



**ΤΕΙ**

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ

ΑΡΙΘ. ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ 38294

ΗΜΕΡ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ 15/6/2007

ΤΑΞΙΝ. ΑΡΙΘΜΟΣ 697

## ΣΕΡΡΩΝ

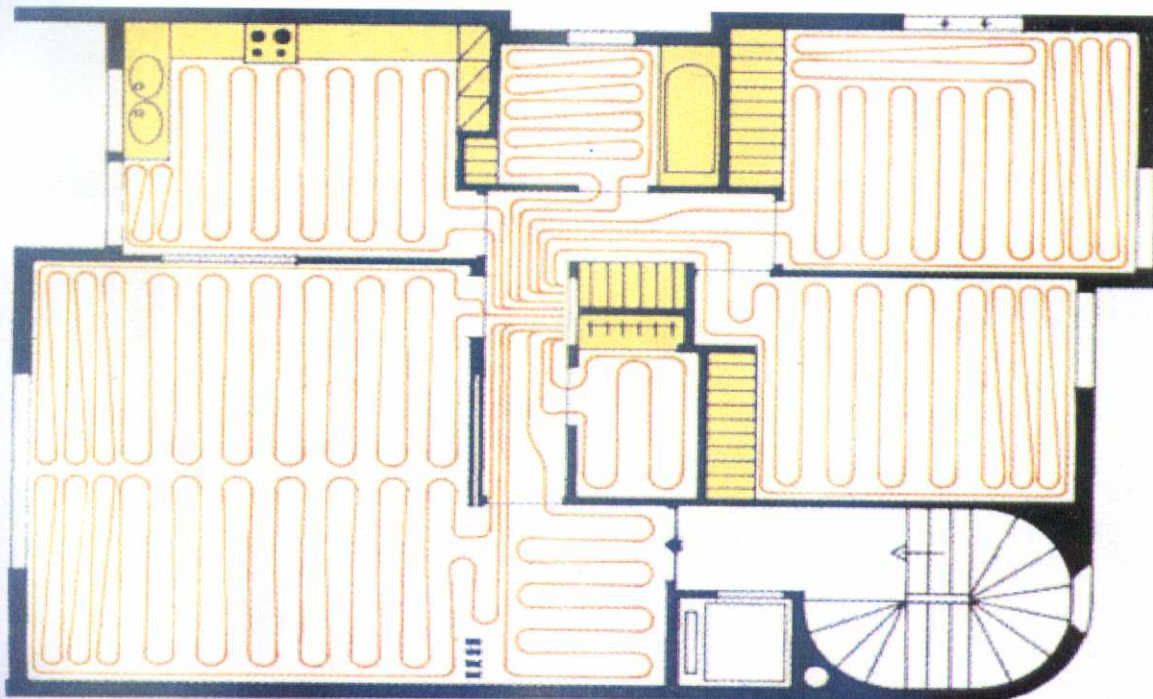
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

### ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

**ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ- ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΨΥΞΗ  
ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.**

### **ΤΟΜΟΣ Ι**



**Ο ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΘΕΜΑΤΟΣ:**

ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

**ΟΙ ΕΚΠΟΝΗΤΕΣ:**

ΑΡΑΜΠΑΤΖΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΓΑΘΑΓΓΕΛΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΣΕΡΡΕΣ 2005

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

<b>1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>σελ.3</b>
<b>1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ</b>	<b>σελ.4</b>
<b>1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ</b>	<b>σελ.5</b>
<b>1.4 ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ ΥΔΑΤΟΣ</b>	<b>σελ.6</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

<b>2.1 ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΓΕΝΙΚΑ</b>	<b>σελ.8</b>
<b>2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ</b>	<b>σελ.9</b>
<b>2.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ</b>	<b>σελ.12</b>
<b>2.4 Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΑΠΕΔΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ</b>	<b>σελ.14</b>
<b>2.5 ΚΥΡΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ ΔΑΠΕΔΟΥ</b>	<b>σελ.16</b>
<b>2.5.1 Η ΠΛΑΚΑ ΔΑΠΕΔΟΥ</b>	<b>σελ.17</b>
<b>2.5.2 ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΤΑΙΝΙΑ</b>	<b>σελ.17</b>
<b>2.5.3 ΜΟΝΩΤΙΚΗ ΠΛΑΚΑ</b>	<b>σελ.18</b>
<b>2.5.4 ΟΙ ΟΔΗΓΟΙ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ</b>	<b>σελ.20</b>
<b>2.5.5 ΟΙ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ</b>	<b>σελ.21</b>
<b>2.5.6 ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΣΩΛΗΝΩΝ ΔΑΠΕΔΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ</b>	<b>σελ.25</b>
<b>2.5.6.1 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΘΕΡΜΟΜΠΕΤΟΝ</b>	<b>σελ.26</b>
<b>2.5.7 ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ</b>	<b>σελ.29</b>
<b>2.6 ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ</b>	<b>σελ.30</b>
<b>2.6.1 Η ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ</b>	<b>σελ.34</b>
<b>2.7 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΔΑΠΕΔΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ</b>	<b>σελ.35</b>
<b>2.8 ΦΑΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΕΝΑΡΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ</b>	<b>σελ.37</b>
<b>2.8.1 ΦΑΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ</b>	<b>σελ.37</b>
<b>2.8.2 ΔΟΚΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΩΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ</b>	<b>σελ.39</b>
<b>2.9 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ</b>	<b>σελ.40</b>
<b>2.10 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ</b>	<b>σελ.41</b>
<b>2.10.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΠΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ</b>	<b>σελ.41</b>
<b>2.10.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΠΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ</b>	<b>σελ.42</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

<b>3.1 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΣΤΟ ΔΑΠΕΔΟ, ΤΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ ή ΤΗΝ ΟΡΟΦΗ.</b>	<b>σελ.43</b>
<b>3.2 ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ</b>	<b>σελ.44</b>

<b>3.3 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΡΟΦΗ</b>	<b>σελ.45</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b>	
<b>4.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ - ΨΥΞΗΣ</b>	<b>σελ.47</b>
<b>4.2 ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΨΥΞΗ</b>	<b>σελ.50</b>
<b>4.3 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</b>	<b>σελ.51</b>
<b>4.4 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ, ΕΝΑΝΤΙ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΤΡΟΠΩΝ ΨΥΞΗΣ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΕΞΗΣ</b>	<b>σελ.51</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>	
<b>5.1 ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ</b>	<b>σελ.52</b>
<b>5.2 ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ</b>	<b>σελ.52</b>
<b>5.3 ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ</b>	<b>σελ.57</b>
<b>5.3.1 ΗΔΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ</b>	<b>σελ.57</b>
<b>5.3.2 ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΝΕΡΟΥ</b>	<b>σελ.58</b>
<b>5.3.3 ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΑΕΡΑ</b>	<b>σελ.58</b>
<b>5.3.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ</b>	<b>σελ.58</b>
<b>5.4 ΗΛΙΑΚΟ ΒΟΙΛΕΡ</b>	<b>σελ.60</b>
<b>5.5 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</b>	<b>σελ.65</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b>	
<b>6.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΜΙΞΕΩΣ ΜΕ ΤΡΙΟΔΗ ΚΑΙ ΤΕΤΡΑΟΔΗ ΒΑΝΑ ΣΕ ΕΠΙΔΑΠΕΔΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ</b>	<b>σελ.68</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</b>	
<b>7.1 ΛΕΒΗΤΑΣ</b>	<b>σελ.74</b>
<b>7.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ</b>	<b>σελ.75</b>
<b>7.2 ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ</b>	<b>σελ.76</b>
<b>7.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΑΥΣΤΗΡΑ</b>	<b>σελ.76</b>
<b>7.3 ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ</b>	<b>σελ.77</b>
<b>7.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ</b>	<b>σελ.78</b>
<b>7.4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ</b>	<b>σελ.83</b>
<b>7.5 ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΣ</b>	<b>σελ.84</b>
<b>7.6 ΚΛΕΙΣΤΟ ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ</b>	<b>σελ.86</b>
<b>7.6.1 ΑΚΡΙΒΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΟΧΕΙΟΥ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ</b>	<b>σελ.88</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο άνθρωπος, από τα πανάρχαια χρόνια προσπαθούσε να εξασφαλίσει μια ευχάριστη, ή έστω ανεκτή κατάσταση περιβάλλοντος, στους χώρους και τις περιοχές παραμονής, διαμονής και απασχολήσεως.

Η επιλογή περιοχών και χώρων εγκαταστάσεως των ανθρώπων, αλλά και η όλη οικονομική, κοινωνική, πολιτική και πολιτιστική διαμόρφωση της ζωής τους, είναι στενά συνδεδεμένη με το κλίμα και τις συνθήκες που επικρατούσαν (και επικρατούν) στο άμεσο φυσικό περιβάλλον τους. Ο ανθρώπινος χαρακτήρας, και οι βασικές διαφορές ανάμεσα σε φυλές και κοινωνικές ομάδες, τις περισσότερες φορές σχετίζονται σημαντικά με το φυσικό περιβάλλον.

Η φωτιά, η κατοικία και η θέρμανση ( που αρκετά χρόνια αργότερα συμπληρώθηκε με εξαιρετικά ευφυείς μεθόδους δροσισμού ) συντέλεσαν σημαντικά στη διαφοροποίηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς από αυτή των άλλων έμβιων όντων.

Ήδη από τους αρχαίους ελληνικούς και ρωμαϊκούς χρόνους αναφέρονται συστήματα θέρμανσης των κτιρίων με υπόγειους χώρους όπου κυκλοφορούσαν υδρατμοί ή καυσαέρια. Οι Λακεδαιμόνιοι πρώτοι είχαν χρησιμοποιήσει τα θερμαινόμενα δάπεδα. Το Μεγάλο Τέμπλο στην Έφεσο (350 π.Χ.) πιστεύεται ότι θερμαινόταν από οριζόντια τμήματα καπνοδόχων μέσα στο δάπεδο, με χρησιμοποίηση λιγνίτη ως καυσίμου. Παρόλο όμως που οι Έλληνες αντιλήφθηκαν πρώτοι τα πλεονεκτήματα της κεντρικής θέρμανσης, οι Ρωμαίοι ήταν εκείνοι που αναδείχθηκαν ως οι ανώτεροι τεχνικοί θέρμανσης στην αρχαιότητα με το υποκαυστικό σύστημά τους, το οποίο διαδόθηκε σε όλη την έκταση της αυτοκρατορίας τους, όπως αποδεικνύεται από τμήματα τέτοιων εγκαταστάσεων που βρέθηκαν σε πολλά μέρη της Ευρώπης. Στο κεντρικό αυτό σύστημα θέρμανσης, το δάπεδο υπερυψωνόταν πάνω σε βάσεις (μικρές κολώνες) και τα θερμά αέρια από την κάμινο διοχετεύονταν στον κενό χώρο κάτω από το δάπεδο, το οποίο έτσι ζεσταινόταν. Στη συνέχεια τα καυσαέρια απάγονταν μέσω των εντοιχισμένων κεραμικών σωλήνων με πλευρικά ανοίγματα εξόδου (χωρίς καμινάδες).

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

Μια εξελιγμένη μορφή ενδοδαπέδιας θέρμανσης ήταν η θέρμανση αέρα (καθαρού) σε κανάλια καπναερίων που όδευαν κάτω από το δάπεδο και μέσα στους τοίχους. Μετά το σβήσιμο της φωτιάς και την απαγωγή των καπναερίων, έκλειναν την έξοδο της καπνοδόχου και άνοιγαν στο δάπεδο τις διόδους του αέρα που μέχρι τότε ήταν κλειστές. Για πιο αποτελεσματική αποταμίευση της θερμότητας των καυσαερίων, πρόσθεταν αργότερα πέτρες σε μια σχάρα πάνω από την εστία της φωτιάς, που άρχισε να εφαρμόζεται στη Γερμανία κατά το 12<sup>ο</sup> αιώνα. Μετά το σβήσιμο της φωτιάς οι πέτρες απόδιναν την αποθηκευμένη θερμότητα στο ρεύμα αέρα που όδευε προς τις εξόδους (στόμια) του δαπέδου.

Με το πέρασμα του χρόνου τα συστήματα αυτά τροποποιήθηκαν, βελτιώθηκαν ή και αντικαταστάθηκαν από άλλα νεότερα, προσαρμοσμένα καλύτερα στην εξέλιξη της τεχνολογίας, στον τρόπο ζωής και στην καύσιμη ύλη που ήταν διαθέσιμη.

## **1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ**

Οι θερμάνσεις διακρίνονται γενικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στις Τοπικές θερμάνσεις και στις Κεντρικές θερμάνσεις.

### **❖ ΤΟΠΙΚΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ**

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

Οι τοπικές εγκαταστάσεις θέρμανσης έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις λειτουργίας, ασφάλειας και εμφάνισης λόγω ακριβώς του γεγονότος ότι παράγουν τη θερμότητα μέσα στο χώρο (κατοικία) για τον οποίο προορίζονται. Οι τοπικές θερμάνσεις μπορούν

να εγκατασταθούν από την αρχή αντί κεντρικής θέρμανσης για μια ομάδα χώρων. Είναι συνήθως η μόνη εφικτή λύση όταν θέλουμε να θερμάνουμε ένα μικρό απομονωμένο χώρο. Επίσης χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματική θέρμανση για χώρους που εξυπηρετούνται ήδη από κεντρικό σύστημα θερμάνσεως.

Οι πιο γνωστές τοπικές συσκευές θέρμανσης είναι τα τζάκια, οι θερμάστρες(οι οποίες μπορεί να είναι κτιστές, σιδερένιες, υπέρυθρης ακτινοβολίας με αέριο ή με πετρέλαιο ή ηλεκτρική), τα αερόθερμα ( ηλεκτρικά, αερίου, πετρελαίου), οι ηλεκτρικές τοπικές θερμάνσεις(ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα, ηλεκτρικοί θερμοσυσσωρευτές, ηλεκτρικές πλάκες ακτινοβολίας χαμηλής εντάσεως).

#### ❖ ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ

Εκείνο που χαρακτηρίζει μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης είναι η ύπαρξη μιας μόνο πηγής παραγωγής θερμότητας και η μεταφορά της θερμότητας στους προς θέρμανση χώρους. Η κεντρική πηγή παραγωγής θερμότητας είναι δυνατό να εξυπηρετεί συνολικά ένα κτίριο, ένα συγκρότημα κτιρίων, μια συνοικία ή ακόμη και μια ολόκληρη πόλη ( τηλεθέρμανση ).

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

Ο ενδιάμεσος φορέας θερμότητας αποδίδει στο χώρο ,που πρέπει να θερμανθεί, τη θερμική ενέργεια που μεταφέρει με ειδικούς συνήθως εναλλάκτες θερμότητας ,οι οποίοι ονομάζονται θερμοπομποί.

Υπάρχουν αναρίθμητα συστήματα κεντρικής θέρμανσης, αν ληφθεί υπόψη η δυνατότητα των τόσων συνδυασμών ανάμεσα στο είδος του χρησιμοποιούμενου καυσίμου, στις μεθόδους παραγωγής της θερμικής ενέργειας, στο είδος του ενδιάμεσου θερμοφορέα και στους τύπους των θερμοπομπών.

Ο κύριος διαχωρισμός των συστημάτων κεντρικής θέρμανσης γίνεται με βάση το είδος του ενδιάμεσου φορέα θερμότητας. Έτσι προκύπτουν οι εξής βασικές κατηγορίες συστημάτων: κεντρική θέρμανση με θερμό νερό, με ατμό, με αέρα.

Υπάρχουν όμως και μερικές κατηγορίες εγκαταστάσεων θέρμανσης που αναφέρονται ως ειδικές θερμάνσεις. Στις ειδικές θερμάνσεις κατατάσσονται εκείνα τα συστήματα θέρμανσης στα οποία δεν χρησιμοποιείται συμβατικό καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας. Τέτοια συστήματα είναι : η αντλία θερμότητας, η ηλιακή θέρμανση, η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, τα συστήματα ανακτήσεως θερμότητας και τα συστήματα που είναι ενσωματωμένα στη δομική κατασκευή του κτιρίου.

### 1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Ανέκαθεν ο άνθρωπος προσπαθούσε να εξασφαλίσει μια ευχάριστη θερμοκρασία εντός των χώρων παραμονής, διαμονής και εργασίας του. Κυρίως έπρεπε να αντιμετωπίσει τις χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες για να εξασφαλίσει την επιβίωσή του. Αργότερα προστέθηκε η ανάγκη για τη βελτίωση των συνθηκών του περιβάλλοντος κατά τη θερινή περίοδο όπου επικρατούσαν υψηλές θερμοκρασίες. Η χειμερινή χαμηλή θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος αντιμετωπίζεται σήμερα με τοπικά και κεντρικά συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού. Ο κλιματισμός εξασφαλίζει συνθήκες άνεσης τόσο κατά το χειμώνα όσο και κατά το καλοκαίρι.

Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ευχάριστη παραμονή ανθρώπων σε ένα χώρο είναι η θερμοκρασία, υγρασία, κίνηση, και καθαρότητα του αέρα του χώρου καθώς και η θερμοκρασία δαπέδου, τοίχων, αντικειμένων κτλ.

Ο κλιματισμός επηρεάζει όλους τους παραπάνω παράγοντες και λύνει το πρόβλημα της ιδανικής θερμοκρασίας. Λόγω του υψηλού όμως κόστους των κεντρικών συστημάτων κλιματισμού χρησιμοποιούνται τα απλούστερα και φθηνότερα κεντρικά συστήματα θέρμανσης. Τα διάφορα συστήματα κεντρικής θέρμανσης (θερμού ύδατος, ατμού, αέρα) επηρεάζουν συνήθως μόνο τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

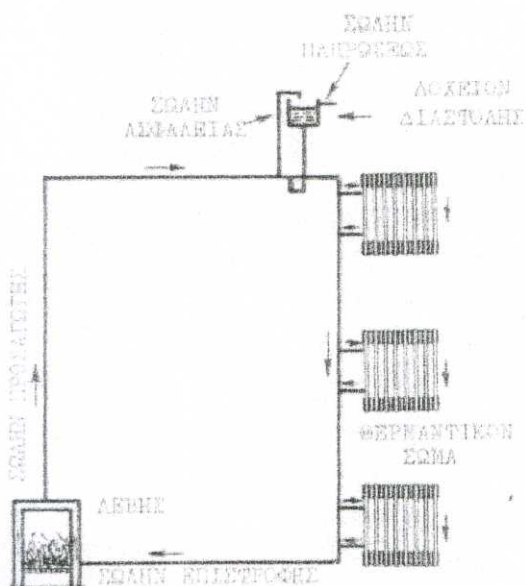
Μια εγκατάσταση θέρμανσης η οποία πρόκειται να θερμάνει κατοικημένους χώρους πρέπει να εξασφαλίζει τα εξής:

- Ικανοποιητική και κατά το δυνατό ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας.
- Να μην επηρεάζει δυσμενώς την καθαρότητα του αέρα και την περιεκτικότητά του σε οξυγόνο.
- Να είναι απλή κατά τη χρήση, να επιδέχεται ρυθμίσεις και να μην παρουσιάζει δυσκολία κατά τη συντήρηση.
- Να επιτυγχάνεται με χαμηλό κόστος κατασκευής και να λειτουργεί υπό οικονομικές συνθήκες.
- Να παρουσιάζει μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Να απαιτεί μικρό χώρο τόσο για τις κύριες εγκαταστάσεις όσο και για τα θερμαντικά σώματα.
- Να αποκλείονται πάσης φύσης κίνδυνοι έστω και όταν λειτουργεί κάτω από δυσμενείς συνθήκες.

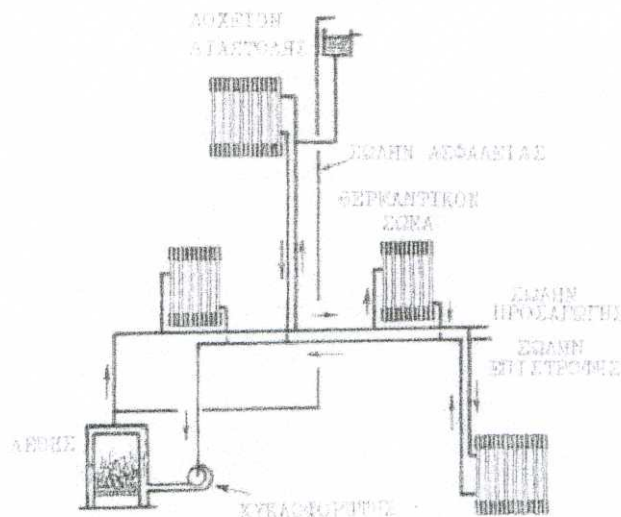
Οι θερμάνσεις διακρίνονται σε μεμονωμένες και κεντρικές με κριτήριο τον αριθμό των θερμαινόμενων χώρων. Με κριτήριο το καύσιμο διακρίνονται σε θερμάνσεις πετρελαίου, μαζούτ, κωκ κτλ. Τέλος με κριτήριο το θερμαντικό σώμα και τον τρόπο κυκλοφορίας της θερμότητας διακρίνονται σε θερμάνσεις θερμού ύδατος, θερμού αέρα και ατμού.

### 1.4 ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ ΥΔΑΤΟΣ

Στις εγκαταστάσεις θέρμανσης ύδατος υπάρχει μια πηγή παροχής θερμότητας ( λέβητας), ένα σύστημα κυκλοφορίας της θερμότητας υπό μορφή θερμού ύδατος εντός σωλήνων και οι τοπικές πηγές θέρμανσης των χώρων ( τα θερμαντικά σώματα). Η κυκλοφορία του θερμού ύδατος πραγματοποιείται είτε λόγω διαφοράς θερμότητας θερμού και ψυχρού ύδατος ( φυσική κυκλοφορία) είτε με τη βοήθεια αντλίας (εξαναγκασμένη κυκλοφορία).



σχήμα 1.



σχήμα 2.

Στο σχήμα 1 φαίνεται μια στοιχειώδης εγκατάσταση θέρμανσης με φυσική κυκλοφορία θερμού ύδατος. Διακρίνεται ο λέβητας εντός του οποίου παρέχεται θερμότητα καύσης πετρελαίου, μαζούτ, φωταερίου κτλ. Τα τοιχώματα του λέβητα είναι γεμάτα με νερό το οποίο θερμαίνεται και λόγω μείωσης της πυκνότητάς του ανέρχεται και φθάνει μέχρι τα σώματα. Τα θερμαντικά σώματα παρουσιάζουν μεγάλη επιφάνεια επαφής με τον αέρα ώστε να αποδίδουν τη θερμότητα του διερχόμενου ύδατος, το οποίο επιστρέφει στο λέβητα με χαμηλότερη θερμοκρασία. Στο πάνω τμήμα της εγκατάστασης διακρίνεται ένας κεκαμμένος σωλήνας (σωλήνας ασφαλείας της εγκατάστασης). Ο σωλήνας αυτός συνδέεται απευθείας με την έξοδο του θερμού ύδατος του λέβητα και είναι ανοιχτός για να επικοινωνεί με την ατμόσφαιρα ώστε σε περίπτωση υπερθέρμανσης του λέβητα να μην τίθεται

σε κίνδυνο η κατασκευή. Δίπλα από το σωλήνα ασφαλείας διακρίνεται ο σωλήνας πλήρωσεως της εγκατάστασης ο οποίος καταλήγει στο δοχείο διαστολής. Το δοχείο διαστολής παίρνει νερό από το σύστημα ύδρευσης και είναι πάντοτε γεμάτο με τη βοήθεια ειδικού συστήματος πλήρωσης με πλωτήρα. Το σύστημα δοχείου διαστολής και σωλήνα πλήρωσης εξασφαλίζει την προσθήκη νερού στην εγκατάσταση σε περίπτωση απωλειών λόγω ατμοποίησης ή μικρών διαρροών. Ολόκληρο το συγκρότημα σωλήνα ασφαλείας, δοχείου διαστολής και σωλήνα πλήρωσης αποτελεί τον σύστημα προστασίας του λέβητα.

Η καλή λειτουργία του συστήματος παραγωγής και διανομής θερμού νερού παρακολουθείται στον λέβητα με θερμομέτρο και μανόμετρο.

Για την έναυση του καυσίμου στο λέβητα και τη διακοπή της καύσης χρησιμοποιούνται ειδικές διατάξεις ενώ την καύση εξασφαλίζουν ειδικοί καυστήρες.

Στο σχήμα 2 φαίνεται μια εγκατάσταση θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία. Στην εγκατάσταση αυτή οι σωλήνες προσαγωγής νερού διαφέρουν από τους σωλήνες επιστροφής και τα θερμαντικά σώματα έχουν συνδεθεί παράλληλα. Στο σύστημα επιστροφής παρεμβάλλεται ειδική αντλία που βοηθά την κυκλοφορία (κυκλοφορητής).

Το σύστημα θέρμανσης με φυσική κυκλοφορία χρησιμοποιείται σπάνια και μόνο σε μικρές εγκαταστάσεις αντίθετα το σύστημα θέρμανσης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας χρησιμοποιείται τόσο σε μικρές όσο και σε μεγάλες κατασκευές.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΓΕΝΙΚΑ

Είναι εξαιρετικά παλαιά η σκέψη να θερμανθεί ένας χώρος από το δάπεδο. Σε πολλές κατασκευές αρχαίων πολιτισμών , ζεστός αέρας ή νερό διοχετεύονταν με ειδικά κανάλια (σπανιότερα με σωληναγωγούς) κάτω από το δάπεδο λουτρών ή άλλων χώρων διαμονής , με στόχο τη θέρμανση. Στις περιπτώσεις αυτές το δάπεδο μετατρέπεται σ' ένα μεγάλο θερμαντικό σώμα.

Η αρχή αυτή βρίσκει και σήμερα σημαντική διάδοση και μεγάλος αριθμός κτιρίων θερμαίνεται με την βοήθεια δικτύων σωληνώσεων ζεστού νερού , το οποίο κυκλοφορεί στο δάπεδο (ή και στους τοίχους) .

Στα συστήματα αυτά , το ζεστό 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.

Η θέρμανση δαπέδου βασίζεται στη διαπίστωση ότι οι άνθρωποι βρίσκονται σε συνεχή επαφή με τα δάπεδα και οι θερμαινόμενες ποσότητες αέρα κοντά σ' αυτά ανερχόμενες , δημιουργούν αίσθημα θερμικής άνεσεως . 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, βιοτεχνικοί χώροι κ.α).

Η θέρμανση δαπέδου είναι επίσης ιδιαίτερα κατάλληλη για την 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.α.

Ακόμη, η θέρμανση δαπέδου προσφέρεται για την θέρμανση χώρων 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 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 εξέδρων , πεζοδρομίων , δρόμων , αεροδρομίων , γηπέδων κ.λ.π για προστασία από χιόνι ή την διατήρηση ανεκτών συνθηκών κατά την διάρκεια εκδηλώσεων ή αυξημένης χρήσεως.

Η θέρμανση δαπέδου δεν είναι κατάλληλη για χώρους των οποίων σημαντικό μέρος του δαπέδου καλύπτεται από μετακινούμενα μηχανήματα , έπιπλα ή βαριά καλύμματα. Σε χώρους αποθηκείσεως μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στους διαδρόμους στιβασίας και κυκλοφορίας που έχουν μονιμότητα.

Κατασκευαστικά, τα συστήματα θέρμανσης δαπέδου βασίζονται στην ενσωμάτωση οφιοειδών σωλήνων («σερπαντίνες») στο σκυρόδεμα , στο υπόστρωμα , σε κανάλια ή διάκενα του δαπέδου.

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

- Την δυνατότητα κατασκευής φθηνών εύκαμπτων σωλήνων όπως και σωλήνων από ειδικό πλαστικό που είναι φθηνότερες, με εύκολη τοποθέτηση και μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Την καθιέρωση και 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 θέρμανσης δαπέδου, σαν κλασσικό σύστημα της θέρμανσης, μια και η μεταξύ 29 – 32 °C μέγιστη θερμοκρασία της επιφάνειας του δαπέδου αντιστοιχεί σε μια μέγιστη θερμοκρασία εισόδου νερού 45 – 55 °C. Οι θερμοκρασίες αυτές έδωσαν τη δυνατότητα για αξιοποίηση και συνεργασία των λεβήτων χαμηλών θερμοκρασιών , της αντλίας θερμότητας και των ηλιακών συλλεκτών.

## 2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Υπενθυμίζεται ότι για μια ικανοποιητική θέρμανση, η οποία προσφέρει θερμική άνεση, πρέπει η θερμοκρασία του αέρα του χώρου ( $t_i$ ) να είναι 20 – 22 °C (τον χειμώνα) , η μέση θερμοκρασία (αλλά και οι επιμέρους) των επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο να μην αποκλίνουν από την θερμοκρασία του αέρα περισσότερο από 3°C, η σχετική υγρασία να κυμαίνεται (κατά Rieschel-Raiss) από 60% έως 70% και η ταχύτητα κινήσεως του αέρα να βρίσκεται μέσα στα όρια 0,15-0,25m/s. Επιδρούν ακόμη σε μικρότερο όμως βαθμό, θέματα αισθητικής και φυσικό – χημικά φαινόμενα , όπως το είδος ντυσίματος, η μορφή και η ένταση εργασίας ο μεταβολισμός , η ηλικία , το γένος , η φυλή , το πολιτιστικό περιβάλλον και οι συνήθειες του χρήστη.

Για την υποδαπέδια θέρμανση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η θερμοκρασιακή συμπεριφορά των επιφανειών που περικλείουν τον θερμαινόμενο χώρο, δοθέντος ότι ο χρήστης δέχεται και εκπέμπει προς αυτές θερμική ακτινοβολία. Η μέση θερμοκρασία της ( $t_w$ ) υπολογίζεται από την σχέση :

$$T_w = \Sigma(f_i t_i) / \Sigma F_i$$

Όπου

$F_i$  είναι οι επιφάνειες (τοίχοι, παράθυρα, θερμαντικά σώματα, οροφή, δάπεδο, αντικείμενα), και

$t_i$  είναι οι αντίστοιχες θερμοκρασίες τους.

Η επιφανειακή θερμοκρασία του δαπέδου παρουσιάζει ξεχωριστό ενδιαφέρον γιατί το δάπεδο είναι μια επιφάνεια άμεσης ή σχεδόν άμεσης επαφής με τον χρήστη. Ικανοποιητική είναι κάθε θερμοκρασία δαπέδου , μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του χώρου που επιτρέπει την “ικανοποιητική” επαφή με το γυμνό πόδι. Για να είναι “ικανοποιητική” πρέπει να είναι αρκετά υψηλή ώστε να είναι ευχάριστη (και να θερμαίνει) , αλλά και να μην υπερβαίνει κάποια όρια που καθορίζονται από κανόνες υγιεινής, (περιορισμούς φυσιολογίας και ιατρικής).

Η θερμοκρασία δαπέδου χώρου συνεχούς παραμονής ανθρώπων, δεν επιτρέπεται να είναι μεγαλύτερη από 26 έως 28°C, γιατί σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να αποβεί ενοχλητική για τα πόδια των χρηστών του χώρου. Κοντά σε παράθυρα επιτρέπεται θερμοκρασία δαπέδου 29°C. Για λουτρά και πισίνες όπου οι άνθρωποι κυκλοφορούν συνήθως με γυμνά πόδια, η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία του δαπέδου μπορεί να φθάσει έως 35°C.

Ο Recknagel αναφέρει ότι θερμοκρασίες άνω των 26°C είναι δυσάρεστες , όπως και απαράδεκτες είναι θερμοκρασίες δαπέδου κάτω από 17°C.

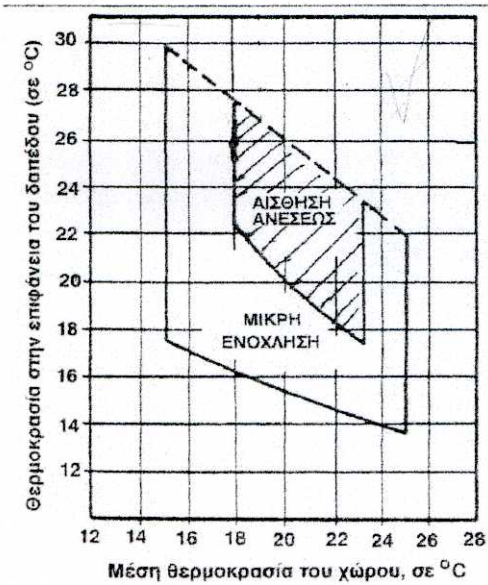
Η θερμοκρασία του ζεστού νερού που κυκλοφορεί στις ενδοδαπέδιες σωληνώσεις είναι συνήθως περίπου 45°C και σε σπάνιες περιπτώσεις προσεγγίζει τους 50°C.

