**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ - BOILERS**

**9.1** **ΕΙΔΗ** **ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ** **ΣΩΜΑΤΩΝ**

**1.** **Τι** **ονομάζουμε** **θερμαντικά** **σώματα;**

Τα θερμαντικά σώματα **είναι** **οι** **εναλλάκτες** **με** **τη** **βοήθεια** **των** **οποίων** **η** **θερμότητα** **που** **μεταφέρεται** **από** **το** **φορέα** **αποδίδεται** **στο** **χώρο** **που** **πρόκειται** **να** **θερμανθεί**. Κοινό στοιχείο κατασκευής των διάφορων τύπων είναι μια κατάλληλη διαμόρφωση του "αγωγού" μέσα στον οποίο ρέει ο φορέας σε ποικιλία μορφών και διαστάσεων, ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική συναλλαγή με τον αέρα του χώρου.

**2.** **Πού** **βασίζεται** **η** **λειτουργία** **των** **θερμαντικών** **σωμάτων;**

Η λειτουργία των θερμαντικών σωμάτων **βασίζεται** **και** **στους** **τρεις** **τρόπους** **μετάδοσης** **της** **θερμότητας.** **Έτσι** **έχουμε** **συναγωγή** **(μεταφορά)** **από** **την** **κίνηση** **των** **δύο** **ρευστών** **(νερού** **και** **αέρα,** **μέσα** **και** **έξω** **από** **το** **σώμα),** **αγωγιμότητα** **μέσα** **από** **τα** **τοιχώματα** **του** **“αγωγού"** **του** **σώματος** **και** **ακτινοβολία** **της** **εξωτερικής** **του** **επιφάνειας.**

**3.** **Πως** **διακρίνουμε** **τα** **θερμαντικά** **σώματα** **με** **βάση** **το** **τρόπο** **που** **μεταδίδεται** **το** **μεγαλύτερο** **ποσό** **θερμότητας** **στον** **χώρο;**

Με βάση τον τρόπο που μεταδίδεται, από το σώμα στο χώρο, το μεγαλύτερο ποσοστό της θερμότητας, έχουμε τις εξής διακρίσεις:

 Τα σώματα **ακτινοβολίας** **(radiators),** που είναι και τα πιο διαδεδομένα. Τα συναντάμε σε μεγάλη ποικιλία μορφών και διαστάσεων με κοινό χαρακτηριστικό τη μεγάλη εξωτερική επιφάνεια. Αστή επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους (με πολλά παράλληλα στοιχεία ή ενιαία), που οδηγούν και σε διαφορετικές κατανομές της συνολικής μετάδοσης ανάμεσα στους τρόπους με τους οποίους αυτή πραγματοποιείται.

Στα κοινά θερμαντικά σώματα με πολλές παράλληλες μικρές επιφάνειες (στοιχεία ή φέτες) το ποσοστό της μετάδοσης με ακτινοβολία (ως προς τη συνολική) είναι μικρότερο σε σύγκριση με εκείνο των σωμάτων με μεγάλες ενιαίες επιφάνειες (**άβακες,** **panles**)

 Τα **σώματα** **μεταφοράς** **(convectors),** όπου διευκολύνεται η κυκλοφορία του αέρα γύρω από το σώμα με κατάλληλες διαμορφώσεις, όπως οδηγητικά ελάσματα και πτερύγια διάφορων μορφών. Τα πτερύγια συντελούν και στην αύξηση της επιφάνειας συναλλαγής της θερμότητας.

 Για εντονότερη κυκλοφορία του αέρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ανεμιστήρας, οπότε έχουμε τα **fan** **convectors**.

 Τέλος, όταν πρόκειται για μεγάλη ισχύ και απαίτηση και θερινής λειτουργίας (ψύξης), έχουμε σώματα με στοιχεία μεγάλου μήκους (τύπου "σερπαντίνας" πτερυγιοφόρων σωλήνων) και ανεμιστήρα, τα λεγάμενα **fan** **coils**.

