



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι) ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ /
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ & ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ
ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ
ΦΥΛΛΟΥ.

Πτυχιική Εργασία του:

ΓΕΩΡΓΙΟΥ Ν. ΤΣΑΤΣΑΡΗ

Με την επίβλεψη του Καθηγητή:

ΜΥΡΩΝΑ ΕΜΜ. ΜΟΝΙΑΚΗ

Μηχανολόγος Μηχανικός M.sc.

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2015

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θέλω να ευχαριστήσω όσους με βοήθησαν για την περάτωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Τον καθηγητή μου Μύρωνα Μονιάκη, για την βοήθεια και τις συμβουλές τους κατά την διάρκεια διεξαγωγής της παρούσας εργασίας.

Τον καλό μου φίλο Αναστάσιο Τσιραγάκη, Μηχανολόγο Μηχανικό για την βοήθεια και τις παρατηρήσεις του στην συγγραφή καθώς και στο σχεδιασμό του λογιστικού φύλλου.

Τον Γιάννη Μαρκουτσάκη, Ηλεκτρολόγο Μηχανικό για τις συμβουλές του στο λογιστικό φύλλο.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και την αδελφή μου για την αμέριστη συμπαράσταση τους και για ότι μου έχουν προσφέρει όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

	Σελ.
1.1 Εισαγωγή.....	3
1.2 Ορισμός Εγκατάστασης Κεντρικής Θέρμανσης	5
1.3 Συστήματα Παραγωγής Θερμότητας	5
1.4 Μονάδες Άμεσης Θέρμανσης.....	6
1.5 Μονάδες Έμμεσης Θέρμανσης.....	6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

	Σελ.
2.1 Εισαγωγή.....	7
2.2 Αρχή Λειτουργίας της Αντλίας Θερμότητας	8
2.3 Διάκριση Αντλιών Θερμότητας	10
2.4. Αντλία Θερμότητας και Ελάχιστος Όγκος Νερού στο Σύστημα.....	13
2.5 Αντλία Θερμότητας Δοχείο Αδρανείας και Αποθήκευση Ενέργειας	14
2.6 Απόδοση Αντλιών Θερμότητας – Ορισμοί.....	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΗΛΙΑΚΗ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

	Σελ.
3.1 Εισαγωγή	18
3.2 Αρχή Λειτουργίας Ηλιοθερμικού Συστήματος	19
3.3 Ηλιακά Θερμικά Συστήματα	20
3.4 Χρήση Ηλιοθερμικού Συστήματος	21
3.5 Οικολογικά Οφέλη	22
3.6 Πλεονεκτήματα Ηλιοθερμικού Συστήματος	23
3.7 Είδη Ηλιακών Συλλεκτών	24
3.7.1 Επίπεδοι Συλλέκτες.....	24
3.7.2 Συλλέκτες Επιλεκτικής Επιφάνειας	25
3.7.3 Συλλέκτες Σωλήνων Κενού	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΛΕΒΗΤΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ

	Σελ.
4.1 Λέβητες Υγρών Καυσίμων	28
4.1.1 Εισαγωγή	28
4.1.2 Ορισμός Λέβητα	28
4.1.3 Διάκριση Λεβήτων.....	28
4.1.4 Χαλύβδινοι Λέβητες	30

	Σελ.
4.1.4.1 Εισαγωγή	30
4.1.4.2 Περιγραφή Κατασκευαστικών Μερών	30
4.1.4.3 Πλεονεκτήματα Χαλύβδινων Λεβήτων	31
4.1.4.4 Μειονεκτήματα Χαλύβδινων Λεβήτων	32
4.2. Χυτοσιδερένιοι Λέβητες	33
4.2.1 Εισαγωγή	33
4.2.2 Περιγραφή Χυτοσιδερένιου Λέβητα	33
4.2.3 Περιγραφή Λειτουργίας	35
4.2.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μαντεμένιων Λεβήτων	36
4.2.5 Πλεονεκτήματα Χυτοσιδηρών Λεβήτων	37
4.2.6 Μειονεκτήματα Χυτοσιδηρών Λεβήτων	38
4.3 Βαθμός Απόδοσης Λέβητα	38
4.3.1 Ορισμοί	38
4.3.2 Εποχιακός Βαθμός Απόδοσης Λέβητα	39
4.3.2.1 Υπολογισμός Βαθμού Απόδοσης Υπό Μερικό Φορτίο	39
4.4 Αερολέβητες	41
4.5 Λέβητες Συμπύκνωσης	42
4.6 Λέβητες Στερεών Καυσίμων	44
4.6.1 Γενικά	44
4.6.2 Καύση Ξύλου	45
4.7 Βασικά Στάδια Καύσης	48

	Σελ.
4.8 Ασφάλεια Εγκαταστάσεων Στερεών Καυσίμων	49
4.8.1 Γενικά	49
4.8.2 Διατάξεις Ασφαλείας	50
4.9 Ευλολέβητες Πυρόλυσης	54
4.9.1 Ορισμοί Καύσης	54
4.9.2 Περιγραφή Λειτουργίας	55
4.9.3 Πλεονεκτήματα Λεβήτων Πυρόλυσης	56
4.9.4 Μειονεκτήματα Λεβήτων Πυρόλυσης	57
4.10 Λέβητες Pellet	57
4.10.1 Γενικά	57
4.10.2 Τι Είναι Τα Pellets Ξύλου	58
4.10.3 Παραγωγή Pellet - Βιομάζας	58
4.10.4 Χαρακτηριστικά Pellets - Ξύλου	59
4.10.5 Πλεονεκτήματα Θέρμανσης με Pellet	59
4.10.6 Περιγραφή Λειτουργίας Λέβητα Pellet	61
4.10.7 Κόστος Pellet	64
4.10.8 Κόστος Εγκατάστασης Λέβητα – Καυστήρα Pellet	64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

	Σελ.
5.1 Γενικά	65
5.2 Εφαρμογές της Γεωθερμίας	65
5.3 Αβαθής Γεωθερμία	66
5.4 Αρχή Λειτουργίας Γεωθερμικής Ενέργειας	66
5.5 Πλεονεκτήματα Γεωθερμικής Ενέργειας	67
5.6 Αρχή Λειτουργίας Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας	68
5.7 Πλεονεκτήματα Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας	70
5.8 Μειονεκτήματα Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας	72
5.9 Παράγοντες που Επηρεάζουν την Αποδοτικότητα μιας Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας	72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΔΟΧΕΙΑ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ

	Σελ.
6.1 Εισαγωγή	73
6.2 Δοχείο Αδρανείας σε Εγκαταστάσεις Ξυλολέβητα	74
6.3 Δοχείο Αδρανείας σε Εγκαταστάσεις Κλιματισμού	74
6.4 Δοχείο Αδρανείας σε Εγκαταστάσεις Ηλιακής Υποβοήθησης	75
6.5 Δοχείο Αδρανείας σε Εγκαταστάσεις Πολλαπλών Πηγών Ενέργειας	76
6.6 Ηλεκτρική Υποβοήθηση σε Δοχείο Αδρανείας	77
6.7 Διαδικασία Επιλογής Δοχείου Αδρανείας	78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

	Σελ.
7.1 Εισαγωγή.....	81
7.2 Θερμαντικά Σώματα	82
7.2.1 Ταξινόμηση Θερμαντικών Σωμάτων	84
7.2.2 Θερμαντικά Σώματα Τύπου ΑΚΑΝ	90
7.2.3 Υπολογισμός Απόδοσης Θερμαντικών Σωμάτων	91
7.2.4 Αποδόσεις Για Μέση Ενεργό Θερμοκρασία 60 °C	92
7.2.5 Υλικά Και Κατασκευαστικές Προδιαγραφές	93
7.2.6 Εκλογή Θέσεως Θερμαντικού Σώματος	94
7.2.7 Ονομαστική και Πραγματική Ισχύς Θερμαντικών Σωμάτων	96
7.3 Συστήματα Fan Coil.....	99
7.3.1 Γενικά.....	99
7.3.2 Πλεονεκτήματα Χρήσης Fan Coil	100
7.4 Θέρμανση με Θερμικά Καλώδια	101
7.4.1 Γενικά.....	101
7.4.2 Πλεονεκτήματα Εγκαταστάσεων με Θερμικά Καλώδια	104
7.5 Θερμοσυσσωρευτές	105
7.5.1 Γενικά.....	105
7.5.2 Αρχή Λειτουργίας Θερμοσυσσωρευτών.....	105

7.5.3 Τύποι Θερμοσυσσωρευτών.....	106
7.5.4 Πλεονεκτήματα Θερμοσυσσωρευτών	107
7.6 Θερμοπομποί.....	108
7.6.1 Γενικά.....	108
7.6.2 Πλεονεκτήματα Θερμοπομπών.....	110
7.6.3 Μειονεκτήματα Θερμοπομπών.....	110

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

	Σελ.
8.1 Εισαγωγή.....	111
8.2 Πλεονεκτήματα Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης	114
8.3 Μειονεκτήματα Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης	116
8.4 Λάθη κατά την Εγκατάσταση Ενδοδαπέδιου Συστήματος	116
8.5 Κύρια Στοιχεία της Θέρμανσης Δαπέδου	117

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

	Σελ.
9.1 Θερμοστάτες – Θερμοστατικοί Διακόπτες	121
9.2 Θερμοστάτες Χώρου.....	122
9.2.1 Γενικά	122
9.2.2 Είδη Θερμοστατών	123
9.2.3 Ηλεκτρομηχανικοί Θερμοστάτες Χώρου	123

9.2.4 Ηλεκτρονικοί Θερμοστάτες	124
9.2.5 Προγραμματιζόμενοι Θερμοστάτες	125

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10⁰ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

	Σελ.
10.1 Εισαγωγή - Περιγραφή	126
10.1.1 Παραδοχές Υπολογισμών	127
10.1.2 Ενεργειακές Ανάγκες Κατοικίας	127
10.1.3 Ετήσια Ενεργειακή Ανάγκη.....	128
10.1.4 Ανάγκες Καυσίμου	129
10.1.5 Υπολογισμός Κόστους Λειτουργίας Θερμάνσεων	130
10.1.6 Μορφή Συγκεντρωτικού Γραφήματος Κόστους Λειτουργίας Θέρμανσης ...	132
Βιβλιογραφία Ιστογραφία	133

Εισαγωγή

Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια, έχει βελτιώσει σαφώς το βιοτικό επίπεδο μας αλλά ταυτόχρονα έχει δημιουργήσει σοβαρότατες επιπτώσεις και παρενέργειες στο περιβάλλον που ζούμε.

Μέχρι και σήμερα, η ανάπτυξη της τεχνολογίας, κατά κύριο λόγο γίνεται εις βάρος του περιβάλλοντος καταστρέφοντας το με πληθώρα ρύπων και σπαταλώντας πολύτιμους φυσικούς πόρους δημιουργώντας ταυτόχρονα το φαινόμενο θερμοκηπίου με τις γνωστές συνέπειες για το κλίμα παγκοσμίως .

Η θέρμανση των κτιρίων και των κατοικιών στη χώρα μας αλλά και διεθνώς αποτελεί τον πιο σημαντικό τομέα κατανάλωσης ενέργειας ο οποίος φθάνει περίπου στο μισό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια. Παράλληλα τα κτίρια καταναλώνουν το 40% περίπου της ενέργειας τελικής χρήσης, δηλαδή της ενέργειας που φθάνει στον τελικό καταναλωτή. Επομένως η θέρμανση αντιστοιχεί περίπου στο 20% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας και γι' αυτό ο τομέας χρήζει ιδιαίτερης προσοχής.

Η ευρωπαϊκή πολιτική στον τομέα της ενέργειας έχει πλέον επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και εισαγωγής των ΑΠΕ (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) στα κτίρια. Σύμφωνα με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ, όλα τα κτίρια τα οποία θα κατασκευάζονται από το 2021 και μετά θα είναι «Κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας», ενώ το ίδιο θα ισχύσει από το 2019 για όλα τα νέα κτίρια του δημοσίου. Η Ευρωπαϊκή Ένωση ως μία περιοχή του κόσμου η οποία στερείται ενεργειακών πόρων, είναι αποφασισμένη πλέον με την πολιτική εξοικονόμησης ενέργειας να μειώσει τις καταναλώσεις ενέργειας μέχρι το 2020 κατά 20%

Η Ευρωπαϊκή Ένωση σχεδιάζει μέχρι το έτος 2030 την «βαθεία ανακαίνιση» των κτιρίων της Ευρώπης με κύριο σκοπό μία εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 30% έναντι της σημερινής κατάστασης. Προς αυτή την κατεύθυνση σχεδιάζονται χρηματοδοτικά προγράμματα της τάξεως των δεκάδων δισ. ευρώ για την ενίσχυση της ανακαίνισης αυτής

Η θέρμανση των κτιρίων αποτελεί κεντρικό στόχο αυτής της πολιτικής. Τα σημερινά συστήματα θέρμανσης θα αντικατασταθούν από νέα συστήματα υψηλής απόδοσης ή από εναλλακτικά συστήματα τα οποία στηρίζονται πρωτίστως στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Μέχρι και σήμερα, η ανάπτυξη της τεχνολογίας, κατά κύριο λόγο γίνεται εις βάρος του περιβάλλοντος καταστρέφοντας το με πληθώρα ρύπων και σπαταλώντας πολύτιμους φυσικούς πόρους δημιουργώντας ταυτόχρονα το φαινόμενο θερμοκηπίου με τις γνωστές συνέπειες για το κλίμα παγκοσμίως .

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σκοπό να παρουσιάσει τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας στην κεντρική θέρμανση, και την σύγκριση των διαφόρων συστημάτων θέρμανσης μέσω ενός κατάλληλου λογισμικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία της κεντρικής θέρμανσης και η διαδρομή που ακολούθησε μέχρι τη σημερινή εποχή μαρτυρούν πως οι μέθοδοι για τη μετάδοση και μεταφορά της θερμότητας παραμένουν ίδιες, όπως και η νομοθεσία που παρουσιάζει τεράστια κενά εις βάρος του περιβάλλοντος.

Έχουν περάσει πάρα πολλά χρόνια από τότε που οι άνθρωποι χρησιμοποίησαν μια κεντρική εστία για να θερμάνουν διαφορετικούς χώρους. Οι ερευνητές της κάθε εποχής χρησιμοποίησαν χτιστούς και μεταλλικούς χώρους όπου μπορούσε να καίει η φωτιά με τη μεγαλύτερη δυνατή ασφάλεια και απόδοση, δύο παράγοντες που και σήμερα ακόμα αποτελούν τα βασικά ζητούμενα. Η διαρκής αναζήτηση σε νέες τεχνικές, υλικά και μεθόδους είχε σαν αποτέλεσμα τη χρήση μεταλλικών κατασκευών όπου γινόταν και γίνεται η καύση διαφόρων κατά καιρούς καυσίμων με σκοπό πάντα την πολύτιμη θέρμανση.

Πριν 150 χρόνια περίπου άλλαξε εντελώς η μετάδοση και η μεταφορά της θερμότητας. Σωλήνες μεταφέρανε θερμό ή υπέρθερμο νερό (ατμό) από αυτή τη μεταλλική κατασκευή στους χώρους που χρειαζόνταν θέρμανση με σκοπό να αποδοθεί αυτή η θερμική ενέργεια σε μεταλλικά σώματα που είχαν την ιδιότητα να την αφήνουν στον αέρα του προς θέρμανση χώρου με μεθόδους όπως η ακτινοβολία, η απαγωγή και η μεταφορά. Μέθοδοι που ακολουθούνται μέχρι σήμερα.

Κύριος υπαίτιος για τη μεταφορά του θερμού νερού στα σώματα υπήρξε το θερμοσιφωνικό φαινόμενο. Το ζεστό νερό πήγαινε προς τα πάνω και το κρύο προς τα κάτω. Οι σωλήνες τοποθετούνταν με υπέρμετρη προσοχή στην κλίση και στην κάμψη τους. Είναι χαρακτηριστικός ο υπερβολικός χρόνος των τεχνιτών εκείνα τα χρόνια όχι στην εγκατάσταση όσο στους υπολογισμούς! Κι όμως εκείνες οι εγκαταστάσεις λειτουργούσαν με απόλυτη ηρεμία και αρμονία. Δεν δημιουργούνταν ποτέ φουσαλίδες, σπηλαίωση, θόρυβος, υπερθέρμανση και όλα τα προβλήματα των υπερσύγχρονων σήμερα εγκαταστάσεων.

Τη μεταλλική κατασκευή που ζεσταινόταν το νερό, μπορούμε από αυτή τη χρονική στιγμή να την ονομάζουμε λέβητα. Στην Αγγλική γλώσσα αποκαλείται boiler, ενώ στην Ελλάδα τη λέξη αυτή τη χρησιμοποιούμε για τους θερμαντήρες νερού χρήσης.

Στη συνέχεια φυσικά υπήρξε μια τεχνολογική εξέλιξη με αποτέλεσμα την κατασκευή και χρήση λεβήτων από διαφορετικά υλικά, σχεδιασμό θαλάμου καύσης, πίεση καυσαερίων, διαμόρφωση διαδρομών καυσαερίων, ακόμα και αισθητική εξωτερικών καλυμμάτων, έτσι ώστε να έχουμε την υψηλότερη δυνατή απόδοση με το χαμηλότερο δυνατό κόστος παραγωγής και χρήσης. Συναντάμε λέβητες χαλύβδινους, χυτοσιδηρούς, διμεταλλικούς, χάλκινους ακόμα και αλουμινίου ή αεραυλωτούς, φλογαυλωτούς με 2, 3 ή και 5 διαδρομές καυσαερίων

Λέβητες συμπύκνωσης, αλλά και λέβητες στερεών καυσίμων συμπληρώνουν την πολύ μεγάλη ποικιλία στη βιομηχανία παραγωγής των λεβήτων. Στην όχι και τόσο ρομαντική εποχή μας που πλέον δεν μπορούν να αποτελούν κριτήρια επιλογής η αρμονία ή η ηρεμία στη λειτουργία του λέβητα, κύριο κριτήριο αξιολόγησης και επιλογής είναι η απόδοση. Η αντοχή βρίσκεται έτσι κι αλλιώς σε πολύ υψηλά επίπεδα παρ' όλο που πολλές φορές (στις χώρες της άλλης Ευρώπης) γίνεται αντικατάσταση του λέβητα για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων και όχι γιατί τρύπησε.

Κύριο σημείο ανταγωνιστικότητας πια, είναι ο βαθμός απόδοσης ενός λέβητα. Όταν μιλάμε για βαθμό απόδοσης εννοούμε το λόγο της ποσότητας ενέργειας που παίρνουμε από τη λειτουργία του λέβητα (του παραγόμενου ζεστού νερού δηλαδή) προς την ποσότητα της ενέργειας που δίνουμε σ αυτόν (δηλαδή την θερμαντική ικανότητα του εκάστοτε καυσίμου).

Στην αναζήτηση συμπερασμάτων για την καλύτερη δυνατή επιλογή ενός λέβητα, μπορούμε απλά να πούμε ότι ένας καλός λέβητας είναι αυτός που έχει τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης με τη χαμηλότερη αντίθλιψη θαλάμου καύσης και φυσικά τη χαμηλότερη τιμή

1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης είναι το σύνολο των συσκευών, κατασκευών, διατάξεων, μηχανισμών κλπ. που παραλαμβάνει θερμική ενέργεια από μία πηγή και την κατανέμει σε διάφορους χώρους προκειμένου να καλύψει απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον και να διατηρήσει την θερμοκρασία αυτών των χώρων σε επιθυμητά επίπεδα.

Περιλαμβάνει συνήθως τον λέβητα όπου διατίθεται ενέργεια από την καύση πετρελαίου ή αερίου, το σύστημα διανομής αντλίες και σωληνώσεις μεταφοράς ζεστού νερού – φορέα της θερμότητας, τα θερμομαντικά σώματα, το σύστημα προσαγωγής και αποθήκευσης του καυσίμου, τον καυστήρα, το δίκτυο απαγωγής των καυσαερίων, το χώρο του λεβητοστασίου, τα συστήματα ρύθμισης και αυτοματοποίησης της εγκατάστασης και το σύστημα ασφαλούς λειτουργίας.

1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Από την απλή φωτιά μέχρι τα σύγχρονα και αυτοματοποιημένα συστήματα θερμάνσεως και κλιματισμού, υπάρχει βέβαια μεγάλη απόσταση. Στην πορεία των χρόνων οι ανάγκες των ανθρώπων, τα διαθέσιμα καύσιμα, το επίπεδο της τεχνολογίας, η μορφή και η πυκνότητα του δομημένου περιβάλλοντος, οι οικονομικές και οι κοινωνικές δυνατότητες και πολλοί άλλοι παράγοντες “ακόμη και οι περιστάσεις”, έδωσαν λύσεις απλές ή πολύπλοκες “ιδιοφυείς κάποτε”, στην ανάγκη να αντιμετωπιστούν ακραίες εχθρικές, ή έστω ενοχλητικές θερμοκρασιακές καταστάσεις του περιβάλλοντος.

Σε κάθε περίπτωση πάντως, ήταν και είναι αναγκαίο ένα σύστημα παραγωγής, προσαγωγής ή απαγωγής “περίπτωση δροσισμού” θερμικής ενέργειας, σχεδόν πάντοτε βασισμένο σε κάποια καύση. Χρήση της παραγόμενης θερμότητας είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί άμεσα “π.χ. προσέγγιση σε φωτιά”, ή έμμεσα, με την βοήθεια ενός υλικού μέσου “συνήθως νερού ή αέρα”, που μεταφέρει την θερμότητα σε κάποια απόσταση από την εστία καύσεως ή το σημείο όπου υπάρχει διαθέσιμη θερμότητα.

Με αφετηρία αυτές τις παρατηρήσεις – διαπιστώσεις, μπορούμε να μιλήσουμε για άμεση ή έμμεση θέρμανση.

1.4 ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΜΕΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Στις μονάδες και τα συστήματα άμεσης θέρμανσης μπορούμε να συμπεριλάβουμε τις ανοικτές εστίες, τα τζάκια, τις θερμάστρες καύσεως, τις θερμάστρες που λειτουργούν με ηλεκτρική αντίσταση κ.α. Χαρακτηριστικό των μονάδων αυτών είναι ότι το σύστημα παραγωγής της θερμότητας, βρίσκεται μέσα στο χώρο που θερμαίνει.

Σ' αυτές τις περιπτώσεις το μέγεθος, η μορφή και η θέση της πηγής θερμότητας, επηρεάζει σημαντικά τη λειτουργική διαμόρφωση και τη χρήση του χώρου ή αντίστροφα προσαρμόζεται σ' αυτά.

1.5 ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΜΜΕΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η έμμεση θέρμανση μπορεί ποσοτικά χωρο-γεωγραφικά και ποιοτικά να ανταποκριθούν σε αυξημένες απαιτήσεις. Ένα καύσιμο ή άλλη πηγή ενέργειας “ηλεκτρικό ρεύμα, νερό από γεωθερμική πηγή, ηλιακός συλλέκτης κ.α”, θερμαίνουν ένα ρευστό, τον φορέα της θερμότητας “ συνήθως νερό, αέρα, λάδι”, ο οποίος οδηγείται στον ή στους χώρους που επιθυμούμε, και με τη βοήθεια κατάλληλων εναλλακτών προσφέρει θερμότητα με αγωγή μεταφορά και ακτινοβολία.

Στα συστήματα αυτά η μονάδα παραγωγής της θερμότητας βρίσκεται έξω από τους θερμαινόμενους χώρους, συνήθως σε κατάλληλα διαμορφωμένα λεβητοστάσια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

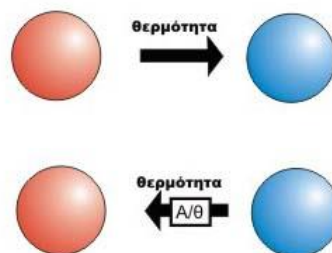
ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ



Εικ. 2.1: Αντλία θερμότητας.

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

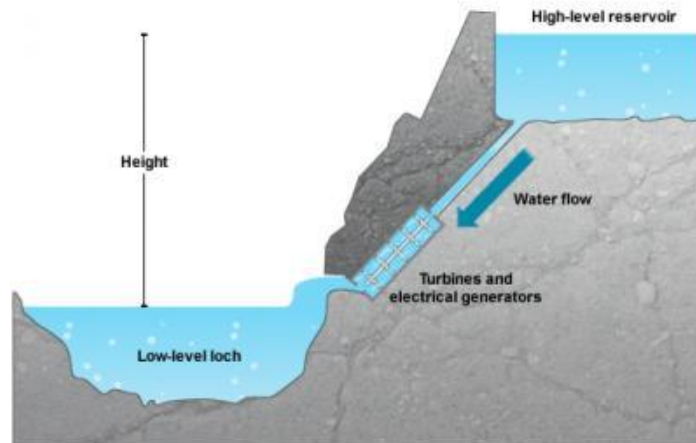
Αντλίες θερμότητας ονομάζουμε τις συσκευές που μας παρέχουν την δυνατότητα να μεταφέρουμε ενέργεια από ένα χώρο χαμηλής, σε ένα χώρο υψηλότερης θερμοκρασίας.



Εικ. 2.2: Μεταφορά θερμότητας σε μια αντλία θερμότητας.

Όπως ακριβώς στην υδροηλεκτρική, το νερό πηγαινει μόνο του `` ρέει `` από το ψηλό σημείο στο χαμηλό λόγω βαρύτητας και χρειαζόμαστε μια αντλία νερού για να κάνουμε την αντίστροφη κίνηση να `` ανεβάσουμε το νερό ψηλά `` , έτσι και η

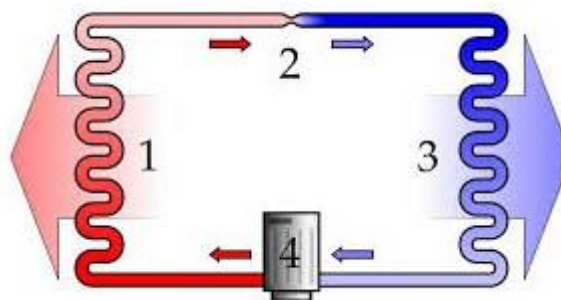
θερμότητα `` ρέει `` από μόνη της από το σώμα υψηλής θερμοκρασίας `` ζεστό `` στο σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας `` κρύο `` και χρειαζόμαστε μια αντλία θερμότητας για να αντιστρέψουμε την κίνηση της ενέργειας και να την μεταφέρουμε από την χαμηλή θερμοκρασία στην υψηλή.



Εικ. 2.3: Σταθμός υδροηλεκτρικής ενέργειας.

2.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας, βασίζεται σε ένα ψυκτικό κύκλο, έναν αέριο κύκλο εκτόνωσης και συμπίεσης ενός ρευστού όπως στην παρακάτω εικόνα.



Εικ. 2.4: Ψυκτικός κύκλος.

Το ρευστό (ψυκτικό μέσο) που ρέει μέσα στους σωλήνες στη **θέση 1**, είναι υγρό σε μεγάλη πίεση και θερμοκρασία, μετά το συμπιεστή. Στη **θέση 1**, αποβάλλεται θερμότητα, ενώ μετά το ψυκτικό μέσο, εκτονώνεται (μειώνεται η πίεση του) στην

εκτονωτική βαλβίδα (**2**), και εξατμίζεται λόγω της πτώσης πίεσης στον εξατμιστή στη **θέση 3**, όπου ψύχεται και προσλαμβάνει θερμότητα. Στην συνέχεια το κρύο ψυκτικό μέσο, σε αέρια μορφή ακόμα συμπιέζεται στον συμπιεστή, υγροποιείται, θερμαίνεται, αποβάλλει θερμότητα και ούτω κάθε εξής.

Το σημαντικό είναι ότι σε κάθε κύκλο, αποβάλλεται θερμότητα στη **θέση 1** και προσλαμβάνεται στη **θέση 3**, άρα εφόσον ο κύκλος είναι διαρκής υπάρχει μια συνεχής μεταφορά θερμότητας από το **σημείο 3** στο **σημείο 1** και άρα με τον ψυκτικό κύκλο μπορούμε να μεταφέρουμε θερμότητα (ενέργεια) μεταξύ δυο σημείων, και αυτός είναι ο λόγος που οι συσκευές που λειτουργούν με τον τρόπο αυτόν ονομάζονται αντλίες θερμότητας.

Για να μπορέσουμε να εκμεταλλευτούμε τη δυνατότητα άντλησης ενέργειας, θα πρέπει στα σημεία 1 και 3 η σωλήνα να έχει τέτοια μορφή, ώστε να μπορεί να προσλάβει και να αποβάλει ενέργεια το ρευστό ευκολότερα. Η πρόσληψη και η εναλλαγή ενέργειας, γίνεται μέσω ειδικών διατάξεων, που λέγονται εναλλάκτες θερμότητας.

Στις εγκαταστάσεις θέρμανσης χρησιμοποιούνται ευρέως εναλλάκτες θερμότητας, κάθε είδους για μετάδοση της ενέργειας από την πηγή στις καταναλώσεις.

Τα θερμαντικά σώματα είναι εναλλάκτες θερμότητας αέρα / νερού, τα στοιχεία των fan coils είναι εναλλάκτες αέρα / νερού. Το δάπεδο μιας ενδοδαπέδιας θέρμανσης, είναι στην ουσία ένας μεγάλος έναλλάκτης αέρα / νερού.

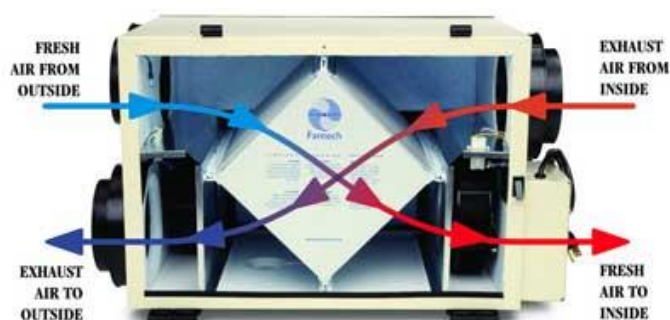
2.3 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Ανάλογα με το υλικό μέσο που αντλείτε (και κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα) και το υλικό μέσο που αποβάλλεται στο περιβάλλον, οι αντλίες θερμότητας χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

↪ **Αέρα /Αέρα**, όπου τα δύο ρευστά που ανταλλάσσουν θερμότητα είναι αέρια. Η πιο συχνή εφαρμογή τους είναι σε εγκαταστάσεις εξαερισμού, όπου ο αέρας που πετάμε (απαγωγή) διασταυρώνεται (χωρίς να ανακατεύεται) με τον αέρα προσαγωγής, και του προσδίδει θερμότητα πριν αποβληθεί στο περιβάλλον.

Αν π.χ. έχουμε ψύξη ένα χώρο το καλοκαίρι στους 25°C, ο αέρας που απορρίπτουμε ,ε την απαγωγή θα είναι θερμοκρασίας 25 °C και ο αέρας που θα εισέρχεται στο χώρο θα είναι π.χ. 40°C.

Με την παρεμβολή ενός τέτοιου εναλλάκτη, τα δύο ρεύματα αέρα ανταλλάσσουν θερμότητα στον εναλλάκτη, και έτσι ο αέρας που απορρίπτουμε θα έχει θερμοκρασία π.χ. 30 °C αντί για 25 °C, και ο αέρας που προσάγουμε στο χώρο θα έχει π.χ. 33 °C αντί για 40 °C, πράγμα που σημαίνει ότι προσθέτουμε στο χώρο λιγότερο ψυκτικό φορτίο αερισμού, και συνεπώς κάνουμε οικονομία. Οι εναλλάκτες αυτού του τύπου είναι πιο αποδοτικοί στην ψύξη και λιγότερο στην θέρμανση.



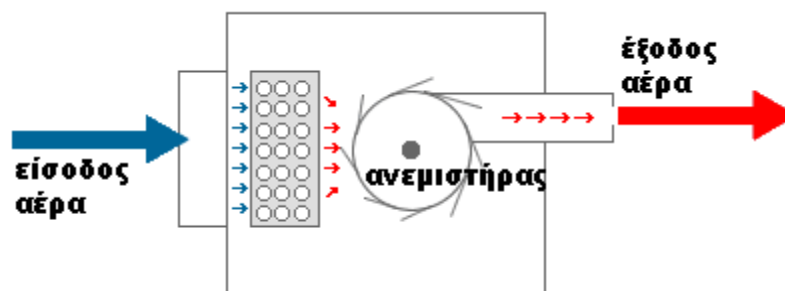
Εικ. 2.5: Εναλλάκτης αέρα / αέρα όπου τα δύο ρευστά ανταλλάσσουν αέρια.

↪ **Αέρα/Νερού**, όπου τα ρευστά που ανταλλάσσουν ενέργεια είναι από τη μια πλευρά ένα υγρό (όχι απαραίτητα νερό) και από την άλλη αέριο (όχι απαραίτητα αέρας).

Οι εναλλάκτες αυτού του τύπου ονομάζονται στοιχεία και ανάλογα με το νερό που κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες, διαχωρίζονται σε στοιχεία νερού (όπου το νερό ανταλλάσει θερμότητα με τον αέρα όπως π.χ. στο ψυγείο αυτοκινήτου), στοιχεία freon (όπου το ρευστό που κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες είναι ψυκτικό υγρό όπως τα κλιματιστικά), στοιχεία λαδιού κ.α.