Η θερμοκρασία που “αισθάνεται” τελικά ο άνθρωπος , η αισθητή θερμοκρασία ( $t_E$ ) μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ο μέσος αριθμητικός όρος της θερμοκρασίας του αέρα στο χώρο ( $t_L$ ) και της θερμοκρασίας των περιβαλόντων επιφανειών ( $t_w$ ).

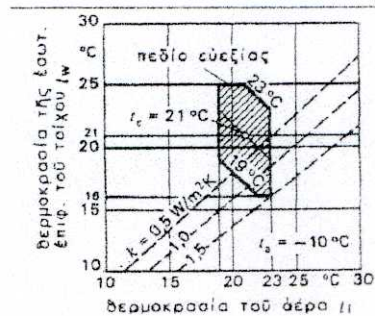
Ο Recknagel δίδει ένα διάγραμμα (σχήμα 4) για αισθητή θερμοκρασία αέρα 19 - 23°C συσχετίζοντας την θερμοκρασία αέρα του χώρου ( $t_L$ ) με τη μέση θερμοκρασία των τοίχων ( $t_w$ ) για εξωτερική θερμοκρασία -10°C. Από το διάγραμμα του σχήματος 4

προκύπτει ότι μέσα σε κάποια όρια , οι χαμηλές θερμοκρασίες επιφανειών του χώρου (π.χ τοίχων), σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες αέρα (θερμαντικά σώματα – ελλιπής θερμομόνωση) καθώς επίσης και χαμηλότερες θερμοκρασίες αέρα , σε συνδυασμό με υψηλότερες θερμοκρασίες περιβαλόντων επιφανειών (θέρμανση με μεγάλη επιφάνεια ακτινοβολίας και ισχυρή θερμομόνωση ), μπορεί να οδηγήσουν σε αποδεκτές αισθητές θερμοκρασίες.

Το σχήμα 3 μας δείχνει ένα διάγραμμα ‘ ανέσεως ’ που σχετίζει την θερμοκρασία του δαπέδου με την θερμοκρασία του χώρου. Όταν ο συνδυασμός της θερμοκρασίας του αέρα του χώρου και της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του δαπέδου βρίσκονται μέσα στο μικρό τετράπλευρο δημιουργείται αίσθηση ανέσεως.



σχήμα 3



σχήμα 4 περιοχή ανέσεως για διάφορες θερμοκρασίες

Υπενθυμίζεται εδώ , ότι στη δημιουργία θερμικής άνεσης σ’ ένα χώρο, συμβάλουν αποφασιστικά αρκετοί παράγοντες όπως:

- ❖ Η διατήρηση στα επιθυμητά επίπεδα, σταθερής θερμοκρασίας στο χώρο.

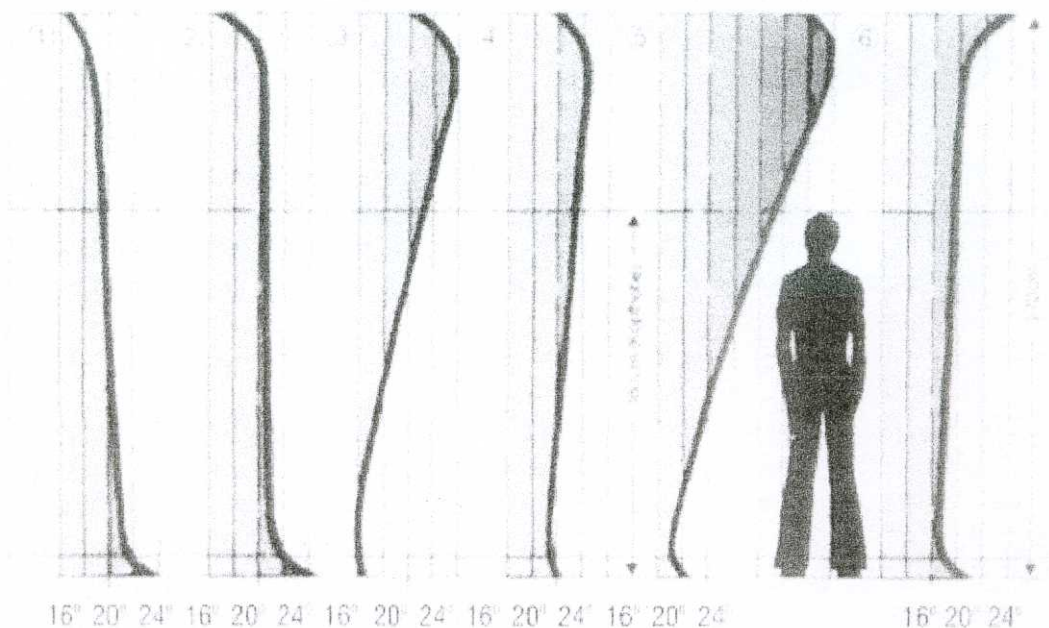
❖ Η ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας τουλάχιστον κατά οριζόντια επίπεδα.

❖ Η κατακόρυφη κατανομή της θερμοκρασίας , όταν δεν είναι πρακτικά εφικτή η ομοιομορφία , πρέπει να δίνει κάπως υψηλότερες τιμές κοντά στο δάπεδο , λίγο χαμηλότερες στο ύψος της κεφαλής του χτιστή (περίπου 1,80) και ακόμη χαμηλότερες κοντά στην οροφή.

❖ Οι σχετικά υψηλές θερμοκρασίες των τοιχωμάτων και αντικειμένων του χώρου, ιδίως περιοχών που βρίσκονται κοντά στο δάπεδο. Για την υλοποίηση των παραπάνω στόχων είναι φανερό ότι η επαρκής θερμομόνωση συμβάλει τα μέγιστα. Από λειτουργική τώρα άποψη , μια σύγχρονη εγκατάσταση θέρμανσης πρέπει να επιτυγχάνει (με το μικρότερο δυνατό κατασκευαστικό κόστος και την ελάχιστη δαπάνη ενέργειας) , άριστη κατανομή της επιθυμητής θερμοκρασίας , με επαρκή αξιοπιστία και προσαρμοστικότητα στις εξωτερικές αλλαγές.

### 2.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

Σχετικά με την κατανομή της θερμοκρασίας στους χώρους , ανάλογα με το είδος θέρμανσης που έχει χρησιμοποιηθεί και την συνακόλουθη θερμική άνεση, οι κατασκευαστές ενδοδαπέδιων συστημάτων υποστηρίζουν ότι το σύστημα αυτό επιτυγχάνει την άριστη κατανομή θερμοκρασίας και την μέγιστη άνεση.



σχήμα 5

Στο παραπάνω σχήμα 5 βλέπουμε κάποια διαγράμματα κατανομής θερμοκρασιών για την σύγκριση διαφόρων συστημάτων θέρμανσης..

- 1) Θεωρητικά ιδανική θερμοκρασία
- 2) 'Ρυθμιζόμενη' δαπεδοθέρμανση
- 3) Θερμαντικό σώμα σε εσωτερικό τοίχο
- 4) Θερμαντικό σώμα σε εξωτερικό τοίχο
- 5) Θέρμανση με ζεστό αέρα
- 6) Θέρμανση οροφής

Έρευνες και μετρήσεις που έχουν γίνει από πολλούς θεωρητικούς και μελετητές φαίνεται να δικαιώνουν τον προαναφερθέντα ισχυρισμό , για τις περισσότερες περιπτώσεις, υπό την προϋπόθεση ότι οι εγκαταστάσεις έχουν πραγματοποιηθεί με βάση πολύ καλή μελέτη και σωστή κατασκευή.

Ειδικότερα, αναφέρουν :

- Στα συστήματα θέρμανσης με μεταφορά, ο αέρας που έρχεται σε επαφή με τις θερμαινόμενες επιφάνειες των θερμαντικών σωμάτων, γίνεται ελαφρότερος και μετακινείται προς την οροφή, υπό την πίεση και του ψυχρότερου αέρα που βρίσκεται στα χαμηλότερα επίπεδα. Ο θερμός ανερχόμενος αέρας κατά την μετακίνησή του δίνει ένα μέρος θερμότητας που μεταφέρει στις επιφάνειες του χώρου με τις οποίες έρχεται σε επαφή.

- Αποδίδοντας θερμότητα, γίνεται βαρύτερος και εκ νέου αρχίζει να κινείται προς το δάπεδο, ακολουθώντας μια "κυκλική" (επαναλαμβανόμενη) διαδρομή, που θα τον φέρει πάλι σε επαφή με τα θερμαντικά σώματα κ.ο.κ Η χρησιμοποίηση ανεμιστήρων σε μερικούς τύπους θερμαντικών σωμάτων (π.χ. δυναμικοί θερμοσυσσωρευτές, Fan coils κ.α.) έχει ακριβώς την αποστολή, να αυξήσει την ταχύτητα του αέρα με στόχο την ταχύτερη θέρμανση (κατά την εκκίνηση) και την αύξηση της θερμικής αποδόσεως των θερμαντικών σωμάτων.

- Στα συστήματα θέρμανσης αυτού του τύπου ο αέρας ανακυκλώνεται κάπως βίαια, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κάποια ρεύματα, στροβιλισμός, σκόνες, και κάπως αυξημένες διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ των περιοχών του χώρου. Γενικά σε μερικές "κεντρικές" περιοχές, η θερμοκρασία είναι αρκετά υψηλότερη σε σχέση με την θερμοκρασία ακραίων περιοχών και τοιχωμάτων.

- Κατά την έναρξη λειτουργίας της θέρμανσης παρατηρούνται σημαντικές διαφορές θερμοκρασίας και στα σημεία ταχείας ροής ψυχρών ρευμάτων αέρα ή κοντά στο δάπεδο ή η παρατηρούμενη κατανομή της θερμοκρασίας, κάθε άλλο παρά προκαλεί αίσθηση κλιματικής άνεσεως.

- Τα ψυχρά ρεύματα αέρα γίνονται ακόμη περισσότερα έντονα και ενοχλητικά, σε εγκαταστάσεις στις οποίες τα θερμαντικά σώματα είναι τοποθετημένα σε εσωτερικούς τοίχους και από τους αρμούς των εξωτερικών τοιχωμάτων μπαίνει ψυχρός αέρας ο οποίος ενισχύει τα ενοχλητικά αυτά τα ρεύματα.

▪ Η αυξημένη θερμοκρασία του αέρα στις “υψηλές” ζώνες του χώρου, γίνεται αιτία να εμφανίζονται μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές με τον εξωτερικό αέρα ή τον αέρα βοηθητικών χώρων που δεν θερμαίνονται, με αποτέλεσμα την αδικαιολόγητη αύξηση των θερμικών απωλειών από την οροφή και τα άνω τμήματα των τοίχων και κουφωμάτων. Οι απώλειες αυτές δεν προβλέπονται στους υπολογισμούς που γίνονται σύμφωνα με το DIN 4701, το οποίο κυρίως ακολουθείται στην χώρα μας.

▪ Τα συστήματα θέρμανσης με μεταφορά, έχουν το πλεονέκτημα ότι θερμαίνουν γρήγορα τον αέρα του χώρου. Δεν ευνοούν όμως την θερμοσυσσώρευση (δηλαδή την αποταμίευση θερμότητας στα στερεά αντικείμενα του χώρου) και γι’ αυτό αμέσως μετά την διακοπή λειτουργίας του συστήματος, παρατηρείται ραγδαία μείωση της θερμοκρασίας του χώρου.

▪ Στα συστήματα θέρμανσης με ακτινοβολία, ο αέρας του χώρου θερμαίνεται κυρίως έμμεσα από τα τοιχώματα (τοιχοί, δάπεδο, οροφή) και τα στερεά αντικείμενα (π.χ. έπιπλα) του χώρου, τα οποία θερμαίνονται άμεσα από τα θερμαντικά σώματα. Η θερμοκρασία του αέρα ανέρχεται γρήγορα και η αίσθηση της ανέσεως αποκαθίσταται σύντομα.

▪ Ο ψυχρός καθαρός αέρας που προσάγεται στους χώρους (για τις ανάγκες εξαερισμού), θερμαίνεται γρήγορα ερχόμενος σε επαφή με τα τοιχώματα (και στερεά αντικείμενα), χωρίς να εμφανίζονται αξιόλογα ψυχρά ρεύματα.

▪ Η κατανομή των θερμοκρασιών, ανάλογα με το είδος της θερμάνσεως, φαίνεται και στα διαγράμματα του σχήματος 5, στο οποίο δίδεται ενδεικτική και σε σύγκριση κατακόρυφη κατανομή των θερμοκρασιών για την θεωρητικά “ιδανική” περίπτωση (1), ρυθμιζόμενη δαπεδοθέρμανση (2), “κοινά” θερμαντικά σώματα σε εσωτερικό τοίχο (3), “κοινά” θερμαντικά σώματα σε εξωτερικό τοίχο (4), θέρμανση με ζεστό αέρα (5), και θέρμανση οροφής (6).

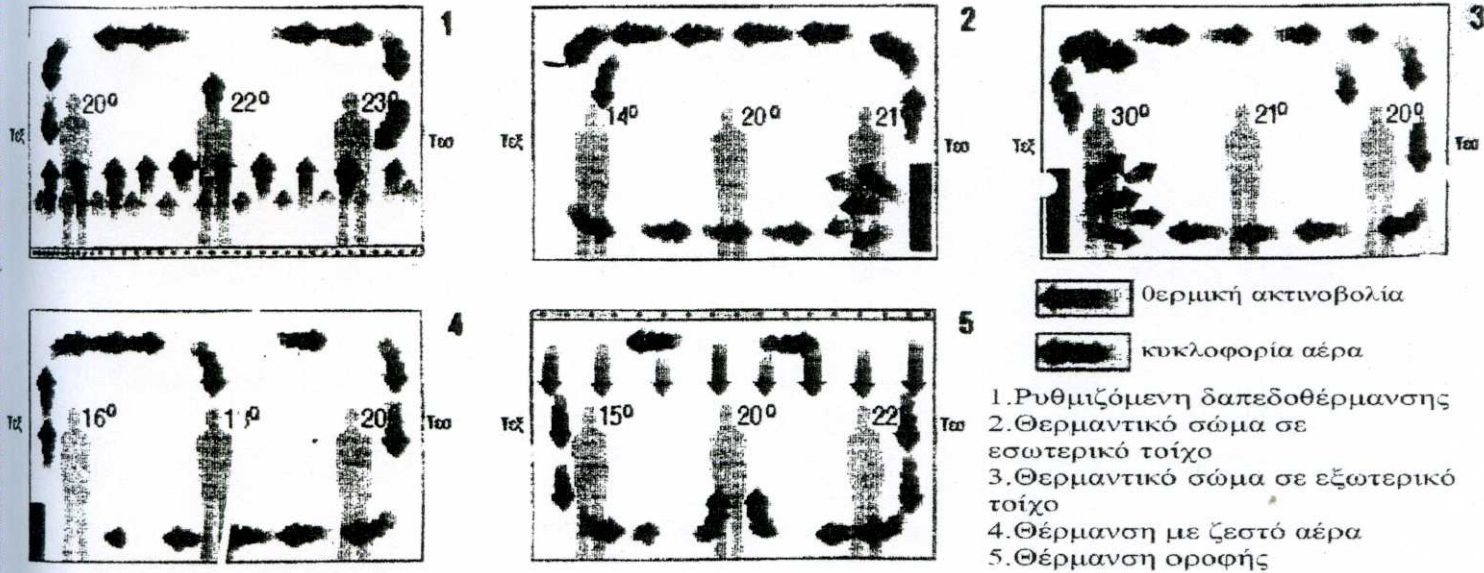
Το διάγραμμα αυτό είχε ληφθεί από έντυπο της Multibeton (είναι γνωστό διάγραμμα του Γερμανού Μηχανικού A.Kollmar) και σε διάφορες παραλλαγές συναντάται σε όλα τα τεχνικά εγχειρίδια και τα έντυπα κατασκευαστών υποδαπέδιων συστημάτων.

Ο A.Kollmar, στις εργασίες του τονίζει ότι η “ιδανική” κατανομή θερμοκρασιών, για λόγους υγιεινής και φυσιολογίας, εξαρτάται από την μορφή, την θέση, το μέγεθος και την θερμοκρασία των επιφανειών που εξασφαλίζουν τη θέρμανση ενός χώρου, το είδος και την περιοδικότητα λειτουργίας (συνεχής ή διακοπτόμενη) της εγκατάστασης θερμάνσεως, τη θερμομόνωση και την θερμοχωρητικότητα των περιβαλόντων επιφανειών όπως και την στεγανότητα των κουφωμάτων.