**9.2** **ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ** **ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

**9.2.1** **Υλικά** **κατασκευής**

**4.** **Από** **ποιά** **υλικά** **κατασκευάζονται** **τα** **θερμαντικά** **σώματα;**

 Το πιο διαδεδομένο υλικό κατασκευής θερμαντικών σωμάτων είναι **χαλυβδοέλασμα** με ελάχιστο πάχος 1,25 mm. Διαμορφώνεται, ώστε να δημιουργήσει τους διάφορους τύπους “αγωγού" του νερού, ανάλογα με το είδος του σώματος, τις εξωτερικές επιφάνειες του σώματος και τις οδηγητικές διατάξεις των convectors.

 Παλαιότερα είχαν μεγάλη διάδοση τα **χυτοσίδηρό** (μαντεμένια) σώματα, σήμερα όμως η χρήση τους είναι περιορισμένη.

 Αρκετά διαδεδομένα είναι και τα σώματα από **κράματα** **αλουμίνιου**, που κατασκευάζονται συνήθως χυτοπρεσαριστά.

 Τέλος, σε μικρή κλίμακα, χρησιμοποιείται και ο **χαλκός,** κυρίως ως υλικό κατασκευής σωλήνων των convectors και ειδικής μορφής σωληνωτών σωμάτων π.χ. "κρεμάστρες" μπάνιου).

**9.1** **ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ** **ΚΑΙ** **ΧΡΗΣΕΙΣ**

**9.3.1** **Από** **πλευράς** **υλικού**

**5.** **Ποια** **είναι** **τα** **πλεονεκτήματα** **των** **σωμάτων** **από** **χυτοσίδηρο;**

**Τα** **σώματα** **από** **χυτοσίδηρο** **έχουν**:

 **μεγάλη** **ειδική** **θερμοχωρητικότητα** και προσφέρονται για θερμικές εφαρμογές από την άποψη αυτή.

 Παρουσιάζουν μεν μια καθυστέρηση στην αρχική τους θέρμανση, αλλά **"αποταμιεύουν"** **μεγάλα** **θερμικά** ποσά και κατά συνέπεια εξακολουθούν να αποδίδουν για αρκετό χρόνο μετά τη διακοπή της λειτουργίας της εγκατάστασης.

**6.** **Ποια** **είναι** **τα** **μειονεκτήματα** **των** **σωμάτων** **από** **χυτοσίδηρο;**

Ο τρόπος κατασκευής των μαντεμένιων σωμάτων (χύτευση) και το μεγάλο ειδικό βάρος του υλικού οδηγεί:

 σε **ογκώδεις** και

 **βαριές** **κατασκευές**. Έτσι, η χρήση τους είναι περιορισμένη.

**7.** **Ποιο** **είδος** **θερμαντικών** **σωμάτων** **έχει** **τα** **περισσότερα** **πλεονεκτήματα;**

O χάλυβας παρουσιάζει τα περισσότερα πλεονεκτήματα από πλευράς και ιδιοτήτων και κατασκευαστικών διαδικασιών. Με την εξέλιξη των βαφών περιορίστηκε και το μειονέκτημα της διάβρωσής του. Έτσι, έχει κυριαρχήσει μαζί με τα κράματα του ΑΙ ως υλικό θερμαντικών σωμάτων.

**8.** **Ποιά** **τα** **πλεονεκτήματα** **των** **θερμαντικών** **σωμάτων** **από** **αλουμίνιο;**

 Τα κράματα του αλουμινίου έχουν το πλεονέκτημα του **μικρότερου** **ειδικού** **βάρους**

και της **αντοχής** **στη** **διάβρωση**.

 Επίσης μπορούν να δώσουν **σώματα** **εξαιρετικής** **εμφάνισης**.

 Η μικρότερη ειδική θερμοχωρητικότητα του αλουμινίου εξασφαλίζει **γρήγορη** **θέρμανση** **του** **σώματος**, αλλά **και** **η** **ψύξη** του, μετά τη διακοπή λειτουργίας, είναι σύντομη.

