφέρ ή ηλεκτρική θέρμανση με θερμοσυσσώρευση.

Τα θερμαντικά στοιχεία, τα οποία δεν παρουσιάζουν προβλήματα βλαβών και δεν απαιτούν συντήρηση, λειτουργούν με τάση 220 V. Τροφοδοτούνται από τον ηλεκτρικό πίνακα του διαμερισμάτος ή του κτιρίου και, μέσω θερμοστάτη, είναι δυνατός ο θερμοστατικός έλεγχος κάθε ανεξάρτητου χώρου (σχ. 4.7γ).

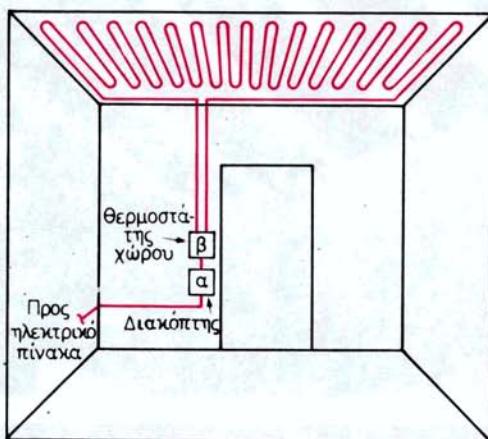
Μερικά από τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού θέρμανσεως, πέρα από τη δημιουργία άνετου και υγιεινού περιβάλλοντος, είναι:

- Η οικονομία χώρων (έλλειψη λεβητοστασίου, χώρου αποθηκεύσεως καυσίμων, θερμοπομπών).
- Το αόρατο της εγκαταστάσεως (παντελής έλλειψη θερμοπομπών).
- Μια κατ' ανάγκη δημιουργία ηχητικής μονώσεως μεταξύ των διαμερισμάτων, λόγω τοποθετήσεως μονωτικού υλικού στην οροφή.
- Δυνατότητα λειτουργίας τους και με νυκτερινό τιμολόγιο.
- Λειτουργία χωρίς απαιτήσεις συντηρήσεως.
- Σταθερή θερμοκρασία χώρου σε όλο το ύψος (σχ. 4.7δ) με μια μικρή αύξηση της, που είναι και επιθυμητή, στην επιφάνεια του δαπέδου.

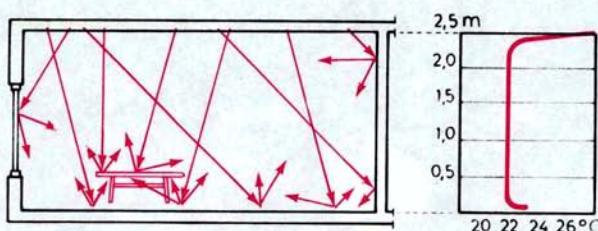
Στις φωτογραφίες του σχήματος 4.7ε διακρίνονται οι πιο χαρακτηριστικές φάσεις εγκαταστάσεως του συστήματος.



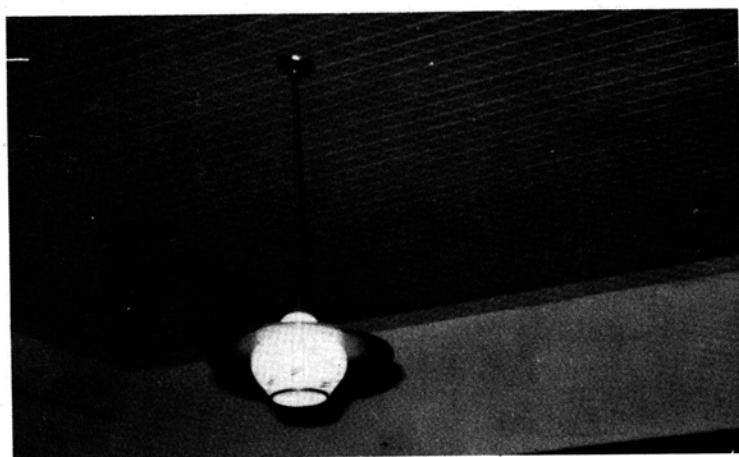
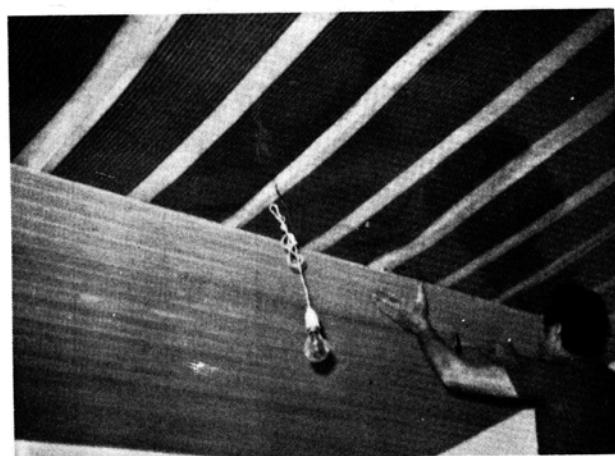
Σχ. 4.7β.
Ηλεκτρικό θερμαντικό στοιχείο (φύλλο) οροφής.



Σχ. 4.7γ.
Θερμοστατικός έλεγχος χώρου με ηλεκτρική θέρμανση οροφής.



Σχ. 4.7δ.
Ενδεικτικό διάγραμμα εκπεμπόμενης ακτινοβολίας και καμπύλη θερμάνσεως χώρου σε συνάρτηση με το ύψος, κατά την ηλεκτρική θέρμανση οροφής.



Σχ. 4.7ε.

Χαρακτηριστικές φάσεις εγκαταστάσεως συστήματος ηλεκτρικής θερμάνσεως οροφής.

4.7.3 Ηλεκτρικοί Θερμοσυσσωρευτές.

Το σύστημα θερμάνσεως με ηλεκτρικές συσκευές αποταμιεύσεως θερμότητας γνωστές ως **θερμοσυσσωρευτές** άρχισε να εφαρμόζεται από το 1974 και στην Ελλάδα με την παροχή από τη ΔΕΗ του **νυκτερινού τημολογίου** για οικιακή χρήση. Σύμφωνα με το τιμολόγιο αυτό, όλες οι καταναλώσεις ρεύματος που πραγματοποιούνται στο χρονικό διάστημα από τις 11 τη νύχτα μέχρι τις 7 το πρωί κοστολογούνται με μειωμένη τιμή ανά kWh, αφού καταγραφούν με ειδικό μετρητή διπλής εγγραφής, ο οποίος τοποθετείται έπειτα από αίτηση του ενδιαφερόμενου. Η σχέση της μειωμένης αυτής τιμής του νυκτερινού ρεύματος προς την τιμή του κανονικού (ημερήσιου) ρεύματος είναι μεταβαλλόμενη: Σήμερα (1983) είναι περίπου 1 προς 2, ενώ σε προηγούμενα χρόνια είχε φθάσει και μέχρι 1 προς 2,5.

Ο θερμοσυσσωρευτής εκμεταλλεύεται την παροχή από τη ΔΕΗ του φθηνότερου αυτού νυκτερινού ρεύματος. Η αρχή λειτουργίας του στηρίζεται στην αποθήκευση θερμικής ενέργειας, η οποία αποδίδεται από ηλεκτρικές αντιστάσεις που τροφοδοτούνται με ρεύμα από το ηλεκτρικό δίκτυο κατά τη νύχτα, και την απόδοση της ενέργειας αυτής όποτε το απαιτούν οι θερμικές ανάγκες του θερμαινόμενου χώρου, στη διάρκεια όλου του 24ώρου.

Συνήθως αποτελείται από πυρίμαχα τούβλα ή από πλίνθους μαγνησίας με ενσωματωμένες ηλεκτρικές αντιστάσεις (σχ. 4.7στ). Το ηλεκτρικό ρεύμα διαβιβάζεται στις αντιστάσεις, κατά τη νύχτα, οπότε ισχύει το φθηνότερο τιμολόγιο ρεύματος και έτσι παράγεται η θερμότητα, η οποία αποθηκεύεται στα τούβλα, που έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Η θερμότητα αυτή, με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τον τύπο του θερμοσυσσωρευτή, αποδίδεται στο περιβάλλον στη διάρκεια όλου του 24ώρου.

Οι θερμοσυσσωρευτές κατατάσσονται σε **αυτόνομους** και σε **μη αυτόνομους**. Ο αυτόνομος θερμοσυσσωρευτής τοποθετείται μέσα στο χώρο που πρόκειται να θερμάνει (σχ. 4.7ζ), ενώ ο μη αυτόνομος αποτελεί κεντρική μονάδα θερμοσυσσωρεύσεως που θα μελετήσομε στο επόμενο κεφάλαιο των Κεντρικών Θερμάνσεων.

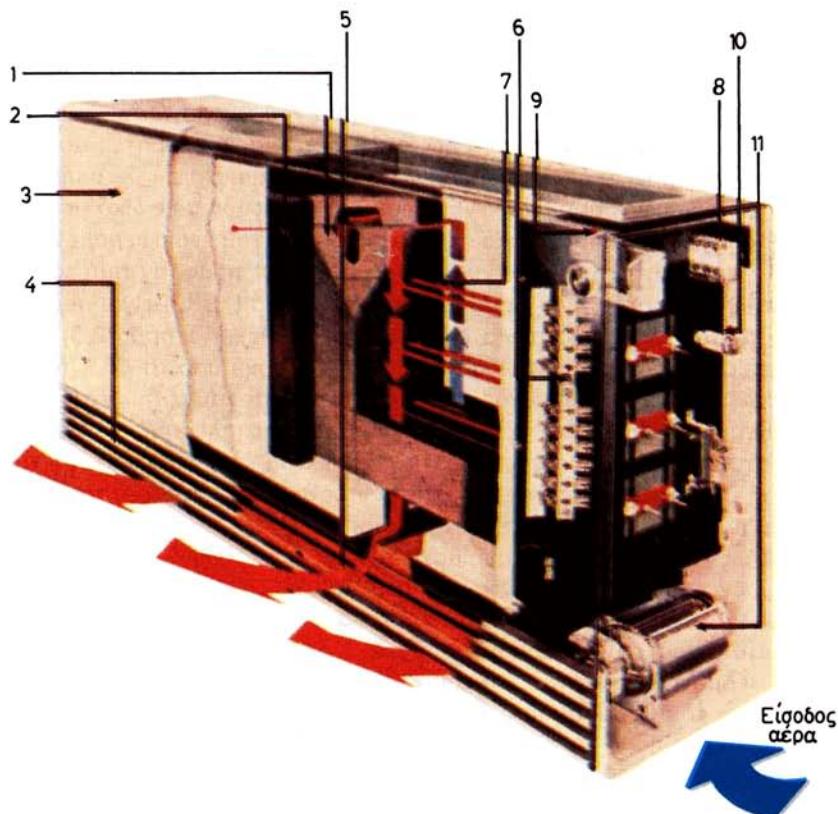
Οι **αυτόνομοι θερμοσυσσωρευτές** που έχουν διαδοθεί ευρύτατα στη χώρα μας είναι δύο κυρίως τύπων.

α) **Θερμοσυσσωρευτές χωρίς ρυθμιζόμενη εκφόρτιση**, γνωστοί ως **στατικοί θερμοσυσσωρευτές**. Σ' αυτούς, η θερμότητα εκφορτίζεται με φυσική μεταφορά και με ακτινοβολία, η δε θερμική τους ροή δεν είναι δυνατό να μεταβάλλεται από το χρήστη, παρά μόνο με ρύθμιση εκ των προτέρων της απορροφούμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι θερμοσυσσωρευτές αυτοί είναι συνήθως απλής και φθηνής κατασκευής, αλλά η χαμηλή σχετικά τιμή αγοράς τους αντισταθμίζεται από σοβαρά λειτουργικά **μειονεκτήματα**, όπως:

- μεγάλες θερμοκρασίες των εξωτερικών επιφανειών τους,
- έλλειψη ελέγχου στην απόδοση του θερμοσυσσωρευτή με επακόλουθο συχνά την υπερθέρμανση του χώρου και το άνοιγμα των παραθύρων για την αποβολή ενέργειας, πράγμα που αποτελεί σημαντική απώλεια.

β) **Θερμοσυσσωρευτές με ρυθμιζόμενη εκφόρτιση**, γνωστοί ως **δυναμικοί θερμοσυσσωρευτές**. Σ' αυτούς, η θερμική ροή είναι δυνατό να μεταβάλλεται από το



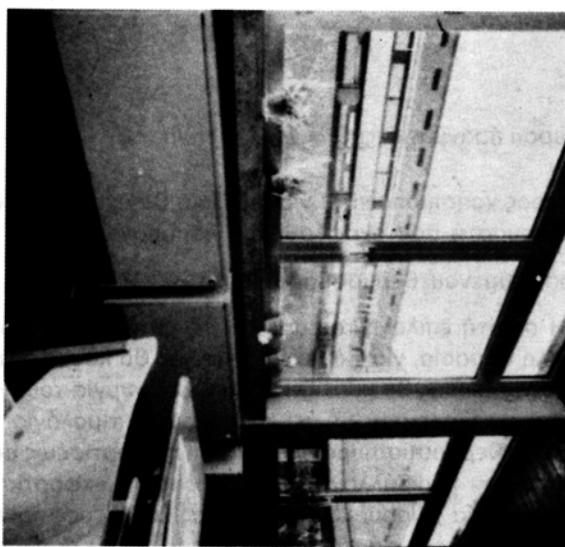
Σχ. 4.7στ.

Εσωτερική κατασκευή θερμοσυσσωρευτή.

- 1) Πυρήνας από πυρότουβλα. 2) Μονωτικό υλικό. 3) Μετάλλικό κάλυμμα. 4) Περσίδα εξαγωγής θερμού αέρα. 5) Πρόσθετη αντίσταση για άμεση θέρμανση. 6) Συνδέσεις καλωδίων. 7) Αντιστάσεις από υλικό υψηλής αντοχής. 8) Θερμοστάτης ασφάλειας για αυτόματη προφύλαξη του σώματος από υπερθέρμανση. 9) Ρυθμιστής φορτίσεως που ρυθμίζει χρόνο συσσωρεύσεως σύμφωνα με τις ανάγκες. 10) Ρυθμιστική αντίσταση αυτόματης φορτίσεως. 11) Ανεμιστήρας δύο ταχυτήτων, που λειτουργεί μέσω του θερμοστάτη χώρου.

χρήστη με τη βοήθεια ανεμιστήρων, διαφραγμάτων, περσίδων ή άλλων αυτόματων ή μη διατάξεων ενσωματωμένων στη συσκευή, ώστε να ρυθμίζεται η θερμοκρασία του χώρου όπου είναι εγκαταστημένοι.

Οι θερμοσυσσωρευτές αυτοί είναι κατασκευασμένοι με ισχυρές μονώσεις, για να εξασφαλίζεται η μείωση της θερμοκρασίας των εξωτερικών επιφανειών τους στο ελάχιστο, ώστε η απόδοση μέσω του ανεμιστήρα να καλύπτει όσο το δυνατό



Σχ. 4.7ζ.
Εγκατάσταση θερμοσυσσωρευτών.

μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής δυνατότητας αποδόσεώς τους, δηλαδή να περιορισθεί στο ελάχιστο η στατική εκφόρτιση. Βέβαια η στατική εκφόρτιση ενός δυναμικού θερμοσυσσωρευτή διαφέρει από κατασκευαστή σε κατασκευαστή, γιατί εξαρτάται από τις μονώσεις, από την ποιότητα των πυρίμαχων υλικών αποταμιεύσεως θερμότητας, από τις εξωτερικές διαστάσεις της συσκευής ή από άλλα στοιχεία ιδιαίτερα για κάθε κατασκευή. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για μερικούς δυναμικούς θερμοσυσσωρευτές το ποσοστό της στατικής εκφορτίσεώς τους αποτελεί το 15% της συνολικά αποταμιευμένης ενέργειας, όταν η δυναμική (μέσω του ανεμιστήρα) εκφόρτιση αρχίζει αμέσως μετά τη φόρτιση (δηλαδή νωρίς το πρωί), ενώ, αν η δυναμική εκφόρτιση γίνει το απόγευμα, το ποσοστό της αποταμιευμένης ενέργειας που θα έχει μέχρι τότε αποδοθεί με στατική εκφόρτιση είναι πολύ μεγαλύτερο από 15%. Το ποσοστό αυτό εκφράζεται συνήθως με συντελεστή μεγαλύτερο της μονάδας, ο οποίος δίνεται από πίνακες ή καμπύλες των κατασκευαστών, ανάλογα με το μέγεθος της συσκευής και την ώρα εκφορτίσεώς της.

Έτσι η επιλογή της κατάλληλης για ένα χώρο μονάδας γίνεται με βάση τον τύπο:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Ισχύς} \\ \text{θερμοσυσσωρευτή} \end{array} \right) = \Sigma \quad \left(\begin{array}{c} \text{Ισχύς θερμικών} \\ \text{απωλειών χώρου} \end{array} \right)$$

όπου ο συντελεστής Σ εξαρτάται από το συντελεστή στατικής εκφορτίσεως που αναφέραμε πιο πάνω και από το χώρο χρησιμοποιήσεως της συσκευής. Ενδεικτικά αναφέρομε ότι για μια κουζίνα σπιτιού (χρήση χώρου 12 ώρες), ένας συγκεκριμένος κατασκευαστής δίνει $\Sigma = 2,1$, δηλαδή **η ισχύς του θερμοσυσσωρευτή πρέπει**

(σ' αυτή την περίπτωση) να είναι περίπου διπλάσια από την ισχύ των θερμικών απωλειών του χώρου.

Παράδειγμα.

$$\text{Απώλειες χώρου πραγματικές: } Q = 2580 \text{ kcal/h} = \frac{2580}{860} \text{ kW} = 3 \text{ kW}$$

Εφόσον ο χώρος χρησιμοποιείται για κουζίνα, θα έχομε (σύμφωνα με τα δεδομένα του κατασκευαστή που αναφέρθηκαν παραπάνω):

$$\text{Ισχύς απαιτούμενου θερμοσυσσωρευτή} = 2,1 \times 3 \text{ kW} = 6,3 \text{ kW}$$

Παρατήρηση: Η σωστή επιλογή του απαιτούμενου για κάθε χώρο θερμοσυσσωρευτή έχει μεγάλη σημασία, γιατί αν είναι μεγάλος θα κοστίζει πολύ η εγκατάστασή του, ενώ αν είναι μικρός θα κοστίζει πολύ η λειτουργία του, γιατί θα χρειάζεται να φορτίζεται και σε ώρες που ισχύει το ημερήσιο τιμολόγιο ρεύματος.

Τέλος, η επιλογή θερμοσυσσωρευτή αυτόματης φορτίσεως με βάση την εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος και αυτόματης εκφορτίσεως με βάση την εσωτερική θερμοκρασία χώρου, εξασφαλίζει τις καλύτερες προϋποθέσεις για πετυχημένη και οικονομική εγκατάσταση και λειτουργία, σε συνδυασμό βέβαια με το σωστό υπολογισμό του μεγέθους της συσκευής και την ύπαρξη φθηνού ηλεκτρικού ρεύματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ

5.1 Γενικά.

Εκείνο που χαρακτηρίζει μια εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως είναι η ύπαρξη **μιας μόνο πηγής παραγωγής θερμότητας** και η μεταφορά της θερμότητας στους προς θέρμανση χώρους, η οποία πραγματοποιείται με τρόπους που θα εξετάσομε παρακάτω.

Η κεντρική πηγή παραγωγής θερμότητας είναι δυνατό να εξυπηρετεί συνολικά ένα κτίριο, ένα συγκρότημα κτιρίων, μια συνοικία ή ακόμη και μια ολόκληρη πόλη. Η πηγή αυτή, όταν εξυπηρετεί ένα κτίριο, είναι εγκαταστημένη συνήθως σε κατάλληλο υπόγειο χώρο, τελείως ανεξάρτητο από τους άλλους αφέλιμους χώρους του κτιρίου, για λόγους ασφάλειας και ανέσεως. Αποφεύγονται έτσι οι θόρυβοι, οι αναθυμιάσεις και οι κίνδυνοι από μια έκρηξη ή από μια πυρκαϊά στο χώρο του μηχανοστασίου.

Η παραγόμενη θερμική ενέργεια μεταφέρεται στους χώρους που πρέπει να θερμανθούν, από ένα **ενδιάμεσο φορέα θερμότητας**, ένα εργαζόμενο ρευστό μέσο όπως λέμε, με ένα ειδικά υπολογισμένο σύστημα διανομής. Ως ενδιάμεσος φορέας θερμότητας χρησιμοποιείται **το νερό, ο ατμός ή ο αέρας**. Το σύστημα διανομής μπορεί να είναι δίκτυο σωληνώσεων ή δίκτυο αεραγωγών ή συνδυασμός και των δύο δικτύων.

Ο ενδιάμεσος φορέας θερμότητας αποδίδει στο χώρο που πρέπει να θερμανθεί τη θερμική ενέργεια που μεταφέρει, με ειδικούς συνήθως εναλλάκτες θερμότητας, οι οποίοι ονομάζονται **θερμοπομποί**. Βέβαια, υπάρχει και η περίπτωση που ο αέρας, ως ενδιάμεσος φορέας, κυκλοφορεί και θερμαίνει κάποιο χώρο απευθείας, χωρίς θερμοπομπό. Πολλοί τύποι θερμοπομπών (π.χ. θερμαντικά σώματα, τοπικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου κλπ.), έχουν κατασκευασθεί μέχρι σήμερα και κάλυπτουν τόσο λειτουργικές απαιτήσεις όσο και ειδικές απαιτήσεις ως προς το είδος της θερμάνσεως και τις διαστάσεις των χώρων, καθώς επίσης και απαιτήσεις ως προς την αισθητική εμφάνιση των θερμοπομπών.

Υπάρχουν αναρίθμητα, μπορεί να πει κανείς, συστήματα κεντρικής θερμάνσεως, αν ληφθεί υπόψη η δυνατότητη των τόσων συνδυασμών ανάμεσα στο είδος του χρησιμοποιούμενου καυσίμου, στις μεθόδους παραγωγής της θερμικής ενέργειας, στο είδος του ενδιάμεσου θερμοφορέα και στους τύπους των θερμοπομπών.

Μια βασική ταξινόμηση των συστημάτων κεντρικής θερμάνσεως, με βάση τους παραπάνω αναφερόμενους συνδυασμούς, αναγκαία για μια πλήρη και συστηματική περιγραφή τους, φαίνεται στον πίνακα 5.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1
Ταξινόμηση Συστημάτων Κεντρικής Θερμάνσεως

ΠΗΓΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΣ ΦΟΡΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ
Λέβητας στερεών καυσίμων ή Λέβητας υγρών καυσίμων ή	ΝΕΡΟ	1. Θέρμανση με θερμό νερό χαμηλών θερμοκρασιών 2. Θέρμανση με θερμό νερό μέσων και υψηλών θερμοκρασιών (υπέρθερμο νερό)
Λέβητας αερίων καυσίμων ή	ΑΤΜΟΣ	1. Θέρμανση κενού 2. Θέρμανση με ατμό χαμηλής πιέσεως 3. Θέρμανση με ατμό υψηλής πιέσεως
Λέβητας ηλεκτρικός	ΑΕΡΑΣ	1. Θέρμανση με φυσική κυκλοφορία αέρα 2. Θέρμανση με εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα (με ανεμιστήρα) 3. Θέρμανση αέρα με σύστημα Plenum

Όπως φαίνεται και στον πίνακα, ο κύριος διαχωρισμός των συστημάτων κεντρικής θερμάνσεως γίνεται με βάση το είδος του ενδιάμεσου φορέα θερμότητας, που όπως είδαμε είναι το νερό, ο ατμός ή ο αέρας.

Έτσι προκύπτουν οι παρακάτω βασικές κατηγορίες συστημάτων:

- **Κεντρική θέρμανση με θερμό νερό.**
- **Κεντρική θέρμανση με ατμό.**
- **Κεντρική θέρμανση με αέρα.**

Τις βασικές αυτές κατηγορίες καθώς και τα υποσυστήματα των συστημάτων κεντρικής θερμάνσεως, τα οποία διακρίνομε παραπέρα στις κατηγορίες αυτές, δύπιας άλλωστε φαίνονται στον πίνακα 5.1, θα εξετάσομε στη συνέχεια.

5.2 Κεντρική θέρμανση με νερό χαμηλών θερμοκρασιών.

Το σύστημα αυτό, που συνήθως απλά το αναφέρομε ως **κεντρική θέρμανση με θερμό νερό**, είναι το πιο διαδομένο σε συνήθεις εφαρμογές στη χώρα μας. Η μέγιστη θερμοκρασία με την οποία το νερό τροφοδοτείται στους θερμοπομπούς μπορεί να φθάσει τους 120°C και η μέγιστη πίεση λειτουργίας τα 1100 kPa ($11,2 \text{ Atm}$). Στην πράξη, η συνηθισμένη πίεση λειτουργίας, η οποία άλλωστε περιορίζεται από την αντοχή των λέβητων, των θερμοπομπών, του δικτύου σωληνώσεων και του υπόλοιπου εξοπλισμού της εγκαταστάσεως, είναι 200 kPa ($2,03 \text{ Atm}$) και η μέγιστη θερμοκρασία του νερού τροφοδοσίας των θερμοπομπών περίπου 90°C .

Θα περιγράψουμε στη συνέχεια τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος κεντρικής θερμάνσεως με θερμό νερό.

a) Παραγωγή της θερμικής ενέργειας.

Στις εγκαταστάσεις αυτές για την παραγωγή της θερμότητας για τη θέρμανση του νερού χρησιμοποιούνται συνήθως λέβητες πετρελαίου ή λέβητες στερεών καυσίμων (λιγνίτης, κωκ, ξύλο κλπ.) ή λέβητες αέριων καυσίμων (υγραέριο, φυσικό

αέριο, φωταέριο) ή ακόμα εναλλάκτες θερμότητας ατμού-νερού ή νερού-νερού. Περιγραφή λεβήτων γίνεται στο κεφάλαιο 7.

β) Σύστημα διανομής.

Το σύστημα διανομής αποτελείται βασικά από δίκτυο σωληνώσεων μέσα από το οποίο μεταφέρεται το θερμό νερό στους χώρους όπου θα αποδοθεί η θερμική ενέργεια.

Διακρίνομε, συνήθως, δύο συστήματα δικτύων σωληνώσεων:

- Το σύστημα δύο σωλήνων ή δισωλήνιο.
- Το μονοσωλήνιο σύστημα.

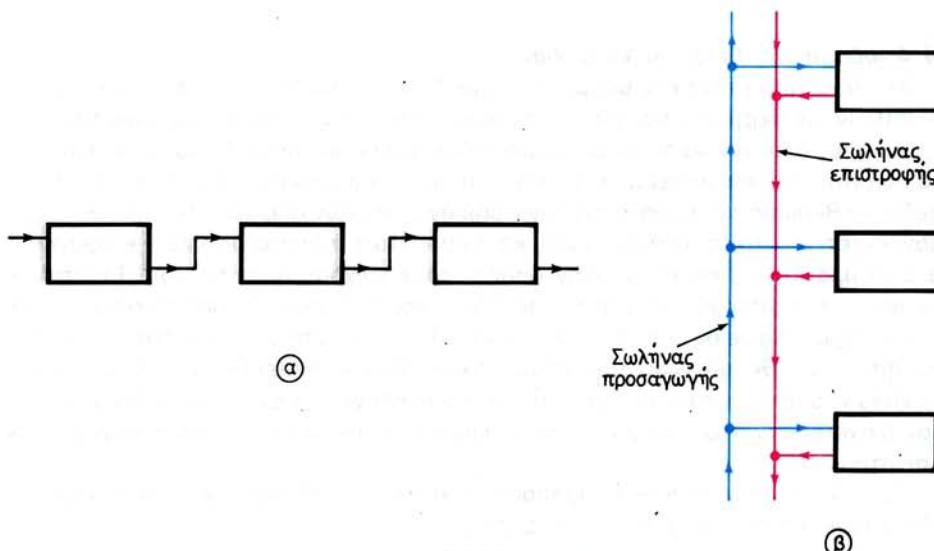
Στο μονοσωλήνιο σύστημα [σχ. 5.2α(α)] χρησιμοποιείται ένας μόνο σωλήνας, για τη σύνδεση και την τροφοδοσία των θερμοπομπών· δηλαδή το νερό, αφού τροφοδοτήσει τον πρώτο θερμοπομπό του συστήματος, εξέρχεται και τροφοδοτεί στη συνέχεια το δεύτερο θερμοπομπό κ.ο.κ. Έχομε δηλαδή **σε σειρά** σύνδεση των θερμοπομπών.

Στο δισωλήνιο σύστημα [σχ. 5.2α(β)] κάθε θερμοπομπός συνδέεται σε δύο σωλήνες του συστήματος: το σωλήνα θερμού νερού ή **σωλήνα προσαγωγής** και το σωλήνα ψυχρού νερού ή **σωλήνα επιστροφής**, με τον οποίο το νερό επιστρέφει στο λέβητα για να θερμανθεί. Έχομε δηλαδή **παράλληλη** σύνδεση των θερμοπομπών προς το δίκτυο σωληνώσεων.

Και τα δύο αυτά συστήματα σωληνώσεων θα περιγραφούν αναλυτικά σε επόμενες παραγράφους.

Μια άλλη διάκριση γίνεται συνήθως ως προς το είδος της κυκλοφορίας του νερού μέσα στις σωληνώσεις. Έτσι διακρίνομε:

- Συστήματα φυσικής κυκλοφορίας και
- Συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.



Σχ. 5.2α.

Σχηματική παρουσίαση δικτύων σωληνώσεων με θερμό νερό.

α) Μονοσωλήνιο σύστημα. β) Δισωλήνιο σύστημα.

Στα συστήματα **φυσικής κυκλοφορίας**, που είχαν αναπτυχθεί παλαιότερα και που σήμερα δεν χρησιμοποιούνται σχεδόν καθόλου, η κυκλοφορία του νερού οφείλεται μόνο στη διαφορά ειδικού βάρους μεταξύ θερμού και ψυχρού νερού. Το θερμό νερό, που είναι ελαφρότερο, μπορεί να ανέβει προς τα πάνω, ενώ στη συνέχεια ψύχεται, βαραίνει και αρχίζει να κυκλοφορεί προς τα κάτω.

Στα συστήματα **εξαναγκασμένης κυκλοφορίας**, τα οποία σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιούνται σήμερα, για την κυκλοφορία του θερμού νερού στο δίκτυο χρησιμοποιείται ηλεκτροκίνητος **κυκλοφορητής ή αντλία**.

Στη συνέχεια του βιβλίου αυτού, χωρίς ιδιαίτερη αναφορά, θα εννοούμε πάντα ότι έχομε σύστημα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας. Πάντως, σε επόμενη παράγραφο του κεφαλαίου αυτού, θα εξετάσουμε και το σύστημα φυσικής κυκλοφορίας.

Ένα θέμα που συνδέεται άμεσα με το σύστημα διανομής είναι η θερμομόνωση των σωληνώσεων του δικτύου, όταν αυτές διέρχονται από χώρους που δεν θερμαίνονται. Στις περιπτώσεις αυτές η θερμομόνωση εμποδίζει τις απώλειες θερμότητας, με αποτέλεσμα την οικονομικότερη λειτουργία του συστήματος. Άλλα και το θέμα αυτό θα εξετασθεί παρακάτω σε ιδιαίτερη παράγραφο.

Απαραίτητα στοιχεία ενός δικτύου διανομής είναι οι ασφαλιστικές διατάξεις (δοχείο διαστολής, βαλβίδα ασφάλειας κλπ.) οι οποίες προστατεύουν το δίκτυο από υπερπίεσεις που μπορεί να συμβούν κατά τη λειτουργία της εγκαταστάσεως. Τις ασφαλιστικές διατάξεις θα εξετάσουμε στο κεφάλαιο 7.

Τέλος, για την εξοικονόμηση καυσίμων (και κατά συνέπεια τη μείωση της ρυπάνσεως), αλλά και για να πετύχομε ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στους χώρους που θερμαίνονται, είναι απαραίτητο να εγκαταστήσουμε αυτοματισμούς για την πραγματοποίηση των σχετικών ρυθμίσεων. Όλες οι ρυθμίσεις αποσκοπούν στο να προσαρμόζεται η προσφερόμενη στο χώρο θερμότητα με τις θερμικές του απαιτήσεις. Τα συστήματα ρυθμίσεως εξετάζονται επίσης στο κεφάλαιο 7.

γ) Απόδοση της θερμικής ενέργειας.

Στο σύστημα κεντρικής θερμάνσεως με θερμό νερό, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν ως θερμοπομποί για την απόδοση της θερμότητας στους προς θέρμανση χώρους όλοι γενικά οι τύποι θερμαντικών σωμάτων, όπως τα κοινά σπονδυλωτά σώματα, που και σήμερα ακόμη είναι τα πιο συνηθισμένα, τα σωληνωτά, τα επίπεδα, τα θερμαντικά σώματα ππερυγιοφόρων σωλήνων από χάλυβα ή χυτοσίδηρο, κονβεκτέρ ή άβακες, καθώς επίσης και θερμαντικά σώματα μεγάλων επιφανειών από θερμαντικούς σωλήνες στην οροφή, τους τοίχους ή τα δάπεδα. Επίσης ως θερμοπομποί μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (Fan-Coil Units ή FCU). Τέλος, υπάρχει δυνατότητα τροφοδοτήσεως με θερμό νερό των θερμαντικών στοιχείων κεντρικών κλιματιστικών μονάδων, οι οποίες στη συνέχεια, θερμαίνουν και γενικά κλιματίζουν τον αέρα και τον διοχετεύουν στους χώρους που θερμαίνονται, μέσα από σύστημα αεραγωγών και στομίων.

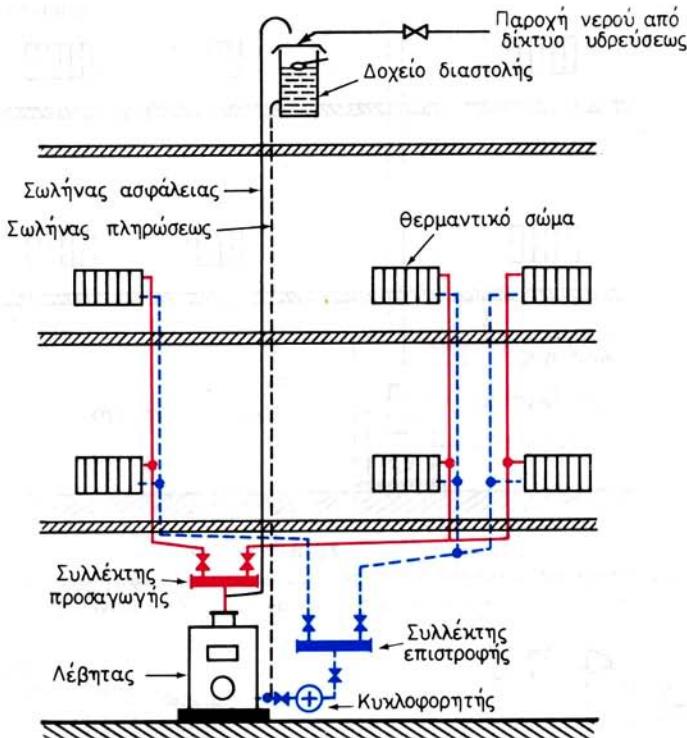
Τους διάφορους τύπους θερμοπομπών και λοιπών θερμαντικών στοιχείων θα εξετάσουμε, επίσης, σε επόμενο κεφάλαιο.

5.2.1 Δισωλήνιο σύστημα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

Στο σύστημα δύο σωλήνων η θέση των θερμοπομπών καθορίζει βασικά τη

διάρθρωση των δικτύων προσαγωγής-επιστροφής του θερμού νερού.

Συνήθως έχομε κατακόρυφες στήλες τροφοδοτήσεως των θερμοπομπών που ενώνονται σε ένα κεντρικό ορίζοντιο δίκτυο που διατρέχει την οροφή του υπογείου (κάτω διανομή) ή την οροφή του τελευταίου ορόφου (άνω διανομή) για να καταλήξουν τελικά στους αντίστοιχους συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής στο χώρο του λεβητοστασίου (σχήματα 5.2β και 5.2γ).



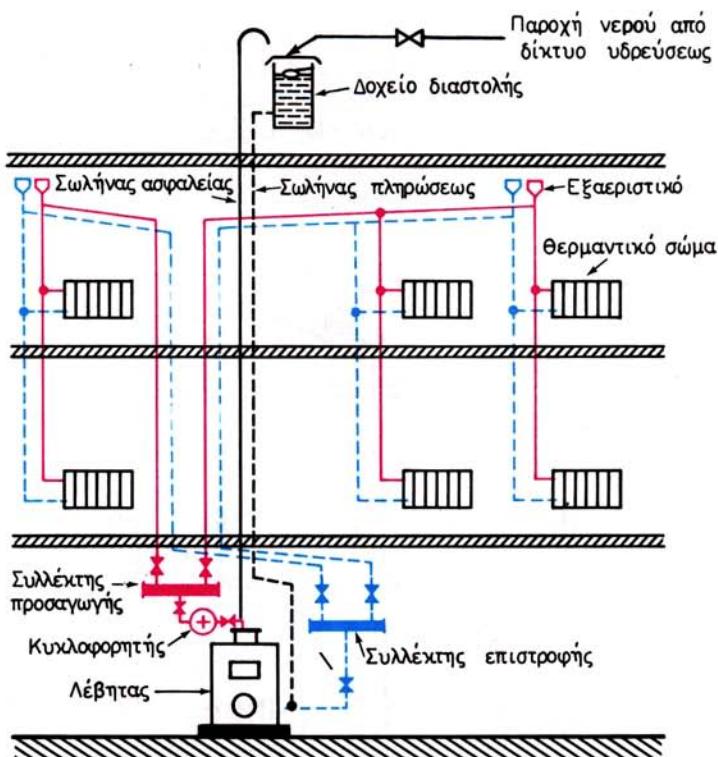
Σχ. 5.2β.

Δισωλήνιο σύστημα κεντρικής θερμάνσεως με θερμό νερό εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.
(Κυκλοφορητής στην επιστροφή - Κάτω διανομή).

Όπως ήδη είπαμε, για τη διατήρηση της κυκλοφορίας στην εγκατάσταση, χρησιμοποιείται κυκλοφορητής ή αντλία, οπότε έχομε εξαναγκασμένη κυκλοφορία.

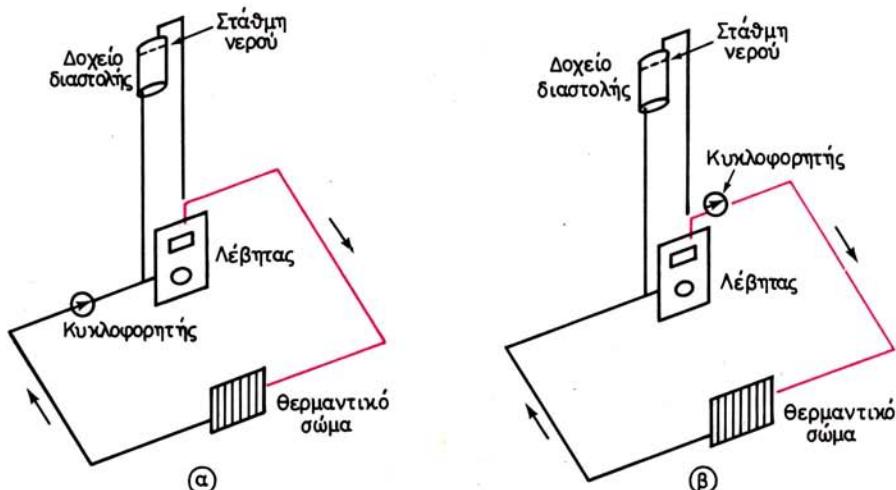
Η εγκατάσταση του κυκλοφορητή στα συστήματα κεντρικής θερμάνσεως εξαναγκασμένης κυκλοφορίας, μπορεί να γίνει στην προσαγωγή του θερμού νερού ή στην επιστροφή του ψυχρού, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.2δ(α), (β). Η πρόσθετη πίεση που δημιουργείται από τον κυκλοφορητή συντηρεί την κυκλοφορία του νερού καλύπτοντας ταυτόχρονα τις απώλειες πιέσεως στο δίκτυο σωληνώσεων, στους θερμοπομπούς και στο λέβητα.

Στις εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος προβλέπεται, αντί κυκλοφορητών, η τοποθέτηση ηλεκτροκίνητων φυγοκεντρικών αντλιών που εδράζονται συνήθως στο έδαφος. Για την αποφυγή μάλιστα θορύβων και κραδασμών, προβλέπεται αντικρά-



Σχ. 5.2γ.

Δισωλήνιο σύστημα κεντρικής θερμάνσεως με θερμό νερό εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.
(Κυκλοφορητής στην προσαγωγή - Άνω διανομή).



Σχ. 5.2δ.

Τοποθέτηση του κυκλοφορητή στο δίκτυο σωληνώσεων.
α) Στην προσαγωγή. β) Στην επιστροφή.

δασμική τοποθέτησή τους, η οποία επιτυγχάνεται συνήθως με τη χρήση πλακών φελλού στη βάση εδράσεως των αντλιών ή ειδικών αντιδονητικών τεμαχίων ή στηριγμάτων. Για την ασφάλεια λειτουργίας της εγκαταστάσεως, σκόπιμη είναι η πρόβλεψη εφεδρικού κυκλοφορητή ή αντλίας.

Εκείνο που θα πρέπει να ληφθεί συβαρά υπόψη στο σχεδιασμό του δίκτυου σωληνώσεων, είναι η αποφυγή δημιουργίας φυσαλίδων αέρα σ' αυτό ή μέσα στους θερμοπομπούς, γιατί, σε αντίθετη περίπτωση, δημιουργούνται συχνά ανωμαλίες στη ροή του νερού.

Για το σκοπό αυτό λαμβάνονται τα εξής μέτρα:

Γίνεται προσπάθεια ώστε, όλα τα οριζόντια τμήματα των σωληνώσεων να έχουν μικρή κλίση, συνήθως 1-2% προς τα πάνω. Έτσι οι φυσαλίδες ανεβαίνουν προς τα πάνω και παγιδεύονται μέσα στους θερμοπομπούς, οι οποίοι διαθέτουν βαλβίδα εξαερισμού, για την εξαέρωση του δικτύου κατά τακτά χρονικά διαστήματα. Στα σημεία πάντως όπου οι σωλήνες έχουν κατ' ανάγκη αντίθετες κλίσεις, τοποθετούνται αυτόματες βαλβίδες εξαερισμού.

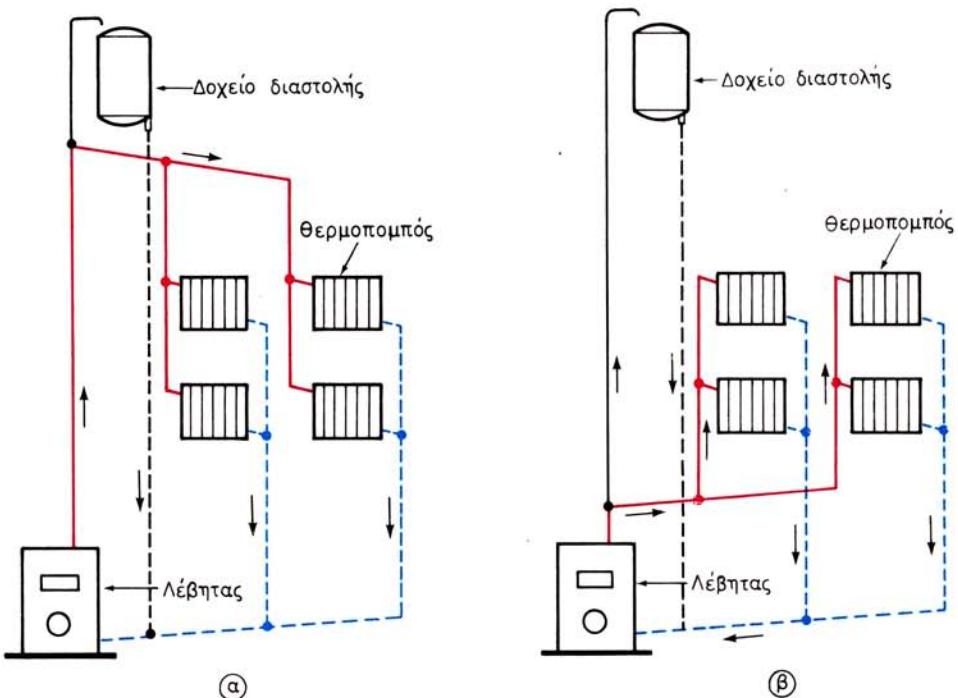
Σημειώνομε τέλος τη διάταξη ασφάλειας που προστατεύει το δίκτυο από υπερπίεσεις και που αποτελείται από το δοχείο διαστολής που συνδέεται στο δίκτυο με τους σωλήνες ασφάλειας και πληρώσεως (σχήματα 5.2β, 5.2γ και 5.2δ). Έτσι, αν αναπυρχθεί στο δίκτυο κάποια υπερπίεση, το νερό διαστέλλεται μέσω του σωλήνα ασφάλειας προς το δοχείο διαστολής και στη συνέχεια προς την ατμόσφαιρα, αν το δοχείο είναι ανοικτό. Αν η εγκατάσταση διαθέτει κλειστό δοχείο διαστολής, η υπερπίεση παραλαμβάνεται από αυτό και μόνο αν φθάσει σε υψηλή τιμή, γίνεται εκτόνωση προς την ατμόσφαιρα μέσω βαλβίδας ασφάλειας. Αν για κάποιο λόγο υπάρχει απώλεια νερού στο δίκτυο, συμπληρώνεται νερό στο δίκτυο από το δοχείο διαστολής μέσω του σωλήνα πληρώσεως. Επίσης συμπληρώνεται νερό αυτόματα στο δοχείο διαστολής από το δίκτυο υδρεύσεως. Οι σωλήνες ασφάλειας και πληρώσεως πρέπει να συνδέονται προς το δίκτυο χωρίς την παρεμβολή αποφρακτικών βαλβίδων.

5.2.2 Δισωλήνιο σύστημα φυσικής κυκλοφορίας.

Στα συστήματα κεντρικής θερμάνσεως με θερμό νερό **φυσικής κυκλοφορίας**, η πηγή παραγωγής της θερμικής ενέργειας (λέβητας) εγκαθίσταται στο χαμηλότερο σημείο της εγκαταστάσεως η δε κυκλοφορία του νερού οφείλεται στη διαφορά θερμοκρασίας και ειδικού βάρους του θερμού νερού τροφοδοσίας και του ψυχρού νερού επιστροφής. Στα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας [σχ. 5.2ε(α), (β)] εκτός του ότι δεν προβλέπεται εγκατάσταση κυκλοφορητών ή αντλιών, ισχύουν κατά τα λοιπά όλα όσα αναφέρθηκαν για τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

Σήμερα βέβαια, θερμάνσεις με φυσική κυκλοφορία κατασκευάζονται πολύ σπάνια κι αυτό γιατί οι θερμάνσεις εξαναγκασμένης κυκλοφορίας, έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα, μερικά από τα οποία είναι τα εξής:

- Γρήγορη ικανοποίηση των θερμικών απαιτήσεων, δηλαδή μικρή αδράνεια.
- Εύκολη και λεπτή ρύθμιση, με συνέπεια τη γρήγορη και ομοιόμορφη ανταπόκριση στις μεταβολές του θερμικού φορτίου των χώρων.
- Χρήση σωληνώσεων μικρών διατομών και συνεπώς μικρές θερμικές απώλειες από το δίκτυο.



Σχ. 5.2ε.

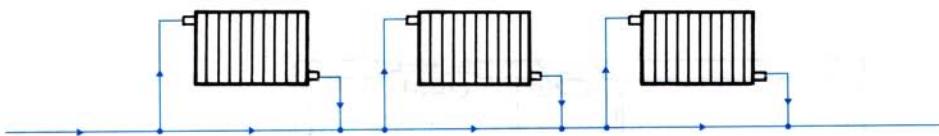
Συστήματα φυσικής κυκλοφορίας.
α) Άνω διανομή. β) Κάτω διανομή.

- Απεριόριστες δυνατότητες στη σχεδίαση και τη διάρθρωση του δικτύου των σωληνώσεων.
- Δυνατότητα μεγάλων επιλογών ως προς τον τύπο του θερμαντικού σώματος που θα χρησιμοποιηθεί και την με οποιοδήποτε τρόπο τοποθέτησή του στο χώρο.
- Εύκολος εξαερισμός των δικτύων, με συνέπεια την ελαχιστοποίηση των φαινομένων διαβρώσεως και τις μικρές δαπάνες συντηρήσεως.

5.2.3 Μονοσωλήνιο σύστημα.

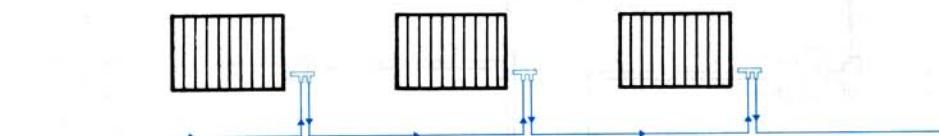
Η βασική διαφορά ανάμεσα στο μονοσωλήνιο σύστημα κεντρικής θερμάνσεως και στο σύστημα δύο σωλήνων (δισωλήνιο) που περιγράψαμε ήδη παραπάνω είναι ότι στο πρώτο χρησιμοποιείται ένας μόνο σωλήνας για τη σύνδεση των θερμοπομπών ενώ στο δεύτερο, όπως είδαμε, η σύνδεση αυτή γίνεται σε δύο σωλήνες. Στο μονοσωλήνιο σύστημα έχομε σύνδεση των θερμοπομπών σε σειρά, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους:

- Με διακλάδωση (by-pass) στην οποία παρεμβάλλεται ο θερμοπομπός με δύο διακόπτες, ένα στην προσαγωγή και ένα στην επιστροφή (σχ. 5.2στ).
- Με ειδικό **τετράσδιο διακόπτη** συνδεμένο σε **ένα** σημείο του θερμοπομπού με ρακόρ και σε σειρά στο σωλήνα του κυκλώματος με **δύο** συνδέσμους (σχ.



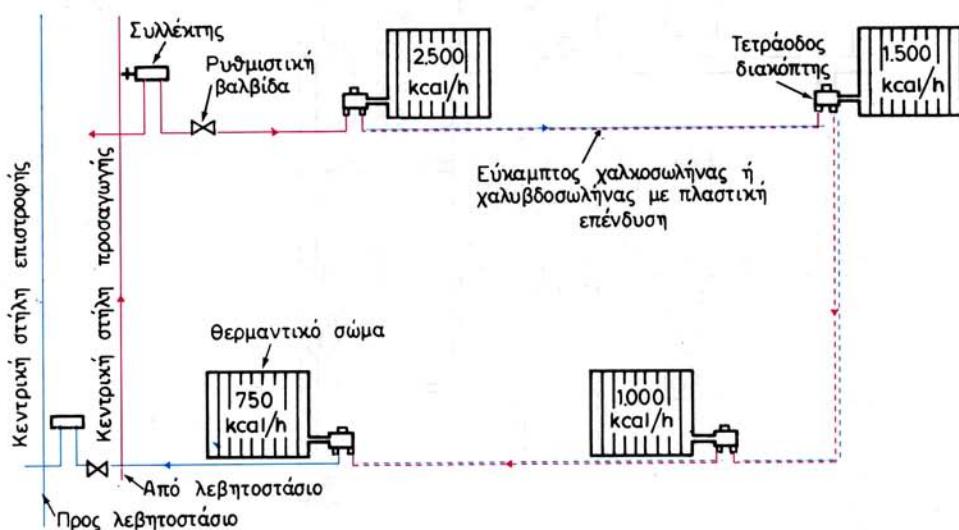
Σχ. 5.2στ.

Σύνδεση των θερμαντικών σωμάτων στο μονοσωλήνιο σύστημα με διακλάδωση (by-pass).



Σχ. 5.2ζ.

Σύνδεση των θερμαντικών σωμάτων στο μονοσωλήνιο σύστημα σε ένα μόνο σημείο με τετράδο διακόπτη.



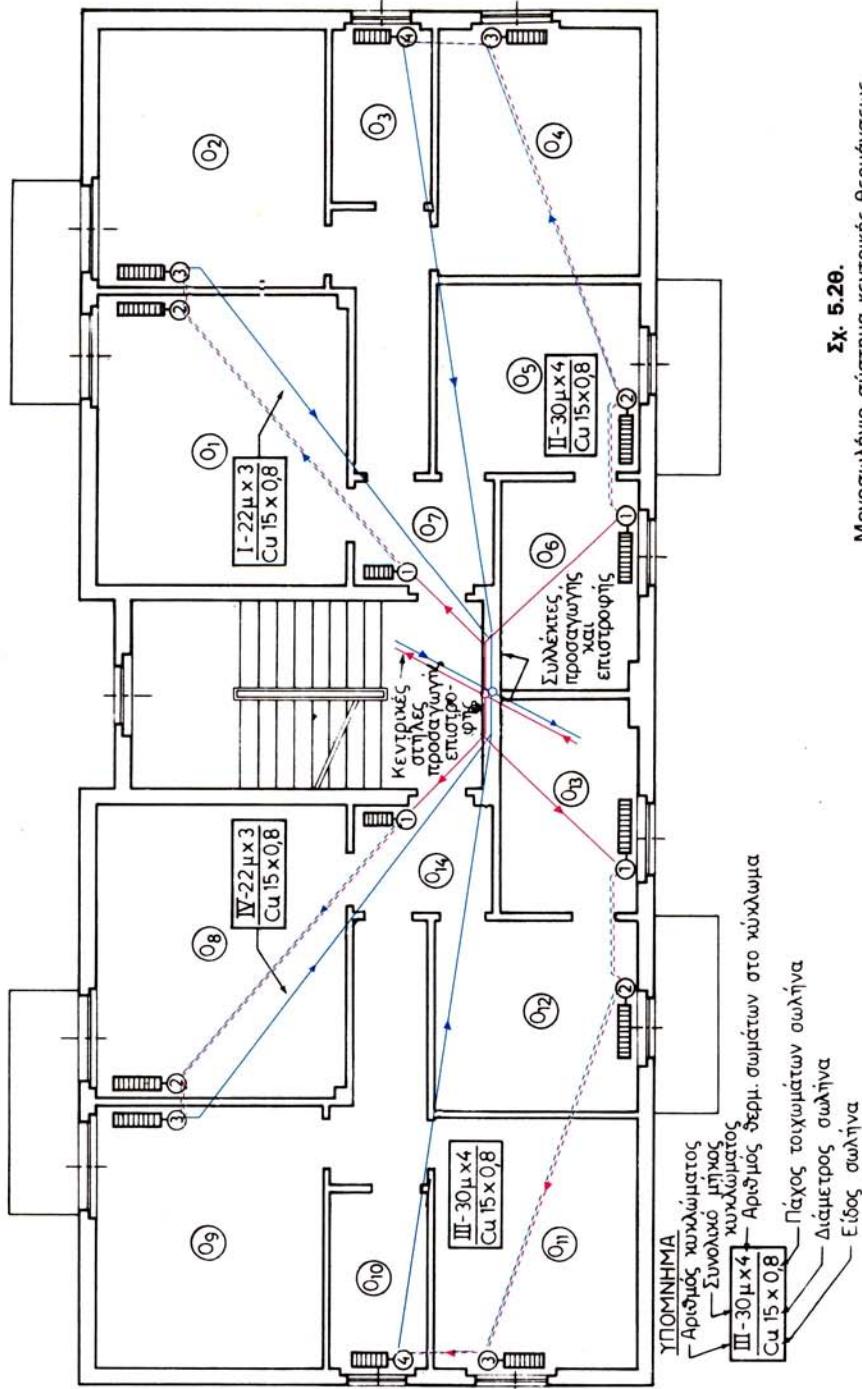
Σχ. 5.2η.

Κλειστό κύκλωμα μονοσωλήνιου συστήματος.

5.2ζ). Με το διακόπτη αυτό, τη λειτουργία και κατασκευή του οποίου θα περιγράψουμε αναλυτικά παρακάτω, μπορούμε να ρυθμίζουμε την ποσότητα του Θερμού νερού που θα **τροφοδοτήσει** το Θερμοπομπό, καθώς και την ποσότητα Θερμού νερού που θα τον **παρακάμψει**.

Και στις δύο περιπτώσεις η ποσότητα του νερού που περνά μέσα από το Θερμοπομπό και αυτή που τον παρακάμψει μπορούν να ρυθμισθούν. Πάντως η δεύτερη περίπτωση έχει πιο πλατιά εφαρμογή τα τελευταία χρόνια, γιατί υπάρχει με-

ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ Β



Σχ. 5.28.

Μονοσωλήνιο σύστημα κεντρικής θερμάνσεως.
Κάτωψη ενός τυπικού ορόφου δύο διαμερισμάτων.

γαλύτερη δυνατότητα ρυθμίσεως και σ' αυτή θα αναφερθούμε παρακάτω.

Η σε σειρά σύνδεση των θερμοπομπών στο μονοσωλήνιο σύστημα ξεκινά από μια κεντρική κατακόρυφη στήλη προσαγωγής του θερμού νερού μέσω ενός συλλέκτη μικρών σχετικά διαστάσεων, μιας, δύο ή και περισσότερων αναχωρήσεων και καταλήγει σε κεντρική κατακόρυφη στήλη επιστροφής του ψυχρού νερού μέσω αντίστοιχου συλλέκτη, σχηματίζοντας έτσι ένα κλειστό κύκλωμα (σχ. 5.2η).

Αυτή η ύπαρξη των δύο κεντρικών κατακόρυφων στήλων που είναι κατασκευασμένες συνήθως από μαύρο σιδηροσωλήνα ή χαλκοσωλήνα αποτελεί μια ακόμη διαφορά ανάμεσα στο μονοσωλήνιο και στο δισωλήνιο σύστημα, στο οποίο, αντί κεντρικών στηλών, έχουμε συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής, από όπου ξεκινούν και καταλήγουν τα αντίστοιχα δίκτυα σωληνώσεων που τροφοδοτούν τους θερμοπόμπους.

Η όλη συγκρότηση κεντρικής θερμάνσεως θερμού νερού με μονοσωλήνιο σύστημα φαίνεται στα σχήματα 5.2θ και 5.2ι, όπου έχουμε παράδειγμα τριόροφης κατοικίας με τυπικό όροφο απαρτιζόμενο από δύο διαμερίσματα.

Οι κεντρικές κατακόρυφες στήλες διέρχονται συνήθως από κοινόχρηστο χώρο, π.χ. δίπλα στο φρεάτιο του ασανσέρ ή σε κάποιο τοίχο του κλιμακοστασίου ή σε τοίχο κάποιου φωταγωγού (σχ. 5.2θ). Κατά τη διέλευσή τους από μη θερμαινόμενους εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους οι σωληνώσεις πρέπει να μονώνονται. Στις απολήξεις τους, οι οποίες βρίσκονται σε υψηλότερο σημείο από τους θερμοπόμπους του τελευταίου ορόφου, τοποθετούνται αυτόματα εξαεριστικά (σχ. 5.2ι). Οι συλλέκτες, από όπου ξεκινούν και καταλήγουν τα κυκλώματα συνδέσεως των θερμοπομπών, τοποθετούνται σε ύψος περίπου μισού μέτρου από το δάπεδο κάθθε ορόφου στον τοίχο και συνήθως, για αισθητικούς λόγους, μέσα σε μεταλλικό κιβώτιο.

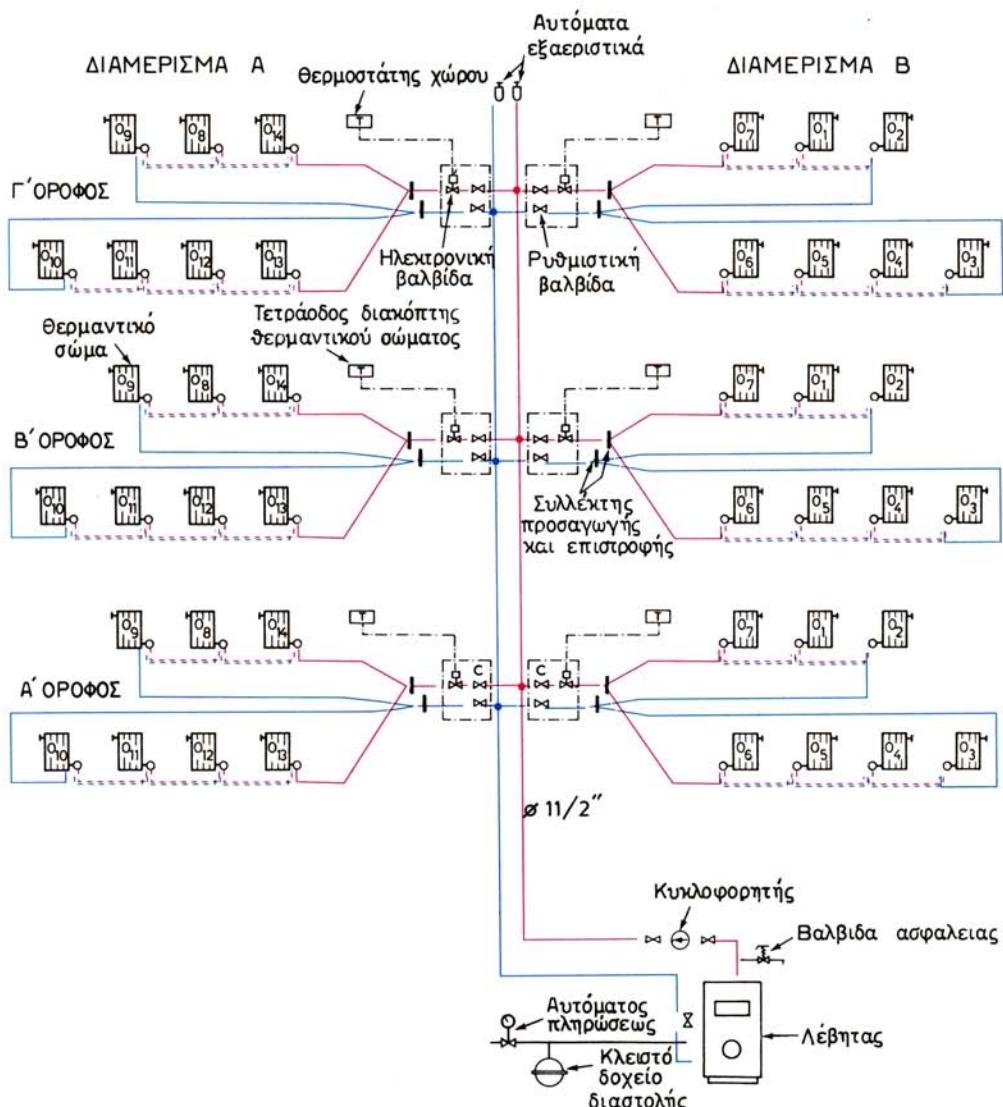
Η διέλευση των σωλήνων όλων των κυκλωμάτων είναι οριζόντια μέσα στο δάπεδο χωρίς να αποκλείεται και κάποια κατακόρυφη διαδρομή αν απαιτηθεί. Άλλωστε, και αυτό είναι ένα πλεονέκτημα του μονοσωλήνιου συστήματος, οι διάφορες καμπύλες και κλίσεις των σωληνώσεων των κυκλωμάτων δεν επηρεάζουν καθόλου τη λειτουργία του.

Για τη διαμόρφωση των κλειστών κυκλωμάτων συνδέσεως των θερμοπομπών στο μονοσωλήνιο σύστημα χρησιμοποιούνται εύκαμπτοι χαλκοσωλήνες ή χαλυβδοσωλήνες ειδικοί για ενδιαδαπέδια εγκατάσταση, οι οποίοι είναι εξωτερικά επενδυμένοι με θερμομονωτικό μανδύα μεγάλης αντοχής για την εξασφάλιση πλήρους προστασίας του σωλήνα από υγρασία και οξέα. Οι σωλήνες αυτοί δεν τοποθετούνται ποτέ ευθύγραμμα (δεν τεντώνονται) ανάμεσα σε δύο διακόπτες, αλλά με μία ή περισσότερες ανοικτές καμπύλες, για καλύτερη ελαστικότητα στις διαστολές. Όλες οι συνδέσεις των σωλήνων με τους συλλέκτες και τους θερμοπόμπους γίνονται μέσω των ειδικών διακοπτών βίδωτές.

Η καλή λειτουργία του μονοσωλήνιου συστήματος κεντρικής θερμάνσεως εξασφαλίζεται με τις παρακάτω συσκευές:

a) Δοχείο διαστολής κλειστού τύπου, η σύνδεση του οποίου γίνεται στο σωλήνα επιστροφής προς το λέβητα χωρίς την παρεμβολή ενδιάμεσα βάνας. Πριν από το δοχείο διαστολής στο σωλήνα επιστροφής τοποθετείται εξαεριστικό για την εξαέρωση του δοχείου κατά την πλήρωση της εγκαταστάσεως με νερό (σχ. 5.2ι).

β) Αυτόματο πληρώσεως της εγκαταστάσεως με νερό, ο οποίος φέρει βαλβίδα αντεπιστροφής, βαλβίδα ρυθμίσεως της απαιτούμενης πιέσεως στην εγκατάσταση και μανόμετρο. Η σύνδεσή του γίνεται ή στο σωλήνα επιστροφής του νερού στο λέβητα ή απευθείας στο λέβητα, αν υπάρχει ειδική υποδοχή σ' αυτόν. Η ρύθμιση του αυτόματου πληρώσεως της εγκαταστάσεως γίνεται με βάση τη στατική πίεση, έτσι ώστε και να αποκλείεται η ύπαρξη αέρα στην εγκατάσταση, αλλά και να αποκλειστεί η υπερπίεση σ' αυτήν (σχ. 5.21).

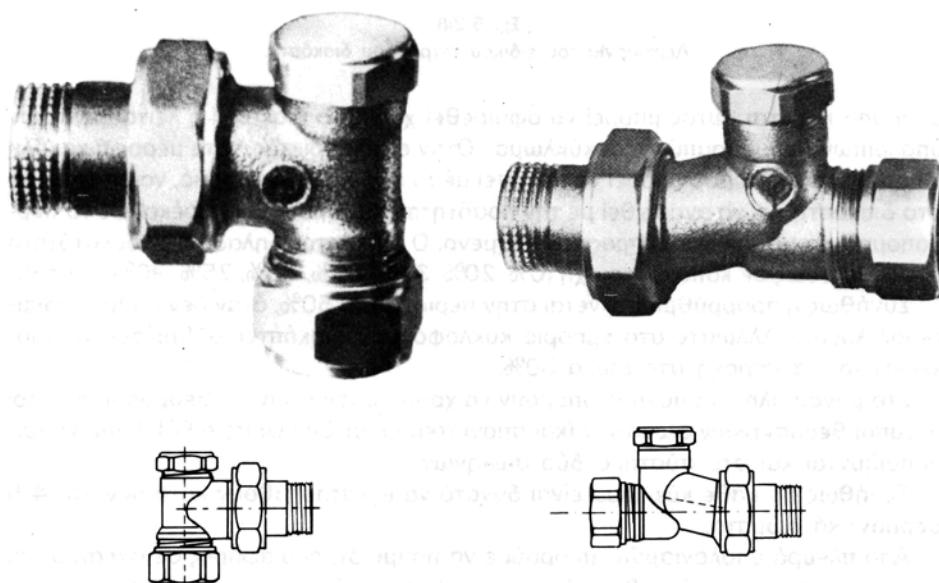


Σχ. 5.21.

Μονοσωλήνιο σύστημα κεντρικής θερμάνσεως τριώροφης κατοικίας με τυπικό οροφό.
Διάγραμμα σωληνώσεων.

γ) Βαλβίδα ασφάλειας που συνδέεται στο σωλήνα προσαγωγής θερμού νερού αμέσως μετά την έξοδο από το λέβητα και χωρίς να παρεμβάλλονται ενδιάμεσα άλλα ειδικά εξαρτήματα. Η βαλβίδα ασφάλειας ενεργοποιείται όταν η πίεση στην εγκατάσταση υπερβεί την πίεση λειτουργίας κατά μία ατμόσφαιρα (σχ. 5.2ι).

δ) Ειδικές ρυθμιστικές βαλβίδες που εγκαθίστανται μία στην αρχή κάθε κυκλώματος (στο συλλέκτη προσαγωγής) και μία στο τέλος (στο συλλέκτη επιστροφής) και εξασφαλίζουν ακριβή ρύθμιση της ποσότητας του νερού που περνά από κάθε κύκλωμα. Η ίδια ρύθμιση μπορεί να επιτευχθεί και με την εγκατάσταση ειδικού τετράοδου διακόπτη στον πρώτο θερμοπομπό κάθε κυκλώματος (σχήματα 5.2η, 5.2ι και 5.2ια).

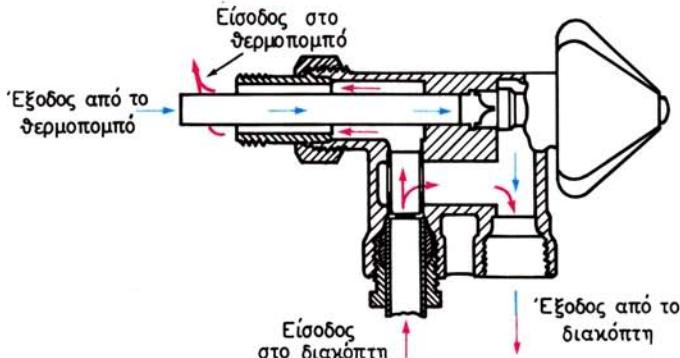


Σχ. 5.2ια.

Τύποι ειδικών ρυθμιστικών βαλβίδων.

α) Γωνιακή ρυθμιστική βαλβίδα. β) Ίσια ρυθμιστική βαλβίδα.

ε) Ειδικούς τετράοδους διακόπτες που εγκαθίστανται ένας σε κάθε θερμοπομπό. Λέγονται τετράοδοι γιατί έχουν τέσσερις οδούς ροής του νερού (σχ. 5.2ιβ), δηλαδή μια για την είσοδο του νερού στο διακόπτη, μια για την έξοδο του νερού από το διακόπτη, μια για την είσοδο της ποσότητας του νερού στο θερμοπομπό και μια για την έξοδο της ποσότητας αυτής από το θερμοπομπό. Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός, καμιά ποσότητα νερού δεν διέρχεται μέσα από το θερ-



Σχ. 5.2β.
Λειτουργία του ειδικού τετράδοου διακόπτη.

μοπομπό και έτσι αυτός μπορεί να αφαιρεθεί χωρίς να διακοπεί η λειτουργία των υπόλοιπων θερμοπομπών στο κύκλωμα. Όταν είναι ανοικτός, τότε μέρος ή και όλη η ποσότητα του νερού μπορεί να περάσει μέσα από το θερμοπομπό, να επιστρέψει στο διακόπτη και να αναμιχθεί με την ποσότητα του νερού που παρέκαμψε το θερμοπομπό και να συνεχίσει προς τον επόμενο. Ο διακόπτης δηλαδή έχει δυνατότητα προρυθμίσεως σε κάποια περιοχή (0%, 20%, 35%, 50%, 60%, 75%, 90%, 100%).

Συνήθως η προρρύθμιση γίνεται στην περιοχή του 50%, όταν δεν υπάρχει ιδιαίτερος λόγος. Άλλωστε στο εμπόριο κυκλοφορούν διακόπτες ρυθμιζόμενοι αποκλειστικά για παροχή στο σώμα 50%.

Στο μονοσωλήνιο σύστημα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως θερμοπομποί όλοι οι τύποι θερμαντικών σωμάτων (και σπανιότερα Fan-Coil Units ή FCU) που χρησιμοποιούνται και στο σύστημα δύο σωλήνων.

Συνήθως σε κάθε κύκλωμα είναι δυνατό να εγκατασταθούν κατά μέγιστο 4-5 θερμαντικά σώματα.

Από πλευρά υπολογισμών, μπορούμε να πούμε ότι οι διαφορές σε σχέση με το δισωλήνιο σύστημα είναι βασικά στον κυκλοφορητή και στην επιλογή των θερμαντικών σωμάτων.

Ο κυκλοφορητής, που κατά κανόνα εγκαθίσταται στο σωλήνα προσαγωγής, επιλέγεται με βάση την ποσότητα του νερού που κυκλοφορεί και το μανομετρικό ύψος.

Σε κάθε θερμαντικό σώμα έχουμε διαφορετική θερμοκρασία εισόδου του νερού. Αυτό συμβαίνει επειδή τα θερμαντικά σώματα είναι συνδεμένα σε σειρά στο κύκλωμα, πράγμα που επηρεάζει τη θερμαντική τους ικανότητα.

Οι διάμετροι των ειδικών χαλκοσωλήνων ή χαλυβδοσωλήνων των κυκλωμάτων του μονοσωλήνιου συστήματος είναι συνήθως $\varnothing 15$ mm, $\varnothing 16$ mm και $\varnothing 18$ mm.

Ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα του μονοσωλήνιου συστήματος είναι η δυνατότητα αυτόνομης, ανεξάρτητης κατά διαμερίσμα ή κατά ομάδα χώρων γενικά θερμάνσεως. Αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση ηλεκτροκίνητων διόδων βαλβίδων, οι οποίες προσαρμόζονται στο σωλήνα συνδέσεως του συλλέκτη προσαγωγής των κυκλωμάτων κάθε διαμερίσματος ή κάθε ομάδας χώρων με την κεντρική κατακόρυφη στήλη προσαγωγής θερμού νερού, και ενεργοποιούνται μέσω θερμο-

στάτη χώρου. Ταυτόχρονα ενεργοποιείται και ωρομετρητής για την καταγραφή των ωρών λειτουργίας της κεντρικής θερμάνσεως κάθε διαμερίσματος' ή κάθε ομάδας χώρων, για την ανάλογη χρέωση. Όλος ο αυτοματισμός της ανεξάρτητης θερμάνσεως ανά διαμέρισμα ή ανά ομάδα χώρων επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικού ηλεκτρονικού πίνακα αυτονομίας.

5.3 Κεντρική θέρμανση με νερό μέσων και υψηλών θερμοκρασιών ή θέρμανση με υπέρθερμο νερό.

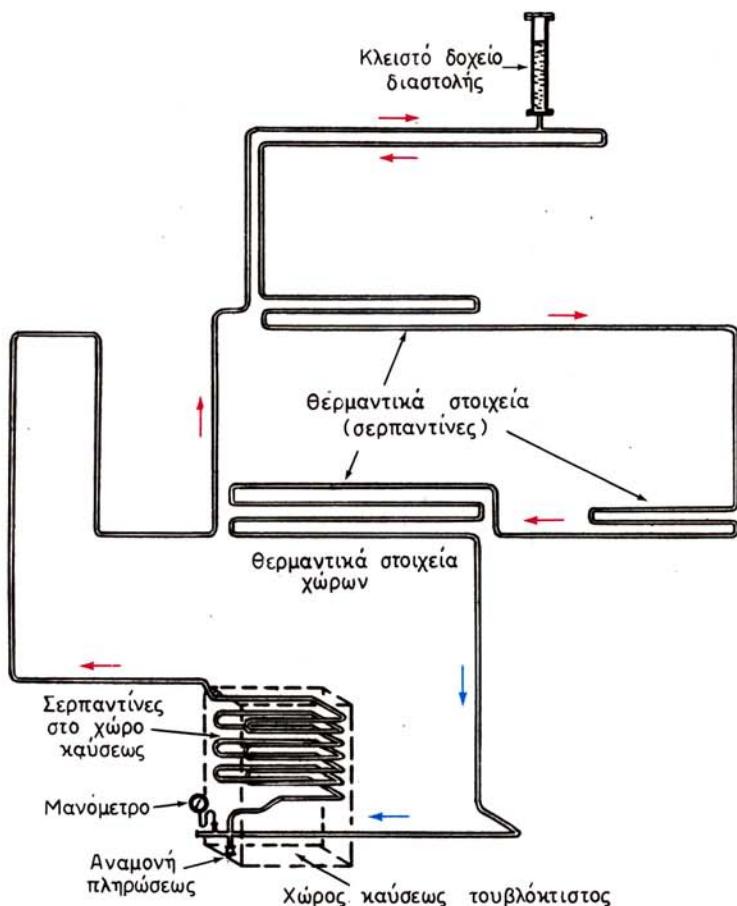
5.3.1 Γενικά.

Ως σύστημα κεντρικής θερμάνσεως με θερμό νερό μέσων θερμοκρασιών ορίζεται εκείνο στο οποίο η θερμοκρασία του θερμού νερού προσαγωγής είναι μεταξύ 120°C και 175°C. Ως σύστημα υψηλών θερμοκρασιών εκείνο στο οποίο η θερμοκρασία του θερμού νερού προσαγωγής είναι μεγαλύτερη από 175°C, με οριακή τιμή στην πράξη τους 230°C. Το όριο αυτό οφείλεται στους περιορισμούς της αντοχής σε πίεση των διάφορων εξαρτημάτων των σωληνώσεων και του λοιπού εξοπλισμού της εγκαταστάσεως. Μετά τη θερμοκρασία των 230°C, η πίεση λειτουργίας αυξάνει απότομα και καθιστά την εγκατάσταση τελείως αντιοκονομική, λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής του εξοπλισμού ώστε να αντέχει σε τόσο ψηλή πίεση. Οι αρχές σχεδιασμού και λειτουργίας των δύο συστημάτων κεντρικής θερμάνσεως με θερμό νερό μέσων και υψηλών θερμοκρασιών είναι βασικά οι ίδιες και έτσι μπορούμε στο έξης να αναφερόμαστε ενιαία στα δύο συστήματα ως **συστήματα θερμάνσεως με υπέρθερμο νερό**.

5.3.2 Θέρμανση Perkins.

Πρόδρομος των συστημάτων θερμάνσεως με υπέρθερμο νερό είναι ο Άγγλος Perkins που κατοχύρωσε το σύστημά του το 1831 (σχ. 5.3a). Το σύστημα Perkins χαρακτηρίζεται από μια συνεχή σωλήνωση σταθερής διατομής και χωρίς διακλαδώσεις. Ένα τμήμα της σωληνώσεως διαμορφώνεται σε σερπαντίνα που διέρχεται μέσα από το λέβητα (χώρος καύσεως) και το υπόλοιπο τμήμα διαμορφώνεται σε θερμαντικές επιφάνειες που παίζουν ρόλο θερμοπομπών στους χώρους που θερμαίνονται. Αν δεν επαρκεί μια ενιαία σωλήνωση, τότε μπορούμε να έχομε δύο ή και περισσότερα τμήματα σωληνώσεων ενιαίας διατομής που συνδέονται μεταξύ τους. Η διαστολή του νερού παραλαμβάνεται από ένα δοχείο διαστολής, που είναι ένας σωλήνας με αέρα στο πάνω τμήμα του, και είναι τοποθετημένο στο υψηλότερο σημείο της εγκαταστάσεως. Καθώς το νερό θερμαίνεται, διαστέλλεται και συμπιέζει τον αέρα στο δοχείο διαστολής. Έτσι δημιουργούνται σημαντικές πιέσεις λειτουργίας. Η θερμοκρασία του νερού φθάνει μέχρι και τους 150°C και η πίεση λειτουργίας μέχρι 50 bar ή και περισσότερο. Αυτή η υψηλή πίεση εμποδίζει την ατμοποίηση του νερού, η κυκλοφορία του οποίου επιτυγχάνεται με τη βαρύτητα. Λόγω των καταπονήσεων από την υψηλή θερμοκρασία και πίεση, χρησιμοποιούνται ειδικοί σωλήνες που ονομάζονται σωλήνες Perkins και κατάλληλες μούφες και στεγανοποιητικά υλικά.

Στην εποχή μας η θέρμανση Perkins είναι πια σπανιότατα εφαρμόσιμη.



Σχ. 5.3α.
Διάγραμμα του συστήματος Perkins.

5.3.3 Σύγχρονα συστήματα θερμάνσεως με υπέρθερμο νερό.

Στα σύγχρονα συστήματα που στηρίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας με τη θέρμανση Perkins, η πηγή παραγωγής του υπέρθερμου νερού μπορεί να είναι:

- Κοινοί λέβητες ατμού.
- Λέβητες υπέρθερμου νερού.
- Διατάξεις προθέρμανσεως με ανάμιξη ατμού και νερού.
- Εναλλάκτες θερμότητας.

Η διαστολή του νερού κατά τη θέρμανσή του παραλαμβάνεται από ένα δοχείο διαστολής το οποίο ταυτόχρονα χρησιμοποιείται για τη διατήρηση του συστήματος σε πίεση. Η κυκλοφορία του υπέρθερμου νερού γίνεται με αντλίες. Το σύστημα διανομής που απαρτίζεται από τις σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής του υπέρθερμου νερού κάτω από την ίδια βασική πίεση είναι τελείως κλειστό.

