

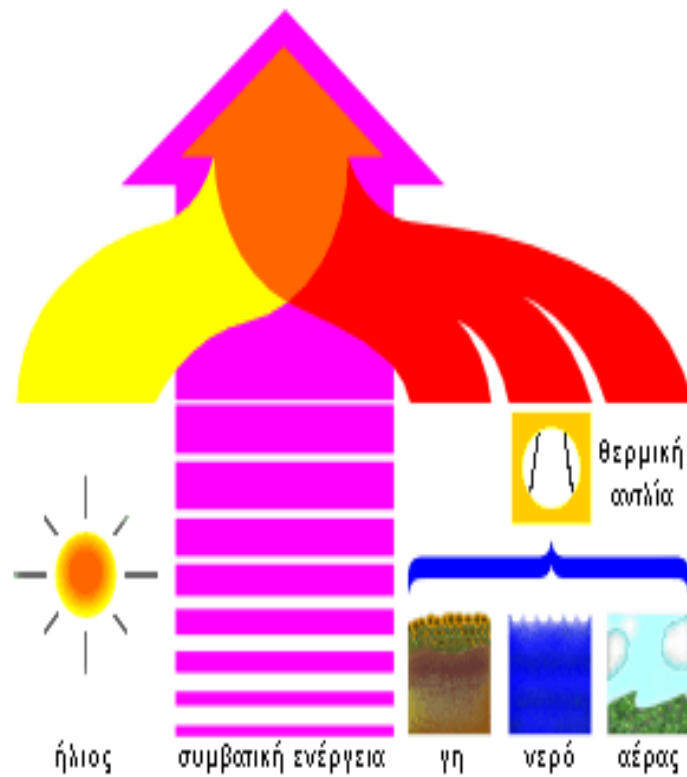
Α – Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ

ΤΙΤΛΟΣ : ΠΡΟΗΓΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΔΗΜΟΓΙΑΝΝΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΠΕΡΙΕΧΩΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°	7
ΠΡΟΗΓΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	7
1.1. Τρόπος λειτουργίας του συστήματος.....	9
Παρουσίαση του συστήματος	11
1.2. Ενδοδαπέδιο δίκτυο	12
1.3. Λέβητας συμπύκνωσης.....	24
1.4. Ηλιακό μπόι'λερ.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°	34
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	34
2.1. Θεωρία –υπολογισμοί.....	34
2.2 Μελέτη κατοικίας με δυο επίπεδα	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°	49
ΗΛΙΑΚΗ ΚΑΛΥΨΗ	49
3.1. Θεωρία – Υπολογισμοί.....	50
3.2. Υπολογισμός θερμικού φορτίου.....	63
3.3 Υπολογισμός συνολικής κάλυψης	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°	65
ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΨΥΞΗ	65
4.1. Τροπος λειτουργίας	66
4.2. Ενδοδαπέδια ψύξη της μονοκατοικίας	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°	70
ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	70
5.1. Απωλεις θερμότητας	70
5.2. Λεβητοστάσιο –θερμαντικά σώματα.....	74
5.3. Μικτό συστημα θερμανσης	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°	78
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΑΣΣΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	78
6.1. Θερμική θαλπωρή.....	78
6.2. Ολικό κόστος	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εγκατάσταση ενός οποιουδήποτε συστήματος θέρμανσης , πέρα από τεχνικό , είναι και ένα οικονομικό γεγονός . Ειδικά κατά την εγκατάσταση ενός ηλιακού συστήματος θέρμανσης , που κατά κανόνα είναι ακριβότερο από ένα συμβατικό , τουλάχιστον ως αρχική επένδυση , πρέπει να γίνουν ορισμένοι βασικοί υπολογισμοί , που θα αποδείξουν την ορθότητα της επένδυσης από οικονομικής σκοπίας .

Το πρώτο ερώτημα που τίθεται αφορά στο επιπλέον κόστος του ηλιακού συστήματος σε σχέση με το συμβατικό , ερώτημα που γεννά και το αμέσως επόμενο :

Σε πόσο χρόνο θα αποπληρωθεί η εγκατάσταση από το όφελος που θα υπάρξει με την εξοικονόμηση ενέργειας , γιατί από οικονομικής σκοπίας τα ηλιακά δεν είναι τίποτα άλλο παρά μία επένδυση σήμερα για να μειωθούν οι λογαριασμοί ενέργειας αύριο .

Ο χρόνος αποπληρωμής είναι μία μεταβλητή , που ο ακριβής υπολογισμός της προϋποθέτει την εκτίμηση της τιμής άλλων μεταβλητών στο μέλλον , μεταξύ των οποίων και η τιμή των καυσίμων.

Η εξέλιξη της τιμής των ανταγωνιστών της ηλιακής ενέργειας πηγών που είναι κυρίως το πετρέλαιο θέρμανσης και η ηλεκτρική ενέργεια , είναι μη προβλέψιμη . Αυτό έστρεψε το ενδιαφέρον στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας .

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενδοδαπέδια θέρμανση, με θερμό νερό χαμηλής θερμοκρασίας, έχει κατακτήσει την τελευταία 10ετία στην Ελλάδα ένα σημαντικό μερίδιο στην θέρμανση των σύγχρονων κτιρίων. Τα πολλά της πλεονεκτήματα ειδικά σε χώρους με υψηλές απαιτήσεις ανέσεως την κάνουν να ξεχωρίζει και να κερδίζει ολοένα και περισσότερους "οπαδούς". Μια ολοκληρωμένη εγκατάσταση ενός συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης αποτελείται από δύο ξεχωριστά κομμάτια:

- Την εγκατάσταση του οριζοντίου δικτύου που περιλαμβάνει τα υλικά (σωλήνας, μονωτικές πλάκες, περιμετρικοί αρμοί διαστολής, κολλεκτέρ και το ειδικό υγρό πρόσμιξης του μπετόν) και την εργασία υδραυλικής εγκατάστασης των υλικών καθώς και του μπετόν που θα καλύψει τον σωλήνα με συγκεκριμένο πάχος και τελική επιφάνεια ανάλογα τον επιλεγμένο τύπο δαπέδου (μάρμαρο ή πλακάκι, παρκέ).
- Την εγκατάσταση του λεβητοστασίου η οποία περιλαμβάνει τον λέβητα, κυκλοφορητές, μπόιλερ, δεξαμενές, πετρελαίου και κεντρικές στήλες.

Η ποιότητα και η αξιοπιστία των επιμέρους υλικών ενός συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι σίγουρα ένα σημαντικό στοιχείο επιλογής του από κάποιο ανταγωνιστικό. Ωστόσο, θα πρέπει να δίνει κανείς μεγαλύτερη βαρύτητα στο εάν τα υλικά αυτά είναι μελετημένα να συνεργάζονται μεταξύ τους χωρίς προβλήματα.

Στην ιδανική περίπτωση όλα τα υλικά ενός ολοκληρωμένου συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης (οριζόντιο δίκτυο & λεβητοστάσιο) πρέπει να είναι μελετημένα, κατασκευασμένα και εγγυημένα από μια εταιρεία. Τότε δεν θα υπάρχουν ασυμβατότητες μεταξύ τους και το όλο σύστημα θα είναι ρυθμισμένο να επιτυγχάνει την βέλτιστη απόδοση και οικονομία.

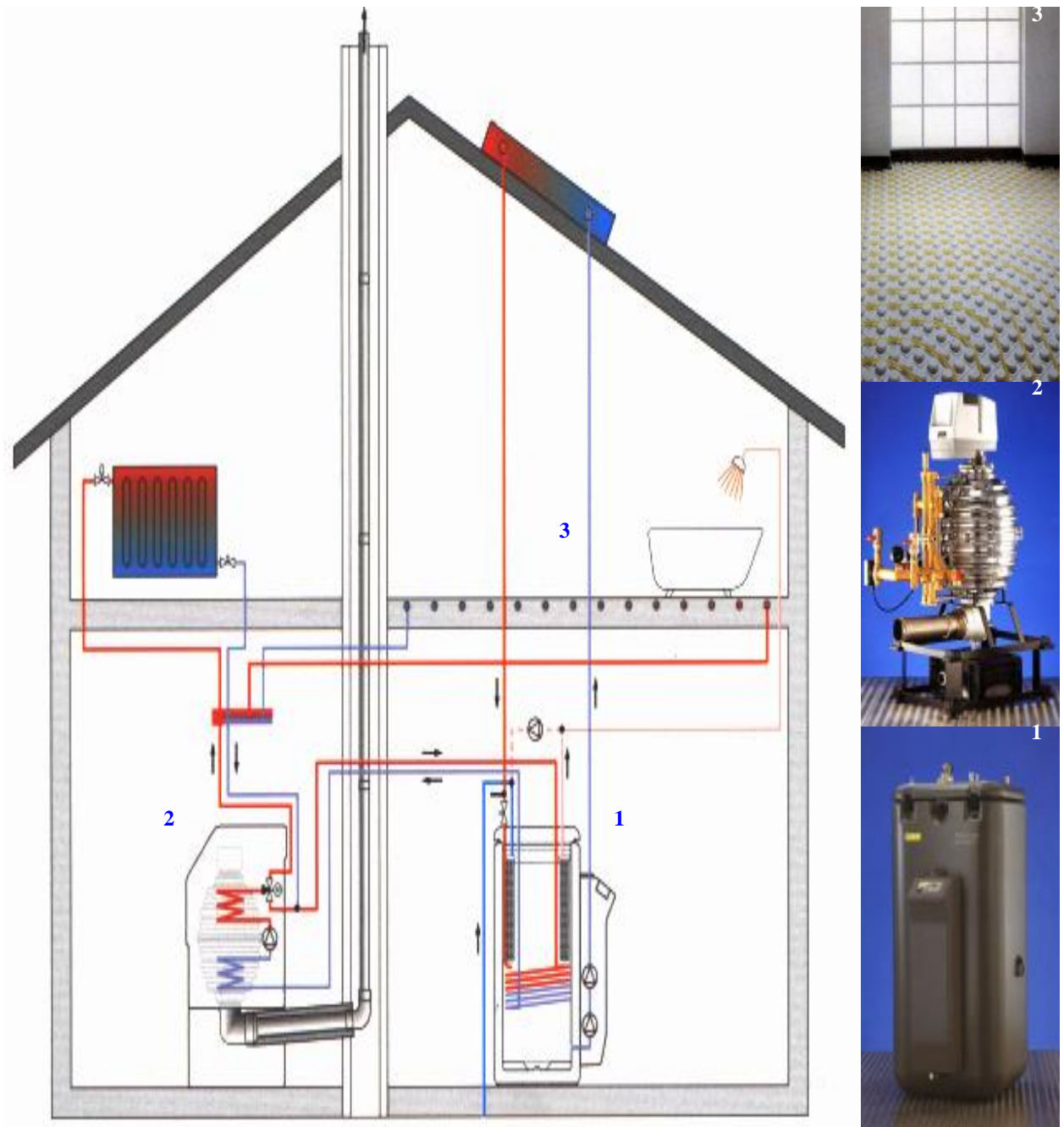
Οι συνηθεστερες περιπτώσεις ενδοδαπέδιου δικτύου είναι :

- Ενδοδαπέδια θέρμανση (κλασσική ενδοδαπέδια θέρμανση σε κάθε χώρο με χαμηλή θερμοκρασία προσαγωγής ζεστού νερού θέρμανσης μέχρι 45°C).
- Ενδοδαπέδια ψύξη (δροσισμός χώρων με μέση ημερήσια θερμοκρασία 25°C κατά την διάρκεια του καλοκαιριού με διοχέτευση κρύου νερού θερμοκρασίας 15-17°C στο προϋπάρχον ενδοδαπέδιο σύστημα).
- Συνδυασμένη θέρμανση (για πολύ κρύα κλίματα με $T_{\text{εξωτερική}} < 0^{\circ}\text{C}$ ταυτόχρονη εφαρμογή θερμαντικών σωμάτων και ενδοδαπέδιας θέρμανσης με τον ίδιο σωλήνα και επομένως μια κατακόρυφη στήλη προσαγωγής ζεστού νερού θέρμανσης και θερμοκρασία προσαγωγής μέχρι 70°C).
- Μικτή θέρμανση (οικονομική λύση που προσφέρει την ελεύθερη επιλογή θερμαντικών σωμάτων ή ενδοδαπέδιας θέρμανσης κάποιους χώρους με δύο διαφορετικές θερμοκρασίες προσαγωγής νερού θέρμανσης και μια ή δύο ξεχωριστές κατακόρυφες στήλες).
- Θέρμανση βιομηχανικών χώρων (μοναδική λύση για ταυτόχρονη θέρμανση βιομηχανικών χώρων μεγάλου ύψους και γραφειακών χώρων με ενδοδαπέδια θέρμανση σε συνδυασμό με θερμαντικά σώματα με μια θερμοκρασία προσαγωγής μέχρι 70°C).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

ΠΡΟΗΓΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η πρόταση για τη θέρμανση και ψύξη των σύγχρονων κατοικιών. Στη τυπική κατοικία του σχήματος έχει γίνει μια πλήρης εφαρμογή των πιο προηγμένων προϊόντων και συστημάτων.



Σχήμα 1: Το ολοκληρωμένο σύστημα θέρμανσης

Συγκεκριμένα η παραπάνω κατοικία αξιοποιώντας τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του ηλιακού μπόϊλερ SOLARIS (1) χρησιμοποιεί ως βασική πηγή ενέργειας τον ήλιο για να θερμάνει το νερό της κεντρικής θέρμανσης αλλά και το ζεστό νερό χρήσης (κουζίνα, μπάνια). Ως κεντρική θέρμανση υπάρχει ελευθερία επιλογής μεταξύ ενδοδαπέδιας (3), μικτής ή συνδυασμένης θέρμανσης .

Τέλος όταν ο ήλιος δεν επαρκεί (συννεφιά, νυχτερινή λειτουργία) ως δευτερεύουσα πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται ο λέβητας συμπύκνωσης (2).

Η θέρμανση του νερού του μπόϊλερ μπορεί να επιτευχθεί επίσης με μια αντλία θερμότητας χρήσης νερού .

Η αντλία θερμότητας νερού –αέρα τοποθετείται απευθείας στο μπόϊλερ , και σαν πηγή θερμότητας χρησιμοποιεί τον αέρα του περβάλλοντος . Το νερό χρήσης και το κύκλωμα του ψυκτικού μέσου είναι πλήρως διαχωρισμένα και συνδέονται μόνο έμμεσα μέσω του νερού του μπόϊλερ . Έτσι εξασφαλίζεται η μέγιστη ασφάλεια του νερού χρήσης ακόμη και σε περίπτωση φθοράς

Για τη ψύξη η μόνη αλλαγή είναι ή χρήση ενός ψύκτη αέρα-νερού αντί για λέβητα ενώ το μπόϊλερ εξακολουθεί να παράγει δωρεάν άφθονο ζεστό νερό με χρήση μόνο ηλιακής ενέργειας.

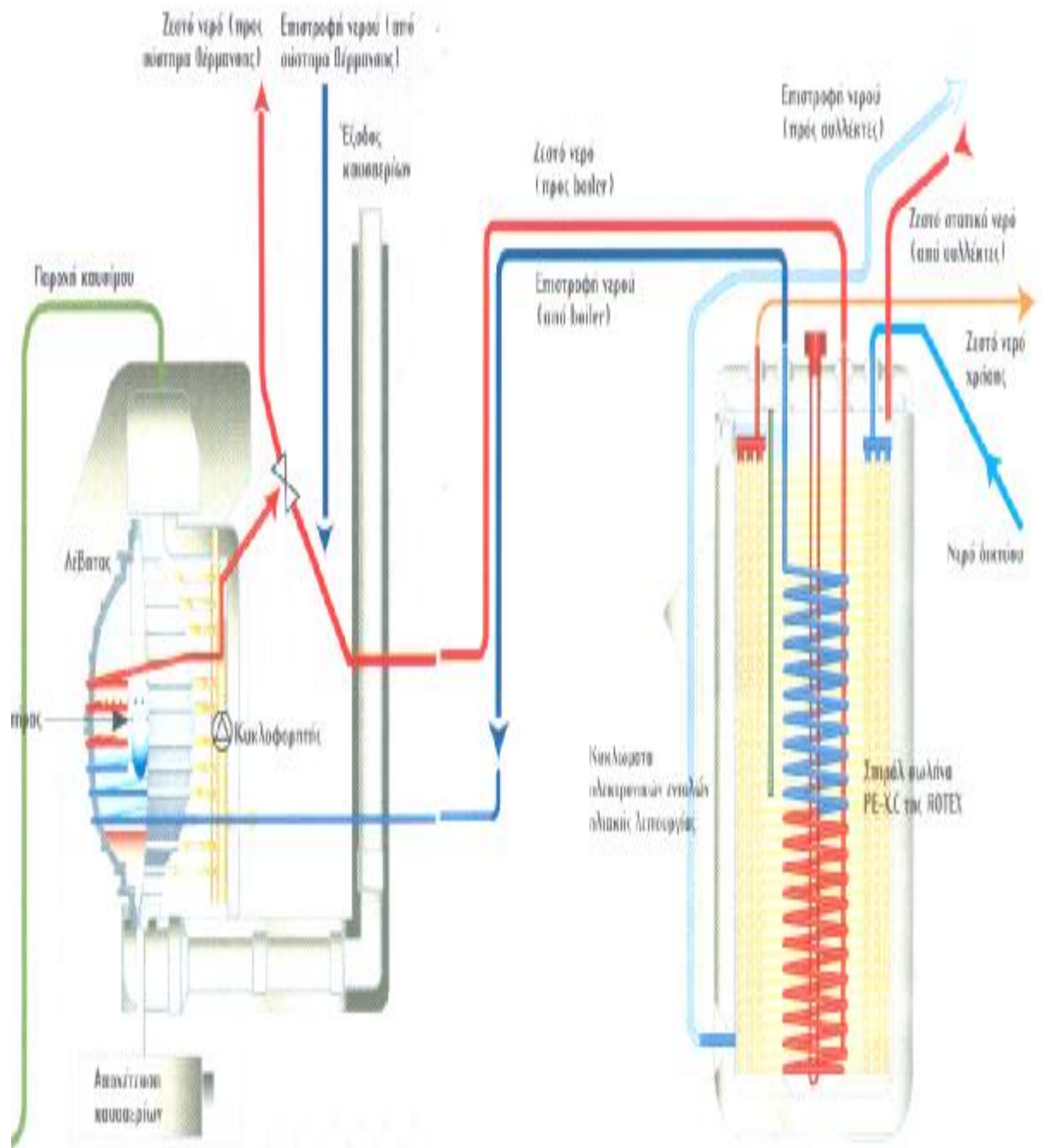
Και μάλιστα η λειτουργία του είναι πλήρως αυτοματοποιημένη έτσι ώστε ο χρήστης το μόνο που έχει να κάνει είναι να απολαμβάνει τις ιδανικές συνθήκες διαβίωσης που αυτό εξασφαλίζει.

1.1. Τρόπος λειτουργίας του συστήματος

Το μπόϊλερ περιέχει νερό το οποίο θερμαίνεται από τους ηλιακούς συλλέκτες. Το νερό αυτό δεν είναι υπό πίεση και δεν ανανεώνεται όπως στα κλασσικά μπόϊλερ αλλά είναι στατικό και παίζει το ρόλο του μεταφορέα θερμότητας προς δύο εναλλάκτες – έναν πλαστικό που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο της ύδρευσης και ένα μεταλλικό που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο θέρμανσης.