Στις συνήθειες εφαρμογές, στην εξωτερική πλευρά των σωλήνων του εναλλάκτη ρέει αέρας με βεβαιωμένη κυκλοφορία με την προσθήκη ενός ανεμιστήρα. Ο ανεμιστήρας μπορεί να είναι αξονικός (ψυγείο αυτοκινήτου) ή φυγοκεντρικός.

Η συσκευή που αποτελείται από ανεμιστήρα και στοιχείο και επεξεργάζεται τον αέρα του χώρου ονομάζεται fan coil.



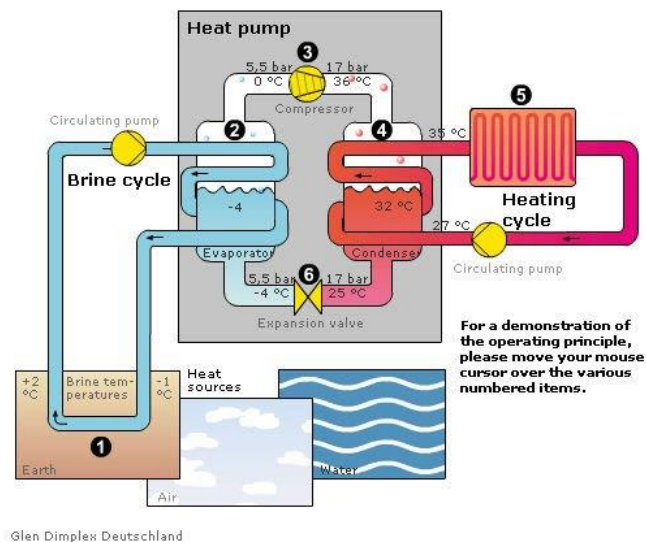
Εικ. 2.6: Διάταξη fan coil.

Δεν είναι λάθος να αναφερόμαστε σε όλες τις συσκευές που αποτελούνται από ανεμιστήρα και στοιχείο με τον όρο fan coil, ακόμα και αν αναφερόμαστε π.χ. στο ψυγείο του αυτοκινήτου, αλλά έχει επικρατήσει η χρήση του όρου στον κλιματισμό, σε συσκευές που θερμαίνουν ή ψύχουν τον αέρα του χώρου. Τα fan coils θα εξεταστούν σε ένα από τα επόμενα κεφάλαια.

↪ **Νερού/Νερού**, όπου το ψυκτικό μέσο μεταφέρει θερμότητα από τη μια μάζα νερού στην άλλη. Τέτοιες αντλίες, είναι οι υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας, και οι αντλίες νερού / νερού που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις με γεωεναλλάκτη. (Αυτό που στην αγορά ονομάζουμε - λανθασμένα - γεωθερμία). Οι υδρόψυκτες

αντλίες είναι πάρα πολύ ενδιαφέρουσες όταν είναι χρήσιμη ταυτόχρονα και η θέρμανση και η ψύξη.

Στην αγορά, ο όρος "Αντλία θερμότητας" χρησιμοποιείται μάλλον με λάθος τρόπο, αφού όλα τα κλιματιστικά μηχανήματα είναι αντλίες θερμότητας απλώς διαφορετικού τύπου. Ο όρος αντλία θερμότητας, (heat pump) χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει τους ψύκτες (chillers - αντλίες θερμότητας που δεν αναστρέφουν τον κύκλο τους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο για ψύξη), με τις αντλίες θερμότητας που αναστρέφουν τον κύκλο τους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ψύξη και για θέρμανση.



Εικ. 2.7: Διάγραμμα λειτουργίας αντλίας θερμότητας νερού νερού.

Ανάλογα με τη θέση των διαφόρων στοιχείων τους, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:

- Ενιαίες ή αυτόνομες (Compact) όπου όλοι οι μηχανισμοί βρίσκονται σε κοινό κέλυφος.
- Διαιρούμενες ή διμερούς τύπου (Split units). Ο ατμοποιητής (ή ο συμπυκνωτής) είναι ανεξάρτητος του υπολοίπου συστήματος.

Ανάλογα με το είδος της κινητήριας μηχανής, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:

- Αντλίες με ηλεκτροκίνητους συμπιεστές.
- Αντλίες με συμπιεστές κινούμενους από μηχανές εσωτερικής καύσης (πετρέλαιο, ατμός, αέριο κλπ).
- Αντλίες με συμπιεστές απορρόφησης και προσρόφησης (θερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας).

Τα τελευταία χρόνια, ο όρος "αντλία θερμότητας" για τον περισσότερο κόσμο τείνει να αντικατασταθεί με τις αερόψυκτες αντλίες νερού (αντλίες αέρα / νερού) που έχουν σχεδιαστεί αποκλειστικά για οικιακή χρήση.

2.4 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Όλες οι αντλίες θερμότητας έχουν μια απαίτηση για ελάχιστη ποσότητα νερού στο δίκτυο προκειμένου να λειτουργήσουν σωστά. Αν το δίκτυο είναι πολύ μικρό σε όγκο και το νερό είναι λιγότερο από το απαιτούμενο, τότε στο σύστημα θα πρέπει να προστεθεί νερό με προσθήκη δοχείου αδρανείας, με μάζα τόση ώστε η συνολική μάζα νερού στο σύστημα να είναι μεγαλύτερη από την ελάχιστη απαιτούμενη.

Προκειμένου να αυτό-προστατεύσουν οι αντλίες θερμότητας τα διάφορα εξαρτήματα από πρόωρη φθορά ή και καταστροφή, απαιτείται πάντα ένας ελάχιστος χρόνος επανεκκίνησης που ποικίλει ανάλογα με το μοντέλο που κυμαίνεται ανάμεσα στα δύο με τρία λεπτά. Στις εγκαταστάσεις που δεν ικανοποιείται η συνθήκη του ελάχιστου νερού στο σύστημα, το νερό θα ζεσταίνεται και θα κρυώνει διαδοχικά όσο η αντλία θα είναι εκτός λειτουργίας.

Για τις περισσότερες οικιακές αντλίες θερμότητας, ο ελάχιστος συνολικός όγκος νερού κυμαίνεται ανάμεσα στα 60 και 150 λίτρα νερού.



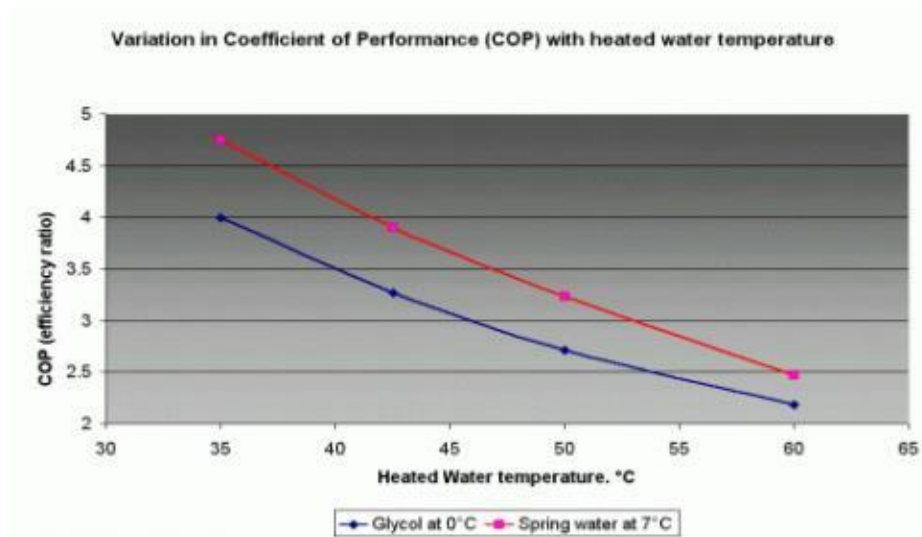
Εικ. 2.8: Εγκατάσταση δοχείων αδρανείας με αντλία θερμότητας.

2.5 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΔΟΧΕΙΟ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η χρήση του δοχείου αδρανείας σαν μέσο για αποθήκευση ενέργειας σε μια κατοικία και η θέρμανση της κατοικίας από το νερό του δοχείου αδρανείας (όπως γίνεται με τους ξυλολέβητες), δεν έχει καμία σχέση με την παραπάνω χρήση του δοχείου και είναι εντελώς λάθος επιλογή η θέρμανση του δοχείου αδρανείας από την αντλία, όταν πρόκειται για αντλία τύπου inverter.

Οι inverter αντλίες, προσαρμόζουν την ισχύ τους ανάλογα με το φορτίο και μπορούν να συντηρούν το νερό στην επιθυμητή θερμοκρασία διαρκώς, χωρίς να ξεκινούν και να σταματούν. Ο βαθμός απόδοσης τους ``συντελεστής COP `` μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνθήκες εισόδου και εξόδου του νερού από την αντλία. Η αντλία ρυθμίζει στιγμιαία όλες τις παραμέτρους της για να πετύχει την μέγιστη απόδοση κάθε στιγμή. Η θερμοκρασία προσαγωγής ρυθμίζεται ανάλογα την εξωτερική θερμοκρασία ``αντιστάθμιση``.

Μια αντλία θερμότητας όμως συνδεδεμένη σε δοχείο αδρανείας, λειτουργεί συνεχώς στους 55 ή στους 60 °C, ή ακόμα σε υψηλότερες θερμοκρασίες ``αντλίες υψηλών θερμοκρασιών´´, μέχρι να ζεστάνει ολόκληρη τη μάζα του νερού και να σταματήσει, διαφορετικά δεν έχει νόημα η σύνδεση της στο δοχείο. Άρα, η αντλία δε θα λειτουργεί κάθε φορά στη θερμοκρασία προσαγωγής που υπολογίζει, αλλά σταθερά στους 55 °C.



Εικ. 2.9: Γράφημα μεταβολής δείκτη COP ανάλογα την θερμοκρασία του νερού

Ο δείκτης COP μειώνεται όσο αυξάνει η θερμοκρασία προσαγωγής της αντλίας και το γεγονός ότι η αντλία δεν προσαρμόζει την παραγωγή της σημαίνει ότι δεν λειτουργεί κάθε φορά στις βέλτιστες συνθήκες.

2.6 ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ – ΟΡΙΣΜΟΙ

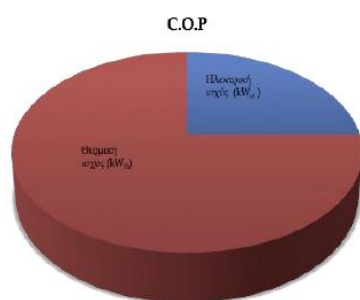
Για να αξιολογήσουμε την αποδοτικότητα μιας αντλίας θερμότητας χρησιμοποιούμε δύο δείκτες αποδοτικότητας τον C.O.P για τη θέρμανση και τον E.E.R για την ψύξη. Συγκριμένα για τη λειτουργία της θέρμανσης:

Συντελεστής συμπεριφοράς C.O.P (coefficient of performance) ονομάζεται ο λόγος της θερμικής ισχύος που αποδίδει η αντλία θερμότητας προς την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει.

$$\text{C. O. P} = \frac{Q_{th}}{Q_{el}}$$

Όπου, **Q_{th}** η θερμική ισχύς της αντλίας θερμότητας και **Q_{el}** η ηλεκτρική ισχύς της αντλίας θερμότητας.

Από τον ορισμό γίνεται κατανοητό ότι όσο μεγαλύτερο το C.O.P, τόσο πιο αποδοτική η αντλία θερμότητας. Αν μελετήσουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιών θερμότητας, θα δούμε ότι το C.O.P τους κυμαίνεται από 2,8 μέχρι 5,2 ανάλογα με τον τύπο της αντλίας θερμότητας. Γενικά ένα C.O.P κάτω από 3 θεωρείται χαμηλό.



Αντλία θερμότητας με C.O.P=4 σημαίνει, ότι η συγκεκριμένη αντλία θερμότητας καταναλώνει 1 ηλεκτρικό kW και αποδίδει 4 θερμικά kW.

Εικ. 2.10: Αντλία θερμότητας με C.O.P = 4

Αντίστοιχα για την θερινή λειτουργία της ψύξης ισχύει:

Δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας E.E.R (energy efficiency ratio) ονομάζεται ο λόγος της ψυκτική ισχύος που αποδίδει η αντλία θερμότητας προς την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει.

$$E. E. R = \frac{Q_c}{Q_{el}}$$

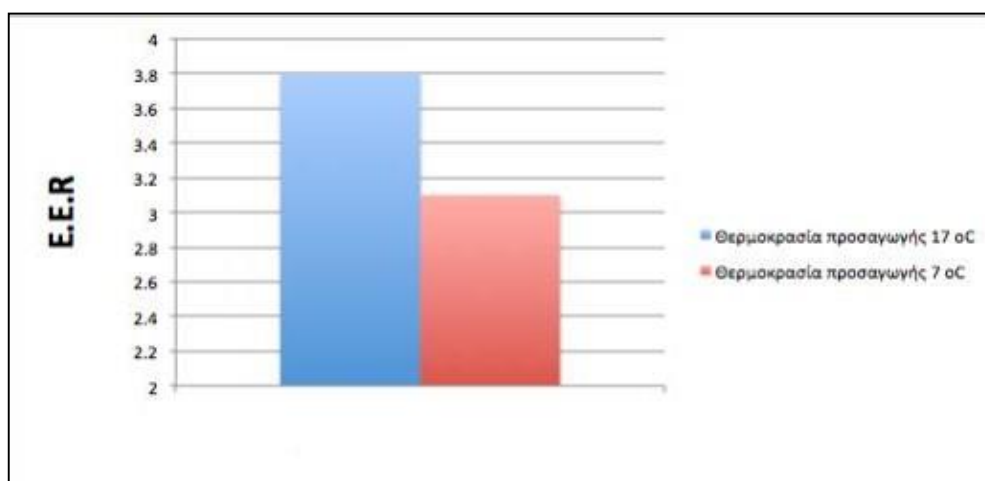
Όπου, **Q_c** η ψυκτική ισχύς της αντλίας θερμότητας και **Q_{el}** η ηλεκτρική ισχύς της αντλίας θερμότητας σε KW.

Ειδικά στην ψύξη χρησιμοποιείται και ένας ακόμη δείκτης απόδοσης, ο εποχιακός βαθμός απόδοσης, (**SEER**) που ορίζεται σαν κλάσμα της ενέργειας που μεταφέρθηκε στην καλοκαιρινή περίοδο δια της ενέργειας που δαπανήθηκε στον συμπιεστή για την ίδια περίοδο.

➤ Μεταβολή E.E.R

Στη λειτουργία της ψύξης το E.E.R μειώνεται:

- όσο αυξάνεται η εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- όσο μειώνεται η θερμοκρασία προσαγωγής του εργαζόμενου μέσου.



Εικ. 2.11: Γράφημα μεταβολής EER σε διαφορετικές συνθήκες προσαγωγής νερού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΗΛΙΑΚΗ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ηλιακή ενέργεια εκτός από την δυνατότητα που μας παρέχει για την θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης (ηλιακοί θερμοσίφωνες) μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνδυαστικά και για τις ανάγκες θέρμανσης με την εφαρμογή ηλιοθερμικών συστημάτων.

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα υποβοήθησης θέρμανσης χώρων και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα εδώ και 10 τουλάχιστον χρόνια σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Αυστρία, η Γερμανία, η Ιταλία, η Γαλλία κ.α.

Στην χώρα μας, αν και είναι ιδιαίτερα ευνοημένη από τις καιρικές συνθήκες, τα συστήματα αυτά δεν είναι ιδιαίτερα γνωστά και μόνο τα τελευταία χρόνια, και κυρίως λόγω της ραγδαίας αύξησης της τιμής του πετρελαίου γίνονται κάποια βήματα για την αξιοποίηση αυτής της τεχνολογίας.

Τα ηλιακά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανση χώρων μπορούν να καλύψουν από 20% - 40% τις ανάγκες μιας κατοικίας σε θέρμανση και σε ζεστό νερό χρήσης, ανάλογα με το μέγεθος της συλλεκτικής επιφάνειας, τον όγκο του θερμοδοχείου, τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής και τα χαρακτηριστικά της κατοικίας (μέγεθος, ποιότητα μόνωσης, θερμικές ανάγκες).

Γενικά τα συστήματα αυτά αποτελούνται από το κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών (παραγωγή ενέργειας), το θερμοδοχείο αδρανείας (αποθήκευση ενέργειας), ένα σύστημα βοηθητικής ενέργειας (λέβητας πετρελαίου ή αερίου, αντλία θερμότητας), ένα σύστημα θέρμανσης (ενδοδαπέδια, fancoils) και ένα σύστημα ελέγχου.

Η ιδανική εφαρμογή του συστήματος είναι για συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών (ενδοδαπέδια, fancoils), ενώ για θέρμανση με θερμαντικά σώματα αναμένεται μια μείωση της απόδοσης κατά 10% - 15%.

3.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ηλιοθερμία είναι η μέθοδος με την οποία αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια για χρήση στην εγκατάσταση θέρμανσης.

Η αρχή λειτουργίας του συστήματος είναι ίδια με αυτή ενός κεντρικού συστήματος ηλιακών για θέρμανση ζεστού νερού χρήσης. Η ενέργεια των ηλιακών συλλεκτών μεταφέρεται σε ένα καλά μονωμένο θερμοδοχείο και θερμαίνει αρχικά το νερό της κεντρικής θέρμανσης και στη συνέχεια το ζεστό νερό χρήσης. Εάν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί, τότε τίθεται σε λειτουργία ο λέβητας και συμπληρώνει την απαιτούμενη ενέργεια. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται μεγάλη εξοικονόμηση καυσίμων και η θέρμανση των χώρων και του νερού χρήσης επιτυγχάνεται με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον.

Τα βασικά στοιχεία που συνθέτουν ένα ηλιοθερμικό σύστημα είναι:

- Οι ηλιακοί συλλέκτες
- Οι σωληνώσεις
- Το ηλεκτρικό / υδραυλικό σύστημα ελέγχου
- Το δοχείο αποθήκευσης νερού (buffer tank)

Ένα από τα βασικά στοιχεία ενός σωστού συστήματος ηλιακής θέρμανσης είναι το θερμοδοχείο, το οποίο αποτελεί την "καρδιά" του συστήματος και πρέπει να είναι ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο για τον σκοπό αυτό. Το θερμοδοχείο θα πρέπει να είναι καλά μονωμένο και κυρίως να βοηθά στην διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας του νερού στο εσωτερικό του.

Η διαστρωμάτωση του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα την μέγιστη απόδοση του συστήματος, τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και την μέγιστη συλλογή ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες.

3.5 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

Με δεδομένο τις βλαβερές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (ρυπογόνες εκπομπές CO₂, μόλυνση του εδάφους του αέρα και του νερού) που επιφέρει η χρήση των ορυκτών καυσίμων κατά την χρησιμοποίησή τους για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) θεωρείται επιβεβλημένη καθώς αποτελεί την πλέον φιλική προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας εξαιτίας της έκλυσης μηδενικών εκπομπών ρύπων στην ατμόσφαιρα. Με την τοποθέτηση ενός ηλιοθερμικού συστήματος εκτός των οικονομικών ωφελειών συμβάλλουμε άμεσα και στην προστασία του περιβάλλοντος εξοικονομώντας τουλάχιστον δύο τόνους CO₂ ανά έτος.

Παροχή από τους συλλέκτες	0,015 lt/s ανά m ² επιφάνειας συλλέκτη
Κλίση και προσανατολισμός συλλεκτών	Γεωγραφικό πλάτος προσαναξημένο κατά 10 ⁰ - 15 ⁰ προς το νότο είναι το βέλτιστο. Όμως αποκλίσεις από την βέλτιστη κλίση και προσανατολισμού μέχρι 15 ⁰ έχουν μικρή σημασία
Εναλλάκτης συλλεκτών	$F_R/F_R = 0.9$
Χωρητικότητα δεξαμενής αποθήκευσης	50 μέχρι 100 lt/ m ²
Εναλλάκτης αποθηκεύσεως προθερμασμένου νερού οικιακής χρήσης	1,5 μέχρι 2 φορές η χωρητικότητα του συμβατικού θερμοσίφωνα
Εναλλάκτης φορτίου	$l <_{EL} C \min / (UA)_b < 5$

Εικ. 3.3: Οδηγίες και πληροφορίες για τη σχεδίαση ηλιακών εγκαταστάσεων για θέρμανση με ζεστό νερό.

3.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Με την εγκατάσταση ενός ηλιοθερμικού συστήματος:

- Μειώνουμε τις δαπάνες για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης κατά 30% – 50%. Το ποσοστό εξοικονόμησης μεταβάλλεται ανάλογα με την γεωγραφική θέση του κτηρίου, τον τύπο του συστήματος, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Η εφαρμογή ηλιοθερμικού συστήματος σε «συστήματα χαμηλών θερμοκρασιών» (θέρμανση δαπέδου) μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση καυσίμου άνω του 50%.
- Συμβάλουμε στην προστασία του περιβάλλοντος.
- Αναβαθμίζουμε την ενεργειακή “κλάση” του κτηρίου μας αποκομίζοντας μεγαλύτερα οφέλη σε μια ενδεχόμενη πώληση ή ενοικίαση του.
- Απαλλασσόμαστε από τα κόστη συντήρησης της εγκατάστασης καθώς η μεγάλη διάρκεια ζωής και η τεχνική “φύση” του προϊόντος δεν τα απαιτεί.
- Κάνουμε χρήση μιας καθ’ όλα ώριμης και δοκιμασμένης τεχνολογίας που μας διασφαλίζει από οποιαδήποτε απρόοπτα και τεχνικά προβλήματα.
- Η πηγή καυσίμου (ηλιακή ακτινοβολία) είναι πάντα δωρεάν και σε πλήρη αφθονία, ειδικά στην Ελλάδα.
- Εξοικονομούμε χρήματα από την αρχική εγκατάσταση του συστήματος θέρμανσης επιλέγοντας μικρότερης ισχύς λέβητα εξαιτίας της κάλυψης των “φορτίων” από το ηλιοθερμικό σύστημα.
- Δεν απαιτείται η κατάργηση του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης του κτηρίου. Το σύστημα λειτουργεί συνδυαστικά.

3.7 ΕΙΔΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

3.7.1 ΕΠΙΠΕΔΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

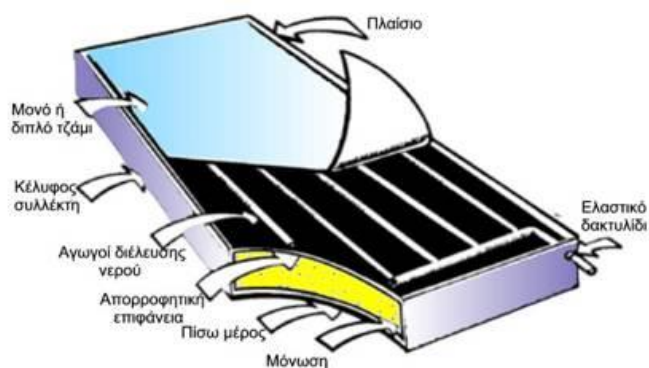
Οι κλασσικοί ηλιακοί συλλέκτες είναι οι επίπεδοι συλλέκτες οι οποίοι είναι χαμηλού έως μεσαίου τιμήματος και έχουν ευρύτατες εφαρμογές στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και του νερού κολυμβητικών δεξαμενών καθώς και στη θέρμανση του νερού κεντρικής θερμάνσεως χώρων.

Διαθέτουν τρία βασικά στρώματα:

α) το εξωτερικό διάφανο κάλυμμα

β) τον επίπεδο απορροφητήρα, μαύρου χρώματος, ο οποίος αναλαμβάνει να απορροφήσει την εισερχόμενη ηλιακή θερμότητα μέσω του διάφανου καλύμματος και να την αποδώσει στους χαλκοσωλήνες οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι στον απορροφητήρα, εντός των οποίων διέρχεται το ηλιακό ρευστό,

γ) το στρώμα θερμομόνωσης του συλλέκτη, προκειμένου να μην υπάρχουν απώλειες θερμότητας κάτω από τον απορροφητήρα.



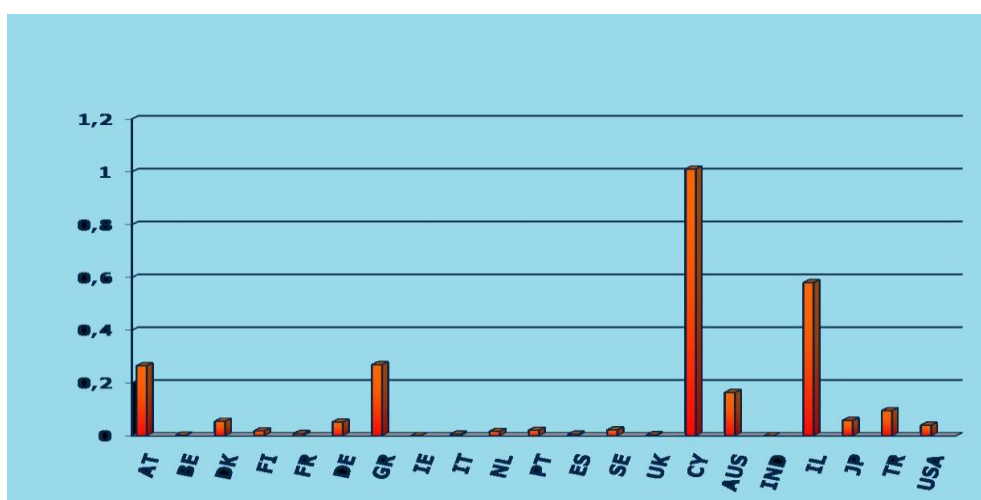
Εικ. 3.4: Τομή επίπεδου ηλιακού συλλέκτη.

Ο απορροφητήρας διατίθεται σε διάφορους τύπους: με μαύρη βαφή, με ημι-επιλεκτική επιφάνεια και με επιλεκτική επιφάνεια. Το τίμημά του αυξάνει ανάλογα με τον τύπο της επιλεκτικής βαφής, της θερμομόνωσης και του τρόπου κατασκευής.

3.7.2 ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

Ο επιλεκτικός συλλέκτης χρησιμοποιεί απορροφητή επιλεκτικής επιφάνειας αντί της απλής μαύρης. Η μαύρη βαφή έχει αντικατασταθεί από υλικό υψηλής απορροφητικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας (~95%) και μικρής εκπομπής (~5%).

Με τη χρήση επιλεκτικών απορροφητών, επιτυγχάνονται υψηλότερες θερμοκρασίες νερού & μεγαλύτεροι βαθμοί απόδοσης, έως και 30% σε σχέση με τους επίπεδους συλλέκτες με απλή μαύρη βαφή λόγω της μείωσης των απωλειών λόγω ανάκλασης. Οι επίπεδοι επιλεκτικοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση νερού χρήσης καθώς και για τη θέρμανση και τον κλιματισμό χώρου.



Εικ. 3.5: Διάγραμμα παγκόσμιας εφαρμογής ηλιακών θερμικών συστημάτων ανά m² κατοίκου.



Εικ. 3.6: Μορφή μαύρης επιλεκτικής απορροφητικής επιφάνειας.

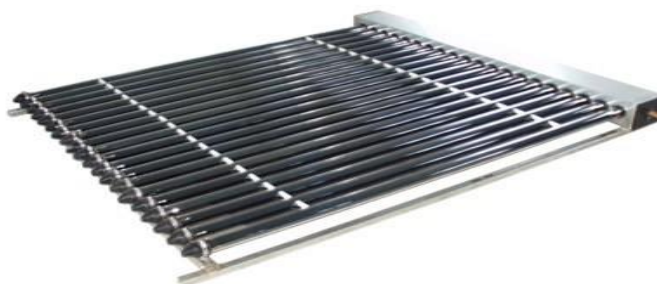
3.7.3 ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΚΕΝΟΥ

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και η ανάγκη για μείωση των θερμικών απωλειών οδήγησε στην κατασκευή των ηλιακών συλλεκτών σωλήνων κενού. Δεν είναι τίποτα περισσότερο από επίπεδους συλλέκτες που έχουν σαν φιλοσοφία λειτουργίας τη δημιουργία κενού αέρα μεταξύ της διαφανούς επιφανείας και του στρώματος απορρόφησης, με την οποία πραγματοποιείται διακοπή του μηχανισμού μετάδοσης της θερμότητας.

Οι ηλιακοί συλλέκτες κενού αποτελούνται από σωλήνες διπλής υάλωσης μεταξύ των οποίων υπάρχει κενό αέρος. Το γυαλί που χρησιμοποιείται είναι ιδιαίτερης σκληρότητας, με μεγάλες αντοχές επίσης είναι επικολλημένο με ειδικό υλικό το οποίο προκαλεί την μέγιστη απορρόφηση των ηλιακών ακτινών και ελάχιστες απώλειες επανεκπομπών. Ενδιάμεσα των δύο γυάλινων επιφανειών υπάρχει θερμοαπορροφητικό υλικό που με πολύ αποτελεσματικό τρόπο μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα.

Το άλλο βασικό στοιχείο του συλλέκτη είναι ο χαλκοσωλήνας που βρίσκεται στο κέντρο του διπλού γυάλινου σωλήνα. Μέσα στο χαλκοσωλήνα, που ονομάζεται "Heat Pipe", υπάρχει μικρή ποσότητα ειδικού υγρού, αδρανές, μη τοξικό, το οποίο φτάνει σε βρασμό και μετατρέπεται σε ατμό ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Το υγρό ανεβαίνοντας προς τα πάνω λόγω της υπερθέρμανσης της θερμοκρασίας του, "εκτονώνεται" στο βολβό που βρίσκεται στο άνω μέρος του "Heat Pipe", ολοκληρώνοντας τον κύκλο του. Στην συνέχεια μετά την εκτόνωση του σε υγρή μορφή επαναλαμβάνει ξανά τον κύκλο του από το κάτω μέρος του "Heat Pipe".



Εικ. 3.7: Ηλιακός συλλέκτης σωλήνων κενού.

Με τον παραπάνω τρόπο εξασφαλίζεται η άψογη λειτουργία και η εξαιρετικά υψηλή απόδοση των ηλιακών συγκροτημάτων κενού. Παρακάτω αναφέρονται κάποια μόνο από τα βασικά πλεονεκτήματα τους:

- Διεθνείς μετρήσεις ενεργειακής απόδοσης των ηλιακών σωλήνων κενού δείχνουν ότι αποδίδουν περίπου 35% περισσότερη ενέργεια από καλού επιπέδου συμβατικούς συλλέκτες.
- Ο κάθε σωλήνας του ηλιακού συλλέκτη κενού είναι ένα κλειστό κύκλωμα ανεξάρτητο από το νερό χρήσης, άρα εάν σπάσει κάποια σωλήνα δεν έχουμε διαρροή νερού, αλλά συνεχίζει να ζεσταίνει το νερό κανονικά.
- Οι σωλήνες κενού είναι κυλινδρικοί με αποτέλεσμα οι ακτίνες του ηλίου να πέφτουν κάθετα καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας και όχι μόνο το μεσημέρι όπως συμβαίνει στους επίπεδους συμβατικούς συλλέκτες.
- Δεν χρειάζεται πλήρωση με αντιψυκτικό υγρό καθώς το κύκλωμα συλλεκτών δεν παγώνει.

Κατά την κατασκευή του συλλέκτη αυτού γίνεται απορρόφηση του αέρα μεταξύ των τοιχωμάτων των δυο σωλήνων. Με τον τρόπο αυτό μειώνονται στο ελάχιστο οι απώλειες ενέργειας.

Οι συλλέκτες σωλήνων κενού είναι δυνατό να αναπτύξουν θερμοκρασίες μέχρι και 120⁰C πάνω από την θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Ο βαθμός απόδοσης των συλλεκτών συνήθως δε μεταβάλλεται σημαντικά καθ ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Χρησιμοποιούνται ευρύτατα τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας για εγκαταστάσεις θέρμανσης χώρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΛΕΒΗΤΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ

4.1 ΛΕΒΗΤΕΣ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

4.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία στους χώρους ενός κτιρίου, πρέπει να εξασφαλιστεί κατάλληλη πηγή θερμότητας και σύστημα μεταφοράς της στα κατάλληλα σημεία. Ο συνηθέστερος τρόπος παραγωγής θερμότητας είναι η καύση στερεών, υγρών ή αερίων καυσίμων στον λέβητα κάθε εγκατάστασης.

Ο λέβητας των κεντρικών θερμάνσεων που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις τις οποίες καλύπτει η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421/2 προορίζονται για τη θέρμανση νερού μέχρι θερμοκρασίας 110 °C και πίεση λειτουργίας μέχρι 6 bar. Για δίκτυα που λειτουργούν με ατμό ή υψηλότερες θερμοκρασίες ή πιέσεις, πρέπει να γίνονται ειδικές αναφορές σε αυστηρότερους κανονισμούς και τεχνικές προδιαγραφές.

4.1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΛΕΒΗΤΑ

Ο λέβητας είναι μία μεταλλική κατασκευή στην οποία γίνεται η μετάδοση της θερμότητας που παράγεται από την καύση του καυσίμου, σε ένα ρευστό το οποίο μπορεί να είναι το νερό, ο αέρας, το λάδι, ή ο ατμός.