Τονίζομε πάλι ότι το νερό, στα συστήματα αυτά, πρέπει να κρατιέται σε υψηλή πίεση, ώστε να μη βράζει και να ατμοποιείται. Από τη θερμοδυναμική γνωρίζουμε ότι σε μεγαλύτερες πιέσεις αντιστοιχούν υψηλότερες θερμοκρασίες βρασμού. Για παράδειγμα αναφέρομε ότι νερό θερμοκρασίας 150°C βράζει σε πίεση 4,76 bar, ενώ νερό πιέσεως 10 bar βράζει σε θερμοκρασία 180°C . Άρα αν σε ένα σύστημα υπέρθερμου νερού επιλέξουμε θερμοκρασία νερού τροφοδοσίας τους 150°C , πρέπει να επιλέξουμε πίεση λειτουργίας τα 10 bar, για να έχουμε ένα περιθώριο 30°C μέχρι το βρασμό του νερού τον οποίο θέλουμε να αποφύγουμε.

Οι βασικές διαφορές του συστήματος με υπέρθερμο νερό από το σύστημα θερμάνσεως με θερμό νερό χαμηλών θερμοκρασιών είναι η υψηλή πίεση λειτουργίας, ο ανθεκτικότερος κατά συνέπεια εξοπλισμός, οι γενικά μικρότερων διατομών σωληνώσεις, και οι τρόποι με τους οποίους το όλο σύστημα διατηρείται σε υψηλή πίεση. Συνήθως οι λέβητες παραγωγής του υπέρθερμου νερού και όλος ο βοηθητικός εξοπλισμός, όπως εξοπλισμός τροφοδοτήσεως με ψυχρό νερό, δοχείο διαστολής, αντλία κυκλοφορίας του υπέρθερμου νερού κλπ. εγκαθίστανται σε κεντρικό μηχανοστάσιο.

Πληροφοριακά θα πρέπει να αναφέρομε ότι το υπέρθερμο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για ανάγκες θερμάνσεως χώρων όσο και για ανάγκες ζεστού νερού ή ατμού για βιομηχανική χρήση (π.χ. εργοστάσια, νοσοκομεία, στρατόπεδα, συγκροτήματα εκπαιδευτηρίων κλπ.).

Άλλη βασική εφαρμογή του συστήματος είναι η θέρμανση ολόκληρων περιοχών (τηλεθέρμανση).

Επιλογή θερμοκρασιών.

Για την επιλογή των θερμοκρασιών προσαγωγής και επιστροφής του υπέρθερμου νερού θα πρέπει να λάβομε υπόψη μας τα παρακάτω:

Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία προσαγωγής τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμότητα που περιέχεται στη μονάδα μάζας του νερού και τόσο μεγαλύτερη είναι και η θερμοκρασιακή διαφορά νερού προσαγωγής και επιστροφής που μπορεί να επιτευχθεί. Άρα και τόσο μικρότερων μεγεθών είναι και οι σωληνώσεις που απαιτούνται για ένα δεδομένο θερμικό φορτίο. Από την άλλη μεριά, όμως, όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής τόσο μεγαλύτερη είναι η πίεση του συστήματος άρα και περισσότερο δαπανηρή η κατασκευή των λεβήτων και του υπόλοιπου εξοπλισμού της εγκαταστάσεως, προκειμένου να αντέξουν σε μεγαλύτερες καταπονήσεις θερμοκρασίας και πιέσεων.

Έτσι, σε συνδυασμό και με τις επικρατούσες εξωτερικές συνθήκες, είναι δυνατό να υπολογισθεί μια βέλτιστη περιοχή θερμοκρασιών που θα μας οδηγεί στην ελαχιστοποίηση του συνολικού αρχικού κόστους εγκαταστάσεως και του κόστους λειτουργίας και συντηρήσεώς της.

Γενικά, εφόσον έχουμε μόνο εφαρμογές για θέρμανση, οι περισσότερες εγκαταστάσεις λειτουργούν με θερμοκρασίες προσαγωγής νερού $120\text{-}140^{\circ}\text{C}$.

Προκειμένου όμως για την ικανοποίηση των αναγκών βιομηχανικής χρήσεως, τη θερμοκρασία προσαγωγής καθορίζουν πια οι ανάγκες της παραγωγής. Έτσι έχουμε περιπτώσεις που η θερμοκρασία προσαγωγής μπορεί να ξεπεράσει τους 200°C και να φθάσει, σε τελείως ειδικές περιπτώσεις, τους 300°C .

Διατάξεις ασφάλειας.

Εκείνο που είναι καθοριστικό για την ομαλή λειτουργία της εγκαταστάσεως είναι ότι σε κανένα σημείο του δίκτυου υπέρθερμου νερού δεν πρέπει να έχομε πίεση ίση ή μικρότερη από την πίεση εξατμίσεως του νερού. Διαφορετικά, θα έχομε δημιουργία ατμού μέσα στο δίκτυο και κατά συνέπεια υδραυλικές κρούσεις και βλάβες στις σωληνώσεις.

Στο σχεδιασμό της εγκαταστάσεως θα πρέπει να προβλέπονται όλες οι διατάξεις ασφάλειας που επιβάλλονται από τους ισχύοντες κανονισμούς, όπως βαλβίδες ασφάλειας, αποφρακτικές βαλβίδες, ρυθμιστές ροής, ρυθμιστές θερμοκρασίας, μετρητές θερμότητας κ.ά. Θα πρέπει εδώ να πούμε ότι, για εγκαταστάσεις υπέρθερμου νερού οι κανονισμοί ασφάλειας αναθεωρούνται συνεχώς λόγω της τεχνολογικής εξελίξεως.

Θερμοπομποί.

Άμεση σύνδεση των θερμοπομπών με το δίκτυο υπέρθερμου νερού μπορεί να γίνει μόνο αν αυτοί αντέχουν σε υψηλές πίεσεις.

Συνήθως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όπου ως θερμοπομποί χρησιμοποιούνται ανθεκτικά αερόθερμα ή κονβεκτέρ, έχουμε άμεση σύνδεση.

Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν οι θερμοπομποί δεν αντέχουν σε υψηλή πίεση, έχομε έμμεση σύνδεση με τη χρήση εναλλάκτη θερμότητας.

5.4 Κεντρική Θέρμανση με ατμό.

Ο ατμός ως μέσο θερμάνσεως σε συνδυασμό με θερμοπομπούς μπορούμε να πούμε ότι ανήκει στο παρελθόν. Το θερμό νερό, με τις δυνατότητες εύκολης και με ακρίβεια ρυθμίσεως, ώστε να έχομε άμεση ανταπόκριση της εγκαταστάσεως σε κάθε μεταβολή των συνθηκών του περιβάλλοντος, έχει επικρατήσει σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις κεντρικής θερμάνσεως κατοικιών καθώς και άλλων εμπορικών ή δημόσιων κτιρίων.

Εκεί οπου ο ατμός βρίσκει συχνές εφαρμογές είναι τα βιομηχανικά κτίρια, όπου εκτός από τη θέρμανση εξυπηρετεί και ανάγκες της παραγωγικής διαδικασίας.

Στις θερμάνσεις αυτές ο ατμός παράγεται στους ατμολέβητες, οι οποίοι μπορεί να είναι χαλύβδινοι ή χυτοσιδερένιοι και χρησιμοποιούν ως καύσιμη ύλη στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα.

Στους λέβητες ατμού έχομε βρασμό και ατμοποίηση του νερού. Στη συνέχεια έχομε μεταφορά του ατμού στους θερμοπομπούς για την απόδοση της θερμότητας στους προς θέρμανση χώρους. Με την απόδοση της θερμότητας έχομε συμπύκνωση του ατμού και επιστροφή του συμπυκνώματος στους λέβητες για να ξαναρχίσει ο κύκλος.

Η λεπτομερής ανάλυση των θερμάνσεων ατμού ξεφεύγει από τα όρια αυτού του βιβλίου. Εκείνο όμως που πρέπει να τονιστεί εδώ είναι ότι θα πρέπει να υπάρχει ακρίβεια και προσοχή στη μελέτη και εγκατάσταση των θερμάνσεων ατμού, ώστε να μη παρουσιαθούν λειτουργικές ανωμαλίες, όπως θόρυβοι, ανομοιόμορφη θέρμανση των θερμοπομπών, μεταβολή της στάθμης νερού στον ατμολέβητα και αναστροφή της ροής του ατμού.

Τα συστήματα θερμάνσεως με ατμό ταξινομούνται ανάλογα με:

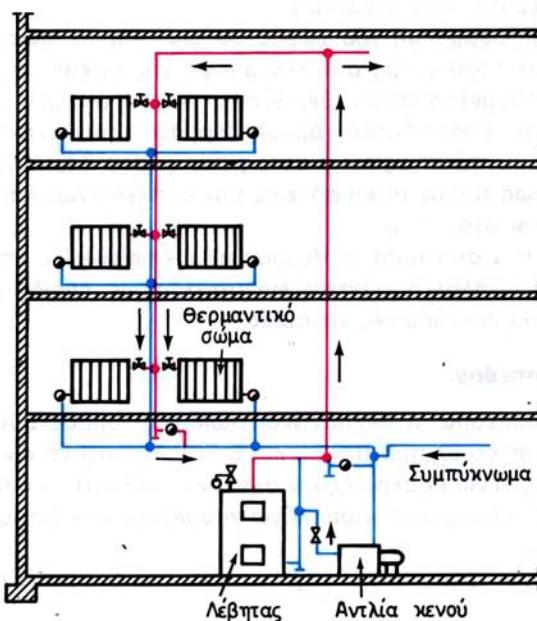
- Την περιοχή πίεσεως λειτουργίας της εγκαταστάσεως.
- Τη διάταξη του δικτύου σωληνώσεων διανομής του ατμού.
- Τον τρόπο επιστροφής του συμπυκνώματος.

Έτσι, με βάση **την πίεση λειτουργίας** της εγκαταστάσεως, έχομε:

- Κεντρικές θερμάνσεις με ατμό μέσης ή υψηλής πίεσεως (πίεση λειτουργίας μεγαλύτερη από 103 kPa) (15 psi).
- Κεντρικές θερμάνσεις με ατμό χαμηλής πίεσεως (πίεση λειτουργίας μεταξύ 0 και 103 kPa) (0-15 psi).
- Κεντρικές θερμάνσεις κενού (σχ. 5.4) (υποπίεση στους αγωγούς συμπυκνώματος που δημιουργείται από αντλία κενού).

Με βάση **τη διάταξη του δικτύου σωληνώσεων** διανομής του ατμού, έχομε:

- Μονοσωλήνια συστήματα.
- Δισωλήνια συστήματα.



Σχ. 5.4.

Παράδειγμα κεντρικής θερμάνσεως με ατμό (θέρμανση κενού).

Εξάλλου μπορούμε να έχομε **πάνω ή κάτω διανομή** ανάλογα με τη θέση του κεντρικού αγωγού σε σχέση με τους θερμοπομπούς, όπως και **ξηρά ή υγρή επιστροφή του συμπυκνώματος** ανάλογα αν ο κεντρικός αγώγος του συμπυκνώματος διέρχεται πάνω ή κάτω από τη στάθμη του νερού στο λέβητα.

Τέλος, με βάση **τον τρόπο επιστροφής του συμπυκνώματος**, διακρίνομε:

- Κεντρικές θερμάνσεις ατμού με επιστροφή συμπυκνώματος με τη βαρύτητα.

- Κεντρικές θερμάνσεις ατμού με επιστροφή συμπυκνώματος με εξαναγκασμένη ροή.

5.5 Θερμάνσεις επιφανειών.

Με τον όρο αυτό, εννοούμε τα συστήματα θερμάνσεως ολόκληρων επιφανειών των χώρων που θερμαίνονται, όπως δάπεδα, οροφές ή τοίχοι κυρίως εξωτερικοί. Τέτοια συστήματα έχουν αναπτυχθεί πολύ τα τελευταία χρόνια λόγω των πολλών τους πλεονεκτημάτων και ήδη άρχισαν να κατασκευάζονται και στη χώρα μας.

Τα συστήματα αυτά είναι στην πλειονότητά τους συστήματα κεντρικής θερμάνσεως με θερμό νερό και μάλιστα χαμηλών θερμοκρασιών ($45\text{--}55^{\circ}\text{C}$). Αυτό αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα, γιατί οι χαμηλές αυτές θερμοκρασίες νερού μπορούν να επιτευχθούν με τη χρήση αντλίας θερμότητας ή ακόμη και ηλιακής ενέργειας, όπως θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο.

Υπάρχουν και άλλα πλεονεκτήματα στις θερμάνσεις επιφανειών, όπως:

- Η έλλειψη θερμαντικών σωμάτων.
- Η ομοιόμορφη θέρμανση του χώρου σε όλο του το πλάτος ή ύψος.
- Ένα καλύτερο αποτέλεσμα από την άποψη της υγιεινής της ατμόσφαιρας, δεδομένου ότι η μετάδοση της θερμότητας γίνεται στο μεγαλύτερο ποσοστό με ακτινοβολία. Έχομε δηλαδή άμεση θέρμανση των αντικειμένων άρα και του ανθρώπινου σώματος και ο αέρας του χώρου θερμαίνεται δευτερογενώς στην επαφή του με τις επιφάνειες των αντικειμένων και των ανθρώπων που βρίσκονται στο χώρο.

Ως μειονέκτημα των συστημάτων θερμάνσεως επιφανειών, μπορεί να θεωρηθεί κάποιο σχετικά υψηλότερο κόστος εγκαταστάσεως, επειδή αυτή προβλέπει ορισμένες πρόσθετες οικοδομικές εργασίες.

5.5.1 Θέρμανση δαπέδου.

Στη θέρμανση δαπέδου οι θερμαντικοί σωλήνες τοποθετούνται υπό μορφή σερπαντίνας στο δάπεδο (σχήματα 5.5α και 5.5β). Μπορεί να είναι σιδηροσωλήνες ή χαλκοσωλήνες, αλλά σήμερα έχουν σχεδόν αποκλειστικά καθιερωθεί ειδικοί πλαστικοί σωλήνες πολυπροπυλενίου, λόγω χαμηλότερου κόστους και μεγαλύτερης διάρκειας ζωής.

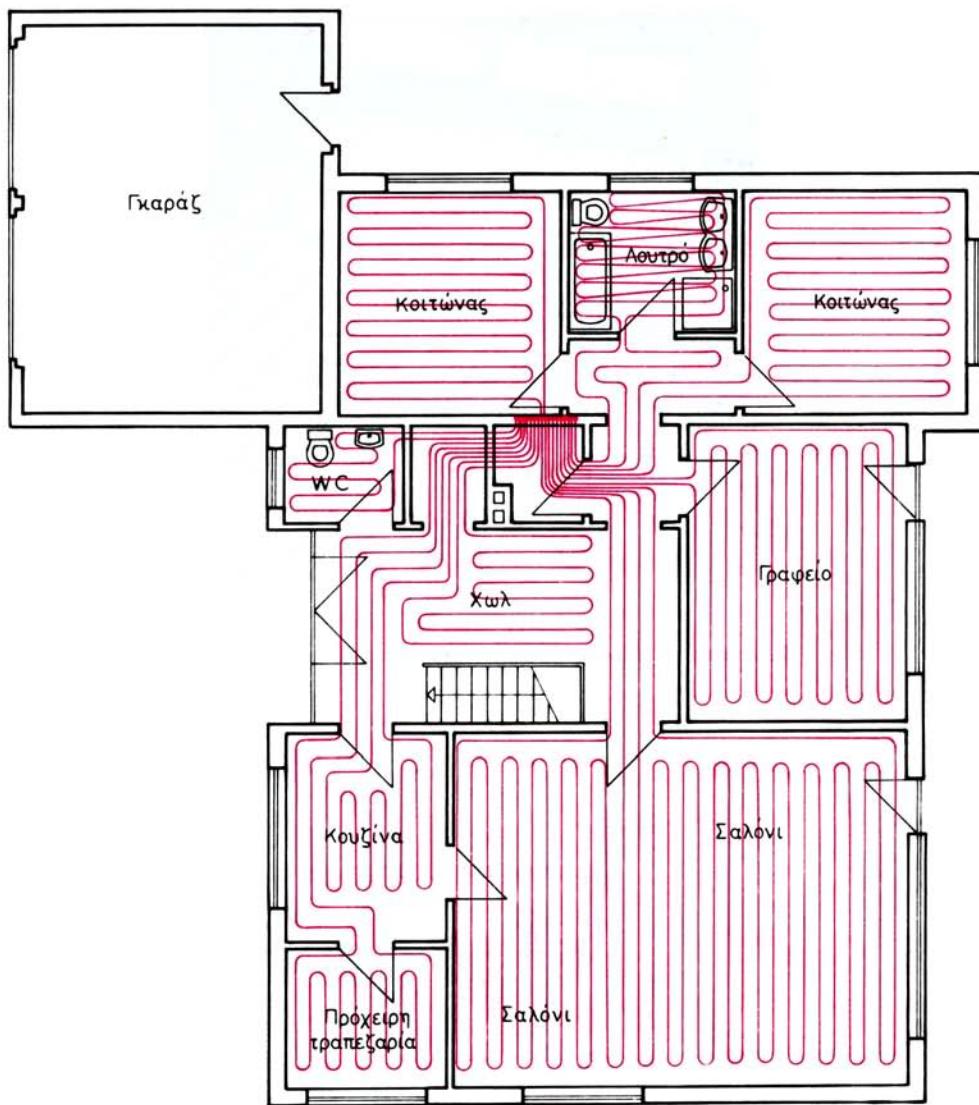
Υπάρχουν διάφοροι τρόποι τοποθετήσεως των σωληνώσεων στο δάπεδο (σχ. 5.5γ).

5.5.2 Θέρμανση τοίχων.

Στις θερμάνσεις τοίχων έχομε, όπως και στις θερμάνσεις στο δάπεδο, εγκατάστασεις σωληνώσεων υπό μορφή σερπαντίνας κυρίως στην ποδιά των παραθύρων. Μπορούν να αποτελέσουν και συνδυασμένο τρόπο θερμάνσεως μαζί με θερμάνσεις οροφής, ώστε, σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες, να εμποδισθούν τα καθοδικά ρεύματα κοντά στα παράθυρα.

5.5.3 Θέρμανση οροφής.

Στο σύστημα αυτό η εγκατάσταση των θερμαντικών σωλήνων προβλέπεται



Σχ. 5.5α.
Γενική διάταξη κατοικίας με θέρμανση στο δάπεδο.

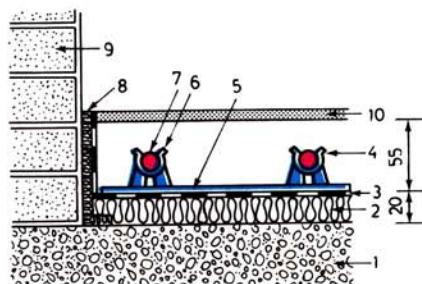
στην οροφή. Το θερμό νερό που κυκλοφορεί στους σωλήνες είναι θερμοκρασίας περίπου 70°C , ενώ η θερμοκρασία της οροφής δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τους $35\text{-}40^{\circ}\text{C}$, γιατί η ακτινοβολία, σε υψηλότερες τιμές, επιδρά δυσάρεστα στους ανθρώπους.

Εκτός από σωλήνες απλούς είναι δυνατό να έχομε και θερμάνσεις οροφής με σωλήνες με ελάσματα ή ακόμη και με πλάκες ακτινοβολίας, στις οποίες στηρίζονται οι θερμαντικοί σωλήνες.



Σχ. 5.5β.

Σωλήνωση για θέρμανση στο δάπεδο (πριν από την επικάλυψη).



Σχ. 5.5γ.

Λεπτομέρειες τοποθετήσεως σωληνώσεων σε συστήματα θερμάνσεων στο δάπεδο.

- 1) Οπλισμένο σκυρόδεμα.
- 2) Θερμική-ηχητική μόνωση.
- 3) Πλαστικό φίλμ επικαλύψεως.
- 4) Τσιμεντοκονίαμα.
- 5) Ράγα στερεώσεως ή πλέγμα.
- 6) Στήριγμα θερμοσωλήνας.
- 7) Θερμοσωλήνας.
- 8) Περιμετρική μόνωση.
- 9) Τοίχος.
- 10) Μοκέτα, πλαστικό ή ξύλο.
- 11) Πλακάκι ή μάρμαρο.
- 12) Λάσπωμα.

5.6 Θέρμανση κατά όροφο ή οριζόντια θέρμανση.

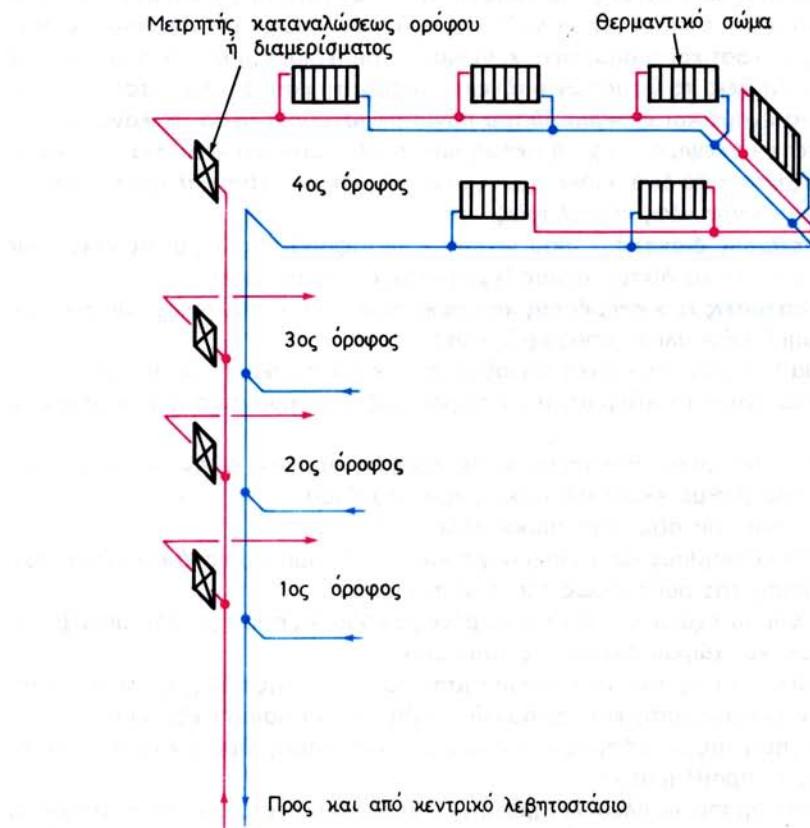
Είναι φανερό ότι με τον όρο αυτό εννοούμε θέρμανση ενός ολόκληρου ορόφου, κυρίως με ζεστό νερό, το οποίο διανέμεται έτσι ώστε ένας κεντρικός σωλήνας προσαγωγής να τροφοδοτεί όλο τον όροφο. Έτσι είναι δυνατός ο έλεγχος ή

και η διακοπή θερμάνσεως του ορόφου από ένα μόνο σημείο (βάνα). Επίσης, είναι δυνατή η χρέωση κατά ορόφους, ανάλογα με τη θερμότητα που πραγματικά καταναλώθηκε. Τέτοια συστήματα γνωρίσαμε ήδη στην παράγραφο 5.2.3, όπου μελετήσαμε το μονοσωλήνιο σύστημα.

Το σύστημα θερμάνσεως κατά όροφο απαιτεί, σ' ένα πολυόροφο κτίριο, πολλαπλάσια δίκτυα οριζόντιων σωληνώσεων, όσα και οι όροφοι. Ακόμη, αν για κάθε όροφο προβλέπεται και ανεξάρτητη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, υπάρχει το ενδεχόμενο να απαιτείται και αριθμός καπνοδόχων ίσος με τον αριθμό των ορόφων.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών συνεπάγονται συνήθως αυξημένο κόστος εγκαταστάσεως και συντηρήσεως. Το μεγάλο όμως πλεονέκτημα της ανεξαρτησίας της θερμάνσεως κατά όροφο ή ακόμα και κατά διαμέρισμα, συντελεί στο να προτιμούνται τα συστήματα αυτά σε πολλές περιπτώσεις, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια.

Στο σχήμα 5.6 φαίνεται μια σχηματική διάταξη κεντρικής θερμάνσεως κατά όροφο με κεντρικό λεβητοστάσιο και μετρητές καταναλώσεως κατά όροφο.



Σχ. 5.6.
Σχηματικό διάγραμμα θερμάνσεως κατά όροφο.

5.7 Κεντρικές Θερμάνσεις ολόκληρων περιοχών (Τηλεθερμάνσεις).

Πολλές πόλεις ή και περιοχές, όπως πανεπιστημιούπόλεις, βιομηχανικές ζώνες, στρατόπεδα κ.ά., εξυπηρετούνται για τις ανάγκες θερμάνσεως χώρων και νερού χρήσεως από κεντρικούς σταθμούς παραγωγής θερμικής ενέργειας με κοινό σύστημα διανομής, εδώ και περισσότερο από πενήντα χρόνια. Οι σημερινές ανάγκες για εξοικονόμηση ενέργειας, η νέα τεχνολογία και οι μεγαλύτερες απαιτήσεις προτύπων για τον έλεγχο του περιβάλλοντος συνετέλεσαν στη γρήγορη ανάπτυξη των κεντρικών σταθμών και δικτύων θερμάνσεως περιοχών ή πόλεων.

Ένα σύστημα κεντρικής θερμάνσεως μιας ολόκληρης περιοχής με θερμό ή υπέρθερμο νερό ή ατμό, αποτελείται από:

- **Κεντρικό μηχανοστάσιο** (λεβητοστάσιο), όπου είναι εγκαταστημένος ο κεντρικός εξοπλισμός (λέβητες, καυστήρες, καπνοδόχος, αντλίες κυκλοφορίας, διάφορα όργανα κλπ.).
- **Δίκτυο σωληνώσεων** για τη διανομή του θερμαίνοντος μέσου, το οποίο είναι θερμό ή υπέρθερμο νερό ή ατμός.

Ο τρόπος κατασκευής του δικτύου σωληνώσεων, που είναι συνήθως από χάλυβα, είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, όπως οι εδαφολογικές συνθήκες, οι κρατικοί ή δημοτικοί κανονισμοί, οι περιορισμοί από άλλους είδους εγκαταστάσεις, το ύψος των υπόγειων νερών, το κόστος κλπ. Έτσι, είναι δυνατό να έχομε και **εναέρια δίκτυα** πάνω σε ιστούς ή μέσα σε κανάλια (σήραγγες) επισκέψιμα ή όχι, ή ακόμη και τηλεθερμαντικά καλώδια που κατασκευάζονται από δύο ομόκεντρους σωλήνες από χαλκό ή χάλυβα και αποτελούν προϊόντα νέας τεχνολογίας.

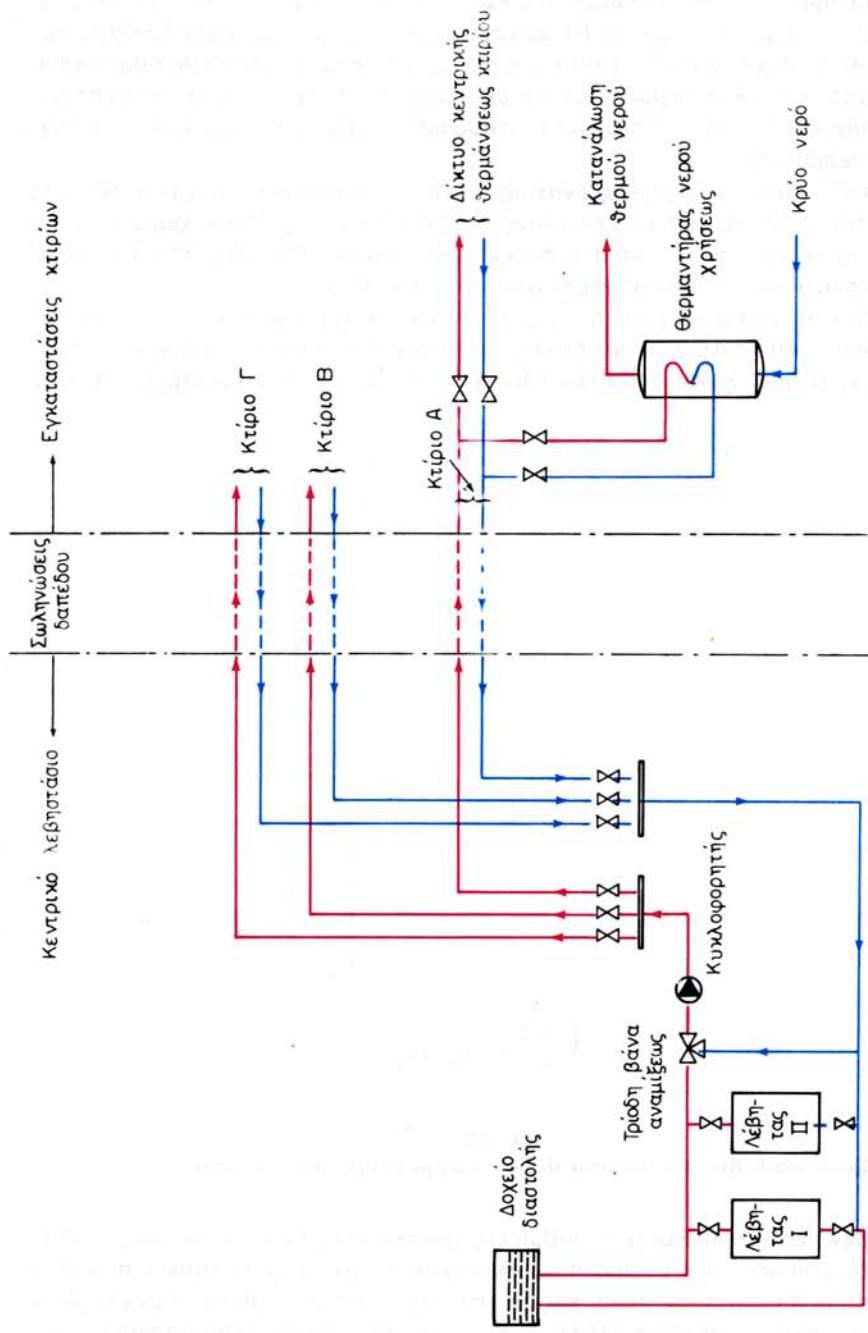
- **Υποσταθμούς διανομής**, όπου γίνεται η μεταφορά της θερμικής ενέργειας από το κεντρικό δίκτυο στους ξεχωριστούς καταναλωτές.
- **Εγκαταστάσεις των επί μέρους καταναλωτών** (δίκτυα σωληνώσεων και θερμοπομποί, υδραυλικοί υποδοχείς κλπ.).

Στο σχήμα 5.7 φαίνεται γενική διάταξη μιας εγκαταστάσεως τηλεθερμάνσεως.

Οι εγκαταστάσεις τηλεθερμάνσεων παρουσιάζουν σημαντικά **πλεονεκτήματα**, όπως:

- Δυνατότητα χρησιμοποιήσεως κάθε μορφής, άρα και φθηνών καυσίμων.
- Καλύτερο βαθμό εκμεταλλεύσεως του καυσίμου.
- Δυνατότητα για αξιόπιστη πυρασφάλεια.
- Ανυπαρξία πλήθους καπνοδόχων για κάθε οικοδομή χωριστά και έτσι ελαχιστοποίηση της ρυπάνσεως της ατμόσφαιρας.
- Εξοικονόμηση χώρων στις μεμονωμένες οικοδομές από την έλλειψη λεβητοστασίου και χώρου δεξαμενής καυσίμου.
- Αξιοπιστία για τη συνεχή εξυπηρέτηση ολόκληρης της πόλης ή της περιοχής με την εγκατάσταση και εφεδρικών λεβήτων και λοιπού εξοπλισμού.
- Κατάργηση της μεταφοράς καυσίμων στις οικοδομές (άμβλυνση του κυκλοφοριακού προβλήματος).

Λόγω των παραπάνω πλεονεκτημάτων, η κατασκευή τέτοιων εγκαταστάσεων θα πρέπει να απασχολήσει πολύ σοβαρά τους αρμόδιους κρατικούς φορείς, ώστε να ξεκινήσει και να υιοθετηθεί ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα εφαρμογής του συστήματος τηλεθερμάνσεως στη χώρα μας.



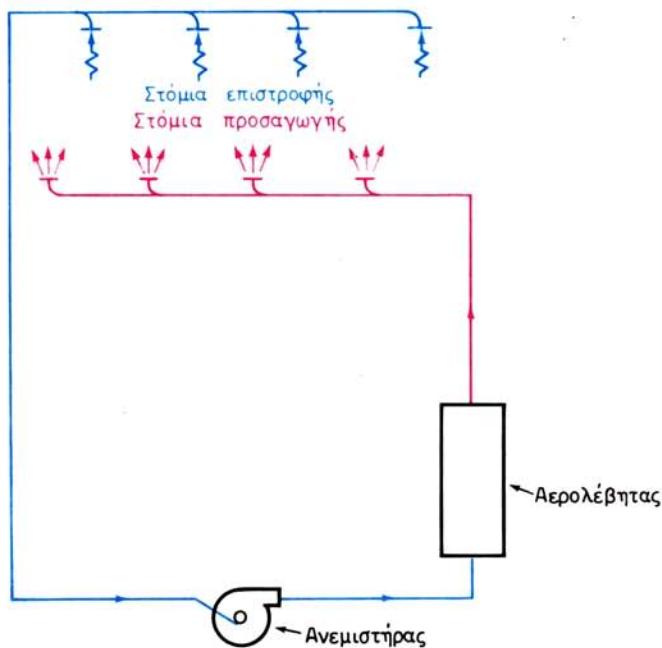
Σχηματικό διάγραμμα εγκαταστάσεως πληθεριάνσεως.
Fig. 5.7.

5.8 Θέρμανση με θερμό αέρα.

Το σύστημα αυτό της θέρμανσεως έχει ήδη μελετηθεί στο βιβλίο «Κλιματισμός» με τη μορφή της **έμμεσης θέρμανσεως**, όπου έχομε συνδυασμό λέβητα νερού και κλιματιστικές μονάδες (τοπικές ή κεντρικές). Έτσι το νερό χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσος φορέας θερμότητας και θερμαίνει τον αέρα, ο οποίος με σύστημα αεραγωγών και στομίων μεταφέρεται στους προς θέρμανση χώρους για να αποδοθεί η θερμότητα.

Στις περιπτώσεις **άμεσης θέρμανσεως**, ο αέρας θερμαίνεται στους αερολέβητες και οδηγείται πάλι με σύστημα αεραγωγών στους προς θέρμανση χώρους, όπου αποδίδει τη θερμότητά του και στη συνέχεια επιστρέφει στον αερολέβητα, για να ξαναθερμανθεί και να επαναληφθεί ο κύκλος (σχ. 5.8).

Είναι δυνατό να έχομε φυσική κυκλοφορία του αέρα μέσα στο δίκτυο αεραγωγών, αλλά έχει επικρατήσει η περίπτωση της εξαναγκασμένης κυκλοφορίας του αέρα με ανεμιστήρα, λόγω σοβαρών πλεονεκτημάτων, όπως μικρότερες διατομές



Σχ. 5.8.

Σχηματικό διάγραμμα κεντρικής θέρμανσεως με θερμό αέρα και αερολέβητα.

αεραγωγών, ικανοποιητικότερες ρυθμίσεις, μεγαλύτερες θερμαντικές ισχείς κλπ.

Οι χρησιμοποιούμενοι ανεμιστήρες είναι κατά κανόνα φυγοκεντρικοί, που είναι πιο αθόρυβοι από τους αξονικούς και τοποθετούνται στην κατάθλιψη προς τις θερμαντικές επιφάνειες του αερολέβητα ώστε, στην περίπτωση που υπάρχουν διαρροές στην εστία του πετρελαίου, να είναι αδύνατη η διαφυγή καυσαερίων προς το

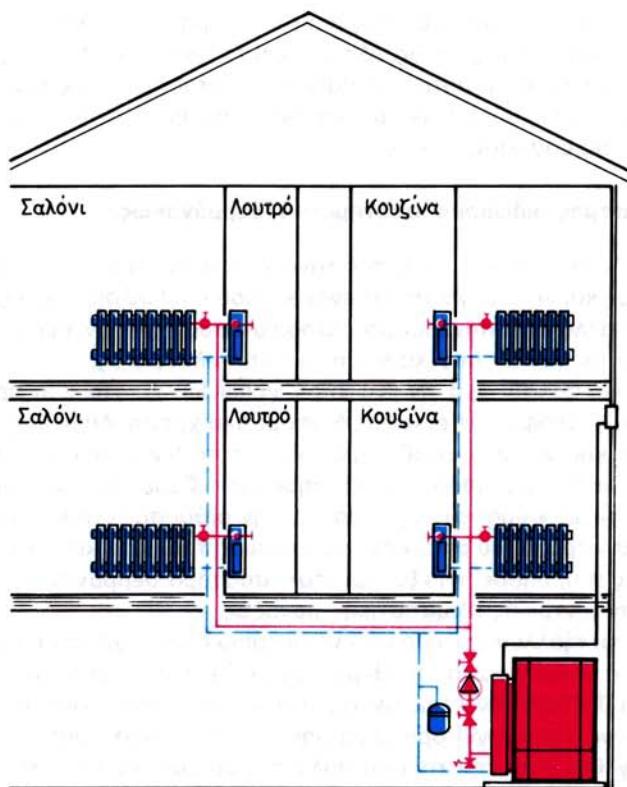
δίκτυο του αέρα. Τέλος, μπορούμε να πετύχομε συνδυασμό θερμάνσεως με αέρα και αερισμό στις περιπτώσεις που ο αέρας ως θερμαίνον μέσο αναρροφάται εξ ολοκλήρου ή κατά τμήμα του από το εξωτερικό περιβάλλον.

Κεντρικές θερμάνσεις με αέρα εγκαθίστανται συνήθως σε εκτεταμένους χώρους με μεγάλα ύψη όπως εκκλησίες, γυμναστήρια, συνεργεία, χώρους μουσείων, εκθέσεων, θεατρών κλπ., αλλά και σε κατοικίες, κυρίως στο εξωτερικό.

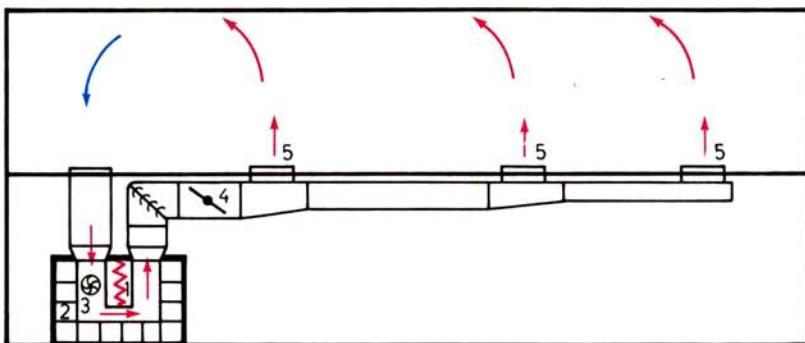
Όλα τα τμήματα μιας εγκαταστάσεως θερμάνσεως με θερμό αέρα έχουν ήδη περιγραφεί στο βιβλίο «Κλιματισμός».

5.9 Θέρμανση με κεντρικό θερμοσυσσωρευτή.

Όπως είδαμε στην παράγραφο 4.7.3, ένας **μη αυτόνομος** ηλεκτρικός θερμοσυσσωρευτής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κεντρική μονάδα ενός συστήματος κεντρικής θερμάνσεως. Στην περίπτωση αυτή η μονάδα θερμοσυσσωρεύσεως είναι συνδεμένη με δίκτυο νερού (σχήμα 5.9α) ή δίκτυο αεραγωγών (σχ. 5.9β) που μεταφέρει τη θερμική ενέργεια στους προς θέρμανση χώρους.



Σχ. 5.9α.
Θέρμανση νερού με κεντρικό θερμοσυσσωρευτή.



Σχ. 5.9β.

Θέρμανση αέρα με κεντρικό θερμοσυσσωρευτή.

1) Αντίσταση. 2) Θερμοσυσσωρευτικό υλικό. 3) Ανεμιστήρας. 4) Διάφραγμα. 5) Στόμια στον τοίχο.

Ο κεντρικός θερμοσυσσωρευτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση μονοκατοικίας ή και πολυκατοικίας. Μπορεί επίσης να συνεργασθεί με αντλίες θερμότητας και ηλιακά συστήματα, τα οποία θα μελετήσουμε στο επόμενο κεφάλαιο. Η εφαρμογή του όμως στην Ελλάδα είναι πολύ περιορισμένη, σε αντίθεση με τους αυτόνομους θερμοσυσσωρευτές.

5.10 Συνδυασμός διάφορων συστημάτων θερμάνσεως.

Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που λόγοι οικονομικοτεχνικοί αλλά και λόγοι μορφής, χρήσεως και λειτουργικότητας ενός κτιρίου επιβάλλουν την εξυπηρέτησή του όχι από ένα αλλά από συνδυασμό διάφορων συστημάτων θερμάνσεως, για την επίτευξη του βέλτιστου από κάθε άποψη αποτελέσματος.

Έτσι, αν, για παράδειγμα, σε ένα κτίριο γραφείων ή κατοικιών προβλέπεται η ύπαρξη χώρου ή ορόφου με εντελώς διαφορετική χρήση, όπως π.χ. αίθουσας συγκεντρώσεων κοινού, κινηματοθεάτρου κλπ., τότε, ενώ τους υπόλοιπους χώρους γραφείων ή κατοικιών μπορεί να εξυπηρετήσει θέρμανση με κοινά θερμαντικά σώματα ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες, την αίθουσα συγκεντρώσεων κοινού ή το κινηματοθέατρο, όπου απαιτείται η ανανέωση του αέρα και ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας του, μπορεί να εξυπηρετήσει σύστημα θερμάνσεως με αέρα, με την εγκατάσταση κεντρικής κλιματιστικής μονάδας.

Λογικό είναι εξάλλου για χώρους ενός κτιρίου όπου η χρήση τους επιβάλλει επερχοχρονισμό στη λειτουργία της θερμάνσεως σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους, να προβλέπεται εντελώς ανεξάρτητη εγκατάσταση, γιατί είναι εντελώς αντιοικονομικό να λειτουργεί ορισμένα μόνο χρονικά διαστήματα μια εγκατάσταση μεγάλου μεγέθους για την κάλυψη πολύ περιορισμένων θερμικών απαιτήσεων.

Σε περιπτώσεις, τέλος, που προβλέπεται σε ένα κτίριο συνδυασμός συστημάτων θερμάνσεως με εντελώς διάφορες απαιτήσεις, π.χ. συστήματα υψηλών θερμοκρασιών και συστήματα χαμηλών θερμοκρασιών, θα πρέπει να γίνουν οι σω-

στοί υπολογισμοί και να προβλεφθούν όλες εκείνες οι διατάξεις ρυθμίσεων και ελέγχου, ώστε να εξασφαλισθεί απόλυτα η ικανοποιητική λειτουργία κάθε επί μέρους συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ

6.1 Γενικά.

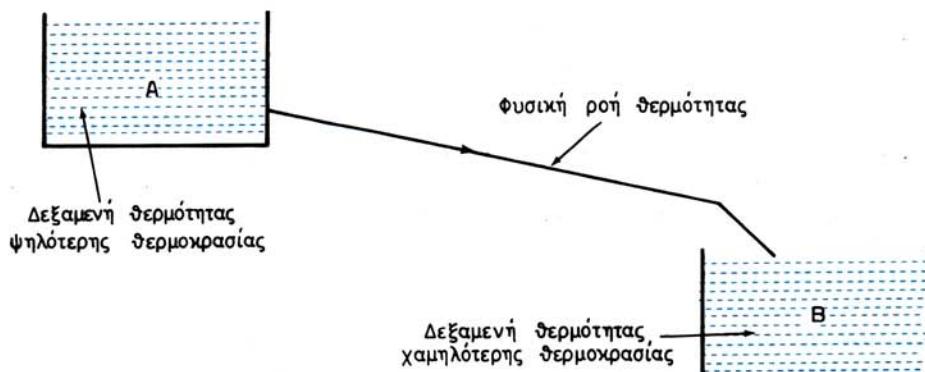
Στις ειδικές θερμάνσεις κατατάσσονται εκείνα τα συστήματα θερμάνσεως στα οποία δεν χρησιμοποιείται συμβατικό καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας. Τέτοια συστήματα είναι:

- Η αντλία θερμότητας.
- Η ηλιακή θέρμανση.
- Η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.
- Τα συστήματα ανακτήσεως θερμότητας.
- Τα συστήματα που είναι ενσωματωμένα στη δομική κατασκευή του κτιρίου.

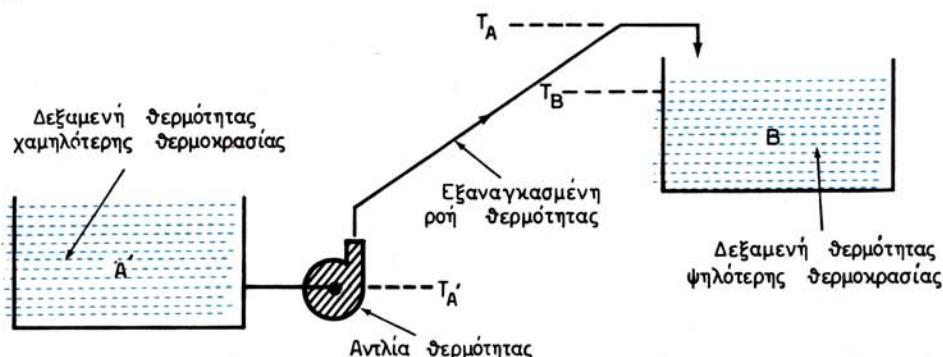
6.2 Αντλία θερμότητας.

Όλα τα συστήματα θερμάνσεως που αναφέραμε μέχρι τώρα βασίζονται στην απευθείας παραγωγή θερμότητας είτε με την καύση ενός καυσίμου (π.χ. πετρελαίου) είτε με την απευθείας μετατροπή μιας άλλης μορφής ενέργειας (π.χ. ηλεκτρικής) σε θερμική ενέργεια. Η θερμότητα αυτή βρίσκεται σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τη θερμοκρασία του μέσου που θέλομε να θερμάνουμε (νερό, αέρας, κλπ.) και η μετάδοσή της επομένως προς αυτό γίνεται απλώς με το να τη φέρομε σε επικοινωνία μαζί του. Η θερμότητα δηλαδή ρέει σύμφωνα με τους Νόμους της θερμοδυναμικής, από την υψηλότερη θερμοκρασία προς τη χαμηλότερη. Ή, με άλλα λόγια, από μια «δεξαμενή» υψηλότερης θερμοκρασίας (υψηλότερου δυναμικού), όπως είναι ο θάλαμος καύσεως ενός αερολέβητα, σε μια «δεξαμενή» χαμηλότερης θερμοκρασίας (χαμηλότερου δυναμικού), όπως είναι ο αέρας που περιβάλλει το θάλαμο καύσεως του αερολέβητα και που προέρχεται από τον προς θέρμανση χώρο. Στο σχήμα 6.2α οι δύο αυτές δεξαμενές (Α και Β) παριστάνονται με δύο δοχεία νερού, το ένα από τα οποία βρίσκεται ψηλότερα από το άλλο. Η θερμότητα σ' αυτή την περίπτωση, αμέσως μόλις οι δύο δεξαμενές επικοινωνήσουν ρέει μόνη της, χωρίς εξαναγκασμό, από την υψηλότερη θερμοκρασία στη χαμηλότερη.

Η θερμότητα στο χώρο Α μπορεί είτε να παράγεται αμέσως, όπως υποθέσαμε προηγουμένως, είτε να προέρχεται ως **απόβλητη θερμότητα** από κάποια άλλη διαδικασία. Π.χ. η θερμότητα που αποβάλλεται στο χώρο λειτουργίας ενός μηχανήματος, από το ίδιο το μηχάνημα, είναι απόβλητη. Και η απόβλητη θερμότητα μεταφέρεται σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής ροής της θερμότητας, αρκεί να βρίσκεται σε θερμοκρασία ψηλότερη από εκείνη του χώρου στον οποίο θα μεταφέρεται.



Σχ. 6.2α.
Παραστατική απεικόνιση φυσικής ροής θερμότητας.



Σχ. 6.2β.
Παραστατική απεικόνιση εξαναγκασμένης ροής θερμότητας.

Τι θα συμβεί όμως αν η «δεξαμενή» θερμότητας A' έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από τη B , δηλαδή αν βρίσκεται χαμηλότερα από αυτήν, όπως δείχνει παραστατικά το σχήμα 6.2β; Θα έχουμε ροή θερμότητας από την A' προς τη B όταν οι δύο «δεξαμενές» επικοινωνήσουν; Η απάντηση είναι ότι **φυσική ροή** είναι δυνατό να έχουμε μόνο από τη B προς την A' , ενώ από την A' προς τη B μπορούμε να έχουμε μόνο **εξαναγκασμένη ροή**. Δηλαδή, όπως δείχνει το σχήμα 6.2β πρέπει να παρεμβάλλομε μεταξύ A' και B ένα μηχάνημα που θα παίρνει τη θερμότητα από τη «δεξαμενή» A' και θα της ανεβάζει τη θερμοκρασία της μέχρι το επίπεδο T_A , όπου:

$$T_A > T_{A'}$$

ώστε, από το επίπεδο T_A η θερμότητα κατά φυσικό τρόπο να ρέει προς τη «δεξαμενή» B . Και το μηχάνημα αυτό, το οποίο εξαναγκάζει τη θερμότητα να ρέει αντίθετα προς τη φυσική της ροή, κάνει αυτό ακριβώς που κάνουν και οι αντλίες νερού. Γ' αυτό και λέγεται **αντλία θερμότητας**.

Το ανέβασμα της θερμοκρασίας στην αντλία θερμότητας γίνεται με κατανάλω-

ση, συνήθως, μηχανικής ενέργειας (όπως δηλαδή γίνεται το ανέβασμα της πιέσεως στις αντλίες νερού). Η ενέργεια αυτή προέρχεται είτε από ηλεκτρικό κινητήρα είτε από κινητήρα που λειτουργεί με οποιοδήποτε καύσιμο.

Έτσι, με την αντλία θερμότητας δαπανούμε ενέργεια για την μεταφορά μιας ποσότητας θερμότητας, που ήδη υπάρχει, σε υψηλότερη θερμοκρασία και όχι για την παραγωγή νέας ποσότητας θερμότητας. Αποδεικνύεται ότι η διεργασία της μεταφοράς θερμότητας που γίνεται στις αντλίες θερμότητας έχει κατά 2-4 φορές μεγαλύτερη απόδοση, από ότι η διεργασία της παραγωγής θερμότητας που γίνεται στις συσκευές που γνωρίζαμε στα προηγούμενα κεφάλαια.

Βλέπομε λοιπόν ότι στην αντλία θερμότητας, καταναλώνοντας μια ποσότητα πρωτογενούς ενέργειας, είναι δυνατό να αντλήσομε μια πολύ μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας, από όση θα μπορούσαμε να παράγομε απευθείας, από την ίδια ποσότητα πρωτογενούς ενέργειας. Ο βαθμός δηλαδή αποδόσεως των αντλιών θερμότητας, που ορίζεται ως:

$$\eta = \frac{\text{Θερμική ενέργεια που αντλείται}}{\text{ενέργεια που καταναλώνεται}}$$

παίρνει πάντα τιμές μεγαλύτερες από τη μονάδα.

Παρατηρούμε επίσης, ότι όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασιακή διαφορά που πρέπει να υπερνικηθεί από την αντλία θερμότητας ($T_B - T_A$, σχ. 6.2β), τόσο μικρότερη είναι και η ενέργεια που καταναλίσκει η αντλία θερμότητας για την άντληση της ίδιας ποσότητας θερμότητας, δηλαδή τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός αποδόσεως η . Είναι η ίδια δηλαδή αναλογία που υπάρχει και στις αντλίες νερού μεταξύ καταναλισκόμενης ενέργειας και διαφοράς πιέσεως.

Στην πράξη τώρα, οι δύο δεξαμενές είναι συνήθως δύο χώροι: ο χώρος από τον οποίο αφαιρούμε θερμότητα και ο χώρος στον οποίο μεταφέρουμε θερμότητα, δηλαδή ο χώρος που θερμαίνουμε.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, η λειτουργία της αντλίας θερμότητας μεταξύ δύο χώρων, συνεπάγεται την ψύξη του ενός και τη θέρμανση του άλλου. Άρα η αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντίστοιχα και για ψύξη. Πράγματι, οι εφαρμογές της προηγύθηκαν στον τομέα της ψύξεως, όπου είναι γνωστή ως **μηχάνημα ψύξεως**. Η χρήση της για θέρμανση άρχισε μόλις το 1947.

Η μεταφορά της θερμότητας μεταξύ των δύο χώρων πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός ρευστού που ονομάζεται συνήθως **ψυκτικό ρευστό**. Το ψυκτικό ρευστό αποτελεί το εργαζόμενο μέσο ενός θερμοδυναμικού κύκλου, που επιτυγχάνει ουσιαστικά τη μεταφορά της θερμότητας, με το **βρασμό** ή την **εξάτμιση** του ρευστού στο χώρο που θέλομε να ψύχθει και τη **συμπύκνωσή** του στο χώρο που θέλομε να θερμανθεί. Η κυκλοφορία του ψυκτικού ρευστού μέσα από τον εξατμιστή ή ψύκτη και τον συμπυκνωτή ή θερμαντή, γίνεται με τη βοήθεια μιας αντλίας που ονομάζομε **συμπιεστή**.

Συνήθως οι μονάδες που χρησιμοποιούνται ως αντλίες θερμότητας λειτουργούν τόσο για θέρμανση ενός χώρου κατά το χειμώνα, όσο και για ψύξη του ίδιου χώρου κατά το καλοκαίρι. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατάλληλη «**αντιστροφή**» (changeover) του θερμοδυναμικού κύκλου, ώστε ο χώρος από τον οποίο αφαιρεί ται θερμότητα να είναι είτε το εξωτερικό περιβάλλον κατά το χειμώνα, είτε ένα

κλειστός χώρος το καλοκαίρι. Η αντιστροφή αυτή στην πράξη πραγματοποιείται με την απλή μετατόπιση στην κατάλληλη θέση ενός διακόπτη της αντλίας θερμότητας.

Μεγάλα κεντρικά συστήματα αντλιών θερμότητας που καλύπτουν περιοχή ισχύος από 30-1000 HP (22,4-746 kW) λειτουργούν στην εποχή μας σε μεγάλο αριθμό κτιρίων.

Σε πολλές περιπτώσεις, αντί να χρησιμοποιηθεί ένα μόνο συγκρότημα αντλίας θερμότητας, η ολική ισχύς μοιράζεται σε πολλές μικρότερης ισχύος συσκευές, για να εξυπηρετηθεί ένα κτίριο κατά ζώνες.

Σήμερα που η εξοικονόμηση ενέργειας έχει γίνει απαίτηση της εποχής, έχει προωθηθεί σημαντικά η χρήση αντλιών θερμότητας για ανάγκες θερμάνσεως και ψύξεως κτιριακών συγκροτημάτων ή και για την παραγωγή θερμού νερού χρήσεως, ώστε να επιτευχθεί συνδυασμός χαμηλού αρχικού κόστους και κέρδους σε ενέργεια.

Οι αντλίες θερμότητας αντλούν, στο χώρο που επιθυμούμε να θερμανθεί, θερμότητα που μπορεί να βρίσκεται:

- Στον αέρα,
 - στο νερό,
 - στη γη,
 - στη Θάλασσα,
 - στον ήλιο,
 - σε εσωτερική πηγή θερμότητας μέσα σε κτίριο και
 - σε άλλα κτιριακά συγκροτήματα, βιομηχανίες κλπ. ως απόβλητη θερμότητα.
- Οι αντλίες θερμότητας κατατάσσονται στις παρακάτω βασικές κατηγορίες ανάλογα με το μέσο που χρησιμοποιείται για άντληση της θερμότητας και με το μέσο στο οποίο γίνεται η αποβολή της θερμότητας (πίνακας 6.2):
- Αντλία θερμότητας αέρα προς αέρα.
 - Αντλία θερμότητας αέρα προς νερό.
 - Αντλία θερμότητας νερού προς νερό.
 - Αντλία θερμότητας νερού προς αέρα.
 - Αντλία θερμότητας γης προς νερό.
 - Αντλία θερμότητας γης προς αέρα.

Οι αντλίες θερμότητας κατατάσσονται επίσης σε δύο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με το είδος της κινητήριας μηχανής που χρησιμοποιούν:

- Αντλίες θερμότητας με ηλεκτροκίνητους συμπιεστές.
- Αντλίες θερμότητας με συμπιεστές που κινούνται από μηχανές εσωτερικής καύσεως.

6.2.1 Αντλία θερμότητας αέρα προς αέρα.

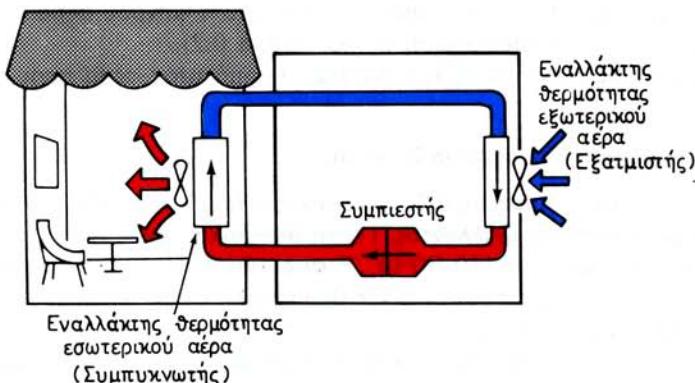
Στον τύπο αυτό της αντλίας θερμότητας (πίνακας 6.2, I και σχήμα 6.2γ) ως πηγή θερμότητας χρησιμοποιείται ο αέρας του εξωτερικού περιβάλλοντος που ψύχεται και αφυγραίνεται η δε προσλαμβανόμενη από αυτόν θερμότητα απορρίπτεται στον αέρα που οδηγείται στους προς θέρμανση χώρους είτε απευθείας είτε με σύστημα αεραγωγών και στομίων.

Μια τέτοια αντλία θερμότητας λειτουργεί και ως συσκευή παραγωγής θερμικής

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2
Συνηθισμένοι τύποι αντλιών θερμότητας

	ΠΗΓΗ/ΑΠΟΔΕΚΤΗ*	ΦΟΡΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ
I	ΑΕΡΑΣ	ΑΕΦΑΣ	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΣΤΟΥ	
II	ΑΕΡΑΣ	ΑΕΡΑΣ	ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΑΕΡΑ	
III	ΝΕΡΟ	ΑΕΡΑΣ	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΣΤΟΥ	
IV	ΑΕΡΑΣ	ΝΕΡΟ	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΣΤΟΥ	
V	ΓΗ	ΑΕΡΑΣ	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΣΤΟΥ	
VI	ΝΕΡΟ	ΝΕΡΟ	ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΝΕΡΟΥ	

* Κατά την αντιστροφή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας.



Σχ. 6.2γ.
Αντλία θερμότητας αέρα προς αέρα.

ενέργειας το χειμώνα και ως ψυκτικό συγκρότημα το καλοκαίρι.

Όπως είναι φυσικό, όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία της πηγής θερμότητας, δηλαδή του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος, τόσο μικρότερη είναι η απόδοση της αντλίας θερμότητας για θέρμανση.

Είναι επομένως καθοριστική για την οικονομικότητα της εγκαταστάσεως η επιλογή της θερμικής ισχύος της αντλίας θερμότητας, ώστε οι θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου να καλύπτονται από τη συσκευή μόνο μέχρι μια ορισμένη κατώτατη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος (συνήθως 0°-5°C) κατά το χειμώνα.

Έτσι στις περιπτώσεις εξωτερικών θερμοκρασιών χαμηλότερων από τη θερμοκρασία αυτή, που ονομάζεται και **σημείο ισορροπίας**, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί και μια συμπληρωματική πηγή θερμότητας για να υπάρξει πλήρης κάλυψη των θερμικών αναγκών του κτιρίου. Η επιλογή αυτή του σημείου ισορροπίας θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην προκύπτει υπερβολική ή και άχρηστη ψυκτική ικανότητα της αντλίας κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου.

Η αντλία θερμότητας αέρα προς αέρα έχει τη δυνατότητα αντιστροφής του κυκλώματος του ψυκτικού ρευστού της (πίνακας 6.2, I). Κατασκευάζεται είτε ως ενιαίο συγκρότημα, είτε ως σύστημα δύο χωριστών μονάδων (συσκευή **split**). Στην τελευταία περίπτωση, η μία μονάδα που περιλαμβάνει το συμπιεστή και τον εξατμιστή τοποθετείται στον εξωτερικό χώρο. Η άλλη, η οποία περιλαμβάνει το συμπυκνωτή και τον ανεμιστήρα προσαγωγής του αέρα στο χώρο, τοποθετείται στον προς θέρμανση χώρο. Με τις συσκευές τύπου «split» αποφεύγομε την τοποθέτηση του συνήθως θορυβώδους συμπιεστή μέσα στους εσωτερικούς χώρους. Στα συστήματα αυτά, τόσο ο εξατμιστής όσο και ο συμπυκνωτής είναι **εναλλάκτες θερμότητας αέρα-ψυκτικού ρευστού**. Όταν η αντλία λειτουργεί για θέρμανση, ο αέρας του χώρου περνά μέσα από το συμπυκνωτή και ο εξωτερικός αέρας μέσα από τον εξατμιστή. Αντίστροφα, όταν η αντλία λειτουργεί για ψύξη έχομε αντιστροφή των ρόλων εξατμιστή-συμπυκνωτή και έτσι ο αέρας του χώρου περνά μέσα από τον εξατμιστή και ο εξωτερικός αέρας μέσα από το συμπυκνωτή.

Σε άλλους τύπους αντλιών θερμότητας αέρα προς αέρα τα κυκλώματα του αέρα έχουν τη δυνατότητα εναλλαγής μέσω διαφραγμάτων, τα οποία λειτουργούν ηλε-

κτροκίνητα ή χειροκίνητα για την απόκτηση θερμού ή ψυχρού αέρα, ανάλογα με τις ανάγκες των χώρων (περίπτωση II του πίνακα 6.2).

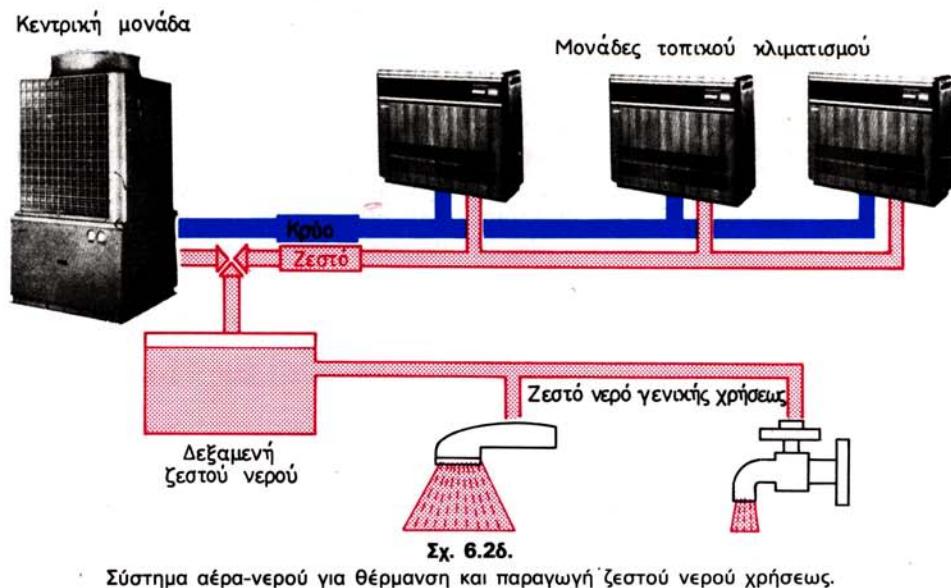
Ο μέσος βαθμός αποδόσεως των αντλιών θερμότητας αέρα προς αέρα είναι 2,5-3.

6.2.2 Αντλία θερμότητας αέρα προς νερό.

Και στον τύπο αυτό (πίνακας 6.2, IV και σχήμα 6.2δ), πηγή θερμότητας είναι ο αέρας του εξωτερικού περιβάλλοντος. Για τη θέρμανση όμως χρησιμοποιείται νερό χαμηλών Εερμοκρασιών (40-50°C). Έτσι ο τύπος αυτός αντλίας θερμότητας βρίσκει εφαρμογές κυρίως στις κεντρικές θερμάνσεις επιφανειών, όπου απαιτείται νερό θερμοκρασίας ακόμη και 30°C.

Πολύ συχνά συναντώνται συστήματα αντλιών θερμότητας αέρα προς νερό σε μεγάλα κτίρια, όπου είναι απαραίτητος ο έλεγχος κατά ζώνες, όπως επίσης και σε περιπτώσεις παραγωγής θερμού ή ψυχρού νερού σε βιομηχανικές εφαρμογές.

Ο μέσος βαθμός αποδόσεως αντλίας θερμότητας αέρα προς νερό είναι 3-3,5.

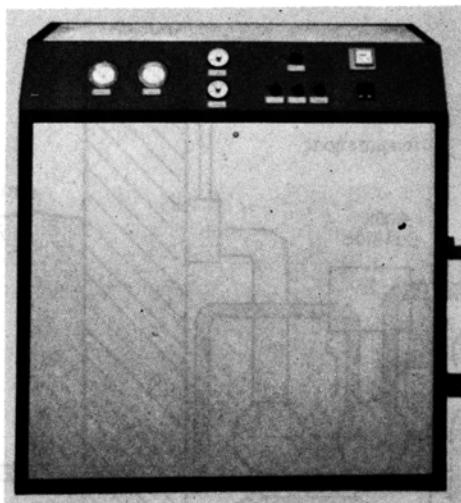


Σύστημα αέρα-νερού για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως.

6.2.3 Αντλία θερμότητας νερού προς νερό.

Στον τύπο αυτό της αντλίας θερμότητας (πίνακας 6.2, VI και σχήμα 6.2ε), πηγή θερμότητας είναι κυρίως τα νερά πηγών (υπόγεια νερά) που έχουν σχετικά ψηλή και σχεδόν σταθερή θερμοκρασία περίπου 12°C.

Τα επίγεια νερά (ποταμών, λιμνών κλπ.) μπορεί να έχουν πολύ χαμηλή θερμοκρασία τις κρύες μέρες του χειμώνα, οπότε είναι δυνατό να υπάρξει σοβαρός κίνδυνος παγώματος για τον εξαπλωτή και διακοπή της λειτουργίας της αντλίας θερμότητας.

**Σχ. 6.2ε.**

Φωτογραφία σύγχρονης αντλίας θερμότητας νερού-νερού.

Για τη χρήση, ως πηγών θερμότητας, νερών απόβλητων (ζεστά νερά χρήσεως, νερά από πλυντήρια κλπ.) θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο η παροχή όσο και η θερμοκρασία σε συνάρτηση με την ώρα της ημέρας και την εποχή.

Εφόσον χρησιμοποιείται το νερό ως πηγή αντλίσεως θερμότητας, θα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια καθαρισμού του (φιλτράρισμα), ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα διαβρώσεως και ρυπάνσεως.

Το χρησιμοποιούμενο για τη θέρμανση νερό είναι θερμοκρασίας συνήθως 45° - 50°C για την επίτευξη υψηλού μέσου ετήσιου βαθμού αποδόσεως (3,5-4). Συνήθως αυτός ο τύπος της αντλίας θερμότητας έχει οικονομικές εφαρμογές σε θερμάνσεις επιφανειών (π.χ. δαπέδου).

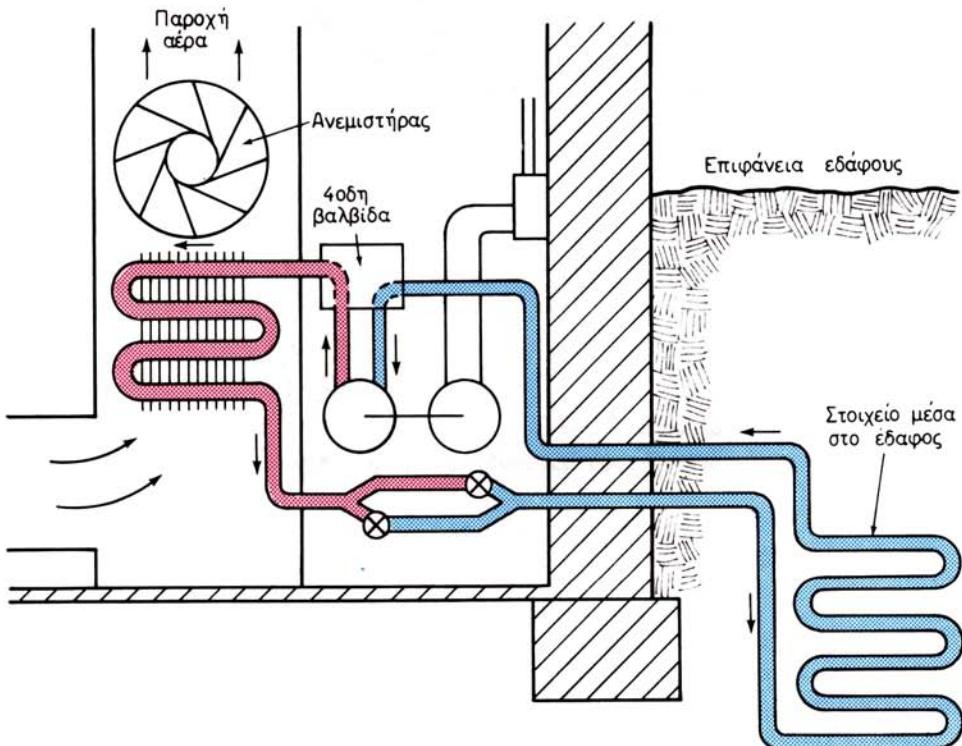
6.2.4 Αντλία θερμότητας νερού προς αέρα.

Και στον τύπο αυτό (πίνακας 6.2, III), η άντληση της θερμότητας γίνεται από υπόγεια νερά πηγών, αλλά για τη θέρμανση των χώρων χρησιμοποιείται αέρας θερμαινόμενος στο συμπυκνωτή. Η εναλλαγή κύκλου λειτουργίας (π.χ. από θέρμανση σε ψύξη) γίνεται με αντιστροφή του κυκλώματος, ψυκτικού υγρού μέσω τετράοδης βαλβίδας.

6.2.5 Αντλία θερμότητας γης προς αέρα.

Εδώ, ως πηγή αντλίσεως θερμότητας χρησιμεύει το έδαφος (χώμα) που έχει μια σχεδόν σταθερή θερμοκρασία $10\text{-}14^{\circ}\text{C}$ σε 1,5 m βάθος (πίνακας 6.2, V και σχήμα 6.2στ).

Η θερμότητα αντλείται από το χώμα μέσω του εξατμιστή, οι σερπαντίνες του οποίου είναι απευθείας τοποθετημένες στο χώμα ή σε δεξαμενή αντιπηκτικού αλατούχου διαλύματος, το οποίο κυκλοφορεί σε κύκλωμα πλαστικών σωλήνων τοπο-



Σχ. 6.2στ.

Αντλία Θερμότητας γης-αέρα.

Στο σχηματικό διάγραμμα δείχνεται η λειτουργία της αντλίας κατά τον κύκλο θερμάνσεως.

Θετημένων στο χώμα σε οριζόντια απόσταση 0,5-1,2m μεταξύ τους και σε βάθος 1,0-1,5m. Στην περίπτωση αυτή όπου χρησιμοποιείται ενδιάμεσα νερό για την άντληση θερμότητας από τη γη, η αντλία μοιάζει με τον τύπο αντλίας **νερού προς αέρα** και αποτελεί τη συνηθέστερη εφαρμογή αντλίας θερμότητας με πηγή και αποδέκτη θερμότητας τη γη.

Η ροή θερμότητας στο χώμα γίνεται από την επιφάνεια προς τους σωλήνες και η αποδίνωμενη θερμότητα εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του εδάφους.

Τέτοια συστήματα είναι σπάνια σε χρήση, γιατί για τη λειτουργία τους απαιτείται επιφάνεια εδάφους περίπου διπλάσια μέχρι τριπλάσια της θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου ($20-40m^2$ επιφάνειας γης για κάθε kW εγκαταστημένης θερμικής ισχύος), τα δε έξοδα της εγκαταστάσεώς τους είναι σημαντικά.

6.2.6 Αντλία θερμότητας γης προς νερό.

Και εδώ ισχύουν τα ίδια της προηγούμενης παραγράφου, με τη διαφορά ότι για τη θέρμανση των χώρων χρησιμοποιείται ως φορέας θερμότητας το νερό. Όταν δε στο έδαφος τοποθετείται σερπαντίνα αλατούχου διαλύματος, από το οποίο στη

συνέχεια αντλείται η απαιτούμενη θερμότητα, η αντλία τότε παίρνει τη μορφή αντλίας **νερού προς νερό**.

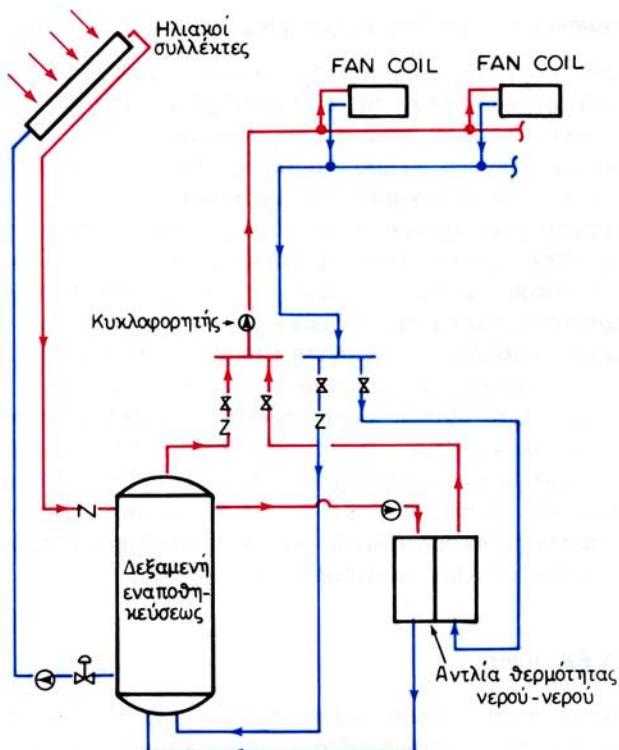
6.2.7 Αντλίες θερμότητας σε συνδυασμό με χρήση ηλιακής ενέργειας.

Έχουμε τη δυνατότητα να συνδυάσουμε την αντλία θερμότητας με σύστημα συλλογής και εναποθηκεύσεως θερμικής ενέργειας που αντλούμε απευθείας από τον ήλιο και που αναλυτικά θα μελετήσουμε στην επόμενη παράγραφο.

Έτσι, με τη χρήση ηλιακών συλλεκτών μπορούμε να ζεστάνομε νερό σε κατάλληλες θερμοκρασίες για θέρμανση και να το εναποθηκεύσουμε σε δεξαμενές. Με τη χρήση του όμως ως θερμοφορέα, η θερμοκρασία του νερού μειώνεται σε επίπεδα που να μην επαρκεί πια για θέρμανση.

Τότε ακριβώς θα τεθεί σε λειτουργία η αντλία θερμότητας **νερού προς νερό** (σχ. 6.2ζ), η οποία θα αντλήσει την υπόλοιπη θερμότητα του εναποθηκευμένου νερού κατεβάζοντας ακόμη πιο χαμηλά τη θερμοκρασία του, αυξάνοντας έτσι τη θερμοκρασία του νερού που τροφοδοτεί τα θερμαντικά σώματα. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί αντλία **νερού προς αέρα**.

Με τη μέθοδο αυτή, λόγω μειώσεως του χρόνου λειτουργίας και αυξήσεως του βαθμού αποδόσεως της αντλίας θερμότητας, έχουμε σημαντική εξοικονόμηση



Σχ. 6.2ζ.

Αντλία θερμότητας νερού-νερού ενισχυόμενη από τον ήλιο.

ενέργειας σε σύγκριση με την περίπτωση λειτουργίας χωρίς τη χρήση ηλιακών συλλεκτών. Επίσης, συγκρινόμενα με ένα ηλιακό σύστημα θερμάνσεως χωρίς αντλία θερμότητας, τα παραπάνω συστήματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη ισχύ και μεγαλύτερο βαθμό αποδόσεως στους ηλιακούς συλλέκτες λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας που απαιτείται στο συλλέκτη.

Υπάρχουν επίσης συστήματα όπου το ψυκτικό υγρό της αντλίας διαβιβάζεται κατευθείαν στον ηλιακό συλλέκτη – χωρίς τη μεσολάβηση νερού. Τότε η αντλία είναι πραγματικά **ήλιου-νερού** (ή και **ήλιου-αέρα**).

Οι εφαρμογές ηλιακής ενέργειας απαιτούν πάντοτε την ύπαρξη συμπληρωματικής πηγής θερμότητας ή μεγάλης αποθηκευτικής ικανότητας του συστήματος για τις περιόδους με ανεπαρκή ηλιακή ακτινοβολία.

Τα συστήματα αυτά έχουν ελάχιστες μέχρι σήμερα εφαρμογές, συγκεντρώνουν όμως αυξανόμενο ενδιαφέρον και πολλές έρευνες γίνονται γύρω από αυτά.

6.2.8 Αντλίες θερμότητας με χρήση περισσότερων από μία πηγές.

Μερικές αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούν τον αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος ως κύρια πηγή θερμότητας, αλλά έχουν την δυνατότητα να αντλήσουν θερμότητα και από νερό στη διάρκεια περιόδων φορτίου αιχμής.

6.2.9 Εφαρμογές της αντλίας θερμότητας.

Εφαρμογές της αντλίας θερμότητας με υψηλό βαθμό αποδόσεως, χαμηλό κόστος και γρήγορη απόσβεση της εγκαταστάσεως που ήδη όλο και περισσότερο χρησιμοποιούνται σήμερα, είναι κυρίως οι παρακάτω:

- Παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως, ιδιαίτερα σε μεγάλα ξενοδοχειακά συγκροτήματα, νοσοκομεία, γυμναστήρια κλπ.
- Θέρμανση-ψύξη χώρων με ταυτόχρονη παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως και αποθήκευσή του κατά τη διάρκεια της νύκτας. Το κόστος λειτουργίας των συστημάτων του τύπου αυτού για θέρμανση, σε σύγκριση με συστήματα ημερήσιας ηλεκτρικής θερμάνσεως είναι περίπου 1:6, αν ληφθούν υπόψη ο βαθμός αποδόσεως της αντλίας θερμότητας (περίπου 3) και η σχέση κόστους νυκτερινού με ημερήσιο ρεύμα (περίπου 1:2).
- Χρησιμοποίηση αντλίας θερμότητας για τη βελτίωση του βαθμού αποδόσεως και του κόστους λειτουργίας μιας εγκαταστάσεως θερμάνσεως με αέρα, με ψύξη του απορριπτόμενου θερμού αέρα από τους θερμαινόμενους χώρους και ταυτόχρονη προθέρμανση του εισαγόμενου. Στην περίπτωση αυτή αντλείται θερμότητα από τον απορριπτόμενο θερμό αέρα από το χώρο και αποδίνεται στον εισαγόμενο νωπό αέρα.

6.3 Ηλιακή θέρμανση.

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας ήταν μέχρι τα τελευταία χρόνια περιστασιακή κί' αυτό γιατί υπήρχαν διαθέσιμες στον κόσμο φθηνές πηγές ενέργειας, όπως το φυσικό αέριο, το κάρβουνο και κυρίως το πετρέλαιο.

Η ενεργειακή κρίση όμως του 1973, ιδιαίτερα στον τομέα του πετρελαίου, δημιούργησε επιτακτικά την ανάγκη για αναζήτηση και χρήση νέων πηγών ενέργειας.

Ανάμεσα σ' αυτές είναι και οι λεγόμενες **ήπιες μορφές** ενέργειας, στις οποίες ανήκει και η ηλιακή ενέργεια.

Βασικά πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας είναι:

- Η ποσότητά της είναι πρακτικά απεριόριστη.
- Το λειτουργικό κόστος από την εκμετάλλευση και χρήση της είναι ασήμαντο.
- Η οποιαδήποτε εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας δεν δημιουργεί προβλήματα ρυπάνσεως του περιβάλλοντος.

Υπάρχουν όμως, τουλάχιστον σήμερα, και δύο **βασικά μειονεκτήματα**:

- Η συγκέντρωση σημαντικών ποσοτήτων ηλιακής ενέργειας είναι πολύ δαπανηρή, γιατί απαιτούνται γι' αυτή μεγάλες επιφάνειες γης. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η ηλιακή ενέργεια σκορπίζεται **διάχυτα** πάνω στη γη.
- Δεν είναι πάντα διαθέσιμη όταν απαιτείται.