“Ιδεώδη” θεωρεί την κατανομή η οποία διαπιστώνεται στο ύπαιθρο, με αίθριο καιρό, άπνοια και θερμοκρασία που προσεγγίζει τα όρια των συνθηκών κλιματικής ανέσεως. Η ιδεώδης κατανομή του Kollmar προσεγγίζει εντυπωσιακά την κατανομή που διαπιστώνεται σε καλές εγκαταστάσεις δαπεδοθερμάνσεως.

Με την κατακόρυφη κατανομή της θερμοκρασίας σε διάφορα σύστημα θέρμανσης έχουν ασχοληθεί και άλλοι ερευνητές, οι οποίοι επίσης καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι, η θέρμανση δαπέδου διατηρεί ψυχρή οροφή και θερμό δάπεδο. Τα

“κοινά” θερμαντικά σώματα και οι θερμάνσεις οροφής δίνουν (με διαφορετική κλίση των σχετικών καμπυλών) θερμή οροφή και ψυχρό δάπεδο. Ακόμη μερικά συστήματα αρκετά διαδεδομένα (π.χ. θερμός αέρας από στόμια ή κοινές θερμάστρες), μπορούν να δώσουν εξαιρετικά δυσμενείς κατανομές θερμοκρασιών. Όλα τα παραπάνω απεικονίζονται καλύτερα στο παρακάτω σχημα5 b



Σχ. 5b σχεδιαστική παρουσίαση της ροής θερμότητας του αέρα σε κατακόρυφη τομή χώρου κάλυπτα με το σύστημα θέρμανσης και έχει ληφθεί από τα έντυπα της Multibeton

## 2.4 Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΑΠΕΔΟΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

Οι εγκαταστάσεις υποδαπέδιας θέρμανσης μπορούν να χαρακτηρισθούν και ως συστήματα μεγάλων θερμαντικών επιφανειών, σχετικά χαμηλής θερμοκρασίας (παρουσιάζουν μικρή θερμοκρασιακή διαφορά με το εσωτερικό περιβάλλον του χώρου).

Αν χαρακτηρισθεί με  $Q_{\theta}$  το σύνολο της θερμικής ενέργειας η οποία αποδίδεται σε έναν χώρο από ένα θερμό δάπεδο, μπορεί να λεχθεί ότι ισχύει η σχέση :

$$Q_{\theta} = A \cdot \alpha_{\theta} (t_1 - t_2)$$

όπου

A: είναι η θερμαίνουσα επιφάνεια (το σύνολο ή τμήμα του δαπέδου), σε m<sup>2</sup>

t<sub>1</sub>: η θερμοκρασία της θερμαντικής επιφάνειας, σε °C

t<sub>2</sub>: η θερμοκρασία του αέρα του χώρου, σε °C.

Πειραματικές μετρήσεις έχουν δείξει ότι η συνήθεις τιμή του συντελεστή μεταβίβασης θερμότητας  $\alpha_{\theta}$  είναι 11,6W/m<sup>2</sup>K.

Οι Recknagel – Sprenger δίδουν ενδεικτικά:



- Για βατό δάπεδο, μέσης θερμοκρασίας 25°C και θερμοκρασία χώρου 18°C, η μέγιστη πιθανή αναμενόμενη παροχή θερμότητας είναι περίπου 70 W/m<sup>2</sup>.
- Για δάπεδα θερμοκρασίας 29°C και θερμοκρασία χώρου 18°C η μέγιστη πιθανή αναμενόμενη ποσότητα θερμότητας μπορεί να φθάσει τα 120 W/m<sup>2</sup>.

Οι παραπάνω τιμές είναι ιδιαίζουσας σημασίας για να γίνει μια πρώτη εκτίμηση της δυνατότητας να θερμανθεί ένας χώρος με υποδαπέδιο σύστημα. Για το κλίμα της χώρας μας και εφόσον υφίσταται έστω μέτρια θερμομόνωση των χώρων, είναι συνήθως εφικτή η θέρμανση με υποδαπέδιο σύστημα, χωρίς να χρειάζεται να γίνει υπέρβαση στα όρια θερμοκρασίας του δαπέδου προτείνονται χαμηλά για λόγους υγείας και ανέσεως.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι όσο πλησιάζουν οι θερμοκρασίες δαπέδου και αέρα του χώρου τόσο μειώνεται η θερμική απόδοση του συστήματος. Για τιμές π.χ.

$t_1 = 25^\circ\text{C}$  και  $t_2 = 20^\circ\text{C}$  η ανά m<sup>2</sup> απόδοση προκύπτει:

$$q_A = 11.6 \cdot (25 - 20) = 58 \text{ W/m}^2.$$

Κατά την έναρξη της θερμάνσεως, οπότε  $t_2$  είναι έστω 18°C προκύπτει:

$$q_B = 11.6 \cdot (25 - 18) = 81.2 \text{ W/m}^2$$

Αντίθετα, αν η θερμοκρασία του χώρου, λόγω ηλιακής ακτινοβολίας, παρουσίας ατόμων, λειτουργίας συσκευών ή άλλων αιτιών γίνει 22°C θα είναι:

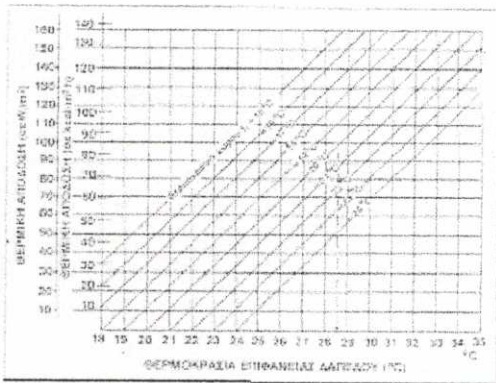
$$q_r = 11.6 \cdot (25 - 22) = 34.8 \text{ W/m}^2.$$

Οι παραπάνω διαπιστώσεις υποσημειώνουν ότι το σύστημα παρουσιάζει μια αυτόματη προσαρμογή σε παρόμοιες θερμοκρασιακές μεταβολές. Η προσαρμογή αυτή είναι φανερό ότι είναι σύμφωνη με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις του χρήστη.

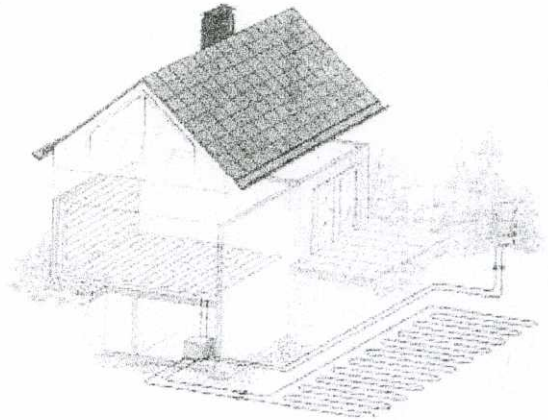
Οι μεταβολές αυτές συντελούνται όμως με μεγάλη βραδύτητα και γι' αυτό συχνά υποβοηθούνται από κατάλληλους μηχανισμούς και αυτοματισμούς.

Στο διάγραμμα 6 δίνονται ρεαλιστικές αποδόσεις συστημάτων δαπεδοθέρμανσης (σε W/m<sup>2</sup> και kcal/m<sup>2</sup>h) για διάφορες θερμοκρασίες της επιφάνειας του δαπέδου και του αέρα του χώρου.

Η θερμική ενέργεια για την θέρμανση των δαπέδων μπορεί να αντληθεί από λεβητοστάσια καύσεως στερεών, υγρών ή αερίων καυσίμων, από αντλία θερμότητας (κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας), ηλιακά συστήματα, γεωθερμία ή την αξιοποίηση θερμών βιομηχανικών αποβλημάτων. Επειδή ακριβώς η θερμοκρασία του νερού που χρησιμοποιείται για την θέρμανση των δαπέδων είναι αρκετά χαμηλή (συνήθως 40-55°C) τα ενδοδαπέδια συστήματα προσφέρονται για συνδυασμούς συμβατικών πηγών ενέργειας και πηγών ανανεώσιμων μορφών ή συστήματα ανακτήσεως ενέργειας από θερμά απόβλητα. (σχήμα 7)



**σχήμα 6** διάγραμμα συσχετισμού της θερμοκρασίας της επιφάνειας δαπέδου ανάλογα με την θερμοκρασία



**σχημα7** θέρμανση δαπέδου με τη βοήθεια αντλίας που εκμεταλεύεται τη γεωθερμική ενέργεια

Οι σωληνώσεις στις οποίες κυκλοφορεί το θερμό νερό ενσωματώνονται στο δάπεδο και σχεδόν σε όλα τα σύγχρονα συστήματα κατασκευάζονται από πλαστικό, του οποίου η τεχνική συμπεριφορά και η ικανοποιητική διάρκεια ζωής συμβαδίζουν απόλυτα με τις χαμηλές θερμοκρασίες του συστήματος.

Το τμήμα (στρώση) του δαπέδου στο οποίο ενσωματώνονται οι σωληνώσεις ζεστού νερού, είναι συνήθως λεπτόκοκκο σκυρόδεμα (κολυμβητό δάπεδο). Θερμαινόμενο αυτό το τμήμα του δαπέδου, θερμαίνει στη συνέχεια με ακτινοβολία (56-77%) τον χώρο. Το σύστημα συμπληρώνεται με αυτοματισμούς για την ρύθμιση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του δαπέδου, σε συνάρτηση με την θερμοκρασία του χώρου και του περιβάλλοντος.

## 2.5 ΚΥΡΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ ΔΑΠΕΔΟΥ

Η επιτυχία των ενδοδαπέδιων συστημάτων θέρμανσης βασίζεται σε μια σειρά προϋποθέσεων, οι οποίες κυρίως σχετίζονται με την καλή συνεργασία των στοιχείων που τα συναποτελούν και τη σχολαστική τήρηση βασικών κατασκευαστικών κανόνων,

με σεβασμό στις ιδιομορφίες των συνεργαζομένων στοιχείων και υλικών. Αυτός είναι ο λόγος που η εγκατάσταση δαπεδοθέρμανσης ανατίθεται συνήθως σε πεπειραμένο κατασκευαστή, εξειδικευμένο στη χρήση των προϊόντων δεδομένης εταιρείας.

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 προσαρμογής του νερού στις θερμικές ανάγκες του ενδοδαπέδιου δικτύου σωληνώσεων, το σύστημα προώθησης του νερού (εξαναγκασμένη κυκλοφορία), το κεντρικό δίκτυο διανομής, τα συστήματα ρυθμίσεων, αυτοματισμού και εξοικονομήσεως 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.

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

- A) Ισχυρή μόνωση
- B) Φράγμα υδρατμών
- Γ) Δομικό πλέγμα
- Δ) Στηρίγματα των υδροφόρων σωλήνων
- E) Σωλήνες ζεστού νερού
- Στ) Κολυμβητό δάπεδο κατάλληλης συνθέσεως, και
- Z) Η τελική επικάλυψη του δαπέδου.

Στην παραπάνω διαδοχή μικρές διαφορές παρατηρούνται από κατασκευαστή σε κατασκευαστή.

### **2.5.1 Η ΠΛΑΚΑ ΔΑΠΕΔΟΥ**

Οι πλάκες από σκυρόδεμα πάνω στις οποίες θα εγκατασταθεί η δαπεδοθέρμανση, πρέπει να είναι ιδιαίτερα επίπεδες και λείες. Σε περίπτωση που φέρουν στη μάζα ή την επιφάνεια τους αγωγούς και άλλων δικτύων (ηλεκτρισμού, υδρεύσεως κ.λ.π), πρέπει να γίνει πρόσθετη επίστρωση για να προκύψει οριζόντια ελεύθερη επιφάνεια.

Πρέπει ακόμα να προηγηθούν της εγκαταστάσεως της ενδοθέρμανσης όλες οι εργασίες που χρειάζονται ανοίγματα (τρύπες) στο δάπεδο. Είναι επίσης απαραίτητο το δάπεδο να είναι στεγνό και σε περιπτώσεις που υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστεί υγρασία, η πλάκα του δαπέδου καλύπτεται με υγρομονωτική μεμβράνη (συνήθως πλαστικό φύλλο πάχους περίπου 0,2 mm). Κατά την τοποθέτηση της υγρομονωτικής μεμβράνης, λαμβάνεται πρόνοια να μην παρουσιαστούν τραυματισμοί(που μπορεί να προκύψουν από αιχμηρές ανωμαλίες του δαπέδου, καρφιά, κ.λ.π.), και ακόμη, γίνεται επικάλυψη περίπου 8 cm στις ενώσεις, μεταξύ των πλαστικών φύλλων.

### 2.5.2 ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΤΑΙΝΙΑ

Η περιμετρική μονωτική ταινία τοίχου (σχήμα 8) από αφρώδες πολυαιθυλένιο πάχους 8mm και ύψους 15cm. Χρησιμοποιεί κυρίως στην προστασία των δομικών στοιχείων από τις **συστολές** και **διαστολές** του θερμαινόμενου δαπέδου. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγονται ακόμα οι ηχητικές και οι θερμικές γέφυρες της τσιμεντοκονίας του δαπέδου που τοποθετείται αργότερα με τον τοίχο ή με το φέρον υπόστρωμα.

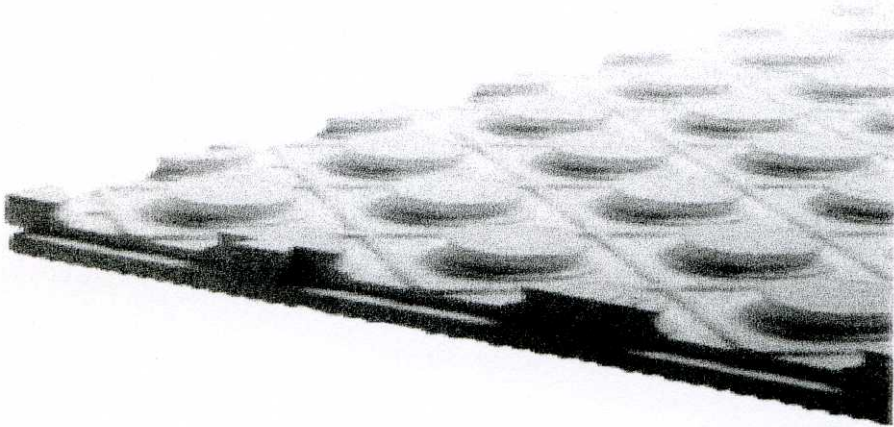
Η περιμετρική ταινία μόνωσης τοποθετείται χωρίς κενά κατά μήκος όλων των τοίχων, των εσωτερικών κατασκευών, όπως κουφώματα πόρτες ή κολώνες του χώρου. Το άνω τμήμα της ταινίας δύναται να κοπεί μετά το πέρας της όλης εγκατάστασης και να ενισχυθεί με ειδική μάζα ελαστικού (σιλικόνη).



*Σχήμα 8: Περιμετρική μονωτική ταινία*

### 2.5.3 ΜΟΝΩΤΙΚΗ ΠΛΑΚΑ

Σε θερμομονωτικές πλάκες αυτού του τύπου (σχήμα 9), 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.



**Σχήμα 9 : Θερμομονωτική πλάκα**

Οι στηρίξεις του σωλήνα είναι τοποθετημένες σε απόσταση 75mm. 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 καλυφθεί 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, έως την άνω επιφάνεια του μπετόν φτάνει τα 94mm. Για χώρους των οποίων το δάπεδο γειτνιάζει 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  $K= 0,45 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

Οι πλάκες του συστήματος, αυτού τοποθετούνται απευθείας στην πλάκα / μπετόν ή πάνω σε μία υδροπροστατευτική στρώση. Η τοποθέτηση ξεκινά από την δεξιά γωνία του χώρου. Ως προσανατολισμός χρησιμοποιείται το Α που υπάρχει τυπωμένο και δείχνει την αρχή. Η σύνδεση των πλακών μεταξύ τους γίνεται με έξι (6) χελιδονοουρές. Οι πλάκες τέλος δύναται, όταν είναι αναγκαίο, να κοπούν με οδοντωτό μαχαίρι.

Κατά την τοποθέτηση, τα υπολείμματα των πλακών δύναται να ξαναχρησιμοποιηθούν. Η ποιότητα των μονωτικών πλακών βρίσκεται υπό συνεχή παρακολούθηση και μάλιστα από το ινστιτούτο ερευνών για την εξοικονόμηση θερμότητας (FIW) το Μονάχου.