4.1.3 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ

Οι λέβητες διακρίνονται σε:

Αναλόγως του υλικού κατασκευής τους :

- Χυτοσιδήρους λέβητες.
- Χαλύβδινους λέβητες.

- Χάλκινους λέβητες.
- Ανοξειδωτους λέβητες.

Αναλόγως του καυσίμου σε:

- Λέβητες στερεών καυσίμων.
- Λέβητες αερίων καυσίμων.
- Λέβητες υγρών καυσίμων.
- Λέβητες βιομάζας.

Αναλόγως της θερμικής τους ισχύος σε:

- Μεγάλους λέβητες (270.000 – 817.000 Kcal/h)
- Μεσαίους λέβητες (100.000 – 258.000 Kcal/h)
- Μικρούς λέβητες (23.000 – 98.000 Kcal/h)

Αναλόγως του φορέως θερμότητας σε:

- Λέβητες ατμού χαμηλής πίεσης.
- Λέβητες ατμού υψηλής πίεσης.
- Λέβητες αέρος (αερολέβητες).
- Λέβητες νερού.
- Υπέρθερμου νερού.

Αναλόγως της πίεσης που επικρατεί στο θάλαμο καύσης σε:

- Λέβητες πιεστικούς ή υψηλής αντίθλιψης λέβητες.
- Λέβητες χαμηλής αντίθλιψης.
- Λέβητες ατμοσφαιρικούς.

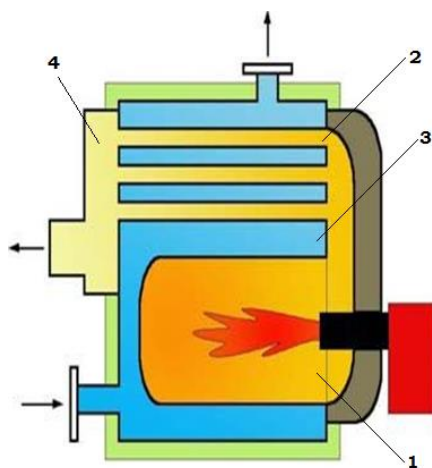
4.1.4 ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ

4.1.4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι λέβητες αυτοί κατασκευάζονται από χαλυβδοελάσματα κατάλληλα διαμορφωμένα σε κύλινδρο και στράντζα και από σωλήνες χωρίς ραφή. Σαν μέθοδος κατασκευής χρησιμοποιείται η ηλεκτροσυγκόλληση.

4.1.4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΡΩΝ

Ο χαλύβδινος λέβητας της **εικόνας 2.18** αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:



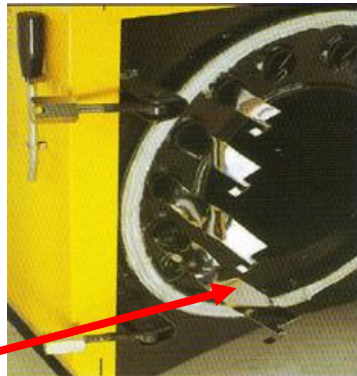
Εικ. 4.1: Τομή χαλύβδινου λέβητα.

1. Το φλογοθάλαμο ή θάλαμο καύσης, όπου γίνεται η καύση του καυσίμου.
2. Τους φλογαυλούς ή αεραυλούς ή καπναυλούς, οι οποίοι δημιουργούν τη διαδρομή των καυσαερίων

3. Το θάλαμο του εργαζόμενου μέσου, το οποίο μπορεί να είναι:
 - α) το νερό οπότε έχουμε υδροθάλαμο
 - β) ο αέρας οπότε έχουμε αεροθάλαμο,
 - γ) ο ατμός οπότε έχουμε ατμοθάλαμο
4. Τον καπνοθάλαμο όπου συγκεντρώνονται τα καυσαέρια πριν πάνε στη καμινάδα.

Η απολαβή της θερμότητας γίνεται:

1. Στο θάλαμο καύσης, κυρίως με ακτινοβολία.
2. Στους αεραλούς με επαφή – μεταφορά, εδώ τοποθετούνται και επιβραδυντές των καυσαερίων οι οποίοι συνήθως έχουν μορφή ελατηρίου ή πτερυγίων.



Επιβραδυντής καυσαερίων

Εικ. 4.2: χαλύβδινος λέβητας.

4.1.4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ

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

- ↪ Παρουσιάζουν εξαιρετική συμπεριφορά σε αντίθεση με τους χυτοσιδηρούς λέβητες στα θερμικά φορτία (σοκ) και στην έλλειψη νερού.

- ↪ Λόγω της καύσης με υπερπίεση, αυτοί οι λέβητες επηρεάζονται σε μικρό βαθμό από τον ελκυσμό της καμινάδας, με αποτέλεσμα να μην μειώνεται η απόδοσή τους.
- ↪ Μικρότερο βάρος.
- ↪ Δυνατότητα επισκευής με συγκόλληση.
- ↪ Καταλληλότητα για υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις.
- ↪ Περισσότερες δυνατότητες διαμορφώσεως στην κατασκευή.
- ↪ Μεγαλύτερες θερμαντικές ισχύεις.

4.1.4.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ

Ως μειονεκτήματα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε τα ακόλουθα:

- ↪ Το μικρότερο χρόνο ζωής τους, σε σύγκριση με τους χυτοσιδηρούς λέβητες.
- ↪ Τη μη δυνατότητα επαύξησης της θερμικής ισχύος τους, σε περιπτώσεις επέκτασης της οικοδομής. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να προβλέπονται τα απαιτούμενα θερμικά φορτία για τους μελλοντικούς ορόφους.
- ↪ Την ευπάθεια τους στη διάβρωση ιδιαίτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας.

4.2 ΧΥΤΟΣΙΔΕΡΕΝΙΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ

4.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πρώτοι χυτοσιδερένιοι λέβητες κατασκευάστηκαν το 1870. Χρησιμοποιούνται δηλαδή πάνω από ένα αιώνα και λειτουργούσαν αρχικά με καύση στερεών καυσίμων.

Ένα βασικό πλεονέκτημα τους είναι, ότι κατασκευάζονται σε τμήματα (στοιχεία) τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα της συναρμολόγησης του λέβητα εντός του λεβητοστασίου.

Έτσι, επιλύεται το σημαντικό πρόβλημα της μεταφοράς του λέβητα μέσα στο λεβητοστάσιο.



Εικ. 4.3: Χυτοσίδηρος λέβητας πετρελαίου.

4.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΥΤΟΣΙΔΕΡΕΝΙΟΥ ΛΕΒΗΤΑ

Οι χυτοσιδερένιοι λέβητες 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 την θερμαντική ικανότητα του λέβητα.

Υπάρχει δυνατότητα όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η προσθήκη ενός ή περισσοτέρων στοιχείων, όταν απαιτείται επαύξηση της θερμαντικής ισχύος του λέβητα, ή και αντικαταστάσεως τους σε περίπτωση βλάβης.

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



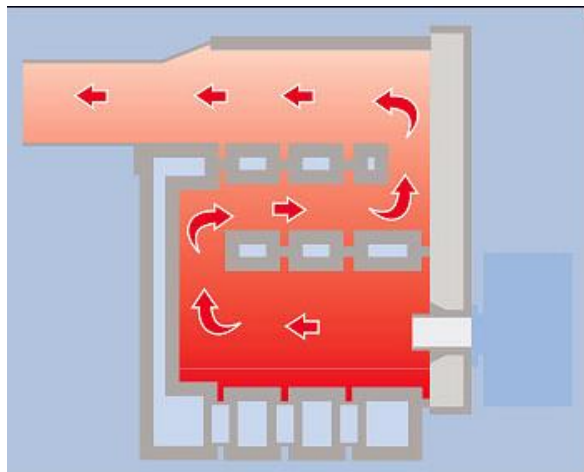
Εικ 4.4: Τομή χυτοσιδερένιου λέβητα.



Εικ 4.5: Χυτοσιδηρό στοιχείο λέβητα.

4.2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Κατά την καύση στην εστία του λέβητα παράγονται καυσαέρια τα οποία μέσω καθέτων και οριζοντίων φλογαυλών, οδηγούνται προς τον καπναγωγό προσδίδοντας έτσι σημαντικό μέρος της θερμότητας τους στο νερό **Εικ. 2.23**.



Εικ 4.6: Διαδρομή καυσαερίων.

Ο συγκεκριμένος λέβητας έχει κατασκευασθεί με τρεις (3) διαδρομές καυσαερίων.

Τόσο στην εστία όσο και στους φλογαυλούς έχουν διαμορφωθεί εσωτερικά κατά την χύτευση πτερύγια. Τα πτερύγια αυτά έχουν διπλό σκοπό, αφενός την αύξηση της επιφάνειας συναλλαγής της θερμότητας, και αφετέρου τη δημιουργία στροβιλισμού, προσφέροντας κατ' αυτό τον τρόπο την τελειότερη καύση του μίγματος πετρελαιου και ατμοσφαιρικού αέρα.

Αυτό αποδεικνύεται κατά την μέτρηση της ποιότητας των καυσαερίων, όπου το CO₂ εμφανίζεται υψηλό, το CO μηδενικό και ο δείκτης της αιθάλης χαμηλός.

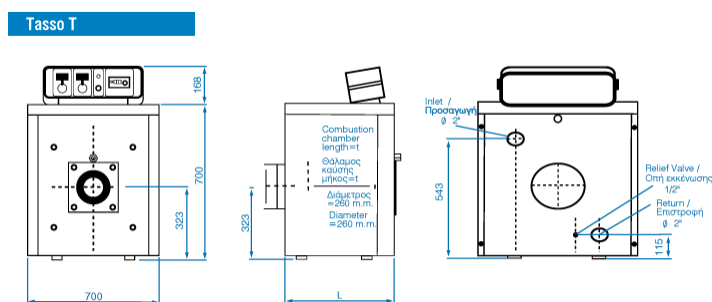
4.2.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΑΝΤΕΜΕΝΙΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ

Παρακάτω παρουσιάζονται διάφορα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός μαντεμένου λέβητα.

Θερμική ισχύς από 23.000 kCal/h – 98.000Kcal/h

Πίεση λειτουργίας 4bar

Πίεση δοκιμής 7.8 bar



Εικ. 4.7: Διαστάσεις μαντεμένου λέβητα Tasso σειράς T.

Τύπος	Στοιχεία	Θερμική ισχύς Kcal/h		Κ εξωτερική διάμετρος καπνοδόχου mm	Αντίθλιψη mm ΥΣ	Διαστάσεις mm		Βάρος Kg	
		Έξοδος Κουσαερίων max 185 C	Έξοδος Κουσαερίων max 205 C			L	t	Λέβητας	Νερό
T3	3	23.000	27.000	150	0,5	594	295	178	16
T4	4	32.000	38.000	150	1,1	725	423	221	21
T5	5	44.000	48.000	180	2,0	856	551	264	26
T6	6	60.000	66.000	180	5,1	987	679	307	31
T7	7	75.000	82.000	180	6,4	1118	807	349	36
T8	8	90.000	98.000	180	8,4	1249	935	392	41

Πίνακας 4.8: Τεχνικά χαρακτηριστικά μαντεμένων λεβήτων Tasso σειράς T.

4.2.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ

Δεν διαβρώνονται και επομένως έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Από παλιά είναι γνωστή η μεγάλη ανθεκτικότητα του χυτοσίδηρου σε αντίθεση με το χάλυβα στις διαβρώσεις διαφόρων χημικών ενώσεων, γεγονός που οφείλετε κυρίως στις ιδιότητες του επιφανειακού στρώματος του χυτοσίδηρου που σχηματίζεται κατά την χύτευση. Το στρώμα αυτό εφόσον παραμείνει ακατέργαστο έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε πυρίτιο (Si), το οποίο συντελεί στην πολύ μεγάλη ανθεκτικότητα στις προσβολές των διαφόρων χημικών ενώσεων. Οι ενώσεις αυτές (ενώσεις θείου, αζώτου, καθώς και διαφόρων αλάτων) σχηματίζονται κατά την υγροποίηση των καυσαερίων, είτε εντός του λέβητα όταν λειτουργεί σε χαμηλές θερμοκρασίες είτε εκτός αυτού. Αυτές οι υγροποιήσεις οφείλονται είτε στην εκλογή ακατάλληλου μπέκ στο καυστήρα με αποτέλεσμα τα καυσαέρια να έχουν χαμηλή θερμοκρασία κατά την έξοδο τους από τον λέβητα, είτε στις ακατάλληλες καπνοδόχους (παλαιές κατασκευές μεγάλων διαστάσεων, χωρίς μόνωση κλπ.)

Μεταφέρονται και τοποθετούνται εύκολα. Οι χυτοσίδηροι λέβητες μεταφέρονται εύκολα σε στοιχεία και τοποθετούνται με μεγάλη ευχέρεια, ακόμα και στα πιο “προβληματικά” λεβητοστάσια, γιατί μπορούν να συναρμολογηθούν επί τόπου.

Είναι ανθεκτικότεροι στη στατική πίεση. Η ανώτερη δηλαδή επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας των χυτοσιδηρών λεβήτων είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη των χαλύβδινων τουλάχιστον κατά 30%.

Έχουν μικρότερη αντίθλιψη λειτουργίας. Η αντίθλιψη των χυτοσιδηρών λεβήτων είναι μικρότερη εκείνης των χαλύβδινων τόσο κατά την έναυση, όσο και κατά τη λειτουργία τους. Η μεγάλη αντίθλιψη δημιουργεί αιθάλη στο εσωτερικό, που ρυπαίνει το λέβητα και δυσκολεύει τη λειτουργία του καυστήρα, με αποτέλεσμα μια διαρκή κακή καύση.

4.2.6 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ

Ως μειονεκτήματα των χυτοσιδηρών λεβήτων, θα μπορούσαν να θεωρηθούν:

- ↪ Το σχετικό υψηλό κόστος που προκύπτει τόσο από τη μέθοδο της κατασκευής τους όσο και από την αυξημένη ποσότητα του χυτοσιδήρου, ο οποίος απαιτείται για την κατασκευή τους.
- ↪ Το αυξημένο βάρος τους, σε σύγκριση με χαλύβδινους λέβητες ίδιας θερμικής ισχύος.
- ↪ Η ευθραυστότητα των στοιχείων τους, δηλαδή η ευπάθεια στις κρούσεις και τις απότομες θερμικές μεταβολές.
- ↪ Η αδυναμία επισκευής τεμαχίων που παρουσιάζουν διαρροή, γιατί δεν είναι δυνατή η προσθήκη υλικών ή τεμαχίων με συγκόλληση. Κάθε ελαττωματικό στοιχείο πρέπει να αντικατασταθεί με νέο ακριβώς όμοιο, πράγμα όχι ιδιαίτερα εύκολο για παλιούς λέβητες και μοντέλα που δεν κατασκευάζονται ποια.

4.3 ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΕΒΗΤΑ

4.3.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

Ο βαθμός απόδοσης του λέβητα ορίζεται ως ο λόγος της θερμικής ισχύος $Q_{\Theta N}$ του παραγόμενου θερμού νερού, ως προς την παρεχόμενη ισχύ καυσίμου Q_K :

$$\eta_{\Lambda} = Q_{\Theta N} / Q_K$$

$$Q_K = m_k K \Theta \Delta$$

$$Q_{\Theta N} = m_N C_p \Delta T$$

όπου

m_k (kg/h) είναι η παροχή καυσίμου,

m_N είναι η παροχή θερμού νερού στον λέβητα (kg/h),

C_p είναι η θερμοχωρητικότητα του νερού (4,186 KJ/Kg °C),

ΔT είναι η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού από τον λέβητα (συνήθως $\Delta T \sim 20^\circ\text{C}$)

4.3.2 ΕΠΟΧΙΑΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Οι λέβητες κεντρικής θερμάνσεως σπανίως λειτουργούν σε πλήρες φορτίο, δηλαδή στο μέγιστο της θερμικής τους ισχύος. Αυτό συμβαίνει μόνο μερικές ώρες τον χρόνο όπου η εξωτερική θερμοκρασία ευρίσκεται στα ελάχιστα σημεία του έτους (στο Ηράκλειο περί τους 3°C). Τις περισσότερες ώρες της περιόδου θέρμανσης, ο λέβητας λειτουργεί σε μερικό φορτίο $\varphi = \Phi_{KL}/\Phi_{KL,o}$ το οποίο παραμένει κάτω από το 50%, διότι η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος κυμαίνεται κατά κανόνα μεταξύ 10 και 17°C . Η παράμετρος Φ_{KL} σημαίνει την παροχή καυσίμου στον καυστήρα του λέβητα ενώ $\Phi_{KL,o}$ σημαίνει την μέγιστη παροχή καυσίμου στο καυστήρα (ονομαστική φόρτιση).

4.3.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΘΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΠΟ ΜΕΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Η μέθοδος αυτή εξετάζει τον περιοδικό τρόπο λειτουργίας ενός λέβητα-καυστήρα και λαμβάνει υπ' όψιν τις απώλειες τόσο κατά τον χρόνο λειτουργίας του καυστήρα, όσο και τις απώλειες του λέβητα όταν ο καυστήρας είναι κλειστός. Οι απώλειες αυτές του λέβητα περιλαμβάνουν :

- 1) τις απώλειες καυσαερίων, οι οποίες προσδιορίζονται από τον εσωτερικό βαθμό αποδόσεως της καύσεως η_{LE}
- 2) τις απώλειες θερμότητας μέσω ακτινοβολίας και συναγωγής από το κέλυφος του λέβητα προς το περιβάλλον $\Pi_{L,KEA}$
- 3) τις απώλειες θερμότητας μέσω του εξαερισμού της καμινάδας όταν ο καυστήρας είναι κλειστός $\Pi_K, EKTOΣ$.

Οι απώλειες 1) υφίσταται μόνο κατά την διάρκεια λειτουργίας του καυστήρα ενώ αντιθέτως οι απώλειες 3) μόνο όταν ο καυστήρας είναι κλειστός. Οι απώλειες 2) ισχύουν καθ' όλη την διάρκεια λειτουργίας του λέβητα, δηλαδή καθ' όσον ο λέβητας λειτουργεί η παραμένει σε ετοιμότητα λειτουργίας (θερμή εφεδρεία).

Για την εκτίμηση του εποχιακού βαθμού αποδόσεως ακολουθείται η εξής διαδικασία:

- i. Μέτρηση του εσωτερικού βαθμού απόδοσης της καύσης $n_{ΛΕ}$
- ii. Εκτίμηση του συντελεστή απωλειών κελύφους του λέβητα $\Pi_{Λ,ΚΕΛ}$
- iii. Εκτίμηση των απωλειών αναμονής καμινάδας $\Pi_{Κ, ΕΚΤΟΣ}$
- iv. Εκτίμηση του μέσου ποσοστού εποχιακού φορτίου $\varphi\%$, το οποίο σε ετήσια βάση λαμβάνεται περί το 38% για ένα λέβητα ορθά διαστασιολογημένο. Αντίθετα για ένα λέβητα υπερδιαστασιολογημένο, δηλαδή με διπλάσια θερμική ισχύ απ' ότι απαιτείται για την πιο κρύα ημέρα του έτους, το μέσο εποχιακό φορτίο λειτουργίας πέφτει στο $38\%/2 = 19\%$.

Βάσει των παραπάνω λοιπόν ο εποχιακός βαθμός απόδοσης δίδεται από τον παρακάτω τύπο:

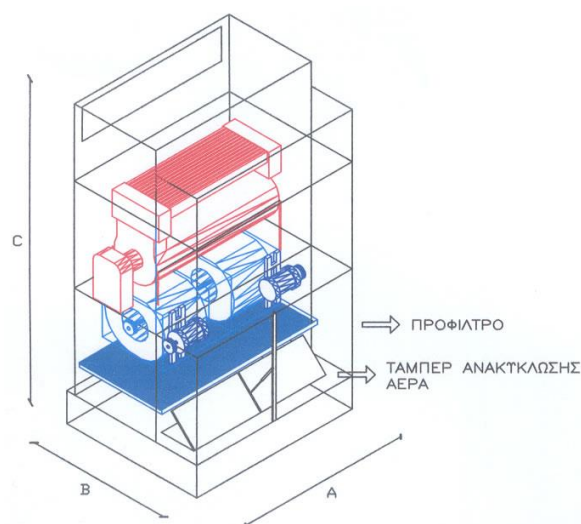
$$n_{Λ.ΕΠΟΧ} = n_{ΛΕ} - \left(\frac{1}{\varphi} - 1 \right) \Pi_{Κ, ΕΚΤΟΣ} - \frac{1}{\varphi} \Pi_{Λ,ΚΕΛ}$$

4.4 ΑΕΡΟΛΕΒΗΤΕΣ

Αερολέβητες ονομάζονται οι λέβητες εκείνοι, που ζεσταίνουν αέρα που μεταφέρεται στους προς θέρμανση χώρους μέσω αεραγωγών.

Ο αερολέβητας αποτελείται από τον φλογοθάλαμο, τους φλογαυλούς, τον ανεμιστήρα και τα όργανα ελέγχου.

Ένας καυστήρας υγρών ή αερίων καυσίμων θερμαίνει την επιφάνεια του φλογοθαλάμου και τους φλογαυλούς. Ένας ανεμιστήρας μεταφέρει τον αέρα μέσα στο λέβητα όπου έρχεται σε επαφή με τη θερμή επιφάνεια του φλογοθαλάμου και των φλογαυλών, ζεσταίνεται και κατόπιν διοχετεύεται με αεραγωγούς στους προς θέρμανση χώρους.



Εικ. 4.9: Σκαρίφημα αερολέβητα

Ο αέρας που θερμαίνεται στους αερολέβητες μπορεί να προέρχεται είτε από το ίδιο το χώρο που θερμαίνεται (ανακυκλοφορία αέρα) είτε από το εξωτερικό περιβάλλον. Αυτό εξαρτάται από την χρήση των χώρων. Για παράδειγμα σε ένα εργαστήριο ηλεκτροσυγκολλήσεων είναι επικίνδυνο και καθόλου υγιεινό να γίνεται ανακυκλοφορία του αέρα.

Για λόγους ασφαλείας, συνήθως υπάρχει κατάλληλος αυτοματισμός ώστε να μην είναι δυνατή η εκκίνηση του καυστήρα αν πρώτα δεν έχει ξεκινήσει η ροή του αέρα από τον ανεμιστήρα.

Ένας θερμοστάτης ελέγχει τη θερμοκρασία εξόδου του αέρα και διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα αν περάσει την επιλεγμένη τιμή, η θερμοκρασία αυτή ρυθμίζεται ανάλογα με τη χρήση από 40 °C έως 85 °C. Εν σειρά με το θερμοστάτη αυτό συνδέεται και θερμοστάτης ασφαλείας που διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα στους 90 °C.

4.5 ΛΕΒΗΤΕΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ

Η τεχνολογία συμπύκνωσης είναι μια αποδεδειγμένα αποδοτική μέθοδος εξοικονόμησης ενέργειας σε λέβητες με καύσιμο φυσικό αέριο/υγραέριο ή πετρέλαιο αφού εκμεταλλεύεται πλήρως τη χρήσιμη ενέργεια από την καύση. Όπως και στους λέβητες χαμηλών θερμοκρασιών, ακολουθείτε η αρχή ο λέβητας να παράγει ζεστό νερό τέτοιας θερμοκρασίας τόση ώστε να καλύψει την τρέχουσα απαίτηση θέρμανσης (βάση εξωτερικής θερμοκρασίας) ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας.

Ενώ στους λέβητες χαμηλών θερμοκρασιών, η συμπύκνωση των καυσαερίων και άρα το βρέξιμο των επιφανειών θέρμανσης πρέπει να αποφευχθούν, η τεχνολογία συμπύκνωσης λειτουργεί με τους αντίθετους κανόνες: εδώ η συμπύκνωση των καυσαερίων είναι πραγματικά ιδιαίτερα επιθυμητή και απαιτείται για να μετατρέψει τη λανθάνουσα (κρυμμένη) ενέργεια που περιέχεται στον υδρατμό, μαζί με την πραγματική θερμότητα που εκλύεται από τα καυσαέρια, σε χρήσιμη θερμότητα.

Επίσης, με την τεχνολογία συμπύκνωσης η θερμότητα που χάνετε στην καμινάδα μειώνετε αισθητά, αφού πλέον η θερμοκρασία των καυσαερίων που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα είναι πολύ χαμηλή.

Το συμπύκνωμα διαμορφώνετε από τους υδρατμούς που περιλαμβάνονται στα καυσαέρια από την καύση του πετρελαίου ή του αερίου, εάν η θερμοκρασία στα

τοιχώματα του λέβητα στο χώρο καύσης από την πλευρά των καυσαερίων είναι κάτω από το σημείο υγροποίησης. Το σημείο υγροποίησης είναι διαφορετικό όταν το καύσιμο είναι αέριο και διαφορετικό όταν το καύσιμο είναι πετρέλαιο λόγω της διαφορετικής χημικής σύστασης των δύο καυσίμων. Συνήθως στους λέβητες που χρησιμοποιούν ως καύσιμο αέριο το σημείο υγροποίησης είναι περίπου στους **57°C** ενώ όταν το καύσιμο είναι πετρέλαιο το σημείο υγροποίησης είναι περίπου **47°C**. Το θεωρητικό ενεργειακό κέρδος όταν το καύσιμο είναι αέριο στους λέβητες συμπύκνωσης, έναντι των λεβήτων χαμηλών θερμοκρασιών, είναι 11%, ενώ όταν το καύσιμο είναι πετρέλαιο, το μέγιστο κέρδος μέσω της χρήσης της τεχνολογίας συμπύκνωσης είναι 6%.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν στον τελικό καταναλωτή με την τεχνολογία συμπύκνωσης είναι ιδιαίτερα προφανή σε συστήματα που λειτουργούν με χαμηλές θερμοκρασίες όπως είναι η θέρμανση δαπέδου. Οι λέβητες που λειτουργούν σε μία σταθερή υψηλή θερμοκρασία παρουσιάζουν σημαντικά αυξημένη κατανάλωση λόγω του ότι, παρότι η απαιτούμενη θερμοκρασία λειτουργίας της θέρμανσης απαιτεί χαμηλές θερμοκρασίες ο λέβητας συνεχίζει και λειτουργεί σε υψηλή θερμοκρασία καταναλώνοντας περισσότερο καύσιμο. Στους λέβητες με τεχνολογία συμπύκνωσης ο λέβητας παράγει νερό χαμηλής θερμοκρασίας όσο απαιτείτε για την θέρμανση των χώρων επιτυγχάνοντας συνεχή συμπύκνωση σε όλη την διάρκεια λειτουργίας του και άρα μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας. Είναι εξίσου σημαντική η ελαχιστοποίηση των απωλειών ενέργειας που επιτυγχάνετε τόσο από το κέλυφος του ίδιου του λέβητα τόσο και προς την καμινάδα.

Η τεχνολογία συμπύκνωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο σε συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών αλλά και σε συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν με υψηλές θερμοκρασίες (75/60°C), αφού και σε αυτά τα συστήματα η πραγματική θερμοκρασία του νερού στην επιστροφή του λέβητα είναι κάτω από το σημείο υγροποίησης στο 90% της συνολικής λειτουργίας του λέβητα και άρα επιτυγχάνουμε σημαντικό βαθμό συμπύκνωσης και άρα εξοικονόμηση.

Η επιλογή των κατάλληλων υλικών για την κατασκευή των λεβήτων συμπύκνωσης παίζει μεγάλο ρόλο ώστε να αποφύγουμε ζημιές στο λέβητα λόγω της διάβρωσης. Επειδή όταν γίνεται συμπύκνωση των καυσαερίων το διοξείδιο του άνθρακα CO₂

που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της καύσης, σε συνδυασμό με το άζωτο N₂ που περιέχεται στο αέριο αντιδρά και γίνεται νιτρικό οξύ ενώ όταν το καύσιμο είναι πετρέλαιο λόγω του θείου (S) που περιέχει γίνεται θειικό οξύ όλες οι επιφάνειες ανταλλαγής θερμότητας των λεβήτων που έρχονται σε επαφή με το συμπύκνωμα πρέπει να γίνουν από τα υλικά που παραμένουν απρόσβλητα από τη χημική επίθεση των συστατικών της συμπύκνωσης. Ο ανοξειδωτος χάλυβας έχει αποδειχθεί το ιδανικό υλικό.



Εικ. 4.10: Λέβητας Συμπύκνωσης .

4.6 ΛΕΒΗΤΕΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

4.6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η συνεχιζόμενη αύξηση της τιμής του πετρελαίου και των υπόλοιπων (παραδοσιακών) καυσίμων στις μέρες μας, είχε σαν αποτέλεσμα την μεταστροφή των καταναλωτών σε οικονομικότερα καύσιμα όπως το ξύλο pellet, κτλ

4.6.2 ΚΑΥΣΗ ΞΥΛΟΥ

Η απόδοση ενέργειας όλων των καυσίμων, αποδίδεται από το (φυσικό) μέγεθος που ονομάζουμε ``θερμογόνο δύναμη'', η οποία εκφράζει την απόδοση ενέργειας κατά την καύση μιας μονάδας καυσίμου (συνήθως kg ή lt).

Η θερμογόνος δύναμη του πετρελαίου μετράται σε ενέργεια/λίτρο, είναι σταθερή και ισούται με 11,9kwh/lt ή (10.220kcal/lt).

Η θερμογόνος δύναμη του ξύλου μετράται σε ενέργεια/kg καυσίμου και δεν είναι σταθερή, αφού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, με κυριότερους το είδος του ξύλου και την περιεχόμενη υγρασία.

Στη χώρα μας, τα πιο συνηθισμένα είδη ξύλου είναι ο δρύς, η οξιά, η ελιά και τα κωνοφόρα δένδρα. Η καύση των ξύλων αυτών διαφέρει αρκετά. Στην παρακάτω εικόνα δίδεται η θερμογόνος δύναμη για κάθε είδος ξύλου για υγρασία ~12%.

Είδος Ξύλου	Θερμογόνος Δύναμη Kcal/Kg	
	Ξύλο	Φλοιός
Έλατο	4430-4650	6080
Ερυθρέλατο	4500-4700	4900
Πεύκο	4780-6790	5040-5980
Κυπαρίσσι	5290	-
Δρύς	4390-5280	4140
Οξιά	4500-4870	5340
Ακακία	4500	-
Σκλήθρα	4300-4400	4670
Τάυρος	4060	-
Λεύκη	4120-5350	4240-4670
Ιτιά	4190-4260	-

Εικ. 4.11: Συγκεντρωτικός πίνακας θερμογόνου δύναμης στερεάς καύσιμης ύλης.

Για χονδρικούς υπολογισμούς μπορεί κάποιος να θεωρήσει ότι η θερμογόνος δύναμη του ξύλου είναι περίπου 4.500kcal/kg για υγρασία <10%, και 3.500 kcal/kg για υγρασία μεταξύ 10 και 20% (συνηθέστερη περίπτωση για τη χώρα μας).

Εκτός από την θερμογόνο δύναμη, τα διαφορετικά είδη ξύλου καίγονται με διαφορετικό τρόπο.



Εικ. 4.12: Καύσιμη ξυλεία δρύς



Εικ. 4.13: Καύσιμη ξυλεία ελιά

Ο δρύς και η ελιά, είναι ξύλα δύσκολα στο άναμα, αλλά όταν αρχίσει η καύση τους καίγονται αργά με χαμηλή φλόγα που την διατηρούν για πολλές ώρες, ιδιότητες που τα καθιστούν ιδανικά καύσιμα για βαριά συνεχόμενη χρήση.



Εικ. 4.14: Καύσιμη ξυλεία οξιά



Εικ. 4.15: Καύσιμη ξυλεία πεύκο

Η οξιά, ανάβει πιο εύκολα και καίγεται με πιο δυνατή φλόγα. Θεωρείτε ιδανικό καύσιμο για τζάκια, ειδικά αν είναι στεγνή.

Τα κωνοφόρα όπως το πεύκο, το έλατο, και τα ρητινώδη όπως η ιτιά και η λεύκα ανάβουν εύκολα, καίγονται με δυνατή φλόγα, αλλά κατά την καύση τους δημιουργείτε καπνός που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στη λειτουργία του ξυλολέβητα, ειδικά αν αυτός δεν έχει εγκατασταθεί σωστά.

Η χρήση μπριγκετών, εξασφαλίζει ελεγχόμενη υγρασία και σταθερότητα στην ποιότητα του καυσίμου και άρα της καύσης. Είναι ακριβότερες αλλά προσφέρουν μια σειρά από πλεονεκτήματα όπως καθαριότητα, εύκολη αποθήκευση (παλέτα), εύκολο

άναμα, αργή και αποδοτική καύση, σταθερή ισχύ σε συσκευές συνδεδεμένες με το δίκτυο θέρμανσης.



Εικ. 4.16: Μπριγκέτα ξύλου

4.7 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΥΣΗΣ ΞΥΛΟΥ

1. Ατμοποίηση της υγρασίας

Η φάση αυτή ξεκινά όταν τοποθετήσουμε το ξύλο στην ήδη θερμή εστία καύσης. Η ενέργεια από την καύση, καταναλώνεται σε πολύ μεγάλο ποσοστό για την ατμοποίηση της υγρασίας και την απομάκρυνση της από το καύσιμο (ξύλο).