Η συνεχής πάντως έρευνα σε παγκόσμια κλίμακα πιστεύεται ότι θα οδηγήσει σε ελπιδοφόρα αποτελέσματα ως προς τη μείωση του «κόστους συλλογής», ώστε να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα στο άμεσο μέλλον η χρήση της ηλιακής ενέργειας για ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών.

Δύο από τις βασικές εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας είναι:

- Η Θέρμανση χώρων.
- Η Θέρμανση νερού χρήσεως.

Πέρα από τις εφαρμογές αυτές, οι οποίες αναλύονται στις παρακάτω παραγράφους, αναφέρομε, ονομαστικά μόνο, και τις ακόλουθες:

- α) Ψύξη χώρων.
- β) Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- γ) Βιολογικός καθαρισμός λυμάτων.
- δ) Αφαλάτωση του νερού.
- ε) Άντληση νερού.

στ) Ξήρανση γεωργικών προϊόντων-θερμοκήπια.

ζ) Ηλιακές λίμνες.

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή των συστημάτων θερμάνσεως με ηλιακή ακτινοβολία και για την καλύτερη κατανόηση των δυο βασικών εφαρμογών της ηλιακής ενέργειας που μας ενδιαφέρουν, θα αναφερθούμε περιληπτικά στην ηλιακή ακτινοβολία καί στον τρόπο της συγκεντρώσεώς της.

6.3.1 Ηλιακή ακτινοβολία.

Η ηλιακή θερμότητα που πέφτει στην εξωτερική πλευρά της γήινης ατμόσφαιρας κυμαίνεται μεταξύ 1120 kcal/hm² και 1200 kcal/hm² από την 21 Ιουνίου, οπότε έχομε τη μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ ηλίου και γης μέχρι την 21 Δεκεμβρίου που έχομε τη μικρότερη. Βέβαια, η ηλιακή θερμότητα που φθάνει στην επιφάνεια της γης είναι πολύ λιγότερη, αν ληφθεί υπόψη ότι ένα μέρος της προσπίπουσας ακτινοβολίας ανακλάται και γυρίζει στο διάστημα και ένα άλλο μέρος απορροφάται από την ατμόσφαιρα.

Η ολική ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια της γης διακρίνεται σε:

- **Άμεση ακτινοβολία.**
- **Διάχυτη ακτινοβολία.**

Η άμεση ακτινοβολία φθάνει στην επιφάνεια της γης χωρίς αλλαγή κατευθύν-

σεως, ενώ η διάχυτη φθάνει στη γη αφού έχει προηγουμένως αλλάξει πολλές φορές κατεύθυνση, από ανακλάσεις και από διασπορά στην ατμόσφαιρα.

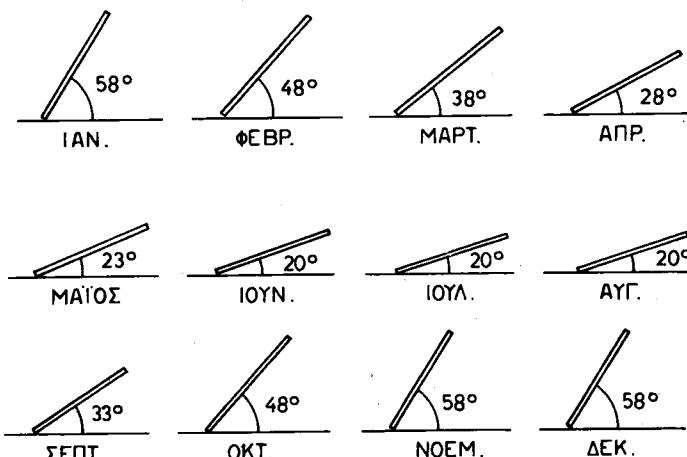
Το ποσό της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται μια συγκεκριμένη επιφάνεια μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τη γωνία κλίσεως της επιφάνειας ως προς την οριζόντια θέση (βασικά μεταβάλλεται το τμήμα της άμεσης ακτινοβολίας γιατί η διάχυτη είναι η ίδια ανεξάρτητα από γωνία κλίσεως).

Για οποιοδήποτε μέρος της γης που καθορίζεται από το γεωγραφικό του πλάτος (βόρειο ή νότιο) είναι δυνατό, για κάθε μέρα του χρόνου, να καθορισθεί ο λόγος της ολικής ακτινοβολίας σε κεκλιμένη επιφάνεια προς την αντίστοιχη σε οριζόντια για οποιαδήποτε τιμή της γωνίας κλίσεως. Αυτό είναι σημαντικό προκειμένου να πετύχομε τη μεγαλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας σε κάθε χρονική στιγμή και για δεδομένη γεωγραφική θέση. Έτσι, για την Αθήνα (38° βόρειο γεωγραφικό πλάτος), η ιδανική γωνία κλίσεως μιας επιφάνειας για την καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας κατά τους μήνες του χρόνου και για τις 12 η ώρα το μεσημέρι φαίνεται στο σχήμα 6.3a.

Σήμερα υπάρχει η δυνατότητα να διαμορφωθούν πίνακες με όλα τα ηλιακά δεδομένα μιας περιοχής για οποιαδήποτε χρονική στιγμή, οι οποίοι παρέχουν:

- Διάρκεια ηλιοφάνειας.
- Ολική άμεση ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κάθετη προς τις ηλιακές ακτίνες.
- Ολική διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.
- Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντια επιφάνεια (άμεση και διάχυτη).

Τέτοιοι πίνακες του Αστεροσκοπείου Αθηνών για την Αθήνα, οι οποίοι περιέχουν επιπλέον στοιχεία θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για κάθε μήνα και μέρα του ετήσιου κύκλου εκδίδονται κάθε χρόνο. Οι μέσοι όροι από τα στοιχεία τέτοιων πινάκων περισσότερων ετών αποτελούν τα δεδομένα που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς ηλιακών συστημάτων και που δίνονται σε πίνακες ή διαγράμματα, δύπιστα φαίνεται στον πίνακα ΣΤ1.



Σχ. 6.3a.

Ιδανική γωνία κλίσεως συλλέκτη τους διαφόρους μήνες του χρόνου, για την Αθήνα.

6.3.2 Ηλιακοί συλλέκτες.

Για τη συλλογή των σημαντικών ποσοτήτων θερμότητας που απαιτούνται για τις ποικίλες εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιούνται οι ηλιακοί συλλέκτες, που είναι δύο ειδών:

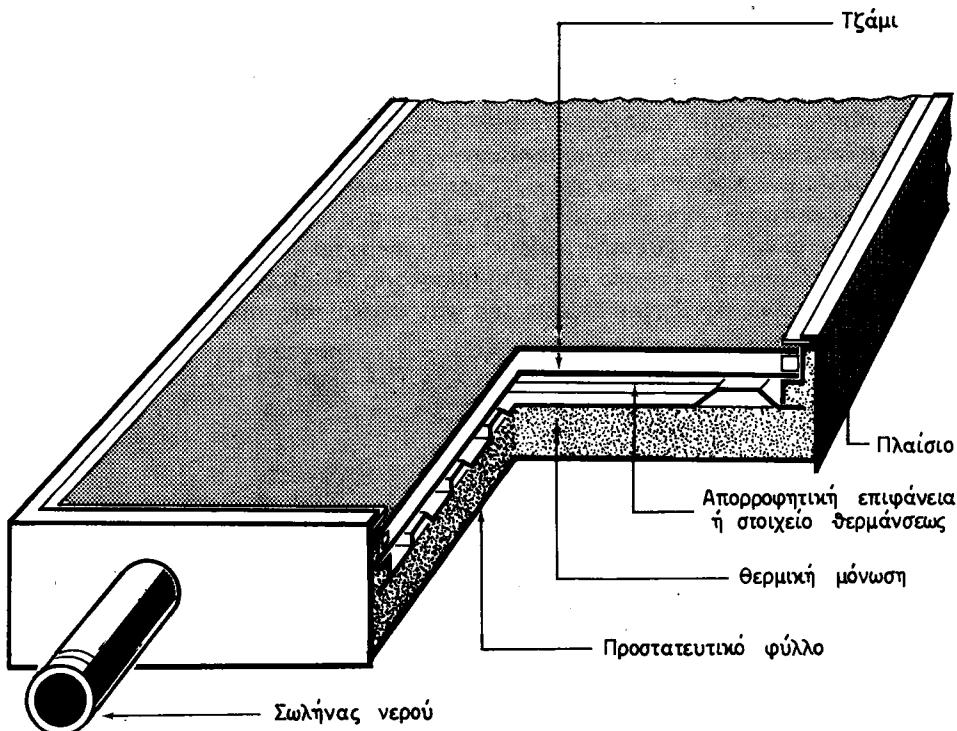
- Επίπεδοι συλλέκτες.
- Συγκεντρωτικοί συλλέκτες.

Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες αποτελούνται από επίπεδες επιφάνειες και χρησιμοποιούνται κυρίως στα συστήματα ηλιακής θερμάνσεως που θα εξετάσομε εδώ.

Οι συγκεντρωτικοί ηλιακοί συλλέκτες αποτελούνται από κινητά συγκεντρωτικά κάτοπτρα ή παραβολικές επιφάνεις και χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου επιβάλλεται η επίτευξη πάρα πολύ υψηλών θερμοκρασιών, όπως π.χ. για την τήξη μετάλλων ή σε ατμοηλεκτρικούς σταθμούς για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα σπουδαιότερα μέρη ενός επίπεδου ηλιακού συλλέκτη νερού (σχ. 6.3β) είναι τα εξής:

- a) Η απορροφητική επιφάνεια που προορίζεται για τη συλλογή και τη μεταφορά της απορροφούμενης ηλιακής ενέργειας στο νερό.
- b) Τα διαφανή καλύμματα από γυαλί που τοποθετούνται πάνω από την απορροφητική επιφάνεια για να μειώσουν τις απώλειες μεταφοράς και ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.



Σχ. 6.3β.
Επίπεδος ηλιακός συλλέκτης νερού.

- γ) Το μονωτικό τοίχωμα πίσω από την απορροφητική επιφάνεια για τη μείωση των απωλειών αγωγιμότητας.

Η ερευνητική προσπάθεια για συνεχείς βελτιώσεις των ηλιακών συλλεκτών είναι σήμερα σε εξέλιξη.

Τέσσερις είναι οι στόχοι στους οποίους πρέπει να προσβλέπει η σωστή μελέτη, η σωστή κατασκευή και η σωστή εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών:

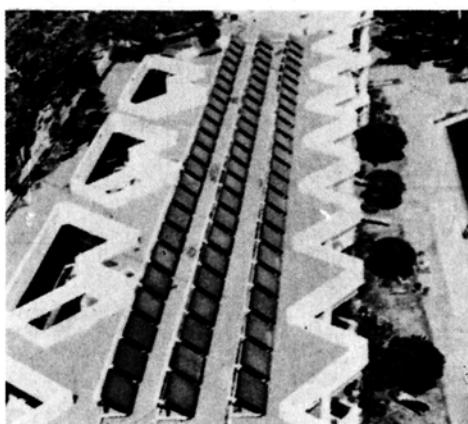
- Η συλλογή της μεγαλύτερης δυνατής ποσότητας ηλιακής ενέργειας στη χρονική περίοδο που μας ενδιαφέρει.
- Η μετατροπή όσο γίνεται περισσότερης ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα.
- Η μεγαλύτερη δυνατή μείωση των απωλειών θερμότητας από το συλλέκτη στο περιβάλλον.
- Η κατά τον ιδανικότερο τρόπο μεταφορά της θερμότητας από το συλλέκτη προς τη θέση χρησιμοποιήσεώς της.

Για την επίτευξη του πρώτου στόχου, εκτός από τη σωστή κατασκευή του συλλέκτη, σπουδαιότατο ρόλο παίζει και η σωστή εκλογή θέσεως, κλίσεως και προσανατολισμού του.

Η απορροφητική επιφάνεια του συλλέκτη αποτελείται από μεταλλικό τοίχωμα, γιατί θα πρέπει να έχει πολύ μεγάλο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και συντελεστή απορροφήσεως. Αντίθετα, θα πρέπει να έχει όσο γίνεται μικρότερο συντελεστή ανακλάσεως.

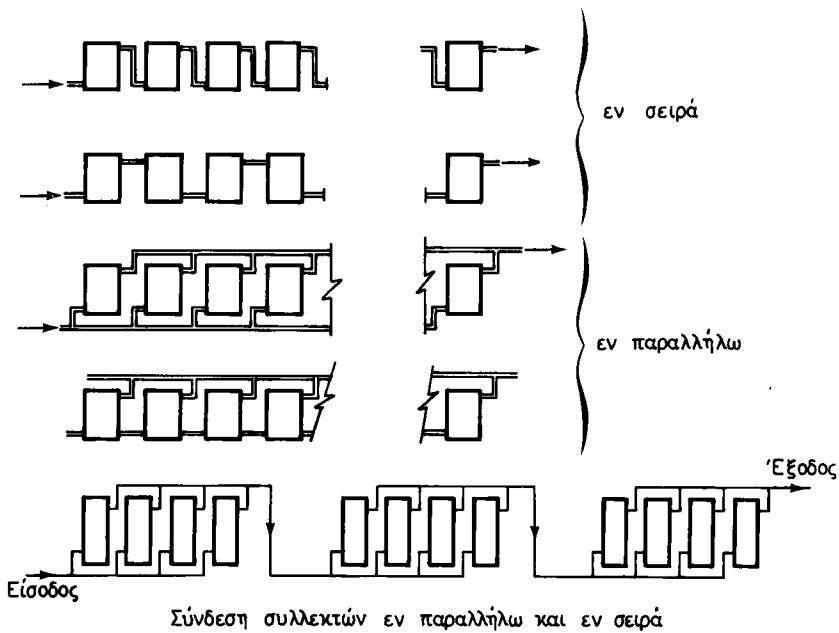
Ο ολικός βαθμός αποδόσεως ενός ηλιακού συλλέκτη, πέρα από τον τρόπο κατασκευής του, εξαρτάται επίσης και από άλλους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία εισόδου του νερού στο συλλέκτη, η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, η προσπίπουσα ηλιακή ενέργεια στο συλλέκτη, ο λόγος της διάχυτης προς την άμεση ακτινοβολία και η γνώσια προσπάσεως της ακτινοβολίας.

Σε πολλές εγκαταστάσεις έχομε σύνδεση πολλών ηλιακών συλλεκτών μεταξύ τους, όπως αυτή του σχήματος 6.3γ. Στις περιπτώσεις αυτές η σύνδεση των συλλεκτών γίνεται κατά διάφορους τρόπους, όπως φαίνεται και στο σχήμα 6.3δ. Στο σχήμα 6.3ε δίνεται η αναγκαία ελάχιστη απόσταση Δ μεταξύ διαδοχικών σειρών συλλεκτών για να μην έχομε σκίαση της μιας σειράς από την άλλη.

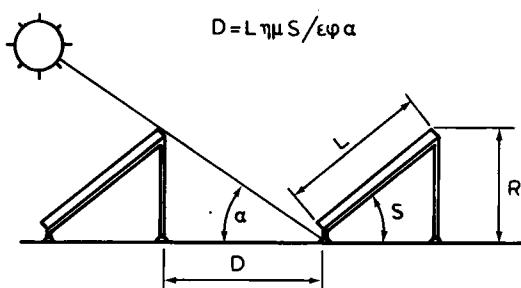


Σχ. 6.3γ.

Εγκατάσταση κεντρικού συστήματος ηλιακών συλλεκτών σε ξενοδοχειακή μονάδα



Σχ. 6.3δ.
Διάφοροι τρόποι συνδέσεως συλλεκτών.



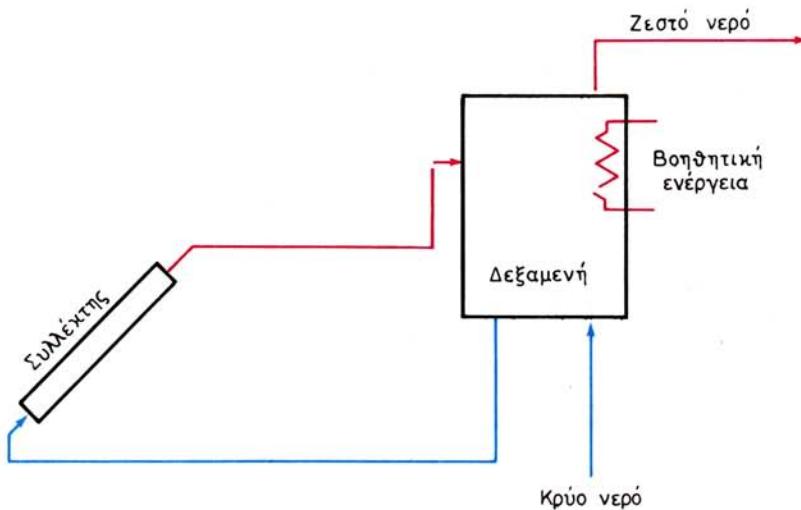
Σχ. 6.3ε.
Απόσταση διαδοχικών σειρών συλλεκτών.

6.3.3 Θέρμανση νερού χρήσεως.

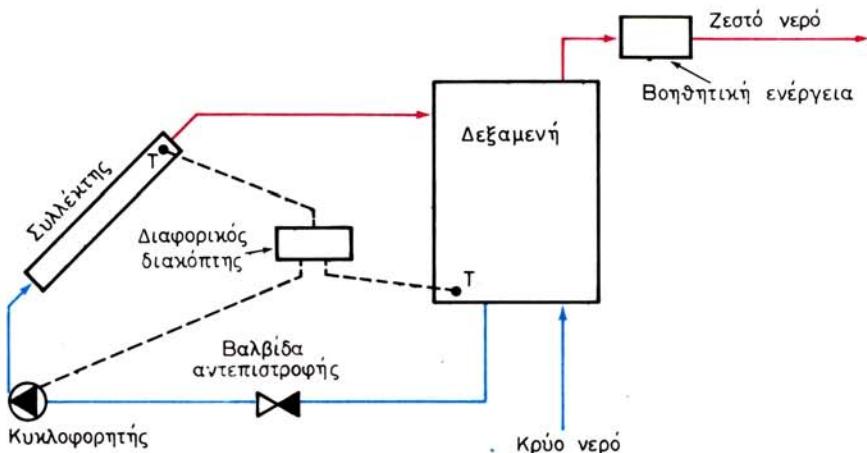
Με τα σημερινά δεδομένα η θέρμανση νερού χρήσεως αποτελεί την πιο αποδοτική και οικονομικά συμφέρουσα εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας.

Για τη θέρμανση του νερού χρήσεως μιας οικοδομής με ηλιακή ενέργεια, αντί του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα, με τον οποίο έχουμε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιείται ο «ηλιακός θερμοσίφωνας».

Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα των ηλιακών θερμοσίφωνων έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχή μείωση του κόστους και την αύξηση της διάρκειας ζωής τους, ώστε η χρήση τους σε αντικατάσταση των ηλεκτρικών θερμοσίφωνων να καθίσταται μέρα με τη μέρα και περισσότερο επιβεβλημένη από κάθε άποψη.



(a)



(b)

Σχ. 6.3στ.

- Σχηματική παράσταση συνδέσεως ηλιακών θερμοσίφωνων ανοικτού κυκλώματος.
 α) Ηλιακός θερμοσίφωνας φυσικής κυκλοφορίας. Η βοηθητική ενέργεια δίνεται μέσα στη δεξαμενή.
 β) Ηλιακός θερμοσίφωνας εξαναγκασμένης κυκλοφορίας με τη βοηθητική ενέργεια σε σειρά με το φορτίο.

Τα βασικά μέρη του ηλιακού θερμοσίφωνα είναι ο ηλιακός συλλέκτης ή το σύστημα ηλιακών συλλεκτών και η δεξαμενή αποθήκευσεως (σχ. 6.3στ.).

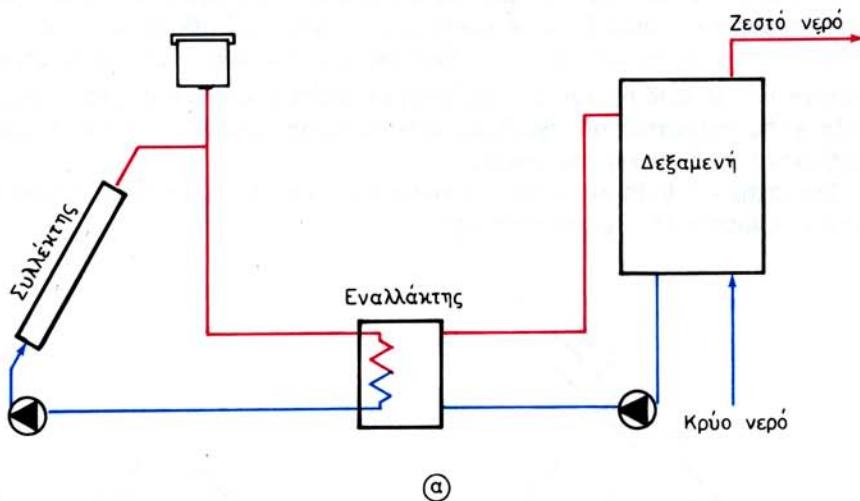
Η δεξαμενή αποθήκευσεως είναι συνδεμένη μέτρια δίκτυο νερού χρήσεως της οικοδομής, με τις απαιτούμενες διατάξεις για τη φυσική ή εξαναγκασμένη κυκλοφορία του νερού. Το όλο σύστημα σημπληρώνεται με τους επιβαλλόμενους αυτο-

ματισμούς λειτουργίας (σχ. 6.3στ).

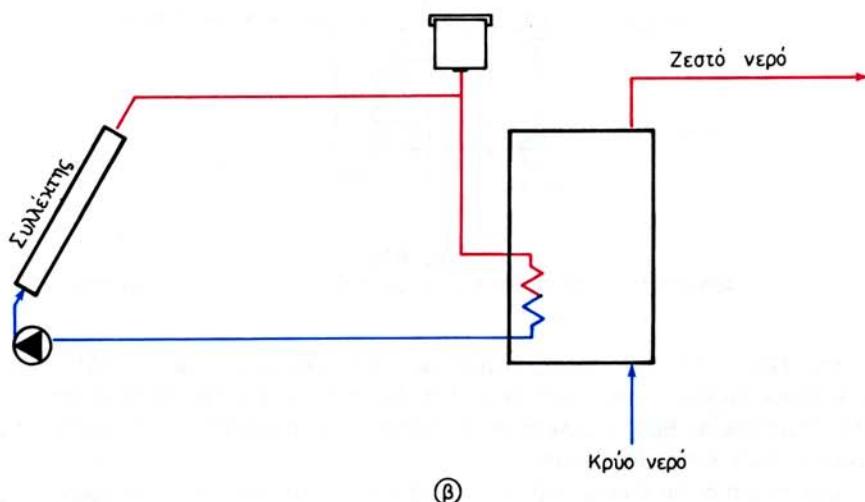
Η ύπαρξη βοηθητικής πηγής ενέργειας, που συνήθως είναι ηλεκτρική, κρίνεται απαραίτητη για τη συμπληρωματική κάλυψη των αναγκών σε θερμό νερό σε δυσμενείς συνθήκες. Η βοηθητική ενέργεια μπορεί να προσφέρεται είτε μέσα στη δεξαμενή [σχ. 6.3στ(α)], είτε στην έξοδο του νερού από τη δεξαμενή προς τους υποδοχείς χρήσεως [σχ. 6.3στ(β)].

Διακρίνομε δύο τύπους ηλιακών θερμοσιφώνων:

- Ανοικτού κυκλώματος (σχ. 6.3στ).
- Κλειστού κυκλώματος (σχ. 6.3ζ).



(α)



(β)

Σχ. 6.3ζ.

Σχηματική παράσταση ηλιακών θερμοσιφώνων κλειστού κυκλώματος.

α) Με ενδιάμεσο εναλλάκτη θερμότητας. β) Χωρίς ενδιάμεσο εναλλάκτη θερμότητας.

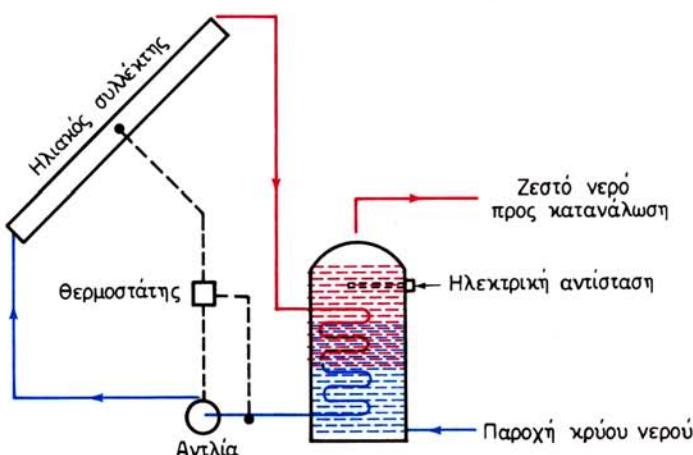
Στους θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος το ζεστό νερό χρήσεως διέρχεται μέσα από το συλλέκτη, ενώ στους κλειστού κυκλώματος κυκλοφορεί σε ανεξάρτητο κύκλωμα και ζεσταίνεται είτε από ενδιάμεσο εναλλάκτη θερμότητας είτε μέσα στη δεξαμενή αποθηκεύσεως του.

Η θέση της δεξαμενής αποθηκεύσεως σε σχέση με τον ηλιακό συλλέκτη καθορίζει αν θα έχουμε φυσική ή εξαναγκασμένη κυκλοφορία του νερού χρήσεως.

Στο σχήμα 6.3στ(α) φαίνεται σύστημα **φυσικής κυκλοφορίας** του νερού με τη δεξαμενή τοποθετημένη πάνω από το συλλέκτη.

Το σχήμα 6.3στ(β) δείχνει σύστημα **εξαναγκασμένης κυκλοφορίας** του νερού, όπου η δεξαμενή δεν είναι απαραίτητη πάνω από το συλλέκτη. Στο σύστημα αυτό η κυκλοφορία εξασφαλίζεται με κυκλοφορητή, ο οποίος τίθεται αυτόματα σε λειτουργία, μόνο σε περίπτωση που η θερμοκρασία του νερού στο πάνω μέρος του συλλέκτη είναι κατά ορισμένους βαθμούς μεγαλύτερη από ό,τι στο κάτω μέρος της δεξαμενής. Η εγκατάσταση βαλβίδας αντεπιστροφής αποκλείει την αντιστροφή της ροής κατά τη διάρκεια της νύκτας.

Στα σχήματα 6.3η και 6.3θ φαίνονται συστήματα παραγωγής θερμού νερού μικρής κλίμακας (π.χ. μονοκατοικίας).

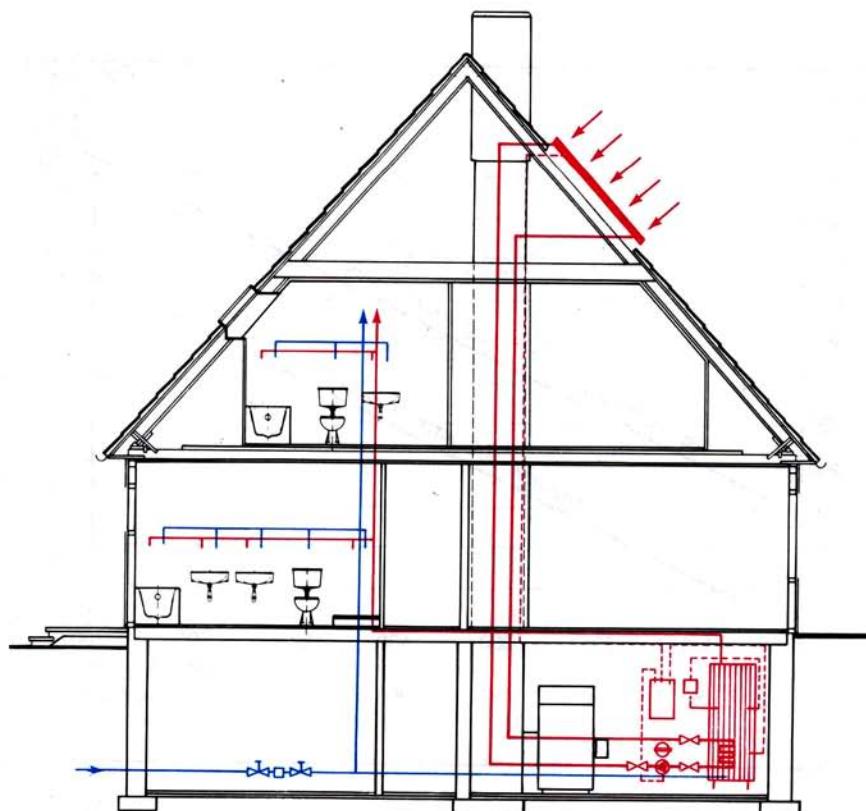


Σχ. 6.3η.
Σχηματικό διάγραμμα ηλιακής θερμάσεως νερού για οικιακή χρήση.

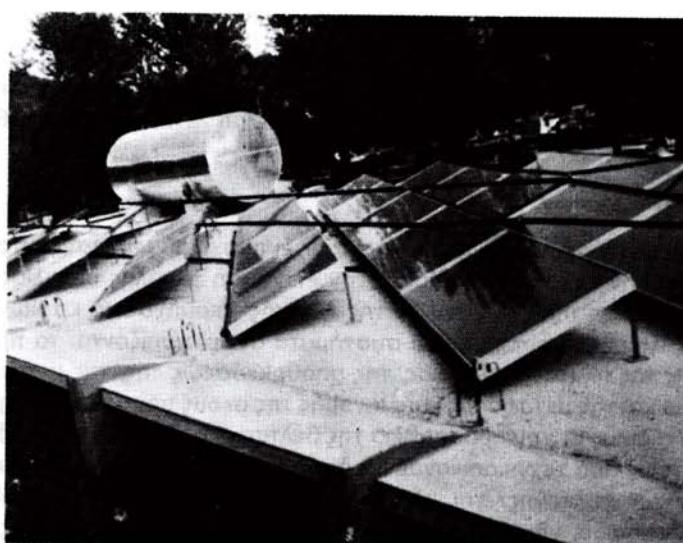
Στο σχήμα 6.3ι φαίνεται σύστημα παραγωγής θερμού νερού μεγάλης κλίμακας (π.χ. ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις). Στο διάγραμμα τού σχήματος 6.3ια δίνεται ο απαιτούμενος αριθμός συλλεκτών, ανάλογα με τις ανάγκες των δωματίων των ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων.

Στο σχήμα 6.3ιβ δίνεται σχηματικό διάγραμμα εγκαταστάσεως παραγωγής θερμού νερού χρήσεως σε πολυκατοικία, συνδυασμένο με ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες.

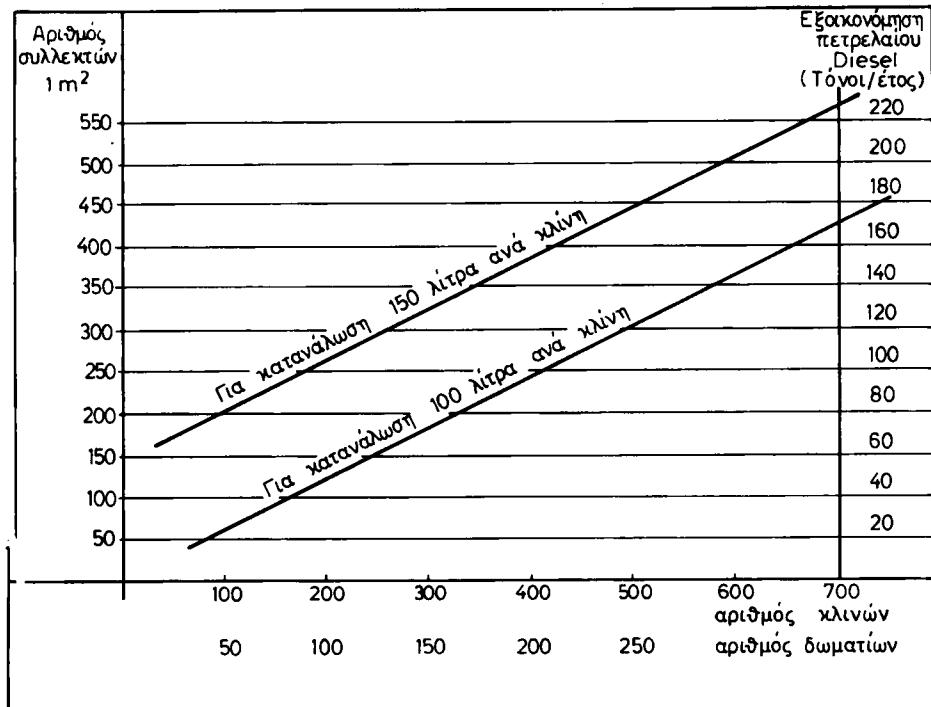
Τέλος στο σχήμα 6.3ιγ δίνεται σχηματικό διάγραμμα συστήματος παραγωγής



Σχ. 6.30.
Σύστημα ηλιακής θερμάνσεως νερού για οικιακή χρήση.



Σχ. 6.31.
Παράδειγμα για συστήματα παραγωγής θερμού νερού μεγάλης κλίμακας με ηλιακούς συλλέκτες.



Σχ. 6.3α.

Προσεγγιστικός αριθμός απαιτούμενων συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού σε ξενοδοχεία σε συνάρτηση προς τον αριθμό κλινών και την κατανάλωση νερού ανά κλινή.

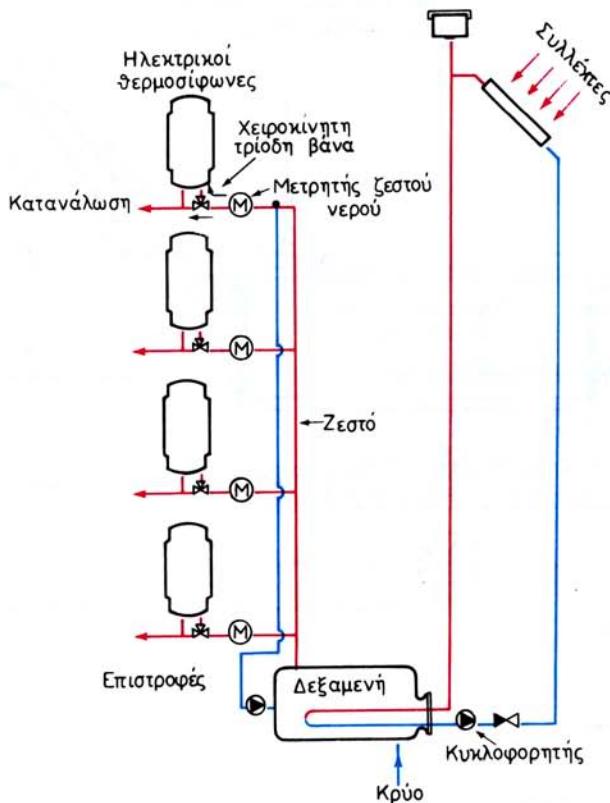
Θερμού νερού από ηλιακή ενέργεια, όπου ως εφεδρική πηγή χρησιμοποιείται ο λέβητας κεντρικής θερμάνσεως ή στις περιπτώσεις μη λειτουργίας του (θερινή περίοδος) ηλεκτρικές αντιστάσεις.

6.3.4 Θέρμανση χώρων.

Η επιστημονική έρευνα και η τεχνολογία έχει προχωρήσει τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα μετά την ενεργειακή κρίση, στην επινόηση μεγάλης ποικιλίας μεθόδων και συστημάτων ως προς τον τομέα της ηλιακής θερμάνσεως κτιρίων.

Σε όλα ανεξαρέτα τα παραπάνω συστήματα αντιμετωπίζονται τα προβλήματα της συλλογής της ηλιακής ενέργειας, της αποθηκεύσεως της, της μετατροπής της σε θερμότητα και της μεταφοράς και διανομής της στους προς θέρμανση χώρους.

Παράλληλα όμως με την προσπάθεια της βελτιστοποίησεως των μεθόδων ηλιακής θερμάνσεως από τεχνικοοικονομική άποψη και αφού ληφθεί υπόψη ότι ιδιαίτερα το «κόστος συλλογής» της ηλιακής ενέργειας εξακολουθεί να βρίσκεται σε πολύ υψηλά επίπεδα, γίνονται σημαντικές έρευνες σε θέματα σωστής εντάξεως των κτιρίων στο περιβάλλον και προσανατολισμού τους καθώς και σε θέματα αρχιτεκτονικής συνθέσεως και διαμορφώσεως του κτιριακού κελύφους, προκειμένου



Σχ. 6.3ιβ.

Εγκατάσταση παραγωγής ζεστού νερού χρήσεως σε πολυκατοικία με ηλιακούς συλλέκτες σε συνδυασμό με ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες.

να περιορισθούν στο οικονομικά βέλτιστο επίπεδο οι θερμικές ανάγκες του κτιρίου.

Ακόμη διερευνάται η σωστή οργανική ένταξη του οποιουδήποτε συστήματος ηλιακής θερμάνσεως στο κτίριο, ώστε να εξασφαλισθεί η καλύτερη λειτουργικότητα της εγκαταστάσεως και να επιτευχθεί ουσιαστικό αισθητικό αποτέλεσμα.

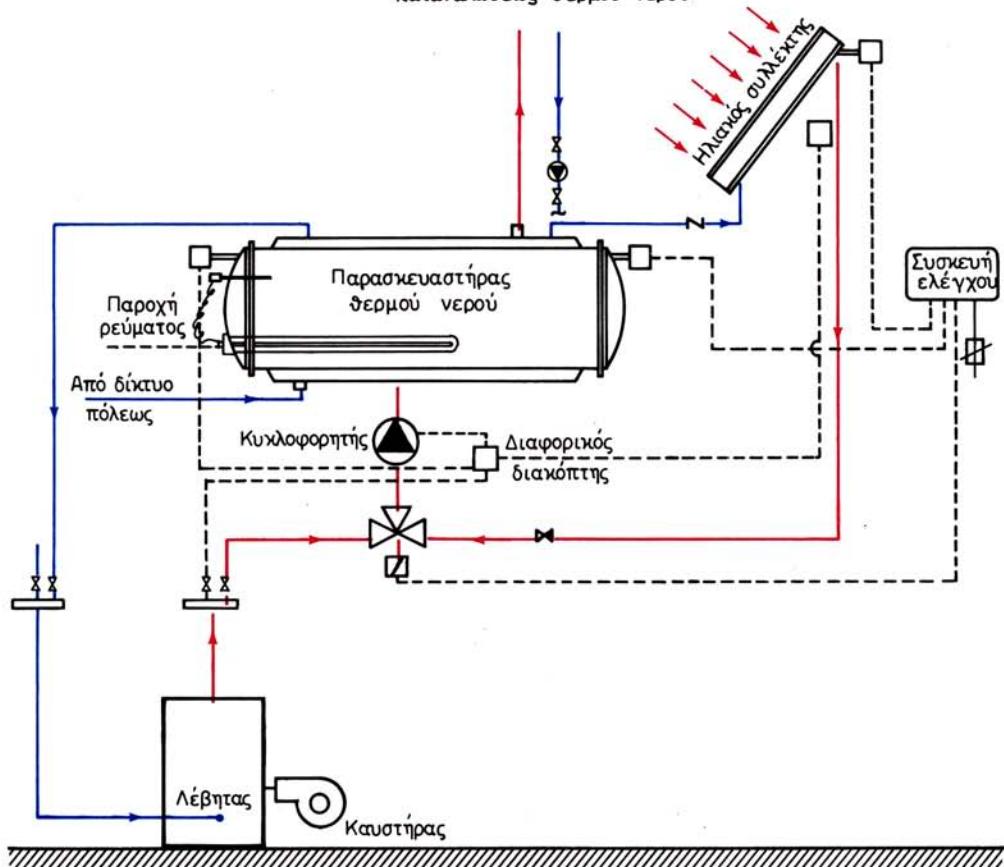
Δυο είναι οι κατηγορίες συστημάτων ηλιακής θερμάνσεως χώρων που θα μελετήσουμε παρακάτω:

- Τα ενεργητικά συστήματα.
- Τα παθητικά συστήματα.

1. Ενεργητικά συστήματα εκμεταλλεύσεως ηλιακής ενέργειας για θέρμανση χώρων.

Τα βασικά μέρη ενός ενεργητικού συστήματος ηλιακής θερμάνσεως είναι ο συλλέκτης ή το σύστημα συλλεκτών, η δεξαμενή αποθήκευσεως και η βοηθητική συμβατική πηγή ενέργειας.

Από και πρός συσκευές
καταναλώσεως θερμού νερού



Σχ. 6.3ιγ.

Τυπική συνδεσμολογία πλήρους συστήματος παραγωγής θερμού νερού χρήσεως από ηλιακή ενέργεια.

Έτσι και στην περίπτωση αυτή έχουμε συλλογή της ηλιακής ενέργειας στους συλλέκτες νερού ή αέρα, μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα, εξαναγκασμένη μεταφορά της θερμότητας με κυκλοφορητές ή αντλίες σε αποθηκευτικούς χώρους κοντά ή μακριά από το σημείο συλλογής και τελικά διανομή της θερμικής ενέργειας στους προς θέρμανση χώρους.

Η βοηθητική συμβατική πηγή ενέργειας λειτουργεί σε συμπληρωματική βάση, στις περιπτώσεις δυσμενών συνθηκών από πλευρά ηλιοφάνειας.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσεως συνδυάζονται με συστήματα διανομής και αποδόσεως της θερμικής ενέργειας χαμηλών θερμοκρασιών, όπως π.χ. ενδοδαπέδια συστήματα, τοπικές κλιματιστικές μονάδες (FCU) ή κεντρικές κλιματιστικές μονάδες επεξεργασίας αέρα, δεδομένου ότι οι θερμοκρασίες στις οποίες κατορθώνομε να θέρμανομε το εργαζόμενο μέσο είναι σχετικά χαμηλές ($50-60^{\circ}\text{C}$).

Με τα συστήματα αυτοματισμών μιας εγκαταστάσεως ηλιακής θερμάνσεως επιτυγχάνεται η σωστή εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν κάθε χρονική στιγμή.

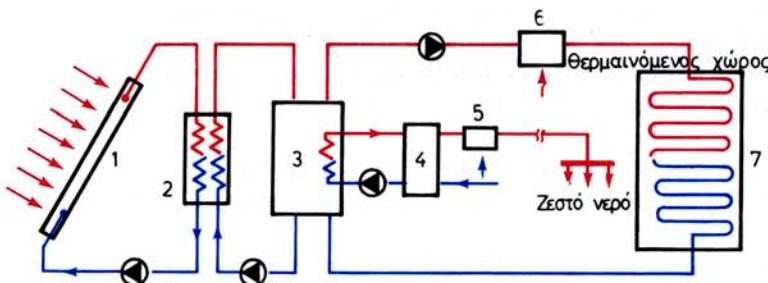
Έτσι, αν υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια και το κτίριο ζητά θέρμανση, τότε η κάλυψη των θερμικών αναγκών της οικοδομής παρέχεται απευθείας από το συλλέκτη.

Σε περίπτωση που το κτίριο ζητά θέρμανση ενώ δεν υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια, αλλά υπάρχει αποθηκευμένη ενέργεια στη δεξαμενή αποθηκεύσεως, τότε χρησιμοποιείται για την κάλυψη των θερμικών αναγκών η ενέργεια της δεξαμενής.

Σε περίπτωση πάλι που το κτίριο ζητά θέρμανση, αλλά δεν υπάρχει πουθενά διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια, δηλαδή ούτε στο συλλέκτη ούτε στη δεξαμενή αποθηκεύσεως, τότε για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων χρησιμοποιείται η βοηθητική συμβατική πηγή ενέργειας.

Τέλος, αν υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια ενώ το κτίριο δεν απαιτεί θέρμανση, η διαθέσιμη αυτή ενέργεια προστίθεται από το συλλέκτη στη δεξαμενή αποθηκεύσεως.

Στά σχήματα 6.3ιδ και 6.3ιε φαίνονται τυπικές διατάξεις ενεργητικών συστημάτων θερμάνσεως χώρων αποκλειστικά ή σε συνδυασμό με θέρμανση οικιακού νερού χρήσεως.



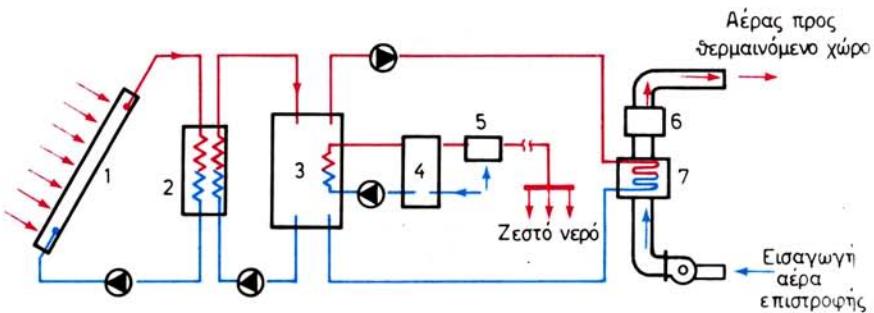
Σχ. 6.3ιδ.

Ενεργητικό ηλιακό σύστημα νερού, για θέρμανση χώρου με ζεστό νερό χαμηλής θερμοκρασίας και παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως.

- 1) Ηλιακός συλλέκτης.
- 2) Εναλλάκτης θερμότητας ηλιακού συλλέκτη-δεξαμενής αποθηκεύσεως.
- 3) Δεξαμενή αποθηκεύσεως.
- 4) Δεξαμενή ζεστού νερού χρήσεως.
- 5) Βοηθητική ενέργεια ζεστού νερού χρήσεως.
- 6) Βοηθητική ενέργεια κεντρικής θερμάνσεως.
- 7) Εναλλάκτης θερμότητας για την κάλυψη του φορτίου του θερμαινόμενου χώρου.

Για τον υπολογισμό ενός ενεργητικού συστήματος ηλιακής θερμάνσεως χρησιμοποιούνται πολλές μέθοδοι, άλλες ακριβείς και άλλες προσεγγιστικές, η παρουσίαση και ανάλυση των οποίων ξεφεύγει από τα όρια και τους σκοπούς του βιβλίου αυτού.

Μπορούμε πάντως να πούμε ότι οι οικονομικές λύσεις έχουν αποδείξει ότι το σύνολο της επιφάνειας των συλλεκτών που απαιτείται για μια εγκατάσταση ηλιακής θερμάνσεως ανέρχεται κατ' εκτίμηση στο $\frac{1}{3}$ περίπου της θερμαινόμενης επιφάνειας δαπέδου.



Σχ. 6.3ιε.

Ενεργητικό ηλιακό σύστημα νερού, για θέρμανση χώρου με ζεστό αέρα και παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως.

- 1) Ηλιακός συλλέκτης.
- 2) Εναλλάκτης θερμότητας ηλιακού συλλέκτη-δεξαμενής αποθήκευσεως.
- 3) Δεξαμενή αποθήκευσεως.
- 4) Δεξαμενή ζεστού νερού χρήσεως.
- 5) Βοηθητική ενέργεια ζεστού νερού χρήσεως.
- 6) Βοηθητική ενέργεια κεντρικής θερμάνσεως.
- 7) Εναλλάκτης θερμότητας για την κάλυψη του φορτίου του θερμαινόμενου χώρου.

2. Παθητικά συστήματα εκμεταλλεύσεως της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση χώρων.

Στις διάφορες περιπτώσεις των παθητικών συστημάτων ηλιακής θερμάνσεως δεν απαιτείται η ύπαρξη οποιουδήποτε μηχανικού μέσου για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της ηλιακής ενέργειας στους προς θέρμανση χώρους, αλλά ως συλλέκτης και δεξαμενή αποθήκευσεως χρησιμοποιείται το ίδιο το κτίριο, ολόκληρο ή διάφορα τμήματα του περιβλήματός του (τοίχοι, υαλοστάσια, δάπεδα, οροφές).

Αποδοτικότερα γενικά είναι τα παθητικά συστήματα σε μικρά κτίρια, όπου δεν έχουμε μεγάλες αποστάσεις μεταφοράς της ηλιακής ενέργειας από τα σημεία συλλογής.

Οπωσδήποτε ο όλος σχεδιασμός ενός κτιρίου, εφόσον πρόκειται να θερμανθεί με παθητικό σύστημα εκμεταλλεύσεως της ηλιακής ενέργειας, υπόκειται σε ορισμένους περιορισμούς, όπως στο θέμα του προσανατολισμού (ακριβώς προς Νότο) και στο θέμα των εσωτερικών διαρρυθμίσεων, προκειμένου να διευκολυνθεί η μετάδοση της ηλιακής ενέργειας που συλλέγεται και αποθηκεύεται.

Καμιά φορά είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν, βοηθητικά, μικροί ανεμιστήρες για ένα σωστότερο έλεγχο της θερμοκρασίας των χώρων ή και για ενίσχυση της μεταφοράς της ηλιακής ενέργειας.

Διακρίνομε δύο ειδών παθητικά συστήματα:

- Τα άμεσα.
- Τα ενσωματωμένα στο κτιριακό κέλυφος.

Στα **άμεσα παθητικά συστήματα** ο σχεδιασμός του κτιρίου και ο προσανατολισμός του, καθώς και τα υλικά κατασκευής του περιβλήματος είναι τέτοια, ώστε να επιτυγχάνονται τα παρακάτω:

- Ο ήλιος να εισέρχεται στο σπίτι όταν αυτό έχει ανάγκη θερμάνσεως και να εμποδίζεται να εισέλθει όταν δεν χρειάζεται.
- Το σπίτι να αποθηκεύει θερμότητα για τις εποχές που δεν έχουμε ηλιοφάνεια, ενώ αντίθετα στις εποχές υπερβολικής ηλιοφάνειας η θερμική ακτινοβολία να

απορροφάται από τον περιβάλλοντα χώρο.

- Να εξασφαλίζεται η παγίδευση της θερμότητας και η ομοιόμορφη διανομή της στο χώρο.

Στα **παθητικά συστήματα τα ενσωματωμένα στο κτιριακό κέλυφος** η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από κάποια ανεξάρτητη συμπαγή εξωτερική κατασκευή που αντικαθιστά το νότιο τοίχο ή την οροφή του θερμαινόμενου κτιρίου. Στη συνέχεια διανέμεται στους προς θέρμανση χώρους με φυσική κυκλοφορία ή με ανεμιστήρα.

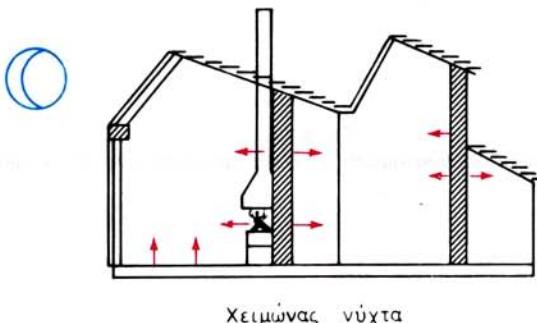
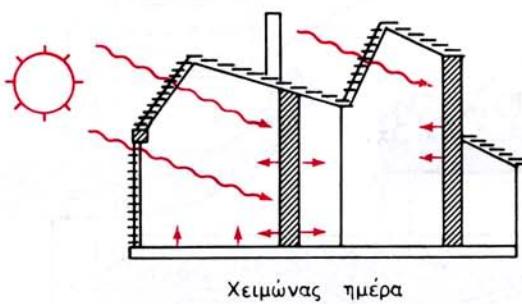
Τέτοιες συμπαγείς εξωτερικές κατασκευές είναι και οι εξής:

- **Ο τσιμεντένιος νότιος τοίχος** (επινόηση των Trombe-Michel).
- **Ο υδάτινος τοίχος** συλλέκτη του Baer.
- **Η θερμαινόμενη υδάτινη οροφή «sky-therm»** (επινόηση του Harold Hay).

Περιπτώσεις άμεσων ή ενσωματωμένων στο κτιριακό κέλυφος παθητικών συτημάτων φαίνονται στα σχήματα 6.3ιστ, 6.3ιζ, 6.3ιη, 6.3ιθ και 6.3κ.

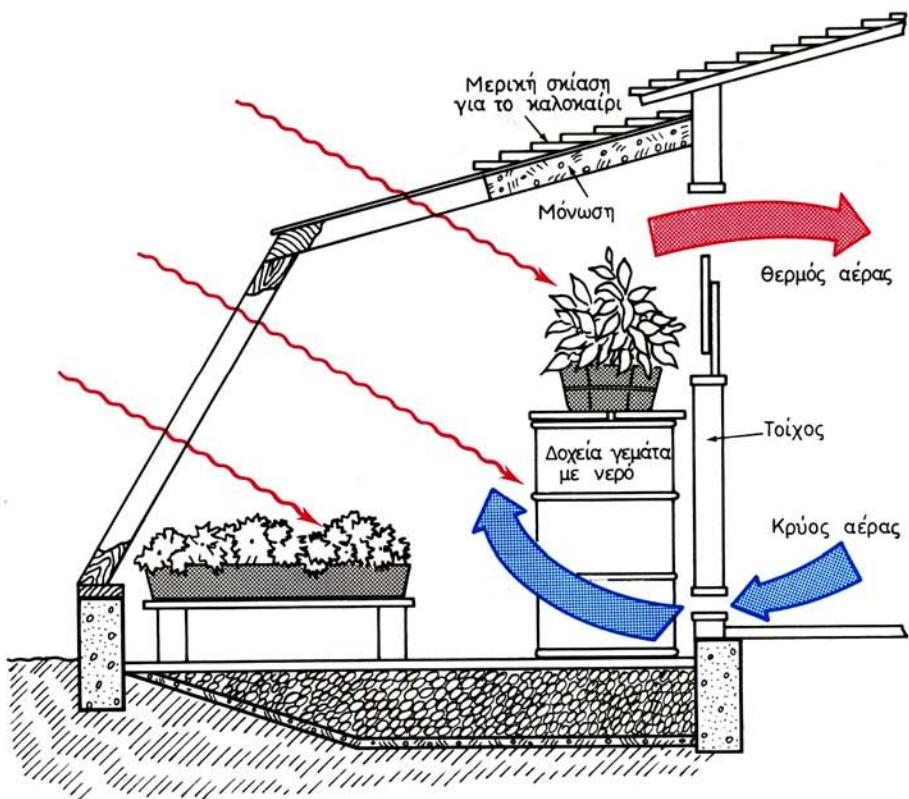
Οπωσδήποτε και στα παθητικά συστήματα είναι αναγκαία η ύπαρξη βοηθητικής πηγής ενέργειας, γιατί οικονομικοτεχνικά είναι ασύμφορο να γίνει πλήρης κάλυψη των θερμικών αναγκών μόνο από αυτά.

Πολλές εφαρμογές, τέλος, συνδυάζουν διάφορες μορφές παθητικών συστημάτων ή ακόμη παθητικά και ενεργητικά συστήματα ταυτόχρονα για την επίτευξη του καλύτερου αποτελέσματος.



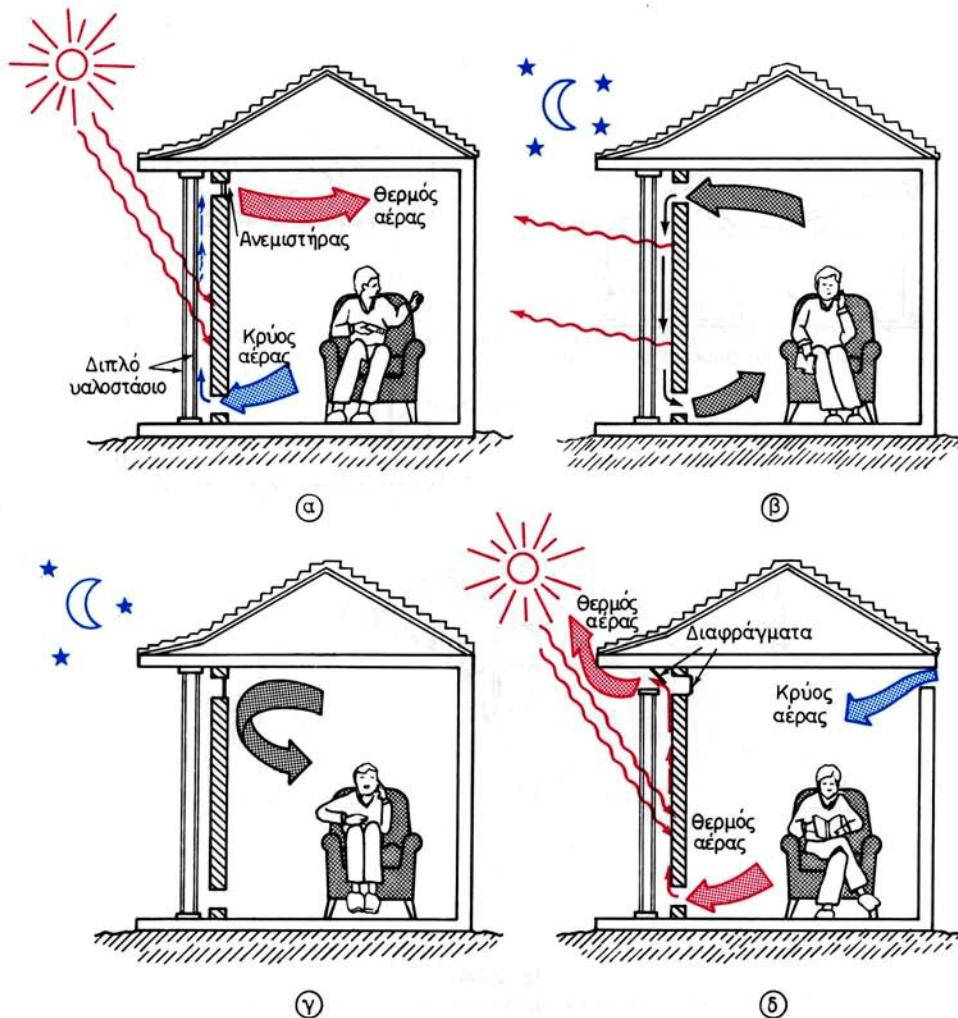
Σχ. 6.3ιστ.

Άμεσο παθητικό ηλιακό σύστημα με νότιο υαλοστάσιο.



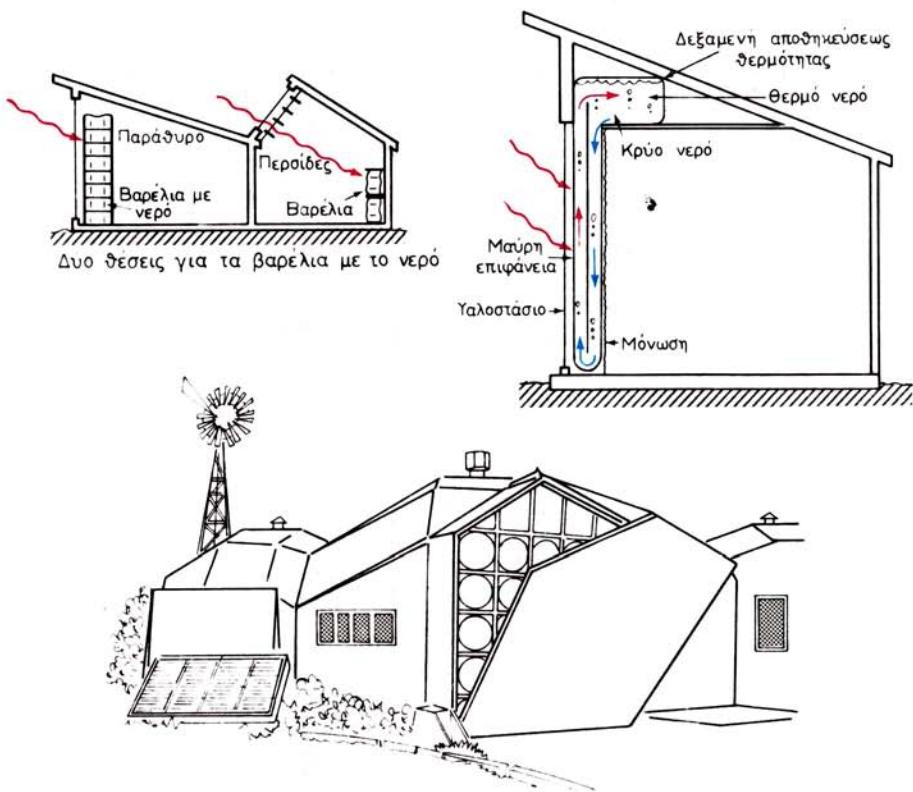
Σχ. 6.3ιζ.

Άμεσο παθητικό σύστημα-θερμοκήπιο προσαρτημένο στο κτίριο.

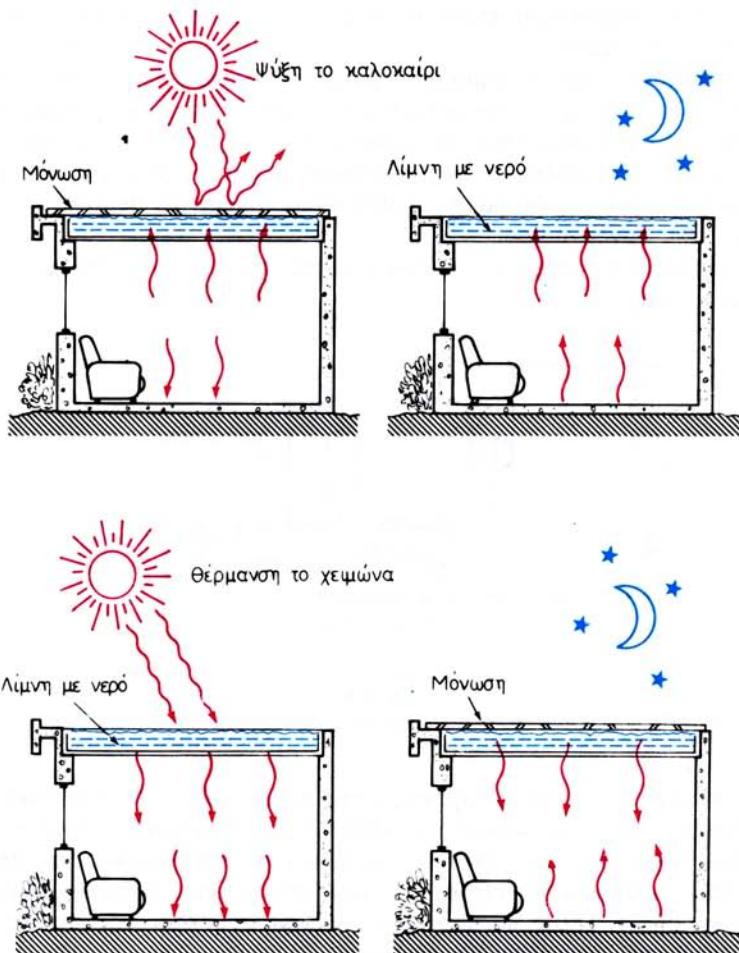


Σχ. 6.3η.

Παθητικό σύστημα ενσωματωμένο στο κτιριακό κέλυφος (νότιος τοίχος από μπετόν).
 α) Ο ανεμιστήρας ενισχύει τη μεταφορά της θερμότητας. β) Η αντίστροφη ροή του αέρα τη νύκτα κρυώνει το χώρο. γ) Ένα διάφραγμα εμποδίζει την αντίστροφη κίνηση του αέρα. δ) Το φαινόμενο της καπνοδόχου αυξάνει το φυσικό αερισμό.

**Σχ. 6.3ιθ.**

Παθητικό σύστημα ενσωματωμένο στο κτιριακό κέλυφος.
Νότιος υδάτινος τοίχος.

**Σχ. 6.3κ.**

Παθητικό σύστημα ενσωματωμένο στο κτιριακό κέλυφος. Υδάτινη θερμαινόμενη οροφή «Sky-therm».

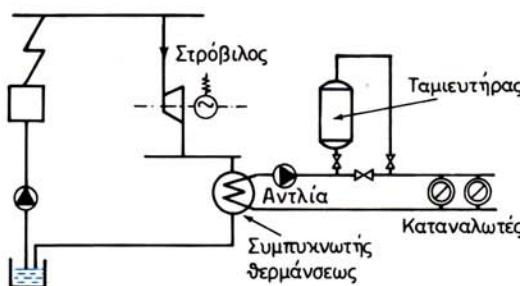
6.4 Συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

Αναφερόμαστε εδώ στην κάλυψη θερμικών αναγκών ολόκληρων πόλεων ή περιοχών.

Σε ατμοηλεκτρικά κυρίως εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι δυνατό να έχουμε παράλληλα παραγωγή θερμικής ενέργειας για θέρμανση σε μια συνδυασμένη διεργασία.

Έτσι είναι δυνατό να χρησιμοποιήσουμε για θέρμανση μέρος της θερμότητας που έτσι κι αλλιώς απορρίπτεται μέσω του συμπυκνωτή στο περιβάλλον. Αν λάβει κανείς υπόψη το χαμηλό βαθμό αποδόσεως ενός ατμοηλεκτρικού εργοστασίου (δεν ξεπερνά το 40%), βλέπει τις μεγάλες ποσότητες της θερμότητας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση, αυξάνοντας έμμεσα το θερμικό συντελεστή αποδόσεως του εργοστασίου.

Στη συνδυασμένη παραγωγή (σχ. 6.4) τη θέση του συμπυκνωτή έχει ο καταναλωτής θερμότητας.



Σχ. 6.4.

Διάταξη συνδυασμένου σταθμού με στρόβιλο και δίκτυο θερμού νερού.

Τα αποτελέσματα της συνδυασμένης αυτής παραγωγής είναι σημαντικότατα τόσο από την άποψη της μειώσεως του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας και της θερμάνσεως λόγω της αποδοτικότερης θερμικής εκμεταλλεύσεως του καυσίμου, όσο και από την άποψη της εξοικονόμησεως σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας πρωτογενών πηγών. Τέλος, επιτυγχάνεται σημαντική μείωση της ρυπάνσεως του περιβάλλοντος από καυσαέρια και σκόνη.

6.5 Άλλες ειδικές θερμάνσεις.

Πέρα από τα συστήματα ειδικών θερμάνσεων που έχουμε ήδη περιγράψει, έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται και άλλα, με κύριο στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, η οποία αποτελεί, μπορούμε να πούμε και το μεγάλο σύγχρονο τεχνολογικό πρόβλημα για την ανθρωπότητα.

Η όλη προσπάθεια της έρευνας σε διεθνές επίπεδο είναι τα συστήματα αυτά να μην είναι περιοριστικά από την άποψη του κόστους εγκαταστάσεως, ώστε να είναι δυνατή η εκτεταμένη χρήση τους.

Έτσι έχει αναπτυχθεί τελευταία μια ποικιλία συστημάτων με **ανάκτηση θερμό-**

τητας ένα από τα οποία είναι και η αντλία Θερμότητας, που ήδη μελετήσαμε.

Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιείται ο κατάλληλος εξοπλισμός, ο οποίος ουσιαστικά αποτελεί ένα είδος εναλλάκτη Θερμότητας, έτσι ώστε θερμότητα που θα αποβαλλόταν ως άχρηστη στο περιβάλλον να μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί, άρα να καταστεί ωφέλιμη. Είναι δυνατό π.χ., σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούμε κεντρική κλιματιστική μονάδα για τον κλιματισμό ενός χώρου και το σύστημα προβλέπει ανακυκλοφορία αέρα σε συνδυασμό με λήψη νωπού αέρα και αντίστοιχη απόρριψη, να παρεμβληθεί εξοπλισμός (εναλλάκτης Θερμότητας), έτσι ώστε το χειμώνα το τμήμα του αέρα ανακυκλοφορίας πριν απορριφθεί στο περιβάλλον να προθερμαίνει τον νωπό αέρα, με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμαντικής ικανότητας του θερμαντικού στοιχείου της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας.

Τέλος, μπορούμε να αναφέρομε έδω ότι στην εποχή μας έχει αρχίσει μια πλατιά και σοβαρή εξέταση των λεγόμενων **ολοκληρωμένων κτιριακών συστημάτων** (Building Integrated Systems).

Για τη μελέτη, αλλά και το σχεδιασμό τέτοιων συστημάτων απαιτείται η συνεργασία μηχανικών πολλών ειδικοτήτων, όπως μηχανολόγων, ηλεκτρολόγων, αρχιτεκτόνων, στατικών μηχανικών, μηχανικών περιβάλλοντος και ειδικευμένων σε θέματα ενέργειας.

Έτσι είναι δυνατή η προκατασκευή των διάφορων δομικών επιφανειών ενός κτιρίου με ενσωματωμένα όλα ανεξάρετα τα υποσυστήματα των εγκαταστάσεων (φωτισμού, θερμάνσεως, αερισμού, υδρεύσεως κλπ.) με όλες τις απαιτούμενες σωληνώσεις, καλωδιώσεις εξαρτήματα και συσκευές, ώστε να μη χρειάζεται παρά μόνο μια απλή διαδικασία εγκαταστάσεώς τους κατά τρόπο που να εξασφαλίζεται η αποδοτικότητα, η οικονομικότητα και η ασφάλεια για όλες ανεξάρετα τις επί μέρους εγκαταστάσεις, σε συνδυασμό με ένα σωστό αρχιτεκτονικό αποτέλεσμα ενεργειακά αποδεκτό και δεμένο με το περιβάλλον. Πιστεύομε ότι το μέλλον μας επιφυλάσσει ευχάριστες εκπλήξεις ως προς την εξέλιξη των συστημάτων αυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΤΜΗΜΑΤΑ, ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

7.1 Γενικά.

Κατά την περιγραφή των διάφορων συστημάτων κεντρικής θερμάνσεως σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφερθήκαμε στα διάφορα τμήματα, τις διατάξεις και τα εξαρτήματα που κατά περίπτωση συγκροτούν κάθε σύστημα κεντρικής θερμάνσεως χωριστά.

Στο κεφάλαιο αυτό, θα επιχειρήσουμε μια λεπτομερέστερη περιγραφή των διάφορων τμημάτων, των διατάξεων ασφάλειας και προστασίας, των συστημάτων ρυθμίσεως και ελέγχου και όλων γενικά των εξαρτημάτων που συγκροτούν μια εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως.

Τρία είναι τα τμήματα που συγκροτούν μια εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως:

- Το τμήμα παραγωγής της θερμικής ενέργειας.
- Το τμήμα διανομής της θερμικής ενέργειας.
- Το τμήμα αποδόσεως της θερμικής ενέργειας.

Η όλη συγκρότηση της εγκαταστάσεως συμπληρώνεται με το σύστημα ρυθμίσεως και ελέγχου και με τις ασφαλιστικές και λοιπές διατάξεις προστασίας.

Στο Παράρτημα Β' δίνονται οι συμβολικές παραστάσεις που χρησιμοποιούνται συνήθως για τα κυριότερα στοιχεία των εγκαταστάσεων θερμάνσεως.

7.1.1 Εγκατάσταση (τμήμα) παραγωγής θερμικής ενέργειας.

Τα βασικά στοιχεία του τμήματος παραγωγής της θερμικής ενέργειας είναι:

- Ο λέβητας (ένας ή περισσότεροι).
- Ο καυστήρας (ένας ή περισσότεροι).
- Η αποθήκη καυσίμου (σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου)
- Η καπνοδόχος.
- Ο εναλλάκτης θερμότητας (εφόσον απαιτείται αλλαγή του βασικού θερμοφορέα).

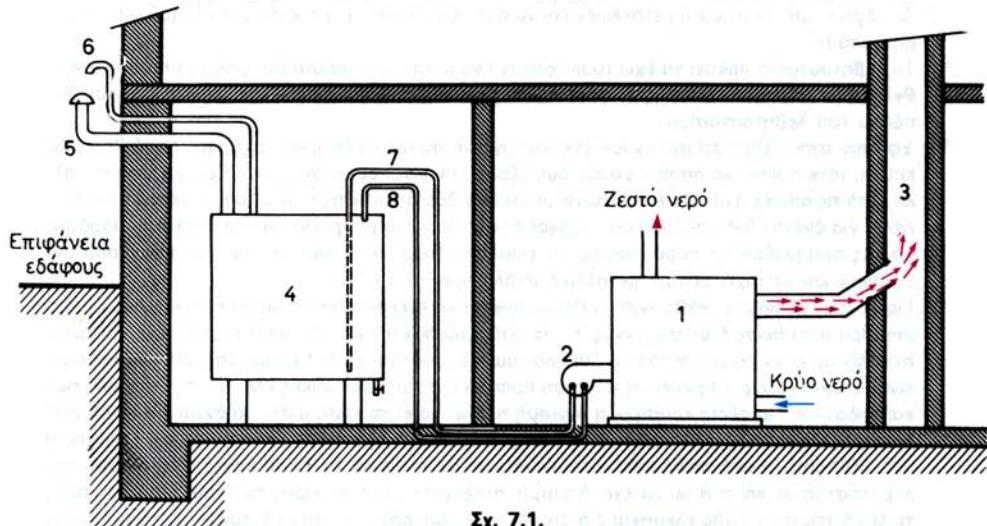
Τα παραπάνω μηχανήματα είναι εγκαταστημένα σε κεντρικό μηχανοστάσιο (λεβητοστάσιο), το οποίο αποτελεί την «καρδιά» της εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως και τοποθετείται συνήθως σε υπόγειο χώρο του κτιρίου.

Στο λεβητοστάσιο είναι επίσης εγκαταστημένες και άλλες συσκευές και εξαρτήματα που ίσως ανήκουν και στο τμήμα διανομής, όπως:

- Αντλίες ή κυκλοφορητές για τη διανομή της ενέργειας.
- Ηλεκτρικός πίνακας λεβητοστασίου.
- Ηλεκτρικός πίνακας ελέγχου της όλης εγκαταστάσεως.
- Σύστημα αναλογικής ρυθμίσεως παροχής του νερού.
- Κλειστό δοχείο διαστολής.
- Κεντρικές μονάδες επεξεργασίας αέρα που δεν είναι τοποθετημένες κοντά στα τμήματα του κτιρίου που θερμαίνουν ή κλιματίζουν. Καλό είναι πάντως να αποφεύγεται η εγκατάστασή τους στο χώρο του λεβητοστασίου, κυρίως για να αποκλεισθεί η περίπτωση μεταφοράς αναθυμιάσεων από καύση π.χ. του πετρελαίου στους προς θέρμανση χώρους.

Στο λεβητοστάσιο είναι δυνατό να εγκατασταθούν επίσης και άλλες διατάξεις, οι οποίες μπορεί να έχουν ή και να μην έχουν σχέση με τη λοιπή εγκατάσταση, όπως διάταξη για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως ή διάταξη για την αποσκλήρυνση του νερού κλπ.

Μια απλή τυπική διάταξη παραγωγής θερμικής ενέργειας φαίνεται στο σχήμα 7.1. Η διάταξη αφορά λέβητα νερού που χρησιμοποιεί υγρό καύσιμο.



Σχ. 7.1.

Τυπική διάταξη παραγωγής θερμότητας (Λεβητοστάσιο).

1) Λεβητας. 2) Καυστήρας. 3) Καπνοδόχος. 4) Δεξαμενή καυσίμου. 5) Σωλήνας πληρώσεως δεξαμενής. 6) Σωλήνας εξαερισμού δεξαμενής. 7) Σωλήνας τροφοδοτήσεως καυστήρα. 8) Σωλήνας επιστροφής από καυστήρα.

Εδώ θα πρέπει να αναφέρομε ότι το λεβητοστάσιο κεντρικής θερμάνσεως ως χώρος, από πλευράς κατασκευής, συγκροτήσεως, αλλά και διαστάσεων, εφόσον μέσα σ' αυτό προβλέπεται εγκατάσταση λέβητα ή λεβήτων παραγωγής θερμού νερού μέχρι 110°C ή ατμού πιέσεως λειτουργίας μέχρι $0,5\text{at}$ ή θερμού αέρα θερμικής ισχύος μεγαλύτερης από 20000 kcal/h υπάγεται στις διατάξεις των άρθρων 103, 104 και 105 του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού (Γ.Ο.Κ.).

Σύμφωνα με τις διατάξεις αυτές του Γ.Ο.Κ.:

1. Η οριζόντια απόσταση της μπροστινής πλευράς του λέβητα όπου βρίσκεται ο καυστήρας, μέχρι τον απέναντι τοίχο πρέπει να είναι τουλάχιστον $1,50 \text{ m}$ για λέβητες μέχρι 250000 kcal/h και $2,00 \text{ m}$ για λέβητες άνω των 250000 kcal/h .

2. Η οριζόντια απόσταση της πίσω πλευράς του λέβητα, όπου βρίσκεται η έξοδος των καυσαερίων, μέχρι τον απέναντι τοίχο ή την απέναντι πλευρά της καπνοδόχου, πρέπει να είναι 0,75 m για λέβητες μέχρι 250000 kcal/h και 1,00 m για λέβητες άνω των 250000 kcal/h. Αν παρεμβάλλεται κάποια συσκευή (π.χ. καπνοσυλλέκτης) μεταξύ της εξόδου των καυσαερίων από τον λέβητα και της καπνοδόχου, θα πρέπει να υπάρχει ελεύθερη βατή απόσταση γύρω από τη συσκευή 0,80 m.
3. Η οριζόντια πλευρική απόσταση μεταξύ λέβητα και απέναντι τοίχων ή μεταξύ λεβήτων πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,60 m.
4. Το καθαρό ύψος του λεβητοστασίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,10 m για λέβητες με συνολική θερμική ισχύ μέχρι 60000 kcal/h, 2,40 m για λέβητες μεταξύ 60000 kcal/h και 200000 kcal/h και 3,00 m για λέβητες συνολικής θερμικής ισχύος μεγαλύτερης από 200000 kcal/h.
5. Οι πλευρικοί τοίχοι, το δάπεδο και η οροφή του λεβητοστασίου, που πρέπει να είναι ένας σαφώς διαχωρισμένος χώρος, πρέπει να κατασκευάζονται από άκαυστα υλικά ανθεκτικά σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες.
6. Στο δάπεδο του λεβητοστασίου πρέπει να προβλέπεται κατάλληλη αποχέτευση.
7. Απαγορεύεται να βρίσκεται το λεβητοστάσιο κάτω από κλιμακοστάσιο ή φρεάτιο ανελκυστήρα.
8. Πρέπει να προβλέπεται εγκατάσταση πυροπροστασίας σύμφωνα με τις υποδείξεις της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας.
9. Οι πόρτες πρέπει να είναι μεταλλικές και να ανοίγουν προς την κατεύθυνση εξόδου από το λεβητοστάσιο.
10. Το λεβητοστάσιο πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα μεταλλικό παράθυρο προς το ύπαιθρο απευθείας ή με σήραγγα καθαρής επιφάνειας ίσης τουλάχιστον με το 1/12 της επιφάνειας του δαπέδου του λεβητοστασίου.
11. Εφόσον στο λεβητοστάσιο έχομε εγκαταστημένη συνολική θερμική ισχύ πάνω από 250000 kcal/h, τότε πρέπει να προβλεφθούν δύο έξοδοι, αν είναι δυνατόν η μία απέναντι από την άλλη, από τις οποίες η μία θα επικοινωνεί με το ύπαιθρο απευθείας ή με σήραγγα ικανών διαστάσεων για άνετη έξοδο ανθρώπου. Ως έξοδος στο ύπαιθρο μπορεί να θεωρηθεί και το παράθυρο της προηγούμενης παραγράφου, αν είναι ικανοποιητικών διαστάσεων για την έξοδο ανθρώπου και υπάρχει μόνιμη μεταλλική σκάλα πριν από αυτό.
12. Για λόγους αερισμού, κάθε λεβητοστάσιο πρέπει να έχει δύο οπές που να επικοινωνούν με το ύπαιθρο απευθείας ή με σήραγγες. Η μία οπή προορίζεται για την προσαγωγή αέρα και κατασκευάζεται στον τοίχο κοντά στο δάπεδο του λεβητοστασίου. Η διατομή της, όταν τα καύσιμα είναι στρειδά ή υγρά, πρέπει να είναι ίση προς το μισό της συνολικής ελεύθερης διατομής των καπνοδόχων. Για αέρια καύσιμα, η διατομή πρέπει να είναι τόση ώστε να αντιστοιχούν 5 cm² διατομής σε κάθε 1000 kcal/h εγκαταστημένης θερμικής ισχύος και πάντως όχι μικρότερη από 300 cm². Η οπή απαγωγής κατασκευάζεται σε τοίχο και σε θέση κοντά στην οροφή του λεβητοστασίου και πρέπει να έχει διατομή, ανεξάρτητα από το είδος του καυσίμου, ίση προς το 0,25 της συνολικής ελεύθερης διατομής των καπνοδόχων του λεβητοστασίου και πάντως όχι μικρότερη από 200 cm².