Έτσι όταν υπάρχει ζήτηση σε ζεστό νερό χρήσης, κρύο νερό από το δίκτυο ύδρευσης περνάει διαμέσου του πλαστικού εναλλάκτη του μπόϊλερ και στην έξοδο του έχει την θερμοκρασία του στατικού νερού. Παρόμοια το νερό της κεντρικής θέρμανσης πριν εισέλθει στον λέβητα θα περάσει από τον μεταλλικό εναλλάκτη του μπόϊλερ αποκτώντας τη θερμοκρασία του στατικού νερού. Όταν λοιπόν η ηλιακή ενέργεια επαρκεί για να θερμάνει το στατικό νερό μέχρι τους 70°C τότε ο καυστήρας του λέβητα δεν θα λειτουργήσει καθόλου καθώς η θερμοκρασία του νερού που θα επιστρέφει στον λέβητα θα είναι ήδη μεγαλύτερη από την αναγκαία (αφού η ενδοδαπέδια θέρμανση χρειάζεται νερό θερμοκρασίας μέχρι 45°C).

Έτσι η κεντρική θέρμανση θα εκμεταλλεύεται ένα ποσό από την αποθηκευμένη ενέργεια του στατικού νερού ενώ η υπόλοιπη θα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης.



Σχίμα 2 . Διατάξη εγκατάστασης του συστήματος

Όταν το στατικό νερό έχει θερμανθεί στη μέγιστη θερμοκρασία και δεν χρειάζεται άλλο η ηλιακή ενέργεια τότε το νερό που κυκλοφορεί στους ηλιακούς συλλέκτες επιστρέφει στο μπόϊλερ και έτσι προστατεύονται οι συλλέκτες από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι και αντίστοιχα από τον παγετό τον χειμώνα.

Όταν ο ήλιος δεν επαρκεί, δηλαδή την νύχτα ή όταν έχει πολύ συννεφιά, τότε ο ηλεκτρονικός υπολογιστής του λέβητα δίνει εντολή στον καυστήρα να ξεκινήσει και να θερμάνει ταχύτατα το νερό της κεντρικής θέρμανσης ενώ εάν παράλληλα υπάρχει και ζήτηση σε ζεστό νερό χρήσης τότε ανοίγει μια τρίοδος βάνα και διοχετεύεται ζεστό νερό από τον λέβητα προς τον μεταλλικό εναλλάκτη. Δηλαδή τώρα το στατικό νερό του μπόϊλερ και κατ' επέκταση το νερό χρήσης θερμαίνεται από τον λέβητα.

Επειδή η χώρα μας χαρακτηρίζεται από έντονη ηλιοφάνεια ακόμα και κατά τη διάρκεια του χειμώνα και κυρίως στις νότιες περιοχές είναι αυτονόητο ότι ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να επιτύχει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και συνεπώς χρημάτων ιδίως όταν συνδυάζεται με συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών όπως είναι η ενδοδαπέδια θέρμανση.

Παρουσίαση του συστήματος

Τα επιμέρους συστατικά στοιχεία του συστήματος είναι τα ακόλουθα και περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

1. Ενδοδαπέδιο δίκτυο
2. Λέβητας συμπύκνωσης
3. Ηλιακό μπόϊλερ

1.2. Ενδοδαπέδιο δίκτυο

Σε πολλές περιπτώσεις, όπως ύπαρξη πέτρινου πατώματος, χρήση μεγάλων γυάλινων επιφανειών, χώροι όπου λόγοι διαμόρφωσης δεν επιτρέπουν τοποθέτηση θερμαντικών σωμάτων, η ενδοδαπέδια θέρμανση αποτελεί την ιδανική λύση. Οι σημαντικές της ιδιότητες είναι η πολύ



Σχήμα 3. Κύκλωμα ενδοδαπέδιου δικτύου

χαμηλή θερμοκρασία δαπέδου (ανεξαρτήτως υλικού) και η συνεπαγόμενη έτσι υψηλή απόδοση θερμότητας με ακτινοβολία που προσδίδεται

από την εξ' ολοκλήρου ενσωμάτωση του συστήματος στην δομή του κτιρίου.

Η θερμοκρασία δαπέδου μιας ενδοδαπέδιας θέρμανσης υψηλής ποιότητας δεν ξεπερνά ποτέ το ανώτατο όριο των 29°C ακόμα και όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι η χαμηλότερη. Σε κανονικές συνθήκες η θερμοκρασία δαπέδου είναι ακόμα πιο χαμηλή. Αυτή η χαμηλή θερμοκρασία εξασφαλίζει, σε συνδυασμό με την πολύ μεγάλη θερμαντική επιφάνεια, την βέλτιστη κλιματιστική κατάσταση του χώρου. Το σημαντικότερο τμήμα της θερμότητας στην ενδοδαπέδια θέρμανση μεταδίδεται με ακτινοβολία. Έτσι η θερμοκρασία του αέρα σε χώρους με ενδοδαπέδια θέρμανση είναι αρκετά χαμηλότερη απ' ό,τι σε συνηθισμένες θερμάνσεις παρόλο που η αισθητή θερμοκρασία είναι η ίδια.

Η ενσωμάτωση της ενδοδαπέδιας θέρμανσης στην κατασκευή του κτιρίου, εξασφαλίζει την διακριτική θέρμανση με μη-ορατές θερμαινόμενες επιφάνειες. Ένα θερμαινόμενο δάπεδο δεν έχει καμία εμφανή διαφορά από ένα μη-θερμαινόμενο.

Η μεγάλη διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι με την ενδοδαπέδια θέρμανση υπάρχει μεγάλη ελευθερία διαμόρφωσης χώρων.

Οι θερμαινόμενες επιφάνειες δεν φαίνονται και δεν ακούγονται. Οι πλάκες του συστήματος εξασφαλίζουν την ακριβή και προκαθορισμένη απόσταση τοποθέτησης του σωλήνα, οπότε επιτυγχάνεται ένα ομοιόμορφο προφίλ θερμοκρασιών του δαπέδου. Στην διαμόρφωση των χώρων το σύστημα δίνει απόλυτη ελευθερία.

Αν η τιμή της αντίστασης θερμικής μετάβασης R παραμένει μικρότερη της μέγιστης τιμής $R_{max}=0,15m^2K/W$ κατά την εκλογή δαπέδου (τιμή για μοκέτα μεγάλου πάχους), τότε κανένας περιορισμός δεν υφίσταται όσον αφορά το επιλεγμένο δάπεδο (πλακάκια, μάρμαρο, πλαστικό, παρκέ, φελλός) και η λειτουργία του συστήματος είναι εγγυημένη.

Τα μεμονωμένα στοιχεία είναι είναι τα εξής:

- Ο θερμοσωλήνας PEX-c/DD

- Οι πλάκες του συστήματος
- Ο συλλέκτης των θερμικών κυκλωμάτων
- Η περιμετρική μονωτική ταινία

ΘΕΡΜΟΣΩΛΗΝΑΣ

Το κυριότερο στοιχείο κάθε ενδοδαπέδιας θέρμανσης θερμού νερού είναι ο θερμοσωλήνας.

Στο σύστημα χρησιμοποιείται ο σωλήνας **PEX-c/DD** ένας πλαστικός σωλήνας από ακτινοδίκτυωμένο πολυαιθυλένιο ο οποίος διαθέτει φράγμα οξυγόνου.



Σχημα . 4 Θερμοσωλήνας

Οι σωλήνες PEX-c έχουν αποδειχθεί οι πιο ανθεκτικοί και οι πλέον κατάλληλοι για χρήση σε εγκαταστάσεις θέρμανσης . Ο σωλήνας **vPEX-c / DD** όχι μόνο δεν διαβρώνεται ο ίδιος, αλλά λόγω της ελαχιστοποιημένης (σχεδόν μηδενικής) διαπερατότητας οξυγόνου προστατεύει έμμεσα και τα άλλα μέρη της εγκατάστασης.

Η χρήση προσμίξεων (αντί-διαβρωτικά μίγματα) για σωλήνες θέρμανσης, χωρίς μειωμένη διαπερατότητα οξυγόνου, μειώνεται σημαντικά με τον σωλήνα **PEX-c /DD**. Ο σωλήνας αυτός έχει εξωτερική διάμετρο 17mm και

πάχος 2mm. Έχει σχεδιαστεί με τον υψηλότερο συντελεστή ασφαλείας για διάρκεια ζωής μεγαλύτερη των 50 ετών.

Οι χαρακτηριστικές του ιδιότητες είναι:

- Υψηλή διάρκεια ζωής κατά την δοκιμή εσωτερικής πίεσης, ήτοι άριστη αντοχή στον χρόνο.
- Υψηλή αντοχή λειτουργίας (συνεχή λειτουργία 95°C και 6 bar).
- Καλή θερμική εναλλαγή σταθερή ως προς τον χρόνο.
- Ανθεκτικότητα στις ρωγμές λόγω τάσεων.
- Ανθεκτικότητα στα χημικά που σημαίνει αντοχή σε όλα τα νερά θέρμανσης και προσθήκες αυτών.
- Δυνατότητα εν ψυχρώ τοποθέτησης χωρίς πλήρωση με θερμό νερό ακόμα και για πολύ μικρές ακτίνες καμπυλότητας.
- Αντοχή στις διαβρώσεις.
- Χαμηλή πτώση πίεσης, καμία δημιουργία νέας επιφάνειας (κρούστα).

Ο σωλήνας **PEX-c / DD** είναι ελεγμένος κατά DIN 4726/29. Η απαίτηση για την διαπερατότητα οξυγόνου κατά DIN 4726 υπερκαλύπτεται κατά πολύ.

Συγκεκριμένα ο σωλήνας έχει τιμή ίση με το 1/8 της επιτρεπόμενης διαπερατότητας οξυγόνου (κατά DIN 4726) για πλαστικούς σωλήνες.

Ως βασική ύλη για την κατασκευή του χρησιμοποιείται το υλικό Lupolen 4261A, ένα πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (High Density-HD) της εταιρείας BASF. Με το πέρας της κατασκευής του ο σωλήνας μπαίνει σε μια συνεχόμενη μέθοδο βελτιστοποίησης, την ακτινοδίκτυωση. Πρόκειται για μια φυσική μέθοδο δικτύωσης με βομβαρδισμό του σωλήνα με ηλεκτρόνια υψηλής ταχύτητας η οποία αυξάνει την διάρκεια ζωής του και την αντίσταση στην δημιουργία ρωγμών λόγω τάσεων.

Η ενδοδαπέδια θέρμανση χρησιμοποιεί πλάκες μόνωσης από STYROPOR.



Σχήμα 5. Μονωτική πλάκα

Τα πλεονεκτήματα:

- Ακριβής τοποθέτηση και καθοδήγηση του σωλήνα.
- Πλήρης κάλυψη του θερμοσωλήνα με μπετόν.
- Πολύ καλή θερμομόνωση από τους κάτω χώρους.
- Εξαιρετική ηχομόνωση.
- Απλή εφαρμογή.
- Δεν περιέχουν φθοροχλωράνθρακες ενώ είναι ανακυκλώσιμο υλικό.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις διατίθενται δύο πλάκες μόνωσης. Basis-Platte για επιφάνειες μεταξύ ορόφων και Compact-Platte για ενισχυμένη θερμομόνωση.

Στην πλάκα Basis-Platte, μέσω μιας πατενταρισμένης διαδικασίας παραγωγής, έγινε δυνατή η ταυτόχρονη κατασκευή δύο προφίλ αφρού μόνωσης με διαφορετικό πάχος.

Με το κάτω στρώμα αφρού όχι μόνο καλύπτεται η κατά DIN 4109 απαιτούμενη ηχομόνωση αλλά την ξεπερνά κατά πολύ. Το άνω σκληρό στρώμα αφρού στο οποίο υπάρχουν και οι ειδικές εξοχές στηρίξεως προσφέρει την αναγκαία και ακριβή συγκράτηση του σωλήνα.

Λόγω της ειδικής αυτής κατασκευής δεν απαιτείται κανένα επιπλέον φύλλο υδροπροστασίας διότι η άνω επιφάνεια της πλάκας έχει μια πολύ καλή υδροπροστασία και δεν επηρεάζεται από την υγρασία του κολυμπητού μπετόν.

Οι στηρίξεις του σωλήνα είναι τοποθετημένες σε απόσταση 75 mm. Έτσι επιτυγχάνονται στρώσεις των 75-, 150-, 225-, 300-, και 375mm. Οι εξοχές αυτές έχουν ειδική διαμόρφωση για την ασφαλή στήριξη και τοποθέτηση του σωλήνα ώστε να περικαλυφθεί πλήρως από το μπετόν. Οπότε βελτιστοποιείται και η διανομή θερμότητας στο δάπεδο. Κατά την τοποθέτηση των μονωτικών πλακών γίνεται στεγανή ένωση αυτών χάρη ειδικών χελιδονοουρών που εξασφαλίζουν μια σφιχτή συναρμογή των πλακών. Η πατούρα που υπάρχει μειώνει δραστικά τις ηχητικές γέφυρες.

Το κατασκευαστικό ύψος από την κάτω επιφάνεια, της Basisplatte έως την άνω επιφάνεια του μπετόν φτάνει τα 94mm. Ο σωλήνας έχει τότε 45 mm κάλυψη με μπετόν.

Για χώρους των οποίων το δάπεδο γεινιάζει με μη θερμαινόμενους χώρους, με το έδαφος ή με τον εξωτερικό αέρα, προβλέπεται ενισχυμένη θερμομόνωση. Αυτή τοποθετείται έναντι μη-θερμαινόμενων χώρων και ικανοποιεί τις απαιτήσεις θερμικής προστασίας με μία τιμή $K= 0,45 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Αν χρησιμοποιηθεί η πλάκα Compact II έναντι εδάφους απαιτείται μια επιπλέον λεπτή μόνωση 30mm.

Η Compact II είναι χωρίς ηχομόνωση, διότι η τιμή ορίου ηχομόνωσης έναντι μη-θερμαινόμενων χώρων καλύπτεται ήδη από την όλη δομική κατασκευή.

Η διαμόρφωση της επιφάνειας του δαπέδου, οι διαστάσεις των εξοχών στηρίξεως, οι αποστάσεις τοποθέτησης, η επιφάνεια και η τεχνική σύνδεσης της Compact II είναι όπως της Basis-Platte.

Η ποιότητα των μονωτικών πλακών βρίσκεται υπό συνεχή παρακολούθηση και μάλιστα από το ινστιτούτο ερευνών για την εξοικονόμηση θερμότητας (FIW) του Μονάχου.



Σχήμα 6 Συλλέκτης κυκλωμάτων

Σημαντικότερο στοιχείο για την άριστη λειτουργία της ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι ο συλλέκτης θερμικών κυκλωμάτων. Μ' αυτόν δύναται να ρυθμιστούν οι θερμοκρασίες των μεμονωμένων χώρων. Σ' αυτόν επίσης επιτυγχάνεται η υδραυλική εξισορρόπηση των μεμονωμένων θερμικών κυκλωμάτων. Αυτή είναι απαραίτητη για να εξασφαλίσει μία ομοιόμορφη στρώση του δαπέδου. Ο συλλέκτης θερμικών κυκλωμάτων έχει μία σχετικά μεγάλη διατομή ενώ υπάρχει και μία σύνδεση $R=1''$. Με αυτή δύναται να συνδεθούν 2 έως 14 θερμικά κυκλώματα σ' έναν μόνο συλλέκτη. Η μεγάλη διατομή του συλλέκτη εξασφαλίζει την τροφοδοσία όλων των κυκλωμάτων, ενώ αυτά μεταξύ τους δεν αλληλοεπηρεάζονται.

Στο συλλέκτη κάθε θερμικό κύκλωμα έχει μια ρυθμιστική βαλβίδα ακριβείας με 16 θέσεις ρύθμισης. Μ' αυτή δύναται επίσης να απομονώσουμε εντελώς το κύκλωμα. Έτσι τα μεμονωμένα κυκλώματα μπορούν να ρυθμιστούν σύμφωνα με τα δεδομένα της εγκατάστασης ή τις ατομικές επιθυμίες.

Ο συλλέκτης είναι από ενισχυμένο — με ίνες υαλοβάμβακα — πολυαμίδιο, εξ' ου και απόλυτα αντιδιαβρωτικό. Είναι κατασκευή πολλών κομματιών, αλλά προσφέρεται ως ενιαίο και ολοκληρωμένο σύνολο.

Θερμοκρασία χώρου

Μαζί με την — κεντρικά τοποθετημένη— ρύθμιση θερμοκρασίας προσαγωγής μέσω αισθητήρα εξωτερικής θερμοκρασίας, προσφέρεται η δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας του κάθε μεμονωμένου χώρου



Σχήμα 7 . αυτοματισμός ρύθμισης θερμοκρασίας χώρου

Έτσι ο κάθε χώρος εφοδιάζεται με ηλεκτρονική ρύθμιση. Το θερμικό κύκλωμα του συγκεκριμένου χώρου έχει ηλεκτρικό ρυθμιστή στο συλλέκτη πάνω στην προσαγωγή του κυκλώματος.

Έτσι σ' ένα κτίριο δύναται να ρυθμιστεί η θερμοκρασία του κάθε χώρου ανάλογα με την χρήση του και ανεξάρτητα από τους άλλους χώρους. Με την χρήση ρυθμιστών θερμοκρασίας χώρου συνυπολογίζονται οι ενεργειακές ιδιαιτερότητες του κάθε χώρου, είτε είναι ηλιακή ακτινοβολία, είτε θερμική απόδοση πολλών ατόμων, είτε ηλεκτρικές συσκευές.

Προφανή, λοιπόν, τα αποτελέσματα ενεργειακής οικονομίας, γεγονός που κάνει τους ρυθμιστές αυτούς διπλά αναγκαίους. Και άνεση και οικονομία.

Εγκατάσταση ενδοδαπέδιας

Λόγω του περιορισμένου αριθμού στοιχείων του συστήματος, η συναρμολόγηση της ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι μία υπερ-απλοποιημένη διαδικασία. Η πλάκα-μπετόν πρέπει να είναι ανθεκτική, λεία, στεγνή και καθαρή. Μεγάλες τραχύτητες ή κλίσεις πρέπει να επιδιορθώνονται ή να επισκευάζονται με αφρώδες φύλλο EPS. Τμήματα τοίχου που πρέπει να είναι ολοκληρωμένοι, πρέπει να είναι ήδη περασμένα με επίχρισμα (DIN18560).

Η περιμετρική ταινία μόνωσης τοποθετείται χωρίς κενά κατά μήκος όλων των τοίχων, των εσωτερικών κατασκευών, όπως κουφώματα πόρτες ή κολώνες του χώρου.



Σχήμα 8. Περιμετρική ταινία

Το φύλλο πολυαιθυλενίου είναι από την ελεύθερη μεριά της ταινίας. Το άνω τμήμα της ταινίας δύναται να κοπεί μετά το πέρας της όλης εγκατάστασης και να ενισχυθεί με ειδική μάζα ελαστικού (σιλικόνη).

Οι πλάκες του συστήματος, (Basis-Platte ή Compact-Platte) τοποθετούνται απευθείας στην πλάκα – μπετόν ή πάνω σε μία υδροπροστατευτική στρώση.

Η τοποθέτηση του θερμοσωλήνα ξεκινά από τον συλλέκτη. Η αρχή συνδέεται στην επιστροφή.