**9.3.2** **Από** **πλευράς** **μορφής** **και** **διαστάσεων**

**9.** **Που** **πλεονεκτούν** **τα** **σώματα** **που** **βασίζονται** **στη** **κυκλοφορία** **αέρα** **και** **που** **συνήθως** **τα** **χρησιμοποιούμε;**

Τα σώματα που βασίζονται στην κυκλοφορία του αέρα πλεονεκτούν από την άποψη της ταχύτητας θέρμανσης του χώρου και της πιο ομοιόμορφης κατανομής της θερμότητας. Τα στοιχεία αυτά είναι σημαντικά, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις χώρων μεγάλων διαστάσεων. Απαιτείται όμως προσοχή στην τοποθέτησή τους, ώστε να μην εμποδίζεται η κυκλοφορία του αέρα.

**10.** **Τι** **πρέπει** **να** **προσέξουμε** **όταν** **τοποθετούμε** **σώματα** **ακτινοβολίας;**

**Πρέπει** **να** **προσέξουμε** **κυρίως** **ως** **προς** **το** **να** **μην** **καλύπτεται** **η** **επιφάνεια** **τους**.

**11.** **Ποιό** **πλεονέκτημα** **παρουσιάζουν** **τα** **σώματα** **με** **μικρή** **ποσότητα** **νερού;**

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το περιεχόμενο του σώματος σε νερό**.** **Αν** **είναι** **μικρό,** **εκτός** **από** **το** **πλεονέκτημα** **του** **συνολικού** **βάρους,** **εξασφαλίζει** **και** **ταχύτερη** **θέρμανση** **του** **σώματος.**

**9.4** **ΕΠΙΛΟΓΗ** **ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ** **ΣΩΜΑΤΩΝ**

**9.4.1** **Γενικά** **στοιχεία**

**12.** **Ποιό** **είναι** **το** **βασικό** **τεχνικό** **χαρακτηριστικό** **ενός** **σώματος;**

Το βασικό τεχνικό μέγεθος που χαρακτηρίζει ένα θερμαντικό σώμα είναι **η** **θερμική** **ισχύς** **ή** **απόδοσή** **του.** **Μετριέται** **σε** **KW** **ή** **Kcal** **/** **h** και αναγράφεται, για κάθε τύπο και μέγεθος, στα φυλλάδια των κατασκευαστών.

**13.** **Με** **ποιά** **κριτήρια** **γίνεται** **η** **επιλογή** **ενός** **θερμαντικού** **ενός** **σώματος;**

Η επιλογή του είδους του σώματος γίνεται με βάση τα χαρακτηριστικά του χώρου και τα οικονομικά δεδομένα, η επιλογή του μεγέθους γίνεται με κριτήριο την απόδοσή του, που πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τις θερμικές απώλειες του χώρου.

Πρέπει να τονιστεί εδώ ότι οι αποδόσεις των σωμάτων δίνονται για συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας και διαφοροποιούνται αν αυτές αλλάξουν.

**14.** **Τι** **ονομάζουμε** **ενεργό** **θερμοκρασιακή** **διαφορά** **;** **Από** **ποιά** **σχέση** **δίνεται;**

Οι συνθήκες λειτουργίας εκφράζονται με την **ενεργό** **θερμοκρασιακή** **διαφορά** **tεν** σώματος-χώρου, που ορίζεται ως εξής:

Αν είναι **tv** η θερμοκρασία εισόδου του νερού στο σώμα και **tr** η θερμοκρασία εξόδου, τότε η μέση θερμοκρασία σώματος **tm** είναι:

**tm** **=** **(tv** **+** **tr)** **/** **2**

**Η** **tεν** ισούται με τη διαφορά της tm από την επιθυμητή θερμοκρασία tχ του χώρου. Είναι δηλαδή:

**tεν=tm-tx**

**9.4.2** **Επιλογή** **στο** **μονοσωλήνιο** **σύστημα**

**15.** **Για** **ποιό** **λόγο** **πρέπει** **να** **γίνεται** **διόρθωση** **της** **απόδοσης** **των** **θερμαντικών** **σωμάτων** **στο** **μονοσωλήνιο** **σύστημα;**