2. Πυρόλυση

Όταν η θερμοκρασία του ξύλου αυξηθεί πάνω από τους 300°C , το στερεό καύσιμο αρχίζει να εξαερώνεται και να μετατρέπεται σε αέριο καύσιμο, το οποίο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (CH₄), ίχνη βαρύτερων υδρογονανθράκων (C₂H₄, C₂H₆ κτλ), μονοξείδιο (CO) και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), υδρογόνο (H₂), υδρατμούς (H₂O) και άζωτο (N₂), καθώς και επιμολυντές (σωματίδια, ενώσεις πίσσας, τέφρα, αμμωνία, οξέα και σύνθετοι υδρογονάνθρακες).

Εφόσον στο χώρο καύσης υπάρχει η απαιτούμενη θερμοκρασία και ποσότητα οξυγόνου, το καύσιμο αυτό αναφλέγεται και συμμετέχει στη καύση. Την διαδικασία αυτή εκμεταλλεύονται οι ξυλολέβητες πυρόλυσης για την αύξηση του βαθμού απόδοσης της καύσης, αλλά το φαινόμενο της πυρόλυσης εμφανίζεται σε όλες τις εστίες καύσης, ανεξαρτήτως αν αυτές έχουν σχεδιαστεί ως πυρόλυσης ή συμβατικές.

Σε περίπτωση που η θερμοκρασία του θαλάμου καύσης είναι μικρότερη από την απαιτούμενη, το αέριο καύσιμο που προκύπτει από την διαδικασία της πυρόλυσης δεν αναφλέγεται, οπότε μεταφέρεται μαζί με τα υπόλοιπα προϊόντα της καύσης (καυσαέρια) μέσω της καπνοδόχου στο εξωτερικό περιβάλλον.

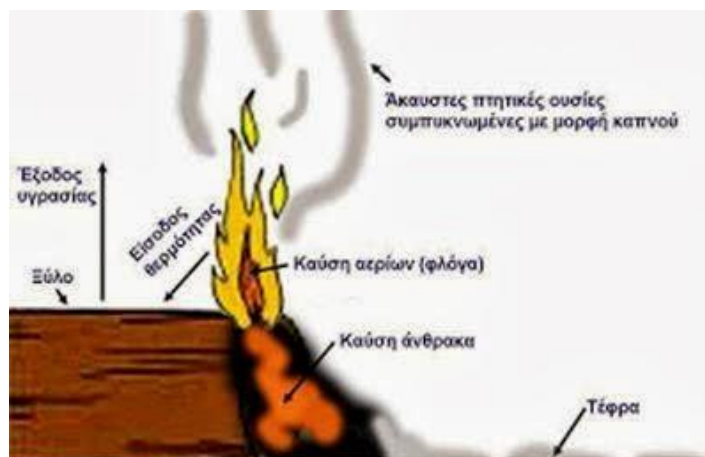
Όταν η θερμοκρασία των καυσαερίων είναι χαμηλή, ή αν η καπνοδόχος μας είναι αμόνωνη, τότε το μίγμα αερίων μετατρέπεται σε κρεόζωτο και δημιουργείται μια σειρά προβλημάτων που έχουν να κάνουν τόσο με τη μόλυνση του περιβάλλοντος, όσο και με την ασφάλεια μας.

3. Ξυλάνθρακας

Όσο προχωρά η διαδικασία της καύσης, η μάζα του ξύλου που μπορεί να εξαερωθεί μετατρέπεται σε αέριο καύσιμο, ενώ η μάζα του ξύλου που δεν μπορεί να

αεριοποιηθεί συρρικνώνεται και μετατρέπεται σε κάρβουνο μέχρι στο χώρο καύσης να μείνει μόνο κάρβουνο που καίγεται, χωρίς φλόγα ή καπνό.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται και τα τρία παραπάνω στάδια της καύσης.



Εικ. 4.17: Τα στάδια της καύσης.

Συνεπώς είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς το πόσο σοβαρό θέμα είναι η επιλογή στεγνών ξύλων για τη καύση.

Όταν σε μια εστία καίμε ξύλα με μεγάλη υγρασία, τότε η αποδιδόμενη θερμότητα στο χώρο δεν θα είναι αυτή που πρέπει, μέχρι τα ξύλα να αποβάλλουν την υγρασία τους και να ξεκινήσει το φαινόμενο της πυρόλησης.

4.8 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

4.8.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι ένα αόρατο, άχρωμο, άγευστο, άοσμο μη ερεθιστικό αλλά πολύ τοξικό/ασφυκτικό αέριο που παράγεται από την ατελή καύση οποιουδήποτε υλικού περιέχει άνθρακα, όπως βενζίνης, ξύλου, κάρβουνου, φυσικού αερίου, προπανίου, πετρελαίου, καπνού του τσιγάρου, μεθανίου, πλαστικού κτλ.

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι εύφλεκτο αέριο, και διαχέεται στο χώρο πολύ γρήγορα.

4.8.2 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Για να λάβει χώρα η εξώθερμη χημική αντίδραση της καύσης, πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμοι τρεις παράγοντες:

1. Καύσιμη ύλη
2. Οξυγόνο (αέρας)
3. Θερμότητα

Στους λέβητες υγρών και αερίων καυσίμων, η παύση της καύσης γίνεται πολύ απλά, με τη διακοπή της ροής του καυσίμου. Με τον τρόπο αυτόν, η φλόγα είναι απολύτως ελεγχόμενη και η λειτουργία του καυστήρα μπορεί να διακοπεί αμέσως μόλις χρειαστεί.

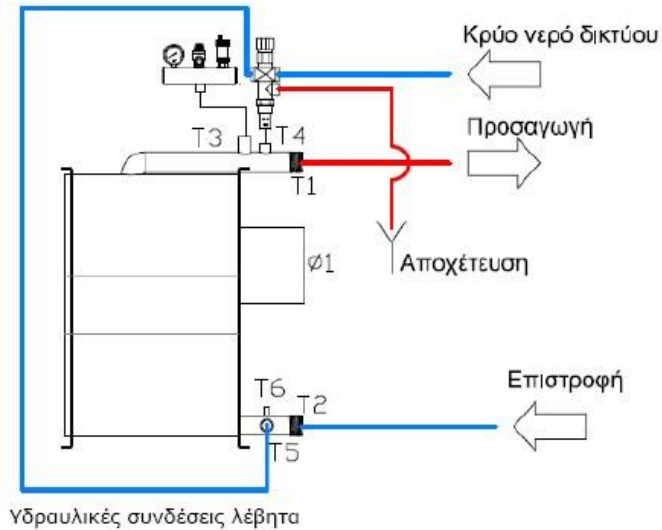
Στους λέβητες στερεών καυσίμων, δεν είναι δυνατή η αυτόματη διακοπή (ή αφαίρεση) του καυσίμου (ξύλου) από τον θάλαμο καύσης. Για τον λόγο αυτόν, ο έλεγχος της καύσης στους λέβητες στερεών καυσίμων, γίνεται με έλεγχο του αέρα καύσης (της ποσότητας οξυγόνου) στο θάλαμο καύσης.

Ο έλεγχος αυτός γίνεται με την βοήθεια τάμπερ αέρα ή και ανεμιστήρων, και όταν απαιτείτε διακοπή της καύσης (π.χ. λόγω υπερθέρμανσης), αυτή γίνεται με διακοπή της παροχής του αέρα καύσης (κλείσιμο των τάμπερ ή του ανεμιστήρα). Έτσι, όσο κι αν αυτό ακούγεται παράξενο η καύση των στερεών καυσίμων, είναι τελικά πιο επικίνδυνη από την καύση των υγρών και αερίων καυσίμων.

Αυτό σημαίνει ότι στις εγκαταστάσεις με ξυλολέβητα, πέρα από τις ασφαλιστικές διατάξεις που προβλέπονται έτσι κι αλλιώς σε όλες τις εγκαταστάσεις θέρμανσης θα πρέπει να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα προστασίας, τα οποία συνήθως είναι ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα:

☞ Διάταξη ψύξης του θαλάμου καύσης με νερό δικτύου

Σε πολλά μοντέλα ξυλολεβήτων και ενεργειακών εστιών, υπάρχει η δυνατότητα ψύξης της κεφαλής του θαλάμου καύσης. Η κεφαλή συνδέεται με το δίκτυο ύδρευσης μέσω μιας αυτόματης θερμοστατικής βαλβίδας που επιτηρεί την θερμοκρασία θαλάμου με το ενσωματωμένο της αισθητήριο.



Εικ. 4.18: Διάταξη ψύξης κεφαλής ξυλολέβητα.

↳ **Θερμοστατική βαλβίδα ασφαλείας για ξυλολέβητα**

Σε περίπτωση υπερθέρμανσης του θαλάμου καύσης (>90 °C), η θερμοστατική βαλβίδα ασφαλείας ανοίγει αυτόματα και κρύο νερό ύδρευσης εισέρχεται στον εναλλάκτη θερμότητας της κεφαλής, ενώ παράλληλα καυτό νερό από το ανώτερο σημείο του θαλάμου αποβάλλεται προς το δίκτυο αποχέτευσης, με συνέπεια την ψύξη του θαλάμου καύσης.

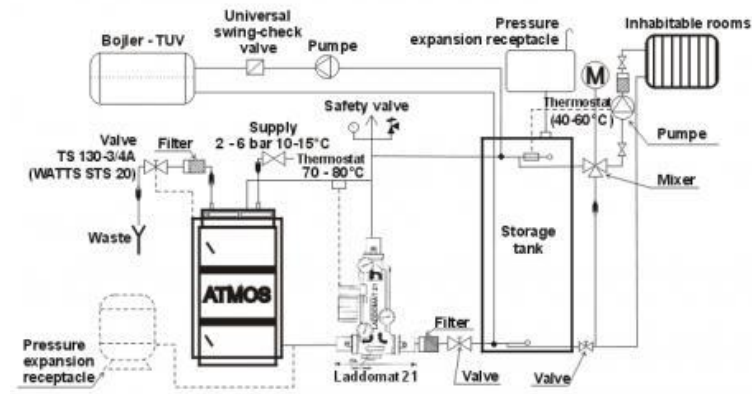


Εικ. 4.19: Θερμοστατική βαλβίδα ασφαλείας.

↳ **Εγκατάσταση δοχείου αδρανείας**

Η εγκατάσταση δοχείου αδρανείας στους ξυλολέβητες κρίνεται απαραίτητη για μια σειρά από λόγους, με κυριότερο την ασφάλεια της εγκατάστασης.

Η ύπαρξη του δοχείου αδρανείας εξασφαλίζει ότι σε περίπτωση υπερθέρμανσης του λέβητα, η πλεονάζουσα ενέργεια του λέβητα θα μπορεί να απορροφηθεί στη μάζα νερού του δοχείου αδρανείας ώστε να μην δημιουργούνται επικίνδυνες καταστάσεις.

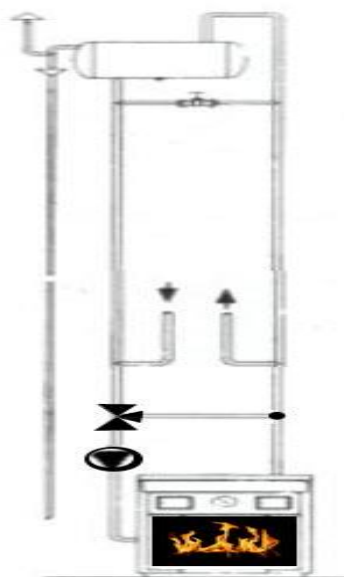


Εικ. 4.20: Σκαρίφημα συνδεσμολογίας λέβητα στερεών καυσίμων με δοχείο αδρανείας.

↳ Εγκατάσταση ανοικτού δοχείου διαστολής όταν δεν εγκαθίσταται δοχείο αδρανείας

Σε περίπτωση που η εγκατάσταση ξυλολέβητα δεν περιλαμβάνει δοχείο αδρανείας, τότε είναι υποχρεωτική η εγκατάσταση ανοικτού δοχείου διαστολής για την ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης.

Η σύνδεση του ανοικτού δοχείου διαστολής γίνεται όπως στο ακόλουθο σχήμα:



Εικ. 4.21: Ανοικτό δοχείο διαστολής σε εγκατάσταση ξυλολέβητα.

↪ Τρίοδη θερμομικτική βαλβίδα

Όπως είναι γνωστό, όταν η καύση του ξύλου γίνεται σε χαμηλή θερμοκρασία θαλάμου, τότε το μίγμα αερίων καυσίμων που δημιουργείτε από την αεριοποίηση του ξύλου δεν καίγεται, αλλά μεταφέρεται (μαζί με άλλα στερεά υπολείμματα του καυσίμου) με τα καυσαέρια στο σύστημα απαγωγής καυσαερίων (καπνοδόχος) όπου ψύχεται περαιτέρω και μετατρέπεται σε κρεόζωτο.

Το κρεόζωτο είναι ένα ελαιώδες κίτρινο υγρό, μίγμα αρωματικών οργανικών ενώσεων που μπορεί να ληφθεί από απόσταξη ξύλων. Το χρώμα του γίνεται μαύρο όταν εκτεθεί στο φως. Έχει ερεθιστική γεύση και διαπεραστική οσμή καπνού και είναι εξαιρετικά εύφλεκτο.

Σε περίπτωση ανάφλεξης του μπορούν να αναπτυχθούν θερμοκρασίες $>1000^{\circ}\text{C}$, κατάσταση πολύ επικίνδυνη για την καπνοδόχο της εγκατάστασης.

Για την αποφυγή δημιουργίας κρεοζώτου, απαιτείται η εγκατάσταση μιας τρίοδης θερμοκιτικής βαλβίδας που λειτουργεί θερμοστατικά.



Εικ. 4.22: Τρίοδη θερμοστατική βαλβίδα.

Η τρίοδη τοποθετείται με τέτοιο τρόπο, ώστε όταν η θερμοκρασία του θαλάμου καύσης είναι μικρότερη από 55°C, η βαλβίδα να επιστρέφει τα νερά στο θάλαμο καύσης, μέχρι να ανέβει η θερμοκρασία του πάνω από 55 °C.

Με την βαλβίδα αυτήν, εξασφαλίζουμε ότι η θερμοκρασία του θαλάμου θα είναι πάντα τέτοια ώστε τα αέρια καύσιμα που δημιουργούνται από την πυρόλυση να καίγονται, και η θερμοκρασία καυσαερίων να είναι τέτοια ώστε να μην υγροποιηθούν πριν την έξοδο τους στο περιβάλλον.

4.9 ΞΥΛΟΛΕΒΗΤΕΣ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ

4.9.1 ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΥΣΗΣ

Πυρόλυση ονομάζουμε τη χημική διάσπαση οργανικών υλικών που λαμβάνει χώρα όταν αυτά θερμαίνονται σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου και άλλων αντιδραστηρίων.

Η εκτενείς πυρόλυση που αφήνει ως κατάλοιπο μόνο άνθρακα ονομάζεται **ανθρακοποίηση**.

Η μετατροπή στερεών καυσίμων σε αέρια με τη μέθοδο της πυρόλυσης ονομάζεται **αεριοποίηση**. Η αεριοποίηση των καυσίμων γίνεται παρουσία ατμού ή αέρα σε ποσότητα μικρότερη από την απαιτούμενη για τέλεια καύση (ατελής καύση).

4.9.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στην περίπτωση του ξύλου, η πυρόλυση μπορεί ανάλογα με την θερμοκρασία που λαμβάνει χώρα να οδηγήσει στην μετατροπή του ξύλου σε κάρβουνο (200-250°C - πυρόλυση) ή σε μίγμα αέριων καυσίμων (800-850°C - αεριοποίηση) με θερμογόνο δύναμη περίπου 8 MJ/m³.

Στους ξυλολέβητες αεριοποίησης (ή πυρόλυσης ή ανεστραμμένης φλόγας), αξιοποιείτε το φαινόμενο της αεριοποίησης για την καύση των ξύλων με την μέγιστη δυνατή απόδοση.

Σε έναν λέβητα πυρόλυσης, η καύση του ξύλου λαμβάνει χώρα σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα την έκλυση του καύσιμου αερίου. Το αέριο που προκύπτει από την αεριοποίηση των ξύλων, αναμιγνύεται με οξυγόνο από το περιβάλλον και καίγεται αποδίδοντας ενέργεια στο νερό του λέβητα.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται ένας τυπικός λέβητας πυρόλυσης.

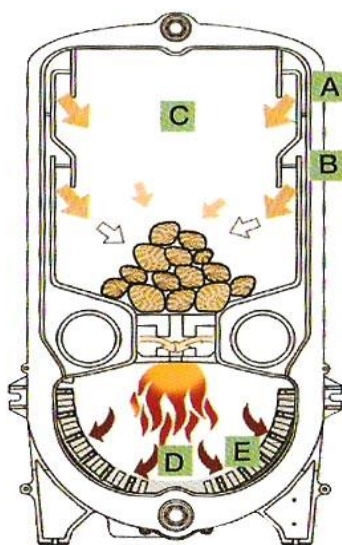


Εικ. 4.23: Λέβητας πυρόλυσης.

Ο λέβητας αποτελείται από τρία κυρίως τμήματα:

Το ανώτερο τμήμα είναι ο **χώρος φόρτωσης**, όπου τοποθετούμε τα καύσιμα ξύλα. Στο θάλαμο αυτό λαμβάνει χώρα η ξήρανση των ξύλων, ενώ στο κατώτερο τμήμα του λαμβάνει χώρα η **αεριοποίηση** των ξύλων και η παραγωγή του καύσιμου αέριου μίγματος.

Το κατώτερο τμήμα είναι ο **χώρος καύσης**, στον οποίο λαμβάνει χώρα η καύση του αέριου μίγματος που παράχθηκε από την πυρόλυση.



Θα μπορούσε κανείς να πει ότι ένας λέβητας πυρόλυσης, είναι λέβητας καύσης αέριων καυσίμων, των αερίων που παράγονται από την αεριοποίηση του ξύλου.

4.9.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΩΝ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ

- Υψηλός βαθμός απόδοσης (ο οποίος μπορεί να φτάσει το 92%)
- Χαμηλή παραγωγή τέφρας που σημαίνει λιγότερο καθαρίσμα
- Μικρότερη παραγωγή καπνού και καθαρότερα καυσαέρια

4.9.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΩΝ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ

Το κύριο μειονέκτημα τους είναι το **υψηλό κόστος αγοράς**, το οποίο αποσβένεται πολύ γρήγορα ειδικά αν φροντίζουμε τα ξύλα να είναι ξερά(υγρασία<20%). Η καύση υγρών ξύλων είναι δυνατή σε ένα λέβητα πυρόλυσης, μειώνει όμως δραματικά τον βαθμό απόδοσης του.

4.10 ΛΕΒΗΤΕΣ PELLET

4.10.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα pellets ή αλλιώς πελλετ, είναι συσσωματώματα βιομάζας ξυλώδους μορφής. Η πρώτη ύλη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή τους είναι υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου, τα δασικά και τα γεωργικά υπολείμματα τα οποία αποξυλώνονται.

Τα pellet χαρακτηρίζονται από υψηλή συνοχή, έχουν κυλινδρικό σχήμα και μήκος 30 - 40 χιλιοστά (μπορεί και μεγαλύτερο) και διάμετρο 6-8 χιλιοστά.

Τα pellet έχουν επίσης πολύ χαμηλή υγρασία, περίπου 8-10% και μεγάλη πυκνότητα, συνήθως μεγαλύτερη >650kg/m³.

Τα pellet είναι λοιπόν στερεά καύσιμα που παράγονται με επεξεργασία βιομάζας. Δεν χρησιμοποιούνται χημικά προϊόντα κατά την επεξεργασία τους, παρά μόνο υψηλή πίεση και ατμός. Αυτό σημαίνει πως κατά την καύση τους απελευθερώνουν το διοξείδιο του άνθρακα που θα απελευθέρωναν σε μη επεξεργασμένη μορφή, το οποίο είχαν απορροφήσει κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Έτσι δεν επιβαρύνουν αλλά αντίθετα είναι φιλικά προς το περιβάλλον.

4.10.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ PELLETS ΞΥΛΟΥ

Η ιστορία της θέρμανσης με συσσωματώματα ξύλου pellet ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του '80 στις ΗΠΑ και τον Καναδά, και εξαπλώθηκε από τη δεκαετία του '90 συνεχώς αυξανόμενη στη Σκανδιναβία. Από το 1999 - 2000, τα pellets ξύλου κατακτούν όλο και περισσότερους καταναλωτές στην κεντρική Ευρώπη, Γερμανία, Αυστρία, Ιταλία, Γαλλία κλπ. Πρόκειται για μια μορφή βιοκαυσίμων με ευρεία διαδεδομένη χρήση και πλήθος εφαρμογών, που αποτελούνται από συσσωματώματα βιομάζας ξυλώδους μορφής. Για την παραγωγή τους ως πρώτη ύλη μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα υπολείμματα επεξεργασίας του ξύλου, τα δασικά υπολείμματα αλλά και γεωργικά υπολείμματα τα οποία αποξυλώνονται. Τα συσσωματώματα είναι τυποποιημένο κυλινδρικό βιολογικό καύσιμο με προδιαγραφές ποιότητας, για την παρασκευή του οποίου δεν χρησιμοποιούνται κόλλες ή χημικά πρόσθετα - μόνο υψηλή πίεση και ατμός, γεγονός που τα καθιστά απόλυτα φιλικά προς το περιβάλλον. Τα pellet αποτελούν πλέον σε παγκόσμια κλίμακα, συμπεριλαμβανομένης και της χώρας μας, εκτός από το ξύλο, τον πιο διαδεδομένο τύπο στερεών καυσίμων.

4.10.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ PELLEΤ - ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Βιομάζα που προέρχεται από την αγροτική παραγωγή, αποτελούν τα υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου, τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα. Με κατάλληλη επεξεργασία τα κατάλοιπα αυτά μετατρέπονται σε σύμπηκτα ή συσσωματώματα βιομάζας (pellets).

Επιλεγμένες αγροτικές καλλιέργειες, χαρακτηριστικές για τον ελληνικό χώρο, παράγουν μετά τη συγκομιδή της σοδειάς τους μεγάλες ποσότητες παραπροϊόντων κατάλληλων προς αξιοποίηση. Καλλιέργειες όπως της ελιάς και των παραπροϊόντων των καρπών της μπορούν να δώσουν σημαντικές ποσότητες βιομάζας, εύκολα μετατρέψιμης σε pellets.

4.10.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ PELLETS ΞΥΛΟΥ

Διάμετρος : 6-8 mm

Πυκνότητα:>650 kg/m³

Μήκος:30-40 mm

Υγρασία:8-10%

Τέφρα:0,5-1,0 %

Θερμική Ενέργεια: 1Kg Pellet=0,5lit Πετρελαίου.



Εικ. 4.24: συσσωματώματα βιομάζας (pellets).

4.10.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ PELLETT

Πρακτικό αφού μεταφέρεται συσκευασμένο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με αυτόματο δοσομετρητή για τροφοδοσία της φωτιάς

Τυποποιημένο καθώς έχουν αναπτυχθεί τεχνικές προδιαγραφές για τη μέγιστη απόδοσή τους (πυκνότητα >650kg/m³, υγρασία <10%, τέφρα 1% μεγ.) και μπορεί να αποθηκευτεί οπουδήποτε χωρίς να αλλοιώνεται, δεδομένου ότι προστατεύεται από τη συσκευασία του

Αποδοτικό λόγω της σταθερής πυκνότητας, χαμηλής υγρασίας, χαμηλό κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης (υπολογίζεται ότι ένα κιλό ισοδυναμεί με 5kWh)

Οικολογικό διότι για τη δημιουργία των pellets δεν απαιτείται να κοπούν δέντρα γιατί παράγεται από απορριφθείσα ή ανακυκλώσιμη ξυλεία και η τέλεια καύση του (ελάχιστο ποσοστό υγρασίας και απουσία χημικών) εκμηδενίζει την ποσότητα της παραχθείσας τέφρας

Μειώνει τα δασικά υπολείμματα: Η καύση των pellets βοηθά ουσιαστικά στη μείωση των δασικών υπολειμμάτων από την παραγωγή ξυλείας και τη βιομηχανία επίπλων

Καθαρή καύση: Τα pellets δεν εκλύουν επικίνδυνα αέρια κατά την καύση τους λόγω της απουσίας χημικών κατά τη διαδικασία παραγωγής

Φθηνό: Τα pellets είναι φθηνότερα από το πετρέλαιο και την ηλεκτρική ενέργεια και παρουσιάζουν μια σταθερότερη πορεία μεταβολής τιμών

Καμία σημαντική αύξηση δεν αναμένεται στην τιμή των στερεών καυσίμων pellet, δεδομένου ότι και ο εσωτερικός ανεφοδιασμός και οι δυνατότητες για εισαγωγές βιολογικών καυσίμων είναι μεγάλη, σε αντίθεση με την αξία του πετρελαίου και της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία έχει αυξηθεί σημαντικά

Βάση ερευνών που έχουν γίνει διεθνώς, 2 κιλά pellets ισοδυναμούν περίπου με 1 λίτρο πετρελαίου. Είναι ξεκάθαρο ότι ο καταναλωτής που θα επιλέξει τη θέρμανση με pellets, θα έχει κόστος θέρμανσης περί τα 0,4 ευρώ (40 λεπτά) ανά λίτρο ισοδύναμου πετρελαίου. Η θέρμανση, λοιπόν με στερεό καύσιμο παρέχει μείωση του κόστους θέρμανσης περίπου κατά 40 - 50% σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης.

4.10.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΒΗΤΑ PELLET

Παρόλο που οι λέβητες που συνδέονται με καυστήρες που καίνε Pellet διαφέρουν μεταξύ τους σε χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος, ο σχεδιασμός ή κάποια επιμέρους στοιχεία λειτουργίας, τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελούνται και στα οποία στηρίζεται η λειτουργία τους είναι σταθερά.



Εικ. 4.25: Λέβητας Pellet.

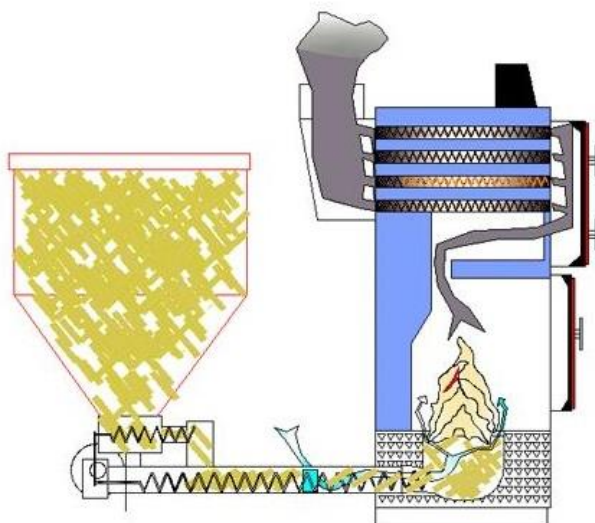
Πρόκειται για πέντε μέρη τα οποία είναι τα ακόλουθα:

1. Η Δεξαμενή

Ο χώρος τοποθέτησης των pellet (tank), κάποιες φορές είναι μέρος του λέβητα ενώ άλλες φορές είναι απλά συνδεδεμένος με τον υπόλοιπο λέβητα με κάποια σωλήνα ή κοχλία. Τα pellet από τη δεξαμενή με κάποιο μέσο προώθησης (κοχλίας, αστεροειδής βαλβίδα κ.α.) προωθείτε στον χώρο καύσης.

2. Ο Χώρος Καύσης

Τα pellet μεταφέρονται στον χώρο αυτό από την δεξαμενή, πάντα όμως με την χρήση διαδρομών ή μηχανισμών που εμποδίζουν την υποχώρηση της φωτιάς στον κύριο χώρο της δεξαμενής. Αυτές οι ασφαλιστικές δικλίδες, είναι παρόμοιες για τους διάφορους τύπους λεβήτων, και περιλαμβάνουν βαλβίδες πυρόσβεσης, επικλινείς "διαδρόμους" από τους οποίους γίνεται η πτώση των pellet στον θάλαμο καύσης κ.α. Στον χώρο καύσης γίνεται το άναμμα, το οποίο όταν είναι αυτόματο γίνεται είτε με χρήση blower θερμού αέρα (ουσιαστικά ένα πιστολάκι υπέρθερμου αέρα), είτε με απλή ηλεκτρική αντίσταση και κατόπιν με τη βοήθεια αέρα που προωθείτε από τον ανεμιστήρα, συντηρείτε και δυναμώνει η φλόγα στον θάλαμο καύσης.



Εικ. 4.26: Τροφοδοσία Pellet στο χώρο καύσης.

3. Διάταξη Ανταλλαγής Θερμότητας

Ο χώρος αυτός είναι ουσιαστικά η διαδρομή από την οποία περνούν τα καυσαέρια κατευθυνόμενα προς την καμινάδα και ο οποίος περιλαμβάνει σωληνώσεις και σκαλοπάτια τα οποία περιέχουν το νερό του λέβητα. Η διαδρομή αυτή είναι λιγότερο ή περισσότερο περίπλοκη ανάλογα με τον σχεδιασμό του λέβητα, και είναι φτιαγμένη ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή απορρόφηση της θερμότητας των καυσαερίων από το νερό. Το κατά πόσον η θερμότητα που παράγεται από την καύση

των pellet μεταδίδεται στο νερό που περιέχουν τα τοιχώματα του λέβητα, είναι και αυτό που καθορίζει την απόδοση του λέβητα.

4. Καπνοδόχος

Η καπνοδόχος είναι ένα από τα σημεία που σε συνδυασμό με την ποιότητα των pellet, βοηθούν την σωστή λειτουργία του λέβητα και είναι κάτι που πρέπει να προσέχετε σε όλες τις εγκαταστάσεις. Κάθε κατασκευαστής έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις για την καμινάδα που πρέπει να τοποθετηθεί στον λέβητα. Είναι απαραίτητο να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες αυτές.

5. Κεντρική Μονάδα Ελέγχου(Υπολογιστής-PLC)

Όλες οι λειτουργίες και τα μέρη του λέβητα pellet, ελέγχονται και προγραμματίζονται από την Μονάδα Ελέγχου που υπάρχει επάνω του. Αυτή η μονάδα χρησιμοποιεί μια σειρά από αισθητήρες ώστε να προσαρμόσει την καύση και την λειτουργία του λέβητα ανάλογα με την ζήτηση θερμότητας από την εγκατάσταση. Το πόσο εξελιγμένο ή όχι είναι το σύστημα ελέγχου σε κάθε λέβητα, προσφέρει αντίστοιχα πολλές ή λίγες δυνατότητες, αλλά και μικρότερη ή περισσότερη οικονομία.

4.10.7 ΚΟΣΤΟΣ PELLEΤ

Το μέσο κόστος αγοράς του Pellet είναι τα 0,27 ευρώ/κιλό.

Βεβαίως, ανάλογα την περιοχή διαφέρει η τιμή του, καθώς και με την ποσότητα που θα αγοραστεί μπορεί να υπάρξει κάποια έκπτωση.

4.10.8 ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΛΕΒΗΤΑ-ΚΑΥΣΤΗΡΑ PELLEΤ

Σίγουρα υπάρχουν διαφοροποιήσεις από εταιρία σε εταιρία, αλλά και διαφοροποιήσεις ανάλογα με το μέγεθος του συστήματος, την κατασκευή του κτλ.

Χονδρικά ωστόσο, μπορούμε να πούμε ότι το μέσο κόστος για μία τέτοια εγκατάσταση κυμαίνεται **3.000** έως **5.000€**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η γεωθερμία ή αλλιώς γεωθερμικό δυναμικό είναι η ενέργεια που αποθηκεύεται στους υδρολογικούς και γεωλογικούς σχηματισμούς στον φλοιό της γης ως θερμότητα σε μια θερμοκρασία σχηματισμού που υπερβαίνει τους 25°C . Οι τιμές της θερμοκρασίας για ένα γεωθερμικό ρευστό είτε πρόκειται για θερμό νερό ή/ και ατμό είτε για θερμό ατμό ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή και κυμαίνονται από 25°C έως 350°C.

Ανάλογα με την θερμοκρασία του ρευστού που ανέρχεται στην επιφάνεια, η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως:

- Υψηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες πάνω από 150 °C)
- Μέσης ενθαλπίας (για θερμοκρασίες 100 °C έως 150 °C)
- Χαμηλής ενθαλπίας (για θερμοκρασίες κάτω από 100 °C)

5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

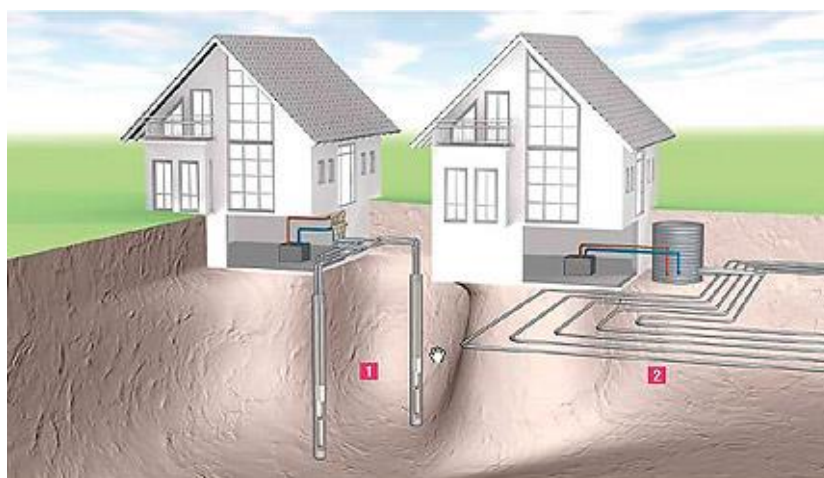
- Ηλεκτροπαραγωγή
- Θέρμανση χώρων
- Ψύξη και κλιματισμός χώρων
- Θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών
- Ιχθυοκαλλιέργειες
- Βιομηχανικές εφαρμογές
- Θερμά λουτρά

5.3 ΑΒΑΘΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Με τον όρο γεωθερμία γίνεται αναφορά κυρίως στην αβαθή γεωθερμία, όπου το βάθος εκμετάλλευσης δεν υπερβαίνει τα 150 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους, και η οποία εφαρμόζεται σε περιοχές όπου δεν είναι χαρακτηρισμένες ως γεωθερμικό δυναμικό της χώρας. Ο λόγος είναι ότι στις χαρακτηρισμένες περιοχές, οι χρήσεις της γεωθερμίας γίνεται για την παραγωγή ηλεκτρικής ή θερμικής ενέργειας και κατόπιν πώληση προς τρίτους, προσελκύνοντας κυρίως το ενδιαφέρον των επενδυτών.