Η τελική διάταξη του λέβητα ή των λεβήτων μέσα στο λεβητοστάσιο καθορίζεται και από τη θέση που θα επιλεγεί για την τοποθέτηση των καπνοδόχων.

Αν στο λεβητοστάσιο εγκατασταθεί και παρασκευαστήρας θερμού νερού χρήσεως μπόιλερ (boiler), τότε πλευρικά θα πρέπει να υπάρχει ελεύθερος χώρος τουλάχιστον 0,60 m. Κατά τη διεύθυνση του μήκους του μπόιλερ, από το ένα ή το άλλο μέρος, πρέπει να αφήνεται ελεύθερη απόσταση ίση με το μήκος του, για μια ενδεχόμενη αντικατάσταση ή επισκευή του θερμαντικού του στοιχείου.

7.1.2 Εγκατάσταση (τμήμα) διανομής θερμικής ενέργειας.

Σε μια εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως, όταν ως βασικός φορέας θερμότη-

τας χρησιμοποιείται το Θερμό νερό ή ο ατμός, το τμήμα διανομής της θερμικής ενέργειας είναι **δίκτυο σωληνώσεων**. Όταν πάλι ως βασικός φορέας θερμότητας χρησιμοποιείται ο αέρας, το τμήμα διανομής της θερμικής ενέργειας είναι **δίκτυο αεραγωγών**. Είναι δυνατό να έχομε και συνδυασμό δικτύων σωληνώσεων και αεραγωγών, όταν προβλέπεται η εγκατάσταση κεντρικών μονάδων επεξεργασίας αέρα, η περίπτωση δύμας αυτή συναντάται κυρίως σε εγκαταστάσεις κλιματισμού.

Οι χρησιμοποιούμενοι σωλήνες στα δίκτυα σωληνώσεων είναι κατά περίπτωση χαλυβδοσωλήνες ή χαλκοσωλήνες ή πλαστικοί σωλήνες ή εύκαμπτοι σωλήνες.

Στο τμήμα διανομής της θερμικής ενέργειας ανήκουν και όλα τα αναγκαία εξαρτήματα συγκροτήσεως του δικτύου σωληνώσεων, τα οποία είναι εξαρτήματα συνδέσεως των σωλήνων, αλλαγής κατευθύνσεως, στηρίζεως, παραλαβής συστολοδιαστολών, ελέγχου ροής κλπ. Ακόμη στο τμήμα διανομής της θερμικής ενέργειας, στις περιπτώσεις εξαναγκασμένης κυκλοφορίας του βασικού φορέα θερμότητας, ανήκουν και οι εγκαταστημένοι κυκλοφορητές ή αντλίες.

Το δίκτυο αεραγωγών κατασκευάζεται συνήθως από γαλβανισμένη λαμαρίνα ή από πλαστικό υλικό, κυρίως για κυκλικούς αγωγούς μικρής διατομής.

Στις περιπτώσεις εξαναγκασμένης ροής του αέρα, το τμήμα διανομής της θερμικής ενέργειας σε δίκτυα αεραγωγών συμπληρώνεται με τους ανεμιστήρες.

7.1.3 Τμήμα αποδόσεως της θερμικής ενέργειας.

Το τμήμα αποδόσεως της θερμικής ενέργειας σε μια εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως είναι το σύνολο των θερμοπομπών, δηλαδή, των τερματικών μονάδων, των θερμαντικών σωμάτων ή των θερμαντικών σωλήνων σε περιπτώσεις θερμάνσεως επιφανειών, όπου καταλήγει ο βασικός φορέας θερμότητας μετά από την επεξεργασία του στο λεβητοστάσιο. Οι μονάδες του τμήματος αυτού μεταδίνουν τη θερμική ενέργεια του φορέα θερμότητας στους προς θέρμανση χώρους με μεταφορά ή ακτινοβολία είτε με συνδυασμό των δύο.

Υπάρχουν τριών κατηγοριών τερματικές μονάδες:

- Τερματικές μονάδες νερού.
- Τερματικές μονάδες αέρα.
- Τερματικές μονάδες αέρα-νερού.

Οι τερματικές μονάδες, που αποτελούν στο πλείστο των περιπτώσεων τμήμα κεντρικής κλιματιστικής εγκαταστάσεως, περιγράφονται αναλυτικά σε ιδιαίτερο κεφάλαιο του βιβλίου «Κλιματισμός».

Όλα τα είδη θερμαντικών σωμάτων (κοινά, σωληνωτά, επίπεδα, πτερυγιοφόρων σωλήνων, κονβεκτέρ, μονοσωλήνια κλπ.) θα αναφερθούν με λεπτομέρεια σε επόμενες παραγράφους του βιβλίου αυτού.

7.1.4 Σύστημα ρυθμίσεως και ελέγχου.

Ανάλογα με το μέγεθος, το είδος και την πολυπλοκότητά της, μια εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως, μπορεί να έχει απλούστερο ή συνθετότερο αυτόματο σύστημα ρυθμίσεως και ελέγχου.

Με την εγκατάσταση και λειτουργία ενός αυτόματου συστήματος ρυθμίσεως και ελέγχου εξασφαλίζεται:

α) Η συνεχής ρύθμιση της αποδόσεως όλων των μηχανημάτων και των συσκευών, ώστε να επιτυγχάνεται η ικανοποιητική ανταπόκριση της εγκαταστάσεως στις θερμικές ανάγκες των χώρων που εξυπηρετεί.

β) Ο συνεχής έλεγχος και προστασία της ασφαλούς λειτουργίας των μηχανημάτων της εγκαταστάσεως, με την παρακολούθηση θερμοκρασιών, πιέσεων κλπ. σε διάφορα κρίσιμα σημεία της εγκαταστάσεως (π.χ. θερμοκρασία λέβητα) και τη διατήρησή τους στα κανονικά όρια ή, όταν αυτό δεν είναι δυνατό, με τη θέση σε λειτουργία ασφαλιστικών διατάξεων και συστημάτων ειδοποίησης ως ή συναγερμού.

Περιγραφή συστημάτων ρυθμίσεως και ελέγχου των εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως γίνεται σε επόμενη παράγραφο.

7.2 Διάταξη λέβητα-καυστήρα-καπνοδόχου.

Η διάταξη λέβητα-καυστήρα-καπνοδόχου μέσα στο λεβητοστάσιο αποτελεί, στο σύνολο σχεδόν των εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως, την **καρδιά** του τμήματος παραγωγής της θερμότητας.

Ο λέβητας είναι ένα πιεστικό δοχείο κατάλληλο για να μεταβιβάζει θερμότητα, η οποία παράγεται με καύση ή από ηλεκτρικές αντιστάσεις, σε κάποιο ρευστό. Στις εφαρμογές της κεντρικής θερμάνσεως το ρευστό αυτό είναι νερό ή ατμός. Όταν το θερμαινόμενο μέσο είναι αέρας, τότε δεν πρόκειται για λέβητα, παρόλο που στην Ελλάδα έχει επικρατήσει ο όρος **αερολέβητας***.

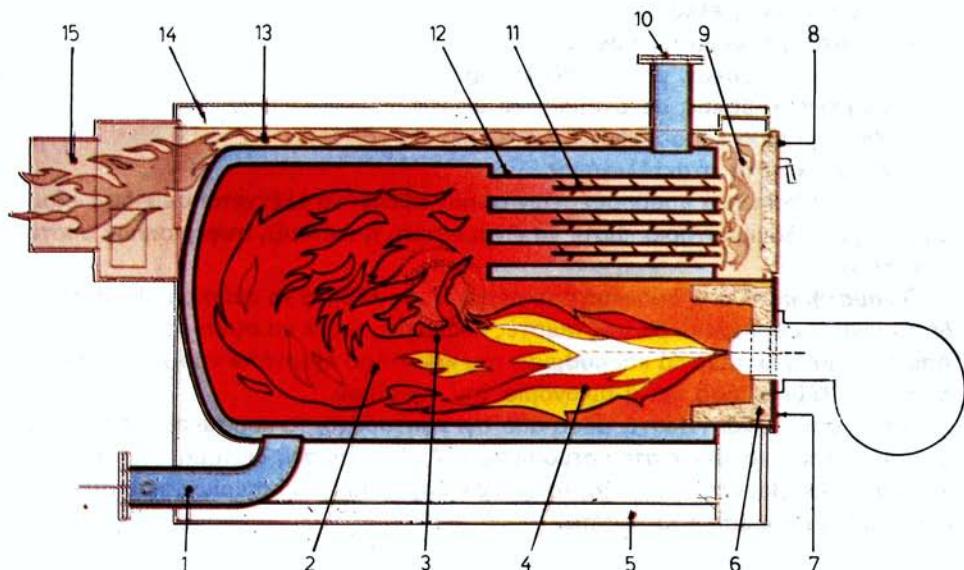
Στο σχήμα 7.2α φαίνεται η τομή ενός σύγχρονου χαλύβδινου λέβητα παραγωγής θερμού νερού με καύση πετρελαίου. Στο σχήμα αυτό διακρίνονται τα βασικά τμήματα που συγκροτούν ένα σύγχρονο τυπικό λέβητα και απεικονίζεται επίσης η διαδικασία παραγωγής θερμότητας, η οποία στη συνέχεια μεταδίνεται στο θερμοφορέα, δηλαδή, στη συγκεκριμένη περίπτωση του σχήματος, στο νερό. Ειδικότερα φαίνεται το σημείο εισόδου του καυσίμου στον προθάλαμο καύσεως, η όλη διαδρομή των καυσαερίων μέχρι το σημείο εξόδου τους προς την καπνοδόχο, ο χώρος κυκλοφορίας του θερμοφορέα, η σωλήνωση εξόδου του θερμού νερού προς την κατανάλωση, καθώς και η σωλήνωση επιστροφής του ψυχρού νερού στο λέβητα μετά την απόδοση της θερμότητάς του.

Ένας όρος που θα χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια, καθώς θα αναφερόμαστε ξεχωριστά στις διάφορες κατηγορίες λέβητων, είναι η **θερμαντική επιφάνεια** ενός λέβητα. Με τον όρο αυτό εννοούμε το σύνολο των επιφανειών ενός λέβητα, διά μέσου των οποίων γίνεται η συναλλαγή της θερμότητας.

Με βάση τα διάφορα χαρακτηριστικά τους, οι λέβητες κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

- α) Με βάση το υλικό κατασκευής:
 - **Χυτοσιδερένιοι λέβητες.**
 - **Χαλύβδινοι λέβητες.**
- β) Με βάση το χρησιμοποιούμενο καύσιμο:
 - **Λέβητες στερεών καυσίμων.**

* Στην αγγλική χρησιμοποιείται ο όρος «furnace» και όχι ο «air-boiler» που θα ήταν ο αντίστοιχος του δίκου μας «αερολέβητας».



Σχ. 7.2a.

Τομή χαλύβδινου λέβητα.

- 1) Επιστροφή νερού. 2) Θάλαμος καύσεως. 3) Θυρίδα ασφάλειας. 4) Προθάλαμος καύσεως. 5) Πλαίσιο βάσεως. 6) Μόνωση θυρίδας καυστήρα. 7) Θυρίδα καυστήρα. 8) Θύρα επιθεωρήσεως και καθαρισμού. 9) Θάλαμος καυσαερίων. 10) Έξοδος θερμού νερού. 11) Στροβιλιστής. 12) Δέσμη αυλών. 13) Απαγωγής καυσαερίων. 14) Μονωτικός μανδύας. 15) Έξοδος καυσαερίων προς καπνοδόχο.

— **Λέβητες υγρών καυσίμων.**

— **Λέβητες αέριων καυσίμων.**

— **Ηλεκτρικοί λέβητες.**

γ) Με βάση τη θερμοκρασία και την πίεση λειτουργίας:

— **Λέβητες χαμηλής πίεσεως.**

— **Λέβητες μέσης και υψηλής πίεσεως.**

δ) Με βάση, τέλος, το θερμό μέσο που παρέχουν:

— **Λέβητες θερμού νερού.**

— **Λέβητες ατμού (ατμολέβητες).**

Παλαιότερα — και αυτό ισχύει για όλους του λέβητες θερμάνσεων — το μέγεθος του λέβητα καθορίζοταν με βάση τη **μέση φόρτιση της θερμαντικής του επιφάνειας**, η οποία ανάλογα με τον τύπο του λέβητα και το είδος του καυσίμου κυμαινόταν μεταξύ 6000-12000 kcal/m² (7-14 kW/m²).

Η εξέλιξη όμως τόσο στο πεδίο της θερμοδυναμικής όσο και στην κατασκευή των λεβήτων έδειξε ότι η εκτίμηση του λέβητα με βάση τη μέση φόρτιση της θερμαντικής επιφάνειας δεν είναι αντιπροσωπευτική.

Έτσι σήμερα απαιτείται από τον κατασκευαστή να καθορίσει και να αναφέρει ο ίδιος τη **θερμαντική ισχύ** του λέβητα με παράλληλη επίτευξη συγκεκριμένων τιμών ή συγκεκριμένων ορίων τιμών για τα παρακάτω μεγέθη:

— Βαθμός αποδόσεως λέβητα.

- Απαιτούμενος ελκυσμός.
- Δυνατότητα υπερφορτίσεως.
- Διάρκεια καύσεως με μειωμένο φορτίο.
- Διάρκεια καύσεως σε ονομαστικό φορτίο.
- Θερμοκρασία καυσαερίων.
- Χωρητικότητα στακτολεκάνης.

Η ικανοποίηση των προϋποθέσεων αυτών πρέπει να ελέγχεται σε ειδικά εξουσιοδοτημένα δοκιμαστήρια, ώστε να είναι εφικτή η επίτευξη συγκρίσιμων αποτελεσμάτων.

Ο **καυστήρας** είναι η συσκευή που παρέχει στο λέβητα το καύσιμο μίγμα, δηλαδή το μίγμα καυσίμου-αέρα στις σωστές αναλογίες, ώστε να συντηρείται η καύση. Από τη σωστή λειτουργία και ρύθμιση του καυστήρα εξαρτάται τόσο η καλή απόδοση του λέβητα όσο και η οικονομία του καυσίμου.

Τέλος, όπως είναι γνωστό, μέσα από την **καπνοδόχο**, τα καυσαέρια οδηγούνται από το θάλαμο καύσεως στην ατμόσφαιρα. Από τη σωστή διατομή της καπνοδόχου και την καθαρότητά της εξαρτάται ο **ελκυσμός** των καυσαερίων, που συντελεί στη σωστή απόδοση του λέβητα.

7.2.1 Χυτοσιδερένιοι λέβητες.

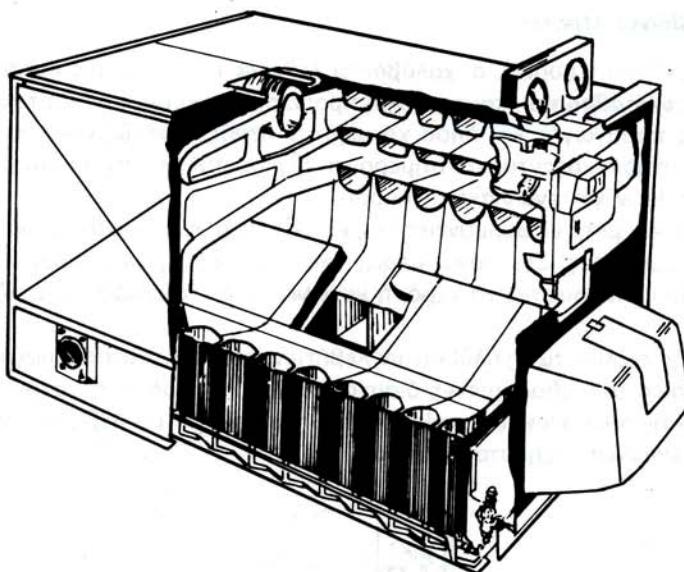
Οι πρώτοι χυτοσιδερένιοι λέβητες κατασκευάστηκαν το 1870. Χρησιμοποιούνται δηλαδή πάνω από ένα αιώνα και λειτουργούσαν αρχικά με καύση στερεών καυσίμων. Σήμερα έχει προχωρήσει σημαντικά η κατασκευή χυτοσιδερένιων λεβήτων, όχι μόνο για στερεά καύσιμα, αλλά και για υγρά και αέρια ή ακόμα και για έναλλακτική καύση. Οι θερμαντικές τους ισχείς φθάνουν μέχρι 3000 kW (2 600 000 kcal/h).

Οι χυτοσιδερένιοι λέβητες (σχ. 7.2β), κατασκευάζονται από ανεξάρτητα ομοιόμορφα χυτοσιδερένια στοιχεία, ενωμένα μεταξύ τους ανθεκτικά και στεγανά, ώστε να αποτελούν ενιαίο σύνολο. Μόνο το πρώτο και το τελευταίο στοιχείο διαφέρουν από τα ενδιάμεσα. Το μέγεθος και ο αριθμός των στοιχείων καθορίζει το μέγεθος και τη θερμαντική ικανότητα του λέβητα. Υπάρχει δυνατότητα — και αυτό αποτελεί πλεονέκτημα των χυτοσιδερένιων λεβήτων — προσθήκης ενός ή περισσότερων στοιχείων, όταν απαιτείται επαύξηση της θερμαντικής ισχύος του λέβητα, ή και αντικαταστάσεώς τους σε περίπτωση βλάβης.

Τα χυτοσιδερένια στοιχεία έχουν εσωτερική κοιλότητα, όπου βρίσκεται το νερό ή ο ατμός που θερμαίνεται. Από την εξωτερική τους πλευρά περνούν τα καυσαέρια που θερμαίνουν.

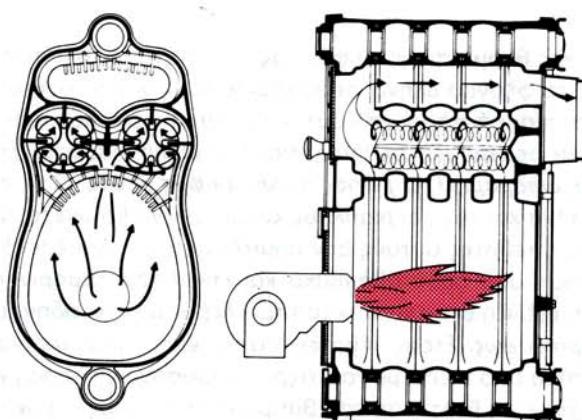
Στους χυτοσιδερένιους λέβητες στερεών καυσίμων, με την τοποθέτηση των στοιχείων σε σειρά, οριζόντια ή συνηθέστερα κάθετα, διαμορφώνονται η σχάρα, το φρεάτιο πληρώσεως για να δεχθεί το καύσιμο, οι διαδρομές των καυσαερίων, το κανάλι συμβολής των καυσαερίων και η στακτολεκάνη. Το πρώτο στοιχείο φέρει τη θυρίδα πληρώσεως και τη θυρίδα περισυλλογής της στάκτης και το τελευταίο τη σύνδεση με τον καπναγωγό.

Χυτοσιδερένιοι λέβητες στερεών καυσίμων κωκ ή κάρβουνου είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και για καύση πετρελαίου ή αερίου, αφού γίνουν σ' αυτούς οι εξής μετατροπές:



Σχ. 7.2β.
Χυτοσιδερένιος λέβητας σε τομή.

- α) Αντικατάσταση του μπροστινού στοιχείου που φέρει την θυρίδα της στάκτης και τη διάταξη τινάγματος της σχάρας με άλλο που θα φέρει πλάκα καυστήρα.
 - β) Πρόσθεση επενδύσεως, από πυρότουβλα ή από άλλο πυρίμαχο υλικό, για προστασία του λέβητα από τοπική υπερθέρμανση και ψύξη της φλόγας, η οποία δημιουργεί αιθάλη. Η επένδυση θα πρέπει να καλύπτει την πλάκα του καυστήρα, το πίσω και τα πλευρικά τοιχώματα του λέβητα, μέχρι τη μέση περίπου, και επίσης τη σχάρα.
- . Βέβαια οι σύγχρονοι λέβητες εναλλακτικής καύσεως κατακευάζονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην απαιτείται αλλαγή του μπροστινού στοιχείου, αλλά απλώς ενός μέρους του εξοπλισμού (σχ. 7.2γ).



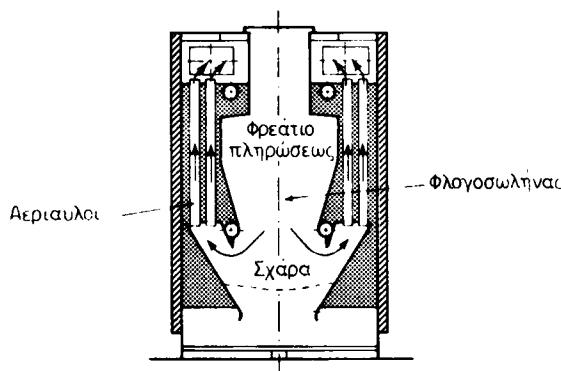
Σχ. 7.2γ.
Χυτοσιδερένιος λέβητας εναλλακτικής καύσεως.

7.2.2 Χαλύβδινοι λέβητες.

Στην αρχική τους μορφή, οι χαλύβδινοι λέβητες ήταν λέβητες **ευκάρσιου βρασμού ή δακτυλιαρθρωτοί** και τους χρησιμοποιούσαν κυρίως σε βιοτεχνίες για τις ανάγκες της παραγωγής και όπου χρειαζόταν ατμός. Χαλύβδινοι λέβητες αυτού του τύπου κατασκευάζονται και σήμερα σε περιορισμένη έκταση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εναλλακτική καύση.

Για μικρές και μέτριες θερμαντικές ισχείς οι χαλύβδινοι λέβητες μοιάζουν με σιδερένιες θερμάστρες. Στο πάνω μέρος του φλογοθάλαμου υπάρχουν σωλήνες, μέσα από τους οποίους περνά νερό, ή κανάλια σε διάταξη κάθετη, οριζόντια ή με κλίση.

Η συνεχής εξέλιξη των χαλύβδινων λεβήτων, οι οποίοι κατασκευάζονται πάντα ως ένα τεμάχιο με καθορισμένες διαστάσεις και ισχύ, οδήγησε στην κατασκευή λεβήτων **φλογοσωλήνων**, οι οποίοι εξελίχθηκαν ακόμη σε λέβητες **φλογοσωλήνων και αεριαυλών** (σχήματα 7.2δ και 7.2ε).

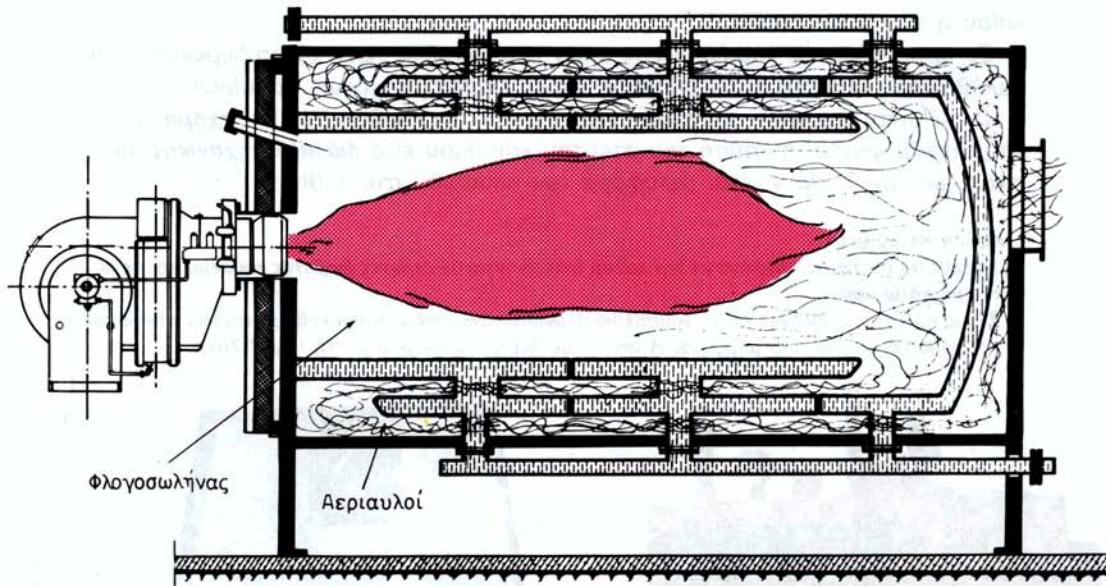


Σχ. 7.2δ.
Χαλύβδινος λέβητας με αεριαυλούς ως μεταθερμαντική επιφάνεια.

Για αύξηση της θερμαντικής επιφάνειας, οι λέβητες φλογοσωλήνων και αεριαυλών εκτός από το φλογοσωλήνα, περιέχουν επίσης δύο ή τρεις ομάδες αεριαυλών, που βρίσκονται πίσω ή πάνω από αυτόν. Τα καυσαέρια οδεύουν με μεγάλη ταχύτητα μέσα στους αεριαυλούς σε απλή, διπλή ή τριπλή διαδρομή (**λέβητες απλής, διπλής ή τριπλής διαδρομής**). Ο χώρος μεταστροφής αποτελεί τη σύνδεση ανάμεσα στο φλογοσωλήνα και τους αεριαυλούς και μπορεί να βρίσκεται μέσα ή έξω από το λέβητα. Για τους λέβητες αυτούς δεν απαιτείται πυρίμαχη επένδυση, αλλά απλώς μια καλή μόνωση από ορυκτοβάμβακα και επένδυση λαμαρίνας.

Η σύγχρονη εξέλιξη στην κατασκευή των λεβήτων έχει οδηγήσει στους λέβητες **με καύση υπερπιέσεως**. Στους λέβητες αυτούς έχομε διασκορπισμό του καυσίμου από τον καυστήρα υπό πίεση με ταυτόχρονη προσαγωγή αέρα με ανεμιστήρα. Σαν αποτέλεσμα έχομε τη βελτίωση του βαθμού αποδόσεως, τη μείωση της διατομής της καπνοδόχου αλλά και τη σημαντική μείωση των διαστάσεων του λέβητα.

Στο σχήμα 7.2δ φαίνεται λέβητας αεριαυλών με κατακόρυφους σωλήνες για μεταθερμαντική επιφάνεια όπως συνήθως συμβαίνει σε λέβητες μικρής ισχύος.



Σχ. 7.2ε.

Χαλύβδινος αεριαυλωτός λέβητας πετρελαίου τριπλής διαδρομής καυσαερίων.

Στο σχήμα 7.2ε δίνεται σχηματική παράσταση οριζόντιου χαλύβδινου λέβητα καύσεως πετρελαίου τριπλής διαδρομής καυσαερίων.

Τα **πλεονεκτήματα** των χαλύβδινων λεβήτων σε σχέση με τους χυτοσιδερένιους είναι:

- Μεγάλη αντοχή στην έλλειψη νερού.
- Μικρότερο βάρος.
- Δυνατότητα επισκευής με συγκόλληση.
- Καταλληλότητα για υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις.
- Μεγαλύτερη ειδική φόρτιση της θερμαντικής επιφάνειας.
- Περισσότερες δυνατότητες διαμορφώσεως στην κατασκευή.
- Μεγαλύτερες θερμαντικές ισχείς.

Τα **μειονεκτήματά** τους είναι:

- Μεγαλύτερος κίνδυνος διαβρώσεως.
- Καμία δυνατότητα επεκτάσεως του λέβητα με προσθήκη στοιχείων.

Οι ισχείς των χαλύβδινων λεβήτων κυμαίνονται από 50000 BTU/h (14,7 kW), και πάνω.

7.2.3 Λέβητες στερεών καυσίμων.

Οι λέβητες στερεών καυσίμων μπορεί να είναι χυτοσιδερένιοι ή χαλύβδινοι. Η παραγωγή τους μόνο για ανάγκες θερμάνσεως είχε σχεδόν εγκαταλειφθεί, αλλά με την ενεργειακή κρίση ήλθαν και πάλι στην επιφάνεια, κυρίως όμως ως λέβητες εναλλακτικής καύσεως, δηλαδή με δυνατότητα μετατροπής τους για καύση πετρε-

λαίου ή αέριου καυσίμου.

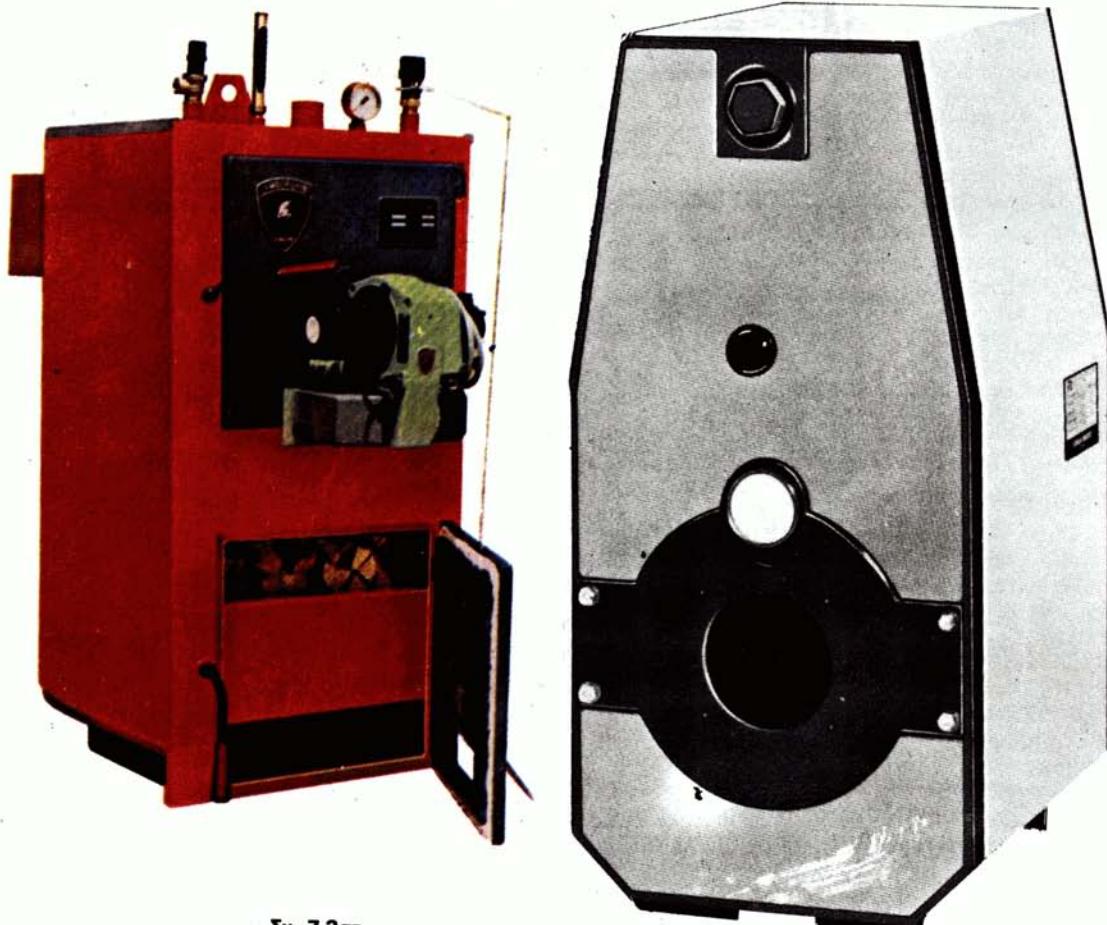
Σε προηγούμενες παραγράφους όπου περιγράψαμε τους χυτοσιδερένιους και χαλύβδινους λέβητες αναφερθήκαμε στους λέβητες στερεών καυσίμων.

Οι λέβητες στερεών καυσίμων είναι δυνατό να διαθέτουν είτε **σχάρα** πάνω στην οποία γίνεται η καύση του στερεού καυσίμου είτε **διάταξη μηχανικής καύσεως**, με την οποία γίνεται μεταφορά του καυσίμου στο λέβητα.

I. Καύση σε σχάρα.

Οι λέβητες με σχάρα, ανάλογα με την καύση διακρίνονται σε **λέβητες διαβατής καύσεως** και σε **λέβητες με κάτω καύση**.

Στους πρώτους οι φλόγες και τα καυσαέρια περνούν πάνω από όλη την επίστρωση του καυσίμου. Η τροφοδοσία γίνεται από μπροστά. Η ισχύς του λέβητα είναι μεταβλητή (σχ. 7.2στ).



Σχ. 7.2στ.

Σύγχρονος χαλύβδινος λέβητας
εναλλακτικής καύσεως.

Σχ. 7.2ζ.

Σύγχρονος χυτοσιδερένιος λέβητας
εναλλακτικής καύσεως.

Στους λέβητες με κάτω καύση τα καυσαέρια περνούν μέσα από πλευρικά κανάλια και οδηγούνται στο κάτω μέρος του χώρου πληρώσεως, όπου δεν συντελείται καύση. Οι λέβητες έχουν σταθερή ισχύ με ψηλό βαθμό αποδόσεως (σχ. 7.2ζ).

Συνήθως οι λέβητες μικρής ισχύος είναι διαβατής καύσεως και οι μεγάλης ισχύος με κάτω καύση. Στους λέβητες με κάτω καύση η τροφοδοσία είναι δυνατό να γίνει και από πάνω, με επιμήκυνση του σχετικού χώρου.

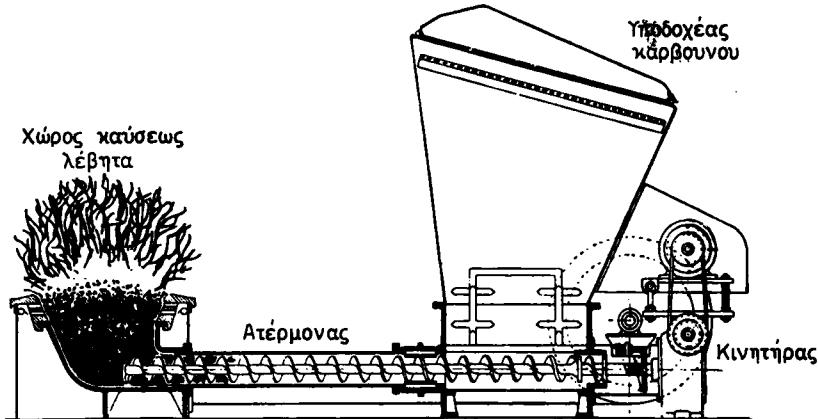
Όταν χρησιμοποιούνται στερεά καύσιμα με πλούσια παραγωγή καυσαερίων, όπως φαιό κάρβουνο ή λεπτοαλεσμένα καύσιμα, τότε, για την πλήρη καύση απαιτείται προσαγωγή και δευτερεύοντα αέρα, ο οποίος αναμιγνύεται με τα καυσαέρια πάνω από τη φλόγα.

Για την **απομάκρυνση της στάκτης** χρησιμοποιούνται συνήθως μηχανικές διατάξεις.

II. Διάταξη μηχανικής καύσεως.

Η αρχή λειτουργίας της καύσεως αυτής είναι η εξής: Ένας κινητήρας κινεί τον ατέρμονα μεταφόρας που μεταφέρει το στερεό καύσιμο από ένα υποδοχέα στο λέβητα. Ο απαιτούμενος αέρας για την καύση, μεταφέρεται μέσα από πλευρικά ανοίγματα ταυτόχρονα, στο χώρο καύσεως, από ανεμιστήρα που παίρνει κίνηση από τον ίδιο κινητήρα που κινεί τον ατέρμονα (σχ. 7.2η). Το στερεό καύσιμο είναι δυνατό να μεταφέρεται απευθείας στο λέβητα χωρίς την παρεμβολή υποδοχέα. Η απομάκρυνση της στάκτης είναι χειροκίνητη. Ένας θερμοστάτης μπορεί να δίνει εντολή για να τεθεί εντός ή εκτός ο κινητήρας του ατέρμονα και του ανεμιστήρα.

Τα πλεονεκτήματα διατάξεων μηχανικής καύσεως είναι η ελάχιστη εργασία χειρισμού, η χρησιμοποίηση λεπτοθυμητισμένου καυσίμου και ο υψηλός βαθμός αποδόσεως. Έχουν βέβαια υψηλότερο κόστος εγκαταστάσεως.



Σχ. 7.2η.

Διάταξη μηχανικής καύσεως με μεταφορέα ατέρμονα και δοχείο στερεών καυσίμων.

Από πλευρά **καυσίμου**, πιο πολύ χρησιμοποιείται το **κωκ**, με το οποίο είναι δυνατή η μακροχρόνια συνεχής καύση και η απλή συντήρηση, δεδομένου ότι έχομε καύση πτωχή σε καυσαέρια.

Σπουδαίο ρόλο στην καύση παίζει το σωστό μέγεθος του κόκκου του καυσίμου.

Οι λέβητες **καύσεως κάρβουνου** απαιτούν προσαγωγή δευτερεύοντα αέρα.

7.2.4 Λέβητες υγρών καυσίμων.

Οι λέβητες υγρών καυσίμων καίνε πετρέλαιο διάφορων τύπων, όπως:

- Τελείως ελαφρύ**, οπότε απαιτείται καυστήρας με εξατμιστή.
- Ελαφρύ**, οπότε δεν απαιτείται προθέρμανση για την καύση.
- Μέσο**, για την καύση του οποίου απαιτείται προθέρμανση.
- Βαρύ**, για τη μεταφορά και την καύση του οποίου απαιτείται προθέρμανση.

Τα πετρέλαια μέσου και βαρέος τύπου χρησιμοποιούνται σήμερα στον τόπο μας για ανάγκες θερμάνσεως μόνο σε βιομηχανικά κτίρια, ενώ έχει απαγορευθεί εντελώς η χρήση τους για θέρμανση κατοικιών.

Οι παλαιότεροι τύποι λεβήτων για καύση πετρελαίου, όπως είδαμε και σε προηγούμενη παράγραφο, ήταν εναλλακτικής καύσεως, δηλαδή λέβητες στερεών καυσίμων που μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και για καύση πετρελαίου με ορισμένες μετατροπές.

Σε σύγκριση με την καύση στερεών καυσίμων η καύση πετρελαίου για τις ανάγκες της κεντρικής θερμάνσεως έχει βασικά πλεονεκτήματα, όπως:

- Δυνατότητα για λεπτομερή ρύθμιση της θερμάνσεως ακόμη και με προγραμματισμό – και κατά συνέπεια οικονομική λειτουργία.
- Άμεση ετοιμότητα λειτουργίας οποιαδήποτε εποχή.
- Εξοικονόμηση χώρου, γιατί δεν απαιτούνται μεγάλοι αποθηκευτικοί χώροι όπως συμβαίνει στα στερεά καύσιμα.
- Ανυπαρξία μηχανισμών για τη μεταφορά του καυσίμου.
- Αποφυγή καπνού και αιθάλης σε ενοχλητικό βαθμό.

Τα πλεονεκτήματα αυτά οδήγησαν στην κατασκευή τύπων λεβήτων ειδικών για καύση πετρελαίου.

Η κατασκευή των λεβήτων αυτών, χυτοσιδερένιων και χαλύβδινων (σχήματα 7.2β και 7.2θ), είναι σε συνεχή εξέλιξη γιατί, παρά την ενεργειακή κρίση από το 1973 και μετά, η καύση πετρελαίου εξακολουθεί να είναι σημαντικά διαδομένη.

Έτσι έχομε συνεχείς και σημαντικές βελτιώσεις σε πολλά χαρακτηριστικά των λεβήτων πετρελαίου, όπως είναι:

- Μείωση του μεγέθους.
- Μείωση του βάρους.
- Αύξηση της μέσης φορτίσεως της θερμαντικής επιφάνειας.
- Αύξηση του βαθμού αποδόσεως.
- Μείωση του χώρου καύσεως.
- Έλλειψη της επενδύσεως της εστίας με πυρίμαχο υλικό.
- Μείωση του κόστους.

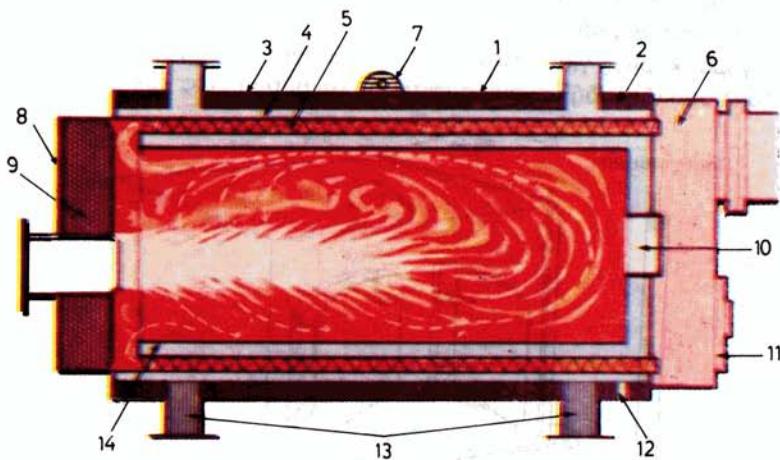
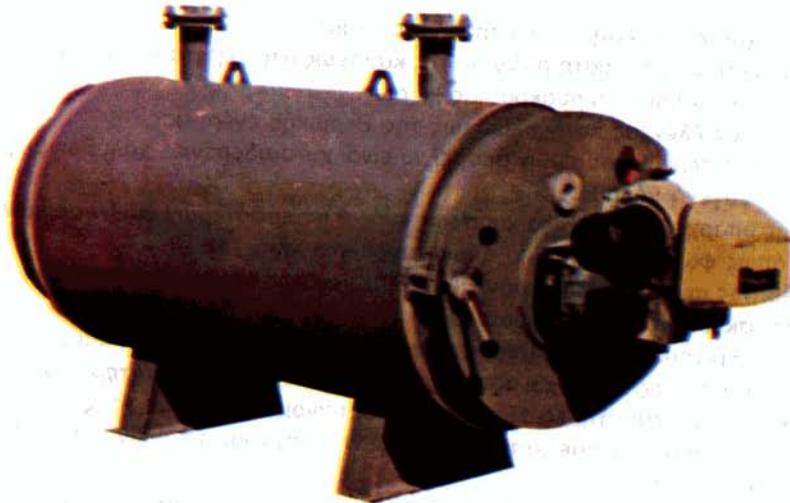
Οι λέβητες πετρελαίου που χρησιμοποιούνται πιο συχνά είναι οι χαλύβδινοι του τύπου **φλογοσωλήνων και αεριαυλών**, με χώρο καύσεως διαμορφωμένο σύμφωνα με την **αρχή της τριπλής διαδρομής** καυσαερίων (σχ. 7.2θ).

Τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα σε λέβητες μέσης και μεγάλης θερμαντικής ισχύος τοποθετούνται **καυστήρες υπερπιέσεως**, για την επίτευξη μεγαλύτερων ταχυτήτων καυσαερίων και κατά συνέπεια μικρότερων θερμαντικών επιφανειών.

7.2.5 Λέβητες αέριων καυσίμων.

Η καύση αερίου σε εγκαταστάσεις κεντρικής θερμάνσεως είναι διαδομένη σε περιοχές όπου υπάρχει δίκτυο πόλεως για την παροχή φυσικού αερίου ή φωταερίου.

Οι λέβητες καύσεως αερίου πιστεύεται ότι θα έχουν συνεχώς και μεγαλύτερη ζήτηση, λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων της χρησιμοποιήσεως του αερίου ως καυσίμου για την εξυπηρέτηση αναγκών κεντρικής θερμάνσεως. Μερικά από



Σχ. 7.28.

Χαλύβδινος λέβητας φλογοσωλήνων και αερισυλών τριπλής διαδρομής καυσαερίων για καύση πετρελαίου.

1) Λαμαρίνα εξωτερικής μονώσεως. 2) Υαλοβάμβακας. 3) Περιβλήμα λέβητα. 4) Αυλοί τρίτης διαδρομής. 5) Στροβιλιστές καυσαερίων. 6) Καπνοθάλαμος. 7) Λαπάτσα αναρτήσεως λέβητα. 8) Πόρτα λέβητα. 9) Πυρίμαχη μόνωση πόρτας. 10) Πυρίμαχη μόνωση αυλού στηρίζεως φλογοσωλήνα. 11) Θύρα καθαρισμού. 12) Στρατασώνα. 13) Βάσεις λέβητα. 14) Περιβλήμα λέβητα.

τα πλεονεκτήματα αυτά, είναι:

- Προστασία περιβάλλοντος (καθαρά καυσαέρια).
- Εξοικονόμηση χώρου λόγω ανυπαρξίας αποθήκης καυσίμων (στερεών ή υγρών).

- Συνεχής και άμεση ετοιμότητα λειτουργίας.
- Ευκολότερη αυτόματη ρύθμιση της καύσεως στο λέβητα και συνεπώς ευκολότερη ρύθμιση θερμοκρασίας χώρων.
- Εύκολος έλεγχος καταναλώσεως της θερμικής ενέργειας.

Οι λέβητες αέριων καυσίμων μπορεί να είναι χυτοσιδερένιοι, χαλύβδινοι, χάλκινοι ή από ευγενή χάλυβα.

Επίσης υπάρχει δυνατότητα καύσεως ενός ή περισσότερων ειδών αέριων καυσίμων, όπως φωταέριο, φυσικό αέριο, υγραέρια κλπ.

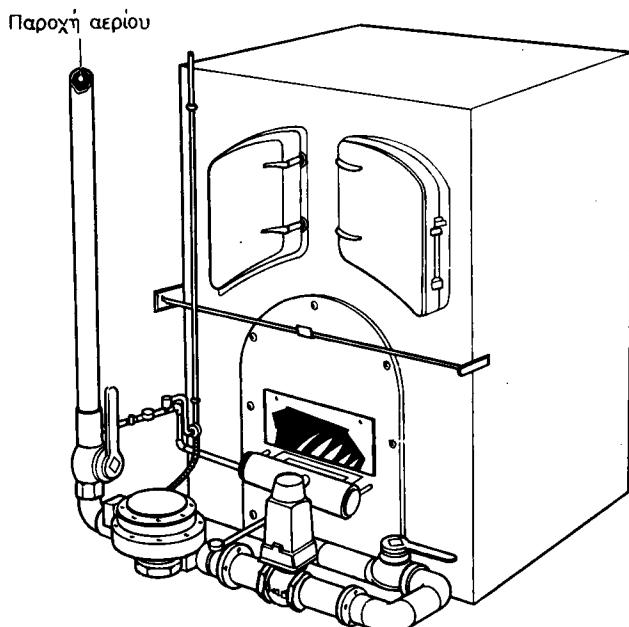
Οι λέβητες αέριου κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τον τύπο κατασκευής του καυστήρα τους.

Έτσι διακρίνομε τους **λέβητες με ατμοσφαιρικούς καυστήρες** ή καυστήρες φυσικού ελκυσμού (σχ. 7.2i), και τους **λέβητες με καυστήρες φυσητήρα** (σχ. 7.2ia)

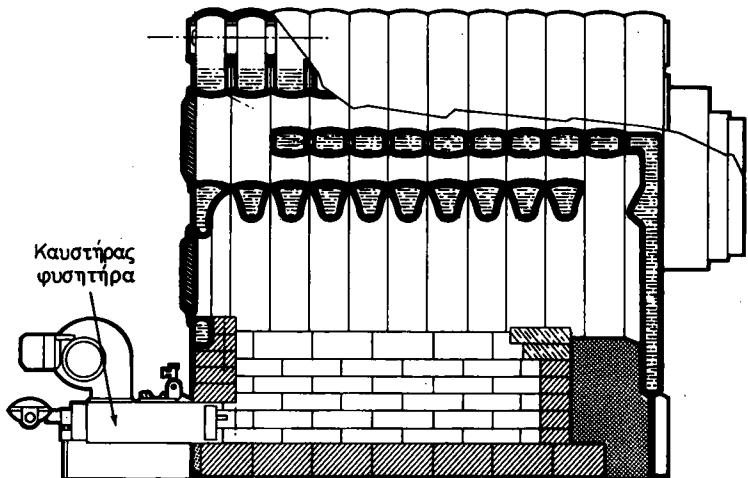
Οι λέβητες με καυστήρες φυσητήρα είναι πανομοιότυποι με τους λέβητες πετρελαίου που περιγράψαμε στην προηγούμενη παράγραφο και είναι βασικά λέβητες μεγάλης ισχύος.

Οι λέβητες με ατμοσφαιρικούς καυστήρες (καυστήρες φυσικού ελκυσμού) είναι κυρίως λέβητες μικρής ισχύος (μέχρι 100 kW). Οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες προτιμούνται στους λέβητες μικρής θερμαντικής ισχύος, λόγω απλής κατασκευής και χαμηλής στάθμης θορύβου.

Στην αγορά, κυρίως για τοποθέτηση σε κουζίνες, προσφέρονται και τύποι, με πλήρη εξοπλισμό (δηλαδή όργανα ασφάλειας και ρυθμίσεως, κυκλοφορητή, δοχείο



Σχ. 7.2i.
Λέβητας αερίου με ατμοσφαιρικό καυστήρα.



Σχ. 7.2ia.
Χυτοσιδερένιος λέβητας αερίου με καυστήρα φυσητήρα.

διαστολής κλπ). Οι τύποι αυτοί χρησιμοποιούνται σε μονοκατοικίες ή σε πολυκατοικίες, όπου επιθυμούμε ανεξάρτητη θέρμανση για κάθε διαμέρισμα.

Για τους λέβητες καύσεως αερίου απαιτούνται ορισμένες αναγκαίες **διατάξεις ασφάλειας**, για την αποφυγή δηλητηριάσεων λόγω διαρροής άκαυστου αερίου ή εκρήξεων. Αυτές είναι:

- Διακόπτης αερίου.
- Ρυθμιστής πιέσεως αερίου.
- Διάταξη αναφλέξεως (με διαρκή φλόγα ή με σπινθηριστή).
- Ελεγκτής φλόγας.
- Αποφρακτική διάταξη ασφάλειας που διακόπτει την προσαγωγή αερίου όταν δημιουργηθεί κάποιο πρόβλημα.

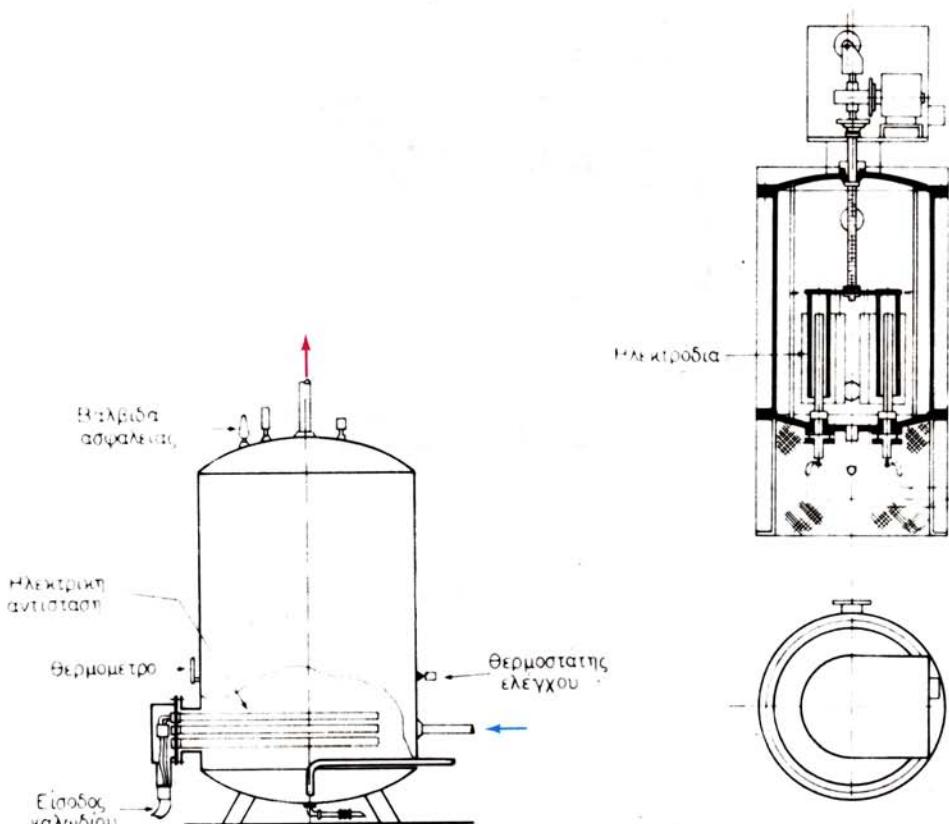
Εξάλλου, για λόγους οικονομικής λειτουργίας, συνίσταται πάντοτε η εγκατάσταση **αυτόματης ρυθμίσεως της θερμοκρασίας χώρου**, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με ποικίλους τρόπους.

Τέλος τονίζομε τον κίνδυνο που υφίσταται στην περίπτωση καύσεως αερίου να υγροποιηθούν οι υδρατμοί μέσα στην καπνοδόχο. Για το λόγο αυτό οι καπνοδόχοι πρέπει να κατασκευάζονται από θερμομονωτικά υλικά, να είναι στεγανές και να έχουν και διάταξη απαγωγής του νερού.

7.2.6 Ηλεκτρικοί λέβητες.

Οι ηλεκτρικοί λέβητες διαφέρουν σημαντικά από όλους τους τύπους λεβήτων που περιγράψαμε μέχρι τώρα, γιατί δεν υπάρχει καύση σ' αυτούς και δεν απαιτείται καπνοδόχος.

Η ηλεκτρική θέρμανση έχει σημαντικά πλεονεκτήματα και πρώτα απ' όλα την προστασία του περιβάλλοντος, η διάδοσή της όμως εξαρτάται από το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος.



Σχ. 7.2ιβ.

Ηλεκτρικός λέβητας με αντιστάση εμβαπτίσεως.

Σχ. 7.2ιγ.

Ηλεκτρικός λέβητας ηλεκτροδίων.

Έχομε δύο τύπους ηλεκτρικών λεβήτων:

- **Ηλεκτρικούς λέβητες με αντιστάσεις εμβαπτίσεως** (σχ. 7.2ιβ).
- **Ηλεκτρικούς λέβητες ηλεκτροδίων** (σχ. 7.2ιγ).

Και στους δύο τύπους ως μέσο εναποθηκεύσεως της θερμότητας χρησιμοποιείται το νερό.

Με τη χρήση ηλεκτρικού λέβητα **με αντιστάσεις εμβαπτίσεως** έχομε **άμεση θέρμανση** του νερού. Το νερό θερμαίνεται μέσα στο λέβητα σε θερμοκρασία μέχρι 110°C . Το είδος αυτό της ηλεκτρικής θερμάνσεως έχει εφαρμογή σε μικρές εγκαταστάσεις (εγκαταστάσεις μικρής ισχύος, π.χ. σε μεμονωμένα διαμερίσματα ή σε μονοκατοικίες). Οι ηλεκτρικοί λέβητες με αντιστάσεις εμβαπτίσεως είναι συνδεμένοι σε δίκτυο χαμηλής τάσεως. Οι εγκαταστάσεις με λέβητες με αντιστάσεις εμβαπτίσεως σπάνια ξεπερνούν σε θερμαντική ισχύ τα 300 kW .

Στους **λέβητες ηλεκτροδίων** (σχ. 7.2ιδ) έχουμε **έμμεση θέρμανση**, με ξεχωριστή ή ξεχωριστές δεξαμενές εναποθηκεύσεως. Δηλαδή το ηλεκτρικό ρεύμα που διέρχεται από ηλεκτρόδιο σε ηλεκτρόδιο περνά μέσα από το ίδιο το νερό, το οποίο συμπεριφέρεται ως ηλεκτρική αντίσταση και θερμαίνεται.



Σχ. 7.2ιδ.

Λέβητας ηλεκτροδίων σε ηλεκτρικό σύστημα αποθηκεύσεως θερμότητας.

Η αντίσταση αυτή εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την αγωγιμότητα του νερού. Η αγωγιμότητα του νερού είναι δυνατό να αυξηθεί με προσθήκη αλάτων με τη χρήση δοσομετρικής αντλίας, ώστε να διοχετεύεται όση ποσότητα αλάτων χρειάζεται.

Φυσικά, στους λέβητες ηλεκτροδίων έχουμε δύο κυκλώματα νερού: Το **πρωτεύον κύκλωμα**, μεταξύ λέβητα και δεξαμενής εναποθηκεύσεως, και το **δευτερεύον κύκλωμα** του νερού θερμάνσεως.

Οι λέβητες ηλεκτροδίων μπορούν να τροφοδοτηθούν από δίκτυο εναλλασσόμενου ρεύματος μέσης τάσεως (6,6-15 kV) και είναι κατάλληλοι για εγκαταστάσεις ισχύος μέχρι 5000 kW ο καθένας.

7.2.7 Λέβητες χαμηλής πιέσεως.

Οι λέβητες χαμηλής πιέσεως κατασκευάζονται, σύμφωνα με τα αμερικάνικα πρότυπα, για μέγιστη πίεση λειτουργίας μέχρι 15 psi (103 kPa) προκειμένου για λέβητες παραγωγής ατμού, και μέχρι 160 psi (1103 kPa) για λέβητες παραγωγής θερμού νερού. Οι λέβητες θερμού νερού περιορίζονται και ως προς τη θερμοκρασία λειτουργίας μέχρι 121°C (250°F). Προβλέπονται αυτοματισμοί και διατάξεις (βαλβίδες) ασφάλειας για τον περιορισμό της θερμοκρασίας και πιέσεως λειτουργίας στα παραπάνω όρια.

Οι λέβητες χαμηλής πιέσεως μπορεί να είναι χυτοσιδερένιοι ή χαλύβδινοι.

7.2.8 Λέβητες μέσης και υψηλής πιέσεως.

Είναι σχεδιασμένοι και κατασκευάζονται για να λειτουργούν πάνω από τα όρια θερμοκρασίας και πιέσεως λειτουργίας των λεβήτων χαμηλής πιέσεως, δηλαδή πάνω από 15 psi (103 kPa) πίεση λειτουργίας για λέβητες παραγωγής ατμού και πάνω από 160 psi (1103 kPa) πίεση λειτουργίας ή 121°C (250°F) θερμοκρασία λειτουργίας για λέβητες παραγωγής θερμού νερού.

Οι λέβητες μέσης και υψηλής πιέσεως κατασκευάζονται από χάλυβα.

7.2.9 Λέβητες θερμού νερού.

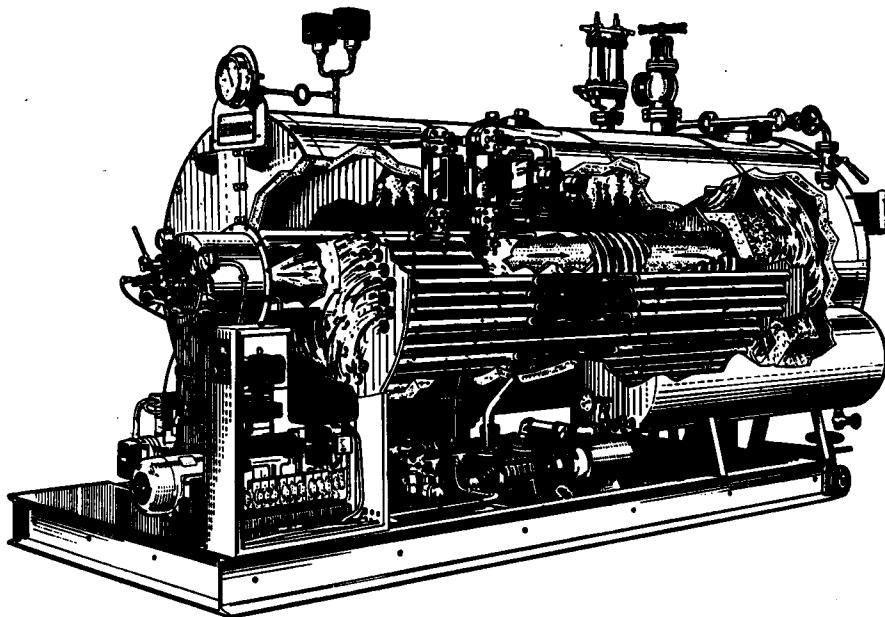
Οι λέβητες θερμού νερού είναι συνήθως χαμηλής πιέσεως και χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις κεντρικής θερμάνσεως χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλειονότητα των λεβήτων θερμού νερού κατασκευάζονται, σύμφωνα με τους αμερικανικούς κανονισμούς, για πίεση λειτουργίας μέχρι 30 psi (207 kPa) και είναι εφοδιασμένοι με βαλβίδα ασφάλειας ρυθμισμένη να ενεργοποιείται στην προαναφερθείσα ή και σε μικρότερη πίεση.

Σε εγκαταστάσεις βέβαια με ανοικτό δοχείο διαστολής, για να εμποδισθούν οι υπερπίεσεις στο λέβητα και στην εγκατάσταση, προβλέπεται η ύπαρξη του σωλήνα ασφάλειας και του σωλήνα πληρώσεως. Όπως ήδη έχομε πει ο πρώτος ξεκινά από το πάνω μέρος του λέβητα και καταλήγει πάνω από το δοχείο διαστολής και ο δεύτερος συνδέει το κάτω μέρος του δοχείου διαστολής με το σωλήνα επιστροφής στο λέβητα.

Χυτοσιδερένιοι λέβητες θερμού νερού κατασκευάζονται, πάντα σύμφωνα με τους αμερικανικούς κανονισμούς, για πίεση λειτουργίας μέχρι 100 psi (689 kPa), ενώ χαλύβδινοι λέβητες για κάθε πίεση λειτουργίας μέχρι 160 psi (1103 kPa).

7.2.10 Ατμολέβητες.

Οι ατμολέβητες (σχ. 7.2ιε) χρησιμοποιούνται σήμερα, πολύ σπάνια, σε εγκαταστάσεις κεντρικής θερμάνσεως. Χρησιμοποιούνται κυρίως για αντικατάσταση λεβήτων σε ήδη υφιστάμενες εγκαταστάσεις, για την παροχή ατμού σε εναλλάκτες θερμότητας θερμού νερού ή σε ψυκτικά συστήματα απορροφήσεως. Οι ατμολέβητες χαμηλής πιέσεως είναι εφοδιασμένοι με βαλβίδα ασφάλειας, η οποία ενεργοποιείται όταν η πίεση λειτουργίας φθάσει το όριο των 15 psi (103 kPa).



Σχ. 7.2ie.
Τομή ατμολέβητα.

7.2.11 Αερολέβητες.

Διακρίνομε δύο τύπους αερολέβητες (σχήματα 7.2ιστ και 7.2ιζ):

- Αερολέβητες καύσεως αερίου.
- Αερολέβητες καύσεως πετρελαίου.

Ένα σύστημα **αερολέβητα καύσεως αερίου** αποτελείται από καυστήρα καύσεως αερίου, εναλλάκτη θερμότητας, σύστημα απαγωγής καυσαερίων και διατάξεις ασφάλειας.

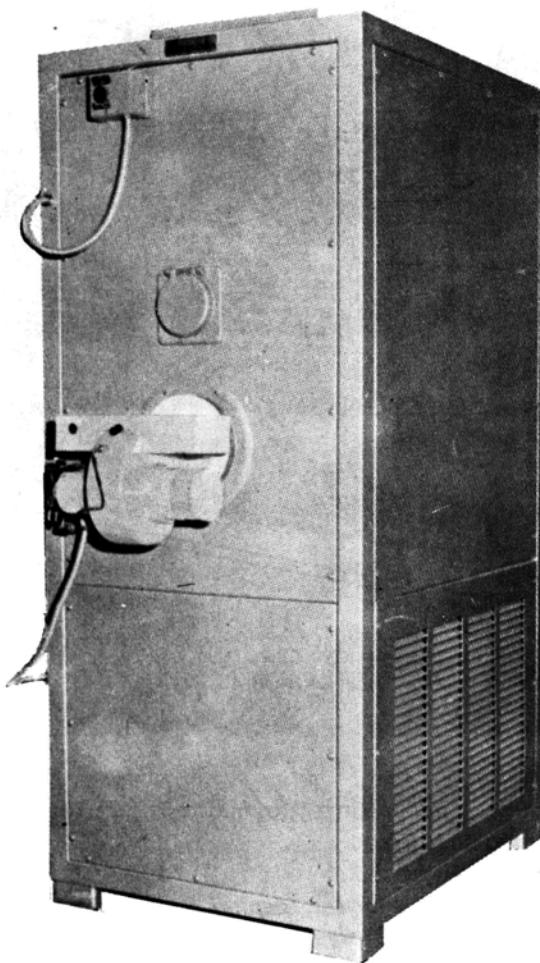
Ο καυστήρας μπορεί να είναι ατμοσφαιρικός ή τύπου φυσητήρα, όπως είδαμε στους λέβητες αέριου καυσίμου.

Τα καυσαέρια, διά μέσου του αγωγού καυσαερίων, οδηγούνται στην καπνοδόχο. Το υλικό κατασκευής του αγωγού καυσαερίων είναι συνήθως αμιαντοτσιμέντο ή επιμολυβδομένη λαμαρίνα. Σε περιπτώσεις εκτεταμένου καπναγωγού μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ανεμιστήρας καυσαερίων.

Οι διατάξεις ασφάλειας προφυλάσσουν το λέβητα και την εγκατάσταση από βλάβες που είναι δυνατό να προέλθουν, από διακοπή παροχής του αερίου, από διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος, από διακοπή της λειτουργίας του ανεμιστήρα για ένα οποιοδήποτε λόγο (έλλειψη αέρα) ή από υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων.

Εξάλλου η οικονομική λειτουργία της εγκαταστάσεως επιβάλλει τη χρήση ενός ρυθμιστή θερμοκρασίας των καυσαερίων.

Στους αερολέβητες αερίου ο ανεμιστήρας, ειδικά όταν έχει ελεύθερη αναρρόφηση, είναι εγκαταστημένος σε άλλο χώρο, για να μην επηρεάζει τη λειτουργία του καυστήρα.



Σχ. 7.2ιστ.
Εξωτερική όψη αερολέβητα.

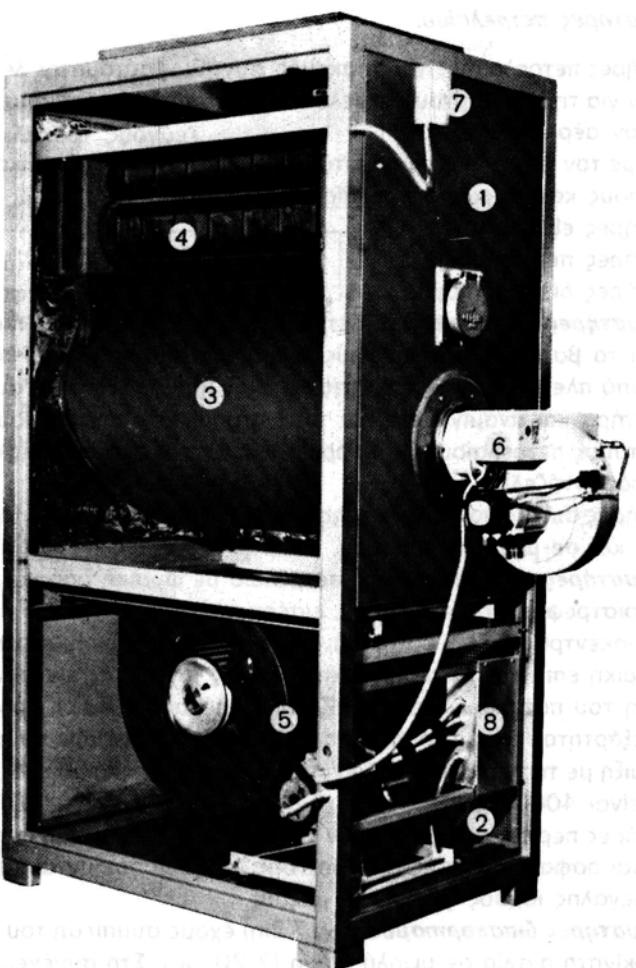
Για τους **αερολέβητες καύσεως πετρελαίου** ισχύουν τα ίδια, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιείται καυστήρας πετρελαίου αντί αερίου οι δε διατάξεις ασφάλειας εδώ συντονίζονται με τον αυτοματισμό καύσεως πετρελαίου.

Επιπλέον προβλέπεται **θερμοστάτης ασφάλειας** για τη διακοπή της λειτουργίας του καυστήρα σε περίπτωση ελλείμεως αέρα ή σε περίπτωση υπερθερμάνσεως του εναλλάκτη θερμότητας. Επίσης προβλέπεται ένας **επιβραδυντικός ηλεκτρονόμος** που θέτει σε λειτουργία τον ανεμιστήρα μετά παρέλευση ορισμένου χρόνου από την έναρξη λειτουργίας του καυστήρα, ώστε να μη μεταφέρεται ψυχρός αέρας στους προς θέρμανση χώρους.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας γενικά επιτυχάνεται μέσω θερμοστάτη χώρου.

Και στις εγκαταστάσεις αερολεβήτων η καπνοδόχος πρέπει να προβλέπεται στη βάση της λεκάνης περισυλλογής συμπυκνωμάτων.

Στους αερολέβητες είναι συνδεμένοι αεραγωγοί (από άκαυστο υλικό) προσαγωγής και επιστροφής από τους προς θέρμανση χώρους.



Σχ. 7.2ιζ.

Οργανικά τρίματα αερολέβητα.

- 1) Πλαίσιο.
- 2) Πλέγματα αναρροφήσεως.
- 3) Θάλαμος καύσεως.
- 4) Δέσμη καπναγωγών - συλλέκτες.
- 5) Τμήμα ανεμιστήρα-ηλεκτροκινητήρα.
- 6) Καυστήρας.
- 7) Διπλός αεροστάτης καυστήρα-ανεμιστήρα.
- 8) Κουτί διανομής καλωδιώσεων.
- 9) Κιβώτιο αναμίξεως - φίλτρα.
- 10) Στόμια διασκορπίσεως αέρα.

Το δίκτυο αεραγωγών δεν είναι συνδεμένο σε δίκτυο ασφάλειας (δοχείο διαστολής κλπ.) όπως είναι συνδεμένα τα δίκτυα σωληνώσεων των λεβήτων.

Οι αερολέβητες δεν αποτελούν μόνο την εγκατάσταση παραγωγής θερμότητας, αλλά αποτελούν συγχρόνως και τη μονάδα επεξεργασίας αέρα.

Οι αερολέβητες χρησιμοποιούνται κυρίως σε κεντρικές εγκαταστάσεις θερμάνσεως μικρής σχετικά ισχύος (σπιτιών, θεάτρων κλπ.).

7.2.12 Καυστήρες πετρελαίου.

Οι καυστήρες πετρελαίου είναι συσκευές, συνήθως αυτόματης λειτουργίας, που χρησιμεύουν για την καύση του πετρελαίου μετά από διασκορπισμό του και ανάμιξή του με τον αέρα καύσεως.

Ανάλογα με τον τρόπο που πραγματοποιείται η παραπάνω διαδικασία, διακρίνομε τρεις τύπους καυστήρων πετρελαίου:

- Καυστήρες εξατμίσεως.
- Καυστήρες περιστροφής.
- Καυστήρες διασκορπισμού.

Στους **καυστήρες εξατμίσεως**, το πετρέλαιο καίγεται σε λεκάνη ή σε κανάλι, που αποτελεί και το βασικό εξάρτημά τους, αφού εξατμισθεί, ενώ ο αέρας καύσεως εισέρχεται από πλευρικά ανοίγματα της λεκάνης ή προσάγεται σ' αυτή με τη βοήθεια ανεμιστήρα και αναμιγνύεται με τους ατμούς του πετρελαίου.

Ο μόνος τύπος πετρελαίου που μπορεί να καεί στους καυστήρες εξατμίσεως είναι ο ελαφρός (ντήζελ).

Οι καυστήρες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε λέβητες μικρής ισχύος, σε θερμάστρες και σε μικρά αερόθερμα.

Στους **καυστήρες περιστροφής** το πετρέλαιο με φυσική ροή και μέσα από ένα γρήγορα περιστρεφόμενο κενό άξονα, εισέρχεται σε ένα ανοικτό κύπελλο (ποτήρι). Με φυγοκέντρηση του ποτηριού, το πετρέλαιο διαμοιράζεται ομοιόμορφα στην εσωτερική επιφάνεια και, λόγω της υψηλής ταχύτητας εκσφενδονισμού του από τα χείλη του ποτηριού, διασκορπίζεται. Ο αέρας καύσεως προσάγεται με τη βοήθεια ανεξάρτητου ανεμιστήρα μέσα από σωλήνα στο χώρο καύσεως, όπου γίνεται η ανάμιξη με το πετρέλαιο. Η μέγιστη παροχή πετρελαίου ενός καυστήρα περιστροφής είναι 4000 kg/h.

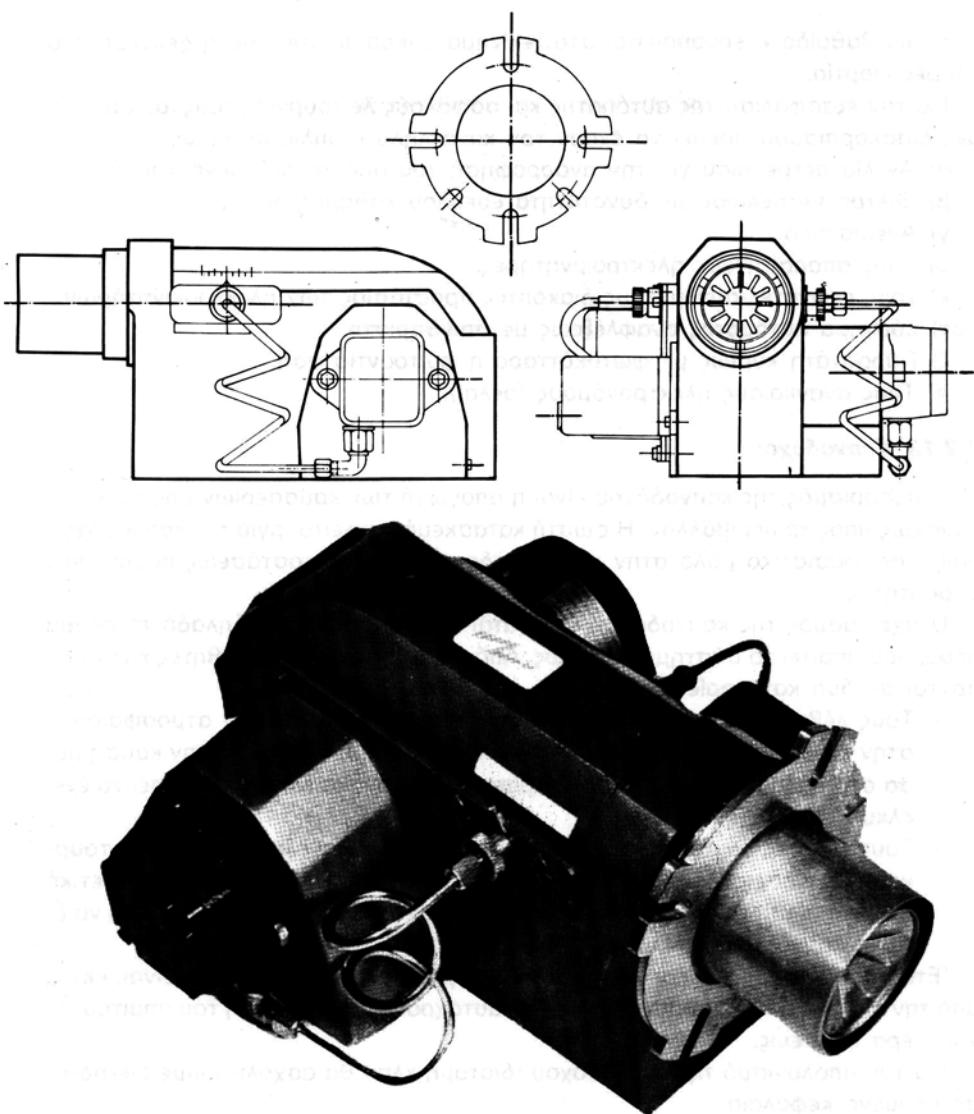
Οι καυστήρες περιστροφής μπορούν να κάψουν διάφορα είδη πετρελαίου. Είναι ανθεκτικοί και ασφαλείς στη λειτουργία τους. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος για καύση μαζούτ.

Στους **καυστήρες διασκορπισμού** (σχ. 7.2ιη) έχομε συμπίεση του πετρελαίου με μία ηλεκτροκίνητη αντλία σε υψηλή πίεση (7-20 bar). Στη συνέχεια το πετρέλαιο οδηγείται σε ακροφύσιο διασκορπισμού (μπεκ), όπου διασκορπίζεται σε λεπτότατα σταγονίδια και λόγω της υψηλής θερμοκρασίας εξατμίζεται. Ταυτόχρονα, προσάγεται ο αέρας καύσεως μέσω ανεμιστήρα χαμηλής πιέσεως στο ακροφύσιο διασκορπισμού, όπου γίνεται η ανάμιξη με το νέφος του πετρελαίου. Η ανάφλεξη του μίγματος επιτυγχάνεται με σπινθήρα υψηλής τάσεως και έχομε καύση όσο χρόνο τροφοδοτείται πετρέλαιο και αέρας.

Από τα διάφορα είδη καυστήρων διασκορπισμού, οι σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιούμενοι σήμερα στις εγκαταστάσεις κεντρικής θερμάνσεως είναι εκείνοι του διασκορπισμού πετρελαίου υψηλής πιέσεως. Συνήθως κατασκευάζονται σε σχήμα πιστολιού (gun-type burner).

Οι καυστήρες διασκορπισμού είναι κατάλληλοι για καύση διάφορων τύπων πετρελαίου.

Επειδή όμως το ακροφύσιο διασκορπισμού (μπεκ) έχει πολύ μικρό άνοιγμα στις υψηλές πιέσεις, θα πρέπει το πετρέλαιο, φθάνοντας σ' αυτό, να είναι πολύ λεπτόρευστο. Έτσι, όταν χρησιμοποιείται βαρύ πετρέλαιο (μαζούτ), αυτό θα πρέπει να



κακότην αποδεικνύεται ότι προστατεύεται αρχικά από την προστασία της υγραερούλωσης και μετά από την προστασία της διασκορπίσης. Σχ. 7.2η. Φωτοφωτογραφία της εξωτερικής όψης και σχηματική παράσταση της καυστήρα διασκορπισμού.

Σχ. 7.2η. Σχηματική παράσταση και εξωτερική όψη καυστήρα διασκορπισμού.

Σε λέβητες μεγάλης ισχύος (πάνω από 100 kW), για καλύτερη ρύθμιση χρησιμοποιούνται διβάθμιοι καυστήρες με ένα ή δύο ακροφύσια διασκορπισμού.

Η μια βαθμίδα ενεργοποιείται στο ξεκίνημα (μικρό φορτίο) και η δεύτερη στο πλήρες φορτίο.

Για την εξασφάλιση της αυτόματης και ασφαλούς λειτουργίας τους, οι καυστήρες διασκορπισμού πρέπει να έχουν τον κατάλληλο εξοπλισμό, όπως:

- α) Αντλία πετρελαίου για την αναρρόφησή του από τη δεξαμενή καυσίμου.
- β) Φίλτρο πετρελαίου με δυνατότητα εύκολου καθαρισμού.
- γ) Ανεμιστήρα.
- δ) Τους απαραίτητους ηλεκτροκινητήρες.
- ε) Τους εκκινητές-αυτόματους διακόπτες προστασίας των ηλεκτροκινητήρων.
- στ) Σύστημα αυτόματης αναφλέξεως με σπινθηριστή.
- ζ) Πυροστάτη κυρίως με φωτοκύτταρο ή φωτοαντίσταση.
- η) Τους αναγκαίους ηλεκτρονόμους (ρελαί).

7.2.13 Καπνοδόχοι.

Ο προορισμός της καπνοδόχου είναι η απαγωγή των καυσαερίων από το χώρο καύσεως προς το περιβάλλον. Η σωστή κατασκευή και λειτουργία της καπνοδόχου παίζει αποφασιστικό ρόλο στην καλή απόδοση μιας εγκαταστάσεως παραγωγής θερμότητας.

Ο σχεδιασμός της καπνοδόχου εξαρτάται από τον **ελκυσμό**, δηλαδή το ρεύμα αέρα, που απαιτεί το σύστημα καύσεως. Από αυτή την άποψη, οι λέβητες κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

- Τους λέβητες που απαιτούν **αρνητική πίεση** (κάτω από την ατμοσφαιρική) στην έξοδό τους, ώστε να έλκεται ο αέρας που χρειάζεται για την καύση μέσα στο θάλαμο καύσεως. Στην περίπτωση αυτή η καπνοδόχος πρέπει να έχει ελκυσμό.
- Τους λέβητες με **σύστημα καύσεως εξαναγκασμένου ελκυσμού** που λειτουργούν σε πιέσεις μεγαλύτερες από την ατμοσφαιρική και έχουν αρκετή θετική στατική πίεση στην έξοδο της καπνοδόχου, έτσι ώστε να μη χρειάζεται να έχει η καπνοδόχος ελκυσμό.