Η διόρθωση της απόδοσης των θερμαντικών σωμάτων είναι μια επιβεβλημένη διαδικασία ιδίως στο μονοσωλήνιο σύστημα για τον εξής λόγο: Επειδή τα σώματα τροφοδοτούνται "σε σειρά" ως προς την τάξη τοποθέτησης, κάθε επόμενο τροφοδοτείται με νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας, αφού μέρος του θερμικού φορτίου έχει αποδοθεί στο προηγούμενο σώμα. Έτσι το κάθε σώμα έχει τη δική του **tεv** που εξαρτάται από τα στοιχεία της διανομής, δηλαδή τη σειρά σώματος στο βρόχο, τα θερμικά φορτία των προηγούμενων σωμάτων, τις θερμοκρασίες **tv** και **tr** του βρόχου και τις προρρυθμίσεις των παροχών

**16.** **Τι** **ρυθμίζουμε** **με** **την** **προρρύθμιση** **του** **τετράοδου** **διακόπτη** **σώματος;**

Με την προρρύθμιση του τετράοδου διακόπτη του σώματος **κανονίζουμε** **τι** **ποσοστό** **της** **παροχής** **θα** **περάσει** **από** **το** **σώμα** **και** **τι** **ποσοστό** **(προφανώς** **το** **υπόλοιπο** **από** **το** **100%)** **θα** **το** **παρακάμψει.**

**17.** **Ποια** **θερμαντικά** **σώματα** **(στο** **μονοσωλήνιο)** **έχουν** **μεγαλύτερο** **και** **ποια** **μικρότερο** **συντελεστή** **διόρθωσης;**

**Τα** **πρώτα** **σώματα** **στη** **σειρά** **του** **βρόγχου** **έχουν** **μεγαλύτερο** **και** **τα** **τελευταία** **μικρότερο** **συντελεστή** **διόρθωσης.**

**Αυτός** **είναι** **και** **ο** **λόγος** **που** **προτιμάμε** **να** **τροφοδοτούνται** **πρώτα** **τα** **σώματα** **που** **πρέπει** **να** **καλύψουν** **τις** **μεγαλύτερες** **θερμικές** **απώλειες**. Πράγματι με συντελεστή διόρθωσης μεγαλύτερο από τη μονάδα, θα επιλέξουμε τελικά σώμα μικρότερης ονομαστικής απόδοσης, άρα μικρότερου μεγέθους και οικονομικότερο.

**9.5** **ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ** **ΝΕΡΟΥ** **ΧΡΗΣΗΣ** **(BOILERS)**

**9.5.1** **Γενικά** **στοιχεία**

**18.** **Tι** **είναι** **ο** **θερμαντήρας** **νερού** **(boiler)** **;** **Περιγράψτε** **την** **λειτουργία** **του**

Ο θερμαντήρας **είναι** **ένας** **εναλλάκτης** **θερμότητας,** **δηλαδή** **μια** **συσκευή** **στην** **οποία** **γίνεται** **συναλλαγή** **θερμότητας** **μεταξύ** **δύο** **ρευστών.** **Τα** **δύο** **ρευστά** **είναι** **ζεστό** **νερό** **από** **το** **λέβητα** **(θερμαντικό** **μέσο)** **και** **νερό** **από** **το** **δίκτυο** **πόλης** **(θερμαινόμενο).**

Στην απλή του μορφή είναι ένα συνήθως κυλινδρικό δοχείο με μεταλλικό (χαλύβδινο) περίβλημα, μέσα στο οποίο αναπτύσσεται ένα σωληνωτό στοιχείο από υλικό με μεγάλη θερμική αγωγιμότητα (συνήθως χάλκινο).