Σχήμα 9 . Εγκατάσταση θερμοσωλήνα

Από εκεί ξεκινά το πέρασμα του σωλήνα μέσω των στηρίξεων των πλακών χωρίς εφαρμογή καμίας ιδιαίτερης δύναμης. Οι στηρίξεις των πλακών του συστήματος έχουν μια ελαφριά περιμετρική κοιλότητα προς τα μέσα ώστε να συγκρατείται ο σωλήνας και να αποκλείεται η ελευθέρωση του σωλήνα λόγω ελαστικότητάς του. Ο σωλήνας κατά την τοποθέτησή του στις πλάκες «βοηθιέται» με το πάτημα του ποδιού για άμεση και σίγουρη εφαρμογή.

Όταν καλυφθεί πλήρως η θερμαινόμενη επιφάνεια με τον σωλήνα, η άκρη του οδηγείται προς τον συλλέκτη όπου συνδέεται. Εφόσον ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή για κάθε κύκλωμα, τροφοδοτούμε την εγκατάσταση με νερό και αναπτύσσουμε πίεση περίπου 6bar.



Κατά την δοκιμή πίεσης πρέπει να προσεχθεί και η συμπεριφορά του κολυμπητού μεταξύ σωλήνων και άνω επιφάνειας δαπέδου για ενδεχόμενες φθορές του, λόγω ύπαρξης ξένων σωματιδίων, οπότε πρέπει αμέσως να σταματήσει η δοκιμή πίεσης.



Κατάλληλα για το σύστημα vario-perfect είναι όλα τα γνωστά είδη κολυμπητού. Εξαιρούνται αυτά με βάση ασφαλιστικά υλικά και ορισμένα που αναφέρονται ως ειδικά για πλακάκια. Κατά την εγκατάσταση του πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι αναφερόμενες προδιαγραφές του.

Απαραίτητη είναι η χρήση υγρού πρόσμιξης "Estrolith H". Σε μεγάλους χώρους πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι απαιτούμενες κατά DIN χαραξίς αρμών διαστολής του δαπέδου.

Μετά την ολοκλήρωση τοποθέτησης του κολυμπητού απαιτείται διάστημα 21 ημερών ώσπου να αρχίσει η δοκιμή λειτουργίας, οπότε η θερμοκρασία προσαγωγής ανυψώνεται μέγιστα 5°C ανά ημέρα έως μέγιστη τελική θερμοκρασία 35°C.

Η τοποθέτηση των τελικών δαπέδων είναι δυνατή αφού παρέλθει διάστημα τουλάχιστον 28 ημερών από την τοποθέτηση του κολυμπητού, η δε θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά την τοποθέτησή τους δεν πρέπει να ξεπερνά τους 18°C.



Σχήμα 10. Τοποθέτηση παρκέ

1.3. Λέβητας συμπύκνωσης

Μπορεί να χαρακτηριστεί ως ο πρωτοπόρος μιας νέας εποχής στον τομέα των λεβήτων θέρμανσης. Για την κατασκευή του χρησιμοποιήθηκαν οι τελευταίες γνώσεις της τεχνολογίας της θέρμανσης.



Σχημα 11. Λέβητας συμπύκνωσης

Σχεδιάστηκε με σκοπό να ικανοποιεί τους πιο σύγχρονους κανονισμούς απόδοσης - ασφάλειας - προστασίας του περιβάλλοντος. Το αποτέλεσμα είναι ένας λέβητας θέρμανσης επαναστατικής κατασκευής και με μοναδικές ιδιότητες, οι οποίες ήταν άγνωστες μέχρι σήμερα.



Σχήμα 12. Καινοτομία TWINTEC

Η πιο σημαντική καινοτομία των λεβήτων αυτών είναι το **TWINTEC®** ένα σύνθετο υλικό με το οποίο είναι κατασκευασμένο το σώμα του λέβητα. Το υλικό αυτό αποτελεί συνδυασμό σωλήνων από ανοξείδωτο χάλυβα οι οποίοι έχουν ενσωματωθεί, με τη μέθοδο της χύτευσης υπό πίεση, σε αλουμίνιο. Το αλουμίνιο σχηματίζει το σφαιρικό σώμα του λέβητα μέσα στο οποίο διαμορφώνονται πτυχές θερμοαγωγιμότητας. Μέσα στους χαλύβδινους σωλήνες θερμαίνεται το νερό της κεντρικής θέρμανσης.

Η κατασκευή **TWINTEC®** αποτελεί άριστη απάντηση στο πρόβλημα της διάβρωσης. Το νερό της θέρμανσης έρχεται σε επαφή με ανοξείδωτο χάλυβα και τα καυσαέρια με αλουμίνιο το οποίο έχει υψηλή αντοχή στις όξινες υγροποιήσεις των καυσαερίων. Παράλληλα το στρογγυλό σχήμα του θαλάμου καύσης και η ειδική έξοδος καυσαερίων αποτρέπει την συσσώρευση συμπυκνώματος στο σώμα του λέβητα.

Αυτό επιτρέπει την ελεύθερη επιλογή της θερμοκρασίας προσαγωγής του νερού της κεντρικής θέρμανσης από 80°C μέχρι και χαμηλά στους 20°C χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση τετράοδης ή τριόδης βάνας ανάμειξης.

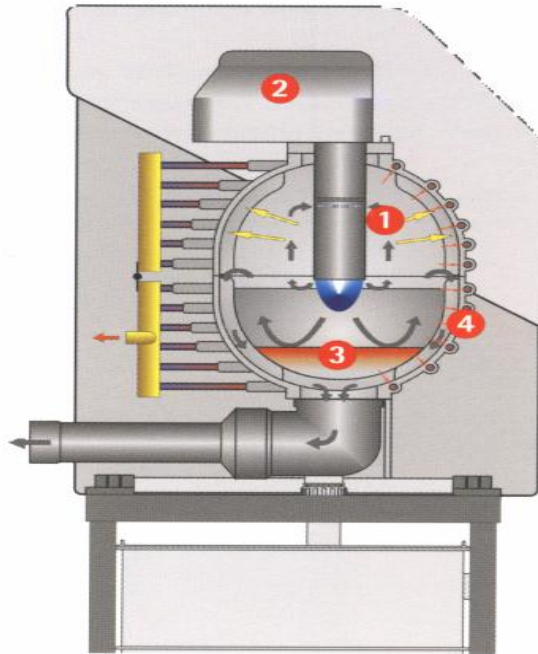
Η σφαιρική κατασκευή το σώματος του λέβητα σε συνδυασμό με την μόνωση που τον αγκαλιάζει χωρίς να αφήνει ακάλυπτες επιφάνειες εκμηδενίζει ουσιαστικά τις απώλειες θερμότητας και η παραγόμενη θερμότητα μεταφέρεται εξ' ολοκλήρου στο νερό θέρμανσης.

*Ο σχεδιασμός **TWINTEC®** κάνει λέβητα να επιτυγχάνει την ασφαλή καύση πετρελαίου και αερίου με ταυτόχρονη υγροποίηση των καυσαερίων και εκμετάλλευση της λανθάνουσας θερμότητας υγροποίησής τους.*

Κατά την καύση του πετρελαίου ή του αερίου στον λέβητα εκτός από την επιθυμητή θερμότητα δημιουργούνται και καυσαέρια. Τα καυσαέρια αποτελούνται κατά βάση από άζωτο (N₂), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και νερό (H₂O). Όταν τα καυσαέρια φύγουν από το λέβητα διαμέσου της καμινάδας, μαζί τους φεύγει και ένα μέρος της χρησιμοποιούμενης ενέργειας.

Αυτή την απώλεια ενέργειας την ονομάζουμε απώλεια καυσαερίων.

Ο λέβητας λόγω της ειδικής διαμόρφωσης του θαλάμου καύσεώς του με τις πολλαπλές επιφάνειες ανταλλαγής θερμότητας, μπορεί να εκμεταλλευτεί πλήρως την ενέργεια που περιέχεται στους υδρατμούς των καυσαερίων. Οι υδρατμοί που περιέχονται στα καυσαέρια συμπυκνώνονται αποδίδοντας ταυτόχρονα ενέργεια και τα καυσαέρια φεύγουν από την καμινάδα σε χαμηλή θερμοκρασία (<math><60^{\circ}\text{C}</math>).



Σχήμα 13. Καύση λέβητα

Κατά τον συνήθη υπολογισμό του βαθμού απόδοσης ενός λέβητα δε λαμβάνεται υπόψη ολόκληρη η ενέργεια του καυσίμου, αλλά μόνο η ενέργεια η οποία δεν περιλαμβάνει το ποσόν της θερμότητας συμπύκνωσης των υδρατμών των καυσαερίων το οποίο μένει ουσιαστικά ανεκμετάλλευτο.

Αξιοποιώντας τη θερμότητα συμπύκνωσης των υδρατμών των καυσαερίων οι λέβητες μπορούν να πετύχουν αποδόσεις μεγαλύτερες από 100%. Μ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνουν αποδόσεις 100% συν τα ποσοστά συμπύκνωσης.

Οι μέγιστοι βαθμοί απόδοσης για τους λέβητες συμπύκνωσης για πετρέλαιο και αέριο, έχουν τις ακόλουθες τιμές :

- Βαθμός απόδοσης λεβήτων συμπύκνωσης αερίου : Μέχρι 109%
- Βαθμός απόδοσης λεβήτων συμπύκνωσης πετρελαίου: Μέχρι 105%

Ο λέβητας A1 ελέγχεται από έναν ενσωματωμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή (H/Y). Ο H/Y ρυθμίζει με ακρίβεια την θερμοκρασία του νερού της κεντρικής θέρμανσης με βάση την θερμοκρασία περιβάλλοντος (εξωτερική αντιστάθμιση). Ο H/Y μπορεί να ελέγξει μέχρι και δύο ανεξάρτητους κυκλοφορητές και μια τρίοδο βάνα για δύο ανεξάρτητα κυκλώματα θέρμανσης με διαφορετική θερμοκρασία προσαγωγής το καθένα (μονοσωλήνιο – ενδοδαπέδιο). Η ευελιξία του A1 τον κάνει ιδανικό για τις σύγχρονες εγκαταστάσεις χαμηλής θερμοκρασίας (70/55°C) με θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδιες θερμάνσεις και συνδυασμούς ενδοδαπέδιας θέρμανσης με θερμαντικά σώματα αλλά και σε ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις όπου χρειάζεται αντικατάσταση του λέβητα.

1.4.

Ηλιακό μπόϊλερ

Η κατασκευή του στηρίχθηκε στις τελευταίες γνώσεις της τεχνικής θέρμανσης και της υγιεινής νερού.

Συγκεκριμένα η πλήρωση του μπόϊλερ με νερό (500lt) γίνεται μόνο μια φορά κατά τη αρχική λειτουργία. Το νερό αυτό (χρησιμοποιείται για μετάδοση θερμότητας) βρίσκεται μέσα στο boiler χωρίς πίεση και δεν απαιτείται αντικατάστασή του κατά την διάρκεια της λειτουργίας.

Η θέρμανση του νερού χρήσης επιτυγχάνεται διαμέσου εναλλάκτη θερμότητας από πλαστικό σωλήνα (δικτυωμένο πολυαιθυλένιο PEX-c). Το κρύο νερό του δικτύου ύδρευσης εισέρχεται στις σπείρες του πλαστικού εναλλάκτη και στην έξοδο του

αποκτά τη θερμοκρασία του νερού (στατικού) με το οποίο γεμίζεται αρχικά το δοχείο του μπόϊλερ. Η ποσότητα του νερού που πρώτη εισέρχεται στον πλαστικό εναλλάκτη, είναι αυτή που πρώτη εξέρχεται (αρχή first in-first out) εξασφαλίζοντας έτσι ιδανικές συνθήκες υγιεινής νερού.

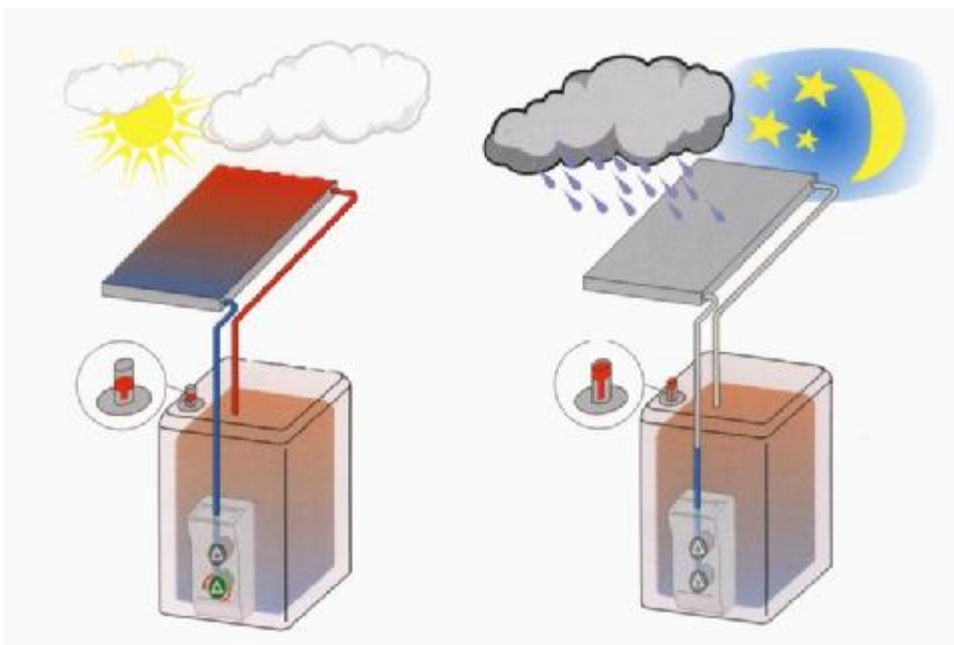
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε θερμοκρασία λειτουργίας 60°C δεν ήταν δυνατή η ανάπτυξη βακτηριδίων Legionella, επιπλέον δε τα εισερχόμενα μικρόβια Legionella μέσω φρέσκου νερού (δικτύου) σκοτώθηκαν πλήρως. Το ίδιο διαπιστώθηκε και για μικρόβια άλλου τύπου. Επειδή το στατικό νερό δεν ανανεώνεται δεν μπορεί να σχηματιστεί ίζημα ασβεστίου πάνω στις επιφάνειες μετάδοσης θερμότητας (πλαστικός εναλλάκτης, μεταλλικός εναλλάκτης, αντίσταση). Επίσης στο εσωτερικό του πλαστικού σωλήνα του εναλλάκτη θερμότητας στο οποίο κυκλοφορεί νερό χρήσης, δεν επικάθεται ασβέστιο λόγω της μεγάλης ταχύτητας ροής στο λείο εσωτερικό τοίχωμα του σωλήνα.

Το δοχείο αποθήκευσης στατικού νερού και ο εναλλάκτης θερμότητας νερού χρήσης είναι κατασκευασμένα από πλαστικό υλικό (πολυπροπυλένιο) και ως εκ τούτου είναι απαλλαγμένα από κάθε μορφή διάβρωσης. Ανοδική προστασία καθώς και συνηθισμένες διατάξεις προστασίας έναντι της διάβρωσης δεν είναι αναγκαίες.

Τέλος, η θερμομόνωση του boiler είναι υψηλών προδιαγραφών και καλύπτει πλήρως τις επιφάνειές του έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται .

Το SOLARIS έχει όμως ένα ακόμα πρόσθετο πλεονέκτημα που το ξεχωρίζει από όλα τα ηλιακά συστήματα. Σε ένα κλασσικό ηλιακό σύστημα ένα μπόϊλερ τριπλής ενέργειας είναι συνδεδεμένο με ηλιακούς συλλέκτες και ένας κυκλοφορητής αναλαμβάνει την κυκλοφορία του νερού μεταξύ μπόϊλερ- συλλεκτών. Ένας διαφορικός θερμοστάτης ρυθμίζει την λειτουργία του κυκλοφορητή ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες. Το μειονέκτημα του συστήματος αυτού είναι το γεγονός ότι επειδή οι συλλέκτες είναι πάντα γεμάτοι με νερό κινδυνεύουν να καταστραφούν από πιθανή υπερθέρμανση του νερού το καλοκαίρι ή από πιθανό παγετό τον χειμώνα.

Στο SOLARIS αντίθετα το στατικό νερό του μπόϊλερ κυκλοφορεί στους συλλέκτες μόνο όταν χρειάζεται να θερμανθεί από τον ήλιο. Όταν δεν χρειαζόμαστε άλλο την βοήθεια του ήλιου ή όταν ο ήλιος δεν επαρκεί τότε οι συλλέκτες αδειάζουν από νερό. Έτσι δεν κινδυνεύουν από ακραίες κλιματολογικές συνθήκες (υπερθερμοκρασίες, παγετός).



Σχήμα 14 . Λειτουργία σε διαφορετικές συνθήκες

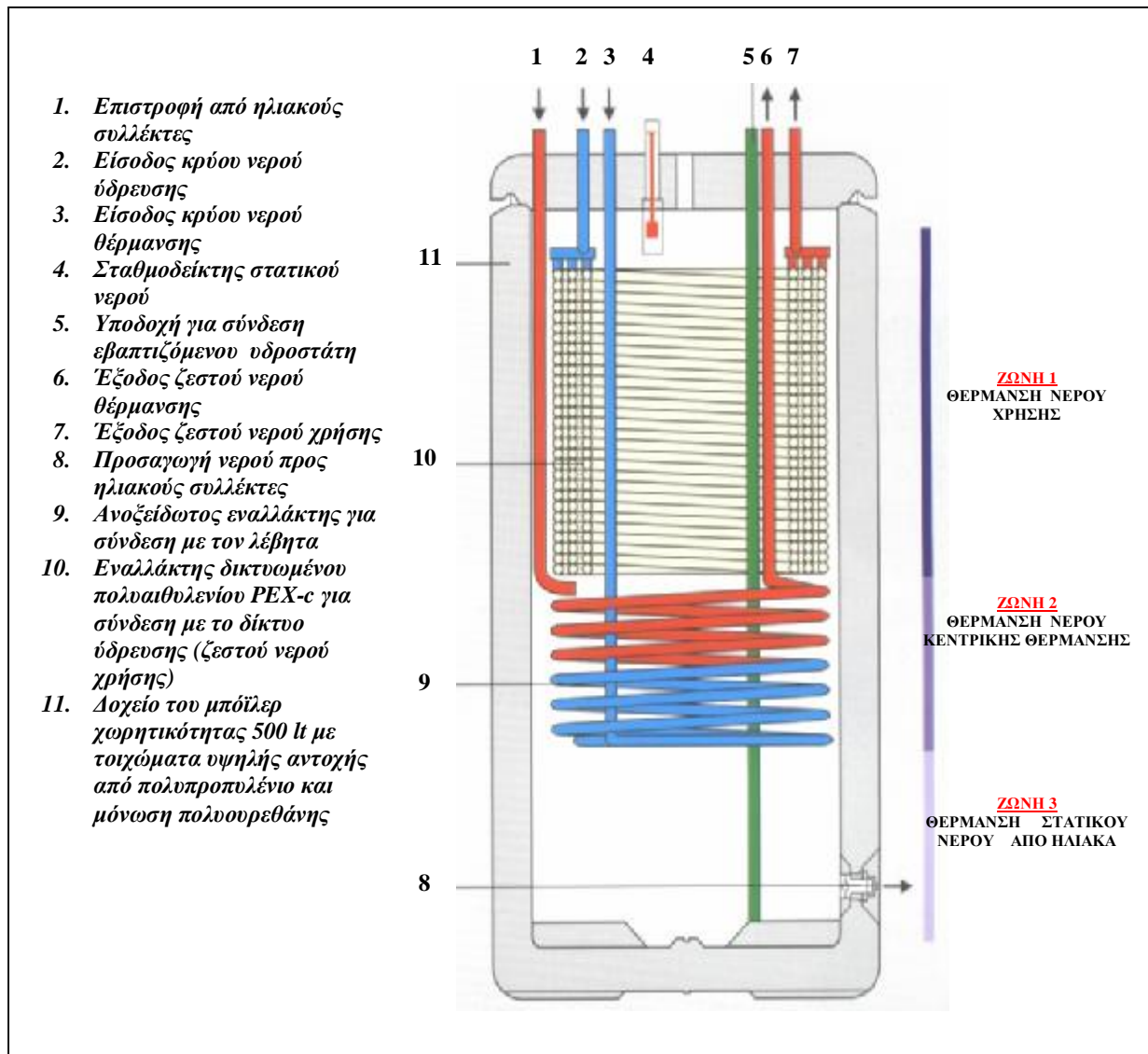


Αυτό επιτυγχάνεται με την συνδεσμολογία του διπλανού σχήματος που περιλαμβάνει δύο κυκλοφορητές σε σειρά και ένα ηλεκτρονικό διαφορικό θερμοστάτη ειδικά διαμορφωμένο για το συγκεκριμένο σύστημα.