Έτσι, προορισμός της καπνοδόχου σε λέβητες με φυσικό ελκυσμό είναι, εκτός από την απαγωγή των καυσαερίων, και η ταυτόχρονη αναρρόφηση του απαιτούμενου αέρα καύσεως.

Για τον υπολογισμό της καπνοδόχου (διατομή κλπ.) θα ασχοληθούμε διεξοδικά σε επόμενο κεφάλαιο.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι κατασκευής της καπνοδόχου και μπορούμε να διακρίνουμε κτιστές καπνοδόχους από τούβλα ή πυρότουβλα σοβατισμένα εξωτερικά, τυποποιημένες από ειδικά σπανδυλωτά τεμάχια από κισσηρομπετόν, χαλύβδινες κλπ.

Η κατασκευή της καπνοδόχου πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται υψηλή θερμοκρασία καυσαερίων μέσα σ' αυτή. Για καύση πετρελαίου, η θερμοκρασία αυτή πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 190°C. Σε αντίθετη περίπτωση θα εμφανισθούν φαινόμενα διαβρώσεως των επιφανειών του λέβητα. Αυτό συμβαίνει γιατί το πετρέλαιο περιέχει θείο (S) και κατά την καύση του παράγεται διοξείδιο του θείου (SO_2), μέρος του οποίου οξειδώνεται σε τριοξείδιο του θείου (SO_3) το οποίο με την παρουσία νερού δημιουργεί θειικό οξύ (H_2SO_4). Το θειικό οξύ συμ-

πικνώνεται σε ψυχρές επιφάνειες όταν η θερμοκρασία είναι κάτω από το σημείο δρόσου (120° - 180° C) και προσβάλλει τα μέταλλα. Είναι σκόπιμο λοιπόν η καπνοδόχος να διατηρείται θερμή και κατά συνέπεια **να τοποθετείται εσωτερικά στο κτίριο.**

Ο καπναγωγός που συνδέει το λέβητα με την καπνοδόχο πρέπει να είναι μικρός, όχι μεγαλύτερος από το $\frac{1}{4}$ του ολικού ύψους της καπνοδόχου. Ο καπναγωγός μπορεί να είναι κτιστός ή τσιμεντένιος ή από λαμαρίνα πάχους 3-5 mm, μονωμένος από την υγρασία και η σύνδεσή του με την καπνοδόχο πρέπει να γίνεται με κλίση (γωνία 45°) κατά την κατεύθυνση της ροής. Πρέπει να προβλέπονται θυρίδες καθαρισμού της καπνοδόχου και του καπναγωγού. Δεν συνιστάται η υπόγεια τοποθέτηση του καπναγωγού.

Καθόλο το ύψος της καπνοδόχου σκόπιμο είναι να αποφεύγονται οι διάφορες καμπύλες και γωνίες. Το ύψος της καπνοδόχου είναι σχετικό με το ύψος του κτηρίου. Πάντως η καπνοδόχος πρέπει να εκτείνεται τουλάχιστον 0,5 m πάνω από το στηθαίο της ταράτσας.

Γενικά για την κατασκευή της καπνοδόχου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι διατάξεις για την προστασία του περιβάλλοντος, γιατί προορισμός της είναι να απομακρύνει τα συστατικά ρυπάνσεως του αέρα, δύση γίνεται ψηλότερα από την επιφάνεια της γης. Το ύψος της λοιπόν πρέπει γενικά να είναι μεγαλύτερο από τη μέση στάθμη του κτιστού περιβάλλοντος της περιοχής γύρω από την καπνοδόχο.

Τα καλύμματα των καπνοδόχων πρέπει να έχουν τέτοια μορφή, ώστε να εξουδετερώνουν την επίδραση του ανέμου ή να εκμεταλλεύονται τον άνεμο για την αύξηση του ελκυσμού.

Για κάθε λέβητα στερεών ή υγρών καυσίμων είναι σκόπιμο να προβλέπεται ανεξάρτητη καπνοδόχος. Κατά την καύση αερίου μπορούν να συνδεθούν περισσότεροι λέβητες σε κοινή καπνοδόχο.

7.2.14 Απώλειες και αποδόσεις της διατάξεως λέβητα-καυστήρα-καπνοδόχου.

Στις εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων, κατά την καύση ενός καυσίμου, δεν μεταφέρεται στο βασικό φορέα θερμότητας όλη η θερμική ενέργεια που παράγεται στο λέβητα. Έτσι, λόγω των απωλειών, αποδίδεται στους χώρους που θερμαίνονται λιγότερη θερμότητα από εκείνη που μπορεί να δόση το καύσιμο.

Ο **βαθμός αποδόσεως** ενός λέβητα, η_L , ορίζεται ως:

$$\eta_L = \frac{Q_L}{Q_K} = \frac{Q_L}{m_K \cdot (K.T.I.)}$$

όπου: Q_L η ισχύς του λέβητα (kW)

Q_K η θερμότητα που αποδίδεται από το καύσιμο (kW)

m_K η παροχή μάζας του καυσίμου (kg/s)

(K.T.I.) η κατώτερη θερμαντική ικανότητα του καυσίμου (kJ/kg).

Οι απώλειες που εμφανίζονται κατά την καύση, έχουν ήδη αναφερθεί στην παράγραφο 3.2.2. Η μεθοδολογία μετρήσεως του βαθμού αποδόσεως των λεβήτων καθορίζεται από τα πρότυπα των διάφορων χωρών (και στην Ελλάδα από τον ΕΛΟΤ - Βλέπε Παράρτημα Γ').

Ο ονομαστικός βαθμός αποδόσεως του λέβητα, που μετριέται σύμφωνα με τα

υπάρχοντα πρότυπα, είναι μεγαλύτερος από το βαθμό αποδόσεως της λειτουργίας του συστήματος λέβητα-καυστήρα-καπνοδόχου, ο οποίος αναφέρεται σε κάποιο χρονικό διάστημα, κυρίως σε μια θερμαντική περίοδο και μας παρέχει πληροφορίες για την οικονομική λειτουργία της εγκαταστάσεως. Κι αυτό γιατί κατά τη διάρκεια λειτουργίας θα πρέπει να προστεθούν στις απώλειες του λέβητα, που ήδη αναφέραμε, και άλλες απώλειες, όπως π.χ. απώλειες αναθερμάνσεως, απώλειες διακοπόμενης λειτουργίας του καυστήρα κλπ.

Οι μέσοι βαθμοί αποδόσεως λεβήτων ανάλογα με την ισχύ τους και για καύση πετρελαίου ή αερίων κυμαίνονται μεταξύ 85% και 92% (πίνακας 7.2.1). Οι μέσοι ολικοί βαθμοί αποδόσεως της λειτουργίας του συστήματος λέβητα - καυστήρα - καπνοδόχου, κυμαίνονται αντίστοιχα μεταξύ 71% και 82% (πίνακας 7.2.2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2.1
Μέσοι βαθμοί αποδόσεως λεβήτων

Ισχύς λέβητα MW	Βαθμός αποδόσεως (%)	
	Κάρβουνο και κωκ	Πετρέλαιο και αέριο
< 0,05	76 – 78	85 – 86
0,05 – 0,1	77 – 80	86 – 87
0,1 – 0,4	80 – 83	87 – 88
0,4 – 1,0	82 – 85	88 – 90
1,0 – 5,0	85 – 87	90
5,0 – 10,0	86 – 88	91
>10,0	87 – 89	92

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2.2
Μέσοι ολικοί βαθμοί αποδόσεως συστημάτων καύσεως για θέρμανση

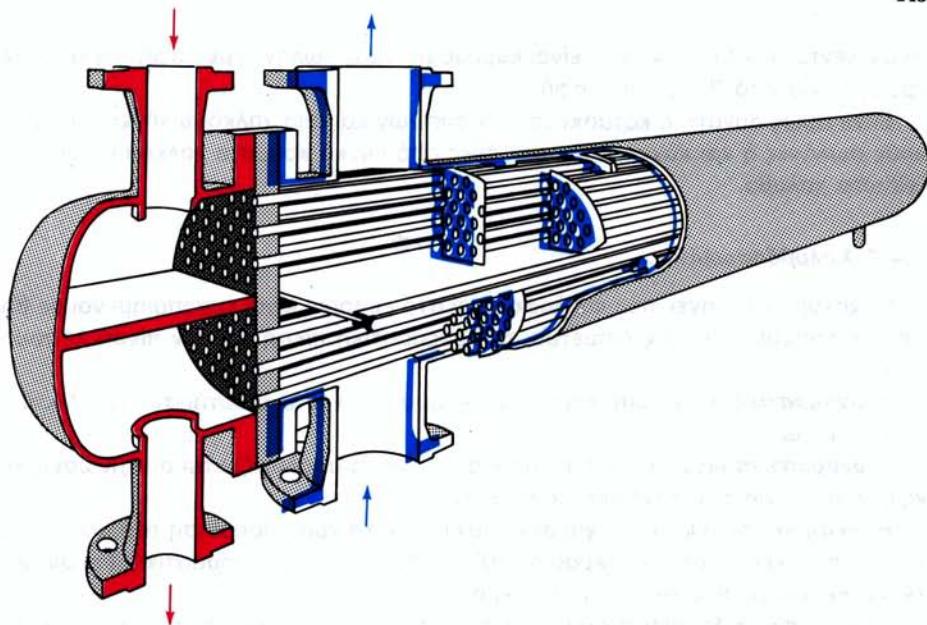
Ισχύς λέβητα MW	Βαθμός αποδόσεως (%)	
	Κάρβουνο και κωκ	Πετρέλαιο και αέριο
<0,05	66	71
0,05 – 0,1	70	73
0,1 – 0,5	71	75
0,5 – 1,0	73	76
1,0 – 5,0	76	78
5,0 – 10,0	78	80
>10,0	80	82

7.3 Εναλλάκτες Θερμότητας.

Εναλλάκτης θερμότητας είναι κάθε συσκευή στην οποία πραγματοποιείται μετάδοση θερμότητας από ένα ρευστό σε κάποιο άλλο. Στις εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων ειδικότερα, εναλλάκτη θερμότητας λέμε τη συσκευή όπου γίνεται εναλλαγή θερμότητας ανάμεσα σε ατμό, θερμό νερό ή υπέρθερμο νερό.

Τρία είναι τα βασικά τμήματα ενός εναλλάκτη θερμότητας (σχ. 7.3):

- Το εξωτερικό κέλυφος από χυτοσίδηρο ή ατσάλι.



Σχ. 7.3.

Τομή εναλλάκτη Θερμότητας δύο ρευστών (το «μπλε» ρευστό κυκλοφορεί γύρω από τους σωλήνες και το «κόκκινο» ρευστό μέσα στους σωλήνες).

- Το εσωτερικό που απαρτίζεται από δέσμη σωλήνων μεταδόσεως Θερμότητας.
 - Τους θαλάμους εισόδου και εξόδου του θερμαντικού μέσου.
- Άλλα εξαρτήματα του εναλλάκτη Θερμότητας είναι οι βάσεις (χαλύβδινες ή χυτοσιδερένιες), επένδυση από μαύρη λαμαρίνα, μόνωση με θερμομονωτικό υλικό και ρυθμιστής Θερμοκρασίας.

Υπάρχουν εναλλάκτες Θερμότητας οριζόντιου και κατακόρυφου τύπου. Αυτός του σχήματος 7.3 είναι οριζόντιου τύπου.

Στο μεγαλύτερο ποσοστό οι εναλλάκτες Θερμότητας κατασκευάζονται ως συσκευές **αντίθετης ροής**. Δηλαδή, το ένα ρευστό κυκλοφορεί μέσα στον εναλλάκτη, σε αντίθετη φορά από ότι το άλλο, όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.3.

Ο υπολογισμός της Θερμικής ισχύος και κατ' επέκταση της απαιτούμενης Θερμαντικής επιφάνειας ενός εναλλάκτη, γίνεται με βάση τις εξισώσεις της μεταδόσεως Θερμότητας για διάφορες συνθήκες λειτουργίας (παροχή, είδος ροής, θερμοκρασία κλπ.). Οι διάφορες ισχείς δίνονται από καμπύλες που παρέχονται από τον κατασκευαστή. Πάντως οι υπολογισμοί Θερμικής ισχύος θα πρέπει να γίνονται με μεγάλο συντελεστή ασφάλειας και να λαμβάνονται υπόψη η δημιουργία, με τον καιρό, λεβητόλιθου ή κάποια επικάθιση ακαθαρσιών, τα οποία μειώνουν την απόδοση του εναλλάκτη.

7.4 Δίκτυα σωληνώσεων.

Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των δικτύων εγκαταστά-

σεων κεντρικών θερμάνσεων είναι κυρίως χαλυβδοσωλήνες με ραφή ή, για διαμέτρους πάνω από 2", χωρίς ραφή.

Είναι όμως δυνατή η κατασκευή των δικτύων και από χαλκοσωλήνες ή πλαστικούς σωλήνες ή και εύκαμπτους σωλήνες από ειδικά κράματα χαλκού ή από ανοξείδωτο χαλυβά.

7.4.1 Χαλυβδοσωλήνες.

Οι χαλυβδοσωλήνες που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι τυποποιημένοι με βάση την ονομαστική τους διάμετρο, την ονομαστική πίεση και την πίεση λειτουργίας.

Η **ονομαστική διάμετρος** χαρακτηρίζει ουσιαστικά τα εξαρτήματα του δικτύου σωληνώσεων.

Η **ονομαστική πίεση** είναι η πίεση για την οποία υπολογίζονται σωληνώσεις και εξαρτήματα, για την κανονική λειτουργία.

Η **πίεση λειτουργίας** είναι χαρακτηριστική για τη χρησιμοποίηση του υλικού και, για μια συγκεκριμένη θερμοκρασία (20°C), ισούται με την ονομαστική. Για υψηλότερες θερμοκρασίες είναι γενικά μικρότερη.

Τέλος η **πίεση δοκιμής ή ελέγχου** αφορά τη δοκιμασία του υλικού από τον κατεκευαστή και είναι πολλαπλάσια της ονομαστικής.

Οι χαλυβδοσωλήνες μπορεί να είναι ελαφρού, βαρέος ή υπερβαρέος τύπου, να είναι με ραφή ή χωρίς ραφή ή ακόμα να είναι ακρίβειας για ειδικές χρήσεις.

Υπάρχουν πίνακες όπου προδιαγράφονται οι διάφοροι τύποι χαλυβδοσωλήνων σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα.

7.4.2 Χαλκοσωλήνες.

Οι χαλκοσωλήνες κυκλοφορούν στο ελεύθερο εμπόριο είτε μαλακοί σε κουλούρες είτε σκληροί σε ράβδους. Σε κουλούρες βέβαια τους βρίσκομε μόνο για διαμέτρους μικρότερες από 22 mm.

Οι χαλκοσωλήνες χρησιμοποιούνται όλοι και σε μεγαλύτερη κλίμακα, σε μικρές κυρίως εγκαταστάσεις, επειδή αντέχουν περισσότερο στη διάβρωση, έχουν μεγαλύτερη ευκολία στη συναρμολόγηση και οι απώλειες, λόγω τριβών στο εσωτερικό τους είναι μικρότερες από ό,τι στους χαλυβδοσωλήνες.

Οι διαστάσεις επίσης των χαλκοσωλήνων είναι τυποποιημένες.

7.4.3 Πλαστικοί σωλήνες.

Η χρησιμοποίηση πλαστικών σωλήνων δεν είναι συνήθης στις εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων, τουλάχιστον προς το παρόν. Και αυτό γιατί η θερμοκρασία του θερμού νερού που κυκλοφορεί μέσα σ' αυτούς δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από 80°C .

Έχομε πολλούς τύπους πλαστικών σωλήνων όπως:

- Σωλήνες χλωριδίου του πολυβινυλίου (σωλήνες PVC).
- Σωλήνες πολυαιθυλενίου (σωλήνες PE).
- Σωλήνες πολυπροπυλενίου.

Με την προβλεπόμενη βελτίωση του υλικού, υπάρχουν προοπτικές για χρησιμοποίησή τους στο μέλλον σε μεγαλύτερη κλίμακα, γιατί είναι ιδιαίτερα ανθεκτικοί στη διάβρωση και παρουσιάζουν μικρές τριβές στη ροή του θερμού νερού.

7.4.4 Εύκαμπτοι σωλήνες.

Και οι σωλήνες αυτοί έχουν περιορισμένη χρήση σε δίκτυα θερμού νερού ή ατμού στις εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων. Κατασκευάζονται ή από κράματα χαλκού ή από ανοξείδωτο χάλυβα. Είναι σωλήνες χωρίς ραφή με κυματισμούς αραιούς ή πυκνούς που δημιουργούνται με εξέλαση. Οι συνθήκες του δίκτυου από πλευρά πιέσεως λειτουργίας, καθορίζουν το μέγεθος του κυματισμού και το πάχος των τοιχωμάτων των σωληνώσεων. Σε περίπτωση που προβλέπεται χρήση τους υπό συνθήκες πολύ υψηλών πιέσεων, χρησιμοποιούνται εύκαμπτοι σωλήνες που περιβάλλονται με πλέγμα από χαλύβδινο ή ορειχάλκινο σύρμα. Τεμάχια εύκαμπτων σωλήνων χρησιμοποιούνται ως αντικραδασμικά τεμάχια, για την αποφυγή της μεταφοράς των κραδασμών αντλιών ή άλλων μηχανημάτων προς το δίκτυο των σωλήνων.

7.4.5 Συνδέσεις και στήριξη των σωλήνων.

Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των οωλήνων κατασκευάζονται κυρίως από μαλακό χυτοσίδηρο και, σε περιορισμένη κλίμακα, από χάλυβα, ορείχαλκο ή χαλκό.

Για την κατ' άξονα σύνδεση σωλήνων χρησιμοποιούνται οι **μούφες** (σχ. 7.4α) με δεξιό σπείρωμα ή με δεξιό και αριστερό σπείρωμα και με αντίστοιχο σπείρωμα στους σωλήνες. Σε περίπτωση συνδέσεως σωλήνων με διαφορετική διάμετρο, χρησιμοποιούνται **συστολικές μούφες**.



(α)



(β)



(γ)

Σχ. 7.4α.

Μούφες.

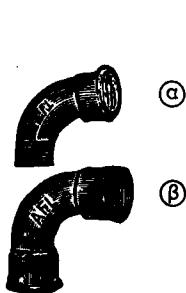
α) Με δεξιό σπείρωμα. β) Με δεξιό και αριστερό σπείρωμα. γ) Συστολική μούφα.

Για αλλαγή κατευθύνσεως χρησιμοποιούνται **καμπύλες** (σχ. 7.4β) ή **γωνίες** (σχ. 7.4γ). Οι διακλαδώσεις διαμορφώνονται με **συνδετικά τεμάχια T** (σχ. 7.4δ), **παντάλονια** και **σταυρούς** (σχ. 7.4ε).

Για το τάπωμα των σωλήνων χρησιμοποιούνται **τάπες αρσενικές** ή **θηλυκές** (σχ. 7.4στ).

Επίσης, για σύνδεση των σωλήνων χρησιμοποιούνται και οι **φλάντζες** (σχ. 7.4ζ).

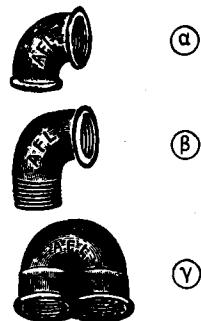
Σε σωληνώσεις μεγάλης διαμέτρου (πάνω από 2''), οι συνδέσεις γίνονται με συγκόλληση, η οποία εξασφαλίζει τη στεγανότητα, αλλά αποφεύγεται σε μικρές διαμέτρους σωληνώσεων, γιατί σε περίπτωση μη προσεγμένης συγκόλλησεως εί-



Σχ. 7.4β.

Καμπύλες.

α) Αρσενική-Θηλυκή. β) Θηλυκή.



Σχ. 7.4γ.

Γωνίες.

α) Θηλυκή. β) Αρσενική-Θηλυκή. γ) Διπλή.



Σχ. 7.4δ.

Συνδετικό τεμάχιο ΤΑΥ.

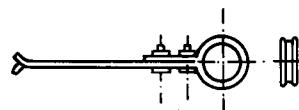
Σχ. 7.4ε.

Σταυρός.

Σχ. 7.4στ.

Τάπες (σε τομή).

α) Θηλυκή. β) Αρσενική.



Σχ. 7.4ζ.

Φλάντζες.

Σχ. 7.4η.

Διμερές κολάρο στηρίξεως σωλήνα.

vai δυνατό να δημιουργηθεί στένωση της σωληνώσεως.

Η στήριξη των σωληνώσεων μικρής διαμέτρου (μέχρι 2'') γίνεται στους τοίχους με **διμερή κολάρα** (σχ. 7.4η), ενώ οι σωλήνες μεγαλύτερων διαμέτρων κρεμιούνται σε ειδικά στηρίγματα. Η στήριξη θα πρέπει να γίνεται με ιδιάτερη προσοχή, ώστε να μπορούν οι σωληνώσεις να μετακινούνται ελεύθερα κατά τις συστολοδιαστολές. Εξάλλου, όταν διέρχονται από τοίχους ή δάπεδα πρέπει να χρησιμοποιούνται ή ελαστικοί σωληνωτοί δακτύλιοι ή δακτύλιοι από χάλυβα, για να εξασφαλίζεται η ελεύθερη συστολοδιαστολή των σωλήνων χωρίς προβλήματα ούτε στους ίδιους ούτε στους σοβάδες.

7.4.6 Εξαρτήματα δικτύων σωληνώσεων.

Στα εξαρτήματα των δικτύων σωληνώσεων, εκτός από αυτά που χρησιμοποιούνται για τις συνδέσεις και τη στήριξη των σωλήνων που ήδη αναφέραμε, περιλαμβάνονται και τα εξής:

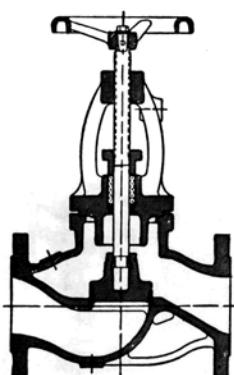
I) Αποφρακτικά όργανα.

Με τον όρο αυτό εννοούμε εξαρτήματα με τα οποία ελέγχεται η ροή του ρευστού μέσα σε μία σωλήνωση. Το υλικό κατασκευής τους είναι βασικά ορείχαλκος και χυτοσίδηρος, ενώ για υψηλές πιέσεις χρησιμοποιείται χάλυβας.

Στα αποφρακτικά όργανα ανήκουν:

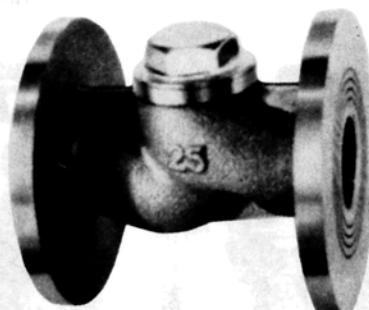
α) Βαλβίδες διάφορων τύπων, όπως:

- **Αποφρακτικές βαλβίδες**, για την πλήρη διακοπή ή ρύθμιση της ροής σε διάφορους κλάδους του δικτύου (σχ. 7.4θ).
- **Βαλβίδες αντεπιστροφής**, που επιτρέπουν τη διέλευση του θερμοφορέα μόνο κατά μία κατεύθυνση (σχ. 7.4ι).



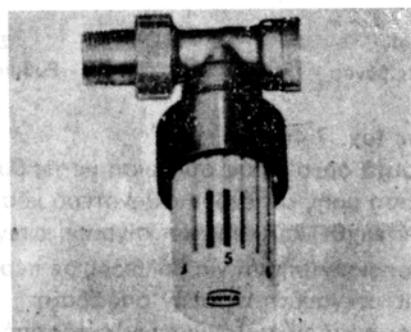
Σχ. 7.4θ.

Αποφρακτική βαλβίδα σε τομή.



Σχ. 7.4ι.

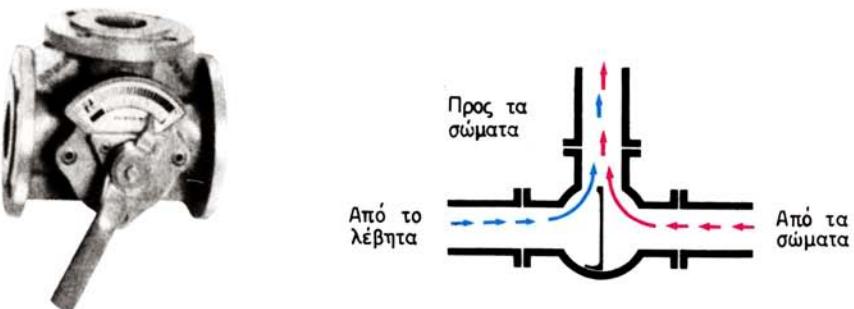
Βαλβίδα αντεπιστροφής.



Σχ. 7.4α.

Αυτόματη θερμοστατική βαλβίδα θερμαντικού σώματος.

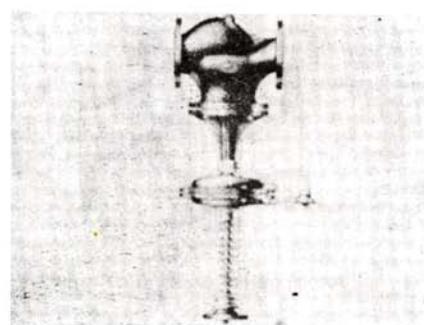
- **Βαλβίδες θερμαντικών σωμάτων θερμοστατικές ή μη**, που ρυθμίζουν την ποσότητα του θερμοφορέα που θα διέρχεται μέσα από τα θερμαντικά σώματα (σχ. 7.4ια).
- **Τρίοδες βαλβίδες**, που κανονίζουν την επιλογή της ροής του θερμοφορέα κατά τη μία ή την άλλη κατεύθυνση (σχ. 7.4ιβ).



Σχ. 7.4ιβ.
Γρίοδος βαλβίδα.



Σχ. 7.4iγ.
Συρταρωτές βάνες.



Σχ. 7.4iδ.
Ρυθμιστής πιέσεως.

β) Συρταρωτές βάνες (σχ. 7.4iγ).

Τα αποφρακτικά αυτά όργανα, σε σύγκριση με τις βαλβίδες, παρουσιάζουν μικρότερη αντίσταση ροής και έχουν φθηνότερο κόστος, αλλά υπάρχει δυσκολία στο να επιτευχθεί συνεχής και σίγουρη στεγανότητα.

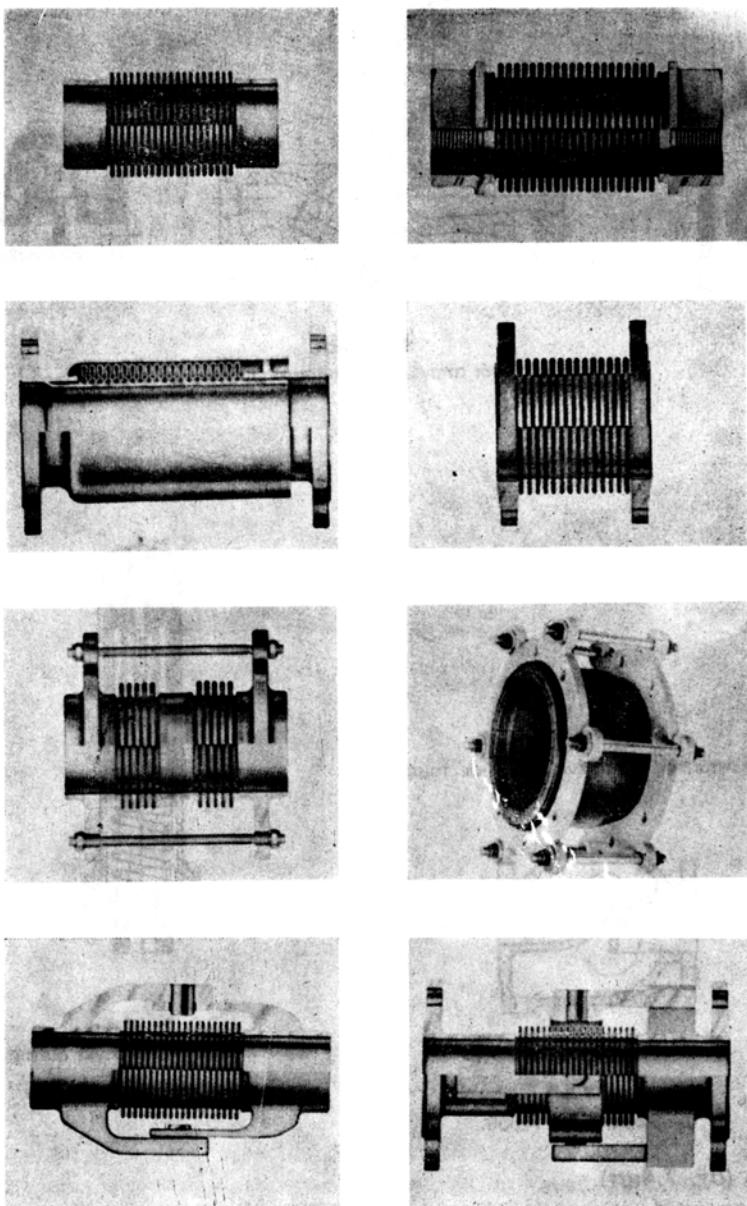
γ) Δικλείδες. Χρησιμοποιούνται αντί για βαλβίδες σε περίπτωση που δεν έχομε μεγάλες απαιτήσεις στεγανότητας στην απόφραξη.

III) Άλλα εξαρτήματα ενός δικτύου σωληνώσεων, εκτός από τα αποφρακτικά όργανα, είναι:

- **Οι ρυθμιστές πιέσεως**, για τη διατήρηση σταθερής πιέσεως στην εγκατάσταση (σχ. 7.4iδ).
- **Διαστολικά** πολλών τύπων. Αυτά εγκαθίστανται σε εκτεταμένα δίκτυα σωληνώσεων ανάμεσα σε σταθερά σημεία, για την απορρόφηση των συστολοδιαστολών του δικτύου, οι οποίες οφείλονται στις μεταβολές της θερμοκρασίας του θερμοφορέα και του περιβάλλοντος (σχ. 7.4iε).

III) Σε δίκτυα ατμού χρησιμοποιούνται ακόμα τα εξής εξαρτήματα:

- **Απαγωγείς συμπυκνωμάτων** για το διαχωρισμό των συμπυκνωμάτων από τον

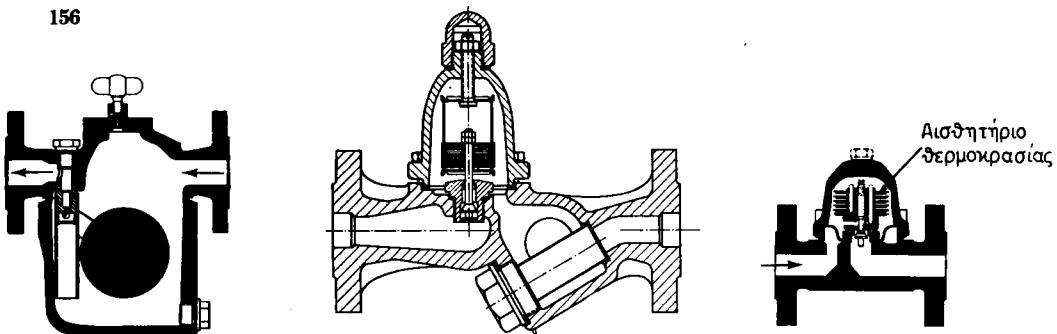


(c)

(d)

Σχ. 7.4ιε.
Διαστολικά διαφόρων τύπων.

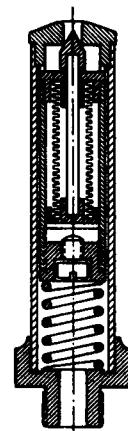
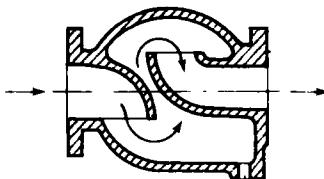
- α) Διαστολικό παραλαβής αξονικών και πλευρικών συστολοδιαστολών, ηλεκτροσυγκολούμενο.
 β) Διαστολικό όπως το παραπάνω με σπείρωμα για χαλυβδοσωλήνες με ραφή. γ) Διαστολικό παραλαβής αξονικών συστολοδιαστολών με εξωτερικό και εσωτερικό προσπατευτικό μανδύα. δ) Διαστολικό παραλαβής συστολοδιαστολών και κραδασμών με ελεύθερες φλάντζες για σύνδεση σε αντλίες κλπ. ε) Διαστολικό που τα άκρα του διανούνται διαγράφουν κυκλική τροχιά. στ) Διαστολικό από ελαστικό για παραλαβή συστολοδιαστολών και κραδασμών. ζ) Διαστολικό αρθρωτό για παραλαβή πλευρικών συστολοδιαστολών σε επίπεδο κάθετο στον άξονά του. η) Διαστολικό σταυροειδές για παραλαβή πλευρικών συστολοδιαστολών σε δύο κάθετα επίπεδα.



Σχ. 7.4ιστ.

Διάφοροι τύποι απαγωγέων συμπυκνωμάτων σε τομή.

Σχ. 7.4ιζ.
Παρατηρητής συμπυκνωμάτων σε τομή.

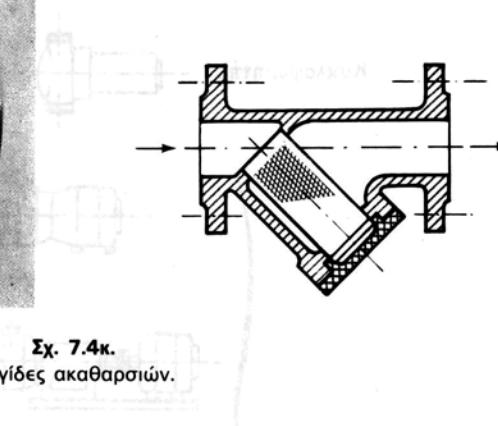
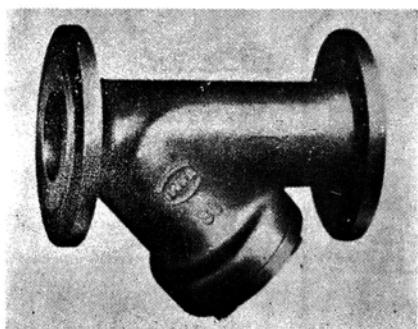


Σχ. 7.4ιη.
Αεριστικό-εξαεριστικό για δίκτυα ατμού.

Σχ. 7.4ιθ.
Διαχωριστήρας νερού.

ατμό (σχ. 7.4ιστ.).

- **Παρατηρητές συμπυκνωμάτων**, που ελέγχουν το σωστό τρόπο λειτουργίας των απαγωγέων (σχ. 7.4ιζ).
- **Αεριστήρες και εξαεριστικά**, που χρησιμοποιούνται για τον εξαερισμό του δικτύου (σχ. 7.4ιη).
- **Διαχωριστήρες νερού**, που απομακρύνουν το νερό που μεταφέρει ο ατμός, καθώς και τη λάσπη, ώστε να αποφεύγονται υδραυλικά πλήγματα (σχ. 7.4ιθ).
- **Παγίδες ακαθαρσιών**, για την κατακράτηση των ακαθαρσιών που είναι δυνατό να δημιουργήσουν προβλήματα σε διάφορα όργανα του δικτύου ή σε συσκευές (σχ. 7.4κ).



Σχ. 7.4κ.
Παγίδες ακαθαρσιών.

7.5 Αντλίες – Κυκλοφορητές.

Οι αντλίες και οι κυκλοφορητές χρησιμοποιούνται για την επίτευξη της εξαναγκασμένης κυκλοφορίας σε ένα δίκτυο σωληνώσεων. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει στο κεφάλαιο 5, οι κυκλοφορητές τοποθετούνται στο σωλήνα προσαγωγής ή στο σωλήνα επιστροφής ενός δικτύου κεντρικής θερμάνσεως, και πάντως κοντά στο λέβητα. Έτσι, γενικά, αντλίες και κυκλοφορητές αποτελούν ένα σημαντικό τμήμα του κεντρικού λεβητοστασίου.

Τόσο οι αντλίες όσο και οι κυκλοφορητές που χρησιμοποιούνται στη θέρμανση είναι **κεντρόφυγες**. Επιτυγχάνουν δηλαδή τη ροή του ρευστού, που αναρροφάται στο κέντρο τους, με τη φυγόκεντρη δύναμη που του δίνει η περιστρεφόμενη φτερωτή τους. Έτσι το ρευστό εκτινάσσεται προς την περιφέρεια της αντλίας και εξέρχεται με κατάλληλη παροχή και πίεση. Η κίνηση της φτερωτής γίνεται με ηλεκτροκινητήρα μονοφασικό ή τριφασικό, που συνδέεται στον άξονα της αντλίας.

Οι **κυκλοφορητές** διαφέρουν ως προς τις αντλίες στα εξής σημεία:

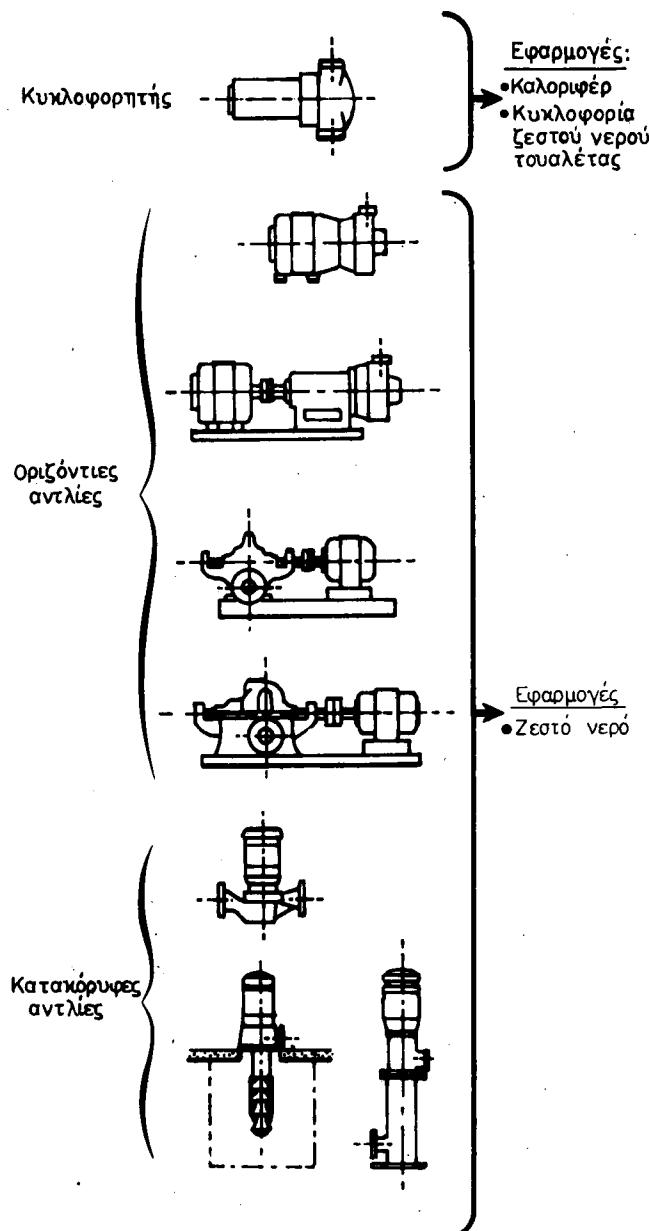
- Κατασκευάζονται σε μικρότερες ισχείς και διαστάσεις.
- Έχουν ενσωματωμένο σε ενιαίο κέλυφος (περιβλημα) τον ηλεκτροκινητήρα και την αντλία.
- Χρησιμοποιούνται μόνο για τη διατήρηση της κυκλοφορίας, η οποία γίνεται σε χαμηλές πίεσεις, σε αντίθεση με τις αντλίες που αυξάνουν σημαντικά την πίεση του ρευστού που κυκλοφορεί, ανάλογα με τις απαιτήσεις.

Τα κυριότερα τεχνικά χαρακτηριστικά μιας **αντλίας** είναι τα εξής:

- Η ηλεκτρική ισχύς και ο τύπος του κινητήρα της (kW ή HP).
- Η παροχή της αντλίας ανάλογα με το ρευστό που κυκλοφορεί (kg/s ή kg/h ή l/h ή m³/h ή gpm δηλαδή γαλόνια ανά λεπτό κλπ.).
- Η πίεση στην κατάθλιψη (έξοδο) της αντλίας, που λέγεται και **μανομετρικό ύψος** (N/m², Pa, bar, μέτρα στήλης H₂O ή mΥΣ, πόδια στήλης H₂O ή ftΥΣ κλπ.).
- Η διάμετρος των άκρων συνδέσεως της αντλίας προς το δίκτυο (mm, in κλπ.).

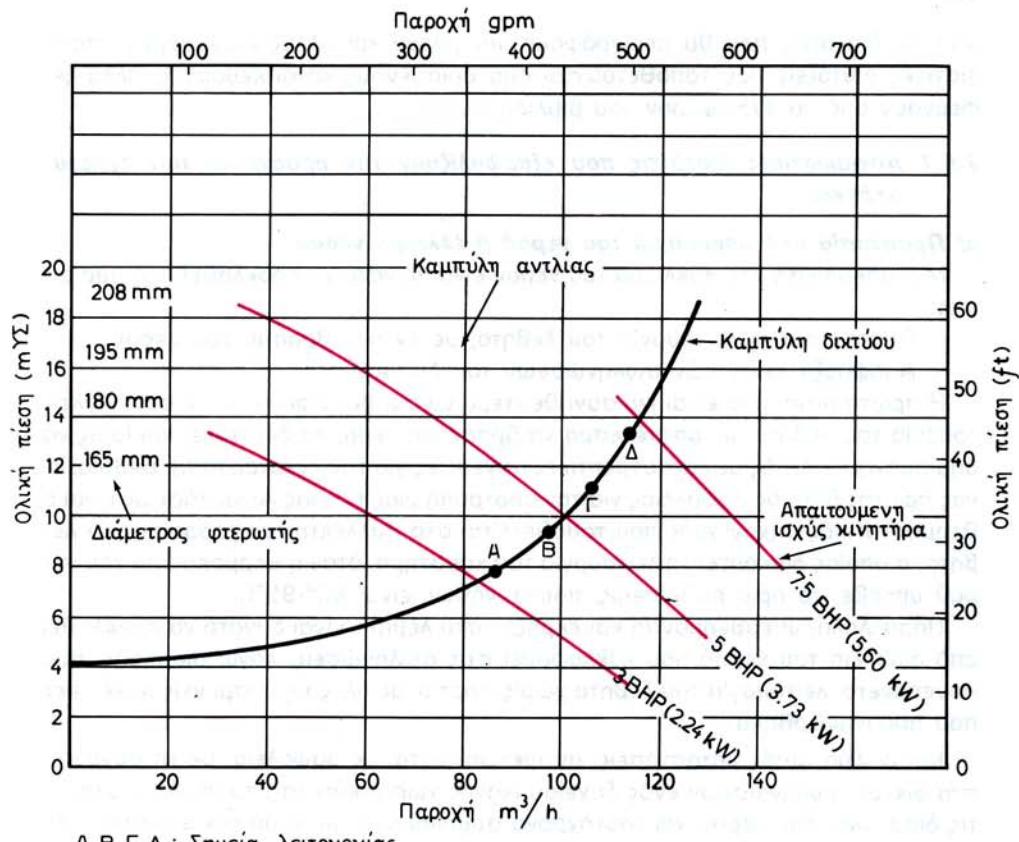
Οι κυριότεροι τύποι αντλιών φαίνονται στο σχήμα 7.5α.

Οι κατασκευαστές δίνουν τα χαρακτηριστικά των αντλιών με διαγράμματα καμ-



Σχ. 7.5a.
Τύποι κεντρόφυγων αντλιών για συστήματα θερμάνσεως με νερό.

πυλών πιέσεως-παροχής, με παράμετρο την ισχύ της αντλίας ή τη διάμετρό της. Ένα τέτοιο ενδεικτικό διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 7.5β. Σε κάθε μια από τις καμπύλες των αντλιών βλέπομε ότι δύο μεγαλύτερη θέλομε να είναι η πίεση της



A, B, Γ, Δ : Σημεία λειτουργίας

Σχ. 7.5β.

Ενδεικτικό διάγραμμα καμπυλών πιέσεως-παροχής για κεντρόφυγες αντλίες.

αντλίας τόσο μικρότερη είναι η παροχή της, δηλαδή όσες περισσότερες αντιστάσεις δικτύου προσθέτομε στην αντλία, τόσο λιγότερο νερό θα δίνει προς το δίκτυο. Συνήθως, στο ίδιο το διάγραμμα του κατασκευαστή, ο μελετητής σχεδιάζει μετά από υπολογισμούς την καμπύλη συμπεριφοράς του δικτύου. Εδώ βλέπομε ότι δύο περισσότερο είναι το νερό που κυκλοφορεί στο συγκεκριμένο δίκτυο, τόσο μεγαλύτερες είναι και οι αντιστάσεις του δικτύου. Το σημείο Α ή Β ή Γ ή Δ, όπου συναντιούνται οι δύο καμπύλες είναι το σημείο συνεργασίας της αντλίας με το δίκτυο, δηλαδή το **σημείο λειτουργίας** της αντλίας.

7.6 Έλεγχος και ρύθμιση καλής λειτουργίας των εγκαταστάσεων.

Θα περιγράψουμε εδώ τις κυριότερες ασφαλιστικές διατάξεις που εξασφαλίζουν την προστασία των εγκαταστάσεων των συστημάτων κεντρικής θερμάνσεως με θερμό νερό, καθώς και τα κυριότερα συστήματα αυτοματισμών με τα οποία εξασφαλίζουμε την οικονομική λειτουργία των εγκαταστάσεων αυτών. Βέβαια, εκτός

από τις διατάξεις που θα περιγράψουμε, υπάρχουν και άλλες ειδικότερες ασφαλιστικές διατάξεις που τοποθετούνται από ορισμένους κατασκευαστές, αλλά ξεφεύγουν από το ενδιαφέρον του βιβλίου αυτού.

7.6.1 Ασφαλιστικές διατάξεις που εξασφαλίζουν την προστασία των εγκαταστάσεων.

α) Προστασία από υπερπίεση του νερού ή έλλειψη νερού.

Μια υπερπίεση στο κύκλωμα του νερού είναι δυνατό να προκληθεί από δύο αιτίες:

- Παρατεταμένη λειτουργία του λέβητα, με έντονο βρασμό του νερού.
- Απόφραξη κεντρικών σωληνώσεων του δικτύου.

Η πρώτη αιτία, που είναι και συνηθέστερο να συμβεί, οφείλεται σε συνεχή λειτουργία του λέβητα, με αποτέλεσμα να βράσει το νερό, να διασταλεί και ίσως να δημιουργηθεί ατμός με καταστρεπτικές συνέπειες για την εγκατάσταση. Βέβαια, ένας πρώτος βαθμός ασφάλειας για την αποτροπή μιας τέτοιας καταστάσεως είναι ο θερμοστατικός μηχανισμός που τοποθετείται στο συλλέκτη τροφοδοσίας του λέβητα, ο οποίος διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα, όταν η θερμοκρασία του νερού υπερβεί το δριο ρυθμίσεως, που συνήθως είναι 80°-95°C.

Παράλληλα, υπερθέρμανση και έκρηξη στο λέβητα είναι δυνατό να προκληθεί από απώλεια του νερού που κυκλοφορεί στις σωληνώσεις, λόγω διαρροής, που συνεπάγεται λειτουργία του λέβητα χωρίς φορτίο, με όλες τις δυσμενείς συνέπειες που προαναφέρθηκαν.

Και οι δύο αυτές καταστάσεις, αντιμετωπίζονται με ασφάλεια, με τη σύνδεση στο δίκτυο σωληνώσεων ενός δοχείου ικανής χωρητικότητας, το οποίο «παίρνει» τις διαστολές του νερού και ταυτόχρονα συμπληρώνει με νερό την εγκατάσταση όταν χρειάζεται, και το οποίο ονομάζεται **δοχείο διαστολής**.

Υπάρχουν δύο τύποι δοχείων διαστολής. Τα **ανοικτά** που τοποθετούνται στο υψηλότερο σημείο της εγκαταστάσεως και επικοινωνούν με την ατμόσφαιρα, οπότε δεν υπάρχει περίπτωση εμφανίσεως μιας επικίνδυνης αυξήσεως της πιέσεως στο δίκτυο σωληνώσεων, και τα **κλειστά** που τοποθετούνται ή στο υψηλότερο σημείο της εγκαταστάσεως ή και χαμηλά στο λεβητοστάσιο.

Όπως ήδη είδαμε στο κεφάλαιο 5, η σύνδεση του λέβητα με το **ανοικτό δοχείο διαστολής** γίνεται με δύο σωλήνες (σχήματα 5.2β και 5.2γ):

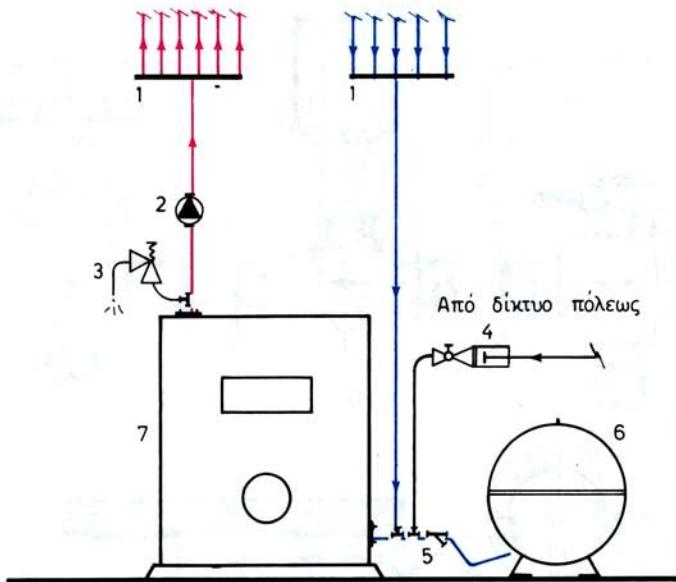
- Το σωλήνα **ασφάλειας** που συνδέει την τροφοδοσία του λέβητα με το επάνω μέρος του δοχείου διαστολής και εξασφαλίζει την αποπίεση του συστήματος προς την ατμόσφαιρα, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
- Το σωλήνα **πληρώσεως** που συνδέει την επιστροφή του λέβητα με το κάτω μέρος του δοχείου διαστολής και εξασφαλίζει τη συμπλήρωση του συστήματος με νερό από το δοχείο διαστολής σε περίπτωση απωλειών. Το δοχείο διαστολής συνδέεται με το δίκτυο υδρεύσεως με πλωτήρα στάθμης.

Η σύνδεση των σωλήνων ασφάλειας και πληρώσεως γίνεται **χωρίς** να τοποθετηθεί ενδιάμεση βάνα. Η χωρητικότητα του δοχείου διαστολής και οι διατομές των σωλήνων ασφάλειας και πληρώσεως καθορίζονται αυστηρά, όπως αναπτύσσεται στο κεφάλαιο 12.

Έχουμε δύο τύπους **κλειστών δοχείων** διαστολής.

- Δοχείο χωρίς μεμβράνη, όπου πάνω από την επιφάνεια του νερού υπάρχει αέρας υπό πίεση. Σ' αυτό όμως συμβαίνει απορρόφηση του αέρα από το νερό και γι' αυτό δεν είναι σήμερα σε χρήση.
- Δοχείο με διαχωριστική μεμβράνη (πιεστικό δοχείο διαστολής), όπου το νερό διαχωρίζεται απόλυτα από τον αέρα, ή το άζωτο που χρησιμοποιείται συνηθέστερα σήμερα, γιατί παρατείνει τη ζωή της μεμβράνης.

Το κλειστό πιεστικό δοχείο διαστολής με μεμβράνη εγκαθίσταται συνήθως στο λεβητοστάσιο. Η σύνδεσή του γίνεται στο σωλήνα επιστροφής προς το λέβητα χωρίς ενδιάμεση βάνα. Στο σχήμα 7.6α βλέπομε τον τρόπο συνδέσεως στο λεβητοστάσιο ενός κλειστού πιεστικού δοχείου διαστολής με μεμβράνη. Δεν τοποθετείται κλειστό πιεστικό δοχείο διαστολής σε εγκατάσταση που λειτουργεί με θερμοκρασία νερού τροφοδοσίας μεγαλύτερη από 110°C.



Σχ. 7.6α.

Σύνδεση του κλειστού πιεστικού δοχείου διαστολής με μεμβράνη, στο λεβητοστάσιο.

1) Συλλέκτες προσαγωγής-επιστροφής. 2) Κυκλοφορητής. 3) Βαλβίδα ασφάλειας. 4) Αυτόματος πληρώσεως (με μανόμετρο). 5) Φίλτρο νερού. 6) Κλειστό δοχείο διαστολής. 7) Λέβητας.

β) Προστασία από πάγωμα του νερού.

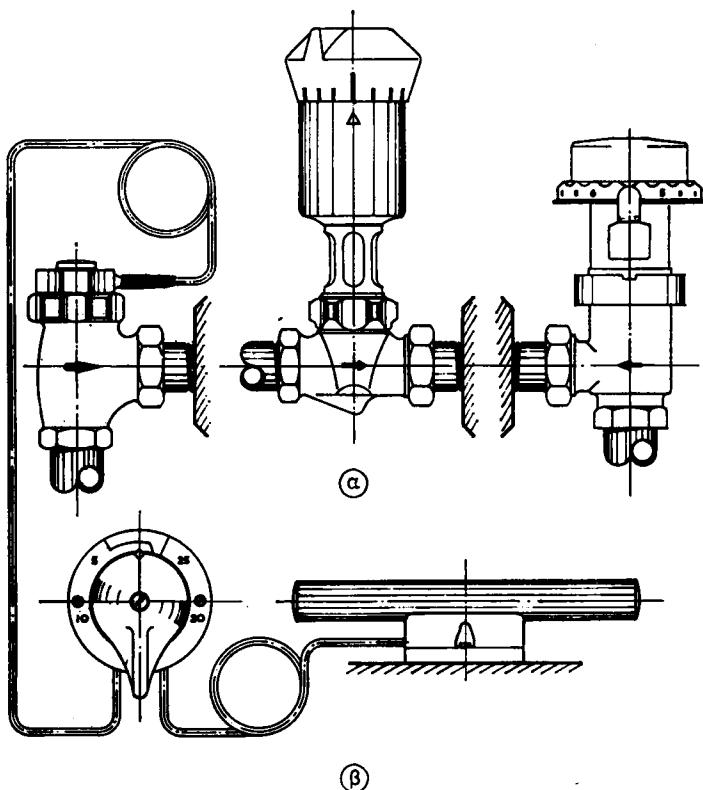
Στις περιπτώσεις εγκαταστάσεων που δεν λειτουργούν συνεχώς, όπως π.χ. συμβαίνει στις εκκλησίες, στις εξοχικές κατοικίες κλπ., όταν βρίσκονται σε περιοχές εξαιρετικά δυσμενείς από πλευρά εξωτερικών συνθηκών (ψυχρές), υπάρχει κίνδυνος να παγώσει το νερό της εγκαταστάσεως.

Η προστασία των εγκαταστάσεων αυτών επιτυγχάνεται με την προσθήκη αντιψυκτικού υγρού στο νερό.

7.6.2 Ρυθμίσεις – Αυτοματισμοί.

Για να εξοικονομήσουμε καύσιμα, και επομένως ενέργεια, και για να πετύχουμε ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στους χώρους που θερμαίνονται, είναι απαραίτητο να εγκαταστήσουμε αυτοματισμούς για την πραγματοποίηση των σχετικών ρυθμίσεων. Όλες οι ρυθμίσεις αποσκοπούν στο να προσαρμόζεται η προσφερόμενη στο χώρο θερμότητα με τις θερμικές απαιτήσεις. Οι κυριότερες από τις ρυθμίσεις που γίνονται, είναι οι εξής:

1. Τοπική ρύθμιση με τη χρήση χειροκίνητων ρυθμιστικών διακοπτών στα θερμαντικά σώματα ή θερμοστατικών βαλβίδων, οπότε η τοπική ρύθμιση είναι αυτόματη (σχ. 7.6β).

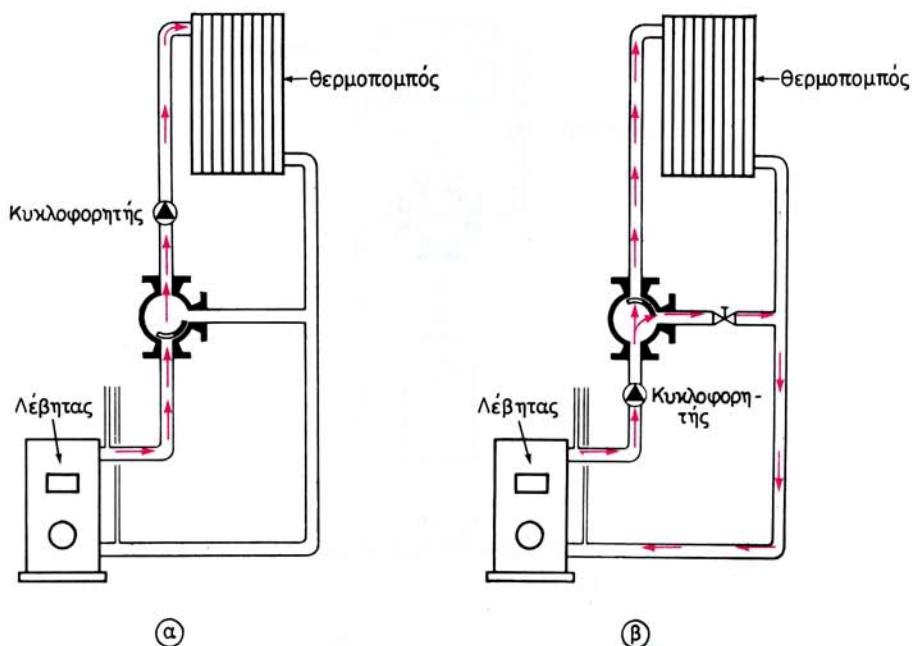


Σχ. 7.6β.

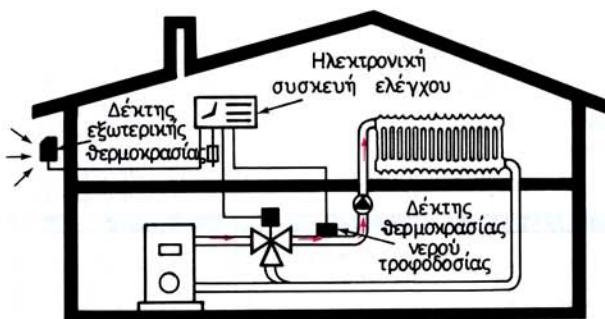
Θερμοστατικές βαλβίδες ελέγχου για θερμαντικά σώματα.

α) Αυτόματη θερμοστατική βαλβίδα με δέκτη θερμοκρασίας χώρου. β) Αυτόματη θερμοστατική βαλβίδα με δέκτη θερμοκρασίας νερού.

2. Κεντρική ρύθμιση με τρίοδες ή τετράοδες βάνες αναμίξεως, οι οποίες, συνεργαζόμενες με ηλεκτρονικό πίνακα αυτοματισμού επιτυγχάνουν ρύθμιση της παροχής ή της θερμοκρασίας του νερού τροφοδοσίας στους θερμοπομπούς, σε συνάρτηση με την εκάστοτε θερμοκρασία του περιβάλλοντος και την επιδιωκόμενη εσωτερική θερμοκρασία των χώρων (σχήματα 7.6γ, 7.6δ, 7.6ε και 7.6στ).



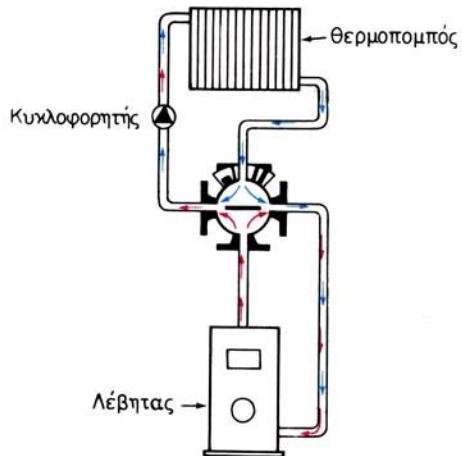
Σχ. 7.6δ.
Σύστημα αυτοματισμού με τρίοδη βάνα.



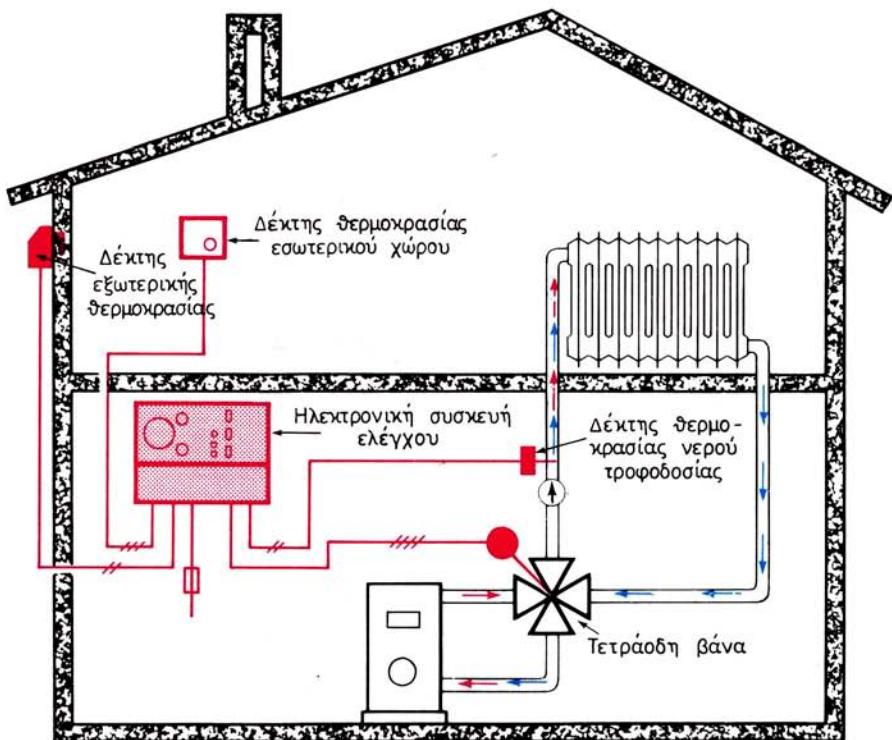
Σχ. 7.6γ.
Λειτουργία τρίοδης βάνας.
α) Περίπτωση αναμίξεως. β) Περίπτωση διανομής.

3. Κεντρική ρύθμιση κατά ομάδες, στις περιπτώσεις που έχομε ομάδες χώρων με διαφορετικές θερμικές απαιτήσεις ή που οι ώρες λειτουργίας τους διαφέρουν.

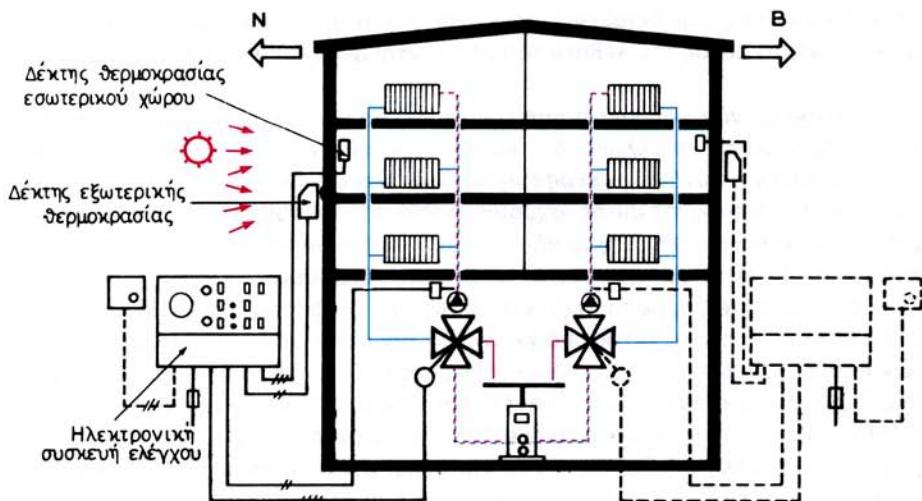
Στις περιπτώσεις αυτές η καλύτερη μέθοδος ρυθμίσεως είναι η πρόβλεψη ανεξάρτητου δικτύου σωληνώσεων, με ανεξάρτητο κυκλοφορητή ή αντλία για κάθε ομάδα χώρων και εγκατάσταση τρίοδης ή τετράοδης βάνας αναμίξεως στην τροφοδοσία κάθε ομάδας χώρων χωριστά, όπου και πάλι θα ρυθμίζεται η παροχή ή η



Σχ. 7.6ε.
Λειτουργία τετράοδης βάνας.



Σχ. 7.6στ.
Σύστημα αυτοματισμού με τετράοδη βάνα.



Σχ. 7.6ζ.

Έλεγχος και ρύθμιση κατά ομάδες χώρων (ζωνών) διαφορετικών θερμικών απαιτήσεων.

Θερμοκρασία του νερού τροφοδοσίας, ανάλογα με την εκάστοτε εξωτερική θερμοκρασία και με την επιδιωκόμενη εσωτερική θερμοκρασία των χώρων της ομάδας (σχ. 7.6ζ).

Εξάλλου η εγκατάσταση χρονοδιακόπτη μπορεί να καθορίσει αυτόματα τα επιθυμητά χρονικά δρια λειτουργίας της εγκαταστάσεως.

7.7 Διάταξη τροφοδοσίας καυσίμου.

Οι δεξαμενές καυσίμου πρέπει να κατασκευάζονται πάντα σύμφωνα με τους κανονισμούς που ισχύουν κάθε φορά για την προστασία από πυρκαϊά.

Για να λειτουργεί αξιόπιστα και οικονομικά η εγκατάσταση απαιτείται αποθήκευση ικανοποιητικής ποσότητας καυσίμου. Το μέγεθος της δεξαμενής που θα περιέχει το καύσιμο καθορίζεται από τους εξής παράγοντες:

- **Μέγιστη κατανάλωση καυσίμου** στη μονάδα του χρόνου. Συνήθως υπολογίζουν το μέγεθος της δεξαμενής έτσι ώστε να τροφοδοτήσει την εγκατάσταση επί δύο εβδομάδες με την παραπάνω μέγιστη κατανάλωση.
- **Αξιοπιστία των προμηθευτών πετρελαίου** ως προς την έγκαιρη παράδοση.
- **Οικονομικότερες ποσότητες παραδόσεως** στις περιπτώσεις που η τιμή ποικίλλει με τα έξοδα μεταφοράς.

Οι δεξαμενές πετρελαίου κατασκευάζονται έπειτα από παραγγελία, αλλά υπάρχουν και τυποποιημένες σε διάφορα μεγέθη. Για την κατασκευή τους, συνήθως χρησιμοποιείται χάλυβας, αλλά και σκυρόδεμα γι' αυτές που θα πληρωθούν με βαρύ πετρέλαιο.

Στα μεγάλα αποθηκευτικά μεγέθη κατασκευάζονται περισσότερες από μία δεξαμενή (συνδεμένες μεταξύ τους) για περισσότερη ευκολία στην επιθεώρηση των δεξαμενών, στην επισκευή και καθαρισμό τους, καθώς και στον καθαρισμό των

σωληνώσεων. Όταν οι δεξαμενές δεν είναι θαμμένες στο έδαφος, τότε μεταξύ τους και προς το μέρος του λέβητα τοποθετούνται ανθεκτικά στη φωτιά χωρίσματα.

Όταν η δεξαμενή είναι μακριά από τον καυστήρα και έτσι η αντλία του δεν μπορεί να αναρροφά το πετρέλαιο, τότε κοντά στον καυστήρα εγκαθίσταται μια μικρότερη δεξαμενή, συνήθως **ημερήσιας καταναλώσεως**. Για την κατασκευή και εγκατάσταση της δεξαμενής αυτής ισχύουν τα ίδια που ισχύουν και για τις άλλες δεξαμενές. Το πετρέλαιο στη δεξαμενή αυτή φθάνει περιοδικά από τις μεγάλες δεξαμενές με τη βοήθεια σωληνώσεως και αντλίας μεταφοράς.

Όλες οι συνδέσεις προς τη δεξαμενή, όταν είναι μεγαλύτερη από 1000 l, γίνονται στο επάνω μέρος της, εκτός από εκείνη για την εκκένωσή της που προβλέπεται να είναι στον πυθμένα της. Στο επάνω μέρος της επίσης πρέπει να υπάρχει ανθρωποθυρίδα ώστε να εξασφαλίζεται η άνετη είσοδος ενός ατόμου για τον καθαρισμό της δεξαμενής. Όταν η δεξαμενή έχει εσωτερικά θερμικό στοιχείο (περίπτωση μαζούτ), τότε έχει άλλη μια θυρίδα για να επιτρέπει την απομάκρυνση του θερμικού στοιχείου. Τέλος η δεξαμενή έχει μια συσκευή που δείχνει τη στάθμη του πετρελαίου. Το ενδεικτικό όργανο αυτής της συσκευής μπορεί να βρίσκεται και σε απομακρυσμένο από τη δεξαμενή σημείο (π.χ. στον πίνακα του λέβητα).

Για την κατασκευή του δικτύου πληρώσεως της δεξαμενής και τροφοδοτήσεως του καυστήρα, υπάρχουν διάφορες λεπτομέρειες που πάρα πολύ προσέχουν οι κατασκευαστές (τοποθέτηση βαλβίδων και φίλτρου πετρελαίου, κλίση γραμμών κλπ.). Για τις λεπτομέρειες αυτές δεν θα γίνει εδώ λόγος, γιατί ξεφεύγουν από το σκοπό του βιβλίου.

7.8 Θερμαντικά σώματα.

Τα θερμαντικά σώματα είναι μια κατηγορία θερμοπομπών που τοποθετούνται στους προς θέρμανση χώρους, με σκοπό να γίνεται η μετάδοση της θερμότητας του θερμικού φορέα στους χώρους αυτούς με μεταφορά και ακτινοβολία.

Σήμερα στο εμπόριο κυκλοφορεί μεγάλη ποικιλία θερμαντικών σωμάτων που διαφέρουν και ως προς το υλικό κατασκευής (χυτοσίδηρος, αλουμίνιο, χάλυβας) και ως προς τη μορφή.

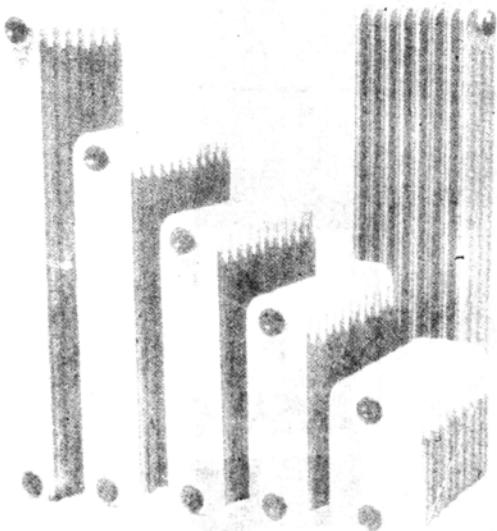
Η θερμαντική ικανότητα των θερμαντικών σωμάτων δίνεται στους πίνακες των κατασκευαστών και έχει ελεγχθεί με τη χρήση διεθνώς τυποποιημένων μεθόδων μετρήσεως.

Θα περιγράψουμε στη συνέχεια τους κυριότερους τύπους θερμαντικών σωμάτων.

7.8.1 Κοινά θερμαντικά σώματα στοιχείων (ραντιατέρ).

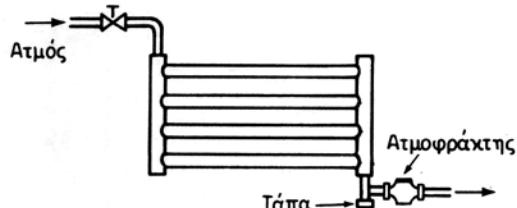
Τα ραντιατέρ (σχ. 7.8a) είναι τα περισσότερο σε χρήση θερμαντικά σώματα μέχρι και σήμερα.

Τα σώματα αυτά αποτελούνται από ισομεγέθη μεμονωμένα στοιχεία που συνδέονται μεταξύ τους με ρακόρ για να δημιουργηθεί η επιθυμητή θερμαντική επιφάνεια για δεδομένη θερμική απόδοση.



Σχ. 7.8α.

Κοινά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα (ραντιατέρ).



Σχ. 7.8β.

Σωληνωτό θερμαντικό σώμα.

Τα περασμένα χρόνια κυκλοφορούσαν **χυτοσιδερένια** θερμαντικά σώματα σε ευρεία κλίμακα, αλλά σήμερα, ως υλικό κατασκευής έχει επικρατήσει ο **χάλυβας**. Παρά το ότι ο χάλυβας είναι λιγότερο ανθεκτικός στη διάβρωση από ό,τι ο χυτοσίδηρος, έχει τα πλεονεκτήματα της φθηνότερης και ελαφρότερης κατασκευής, καθώς επίσης και τη δυνατότητα για επισκευή με συγκόλληση σε περίπτωση διαρροών.

Ακόμη, στο εμπόριο κυκλοφορούν κοινά θερμαντικά σώματα **αλουμινίου** και αρχίζουν να εμφανίζονται και αντίστοιχα σώματα από **πλαστικό**, με περιορισμούς δύναμης στη θεροκρασία νερού (μέχρι 80°C) και την πίεση λειτουργίας (μέχρι 2 bar).

Οι διάφοροι τύποι των κοινών θερμαντικών σωμάτων (δίστηλα, τρίστηλα, τετράστηλα), καθώς και οι θερμικές αποδόσεις δίνονται σε πίνακες των κατασκευαστικών οίκων.

7.8.2 Σωληνωτά θερμαντικά σώματα.

Τα σωληνωτά θερμαντικά σώματα (σχ. 7.8β) είναι ουσιαστικά συστοιχίες ή σερπαντίνες σωληνώσεων που διαρρέονται από το θερμοφόρεα. Στηρίζονται στους τοίχους πάνω σε κονσόλες.

Τα σώματα αυτά καθαρίζονται εύκολα, αλλά έχουν ψηλό κόστος γιατί απαιτούν μεγάλες επιφάνειες σιδήρου και τοίχου. Η χρήση τους είναι σήμερα σημαντικά περιορισμένη και χρησιμοποιούνται μόνο για θέρμανση βοηθητικών χώρων.

7.8.3 Επίπεδα θερμαντικά σώματα.

Διακρίνομε διάφορους τύπους κατασκευής επίπεδων θερμαντικών σωμάτων (σχ. 7.8γ) και συγκεκριμένα:



Σχ. 7.8γ.

Επίπεδο θερμαντικό σώμα τοποθετημένο σε όλο το ύψος της επιφάνειας του τοίχου.

Επίπεδες πλάκες από χυτοσίδηρο ή χάλυβα, εσωτερικά κενές για την κυκλοφορία του θερμικού φορέα ή χαλυβδοσωλήνες που έχουν, για την αύξηση της θερμαντικής τους επιφάνειας, στερεωμένη πλάκα στην μπροστινή πλευρά ή ακόμη πεπλατυσμένους σωλήνες που έχουν τη μορφή επίπεδων πλακών.

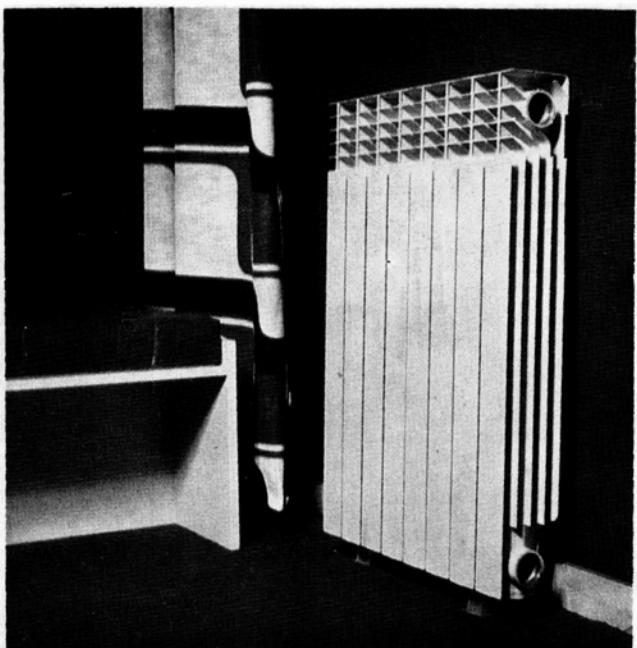
Τα θερμαντικά αυτά σώματα διακρίνονται για τη μεγάλη επίπεδη θερμαντική τους επιφάνεια και το μικρό τους πάχος και γι' αυτό το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας αποδίδεται στο χώρο με **ακτινοβολία**.

Κατασκευάζονται σε μεγάλη ποικιλία μεγεθών και λόγω του μικρού πάχους έχουν τη δυνατότητα τοποθετήσεως και σε μικρές ακόμη εσοχές.

Γενικά μπορούν, λόγω της μορφής τους, να ανταποκριθούν σε υψηλές αρχιτεκτονικές απαιτήσεις.

7.8.4 Θερμαντικά σώματα πτερυγιοφόρων σωλήνων.

Τα θερμαντικά αυτά σώματα (σχ. 7.8δ), είναι δύο τύπων:

**Σχ. 7.8δ.**

Θερμαντικό σώμα (αλουμινίου) πτερυγιοφόρων σωλήνων.

Στον πρώτο τύπο χρησιμοποιούνται πτερυγιοφόροι σωλήνες όπου τα πτερύγια προσαρμόζονται (τυλίγονται ελικοειδώς) πάνω στους σωλήνες.

Στο δεύτερο τύπο χρησιμοποιούνται πτερυγιοφόροι σωλήνες όπου τα πτερύγια προσαρμόζονται σαν επίπεδες πλάκες πάνω στους σωλήνες.

Παλαιότερα κατασκευάζονταν και από χυτοσίδηρο, σήμερα όμως έχουν επικρατήσει τα **χαλύβδινα θερμαντικά σώματα πτερυγιοφόρων σωλήνων**, λόγω του μικρότερου βάρους και κόστους.

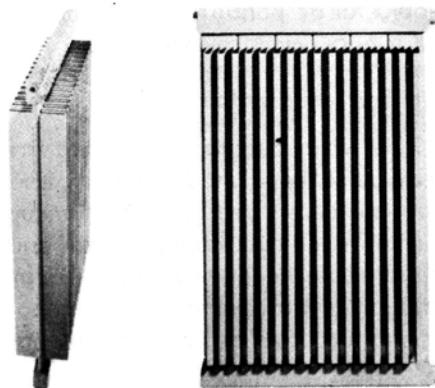
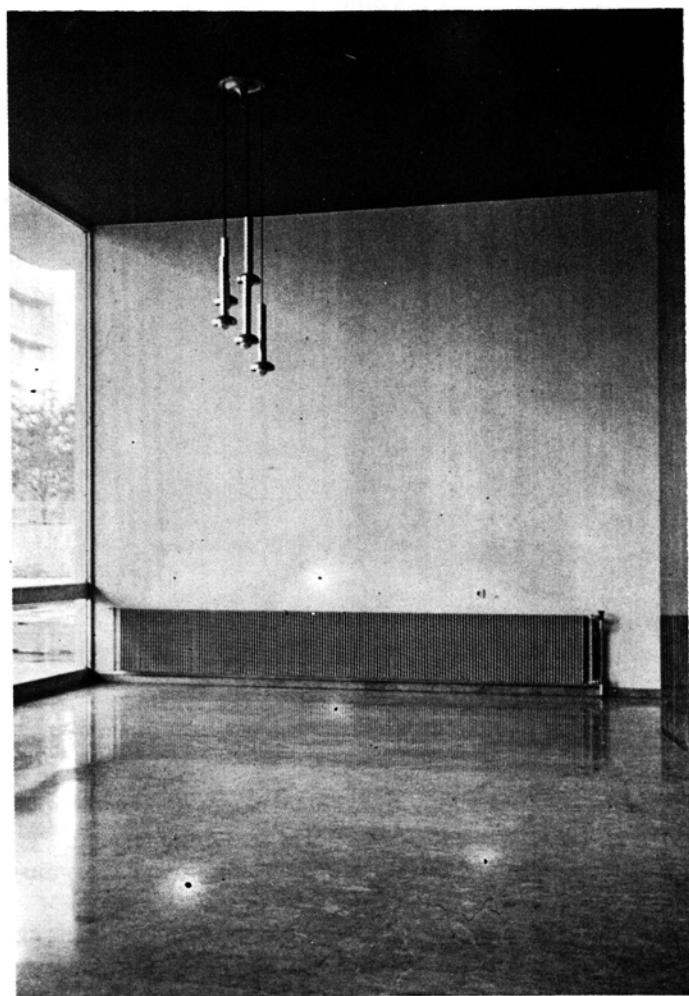
Η χρήση τους περιορίζεται σε βοηθητικούς χώρους ή σε εργοστάσια, ένα δε μειονέκτημά τους είναι η δυσκολία στον καθαρισμό.