Τα δύο ρευστά κυκλοφορούν μέσα και έξω από το στοιχείο, χωρίς να αναμιγνύονται, η δε συναλλαγή θερμότητας μεταξύ τους γίνεται μέσα από τα τοιχώματα του**.** **Έχουμε** **λοιπόν** **δύο** **ανεξάρτητα** **κυκλώματα:** **το** **κύκλωμα** **του** **νερού** **του** **λέβητα,** **που** **είναι** **"κλειστό",** **και** **το** **κύκλωμα** **του** **νερού** **χρήσης,** **που** **είναι** **"ανοιχτό".**

**19.** **Για** **ποιό** **λόγο** **συνήθως** **εγκαθιστούμε** **boiler** **και** **που;**

Στις εγκαταστάσεις Κεντρικής Θέρμανσης συχνά χρησιμοποιείται**,** **κυρίως** **για** **λόγους** **οικονομίας**, μέρος της θερμότητας που παράγεται στο λέβητα, για θέρμανση νερού χρήσης (μπάνια, κουζίνες κ.λ.π.). Στις περιπτώσεις αυτές εγκαθίσταται, συνήθως στο λεβητοστάσιο, ο θερμαντήρας του νερού (boiler).

**20.** **Με** **κριτήριο** **το** **είδος** **του** **νερού** **που** **κυκλοφορεί** **μέσα** **στο** **σωληνωτό** **στοιχείο** **του** **boiler** **ποιους** **τύπους** **έχουμε;**

Με κριτήριο το είδος του νερού που κυκλοφορεί μέσα στο σωληνωτό στοιχείο, έχουμε δύο βασικούς τύπους boilers:

 **"Ταχείας** **διελεύσεως",** όταν μέσα στο στοιχείο κυκλοφορεί το νερό χρήσης και εξωτερικά, στο δοχείο, το νερό του λέβητα και

 **"Αποθήκευσης",** όταν μέσα στο στοιχείο κυκλοφορεί το νερό του λέβητα και εξωτερικά, στο δοχείο, το νερό χρήσης.

***Ο*** ***δεύτερος*** ***τύπος*** ***είναι*** ***και*** ***ο*** ***πιο*** ***συνηθισμένος*** ***στις*** ***εγκαταστάσεις*** ***κατοικιών.***

**21.** **Ποιά** **είναι** **τα** **εξαρτήματα** **που** **περιλαμβάνει** **ένα** **σύστημα** **boiler**

To σύστημα boiler πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής εξαρτήματα:

**α)** **Και** **για** **τους** **δύο** **τύπους:**

 **Διακόπτη** **ροής** **Διακόπτη** **ελέγχου** **Δικλίδα** **αντεπιστροφής** **Ασφαλιστικό** **Διακόπτη** **για** **την** **εκκένωση**

**β)** **Για** **τον** **"Αποθήκευσης",** **επιπλέον**

 Μανόμετρο και δεύτερο διακόπτη ροής.

**22.** **τι** **περιλαμβάνει** **η** **σύνδεση** **του** **boiler** **με** **τον** **λέβητα;**

Η σύνδεση με το λέβητα (κύκλωμα θερμαντικού μέσου) πρέπει να περιλαμβάνει:

**διακόπτες** **ροής,** **ηλεκτροβάνα** **ή** **αντεπίστροφη** **δικλίδα** **και,**  **συνήθως,** **ανεξάρτητο** **κυκλοφορητή**

 Σε πολλές περιπτώσεις, επειδή η εγκατάσταση Κ.Θ. λειτουργεί μόνο σε περιόδους χαμηλών εξωτερικών θερμοκρασιών, ενώ οι ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης είναι συνεχείς, τα boilers έχουν και επιπρόσθετο τρόπο θέρμανσης. Αυτό γίνεται με τη χρήση ηλεκτρικής αντίστασης ή με σύνδεση με ηλιακούς συλλέκτες.