Όταν υπάρξει ανάγκη για ηλιακή θέρμανση οι κυκλοφορητές P_1 και P_2 θα ξεκινήσουν να δουλεύουν ταυτόχρονα προκειμένου να γεμίσουν τους συλλέκτες με νερό. Όταν οι συλλέκτες γεμίσουν τότε ο P_1 σταματά και παραμένει σε λειτουργία μόνο ο P_2 μέχρι το στατικό νερό φτάσει τη μέγιστη θερμοκρασία των 70°C . Τότε θα σταματήσει και αυτός και το νερό των συλλεκτών θα επιστρέψει με φυσική ροή στο μπόϊλερ. Οι ρυθμίσεις αυτές είναι απλούστατες με την χρήση του control του μπόϊλερ.

Ο τρόπος λειτουργίας του SANICUBE SOLARIS απεικονίζεται παρακάτω

σχήμα :



Σχήμα 15

Ο σχεδιασμός του SANICUBE SOLARIS βασίζεται στην λειτουργία 3 ζωνών θέρμανσης.

Η 1^η ζώνη περιλαμβάνει τον πλαστικό εναλλάκτη θέρμανσης του ζεστού νερού χρήσης. Αυτός είναι τοποθετημένος στο ψηλότερο σημείο του μπόϊλερ ώστε να εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια που αποθηκεύεται (με μορφή θερμότητας) στα ανώτερα στρώματα του στατικού νερού όπου οι επικρατούσες θερμοκρασίες είναι από 40°C έως 65°C. Σε αυτές τις θερμοκρασίες λειτουργίας έχουμε υγιεινό νερό απαλλαγμένο από επικίνδυνα μικρόβια και εκμηδενίζουμε ταυτόχρονα και την περίπτωση φραξίματος του εναλλάκτη από άλατα όταν το νερό της ύδρευσης είναι πολύ σκληρό (σκληρότητα μεγαλύτερη από 18 Γερμανικούς βαθμούς).

Η 2^η ζώνη είναι η ζώνη όπου επικρατούν οι υψηλότερες θερμοκρασίες καθώς εκεί διοχετεύεται το θερμό νερό από τους ηλιακούς συλλέκτες που μπορεί να φτάνει και τους 85°C. Ένα μεγάλο μέρος της θερμότητας αυτής αξιοποιείται από τον μεταλλικό εναλλάκτη για τη θέρμανση του ενδοδαπέδιου συστήματος κεντρικής θέρμανσης.

Η υπόλοιπη θερμότητα αποθηκεύεται πρώτα στα ανώτερα στρώματα του στατικού νερού (ζώνη 1) και στη συνέχεια, εάν δεν υπάρχει και ταυτόχρονη κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης έχουμε και θέρμανση των κατώτερων στρωμάτων (ζώνη 3).

Η 3^η ζώνη λειτουργεί ως αποθήκη ζεστού νερού και συγκεκριμένα όταν η θερμοκρασία στη ζώνη αυτή φτάσει τη μέγιστη επιλεγμένη τιμή των 65°C τότε σταματά η κυκλοφορία νερού στους συλλέκτες και το νερό αυτό επιστρέφει στο μπόϊλερ.

Όταν οι συλλέκτες αποκτήσουν έναν ικανοποιητικό επίπεδο θερμοκρασίας , το ασυμπύεστο στο μπόιλερ υπάρχον νερό εξαναγκάζεται με χρήση των κυκλοφορητών να διαρρεύσει δια μέσω των συλλεκτών . Όταν η θερμοκρασία στους συλλέκτες δεν είναι αρκετή σταματά η λειτουργία του κυρίου κυκλοφορητή και το σύστημα αδειάζει αυτόματα . Λόγω του ότι δεν χρησιμοποιείται αντιψυκτικό αυξάνεται η μετάδοση θερμότητας και η θερμοχωρητικότητα .

Η λειτουργία των κυκλοφορητών ελέγχεται με το διαφορικό θερμοστάτη .

Ο θερμοστάτης μετράει συνεχώς την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θερμοκρασίας του συλλέκτη και της επιστροφής .Αν αυτή ξεπερνάει την ρυθμισμένη τιμή της παραμέτρου ΔT ξεκινούν οι κυκλοφορητές (π.χ. όταν η θερμοκρασία επιστροφής είναι 40 , $\Delta T= 15K$ και η θερμοκρασία στον συλλέκτη είναι ανω των 55) . Ο πάνω κυκλοφορητής P2 λειτουργεί όσο χρονικό διάστημα χρειάζεται η εγκατάσταση για να γεμίσει πλήρως με νερό .

Μετα αρκεί ,λόγω της επίδρασης της υποπίεσης στον σωλήνα της παροχής , η λειτουργία του κυκλοφορητη για να διατηρηθεί η κυκλοφορία . Ο κυκλοφορητής P1 σταματάει όταν η διαφορά θερμοκρασίας είναι κάτω από την ρυθμισμένη τιμή ΔT (π.χ όταν η θερμοκρασία επιστροφής είναι 45, και η θερμοκρασία στον συλλεκτη είναι κατω των 47) .

Ο κυκλοφορητής P1 σταματάει επίσης όταν η θερμοκρασία αποθήκευσης φτάσει την μέγιστη τιμή . Στην περίπτωση αυτή οι κυκλοφορητες επαναλειτουργούν όταν η θερμοκρασία αποθήκευσης μειωθεί κατά 2K . Όταν σε πολύ ηλιοφάνεια η θερμοκρασία στους συλλέκτες πλησιάζει το σημείο βρασμού ,ενεργοποιείται ο κυκλοφορητής P2 . Η πίεση της εγκατάστασης και η ποσότητα του νερού αυξάνονται , με αποτέλεσμα να αποθηκεύεται σε λιγότερο περισσότερη θερμότητα . Αν παρόλα αυτά η θερμοκρασία του συλλέκτη ανέβει τόσο , ώστε θα μπορούσε το διερχόμενο νερό να εξατμιστεί ακολουθεί διακοπή ασφαλείας .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η απαίτηση προς τον μελετητή να σχεδιάσει μια εγκατάσταση θέρμανσης πρέπει να εκπληρωθεί απέναντη στον ιδιοκτήτη της οικοδομής όχι μόνο σύμφωνα με τεχνικά κριτήρια αλλά και οικονομικά κριτήρια .

Δηλαδή η μελέτη , η επιλογή, η κατασκευή και ο τρόπος λειτουργίας της εγκατάστασης πρέπει να συντονισθούν ώστε να εξασφαλιστεί μια λειτουργία που να εξοικονομεί ενέργεια.

Η αναμφισβήτητη αναγκαιότητα για βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας προκύπτει από τον νόμο για εξοικονόμηση ενέργειας (En EG)

Κατά κανόνα μια θέρμανση κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η θαλπωρή, ακόμα και όταν επικρατούν ελάχιστες εξωτερικές συνθήκες .

Ο σχεδιασμός αυτός οδηγεί πάντως σε έναν τέτοιο καθορισμό του μεγέθους της ισχύος της εγκατάστασης , η οποία μετρημένη στην συνολική περίοδο θέρμανσης θα χρειαστεί πολύ σπάνια. Διότι κατά την διάρκεια περίπου του 70 % της περιόδου θέρμανσης απαιτούνται 30% της εγκατεστημένης ισχύος.

Ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών κατά DIN 4701 και τελικά ο καθορισμός του μεγέθους της εγκατάστασης διενεργείται συνήθως για ακραίες δηλαδή το χειμώνα για τη χαμηλότερη θερμοκρασία.

2.1. Θεωρία – υπολογισμοί

Για την διεκπεραίωση των αναγκαίων υπολογισμών απαιτείται η γνώση ορισμένων βασικών δεδομένων, τα οποία είναι τα εξής:

- Είδος κτιρίου (κατοικία, γραφεία, κ.λπ.)
- Τοπογραφικό σχέδιο
- Αρχιτεκτονικό σχέδιο (κάτοψη και τομές)
- Κατασκευή δομικών στοιχείων (υλικά, επιφάνειες)
- Επιθυμητή θερμοκρασία του κάθε χώρου
- Προβλεπόμενη στρώση δαπέδου(ήτοι, αντίσταση θερμικής μετάβασης)
- Θέση συλλέκτη

Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα υπολογίζεται η θερμική απαίτηση του κτιρίου κατά DIN 4701.

Επίσης σχεδιάζονται και τα θερμικά κυκλώματα για τον κάθε χώρο ενώ ταυτόχρονα υπολογίζεται και η υδραυλική εξισορρόπηση των κυκλωμάτων. Το υπολογιστικό πρόγραμμα μαζί με τον υπολογισμένο σωλήνα, δίνει την ποσότητα των πλακών του συστήματος, κι όλα τα απαιτούμενα παρελκόμενα όπως συλλέκτες, ρακόρ σύνδεσης και περιμετρική μονωτική ταινία.

Υπολογισμός της ροής θερμότητας

Κατά «DIN 4725 ενδοδαπέδια θέρμανση ζεστού νερού τμ. 3 απόδοση θερμότητας και τοποθέτηση».

Βάση αυτού αφαιρούμε από τις θερμικές απώλειες του κάθε χώρου Q_N , τις θερμικές απωλειες του δαπεδου προς το χώρο που βρίσκεται ακριβώς από κάτω . Ετσι έχουμε την διορθωμένη απαίτηση θερμότητας Q^*N .

Για τον υπολογισμό της ροής θερμότητας q_n διαιρείται η απαίτηση θερμότητας με την επιφάνεια του πατώματος AFB

$$Q^*N / AFB = q_n \qquad q_n \rightarrow \text{W/m}^2$$

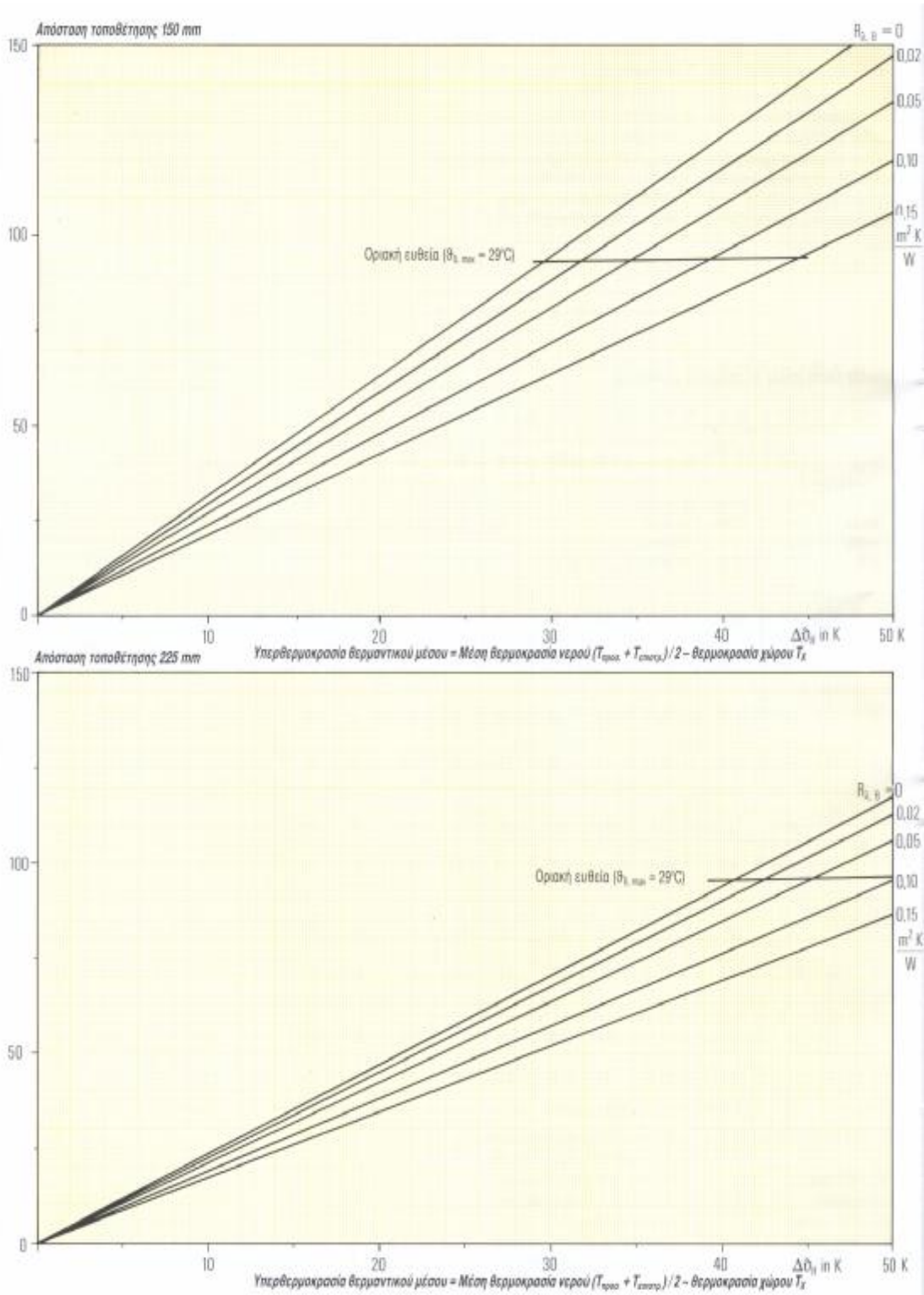
$$Q^*N \rightarrow \text{W}$$

$$AFB \rightarrow \text{m}^2$$

Επιλογή της απόστασης τοποθέτησης

Για αυτό πρέπει να γνωρίζουμε το τι θα στρώσουμε αργότερα το πατωμα. Σε περίπτωση που δεν το γνωρίζουμε αυτό υποθέτουμε μια αντίσταση *θερμοδιαπερατότητας* $R_{l,b} = 0,1 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$ (που ανταποκρίνεται σε μια μέτρια μοκέττα)

Για την επιλογή της απόστασης τοποθέτησης χρησιμοποιούνται οι καμπύλες απόδοσης (σχήμα 16) .



Σχήμα 16.

Ξεκινώντας από το μεγαλύτερο μέγεθος τοποθέτησης ελέγχεται αν το σημείο τομής της ροής θερμότητας με την καμπύλη της στρώσης του πατώματος βρίσκεται κατω απο την οριακή γραμμή . Αν ναι , μπορούμε

αυτό το μέγεθος , αν όχι τότε πρέπει να κάνουμε τον ίδιο έλεγχο για το αμέσως μικρότερο μέγεθος τοποθέτησης . Αν και η ροή θερμότητας δεν μπορεί να επιτευχθεί με κανένα μέγεθος τοποθέτησης πρέπει να προβλέφθει για το χώρο και ένα σώμα .

Υπολογισμός της ροής του νερού

Για το μέγεθος τοποθέτησης που επιλέγεται και από το διάγραμμα απόδοσης μπορούμε να δούμε στον κάτω άξονα την υπερθερμοκρασία **ΔΘΗ**.

Αν προσθέσουμε εδώ την θερμοκρασία του χώρου **Θι** έχουμε την αναγκαία μέση θερμοκρασία του νερού θέρμανσης **ΘΗ**. Η απόσταση μεταξύ της θερμοκρασίας του νερού θέρμανσης και της θερμοκρασίας προσαγωγής ανταποκρίνεται στον μισό της διαφοράς αυτού του κύκλου θέρμανσης . την διαφορά αυτή υπολογίζουμε ως εξής :

Η συνολική απόδοση θερμότητας **QKR** η οποία πρέπει να αποδοθεί από το θερμό νερό σ' αυτόν τον κύκλο θέρμανσης αποτελείται από την απόδοση θερμότητας προς τα πάνω **QFB** και αυτήν προς το κάτω δωμάτιο **Qu**. Το **Qu** βρίσκεται μεταξύ 10-15 %. Η απαραίτητη ροή νέρου σ' αυτόν τον κύκλο θέρμανσης είναι :

$$V w = 1,15 * Qf * 3600 / 4180 (\theta v - \theta r)$$

Οπότε

$$Vw \cong Qf / (\theta v - \theta r)$$

$$Qkr \text{ σε } w$$

$$(\theta v - \theta r) \text{ σε } K$$

$$Vw \text{ σε } l/h$$

Για να μην γίνει η συνολική πτώση πίεσης πολύ μεγάλη είναι καλό να περιορίσουμε το μήκος του σωλήνα θέρμανσης για ένα θερμοκύκλωμα στα 100 m . Με αυτό το οριακό μήκος έχουμε για κάθε μέγεθος τοποθέτησης οριακή θέρμανση επιφανειών :

Απόσταση τοποθέτησης	Μέγιστες θέρμαινόμενες επιφάνειες
150 mm	13,5 qm
225 mm	20,0 qm
300 mm	27,0 qm
375 mm	34,0 qm

Το μήκος σύνδεσης φτάνει εδώ το 2x5 m . Εάν ο χώρος που πρέπει να θερμανθεί είναι μεγαλύτερος από τις παραπάνω αναφερόμενες οριακές τιμές πρέπει το δάπεδο που πρόκειται να θερμανθεί να μοιραστεί σε δύο ή περισσότερα θερμοκυκλώματα.