Το μεγάλο πλεονέκτημα της αβαθούς γεωθερμίας έγκειται στο γεγονός ότι είναι διαθέσιμη και εκμεταλλεύσιμη παντού, αξιοποιείτε αρκετά εύκολα ενώ ταυτόχρονα συνδυάζεται με άλλες Α.Π.Ε.

Με τον όρο λοιπόν γεωθερμική ενέργεια εννοούμε την ενέργεια που περιέχεται από το εσωτερικό της γης και είναι τόσο μεγάλη, ώστε μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ανεξάντλητη για τα ανθρώπινα μέτρα.



Εικ. 5.1: Κατακόρυφο και Οριζόντιο σύστημα Γεωθερμίας.

5.4 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η αρχή της γεωθερμικής ενέργειας είναι εξαιρετικά απλή, και βασίζεται κυρίως στη μεταφορά ενέργειας από και προς το έδαφος, εκμεταλλευόμενη τη σταθερή θερμοκρασία που παρουσιάζει η γη (14-20°C) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Συνεπώς, αν εκμεταλλευτούμε την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας, μπορούμε να θερμάνουμε χώρους τον χειμώνα, και να τους ψύξουμε αντίστοιχα το καλοκαίρι.

Αυτό γίνεται με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, ενώ η θερμότητα μεταδίδεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων με νερό, που είτε βρίσκονται σε οριζόντια διάταξη και χαμηλό βάθος, είτε σε κατακόρυφη διάταξη εκμεταλλευόμενοι μία ή περισσότερες γεωτρήσεις που γίνονται γι' αυτό τον λόγο.

Μια γεωθερμική αντλία θερμότητας καταναλώνει συνήθως γύρω στο 25-30% της ενέργειας που αποδίδει.

Έτσι οι χρήστες γεωθερμικής ενέργειας μπορούν να λαμβάνουν έως 75% της απαιτούμενης θερμότητας, δωρεάν από το έδαφος.

5.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Είναι διαθέσιμη όλο το 24ωρο, καθ όλη τη διάρκεια του χρόνου και υπό οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες
- Είναι διαρκώς ανανεώσιμη, καθώς προέρχεται από το εσωτερικό της γής και την ακτινοβολία του ηλίου
- Μπορεί να αξιοποιηθεί με δοκιμασμένες τεχνολογίες ψύξης-θέρμανσης, όπως για παράδειγμα ενδοδαπέδια θέρμανση ή κλιματισμό με fan coils
- Εξασφαλίζει θέρμανση και ψύξη των χώρων καθώς και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, με την ίδια εγκατάσταση χωρίς επιπλέον κόστος
- Αποδεσμεύει πλήρως από το πετρέλαιο
- Εξοικονομεί χώρους, αφού δεν υπάρχει ανάγκη για δεξαμενή πετρελαίου και καμινάδα
- Είναι φιλική προς το περιβάλλον, αφού δεν υπάρχουν εκπομπές ρύπων

5.6 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας χρησιμοποιούν το έδαφος ή τα υπόγεια ύδατα ως πηγή θερμότητας. Αντλούν το νερό είτε από το υπέδαφος (σύστημα με γεώτρηση), είτε ανακυκλοφορούν το νερό μέσα από σωλήνες (γεωσυλλέκτες) οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι-θαμμένοι μέσα στο έδαφος.

Το σύστημα είναι απελευθερωμένο από το πετρέλαιο θέρμανσης και το κλασσικό τρόπο θέρμανσης και ταυτόχρονα, δίνει την δυνατότητα θέρμανσης και ψύξης του χώρου.

Ένα γεωθερμικό σύστημα αποτελείται από τα εξής κύρια μέρη:

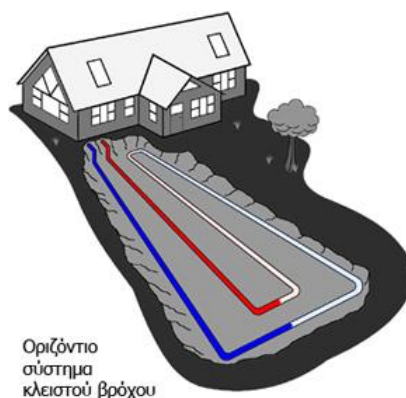
- Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας νερού
- Γεωθερμική αντλία θερμότητας
- Εσωτερικό σύστημα διανομής στο κτίριο

Υπάρχουν οι εξής βασικές μέθοδοι εγκατάστασης του γεωθερμικού εναλλάκτη:

1. Γεωθερμικό σύστημα κλειστού βρόγχου:

- **Με οριζόντιο γεωθερμικό εναλλάκτη**

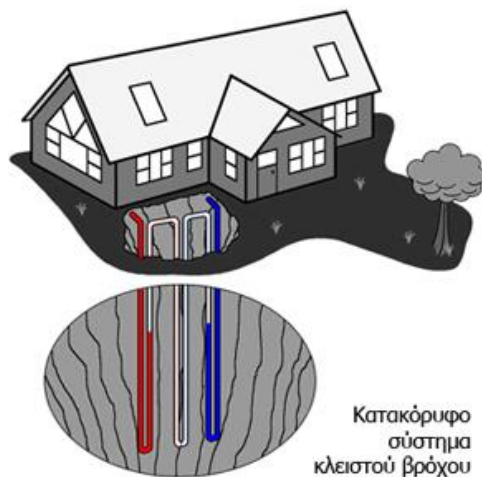
Ο γεωθερμικός εναλλάκτης τοποθετείται σε μικρό βάθος περίπου 2 μέτρα σε μια ή περισσότερες στρώσεις σωληνώσεων, αφού έχει πραγματοποιηθεί ολοκληρωτική εκσκαφή του χώρου ή έχουν ανοιχτεί χαντάκια.



Εικ. 5.2: Οριζόντιο γεωθερμικό σύστημα κλειστού βρόγχου.

- **Με κατακόρυφο γεωθερμικό εναλλάκτη**

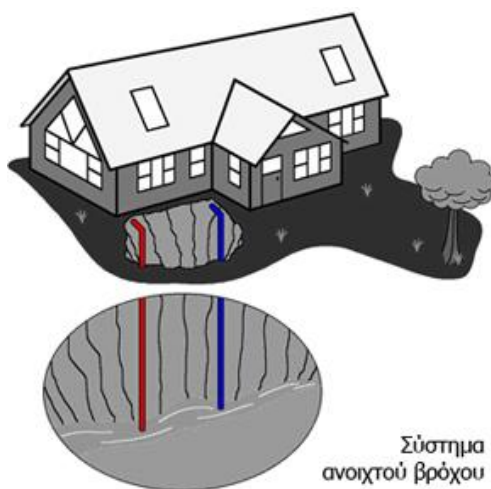
Πραγματοποιείτε γεώτρηση σε μικρά σχετικά βάθη μέχρι τα 150 μέτρα και γίνεται εισαγωγή σωλήνων, που λειτουργούν ως γεωθερμικός εναλλάκτης.



Εικ. 5.3: Κατακόρυφο γεωθερμικό σύστημα κλειστού βρόχου.

2. Γεωθερμικό σύστημα ανοιχτού βρόχου

Χρησιμοποιείτε νερό από το υπέδαφος, το οποίο διέρχεται από την αντλία θερμότητας όπου απορροφά ή αποδίδει θερμότητα και κατόπιν επανεισάγεται στη γη. Ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα, καλής ποιότητας νερού και αρκετής διαθέσιμης ποσότητας.



Εικ. 5.4: γεωθερμικό σύστημα ανοιχτού βρόχου.

Το βασικότερο στοιχείο ενός γεωθερμικού συστήματος αποτελεί η γεωθερμική αντλία θερμότητας, που εκμεταλλεύεται την θερμότητα που περικλείεται στα υπόγεια νερά, τα νερά των λιμνών και της θάλασσας, ή ακόμα και στο χώμα.

Η λειτουργία της στηρίζεται στην μεταφορά θερμότητας από ένα ψυχρό σε ένα θερμό χώρο. Έτσι θεωρώντας τον χειμώνα ως θερμό χώρο το εσωτερικό του κτιρίου, και ως ψυχρό το εξωτερικό, η θερμότητα εισάγεται στο κτίριο. Αντίθετα το καλοκαίρι, με αναστροφή της παραπάνω λειτουργίας και χρησιμοποιώντας το σύστημα για τον δροσισμό του κτιρίου, η θερμότητα αποβάλλεται στο εξωτερικό του.

Στο εσωτερικό σύστημα διανομής ή αλλιώς στο σύστημα θέρμανση-ψύξης είναι είτε με την μορφή αεραγωγών είτε με την μορφή αερόθερμων είτε τέλος με ενδοδαπέδια. Τέλος για την παροχή ζεστού νερού υπάρχει το boiler.

5.7 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

A. Ο βαθμός απόδοσης (COP) μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, δηλαδή η ποσότητα θερμικής ενέργειας που παράγει σε σχέση με την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει, είναι στην πράξη 4,0 έως 5,5, ενώ στην αντλία θερμότητας με πηγή αέρα είναι κατώτερη από 2,8, εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

B. Λειτουργεί χωρίς πρόβλημα σε οποιοδήποτε καιρικές και θερμοκρασιακές συνθήκες περιβάλλοντος, υπό το μηδέν το χειμώνα και πάνω από 40°C το καλοκαίρι, διότι η γεωθερμική αντλία τροφοδοτείται από το γεωθερμικό εναλλάκτη με νερό αμετάβλητης θερμοκρασίας, ίσης περίπου με αυτή που επικρατεί στο υπέδαφος κάτω από το κτίριο.

Γ. Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος γεωθερμικού κλιματισμού είναι πολύ χαμηλότερο, απ' ότι στο σύστημα με αντλία θερμότητας με πηγή αέρα.

Δ. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας δεν δημιουργούν θόρυβο κατά τη λειτουργία τους και ο γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας στο έδαφος διαρκεί τουλάχιστον 25 έτη.

Ε. Συμβάλλει θετικά σε δύο υψηλούς αναπτυξιακούς – κοινωνικούς στόχους :

1) Στην εξοικονόμηση ενέργειας με την πολύ χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και την παραγωγή πολλαπλάσιας θερμικής και ψυκτικής ενέργειας από την επιτόπια γεωθερμική ενέργεια. Τα γεωθερμικά συστήματα μπορούν να μειώσουν το κόστος θέρμανσης ως και 70% και το κόστος ψύξης έως και 50% και να παρέχουν ζεστό νερό χρήσης για τις ανάγκες της κατοικίας.

2) Στην προστασία του περιβάλλοντος, διότι, χρησιμοποιώντας την καθαρή γεωθερμική ενέργεια, εκτοπίζει το ρυπογόνο πετρέλαιο και μειώνει την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, που όπως είναι γνωστό παράγεται στη χώρα μας κυρίως στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς από τα ρυπογόνα συμβατικά καύσιμα.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας λοιπόν λειτουργούν με τον μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης από τα άλλα είδη αντλιών θερμότητας έχοντας μικρές και σταθερές διαφορές θερμοκρασιών και με βαθμό απόδοσης στη θέρμανση μέχρι και 500%.

Επίσης σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα τα γεωθερμικά διαρκούν περισσότερο, καθώς αποτελούν «κλειστά» συστήματα όπως το ηλεκτρικό ψυγείο, που εγκαθίστανται μέσα στα κτίρια ή στο υπόγειο χώρο τους.

Ακόμα τα γεωθερμικά συστήματα δεν παρουσιάζουν βλάβες μετά από παρατεταμένη χρήση όπως ορισμένα συμβατικά συστήματα. Έχοντας ένα παρόμοιο τρόπο κατασκευής με αυτό των ηλεκτρικών ψυγείων, οι Γ.Α.Θ. έχουν πολύ λίγα κινούμενα εξαρτήματα που θα μπορούσαν να χαλάσουν.

Ο γεωθερμικοί εναλλάκτες είναι κατασκευασμένοι από πιστοποιημένους πλαστικούς σωλήνες και μπορούν να λειτουργούν αποδοτικά πενήντα χρόνια μετά την εγκατάστασή τους.

5.8 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

- A.** Το αρχικό κόστος κατασκευής είναι υψηλότερο από του συμβατικού.
- B.** Υπάρχει δυσκολία στην επιδιόρθωση μιας διαρροής στα κλειστά κυκλώματα
- Γ.** Για τα ανοικτού κυκλώματος συστήματα απαιτείται μεγάλη παροχή καθαρού νερού.

5.9 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΓΑΘ

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα μιας εγκατάστασης ΓΑΘ κλειστού κυκλώματος είναι :

- A.** Το κλίμα
- B.** Οι θερμικές ιδιότητες του υπεδάφους
- Γ.** Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας
- Δ.** Το κόστος ανόρυξης της γεώτρησης ή της εκσκαφής των ορυγμάτων
- Ε.** Οι τυχόν επιδοτήσεις και τα κίνητρα για την εγκατάσταση μονάδων εξοικονόμησης ενέργειας

Είναι φανερό ότι η αύξηση των ΓΑΘ στον κόσμο και οι τεχνολογική πρόοδος των τελευταίων χρόνων έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους εγκατάστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΔΟΧΕΙΑ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα δοχεία αδρανείας (buffer tanks) ουσιαστικά είναι δεξαμενές αποθήκευσης νερού (ζεστού ή κρύου).

Το δοχείο αδρανείας συνδέεται εν σειρά με την αντλία θερμότητας (είτε με λέβητα πετρελαίου, φυσικού αερίου, ξυλολέβητες, λέβητα pellet-βιομάζας) ή και με τους ηλιακούς συλλέκτες.

Ο σκοπός του δοχείου αδρανείας, είναι να αποθηκεύει ζεστό νερό όταν αυτό παράγεται από την αντλία θερμότητας (ή του ηλιακού συλλέκτη), και να μας παρέχει ζεστό νερό όταν παύει να λειτουργεί η αντλία θερμότητας, ή όταν δύει ο ήλιος και ο ηλιακός συλλέκτης παύει να προσφέρει ζεστό νερό.



Εικ. 6.1: Δοχείο αδρανείας.

6.2 ΔΟΧΕΙΟ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΞΥΛΟΛΕΒΗΤΑ

Σε εγκαταστάσεις ξυλολέβητα (ή τζακιού), το δοχείο αδρανείας απορροφά την περίσσεια ενέργειας που αποδίδει ο ξυλολέβητας σε σχέση με τις απώλειες του σπιτιού, και την αποδίδει όταν σταματούμε να τροφοδοτούμε με ξύλα τον ξυλολέβητα. Με τον τρόπο αυτόν προστατεύεται η εγκατάσταση από υπερθέρμανση του νερού. Με την τοποθέτηση δοχείου αδρανείας δεν απαιτείτε ανοιχτό δοχείο διαστολής.

Η τοποθέτηση δοχείου αδρανείας είναι πολύ σημαντική σε μια εγκατάσταση με ξυλολέβητα τόσο για την βελτίωση της απόδοσης του συστήματος, όσο και για την ασφάλεια των χρηστών.

6.3 ΔΟΧΕΙΟ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Σε εγκαταστάσεις κλιματισμού, το δοχείο αδρανείας προστίθεται για να μεγαλώσει η μάζα του νερού που κυκλοφορεί στο δίκτυο κλιματισμού, ώστε ο ψύκτης ή η αντλία θερμότητας να μην ξεκινούν και σταματούν με μεγάλη συχνότητα, αλλά σε αραιότερα διαστήματα. Οι ψύκτες και οι αντλίες θερμότητας, έχουν ενσωματωμένη ασφάλεια επανεκκίνησης και από τη στιγμή που θα σταματήσουν την λειτουργία τους, δεν επανεκκινούν αν δεν περάσει ο απαιτούμενος από τον κατασκευαστή ελάχιστος χρόνος επανεκκίνησης.

Με την προσθήκη του δοχείου διαστολής, ο ψύκτης κάθε φορά που εκκινεί, κρυώνει ή ζεσταίνει όλη τη μάζα του δοχείου και όταν τεθεί εκτός, το δοχείο αποδίδει την ενέργεια αυτή στο σύστημα, με αποτέλεσμα να μην απαιτείτε επανεκκίνηση μέχρι να απορροφηθεί η αποθηκευμένη στο buffer ενέργεια.



Εικ. 6.2: Δοχείο αδρανείας σε εγκαταστάσεις ψύξης.

6.4. ΔΟΧΕΙΟ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗΣ

Σε εγκαταστάσεις ηλιακής υποβοήθησης, το δοχείο αδρανείας απορροφά την περίσσεια ενέργειας που αποδίδουν οι συλλέκτες σε σχέση με τις ανάγκες του σπιτιού και την αποδίδει όταν πάψει η ηλιοφάνεια.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της ηλιακής υποβοήθησης είναι ότι για την υλοποίηση της απαιτείτε δοχείο αδρανείας, σε αντίθεση με τον ξυλολέβητα ο οποίος μπορεί να συνδεθεί και απ' ευθείας στα σώματα, με τις κατάλληλες ασφαλιστικές διατάξεις και ανοιχτό δοχείο διαστολής.

Και σε αυτή την εγκατάσταση στόχος είναι η καλή απόδοση του συστήματος και η ασφάλεια των χρηστών.

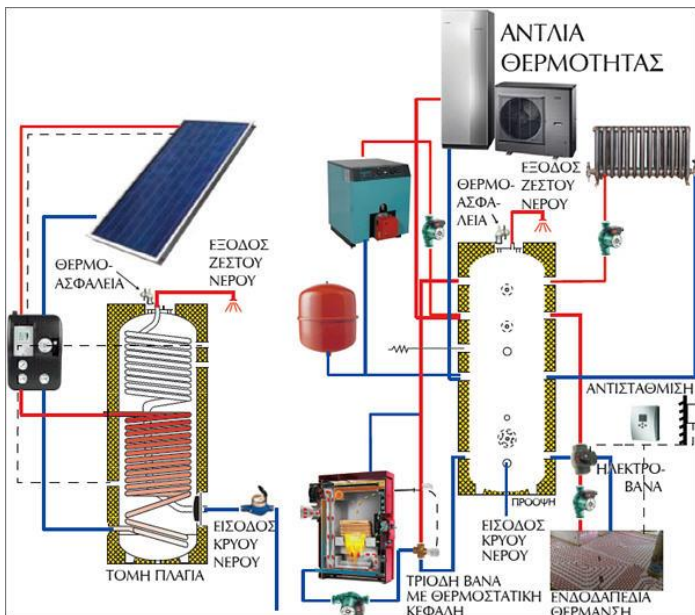


Εικ. 6.3: Διάγραμμα παραγωγής ζεστού νερού θέρμανσης με ηλιακή υποβοήθηση

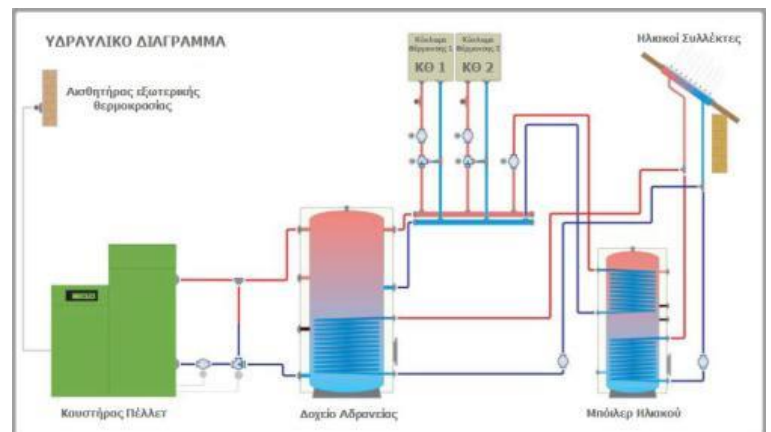
6.5 ΔΟΧΕΙΟ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Κάθε δοχείο αδρανείας διαθέτει πολλές ``εισγωγές-εξαγωγές``, οπότε μπορούν να συνδεθούν με πολλούς τύπους πηγών θερμότητας (ενεργειακά τζάκια, λέβητες pellet, ηλιακοί συλλέκτες, λέβητες πετρελαίου ή αερίου, λέβητες πυρόλυσης, αντλίες θερμότητας). Το δοχείο αδρανείας είναι ο κοινός αποδέκτης της παραγόμενης ενέργειας, ανεξάρτητα από την πηγή από την οποία λαμβάνεται η ενέργεια. Έτσι ανεξαρτητοποιείται το δίκτυο θέρμανσης του σπιτιού από την εκάστοτε πηγή και δεν μας ενοχλεί η διαφορά των θερμοκρασιών που επιτυγχάνονται από την πηγή.

Η τοποθέτηση του δοχείου είναι υποχρεωτική αν το σύστημα του σπιτιού είναι ενδοδαπέδιο και υπάρχει πηγή ενέργειας στερεού καυσίμου.



Εικ. 6.4: Εγκατάσταση δοχείου αδρανείας σε πολλαπλό κύκλωμα θέρμανσης.



Εικ. 6.5: Υδραυλικό διάγραμμα συνδεσμολογίας δοχείου αδρανείας με λέβητα Pellet.

6.6 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ ΣΕ ΔΟΧΕΙΟ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ

Σε κάθε δοχείο αδρανείας μπορούν να προστεθούν μέχρι πέντε ηλεκτρικές αντιστάσεις των 9KW με επιλογή χρήσης (από 9KW μέχρι 45KW) ώστε το δοχείο αδρανείας να μπορεί να λειτουργεί και αυτόνομα για θέρμανση νερού.

Τα δοχεία αδρανείας παράγονται σε διάφορα μεγέθη από 150 λίτρα έως 1000 λίτρα. Συνιστάται περίπου 25 λίτρα δεξαμενή για κάθε 1KW θερμικής ισχύος εξόδου του λέβητα.



Εικ. 6.6: Ηλεκτρική αντίσταση για δοχείο αδρανείας.

6.7 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ

Η διαδικασία επιλογής του δοχείου αδρανείας, είναι διαφορετική ανάλογα με την εφαρμογή. Όταν πρόκειται για κλιματισμό, τότε ο όγκος του δοχείου αδρανείας υπολογίζεται σαν αφαίρεση του απαιτούμενου ελάχιστου όγκου νερού μείον τον όγκο νερού που υπάρχει ήδη στο σύστημα (σωληνώσεις, λέβητας, στοιχεία, θερμοανταλλάκτες). Το δοχείο δηλαδή στην περίπτωση αυτή είναι το συμπληρωματικό νερό που χρειάζεται η εγκατάσταση ώστε να πληρείται ο ελάχιστος όγκος.

Όταν εγκαθίσταται δοχείο αδρανείας σε ξυλολέβητα, ο υπολογισμός του όγκου του νερού γίνεται σύμφωνα με το πρότυπο EN 12831.

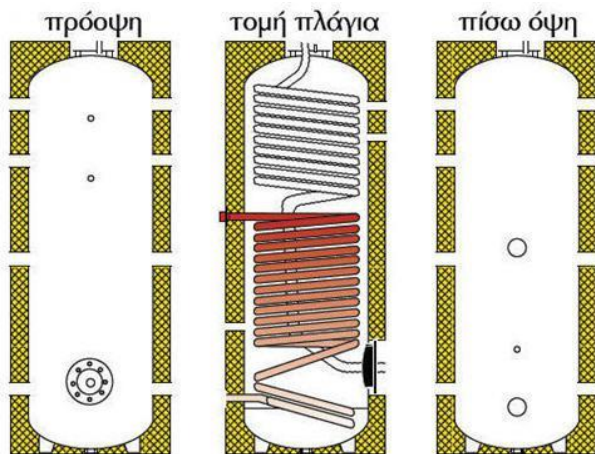
Αν δεν ακολουθηθούν (ή δεν υπάρχουν) οι οδηγίες του κατασκευαστή, θα πρέπει να υπολογιστεί ο όγκος του δοχείου. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στον υπολογισμό των απωλειών του σπιτιού, και στον υπολογισμό του μέγιστου φορτίου

απωλειών. Λάθος υπολογισμοί, μπορούν να μειώσουν δραματικά το βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης ή την ασφάλεια της.

Κατά την επιλογή του δοχείου αδρανείας, είναι σημαντικό να προσεχθούν:

1. Το βάρος του δοχείου. Όσο μεγαλύτερο είναι το βάρος, τόσο παχύτερη είναι η λαμαρίνα του δοχείου.
2. Η ποιότητα των συγκολλήσεων που πρέπει να γίνεται με αυτόματο τρόπο στο εργοστάσιο παραγωγής.
3. Το μέγεθος και το πλήθος των παροχών, αλλά και η σωστή τους τοποθέτηση.
4. Η προστασία έναντι εσωτερικής διάβρωσης
5. Η μόνωση του δοχείου. Συνήθως σε μεγάλα δοχεία, αποτελείτε από στρώμα 10cm μαλακής πολυουρεθάνης (αφρολέξ) και υμένα από δερματίνη, και κλείνει με φερμουάρ ή σκράτς.
6. Το συνολικό φινίρισμα και η αισθητική.

Τα δοχεία αδρανείας μπορούν να έχουν έναν ή περισσότερους σωληνωτούς εναλλάκτες (σερπαντίνες) στο εσωτερικό τους. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να διαχωριστεί το νερό της πηγής από το νερό του δοχείου, πράγμα απαραίτητο ειδικά αν το δοχείο συνδέεται σε ηλιακούς συλλέκτες.



Εικ. 6.7: Δοχείο αδρανείας με εναλλάκτη Z.N.X.



Εικ. 6.8: Τομή Δοχείου αδρανείας με εναλλάκτη.

Η ύπαρξη του δοχείου αδρανείας σημαίνει ότι τελικά το σπίτι λαμβάνει την ενέργεια που χρειάζεται, είτε ανοιγοκλείνοντας τον κυκλοφορητή που στέλνει το νερό θέρμανσης από το δοχείο στα κυκλώματα, είτε με ηλεκτροβάνες (σε πολλαπλά κυκλώματα), είτε με έλεγχο αντισταθμισμένων κυκλωμάτων, που είναι η οικονομικότερη και καλύτερη από άποψη αυτοματισμών και διαχείρισης της ενέργειας λύση.

Η ύπαρξη ικανού όγκου δοχείου αδρανείας μπορεί να εξασφαλίσει ότι τις νυχτερινές ώρες το σπίτι θα έχει διαθέσιμη ενέργεια χωρίς να χρειαστεί να ενεργοποιήσουμε κάποια πηγή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΤΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όταν ο φορέας της θερμότητας είναι το νερό (σε υγρή κατάσταση ή σε μορφή ατμού), χρησιμοποιούνται σωληνώσεις διανομής. Η κυκλοφορία – διανομή του νερού μπορεί να γίνει με εκμετάλλευση του νόμου της βαρύτητας (σε πολύ μικρές εγκαταστάσεις), ή με τη βοήθεια ειδικών αντλιών, των κυκλοφορητών. Το νερό, του οποίου η θερμοκρασία είναι λίγο ή πολύ υψηλότερη από τη θερμοκρασία την οποία θέλουμε να επιτύχουμε στους θερμαινόμενους χώρους, με τη βοήθεια μεγάλης ποικιλίας συστημάτων συναλλαγής θερμότητας, παραδίδει μέρος της θερμικής ενέργειας που μεταφέρει στους χώρους που πρέπει να θερμανθούν και επιστρέφει στην πηγή παραγωγής θερμότητας με μειωμένη θερμοκρασία. Εκεί θερμαίνεται και κυκλοφορεί εκ νέου, σχεδόν πάντα σε κλειστό κύκλωμα.

Όταν ο φορέας της θερμότητας είναι ο αέρας, χρησιμοποιούνται ειδικοί αεραγωγοί προσαγωγής, οι οποίοι οδηγούν και διανέμουν τον ζεστό αέρα στους χώρους. Δεύτερο δίκτυο αεραγωγών περιλαμβάνει αέρα από τους χώρους ή το περιβάλλον, ή κατάλληλης αναλογίας μείγμα (αέρα χώρου και νωπού αέρα από το περιβάλλον) και το οδηγεί στο σύστημα θερμάνσεως. Στα συστήματα αυτά (τα οποία σε μεγάλο ή μικρό ποσοστό είναι ανοικτά), η ανάγκη αντλήσεως ή απωθήσεως ποσοτήτων αέρα οδηγεί στη χρήση κατάλληλων ανεμιστήρων.

Όπως είναι γνωστό υπάρχουν τρεις τρόποι μεταδόσεως της θερμότητας και είναι οι εξής:

- 1) **Με ακτινοβολία** – κάθε σώμα που βρίσκεται σε απόλυτη θερμοκρασία T (K) ακτινοβολεί στο περιβάλλον του ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ορισμένης ισχύος και μήκους κύματος. Η ακτινοβολία αυτή είναι ο φορέας της μεταφερόμενης ενέργειας.
- 2) **Με αγωγιμότητα** – η απόλυτη θερμοκρασία T (K) ενός σώματος είναι μέτρο της μέσης ενέργειας ανά βαθμό ελευθερίας των μορίων του. Άρα, δύο σώματα με θερμοκρασίες T_1 K και T_2 K ($T_1 \neq T_2$), όταν βρεθούν σε επαφή, θα ανταλλάξουν

θερμική ενέργεια, λόγω των κρούσεων των διαφορετικής ενέργειας μορίων, μεταξύ τους.

- 3) **Με μεταφορά** – ο φορέας εδώ είναι η ίδια η μετακινούμενη ύλη, λόγω της εσωτερικής της ενέργειας.

7.2 ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

Σε κάθε χώρο ο οποίος πρόκειται να θερμανθεί πρέπει να εγκατασταθούν ένα ή περισσότερα θερμαντικά σώματα, δηλαδή τοπικές συσκευές που τροφοδοτούνται με ζεστό νερό, ατμό, αέρα, ηλεκτρισμό, καύσιμο αέριο κ.α. και αποδίδουν θερμότητα στον χώρο.

Για την προσαγωγή θερμικής ενέργειας στα θερμαντικά σώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλες σωληνώσεις (με ζεστό νερό, ατμό ή καύσιμο), αεραγωγοί (για την προσαγωγή ζεστού αέρα) ή ηλεκτρικά καλώδια που τοποθετούνται πάνω ή μέσα στους τοίχους, το δάπεδο ή και την οροφή.

Τα θερμαντικά σώματα των κεντρικών θερμάνσεων ζεστού νερού τροφοδοτούνται με θερμό νερό σχετικά υψηλής θερμοκρασίας (70-90 °C) και αποκτούν μια μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια τους ($t_m=65-70$ °C) η οποία διαφέρει 45-65 °C από την θερμοκρασία του αέρα και των αντικειμένων του θερμαινόμενου χώρου. Η θερμοκρασιακή αυτή διαφορά, έχει ως αποτέλεσμα την ροή ποσοτήτων θερμότητας (με αγωγή, μεταφορά και ακτινοβολία) από το θερμαντικό σώμα προς το περιβάλλον του χώρου.

Όλοι οι τρόποι μεταφοράς θερμότητας λειτουργούν σε όλα τα θερμαντικά σώματα αλλά η κατασκευή κάθε τύπου θερμαντικού σώματος αποβλέπει κυρίως σε κάποια από αυτές. Έτσι έχουμε:

- Θερμαντικά σώματα **ακτινοβολίας** (‘‘ραδιάτορες’’) τα οποία αποδίδουν θερμότητα κυρίως με ακτινοβολία. Τέτοια σώματα είναι τα αποτελούμενα από

σωλήνες διαφόρων μεγεθών και διαμορφώσεων και συνδέσεις με λάμες ή μεταλλικές πλάκες.

- Θερμαντικά σώματα **επαφής** και **μεταφοράς** (‘‘κονβέκτορες’’) τα οποία αποδίδουν θερμότητα σχεδόν αποκλειστικά με μεταφορά και επαφή.