**23.** **Περιγράψτε** **την** **λειτουργία** **Boiler** **με** **ηλιακούς** **συλλέκτες.**

Στην περίπτωση των ηλιακών συλλεκτών, το θερμαντικό νερό κυκλοφορεί είτε σε στοιχείο εμβαπτισμένο στο νερό του δικτύου (τύπος "σερπαντίνας") είτε μεταξύ του δοχείου αποθήκευσης του νερού του δικτύου και του εξωτερικού περιβλήματος του boiler (τύπος μανδύα ). Στην πρώτη περίπτωση η σερπαντίνα είναι αρκετά μεγαλύτερη από εκείνη του νερού από το λέβητα, επειδή το νερό του συλλέκτη έχει κατά κανόνα μικρότερη θερμοκρασία.

*Υπάρχουν* *ακόμα* *περιπτώσεις* *που* *χρησιμοποιούνται* *και* *οι* *τρεις* *δυνατότητες.* *Ο* *συνδυασμός* *αυτός,* *ιδίως* *όταν* *πρόκειται* *για* *μεγάλες* *εγκαταστάσεις* *(π.χ.* *ξενοδοχεία),* *έχει,* *εξαιτίας* *των* *μειωμένων* *λειτουργικών* *του* *εξόδων,* *γρήγορη* *απόσβεση* *του* *σχετικά* *μεγάλου* *κόστους* *αγοράς* *και* *εγκατάστασης.*

**9.5.2** **Τεχνικά** **χαρακτηριστικά** **των** **θερμαντήρων**

**24.** **Από** **πού** **εξαρτάται** **η** **θερμαντική** **ικανότητα** **των** **θερμαντήρων;**

Η θερμαντική ικανότητα των εναλλακτών γενικά εξαρτάται από τρεις παράγοντες, όπως φαίνεται και από τη σχέση της μετάδοσης θερμότητας με διάβαση (αγωγή και συναγωγή- μεταφορά):

**Q = k • Α • Δt**

 όπου Q η θερμική ισχύς της συναλλαγής (W)

 Α η επιφάνεια της συναλλαγής (m2)

 Δt η μέση θερμοκρασιακή διαφορά των δύο ρευστών (°C) και

 k συντελεστής (W / m2 °C) που εξαρτάται από τα είδη των ρευστών, τα χαρακτηριστικά του διαχωριστικού τοιχώματος (υλικό-πάχος) και από τα χαρακτηριστικά των ροών (φορές-ταχύτητες).

**25.** **Με** **ποιό** **πρακτικό** **κριτήριο** **γίνεται** **η** **επιλογή** **θερμαντήρα;**

Στην πρακτική των κεντρικών θερμάνσεων, η επιλογή μεγέθους ενός θερμαντήρα **γίνεται:**

 **με** **κριτήριο** **τη** **χωρητικότητά** **του** (για τον τύπο "αποθήκευσης"),

 **αφού** **εκτιμηθούν** **οι** **απαιτήσεις** **του** **κτιρίου** **σε** **ζεστό** **νερό** **χρήσης**

 **με** **βάση** **το** **είδος** **του,**

 **τον** **αριθμό** **των** **χρηστών**

 **και** **τις** **συνθήκες** **λειτουργίας** **του**.

**26.** **Ποιές** **είναι** **οι** **τυποποιημένες** **χωρητικότητες** **για** **"θερμαντήρες";** **ποιές** **οι** **μέγιστες** **θερμοκρασίες** **τους** **και** **ποιές** **οι** **μέγιστες** **πιέσεις** **τους;**

Έχουμε λοιπόν μικρούς θερμαντήρες με τυποποιημένες χωρητικότητες 150 / 200 / 300 / 500 I (λίτρων) και μεγάλους των 800 / 1000 / 1500 / 2500 / 3000 / 4000 / 5000 I.

Και για τις δύο κατηγορίες η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για τη **θερμοκρασία** **είναι** **95°C** και για την **πίεση** **10** **bar**. Η πίεση δοκιμής είναι τουλάχιστον **13** **bar**.