Υδραυλική ρύθμιση

Το μήκος του σωλήνα ενός θερμοκυκλώματος το βρίσκουμε εάν διαιρέσουμε την επιφάνεια του θερμικού κυκλώματος με το μέγεθος που ορίζει το μήκος σωλήνα ανά τετραγωνικό μέτρο

$$L = A / K \quad A \text{ σε } m^2$$

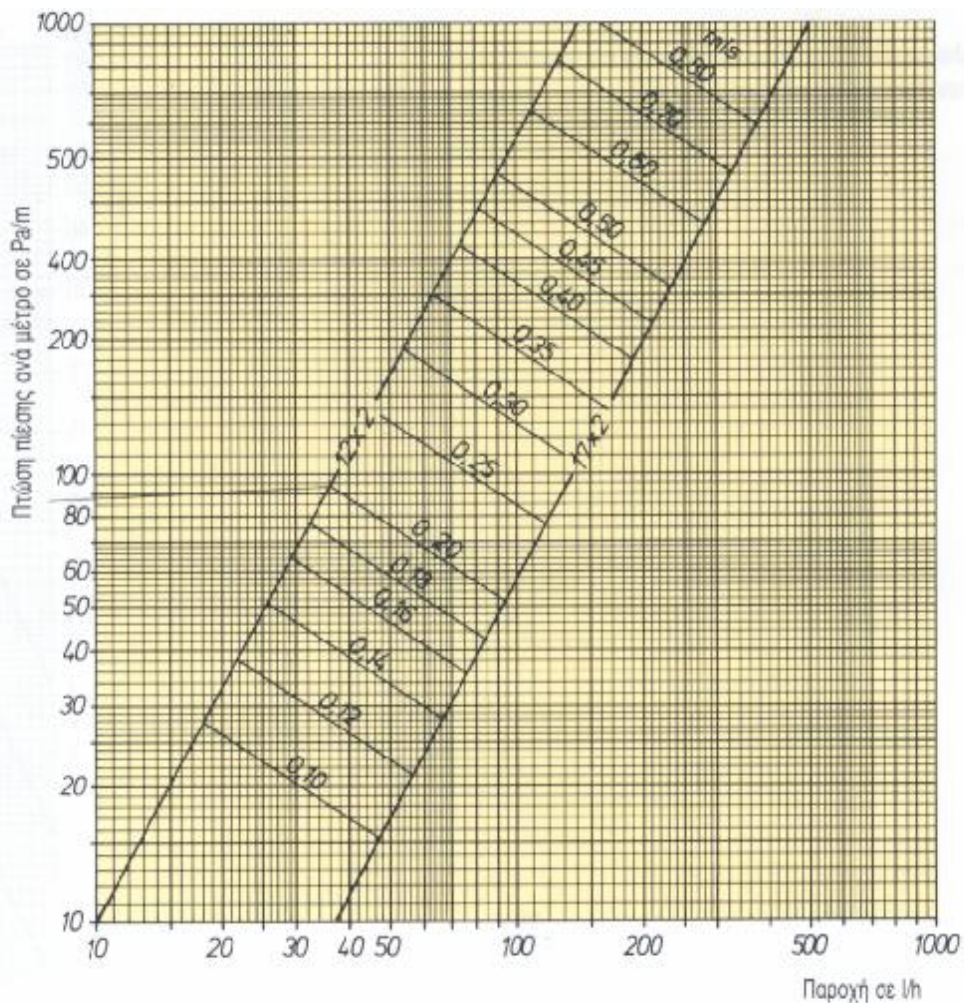
$$T \text{ σε } m$$

$$L \text{ σε } m$$

Σ' αυτό προστίθεται το μήκος σύνδεσης L_{AN} από τον συλλέκτη στο θέρμαινόμενο χώρο επι 2.

$$L_{\text{συνολικό}} = L + 2 \cdot L_{AN}$$

Πτώση πίεσης



σχήμα 17.

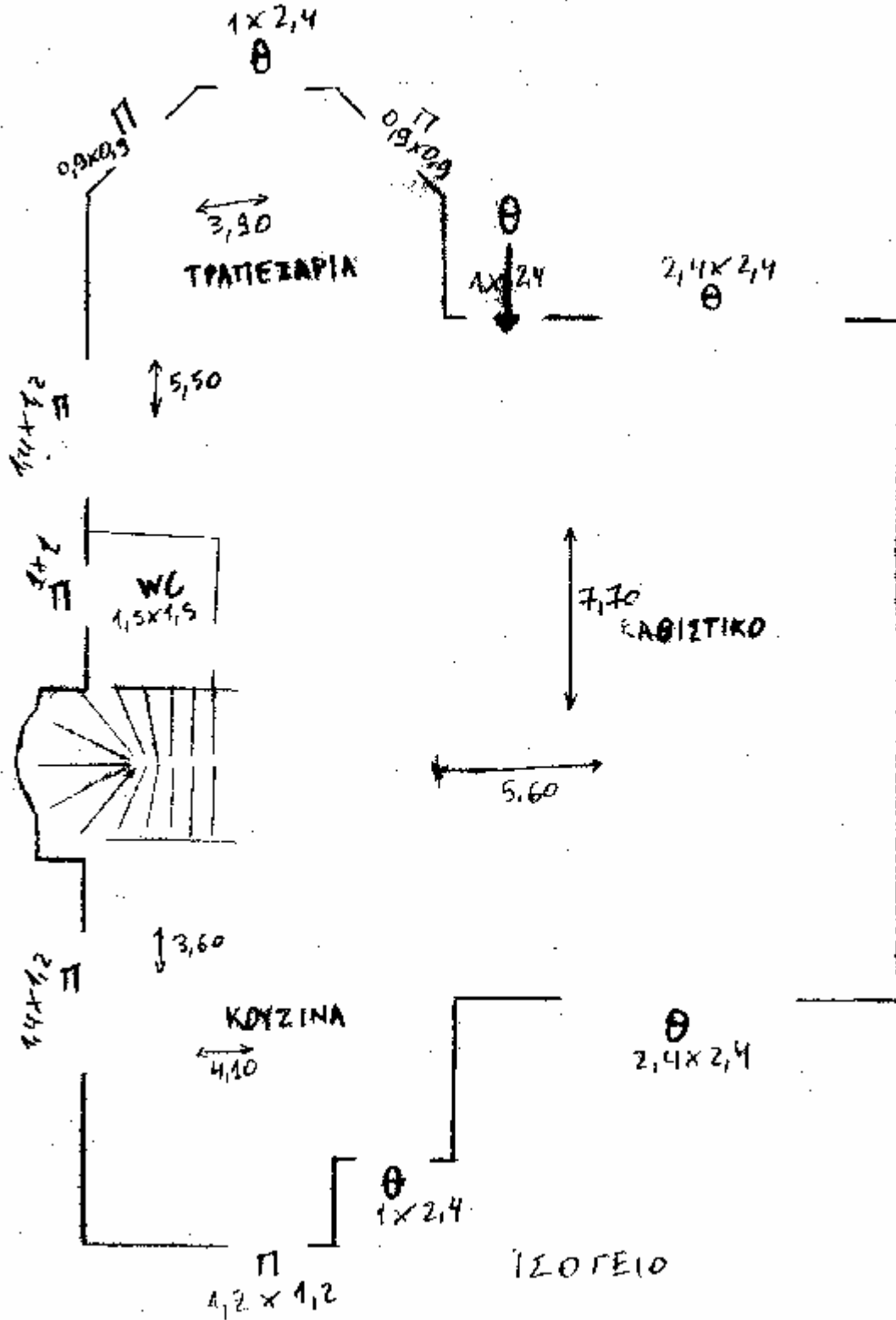
Από το διάγραμμα πτώσης πίεσης παίρνουμε για την υπολογισμένη ροή του νερού την πτώση πίεσης ανά μέτρο σωλήνα.

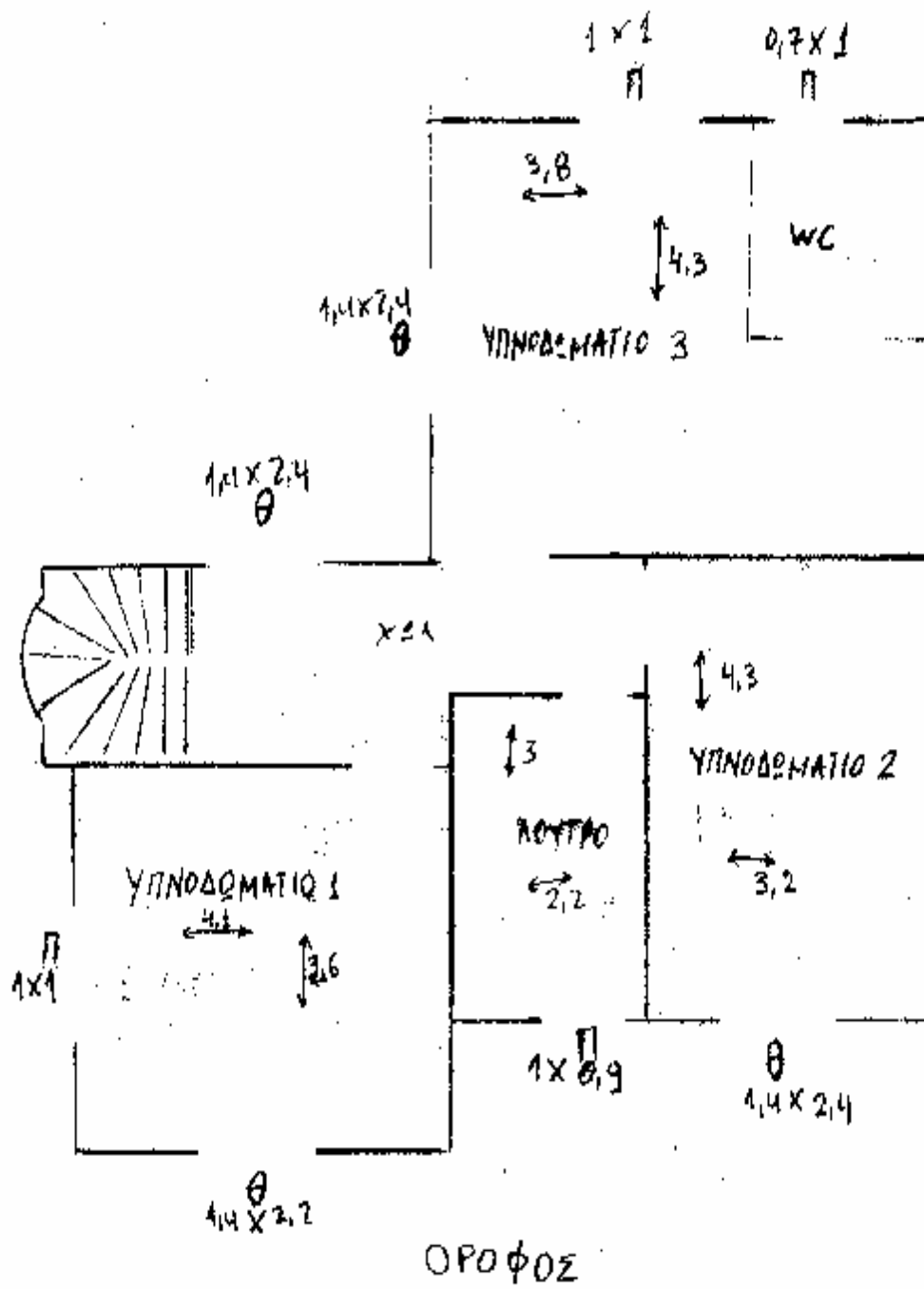
Πολλαπλασιάζοντας αυτό με το συνολικό μήκος του σωλήνα θέρμανσης έχουμε τη συνολική πτώση πίεσης .

$$\Delta p_{\text{συν}} = Rl * L$$

Αυτή η πτώση πίεσης πρέπει να είναι μικρότερη από το μανομετρικό του κυκλοφορητή .

2.2. Μελέτη κατοικίας με δυο επίπεδα





Εχοντας τις κατόψεις της οικοδομής και λαμβανοντας υπόψη τα δομικά στοιχεία :

- Μόνωση κτιρίου
 - A) Διπλοί τοίχοι με μόνωση DOW
 - B)δοκάρια με μόνωση
 - Γ)οροφή με μόνωση DOW
- Είδος ανοιγμάτων και πλαισίων τους : διπλά τζάμια, αλουμίνιο
- Ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία : -1°C
- Επιθυμητή θερμοκρασία χώρων : 20°C
- Δάπεδα χώρων : παρκέ - πλακάκι

Κατα DIN 4701 υπολογισμός των θερμικών απωλείων.

Συγκεντρωτικοί υπολογισμοί για το ισόγειο της οικοδομής.

N	χωρος	Τεσ	Q watt/m ²	Tr	Αποσταση mm	Επιφανεια	ΤΔ
1	Κουζίνα	20	74	37	225	21,9	28,7
2	λουτρό	20	121	37	225		28,7
3	τραπεζαρία	20	76	37	225	23,4	28,7
4	Χολ	20	89	37	225	20,3	28,7
5	σαλόνι	20	76	37	225	17,6	28,7

Οπου

Τεσ = 20 ° C η επιθυμητή θερμοκρασία των χώρων

Tr= η θερμοκρασία του νερού επιστροφής του συστήματος

Q = watt/m² , η ροή θερμότητας από το δάπεδο

Απόσταση = απόσταση τοποθέτησης του θερμοσωλήνα

ΤΔ = μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία δαπέδου

Συλλέκτης ισογείου

Χωρ.	Αριθμος θερμικων κυκλωμα τ.	Μηκος Σωληνα m	Παροχή Κυκλώμ. Kg/h	Πτώση πιεσης ολ. Pa	u m/s	Πτωση πιεσης Pa Διακοπτης ανοικτος
1	1	108,5	137,9	14250	0,29	1902
2	1	52,0	64,8	1980	0,14	420
3	2	77,6	88,5	4880	0,19	783
4	1	99,5	160,0	17233	0,33	2560
5	1	77,4	114,2	7653	0,24	1304

Ολικη παροχή κυκλωμάτων ισογείου = 654 Kg/h

Συγκεντρωτικοί υπολογισμοί για τον όροφο της οικοδομής.

N	Χώρος	Τεσ	Q Watt/m ²	Tr	Αποστ.	Επιφ.	Τδ
1	Υπνοδωμ1	20	107	37	150	18,5	29
2	Υπνοδωμ2	20	111	37	150	11,9	29
3	Λουτρό	20	130	37	75	7,0	29
4	Υπνοδωμ+ wc	20	115	37	75	11,0	29

Συλλέκτης ορόφου

Χωρος	Αριθμος θερμικων κυκλωμα τ.	Μηκος Σωληνα m	Παροχή Κυκλώμ . Kg/h	Πτώση πιεσης ολ. Pa	u m/s	Πτωση πιεσης Pa Διακοπτης ανοικτος
1	1	118	165,6	22943	0,35	2742
2	1	79	113,6	7785	0,24	1290
3	1	95	77,7	4614	0,16	604
4	2	88	108,2	7760	0,23	1171

Ολικη παροχή κυκλωμάτων ορόφου = 573 Kg/h

Συγκεντρωτικά στοιχεία της εγκατάστασης

Θερμοκρασία προσαγωγής	50,0	° C
Μέση θερμοκρασία επιστροφής	37,0	° C
Ολικές θερμικές απώλειες	14134	W
Απόδοση της δαπεδοθέρμανσης	14636	W
Ολική παροχή νερού	1227	kg/h
Περιεχόμενο νερό	129	l
Ολική θερμαινόμενη επιφάνεια	151,7	m ²
Ολική επιφάνεια χώρων	161,4	m ²
Επιφάνεια με αποστ. Τοποθ. 75 mm	12,0	m ²
Επιφάνεια με αποστ. Τοποθ. 150 mm	49,4	m ²
Επιφάνεια με αποστ. Τοποθ. 225 mm	83,3	m ²

Σαν κυρία πηγή ενέργειας θα χρησιμοποιηθεί λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών που παρέχει ελευθερία επιλογής καυσίμου μεταξύ πετρελαίου και φυσικού αερίου ισχύος $14134 \times 1.3 = 18374,2 \text{ Watt}$

Θα επιλεγεί λέβητας ισχύος 25 KW ώστε να συνδιαστεί και με το μπουλερ για την απόδοση νερού χρήσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

ΗΛΙΑΚΗ ΚΑΛΥΨΗ

Παρακάτω γίνεται μια προσπάθεια να υπολογισθεί, η ποσοστιαία κάλυψη των θερμικών αναγκών της μονοκατοικίας, από την ηλιακή εγκατάσταση.

Ο υπολογισμός θα γίνει με τη βελτιωμένη μέθοδο ϕ, F -CHART

$V=9000\text{lt}$, ανάγκες παροχής ζεστού νερού,

$T_w=50\text{ }^\circ\text{C}$: κατώτερη αποδεκτή θερμοκρασία ζεστού νερού,

$T_a\text{ (}^\circ\text{C)}$ = μέση θερμοκρασία αέρα στη διάρκεια του 24ώρου,

$T_m\text{ (}^\circ\text{C)}$ = η μέση θερμοκρασία του κλειστού κυκλωματος θέρμανσης.

F_R $(\tau\alpha)_n=0,83$ για συλλέκτη τύπου με απλή μαύρη βαφή

$(\overline{\tau\alpha})/(\tau\alpha)_n = (\text{Αμεση συνιστώσα}) + (\text{Διαχυτη συνιστώσα}) + (\text{Ανακλωμενη συνιστώσα})$

$F_R U_L=7,8\text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

$F'_R / F_R=0,82$

Διαθέτει συμβατικό σύστημα θέρμανσης με βαθμό απόδοσης 0.90 που χρησιμοποιεί καύσιμο πετρέλαιο θέρμανσης με θερμογόνο δύναμη $H_u = 10.100\text{ kcal/kg}$.

Ο συντελεστής ανάκλασης (albedo) του εδάφους είναι $\rho=0,2$

$\Phi=38^\circ 25'$ γεωγραφικό πλάτος της Πάτρας,

Τα μετεωρολογικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη πόλη της Πάτρας ελήφθησαν από πίνακες,
Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τον υπολογισμό του συστήματος καθώς και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

3.1. Θεωρία - Υπολογισμοί

Βήμα 1 : Υπολογισμός της μέσης ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένες επιφάνειες.

Στους πίνακες στο πρόγραμμα excel φαίνονται οι τιμές των παραμέτρων που σχετίζονται με αυτήν καθώς και τα αποτελέσματα. Οι παράμετροι αυτές υπολογίσθηκαν ως εξής:

Υπολογισμός \bar{H}

Η τιμή της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο βρέθηκε από πίνακα .