Οι κατασκευαστές θερμαντικών σωμάτων προσπαθούν να συνδυάσουν πολλά κριτήρια και στόχους, όπως:

- Μικρό μέγεθος όσον αφορά το συνολικό όγκο (δηλαδή υψηλές τιμές θερμαντικής ικανότητας για μικρό όγκο και μικρό βάρος θερμαντικού σώματος).
- Ευελιξία γεωμετρικών διαστάσεων και δυνατότητα προσαρμογής του στους πιθανώς διαθέσιμους χώρους. Γι αυτό υπάρχουν σώματα με σταθερό ύψος, μήκος και πάχος.
- Πλαστικότητα της μορφής τους, ώστε κατά το δυνατόν να μπορούν να προσαρμοστούν σε κόγχες, γωνίες, καμπύλες, διάκενα μεταξύ των επίπλων κτλ.
- Αισθητική ποιότητα και μάλιστα για μεγάλη ποικιλία υποκειμενικών προτιμήσεων. Η έμφαση στην αισθητική εικόνα των θερμαντικών σωμάτων είναι απόλυτα δικαιολογημένη, γιατί είναι τα μόνα στοιχεία μιας κεντρικής θέρμανσης που είναι αναγκαστικά ορατά στους χώρους παραμονής ανθρώπων.

7.2.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμαντικών σωμάτων με σημαντικές διαφορές στη μορφή, την κατασκευή, τη λειτουργία και τις θερμικές αποδόσεις. Παλαιότερα, επικρατούσε η θεωρητική διάκριση σε θερμαντικά σώματα επαφής-μεταφοράς, με κριτήριο τον τρόπο με τον οποίο απέδιδαν θερμότητα στους χώρους.

Η σημερινή διάκριση περιλαμβάνει τις κατηγορίες:

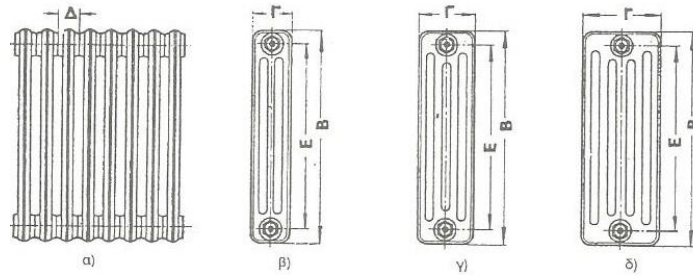
- Συνήθη ή κοινά ή κλασσικά θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας
- Σωληνωτά θερμαντικά σώματα, επαφής-μεταφοράς θερμότητας
- Θερμαντικά σώματα πτερυγιφόρων σωλήνων
- Επίπεδα θερμαντικά σώματα
- Θερμαντικά σώματα τύπου RUNTAL
- Θερμαντικά σώματα λουτρού

☞ **Συνήθη θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας**

Τα συνήθη θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, χυτοσιδηρά ή χαλύβδινα, χαρακτηρίζονται από τη διαδοχή `` φετών `` ή `` στοιχείων `` τυποποιημένων διαστάσεων. Θερμαίνουν περίπου κατά 70 - 80 % με μεταφορά και 20 – 30 % με ακτινοβολία. Τα συναντάμε και με το όνομα AKANS που είναι η εμπορική ονομασία τους.

Κάθε στοιχείο μπορεί να είναι δίστηλο, τρίστηλο ή τετράστηλο ως προς το πλάτος του και χαρακτηρίζεται από το συνολικό ύψος του ή την απόσταση συνδέσεως των σωλήνων προσαγωγής και απαγωγής του νερού (συνήθως 355, 505, 655 ή 905 mm).

Οι περισσότεροι κατασκευαστές ακολουθούν τις Γερμανικές προδιαγραφές ως προς τις διαστάσεις, υλικά κατασκευής και αποδόσεις των κοινών θερμαντικών σωμάτων της Ελληνικής αγοράς.



(α) Πρόοψη "κοινού" θερμαντικού σώματος, (β) Δίστηλο, (γ) Τρίστηλο, (δ) Τετράστηλο

Εικ. 7:1: Πρόοψη και πλάγια όψη κοινών θερμαντικών σωμάτων κατά DIN 4720 και 4722.

Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, έχουμε:

- A: Το ολικό ύψος του στοιχείου από το έδαφος (mm)
- B: Το ύψος του θερμαντικού σώματος (mm)
- Γ: Το πλάτος του θερμαντικού σώματος (mm)
- Δ: Το πάχος κάθε τυποποιημένου θερμαντικού στοιχείου (mm)
- E: Η απόσταση κέντρων των οπών προσαγωγής και απαγωγής θερμού νερού (mm)
- Z: Η απόσταση της κάτω οπής από το δάπεδο (mm)

↳ Σωληνωτά θερμαντικά σώματα (επαφής και μεταφοράς)

Η κατασκευαστική διαμόρφωση αυτών των σωμάτων έχει σαν στόχο τη δημιουργία της μέγιστης δυνατών επιφάνειας επαφής μεταλλικής επιφάνειας του σώματος και αέρα του χώρου. Παράλληλα, επιδιώκεται η συνεχής εναλλαγή της ποσότητας του αέρα που βρίσκεται σε επαφή με το σώμα, ώστε ο κινούμενος αέρας με φυσική κυκλοφορία να μεταφέρει θερμότητα στο σύνολο του χώρου.

Τα σωληνωτά θερμαντικά σώματα αποτελούνται συνήθως από οριζόντιους ή κατακόρυφους σωλήνες σε διάταξη συστοιχίας ή σε οφιοειδής διατάξεις (σερπαντίνες).

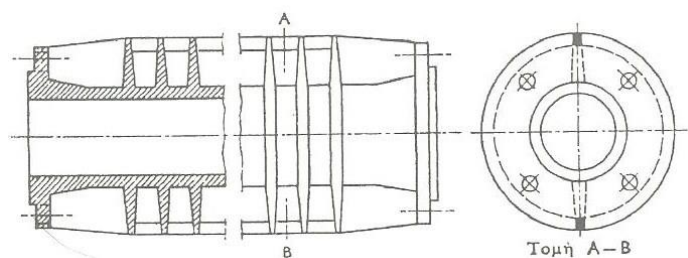
Τα σωληνωτά θερμαντικά σώματα καθαρίζονται εύκολα, αλλά έχουν υψηλό κόστος γιατί απαιτούν μεγάλες μεταλλικές επιφάνειες και καταλαμβάνουν σημαντικό χώρο.

↪ **Θερμαντικά σώματα πτερυγοφόρων σωλήνων**

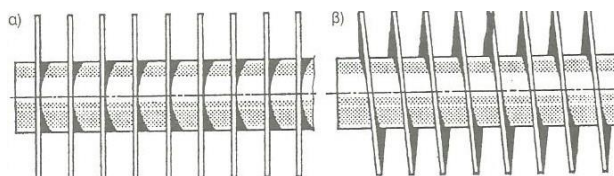
Είναι σωληνωτά θερμαντικά σώματα τα οποία όμως φέρουν ειδικά πτερύγια που πολλαπλασιάζουν την επιφάνεια συναλλαγής με τον αέρα.

Διακρίνονται σε:

- Πτερυγοφόρους σωλήνες με ταινιοειδή (σπειροειδή) πτερύγια στερεωμένα επάνω τους (με κυματισμό ή χωρίς) και
- Πτερυγοφόρους σωλήνες με πλακοειδή πτερύγια (δίσκους), τα οποία στερεώνονται πάνω στον σωλήνα σαν μεμονωμένα επίπεδα τεμάχια.



Εικ. 7:2: Τομή χυτοσίδηρου σωλήνα μετά πτερυγίων για κατασκευή σωληνωτού θερμαντικού σώματος.



Εικ. 7:3: Χαλύβδινοι σωλήνες με α) πλακοειδή πτερύγια και β) ταινιοειδή πτερύγια.

↳ Επίπεδα θερμαντικά σώματα

Τα επίπεδα θερμαντικά σώματα έχουν κατακτήσει την αγορά τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω της υψηλής αισθητικής που τα χαρακτηρίζει. Έχουν μεγάλη, σχεδόν επίπεδη θερμαντική επιφάνεια ή επιφάνεια με ειδικά προφίλ, με κύριο γνώρισμα το πολύ μικρό πάχος τους.

Λειτουργούν κυρίως σαν θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας και λιγότερο σαν σώματα επαφής-μεταφοράς.

Διακρίνονται σε:

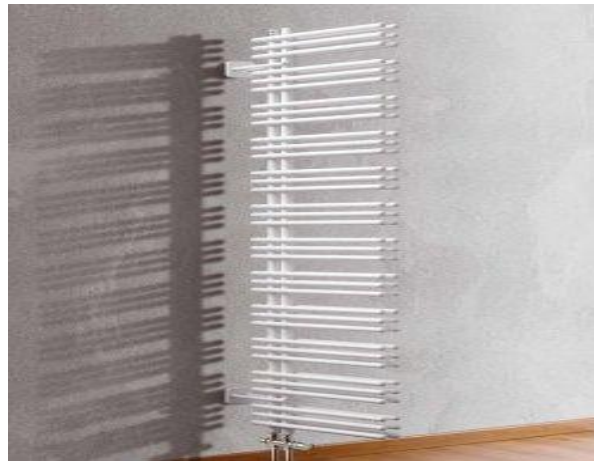
- Πλακοειδή θερμαντικά σώματα τοίχου, τα οποία είναι εσωτερικά κενά σώματα από χαλκό, αλουμίνιο, χάλυβα ή χαλυβδοσωλήνες, στην εμπρόσθια πλευρά των οποίων έχει στερεωθεί επίπεδη πλάκα. Τα σώματα αυτά τοποθετούνται σε εσοχή ή μέσα στον τοίχο. Η πίσω πλευρά τους πρέπει να διαθέτει ισχυρή μόνωση.
- ``Ελεύθερα`` πλακοειδή θερμαντικά σώματα, τα οποία μοιάζουν με πεπλατυσμένους σωλήνες. Τα σώματα αυτά τοποθετούνται σε μικρή απόσταση από τον τοίχο και λειτουργούν ταυτόχρονα ως θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας και μεταφοράς-επαφής.



Εικ. 7.4: Επίπεδο Θερμαντικό σώμα τύπου Panel.

↪ Διακοσμητικά θερμαντικά σώματα Runtal

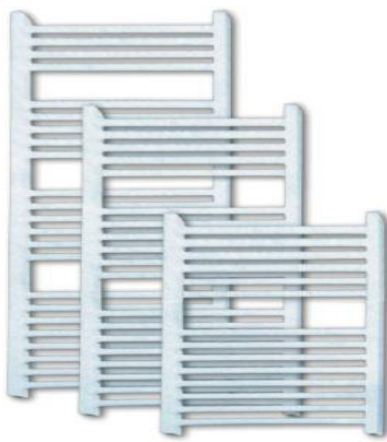
Τα σώματα αυτά χρησιμοποιούνται πλέον ελάχιστα, καθώς έχουν εκτοπιστεί σε μεγάλο βαθμό από τα πάνελ. Αποτελούνται από χαλύβδινους πεπλατυσμένους οριζόντιους σωλήνες, συνδεδεμένους στα άκρα τους με κατακόρυφους συλλέκτες.



Εικ. 7.5: Διακοσμητικά Θερμαντικό σώμα Runtal.

↪ **Θερμαντικά σώματα λουτρού**

Τα σώματα λουτρού εμφανίστηκαν σαν σώματα ειδικών διαστάσεων για τοποθέτηση σε λουτρά τα οποία είναι συνήθως περιορισμένων διαστάσεων. Πέρα από την θέρμανση του λουτρού, παρέχουν την δυνατότητα να κρεμιούνται οι πετσέτες αν και αυτό πρέπει να αποφεύγεται όταν λειτουργεί η κεντρική θέρμανση, γιατί δεν μπορούμε να έχουμε απαίτηση να ζεσταθούμε από ένα σκεπασμένο σώμα. Πολύ σύντομα τα σώματα αυτά έγιναν μόδα. Η φαντασία των διαφόρων κατασκευαστών οργίασε και έχουμε μια τεράστια ποικιλία σε χρώματα και σχέδια. Πολλά από τα σώματα αυτά παραπέμπουν σε έργα μοντέρνας τέχνης. Είναι κατασκευασμένα από κατάλληλα διαμορφωμένους και συγκολλημένους χαλκοσωλήνες ή χαλυβδοσωλήνες. Βάφονται ηλεκτροστατικά ή χρωμιώνονται.



Εικ. 7.6: Θερμαντικά σώματα λουτρού.

7.2.2 ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ ΤΥΠΟΥ ΑΚΑΝ

Οι αποδόσεις των θερμαντικών σωμάτων που κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά σε μέση ενεργό θερμοκρασία 60 °C, δίνονται στον παρακάτω πίνακα για σώματα τύπου ΑΚΑΝ.

Αριθ. Στοιχ.	Μέγεθος	Μονάδα	905	655	505	355
II	f	m ² /στοιχ.	0.20	0.15	0.12	0.09
	K ₆₀	Kcal/hm ² °C	7.4	7.6	7.8	8.0
	q ₆₀	Kcal/hm ²	445	455	470	480
III	f	m ² /στοιχ.	0.30	0.23	0.18	0.14
	K ₆₀	Kcal/hm ² °C	7.1	7.3	7.5	7.7
	q ₆₀	Kcal/hm ²	425	440	450	460
IV	f	m ² /στοιχ.	0.42	0.32	0.25	0.19
	K ₆₀	Kcal/hm ² °C	6.8	7.0	7.2	7.4
	q ₆₀	Kcal/hm ²	410	420	430	445

Ο συντελεστής $q = k \cdot t_{ev}$ (kcal/m² h) ονομάζεται ειδική θερμική απόδοση του σώματος ανά μονάδα επιφανείας και ισχύει:

$$Q = F \times q \text{ (Kcal/h)}$$

Για ένα θερμαντικό σώμα με ν φέτες, το οποίο έχει θερμαντική επιφάνεια

f (m²/ στοιχείο) x ν (στοιχεία) αποδίδει σε μέση ενεργό θερμοκρασία 60 °C:

$$Q = f \times \nu \times q_{60}$$

7.2.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Ο υπολογισμός της θερμικής απόδοσης (ισχύος) των θερμαντικών σωμάτων γίνεται με την βοήθεια της εξίσωσης:

$$Q = F \cdot K \cdot t_{ev} \text{ (kcal/h)} \quad \text{όπου:}$$

Q : Η θερμική απόδοση (ισχύς) ενός σώματος (kcal/h)

F : Η επιφάνεια του σώματος σε m²

K : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος σε Kcal/ m² h °C

t_{ev}: Η μέση ενεργός θερμοκρασία του σώματος σε °C η οποία ορίζεται ως:

$$t_{ev} = (t_v + t_r)/2 - t_i \quad \text{όπου:}$$

t_v η θερμοκρασία εισόδου του νερού στο σώμα (°C)

t_r η θερμοκρασία εξόδου του νερού από το σώμα (°C)

t_i η θερμοκρασία του χώρου (°C)

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας K ενός σώματος, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του σώματος (διαστάσεις, τρόπος κατασκευής κ.α.) αλλά και από την μέση θερμοκρασία t_m.

Αν K₁ είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός θερμαντικού σώματος σε μέση ενεργό θερμοκρασία t_{ev1} και K₂ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ίδιου θερμαντικού σώματος σε μέση ενεργό θερμοκρασία t_{ev2}, ισχύει:

$$K_1 / K_2 = [t_{ev1} / t_{ev2}]^{0,33}$$

Και αν Q₁ είναι η θερμική απόδοση ενός θερμαντικού σώματος σε μέση ενεργό θερμοκρασία t_{ev1} και Q₂ η θερμική απόδοση του ίδιου θερμαντικού σώματος σε μέση ενεργό θερμοκρασία t_{ev2}, ισχύει:

$$Q_1 / Q_2 = [t_{ev1} / t_{ev2}]^{1,33} \quad \text{ή}$$

$$Q_1 = Q_2 \times [t_{ev1} / t_{ev2}]^{1,33}$$

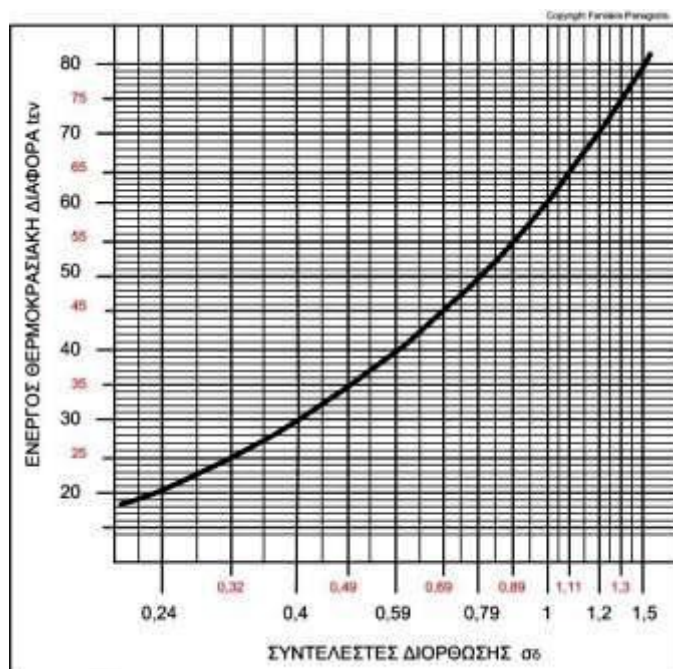
7.2.4 ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΣΗ ΕΝΕΡΓΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 60 °C

Για τον προσδιορισμό της απόδοσης των θερμαντικών σωμάτων χρησιμοποιούμε σαν βάση την μέση ενεργό θερμοκρασία των 60 °C. Η θερμοκρασία αυτή ισοδυναμεί με θερμοκρασία εισόδου νερού 90 °C, εξόδου 70 °C και δωματίου 20 °C.

Όταν είναι γνώστη η απόδοση ενός θερμαντικού σώματος σε μέση ενεργό θερμοκρασία 60 °C, μπορούμε να υπολογίσουμε την απόδοση του στη θερμοκρασία t_{ev} με την εξίσωση

$$Q_m = Q_{60} \times [t_{ev} / t_{60}]^{1,33}$$

Ο παράγοντας $[t_{ev} / t_{60}]^{1,33}$ ονομάζεται **συντελεστής διόρθωσης σ_δ** και μπορεί να προσδιοριστεί κα από το παρακάτω νομογράφημα.



Εικ. 7.7: Συντελεστές διόρθωσης ανάλογα την θερμοκρασιακή διαφορά.

7.2.5 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Μια κλασική παλαιότερη διάκριση των θερμαντικών σωμάτων σε χυτοσιδηρά και χαλύβδινα, κάθε άλλο παρά αποδίδει σήμερα την ποικιλία των υλικών κατασκευής και κυρίως των μορφών των θερμαντικών σωμάτων.

Τα περισσότερα θερμαντικά σώματα της ελληνικής αγοράς είναι χυτοσιδηρά, και από κράμματα χαλκού ή αλουμινίου.

Οι τεχνικές οδηγίες τονίζουν την ανάγκη να χρησιμοποιούνται θερμαντικά σώματα για τα οποία υπάρχουν βεβαιωμένα στοιχεία για τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους και ιδιαίτερα:

- Την μηχανική αντοχή τους
- Την κανονική θερμική τους ισχύς
- Τις χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας τους, οι οποίες προδιαγράφουν την συμπεριφορά και την θερμαντική τους ικανότητα για συνθήκες λειτουργίας που διαφέρουν από τις κανονικές.

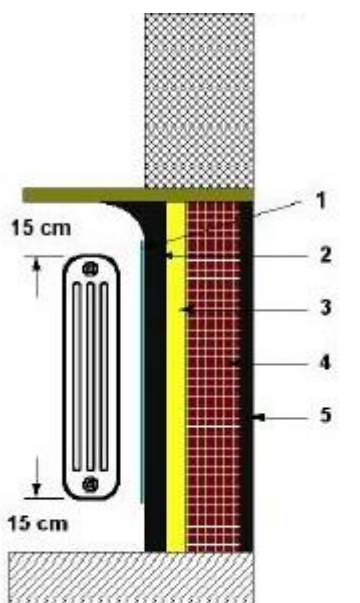
Επίσης σημειώνεται ότι:

- Θερμαντικά σώματα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν σε δίκτυα μέγιστης πίεσεως λειτουργίας 4 bar, πρέπει να έχουν δοκιμαστεί σε πιέσεις 7 bar.
- Θερμαντικά σώματα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν σε δίκτυα μέγιστης πίεσεως λειτουργίας 6 bar, πρέπει απαραίτητα να έχουν δοκιμαστεί σε πιέσεις 10 bar.
- Για χαλύβδινα θερμαντικά σώματα, το ελάχιστο επιτρεπόμενο πάχος ελάσματος είναι 1,25mm.

7.2.6 ΕΚΛΟΓΗ ΘΕΣΕΩΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

Προκειμένου ένα θερμαντικό σώμα να επιτελεί σωστά το σκοπό του, που είναι η επίτευξη της επιθυμητής και ομοιόμορφης θερμοκρασίας στο χώρο, θα πρέπει να τοποθετούνται στα πιο ψυχρά σημεία του δωματίου. Με βάση αυτό σαν τα πλέον κατάλληλα σημεία προτείνονται:

- Κάτω από τα παράθυρα, οπότε εξυπηρετούνται ταυτόχρονα τεχνικές και αρχιτεκτονικές απαιτήσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί τα παράθυρα είναι ``ασθενή`` τμήματα του περιβλήματος του κτιρίου και αποτελούν σημεία εισροής ψυχρού αέρα, όπως και επιφάνειες αυξημένων θερμικών απωλειών.
- Εναλλακτικά της προηγούμενης περίπτωσης, δίπλα στα εξωτερικά παράθυρα, ώστε και το σώμα να λειτουργεί σωστά και η κουρτίνα να καλύπτει μόνο το παράθυρο, και όχι και το σώμα.
- Δίπλα από την εξωτερική πόρτα
- Στη γωνία που σχηματίζουν δύο εξωτερικοί τοίχοι
- Στους βορινούς εξωτερικούς τοίχους



1. Αντανακλαστική επιφάνεια
2. Εσωτερικός σοβάς
3. Θερμομονωτικό υλικό
4. Τοίχος
5. Εξωτερικός σοβάς

Εικ. 7.8: Ορθή τοποθέτηση σώματος

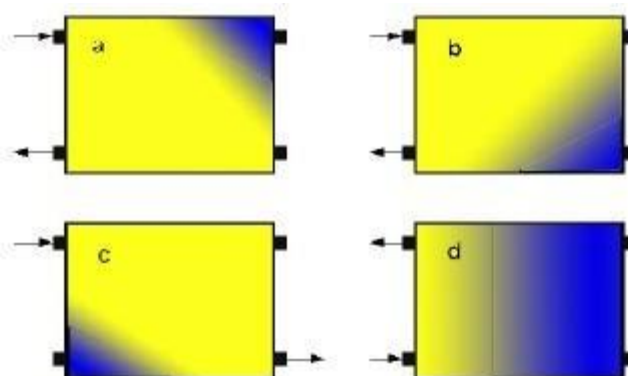
Επίσης κατά την τοποθέτηση των σωμάτων πρέπει να λαμβάνονται υπ όψιν τα παρακάτω ζωτικής σημασίας:

- Τα σώματα τοποθετούνται κοντά στο δάπεδο γιατί εκεί κάθεται το πιο κρύο στρώμα αέρα.
- Η απόσταση από το δάπεδο να μην είναι μικρότερη από 10 cm.
- Μπροστά από το σώμα δεν πρέπει να τοποθετούνται έπιπλα ή άλλα αντικείμενα.
- Σε περίπτωση που το σώμα τοποθετείται σε εσοχή του τοίχου, στο πάνω μέρος πρέπει να υπάρχει ελεύθερη απόσταση για κυκλοφορία του αέρα τουλάχιστον 15 cm.
- Η απόσταση από τον πίσω τοίχο πρέπει να είναι 2 cm, για να κυκλοφορεί ο θερμός αέρας.
- Πρέπει να αποφεύγονται τα καλύμματα σωμάτων.
- Όταν το μήκος του σώματος είναι 1,5 φορές μεγαλύτερο από το ύψος του, η σύνδεση του με το δίκτυο πρέπει να γίνεται διαγώνια.
- Η είσοδος του νερού πρέπει να γίνεται από την πάνω μούφα και η έξοδος από την κάτω.



Εικ. 7.9: Εγκατάσταση καλοριφέρ κάτω από παράθυρο.

Μερικές περιπτώσεις κακής λειτουργίας φαίνονται στο παρακάτω σχήμα, στο οποίο η περιοχή του σώματος που ζεσταίνεται είναι με κίτρινο χρώμα, ενώ με μπλε η περιοχή του σώματος που δε ζεσταίνεται ή ζεσταίνεται ελλιπώς..

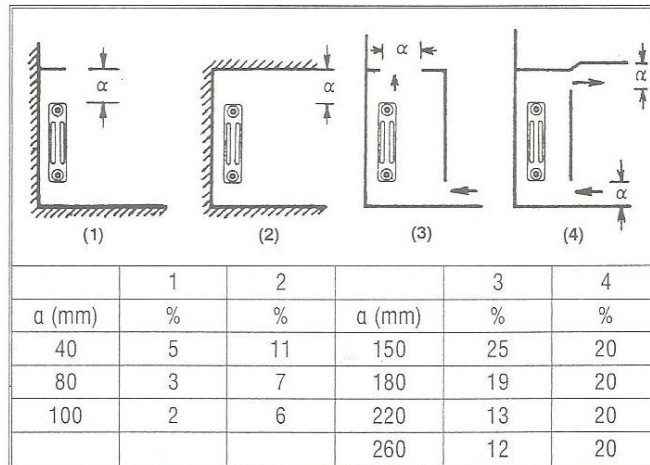


- a) Στο σώμα έχει εγκλωβιστεί αέρας
- b) Ανεπαρκής παροχή νερού
- c) Ανεπαρκής παροχή νερού
- d) Λανθασμένη σύνδεση με το δίκτυο παροχής νερού

7.2.7 ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Στους πίνακες θερμικής ισχύος των θερμαντικών σωμάτων δίδεται πάντοτε η **ονομαστική** τιμή της θερμικής ισχύος, δηλαδή μια τιμή που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένες (συνήθως ιδανικές) συνθήκες λειτουργίας του θερμαντικού σώματος.

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται οι μειώσεις που πρέπει να γίνουν στις ονομαστικές αποδόσεις κλασσικού τύπου θερμαντικών σωμάτων, λόγω καλύψεως ή λόγω μικρών αποστάσεων από δάπεδα, τοίχους και εμπόδια.



Εικ. 7:10: Μείωση αποδόσεων θερμαντικών σωμάτων.

Υπάρχουν ωστόσο και άλλοι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την θερμική απόδοση, όπως η θερμοκρασία προσαγωγής (t_v) και αναχωρήσεως (t_r) του νερού και η θερμοκρασία του αέρα χώρου (t_L).

Όταν ληφθούν υπ' όψη όλοι οι πιθανοί παράγοντες, μπορεί να προσδιοριστεί η **πραγματική** θερμική ισχύς ενός θερμαντικού σώματος.

Στα επίπεδα σώματα ακτινοβολίας, η πραγματική θερμική ισχύς εξαρτάται από το ύψος και τη μορφή της εγκάρσιας διατομής των πλακών και για σώματα περισσοτέρων καθ' ύψος πλακών ή περισσοτέρων σειρών πλακών, από τις μεταξύ τους αποστάσεις.

Τα επίπεδα σώματα πρέπει να εγκαθίστανται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να απέχουν τουλάχιστον 50mm από τον τοίχο και 100mm από το δάπεδο. Μικρότερες αποστάσεις μειώνουν την θερμική ισχύ.

ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΞΟΝΩΝ	ΠΛΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ °C				
		60	70	80	90	100
Χυτοσίδηρά Σώματα						
900	70	58	78	99	122	146
	160	104	140	178	218	262
	220	132	178	226	278	333
500	110	47	64	81	99	118
	160	64	86	110	136	162
	220	84	112	144	176	212
350	160	48	65	83	102	122
	220	62	83	106	130	156
200	250	48	64	82	100	120
Χαλύβδινα Σώματα						
900	110	62	83	106	130	156
	160	82	110	140	172	206
	220	104	140	178	218	262
500	110	37	49	63	78	92
	160	50	67	85	104	124
	220	65	88	112	138	164
350	160	38	51	65	80	96
	220	50	67	85	104	124
200	250	39	53	67	82	98

Εικ. 7:11: Ονομαστική θερμική ισχύς κατά μέλος θερμαντικών σωμάτων σε (kcal/h) ακτινοβολίας για θερμοκρασία χώρου 20°C και διάφορες μέσες τιμές της θερμοκρασίας ζεστού νερού.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ (°C)				
	60	70	80	90	100
°C					
24	0,87	0,89	0,91	0,92	0,93
22	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
18	1,07	1,05	1,04	1,04	1,03
15	1,17	1,14	1,11	1,10	1,08
12	1,28	1,22	1,18	1,16	1,14
10	1,35	1,28	1,23	1,19	1,17
5	1,53	1,42	1,35	1,30	1,26

Εικ.7:12: Συντελεστές διόρθωσης της θερμικής αποδόσεως των θερμαντικών σωμάτων ακτινοβολίας για διάφορες θερμοκρασίες αέρα.

7.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ FAN COIL

7.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το σύστημα σωμάτων εξαναγκασμένης κυκλοφορίας (fan coils) είναι ένα σύστημα από εσωτερικές μονάδες που μεταφέρει την θερμότητα ή την ψύξη στους διάφορους χώρους μέσω της τροφοδοσίας τους με νερό κατάλληλης θερμοκρασίας.

Τα fan coils αποτελούν μια καλή και αξιόπιστη λύση για υφιστάμενα κτίρια που θα ήθελαν ένα καλύτερο τρόπο ψύξης από τις τοπικές κλιματιστικές μονάδες, χωρίς να γίνει εκτεταμένη ανακατασκευή του κτιρίου.

Τα fan coils αποτελούνται από τα εξής τμήματα:

- Κοινό θερμαντικό-ψυκτικό στοιχείο
- Φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες διπλής αναρρόφησης, στατικά και δυναμικά ζυγοσταθμισμένους μαζί με τον ηλεκτροκινητήρα, για υψηλή απόδοση και αθόρυβη λειτουργία
- Ηλεκτροκινητήρας κλειστού τύπου με τρεις ταχύτητες
- Εσωτερικό κέλυφος ισχυρής κατασκευής κατασκευασμένο εξ' ολοκλήρου από γαλβανισμένη λαμαρίνα.
- Εξωτερικό κέλυφος με όμορφη-ελκυστική εμφάνιση και ισχυρή κατασκευή από λαμαρίνα DCP 1.2mm βαμμένο με ειδική βαφή φούρνου. Τα στόμια εξόδου του αέρα είναι κινητά.
- Λεκάνη συμπτκνωμάτων από γαλβανισμένο χαλυβδέλασμα
- Φίλτρο αέρος συνθετικό με γαλβανισμένο πλαίσιο, εύκολα αφαιρούμενο για καθαρισμό

Τα fan coils είναι μια διάταξη ανεμιστήρα στοιχείου. Όπως ένα τυπικό καλοριφέρ, παίρνει νερό στο στοιχείο του χαμηλότερης θερμοκρασίας όμως, περίπου 50 °C και με την βοήθεια του ανεμιστήρα διανέμει την θερμότητα στον χώρο, σε αντίθεση με τα απλά σώματα που το κάνουν με συναγωγή χωρίς βεβιασμένη ροή.

Πέρα από αυτή τη διαφορά, έχουμε το πλεονέκτημα ότι με αντλία θερμότητας μπορούμε να έχουμε και ψύξη με ένα σύστημα.

Υπάρχουν διάφορες κατασκευαστικές μορφές των τερματικών μονάδων, ανάλογα με το χώρο και την αρχιτεκτονική ή διακοσμητική άποψη:

- Δαπέδου Εμφανή
- Δαπέδου μη Εμφανή
- Οροφής Εμφανή
- Οροφής μη εμφανή



Εικ. 7:13: Fan Coil Οροφής.

7.3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ FAN COIL

1. Μικρότερο κόστος
2. Αποτελεσματικότητα, δηλαδή ικανοποιεί τις απαιτήσεις του χρήστη στην άμεση ζήτηση
3. Προσφέρει άνεση και δίνει την δυνατότητα της εφαρμογής ενός βοηθητικού συστήματος αερισμού
4. Πλέον για τα νέα fan coils δεν τίθεται θέμα θορύβου, καθώς στην μικρή ταχύτητα δεν ακούγονται παρά ελάχιστα



Εικ. 7:14: Fan coil δαπέδου.

Το μοναδικό μειονέκτημα των μονάδων αυτών, είναι η ανάγκη τακτικής πλύσης ή και αλλαγής του φίλτρου του, καθώς και ο καθαρισμός του στοιχείου.

7.4 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ

7.4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η θέρμανση με χρήση θερμικού καλωδίου, δεν είναι πρόσφατη εφεύρεση. Θερμικά καλώδια χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια για την προστασία αγωγών, σωληνώσεων και δεξαμενών από παγετό, τόσο σε οικιακές όσο και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Σχετικά πρόσφατη είναι η χρήση των θερμικών καλωδίων για τη θέρμανση κατοικιών και επαγγελματικών χώρων. Η σκέψη είναι απλή και έχει να κάνει με τη θερμότητα που εκλύεται από έναν αγωγό όταν αυτός διαρρέεται από ρεύμα μεγάλης έντασης.

Η τεχνολογία των θερμικών καλωδίων έχει να κάνει με την αντοχή του ίδιου του καλωδίου και της μόνωσης του στις θερμοκρασίες που λειτουργεί το καλώδιο.