7.8.5 Κονβεκτέρ χωρίς ή με ανεμιστήρα.

Τα κονβεκτέρ (σχ. 7.8ε) είναι ουσιαστικά σώματα πτερυγιοφόρων σωλήνων από χάλυβα ή χαλκό μέσα σε κάλυμμα από λαμαρίνα ή, εφόσον είναι εγκαταστημένα σε εσοχή τοίχου, με επικάλυψη στη μπροστινή πλευρά.

Η εισαγωγή του ψυχρού αέρα του χώρου γίνεται από την κάτω πλευρά του θερμαντικού σώματος και αφού ο αέρας θερμανθεί εξέρχεται από εμπρός ή από την άνω πλευρά του σώματος. Έτσι ουσιαστικά η απόδοση της θερμότητας στο χώρο γίνεται με μεταφορά και μόνο σε ελάχιστο ποσοστό με ακτινοβολία.

Τα κονβεκτέρ έχουν μεγάλη ευελιξία ως προς τη θέση εγκαταστάσεώς τους και οπωσδήποτε έχουν καλάσθητη εμφάνιση για ένα σωστό αρχιτεκτονικό αποτέλεσμα.

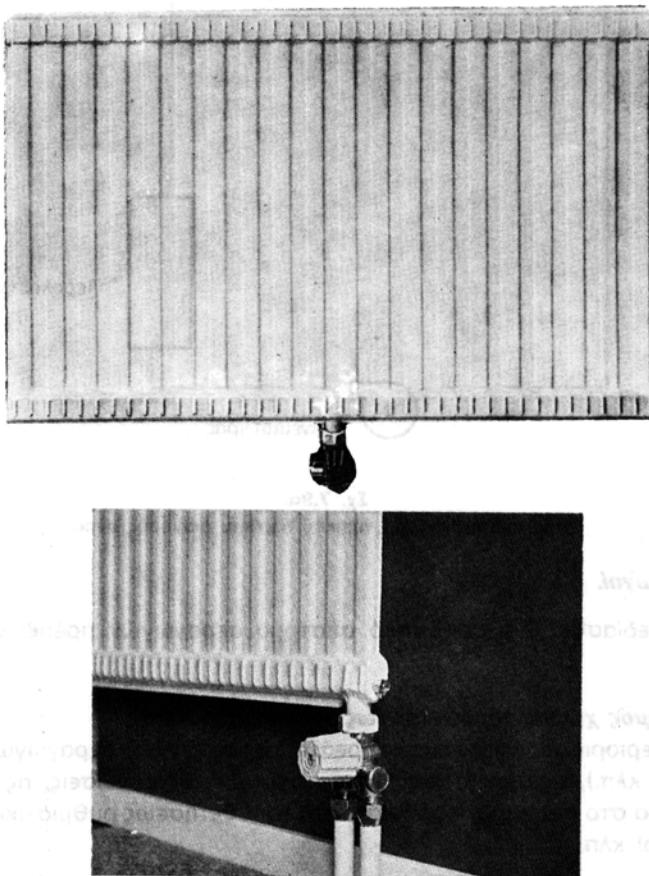


Σχ. 7.8ε.
Θερμαντικά σώματα τύπου κονβεκτέρ.

Για την επίτευξη μεγαλύτερων θερμαντικών ισχύων είναι δυνατό να εγκατασταθεί ένας ανεμιστήρας μέσα στο κονβεκτέρ, ώστε να έχομε εξαναγκασμένη κυκλοφορία του αέρα του χώρου.

7.8.6 Θερμαντικά σώματα κατάλληλα για μονοσωλήνιο σύστημα.

Προκειμένου οι διάφοροι τύποι θερμαντικών σωμάτων να χρησιμοποιηθούν σε μονοσωλήνιο σύστημα κεντρικής θερμάνσεως, όπου προβλέπεται η εγκατάσταση ειδικού τετράδοου διακόπτη σε κάθε θερμαντικό σώμα (ειδική ρυθμιστική δικλείδα), είναι απαραίτητο για ορισμένα είδη διακοπών να προηγηθεί κάποια ειδική κατασκευή στο θερμαντικό σώμα, ώστε να εξασφαλισθεί η κυκλοφορία του θερμού νερού στο σύνολο της θερμαντικής επιφάνειας. Η κατασκευή αυτή συνίσταται ουσιαστικά στην τοποθέτηση ενός ρυθμιστικού διαφράγματος αμέσως μετά την εισαγωγή στο θερμαντικό σώμα, σε τρόπο ώστε να διευκολυνθεί η προώθηση του θερμικού φορέα, δηλαδή του θερμού νερού, και προς την άνω πλευρά του θερμαντικού σώματος (σχ. 7.8στ).



Σχ. 7.8στ.

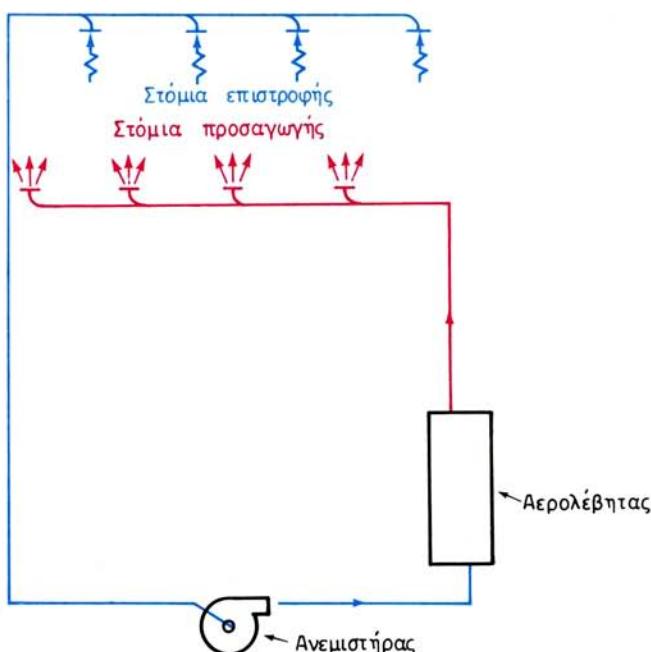
Θερμαντικά σώματα σε μονοσωλήνιο σύστημα.

7.9 Δίκτυα αεραγωγών — Στόμια προσαγωγής και απαγωγής.

Ένα πλήρες δίκτυο διανομής αέρα αποτελείται από τέσσερα βασικά στοιχεία:

- Τους αεραγωγούς.
- Τα στόμια προσαγωγής και απαγωγής του αέρα.
- Τα φίλτρα αέρα.
- Τον ή τους ανεμιστήρες.

Ένα τυπικό τέτοιο δίκτυο απεικονίζεται στο σχήμα 7.9a.



Σχ. 7.9a.

Σχηματικό διάγραμμα τυπικού δίκτυου διανομής αέρα.

7.9.1 Αεραγωγοί.

Για να σχεδιασθεί ένα αποδοτικό σύστημα αεραγωγών πρέπει να ληφθούν υπόψη:

α) Ο διαθέσιμος χώρος τοποθετήσεως των αεραγωγών.

Αυτός ο περιορισμός μπορεί να επηρεάζει τη μορφή των αεραγωγών (օρθογωνική, κυκλική κλπ.), τις διαστάσεις των αεραγωγών, τις μονώσεις, τις αντιστάσεις ροής του αέρα στο σύστημα, τη δυνατότητα τοποθετήσεως ρυθμιστικών οργάνων ροής (τάμπερ) κλπ.

β) Τα σημεία των θερμαινόμενων χώρων στα οποία πρέπει να φθάσει ο αέρας.

Η διαφορά πιέσεως μεταξύ του ευμενέστερου και του δυσμενέστερου σημείου

πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μπορεί να καλυφθεί από τα συνηθισμένα ρυθμιστικά όργανα ροής.

γ) Τα επίπεδα θορύβου.

Οι ταχύτητες του αέρα στους αεραγωγούς και η κατασκευή των αεραγωγών (πάχος τοιχωμάτων, ενώσεις, καμπύλες, ηχητικές μονώσεις κλπ.), πρέπει να είναι τέτοια ώστε να περιορίζεται ο ενοχλητικός θόρυβος.

δ) Οι αντιστάσεις ροής.

Πρέπει να μπορούν να αντιμετωπισθούν από τους υπάρχοντες στο εμπόριο ανεμιστήρες.

ε) Οι απώλειες αέρα και θερμότητας.

Η κατασκευή του συστήματος αεραγωγών (ενώσεις μεταξύ των διάφορων τμημάτων, μονώσεις κλπ.), πρέπει να είναι τέτοια ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο οι απώλειες από σχισμές (απώλειες αέρα) και οι απώλειες από τοιχώματα (απώλειες θερμότητας). Η πρώτη περίπτωση (σχισμές) είναι θέμα περισσότερο επιμέλειας κατά την κατασκευή παρά επιπλέον δαπάνης, η δεύτερη (μονώσεις) είναι βασικά, ζήτημα δαπάνης. Πρέπει να βρεθεί η «χρυσή τομή» δηλαδή το **συμφερότερο πάχος και είδος μονώσεως** ώστε να έχομε το μέγιστο δυνατό περιορισμό απώλειών θερμότητας με το ελάχιστο δυνατό κόστος εγκαταστάσεως και συντηρήσεως της μονώσεως.

Οποιοδήποτε σύστημα αεραγωγών για τη μελέτη και κατασκευή του οποίου δεν έχει ληφθεί υπόψη κάποιος από τους περιορισμούς που αναφέραμε, μπορεί όχι μόνο να μην ικανοποιεί τις απαιτούμενες ανάγκες, αλλά και να είναι πολύ δαπανηρό στην κατασκευή ή στη λειτουργία του ή και στα δύο μαζί. Μια ιδανική μελέτη συστήματος αεραγωγών είναι αυτή που καταλήγει στο μικρότερο κόστος εγκαταστάσεως και λειτουργίας λαμβάνοντας συγχρόνως υπόψη όλους τους παραπάνω περιορισμούς.

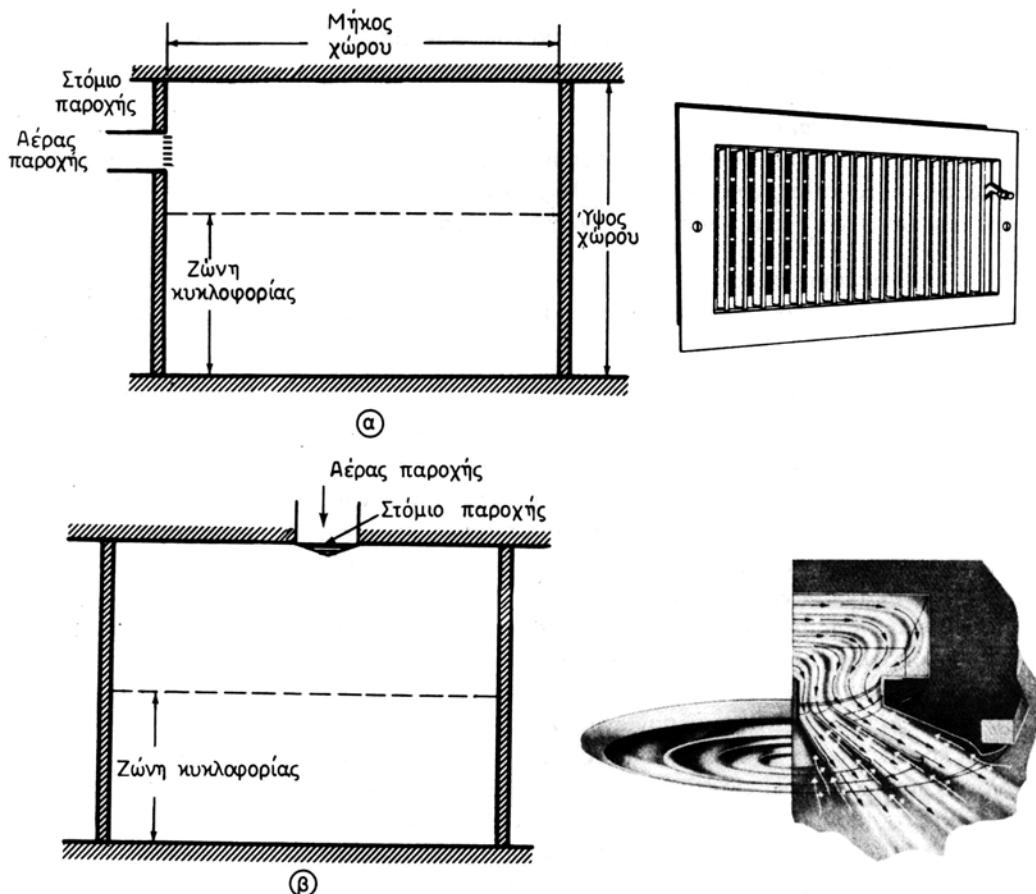
7.9.2 Στόμια προσαγωγής και απαγωγής αέρα.

Ο αντικειμενικός σκοπός της διαχύσεως του αέρα μέσα σε ένα θερμαινόμενο χώρο είναι να δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες ανέσεως στη ζώνη κυκλοφορίας των ατόμων (δηλαδή από το δάπεδο μέχρι σε ύψος 1,85 m περίπου).

Δυσφορία για τους ανθρώπους που βρίσκονται μέσα σε ένα θερμαινόμενο χώρο μπορεί να προκύψει από:

- Μεγάλες μεταβολές της θερμοκρασίας στο χώρο (οριζόντια ή κατακόρυφα).
- Απότομες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο.
- Υπερβολική κίνηση του αέρα (ρεύματα).
- Ασύμφωνη με τη διανομή των θερμικών φορτίων μέσα στον χώρο διανομή του αέρα.

Είναι γνωστό ότι ο αέρας φθάνει στα στόμια παροχής από τους αεραγωγούς με ταχύτητα πολύ μεγαλύτερη από αυτή που θα ήταν αποδεκτή στη ζώνη κυκλοφορίας. Επίσης η θερμοκρασία του αέρα αυτού μπορεί να είναι μικρότερη, ίση ή με-



Σχ. 7.9β.

Ενδεικτικοί τρόποι διαχύσεως αέρα από στόμια παροχής.

γαλύτερη από τη μέση θερμοκρασία στη ζώνη κυκλοφορίας. Γι' αυτό καταβάλλεται προσπάθεια ώστε το ρεύμα του αέρα κατά την έξοδό του από τα στόμια παροχής να κατευθύνεται μακριά από τη ζώνη κυκλοφορίας, ώστε να μειώνεται η ταχύτητά του και η ψηλή ή χαμηλή θερμοκρασία του σε αποδεκτά επίπεδα πριν ο αέρας εισέλθει στη ζώνη κυκλοφορίας. Αυτό φαίνεται παραστατικά στο σχήμα 7.9β όπου έχουμε ένα στόμιο παροχής τοποθετημένο σε τοίχο και ένα στόμιο τοποθετημένο σε οροφή. Η διάχυση του αέρα πρέπει να είναι τέτοια ώστε το **ρεύμα αέρα όταν φθάνει στη ζώνη κυκλοφορίας να μην έχει ενοχλητική ταχύτητα**.

Διάφοροι τύποι στομίων είναι διαθέσιμοι ως τυποποιημένα βιομηχανικά προϊόντα. Η επιλογή των στομίων προσαγωγής γίνεται από τους πίνακες των κατασκευαστών με βάση την **παροχή αέρα** και το **βεληνεκές** που πρέπει να έχει κάθε στόμιο, δηλαδή το **μέγιστο μήκος διαδρομής** αέρα μετά την έξοδό του από το στόμιο και πριν η ταχύτητά του μειωθεί στα 0,25 m/s (ή 50 FPM). Το βεληνεκές εξαρτάται και

από το αν ο αέρας θα είναι κρύος ή ζεστός. Στους πίνακες δίνεται επίσης και το επίπεδο θορύβου που δημιουργεί το κάθε στόμιο ανάλογα με την παροχή για την οποία χρησιμοποιείται. Το στοιχείο αυτό είναι απαραίτητο, γιατί τα επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου ποικίλλουν ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται ο χώρος (γραφείο, κατάστημα, σπίτι, στούντιο κλπ.).

Όταν η επιλογή των στομίων προσαγωγής γίνεται με βάση τα παραπάνω στοιχεία, τότε προκύπτει διάχυση αέρα που ικανοποιεί τις απαιτήσεις ανέσεως, όπως αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Η επιλογή των στομίων επιστροφής αέρα είναι ευκολότερη και γίνεται με βάση την επιθυμητή ποσότητα αέρα που πρέπει να απάγουν και την επιτρεπόμενη ταχύτητα διόδου μέσα από αυτά. Η επιλογή γίνεται πάλι από τους καταλόγους των κατασκευαστών.

7.10 Διατάξεις για την προστασία από διαβρώσεις και επικαθήσεις.

Όταν μιλάμε για διάβρωση σε εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων, εννοούμε τη σταδιακή καταστροφή των μεταλλικών επιφανειών βασικά των δικτύων σωληνώσεων και των σύσκευών ή εξαρτημάτων.

Τα φαινόμενα της διαβρώσεως έχουν ιδιαίτερα απασχολήσει την επιστημονική έρευνα και τεχνολογία, γιατί δημιουργούν σημαντικές απώλειες στην εθνική οικονομία μιας χώρας.

Τα αίτια της διαβρώσεως είναι πολλά και ποικίλα και μπορούμε να πούμε ότι δεν έχουν μέχρι σήμερα διαλευκάνθει σε δλη τους την έκταση.

Πάντως βασικοί παράγοντες διαβρώσεως είναι το νερό ως θερμικός φορέας και τα καυσαέρια. **To νερό**, λόγω των διαλυμένων σ' αυτό αερίων (οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα) που προκαλούν επιφανειακή διάβρωση και λόγω των επίσης διαλυμένων σ' αυτό αλάτων και άλλων προσμίζεων που προκαλούν κυρίως τοπικές (σημειακές) καταστροφές.

Η περιεκτικότητα αλάτων στο νερό έχει ως αποτέλεσμα την αποβολή του λεγόμενου **νερόλιθου** ή **λεβητόλιθου**, όταν έχομε θερμοκρασία πάνω από 100°C, ο οποίος κάθεται στα εσωτερικά τοιχώματα των σωλήνων. Έτσι προκύπτει μείωση της διατομής των σωλήνων, αλλά και ελάττωση της μεταδόσεως θερμότητας στο λέβητα λόγω της μειώσεως του συντελεστή θερμοπερατότητας, με συνέπεια τη δημιουργία **θερμικών τάσεων** και τελικά τη θραύση των στοιχείων του.

Βέβαια, στις θερμάνσεις θερμού νερού δύσκολα παρουσιάζονται βλάβες διαβρώσεως και λιθοποιήσεως, γιατί το θερμό νερό ανακυκλοφορεί συνέχεια και δεν ανανεώνεται συχνά.

Αντίθετα, τέτοιες βλάβες παρουσιάζονται συχνά στα δίκτυα σωληνώσεων των συμπυκνωμάτων στις εγκαταστάσεις θερμάνσεως με ατμό.

Ta καυσαέρια, όταν έχουν ψηλότερες ή πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες από την επιτρεπόμενη, προκαλούν φαινόμενα διαβρώσεως.

Στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 600°C) και όταν παράλληλα έχει επικαθήσει στάκτη στις θερμαντικές επιφάνειες, έχομε οξειδωτική επίδραση των θερμών αερίων και προσβολή του μετάλλου.

Στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω από 180°C) και εφόσον χρησιμοποιούν-

ται καύσιμα που περιέχουν θείο (S), δημιουργείται κάτω από ορισμένες συνθήκες θειικό οξύ που συμπυκνώνεται στις ψυχρές επιφάνειες όταν ξεπεράσει προς τα κάτω το σημείο δρόσου και προσβάλλει τα μέταλλα.

Επίσης, είναι δυνατό να έχουμε διάβρωση λόγω ορισμένων **ηλεκτροχημικών διαδικασιών**, σε περίπτωσεις άμεσης συνδέσεως διαφορετικών μετάλλων που βρίσκονται μέσα σε υγρό που περιέχει διαλυμένα άλατα. Έτσι έχουμε δημιουργία ενός **γαλβανιστικού στοιχείου** το δε υγρό αποτελεί τον αγωγό του ηλεκτρισμού. Διάβρωση του μετάλλου έχουμε στα σημεία που το ρεύμα εισχωρεί από το λιγότερο ευγενές μέταλλο στο υγρό.

Υπάρχουν πάρα πολλές διατάξεις προστασίας που είναι διαφορετικές για τις αντίστοιχες αιτίες διαβρώσεως των εγκαταστάσεων κεντρικών θερμάνσεων.

7.10.1 Προστασία από διάβρωση και επικαθήσεις νερού.

Για τη λήψη των κατάλληλων μέτρων για την προστασία των εγκαταστάσεων από διάβρωση και επικαθήσεις νερού, κρίνεται απαραίτητο καταρχήν να εξετασθεί η σύσταση του φυσικού νερού.

Στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες διατάξεις προστασίας, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται απομάκρυνση των αερίων και των οξέων του νερού με διάφορες μεθόδους, όπως είναι η **χημική και η θερμική εξαέρωση**, η **αποσκλήρυνση του νερού** με ποικίλες χημικές μεθόδους και ο **σχηματισμός προστατευτικών επιστρώσεων**. Οπωσδήποτε η καλύτερη προστασία επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων υλικών. Πρέπει επίσης να αποφεύγεται η δημιουργία θυλάκων αέρα στα κυκλώματα του θερμού νερού (χρησιμοποίηση **εξαεριστικών** όπου απαιτείται).

7.10.2 Προστασία από διάβρωση και επικαθήσεις καυσαερίων.

Τα βασικά προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή βλαβών από διάβρωση και επικαθήσεις καυσαερίων είναι:

- Χρησιμοποίηση κατάλληλου υλικού ανθεκτικού σε διάβρωση.
- Θερμοκρασίες καυσαερίων πάνω από 180°C και κάτω από 600°C.
- Καθαρισμός του λέβητα σε τακτά χρονικά διαστήματα.
- Μόνωση της καμινάδας.
- Εκλογή του σωστού καυστήρα και καλή ρύθμιση για την επίτευξη τέλειας καύσεως.
- Χρησιμοποίηση καυσίμων που είναι πιωχά σε στάχτη.

7.11 Θερμομόνωση και ηχομόνωση των εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως.

Ο βασικός προορισμός της **θερμομονώσεως** μιας εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως είναι η κατά το δυνατόν μείωση των θερμικών απωλειών των εξαρτημάτων της, προς τους διάφορους χώρους του κτιρίου που δεν θερμαίνονται ή που γενικά βρίσκονται σε χαμηλότερη θερμοκρασία.

Βέβαια, δεν πρέπει να συγχέομε τη θερμομόνωση της εγκαταστάσεως με τη θερμομόνωση του ίδιου του κτιρίου, που διέπεται από τον «Κανονισμό περί Θερ-

μομονώσεως», στον οποίο θα αναφερθούμε στο κεφάλαιο 8 και που έχει ως σκοπό τον περιορισμό των θερμικών απωλειών του κτιρίου, κυρίως προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Τα τμήματα της εγκαταστάσεως από τα οποία έχομε απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον είναι εκείνα που βρίσκονται σε υψηλότερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, όπως συσκευές παραγωγής θερμότητας (λέβητες κλπ.), εναλλάκτες θερμότητας, σωληνώσεις και αεραγωγοί, ιδιαίτερα το τμήμα τους προσαγωγής του θερμοφορέα στο χώρο. Όλα αυτά τα τμήματα των εγκαταστάσεων πρέπει κανονικά να μονώνονται, κυρίως όμως μονώνονται όταν βρίσκονται τοποθετημένα μέσα σε χώρους ή διέρχονται από χώρους που δεν θερμαίνονται, όπως υπόγεια, έδαφος, ακάλυπτοι χώροι, κλιμακοστάσια κλπ. Η θερμομόνωση επίσης περιορίζει σημαντικά τους κινδύνους σπασίματος των σωληνώσεων από το πάγωμα του νερού, όταν διέρχονται από εξωτεριούς χώρους και η εξωτερική θερμοκρασία είναι κάτω από 0°C ενώ η εγκατάσταση δεν λειτουργεί.

Η μόνωση των συσκευών της εγκαταστάσεως θερμάνσεως καθώς και των αεραγωγών γίνεται κυρίως με μονωτικά φύλλα, συνήθως από υαλοβάμβακα. Η μόνωση των σωληνώσεων γίνεται με ειδικούς μονωτικούς σωλήνες, είτε χωρίς ραφή που «φοριούνται» στους μεταλλικούς σωλήνες πριν από την εγκατάστασή τους, είτε ανοικτούς κατά μήκος του άξονά τους, που «κουμπώνουν» πάνω σε ήδη εγκαταστημένους σωλήνες.

Ως προς τη δημιουργία **θορύβων** στις εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων, διακρίνομε βασικά:

- Θορύβους καύσεως σε καυστήρες πετρελαίου ή αερίων, που είναι δυνατό να ενισχυθούν από φαινόμενα συντονισμού ανάμεσα στο χώρο καύσεως και την καμινάδα.
- Θορύβους αντλιών και κυκλοφορητών.
- Θορύβους λόγω μεγάλων ταχυτήτων νερού.

Οι δημιουργούμενοι θόρυβοι διαδίδονται μέσω του αέρα και μεταφέρονται στα δομικά στοιχεία του χώρου του λεβητοστασίου, την καμινάδα και τους γειτονικούς χώρους.

Ακόμη μεταφέρονται στη βάση του λέβητα και τις σωληνώσεις υπό μορφή κραδασμών, ιδιαίτερα σε εγκαταστάσεις μεγάλων θερμικών ισχύων.

Υπάρχουν διεθνείς κανονισμοί που καθορίζουν τις επιτρεπόμενες στάθμες θορύβου μέσα σε λεβητοστάσια, ανάλογα με την εγκαταστημένη θερμική ισχύ.

Η ηχομόνωση των εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως επιτυγχάνεται με τη λήψη ορισμένων προστατευτικών μέτρων, όπως:

- Τοποθέτηση ηχομονωτικών υλικών στα δομικά στοιχεία που περιβάλλουν τους χώρους των λεβητοστασίων.
- Επέμβαση στο μπεκ των καυστήρων (αλλαγή μεγέθους ή γωνίας) για τη μείωση των θορύβων καύσεως.
- Εγκατάσταση σιγαστήρων στους καπναγωγούς και ηχοαπορροφητικής κάσκας στους καυστήρες.
- Αντιδονητική έδραση του λέβητα ή ολόκληρου του λεβητοστασίου σε βάση από κυψελωτό μπετόν, για την αποφυγή της μεταδόσεως των κραδασμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ο ΓΔΟΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ

8.1 Διαδικασία και στάδια υπολογισμού εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως.

Ένα από τα βασικά στοιχεία για την επιλογή της κατάλληλης εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως είναι ο υπολογισμός των θερμικών απαιτήσεων του κτιρίου.

Οι απαιτήσεις αυτές προσδιορίζονται από τα εξής δεδομένα:

- Την τοποθεσία (γεωγραφική θέση) όπου βρίσκεται το κτίριο και τις κλιματολογικές συνθήκες του περιβάλλοντος.
- Τα κατασκευαστικά στοιχεία του κτιρίου, δηλαδή διαστάσεις χώρων, σύνθεση δομικών στοιχείων (τοίχων, οροφής, δαπέδων), κατασκευαστικές λεπτομέρειες των ανοιγμάτων (απλά ή διπλά υαλοστάσια, πλαίσια μεταλλικά ή ξύλινα κλπ.), θέσεις των ανοιγμάτων (γωνιακά ή όχι), προσανατολισμός των χώρων, ένταξη του κτιρίου στο γενικό πολεοδομικό σύστημα (συνεχές ή ελεύθερο) και θέση ως προς την προσβολή του κτιρίου από ανέμους (προστατευόμενη, ελεύθερη ή άκρως προσβαλλόμενη).
- Τη χρήση του κτιρίου (αν είναι βιομηχανικό ή νοσοκομείο ή κτιριακό συγκρότημα κατοικιών ή ξενοδοχείο ή κτίριο γραφείων κλπ.) και τις ειδικές θερμικές απαιτήσεις που προκύπτουν από τη χρήση αυτή.

Από τα παραπάνω δεδομένα και με τη βοήθεια πινάκων και διαγραμμάτων που περιλαμβάνονται στα διάφορα εγχειρίδια μελετών κεντρικών θερμάνσεων, προκύπτουν τα εξής στοιχεία για κάθε χώρο του κτιρίου:

- Ακραία (ελάχιστη) εξωτερική θερμοκρασία που πρέπει να ληφθεί υπόψη.
- Εσωτερική θερμοκρασία που πρέπει να διατηρείται στο χώρο κατά το χειμώνα.
- Θερμικές απώλειες κατά το χειμώνα από τα διάφορα δομικά στοιχεία του χώρου και από τον αέρα που εισέρχεται και εξέρχεται από αυτόν καθώς και θερμικά κέρδη από τα μηχανήματα που λειτουργούν στο χώρο, από τα φωτιστικά σώματα και τους ανθρώπους που μένουν ή εργάζονται σ' αυτόν.

Τα παραπάνω στοιχεία υπολογίζονται συνήθως χωριστά για κάθε ενιαίο χώρο του κτιρίου (δωμάτιο, γραφείο, αίθουσα κλπ.) και έτσι ώστε να οδηγούν στις μέγιστες θερμικές απαιτήσεις του χώρου αυτού. **Αυτές οι μέγιστες θερμικές απαιτήσεις θα αθροισθούν με τις αντίστοιχες μέγιστες θερμικές απαιτήσεις και όλων των υπόλοιπων χώρων του κτιρίου, για να προκύψει η θερμική ισχύς και το είδος της εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως που θα πρέπει να εγκατασταθεί στο υπό μελέτη κτίριο.**

Μετά τον υπολογισμό των θερμικών απαιτήσεων του κτιρίου, τα επόμενα στάδια υπολογισμού της μελέτης της εγκαταστάσεως, τα οποία θα αναπτύξομε σε επόμενα κεφάλαια είναι:

1. Καθορισμός θέσεως, τύπου και μεγέθους των θερμαντικών σωμάτων.
2. Καθορισμός των διαδρομών του δικτύου σωληνώσεων.
3. Υπολογισμός των διατομών και της πτώσεως πιέσεως του δικτύου σωληνώσεων.
4. Υπολογισμός λέβητα.
5. Υπολογισμός καυστήρα.
6. Υπολογισμός κυκλοφορητών ή αντλιών.
7. Υπολογισμός δεξαμενών καυσίμων.
8. Υπολογισμός συστήματος ασφάλειας της εγκαταστάσεως.

8.2 Θερμικά φορτία.

Το θερμικό φορτίο ή οι **θερμικές απώλειες** ενός χώρου είναι το ποσό θερμότητας που χάνεται από το χώρο στη μονάδα του χρόνου και εκφράζεται σε kcal/h ή BTU/h. Οι θερμικές αυτές απώλειες λέγονται και **φορτίο χειμώνα**.

Οι θερμικές απώλειες ενός κλειστού χώρου εξηγούνται μ' ένα από τα βασικά συμπεράσματα του 2ου Νόμου της θερμοδυναμικής, που ορίζει ότι «η θερμότητα ρέει μόνη της από την υψηλότερη θερμοκρασία προς τη χαμηλότερη». Αφού λοιπόν κατά το χειμώνα η θερμοκρασία ενός χώρου είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, έχομε **ροή θερμότητας** από το χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η ροή αυτή είναι ανάλογη με τη **θερμοπερατότητα** ή **θερμική διαβατότητα** του περιβλήματος του χώρου.

Επίσης είναι ανάλογη προς τη **θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος**. Όσο μικράνει η διαφορά αυτή τόσο ελαττώνται και οι απώλειες. Επομένως, αν υποθέσουμε ότι στο χώρο δεν υπάρχουν πηγές θερμότητας και ότι η εξωτερική (χαμηλή) θερμοκρασία είναι σταθερή, τότε η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου θα μειώνεται συνέχεια μέχρι μια ελάχιστη τιμή, οπότε σταματά η ροή θερμότητας. Η τιμή αυτή της εσωτερικής θερμοκρασίας θα είναι τόσο πιο κοντά προς την τιμή της εξωτερικής θερμοκρασίας όσο μικρότερη είναι η **θερμική αντίσταση** (το αντίστροφο της θερμοπερατότητας) που παρουσιάζει το δομικό περιβλήμα του χώρου προς τη ροή της θερμότητας. Αν μηδενίσουμε αυτή την αντίσταση, αν ανοίξουμε π.χ. τα παράθυρα, τότε η θερμοκρασία του χώρου θα εξισωθεί με τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος. Δηλαδή η ροή θερμότητας είναι παρόμοια με τη ροή του ηλεκτρισμού, αν θεωρήσουμε ως **διαφορά δυναμικού** τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου και ως **αγωγό-αντίσταση** τα τοιχώματα που παρεμβάλλονται μεταξύ των δύο χώρων. Τέλος, το άνοιγμα των παραθύρων (μηδενισμός θερμικής αντιστάσεως) είναι αντίστοιχο του **βραχυκυκλώματος** στον ηλεκτρισμό.

Για να διατηρηθεί η θερμοκρασία ενός χώρου κατά το χειμώνα σταθερή σε κάποια τιμή, θα πρέπει οι θερμικές απώλειες του χώρου σ' αυτή τη θερμοκρασιακή τιμή να αναπληρώνονται από κάποια εσωτερική πηγή θερμότητας. Τέτοια πηγή θερμότητας μπορεί να είναι ένα θερμαντικό σώμα που στη μέγιστη απόδοσή του

Θα αποδίδει στη μονάδα του χρόνου τόση θερμότητα στο χώρο, όση είναι η μέγιστη θερμότητα που ρέει από το χώρο προς τα έξω στην ίδια μονάδα του χρόνου. Η μέγιστη αυτή ροή (απώλεια) θερμότητας όπως προκύπτει από τα προηγούμενα, θα συμβαίνει κατά τη μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου ή απλούστερα όταν η εξωτερική θερμοκρασία φθάνει την ελάχιστη τιμή της, μια και η εσωτερική θερμοκρασία είναι δοσμένη και ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου (π.χ. 20°C). Γί' αυτό σε κάθε τοποθεσία οι υπολογισμοί των θερμικών απωλειών ενός χώρου γίνονται για την ελάχιστη στατιστικά χειμερινή θερμοκρασία περιβάλλοντος που προκύπτει από τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής. Και λαμβάνεται συνήθως ως **στατιστικά ελάχιστη τιμή** της θερμοκρασίας, η τιμή επάνω από την οποία βρίσκεται το 99% ή το 97,5% των μέσων ωριαίων θερμοκρασιών του συνόλου των ωρών (2208 ώρες) του χειμώνα (Δεκεμβρίου, Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου). Δηλαδή σε ένα κανονικό αθηναϊκό χειμώνα, θα υπάρχουν μόνο 22 περίπου ώρες (1%) κατά τις οποίες η θερμοκρασία θα είναι ίση ή κατώτερη από τη θερμοκρασία των 33°F (ή 0,5°C) που αποτελεί την 99% τιμή για την περιοχή Αθηνών.

Πέρα από τις παραπάνω θερμικές απώλειες που τις λέμε **απώλειες διαβάσεως** θερμότητας, ένας θερμαινόμενος χώρος έχει και **απώλειες μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού**. Οι απώλειες αυτές συμβαίνουν με τη μεταφορά θερμών μαζών αέρα από το θερμαινόμενο χώρο προς το περιβάλλον και αντίθετα κρύων μαζών αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον προς το θερμαινόμενο χώρο. Η μεταφορά αυτή μαζών αέρα μπορεί να είναι ελεγχόμενη μέσω μηχανημάτων (**Ιτεχνητός αερισμός**) ή μη ελεγχόμενη (**Φυσικός αερισμός**), από χαραμάδες ή από πόρτες και παράθυρα που ανοιγοκλείνουν, και πέρα από τις απώλειες θερμότητας, προκαλεί και **απώλειες υγρασίας**, γιατί συνήθως το χειμώνα ο εξωτερικός αέρας έχει μικρότερο περιεχόμενο υδρατμών (απόλυτη υγρασία) από ό,τι ο εσωτερικός αέρας. Πάντως σε εγκαταστάσεις κεντρικής θερμάνσεως συνήθως δεν λαμβάνονται υπόψη οι απώλειες υγρασίας στους υπολογισμούς.

Οι απώλειες διαβάσεως και αερισμού ενός χώρου, πέρα από τη διαφορά θερμοκρασιών, την κατασκευή και τη χρήση του κτιρίου, επηρεάζονται επίσης και από άλλους παράγοντες, όπως αναφέρθηκε ήδη και παραπάνω. Οι κυριότεροι από τους παράγοντες αυτούς είναι οι εξής:

- Ο προσανατολισμός του χώρου.
- Η θέση του χώρου μέσα στο κτίριο.
- Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή.
- Το είδος της λειτουργίας της κεντρικής θερμάνσεως (συνεχής ή με διακοπές).

Για όλους αυτούς τους παράγοντες δίνονται από πίνακες διάφορες χαρακτηριστικές τιμές, οι οποίες έχουν προκύψει από μακροχρόνιες παρατηρήσεις, μετρήσεις και έρευνες ως προς την επίδρασή τους πάνω στη θερμική συμπεριφορά των διάφορων χώρων. Από πίνακες επίσης δίνονται και οι στατιστικές τιμές των εξωτερικών θερμοκρασιών, οι συνθήκες ανέσεως χειμώνα ή οι κατάλληλες συνθήκες για τη συγκεκριμένη παραγωγική διαδικασία σε βιομηχανικούς χώρους, η θερμοπερατότητα (θερμική διαβατότητα) των διάφορων δομικών στοιχείων, οι απώλειες ανοιγμάτων και οι απαιτήσεις αερισμού για τα άτομα και τις διάφορες παραγωγικές

διαδικασίες ή δραστηριότητες.

Ενδεικτικά αποσπάσματα μερικών τέτοιων πινάκων περιλήφθηκαν στο Παράρτημα Ζ.

Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι κατά το χειμώνα ένας χώρος δεν έχει μόνο θερμικές απώλειες, αλλά και θερμικά κέρδη, κυρίως από την ηλιακή ακτινοβολία, από τα άτομα, τα φώτα και τα μηχανήματα που τυχόν υπάρχουν στο χώρο. Τα θερμικά αυτά κέρδη μπορεί να καλύπτουν μέρος ή και το σύνολο των θερμικών απωλειών και ασφαλώς συντελούν στη μείωση της **ενέργειας που καταναλώνεται** κατά τη λειτουργία της εγκαταστάσεως της κεντρικής θερμάνσεως. Η εγκαταστημένη ισχύς όμως υπολογίζεται το χειμώνα συνήθως σε τέτοιο μέγεθος ώστε να είναι ικανή να καλύπτει το μέγιστο των θερμικών απωλειών χωρίς καμιά βοήθεια από τα θερμικά κέρδη. Εκτός βέβαια αν είναι στατιστικά βεβαιωμένο ότι μαζί με τις μέγιστες θερμικές απώλειες θα έχουμε συγχρόνως και μερικά θερμικά κέρδη, κυρίως αυτά που προέρχονται από άτομα, φώτα και μηχανήματα, σε συνδυασμό με τη σκέψη ότι η θέρμανση απαιτείται όταν τα άτομα βρίσκονται στο χώρο ή όταν μια παραγωγική διαδικασία βρίσκεται σε εξέλιξη. Σ' αυτή την περίπτωση είναι δυνατό τα θερμικά αυτά κέρδη να αφαιρεθούν από τις μέγιστες θερμικές απώλειες, για να προκύψει η απαιτούμενη θερμική ισχύς της εγκαταστάσεως της κεντρικής θερμάνσεως.

Έτσι όχι μόνο το **αρχικό κόστος** της εγκαταστάσεως θα είναι μικρότερο αλλά και η απόδοσή της καλύτερη, δηλαδή το **κόστος λειτουργίας** χαμηλότερο.

Η μείωση του κόστους αυτού έχει ιδιαίτερη σημασία σήμερα που οι τιμές αγοράς ενέργειας έχουν φθάσει σε πάρα πολύ μεγάλα ύψη.

8.3 Συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος.

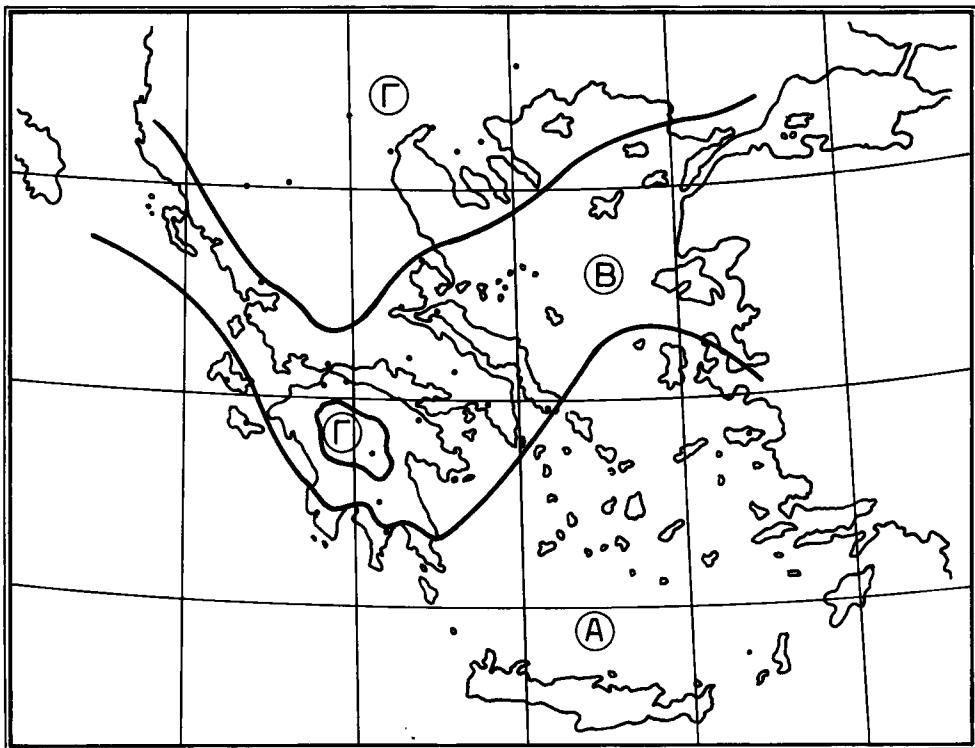
Για τον ελληνικό γεωγραφικό χώρο και για τις κυριότερες πόλεις, τα δεδομένα θερμοκρασίας δίνονται στον πίνακα Z1, ο οποίος συμπεριλαμβάνεται στον «**Κανονισμό περί Θερμομονώσεως Κτιρίων**» που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 362/Δ/4 - 7 - 79 και έχει υποχρεωτική ισχύ για τις μελέτες των εγκαταστάσεων κεντρικών θερμάνσεων στη χώρα μας.

Σύμφωνα με τα ισχύοντα στον Κανονισμό Θερμομονώσεων, η χώρα μας χωρίζεται σε τρεις θερμοκρασιακές ζώνες Α, Β και Γ, όπως φαίνεται στο χάρτη του σχήματος 8.3.

Η κατανομή των περιοχών της χώρας σε θερμοκρασιακές ζώνες έγινε με κριτήριο τις επικρατούσες μέσες ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες που είναι υψηλότερες για τη ζώνη Α και χαμηλότερες για τη ζώνη Γ. Εξάλλου αν ένας τόπος ανήκει γεωγραφικά στη ζώνη Α ή Β αλλά είναι σε υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας μεγαλύτερο από 600 m, θεωρείται ότι ανήκει στην αμέσως δυσμενέστερη ζώνη (από Α σε Β και από Β σε Γ).

8.4 Συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος.

Ο πίνακας Z2 που περιλαμβάνεται στον Κανονισμό Θερμομονώσεων δίνει τις ενδεικνυόμενες θερμοκρασίες για την ανθρώπινη άνεση σε διάφορους εσωτερικούς χώρους. Ο πίνακας Z3, που προκύπτει από τον Κανονισμό Θερμομονώσεων,



Σχ. 8.3.
Χάρτης κατανομής της χώρας σε θερμοκρασιακές ζώνες.

δίνει τις θερμοκρασίες θερμαινόμενων ή μη θερμαινόμενων χώρων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν βρίσκονται σε επαφή με τους υπό μελέτη προς θέρμανση χώρους.

Εξάλλου υπάρχουν πίνακες που δίνουν τις απαιτούμενες συνθήκες για τα διάφορα είδη βιομηχανικών εφαρμογών (παραγωγική διαδικασία, συσκευασία, αποθήκευση κλπ.). Οι αναφερόμενες στους πίνακες αυτούς συνθήκες αφορούν στις απαιτήσεις του προϊόντος ή της παραγωγικής διαδικασίας και όχι στις απαιτήσεις ανέσεως. Γι' αυτό είναι ανεξάρτητες από εποχή. Αντίθετα, σε όποιους εργοστασιακούς χώρους πρέπει να επικρατούν συνθήκες για ανθρώπινη άνεση, σημειώνονται οι λέξεις «Συνθήκες ανέσεως». Στις τελευταίες αυτές περιπτώσεις οι εσωτερικές συνθήκες χώρου δεν επηρεάζουν την παραγωγική διαδικασία ή το προϊόν, αλλά τους εργαζόμενους μέσα στο χώρο, ώστε να αυξάνεται η παραγωγικότητά τους και άρα να μειώνεται το κόστος παραγωγής. Σε μερικές περιπτώσεις θα πρέπει να συμβιβασθούν οι απαιτούμενες συνθήκες παραγωγικής διαδικασίας με τις απαιτούμενες συνθήκες ανέσεως, ώστε να διατηρείται υψηλή ποιότητα συνδυαζόμενη με χαμηλό κόστος παραγωγής. Τμήμα ενός τέτοιου πίνακα, που μας δίνει ενδεικτικά τις απαιτούμενες συνθήκες για ορισμένα είδη βιομηχανικών εφαρμογών και

αναφέρεται στο Handbook of Air Conditioning System Design, Carrier, Mc Graw - Hill Book Company, New York, 1965 είναι ο πίνακας 8.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4
Εσωτερικές βιομηχανικές συνθήκες (παραδείγματα)

Βιομηχανία	Παραγωγική διαδικασία	Ξ.Θ. (F)	Σχετική Υγρασία (%)
Αρτοποιία	Συμωτήριο Δωμάτιο Ψύχους Μπισκότα Συσκευασία Αποθήκευση Άλευρα Ζάχαρι Νερό Ξερά προϊόντα Φρέσκα προϊόντα	75 - 82 40 - 45 60 - 65 60 - 65 70 - 75 80 32 - 35 70 30 - 45	70 - 75 — 50 60 - 65 50 - 65 35 — 55 - 65 80 - 85
Τυπογραφία	Λιθογρ. Εκτύπωση Όφσετ Εκτύπωση	75 - 80 Συνθήκες ανέσεως	46 - 48

8.5 Υπολογισμός των θερμικών απαιτήσεων χώρων.

Η συνολική θερμική απαίτηση ενός χώρου προκύπτει ως άθροισμα των θερμικών απωλειών του χώρου και των αναγκαίων προσαυξήσεων λόγω ιδιαίτερων συνθηκών. Έτσι μπορούμε να διακρίνομε τις απώλειες και τις προσαυξήσεις σε τρεις γενικές κατηγορίες:

- **Θερμικές απώλειες διαβάσεως (Q_0)**, χωρίς καμία προσαύξηση, που προέρχονται από τα περιβάλλοντα το χώρο δομικά στοιχεία, όπως τοίχοι, δάπεδα, οροφές και ανοίγματα.
 - **Προσαυξήσεις θερμικών απωλειών διαβάσεως** λόγω ιδιαίτερων συνθηκών.
 - **Θερμικές απώλειες μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού (Q_L)**.
- Θα αναπτύξουμε στη συνέχεια πως υπολογίζομε τις απώλειες αυτές.

8.5.1 Θερμικές απώλειες διαβάσεως.

Η εξίσωση που μας δίνει τις θερμικές απώλειες διαβάσεως για κάθε δομικό στοιχείο που περιβάλλει τον υπό μελέτη χώρο, χωριστά, είναι:

$$Q_0 = KA(t_i - t_a) \quad (8.1)$$

όπου: Q_0 οι απώλειες διαβάσεως από ένα συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (kcal/h).

A η επιφάνεια του δομικού στοιχείου (m^2).

K ο συντελεστής θερμοπερατότητας ($kcal/m^2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ h}$).

t_i η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία του χώρου ($^\circ\text{C}$).

t_a η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος ή η θερμοκρασία του παρακείμενου, διαφορετικής θερμοκρασίας, χώρου ($^\circ\text{C}$).

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας K ενός δομικού στοιχείου ισούται με την πο-

σότητα θερμότητας σε kcal/h που περνά μέσα από 1m² του δομικού στοιχείου (δηλαδή οροφής, τοίχου, δαπέδου, ανοίγματος κλπ.), για μια διαφορά θερμοκρασίας 1°C μεταξύ του αέρα που είναι σε επαφή με τις δύο απέναντι επιφάνειες του δομικού στοιχείου.

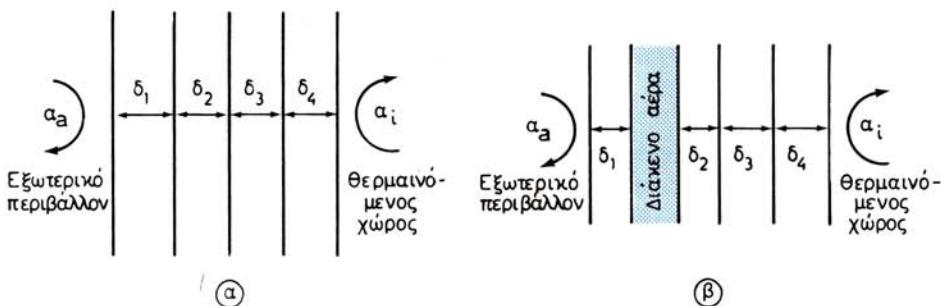
Η τιμή του συντελεστή K για κάθε δομικό στοιχείο εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- a) Από το πάχος δ του δομικού στοιχείου.
- β) Από το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ) του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένο το δομικό στοιχείο και που εκφράζει το ποσό θερμότητας σε kcal/h που περνά μέσα από το ομοιογενές αυτό υλικό πάχους 1m για μια διαφορά θερμοκρασίας 1°C μεταξύ των δύο απέναντι επιφανειών του. Οι συντελεστές λ για τα κυριότερα σε χρήση οικοδομικά υλικά δίνονται στον πίνακα Z4, που περιλαμβάνεται στον Κανονισμό Θερμομονώσεων.
- γ) Από το συντελεστή θερμικής μεταβάσεως ή επιφανειακής αγωγιμότητας α του αέρα που είναι η ποσότητα της θερμότητας σε kcal/h που ρέει μέσω μιας επιφανείας 1 m² για μια διαφορά θερμοκρασίας 1°C μεταξύ των σε επαφή επιφανειών (αέρα και δομικού στοιχείου). Ο συντελεστής α εξαρτάται από τη θέση και την ανακλαστικότητα της επιφάνειας καθώς και από την ταχύτητα του αέρα που πέφτει πάνω της. Οι τιμές των συντελεστών θερμικής μεταβάσεως α του αέρα δίνονται στον πίνακα Z5.

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας K ενός σύνθετου τοιχώματος που είναι κατασκευασμένο για παράδειγμα από τέσσερα επάλληλα τοιχώματα διαφορετικού πάχους δ_1 , δ_2 , δ_3 και δ_4 [σχ. 8.5(a)] και διαφορετικού υλικού με αντίστοιχους συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας λ_1 , λ_2 , λ_3 και λ_4 δίνεται από την εξίσωση:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_i}} \quad (8.2)$$

όπου α_a και α_i είναι οι συντελεστές θερμικής μεταβάσεως του εξωτερικού και εσωτερικού αέρα αντίστοιχα που βρίσκεται σε επαφή με τις δύο απέναντι επιφάνειες του σύνθετου τοιχώματος.



Σχ. 8.5.

Παραδείγματα υπολογισμού θερμοπερατότητας σύνθετων τοιχωμάτων.

α) Χωρίς διάκενο αέρα. β) Με διάκενο αέρα.

Αν, για παράδειγμα, ανάμεσα σε επί μέρους τοιχώματα, έστω του δ₁ και δ₂, υπάρχει και διάκενο αέρα [σχ. 8.5(β)], τότε ο συντελεστής Κ δίνεται από την εξισώση:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_8} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{a_\delta} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{a_i}} \quad (8.3)$$

όπου 1/a_δ η αντίσταση θερμοδιαφυγής του στρώματος του αέρα του διακένου. Οι αντιστάσεις θερμοδιαφυγής στρωμάτων αέρα, δίνονται στον πίνακα Ζ6.

Εδώ θα πρέπει να αναφέρομε ότι με βάση τα ισχύοντα στον «Κανονισμό περί Θερμομονώσεως Κτιρίων» η τιμή του συντελεστή Κ για τις διάφορες περιπτώσεις δομικών στοιχείων (δηλαδή εξωτερικών τοίχων, δαπέδων, οροφών, διαχωριστικών τοίχων προς μη θερμαινόμενους χώρους) δεν μπορεί να υπερβαίνει μια ορισμένη τιμή. Ο πίνακας Ζ7 μας δίνει τους μέγιστους επιτρεπόμενους συντελεστές θερμοπερατότητας Κ, όπως ορίζονται απ' τον «Κανονισμό Θερμομονώσεως Κτιρίων».

Για την επίτευξη τέτοιων χαμηλών συντελεστών θερμοπερατότητας Κ, δηλαδή για τον περιορισμό των απωλειών, απαιτείται στο σύνολο σχεδόν των περιπτώσεων κατασκευής δομικών στοιχείων η χρήση **θερμομονωτικού υλικού**. Το υλικό αυτό τοποθετείται κατά την κατασκευή του δομικού στοιχείου, όπως π.χ. μεταξύ των τούβλων ενός τοίχου. Ένα πλήρες παράδειγμα υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας Κ, για ένα σύνθετο τοίχωμα, όπου παρεμβάλλεται και θερμομονωτικό υλικό, δίνεται στον πίνακα Ζ8. Στον ίδιο πίνακα Ζ8 δίνονται τιμές για τις αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως που καλύπτουν και άλλες περιπτώσεις από εκείνες που αναφέρονται στον πίνακα Ζ5.

Οι **θερμικές απώλειες διαβάσεως από ανοίγματα** (πόρτες, παράθυρα κλπ.) υπολογίζονται από την ίδια εξίσωση (8.1), δηλαδή:

$$Q_0 = KA(t_i - t_a)$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητος Κ για τα διάφορα είδη υαλοστασίων ή συμπαγείς ξύλινες πόρτες δίνεται στον πίνακα Ζ9.

8.5.2 Προσαυξήσεις θερμικών απωλειών διαβάσεως, λόγω ιδιαίτερων συνθηκών.

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών διαβάσεως, όπως γενικά παρουσιάσθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, παρουσιάζει ατέλειες που κυρίως οφείλονται στις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν σε κάθε κατασκευή. Έτσι, μετά το γενικό υπολογισμό των θερμικών απωλειών διαβάσεως, αναγκαζόμαστε να προσαυξήσομε τις θερμικές απώλειες πολλαπλασιάζοντάς τις με διάφορους συντελεστές.

Δύο είναι οι βασικοί συντελεστές προσαυξήσεων:

- Ο συντελεστής προσαυξήσεως λόγω **προσανατολισμού Z_π** του δομικού στοιχείου, που δίνεται στον πίνακα Ζ10.

- Ο συντελεστής προσαυξήσεως λόγω διακοπόμενης λειτουργίας Z_D , που δίνεται στον πίνακα Z11.

Ο συντελεστής προσανατολισμού προκύπτει αμέσως από τον πίνακα Z10, ανάλογα με τον προσανατολισμό του χώρου. Μπορεί να πάρνει τιμές μεγαλύτερες ή μικρότερες από το μηδέν.

Ο συντελεστής διακοπόμενης λειτουργίας προκύπτει από τον πίνακα Z11, αφού καθορισθεί το είδος της θερμάνσεως και υπολογισθεί η μέση διαθέρμανση του χώρου, που εκφράζει τη μέση διαπερατότητα των δομικών στοιχείων που περιβάλλουν τον θερμαινόμενο χώρο, από την εξίσωση:

$$D = \frac{Q_0}{A_{\sigma uv} (t_i - t_a)} \quad (8.4)$$

όπου: D η μέση διαθέρμανση ($\text{kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Q_0 οι απώλειες διαβάσεως του χώρου (kcal/h).

$A_{\sigma uv}$ το εμβαδόν δλων των παράπλευρων επιφανειών του χώρου (m^2) (τοίχοι, δάπεδο, οροφή).

t_i η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου ($^\circ\text{C}$).

t_a η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος ($^\circ\text{C}$).

8.5.3 Θερμικές απώλειες μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι απώλειες μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού οφείλονται στις μάζες αέρα που διακινούνται από τις χαραμάδες των θυρών ή των παραθύρων ή και από κάθε είδους ανοίγματα. Το μέγεθος των απώλειών αυτών εξαρτάται από τη στεγανότητα ή μη των ανοιγμάτων, από τη θέση του χώρου, από την περιοχή και από την ανεμόπτωση.

Οι απώλειες αερισμού μπορούν να υπολογισθούν από την εξίσωση:

$$Q_A = a \sum I R H Z_\Gamma (t_i - t_a) \quad (8.5)$$

όπου: a ο συντελεστής λόγω διεισδύσεως αέρα, που δίνεται στον πίνακα Z12.

$\sum I$ το συνολικό μήκος των χαραμάδων των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (m). Εφόσον υπάρχουν ανοίγματα σε δύο ακριβώς απέναντι τοίχους, λαμβάνονται υπόψη τα ανοίγματα του ενός μόνο τοίχου, με το μεγαλύτερο μήκος χαραμάδων. Ο πίνακας Z13 δίνει κατά προσέγγιση τα μήκη χαραμάδων ανά τετραγωνικό μέτρο ανοίγματος.

R ο συντελεστής διεισδυτικότητας, που δίνεται στον πίνακα Z12.

H ο συντελεστής θέσεως και ανεμοπτώσεως, που δίνεται στον πίνακα Z12.

Z_Γ ο συντελεστής προσαυξήσεως λόγω γωνιακών παραθύρων.

Λαμβάνεται ίσος προς 1,2 εφόσον υπάρχουν γωνιακά παράθυρα, και ίσος προς 1 εφόσον δεν υπάρχουν.

t_i η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου ($^\circ\text{C}$).

t_a η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος ($^\circ\text{C}$).

8.6 Αρνητικά θερμικά φορτία, λόγω εσωτερικών πηγών θερμότητας.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, σήμερα που οι τιμές αγοράς ενέργειας είναι σημαντικά υψηλές, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εσωτερικές πηγές θερμότητας σε ένα θερμαινόμενο χώρο, οι οποίες αποτελούν βασικά θερμικά κέρδη για το συγκεκριμένο χώρο.

Ο υπολογισμός του θερμικού αυτού κέρδους για τις διάφορες πηγές θερμότητας (όπως φωτισμός, άνθρωποι, συσκευές κλπ.) αναφέρεται με λεπτομέρεια στην παράγραφο 4.9 του βιβλίου «Κλιματισμός».

Τα θερμικά αυτά κέρδη θα πρέπει να αφαιρούνται από τις θερμικές απώλειες των αντίστοιχων χώρων, ώστε να εξασφαλίζεται μικρότερο αρχικό κόστος εγκαταστάσεως και σημαντική σε μερικές περιπτώσεις εξοικονόμηση ενέργειας.

8.7 Συνολικές θερμικές απώλειες χώρου και κτιρίου – Έντυπα υπολογισμού.

Η συνολική θερμική απαίτηση ενός χώρου με βάση τα όσα εκτέθηκαν παραπάνω είναι:

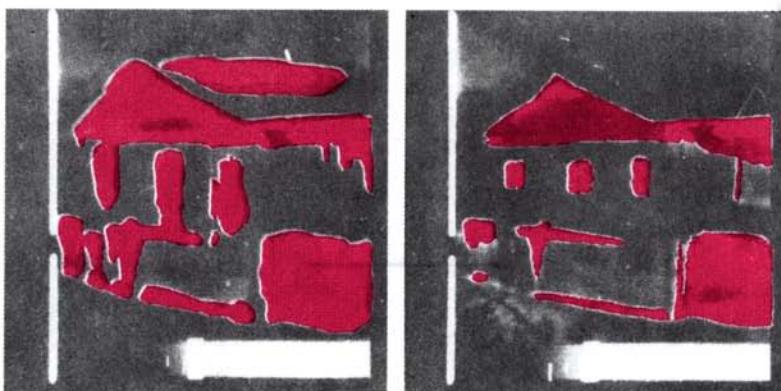
$$Q_{\text{ολ}} = Q_0 (1 + Z_{\Pi} + Z_{\Delta}) + Q_A \quad (8.6)$$

Το άθροισμα των θερμικών απαιτήσεων, αφού αφαιρεθούν τα θερμικά κέρδη όλων ανεξάρτητα των χώρων ενός κτιρίου, μας δίνει το συνολικό **φορτίο χειμώνα** του κτιρίου, δηλαδή τη συνολική θερμική ισχύ της εγκαταστάσεως.

Στο Παράρτημα Η δίνεται ένα παράδειγμα υπολογισμού θερμικών απωλειών χώρου μαζί με το σχετικό έντυπο που συνήθως χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς αυτούς.

8.8 Φωτογραφική μέθοδος για τον εντοπισμό απωλειών θερμότητας.

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται η φωτογράφιση κτιρίων με υπέρυθρες ακτίνες για τον εντοπισμό των επιφανειών που έχουν τις μεγαλύτερες απώλειες και την προσθήκη των κατάλληλων μονώσεων (σχ. 8.8).



Σχ. 8.8.

Φωτογράφιση σπιτιού με υπέρυθρες ακτίνες.

Οι πορτοκαλί σκιές δείχνουν τη θερμότητα που διαφέύγει: Αριστερά πριν την μόνωση, δεξιά μετά τήν προσθήκη μονώσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΚΛΟΓΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Στις συνήθεις θερμάνσεις με κοινά θερμαντικά σώματα ο προσδιορισμός της θέσεως και του τύπου των σωμάτων απαιτεί τη συνεργασία του Αρχιτέκτονα και του Μηχανολόγου Μηχανικού, αφού θα πρέπει να επιλυθούν και προβλήματα αισθητικής αλλά και καλύτερης αποδόσεως των σωμάτων.

Ενδεδειγμένη, από την άποψη της θερμικής αποδόσεως, είναι η τοποθέτηση των θερμαντικών σωμάτων σε εξωτερικές επιφάνειες του χώρου κοντά ή και κάτω από ανοίγματα και κατά προτίμηση σε κατάλληλα διαμορφωμένες εσοχές. Ακόμη, η τοποθέτηση κλειστής επιφάνειας με ανοίγματα στο πάνω και κάτω μέρος μπροστά από το θερμαντικό σώμα θα αυξήσει τη θερμαντική απόδοση του σώματος.

Οι θερμαντικές αποδόσεις, τα μεγέθη όλων των σε χρήση τύπων θερμαντικών σωμάτων χαλύβδινων ή χυτοσιδερένιων ή από αλουμίνιο, καθώς και οι λεπτομέρειες εγκαταστάσεώς τους δίνονται από τους πίνακες των κατασκευαστών. Τέτοιοι πίνακες για χαλύβδινα θερμαντικά σώματα στοιχείων ελληνικής κατασκευής και για θερμαντικά σώματα Runtal (άβακες ή κονβεκτέρ) είναι οι πίνακες του Παραρτήματος Θ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

10.1 Γενικά.

Στον υπολογισμό του δικτύου σωληνώσεων στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε μόνο στην κλασική περίπτωση του δισωλήνιου συστήματος κεντρικής θερμάνσεως με ζεστό νερό και με εξαναγκασμένη κυκλοφορία, δηλαδή με τη χρήση κυκλοφορητή ή αντλίας. Ο υπολογισμός του δικτύου σωληνώσεων ειδικών συστημάτων θερμάνσεως, όπως του μονοσωλήνιου συστήματος ή ατμού ή υπέρθερμου νερού κλπ., λόγω της πολυπλοκότητας και του ιδιαίτερου χαρακτήρα του, ξεφεύγει από το αντικείμενο του βιβλίου αυτού.

10.2 Δίκτυο θερμού νερού με κυκλοφορητή ή αντλία.

Το δίκτυο κυκλοφορίας του ζεστού νερού θεωρείται **κλειστό κύκλωμα** γιατί σ' αυτό, το νερό έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα μόνο κατά πολύ μικρό ποσοστό (στην πολύ περιορισμένη επιφάνεια του ανοικτού δοχείου διαστολής).

Ο υπολογισμός των διατομών του δικτύου γίνεται με βάση την παροχή του ζεστού νερού που κυκλοφορεί σε κάθε χωριστό τμήμα του δικτύου. Το **μεταφερόμενο θερμικό φορτίο σε κάθε χωριστό τμήμα ενός δικτύου θερμού νερού** είναι:

$$Q = \Sigma \cdot \Delta t \cdot G \quad (10.1)$$

όπου: Q το θερμικό φορτίο.

Σ σταθερός συντελεστής, η τιμή του οποίου εξαρτάται από το σύστημα μονάδων που χρησιμοποιείται.

Δt η πτώση θερμοκρασίας του νερού στο τμήμα αυτό του δικτύου, δηλαδή η διαφορά θερμοκρασίας νερού προσαγωγής και επιστροφής.

G η παροχή του νερού, δηλαδή η διερχόμενη ποσότητα του νερού, στη μονάδα του χρόνου.

Στην περίπτωση που το θερμικό φορτίο εκφράζεται σε kcal/h, η παροχή του νερού σε l/h και η πτώση θερμοκρασίας σε °C, τότε η τιμή του συντελεστή $\Sigma = 1$.

Η **πτώση πέσεως λόγω τριβών** ή **αντίσταση λόγω τριβών** κατά τη ροή του νερού σε σωλήνες δίνεται συνήθως από πίνακες ή νομογραφήματα. Τέτοιο είναι το νομογράφημα του Παραρτήματος Ι'. Στα νομογραφήματα αυτά δίνονται οι απώλειες τριβής ανά μονάδα μήκους της σωληνώσεως σε συνάρτηση με την παροχή ή την ταχύτητα του νερού και τη διάμετρο του σωλήνα. Πολλαπλασιάζοντας επί το συνολικό μήκος της σωληνώσεως, έχουμε την πτώση πέσεως σ' όλη τη σωλήνωση.

Ο στόχος του υπολογισμού του δικτύου σωληνώσεων είναι διπλός:

- Να καθορισθούν οι διατομές (οι διάμετροι) του δικτύου των σωληνώσεων ώστε οι ταχύτητες του νερού μέσα σ' αυτές να βρίσκονται σε επιθυμητά όρια (συνήθως όχι μεγαλύτερες από 1 m/s), ανάλογα με το μεταφερόμενο θερμικό φορτίο.
- Να υπολογισθούν οι πτώσεις πιέσεως λόγω τριβών τόσο στις σωληνώσεις όσο και στα λοιπά στοιχεία του δικτύου, όπως θερμαντικά σώματα, διακόπτες, καμπύλες, γωνίες κλπ. Έτσι είναι δυνατό να επιλεγεί κυκλοφορητής με κατάλληλη δρώσα πίεση, ώστε να υπερκαλύπτει τις παραπάνω απώλειες.

Οι πτώσεις πιέσεως στα λοιπά στοιχεία του δικτύου δίνονται σε πίνακες από τους κατασκευαστές ή σε τεχνικά εγχειρίδια. Η παραπέρα αναφορά τους ξεφεύγει από τα όρια του βιβλίου αυτού.

Η μέθοδος που ακολουθείται για τον υπολογισμό των σωληνώσεων του δικτύου είναι η εξής:

- a) Κατασκευάζεται το κατακόρυφο διάγραμμα του δικτύου σωληνώσεων. Επειδή έχει προηγηθεί ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων των χώρων και έχουν επιλεγεί τα θερμαντικά σώματα με καθορισμένη θερμαντική ικανότητα, είναι δεδομένο το θερμικό φορτίο που εξυπηρετεί κάθε χωριστό τμήμα σωληνώσεων του δικτύου.
- β) Με τη βοήθεια της εξισώσεως (10.1) και για $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ υπολογίζεται η παροχή G σε κάθε τμήμα του δικτύου σωληνώσεων.
- γ) Ο υπολογισμός των διατομών του κάθε τμήματος του σωλήνα γίνεται με βάση τη διερχόμενη από το τμήμα αυτό παροχή νερού και την επιτρεπόμενη ταχύτητα του νερού σ' αυτό με τη βοήθεια του νομογραφήματος του Παραρτήματος Ι. Οι ταχύτητες λαμβάνονται συνήθως μεταξύ 1,5 και 5 ft/s ($\sim 0,5\text{-}1,5 \text{ m/s}$).
- δ) Αφού καθορισθούν οι διατομές και πάλι με τη βοήθεια του ίδιου νομογραφήματος, υπολογίζεται η αντίσταση λόγω τριβών σε κάθε τμήμα σωληνώσεως του δικτύου. Ως μήκος L του τμήματος λαμβάνεται το συνολικό μήκος προσαγωγής και επιστροφής νερού, καθώς και ένα πρόσθετο μήκος ισοδύναμο των τοπικών αντιστάσεων (καμπυλών, ταυ, κλπ.). Τα ισοδύναμα αυτά μήκη δίνονται από πίνακες ή λαμβάνονται εμπειρικά ως ένα ποσοστό (συνήθως 30%) του πραγματικού μήκους του σωλήνα.
- ε) Η συνολική αντίσταση του δυσμενέστερου κλάδου (συνήθως αυτού που τροφοδοτεί το πιο απομακρυσμένο θερμαντικό σώμα), θα ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό του μανομετρικού ύψους της αντλίας ή του κυκλοφορητή.

Ένας προσεγγιστικός υπολογισμός διατομών σωληνώσεων από μαύρους σιδεροσωλήνες με βάση μόνο το θερμικό φορτίο που εξυπηρετεί κάθε τμήμα σωληνώσεως δίνεται στον παρακάτω πίνακα για $\Delta t = 20^\circ\text{C}$, ώστε να εξασφαλίζονται και επιτρεπτά όρια αντιστάσεων και επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής του θερμού νερού:

Mέχρι	3500 kcal/h → $1\frac{1}{2}''$
	3500-7500 kcal/h → $3\frac{1}{4}''$
	7500-12500 kcal/h → 1"
	12500-23000 kcal/h → $1\frac{1}{4}''$
	23000-35000 kcal/h → $1\frac{1}{2}''$
	35000-60000 kcal/h → 2"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ ΜΕ ΑΕΡΑ

11.1 Γενικά.

Το τυπικότερο σύστημα κεντρικής θερμάνσεως με αέρα είναι η **άμεση θέρμανση με αέρα**, όπου ο φορέας θερμότητας, δηλαδή ο αέρας, θερμαίνεται σε **αερολέβητα**. Στη συνέχεια, μέσω δικτύου αεραγωγών οδηγείται στους προς θέρμανση χώρους είτε με φυσική κυκλοφορία είτε, συνήθως, εξαναγκασμένα με ανεμιστήρα, όπου ψύχεται και επιστρέφει στο λέβητα για να επαναρχίσει ο κύκλος.

Η περίπτωση της έμμεσης θερμάνσεως με αέρα μέσω τοπικών ή κεντρικών κλιματιστικών μονάδων έχει εξετασθεί στο βιβλίο «Κλιματισμός».

11.2 Απαιτούμενη ποσότητα αέρα.

Η ποσότητα του προσαγόμενου αέρα σε κάθε χώρο που θερμαίνεται δίνεται από την εξίσωση:

$$V = \frac{Q}{0,288 (t_{\text{pr}} - t_i)} \quad (11.1)$$

όπου: V η ποσότητα του προσαγόμενου αέρα σε m^3/h .

Q οι θερμικές απώλειες του χώρου σε kcal/h .

t_{pr} η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα σε $^{\circ}\text{C}$.

t_i η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου σε $^{\circ}\text{C}$.

Ένας περιορισμός που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι ότι:

$$t_{\text{pr}} - t_i \leqslant 25^{\circ}\text{C}$$

Δηλαδή αν η επιθυμητή θερμοκρασία χώρου είναι π.χ. 20°C , η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 45°C , για να μη δημιουργείται κατάσταση δυσφορίας από υψηλή θερμοκρασία στους ανθρώπους που ζουν ή διακινούνται στον υπόψη χώρο.

Αλλά ο $\Delta t = t_{\text{pr}} - t_i$ δεν πρέπει να είναι και υπερβολικά μικρή, γιατί τότε, για την αντιμετώπιση του δοσμένου θερμικού φορτίου Q , θα απαιτηθεί, όπως προκύπτει και από την πάραπάνω εξίσωση, μεγάλη ποσότητα αέρα V που είναι δυνατό να δημιουργήσει ανεπίτρεπτα ρεύματα μέσα στο χώρο.

11.3 Αεραγωγοί — Στόμια.

Η ομοιόμορφη διανομή του αέρα μέσα στο χώρο, η αποφυγή ρευμάτων και ζω-

νών ηρεμίας, η αποφυγή μεγάλων πτώσεων πιέσεως και η οικονομία υλικού είναι οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη στη χάραξη του δικτύου αεραγωγών, καθώς και στην επιλογή του μεγέθους και της θέσεως των στομάτων προσαγωγής και επιστροφής του αέρα.

Ο υπολογισμός του δικτύου και η επιλογή των στομάτων περιγράφονται στις παραγράφους 6.2 και 6.3 του βιβλίου «Κλιματισμός».

11.4 Ανεμιστήρας – Αερολέβητας.

Ο υπολογισμός του ανεμιστήρα αναφέρεται στην παράγραφο 6.4 του βιβλίου «Κλιματισμός».

Η εκλογή του αερολέβητα γίνεται από πίνακες κατασκευαστικών οίκων με βάση το σύνολο των θερμικών απωλειών του κτιρίου, καθώς και τη συνολική παροχή αέρα στους χώρους του κτιρίου, αφού ληφθεί υπόψη και ο βαθμός αποδόσεως του λέβητα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΚΛΟΓΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΩΝ

12.1 Γενικά.

Έχουν ήδη αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια οι διατάξεις του Γ.Ο.Κ. που καθορίζουν τη διαμόρφωση και τη συγκρότηση των χώρων του λεβητοστασίου και της δεξαμενής καυσίμων.

Εδώ θα αναφερθούμε στους υπολογισμούς του εξοπλισμού των λεβητοστασίων και συγκεκριμένα:

- Του λέβητα.
- Του καυστήρα.
- Της αντλίας ή κυκλοφορητή.
- Της καπνοδόχου.
- Της δεξαμενής καυσίμων.
- Της ασφαλιστικής διατάξεως.

12.2 Λέβητας.

Η θερμαντική ικανότητα του λέβητα καθορίζεται από το συνολικό θερμικό φορτίο του κτιρίου $Q_{o\lambda}$ που έχει ήδη υπολογισθεί (εξίσωση 8.6).

Η τιμή αυτή προσαυξάνεται προκειμένου να καλυφθούν οι θερμικές απώλειες στην όλη εγκατάσταση, δηλαδή στον ίδιο το λέβητα και στο δίκτυο σωληνώσεων.

Οι προσαυξήσεις αυτές κυραίνονται μεταξύ 5% και 25% του συνολικού θερμαντικού φορτίου $Q_{o\lambda}$.

Συνήθως η θερμαντική ικανότητα του λέβητα Q_{Λ} λαμβάνεται από την εξίσωση:

$$Q_{\Lambda} = 1,2 \cdot Q_{o\lambda} \quad (12.1)$$

Δηλαδή θεωρούμε ότι οι απώλειες είναι το 20% του συνολικού φορτίου της εγκαταστάσεως.

Η θερμαντική ισχύς των λεβήτων όπως και τα λοιπά στοιχεία (διαστάσεις, βάρη κλπ.) δίνονται από τους πίνακες των διάφορων κατασκευαστικών οίκων. Για τις θερμαντικές ισχείς των λεβήτων κάθε κατασκευαστικός οίκος οφείλει να παρέχει εγγυήσεις.

12.3 Καυστήρας.

Διακρίνομε:

- Τους καυστήρες ακάθαρτου πετρελαίου.
- Τους καυστήρες ελαφρού μαζούτ.

12.3.1 Καυστήρες ακάθαρτου πετρελαίου.

Αναφερόμαστε σε καυστήρες υψηλής πιέσεως μηχανικού διασκορπισμού. Η επιλογή του μεγέθους του καυστήρα και του κατάλληλου μπεκ προκύπτει από την εξίσωση:

$$W = \frac{Q_A}{(\text{Θ.Ι.}) \cdot \eta} \quad (12.2)$$

όπου: W η ωριαία κατανάλωση του καυστήρα.

Q_A η θερμική ισχύς του λέβητα.

Θ.Ι. η θερμαντική ικανότητα του καυσίμου.

η ο ολικός βαθμός αποδόσεως της εγκαταστάσεως λέβητα-καυστήρα (περίπου 0,7-0,9).

Από την εξίσωση (12.2) και για Θ.Ι. = 41870 kJ/kg και $\eta = 0,8$, έχομε:

$$W = \frac{Q_A (\text{kJ/h})}{33496} \quad (\text{kg/h}) \quad (12.3)$$

Από την ίδια εξίσωση (12.2) και για Θ.Ι. = 10000 kcal/kg και $\eta = 0,8$, έχομε:

$$W = \frac{Q_A (\text{kcal/h})}{8000} \quad (\text{kg/h}) \quad (12.4)$$

Η απόλυτα αποτελεσματική καύση προϋποθέτει πάντως σωστή εκλογή του μπεκ και συμμόρφωση με τις υποδείξεις του κατασκευαστή του καυστήρα.

12.3.2 Καυστήρες ελαφρού μαζούτ.

Διακρίνομε τρεις τύπους καυστήρων ελαφρού μαζούτ:

- Τους περιστροφικούς.
- Τους καυστήρες ελαφρού μαζούτ χαμηλής πιέσεως.
- Τους καυστήρες ελαφρού μαζούτ υψηλής πιέσεως.

Οι περιστροφικοί θεωρούνται ξεπερασμένοι και μπορούμε να πούμε ότι σήμερα δεν είναι πια σε χρήση.

Για τους καυστήρες χαμηλής πιέσεως η μέθοδος επιλογής γίνεται και πάλι με βάση τη θερμική ισχύ του λέβητα (εξίσωση 12.2).

Αν λάβομε υπόψη ότι η ελάχιστη θερμαντική ικανότητα του μαζούτ είναι 9700 kcal/kg και ο βαθμός αποδόσεως της εγκαταστάσεως περίπου 0,8, τότε η ωφέλιμη θερμαντική ικανότητα του καυσίμου είναι $9700 \times 0,8 = 7760$ kcal/kg.

Κατά συνέπεια η ωριαία κατανάλωση (παροχή) του καυστήρα σε kg/h υπολογίζεται με διαίρεση της θερμικής ισχύος του λέβητα (kcal/h) με το 7760.

Ο υπολογισμός των καυστήρων μαζούτ υψηλής πιέσεως (εκλογή του μπεκ στηρίζεται αποκλειστικά και μόνο στις οδηγίες και υποδείξεις του κατασκευαστικού οίκου).

12.4 Καπνοδόχος.

Ο ακριβής υπολογισμός της καπνοδόχου στηρίζεται στους νόμους της θεωρίας ροής, αφού ληφθούν υπόψη η θερμική ισχύς του λέβητα, το ύψος της καπνοδόχου, ο τύπος κατασκευής της καπνοδόχου και του καπναγωγού, το είδος του καυσίμου, το βάρος των καυσαερίων, η μέση θερμοκρασία τους και ο ωφέλιμος ελκυσμός (βλ. πρότυπο ΕΛΟΤ 477).

Μια προσεγγιστική μέθοδος υπολογισμού διατομής καπνοδόχου ενσωματωμένης στο κτίριο, για λέβητα ισχύος μεγαλύτερης από 45 kW και με οριζόντιο μήκος καπνοδόχου μικρότερο από το $\frac{1}{4}$ του ύψους της, δίνεται από τις εξισώσεις:

$$A = \frac{1}{n} \cdot \frac{\dot{m}}{\sqrt{h}} \quad (12.5)$$

και

$$\dot{m} = 2,75 Q_{\Lambda} \quad (12.6)$$

όπου: A η διατομή καπνοδόχου (m^2).

n ο συντελεστής μορφής καπνοδόχου που δίνεται ή υπολογίζεται με παρεμβολή από τον πίνακα IA1.