Υπολογισμός \bar{K}_T

Ο λόγος της μέσης μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας (μ.μ.η.) σε οριζόντια επιφάνεια στη γη προς τη μ.μ.η. σε οριζόντια επιφάνεια στο όριο της ατμόσφαιρας (\bar{K}_T), δίνεται από τη σχέση:

$$\bar{K}_T = \frac{\bar{H}}{\bar{H}_0}$$

όπου \bar{H}_0 η μ.μ.η. στο όριο της ατμόσφαιρας και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\bar{H}_0 = (24 * 3600 * I_{sc} / p) * (1 + 0.033 * \cos(360 * n / 365)) * (\cos f * \cos d * \sin w_v + w_v * \sin f * \sin d)$$

όπου ω_{ζ} η ωριαία γωνία δύσης του ήλιου η οποία υπολογίζεται από τη

$$\text{σχέση: } \cos\omega_{\zeta} = -\tan\varphi \cdot \tan\delta$$

με φ = γεωγραφικό πλάτος ($38,25^{\circ}$ για τη πόλη της Πάτρας)

δ = η απόκλιση για τη μέση μέρα του μήνα

n = η μέρα του χρόνου

I_{SC} = η τιμή της ηλιακής σταθεράς (1353 W/m^2)

Υπολογισμός του λόγου \bar{H}_d/\bar{H}

Ο λόγος της μ.μ.η. διάχυτης ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο προς τη μ.μ.η. ολική σε οριζόντιο δίνεται από τη σχέση:

$$\bar{H}_d/\bar{H} = 1.446 - 2.9658 * \bar{K}_T + 1.727 * \bar{K}_T^2$$

Υπολογισμός του λόγου \bar{R}_b

Ο λόγος της μ.μ.η. διάχυτης ακτινοβολίας σε κεκλιμένο προς αυτής σε οριζόντιο επίπεδο δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\bar{R}_b = (\cos(\varphi - \beta) * \cos\delta * \sin\omega'_{\zeta} + \omega'_{\zeta} * \sin(\varphi - \beta) * \sin\delta) / (\cos\varphi * \cos\delta * \sin\omega_{\zeta} + \omega_{\zeta} * \sin\varphi * \sin\delta)$$

όπου ω'_{ζ} = η ωριαία γωνία δύσης για την κεκλιμένη επιφάνεια που είναι

ίση με:

$$\omega'_{\zeta} = \min \left\{ \begin{array}{l} \cos^{-1}(\tan\varphi * \tan\delta) \\ \cos^{-1}(-\tan(\varphi - \beta) * \tan\delta) \end{array} \right\} \quad \text{όπου } \beta \text{ η κλίση της επιφάνειας}$$

Υπολογισμός της άμεσης συνιστώσας

Ο υπολογισμός της άμεσης συνιστώσας γίνεται με τη βοήθεια της παρακάτω σχέσης:

$$\text{Άμεση συνιστώσα} = (1 - \bar{H}_d/\bar{H}) * \bar{R}_b$$

Υπολογισμός της διάχυτης συνιστώσας

Ο υπολογισμός της διάχυτης συνιστώσας γίνεται με τη σχέση:

$$\text{Διάχυτη συνιστώσα} = ((1+\cos\beta)/2) * \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}}$$

Υπολογισμός του λόγου \bar{R}

Η τιμή του λόγου \bar{R} της μ.μ.η. ακτινοβολίας σε κεκλιμένη επιφάνεια προς αυτή σε οριζόντια, δίνεται από τη σχέση:

$$\bar{R} = (\text{Άμεση συνιστώσα}) + (\text{Διάχυτη συνιστώσα}) + \rho(1 - \cos\beta)/2$$

Υπολογισμός της \bar{H}_T

Τελικά οι τιμές της μ.μ.η. σε κεκλιμένη επιφάνεια, που ήταν και ο τελικός σκοπός σε αυτό το βήμα, προκύπτουν από τη σχέση:

$$\bar{H}_T = \bar{R} * \bar{H}$$

Βήμα 2: Υπολογισμός του μέσου μηνιαίου γινόμενου διαπερατότητας – απορρόφησης

Οι πίνακες όπου φαίνονται όλες οι τιμές από το βήμα αυτό είναι οι πίνακες από το πρόγραμμα excel.

Υπολογισμός της γωνίας $\bar{\Theta}_b$

Η μ.μ.η. γωνία πρόσπτωσης της άμεσης ακτινοβολίας δίνεται από τη σχέση:

$$\bar{\Theta}_b = \cos^{-1}(\cos(\varphi - \beta) * \cos \delta * \cos \omega + \sin(\varphi - \beta) * \sin \delta)$$

με $\omega = 37.5^\circ$

Η γωνία ω ονομάζεται ωριαία γωνία και εκφράζει τη γωνιακή μετατόπιση του ήλιου ανατολικά ή δυτικά του τοπικού μεσημβρινού, εξαιτίας της περιστροφής της γης περί του άξονα της κατά 15° ανά ώρα. Στην περίπτωση μας την υπολογίσαμε για δυόμισι ώρες πριν το μεσημέρι.

Υπολογισμός του λόγου $(\tau_a)/(\tau_a)_h$ για $\bar{\Theta}_b$

Η εύρεση του λόγου του γινόμενου διαπερατότητας – απορρόφησης προς το γινόμενο στη κάθετη διεύθυνση, για την άμεση ακτινοβολία έγινε από τη σχέση:

$$(\tau_a)/(\tau_a)_h = \sum \alpha_i \cos^i(\theta_i) \quad (1)$$

όπου $\theta_i = \bar{\Theta}_b$

και οι συντελεστές α_i για την περίπτωση μας που έχουμε απλό κάλυμμα είναι ίσοι με:

$$\alpha_0 = -0.01458$$

$$\alpha_1 = 3.37157 \quad (2)$$

$$\alpha_2 = -3.86884$$

$$\alpha_3 = 1.51185$$

Υπολογισμός του λόγου \bar{R}_b/\bar{R}

Από το προηγούμενο βήμα έχουμε ήδη υπολογίσει τις τιμές του \bar{R}_b και του \bar{R} και έτσι με μια απλή διαίρεση βρίσκουμε το ζητούμενο λόγο.

Υπολογισμός της άμεσης συνιστώσας

Η τιμή της άμεσης συνιστώσας προκύπτει με πολλαπλασιασμό τριών όρων που ήδη έχουμε βρει, οι οποίοι φαίνονται παρακάτω με $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ για $\bar{\Theta}_b$:

$$(\text{Άμεση συνιστώσα}) = \left(1 - \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}}\right) * ((\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n) * (\bar{R}_b/\bar{R})$$

Υπολογισμός του $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ για $\bar{\Theta}_d$

Με τη χρησιμοποίηση των σχέσεων (1) και (2) υπολογίζεται ο λόγος $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ για τη διάχυτη ακτινοβολία από τον ουρανό για $\theta_i = \Theta_d$.

Η γωνία Θ_d είναι η ισοδύναμη γωνία πρόσπτωσης της διάχυτης ακτινοβολίας και δίνεται ως συνάρτηση της γωνίας κλίσης β από τη σχέση:

$$\Theta_d = 59.68 - 0.13888 * \beta + 0.001497 * \beta^2$$

Υπολογισμός της διάχυτης συνιστώσας

Η τιμή της διάχυτης συνιστώσας προκύπτει από τον παρακάτω τύπο όπου ο λόγος $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ είναι είδη υπολογισμένος για γωνία Θ_d

$$(\text{διάχυτη συνιστώσα}) = ((1 + \cos\beta)/2) * ((\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n) * (\bar{H}_d/\bar{H})/R$$

Υπολογισμός του $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ για $\bar{\Theta}_g$

Ακολουθείται και εδώ η ίδια διαδικασία με την χρήση των σχέσεων (1),(2) αλλά εδώ αναφερόμαστε στο λόγο $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ που αντιστοιχεί στην ανακλώμενη από τη γη ακτινοβολία. Έτσι έχουμε $\theta_i = \Theta_g$ που είναι η ισοδύναμη γωνία πρόσπτωσης της ανακλώμενης ακτινοβολίας από τη γη και υπολογίζεται από τη παρακάτω σχέση ως συνάρτηση της β :

$$\Theta_g = 90 - 0.5788 \cdot \beta + 0.002693 \cdot \beta^2$$

Υπολογισμός της ανακλώμενης συνιστώσας

Όπως και στη διάχυση, ο υπολογισμός γίνεται από το παρακάτω τύπο, όπου ο λόγος $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ είναι υπολογισμένος για γωνία Θ_g :

$$(\text{Ανακλώμενη συνιστώσα}) = ((\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n \cdot (\rho(1-\cos\beta)/2)) / \bar{R}$$

Υπολογισμός του $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$

Ο υπολογισμός του λόγου που έχει ως αριθμητή το μέσο μηνιαίο γινόμενο διαπερατότητας - απορρόφησης και παρονομαστή το γινόμενο διαπερατότητας - απορρόφησης σε κάθετη πρόσπτωση, δίνεται ως άθροισμα των τριών συνιστωσών της ακτινοβολίας.

$$(\bar{\tau\alpha})/(\tau\alpha)_n = (\text{Αμεση συνιστώσα}) + (\text{Διαχυτη συνιστώσα}) + (\text{Ανακλωμενη συνιστώσα})$$

Βήμα 3 : Υπολογισμός Θερμικών Φορτίων

Στη περίπτωση μας το μόνο θερμικό φορτίο που υπάρχει είναι αυτό του νερού χρήσης . Δίνεται από τη σχέση:

$$Q = 9000 \cdot 4190 \cdot (T_w - T_m) \cdot N \quad (\text{J/μήνα})$$

όπου: 9000 = η ανάγκη σε ζεστό νερό που έχουμε ορίσει από την εκφώνηση σε (lt/ημέρα)

$T_w = 50^\circ \text{C}$ η ελάχιστα αποδεκτή θερμοκρασία ζεστού νερού

T_m = η μέση θερμοκρασία του δικτύου το μήνα

N = οι μέρες του μήνα

Βήμα 4 : Υπολογισμός του μέγιστου μέσου μηνιαίου βαθμού
χρησιμοποίησης Φ_{\max}

Υπολογισμός του συντελεστή $r_{t,n}$

Ο συντελεστής $r_{t,n}$ εκφράζει το λόγο της ολικής ωριαίας μεσημβρινής ακτινοβολίας προς την ολική ημερήσια και δίνεται από τη σχέση:

$$R_{b,n} = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cos \delta + \sin(\varphi - \beta) \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta + \sin \varphi \sin \delta}$$

$$r_{t,n} = \frac{\pi}{24} (a + b) \frac{1 - \cos \omega_\zeta}{\sin \omega_\zeta - (2\pi \omega_\zeta / 360) \cos \omega_\zeta}$$

όπου:

$$a = 0.409 + 0.5016 \sin(\omega_\zeta - 60)$$

$$b = 0.6609 - 0.4767 \sin(\omega_\zeta - 60)$$

η ω_ζ έχει υπολογιστεί στα προηγούμενα βήματα

Υπολογισμός του συντελεστή $r_{d,n}$

Ο συντελεστής $r_{d,n}$ είναι ο λόγος της ολικής ωριαίας διάχυτης μεσημβρινής ακτινοβολίας προς την ημερήσια διάχυτη ακτινοβολία και προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$r_{d,n} = \frac{\pi}{24} \frac{1 - \cos \omega_\zeta}{\sin \omega_\zeta - (2\pi \omega_\zeta / 360) \cos \omega_\zeta}$$

Υπολογισμός του όρου $R_{b,n}$

Ο όρος $R_{b,n}$ είναι ο λόγος της άμεσης ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο προς αυτήν σε οριζόντιο το μεσημέρι και για επιφάνειες με νότιο προσανατολισμό και δίνεται από τη σχέση:

$$R_{b,n} = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cos \delta + \sin(\varphi - \beta) \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta + \sin \varphi \sin \delta}$$

Οι γωνίες φ , β , δ έχουν ορισθεί σε προηγούμενα βήματα.

Υπολογισμός του λόγου R_n

Ο λόγος R_n εκφράζει τη μεσημβρινή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο προς αυτή σε οριζόντιο για μια μέση μέρα του μήνα και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R_n = \left(1 - \frac{r_{d,n} \cdot H_d}{r_{t,n} \cdot H}\right) R_{b,n} + \left(\frac{r_{d,n} \cdot H_d}{r_{t,n} \cdot H}\right) \left(\frac{1 + \cos b}{2}\right) + r \left(\frac{1 - \cos b}{2}\right)$$

Υπολογισμός του λόγου \bar{R}/R_n

Το κλάσμα \bar{R}/R_n είναι ο λόγος του μηνιαίου λόγου \bar{R} της ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο προς αυτή σε οριζόντιο, προς το λόγο R_n της μεσημβρινής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο προς αυτή σε οριζόντιο για μια μέση μέρα του μήνα. Και τα δυο μεγέθη έχουν υπολογιστεί σε προηγούμενα βήματα και με διαίρεση τους προκύπτει ο λόγος.

Υπολογισμός του ελάχιστου κρίσιμου μέσου μηνιαίου λόγου ακτινοβολίας $\bar{X}_{C,\min}$

Ο ελάχιστος κρίσιμος μέσος μηνιαίος λόγος ακτινοβολίας είναι ο λόγος της ελάχιστης κρίσιμης ακτινοβολίας, προς την ακτινοβολία το μεσημέρι για κάποια μέρα του μήνα που η ολική ημερήσια ακτινοβολία είναι η ίδια με τη μέση μηνιαία τιμή της και δίνεται από το τύπο:

$$\bar{X}_{C,\min} = \frac{F_R U_L (T_{\min} - \bar{T}_a) / F_R (\bar{E}_a)}{r_{t,n} \cdot R_n \cdot \bar{H}}$$

Όπου T_{\min} η ελάχιστη θερμοκρασία εισόδου.

Τα υπόλοιπα μεγέθη έχουν υπολογιστεί σε προηγούμενα βήματα και αλλά δίνονται από τα δεδομένα.

Υπολογισμός του Φ_{\max}

Ο βαθμός χρησιμοποίησης δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\bar{\Phi}_{\max} = \exp\left(\left[a + b \cdot \frac{R_n}{\bar{R}}\right] \cdot [\bar{X}_{C,\min} + c \cdot \bar{X}_{C,\min}^2]\right)$$

όπου:

$$\alpha = 2.943 - 9.271 \bar{K}_T + 4.031 \bar{K}_T^2$$

$$b = - 4.345 + 8.853 \bar{K}_T - 3.602 \bar{K}_T^2$$

$$c = - 0.170 - 0.306 \bar{K}_T + 2.936 \bar{K}_T^2$$

Ο συντελεστής αιθριότητας \bar{K}_T έχει υπολογισθεί στο πρώτο βήμα της εργασίας.

Βήμα 5: Υπολογισμός Συνολικής Κάλυψης

Για τον υπολογισμό της κάλυψης f χρησιμοποιείται η βελτιωμένη μέθοδος ϕ, f -CHART.

- Αρχική υπόθεση για τα T'_{min} και f .

Μια καλή υπόθεση για την αρχική τιμή της T'_{min} θα ήταν η τιμή της που έχουμε πάρει από την επίλυση για το προηγούμενο μήνα. Εάν δεν είναι διαθέσιμη καμιά τέτοια τιμή διαλέγουμε μια τιμή εμπειρικά. Αφού ορίσουμε μια αρχική τιμή για την T'_{min} , υπολογίζουμε την ηλιακή κάλυψη από την εξίσωση:

$$f = M C_p (T'_{min} - T_{mains}) / L \quad (A)$$

όπου:

M : η μηνιαία μάζα του νερού χρήσης

C_p : η ειδική θερμότητα του νερού

T'_{min} : το κάτω όριο της μέσης θερμοκρασίας εισόδου στο συλλέκτη

T_{mains} : μέση θερμοκρασία νερού το μήνα

L : θερμικό φορτίο νερού χρήσης

Εκτίμηση της ωφέλιμης συλλεγόμενης ενέργειας Q_u

Υπολογίζουμε για την τιμή της T'_{min} από την μέθοδο την $\bar{\phi}$ - chart την $\bar{\phi}_{max}$.

Κατόπιν υπολογίζουμε τη μέγιστη συλλεγόμενη ενέργεια Q_{max} από το τύπο:

$$Q_{max} = AF'_R (\bar{\tau}\alpha) \bar{H}_T N \Phi_{max}$$

Ύστερα υπολογίζουμε την διαστατή παράμετρο Z από το τύπο:

$$Z = L / (C_L (100^\circ C))$$

όπου ο συντελεστής C_L είναι το γινόμενο της μηνιαίας μάζας του νερού χρήσης επί την ειδική θερμότητα του νερού, MC_p .

Κατόπιν υπολογίζουμε τον συντελεστή X που αποτελεί μέτρο της ευαισθησίας της απόδοσης του συστήματος ως προς τη θερμοκρασία εισόδου στο συλλέκτη και δίνεται από το τύπο:

$$X = AF'_R U_L (100^\circ C) \Delta t / L$$

όπου A : η επιφάνεια του συλλέκτη (m^2)

$$F'_R U_L : 6,396$$

Δt : τα seconds κάθε μήνα

L : θερμικό φορτίο νερού χρήσης

Τέλος υπολογίζω την ωφέλιμη συλλεγόμενη ενέργεια Q_u από την εξίσωση:

$$Q_u = Q_{max} - a (\exp(bf)-1)(1-\exp(cX))(\exp(dZ))L$$

όπου :

$$a = 0.015 \left(C_s / (350 kJ / m^2 \text{ } ^\circ C) \right)^{-0.76}$$

$$b = 3.85$$

$$c = -0.15$$

$$d = -1.959$$

Νέα εκτίμηση των f και T'_{\min} .

χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση βρίσκουμε τη μέση θερμοκρασία αποθήκευσης για τις απώλειες.

$$T_t = T'_{\min} + g (\exp(kf) - 1) \exp(hZ)$$

με:

$$g = (0.3216 \text{ } ^\circ\text{C}) \left(C_s / (350 \text{ kJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}) \right)^{-0.76}$$

$$h = -4.002$$

$$k = 4.702$$

Απώ την εξίσωση:

$$f = \left(Q_u - (UA)_t (T_t - T_{env}) \Delta t \right) / L \quad (\text{B})$$

με:

Q_u : Μηνιαία ωφέλιμη συλλεγόμενη ενέργεια

$(UA)_t$: Θερμικές απώλειες δεξαμενής

T_t : Μέση μηνιαία θερμοκρασία αποθήκευσης

T_{env} : Θερμοκρασία περιβάλλοντος στο χώρο της αποθήκης

Δt : Αριθμός ωρών του μήνα

L : Μηνιαίο συνολικό φορτίο

υπολογίζουμε μια νέα τιμή για την ηλιακή κάλυψη f και έπειτα από την εξίσωση (3) υπολογίζω μια νέα τιμή T'_{\min} .

Για γρηγορότερα αποτελέσματα, δεν χρησιμοποιούμε τη νέα τιμή που υπολογίσαμε για την επανάληψη της διαδικασίας, αλλά το μέσο όρο ανάμεσα στη νέα και στην αμέσως προηγούμενη τιμή.

Υπολογισμός του συνολικού θερμικού φορτίου που καλύπτεται σε ένα χρόνο από το συλλέκτη.

Πολλαπλασιάζοντας το ποσοστό με τις μηνιαίες ανάγκες θερμικού φορτίου Q που έχουμε ήδη υπολογίσει, βρίσκουμε το πόσο του φορτίου που καλύπτουμε με την εγκατάσταση σε κάθε μήνα. Αθροίζοντας τα υπολογίζουμε το συνολικό που καλύπτεται σ' ένα χρόνο από το συλλέκτη.

Υπολογισμός ετήσιας κάλυψης

Το τελικό στάδιο είναι η εύρεση της ετήσιας κάλυψης. Αυτή γίνεται απλά με τη διαίρεση του συνολικού ετήσιου φορτίου που καλύπτουμε με το συλλέκτη προς το συνολικό θερμικό φορτίο που χρειαζόμαστε το χρόνο.

Το εύρος γωνιών μέσα στο οποίο μπορούσαμε να κινηθούμε ήταν 15° πάνω και κάτω από τη γωνία του γεωγραφικού μας πλάτους που είναι $38,25^\circ$ για τη πόλη της Πάτρας. Μετά από δόκιμες καταλήξαμε στη βέλτιστη γωνία που είναι ίση με 30°

3.2. Υπολογισμός θερμικού φορτίου

Αποδεκτή Θερμοκρασία $T_w =$	45	1C	
Ανάγκη σε ζεστό νερό =	9000	l	
ΜΗΝΑΣ	Αριθμός ημερών του μήνα	επιστροφή	ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ (MJ)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	37	8312,960
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	37	7508,480
ΜΑΡΤΙΟΣ	31	37	8312,960
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	37	8044,800
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	37	8312,960
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	30	37	8044,800
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	37	8312,960
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ =		56849,920

3.3. Υπολογισμός συνολικής κάλυψης f

Επιφάν Συλλέκ τη Ac=	15	m ²					
F'RUL=	6,396						
T _{env} =	15	°C					
UA=	10						
ΜΗΝΑΣ	T'min	f (από σχέσ η 8)	Φmax	Qmax (MJ)	X	Z	Qu (MJ)
ΙΑΝ.	22,300	- 1,838	0,624	1635,058	3,091	0,080	1674,578
ΦΕΒΡ.	25,950	- 1,381	0,613	1892,024	3,091	0,080	1927,576
ΜΑΡΤ.	34,560	- 0,305	0,534	2515,470	3,091	0,080	2542,800
ΑΠΡΙΛ.	44,400	0,925	0,478	2630,614	3,091	0,080	1321,220
ΟΚΤΩΒ	44,580	0,948	0,508	2581,890	3,091	0,080	1102,838
ΝΟΕΜΒ	33,800	- 0,400	0,572	2075,711	3,091	0,080	2105,784
ΔΕΚ.	24,700	- 1,538	0,615	1602,443	3,091	0,080	1641,891
			ΣΥΝΟΛ ΗΛΙΑΚΟ ΘΕΡΜ ΦΟΡΤΙΟ =				12216,957
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΛΥΨ f =	0,2467						

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΨΥΞΗ

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού μπορούμε να μετατρέψουμε το σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε ένα ιδανικό σύστημα ψύξης (δροσισμού) του χώρου .