Τα θερμικά καλώδια έχουν πολύ μεγάλη γκάμα εφαρμογών, και είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε εφαρμογές σε εξωτερικούς χώρους, όπου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άλλος τρόπος θέρμανσης. Με τη χρήση θερμικού καλωδίου μπορούμε να αποτρέψουμε το σχηματισμό πάγου, και να πετύχουμε το λιώσιμο του χιονιού σε εξωτερικά πεζοδρόμια, ιδιωτικούς δρόμους, εξωτερικές σκάλες κ.α.

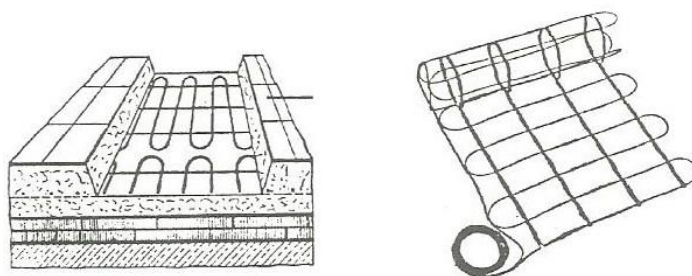


Εικ. 7:15: Θερμικά καλώδια εδάφους.

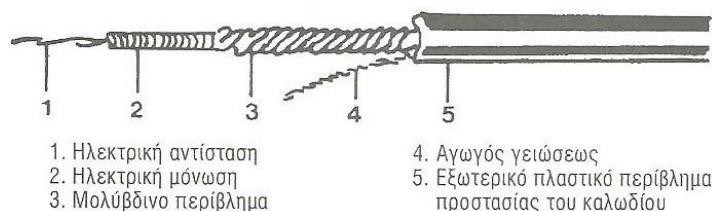
Τα θερμικά καλώδια είναι ειδικής κατασκευής ηλεκτρικές αντιστάσεις. Χρησιμοποιούνται σε ευθύγραμμη μορφή (εύκαμπτα) ή διαμορφωμένα σε πλέγματα

για την ενσωμάτωσή τους στο δάπεδο, τους τοίχους ή την οροφή. Είναι αυτονόητο ότι τα τοιχώματα των χώρων που πρόκειται να θερμανθούν με θερμικά καλώδια, χρειάζονται ειδική προστασία, και η τοποθέτηση των θερμικών καλωδίων υπόκειται σε αυστηρές προδιαγραφές.

Περισσότερο συνηθισμένη είναι η θέρμανση δαπέδων και οροφών. Οι θερμάνσεις με θερμικά καλώδια μπορεί να είναι τοπικές ή κεντρικές. Ακόμη όμως και οι κεντρικές θερμάνσεις με θερμικά καλώδια, διατηρούν πολύ εύκολα πλήρη αυτονομία ανά χώρο, ομάδα χώρων ή και μικρές περιοχές. Τα κεντρικά συστήματα βεβαίως, λειτουργούν με περισσότερους αυτοματισμούς, που επιτρέπουν τη λειτουργία διαφόρων τμημάτων τους ανάλογα με την επιθυμία του χρήστη.



Εικ. 7:16: Ηλεκτροφόροι αγωγοί α) ευθύγραμμοι σε οφιοειδή μορφή και β) σε πλέγμα



Εικ.7:17: Κύρια στοιχεία ηλεκτρικού θερμικού καλωδίου.

Τα Θερμικά καλώδια χρησιμοποιούνται και για κατασκευή εγκατάστασης ηλεκτρικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης:



Εικ. 7:18: Τομή ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε δάπεδο τσιμεντοκονίας.

1. Πλάκα / αρχικό δάπεδο
2. Μόνωση
3. Πλέγμα
4. Θερμικά Καλώδια
5. Στήριξη Θερμικών Καλωδίων
6. Περιμετρική μόνωση
7. Τσιμεντοκονία
8. Τελικό δάπεδο

Η ενδοδαπέδια θέρμανση με θερμικά καλώδια, έχει όλα τα πλεονεκτήματα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης και επιπλέον ότι δεν απαιτεί ιδιαίτερο χώρο για λεβητοστάσιο, δεν κινδυνεύει από πάγωμα σε χαμηλές θερμοκρασίες και δεν απαιτεί συντήρηση.



Εικ.7:19: Εγκατάσταση θερμικών καλωδίων σε δάπεδο.

Η χρήση της ηλεκτρικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης, μπορεί να είναι οικονομικότερη στη λειτουργία από μια συμβατική εγκατάσταση, δεν συγκρίνεται όμως σε οικονομία με μια εγκατάσταση κλασικής ενδοδαπέδιας που τροφοδοτείται από λέβητα με αντιστάθμιση, ή από αντλία θερμότητας.

7.4.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ

- Η καθαρότητα της εγκαταστάσεως, αφού δεν χρειάζονται εγκαταστάσεις καύσεως για την παραγωγή της αναγκαίας θερμικής ενέργειας
- Η εξοικονόμηση χώρου, γιατί δεν χρειάζονται θερμαντικά σώματα, σωληνώσεις και βέβαια, λεβητοστάσιο
- Η δυνατότητα άριστης κατανομής των πηγών θερμάνσεως και επιτεύξεως ομοιόμορφης θερμάνσεως, με πλήρη απουσία αερίων ρευμάτων
- Η πλήρης αυτονομία των διαφόρων κλάδων και η δυνατότητα επιλεκτικής θερμάνσεως χώρων και περιοχών, στα επιθυμητά θερμοκρασιακά επίπεδα
- Η οικονομία στις δαπάνες λειτουργίας, γιατί θερμαίνονται χώροι μόνον όταν χρειάζεται και όσο χρειάζεται
- Η απουσία μαυρισμάτων στους τοίχους και την οροφή, αφού δεν υπάρχουν αισθητές μετακινήσεις αερίων ρευμάτων

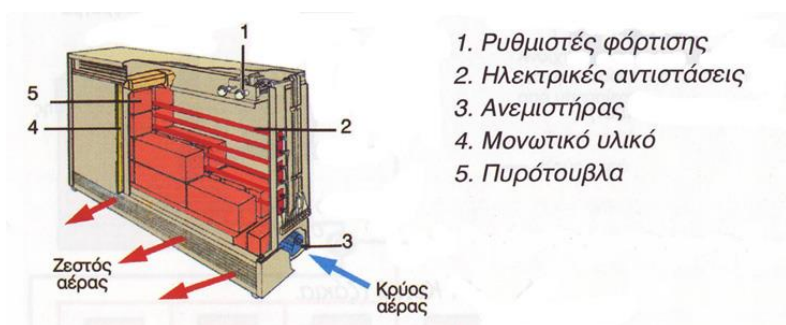
Στα μειονεκτήματα του συστήματος θεωρούνται το σχετικά υψηλό κόστος λειτουργίας, οι δυσκολίες επισκευών και τροποποιήσεων και η σχετικά υψηλή δαπάνη των σχετικών κατασκευών.

7.5 ΘΕΡΜΟΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ

7.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι θερμοσυσσωρευτές αρχικά έγιναν γνωστοί με την ονομασία ``αποταμιευτές θερμότητος´´. Πράγματι η αρχή λειτουργίας τους, βασίζεται στην αποθήκευση θερμικής ενέργειας τις νυκτερινές ώρες που είναι φθηνότερη η ηλεκτρική ενέργεια, και η απόδοσή της στον χώρο τις ώρες που χρειάζεται θέρμανση.

Οι θερμοσυσσωρευτές αποτελούνται από πυρότουβλα με ενσωματωμένες ηλεκτρικές αντιστάσεις, τα οποία περιβάλλονται από κατάλληλο θερμομονωτικό υλικό. Η όλη κατασκευή περικλείεται από μεταλλικό περίβλημα. Το ηλεκτρικό ρεύμα διαβιβάζεται στις αντιστάσεις την νύχτα, οπότε ισχύει το φθηνότερο τιμολόγιο, και έτσι παράγεται η θερμότητα που αποθηκεύεται στα τούβλα, τα οποία έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Στη συνέχεια η θερμότητα αυτή αποδίδεται στο περιβάλλον στη διάρκεια όλου του 24ώρου.



Εικ. 7:20: Τομή δυναμικού θερμοσυσσωρευτή.

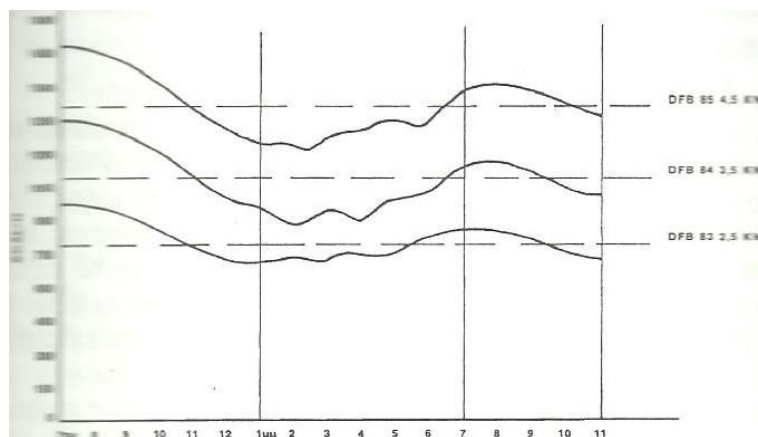
7.5.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ ΘΕΡΜΟΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ

Η λειτουργία των θερμοσυσσωρευτών είναι απλή. Έχουμε να κάνουμε με δύο παραμέτρους την φόρτιση και την εκφόρτιση.

Η φόρτιση έχει να κάνει με την ποσότητα της ενέργειας που θέλουμε να αποθηκεύσουμε στο σώμα. Από τον ηλεκτρολογικό πίνακα της εγκατάστασης, μπορούμε να επιλέξουμε το πότε φορτίζουμε, και από την ροδέλα που έχει πάνω το σώμα ρυθμίζουμε το πόσο φορτίζουμε.

Η εκφόρτιση έχει να κάνει με την ενέργεια που παίρνουμε από το σώμα και γίνεται με δύο τρόπους:

1. Με θερμοστάτη χώρου για τους δυναμικούς θερμοσυσσωρευτές
2. Με θερμοστάτη που βρίσκεται πάνω στο σώμα για τους στατικούς θερμοσυσσωρευτές



Εικ. 7:21: Ενδεικτικές καμπύλες εκφορτίσεως θερμοσυσσωρευτή (7π.μ- 11π.μ) για τρία μοντέλα (2,5-3,5 και 4,5 kw)

7.5.3 ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ

Υπάρχουν δύο τύποι θερμοσυσσωρευτών, οι οποίοι διαφέρουν όσον αφορά τον τρόπο που εκπέμπουν θερμότητα:

- Οι **στατικοί** θερμοσυσσωρευτές οι οποίοι εκπέμπουν θερμότητα μέσω της επιφάνειάς τους και μέσω φυσικής μετάδοσης θερμότητας

- Οι **δυναμικοί** θερμοσυσσωρευτές οι οποίοι κυκλοφορούν την θερμότητα εκπέμποντας αέρα στο δωμάτιο μέσω ενός ανεμιστήρα



Εικ. 7:22: Στατικός θερμοσυσσωρευτής.

7.5.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΟΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ

- Μεγάλη εξοικονόμηση δαπανών
- Μπορούν να εγκατασταθούν και σε νεόδμητα αλλά και σε παλαιότερα κτίρια, χωρίς να υπάρχει ανάγκη επεμβάσεων ή τροποποιήσεων
- Δεν υπάρχουν υδραυλικά κυκλώματα και έτσι δεν υπάρχει πιθανότητα διαρροής νερού
- Δεν απαιτείτε δεξαμενή καυσίμων
- Έχουν εύκολη εγκατάσταση
- Είναι οικολογικοί, δεν εκπέμπουν αναθυμιάσεις και χρησιμοποιούν την καθαρότερη γνωστή πηγή ενέργειας τον ηλεκτρισμό
- Είναι τελείως ασφαλείς και δεν χρειάζονται καμία συντήρηση

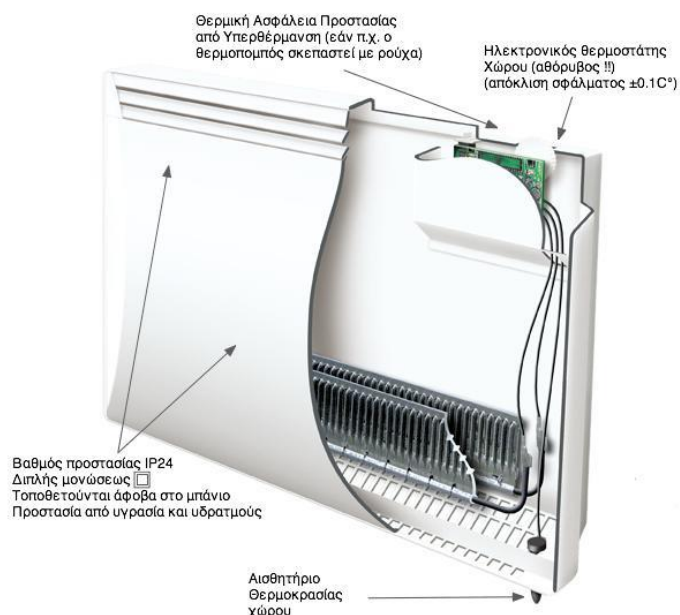
7.6 ΘΕΡΜΟΠΟΠΜΟΙ

7.6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι ηλεκτρικοί θερμοπομποί, γνωστοί στην αγορά και ως «κονβέκτορες» ή convectors, είναι ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται τοπικά και μπορούν να αξιοποιηθούν είτε για κύρια θέρμανση (με την κατάλληλη συνδυαστική επιλογή τους) είτε συμπληρωματικά.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλείς στη χώρα μας, ιδιαίτερα σαν συμπληρωματική θέρμανση η οποία εξοικονομεί καύσιμα καθώς μεταξύ άλλων, η τοποθέτησή τους είναι ιδιαίτερα απλή (αρκεί μόνο η «στερέωσή» τους στον τοίχο και η τοποθέτησή τους στην πρίζα) και η τιμή τους προσιτή.

Στα θετικά τους περιλαμβάνεται επίσης το γεγονός ότι, λόγω του θερμοστάτη που διαθέτουν μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα δηλαδή σε κάθε δωμάτιο μιας κατοικίας ή ενός μεγάλου γραφείου.



Εικ. 7:23: Τομή θερμοπομπού.

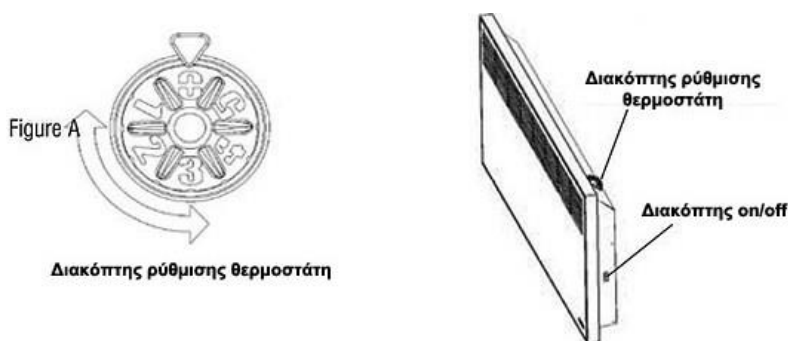
Οι θερμοπομποί αποτελούνται από ένα θερμαντικό στοιχείο (ηλεκτρική αντίσταση), ένα όργανο ελέγχου (μηχανικό ή ηλεκτρονικό θερμοστάτη) και ένα περίβλημα, που αποτελεί το σώμα του θερμοπομπού.

Η λειτουργία τους βασίζεται κυρίως στο φαινόμενο της μεταφοράς και πολύ λιγότερο στο φαινόμενο της ακτινοβολίας. Η ισχύς τους κυμαίνεται από 500W - 2500W

Συγκεκριμένα, ο ψυχρός αέρας του χώρου που βρίσκεται στα χαμηλότερα στρώματα του δωματίου εισέρχεται στο κάτω μέρος του θερμοπομπού και θερμαίνεται από το ειδικό θερμαντικό στοιχείο που βρίσκεται στον θερμοπομπό.

Ο θερμός πια αέρας ανυψώνεται και εξέρχεται από τον θερμοπομπό προς το δωμάτιο με φυσική κυκλοφορία, ανεβάζοντας γρήγορα την θερμοκρασία του χώρου. Η φυσική αυτή κίνηση του αέρα είναι αποτέλεσμα των ανωστικών δυνάμεων που δημιουργούνται λόγω διαφοράς πυκνότητας η οποία οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας του.

Η έξοδος του αέρα γίνεται από ειδικά σχεδιασμένα πτερύγια, τα οποία καλό είναι να έχουν μια μικρή κλίση προς τα κάτω, για αποδοτική και ομοιόμορφη διάχυση του αέρα στον χώρο και για να εμποδίζεται η εισροή σκόνης στη συσκευή.



Εικ. 7:24: Λειτουργία θερμοπομπού

7.6.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΟΠΟΜΠΩΝ

- ❖ Απόδοση 100% που σημαίνει ότι όλη η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα
- ❖ Χαμηλό κόστος αγοράς
- ❖ Μηδαμινό κόστος τοποθέτησης
- ❖ Δεν εκπέμπει καυσαέρια
- ❖ Όλα τα σώματα έχουν αισθητήριο θερμοκρασίας χώρου (sensor)
- ❖ Δεν ξηραίνουν την ατμόσφαιρα
- ❖ Η εξωτερική επιφάνεια των σωμάτων δεν καίει
- ❖ Παρέχεται πλήρης αυτονομία θερμοκρασίας σε κάθε χώρο χωριστά
- ❖ Υπάρχει η δυνατότητα τηλεχειρισμού θερμοκρασίας
- ❖ Ηλεκτρονικός θερμοστάτης χώρου (απόκλιση $\pm 0,1\text{C}^\circ$ περίπου)
- ❖ Δεν προκαλεί μετακίνηση σωματιδίων στον αέρα
- ❖ Δεν απαιτεί συντήρηση – απόλυτα ασφαλής

7.6.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΟΠΟΜΠΩΝ

- ❖ ``Απαρχαιωμένη`` μέθοδος θέρμανσης
- ❖ Κατανάλωση ρεύματος = Κατανάλωση λιγνίτη / μαζούτ
- ❖ Έλεγχος ηλεκτρολογικής εγκατάστασης της οικίας για δυνατότητα εγκατάστασης
- ❖ Υψηλό κόστος χρήσης, αφού μεγάλο μέρος της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας θα καταναλωθεί κατά τις ώρες υψηλής χρέωσης της ΔΕΗ
- ❖ Χαμηλή ποιότητα θέρμανσης με ψυχρές ζώνες σε απομακρυσμένα σημεία
- ❖ Οι θερμοπομποί και κυρίως οι θερμοσυσσωρευτές καταναλώνουν 2-3 φορές περισσότερο ρεύμα από συσκευές και κλιματιστικά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι εξαιρετικά παλαιή η σκέψη να θερμανθεί ένας χώρος από το δάπεδο. Σε πολλές κατασκευές αρχαίων πολιτισμών, ζεστός αέρας ή νερό διοχετευόταν με ειδικά κανάλια κάτω από δάπεδο λουτρών ή άλλων χώρων διαμονής, με στόχο τη θέρμανση. Στις περιπτώσεις αυτές, το δάπεδο του χώρου μετατρέπεται σε ένα μεγάλο θερμαντικό σώμα.

Η θέρμανση δαπέδου με θερμό νερό, είναι αυτή που έχει επικρατήσει με ποσοστό που αγγίζει το 95% στην χώρα μας έναντι άλλων συστημάτων ενδοδαπέδιας θέρμανσης (π.χ. ηλεκτρικής αντίστασης). Στην σημερινή μορφή της λειτουργεί επιτυχώς στην ηπειρωτική Ευρώπη τα τελευταία 50 έτη, ενώ στην Ελλάδα ήδη οι πρώτες εγκαταστάσεις λειτουργούν εδώ και 25 χρόνια.

Στα συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης, το νερό θερμοκρασίας 45 – 55°C, διέρχεται μέσω οφιοειδών σωληνώσεων, που επιτυγχάνουν καλή θερμική επαφή με τα δομικά υλικά του δαπέδου το οποίο θερμαίνεται και μετατρέπεται σε θερμαντικό σώμα, χαμηλής θερμοκρασίας που ακτινοβολεί ομοιόμορφα σε όλον τον χώρο.

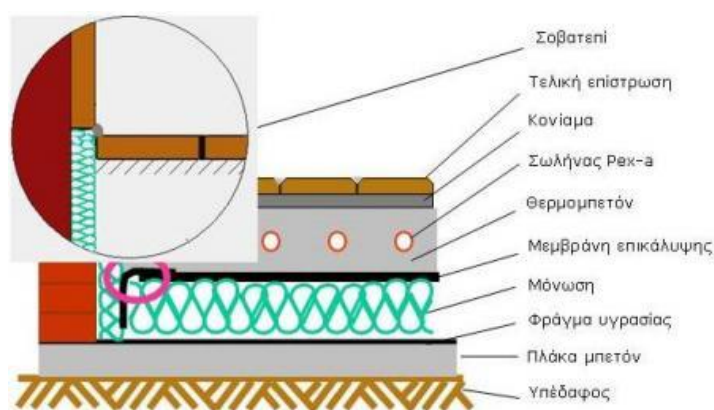
Η θέρμανση δαπέδου βασίζεται στη διαπίστωση ότι οι άνθρωποι βρίσκονται σε συνεχή επαφή με τα δάπεδα και οι θερμαινόμενες ποσότητες αέρα κοντά σε αυτά, ανερχόμενες, δημιουργούν αίσθημα θερμικής ανέσεως. Γι' αυτό οι θερμάνσεις δαπέδου θεωρούνται ιδιαίτερα πλεονεκτικές για χώρους οι οποίοι δεν μπορούν να θερμανθούν ικανοποιητικά με κοινά θερμαντικά σώματα ή θέρμανση οροφής, όπως π.χ. αίθουσες σημαντικού ύψους (εκκλησίες, κινηματοθέατρα κ.α.).

Η θέρμανση δαπέδου είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για τη θέρμανση μικρών τμημάτων δαπέδου μεγάλων χώρων, όπως π.χ. χώροι που γίνονται τελετές σε εκκλησίες, συγκεκριμένες θέσεις εργασίας ατόμων σε παραγωγικές διεργασίες, εμπορικές και διοικητικές εργασίες κ.ά.

Ακόμη, η θέρμανση δαπέδου προσφέρεται για θέρμανση χώρου εκθέσεων, που δεν διαθέτουν μηχανικές εγκαταστάσεις (οι οποίες να καλύπτουν σημαντική έκταση του δαπέδου) και η παραμονή ατόμων είναι συνήθως σύντομη, σε θαλάμους φυλακών και ψυχιατρείων όπου δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση συνήθων θερμαντικών σωμάτων, σε δημόσια λουτρά και σε χώρους αθλήσεως, αλλά και σε καταστήματα, γραφεία και κατοικίες στα οποία δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος ή δεν είναι επιθυμητή η τοποθέτηση εμφανών θερμαντικών σωμάτων.

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται η θέρμανση δαπέδου και για την θέρμανση εξόδρων, πεζοδρομίων, δρόμων, αεροδρομίων, γηπέδων κ.τ.λ. για την προστασία από το χιόνι ή την διατήρηση ανεκτών συνθηκών κατά την διάρκεια εκδηλώσεων ή αυξημένης χρήσεως.

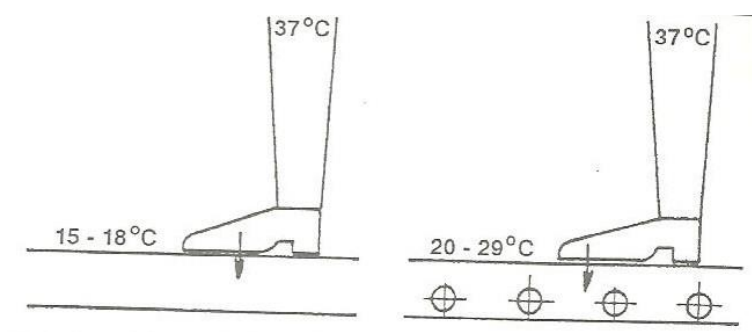
Κατασκευαστικά, τα συστήματα θερμάνσεως δαπέδου βασίζονται στην ενσωμάτωση οφιοειδών σωλήνων “σερπαντίνες” στο σκυρόδεμα, στο υπόστρωμα, σε κανάλια ή διάκενα του δαπέδου.



Εικ. 8:1: Τομή δαπέδου ενδοδαπέδιας θέρμανσης.

Η μεγάλη διάδοση της θερμάνσεως δαπέδου τα τελευταία χρόνια συνδέθηκε με:

- ↪ Τη δυνατότητα κατασκευής φθηνών εύκαμπτων σωληνώσεων όπως και σωλήνων από ειδικό πλαστικό που είναι φθηνότερες, με εύκολη τοποθέτηση και μεγάλη διάρκεια ζωής.
- ↪ Την καθιέρωση και την σημαντική συνεχή βελτίωση της θερμομονώσεως. Χωρίς θερμομόνωση ήταν και είναι δύσκολη μια θέρμανση δαπέδου (εξαιτίας του περιορισμού της επιφανειακής θερμοκρασίας και επομένως της ισχύος της) να καλύψει μόνη της τις θερμικές ανάγκες ενός κτιρίου.
- ↪ Την καθιέρωση της θερμάνσεως δαπέδου, σαν κλασσικό σύστημα της θερμάνσεως, μια και μεταξύ 26-32 °C μέγιστη θερμοκρασία της επιφάνειας του δαπέδου αντιστοιχεί σε μια μέγιστη θερμοκρασία εισόδου νερού 45-55 °C. Οι θερμοκρασίες αυτές, έδωσαν την δυνατότητα για αξιοποίηση και συνεργασία των λεβήτων χαμηλών θερμοκρασιών, της αντλίας θερμότητας και των ηλιακών συλλεκτών.



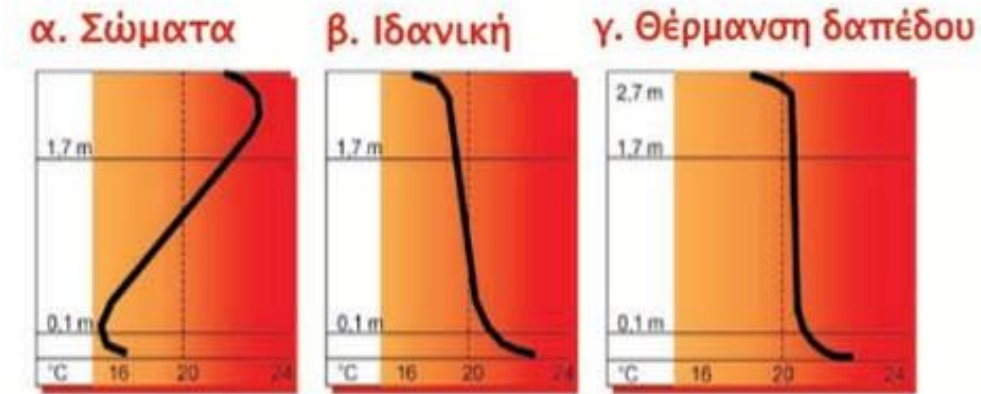
Εικ. 8:2: Ροή θερμότητας από το πόδι προς μη θερμαινόμενο και προς θερμαινόμενο δάπεδο.

8.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

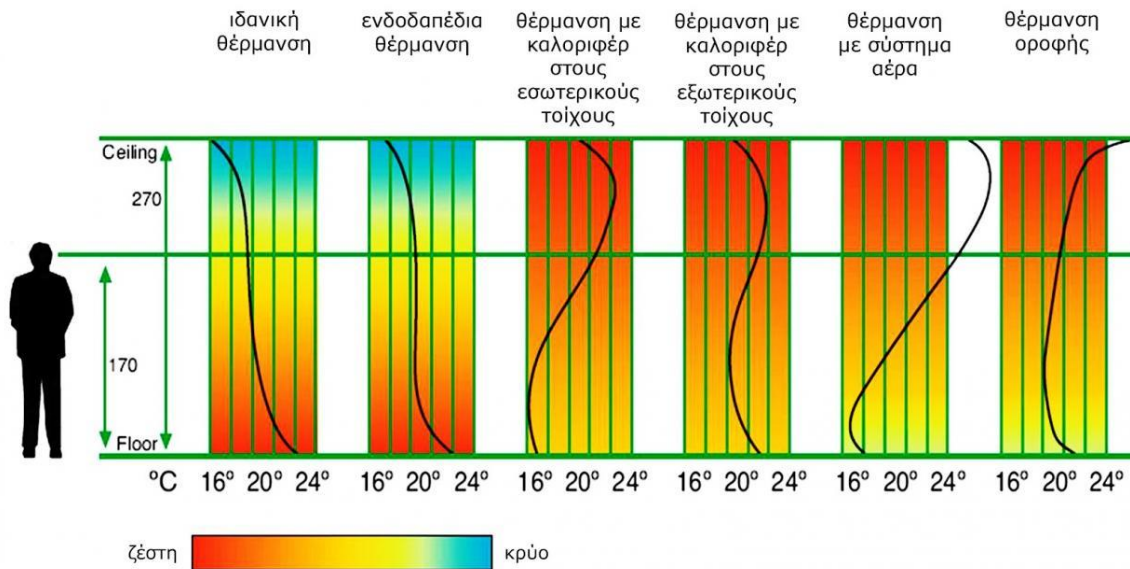
Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει και σε συνδυασμό με ηλιόθερμο ή με αντλία θερμότητας, στην πατρίδα μας δεν είναι ακόμα πολύ διαδεδομένο, τα προσεχή όμως χρόνια αναμένεται να αυξηθεί η εφαρμογή του γιατί παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως:

- **Θερμική άνεση :** Με την ενδοδαπέδια θέρμανση, πετυχαίνουμε την ιδανική κατανομή της θερμοκρασίας, αφού έχουμε την υψηλότερη θερμοκρασία στα πόδια και την ζητούμενη στο ύψος της κεφαλής, ενώ δεν ζεσταίνουμε τον αέρα πάνω από το ωφέλιμο ύψος χωρίς λόγο.
- **Υγιεινό περιβάλλον:** οι χαμηλές θερμοκρασίες που λειτουργεί η ενδοδαπέδια θέρμανση δεν ξηραίνουν τον αέρα του χώρου.
- **Απόλυτη ελευθερία στη διαμόρφωση των χώρων:** η θέρμανση δαπέδου προσφέρει οικονομία ελεύθερου χώρου και περισσότερες επιλογές στην εσωτερική αρχιτεκτονική διακόσμηση και ενδείκνυται για κατοικίες, καταστήματα, γραφεία στα οποία δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος ή δεν είναι επιθυμητή η τοποθέτηση εμφανών θερμαντικών σωμάτων. Λόγω έλλειψης πάσης φύσεως εμποδίων στους χώρους, αποφεύγονται οι πιθανοί τραυματισμοί, ειδικά εάν στον χώρο ζουν μικρά παιδιά ή ηλικιωμένοι.
- **Εξοικονόμηση ενέργειας:** η χαμηλή θερμοκρασία προσαγωγής του νερού μειώνει το κόστος λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης, ειδικά σε συνδυασμό με λέβητα χαμηλών θερμοκρασιών.
- **Ηχομόνωση που οφείλεται στο συνδυασμό της απομόνωσης της μάζας του θερμοπετού από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία (περιμετρική ταινία στους τοίχους και μονωτική πλάκα) και του συντελεστή ηχομόνωσης της μονωτικής πλάκας.**
- **Αποτροπή ρευμάτων αέρα,** που δημιουργούνται από τις συμβατικές μεθόδους θέρμανσης και κατά συνέπεια η έλλειψη σκόνης και η διατήρηση της υγρασίας του αέρα στο χώρο, δημιουργεί ακόμα πιο ιδανικές συνθήκες, ειδικά για άτομα με χρόνια προβλήματα αλλεργίας και άσθματος.

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται πως η θέρμανση δαπέδου πλησιάζει κοντά στην ιδανική κατανομή θερμοκρασίας



Εικ. 8:3: Κατανομή θερμοκρασίας χώρου στην ενδοδαπέδια θέρμανση.



Εικ. 8:4: Σύγκριση θερμοκρασιακής κατανομής σε διάφορα συστήματα θέρμανσης.

8.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Το κύριο μειονέκτημα της ενδοδαπέδιας είναι το υψηλό κόστος εγκατάστασης.

Επιπλέον μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής:

1. Την έλλειψη δυνατότητας μετατροπών στο οριζόντιο δίκτυο μετά την περάτωση της κατασκευής του.
2. Τη μεγάλη αδράνεια που παρουσιάζεται στη θέρμανση του χώρου, αφού για να θερμανθεί ο αέρας, πρέπει πρώτα να θερμανθεί το δάπεδο από μετόν.
3. Δεν ενδείκνυται η τοποθέτηση ταπήτων.

8.4 ΛΑΘΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα συνήθη λάθη σε μια ενδοδαπέδια εγκατάσταση είναι η κακή τοποθέτηση της μονωτικής πλάκας και της περιμετρικής ταινίας, η κακή επιπέδωση του δαπέδου πριν (ή και μετά) την διάστρωση, η ελλιπής στήριξη των σωληνώσεων και φυσικά η πλήρη άγνοια από πλευράς του εγκαταστάτη.