Η μονωτική πλάκα από πολυστυρόλη για θερμομόνωση, ηχομόνωση, υδροπροστασία και στήριξη του σωλήνα έχει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Έχει διαστάσεις 120 x 60cm και ολικό ύψος 5cm.
- Πυκνότητα θερμομόνωσης :  $30 \text{ kg/m}^3$

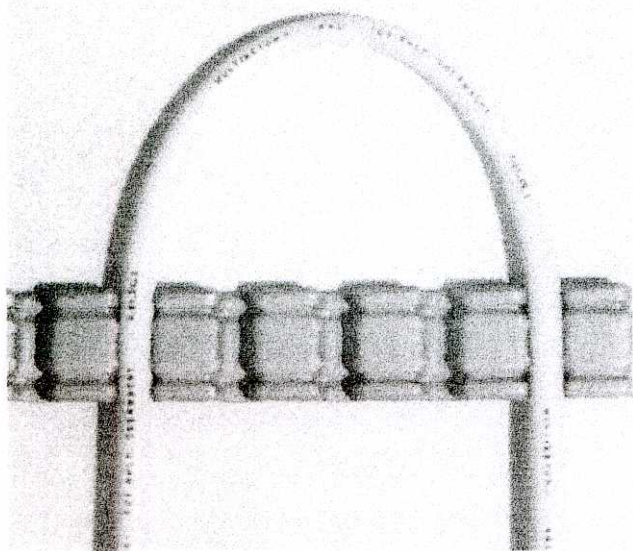
- Αντίσταση θερμοδιαφυγής :  $0,75 \text{ m}^3\text{K/W}$
- Πυκνότητα ηχομόνωσης :  $12 \text{ kg/m}^3$
- Ηχομόνωση : 32Dβ

Αυτού του τύπου οι μονωτικές πλάκες παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα

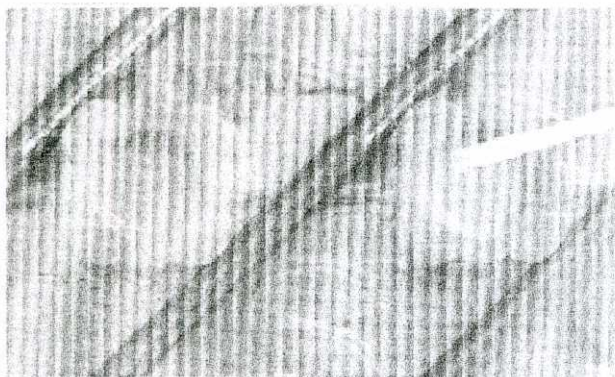
- Ακριβής τοποθέτηση και καθοδήγηση του σωλήνα.
- Πλήρης κάλυψη του θερμοσωλήνα με μπετόν.
- Πολύ καλή θερμομόνωση από τους κάτω χώρους.
- Εξαιρετική ηχομόνωση.
- Απλή εφαρμογή.
- Δεν περιέχουν φθοροχλωράνθρακες ενώ είναι ανακυκλώσιμο υλικό.

## 2.5.4 ΟΙ ΟΔΗΓΟΙ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Οι σωληνώσεις πρέπει να τοποθετηθούν σε προκαθορισμένες διαδρομές και αποστάσεις. Οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν ιδιοκατασκευές από πλαστικό ή δομικό πλέγμα με ειδικά στηρίγματα – οδηγούς για την στερέωση των σωληνώσεων. Δεν ενδείκνυται η απόλυτα σταθερή στήριξη (δέσιμο) των σωλήνων, αλλά θεωρείται καλύτερη η χρησιμοποίηση ειδικών πλαστικών σφικτήρων( 10.) ή κατάλληλων υποδοχών σε πλαστική βάση (σχήματα 11.)

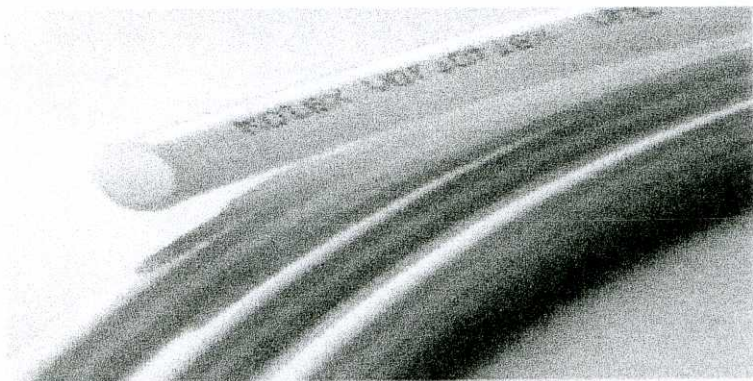


Σχήμα 10. : πλαστικές υποδοχές για τη στήριξη των σωλήνων υποδαπέδιου συστήματος θέρμανση



**Σχήμα 11. : τοποθέτηση σε ειδικές πλαστικές υποδοχές Σωλήνων δαπεδοθερμανσης**

#### **2.5.5 ΟΙ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ**



**σχήμα 12 πλαστικές σωληνώσεις δαπεδοθέρμανσεις**

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

Ως προς τη 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)

Επειδή σημαντικότερο στοιχείο καλής συμπεριφοράς από την πρώτη ύλη είναι η διαδικασία παραγωγής, αποθηκεύσεως, μεταφοράς και τοποθετήσεως κάθε είδους σωλήνα, είναι απόλυτα αναγκαίο στην ενδοδαπέδια εγκατάσταση να χρησιμοποιούνται πάντοτε “επώνυμα “ προϊόντα, τα οποία πρέπει και να συνοδεύονται από κατάλληλα πιστοποιητικά. Στα πιστοποιητικά αυτά πρέπει να αναφέρονται οι φυσικές, μηχανικές και θερμικές τους ιδιότητες για τις συνθήκες υπό τις οποίες θα βρίσκονται, κατά την λειτουργία της εγκαταστάσεως.

Γνωστού όντως ότι η μηχανική αντοχή και η διάρκεια ζωής των πλαστικών υλικών συνδέονται άμεσα με την θερμοκρασία και την πίεση του νερού που τα διαρρέει, είναι απαραίτητο σε κάθε περίπτωση να εξετασθεί με ιδιαίτερη επιμέλεια η καταλληλότητα του σωλήνα, στην περίπτωση κατά την οποία προέρχεται από περιστασιακό κατασκευαστή ή αντιπρόσωπο.

Χαρακτηριστικό της ιδιόμορφης συμπεριφοράς των πλαστικών π.χ. ότι συνηθισμένος καλής ποιότητας σωλήνας από πολυπροπυλένιο (PP-C) επιτρέπεται να καμφθεί με ακτίνα καμπυλότητας τουλάχιστον 20cm στους 20°C ενώ στους 60°C είναι θεμιτή και ακτίνα καμπυλότητας 15 cm. Ενώ δηλαδή ο κατασκευαστής, αναφερόμενος στην θερμοκρασία λειτουργίας της εγκαταστάσεως μπορεί να αναφέρει επιτρεπτή ακτίνα καμπυλότητας π.χ. 15cm, κατά την τοποθέτηση (θερμοκρασία περιβάλλοντος περίπου 20 °C.) η καμπύλωση αυτή μπορεί να προκαλέσει τραυματισμό ή τοπική μείωση της συνοχής του υλικού του σωλήνα.

Επειδή η πρώτη καμπύλωση στα σημεία αλλαγής διευθύνσεως των ενδοδαπέδιων συστημάτων, ακόμη και σε θεμιτά όρια, μπορεί να έχει επιπτώσεις στη διάρκεια ζωής του σωλήνα, πολλοί κατασκευαστές συνιστούν κατά την αρχική τοποθέτηση να θερμαίνονται οι σωλήνες (με εμβάπτιση ή πλήρωση με ζεστό νερό).

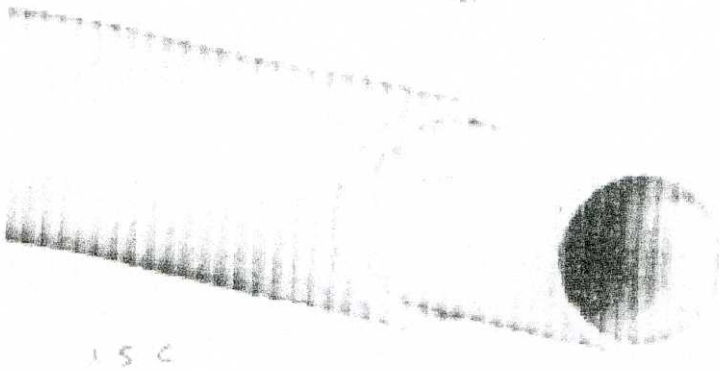
Όλοι οι κατασκευαστές τονίζουν ότι οι σωληνώσεις που ενσωματώνονται στο δάπεδο πρέπει να μην έχουν τραυματισμούς ή ενώσεις. Αν σε κάποια περίπτωση η ένωση δύο τεμαχίων είναι αναπόφευκτη, πρέπει απαραίτητα να χρησιμοποιούνται και για την σύνδεση σωλήνων του ενδοδαπέδιου συστήματος με τους συλλέκτες διανομής ζεστού νερού, όπως και με τα θερμαντικά σώματα, σε περίπτωση μικτών συστημάτων, δηλαδή συνδυασμού ενδοδαπέδιου και κλασσικού συστήματος με θερμαντικά σώματα.

Οι σωληνώσεις που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι διαμέτρων 15-20 mm, πάχους 1-2 mm.

Η Multibeton μετά από προσεκτική έρευνα και μετρήσεις χρησιμοποιεί στις κατοικίες σωλήνα 17\*2 γιατί εξασφαλίζει την “άριστη αναλογία εξωτερικής διαμέτρου και διατομής”, σύμφωνα με την έκφραση συνεργάτη της. Σε μεγάλες εγκαταστάσεις χρησιμοποιεί και μεγαλύτερης διαμέτρου (π.χ. 20\*2 σε κολυμβητήριο).

Η διαπίστωση ότι η επαφή και διείσδυση οξυγόνου στο θερμό πλαστικό σωλήνα επιταχύνει την γήρανση του υλικού, έχει οδηγήσει μερικούς κατασκευαστές στην προσθήκη εξωτερικής επιστρώσεως πάχους περίπου 0,09mm στους σωλήνες, που λειτουργεί ως “φράγμα οξυγόνου”, ή και την χρησιμοποίηση διπλού σωλήνα, κατάλληλης κατασκευής. ( σχήμα 13 ).

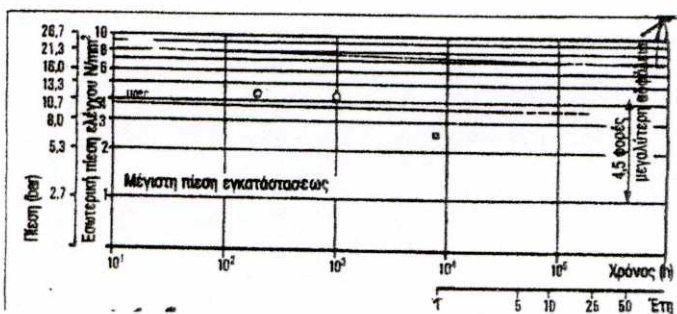




**Σχήμα 13. :** θερμοσωλήνας της εταιρείας rotex . Αποτελείται από εξωτερικό σωλήνα διαμέτρου 17mm και του σωλήνα ζεστού νερού εξωτερικής διαμέτρου 12mm. Στα ειδικά εγχειρίδια τονίζεται ότι η ποιότητα του σωλήνα είναι εξαιρετικά σημαντικός παράγων για την καλή λειτουργία και κυρίως τη διάρκεια ζωής μιας ενδοδαπέδιας θερμάνσεως.

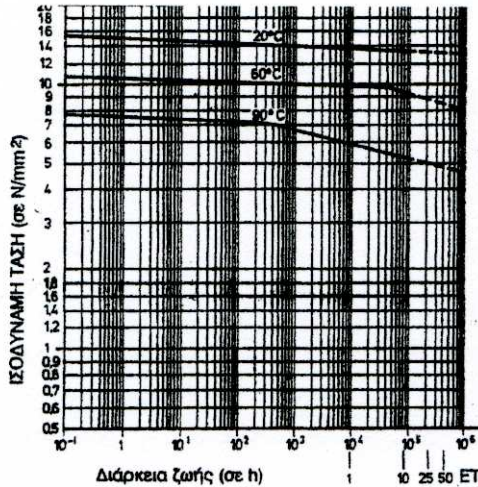
Για κάθε σωλήνα επώνυμου κατασκευαστή, υπάρχουν διαγράμματα για την συμπεριφορά του σε θερμοκρασίες και πιέσεις, οι οποίες αναφέρονται συνήθως στις μέγιστες πιθανές θερμοκρασίες κατά την λειτουργία σε ενδοδαπέδιο (50-60°C), κλασικό σύστημα θέρμανσης(85-95°C) και παροχή ζεστού νερού χρήσεως (30-40°C). Τέτοια διαγράμματα φαίνονται στα σχήματα 14 , 15 και 16 .Όπως φαίνεται στα διαγράμματα αυτά, οι σωλήνες για τους οποίους έχουν χαραχθεί, πρέπει να θεωρούνται ασφαλείς για διάρκεια τουλάχιστον 50-60 ετών.

Στο παρακάτω διάγραμμα (14.) βλέπουμε την διάρκεια ζωής ενός θερμοσωλήνας της rotex. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή όταν ο σωλήνας τοποθετηθεί και χρησιμοποιείται σωστά ( θερμοκρασιακά όρια και πιέσεις ) η διάρκεια ζωής του υπερβαίνει κατά πολύ τα 50 χρόνια, δηλαδή υπερβαίνει κατά πολύ τη διάρκεια ζωής της δομικής κατασκευής.



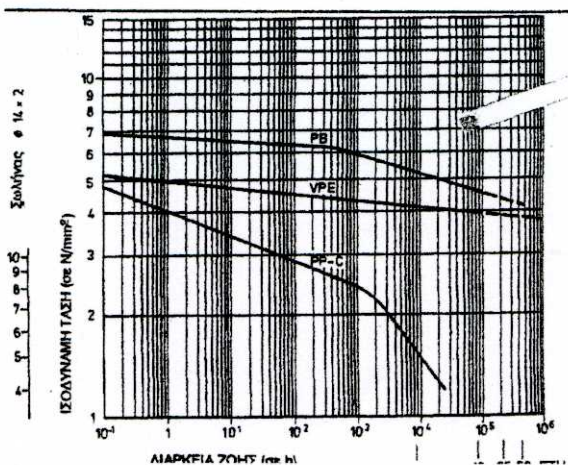
**σχήμα 14** διάρκεια ζωής ενός θερμοσωλήνα της rotex

Το διάγραμμα 15. μας δείχνει την διάρκεια ζωής θερμοσωλήνων της εταιρείας thyssen. Για τις συνήθειες πιέσεις (2-3 bar) η οριζόντια γραμμή και των δύο τύπων σωλήνων συναντά την καμπύλη διάρκειας ζωής των σωλήνων πολύ μετά τα 50 χρόνια και για τις τρεις θερμοκρασίες που εξετάζονται (20°C, 60°C, 90°C).



**σχήμα 15 διάρκεια ζωής ενός θερμοσωλήνα της thyssen**

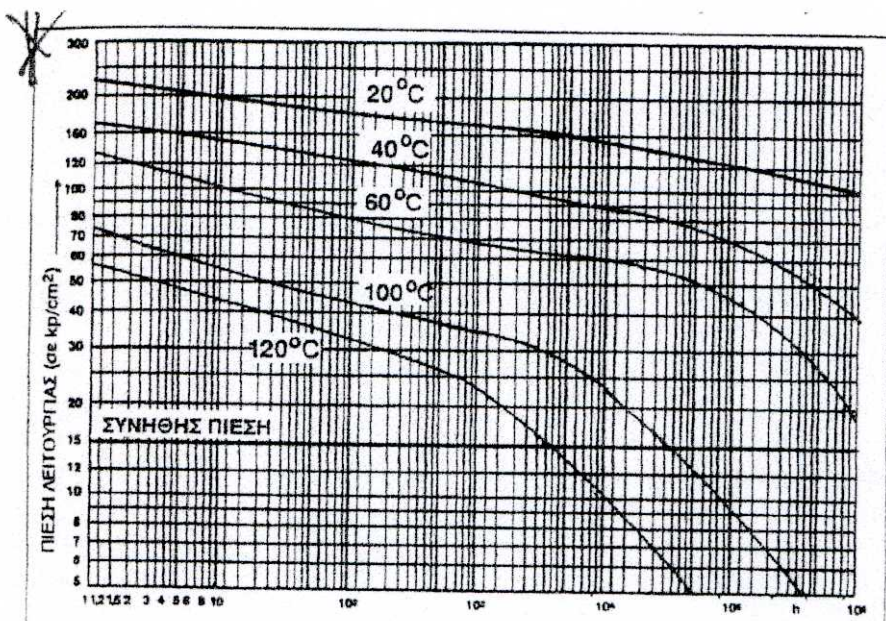
Το διάγραμμα 16 της εταιρείας multibeton βλέπουμε ότι η οριζόντια γραμμή που καθορίζει την πιθανή πίεση λειτουργίας του συστήματος δείχνει ότι μέχρι και τους 60°C η διάρκεια ζωής των σωλήνων φτάνει τα 100 χρόνια ζωής. Σε περίπτωση που η θερμοκρασία του νερού ξεπεράσει τους 60°C έχουμε ραγδαία γήρανση του σωλήνα.