\dot{m} η παροχή μάζας καυσαερίων (kg/h).

h το ύψος καπνοδόχου (m).

Q_{Λ} η θερμική ισχύς λέβητα (kW).

Τυποποιημένες διατομές καπνοδόχων που προκύπτουν από την εφαρμογή της παραπάνω προσεγγιστικής μεθόδου μας δίνει ο πίνακας IA2 σε συνάρτηση με τις θερμικές ισχείς του λέβητα και το ύψος των καπνοδόχων.

Η κατασκευή της καπνοδόχου εξωτερικά του κτηρίου δεν συνιστάται, γιατί δημιουργείται ανεπιθύμητη και μεγαλύτερη της επιτρεπόμενης ψύξη των καυσαερίων.

12.5 Δεξαμενή πετρελαίου.

Αναφερόμαστε στις υπέργειες χαλύβδινες δεξαμενές που χρησιμοποιούνται στις τυπικές εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων.

Οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν το μέγεθος της δεξαμενής πετρελαίου είναι η θέση του κτηρίου, η δυνατότητα εύκολης προμήθειας ή μη καυσίμου, το κόστος του πετρελαίου και ασφαλώς η προβλεπόμενη μέγιστη κατανάλωση καυσίμου.

Ο πίνακας 12.5 μας δίνει δεξαμενές τυποποιημένων διαστάσεων ικανοποιητικής χωρητικότητας σε συνάρτηση με τη θερμική ισχύ του λέβητα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.5
Διαστάσεις δεξαμενών πετρελαίου

Ισχύς λέβητα (kcal/h)	Δεξαμενή πετρελαίου
μέχρι 50000	1,00 m x 1,00 m x 1,00 m
50000 - 120000	1,00 m x 2,00 m x 1,00 m
120000 - 170000	1,20 m x 2,40 m x 1,20 m

Για εγκαταστάσεις μεγαλύτερης θερμικής ισχύος ακολουθείται λεπτομερής μέθοδος υπολογισμού με βάση δόλους τους παράγοντες που αναφέρθηκαν παραπάνω, αλλά που ξεφεύγει από τα δρια του βιβλίου αυτού.

12.6 Κυκλοφορητής – Αντλία.

Η επιλογή αντλίας ή κυκλοφορητή γίνεται από τα διαγράμματα των χαρακτηριστικών λειτουργίας τους που αναφέραμε στην παράγραφο 7.5, αφού υπολογισθούν η παροχή του κυκλοφορητή και το μανομετρικό του ύψος. Στο Διάγραμμα IBI δίνονται χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας κυκλοφορητών ορισμένου κατασκευαστή.

Η παροχή του κυκλοφορητή προκύπτει από τη γενική εξίσωση (10.1), αν εφαρμοσθεί για όλο το δίκτυο των σωληνώσεων, δηλαδή:

$$G = \frac{Q_L}{\Delta t} \quad (12.7)$$

όπου: G η παροχή του κυκλοφορητή (l/h).

Q_L η θερμική ισχύς του λέβητα ($kcal/h$).

Δt η διαφορά θερμοκρασίας του νερού προσαγωγής και επιστροφής της εγκαταστάσεως, που συνήθως είναι $15^\circ C$.

Άρα σε μια εγκατάσταση με $Q_L = 150000 \text{ kcal/h}$, απαιτείται κυκλοφορητής με παροχή:

$$G = \frac{150000}{15} = 10000 \text{ l/h} \text{ ή } 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

Το μανομετρικό ύψος προκύπτει από τον υπολογισμό της πτώσεως πιέσεως του δυσμενέστερου κλάδου του δικτύου σωληνώσεων, όπως αναφέραμε στην παράγραφο 10.2. Βέβαια θα πρέπει να προστίθεται και η πτώση πιέσεως στο λέβητα αλλά και στο ακραίο (πιο απομακρυσμένο) θερμαντικό σώμα του κλάδου.

12.7 Ασφαλιστική διάταξη.

Εδώ πρέπει να υπολογίσουμε τη χωρητικότητα (τον όγκο) του δοχείου διαστολής και τις διαμέτρους των σωλήνων ασφάλειας και πληρώσεως.

Προκειμένου για ανοικτό δοχείο διαστολής, η χωρητικότητά του σε λίτρα, από την οποία καθορίζονται και οι διαστάσεις του, δίνεται κατά προσέγγιση από την εξίσωση:

$$V \simeq \frac{Q_L}{0,464} \quad (12.8)$$

όπου: V ο όγκος του δοχείου διαστολής (l).

Q_L η θερμική ισχύς του λέβητα (kW).

Η εσωτερική διάμετρος του **ασφαλιστικού σωλήνα εξόδου** ή **σωλήνα ασφάλειας** (d_{SV}) δίνεται σε μια από την εξίσωση:

$$d_{SV} = 15 + 1,39 \sqrt{Q_L} \quad (12.9)$$

Η εσωτερική διάμετρος του **ασφαλιστικού σωλήνα επιστροφής ή σωλήνα πληρώσεως** (d_{SR}) δίνεται σε mm από την εξίσωση:

$$d_{SR} = 15 + 0,93 \sqrt{Q_A} \quad (12.10)$$

όπου Q_A η θερμική ισχύς του λέβητα σε kcal/h.

Οι ελάχιστες επιτρεπόμενες διάμετροι για το σωλήνα ασφάλειας είναι 1'' και για το σωλήνα πληρώσεως είναι 25 mm.

Ο πίνακας IB1 δίνει τις πρότυπες διαμέτρους των σωλήνων ασφάλειας και πληρώσεως σε mm, ανάλογα με τη θερμική ισχύ των λεβήτων.

Σε περίπτωση κλειστού δοχείου διαστολής είναι πολυπλοκότερος ο υπολογισμός, αλλά και πάλι υπάρχουν πίνακες των κατασκευαστικών οίκων όπως ο πίνακας IB2, που δίνουν την περιεκτικότητα του κλειστού δοχείου σε συνάρτηση με τη θερμική ισχύ του λέβητα και του στατικού ύψους της εγκαταστάσεως.

Η διάμετρος της βαλβίδας ασφάλειας σε συνάρτηση με τη θερμική ισχύ της εγκαταστάσεως δίνεται επίσης από πίνακα του κατασκευαστή, όπως ο πίνακας IB3.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ

A1. Γενικά.

Στην τεχνική των θερμάνσεων, όπως άλλωστε και σε άλλους τομείς της τεχνολογίας, χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις των διάφορων φυσικών μεγεθών, τρία κυρίως Συστήματα Μονάδων: Το **Διεθνές Σύστημα**, το **Αγγλικό Σύστημα** και το **Τεχνικό Σύστημα**. Από το 1960, οπότε το 11ο Γενικό Συνέδριο της **CIPM** (**Διεθνούς Επιτροπής Μέτρων και Σταθμών**) δέχθηκε το μετρικό **Διεθνές Σύστημα Μονάδων** (Système International d' Unités – συντομογραφικά **SI**), τα περισσότερα κράτη αποφάσισαν να καθιερώσουν σταδιακά το σύστημα αυτό, για το οποίο και ο **ISO** (**Διεθνής Οργανισμός Τυποποιήσεως**) έχει εκδόσει και το σχετικό πρότυπο ISO - 1000/1973, βασισμένο στις αποφάσεις της Διεθνούς Επιτροπής Μέτρων και Σταθμών.

Στο βιβλίο αυτό, η ανάπτυξη των διάφορων εννοιών και της τεχνικής των θερμάνσεων γίνεται με το νέο μετρικό Διεθνές Σύστημα. Υπάρχουν όμως ακόμα πολλοί πίνακες και διαγράμματα που δεν έχουν μετατραπεί στο σύστημα αυτό, γιατί τα περισσότερα από τα διεθνώς γνωστά συγγράμματα που αφορούν τις θερμάνσεις χρησιμοποιούν ακόμα τα παλαιά συστήματα μονάδων. Γ' αυτό θα πρέπει να έχομε υπόψη μας τους συντελεστές μετατροπής μονάδων από τα δύο παλαιά συστήματα στο νέο μετρικό Διεθνές Σύστημα για τα κυριότερα μεγέθη που χρησιμοποιούνται στα διάφορα κεφάλαια του βιβλίου. Σημειώνομε επίσης ότι το **Αγγλικό Σύστημα Μονάδων**, που έχει σχεδόν εντελώς διαφορετικές μονάδες από το μετρικό Διεθνές Σύστημα, είναι ακόμα σε ευρεία εφαρμογή κυρίως στις Η.Π.Α. και την Αγγλία. Επίσης το **Τεχνικό Σύστημα Μονάδων** (ή Μη Διεθνές Μετρικό Σύστημα) χρησιμοποιείται ακόμα στην Ευρώπη, παρά το ότι η Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (ΕΟΚ) έχει ήδη καθιερώσει επισήμως το μετρικό Διεθνές Σύστημα. Η σχετική απόφαση της ΕΟΚ (αρ. 354 του 1971) προβλέπει τη σταδιακή προσαρμογή των νομοθεσιών των κρατών-μελών στο Διεθνές Σύστημα (SI) μέχρι το τέλος του 1977. Η καθιέρωση του συστήματος αυτού είναι υποχρεωτική και για τη χώρα μας ήδη από το 1981, όταν η Ελλάδα έγινε πλήρες μέλος της Κοινότητας και ήδη βρίσκεται υπό έκδοση το αντίστοιχο ελληνικό πρότυπο από τον **Ελληνικό Οργανισμό Τυποποιήσεως (ΕΛΟΤ)**. Αυτή η μετατροπή θα έχει βέβαια ως συνέπεια τον παραμερισμό πολλών από τις συσκευές και τα όργανα μετρήσεως που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Οι βασικοί κανόνες εφαρμογής του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (SI), ιδιαίτερα για τα φυσικά μεγέθη και τις μονάδες που αφορούν την τεχνική των θερμάνσεων, αναπτύσσονται αιμέσως παρακάτω.

A2. Βασικές μονάδες του Διεθνούς Συστήματος.

Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων είναι θεμελιωμένο πάνω σε 7 βασικές μονάδες. Από τις μονάδες αυτές, εκείνες που μας ενδιαφέρουν περισσότερο στις θερμάνσεις αναφέρονται στον πίνακα A1, όπου σημειώνονται οι ελληνικές ονομασίες και τα καθιερωμένα διεθνώς σύμβολα των μονάδων.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α1

Βασικές μονάδες του Διεθνούς Συστήματος (SI) χρησιμοποιούμενες στην τεχνική των θερμάνσεων

Φυσικό μέγεθος	Ονομασία μονάδας SI	Σύμβολο μονάδας SI
μήκος	μέτρο	m
μάζα	χιλιόγραμμο	kg
χρόνος	δευτερόλεπτο	s
ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	αμπέρ	A
θερμοδυναμική θερμοκρασία	κέλβιν	K

A3. Παράγωγες μονάδες του Διεθνούς Συστήματος.

Οι παράγωγες μονάδες εκφράζονται αλγεβρικά σε συνάρτηση με τις βασικές μονάδες. Για ορισμένες δημοφιλείς από τις παράγωγες μονάδες SI δεν χρησιμοποιούνται τα σύμβολα που προκύπτουν από τις αλγεβρικές σχέσεις, αλλά ειδικά σύμβολα καθώς και ειδικές ονομασίες που έχουν καθιερωθεί από το Γενικό Συνέδριο της CIPM. Παράδειγμα η μονάδα SI για τη δύναμη με την ειδική ονομασία **νιούτον** και το ειδικό σύμβολο N, που είναι $1N = 1 \text{ kgm/s}^2$.

Σε άλλες επίσης περιπτώσεις, παράγωγες μονάδες εκφράζονται με άλλες παράγωγες που έχουν ειδικές ονομασίες. Για παράδειγμα αναφέρομε τη μονάδα SI για την ποσότητα θερμότητας που είναι η ίδια και για την ενέργεια ή το έργο. Η μονάδα αυτή έχει την ειδική ονομασία **τζάουλ** και το ειδικό σύμβολο J και εκφράζεται σε συνάρτηση με την παράγωγη μονάδα νιούτον (N):

$$\left[\begin{array}{l} \text{Μονάδα} \\ \text{ποσότητας} \\ \text{θερμότητας} \end{array} \right] = 1J \text{ (τζάουλ)} = 1 \text{ Nm}$$

Οι παράγωγες μονάδες με ειδική ονομασία και σύμβολα που περισσότερο χρησιμοποιούνται στη τεχνική των θερμάνσεων αναφέρονται στον πίνακα A2.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α2
Παράγωγες μονάδες SI με ειδικές ονομασίες και σύμβολα
(χρησιμοποιούμενες στην τεχνική των θερμάνσεων)

Φυσικό μέγεθος	Ειδική ονομασία παράγωγης μονάδας	Ειδικό σύμβολο παράγωγης μονάδας	Έκφραση σε συνάρτηση των βασικών ή άλλων παράγωγων μονάδων
συχνότητα	χερτζ	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
δύναμη	νιούτον	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$
πίεση, τάση	πασκάλ	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
ποσότητα θερμότητας, ενέργεια, έργο	τζόουλ	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$
ισχύς	βαττ	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
ηλεκτρική τάση	βολτ	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ J/As}$
ηλεκτρική αντίσταση	ωμ	Ω	$1 \text{ } \Omega = 1 \text{ V/A}$

A4. Μονάδες που δεν ανήκουν στο SI αλλά μπορούν να χρησιμοποιούνται με τις μονάδες SI και τα πολλαπλάσιά τους.

Υπάρχουν και μονάδες που δεν ανήκουν στο SI, αλλά η διατήρησή τους κρίθηκε απαραίτητη από τη CIPM είτε για την πρακτική τους σπουδαιότητα είτε γιατί χρησιμοποιούνται σε ειδικούς κλάδους. Από αυτές τις μονάδες αναφέρομε στον πίνακα Α3 εκείνες που περισσότερο συναντάμε στην τεχνική των θερμάνσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α3
Μονάδες που δεν ανήκουν στο SI αλλά έγιναν δεκτές σ' αυτό
(χρησιμοποιούμενες στην τεχνική των θερμάνσεων)

Φυσικό μέγεθος	Ονομασία μονάδας	Σύμβολο μονάδας	Ορισμός
χρόνος	πρώτο λεπτό ώρα ημέρα	min h d	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $1 \text{ h} = 60 \text{ min}$ $1 \text{ d} = 24 \text{ h}$
δύγκος	λίτρο	l	$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
μάζα	τόνος	t	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$
πίεση ρευστού	μπαρ κανονική ή φυσική ατμόσφαιρα	bar atm	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ $1 \text{ atm} = 1,01325 \text{ bar}$
ενέργεια, έργο	βαττώρα	Wh	$1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$

Εδώ πρέπει να υπενθυμίσομε ότι τα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των μονάδων SI σχηματίζονται με την τοποθέτηση των κατάλληλων προθεμάτων στα σύμβολα των μονάδων. Τα κυριότερα από αυτά τα προθέματα με την αντίστοιχη ονομασία και ισοδυναμία τους, είναι:

G	γίγα	(giga)	= 10^9
M	μέγα	(mega)	= 10^6
k	χίλιο	(kilo)	= 10^3
d	δέκατο	(deci)	= 10^{-1}
c	εκατοστό	(centi)	= 10^{-2}
m	χιλιοστό	(mili)	= 10^{-3}
μ	μικρό	(micro)	= 10^{-6}
n	νάνο	(nano)	= 10^{-9}
p	πίκο	(pico)	= 10^{-12}

Τα προθέματα που χρησιμοποιούνται για τα πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια των μονάδων SI μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με τις μονάδες του πίνακα A3, π.χ. το χιλιοστόλιτρο (m^3). Επίσης, σε άλλες περιπτώσεις σχηματίζονται σύνθετες μονάδες με τις μονάδες του πίνακα A3 και με τις μονάδες SI και τα πολλαπλάσιά τους, για παράδειγμα η χιλιοβαττώρα (kWh).

A5. Μετατροπή των μονάδων των δύο παλαιών συστημάτων (Τεχνικού και Αγγλικού) στο Διεθνές Σύστημα (SI).

Στον πίνακα A4 δίνονται οι μονάδες των δύο παλαιών συστημάτων που απαντώνται στην τεχνική των θερμάνσεων, καθώς και οι συντελεστές για τη μετατροπή τους στις αντίστοιχες μονάδες SI. Για τη θερμοκρασία ιδιαίτερα πρέπει να σημειώσουμε ότι η **κλίμακα βαθμών Κελσίου (t)** και η **κλίμακα κέλβιν (T)**, που χρησιμοποιούνται και οι δύο στο σύστημα SI, συνδέονται μεταξύ τους με τη σχέση:

$$t = T - 273,15 \quad (A1)$$

όπου t είναι η θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$) και T η θερμοκρασία σε κέλβιν (K). Όπως εύκολα συμπεραίνομε από τη σχέση αυτή, όταν πρόκειται για **διαφορά θερμοκρασίας** μπορεί αυτή να εκφρασθεί είτε σε βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$) είτε σε κέλβιν (K). Οι δύο κλίμακες θερμοκρασιών δηλαδή έχουν τον ίδιο **βηματισμό**.

Στο Αγγλικό Σύστημα μονάδων για τη θερμοκρασία χρησιμοποιείται η **κλίμακα Φαρενάιτ**. Σ' αυτήν, η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του σημείου πήξεως και του σημείου βρασμού του νερού έχει χωρισθεί σε 180 διαστήματα, αντί των 100 διαστημάτων (βαθμών) της κλίμακας Κελσίου. Το σημείο πήξεως στην κλίμακα Φαρενάιτ έχει θερμοκρασία 32 F (άρα το σημείο βρασμού 212 F). Έτσι μια θερμοκρασία t σε βαθμούς Κελσίου εκφράζεται σε Φαρενάιτ με τη σχέση:

$$t_F = 32 + 1,8 t \quad (A2)$$

και αντίστροφα:

$$t = \frac{t_F - 32}{1,8}$$

$$\text{ή} \quad t = \frac{5}{9} (t_F - 32) \quad (\text{A3})$$

Με βάση τις εξισώσεις αυτές έχει κατασκευασθεί ο πίνακας Α5. Στον πίνακα αυτό ο αριθμός που εκφράζει τη θερμοκρασία (σε °C ή F) που πρόκειται να μετατραπεί τοποθετείται στις στήλες με τους αριθμούς που έχουν χονδρά στοιχεία. Αν είναι σε F, το ισοδύναμό του σε °C βρίσκεται αριστερά του. Αν είναι σε °C, το ισοδύναμό του σε F βρίσκεται δεξιά του (βλ. παράδειγμα στο τέλος του πίνακα).

Από τον ίδιο πίνακα Α5 προκύπτει και η αντιστοιχία μεταξύ Φαρενάιτ (F) και κέλβιν (K), αν στους βαθμούς Κελσίου που προκύπτουν από τον πίνακα προσθέτομε, σύμφωνα με τη σχέση A1, τον αριθμό 273,15. Το αντίθετο του αριθμού αυτού σε βαθμούς Κελσίου ($-273,15^{\circ}\text{C}$) αποτελεί, όπως είναι γνωστό από τη Φυσική, το λεγόμενο *απόλυτο μηδέν* από το οποίο αρχίζει η κλίμακα κέλβιν. Η αντίστοιχη δηλαδή θερμοκρασία για το απόλυτο μηδέν σε κέλβιν είναι $T_0 = 0 \text{ K}$.

ΠΛΗΚΑΣ Α4
Μη διεθνείς μονάδες χρησιμοποιούμενες ακόμα στην τεχνική των θερμάτων και μεταφορή τους στις αντιστοιχείς διεθνείς (SI)

Όνομασία	Φυσικό μέγεθος	Μονάδα Αγγλικού συστήματος	Μετατροπή σε μονάδες SI	Μη διεθνής μετρική μονάδα
μήκος πόχος διάμετρος ακτίνα	$\frac{l}{r^2}$	$\frac{\delta}{r}$ ft in (= 1/12 ft)	$= 0.3048 \text{ m}^2$ $= 25.4 \text{ mm}$	—
εμβαδός	A	$\frac{\text{ft}^2}{\text{in}^2}$	$= 0.0929 \text{ m}^2$ $= 6.4516 \text{ cm}^2$	—
όγκος	V	$\frac{\text{ft}^3}{\text{gal (αγγλικό)}} = 28.317 \text{ l}$ $\text{gal (αμερικανικό)} = 4.546 \text{ l}$	$= 3.785 \text{ l}$	—
ταχύτητα	υ γν	$\frac{\text{ft/min}}{\text{μιλ/ώρα}} \text{ ή } \frac{\text{ft/m}}{\text{min}}$	$= 0.00508 \text{ m/s}$ $= 1.61 \text{ km/h}$	—
μάζα	m	lb {πόσουτ} ton {αγγλικός} ton {αμερικανικός} grain (= 1/70000 lb)	$= 0.4536 \text{ kg}$ $= 1016 \text{ kg}$ $= 907.2 \text{ kg}$ $= 0.0648 \text{ g}$	$\text{μετρικός τόνος} = 1 \text{ t}$ $= 1000 \text{ kg}$
μάζα υδρατμών ανά μάζα αέρα μάζα αναγνένη στην επιφάνεια πυκνότητα μάζας ειδικός όγκος παροχή όγκου	ρ ν q_v	— — $\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$ $\frac{\text{ft}^3}{\text{lb}}$ $\frac{\text{ft}^3/\text{min}}{\text{min}}$ ή cfm	$= 0.1426 \text{ g/kg}$ $= 4.882 \text{ kg/m}^3$ $= 16.0185 \text{ kg/m}^3$ $= 0.06243 \text{ m}^3/\text{kg}$ $= 1.7 \text{ m}^3/\text{h}$ $= 0.472 \text{ l/s}$ $= 0.227 \text{ m}^3/\text{h}$ $= 18.3 \text{ m}^3/\text{h}$ $= 27.216 \text{ kg/h}$	—
παροχή όγκου ανά επιφάνεια παροχή μάζας δύναμη βάρος πίεση	q_m F G P	— $\frac{\text{cft}}{\text{ft}^2}$ $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$ $\frac{\text{lb}_f}{\text{in}^2}$ ή psi P	$\text{gal/min} \text{ ή } \frac{\text{gpm}}{\text{min}} (\text{αγγλ.})$ gpm (αμερ.) $\frac{\text{cft}}{\text{min}}$ $\frac{\text{lb}}{\text{min}}$ $= 4.44822 \text{ N}$ $= 1/14.7 \text{ atm}$	kgf (ή kp) $\text{τεχνική σημόσφ. (at)}$ $= 9.8067 \text{ N}$ $= 0.968 \text{ atm}$

inHg	$\equiv 1/29.921 \text{ atm}$	mmHg (h Torr)
inH ₂ O	$\equiv 33.86 \text{ mbars}$	mmH ₂ O (h kp/m ²)
inH ₂ O/100 ft	$\equiv 249 \text{ Pa}$	mmH ₂ O/m
ftH ₂ O/100 ft	$\equiv 8,176 \text{ Pa/m}$	
hp (ίμπος αγγλικός)	$\equiv 98.10 \text{ Pa/m}$	
hp.h (ωραίος ίμπος)	$\equiv 2685 \text{ kJ}$	PS (ίμπος μετρικός)
P	$\equiv 0.746 \text{ kW}$	
E, W	$\equiv 0.7457 \text{ kWh}$	
F	$\equiv 5/9 \text{ K} = 59^{\circ}\text{C}$	
Btu	$\equiv 1.055 \text{ kJ}$	kcal
therm (= 10 ⁵ Btu)	$\approx 29.33 \text{ kWh}$	Mcal
Φ	$\text{MBh} (= 10^3 \text{ Btu/h})$	kcal/h
	$\equiv 0.293 \text{ W}$	
	$\equiv 0.293 \text{ kW}$	
	$\equiv 9.81 \text{ kW}$	
	$\equiv 3,155 \text{ W/m}^2$	kcal/(hm ² /m ²)
	$\equiv 5,678 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	kcal/(hm ² /°C)
Φ	$\text{Btu}/(\text{htf}^2)$	
K	$\text{Btu}/(\text{htf}^2\text{F})$	
M	$\text{htf}^2\text{F}/\text{Btu}$	
	$\equiv 0.1761 \text{ m}^2\text{K/W}$	h m ² °C/kcal
N	$\text{Btuin}/(\text{htf}^2\text{F})$	kcal/(hm ² C)
	$\equiv 0.144 \text{ W/(mK)}$	hm ² C/kcal
Λ	$1/\lambda$	kcal/(kg °C)
	$\text{htf}^2\text{F}/(\text{Btuin})$	kg °C/kcal
C	$\text{Btu}/(\text{lbF})$	$\equiv 4,187 \text{ kJ/(kgK)}$
Θ.I.	Btu/ft^3	$\equiv 37.26 \text{ kJ/m}^3$
u	Btu/lb	kcal/kg
Θ.I.	h	$\equiv 2,326 \text{ kJ/kg}$
		poise (P)
μ	μ	$\equiv 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
v (= μ/p)	ft^2/s	stokes (St)
		$\equiv 0.093 \text{ m}^2/\text{s}$
		cSt

Σημειώσεις:

- Σε όλα τα σύμβολα των παραπάνω μονάδων SI το K μπορεί να αντικατασταθεί με °C. Π.χ. mK/W = m °C/W.
- Από τον πίνακα προκύπτει και η αντιστοχία μεταξύ αγγλικών και μη διεθνών μετρικών μονάδων, η οποία μερικές φορές είναι χρήσιμη.

Π.χ.

$$1 \text{ kcal} = \frac{4,187}{1,055} \text{ Btu} = 3,969 \text{ Btu} \approx 4 \text{ Btu για την ποσότητα θερμότητας Q.}$$

$$\text{Btu}/(\text{htf}^2\text{F}) = \frac{5,678}{1,163} \text{ kcal}/(\text{hm}^2 \text{ °C}) = 4,882 \text{ kcal}/(\text{hm}^2 \text{ °C}) \text{ για το συντελεστή διαβάσεως θερμότητας K}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ Α5
Μετατροπή Θερμοκρασιών °C, F

(Για Θερμοκρασίες Κ βλέπε παράδειγμα χρήσεως στο τέλος του πίνακα)

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
°C	°C ή F	F	°C	°C ή F	F
-40,0	-40	-40,0	-17,8	0	+32,0
-39,4	-39	-38,2	-17,2	+1	+33,8
-38,9	-38	-36,4	-16,7	+2	+35,6
-38,3	-37	-34,6	-16,1	+3	+37,4
-37,8	-36	-32,8	-15,6	+4	+39,2
-37,2	-35	-31,0	-15,0	+5	+41,0
-36,7	-34	-29,2	-14,4	+6	+42,8
-36,1	-33	-27,4	-13,9	+7	+44,6
-35,6	-32	-25,6	-13,3	+8	+46,4
-35,0	-31	-23,8	-12,8	+9	+48,2
-34,4	-30	-22,0	-12,2	+10	+50,0
-33,9	-29	-20,2	-11,7	+11	+51,8
-33,3	-28	-18,4	-11,1	+12	+53,6
-32,8	-27	-16,6	-10,6	+13	+55,4
-32,2	-26	-14,8	-10,0	+14	+57,2
-31,7	-25	-13,0	-9,4	+15	+59,0
-31,1	-24	-11,2	-8,9	+16	+60,8
-30,6	-23	-9,4	-8,3	+17	+62,6
-30,0	-22	-7,6	-7,8	+18	+64,4
-29,4	-21	-5,8	-7,2	+19	+66,2
-28,9	-20	-4,0	-6,7	+20	+68,0
-28,3	-19	-2,2	-6,1	+21	+69,8
-27,8	-18	-0,4	-5,5	+22	+71,6
-27,2	-17	+1,4	-5,0	+23	+73,4
-26,7	-16	+3,2	-4,4	+24	+75,2
-26,1	-15	+5,0	-3,9	+25	+77,0
-25,6	-14	+6,8	-3,3	+26	+78,8
-25,0	-13	+8,6	-2,8	+27	+80,6
-24,4	-12	+10,4	-2,2	+28	+82,4
-23,9	-11	+12,2	-1,7	+29	+84,2
-23,3	-10	+14,0	-1,1	+30	+86,0
-22,8	-9	+15,8	-0,6	+31	+87,8
-22,2	-8	+17,6	0	+32	+89,6
-21,7	-7	+19,4	+0,6	+33	+91,4
-21,1	-6	+21,2	+1,1	+34	+93,2
-20,6	-5	+23,0	+1,7	+35	+95,0
-20,0	-4	+24,8	+2,2	+36	+96,8
-19,4	-3	+26,6	+2,8	+37	+98,6
-18,9	-2	+28,4	+3,3	+38	+100,4
-18,3	-1	+30,2	+3,9	+39	+102,2

(συνεχίζεται)



ΠΙΝΑΚΑΣ Α5
Μετατροπή Θερμοκρασιών °C, F

(Για θερμοκρασίες Κ βλέπε παράδειγμα χρήσεως στο τέλος του πίνακα)

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
°C	°C ή F	F	°C	°C ή F	F
+4,4	+40	+104,0	+26,7	+80	+176,0
+5,0	+41	+105,8	+27,2	+81	+177,8
+5,5	+42	+107,6	+27,8	+82	+179,6
+6,1	+43	+109,4	+28,3	+83	+181,4
+6,7	+44	+111,2	+28,9	+84	+183,2
+7,2	+45	+113,0	+29,4	+85	+185,0
+7,8	+46	+114,8	+30,0	+86	+186,8
+8,3	+47	+116,6	+30,6	+87	+188,6
+8,9	+48	+118,4	+31,1	+88	+190,4
+9,4	+49	+120,2	+31,7	+89	+192,2
+10,0	+50	+122,0	+32,2	+90	+194,0
+10,6	+51	+123,8	+32,8	+91	+195,8
+11,1	+52	+125,6	+33,3	+92	+197,6
+11,7	+53	+127,4	+33,9	+93	+199,4
+12,2	+54	+129,2	+34,4	+94	+201,2
+12,8	+55	+131,0	+35,0	+95	+203,0
+13,3	+56	+132,8	+35,6	+96	+204,8
+13,9	+57	+134,6	+36,1	+97	+206,6
+14,4	+58	+136,4	+36,7	+98	+208,4
+15,0	+59	+138,2	+37,2	+99	+210,2
+15,6	+60	+140,0	+37,8	+100	+212,0
+16,1	+61	+141,8	+38,3	+101	+213,8
+16,7	+62	+143,6	+38,9	+102	+215,6
+17,2	+63	+145,4	+39,4	+103	+217,4
+17,8	+64	+147,2	+40,0	+104	+219,2
+18,3	+65	+149,0	+40,6	+105	+221,0
+18,9	+66	+150,8	+41,1	+106	+222,8
+19,4	+67	+152,6	+41,7	+107	+224,6
+20,0	+68	+154,4	+42,2	+108	+226,4
+20,6	+69	+156,2	+42,8	+109	+228,2
+21,1	+70	+158,0	+43,3	+110	+230,0
+21,7	+71	+159,8	+43,9	+111	+231,8
+22,2	+72	+161,6	+44,4	+112	+233,6
+22,8	+73	+163,4	+45,0	+113	+235,4
+23,3	+74	+165,2	+45,6	+114	+237,2
+23,9	+75	+167,0	+46,1	+115	+239,0
+24,4	+76	+168,8	+46,7	+116	+240,8
+25,0	+77	+170,6	+47,2	+117	+242,6
+25,6	+78	+172,4	+47,8	+118	+244,4
+26,1	+79	+174,2	+48,3	+119	+246,2

(συνεχίζεται)

ΠΙΝΑΚΑΣ Α5
Μετατροπή Θερμοκρασιών °C, F

(Για Θερμοκρασίες Κ βλέπε παράδειγμα χρήσεως στο τέλος του πίνακα)

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
°C	°C ή F	F	°C	°C ή F	F
+48,9	+120	+248,0	+71,1	+160	+320,0
+49,4	+121	+249,8	+71,7	+161	+321,8
+50,0	+122	+251,6	+72,2	+162	+323,6
+50,6	+123	+253,4	+72,8	+163	+325,4
+51,1	+124	+255,2	+73,3	+164	+327,2
+51,7	+125	+257,0	+73,9	+165	+329,0
+52,2	+126	+258,8	+74,4	+166	+330,8
+52,8	+127	+260,6	+75,0	+167	+332,6
+53,3	+128	+262,4	+75,6	+168	+334,4
+53,9	+129	+264,2	+76,1	+169	+336,2
+54,4	+130	+266,0	+76,7	+170	+338,0
+55,0	+131	+267,8	+77,2	+171	+339,8
+55,6	+132	+269,6	+77,8	+172	+341,6
+56,1	+133	+271,4	+78,3	+173	+343,4
+56,7	+134	+273,2	+78,9	+174	+345,2
+57,2	+135	+275,0	+79,4	+175	+347,0
+57,8	+136	+276,8	+80,0	+176	+348,8
+58,3	+137	+278,6	+80,6	+177	+350,6
+58,9	+138	+280,4	+81,1	+178	+352,4
+59,4	+139	+282,2	+81,7	+179	+354,2
+60,0	+140	+284,0	+82,2	+180	+356,0
+60,6	+141	+285,8	+82,8	+181	+357,8
+61,1	+142	+287,6	+83,3	+182	+359,6
+61,7	+143	+289,4	+83,9	+183	+361,4
+62,2	+144	+291,2	+84,4	+184	+363,2
+62,8	+145	+293,0	+85,0	+185	+365,0
+63,3	+146	+294,8	+85,6	+186	+366,8
+63,9	+147	+296,6	+86,1	+187	+368,6
+64,4	+148	+298,4	+86,7	+188	+370,4
+65,0	+149	+300,2	+87,2	+189	+372,2
+65,6	+150	+302,0	+87,8	+190	+374,0
+66,1	+151	+303,8	+88,3	+191	+375,8
+66,7	+152	+305,6	+88,9	+192	+377,6
+67,2	+153	+307,4	+89,4	+193	+379,4
+67,8	+154	+309,2	+90,0	+194	+381,2
+68,3	+155	+311,0	+90,6	+195	+383,0
+68,9	+156	+312,8	+91,1	+196	+384,8
+69,4	+157	+314,6	+91,7	+197	+386,6
+70,0	+158	+316,4	+92,2	+198	+388,4
+70,6	+159	+318,2	+92,8	+199	+390,2

(συνεχίζεται)



ΠΙΝΑΚΑΣ Α5
Μετατροπή Θερμοκρασιών °C, F

209

(Για Θερμοκρασίες Κ βλέπε παράδειγμα χρήσεως στο τέλος του πίνακα)

Θερμοκρασία			Θερμοκρασία		
°C	°C ή F	F	°C	°C ή F	F
+93,3	+200	+392,0	+115,6	+240	+464,0
+93,9	+201	+393,8	+116,1	+241	+465,8
+94,4	+202	+395,6	+116,7	+242	+467,6
+95,0	+203	+397,4	+117,2	+243	+469,4
+95,6	+204	+399,2	+117,8	+244	+471,2
+96,1	+205	+401,0	+118,3	+245	+473,0
+96,7	+206	+402,8	+118,9	+246	+474,8
+97,2	+207	+404,6	+119,4	+247	+476,6
+97,8	+208	+406,4	+120,0	+248	+478,4
+98,3	+209	+408,2	+120,6	+249	+480,2
+98,9	+210	+410,0	+121,1	+250	+482,0
+99,4	+211	+411,8	+122,4	+252	+485,6
* +100,0	+212	+413,6	+123,3	+254	+489,2
+100,6	+213	+415,4	+124,4	+256	+492,8
+101,1	+214	+417,2	+125,5	+258	+496,4
+101,7	+215	+419,0	+126,7	+260	+500,0
+102,2	+216	+420,8	+127,8	+262	+503,6
+102,8	+217	+422,6	+128,9	+264	+507,2
+103,3	+218	+424,4	+130,0	+266	+510,8
+103,9	+219	+426,2	+131,3	+268	+514,4
+104,4	+220	+428,0	+132,2	+270	+518,0
+105,0	+221	+429,8	+133,3	+272	+521,6
+105,6	+222	+431,6	+134,4	+274	+525,2
+106,1	+223	+433,4	+135,6	+276	+528,8
+106,7	+224	+435,2	+136,7	+278	+532,4
+107,2	+225	+437,0	+137,8	+280	+536,0
+107,8	+226	+438,8	+138,9	+282	+539,6
+108,3	+227	+440,6	+140,0	+284	+543,2
+108,9	+228	+442,4	+141,1	+286	+546,8
+109,4	+229	+444,2	+142,2	+288	+550,4
+110,0	+230	+446,0	+143,3	+290	+554,0
+110,6	+231	+447,8	+144,4	+292	+557,6
+111,1	+232	+449,6	+145,6	+294	+561,2
+111,7	+233	+451,4	+146,7	+296	+564,8
+112,2	+234	+453,2	+147,8	+298	+568,4
+112,8	+235	+455,0			
+113,3	+236	+456,8			
+113,9	+237	+458,6			
+114,4	+238	+460,4			
+115,0	+239	+462,2			

* Παράδειγμα χρήσεως του πίνακα (βλέπε παραπόνω αριθμούς σε πλαισιο):

Θερμοκρασία 212 F = 100,0 °C = (100 + 273,15) K = 373,15 K

Θερμοκρασία 212°C = 413,6 F



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

ΣΥΜΒΟΛΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

Σωληνώσεις	
—	Σωλήνας προσαγωγής νερού ή ατμού
— · — · —	Σωλήνας επιστροφής νερού ή συμπυκνώματος
— · — · —	Σωλήνας για αέρα
— + —	Διασταύρωση σωλήνων χωρίς σύνδεση
— + —	Διασταύρωση σωλήνων με σύνδεση (σταυρός)
— —	Διακλάδωση απλή (ταυ)
Ανάρτηση σωλήνων	
— — —	Κυλιόμενη στήριξη σωλήνα (σε έδρανα ολισθήσεως)
— X —	Σταθερή στήριξη σωλήνα
Συνδέσεις σωλήνων σε ευθεία	
— + —	Σύνδεση με φλάντζες
— ↗ —	Σύνδεση με μούφα
— [—	Κοχλιωτή σύνδεση
— ← —	Σύνδεση με συγκόλληση

Σύνδεσμοι σωλήνων για αλλαγή διευθύνσεως και διακλάδωση

	Γωνία 90° (πλάγια όψη)
	Γωνία 45° (πλάγια όψη)
	Γωνία 90° μεγάλης ακτίνας
	Κάτωψη γωνίας με ένα κλάδο προς τα πάνω
	Πλάγια όψη γωνίας με ένα κλάδο προς τα πάνω
	Κάτωψη γωνίας με ένα κλάδο προς τα κάτω
	Πλάγια όψη γωνίας με ένα κλάδο προς τα κάτω
	Σταυρός
	Πλάγια σύνδεση
	Tau
	Κάτωψη Tau με ένα κλάδο προς τα πάνω
	Κάτωψη Tau με ένα κλάδο προς τα κάτω
	Διπλό Tau με ένα κλάδο προς τα πάνω
	Διπλό Tau με ένα κλάδο προς τα κάτω
	Διπλή γωνία
	Διπλή γωνία με δύο οριζόντιους κλάδους και ένα κατακόρυφο προς τα πάνω
	Διπλή γωνία με δύο οριζόντιους κλάδους και ένα κατακόρυφο προς τα κάτω

Διαστολικά	
	Διαστολικό τύπου ΙΙ
	Διαστολικό τύπου Ω
	Διαστολικό τύπου Ο (με μεμβράνες)
	Κυματοειδές διαστολικό (εύκαμπτος σωλήνας)
	Διαστολικό με ολισθαίνουσα σύνδεση
Όργανα αποφράξεως και ρυθμίσεως ροής	
	Ευθεία βαλβίδα
	Γωνιακή βαλβίδα
	Ασφαλιστική βαλβίδα με αντίθαρο
	Ασφαλιστική βαλβίδα με ελατήριο
	Γωνιακή ασφαλιστική βαλβίδα
	Στραγγαλιστική βαλβίδα
	Βαλβίδα αντεπιστροφής με αποφρακτικό όργανο
	Βαλβίδα αντεπιστροφής χωρίς αποφρακτικό όργανο (ρυθμιζόμενη αυτόματα)
	Σύρτης (βάνα)
	Ευθύς κρουνός διακοπής της ροής
	Γωνιακός κρουνός διακοπής της ροής
	Διακόπτης θερμαντικού σώματος

	Ρυθμιστικό διάφραγμα
	Ρυθμιστικός διακόπτης
	Αποφρακτικό όργανο ρυθμιζόμενο με χειροκίνητο τροχό
	Αποφρακτικό όργανο ρυθμιζόμενο με μαγνήτη
	Αποφρακτικό όργανο ρυθμιζόμενο με ηλεκτρικό κινητήρα
	Αποφρακτικό όργανο ρυθμιζόμενο με μεμβράνη
	Αποφρακτικό όργανο ρυθμιζόμενο με πλωτήρα
	Αποφρακτικό όργανο ρυθμιζόμενο με κρουνό εκκενώσεως
Διάφορα εξαρτήματα	
	Βαλβίδα ελέγχου
	Βαλβίδα εξαερισμού
	Θέση εξαερισμού και αερισμού
	Ατμοπαγίδα
	Ρυθμιστής ελκυσμού καπνοδόχου
	Κάλυμμα βροχής
	Χοάνη απορροής
	Δικτυωτό φίλτρο

Όργανα μετρήσεως και ελέγχου	
	Θερμόμετρο (μέτρηση θερμοκρασίας)
	Θερμοστάτης (μέτρηση και έλεγχος θερμοκρασίας)
	Πιεσόμετρο (μέτρηση πιέσεως)
	Μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας
	Ρολόι
Μηχανήματα και συσκευές	
	Εναλλάκτης θερμότητας
	Κοινό θερμαντικό σώμα στοιχείων (σπονδυλωτό)
	Σωληνωτό θερμαντικό σώμα
	Επίπεδο θερμαντικό σώμα
	Περιμετρικό θερμαντικό σώμα
	Κονθεκτέρ
	Μονοσωλήνιο θερμαντικό σώμα με πτερύγια ή ελάσματα
 a = Αέρας ανακυλοφρίας b = Αέρας εξωτερικός	Αερόθερμο τοίχου
	Λέβητας νερού

	Λέβητας στμού
	Πιεστικό δοχείο
	Κυκλοφορητής ή αντλία
	Ανεμιστήρας
	Καυστήρας

Σημείωση: Τους συμβολισμούς αυτούς ο μαθητής δεν χρειάζεται να τους απομνημονεύσει από την αρχή του μαθήματος. Θα τους μάθει σταδιακά εφαρμόζοντάς τους στην πορεία του μαθήματος και στις εφαρμογές.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'

ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

Έχομε ήδη αναφερθεί στα **πρότυπα** που εφαρμόζονται για τα σύμβολα και συτήματα μονάδων του χρησιμοποιούνται στην τεχνική των θερμάνσεων. Τα πρότυπα αυτά είναι, όπως είδαμε, άλλοτε ελληνικά (του ΕΛΟΤ), άλλοτε διεθνή (του ISO) και άλλοτε διάφορων αναγνωρισμένων εθνικών οργανισμών τυποποιήσεως ξένων χωρών (όπως του γερμανικού DIN κλπ.). Η ποικιλία αυτή υπάρχει γιατί τα ελληνικά πρότυπα δεν έχουν ακόμα καλύψει στο σύνολό του τον τομέα αυτό των συμβόλων και συστημάτων μονάδων. Η ίδια κατάσταση επικρατεί και στους άλλους τομείς που αφορούν την τεχνική των θερμάνσεων, όπως:

- Η ασφάλεια των εγκαταστάσεων θερμάνσεως.
- Η προστασία του περιβάλλοντος από τις εγκαταστάσεις θερμάνσεως.
- Η ποιότητα των εγκαταστάσεων και των εξαρτημάτων τους.
- Ο τρόπος δοκιμής των εγκαταστάσεων και των μηχανημάτων.
- Οι απαιτήσεις θερμάνσεως, ακουστικής κλπ. στους χώρους κατοικίας και εργασίας.
- Οι περιορισμοί στην κατανάλωση ενέργειας.

Τα κυριότερα πρότυπα ή σχέδια προτύπων που έχει εκδώσει μέχρι σήμερα ο ΕΛΟΤ στους τομείς που έχουν σχέση με τις θερμάνσεις είναι τα εξής:

α) Λέβητες.

ΕΛΟΤ 234 Λέβητες κεντρικής θερμάνσεως - Ορολογία - Ονομαστική ισχύς - Τεχνικές απαιτήσεις θερμάνσεως - Σήμανση.

ΕΛΟΤ 235 Λέβητες κεντρικής θερμάνσεως - Κανόνες δοκιμής.

ΕΛΟΤ 763 Λέβητες κεντρικής θερμάνσεως - Ελάχιστες διαστάσεις του θαλάμου καύσεως.

β) Καυστήρες πετρελαίου και αερίου.

ΕΛΟΤ 276 Καυστήρες πετρελαίου με μηχανικό διασκορπισμό του καυσίμου - Ορολογία - Απαιτήσεις - Σήμανση - Δοκιμή.

ΕΛΟΤ 386 Καυστήρες πετρελαίου με μηχανικό διασκορπισμό του καυσίμου - Διατάξεις επιτηρήσεως της φλόγας - Επιτηρητές φλόγας και αυτοματισμοί καύσεως.

ΕΛΟΤ 277 Καυστήρες αερίου χωρίς φυσητήρα.

ΕΛΟΤ 278 Καυστήρες αερίου με φυσητήρα.



γ) Καπνοδόχοι.

ΕΛΟΤ 447 Υπολογισμός των διαστάσεων καπνοδόχων - Προσεγγιστική μέθοδος υπολογισμού καπνοδόχων μιας συνδέσεως.

δ) Εγκαταστάσεις κεντρικής θερμάνσεως.

ΕΛΟΤ 352 Τεχνικός εξοπλισμός ασφάλειας των εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως, για θερμοκρασίες νερού εξόδου μέχρι 110°C.

ΕΛΟΤ 525.1 Έλεγχος των καυσαερίων σε εστίες πετρελαίου - Προσδιορισμός του δείκτη αιθάλης.

ΕΛΟΤ 525.2 Έλεγχος των καυσαερίων σε εστίες πετρελαίου - Μέθοδος υγρών φορέων για τη διαπίστωση παραγώγων διασπάσεως πετρελαίου.

ΕΛΟΤ 286 Φορητό πυροσβεστήρες - Μέρος I.

ε) Εναλλάκτες θερμότητας - θερμαντικά σώματα χώρων.

ΕΛΟΤ 349 Εναλλάκτες θερμότητας - Επαλήθευση του θερμικού ισοζυγίου στα πρωτεύοντα κυκλώματα νερού ή ατμού - Αρχές και απαιτήσεις δοκιμής.

ΕΛΟΤ 350 Θερμαντικά σώματα χώρων - Προσδιορισμός της θερμικής ισχύος - Μέθοδος δοκιμής με χρήση υγρόψυκτου κλειστού θαλάμου.

ΕΛΟΤ 570 Θερμαντικά σώματα χώρων - Υπολογισμός της θερμικής ισχύος και παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

ΕΛΟΤ 738 Θερμαντικά σώματα χώρων - Προσδιορισμός της θερμικής ισχύος - Μέθοδος δοκιμής με χρήση ανοικτού θαλάμου.

στ) Σωληνώσεις κεντρικής θερμάνσεως.

ΕΛΟΤ 266, 268, 269, 270, 279, 281 για χαλυβδοσωλήνες με ή χωρίς σπείρωμα και για χαλύβδινους σύνδεσμους (μούφες).

ΕΛΟΤ 9, 16, 273, 274 για πλαστικούς σωλήνες και εξαρτήματά τους.

ΕΛΟΤ 352 Αλουμίνιο και κράματα αλουμινίου - Χαλκός και κράματα χαλκού - Δοκιμασία διευρύνσεως σωλήνων.

ΕΛΟΤ 30 και 67 για τις διαστάσεις και τις δοκιμές αντοχής σωλήνων από ελαστικό.

Ω) Ηλεκτρικές συσκευές θερμάνσεως (χώρων ή νερού χρήσεως).

ΕΛΟΤ 295.1 Γενική προδιαγραφή για ηλεκτρικές συσκευές μαγειρικής και θερμάνσεως οικιακής και αναλόγου χρήσεως.

ΕΛΟΤ 295.4 Ειδική προδιαγραφή για ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες στιγμιαίας θερμάνσεως.

ΕΛΟΤ 295.6 Ειδική προδιαγραφή για συσκευές θερμάνσεως χώρων και ανάλογες συσκευές.

ΕΛΟΤ 295.16 Ειδική προδιαγραφή για ηλεκτρικές συσκευές θερμάνσεως χώρων με θερμοσυσσώρευση.

ΕΛΟΤ 532 Ηλεκτρικές συσκευές θερμάνσεως χώρων και ανάλογες συσκευές - Απαιτήσεις αποδόσεως και μέθοδοι μετρήσεων.

η) Ηλιακές συσκευές θερμάνσεως.

ΕΛΟΤ 388.1 Εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας - Θερμική απόδοση επίπεδων και 388.2 συλλεκτών με υγρό - Προσδιορισμός του στιγμιαίου βαθμού αποδόσεως και της επιδράσεως της γωνίας προσπώσεως της ηλιακής ακτινοβολίας στην απόδοση του συλλέκτη.

θ) Ηλεκτρικά δίκτυα ελέγχου και ισχύος.

ΕΛΟΤ 294 Ρευματοδότες και ρευματολήπτες.

ΕΛΟΤ 369 Προστασία περιβλημάτων συσκευών διακοπής και ελέγχου χαμηλής τάσεως.

ΕΛΟΤ 410 Σύστημα συμβολισμού καλωδίων.

ι) Γενικά.

ΕΛΟΤ 168 Ποιότητα αέρα - Μονάδες μετρήσεως.

ΕΛΟΤ 172 Ακουστική - Αντικειμενικές και υποκειμενικές εκφράσεις της εντάσεως του ήχου ή του θορύβου.

ΕΛΟΤ 184, 185 και 186 για θερμοκρασίες και πρότυπες ατμόσφαιρες δοκιμών.

Ο ΕΛΟΤ έχει επίσης κυκλοφορήσει μερικά ακόμα πρότυπα ή σχέδια προτύπων στους τομείς της ακουστικής και της ποιότητας νερού. Στους βασικούς δύο τομείς που σχετίζονται άμεσα με την τεχνική των θερμάνσεων, όπως προκύπτει από τα παραπάνω, δεν υπάρχουν ακόμα παρά ελάχιστα εγκεκριμένα ελληνικά πρότυπα. Έτσι το κενό αναπληρώνεται αναγκαστικά με ξένα εθνικά (DIN κλπ.) ή διεθνή (ISO) πρότυπα.

Τέλος, με βάση συμφωνία στα πλαίσια της Διεθνούς Επιτροπής Κανόνων για Έγκριση Ηλεκτρολογικού Εξοπλισμού (CEE el), ο ΕΛΟΤ εκδίδει, έπειτα από έλεγχο στα εργαστήριά του, πιστοποιητικά για ηλεκτρικές συσκευές τα οποία επιτρέπουν την κυκλοφορία των προϊόντων και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Προς το παρόν οι συσκευές που έχουν σχέση με τις θερμάνσεις και καλύπτονται από τον ΕΛΟΤ με τα παραπάνω πιστοποιητικά είναι:

α) Οι ηλεκτρικές συσκευές θερμάνσεων χώρων.

β) Οι ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες (μόνιμοι μη στιγμιαίοι).

Εδώ πρέπει να διευκρινίσουμε ότι, όταν ένα πρότυπο ΕΛΟΤ φέρνει την ένδειξη «Σχέδιο», βρίσκεται ακόμα στη διαδικασία επεξεργασίας του και δεν έχει πάρει την τελική (εγκεκριμένη) μορφή του. Άλλα και όταν εκδοθεί επίσημα στην τελική του μορφή, ένα πρότυπο του ΕΛΟΤ, παρόλο που συντάσσεται με τη συνεργασία όλων των ενδιαφερόμενων, δεν αποτελεί παρά μια οδηγία που η εφαρμογή της από τους ενδιαφερόμενους είναι προαιρετική. Για να καταστεί υποχρεωτική η εφαρμογή ενός προτύπου, θα πρέπει αυτή να καθιερωθεί με Νόμο, Προεδρικό Διάταγμα, Υπουργική Απόφαση, ή ακόμα και Αστυνομική Διάταξη, οπότε εντάσσεται στην κατηγορία των *Τεχνικών Κανονισμών*.

Οι Κανονισμοί δημιουργούνται όχι μόνο με υποδείξεις του ΕΛΟΤ, αλλά και άλλων φορέων, όπως το *Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος* (ΤΕΕ), το *Εθνικό Συμβούλιο Ενέργειας*, ο *Σύνδεσμος Ελληνικών Βιομηχανιών* ή ακόμα και διάφορες *ειδικές επιτροπές* ή *ομάδες εργασίας*. Πάντως η σύνταξη, άρα και η ορθότητα και αποτελε-

σματικότητα ενδές Κανονισμού αποτελεί καθαρή ευθύνη (ηθική και υπηρεσιακή) των κρατικών λειτουργών που έχουν εισηγηθεί τον Κανονισμό αυτό και όχι των διάφορων φορέων ή ομάδων που έχουν συντάξει και προτείνει τις διατάξεις του.

Οι κυριότεροι *Κανονισμοί* που έχουν σχέση με θερμάνσεις και έχουν εγκριθεί με *Νόμους* και *Διατάγματα* είναι οι παρακάτω:

- «*Κανονισμός εσωτερικών υδραυλικών εγκαταστάσεων*».
- «*Κανονισμός ασφαλείας για την κατασκευή ηλεκτρικών θερμοσιφώνων αποθηκεύσεως*».
- «*Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός*» (Γ.Ο.Κ.) - Άρθρα 103-109, «Λεβητοστάσια και αποθήκες καυσίμων εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως» (Γενικές απαιτήσεις για την κατασκευή, διάταξη, λειτουργία και δοκιμή λεβητοστάσιων, καπνοδόχων, καπνοσυλλεκτών και αποθηκεύσεως καυσίμων).
- «*Κανονισμός δια την θερμομόνωσιν των κτιρίων*».

Πέρα από τους Κανονισμούς αυτούς (η εφαρμογή των οποίων όπως είπαμε είναι υποχρεωτική), στην τεχνική των θερμάνσεων πρέπει επίσης υποχρεωτικά να λαμβάνονται υπόψη και όλα τα σχετικά (και ισχύοντα κάθε φορά) Προεδρικά Διατάγματα, Υπουργικές Πράξεις, Αγορανομικές ή Υγειονομικές Διατάξεις, Εγκύλιοι αρχών κλπ. που έχουν εκδοθεί κατά καιρούς, όπως οι παρακάτω (χρονολογικά):

- «*Καπνομετρικός έλεγχος εγκαταστάσεων θερμάνσεως*» (Εγκύλιοι Υπουργείου Κοινωνικών Υπηρεσιών αριθ. Γ1/24532/28.11.1969 και Γ4/2116/15.12.1973).
- «*Περί απαγορεύσεως χρήσεως πετρελαίου τύπου μαζούτ δια την λειτουργίαν των κεντρικών θερμάνσεων κτιρίων γραφείων, κατοικιών και εμπορικών καταστημάτων*» (Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου αριθ. 166/1975, ΦΕΚ 220/A/9.10.75 όπου περιλαμβάνεται και *υποχρέωση για «τακτική συντήρηση»* καυστήρα, λέβητα και καπνοδόχου).
- «*Περί συγκροτήσεως συνεργείων ελέγχου καυστήρων πετρελαίου κεντρικών θερμάνσεων κτιρίων*» (Κοινή Υπουργική Απόφαση αριθ. 49073/1975, ΦΕΚ 1162/B/14.10.1975).
- «*Περί απαγορεύσεως τοποθετήσεως λεβητοστασίων εις τα βοηθητικά παραπήγματα των οικοδομών*» (Εγκύλιος Υπουργείου Δημοσίων Έργων, Υπηρεσία Οικισμού αριθ. Ε 18254/10.6.1975).
- «*Περί απαγορεύσεως χρήσεως πετρελαίου τύπου μαζούτ των εν ισχύει προδιαγραφών εις εγκαταστάσεις καύσεως εντός ωρισμένης περιοχής της πόλεως των Αθηνών*» (Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου αριθ. 99/1976, ΦΕΚ 252/A/22.9.76)
- «*Περί απαγορεύσεως της χρήσεως πετρελαίου τύπου μαζούτ σε κτιριακές εγκαταστάσεις καύσεως*» (Προεδρικό Διάταγμα αριθ. 922/1977, ΦΕΚ 315/A/14.10.1977).
- «*Περί απαγορεύσεως καύσεως μαζούτ κατά την παραγωγικήν διαδικασίαν δί' αντιμετώπισιν έκτακτων περιστατικών ρυπάνσεως*» (Υγειονομική Διάταξη αριθ. Α5/2911/1977, Υπουργείου Κοινωνικών Υπηρεσιών, ΦΕΚ 965/B/1977).
- Αγορανομική Διάταξη για Θερμομονωτικά Υλικά (Αριθ. 72/1977).

- «Περί χορηγήσεως αδειών εκτελέσεως και συντηρήσεως εγκαταστάσεων καυστήρων υγρών και σίμων» (Προεδρ. Διάταγμα αριθ. 511/1977, ΦΕΚ 162/A/10.6.1977).
- «Περί υποχρεωτικής τοποθετήσεως θερμοστατών εις εγκαταστάσεις κεντρικής θερμάνσεως» (Κοινή Υπουργική Απόφαση αριθ. 208 40/1296/5.4.1979, ΦΕΚ 366/B/13.4.1979).
- «Περί καπνομετρικού ελέγχου βιοτεχνικών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων» (Υπουργική Απόφαση αριθ. 42839/1110/1979, Υπουργείου Βιομηχανίας, ΦΕΚ 731/B/1979).
- «Περί πετρελαίου εξωτερικής καύσεως για το Λεκανοπέδιο Αττικής» (Υπουργ. Απόφαση αριθ. 11394/345/1981, ΦΕΚ 367/B/1981).
- «Αντιμετώπιση έκτακτων επεισοδίων ρύπανσης του περιβάλλοντος» (Πράξη Νομοθετικού Περιεχομένου της 16.6.82, ΦΕΚ 73/A/1982).
- «Καθορισμός αρμοδιοτήτων, καθηκόντων, προσάντων, δικαιωμάτων και υποχρεώσεων του προσωπικού της Ειδικής Υπηρεσίας Δήμων και Κοινοτήτων» (Προεδρικό Διάταγμα αριθ. 434/1982, ΦΕΚ 78/A/30.6.1982).
- «Έλεγχος λειτουργίας των λεβητοστασίων των εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως των κτιρίων» (Κοινή Υπουργική Απόφαση αριθ. 38528 /2272/1982, Υπουργείο Χωροταξίας, Οικισμού και Περιβάλλοντος). Με την απόφαση αυτή γίνεται η «Σύσταση Κλιμακίων Ελέγχου Ποιότητας Περιβάλλοντος για τη λειτουργία λεβητοστασίων Κεντρικών Θερμάνσεων (ΚΕΠΠΕ Κεντρικής Θέρμανσης)».

Τέλος, κατά τη μελέτη, εγκατάσταση και λειτουργία των συστημάτων θερμάνσεως, πρέπει ακόμα να λαμβάνονται συμβουλευτικά υπόψη γνωμοδοτήσεις και συστάσεις διάφορων επιστημονικών φορέων ή κρατικών υπηρεσιών, όπως π.χ. οι εξής:

- Γνωμοδότηση του ΤΕΕ για τον υπολογισμό των καυσίμων ξενοδοχειακών επιχειρήσεων (1973).
- Γνωμοδότηση του ΤΕΕ για την κατανομή των δαπανών Κεντρικής θερμάνσεως στις πολυκατοικίες (1978).
- Συστάσεις του Υπουργείου Κοινωνικών Υπηρεσιών για τον περιορισμό της αιθάλης κατά την καύση του πετρελαίου (1972).

Κατά την ανάπτυξη των κεφαλαίων του βιβλίου αυτού έγινε προσπάθεια ώστε όλα τα παραπάνω πρότυπα, κανονισμοί κλπ. να λαμβάνονται υπόψη στη διατύπωση των διάφορων εννοιών, μεθόδων υπολογισμού, υποδείξεων για τους τρόπους εγκαταστάσεως κλπ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ'

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΚΑΛΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ

Δ1. Γενικά.

Με βάση την Κοινή Υπουργική Απόφαση αριθ. 38528/2272/1982, Υ.Χ.Ο.Π. (βλέπε στο τέλος του Παραρτήματος Γ'), η Πολιτεία δημιούργησε τα Κλιμάκια Ελέγχου Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΚΕΠΠΕ) Κεντρικής Θερμάνσεως, τα οποία αποτελούνται από αδειούχους συντηρητές λεβητοστασίων και διπλωματούχους μηχανικούς. Τα κλιμάκια αυτά ελέγχουν την ποιότητα των καυσαερίων των εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως με σκοπό τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρυπάνσεως που προέρχεται από τη λειτουργία των εγκαταστάσεων αυτών. Η ποιότητα δύμας των καυσαερίων εξαρτάται άμεσα από:

- α) Τον τρόπο κατασκευής της εγκαταστάσεως.
- β) Τον τρόπο λειτουργίας της εγκαταστάσεως.
- γ) Το καύσιμο που χρησιμοποιείται για καύση.

Έτσι ο έλεγχος του ΚΕΠΠΕ, όπως προκύπτει και από το **ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ** που φαίνεται στον πίνακα Δ1, αφορά τη διαπίστωση συμμορφώσεως προς όλους τους θεσμοθετημένους Κανονισμούς και Πρότυπα που έχουν σχέση με τις κεντρικές θερμάνσεις (βλ. Παράρτημα Γ'), με σκοπό την υπόδειξη μέτρων για τη διόρθωση της καταστάσεως ή την επιβολή κυρώσεων κατά των υπεύθυνων σε περίπτωση μη συμμορφώσεως.

Το ΚΕΠΠΕ λοιπόν — και συνεπώς και κάθε ιδιωτικό **συνεργείο ελέγχου** που καλεί ο υπεύθυνος της εγκαταστάσεως ιδιοκτήτης, διαχειριστής κλπ. — ελέγχει:

- α) Αν η εγκατάσταση έχει γίνει σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Γ.Ο.Κ., Αυτοματισμοί Ασφάλειας και Ρυθμίσεως κλπ.).
- β) Αν η εγκατάσταση συντηρείται και λειτουργεί σύμφωνα με τη νομοθεσία που ισχύει (Τακτική Συντήρηση, Όρια Εκπομπών Αιθάλης, Βαθμός Αποδόσεως κλπ.).
- γ) Αν στην καύση χρησιμοποιείται το επιβαλλόμενο από την ισχύουσα νομοθεσία καύσιμο για το συγκεκριμένο τύπο εγκαταστάσεως ή τη συγκεκριμένη περιοχή της χώρας.

Εδώ πρέπει να τονισθεί ότι η εφαρμογή των παραπάνω για τη μείωση της ρυπάνσεως από τις κεντρικές θερμάνσεις ταυτίζεται σχεδόν με την **εξοικονόμηση ενέργειας, δηλαδή καυσίμων**, και άρα συνεπάγεται **άμεσο οικονομικό διέλεος** γι' αυτούς που χρησιμοποιούν τις εγκαταστάσεις αλλά και για την Εθνική Οικονομία γενικότερα.

Δ2. Έλεγχος και βελτιώσεις στον τρόπο κατασκευής.

Η εξοικονόμιση καυσίμων και η μείωση της ατμοσφαιρικής ρυπάνσεως από τις κεντρικές θερμάνσεις εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο κατασκευής τους. Ο σκοπός αυτός εξυπηρετείται με την εφαρμογή της **υπάρχουσας νομοθεσίας** (Γ.Ο.Κ., Κανονισμός Θερμομονώσεως κλπ.) και των **Προτύπων του ΕΛΟΤ**, αλλά και με μια ή περισσότερες από διάφορες άλλες στρατηγικές. Παρακάτω δίνεται μια συνοπτική καταγραφή του συνδλου των μεθόδων που, παράλληλα με την ασφάλεια των εγκαταστάσεων, είναι δυνατό να βοηθήσουν στην επίτευξη του στόχου «εξοικονόμιση καυσίμων/μείωση ρυπάνσεως».

α) Βελτιώσεις στις κτιριακές εγκαταστάσεις και ειδικά:

- Στα στοιχεία θερμομονώσεως (Κανονισμός Θερμομονώσεως).
- Στην κατασκευή των καπνοδόχων, δηλαδή θέση, ύψη κλπ. (Γ.Ο.Κ.).
- Στη χρήση κατάλληλων μηχανολογικών υλικών και θερμαντικών σωμάτων (Γ.Ο.Κ., Πρότυπα ΕΛΟΤ κλπ.).

β) Ορθολογικότερη χρήση θερμάνσεως και ειδικά:

- Καθιέρωση κεντρικού αυτοματισμού για τη βελτιστοποίηση της χρήσεως και οικονομίας της εγκαταστάσεως (νομοθεσία για εγκατάσταση θερμοστατών κλπ.).
- Καθιέρωση μετρητών θερμάνσεως ανά διαμέρισμα ή θερμαντικό σώμα, σε συνδυασμό με θερμοστάτες.

γ) Χρήση ηπιότερων (από άποψη ρυπάνσεως) μορφών ενέργειας και ειδικά:

- Χρήση υγραερίου.
- Χρήση ηλιακής ενέργειας.
- Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας μειωμένου τιμολογίου.
- Χρήση θερμότητας περιβάλλοντος με τη βοήθεια αντλιών θερμότητας.

δ) Ανάπλαση του τρόπου θερμάνσεως, όπως:

- Θέρμανση κατά οικοδομικά τετράγωνα ή γειτονιές.
- Χρήση θερμού αέρα ή θερμών υγρών από απόβλητα βιομηχανιών κλπ.

Δ3. Συντήρηση και ρύθμιση λειτουργίας.

Ο υπεύθυνος για την εγκατάσταση (ιδιοκτήτης, διαχειριστής κλπ.) πρέπει να φροντίζει για τη λήψη των αναγκαίων μέτρων και την εκτέλεση των απαιτούμενων εργασιών για την τακτική συντήρηση (τουλάχιστον μια φορά το χρόνο πριν από την περίοδο θερμάνσεως) και την καλή λειτουργία της εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως.

Ο ιδιώτης συντηρητής, μετά από τη συντήρηση και κανονική ρύθμιση της εγκαταστάσεως, θα πρέπει να συμπληρώνει ένα **ΦΥΛΛΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ** παρόμοιο με το **ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ** που συμπληρώνουν τα **ΚΕΠΠΕ**, στο οποίο θα πρέπει να αναφέρονται τουλάχιστον:

- Τα στοιχεία της εγκαταστάσεως.
- Τα στοιχεία του συντηρητή.

ΝΟΜΑΡΧΙΑ
ΚΛΙΜΑΚΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ημερομηνία

ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

A. ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- | | | |
|--|--|--------|
| 1. Πόλη/Συνοικία | 8. Ονομαστική ισχύς λέβητα | kcal/h |
| 2. Οδός/Αριθμός | 9. Κατασκευαστής/τύπος λέβητα | |
| 3. Είδος & χρήση οικοδομής | 10. Κατασκευαστής/τύπος καυστήρα | |
| 4. Όγκος οικοδομής | 11. Παροχή Μπεκ | GPH |
| 5. Ονοματεπώνυμο ιδιοκτήτη | 12. Είδος καυσίμου | |
| Τηλ. | 13. Προμηθευτής καυσίμου | |
| 6. Ονοματεπώνυμο υπευθύνου | Τηλ. | |
| Τηλ. | 14. Εγκατεστημένοι αυτοματισμοί | |
| 7. Ονοματεπώνυμο συντηρητή | Τηλ. | |
| Τηλ. | | |
| 15. Μόνωση λέβητα: | Δεν υπάρχει/κακή/μέτρια/καλή | |
| 16. Μόνωση σωληνώσεων: | Δεν υπάρχει/κακή/μέτρια/καλή | |
| 17. Λεβητοστάσιο σύμφωνα με ΓΟΚ: NAI - OXI | | |

B. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

- | | | | |
|---|----|---------------------------------|------|
| 1. Θερμοκρασία καυσαερίων | °C | 5. Ελκυσμός καπνοδόχου | mmYΣ |
| 2. Θερμ. χώρου λεβητοστάσιου | °C | 6. Πίεση αντλίας καυστήρα | bar |
| 3. Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂) | % | 7. Πίεση εστίας λέβητα | bar |
| 4. Δείκτης αιθάλης (Bacharach) | | | |

Γ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

1. Εσωτερικός βαθμός απόδοσης
2. Παροχή πετρελαίου
3. Φόρτιση λέβητα
4. %
- kg/h
- kcal/h

Δ. ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

.....
.....
.....
.....
.....

Ο ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ
ΤΟΥ ΚΕΠΠΕ

Ο ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΤΗΣ
ΤΟΠΙΚΗΣ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Ο ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ
ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Τριπλότυπο, ένα φύλλο για τον υπεύθυνο της εγκατάστασης.

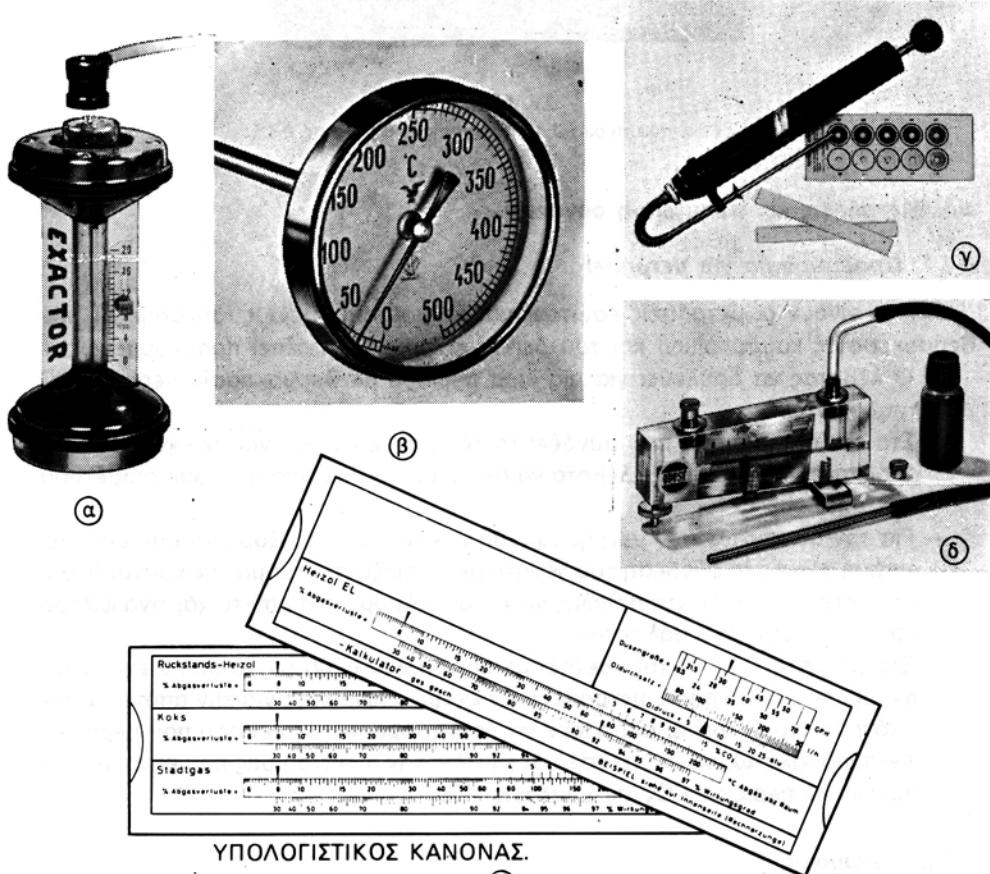


- Οι μετρήσεις, οι εργασίες και οι παρατηρήσεις του συντηρητή.
- Οι συγκεκριμένοι λόγοι που καθιστούν ανέφικτη την επίτευξη των ορίων που επιβάλλει η νομοθεσία.

Αντίγραφο του φύλλου αυτού θα πρέπει να κρατά και ο υπεύθυνος της εγκατάστασεως, ώστε να το επιδείξει στο ΚΕΠΠΕ όταν περάσει για έλεγχο.

Οι κύριοι έλεγχοι λειτουργίας αφορούν τη μέτρηση της κάπνας και του βαθμού αποδόσεως και πρέπει να γίνονται στη χρονική περίοδο λειτουργίας των κεντρικών θερμάνσεων και στη διάρκεια κρύων ημερών, ώστε η εγκατάσταση να λειτουργεί με κανονικό φορτίο στο χρονικό διάστημα που απαιτείται για τις μετρήσεις.

Τα απαραίτητα όργανα για τις μετρήσεις αυτές (σχ. Δ3.1) βρίσκονται συνήθως σε ένα εύχρηστο βαλιτσάκι (σχ. Δ3.2) που διατίθεται από τους διάφορους κατασκευαστές.



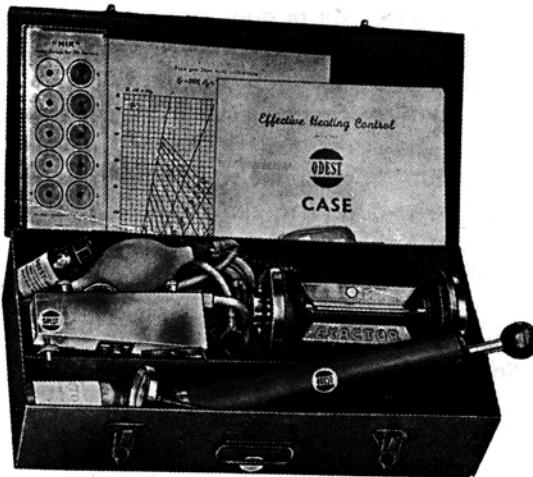
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ.

(E)

Σχ. Δ3.1.

Όργανα ελέγχου καλής λειτουργίας των κεντρικών θερμάνσεων.

- Μετρητής περιεκτικότητας CO_2 στα καυσαέρια.
- Μετρητής θερμοκρασίας στα καυσαέρια και στο χώρο του λεβητοστασίου.
- Μετρητής του δείκτη κάπνας (με αντλία, φίλτρα και πίνακα συγκρίσεως).
- Μετρητής ελκυσμού - καπνοδόχου.
- Κανόνας υπολογισμού του βαθμού αποδόσεως από τα στοιχεία που δίνουν οι μετρητές (α) και (β).

**Σχ. Δ3.2.**

Βαλιτσάκι που περιέχει τα όργανα του σχήματος Δ3.1.

Δ4. Μετρήσεις και συντήρηση οργάνων.

Δ4.1. Προετοιμασία για μετρήσεις.

Για να γίνουν οι μετρήσεις εσωτερικού βαθμού αποδόσεως (δηλαδή CO_2 και θερμοκρασίας καυσαερίων) και του δείκτη κάπνιας, θα πρέπει προηγουμένως:

- Ο λέβητας να δουλεύει για μια ώρα περίπου με θερμοκρασία νερού 80°C τουλάχιστον.
- Στο οριζόντιο τμήμα που συνδέει το λέβητα με την καπνοδόχο και μέσα σε απόσταση 40 cm από το λέβητα να ανοίξουμε (αν δεν υπάρχει) οπή διαμέτρου 6-8 mm.
- Για την αξιοπιστία των μετρήσεων θα πρέπει να προσέξουμε να μην υπάρχει εισροή αέρα στη σύνδεση του λέβητα με το οριζόντιο τμήμα της καπνοδόχου.
- Στο μετρητή του δείκτη αιθάλης να τοποθετήσουμε ένα από τα χάρτινα φίλτρα που υπάρχουν στο βαλιτσάκι.
- Στο μετρητή CO_2 να τοποθετήσουμε καινούργιο υγρό αν το παλιό έχει συμπληρώσει 300 περίπου μετρήσεις. Αν έχουμε αμφιβολίες για την αποτελεσματικότητα του μετρητή, μπορούμε να μετρήσουμε (με τη μέθοδο που περιγράφεται παρακάτω για τα καυσαερία) την ίδια την αναπνοή μας που κανονικά θα πρέπει να περιέχει CO_2 σε αναλογία 4%.

Δ4.2 Μετρήσεις.

α) Σημειώνομε στο φύλο συντηρήσεως ή ελέγχου τη θερμοκρασία αέρα του χώρου του λεβητοστασίου T_a που δείχνει το **θερμόμετρο**.

β) Τοποθετούμε το **θερμόμετρο** στην οπή στο οριζόντιο τμήμα της καπνοδόχου και σημειώνομε τη θερμοκρασία καυσαερίων T_k .

γ) Τοποθετούμε το σωληνάκι του **μετρητή δείκτη κάπνας** στην οπή που ήταν το Θερμόμετρο, κάθετα προς τη ροή των καυσαερίων και μέχρι περίπου το κέντρο της ροής αυτής. Κατόπιν κάνουμε 10 αναρροφήσεις καυσαερίου. Οι αναρροφήσεις πρέπει να είναι διαδοχικές και με αργό ρυθμό, δηλαδή κάθε μία να διαρκεί περίπου 3'', με ανάλογο χρόνο αναμονής μεταξύ τους για την εξίσωση της πίεσης.

Για την οπτική αξιολόγηση του δείκτη κάπνας, τοποθετείται η ταινία του χάρτινου φίλτρου κάτω από την **κλίμακα συγκρίσεως** έτσι, ώστε η κηλίδα της κάπνας να καλύπτει μία οπή της κλίμακας συγκρίσεως. Ο **δείκτης κάπνας** (R_z) στην κλίμακα δίνεται από την επιφάνεια που ο βαθμός μαυρίσματός της είναι πλησιέστερος προς την κηλίδα κάπνας πάνω στο φίλτρο. Η μέτρηση του R_z πρέπει να γίνει 3 φορές τουλάχιστον και να σημειώσουμε στο φύλλο συντηρήσεως ή ελέγχου τη μέση αριθμητική τιμή, στρογγυλεμένη στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.

δ) Κρατάμε όρθιο το **μετρητή CO_2** και πιέζομε τη βαλβίδα στο κέντρο του πάνω μέρους, ώστε να μπει μέσα αέρας και να αποκατασταθεί ισορροπία με το περιβάλλον. Κατόπιν φέρνουμε το 0 της κινητής κλίμακας απέναντι στην ελεύθερη στάθμη του υγρού και στρεψόντος την κινητή κλίμακα με τη βίδα της. Στη συνέχεια, κρατώντας πάντοτε όρθιο το μετρητή, εφαρμόζομε πάνω στη βαλβίδα του πάνω μέρους του το λαστιχένιο πώμα της χειραντλίας και το κρατάμε πατημένο πάνω στο μετρητή. Το άλλο άκρο της χειραντλίας που καταλήγει σε μεταλλικό σωληνάκι το τοποθετούμε μέσα στην οπή κατά τον ίδιο τρόπο που κάναμε και για τη μέτρηση του δείκτη κάπνας. Πατάμε τη χειραντλία 18-20 φορές με μέτριο ρυθμό, ώστε να διοχετεύσουμε καυσαέριο στο μετρητή και αμέσως μετά αφήνομε γρήγορα το πώμα να φύγει από τη βαλβίδα του μετρητή απομακρύνοντας τον αντίχειρά μας. Κρατώντας τα δάκτυλά μας μακριά από τη βαλβίδα του μετρητή, αναποδογυρίζομε το μετρητή, ώστε το υγρό να φύγει από το κάτω μέρος και να πάει στο πάνω. Τον επαναφέρομε κατόπιν σε κανονική όρθια θέση. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται ακόμα μια φορά μετά από 30 περίπου δευτερόλεπτα. Δεν βλάπτει να την επαναλάβουμε για 3η φορά. Αφήνομε το μετρητή να ηρεμήσει και διαβάζομε την **Ένδειξη CO_2 σε %**, την οποία σημειώνομε στο φύλλο ελέγχου ή συντηρήσεως.

ε) Υπολογίζομε τη διαφορά $\Delta T = T_k - T_a$ και την τιμή αυτή τοποθετούμε κάτω από την τιμή του CO_2 στον **υπολογιστικό κανόνα** (που περιέχεται στο βαλιτσάκι) ή στο **διάγραμμα** του σχήματος Δ4. Έτσι βρίσκομε τον **εσωτερικό βαθμό αποδόσεως**, τον οποίο σημειώνομε στο φύλλο ελέγχου ή συντηρήσεως.