Για το σύστημα αυτό εκτός από την υπάρχουσα εγκατάσταση ενδοδαπέδιας θέρμανσης ,προστίθενται τα εξής

- Ψυκτικός μηχανισμός *= chiller (αερόψυκτος ψύκτης νερού με αξονικούς ανεμιστήρες ο οποίος παράγει το απαιτούμενο για την ενδοδαπέδια ψύξη κρύο νερό).
- Αφυγραντήρας = Fan coil (τοπικός, εμφανής ή κρυφός , εγκατεστημένος στο δάπεδο ή την οροφή , ο οποίος ρυθμίζει την υγρασία του χώρου ,φιλτράρει και ξηραίνει τον αέρα , αποτρέποντας ενδεχόμενες υπερβολικές υγραποιήσεις .
- Σύστημα ρύθμισης και ελέγχου (σκοπός του συστήματος είναι να επιτρέψει τη μεγαλύτερη πιθανή απόδοση ψύξης χωρίς να εμφανιστεί στο πάτωμα υγραποίηση – σημείο δρόσου. Για τη ρύθμιση του συστήματος χρησιμοποιείται ένα αισθητήριο θερμοκρασίας –υγρασίας , ένα αισθητήριο θερμοκρασίας και τρίοδη ηλεκροκίνητη βάνα .

* Εάν στην οικοδομή υπάρχει πηγάδι ,γεώτρηση ή υπόγεια δεξαμενή νερού ενδέχεται να μπορεί να αντικαταστήσει τον ψυκτικό μηχανισμό .

4.1. Τρόπος λειτουργίας

Ο ψυκτικός μηχανισμός τροφοδοτεί με δροσερό νερό (15-17 °C) τα ενδοδαπέδια κυκλώματα των σωλήνων , εξασφαλίζοντας μια χαμηλή θερμοκρασία δαπέδου (20-22 °C) . Πολύ σύντομα επηρεάζονται και τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του σπιτιού (τοίχοι,οροφή) τα οποία σταδιακά αποκτούν μια σταθερή θερμοκρασία αρκετά χαμηλότερη από την εξωτερική (24-25°C)

Επειδή το σύστημα είναι σε συνεχή λειτουργία και λόγω της θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων επιτυγχάνεται μια δροσερή ατμόσφαιρα με θερμοκρασίες κοντά στους 25 °C , χωρίς να υπάρχουν μεταβολές ακόμα και στους μεγαλύτερους καύσωνες.

Σε εφαρμογές που έχουν γίνει , είναι αξιοσημείωτο ότι η επιφάνεια που έχει τη χαμηλότερη θερμοκρασία μετά το δάπεδο , ήταν εκείνη της οροφής . Προφανώς η ομοιομορφία των μεγεθών και ο παραλληλισμός ανάμεσα στο δάπεδο και την οροφή είχαν ως αποτέλεσμα την συνεχή ανταλλαγή ακτινοβολίας αναμεσα τους όπως και με όλες τις επιφάνειες του χώρου .Ετσι επιτυγχάνεται ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο , που είναι εξαιρετικά σημαντική για την άνεση .

Ψύξη με αφυγραντή

Συνδυάζοντας την ψύξη δαπέδου με αφυγραντή έχουν παρατηρηθεί τα εξής ... Προκύπτει πως η θερμότητα που έρχεται στο περιβάλλον από τον αφυγραντή δεν καθορίζει την κύρια μεταβολή της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας .Η μείωση της υγρασίας επιτρέπει μια περαιτέρω μείωση της θερμοκρασία προσαγωγής του νερού . Ετσι προκύπτει μια αύξηση της

απόδοσης του δαπέδου ικανοποιητική ώστε να συμψηφίζει την εισαγωγή της απαιτούμενης θερμότητας απο τον αφυγραντή .

Ο συνδυασμός με τον αφυγραντή έχει εφαρμογή με τιμες υγρασίας 60-65 % Κάτω απο αυτές τις τιμές , στην πραξη δεν είναι απαραίτητος .

Απόδοση του δαπέδου

Αν θέλει κανείς να παρακολουθήσει μια δοκιμή προσέχοντας τους υπολογισμούς της απόδοσης της ψύξης , μπορεί να βγάλει ένα συμπέρασμα για τη λύση του προβλήματος .

Η δοκιμή αποτελείται από τη μέτρηση της μεταφοράς σκέτου νερού και απο τη θερμοτητά " $\Delta T_m \times G/S (0,86) = q_1 + q_2 = Q$ όπου

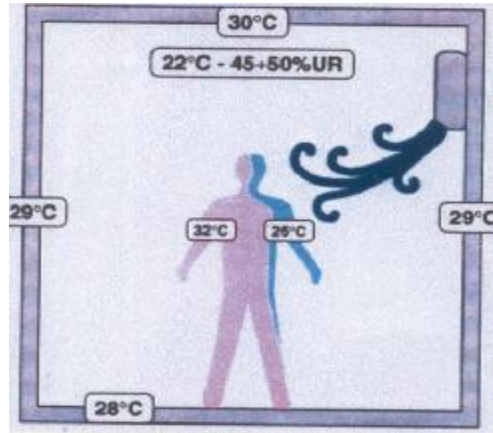
$$\Delta T_m = (T_{\text{προς}} + T_{\text{επιστρ}}) / 2$$

G = καθαρή ολική παροχή

Q = ολική απόδοση ενέργειας στι υψηλότερο και χαμηλότερο σημείο (wh)

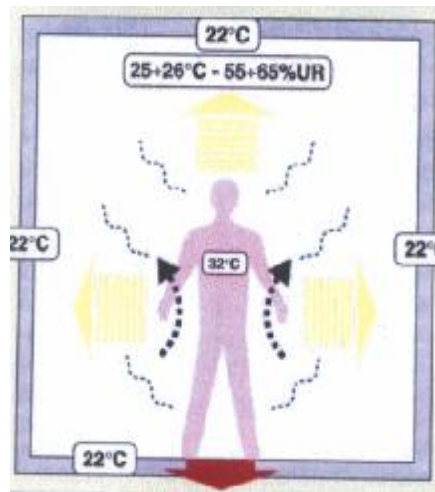
Η ολική απόδοση είναι $29.3 \text{ w} / \text{m}^2$, το δάπεδο κρατάει μια απόδοση ίση με $0,43 \text{ w}/\text{m}^2$ στο χαμηλότερο σημείο και δίνει στο ένα ημιυπόγειο σχετική δροσιά ($T_i = 25^\circ \text{C}$). Η απόδοση στο υψηλότερο σημείο μπορεί να είναι μειωμένη κατά 5% άρα $27.8 \text{ w} / \text{m}^2$.

Αυτή η τιμή παρουσιάζει τη μέση απόδοση του πατώματος συμπεριλαμβανομένου και ενός μέρους ίσο με 25% που αφορά την κάλυψη από την επίπλωση και τα χάλια και ως εκ τούτου η απόδοση του ελεύθερου δαπέδου είναι γύρω στο $37-38 \text{ w}/\text{m}^2$



Σχήμα 19. Ψύξη με split

Η αποδοση της επιθυμητής ψύξης στο περιβάλλον έχει σχέση και με την άνεση . Οπου άνεση είναι μια κατάσταση με πολλές παραμέτρους όπως η απουσία θορύβου , η μη μετακίνηση σκόνης στη δροσερή ατμόσφαιρα , η θερμική ομοιογένεια , η ομαλή ανταλλαγή σωματικής ενέργειας , η εξατμηση και η ακτινοβολία να συνδυάζονται με τρόπο φυσιολογικό .



Σχήμα 20. Ενδοδαπέδια ψύξη

Συμπερασματικά , η ενδοδαπέδια ψύξη υπερτερεί έναντι των συμβατικών τρόπων ψύξης στα εξής :

1. ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας στο χώρο
2. Αποφυγή ρευμάτων αέρα
3. αθόρυβη λειτουργία
4. οικονομία στην κατανάλωση ρεύματος

4.2. Εφαρμογή της ενδοδαπέδιας ψύξης στην μονοκατοικία

Στην υπάρχουσα εγκατάσταση ενδοδαπέδιας θέρμανσης θα προστεθούν τα εξής.

- Ψύκτης νερού 10 KW
- FUN COIL για αφύγρανση (8 τεμ)
- Πυκνότερη στρώση σωληνώσεων στο ενδοδαπέδιο
- Μοτέρ αυτονομίας για ανεξαρτησία των κυκλωμάτων του κάθε χώρου
- Πίνακας ελέγχου , θερμοστάτης χώρου και αισθητήριο υγρασίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Βασικό στοιχείο στην εγκατάσταση θέρμανσης είναι ο υπολογισμός των θερμικών απαιτήσεων του κτιρίου.

Για τον υπολογισμό των απωλειών θερμότητας λαμβάνονται οι κάτωθι συντελεστες .

Ελαχιστη εξωτερική θερμοκρασία 0°C

Επιθυμητή θερμοκρασία χώρων 20°C

Θερμοκρασία χώρων μη θερμαινομένων 6°C

Συντελεστές θερμοπερατότητας

Τοιχοι εξωτερικοί $\kappa = 1,7$

Τοιχοι εσωτερικοί $\kappa = 2$

Ανοίγματα (παράθυρα –θύρες) $\kappa = 4$

Δάπεδο $\kappa = 2,2$

Οροφή $\kappa = 2,4$

Λειτουργία εγκαταστάσεως 8 ώρες διακοπτόμενη

5.1. Απώλειες θερμότητας

ισογειο χ .1

Επιφανεια	Προσαν.	Μηκος m	Υψ m	Επιφ (m ²)	Επιφ Υπολ.	Συντ. K kcal/ m ² h c	Διαφ θερμ	απωλ kcal/h
T1	B	6	3	18,00	8,90	1,7	22	332,9
A1	B	3,5	2,6	9,10	9,10	4	22	800,8
T1	B	3,3	3	9,90	9,90	1,7	22	370,3
T1	B	2,7	3	8,10	8,10	1,7	22	165,2
T1	B	3	3	9,00	9,00	1,7	22	336,6
A1	B	0,8	2,6	2,08	2,08	4	22	99,84
Δ1	E	6	3,3	19,80	19,80	2,2	12	522,7
Δ1	E	2,1	1,2	2,52	2,52	2,2	12	66,53
Δ1	E	1,3	1	1,3	1,3	2,2	12	34,32

Απωλειες θερμοπερατότητας Q0

2729

Συνολική προσάυξηση ZD +ZH =	25%	682
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $QT=Q0X(1+ZD+ZH)$		3411
Απώλειες χαραμάδων QI		646
Σύνολο θερμικών απωλειών $Q_{ολ} = QT+QL$		4058

Ομοίως υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες για κάθε χώρο

ΙΣΟΓΕΙΟ

ΧΩΡΟΣ	KCAL/H
X.1	4058
X.2	3083
X.3	6805
X.4	3736
X.5	1355

ΟΡΟΦΟΣ

X.1	1057
X.2	3528
X.3	3049
X.4	1251
X.5	2765
X.6	3544

Συνολικές απώλειες κτιρίου	34231
----------------------------	-------

5.2. ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ - ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

Επιλογή θερμαντικών σωμάτων

Τα θερμαντικά σώματα θα τοποθετηθούν κοντά στις κύριες θέσεις απωλειών θερμότητας (εξωτερικά ανοίγματα και τοίχοι) αλλά ταυτόχρονα γίνεται προσπάθεια να ικανοποιηθούν η λειτουργικότητα του χώρου και οι προτιμήσεις του ιδιοκτήτη .

Επιλέγουμε χαλύβδινα σώματα τύπου πανέλ .Για τη θερμαντική ικανότητα των σωμάτων λαμβάνονται σαν βάση πινακες αποδόσεων σοβαρών κατασκευαστών με βάση την παραδοχή ότι η θερμοκρασία εισόδου είναι 90 και η θερμοκρασία εξόδου είναι 70 .

Μονοσωλήνιο σύστημα

Στο δίκτυο σωλήνων θα χρησιμοποιήσουμε πλαστικό σωλήνα VPE σε πλαστικό σπιράλ ώστε να υπάρχει η δυνατότητα της εναλλαξιμότητας.

Εκλογή λέβητα

Η συνολική θερμική απόδοση των σωμάτων ανέρχεται στις 36000 kcal/h .

Λαμβανομένου υπόψη την απόδοση των λεβήτων που φθάνει 85 % και μια προσαύξηση 15% για την γρήγορη κάλυψη των θερμικών απωλειών των χώρων και των απωλειών του δικτύου επιλέγουμε λέβητα με θερμική ισχύ $Q_{\lambda} = 36000 * 1,30 = 46800 \text{ kcal/h}$

Καυστήρας

Συμφωνα με το μέγεθος του λέβητα απαιτείται καυστήρας ισχύος 46800 kcal/h ή παροχής $46800/8000 = 5,85$ kg/h πετρελαίου .

Υδραυλικό σύστημα ασφαλείας

Το σύστημα βασικά αποτελείται από το δοχείο διαστολής που έχει σαν αποστολή να απορροφήσει τις διαστολές εξ'αιτίας του βρασμού του ύδατος της εγκατάστασης .

Ο ογκος του δοχείου $V = 0,0016 Q_{\lambda} \approx 80$ λτ

Κυκλοφορητής

Επιλέγεται κυκλοφορητής με μανομετρικό 4 m

Και παροχή κυκλοφορητή $v = Q_{\lambda} / 20 = 2340$ lt/h ή 2,34 m³/h

Καπνοδόχος

Προκειμένου να επιτυχθεί ικανοποιητικός ελκυσμός των καυσαερίων θα χρησιμοποιηθεί καμινάδα αμιάντου 20x20 εκ.

Τέλος θα χρησιμοποιηθεί δεξαμενή πλαστική 1,5 τόνου

5.3.

ΜΙΚΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Στην Πάτρα μια καλά μονωμένη κατοικία έχει απώλειες γύρω στα 80 kcal ανά τετραγωνικό μέτρο . Η ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού για την Πάτρα είναι 0 ° C , επομένως

$\Delta T = 20 \text{ }^\circ \text{C}$. Στην Βόρεια Ελλάδα όμως οι ελάχιστες θερμοκρασίες σχεδιασμού είναι κατω από τους 0 ° C και για παράδειγμα στην Φλώρινα είναι $- 15 \text{ }^\circ \text{C}$. Επομένως $\Delta T = 35 \text{ }^\circ \text{C}$.

Άρα οι απώλειες που πρέπει να καλύψει ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης στη Φλώρινα είναι

$$Q_{\text{ΦΛΩΡΙΝΑΣ}} = Q_{\text{ΠΑΤΡΑΣ}} \times 35 / 20 = 140 \text{ Kcal/m}^2$$

Η ενδοδαπέδια θέρμανση δεν μπορεί να καλύψει τις παραπάνω απώλειες αφού για παράδειγμα για ένα μέσο δάπεδο που εμφανίζει αντίσταση θερμοπερατοτητας 0,1 m² k/ w ακόμα και αν έχουμε θερμοκρασία προσαγωγής 55 ° C , με απόσταση στρώσης σωλήνα 150 mm , η μέγιστη απόδοση ενδοδαπέδιας θέρμανσης θα είναι 86 Kcal/m² (εκεί βρίσκεται το οριο για να μην ξεπέρασε η θερμοκρασία δαπέδου τους 29 ° C)

Θα κάλυπτε δηλαδή η ενδοδαπέδια θέρμανση το 61% των απωλειών . Το υπόλοιπο 39% θα έπρεπε να καλυφθεί με θερμαντικά σώματα τα οποία θα έπρεπε να διαστασιολογηθούν στο εύρος 55-35 ° C . Αδύνατον γιατί σε αυτές τις θερμοκρασίες λειτουργίας τα θερμαντικά σώματα δεν έχουν ουσιαστικά απόδοση ή θα έπρεπε να μεγαλώσουν σε διαστάσεις κατά 2,7 φορές περίπου .

Το μικτό σύστημα δίνει τη λύση , με θερμοκρασία προσαγωγής 70 ° C για το ίδιο δάπεδο θα μπορούσαμε με στρώση 150 να καλύψουμε 60 % των απωλειών θέρμανσης . το υπόλοιπο 40% θα καλυφθεί με θερμαντικά σώματα που θα διαστασιολογηθούν στο εύρος 70-55 ° C

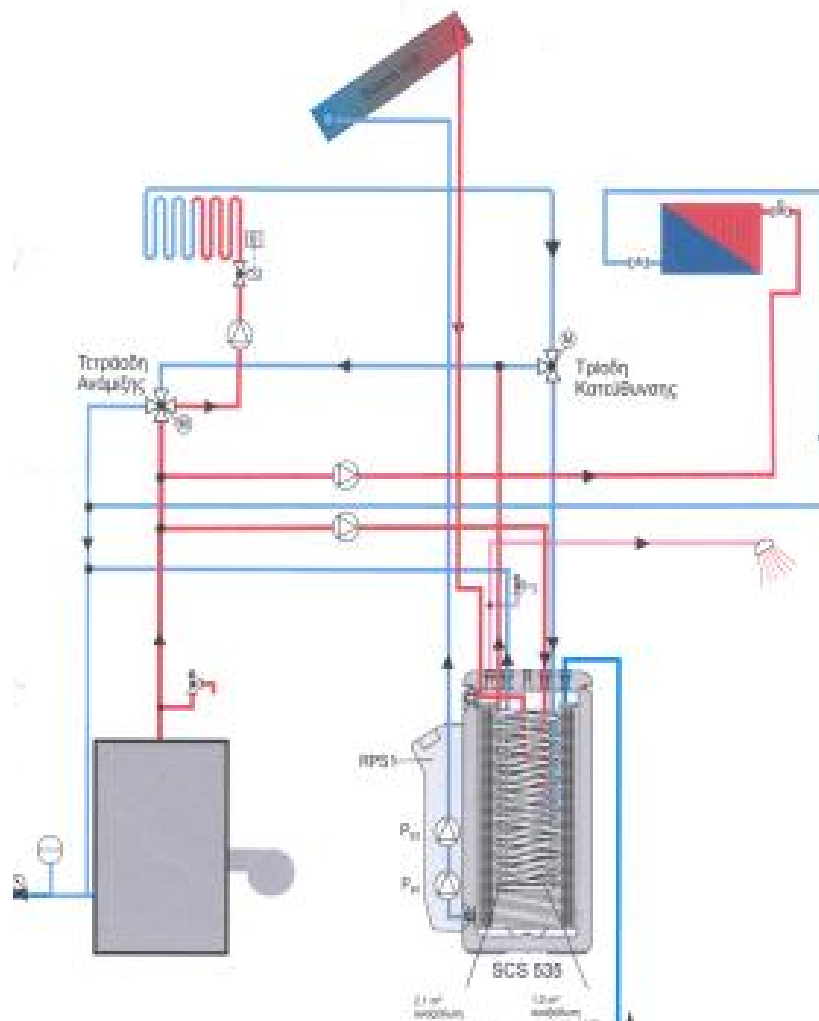
Όταν η εξωτερική θερμοκρασία ανέβει κατά 5 ° C , δηλαδή φτάσει τους - 10° C τότε μπορούμε να μειώσουμε τη θερμοκρασία προσαγωγής κατω από 70 ° C και θα έχουμε οικονομία ενέργειας.