**σχήμα 16 διάρκεια ζωής ενός θερμοσωλήνα της multibeton**

Επειδή όμως κάθε κατασκευαστής προσφέρει στην αγορά διάφορους τύπους πλαστικών σωλήνων, σε κάθε περίπτωση είναι ανάγκη να γίνει σχολαστική επαλήθευση ότι το εξεταζόμενο διάγραμμα αναφέρεται στον τοποθετούμενο σωλήνα,

το υλικό και την μέθοδο παραγωγής του γιατί ανάλογα με το υλικό υπάρχουν σοβαρές αποκλίσεις(σχήμα 17)



**σχήμα 17 διάρκεια ζωής θερμοσωλήνων από (VPE),(PB),DP-C), σε κλασικό σύστημα θέρμανσης**

Το σχήμα 17. μας δείχνει την διάρκεια ζωής από (VPE),(PB),DP-C), όταν χρησιμοποιηθούν σε κλασικό σύστημα θέρμανσης( μέγιστη θερμοκρασία 95 °C ) είναι φανερό ότι σωλήνας πολυμερισμένο προπυλένιο που λειτουργεί άριστα στο ενδοδαπέδιο είναι ακατάλληλος για υψηλότερες θερμοκρασίες.

Οι σωληνώσεις αυτές πρέπει να παρουσιάζουν:

- Μεγάλη διάρκεια ζωής και αντοχή σε γήρανση ακόμη και σε μεγάλες θερμοκρασίες (110°C )
- Υψηλή αντοχή λειτουργίας (συνεχή λειτουργία 95°C και 6 bar).
- Καλή θερμική εναλλαγή σταθερή ως προς τον χρόνο.
- Ανθεκτικότητα στις ρωγμές λόγω τάσεων καθώς και στις φθορές λόγω τριβών.
- 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.
- Μεγάλη αντοχή σε διατμήσεις
- Καλή σχέση ευκαμψίας και αντοχής σε θλίψη

## **2.5.6 ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΣΩΛΗΝΩΝ ΔΑΠΕΔΟΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ**

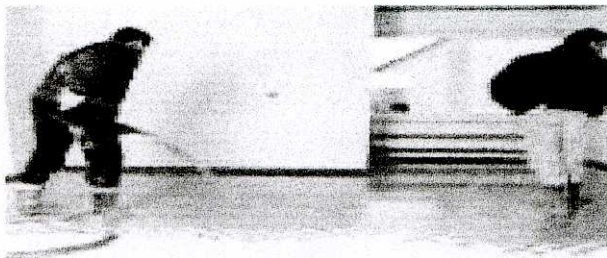
Για την ικανοποιητική λειτουργία μιας δαπεδοθερμάνσεως, είναι αναγκαίο να εξασφαλιστεί η απρόσκοπτη ροή της θερμότητας από το δάπεδο προς τον χώρο. Οτιδήποτε τοποθετείται πάνω από τις σωληνώσεις ζεστού νερού δεν πρέπει να παρουσιάζει εμπόδια στη ροή θερμότητας.

Για τη δημιουργία της μεγάλης θερμαντικής επιφάνειας που καλύπτει όλο το δάπεδο, πάνω από τους σωλήνες χύνεται ειδικής σύνθεσης μπετόν και σχηματίζεται κολυμβητό επίπεδο, (σχήμα 18) συνήθως ελαφρά οπλισμένο, με χρήση κατάλληλου δομικού πλέγματος (προαιρετικό, ανάλογα με το κατασκευαστή).

Η κατασκευή του έχει δύο στόχους, αφ' ενός να εξασφαλίσει μηχανική προστασία των σωλήνων και αφ' ετέρου να επιτύχει ομοιομορφία στην κατανομή της θερμοκρασίας. Για να εξασφαλιστεί ικανοποιητική "συνεργασία" σωλήνων και δαπέδου, πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατάλληλη σύνθεση, με ικανοποιητική πρόσφυση και θερμική συμπεριφορά.

Η σύνθεση του μπετόν και οι προσμίξεις πρέπει να εξασφαλίζουν:

- πολύ καλή επαφή του σωλήνα και του μπετόν
- περιορισμό της χρονικής διάρκειας στεγνώματος (ξηράνσεως) του κολυμβητού δαπέδου.
- ρύθμιση της θερμικής εκπομπής.
- αύξηση της μηχανικής αντιστάσεως του υλικού



**Σχήμα 18: Σχηματισμός κολυμβητού επιπέδου**

Κατά την εγκατάσταση του πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι αναφερόμενες προδιαγραφές του. Απαραίτητη είναι η χρήση υγρού πρόσμιξης για την αύξηση της

αντοχής του θερμοπετού. Σε μεγάλους χώρους πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι απαιτούμενες χαραξίεις αρμών διαστολής του δαπέδου. Το τμήμα (στρώση) του δαπέδου στο οποίο ενσωματώνονται οι σωληνώσεις ζεστού νερού, είναι συνήθως λεπτόκοκκο σκυρόδεμα (κολυμβητό δάπεδο).

### 2.5.6.1 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΘΕΡΜΟΜΠΕΤΟΝ

Βασική παράμετρο στην στρώση του θερμοπετού είναι το ελάχιστο πάχος που πρέπει να είναι τουλάχιστον 5cm. Η κατασκευή της τσιμεντοκονίας γίνεται ειδικά για χρήση σε επιδαπέδια θέρμανση κατά DIN 18560. Επιπλέον απαιτείται το "στεγνώμα" του θερμοπετού μετά την πάροδο 21 ημερών με έναυση του συστήματος θέρμανσης και αύξηση της θερμοκρασίας κατά 5<sup>0</sup>C ανά ημέρα έως τη μέγιστη τελική θερμοκρασία 35<sup>0</sup>C . Μετά την πάροδο 28 ημερών επιτρέπεται η τοποθέτηση των πλακιδίων, μαρμάρων κτλ.

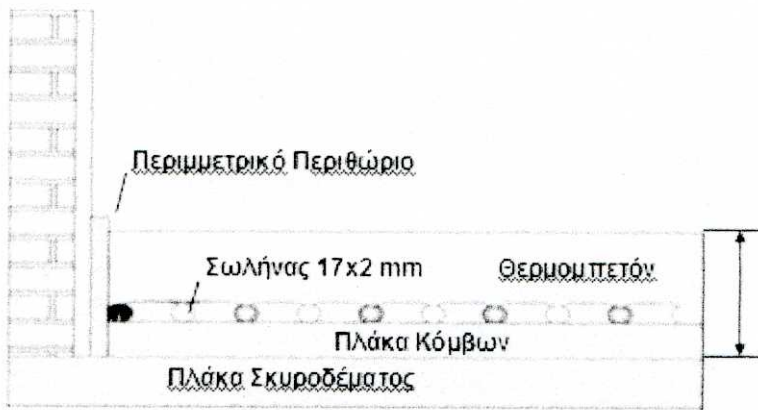
**Η σύνθεση του θερμοπετού είναι η εξής:**

- 1 m<sup>3</sup> ποταμίσια άμμο (προτείνεται)
- 7 σακιά τσιμέντο
- 3,5 kg ( υγρό πρόσμειξης για βελτίωση αντοχής του μπετόν σε κάμψη και εφελκυσμό)
- 150 – 170 kg νερό

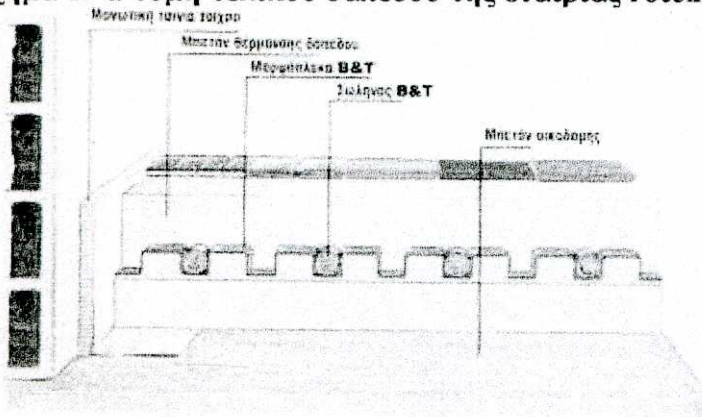
\* Εναλλακτικά της ποταμίσιας άμμου προτείνεται άμμος με αναλογία κόκκου 60% 0-4mm κόκκος και 40% 4-8mm κόκκος.

Η θερμική αντίσταση των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την τελική διάστρωση του δαπέδου, αλλά ακόμη και βοηθητικά υλικά όπως οι κόλλες και υλικά πληρώσεως, πρέπει να είναι γνωστής και αποδεκτής συμπεριφοράς (από μηχανική και θερμική άποψη)

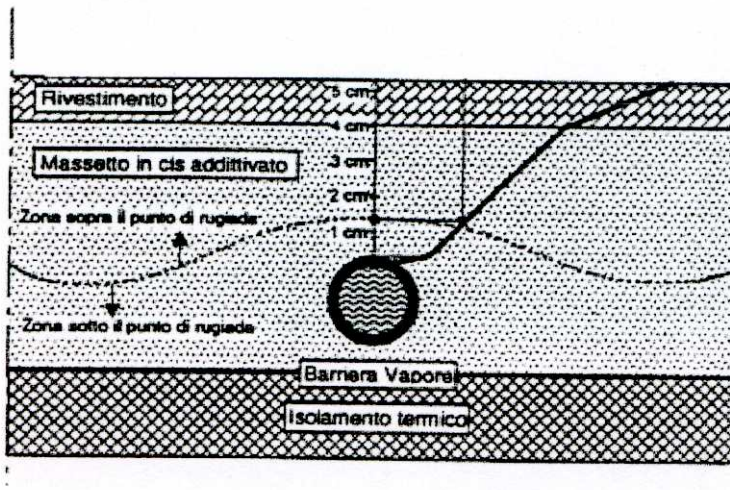
Οι κατασκευαστές εκτιμούν ότι η θερμική αντίσταση της τελικής καλύψεως του δαπέδου, δεν πρέπει να υπερβαίνει τιμές από 0,13 μέχρι 0,15 m<sup>2</sup> K/W. Αν η τιμή της αντίστασης θερμικής μετάβασης R παραμένει μικρότερη της μέγιστης τιμής R<sub>max</sub>=0,15m<sup>2</sup>K/W κατά την εκλογή δαπέδου (τιμή για μοκέτα μεγάλου πάχους), τότε κανένας περιορισμός δεν υφίσταται όσον αφορά το επιλεγμένα δάπεδο (πλακάκια, μάρμαρο, πλαστικό, παρκέ, φελλός) και η λειτουργία του συστήματος είναι εγγυημένη. Σε αντίθετη περίπτωση, υπάρχει κίνδυνος να οδηγηθούμε σε υπερθέρμανση του κολυμβητού δαπέδου και των σωλήνων, ενώ ταυτόχρονα αυξάνουν σημαντικά οι απώλειες προς το περιβάλλον, γειτονικούς χώρους και δομικά στοιχεία. Στα παρακάτω σχήματα 19a, b, c παρουσιάζεται σε τομή το τελικό δάπεδο σε υποδαπέδιο σύστημα θέρμανσης



σχήμα 19 α τομή τελικού δαπέδου της εταιρίας rotex



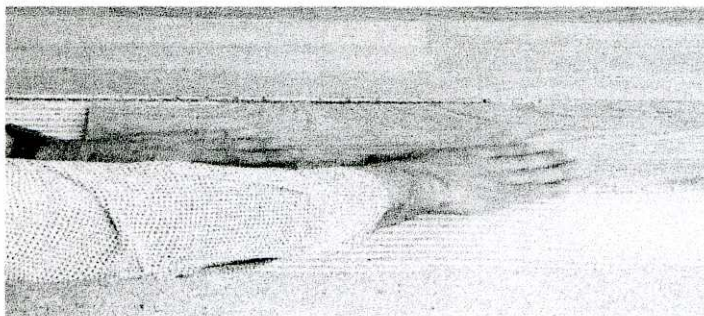
σχήμα 19 b



σχήμα 19 c: Τομή τελικού δαπέδου σε υποδαπέδιο σύστημα

Γι' αυτό τον λόγο, οι κατασκευαστές δαπεδοθερμάνσεων και σχετικού εξοπλισμού δίδουν λεπτομερειακές οδηγίες για τη διαμόρφωση των τελικών επικαλύψεων των δαπέδων για διάφορες περιπτώσεις. Η "Velta" δίδει λεπτομερειακά σχέδια για δάπεδα με τελική επιστρωση πλακίδια ή στρώση PVC, καθώς

και για ξύλινο δάπεδο παρκέ. Τα σχέδια αυτά συνοδεύονται και από διαγράμματα συνολικής θερμικής αντιστάσεως, τα οποία θα χρησιμοποιήσει ο μελετητής.



**Σχήμα 20: Τοποθέτηση τελικών δαπέδων**

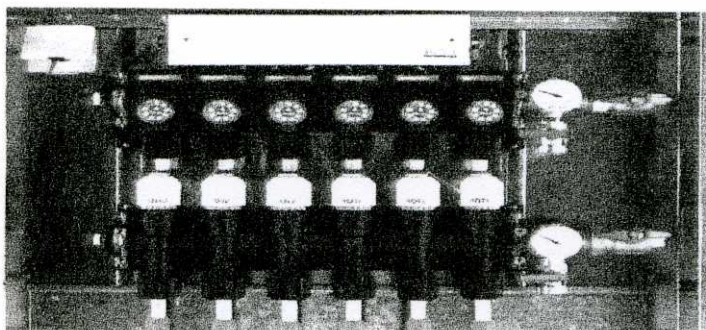
Η τοποθέτηση των τελικών δαπέδων είναι δυνατή αφού παρέλθει διάστημα τουλάχιστον 28 ημερών από την τοποθέτηση του κολυμπητού δαπέδου. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά την τοποθέτησή τους δεν πρέπει να ξεπερνά τους 18°C.

Κατά την εγκατάσταση του πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι αναφερόμενες προδιαγραφές του. Απαραίτητη είναι η χρήση υγρού πρόσμιξης για την αύξηση της αντοχής του θερμομοπετού. Σε μεγάλους χώρους πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι απαιτούμενες χαράξεις αρμών διαστολής του δαπέδου. Το τμήμα (στρώση) του δαπέδου στο οποίο ενσωματώνονται οι σωληνώσεις ζεστού νερού, είναι συνήθως λεπτόκοκκο σκυρόδεμα (κολυμβητό δάπεδο).

### 2.5.7 ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

Σημαντικότερο στοιχείο για την άριστη λειτουργία της ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι ο συλλέκτης (σχήμα 21) θερμικών κυκλωμάτων. Μ' αυτόν δύναται να ρυθμιστούν οι θερμοκρασίες των μεμονωμένων χώρων. Σ' αυτόν επίσης επιτυγχάνεται η υδραυλική εξισορρόπηση των μεμονωμένων θερμικών κυκλωμάτων.

Τα άκρα των σωλήνων που ενσωματώνονται στο δάπεδο, καταλήγουν σε συλλέκτες διανομής του ζεστού νερού (και επιστροφής). Οι συλλέκτες κατασκευάζονται από χυτό ορείχαλκο και περιλαμβάνουν φλάντζες από βουτυλικό ελαστικό.