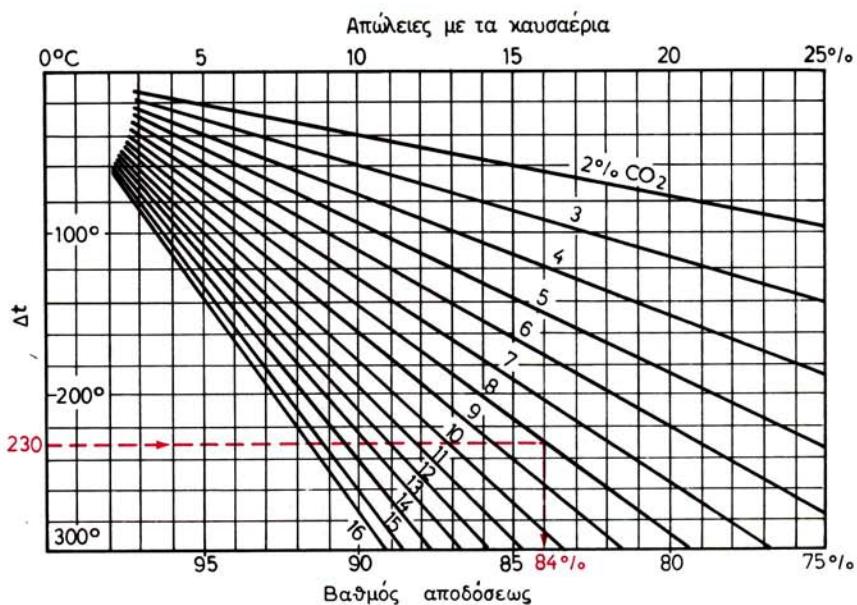
(Στο διάγραμμα αναφέρεται ένα παράδειγμα όπου με $\Delta T = 230^{\circ}C$ και $CO_2 8\%$ βρίσκομε βαθμό αποδόσεως 84%).

στ) Κλείνομε στεγανά την οπή που χρησιμοποιήσαμε για τις μετρήσεις.

Δ4.3 Συντήρηση οργάνων.

- Αλλαγή υγρού στο μετρητή CO_2 μετά από 300 περίπου μετρήσεις.
- Τακτικό λάδωμα αντλίας μετρητή κάπνας.
- Τακτικό καθάρισμα αντλιών από υπολείμματα κάπνας.
- Αποθήκευση των οργάνων όταν δεν χρησιμοποιούνται για πολύ καιρό (π.χ. καλοκαίρι) σε δροσερό, ξηρό μέρος.

Για λεπτομερείς οδηγίες, αντικατάσταση ανταλλακτικών κλπ. βλέπε τα φυλλάδια του κατασκευαστή στο βαλιτσάκι.



Σχ. Δ.4.
Διάγραμμα βαθμού αποδόσεως.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε'
ΠΙΝΑΚΕΣ ΓΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ Ε1

Θερμαντικές ικανότητες των συνηθέστερων συστατικών σε καύσιμα

Συστατικό Καυσίμου	Μοριακό Σύμβολο	Θερμαντική ικανότητα			
		Ανώτερη		Κατώτερη	
		kJ/kg	kJ/m ³	kJ/kg	kJ/m ³
Άνθρακας	C	33820	—	33820	—
Μονοξείδιο του άνθρακα	CO	10110	12640	10110	12640
Υδρογόνο	H ₂	141760	12750	119950	10780
Θείο	S	9250	—	9250	—
Μεθάνιο	CH ₄	55360	39810	50000	35870
Αιθάνιο	C ₂ H ₆	51923	—	47492	—
Προπάνιο	C ₃ H ₈	50340	101800	46360	93560
Βουτάνιο	C ₄ H ₁₀	49500	134000	45730	123530
Αιθυλένιο	C ₂ H ₄	50290	63420	47150	59480
Ακετυλένιο	C ₂ H ₂	49900	58830	48220	56800

ΠΙΝΑΚΑΣ Ε2
Συστατικά και αναλογίες τους στη σύνθεση των φυσικών αερίων

Συστατικό	Μοριακό Σύμβολο	Τυπική αναλογία στο φυσικό αέριο
Μεθάνιο	CH ₄	70 - 96%
Αιθάνιο	C ₂ H ₆	1 - 14%
Προπάνιο	C ₃ H ₈	0 - 4%
Βουτάνιο	C ₄ H ₁₀	0 - 2%
Πεντάνιο	C ₅ H ₁₂	0 - 0,5%
Εξάνιο	C ₆ H ₁₄	0 - 2%
Διοξείδιο άνθρακα	CO ₂	0 - 2%
Οξυγόνο	O ₂	0 - 1,2%
Άζωτο	N ₂	0,4 - 17%

ΠΙΝΑΚΑΣ Ε3

Κρατικές προδιαγραφές για τα ελληνικά πετρέλαια που διατίθενται για εγκαταστάσεις θερμάνσεως

Χαρακτηριστικό μέγεθος	Πετρέλαιο ντήζελ		Μαζούτ 1500	
	Τιμές προδιαγραφών	Τιμές αναλύσεων	Τιμές προδιαγραφών	Τιμές αναλύσεων
Πυκνότητα στους 15°C	0,82 - 0,87	0,84	—	0,95
Σημείο αναφλέξεως (°C)	ελάχιστο 66	70	ελάχιστο 66	90
Κινηματικό ιξώδες στους 38°C (centistokes, cSt)	1,8 - 0,6	—	—	—
Ιξώδες Redwood I* στους 38°C (δευτερόλεπτα, s)	—	34	μέγιστο 1500	1250
Θερμαντική ικανότητα (kcal/kg)	—	10200	—	9700

Σημείωση πίνακα:

* Η μέτρηση του ιξώδους κατά τη μέθοδο Redwood I δίνει το χρόνο σε δευτερόλεπτα που χρειάζεται μια καθορισμένη ποσότητα του υγρού για να περάσει από ένα επίσης καθορισμένο ακροφύσιο. Υπάρχει αντιστοιχία (που δίνεται από πίνακα) μεταξύ του κινηματικού ιξώδους σε cSt και του ιξώδους Redwood I σε δευτερόλεπτα (s).

ΠΙΝΑΚΑΣ Ε4
Τύποι γαιανθράκων και χαρακτηριστικά τους

Τύπος γαιανθράκα	Κατώτερη θερμαντική ικανότητα kJ/kg	Συστατικά, % της μάζας (σύνολο 100)						Πτητικά % μάζας	Νερό % μάζας
		Άνθρακας	Υδρογόνο	Οξυγόνο	Άζωτο	Θείο	Τέφρα		
Λιθάνθρακες:									
Ανθρακίτης	32000	80	2,9	5	0,9	0,7	10,5	7	3
Ημιανθρακίτης	32000	80	4,1	5	1,1	1,1	8,7	13	3
Ημιασφαλτώδης λιθάνθρακας	33000	82	4,5	5	1,3	1,2	6,0	18	3
Ασφαλτώδης λιθάνθρακας	33000	67	5,4	16	1,3	2,3	8,0	33	3
Υποασφαλτώδης λιθάνθρακας	28000	49	6,3	33	1,0	1,0	9,7	42	6
Φαιάνθρακας (λιγνίτης)	15000	40	6,9	44	0,7	1,0	7,4	56	25
Τύρφη	13000	32	7,0	52	0,6	1,0	7,4	67	40

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤ1*
Ηλιακή ακτινοβολία (άμεση και διάχυτη)
σε $kcal/m^2$ ημέρα, επί οργάνων επιφάνειας, κατά μέσο όρο, μηνιά (Αθήνα)

	Ετήσια	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιουνίος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
1970	3853	1571	2519	3169	4624	5698	6017	5454	4039	3269	2323	1546	
1971	3568	1429	1977	3515	4367	5167	5713	5497	5096	3778	2824	1886	1571
1972	3780	1256	1873	3566	4273	5709	6453	5869	5575	4234	2790	2444	1320
1973	3805	1541	2225	2989	4770	5715	6030	5798	5535	4439	2883	2195	1540
1974	3726	1359	2208	3104	3922	5542	5973	6208	5422	4448	2993	1966	1569
1975	—	1619	2051	3491	4295	5054	5501	5658	4699	—	—	—	—
Μέσος όρος	3746	1462	2142	3305	4375	5480	5948	5841	5297	4187	2952	2162	1509
1970-1975													

* Στοιχεία του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ'

**ΠΙΝΑΚΕΣ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ
ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΟΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΕΩΝ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ1
Θερμοκρασίες και άλλα στοιχεία πόλεων**

Όνομα πόλεως	Mέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία	Υψόμετρο σταθμού	Επικρατούντες άνεμοι κατά τους μήνες Ιανουάριο - Φεβρουάριο	Ζώνη (σχ. 8.3a)
	°C	m		
Αγρίνιο	−3	45,8	A.	B
Αθήνα (Αστεροσκοπείο)	+1	107,0	B. και N.	B
Αίγιο	0	64,0	B.Δ.	B
Αλεξανδρούπολη	−7	2,5	B.Α.	Γ
Αλίαρτος	−2	110,0	B.Δ.	B
Ανάβυρτα	−2	290,0	B. και Ν.Δ.	B
Αργοστόλι	+1	1,7	B.Α. και Ν.Δ.	A
Άρτα	−2	42,0	B.Α. και N.	B
Βόλος	−3	2,7	B.	B
Δράμα	−8	74,0	N.Δ.	Γ
Έδεσσα	−7	237,0	B.	Γ
Ελευσίνα	0	29,5	B.	B
Ελληνικό Αττικής	+2	10,2	B.	B
Ζάκυνθος	+2	6,6	B.Α.	A
Ηράκλειο	+3	38,5	N.	A
Θάσος	−6	2,0	B.Α.	Γ
Θεσσαλονίκη (Μίκρα)	−5	2,8	B.Δ.	Γ
Θήρα	+3	208,0	B.	A
Ιεράπετρα	+4	13,0	B.	A
Ιωάννινα	−6	483,0	N.A.	Γ
Καβάλα	−8	62,8	N.A.	Γ
Καλάβρυτα	−6	731,0	B. και N.	Γ
Καλαμάτα	+1	4,6	B.	A
Καλαμπάκα	−6	226,5	Δ.	Γ A
Κάρπαθος	+5	9,0	Δ.	A
Κάρυστος	+1	10,0	B.	B
Κατερίνη	−5	31,5	B.	Γ
Κέρκυρα	0	1,0	N.A.	B
Κοζάνη	−10	625,0	B.	Γ
Κομοτηνή	−7	30,0	B.Α.	Γ
Κόνιτσα	−6	542,0	B.	Γ
Κόρινθος	+1	14,4	N.	B
Κύθηρα	+4	166,0	B.Α.	A
Κύμη	0	221,1	B.	B
Κως	+3	10,0	N.	A
Λαμία	−4	143,0	Δ.	B
Λάρισα	−7	72,7	B. και A.	Γ
Λευκάδα	0	2,4	N.A.	A
Λήμνος	0	12,3	B.Α.	B
Μέγαρα	0	36,0	B.Δ.	B
Μεθώνη	+1	33,0	B.Α. και Δ.	A

(συνεχίζεται)



Μεσολόγγι	- 2	1,0	Δ. και Β.Δ.	B
Μήλος	+ 3	182,0	N.Δ.	A
Μυτιλήνη	+ 2	3,2	N.	B
Νάξος	+ 4	9,0	B.	A
Ναύπλιο	0	1,5	B.	B
Νέα Φιλαδέλφεια Αττικής	0	136,0	B.A.	B
Ξάνθη .	- 8	82,0	B.	Γ
Ορεστιάδα	- 9	43,0	B.Δ.	Γ
Παλαιόχωρα - Κρήτης	+ 5	8,0	B.	A
Πάτρα	- 1	1,0	N.Δ.	B
Πειραιάς	+ 2	2,0	B.A.	B
Πολύγυρος	- 8	550,0	B.A. και B.	Γ
Πρέβεζα	0	11,8	B.A	B
Πτολεμαΐδα	-12	601,0	B.Δ.	Γ
Πύργος	- 1	132,0	B.Δ.	B
Ρέθυμνο	+ 3	16,0	N. και B.	A
Ρόδος	+ 3	34,7	N. και Δ.	A
Σάμος	+ 3	48,4	N.A. και B.Δ.	A
Σέρρες	- 9	32,5	A.	Γ
Σητεία	+ 4	25,2	B.Δ.	A
Σκύρος	+ 2	4,0	B.A.	A
Σουφλί	- 10	15,0	B.	Γ
Σπάρτη	0	212,0	B.	B
Σταυρός Χαλκιδικής	- 7	10,0	Δ.	Γ
Σύρος	+ 3	25,0	B.	A
Τανάγρα	- 2	138,8	Δ.	B
Τρίκαλα	- 6	116,0	B.Δ.	Γ
Τρίπολη	- 5	661,4	B. και N.Δ.	Γ
Φλώρινα	- 11	661,0	Δ.	Γ
Χαλκίς	+ 2	4,0	B.	B
Χανιά	+ 3	62,5	N.Δ.	A
Χίος	+ 3	60,0	B.	A

Παρατήρηση 1: Ως μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία περιοχών ή πόλεων που δεν αναγράφονται στον πίνακα, θα λαμβάνεται εκείνη του πλησιέστερου σταθμού διορθωμένη με την αναγωγή λόγω διαφοράς υψομέτρου. Η αναγωγή αυτή, ισχύει για τους μήνες Ιανουάριο-Φεβρουάριο, θα γίνεται με την πρόσθεση ή αφαίρεση $0,7^{\circ}\text{C}$ για κάθε 100 μέτρα μείωση ή αύξηση του υψομέτρου του σταθμού που παίρνεται ως σημείο αναφοράς.

Παρατήρηση 2: Τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 600 μέτρα από την επιφάνειο της θάλασσας εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη ζώνη από αυτή που ανήκει γενικότερη περιοχή.

Ως μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία για κάθε πόλη δίνεται η μετά από υπολογισμό* μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία η οποία εμφανίζεται μία φορά κατά τυπικό έτος και για περισσότερες από δύο συνεχόμενες ημέρες.

Από τα θερμοκρασιακά στοιχεία παρατηρούμε ότι η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία κυμαίνεται σε ευρύτατα όρια από $+ 5^{\circ}\text{C}$ για την νότια Κρήτη μέχρι $- 12^{\circ}\text{C}$ για την περιοχή της Πτολεμαΐδας.

Για την εκτίμηση της διάρκειας της περιόδου θερμάνσεως κριτήριο αποτέλεσε ο αριθμός ημερών για τις οποίες η μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα κατέρχεται κάτω από $+10^{\circ}\text{C}$.**

Η διάρκεια της περιόδου θερμάνσεως κυμαίνεται από 60 ημέρες για τη νότια Κρήτη μέχρι 210 ημέρες για την βόρεια Μακεδονία και Θράκη.

* Οι υπολογισμοί αυτοί βασίσθηκαν σε στοιχεία που δόθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και σε εργασίες της έδρας Θεωρητικής Μηχανολογίας του Ε.Μ.Π.

** Τα στοιχεία αυτά δημοσιεύθηκαν στη μελέτη αριθμ. 3 της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας το έτος 1975.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ2
Θερμοκρασίες χώρων διαμονής

Χώροι	Θερμοκρασία (°C)
1. Κατοικίες Καθημερινά, υπνοδωμάτια, κουζίνες Προθάλαμοι, διάδρομοι, W.C. Κλιμακοστάσια Λουτρά	+ 20 + 15 + 10 + 22
2. Καταστήματα και γραφεία Καταστήματα, γραφεία, εστιατόρια, δωμάτια ξενοδοχείων Κλιμακοστάσια, διάδρομοι, W.C.	+ 20 + 15
3. Εκπαιδευτικά κτίρια Αίθουσες διδασκαλίας Χώροι εργαστηρίων Αμφιθέατρα Κλειστά γυμναστήρια Αίθουσες λουτρών, αποδυτήρια Διάδρομοι, κλιμακοστάσια, κλειστές αίθουσες διαλειμμάτων, W.C. Διάδρομοι, κλιμακοστάσια και W.C. νηπιαγωγείων Ιατρείο Χώροι διαφυλάξεως οργάνων και βεστιάρια	+ 20 + 15 έως + 18 + 18 + 15 + 22 + 5 έως + 10 + 15 + 24 + 15

Παρατήρηση: Οι θερμοκρασίες των χώρων στα θέατρα, εργοστάσια, νοσοκομεία, εκκλησίες κλπ. θα καθορίζονται κατά περίπτωση, μετά από μελέτη των ειδικών συνθηκών και απαιτήσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ3

**Θερμοκρασίες Θερμαινόμενων ή μη Θερμαινόμενων χώρων
που βρίσκονται σε επαφή με προς θέρμανση χώρους**

1. Θερμοκρασία κτιρίου που θερμαίνεται και βρίσκεται σε επαφή με το υπό μελέτη κτίριο, σε συνεχές σύστημα δομήσεως.	15°C
2. Θερμοκρασία κτιρίου που δεν θερμαίνεται και βρίσκεται σε επαφή με το υπό μελέτη κτίριο, σε συνεχές σύστημα δομήσεως.	Zώνη A 10°C Zώνη B 7°C Zώνη Γ 3°C
3. Θερμοκρασία χώρου που δεν θερμαίνεται, αλλά βρίσκεται μέσα στη θερμαινόμενη οικοδομή.	Zώνη A 10°C Zώνη B 7°C Zώνη Γ 3°C
4. Θερμοκρασία χώρου που βρίσκεται κάτω από επικλινή μη μονωμένη στέγη (κεραμοσκεπή), είναι ίση με τη μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία αυξημένη κατά 3°C	$t_{M.E.E\xi} + 3°C$
5. Θερμοκρασία ημιυπογείων ή υπογείων χώρων που δεν θερμαίνονται και έχουν πόρτες ή παράθυρα προς το εξωτερικό περιβάλλον.	Zώνη A 10°C Zώνη B 7°C Zώνη Γ 3°C
6. Ως διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού χώρου σε επαφή με το έδαφος και θερμοκρασίας εδάφους λαμβάνεται το μισό της διαφοράς της θερμοκρασίας του υπό μελέτη χώρου και της μέσης ελάχιστης εξωτερικής θερμοκρασίας.	$\Delta t = \frac{t_{eo.} - t_{M.E.E\xi}}{2}$

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ4
Συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας υλικών

Υλικά	Φαινόμενη πυκνότητα kg/m ³	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	
		kcal/mh°C	W/mK
1. Δομικά υλικά			
1.1 Λίθοι			
1.1.1 Συμπαγείς λίθοι (ασβεστόλιθος, μάρμαρο, γρανίτης, βασάλτης κλπ.)		3,00	3,49
1.1.2 Πορώδεις λίθοι		2,00	2,33
1.1.2.1 Ψαμμίτης		0,90	1,05
1.1.2.2 Πλάκες τύπου Μάλτας			
1.1.3 Άρμος φυσικής προελεύσεως με φυσική υγρασία		1,20	1,40
1.2 Άργιλος			
1.2.1 Πλίνθοι συμπαγείς ωμοί		0,80	0,93
1.2.2 Πλίνθοι με άχυρο ωμοί		0,60	0,70
1.3 Ξηρά υλικά πληρώσεως τοποθετούμενα χύδην σε διάκενα οροφών, τοίχων κλπ.			
1.3.1 Άρμος διαμέτρου κόκκου \leqslant 5 mm		0,50	0,53
1.3.2 Ψηφίδες με διάμετρο κόκκου 5-10 mm συλλεκτές και θραυστές		0,70	0,81
1.3.3 Χονδρόκοκκη κίσσηρη		0,16	0,19
1.3.4 Θραύσματα οπποπλίνθων και κεραμιδιών		0,35	0,41
1.3.5 Περλίτης διογκωμένος		0,055	0,064
1.4 Επιχρίσματα (εσωτερικά και εξωτερικά), συνδετική κονία αρμών από:			
1.4.1 Ασβεστοκονίαμα και ασβεστοτιμέντοκονίαμα		0,75	0,87
1.4.2 Τσιμεντοκονίαμα		1,20	1,39
1.5 Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε μεγάλου μεγέθους πλάκες)			
1.5.1 Σκυρόδεμα με συλλεκτή ή θραυστά αδρανή κλειστής δομής			
— Κατηγορία σκυροδέματος \leqslant B120		1,30	1,51
— Κατηγορία σκυροδέματος \geqslant B160		1,75	2,03
1.5.2 Γαρμπιλοσκυρόδεμα			
1500		0,55	0,64
1700		0,70	0,81
1900		0,95	1,10
1.5.3 Κισσηρόδεμα			
800		0,25	0,29
1000		0,30	0,35
1200		0,40	0,46

(συνεχίζεται)

1.5.4	Κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένο με ατμό		400	0,12	0,14
			500	0,16	0,19
			600	0,20	0,23
			800	0,25	0,29
			1000	0,30	0,35
1.5.5	Περλιτόδεμα τσιμέντο: περλίτης (κατ' όγκο)				
	1 : 4			0,170	0,198
	1 : 5			0,140	0,163
	1 : 6			0,125	0,145
	1 : 7			0,115	0,134
	1 : 8			0,110	0,128
	1 : 20			0,070	0,081
1.5.6	Πλάκες από σκυρόδεμα, γύψο και αμιαντοτσιμέντο				
1.5.6.1	Πλάκες από κισαπρόδεμα	800	0,25	0,29	
1.5.6.2	Πλάκες από ελαφρό σκυροδέμα με ανάμικτα αδρανή	1400	0,50	0,58	
1.5.6.3	Γυψοσανίδες	1200	0,50	0,58	
1.5.6.4	Πλάκες από αμιαντοτσιμέντο	1800	0,30	0,35	
1.5.7	Τοιχοποίια από τσιμεντόπλινθους συμπεριλαμβα- νόμενου και του κονιάματος των αρρών ⁽¹⁾				
1.5.7.1	Τσιμεντόλιθοι πλήρεις με ασβεστολιθικά αδρανή	1600	0,68	0,79	
		1800	0,85	0,99	
		2000	0,95	1,10	
1.5.7.2	Τσιμεντόλιθοι διάτρητοι με ασβεστολιθικά αδρανή	1200 ⁽²⁾	0,48	0,56	
		1400 ⁽²⁾	0,60	0,70	
		1600 ⁽²⁾	0,68	0,79	
1.5.7.3	Τσιμεντόλιθοι με διάκενα, με ασβεστολιθικά αδρανή	1000 ⁽²⁾	0,43	0,50	
	-	1200 ⁽²⁾	0,48	0,56	
1.5.7.4	Κισσηρόλιθοι πλήρεις	800	0,35	0,41	
		1000	0,40	0,46	
		1200	0,45	0,52	
		1400	0,55	0,64	
		1600	0,68	0,79	
1.5.7.5	Κισσηρόλιθοι με διάκενα (2 διακένων)	1000 ⁽³⁾	0,38	0,44	
		1200 ⁽³⁾	0,42	0,49	
		1400 ⁽³⁾	0,48	0,56	
1.5.7.6	Κισσηρόλιθοι με διάκενα (3 διακένων)	1400 ⁽³⁾	0,42	0,49	
		1600 ⁽³⁾	0,48	0,56	
1.5.7.7	Πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένοι με ατμό	600	0,30	0,35	
		800	0,35	0,41	
		1000	0,40	0,46	
1.5.7.8	Πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένοι στον αέρα	800	0,38	0,44	
		1000	0,48	0,56	
		1200	0,60	0,70	
1.5.8	Τοιχοποίια από οπτόπλινθους συμπεριλαμβα- νόμενου και του κονιάματος των αρρών ⁽¹⁾				

(συνεχίζεται)

1.5.8.1 Οπτόπλινθοι πλήρεις		1000 1200 1400 1800	0,40 0,45 0,52 0,68	0,46 0,52 0,60 0,79
1.5.8.2 Οπτόπλινθοι διάτρητοι		1000 ⁽⁴⁾ 1200 ⁽⁴⁾ 1400 ⁽⁴⁾	0,40 0,45 0,52	0,46 0,52 0,60
1.5.8.3 Πλακίδια επιστρώσεως	2000		0,90	1,05
2. Ξύλα				
2.1 Δρυς			0,18	0,21
2.2 Οξυά			0,15	0,17
2.3 Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κλπ.)			0,12	0,14
2.4 Κόντρα πλακέ, πλακάζ κλπ.			0,12	0,14
2.5 Μοριοσανίδες	900		0,15	0,17
3. Μέταλλα - Ύαλος				
3.1 Ύαλος			0,70	0,81
3.2 Χυτοσίδηρος και χάλυβας			50	53,15
3.3 Χαλκός			330	283,79
3.4 Ορείχαλκος			55	53,96
3.5 Αλουμίνιο			175	203,52
4. Συνθετικά και Ασφαλτικά υλικά επιστρώσεως				
4.1 Λινόλεουμ	1200		0,16	0,19
4.2 Ασφαλτικό σκυρόδεμα	2100		0,60	0,70
4.3 Άσφαλτος	1050		0,15	0,17
4.4 Ασφαλτόχαρτο	1100		0,16	0,19
5. Θερμομονωτικά υλικά				
5.1 Πλάκες από υαλοβάμβακα βακελιτούχες και από λιθοβάμβακα (ορυκτοβάμβακας)			0,035	0,041
5.2 Υαλοβάμβακας μη μορφοποιημένος	50		0,035	0,041
5.3 Πλάκες ελαφρών κατασκευών από ξυλόμαλλο με ανόργανη συνθετική κονία πάχους:				
15 mm	570		0,12	0,14
25 έως 35 mm	460 - 415		0,080	0,093
50 mm και μεγαλύτερο	390 και μικρότερο		0,070	0,081
5.4 Πλάκες από διογκωμένο φελλό		120 160 200	0,035 0,038 0,040	0,041 0,044 0,046
5.5 Πλακίδια από φελλό	450		0,055	0,064
5.6 Διογκωμένα συνθετικά υλικά ⁽⁵⁾ ⁽⁷⁾			0,035	0,041
5.7 Σκληροί αφροί από συνθετικά υλικά ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾			0,035	0,041

⁽¹⁾ Οι αναγραφόμενες φαινόμενες πυκνότητες, εφόσον δεν ορίζεται διαφορετικά, αφορούν τα στοιχεία (λίθους, πλίνθους) και δχι τον τοίχο.

⁽²⁾ Η φαινόμενη πυκνότητα αναφέρεται σε ολόκληρο το στοιχείο (λίθο) συμπεριλαμβανόμενων και των κενών.

⁽³⁾ Η φαινόμενη πυκνότητα αναφέρεται στο κισσηρόδεμα αφού αφαιρεθούν τα κενά.

⁽⁴⁾ Η φαινόμενη πυκνότητα αναφέρεται σε ολόκληρο το στοιχείο (πλίνθο) συμπεριλαμβανόμενων και των κενών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 25
Συντελεστές θερμικής μεταβάσεως και αντίσταση θερμικής μεταβάσεως

	kcal/m ² h °C	W/m ² K	m ² h °C/kcal	m ² K/W
Σπις εσωτερικές πλευρές κλειστών χώρων με φυσική κίνηση αέρα				
Επιφάνειες τοίχων, εσωτερικά παράθυρα, εξωτερικά παράθυρα	a _i = 7	a _i = 8,14	1 — = 0,14 a _i	1 — = 0,12 a _i
Δάπεδα και οροφές σε περίπτωση θερμικής μεταβάσεως:				
από κάτω προς τα πάνω	a _i = 7	a _i = 8,14	1 — = 0,14 a _i	1 — = 0,12 a _i
από πάνω προς τα κάτω	a _i = 5	a _i = 5,81	1 — = 0,20 a _i	1 — = 0,17 a _i
Σπις εξωτερικές πλευρές με μέση ταχύτητα ανέμου περίπου 2 m/s	a _o = 20	a _o = 23,26	1 — = 0,05 a _o	1 — = 0,04 a _o

-
- (5) Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση διογκωμένων συνθετικών υλικών βάρους μικρότερου από 20 kg/m³.
- (6) Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση σκληρών αφρών από συνθετικές ύλες με βάρος μικρότερο από 10 kg/m³.
- (7) Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση σε εσωτερικούς χώρους και σε ακάλυπτα τμήματα της οικοδομής μη συνεχόμενα με τους υποχρεωτικά ακάλυπτους χώρους (φωταγωγοί, αεραγωγοί κλπ.), συνθετικών θερμομονωτικών υλικών τα οποία, κατά την καύση τους, παράγουν τοξικά αέρια. Σχετικά με διαφορά την αναφλεξιμότητα των υλικών αυτών πρέπει να ακολουθούνται οι κανονισμοί πυρασφάλειας.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ6
Αντιστάσεις θερμοδιαφυγής στρωμάτων αέρα

Σχετική θέση του στρώματος του αέρα και κατεύθυνση ροής της θερμότητας	Πάχος δ στρώματος αέρα mm	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	
		$1/a_0 = \delta/\lambda$	$m^2 K/W$
Κατακόρυφο στρώμα αέρα	10	0,16	0,14
	20	0,19	0,16
	50	0,21	0,18
	100	0,20	0,17
	150	0,19	0,16
Οριζόντιο στρώμα αέρα, ροή θερμότητας από κάτω προς τα πάνω	10	0,16	0,14
	20	0,17	0,15
	≥ 50	0,19	0,16
Οριζόντιο στρώμα αέρα, ροή θερμότητας από πάνω προς τα κάτω	10	0,17	0,15
	20	0,21	0,18
	≥ 50	0,24	0,21

Παρατήρηση: Η αντίσταση θερμοδιαφυγής μιας στρώσεως αέρα, τότε μόνο μπορεί να ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό, όταν ο αέρας μπορεί να θεωρηθεί ότι ηρεμεί επαρκώς.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ7
Μέγιστος επιτρεπόμενας συντελεστής θερμοπερατότητας

Στοιχεία Κατασκευής	K_{max} επιτρεπόμενο	
	kcal/m ² h °C	W/m ² K
1. Εξωτερικοί τοίχοι συμπεριλαμβανόμενων και των στοιχείων από σκυρόδεμα σε όλες τις Ζώνες	0,6	0,7
2. Οριζόντιες επιφάνειες και οροφές που χωρίζουν θερμαινόμενο χώρο από τον ελεύθερο αέρα, είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω σε όλες τις Ζώνες	0,4	0,5
3. Δάπεδα τοποθετημένα πάνω στο έδαφος ή δάπεδα πάνω από κλειστό μη θερμαινόμενο υπόγειο ή ημιυπόγειο χώρο για τη Ζώνη Α για τη Ζώνη Β για τη Ζώνη Γ	2,6 1,6 0,6	3,0 1,9 0,7
4. Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους για τη Ζώνη Α για τη Ζώνη Β για τη Ζώνη Γ	2,6 1,6 0,6	3,0 1,9 0,7

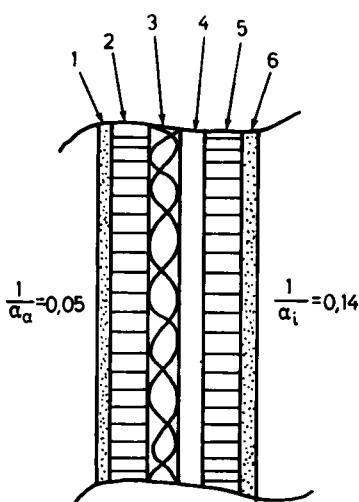
ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ8**Παράδειγμα υπολογισμού συντελεστή θερμοπερατότητας Κ σύνθετου τοιχώματος**

Δομικό στοιχείο: Τοίχος εξωτερικός 32 cm (πληρώσεως) Τύπος κατασκευής: (βλέπε σκαρίφημα) Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας Κ					
Α/Α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα kg/m ³	Πάχος δ m	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ kcal/mh °C	Λόγος δ/λ m ² h °C/kcal
1	Σοβάς		0,02	0,75	0,027
2	Τούβλο		0,09	0,45	0,200
3	Μονωτικό		0,08	0,035	2,290
4	Κενό		0,06	—	0,210
5	Τούβλο		0,09	0,45	0,200
6	Σοβάς		0,02	0,75	0,027
7					
8					
9					
10					
Σύνολο					2,954
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (δλων των στρώσεων)					
$\Sigma \frac{\delta i}{\lambda i} = 2,954 \text{ m}^2\text{h } ^\circ\text{C/kcal}$					
1/a _i	0,14 m ² h °C/kcal	$K = \frac{1}{\frac{1}{1/a_i} + \sum \frac{\delta i}{\lambda i} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{\frac{1}{0,14} + \sum \frac{0,027}{0,200} + \frac{1}{0,05}} = 0,32 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$			
1/a _a	0,05 m ² h °C/kcal				

(συνεχίζεται)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	1/ α_i		1/ α_a	
	$m^2 h \text{ } ^\circ\text{C}$	$m^2 \text{K}$	$m^2 h \text{ } ^\circ\text{C}$	$m^2 \text{K}$
	kcal	W	kcal	W
Εξωτερικοί τοίχοι Οροφές	0,14	0,12	0,05	0,04
Pilotis	0,20	0,17	0,05	0,04
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές, κεκλιμένες στέγες	0,14	0,12	0,05	0,04
Οροφές κάτω από στέγες όταν στο χώρο μεταξύ της οροφής και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0,14	0,12	0,14	0,12
Οροφές υπογείων Οροφές μη θερμαινόμενων χώρων	0,20	0,17	0,20	0,17
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0,20	0,17	0,05	0,04
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0,20	0,17	0	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0,14	0,12	0	0

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ



ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ9

**Συντελεστές Θερμοπερατότητας Κ για παράθυρα και θύρες
σε συνάρτηση με το υλικό κατασκευής του πλαισίου και του τύπου του υαλοπίνακα**

Τύπος	Υλικό πλαισίου			
	Ξύλο Συνθετικό υλικό	Χάλυβας Άλλα μέταλλα Σκυρόδεμα	Συντελεστής Θερμοπερατότητας Κ	
	kcal/m ² h°C	W/m ² K	kcal/m ² h°C	W/m ² K
Απλός υαλοπίνακας	4,5	5,23	5,0	5,81
Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6 mm	2,8	3,26	3,2	3,72
Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm	2,6	3,02	3,0	3,49
Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση $2 \text{ cm} < s < 4 \text{ cm}$	2,2	2,56	2,6	3,02
Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση $4 \text{ cm} < s < 7 \text{ cm}$	2,0	2,33	2,4	2,79
Διπλό παράθυρο με απόσταση υαλοπινάκων $\geq 7 \text{ cm}$	2,2	2,56	—	—
Τοίχος από υαλοπλίνθους με πάχος 80 mm	—	—	3,0	3,49
Χωρίς υαλοπίνακα	3,0	3,49	5,0	5,81

Οι τιμές του Κ ισχύουν:
 για παράθυρα: $< 5,0 \text{ m}^2$ εφόσον η επιφάνεια πλαισίου είναι $\leq 25\%$ της συνολικής επιφάνειας
 $\geq 5,0 \text{ m}^2$ εφόσον η επιφάνεια πλαισίου είναι $\leq 15\%$ της συνολικής επιφάνειας
 $\geq 2,0 \text{ m}^2$ εφόσον η επιφάνεια πλαισίου είναι $\leq 25\%$ της συνολικής επιφάνειας.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ10

Συντελεστής προσαυξήσεως λόγω προσανατολισμού Z_n (%)

Προσανατολισμός	ΒΑ	Β	ΒΔ	Δ	Α	ΝΑ	Ν	ΝΔ
Z_n	5	5	5	0	0	-5	-5	-5

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ11

Συντελεστής προσαυξήσεως λόγω διακοπής λειτουργίας Z_d (%)

Μέση διαθέρμανση Δ		$\leq 0,29$	0,30-0,69	0,7-1,49	$\geq 1,50$
Λειτουργία εγκαταστάσεως ανά 24ωρο	I	Συνεχής λειτουργία	7	7	7
	II	14 ωρη λειτουργία	20	15	15
	III	10 ωρη λειτουργία	30	25	20

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ12
Συντελεστές προσαυξήσεως λόγω αερισμού

α) Συντελεστής λόγω διεισδύσεως αέρα α

ΥΛΙΚΟ	ΕΙΔΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	α
Παράθυρο από φυσικό ή συνθετικό ξύλο	απλό υαλοστάσιο διπλό υαλοστάσιο εγγυημένα αεροστεγές	3,0 2,0
Παράθυρο μεταλλικό	απλό υαλοστάσιο διπλό υαλοστάσιο εγγυημένα αεροστεγές	1,5 1,2
Θύρα ξύλινη	Θύρα απλή ¹ Θύρα εγγυημένα αεροστεγής	3,0 2,0
Θύρα μεταλλική	Θύρα απλή ¹ Θύρα εγγυημένα αεροστεγής	1,5 1,2

β) Συντελεστής διεισδυτικότητας R

Εξωτερικό παράθυρο ή θύρα	$\frac{F_n}{F_\theta} \left(\frac{\text{επιφ. εξωτερικού παραθύρου ή θύρας}}{\text{επιφ. εσωτερικής θύρας}} \right)$	R
Ξύλινο παράθυρο ή θύρα	< 3	0,9
Ξύλινο παράθυρο ή θύρα	3 – 9	0,7
Μεταλλικό παράθυρο ή θύρα	< 6	0,9
Μεταλλικό παράθυρο ή θύρα	≥ 6	0,7

γ) Συντελεστής θέσεως και ανεμόπτωσεως H

Ανεμόπτωση	Θέση	Οικοδομικό σύστημα	
		Συνεχές	Ελεύθερο
Κανονική	προστατευόμενη	0,24	0,34
	ελεύθερη	0,41	0,58
	άκρως προσβαλλόμενη	0,60	0,84
Ισχυρή	προστατευόμενη	0,41	0,58
	ελεύθερη	0,60	0,84
	άκρως προσβαλλόμενη	0,82	1,13

ΠΙΝΑΚΑΣ Ζ13

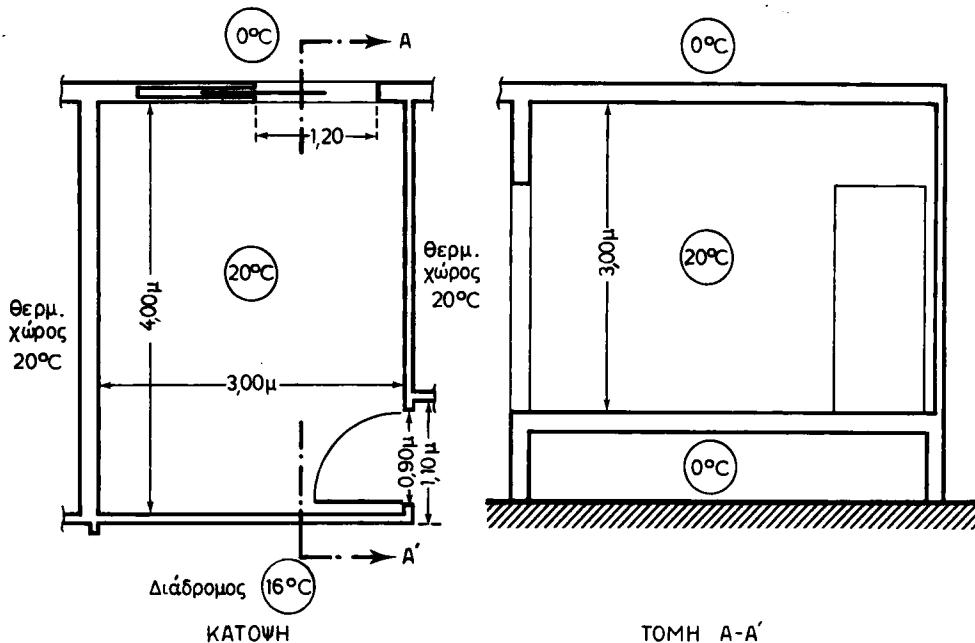
Μήκος χαραμάδας ανά m^2 επιφάνειας παραθύρου (για υπολογισμό κατά προσέγγιση)

	Ύψος παραθύρου ή θύρας m	$\omega = \frac{l}{F}$
Παράθυρα οποιουδήποτε αριθμού φυλλων	0,50	7,2
	0,63	6,2
	0,75	5,3
	0,88	4,9
	1,00	4,5
	1,25	4,1
	1,50	3,7
	2,00	3,3
	2,50	3,0
	2,50	3,3
Θύρες και παράθυρα δίφυλλα		
Θύρες και παράθυρα μονόφυλλα	2,10	2,6

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η'

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΩΡΟΥ

Στο παράδειγμα αυτό γίνεται υπολογισμός των θερμικών απωλειών ενός τυπικού χώρου διαμονής με την προϋπόθεση ότι όλοι οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων που τον περιβάλλουν βρίσκονται μέσα στα όρια που προβλέπονται από τον κανονισμό θερμομονώσεως κτιρίων.



Ως συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του περιβλήματος του χώρου λαμβάνονται:

$$K_{Te\xi} = 0,58 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_{Te\sigma} = 1,5 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_{op} = 0,39 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_\delta = 0,38 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_{\theta e\xi} = 4,5 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_{\theta e\sigma} = 2,2 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ Η1
Υπολογισμός απωλειών θερμότητας

Υπολογισμός Επιφανειών		Υπολογισμός Απωλειών		Προσθήκες		Εύνοιας απωλειών	
Υψηλός		Λιγότερος		Λιγότερος		Λιγότερος	
Μέσος		Λιγότερος		Λιγότερος		Λιγότερος	
Μικρός		Λιγότερος		Εμφάνεια		Λιγότερος	
Αφαιρεσθεία		Αφαιρεσθεία		Επιπλέον προτίτρας		Επιπλέον προτίτρας	
Ζυγιστής		Ζυγιστής		Διαφορά		Διαφορά	
Απωλειές Xwp's		Απωλειές Xwp's		Λιγότερος μόνο για την ζύγιση		Λιγότερος μόνο για την ζύγιση	
Ζυγιστής απωλειών		Ζυγιστής απωλειών		Επιπλέον προτίτρα		Επιπλέον προτίτρα	
Απωλειές απωλειών		Απωλειές απωλειών		Ζύγιση		Ζύγιση	
Ζύγιση απωλειών		Ζύγιση απωλειών		1 + Z_A		1 + Z_A	

Απώλειες αερισμού $Q_A = \sigma \Sigma / RH \Delta t Z_f = 1.5 \times 9 \times 0.9 \times 0.58 \times 20 \times 1 = 140$

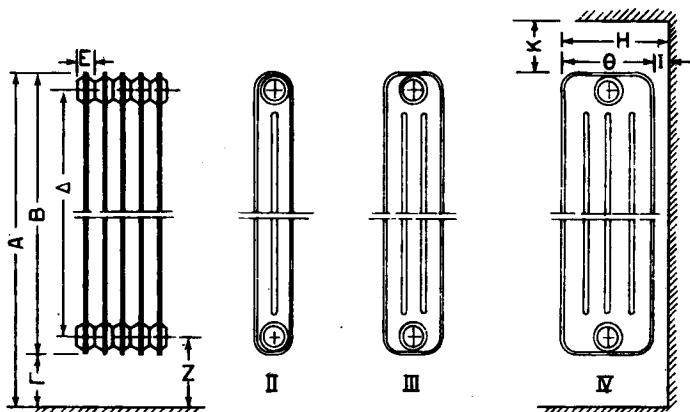
Σημείωση:

1. Λειτουργία εγκαταστάσεως 10ωρη ανά 24 ωρα.
2. Ανοιγμάτα από αλογούνιο.
3. Θέση κτιρίου ελεύθερη, ανεμόπτηση κανονική, σύστημα δομήσεως από παντού ελεύθερο.

$$4. D = \frac{578}{106 \times 20} = 0.272$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ[·]
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ Θ1
Στοιχεία κονών θερμαντικών σωμάτων
α) Διαστάσεις κονών χαλύβδηνων θερμαντικών σωμάτων



Τύπος θερμαντικών σωμάτων		Διστηρία				Τριστηρία				Τετραστηρία			
		906	656	506	356	906	656	506	356	906	656	506	356
Ολικό ύψος από δάπεδο	A	1060	810	660	510	1060	810	660	510	1060	810	660	510
Ολικό ύψος σώματος	B	995	745	595	445	995	745	595	445	995	745	595	445
Υγρός κάτω μέρους σώματος από δάπεδο	Γ	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Αξονική απόσταση	Δ	906	656	506	356	906	656	506	356	906	656	506	356
Πάχος σπαργείων	Ε	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Υγρός επιστροφής	Z	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Συνολικό πλάτος	H	110	110	110	110	160	160	160	160	230	230	230	230
Πλάτος σώματος	Θ	80	80	80	80	130	130	130	130	200	200	200	200
Απόσταση από τούχο	I	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Ελεύθερο ύψος πάνω από σώμα	K >	70	70	70	70	90	90	90	90	110	110	110	110

*Όλες οι διαστάσεις σε χιλ.

ΠΙΝΑΚΑΣ Θ1

Στοιχεία κοινών θερμαντικών σωμάτων
β) Αποδόσεις κοινών χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων
(Θερμοκρασία προσαγωγής 90°C - Θερμοκρασία επιστροφής 70°C)

Διστηλα

Αριθ. στοιχ. N —	Μήκος σώματος L mm	905		655		505		355	
		F m ²	Q kcal/h						
1	40	0,20	90	0,15	70	0,12	50	0,09	40
2	80	0,40	180	0,30	130	0,24	110	0,18	80
3	120	0,60	260	0,45	200	0,36	170	0,27	130
4	160	0,80	350	0,60	270	0,48	220	0,36	170
5	200	1,00	440	0,75	340	0,60	280	0,45	210
6	240	1,20	530	0,90	410	0,72	340	0,54	260
7	280	1,40	620	1,05	480	0,84	390	0,63	300
8	320	1,60	710	1,20	540	0,96	450	0,72	340
9	360	1,80	800	1,35	610	1,08	500	0,81	390
10	400	2,00	890	1,50	680	1,20	560	0,90	430
11	440	2,20	980	1,65	750	1,32	620	0,99	470
12	480	2,40	1060	1,80	820	1,44	670	1,08	520
13	520	2,60	1150	1,95	890	1,56	730	1,17	560
14	560	2,80	1240	2,10	950	1,68	780	1,26	600
15	600	3,00	1330	2,25	1025	1,80	840	1,35	650
16	640	3,20	1420	2,40	1090	1,92	900	1,44	690
17	680	3,40	1510	2,55	1160	2,04	950	1,53	730
18	720	3,60	1600	2,70	1230	2,16	1010	1,62	780
19	760	3,80	1690	2,85	1300	2,28	1060	1,71	820
20	800	4,00	1770	3,00	1370	2,40	1120	1,80	860
21	840	4,20	1850	3,15	1420	2,52	1170	1,89	900
22	880	4,40	1930	3,30	1480	2,64	1220	1,98	940
23	920	4,60	2020	3,45	1550	2,76	1280	2,07	980
24	960	4,80	2110	3,60	1620	2,88	1330	2,16	1020
25	1000	5,00	2190	3,75	1680	3,00	1390	2,25	1060
26	1040	5,20	2280	3,90	1750	3,12	1440	2,34	1100
27	1080	5,40	2370	4,05	1810	3,24	1490	2,43	1140
28	1120	5,60	2450	4,20	1880	3,36	1540	2,52	1180
29	1160	5,80	2530	4,35	1940	3,48	1600	2,61	1230
30	1200	6,00	2610	4,50	2010	3,60	1650	2,70	1270

Συνεχίζεται

ΠΙΝΑΚΑΣ Θ1**Στοιχεία κοινών θερμαντικών σωμάτων****β) Αποδόσεις κοινών χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων****(θερμοκρασία προσαγωγής 90°C - θερμοκρασία επιστροφής 70°C)****Τρίστηλα**

Αριθ. στοιχ. N —	Μήκος σώματος L mm	905		655		505		355	
		F m ²	Q kcal/h						
1	40	0,30	130	0,23	100	0,18	80	0,14	65
2	80	0,60	250	0,46	200	0,36	160	0,28	130
3	120	0,90	380	0,69	300	0,54	240	0,42	190
4	160	1,20	510	0,92	400	0,72	320	0,56	260
5	200	1,50	640	1,15	500	0,90	400	0,70	320
6	240	1,80	770	1,38	600	1,08	480	0,84	390
7	280	2,10	890	1,61	700	1,26	570	0,98	450
8	320	2,40	1020	1,84	800	1,44	650	1,12	520
9	360	2,70	1150	2,07	900	1,62	730	1,26	580
10	400	3,00	1280	2,30	1000	1,80	810	1,40	640
11	440	3,30	1400	2,53	1100	1,98	890	1,54	710
12	480	3,60	1530	2,76	1200	2,16	970	1,68	770
13	520	3,90	1660	2,99	1300	2,34	1050	1,82	840
14	580	4,20	1790	3,22	1400	2,52	1130	1,96	900
15	600	4,50	1910	3,45	1500	2,70	1210	2,10	970
16	640	4,80	2040	3,68	1600	2,88	1300	2,24	1030
17	680	5,10	2170	3,91	1700	3,06	1380	2,38	1100
18	720	5,40	2300	4,14	1800	3,24	1460	2,52	1160
19	760	5,70	2420	4,37	1900	3,42	1540	2,66	1230
20	800	6,00	2550	4,60	2000	3,60	1620	2,80	1290
21	840	6,30	2660	4,83	2100	3,78	1690	2,94	1340
22	880	6,60	2780	5,06	2200	3,96	1760	3,08	1400
23	920	6,90	2900	5,29	2300	4,14	1840	3,22	1470
24	960	7,20	3030	5,52	2400	4,32	1920	3,36	1530
25	1000	7,50	3160	5,75	2490	4,50	2000	3,50	1590
26	1040	7,80	3280	5,98	2580	4,68	2080	3,64	1650
27	1080	8,10	3400	6,21	2670	4,86	2150	3,78	1710
28	1120	8,40	3520	6,44	2760	5,04	2230	3,92	1770
29	1160	8,70	3640	6,67	2850	5,22	2300	4,06	1840
30	1200	9,00	3760	6,90	2940	5,40	2380	4,20	1900

Συνεχίζεται

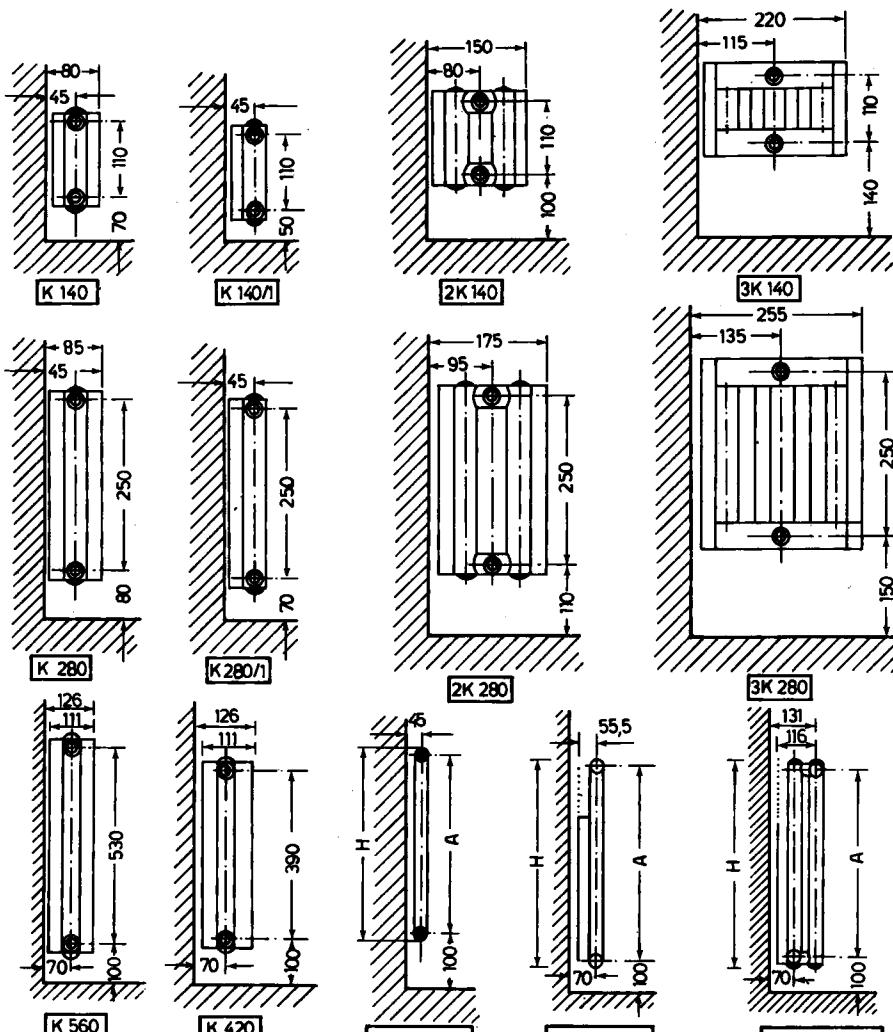
ΠΙΝΑΚΑΣ Θ1
Στοιχεία κοινών θερμαντικών σωμάτων
β) Αποδόσεις κοινών χαλάζινων θερμαντικών σωμάτων
(θερμοκρασία προσαγωγής 90°C - θερμοκρασία επιστροφής 70°C)

Τετράστηλα

Αριθ. στοιχ. N —	Μήκος σώματος L mm	905		655		505		355	
		F m ²	Q kcal/h						
1	40	0,42	170	0,32	130	0,25	110	0,19	80
2	80	0,84	340	0,64	270	0,50	210	0,38	170
3	120	1,26	510	0,96	400	0,75	320	0,57	250
4	160	1,68	680	1,28	540	1,00	430	0,76	340
5	200	2,10	860	1,60	670	1,25	540	0,95	420
6	240	2,52	1030	1,92	800	1,50	650	1,14	500
7	280	2,94	1200	2,24	940	1,75	750	1,33	590
8	320	3,36	1370	2,56	1070	2,00	860	1,52	670
9	360	3,78	1540	2,88	1210	2,25	970	1,71	760
10	400	4,20	1710	3,20	1340	2,50	1080	1,90	840
11	440	4,62	1880	3,52	1480	2,75	1190	2,09	930
12	480	5,04	2060	3,84	1610	3,00	1290	2,28	1010
13	520	5,46	2230	4,16	1750	3,25	1400	2,47	1100
14	560	5,88	2400	4,48	1880	3,50	1510	2,66	1180
15	600	6,30	2570	4,80	2010	3,75	1620	2,85	1270
16	640	6,72	2740	5,12	2150	4,00	1730	3,04	1350
17	680	7,14	2910	5,44	2280	4,25	1830	3,23	1430
18	720	7,56	3080	5,76	2420	4,50	1940	3,42	1520
19	760	7,98	3250	6,08	2550	4,75	2050	3,61	1600
20	800	8,40	3430	6,40	2690	5,00	2160	3,80	1680
21	840	8,82	3590	6,72	2800	5,25	2250	3,99	1750
22	880	9,24	3730	7,04	2920	5,50	2350	4,18	1830
23	920	9,66	3900	7,36	3060	5,75	2450	4,37	1910
24	960	10,08	4060	7,68	3180	6,00	2560	4,56	1990
25	1000	10,50	4230	8,00	3300	6,25	2660	4,75	2080
26	1040	10,92	4400	8,32	3430	6,50	2770	4,94	2160
27	1080	11,34	4570	8,64	3570	6,75	2870	5,13	2240
28	1120	11,76	4730	8,96	3700	7,00	2970	5,32	2320
29	1160	12,18	4900	9,28	3830	7,25	3080	5,51	2400
30	1200	12,60	5070	9,60	3960	7,50	3180	5,70	2480

ΠΙΝΑΚΑΣ Θ2

**Διαστάσεις θερμαντικών σωμάτων Runtal
(όλες οι διαστάσεις σε χιλιοστά)**



ΣΩΜΑΤΑ Η, ΗΜ και 2ΗΜ

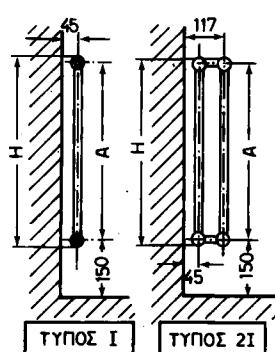
Έγχος σώματος	Η	210	280	350	420	490	560	630	700	770	840	910	980	
Απόσταση αξον. συνδ.	A	110	180	250	320	390	460	530	600	670	740	810	880	950

και γενικώς $A = H - 30$ χιλ.

ΣΩΜΑΤΑ Ι και 2Ι

Έγχος σώματος	Η	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2800
Απόσταση αξον. συνδ.	A	570	770	970	1170	1370	1570	1770	1970	2170	2370	2770

Ελεύθερο ύψος από άνω αξονα Θ.Σ. τοποθετημένου εντός μιάς εσοχής, όσο τουλάχιστον και η απόσταση του κάτω αξονα από το δάπεδο.



ΠΙΝΑΚΑΣ Θ3

**Πίνακας επιφανειών, μηκών και αποδόσεων θερμαντικών σωμάτων Runtal
(θερμοκασία προσαγωγής 90°C – θερμοκρασία επιστροφής 70°C)**

ΤΥΠΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ		Θερμαινόμενη επιφάνεια m ² /m	Απόδοση kcal mh	Απόδοση kcal m ² h	ΤΥΠΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ		Θερμαινόμενη επιφάνεια m ² /m	Απόδοση kcal mh	Απόδοση kcal m ² h
Κ (Κονβεκτέρ)	K140·1	1,509	365	243	I	600	1,258	750	596
	K140	2,709	610	226	I	800	1,677	960	572
	2K140	5,417	1220	226	I	1000	2,096	1170	558
	3K140	8,126	1830	226	I	1200	2,516	1350	536
	K280·1	2,401	600	250	I	1400	2,935	1560	531
	K280	4,201	1000	239	I	1600	3,355	1750	521
	2K280	8,402	2010	240	I	1800	3,774	1960	519
	3K280	12,603	3010	238	I (άβακες)	2000	4,193	2150	513
	K420/1	4,573	1100	240	I	2200	4,612	2370	514
	K420	8,251	1540	187	I	2400	5,032	2580	513
	K560/1	6,116	1440	235	I	2800	5,870	3010	513
	K560	11,047	1980	180	I	3200	6,710	3440	513
					I	3600	7,548	3880	513
Η (άβακες)	H140	0,300	205	683					
	H210	0,440	285	648	2 I	600	2,516	1370	548
	H280	0,605	375	620	2 I	800	3,354	1740	519
	H350	0,750	455	607	2 I	1000	4,192	2130	508
	H420	0,895	540	603	2 I	1200	5,032	2440	485
	H490	1,040	615	591	2 I	1400	5,870	2790	475
	H560	1,185	690	582	2 I (άβακες)	1600	6,710	3140	468
	H630	1,330	770	579	2 I	1800	7,548	3480	461
	H700	1,480	835	564	2 I	2000	8,336	3830	457
	H770	1,620	905	559	2 I	2400	10,064	4560	454
	H840	1,765	90	555	2 I	2800	11,740	5330	453
	H910	1,910	1040	545	2 I	3200	13,420	6050	451
	H980	2,055	1120	545	2 I	3600	15,096	6800	450
HM (άβακες)	H420M280	3,354	885	264	2HM (άβακες)	2H560M560	12,232	2710	222
	H560M280	3,647	1050	290		2H700M560	12,816	2950	230
	H560M420	4,866	1290	265					
	H630M420	5,012	1390	277					
	H630M560	6,262	1530	245					
	H700M560	6,408	1610	251					

Τυποποιημένα ΜΗΚΗ σε μέτρα για όλους τους τύπους κονβεκτέρ Κ, 2K, 3K και αβάκων Η, HM και 2HM:

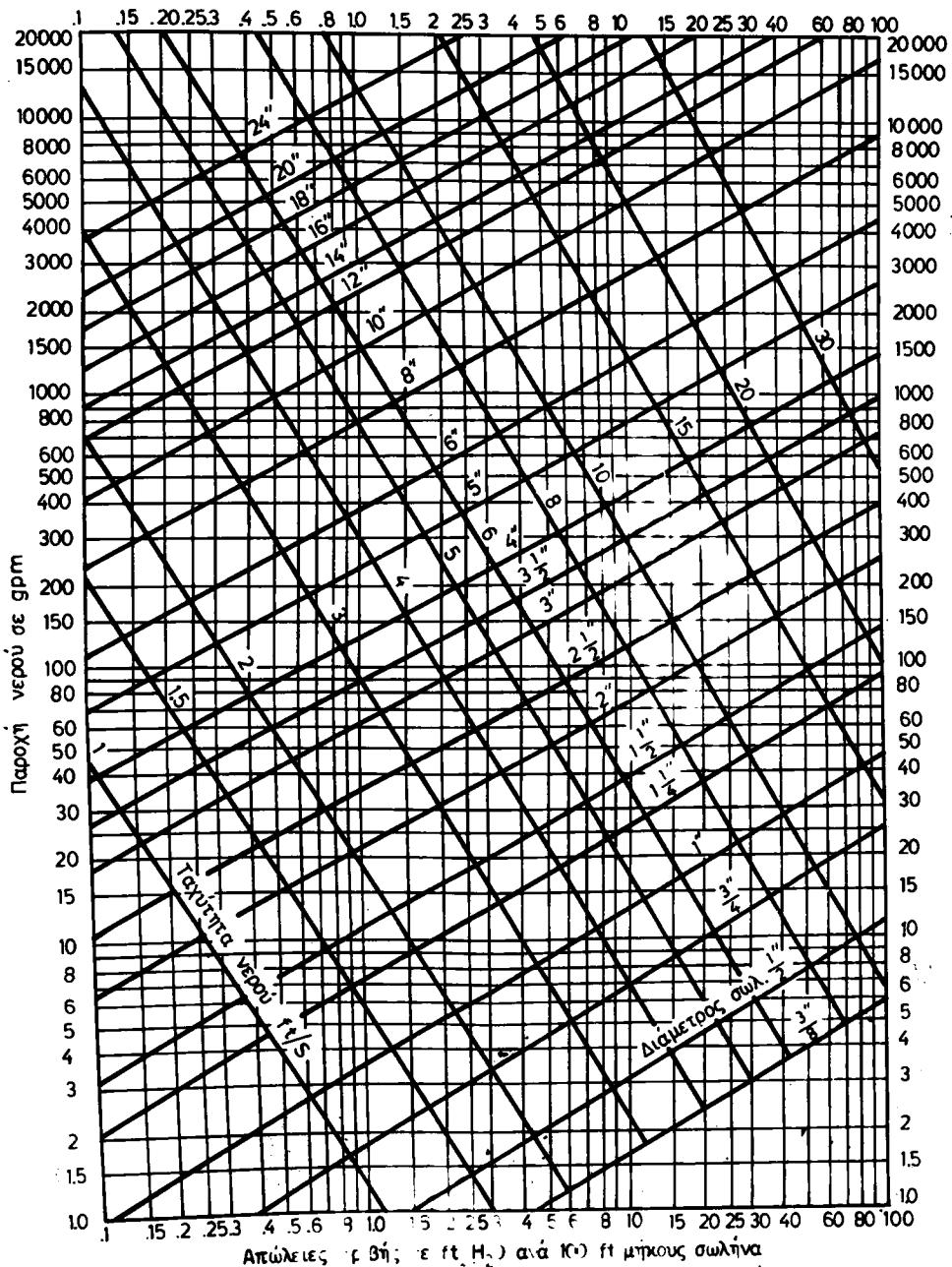
0,50	0,70	0,90	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	5,00	6,00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Τυποποιημένα ΜΗΚΗ σε μέτρα για τους τύπους των σωμάτων I και 2I:

0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,77	0,84	0,91	0,98
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι'

ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΑ'

ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΑ1

**Εσωτερικές διαστάσεις καπνοδόχου σε συνάρτηση με το ύψος της
και τη θερμική ισχύ του λέβητα**

Μήκος ακμής cm	Διάμετρος cm	Επιφάνεια cm ²	Θερμαντική ισχύς σε kW για ύψος καπνοδόχου					
			10 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
20 × 20	23	400	58	58	64	—	—	—
20 × 27	26	540	81	87	93	105	110	—
27 × 27	30	730	128	134	145	163	174	209
27 × 40	37	1080	192	209	221	244	279	291
40 × 40	45	1600	291	326	349	372	419	442
40 × 53	52	2120	—	465	488	547	582	640
53 × 53	60	2800	—	—	698	768	837	896
53 × 66	67	3500	—	—	930	1012	1105	1163
66 × 66	75	4400	—	—	—	1279	1396	1512
66 × 85	84	5600	—	—	—	—	1861	1977
72 × 92	92	6600	—	—	—	—	2210	2442
85 × 85	96	7200	—	—	—	—	2442	2676

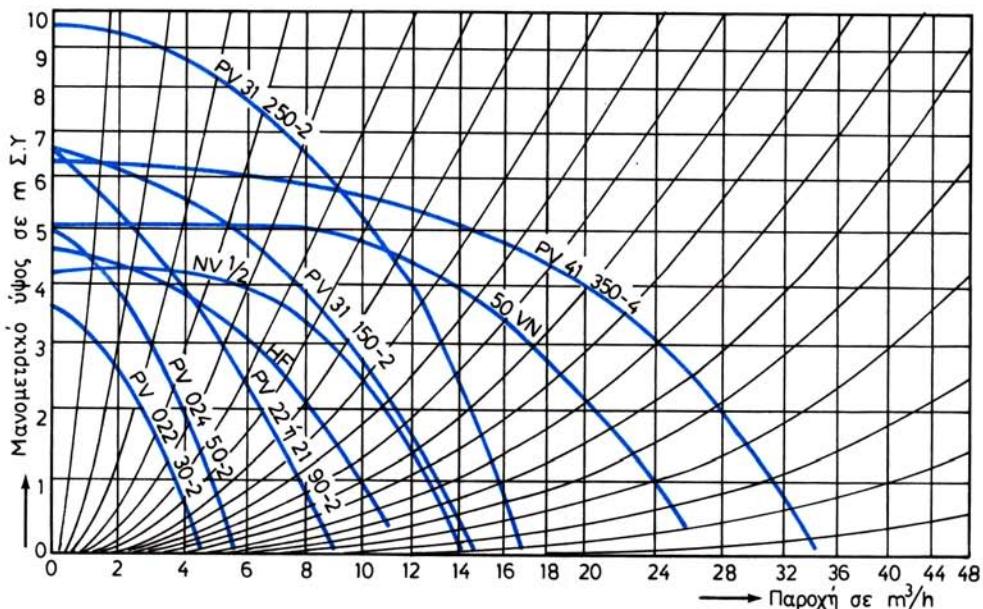
ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΑ2
Συντελεστής μορφής καπνοδόχου π

	Υψος m					
	10	12	15	20	25	30
Q	50000	50000	55000			
n	1300	1200	1100	—	—	—
Q	70000	75000	80000	90000	95000	—
n	1400	1300	1250	1200	1100	
Q	110000	115000	125000	140000	150000	180000
n	1500	1450	1400	1350	1300	1250
Q	165000	180000	190000	210000	240000	250000
n	1550	1500	1450	1400	1400	1350
Q	250000	280000	300000	320000	360000	380000
n	1600	1600	1550	1500	1450	1400
Q	—	400000	420000	470000	500000	550000
n	—	1700	1650	1600	1550	1500

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΒ'

ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΙΒ I
**Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας κυκλοφορητών
ορισμένου κατασκευαστή**



ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΒ1
**Διαστάσεις σωλήνων ασφάλειας (d_{SV}) και πληρώσεως (d_{SR}) σε ασφαλιστική διάταξη
με ανοικτό δοχείο διαστολής**

d_{SV} ή d_{SR} ονομαστική διάμετρος σε mm	Για σωλήνες ασφάλειας (SV)				Για σωλήνα πληρώσεως (SR)			
	Ισχύς λέβητα σε kW							
25			μέχρι	60			μέχρι	100
32	πάνω	από	60	»	150	πάνω	»	320
40	»	»	150	»	320	»	»	650
50	»	»	320	»	600	»	»	1400
65	»	»	600	»	1600	»	»	3500
80	»	»	1600	»	2200	»	»	5000
100	»	»	2200	»	3500	»	»	8000
125	»	»	3500	»	6000	»	»	14000
150	»	»	6000	»	9000	»	»	20000

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΒ2
Εκλογή κλειστών δοχείων διαστολής ορισμένου κατασκευαστή

ΜΕΓΕΘΟΣ (λίτρα)	Αρχική πίεση (στατικό ύψος)		Σε μέση θερμοκρασία 80° C	
	ατύ	μΥΣ	Μέγιστη ποσότητα νερού σε εγκατάσταση	Μέγιστη απόδοση λέβητα
		(λίτρα)	(kcal/h)	
12	0,5	5	240	17950
	1,0	10	180	12950
	1,5	15	120	8950
18	0,5	5	360	27950
	1,0	10	270	19450
	1,5	15	180	14450
25	0,5	5	500	37470
	1,0	10	380	27470
	1,5	15	250	19970
35	0,5	5	700	54970
	1,0	10	530	37970
	1,5	15	350	27970
50	0,5	5	1000	74970
	1,0	10	760	54970
	1,5	15	500	39970
80	0,5	5	1600	119950
	1,0	10	1200	87950
	1,5	15	800	60000
140	0,5	5	2800	210000
	1,0	10	2100	158000
	1,5	15	1400	108000
200	0,5	5	4000	300000
	1,0	10	3000	220000
	1,5	15	2000	160000
250/115	0,5	5	3900	273000
	1,0	10	3610	255000
	1,5	15	2410	170000
320	0,5	5	6200	435000
	1,0	10	4650	326000
	1,5	15	3100	218000
525	0,5	5	10300	787000
	1,0	10	7650	536000
	1,5	15	5050	354000
640-290	0,5	5	9800	686000
	1,0	10	9300	650000
	1,5	15	6200	434000
1000/450	0,5	5	15200	1065000
	1,0	10	14500	1015000
	1,5	15	9650	676000

Τιμές για ολική πίεση 2,5 ή 3 bar (πίεση στήν οποία ανοίγει η βαλβίδα ασφάλειας).

Η αντίστοιχη βαλβίδα ασφάλειας πρέπει να είναι ρυθμισμένη 1 bar περισσότερο από το εκάστοτε στατικό ύψος. Π.χ. για στατικό ύψος 2,5 μέτρα, 3,5 bar.

* Για μεγαλύτερες πιέσεις και στατικά ύψη ισχύουν άλλες τιμές.

* Για να βρει κανείς από τον παραπάνω πίνακα το κατάλληλο δοχείο για στατικά ύψη μεγαλύτερα από 15 m, αρκεί να πολλαπλασιάσει την απόδοση του λέβητα στα 15 m με τους εξής συντελεστές.

20 m × 0,8 25 m × 0,7 30 m × 0,6 35 m × 0,5

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΒ3

Εκλογή βαλβίδων ασφάλειας μεμβράνης ορισμένου κατασκευαστή για εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων με κλειστά δοχεία διαστολής

Θερμική ισχύς Λέβητα (Q_A) kcal/h	\emptyset
45000	1/₂"
90000	3/₄"
175000	1"
300000	1 1/₄"
500000	1 1/₂"
750000	2"

Ρύθμιση βαλβίδας: 2,5 ή 3,0 bar.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Εισαγωγή

1.1 Σκοπός της θερμάνσεως — Ιστορική εξέλιξη	1
1.2 Κατηγορίες των συστημάτων θερμάνσεως	12
1.3 Πρότυπα και κανονισμοί των συστημάτων θερμάνσεως	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Στοιχεία αερίων και ατμοσφαιρικού αέρα

2.1 Γενικά	14
2.2 Στοιχεία αερίων	14
2.3 Στοιχεία ατμοσφαιρικού αέρα	15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Στοιχεία για τα καύσιμα και άλλες πηγές θερμικής ενέργειας

3.1 Πηγές ενέργειας για θέρμανση	17
3.2 Καύσιμα και καύση	19
3.2.1 Βασικές αρχές καύσεως	19
3.2.2 Θερμαντική ικανότητα καυσίμων	20
3.2.3 Είδη καυσίμων	21
3.2.4 Απαιτούμενος αέρας και παραγόμενα καυσαέρια	28
3.2.5 Θερμότητα αποβαλλόμενη με τα καυσαέρια — Απόδοση καύσεως	29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Τοπικές θερμάνσεις

4.1 Γενικά	31
4.2 Τζάκια	32
4.3 Κτιστές θερμάστρες	35
4.4 Σιδερένιες θερμάστρες	36
4.5 Θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας	38
4.5.1 Θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας με αέριο	39
4.5.2 Θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας με πετρέλαιο	41
4.5.3 Ηλεκτρικές θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας	42
4.5.4 Κανόνες για την ασφαλή εγκατάσταση και λειτουργία των θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας	47
4.5.5 Ρύθμιση της λειτουργίας και συντήρηση θερμαστρών υπέρυθρης ακτινοβολίας	48
4.6 Αερόθερμα	49
4.6.1 Αερόθερμα αερίου ή πετρελαίου	50
4.6.2 Ηλεκτρικά αερόθερμα	51
4.6.3 Ρύθμιση λειτουργίας και συντήρηση αερόθερμων	52
4.7 Ηλεκτρικές τοπικές θερμάνσεις	53
4.7.1 Ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα	53
4.7.2 Ηλεκτρικές πλάκες ακτινοβολίας χαμηλής εντάσεως	54
4.7.3 Ηλεκτρικοί θερμοσυσσωρευτές	57

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Κεντρικές θερμάνσεις

5.1	Γενικά	61
5.2	Κεντρική θέρμανση με νερό χαμηλών θερμοκρασιών	62
	5.2.1 Δισωλήνιο σύστημα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας	64
	5.2.2 Δισωλήνιο σύστημα φυσικής κυκλοφορίας	67
	5.2.3 Μονοσωλήνιο σύστημα	68
5.3	Κεντρική θέρμανση με νερό μέσων και υψηλών θερμοκρασιών ή θέρμανση με υπέρθερμο νερό	75
	5.3.1 Γενικά	75
	5.3.2 Θέρμανση Perkins	75
	5.3.3 Σύγχρονα συστήματα θερμάνσεως με υπέρθερμο νερό	76
5.4	Κεντρική θέρμανση με ατμό	78
5.5	Θερμάνσεις επιφανειών	80
	5.5.1 Θέρμανση δαπέδου	80
	5.5.2 Θέρμανση τοίχων	80
	5.5.3 Θέρμανση οροφής	80
5.6	Θέρμανση κατά όροφο ή οριζόντια θέρμανση	82
5.7	Κεντρικές θερμάνσεις ολόκληρων περιοχών (τηλεθερμάνσεις)	84
5.8	Θέρμανση με θερμό αέρα	86
5.9	Θέρμανση με κεντρικό θερμοσυσσωρευτή	87
5.10	Συνδυασμός διάφορων συστημάτων θερμάνσεως	89

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Ειδικές θερμάνσεις

6.1	Γενικά	90
6.2	Αντλία θερμότητας	90
	6.2.1 Αντλία θερότητας αέρα προς αέρα	93
	6.2.2 Αντλία θερμότητας αέρα προς νερό	96
	6.2.3 Αντλία θερμότητας νερού προς νερό	96
	6.2.4 Αντλία θερμότητας νερού προς αέρα	97
	6.2.5 Αντλία θερμότητας γης προς αέρα	97
	6.2.6 Αντλία θερμότητας γης προς νερό	98
	6.2.7 Αντλίες θερμότητας σε συνδυασμό με χρήση ηλιακής ενέργειας	99
	6.2.8 Αντλίες θερμότητας με χρήση περισσότερων από μια πηγών	100
	6.2.9 Εφαρμογές της αντλίας θερμότητας	100
6.3	Ηλιακή θέρμανση	100
	6.3.1 Ηλιακή ακτινοβολία	101
	6.3.2 Ηλιακοί συλλέκτες	103
	6.3.3 Θέρμανση νερού χρήσεως	105
	6.3.4 Θέρμανση χώρων	110
6.4	Συνδυασμένη παραγωγή τηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας	120
6.5	Άλλες ειδικές θερμάνσεις	120

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Τμήματα, διατάξεις και εξαρτήματα των εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως

7.1	Γενικά	122
	7.1.1 Εγκατάσταση (τμήμα) παραγωγής θερμικής ενέργειας	122
	7.1.2 Εγκατάσταση (τμήμα) διανομής θερμικής ενέργειας	124

7.1.3 Τμήμα αποδόσεως της θερμικής ενέργειας	125
7.1.4 Σύστημα ρυθμίσεως και ελέγχου	125
7.2 Διάταξη λέβητα-καυστήρα-καπνοδόχου	126
7.2.1 Χυτοσιδερένιοι λέβητες	128
7.2.2 Χαλύβδινοι λέβητες	130
7.2.3 Λέβητες στερεών καυσίμων	131
7.2.4 Λέβητες υγρών καυσίμων	133
7.2.5 Λέβητες αέριων καυσίμων	134
7.2.6 Ηλεκτρικοί λέβητες	137
7.2.7 Λέβητες χαμηλής πίεσεως	140
7.2.8 Λέβητες μέσης και υψηλής πίεσεως	140
7.2.9 Λέβητες θερμού νερού	140
7.2.10 Ατμολέβητες	140
7.2.11 Αερολέβητες	141
7.2.12 Καυστήρες πετρελαίου	144
7.2.13 Καπνοδόχοι	146
7.2.14 Απώλειες και αποδόσεις της διατάξεως λέβητα-καυστήρα-καπνοδόχου	147
7.3 Εναλλάκτες θερμότητας	148
7.4 Δίκτυα σωληνώσεων	149
7.4.1 Χαλυβδοσωλήνες	150
7.4.2 Χαλκοσωλήνες	150
7.4.3 Πλαστικοί σωλήνες	150
7.4.4 Εύκαμπτοι σωλήνες	151
7.4.5 Συνδέσεις και στήριξη των σωλήνων	151
7.4.6 Εξαρτήματα δικτύων σωληνώσεων	152
7.5 Αντλίες – Κυκλοφορητές	157
7.6 Έλεγχος και ρύθμιση καλής λειτουργίας των εγκαταστάσεων	159
7.6.1 Ασφαλιστικές διατάξεις για την προστασία των εγκαταστάσεων	160
7.6.2 Ρυθμίσεις – Αυτοματισμοί	162
7.7 Διάταξη τροφοδοσίας καυσίμου	165
7.8 Θερμαντικά σώματα	166
7.8.1 Κοινά θερμαντικά σώματα στοιχείων (ραντιατέρ)	166
7.8.2 Σωληνωτά θερμαντικά σώματα	167
7.8.3 Επίπεδα θερμαντικά σώματα	167
7.8.4 Θερμαντικά σώματα πτερυγιοφόρων σωλήνων	168
7.8.5 Κονβεκτέρ χωρίς ή με ανεμιστήρα	169
7.8.6 Μονοσωλήνια θερμαντικά σώματα	171
7.9 Δίκτυα αεραγωγών – Στόμια προσαρμογής και απαγωγής	172
7.9.1 Αεραγωγοί	172
7.9.2 Στόμια προσαγωγής και απαγωγής αέρα	173
7.10 Διατάξεις για την προστασία από διαβρώσεις και επικαθήσεις	175
7.10.1 Προστασία από διάβρωση και επικαθήσεις νερού	176
7.10.2 Προστασία από διάβρωση και επικαθήσεις καυσαερίων	176
7.11 Θερμομόνωση και ηχομόνωση των εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως	176

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

Στοιχεία υπολογισμού θερμικών απωλειών χώρων

8.1 Διαδικασία και στάδια υπολογισμού εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως	178
8.2 Θερμικά φορτία	179
8.3 Συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος	181
8.4 Συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος	181
8.5 Υπολογισμός των θερμικών απατήσεων χώρων	183
8.5.1 Θερμικές απώλειες διαβάσεως	183

8.5.2 Προσαυξήσεις θερμικών απωλειών διαβάσεως, λόγω ιδιαίτερων συνθηκών	185
8.5.3 Θερμικές απώλειες μεταφοράς θερμότητας λόγω αερισμού	186
8.6 Αρνητικά θερμικά φορτία, λόγω εσωτερικών πηγών θερμότητας	187
8.7 Συνολικές θερμικές απώλειες χώρου και κτιρίου – Έντυπα υπολογισμού	187
8.8 Φωτογραφική μέθοδος για τον εντοπισμό απωλειών θερμότητας	187

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Υπολογισμός και εκλογή θερμαντικών σωμάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Υπολογισμός δικτύου σωληνώσεων

10.1 Γενικά	189
10.2 Δίκτυο θερμού νερού με κυκλοφορητή ή αντλία	189

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Υπολογισμόι στην περίπτωση θερμάνσεως με αέρα

11.1 Γενικά	191
11.2 Απαιτούμενη ποσότητα αέρα	191
11.3 Αεραγωγοί – Στόμια	191
11.4 Ανεμιστήρας – Ατμολέβητας	192

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Υπολογισμός και εκλογή μηχανημάτων λεβητοστασίων

12.1 Γενικά	193
12.2 Λέβητας	193
12.3 Καυστήρες	193
12.3.1 Καυστήρες ακάθαρτου πετρελαίου	194
12.3.2 Καυστήρες ελαφρού μαζούτ	194
12.4 Καπνοδόχος	195
12.5 Δεξαμενή καυσίμου	195
12.6 Κυκλοφορητής – Αντλία	196
12.7 Ασφαλιστική διάταξη	196

Παραρτήματα	199
-------------------	-----