Για διαφορετικές εξωτερικές θερμοκρασίες έχουμε τις αντίστοιχες θερμοκρασίες προσαγωγής στον παρακάτω πίνακα

Εξωτερική θερμοκρασία	Θερμοκρασία προσαγωγής
+10	34
+5	40
0	49
-5	56
-10	63
-15	70

Χρειαζόμαστε λοιπόν ένα σύστημα αντιστάθμισης το οποίο μετρώντας κάθε χρονική στιγμή την εξωτερική θερμοκρασία μεταβάλλει τη θερμοκρασία προσαγωγής του λέβητα με βάση τον παραπάνω πίνακα.

Εφαρμογή του ηλιακού μπόιλερ με κοινο λέβητα σε μικτό σύστημα θέρμανσης



Σχήμα 18.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΑΣΣΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

6.1. Θερμική θαλπωρή

Ο όρος θαλπωρή ταυτίζεται συνήθως με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος . για το αίσθημα της θαλπωρής δεν είναι αναγκαία βέβαια μόνο η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ,αλλά και ορισμένοι άλλοι παράγοντες .

Ο άνθρωπος είναι σε θέση να προσαρμόζεται μέσα σε όρια σε συνεχείς μεταβολές της κατάστασης της ατμόσφαιρας που τον περιβάλλει , αυτό σημαίνει ότι ο άνθρωπος προσαρμόζει την θερμική του οικονομία , δηλ. την εσωτερική παραγωγή θερμότητας , στην αποδοση θερμότητας στο περιβάλλον .Μεσα σ'αυτά τα όρια υπάρχει όμως μια επονομαζόμενη περιοχή θαλπωρής , στην οποία αισθανεται κανείς πιο άνετα από οποιαδήποτε άλλη «περιοχή» . Σε αυτό το σημείο εννοείται βέβαια η θερμική ισορροπία του ανθρώπινου οργανισμού σε σχέση με διαφορετικές φυσικές επιδράσεις του περιβάλλοντος .

Θερμοκρασία χώρου

Μια και η θαλπωρή εξαρτάται από πολλους παράγοντες , δεν μπορεί να καθοριστεί μια ιδανική θερμοκρασια ενός χώρου .Πολύ περισσότερο πρέπει να συσχετίζεται η θερμοκρασία πάντοτε με τις συνθήκες του περιβάλλοντος . Εναν αποφασιστικό ρόλο παίζει και εδώ και η ενδυμασία του ανθρώπου . Γ'αυτό το λόγο πρέπει οι θερμοκρασίες του χώρου ,που υπολογίζονται χωρίς ακριβή δεδομένα , π.χ. ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών , να αντιμετωπίζονται παντα κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις σαν μέσος όρος . Σαν ενδεικτικές τιμές μπορούν να

χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω στοιχεία , που υπάρχουν στις οδηγίες για του χώρους εργασίας

Καθιστική εργασία 19 ° C

Μη καθιστική εργασία 17° C

Χωρος γραφείου 20° C

Χωρος πωλήσεων 19° C

Χώρος για πλύσιμο 24° C

Βαριά σωματική εργασία 12° C

Υπνοδωμάτια 15-18° C

Η μέγιστη θερμοκρασία ενός χώρου δεν θα έπρεπε υπερβαίνει τους 26° C

Κατανομή της θερμοκρασίας

Αποφασιστικό ρόλο όμως δεν παίζει μόνο η θερμοκρασία του χώρου , αλλά πολύ περισσότερο η ομοιομορφία της μέσα στο χώρο . Μια μαρτυρία για την ομοιομορφία της κατανομής της θερμοκρασίας μέσα στο χώρο δίνουν τα λεγόμενα θερμοκρασιακά προφίλ , που μπορούν να υπολογιστούν μέσω μετρήσεων της θερμοκρασίας των χώρων σε συγκεκριμένα οριζόντια ή κάθετα επίπεδα του χώρου .

Η δημιουργία αυτής της θερμοκρασιακής κατανομής εξαρτάται από το είδος της θέρμανσης , τη θέση , το μέγεθος και τη θερμοκρασία της θερμαντικής επιφάνειας , την εξωτερική θερμοκρασία , την διάταξη των παραθύρων και την απόσταση της επιφάνειας μέτρησης από τα παράθυρα.

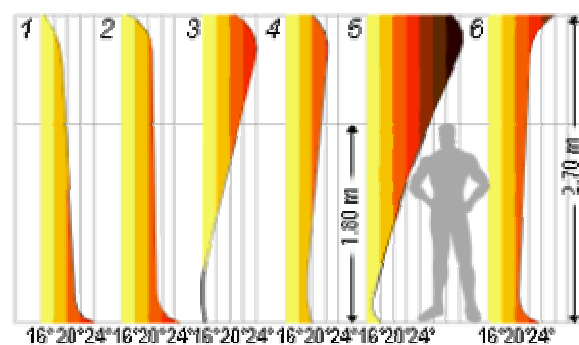
Με συμβατικά συστήματα θέρμανσης όπως π.χ μεμονωμένες θερμάστρες , τζάκια ή θερμαντικά σώματα μπορεί μόνο με μεγάλη δυσκολία να

εκπληρωθεί η επιθυμία για ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας .
Ετσι έγινε προσπάθεια να επιτευχθεί μια ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας με μία μεγέθυνση των θερμαντικών επιφανειών . Σαν καλύτερη λύση προέκυψε η χρησιμοποίηση ολόκληρης της επιφάνειας του δαπέδου σαν θερμαντική επιφάνεια .

Οι κυριώτεροι παράγοντες που επηρεάζουν τις συνθήκες ευεξίας σ' ένα χώρο είναι η θερμοκρασία του αέρα , η θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν τον άνθρωπο και η υγρασία του αέρα .

Από υγιεινής πλευράς ένα ιδανικό σύστημα πρέπει να θερμαίνει τον αέρα αφ' ενός ομοιόμορφα σ' όλο το χώρο κατά την οριζόντια έννοια και αφ' ετέρου περισσότερο από το δάπεδο και μέχρι ύψος 1,80 μ και λιγότερο κοντά στην οροφή . Η ενδοδαπέδια θέρμανση πλησιάζει περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο σύστημα την ιδανική κατανομή , πραγματοποιώντας την παλιά επιθυμία « ζεστά πόδια –κρύο κεφάλι ».

Διάγραμμα κατανομών της θερμοκρασίας αέρα



Σχήμα 21.

- 1.θεωρητικά ιδανική θέρμανση
2. θέρμανση δαπέδου
3. θερμαντικά σώματα σε εσωτερικό τοίχο
4. θερμαντικά σώματα σε εξωτερικό τοίχο
5. θέρμανση ζεστού αέρα
6. θέρμανση οροφής

Θερμοκρασίες δαπέδων

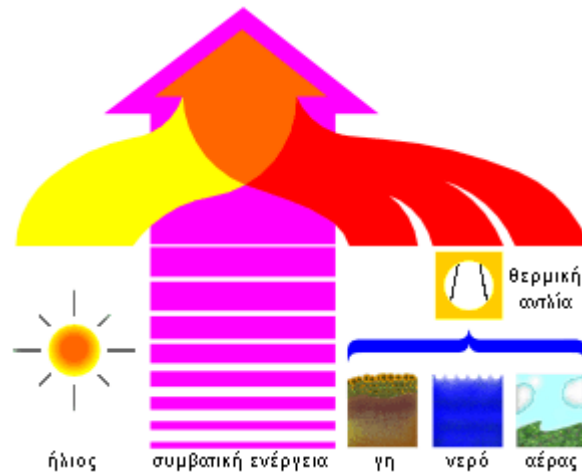
Η επιφάνεια του δαπέδου κατέχει μια ιδιαίτερη θέση στα πλαίσια της παρατήρησης των επιφανειών που περικλείουν το χώρο , γιατί εδώ πρόκειται για μια επιφάνεια επαφής και πρέπει για αυτό να ληφθεί υπ' όψη η θερμική σταθερότητα του ανθρώπινου ποδιού .

Εδώ ισχύουν ιατρικά όρια ,τα οποία πρέπει απαραίτητα να ληφθούν υπ' όψη κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή εγκαταστάσεων θερμάνσεων δαπέδου

Πηγή θερμότητας - Προϋποθέσεις

Κατά την επιλογή της πηγής θερμότητας δεν υπάρχει βασικά κανενας περιορισμός σχετικά με την θέρμανση δαπέδου ' υπάρχουν όμως δύο προϋποθέσεις .

Αφ' ενός πρέπει η πηγή θερμότητος να μπορεί να παράγει την απαραίτητη θερμοκρασία προσαγωγής , η οποία υπολογίστηκε κατά τη μελέτη . Επειδή σε μια συγχρονη θέρμανση δαπέδου δεν είναι απαραίτητες θερμοκρασίες προσαγωγής πάνω από 50 μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι σύγχρονες πηγές θερμότητας . Αφετέρου να περιοριστεί η μέγιστη θερμοκρασία προσαγωγής , μεσω κατάλληλης ρύθμισης ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες , ώστε να αποφεύγονται οι ανεπίτρεπτα υψηλές θερμοκρασίες δαπέδων.



Σχήμα 22 . Πηγές ενέργειας

Γνωρίζαμε ήδη πριν την ενεργειακή κρίση , ότι στο μέλλον θα χρησιμοποιήσουμε ποικίλες πηγές ενέργειας . Οι πυρηνικοί σταθμοί , ο ήλιος και το περιβάλλον θα προμηθευουν ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας για την θέρμανση κατοικιών .

Οι συλλέκτες ηλιακής ενέργειας και οι αντλίες θερμότητας είναι ενεργειακές λύσεις που από τεχνικής πλευράς προυποθέτουν χαμηλές θερμοκρασίες νερού προσαγωγής .Οποτε μπορούν να χρησιμοποιήθουν στην ενδοδαπέδια θέρμανση που είναι ένα σύστημα χαμηλών θερμοκρασιών.

6.2. ΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

Παρακάτω θα εκτεθεί μια απλουστευμένη μέθοδος από την οποία ως οικονομική λύση θεωρείται αυτή που θα δώσει μικρότερο συνολικό κόστος. Αν αναλύσουμε τα ετήσια συνολικά έξοδα ως προς την χρονική διακύμανση παρατηρούμε ότι τα έξοδα εγκατάστασης παραμένουν σταθερά $=K_{\epsilon}$.

Τα έξοδα λειτουργίας της εγκαταστάσεως αντιθέτως εξαρτώνται από το είδος και τη διάρκεια λειτουργίας .

Αυτά χαρακτηρίζονται ως μεταβλητά έξοδα K_{λ}

Η οικονομικότερη λύση ενός προβλήματος επιτυγχάνεται όταν τα συνολικά έξοδα $K = K_{\epsilon} + K_{\lambda}$ είναι μικρότερα.

Κόστος εγκατάστασης

Προηγμένο σύστημα ενδοδαπέδιας της κατοικίας με δυο επίπεδα

Λέβητας A1	4740
Μπουλερ	2228
Πίνακας μπουλερ	43
Ηλεκτρ. αντίσταση	264
Ηλιακοί συλλέκτες	1200
Κυκλοφορητης	150
Δεξαμενή 1500 λτ	350
Αυτομ. πληρωσεως	25
Μειωτης πιεσεως 3/4	37
Κ.δ.δ. 25 λτ	50
χαλκοεξαρτηματα	400

Υλικά λεβητοστασίου	=	9492,00
Εργατικά λεβητοστασίου	=	2000,00
Ενδοδαπεδιο (υλικά)	=	6000,00
Εργασία ενδοδαπεδιου	=	3500,00

Σύνολο κόστους εγκατάστασης **Κ ε** = 20992,00 ΕΥΡΩ

Συμβατικό σύστημα της μονοκατοικίας

Θερμαντικά σώματα πάνελ	3400,0
Υλικά οριζοντίου δικτύου	1000,00
Καμινάδα	250,00
Δεξαμενή 1500λτ	350,00
Λέβητας	2500,00
Κλειστό δοχείο διαστολής	100,00
Κεντρική στήλη	300,00
Κυκλοφορητης	200,00
Αυτονομίες	350,00
Μπουλερ 300 λτ	1200,00
Εργατικά	2000,00

Κοστος εγκατάστασης **Κε** = 11650 ΕΥΡΩ

Κόστος Λειτουργίας

Ετήσια κατανάλωση καυσίμου

Η κατανάλωση καυσίμου είναι , λόγω των θερμικών απωλειών του λέβητα και των σωληνώσεων , μεγαλύτερη από την απαίτηση θερμότητας δηλαδή

$$B = b * Q_h / \eta_u * N_{ges} = F * Q_h$$

F = συντελεστής κατανάλωσης καυσίμου

η_u = θερμογόνος δύναμη του καυσίμου kWh/kg

N_{ges} = ολικός συντελεστής του λέβητα και της διανομής

Q_h = ωριαία απώλεια θερμότητας σε kw

Ο ολικός συντελεστής απόδοσης N_{ges} για μια θερμομαντική περίοδο συνίσταται στα εξής

$$N_{ges} = \eta_k * \eta_u * \eta_{st}$$

η_k = συντελεστής απόδοσης λέβητα

η_u = συντελεστής απόδοσης διανομέα

η_{st} = συντελεστής απόδοσης στασιμότητας

Ο βαθμός απόδοσης του λέβητα N_k δίνεται από τους κατασκευαστές

Ο βαθμός απόδοσης διανομής N_u που παίρνει υπόψη τις απώλειες των σωληνώσεων περίπου 0,95...0,98 . Μια βελτίωση επιτυγχάνεται με την κατάλληλη θερμομόνωση των σωληνώσεων .

Ο βαθμός απόδοσης N_{st} είναι τόσο μικρότερος ,όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος στασιμότητας ή ο χρόνος ετοιμότητας του λέβητα .

Υπολογίζεται κατά προσέγγιση από την εξίσωση

$$N_{st} = 1 / [(B\beta/\beta - 1) \zeta\beta + 1]$$

$B\beta$ = διάρκεια ετοιμότητας του λέβητα

B = ωρες πλήρους λειτουργίας του λέβητα

$Z\beta$ = απώλεια ετοιμότητας λειτουργίας 0,02...0,03

Οπότε

- Ετήσια κατανάλωση καυσίμου στην ενδοδαπέδια θέρμανση

$$B1 = 4320 \cdot 20 / 11,6 \cdot 1,078 = 6900 \text{ lt}$$

Το 25 % καλύπτεται από τους συλλέκτες

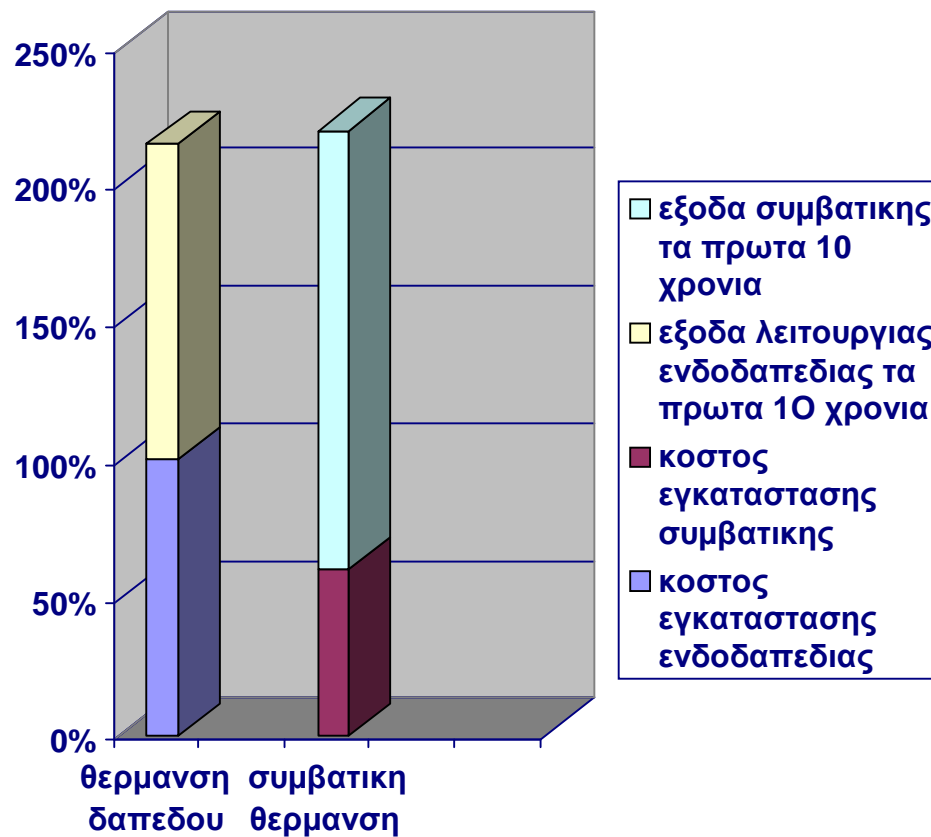
δηλ . η κατανάλωση = 5100 lt

- Ετήσια κατανάλωση καυσίμου στην συμβατική θέρμανση

$$B2 = 1200 \cdot 50 / 11,6 \cdot 0,78 = 6700 \text{ lt}$$

Στοιχεία κόστους

Στο διάγραμμα που ακολουθεί βλέπουμε ότι το ολικό κόστος θέρμανσης (έξοδα εγκατάστασης ,συντήρησης και λειτουργίας) στα πρώτα 10 χρόνια είναι αρκετά μειωμένο με την θέρμανση δαπέδου .



Το κόστος κατασκευής της δαπεδοθέρμανσης είναι αισθητά αυξημένο ,σχετικά με το κλασσικό σύστημα . Οι κατασκευαστές αναφέρουν πρόσθετο κόστος κατασκευής 20-50 %.

Επίσης για το κόστος λειτουργίας θεωρούν την δαπεδοθέρμανση φθηνότερη συγκρινοντας την με συστήματα συνεχούς λειτουργίας , πράγμα ασύνηθες στην Ελληνική πραγματικότητα .

Εκείνο που δεν πρέπει να λησμονείται είναι ότι το υποδαπέδιο σύστημα δεν προσφέρεται ως φθινό σύστημα αλλά ως σύστημα αυξημένης ανέσεως.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ.
- ΑΝΔΡΕΑΣ Ε. ΜΟΣΧΑΤΟΣ ΔΡ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ -ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ
2. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
- HANS RAU
3. ΠΑΡΑΔΩΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ
- ΚΑΟΥΡΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΝ\ΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
4. ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ
- ROTEX GmbH – ΤΕΜΠΑ ΑΕ
5. ΘΕΡΜΑΝΣΗ- ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ
- Β.Η. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ ΔΙΠΛ. ΜΗΧ/ΤΟΥ – ΗΛ/ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ Ε.Μ.Π.
6. SOLAR ENERGY
- S.P. SUKHATME