**σχήμα 21: Συλλέκτης**

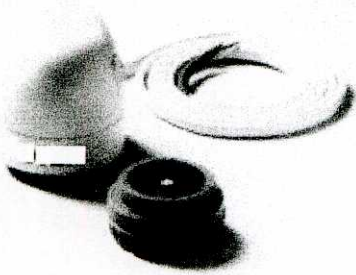
Περιλαμβάνουν συνήθως 3 έως και 7 βρόχους (πλήρη κυκλώματα), ανάλογα με τις προβλέψεις της αναλυτικής μελέτης. Σε κάθε βρόχο περιλαμβάνονται χειροκίνητες ή θερμοστατικές δικλείδες για τη διακοπή της ροής. Οι συλλέκτες στην πλευρά της επιστροφής περιλαμβάνουν δικλείδες για τη ρύθμιση της ροής του ζεστού νερού σε κάθε βρόχο, συνδέονται με αντίστοιχους πιεστικούς συνδέσμους με τις πλαστικές σωληνώσεις και διαθέτουν εξαεριστικά για την απομάκρυνση του αέρα από τις εγκαταστάσεις.

Ο συλλέκτης του σχήματος 21, είναι κατασκευασμένος από θερμικά σταθεροποιημένο πολυαμίδιο και ενισχυμένο με ανθρακονήματα για απεριόριστη αντοχή στο νερό. Έχει ενσωματωμένους ρυθμιστικούς διακόπτες 16 θέσεων για την υδραυλική εξισορρόπηση των θερμικών κυκλωμάτων στις επιστροφές ενώ στις προσαγωγές υπάρχουν βάνες ρύθμισης της παροχής και αντίστοιχα της θερμικής απόδοσης. Με τη ρυθμιστική αυτή βαλβίδα, δύναται επίσης να απομονώσουμε εντελώς το κύκλωμα. Έτσι τα μεμονωμένα κυκλώματα μπορούν να ρυθμιστούν σύμφωνα με τα δεδομένα της εγκατάστασης ή τις ατομικές επιθυμίες.

Η μεγάλη διατομή του συλλέκτη εξασφαλίζει την τροφοδοσία όλων των θερμικών κυκλωμάτων και μπορούν να φτάσουν μέχρι τα 14 (Θ.Κ.), ενώ αυτά μεταξύ τους δεν αλληλοεπηρεάζονται. Οι συλλέκτες είναι κατασκευή πολλών κομματιών, αλλά προσφέρεται ως ενιαίο και ολοκληρωμένο σύνολο. Έτσι ο χρόνος κατασκευής είναι ελαχιστοποιημένος. Κάθε συλλέκτης δοκιμάζεται υπό πίεση και ελέγχεται η στεγανότητα του. Ο συλλέκτης τοποθετείται σε ειδική εντοιχισμένη μεταλλική κασέτα (ντουλάπι) ώστε να είναι προσπελάσιμος και σε περίπτωση ανάγκης να είναι εύκολος ο έλεγχος του. Το σύστημα συμπληρώνεται με αυτοματισμούς για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του δαπέδου, σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία του χώρου και του περιβάλλοντος.

Μαζί με την κεντρικά τοποθετημένη ρύθμιση θερμοκρασίας προσαγωγής μέσω αισθητήρα εξωτερικής θερμοκρασίας, προσφέρεται η δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας του κάθε μεμονωμένου χώρου. Έτσι ο κάθε χώρος εφοδιάζεται με ηλεκτρονική ρύθμιση. Το θερμικό κύκλωμα του συγκεκριμένου χώρου έχει ηλεκτρικό ρυθμιστή (σχήμα22) πάνω στο συλλέκτη (τύπου ηλεκτροβάνας) και 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 αναγκαίους.





σχήμα 22: Ηλεκτρικός ρυθμιστή τοποθετούμενος πάνω στο συλλέκτη

## 2.6 ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

Αφετηρία των υπολογισμών της μελέτης ενδοθερμάνσεως, είναι οι θερμικές απώλειες του χώρου, με δεδομένο ότι δεν υπάρχουν απώλειες από το δάπεδο, αφού από το δάπεδο ο χώρος δεν χάνει αλλά κερδίζει θερμότητα. Αντίθετα, είναι ανάγκη να ληφθεί σοβαρά υπόψη, όταν εκτιμάται το μέγεθος του λέβητα, ότι υπάρχουν αξιόλογες απώλειες προς τους χώρους κάτω από το δάπεδο και το δομικό μέρος που έρχεται σε επαφή με το δάπεδο.

Οι απώλειες αυτές μπορούν να υποβαθμιστούν αρκετά, χωρίς να γίνουν αμελητέες, όταν τοποθετηθεί ισχυρή θερμομόνωση, τόσο μεταξύ του στρώματος που περιλαμβάνει τους θερμοσωλήνες, όσο και τη συναρμογή με τα περιμετρικά τοιχώματα. Η μόνωση των 2 cm που εφαρμόζεται από μερικούς κατασκευαστές είναι ανεπαρκής.

Μετά από σχετική μελέτη προτείνονται σαν ελάχιστα πάχη 4cm επάνω στους θερμαινόμενους χώρους άλλης ιδιοκτησίας, 6cm επάνω από μη θερμαινόμενους χώρους και 8 cm επάνω από “pilotes”.

Ο Γερμανικός κανονισμός θερμομονώσεως (που όμως αναφέρεται σε συνθήκες πολύ δυσμενέστερες από τις συνθήκες της χώρας μας), προβλέπει για δομικά στοιχεία που μια πλευρά τους βρίσκεται σε επαφή με το περιβάλλον ή χώρους με χαμηλότερες θερμοκρασίες, συντελεστή μεταφοράς θερμότητας μικρότερο από  $0,45 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , δηλαδή περίπου 6 cm καλού μονωτικού. Ο καθ. κ. Μ. Παπαδόπουλος για τα ελληνικά δεδομένα προτείνει πάχη μονωτικού 4 cm.

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών γίνεται συνήθως διάκριση σε απώλειες χώρου ( $Q_0$ ) και απώλειες δαπέδου ( $Q_\delta$ ) οπότε συνολικές απώλειες που πρέπει να καλυφθούν ( $Q_{ολ}$ ) είναι:

$$Q_{ολ} = Q_0 + Q_\delta \quad (\text{σε W})$$

Με δεδομένο ότι το δάπεδο είναι το θερμαντικό σώμα του χώρου, υπολογίζεται κατ' αρχάς η αναγκαία θερμοκρασία του, η οποία μπορεί να αποδώσει ποσότητα θερμότητας  $Q_0$  στον χώρο κατά τις αρχές της ζητήσεως θερμάνσεως. Αν θεωρήσουμε ότι η επιφάνεια του δαπέδου θα είναι ομοιόμορφη και το εμβαδόν του δαπέδου (άρα και η θερμαντική επιφάνεια) είναι  $A$  (σε  $\text{m}^2$ ), προκύπτει αναγκαία θερμαντική απόδοση:

$$Q = Q_0/A_1 \quad (\text{σε W/m}^2)$$

Η θερμοκρασία του δαπέδου όπως ήδη έχει αναφερθεί, δεν μπορεί να λάβει οποιαδήποτε μορφή. Σε χώρους διαμονής δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 29°C, με ακραία τιμή τους 31°C. Στα λουτρά και τους χώρους υγιεινής μπορεί να φθάσει τους 32-33°C.

Επειδή η θερμοκρασία δαπέδου εξαρτάται από την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου και από τις θερμικές απώλειες, σε περίπτωση που θα προκύψει τιμή της θερμοκρασίας δαπέδου μεγαλύτερη από τις ακραίες επιτρεπτές, επιβάλλεται πρόσθετη θερμομόνωση του χώρου (για να μειωθούν οι θερμικές απώλειες), ή προσθήκη στο δίκτυο θερμαντικών επιφανειών μορφής κοινών θερμαντικών σωμάτων ή και μετατροπή τμήματος των τοίχων σε θερμαντική επιφάνεια.

Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα, μια μέσης ποιότητας θερμομόνωση (όπως ήδη αναφέρθηκε), επιτρέπει την ικανοποιητική θέρμανση των χώρων με σωλήνες ενσωματωμένους στο δάπεδο, χωρίς να χρειάζεται να γίνει κάποια υπέρβαση στα θερμοκρασιακά όρια.

Στη ενδοθέρμανση, η θερμότητα προσάγεται στους χώρους κυρίως με μεταφορά και ακτινοβολία. Το ποσοστό συμμετοχής της ακτινοβολίας και της μεταφοράς στην προσαγόμενη θερμότητα, εξαρτάται από την θερμική συμπεριφορά του δαπέδου, από την έκταση του δαπέδου και από τη θερμοκρασία του δαπέδου και του χώρου.

Το σύνολο της ποσότητας  $Q_0$  η οποία προσάγεται στον χώρο, παρίσταται με την σχέση:

$$Q_0 = A_1 * \alpha_\theta * (T_\delta - T_x) \quad (\text{σε } W)$$

Όπου

$A_1$ : το εμβαδό του δαπέδου, (σε  $m^2$ )

$\alpha_\theta$ : ο συντελεστής συνολικής μεταβίβασης θερμότητας (σε  $W/m^2 K$ )

$T_\delta$ : η θερμοκρασία του δαπέδου, (σε °C)

$T_x$ : η θερμοκρασία του χώρου, (σε °C)

Συνήθως το δάπεδο και η θερμαντική επιφάνεια ταυτίζονται. Σε χώρους όμως όπου η θερμαντική επιφάνεια είναι μικρότερη του δαπέδου (τμήμα του δαπέδου, όπως π.χ. σε λουτρά), ή μεγαλύτερη του δαπέδου (όταν και τμήμα τοίχου χρησιμοποιείται ως θερμαντική επιφάνεια), το  $A_1$  παρίσταται την επιφάνεια αυτή και όχι το δάπεδο.

Ο συντελεστής  $\alpha_\theta$  είναι άθροισμα του συντελεστή μεταδόσεως θερμότητας με μεταφορά ακτινοβολία ( $\alpha_s$ ), δηλαδή:

$$\alpha_\theta = \alpha_k + \alpha_s \quad (\text{σε } W/m^2 K)$$

Εξ αυτού, ο συντελεστής  $\alpha_k$  προκύπτει κατά Nusselt Hensky:

$$\alpha_k = 2,7 \dots 3,3 (T_\delta - T_x)^{0,25} \quad (\text{σε } W/M^2 K)$$

Και

$$\alpha_s = [(T_\delta/100)^4 - (T_x/100)^4 / T_\delta - T_x] * C \quad (\text{σε } W/m^2 K)$$

όπου C είναι ο συντελεστής ακτινοβολίας [σε  $W/(m K^2)^2$ ]

Ειδικότερα:

- Για “μελάν σώμα”  $C = 5,77$

- Για λευκά πλακίδια  $C = 5,00$

- Για μάρμαρο ή ξύλο  $C = 5,2 \dots 5,4$

Όταν προσδιοριστεί η αναγκαία θερμοκρασία στην επιφάνεια του δαπέδου ( $T_{\delta}$ ), πρέπει στη συνέχεια να υπολογιστεί η θερμοκρασία στο επίπεδο των σωλήνων ζεστού νερού. Ο σχετικός υπολογισμός απαιτεί την γνώση του είδους και της θερμικής συμπεριφοράς των υπερκείμενων στρώσεων, που μπορεί να είναι:

- πλακάκια κολλητά, ή
- πλακάκια με λάσπη, ή
- πλάκες μαρμάρου με λάσπη, ή
- ξύλινο παρκέ, ή
- στρώση PVC – Linoleum, ή
- κάποιο άλλο υλικό τελειώματος του δαπέδου.

Κάτω από αυτή την άνω στρώση υπάρχει και γαρμπιλοσκυρόδεμα, το οποίο έχει τεθεί επάνω και μεταξύ των σωλήνων.

Η αναλυτική σχέση που μπορεί να δώσει την αναγκαία θερμοκρασία των σωλήνων, είναι:

$$T_{\sigma} = T_{\delta} + \sum_{i=1}^n [ Q \Sigma (di/\lambda_i) ]$$

Όπου :

$Q$  : η θερμική απόδοση του δαπέδου (σε  $W/m^2$  )

$T_{\delta}$  : η θερμοκρασία στην επιφάνεια του δαπέδου (σε  $^{\circ}C$  )

$T_{\sigma}$  : η θερμοκρασία στη στάθμη των σωλήνων

$di$  : το πάχος δεδομένης στρώσεως  $L_i$  ( σε m )

$\lambda_i$  : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της στρώσεως ( σε  $W/m \cdot k$  )

Όταν είναι γνωστή η θερμοκρασία στη στάθμη των σωληνώσεων μπορεί να γίνει υπολογισμός και της θερμότητας η οποία χάνεται προς μη (η λιγότερο) θερμαινόμενους χώρους. Οι απώλειες αυτές οφείλονται στη διαφορά της θερμοκρασίας  $T_{\sigma}$  από τη θερμοκρασία στον μη θερμαινόμενο χώρο.

Με ανάλογους συλλογισμούς προσδιορίζεται ο συνολικός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας από τη στάθμη των σωλήνων μέχρι το εξωτερικό περιβάλλον και εκτιμάται η θερμική απώλεια , η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική στις περιπτώσεις ανεπαρκούς θερμομονώσεως.

Οι περισσότεροι κατασκευαστές δίδουν αναλυτικές πληροφορίες για ανάλογες περιπτώσεις. Η 'rotex' π.χ. δίδει τον πίνακα 1.

Όταν είναι γνωστό το σύνολο των ποσοτήτων θερμότητας που πρέπει να προσάγουν στο χώρο οι θερμοσωλήνες  $Q_{ολ} = (Q_0 + Q_{\delta})$ , μπορεί πλέον να υπολογιστεί η αναγκαία θερμοκρασία του νερού προσαγωγής ( $T_1$ ) αναχωρήσεως ( $T_2$ ) με την παρακάτω διαδοχή συλλογισμών:

**Πίνακας 1. : συντελεστές θερμικής μεταβάσεως για τον υπολογισμό των απωλειών θερμότητας από τους θερμοσωλήνες.**

Το δάπεδο είναι σε επαφή με:	Στρώσεις από πάνω προ τα κάτω και αιτία απωλειών	Υλικό στρώσεως	Πάχος (m)	Συντελεστής θερμικής μετάβασης (w/m k)	Αντίστασ η θερμικής μεταβάσε ως (m <sup>2</sup> k/w)
Θερμαινόμενο χώρο κ=1,020 w/m <sup>2</sup> k	Κολυμβυτό <sup>(1)</sup> Bassiplate <sup>(2)</sup> πλάκα θερμική μετάβαση	Μπετόν PST <sup>(3)</sup> Μπετόν	0,004	1,400	0,003
			0,030	0,040	0,750
			0,120	2,100	0,057
					0,170
					0,980
Μη θερμαινόμενο χώρο κ=0,403 w/m <sup>2</sup> k H=127mm	Κολυμβυτό <sup>(1)</sup> Compactplate <sup>(4)</sup> πλάκα θερμική μετάβαση	Μπετόν PST/PUR <sup>(5)</sup> Μπετόν	0,004	1,400	0,003
			0,060	0,040/0,020	2,250
			0,120	2,100	0,057
					0,170
					2,480
Έδαφος κ=0,443 w/m <sup>2</sup> k H=129mm	Κολυμβυτό <sup>(1)</sup> Compactplate <sup>(4)</sup> φύλλο	Μπετόν PST/PUR <sup>(5)</sup> PE <sup>(6)</sup>	0,004	1,400	0,003
			0,060	0,040/0,020	2,250
			0,002	1,400	0,001
					2,480
Περιβάλλον κ=0,443 w/m <sup>2</sup> k H=127mm	Κολυμβυτό <sup>(1)</sup> Compactplate <sup>(4)</sup> πλάκα	Μπετόν PST/PUR <sup>(5)</sup> Μπετόν	0,004	1,400	0,003
			0,060	0,040/0,020	2,250
			0,120	2,100	0,057
					2,310

Η ροή θερμού νερού στο δίκτυο των υποδαπέδιων σωλήνων μπορεί να ληφθεί ότι πραγματοποιείται με μια μέση τιμή της θερμοκρασίας του νερού  $T_M$  όπου :

$$T_M = T_1 + T_2 / 2$$

Η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των θερμοκρασιών στα δύο άκρα κάθε κυκλώματος σωλήνα δαπεδοθέρμανσης ανά μέτρο μήκους σωλήνα είναι :

$$\Delta T = Q_{ολ} \log(R_1/R_2) / 2\pi\lambda$$

Όπου :  $R_1$  η εξωτερική ακτίνα του σωλήνα ( σε m )

$R_2$  η εσωτερική ακτίνα του σωλήνα ( σε m )

$\lambda$  ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του σωλήνα

Αν ο χρησιμοποιούμενος σωλήνας είναι ο 'RM-Rotex', από ακτινοδουκτιόμενο πολυαιθυλένιο διαστάσεων 18\*2 mm, προκύπτουν :

$$R_1 = 0,007m (=7 mm)$$

$$R_2 = 0,009m (=8.5mm)$$

$$\lambda = 0,35 w/mk$$

Η θερμοκρασία του σωλήνα στο εσωτερικό του μέρος που βρίσκεται σε επαφή με το ζεστό νερό , θα είναι :

$$\Delta T = 0,8604 \text{ Qολ/}\alpha \text{ σε K}$$

Όπου : Qολ η συνολικά αναγκαία θερμική ενέργεια ( σε w ) και α συντελεστής μεταβίβασης θερμότητας κατά τη ροή ζεστού νερού σε σωλήνες ( w/m<sup>2</sup>k ).