Εικ. 8:5: Λάθη στην ενδοδαπέδια θέρμανση.

8.5 ΚΥΡΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΔΑΠΕΔΟΥ

Η επιτυχία των υποδαπέδιων συστημάτων θέρμανσης βασίζεται σε μια σειρά προϋποθέσεων, οι οποίες κυρίως σχετίζονται με την καλή συνεργασία των στοιχείων που τα συναποτελούν και την σχολαστική τήρηση βασικών κατασκευαστικών κανόνων, με σεβασμό στις ιδιομορφίες των συνεργαζόμενων στοιχείων και υλικών. Αυτός είναι ο λόγος που η εγκατάσταση δαπεδοθέρμανσης ανατίθεται συνήθως σε πεπειραμένο κατασκευαστή, εξειδικευμένο στη χρήση των προϊόντων δεδομένης εταιρίας.

Οι αντιπρόσωποι των μεγάλων οίκων του εξωτερικού, σε κάθε ευκαιρία τονίζουν ότι πρέπει να τηρούνται σχολαστικά οι οδηγίες τους και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει σε μια εγκατάσταση να χρησιμοποιούνται στοιχεία διαφορετικών κατασκευαστών. Όσο και αν ο υπερτονισμός της παραπάνω αρχής εμπεριέχει αυτονόητη εμπορική σκοπιμότητα υπάρχουν σοβαροί λόγοι που απαγορεύουν τους πειραματισμούς και την ανάμειξη στοιχείων διαφόρων προελεύσεων.

Μια τυπική εγκατάσταση δαπεδοθέρμανσης περιλαμβάνει την πηγή παραγωγής του ζεστού νερού, το σύστημα προσαγωγής του νερού για της θερμικές ανάγκες του υποδαπέδιου δικτύου σωληνώσεων, το σύστημα προωθήσεως του νερού (εξαναγκασμένη κυκλοφορία), το κεντρικό δίκτυο διανομής, το υποδαπέδιο δίκτυο σωληνώσεων, τα συστήματα ρυθμίσεων, αυτοματισμού και εξοικονόμησης ενέργειας.

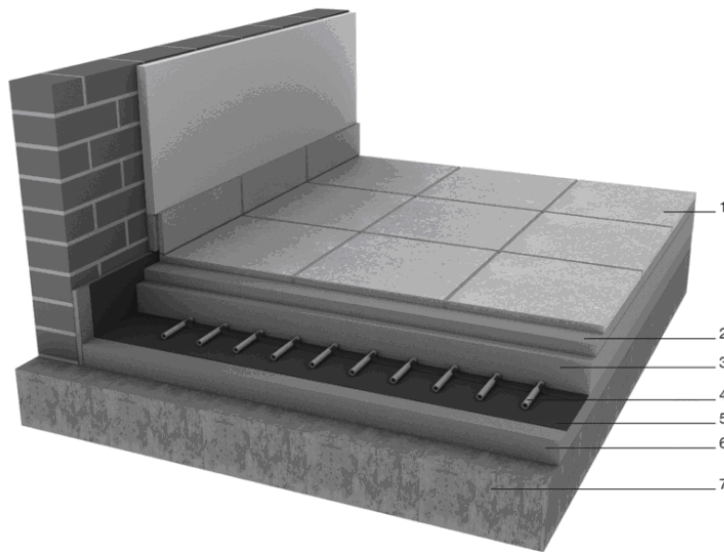
Με ιδιαίτερη επιμέλεια και προσοχή εξετάζεται πάντοτε η κατασκευαστική διαδικασία και ότι άλλο σχετίζεται με την τοποθέτηση και εξασφάλιση της καλής λειτουργίας των ενδοδαπέδιων σωληνώσεων.

Στην φέρουσα δομική κατασκευή (πλάκα από σκυρόδεμα) τοποθετούνται διαδοχικά:

- ↪ Ισχυρή μόνωση
- ↪ Φράγμα υδρατμών
- ↪ Δομικό πλέγμα
- ↪ Στηρίγματα των υδροφόρων σωλήνων
- ↪ Σωλήνες ζεστού νερού
- ↪ Κολυμβητό δάπεδο κατάλληλης συνθέσεως, και η τελική επικάλυψη του δαπέδου

- **Η πλάκα δαπέδου**

Η πλάκα του δαπέδου, επάνω στο οποίο θα ενσωματωθεί το σύστημα, πρέπει να είναι επίπεδη, λεία και ελεύθερη από τους αγωγούς άλλων δικτύων, καθαρή και στεγνή. Επιστρώνεται με προστατευτική στρώση από φύλλο πολυαιθυλενίου, πάχους περίπου 0,2 mm και θερμομονωτική στρώση πάχους 2 - 5 cm και επάνω της τοποθετείται δεύτερο φύλλο πολυαιθυλενίου για να μη διαβραχεί το μονωτικό υλικό. Μπορεί να προστεθεί και ηχοαπορροφητική στρώση για την καταπολέμηση των κτυπογενών θορύβων που δημιουργούν τα βήματα στο δάπεδο. Οι σωλήνες διατηρούνται στις προκαθορισμένες θέσεις και διαδρομές καθώς τοποθετούνται είτε σε προδιαμορφωμένες πλάκες μόνωσης είτε σε ειδικές πλαστικές πλάκες με υποδοχές ή προεξοχές. Στην επάνω πλευρά των πλακών διαμορφώνεται κολυμβητό δάπεδο από στρώση ειδικού σκυροδέματος. Η πλήρης ενσωμάτωση των σωληνώσεων στην κολυμβητή επίστρωση δαπέδου, το πάχος και η θερμική αγωγιμότητα του δαπέδου αποτελούν κριτήρια της καλής απόδοσης του συστήματος.



Εικ. 8:6: Τομή ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε δάπεδο με πλακίδια.

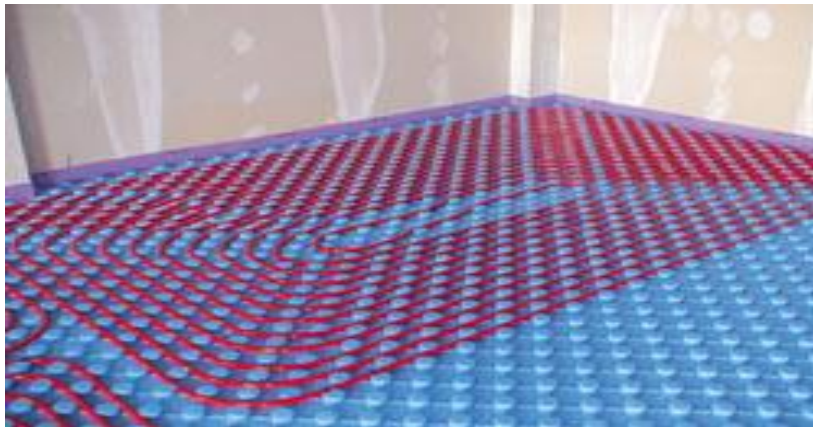
- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| 1. Πλακίδια. | 6. Θερμομόνωση. |
| 2. Τσιμεντοκονίαμα. | 7. Πλάκα σκυροδέματος. |
| 3. Σκυρόδεμα κάλυψης σωλήνων. | |
| 4. Σωλήνες θέρμανσης. | |
| 5. Προστατευτικό φύλλο. | |

- **Η θερμική μόνωση**

Πάνω ή κάτω (ανάλογα με τον κατασκευαστή) από την υγραμονωτική μεμβράνη και ίσως την ηχομονωτική στρώση, τοποθετείται θερμική μόνωση από πολυστερίνη ή υαλοβάμβακα. Η θερμομόνωση πρέπει να είναι πολύ καλής ποιότητας και τόσο ισχυρότερη, όσο μεγαλύτερη προβλέπεται ότι μπορεί να είναι η διαφορά της θερμοκρασίας του θερμαινόμενου χώρου από εκείνον που βρίσκεται κάτω από το δάπεδο. Η μόνωση αυτή, για την χώρα μας είναι συνήθως 2-5 cm.

Συχνά η θερμομονωτική πλάκα είναι διαμορφωμένη κατά τρόπον ώστε να αποτελεί και στήριγμα για τους υδροφόρους αγωγούς.

Εάν το θερμομονωτικό υλικό δεν πρέπει να βραχεί κατά την τελική προσθήκη του ευθερμαγωγού υλικού (μπετόν) πάνω από τους σωλήνες, τότε χρειάζεται υγραμονωτική στρώση απαραίτητα πάνω από το θερμομονωτικό υλικό.



Εικ. 8:7: Τοποθέτηση σωλήνων ενδοδαπέδιας θέρμανσης πάνω στη μονωτική πλάκα.

- **Οι οδηγοί των σωληνώσεων**

Οι σωληνώσεις πρέπει να τοποθετηθούν σε προκαθορισμένες διαδρομές και αποστάσεις. Οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν ιδιοκατασκευές από πλαστικό ή δομικό πλέγμα με ειδικά στηρίγματα – οδηγούς για τη στερέωση των σωληνώσεων.

Δεν ενδείκνυται η απόλυτα σταθερά στήριξη (δέσιμο) των σωληνώσεων, αλλά θεωρείται καλύτερη η χρησιμοποίηση ειδικών πλαστικών σφικτήρων ή κατάλληλων υποδοχών σε πλαστική βάση.

- **Οι σωληνώσεις θερμάνσεως**

Το πλέον σημαντικό και χαρακτηριστικό τμήμα της δαπεδοθερμάνσεως, αποτελούν οι σωληνώσεις ζεστού νερού. Παλαιότερα είχαν χρησιμοποιηθεί σιδηροσωλήνες και χαλκοσωλήνες. Σήμερα σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιούνται πλαστικοί σωλήνες διαφόρων συνθέσεων, προελεύσεων και τεχνικών χαρακτηριστικών.

Ως προς την βασική πρώτη ύλη κατασκευής τους, διακρίνονται σε σωληνώσεις από:

- Δικτυωτό πολυαιθυλένιο (VPE), που είναι και οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες.
- Πολυβουτένιο (PB), και
- Πολύ προπυλένιο (PP) ή πολυμερισμένο πολυπροπυλένιο (PP-C)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο

ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

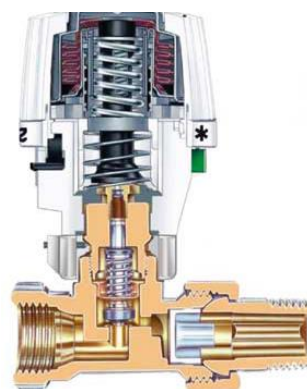
9.1 ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ – ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

Ο πρώτος θερμοστάτης θερμαντικού σώματος κατασκευάστηκε από την Danfoss το 1943. Πρόκειται για μια καινοτόμο εφεύρεση ενός αυτορυθμιζόμενου ελεγκτή θερμοκρασίας με εφαρμογές στην θέρμανση την ψύξη και τον κλιματισμό.

Οι θερμοστατικοί διακόπτες ρυθμίζουν την παροχή νερού στο θερμαντικό σώμα ανάλογα με την επικρατούσα θερμοκρασία στο χώρο. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί σημαντική οικονομία ενέργειας. Αυτή η οικονομία που επιτυγχάνεται έχει άμεση επίδραση στη δαπάνη θέρμανσης του διαμερίσματος μόνο όταν ο τρόπος κατανομής των δαπανών γίνεται με θερμιδομετρητές ή ογκομετρητές. Αν η κατανομή των δαπανών γίνεται με βάση τις ώρες λειτουργίας του διαμερίσματος (ωρομετρητές), η τοποθέτηση θερμοστατικών διακοπών δε θα επιφέρει αξιοσημείωτη διαφορά στην επιβάρυνση του ιδιοκτήτη.



Εικ. 9.1: θερμοστατική κεφαλή.



Εικ.9.2: Τομή θερμοστατικής κεφαλής.

9.2 ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ ΧΩΡΟΥ

9.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η ισχύς των θερμαντικών σωμάτων ενός χώρου έχει υπολογιστεί από τη μελέτη απωλειών ώστε να ζεσταίνεται ο χώρος όταν επικρατούν οι δυσμενέστερες αναμενόμενες συνθήκες περιβάλλοντος. Αυτό σημαίνει ότι σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η προσφερόμενη θερμική ισχύς από τα σώματα θα είναι μεγαλύτερη από αυτή που χρειάζεται, και ο χώρος θα υπερθερμαίνεται. Αυτό το πρόβλημα έρχονται να επιλύσουν οι θερμοστάτες χώρου.

Οι θερμοστάτες χώρου είναι συσκευές με λειτουργία ΝΑΙ – ΟΧΙ (ON – OFF) , πράγμα που σημαίνει ότι διακόπτουν την παροχή θερμικής ισχύος στο χώρο όταν η θερμοκρασία του είναι αυτή που έχουμε ρυθμίσει. Όταν η θερμοκρασία του χώρου γίνει μικρότερη από την επιθυμητή που ορίζουμε από τον θερμοστάτη, η εγκατάσταση λειτουργεί και θερμότητα παρέχεται στο χώρο.

Το εύρος ρύθμισης των θερμοστατών είναι συνήθως 5 – 30 °C, και συχνά έχουν και διακόπτη on – off. Ρυθμίζοντας το θερμοστάτη κατά την απουσία μας στους 5 °C, προστατεύουμε την εγκατάσταση από πάγωμα του νερού, κάτι που είναι σημαντικό σε περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες. Αντιπαγετική προστασία δε θα έχουμε αν κλείσουμε την εγκατάσταση από το διακόπτη on – off του θερμοστάτη.

Κάποιοι τύποι θερμοστατών έχουν και διακόπτη για μπόιλερ, ο οποίος παρακάμπτει τη θερμοστατική διάταξη και ενεργοποιεί τον καυστήρα, ακόμη και όταν η θερμοκρασία του χώρου είναι μεγαλύτερη από 30 °C.

Για να ρυθμιστεί ικανοποιητικά η θερμοκρασία του χώρου, θα πρέπει ο θερμοστάτης να τοποθετηθεί σε σημείο που να μην επηρεάζεται από αστάθμητους παράγοντες, όπως το άνοιγμα μιας πόρτας ή από ηλεκτρικές συσκευές ή από τοπικά ρεύματα αέρα κλπ.

Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτησή του :

- ✘ Σε εξωτερικούς τοίχους.
- ✘ Σε διαδρόμους.
- ✘ Σε χώρους μη θερμαινόμενους

- ↪ Πίσω από κουρτίνες.
- ↪ Σε εσοχές τοίχου.
- ↪ Κοντά ή πίσω από πόρτες
- ↪ Κοντά σε πηγές θερμότητας όπως θερμαντικά σώματα, σωλήνες θέρμανσης, τηλεοράσεις κ.λπ.
- ↪ Ιδανικό ύψος τοποθέτησης από το πάτωμα είναι 1,5 μέτρα.

9.2.2 ΕΙΔΗ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΩΝ

Στην αγορά βρίσκουμε τρεις βασικούς τύπους θερμοστατών:

1. Τους ηλεκτρομηχανικούς.
2. Τους ηλεκτρονικούς.
3. Και τους προγραμματιζόμενους.

9.2.3 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ ΧΩΡΟΥ

Οι θερμοστάτες αυτοί στηρίζουν τη λειτουργία τους στη διαστολή που υφίσταται ένα διμεταλλικό έλασμα ή ένα υγρό, με την αύξηση της θερμοκρασίας του.

Οι θερμοστάτες χώρου διαθέτουν μια κλειστή και μια ανοικτή επαφή για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν, εκτός από θέρμανση, και για ψύξη του χώρου.

Δύο καλώδια είναι αρκετά για τη λειτουργία τους, επειδή όμως συνήθως φέρουν και ενδεικτική λυχνία λειτουργίας, είναι σκόπιμο να υπάρχει ένα ακόμη καλώδιο για την παροχή ουδετέρου.

Το διαφορικό των θερμοστατών αυτών μπορεί να είναι μέχρι 1 °C, δηλαδή, αν ρυθμίσουμε τη θερμοκρασία στους 20 °C, η θέρμανση μπορεί να ξεκινάει όταν η

θερμοκρασία πέσει στους 19 °C και να διακόπτεται όταν η θερμοκρασία φθάσει στους 21 °C.

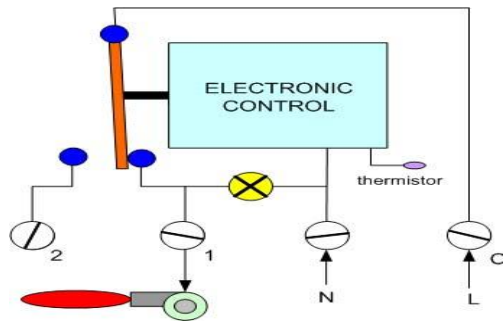


Εικ. 9.3: Ηλεκτρομηχανικός θερμοστάτης χώρου.

9.2.4 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ

Οι ηλεκτρονικοί θερμοστάτες δεν έχουν το μειονέκτημα του μεγάλου διαφορικού των ηλεκτρομηχανικών. Η ακρίβειά τους είναι από 0,1 έως 0,3 °C. Η λειτουργία τους δε στηρίζεται στη θερμική διαστολή των υλικών, αλλά στην ιδιότητα κάποιων υλικών να μεταβάλλουν την αντίστασή τους ανάλογα με τη θερμοκρασία τους.

Έτσι ένα ηλεκτρονικό αισθητήριο θερμοκρασίας (thermistor) πληροφορεί ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα (CONTROL) και αυτό, ανάλογα με τη θερμοκρασία που έχουμε ρυθμίσει, εντολοδοτεί μέσω ενός ρελέ την εγκατάσταση να λειτουργήσει. Στους θερμοστάτες αυτούς δεν μπορούμε να κάνουμε εναλλαγή των καλωδίων μεταξύ των επαφών C και 1 και είναι απαραίτητη η σύνδεση ουδετέρου για τη λειτουργία του ηλεκτρονικού κυκλώματος. Πρέπει δηλαδή να πηγαίνουμε οπωσδήποτε τρία καλώδια.



Εικ. 9.4: συνδεσμολογία ηλεκτρονικού θερμοστάτη.



Εικ. 9.5: Ηλεκτρονικός θερμοστάτης.

9.2.5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ ΧΩΡΟΥ

Είναι ηλεκτρονικοί θερμοστάτες οι οποίοι έχουν συνδυαστεί με ένα ωρολογιακό μηχανισμό. Μας παρέχουν τη δυνατότητα να ρυθμίσουμε τη θερμοκρασία του χώρου σε διαφορετικές χρονικές περιόδους στη διάρκεια του εικοσιτετραώρου ή της εβδομάδας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι με διαφορετικές δυνατότητες ρυθμίσεων.

Με επιλογή δύο θερμοκρασιών, μια υψηλής και μιας χαμηλής, που μπορούμε να τις προγραμματίσουμε σε χρονικές περιόδους της ημέρας (24 ώρες). Κάθε μέρα θα επαναλαμβάνεται το ίδιο πρόγραμμα.

Με επιλογή δύο θερμοκρασιών, με εβδομαδιαίο προγραμματισμό. Μας δίνουν τη δυνατότητα να επιλέγουμε για κάθε μέρα και ένα ανεξάρτητο πρόγραμμα λειτουργίας μεταξύ μια υψηλής και μιας χαμηλής θερμοκρασίας.

Με εβδομαδιαίο πρόγραμμα και ελεύθερη επιλογή θερμοκρασίας. Μπορούμε οποιαδήποτε χρονική περίοδο, οποιασδήποτε ημέρας της εβδομάδας, να έχουμε τη θερμοκρασία που επιθυμούμε.



Εικ. 9.6: Προγραμματιζόμενος θερμοστάτης χώρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10^ο

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

10.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Σκοπός του προγράμματος σύγκρισης είναι να μας εξάγει ένα συμπέρασμα για την οικονομικότερη μορφή πηγή θέρμανσης, με βάση διάφορους τύπους οι οποίοι θα αναλυθούν παρακάτω και τέλος την δημιουργία ενός γραφήματος.

10.1.1 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

- Μονοκατοικία **110m²**
 - Απώλειες θέρμανσης για μεσαίο επίπεδο μονώσεως: **90W/m²**
 - Βαθμός απόδοσης λέβητα πετρελαίου: **90%**
 - Βαθμός απόδοσης λέβητα υγραερίου (LPG): **95%**
 - Βαθμός απόδοσης λέβητα pellet: **90%**
 - Βαθμός απόδοσης αντλίας θερμότητας COP: **3**
 - Κατώτατη θερμογόνος δύναμη πετρελαίου: **10,30 kWh/λίτρο**
 - Κατώτατη θερμογόνος δύναμη υγραερίου: **7,09 kWh/λίτρο**
 - Κατώτατη θερμογόνος δύναμη pellet: **4,90 kWh/kg**
 - Ετήσιες ώρες λειτουργίας για θέρμανση: **800h**
 - Μέση τιμή πετρελαίου: **1,40€/lt**
 - Μέση τιμή pellet: **0,35€/kg**
 - Μέση τιμή ηλεκτρικού ρεύματος: **0,19€/kWh**
 - Μέση τιμή υγραερίου: **0,90€/lt**
- ↪ Ο πραγματικός βαθμός απόδοσης των λεβήτων είναι μικρότερος στην πράξη, διότι πρέπει να ληφθούν υπόψη 10% απώλειες προς τα καυσαέρια και 5% προς σωληνώσεις κλπ. Στην καλύτερη δυνατή περίπτωση ο ετήσιος βαθμός απόδοσης πλησιάζει το 85% και μόνο σε καινούριες εγκαταστάσεις.

10.1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Η ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας σε kW για θέρμανση προκύπτουν από το γινόμενο:

$$\text{Ενεργειακές ανάγκες } Q_a \text{ (kW)} = \text{Επιφάνεια (m}^2\text{)} \times \text{Θερμικές απώλειες (kW/m}^2\text{)}$$

Ενεργειακές ανάγκες $Q_{th} \Rightarrow 0.08 \text{ kW/m}^2$ (Καλή θερμική μόνωση)

0.10 kW/m^2 (Κακή θερμική μόνωση)

Ενεργειακές Ανάγκες	Ενεργειακές ανάγκες Qa σε KW για θέρμανση	=	110	m ²	*	0,09	$\frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$	=	9,9	kW
			Επιφάνεια			Απώλειες			Ισχύς	
	Ενεργειακές ανάγκες Qth = 0,08 kW/m ² (καλή θερμική μόνωση) = 0,10 kW/m ² (κακή θερμική μόνωση)									

Εικ 10.1: Υπολογισμός ενεργειακής ανάγκης κατοικίας 110m² με μέση μόνωση.

10.1.3 ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΓΚΗ

Η ετήσιες ενεργειακές ανάγκες μια κατοικίας για θέρμανση μπορούν εύκολα να υπολογιστούν από το γινόμενο:

Ετήσιες	Ενεργειακές	Ανάγκες	Qa	(kWh/έτος)	=
Ενεργειακές Ανάγκες Qa (kW) X Ετήσιες Ώρες Λειτουργίας (h/έτος).					

Ετήσια Ενεργειακή Ανάγκη	Ετήσια ενεργειακή ανάγκη Qa σε kWh/έτος για θέρμανση	=	9,9	Kw	*	800	$\frac{\text{h}}{\text{έτος}}$	=	7920	$\frac{\text{kWh}}{\text{έτος}}$
			Ισχύς			Ετήσιες ώρες λειτουργίας			Σύνολο ισχύος	
	Ετήσιες ώρες λειτουργίας για θέρμανση π.χ 800h/έτος									

Εικ 10.2: Υπολογισμός ετήσιας ενεργειακής ανάγκης κατοικίας 110m² με 800 ώρες λειτουργίας ανά έτος.

10.1.4 ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Οι ανάγκες καυσίμου προκύπτουν από το παρακάτω πηλίκο:

$$\text{Ανάγκες καυσίμου/έτος} = \frac{Q_a}{\text{Κ.Θ.Κ} * \eta}$$

Αντίστοιχα ο ίδιος τύπος ισχύει και για τα υπόλοιπα είδη καυσίμου.

Όπου:

$Q_a \Rightarrow$ Ετήσια ενεργειακή ανάγκη.

$\text{Κ.Θ.Κ} \Rightarrow$ Κατώτατη θερμογόνος δύναμη καυσίμου.

$\eta \Rightarrow$ Ετήσιος βαθμός απόδοσης.

		7920	kWh έτος				
Ανάγκες Πετρελαίου	Ανάγκες Πετρελαίου σε lit. / Έτος	= Ετήσια ενεργειακή ανάγκη Q_a		=	854	l έτος	
		10,30	*	0,9	λίτρα πετρελαίου		
		Κατώτατο θερμογόνος αποτέλεσμα					
	Κατώτατο θερμογόνος αποτέλεσμα πετρελαίου = 10,30 kWh/l						
	Ετήσιος βαθμός απόδοσης π.χ. = 0,90						

Εικ 10.3: Υπολογισμός ετήσιας ανάγκης πετρελαίου.

		7920	kWh έτος				
Ανάγκες Pellet	Ανάγκες Pellet σε Kg / Έτος	= Ετήσια ενεργειακή ανάγκη Q_a		=	1796	Kg έτος	
		4,90	*	0,9	Kg Pellet		
		Κατώτατο θερμογόνος αποτέλεσμα					
	Κατώτατο θερμογόνος αποτέλεσμα pellet = 4,9 kWh/Kg						
	Ετήσιος βαθμός απόδοσης π.χ. = 0,90						

Εικ 10.4: Υπολογισμός ετήσιας ανάγκης Pellet.

Α/Θ αέρος-νερού / VRV									
			7920	$\frac{\text{kWh}}{\text{έτος}}$					
	Ενεργειακή ανάγκη Α/Θ σε kWh/έτος	=	Ετήσια ενεργειακή ανάγκη Qa		=	2640	$\frac{\text{kWh}}{\text{έτος}}$		
			3,00			KW για την Α/Θ / VRV			
				Ετήσιος βαθμός απόδοσης λειτουργίας					

Εικ 10.5: Υπολογισμός ετήσιας ανάγκης Αντλίας Θερμότητας αέρος-νερού.

Ανάγκες Υγραερίου									
			7920	$\frac{\text{kWh}}{\text{έτος}}$					
	Ανάγκες Υγραερίου σε lit. / Έτος	=	Ετήσια ενεργειακή ανάγκη Qa		=	1176	$\frac{\text{l}}{\text{έτος}}$		
			7,09	*	0,95	Λίτρα υγραερίου			
				Κατώτατο θερμαντικό αποτέλεσμα					
		Κατώτατο θερμαντικό αποτέλεσμα υγραερίου = 7.09 kWh/l							
		Ετήσιος βαθμός απόδοσης π.χ. = 0.95							

Εικ 10.6: Υπολογισμός ετήσιας ανάγκης Υγραερίου.

10.1.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ

Για τον υπολογισμό του κόστους λειτουργίας για κάθε είδος θέρμανσης, αρκεί να πολλαπλασιάσουμε την ετήσια ανάγκη επί την αντίστοιχη τιμή αγοράς για κάθε είδος.

Έτσι έχουμε:

Κόστος Πετρελαίου για λειτουργία λέβητα	=	854	$\frac{\text{l}}{\text{έτος}}$	*	1,4	$\frac{\text{€}}{\text{l}}$	=	1196	$\frac{\text{€}}{\text{έτος}}$
		Ανάγκες Πετρ.			Τιμή Πετρελαίου				

Εικ 10.7: Υπολογισμός κόστους Πετρελαίου.

Κόστος Pellet για λειτουργία λέβητα	=	1796	$\frac{\text{Kg}}{\text{έτος}}$	*	0,35	$\frac{\text{€}}{\text{kg}}$	=	629	$\frac{\text{€}}{\text{έτος}}$
		Ανάγκες Pel.			Τιμή Pellet				

Εικ 10.8: Υπολογισμός κόστους Pellet.

Κόστος ρεύματος για λειτουργία A/Θ Αέρος-νερού / VRV	=	2640	$\frac{\text{kWh}}{\text{έτος}}$	*	0,19	$\frac{\text{€}}{\text{kWh}}$	=	502	$\frac{\text{€}}{\text{έτος}}$
		Ενεργειακή ανάγκη A/Θ			Τιμή ρεύματος				

Εικ 10.9: Υπολογισμός κόστους ρεύματος για A/Θ.

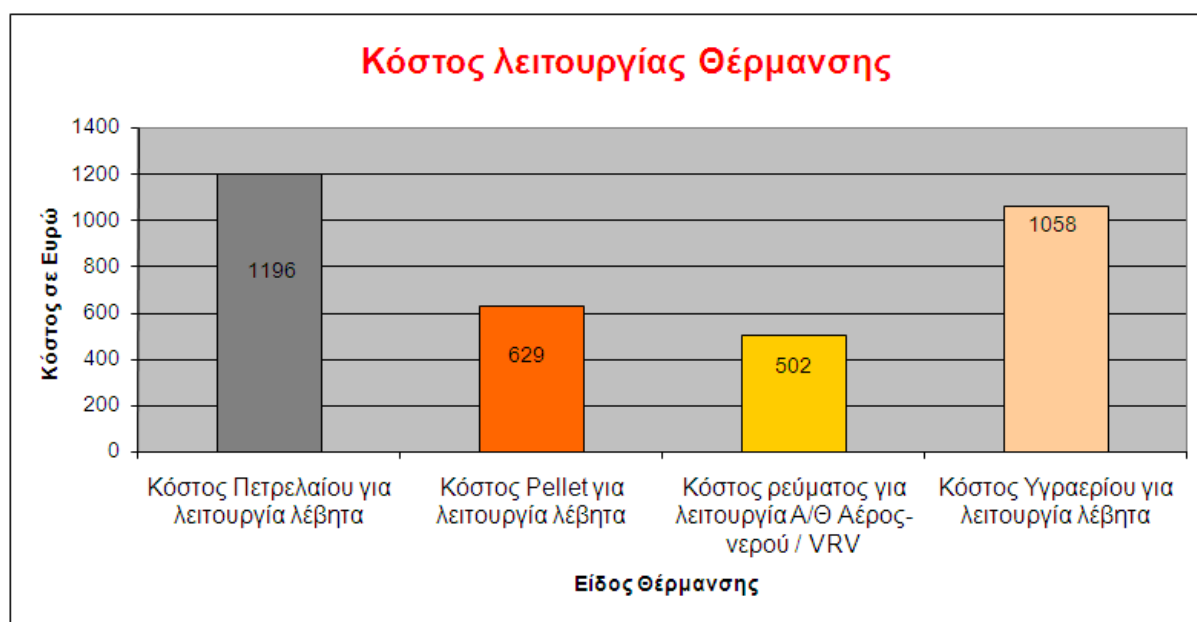
Κόστος Υγραερίου για λειτουργία λέβητα	=	1176	$\frac{\text{l}}{\text{έτος}}$	*	0,9	$\frac{\text{€}}{\text{l}}$	=	1058	$\frac{\text{€}}{\text{έτος}}$
		Ανάγκες υγρ.			Τιμή υγραερίου				

Εικ 10.10: Υπολογισμός κόστους Υγραερίου.

10.1.6 ΜΟΡΦΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΥ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Με την δημιουργία του γραφήματος αυτού, μπορούμε να εξάγουμε ένα γρήγορο συμπέρασμα για την οικονομικότερη μορφή ενέργειας, αλλά και της διαφοράς του πετρελαίου με τα άλλα είδη θέρμανσης.

Η μορφή του συγκεντρωτικού γραφήματος φαίνεται παρακάτω.



Εικ 10.11: Συγκεντρωτικό γράφημα κόστους λειτουργίας θέρμανσης.

Το συμπέρασμα που εξάγεται από το γράφημα κόστους λειτουργίας θέρμανσης, είναι ότι η αντλία θερμότητας είναι η φθηνότερη σήμερα μορφή θέρμανσης, ενώ το πετρέλαιο παραμένει η ακριβότερη λύση. Επίσης, μια πολύ καλή εναλλακτική αλλά και οικονομική μορφή θέρμανσης είναι η καύση βιομάζας, η χρήση της οποίας έχει αυξηθεί σημαντικά, τα τελευταία χρόνια στον Ελληνικό χώρο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΙΣΤΟΓΡΑΦΙΑ

- (1). Β.Η. Σελλούντος, **“ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ”**, τόμος Α, εκδόσεις Τεκδοτική, Αθήνα 2002.
- (2). Δρ. Μιχάλης Βραχόπουλος **“ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΧΕΛΙΑΣΜΟΣ & ΑΝΑΛΥΣΗ”**, εκδόσεις Ιων, Αθήνα 2003.
- (3). Σπυρίδωνος Π. Αναστασιάδη **“ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΨΥΞΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ”**, 9^η Επανέκδοση, Αθήνα 1997.
- (4). Μ.Εμμ.Μονιάκης **“ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ”**, Ηράκλειο 2010.
- (5). Απόστολος Ευθυμιάδης, Νικόλαος Γαλάνης, Κωνσταντίνα Καλλιακούδη **“ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ- ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ”**, Αθήνα Ιούλιος 2014.
- (6). Αναστάσιος Τσιραγάκης **“ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ/ ΕΠΙΔΕΙΚΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ”**, Ηράκλειο 2013.
- (7). www.monachos.gr
- (8). www.ydravlikos.gr
- (9). www.thermansipress.gr
- (10). www.daikin.gr
- (11) www.ypeka.gr
- (12) www.wikipedia.org
- (13) www.celsius.gr
- (14) www.adtherm.gr
- (15) www.michanikos.gr