Ο συντελεστής α κατά Stender και Merkel υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\alpha = 2040 (1+0,015 T_M) (W^{0,87}/d^{0,13}) \text{ ( w/m}^2\text{k ) .}$$

Όπου : W : η ταχύτητα ροή του θερμού νερού στον σωλήνα του υποδαπέδιου κυκλώματος ( σε m/s )

d : η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα ( σε m )

T<sub>M</sub> : η μέση θερμοκρασία του ζεστού νερού ( σε °C )

H ; αναγκαία παροχή θερμού νερού, είναι :

$$V = 0.8604 \text{ Qολ}/1,162 (T_1-T_2) = 0,74 \text{ Qολ}/(T_1-T_2) \text{ σε lt/h}$$

Και η ταχύτητα του ζεστού νερού, είναι : w = V/3.6 10<sup>6</sup>F

Όπου : F είναι η διατομή του σωλήνα

V είναι η παροχή όγκου

Η μέση θερμοκρασία του θερμού νερού υπολογίζεται από τα ανωτέρω με επαναληπτική μέθοδο.

Προσδιορίζοντας όλα τα προηγούμενα για κάθε χώρο ή για κάθε θερμοκύκλωμα, μπορεί να επιλεγεί η θερμοκρασία προσαγωγής, οπότε εύκολα υπολογίζονται με τις προηγούμενες σχέσεις και τα υπόλοιπα απαιτούμενα μεγέθη.

## 2.6.1 Η ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ

Η απόσταση τοποθέτησεως των σωλήνων D, είναι και αυτό ένα πολύ σημαντικό μέγεθος για την όλη μελέτη του ενδοδαπέδιου συστήματος, τόσο από θερμικής όσο και από ροικής απόψεως. Βρίσκεται σε άμεση σχέση με την τιμή της μέσης θερμοκρασίας του θερμού νερού σε κάθε θερμοκύκλωμα , αφού είναι δυνατόν να αποδοθεί το ίδιο πόσον θερμότητας με πυκνό δίκτυο και χαμηλή θερμοκρασία νερού , όπως και με αραιό δίκτυο και υψηλή θερμοκρασία νερού.

Ένα πυκνό δίκτυο είναι επιθυμητό γιατί εξασφαλίζεται περισσότερο μια θερμοκρασιακή ομοιομορφία σε κάθε στάθμη δαπέδου, συνεπάγεται όμως σημαντική δαπάνη σε μήκος σωλήνων και σημαντική αύξηση των αντιστάσεων ροής.

Η υπέρμετρη αύξηση του μήκους των σωλήνων δημιουργεί επομένως τόσο προβλήματα κόστους , όσο και λειτουργικά ώστε όπως σε όλα σχεδόν τα τεχνικά προβλήματα η άριστη λύση να συνδέεται με το μέτρο και την ακρίβεια των υπολογισμών και όχι με την σπατάλη στην ποσότητας.

Η τοποθέτηση των σωλήνων στα δάπεδα αποτελεί αντικείμενο επίπονης μελέτης και μετρήσεων για τους σοβαρούς κατασκευαστές, οι οποίοι ακολουθούν συγκεκριμένο σκεπτικό όσο και πρακτικούς κανόνες κατά την σχεδίαση των δικτύων.

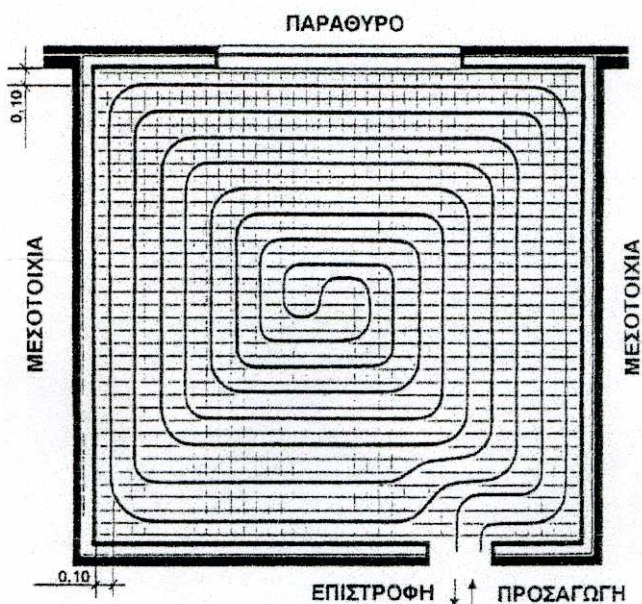
Μια αρχή π.χ. είναι ότι πλέον επικίνδυνα σημεία ( αυξημένες θερμικές απώλειες ) τροφοδοτούνται πρώτα ( γιατί το νερό προσαγωγής έχει υψηλότερη θερμοκρασία) και με πυκνότερο δίκτυο. Εάν αντιθέτως ένα χώρος παρουσιάζει μεγάλη ομοιομορφία αναγκών προτιμάται η παράλληλη όδευση σωλήνων προσαγωγής και επιστροφής ώστε να επιτυγχάνεται ομοιομορφία και στη θερμοκρασία της επιφάνειας του δαπέδου.

## 2.7 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΔΑΠΕΔΟΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

Κατά τη σχεδίαση των δικτύων σωληνώσεων δαπεδοθέρμανσης εξετάζονται προσεχτικά οι πιθανές περιοχές αυξημένων απωλειών θερμότητας όπως παράθυρα και εξωτερικοί τοίχοι.

Όταν αναμένεται σχετική ομοιομορφία στις θερμικές ανάγκες των διάφορων περιοχών θερμαινόμενου χώρου το σύστημα μπορεί να παρουσιάσει μια βασική συμμετρία με μοναδική διάκριση ότι η προσαγόμενη ποσότητα νερού ( που είναι υψηλότερης θερμοκρασίας ) οδηγείται αρχικά κοντά στα παράθυρα και τους εξωτερικούς τοίχους.

Στο σχήμα 22. φαίνεται μια συνήθης διάταξη σωληνώσεων δαπεδοθέρμανσης η οποία επιτυγχάνει σημαντική ομοιομορφία στη θέρμανση και ταυτόχρονα προκαλεί κάμψη των σωλήνων μόνο κατά 90°.



**σχήμα 22**

**μια συνήθης διάταξη σωληνώσεων δαπεδοθέρμανσης**

Απλή και αρκετά συμμετρική είναι και η διάταξη των σωληνώσεων που φαίνεται στο σχήμα 23. με την οποία ο κατασκευαστής ευνοεί την περιοχή κοντά στο παράθυρο και στον εξωτερικό τοίχο.

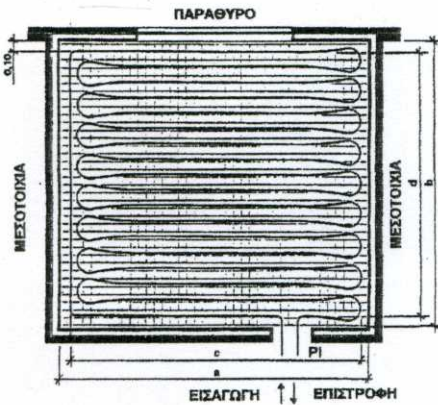
Στο σχήμα 24. φαίνεται ακόμα μια διατάξεις που προτείνει η 'velta' για την ισχυρή ενίσχυση της περιοχής κοντά στο παράθυρο ( με πολύ πυκνό τοπικό δίκτυο ) όπως και την αντιμετώπιση των απωλειών σε γωνιακό χώρο όπου έχει σχεδιαστεί αισθητά πυκνότερο δίκτυο σωληνώσεων.

Ο γνωστός γερμανός μηχανικός kolmar έχει κάνει μετρήσεις και έχει σχεδιάσει διαγράμματα και βοηθητικούς πίνακες για τον άμεσο προσδιορισμό της θερμικής απόδοσης ανάλογα με την διάταξη και την χαρακτηριστική απόσταση των σωλήνων όπως την καθορίζει σε σχέδια και περιγραφές τα οποία μάλιστα έχει εκδώσει σε βιβλίο και ένας τέτοιος πίνακας είναι ο πίνακας 2 .

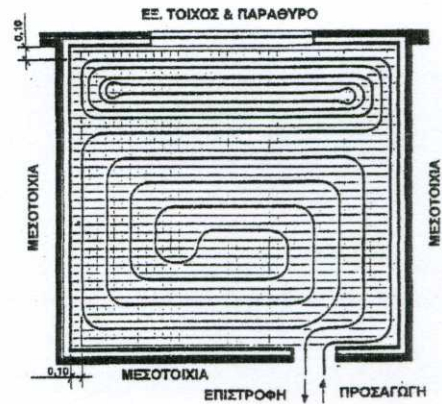
**πίνακας 2**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4.13. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΔΑΠΕΔΟΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ ΚΑΛΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ [55]**

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)			20				22			
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ΔΑΠΕΔΟΥ (m <sup>2</sup> K/W)			0,02	0,05	0,10	0,15	0,02	0,05	0,10	0,15
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ (°C)	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ D (mm)	ΕΝΔ. ΜΗΚΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m/m <sup>2</sup> )	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ (W/m <sup>2</sup> ) ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΔΤ = 10 °C							
40	75	13,0	98	79	61	49	84	67	52	42
	150	6,5	76	64	52	44	65	55	44	38
	225	4,3	70	60	49	42	60	52	42	35
	300	3,3	61	52	43	37	53	45	37	32
45	75	13,0	133	108	83	67	119	96	74	60
	150	6,5	102	87	71	59	92	78	63	53
	225	4,3	95	82	66	55	85	73	59	50
	300	3,3	83	72	58	50	74	64	52	44
50	75	13,0	167	137	106	85	154	125	96	78
	150	6,5	129	110	89	75	118	102	82	68
	225	4,3	120	103	85	70	110	95	77	65
	300	3,3	105	90	73	62	96	83	67	58
55	75	13,0	-	166	128	103	189	154	119	96
	150	6,5	156	134	108	91	145	125	100	84
	225	4,3	145	125	102	85	135	116	94	78
	300	3,3	127	109	89	76	118	102	83	70



**σχήμα 23.**



**σχήμα 24**

Στο σχήμα 23. παρατηρούμε μια διάταξη παράλληλης τοποθέτησως των υποδαπέδιου συστήματος με αυξημένη παροχή θερμικής ενέργειας στη περιοχή κοντά στο παράθυρο και μειωμένη όσο προχωράμε προς το εσωτερικό.

Στο σχήμα 24. παρατηρούμε μια ισχυρή θερμική ενίσχυση της περιοχής κοντά στον εξωτερικό τοίχο και τα παράθυρα.

## 2.8 ΦΑΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΕΝΑΡΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

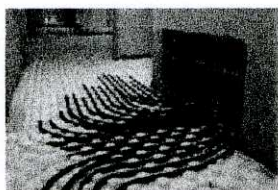
### 2.8.1 ΦΑΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

#### ΦΑΣΗ 1η

Παράδοση οικοδομής σε άριστη κατάσταση με καθαρή την επιφάνεια της πλάκας μπετόν και χωρίς κλίσεις. Συνίσταται η προύπαρξη των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων (αυτονομία, υπόγεια καλώδια κ.λ.π.). Η ύδρευση και η αποχέτευση που προηγούνται της θέρμανσης πρέπει να συμβαδίζουν με την ιδέα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης και να μην δημιουργούν κατασκευαστικά προβλήματα στην τελευταία

#### ΦΑΣΗ 2η

Τοποθέτηση συλλεκτών ανάλογα με τον διαχωρισμό των θερμαινόμενων χώρων



#### ΦΑΣΗ 3η



Τοποθέτηση περιμετρικής ταινίας τοίχου σε όλη την περίμετρο των δομικών στοιχείων χωρίς εξαίρεση (κολώνες, κάσες, εσοχές κ.λ.π.) Η περιμετρική ταινία μόνωσης τοποθετείται χωρίς κενά κατά μήκος όλων των τοίχων, των εσωτερικών κατασκευών, όπως κουφώματα πόρτες ή κολώνες του χώρου. 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).

#### ΦΑΣΗ 4η

Τοποθέτηση μονωτικής πλάκας σε όλες τις διαθέσιμες επιφάνειες των



θερμαινόμενων χώρων. Οι πλάκες του συστήματος, τοποθετούνται απευθείας στην πλάκα – μπετόν ή πάνω σε μία υδροπροστατευτική στρώση. Η τοποθέτηση ξεκινά από την δεξιά γωνία του χώρου. Ως προσανατολισμός



χρησιμοποιείται το Α που υπάρχει τυπωμένο και δείχνει την αρχή. Η σύνδεση των πλακών μεταξύ τους γίνεται με έξι (6) χελιδονοουρές. Οι πλάκες τέλος δύναται, όταν είναι αναγκαίο, να κοπούν με οδοντωτό μαχαίρι.

### ΦΑΣΗ 5η

Τοποθέτηση σωλήνα θέρμανσης σε αραιή διάταξη (κύριες ζώνες θέρμανσης) ή πυκνή διάταξη για ενισχυμένες ζώνες (παράθυρο, πόρτες, εξωτερικοί τοίχοι, λουτρό κ.λ.π.) τοποθέτηση του θερμοσωλήνα ξεκινά από τον συλλέκτη. Η αρχή συνδέεται στην επιστροφή. 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 συ-



κρατείται ο σωλήνας και να αποκλείεται η ελευθέρωση του σωλήνα λόγω ελαστικότητάς του. Ο σωλήνας κατά την τοποθέτησή του στις πλάκες «βοηθείται» με το πάτημα του ποδιού για άμεση και σίγουρη εφαρμογή. Σημαντικό είναι ώστε οι προεξοχές των στηρίξεων να μην φθείρονται κατά την τοποθέτηση ειδικά από τα υποδήματα.

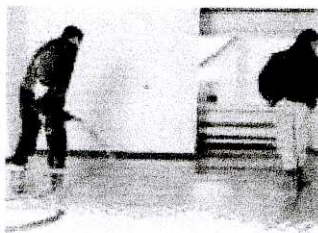
Όταν καλυφθεί πλήρως η θερμαινόμενη επιφάνεια με τον σωλήνα, η άκρη του οδηγείται προς τον συλλέκτη όπου συνδέεται.

### ΦΑΣΗ 6η

Υδραυλική δοκιμή εγκατάστασης επί 24 ώρες με πίεση 6 έως 10bar. 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.

### ΦΑΣΗ 7η

Τοποθέτηση θερμομπετόν σε ύψος 25mm από την άνω επιφάνεια του σωλήνα. Συνολικό ύψος κατασκευής περίπου 8cm. Το θερμομπετόν τοποθετείται σε αναλογία 7 σακκιά τσιμέντο ανά m<sup>3</sup> άμμου με προσθήκη βελτιωτικού 1% στην ποσότητα του τσιμέντου.

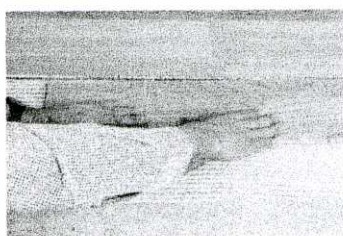


### **ΦΑΣΗ 8η**

Πάροδος 21 ημερών για την έναρξη της δοκιμαστικής θέρμανσης του δαπέδου και αυτό με αύξηση 5°C ανά ημέρα για ιδανικό "στεγνώμα" του θερμομετόν. Με το πέρας των 28 ημερών επιτρέπεται η τοποθέτηση πλακιδίων, μαρμάρων, παρκέτων κ.τ.λ.

### **ΦΑΣΗ 9η**

Τοποθέτηση τελικών δαπέδων είτε με λάσπη 2cm (πλακάκια, μάρμαρα, κ.λ.π.), είτε με κόλλα (πλακάκια, ξύλινα δάπεδα κ.λ.π.) οπότε απαιτείται τσιμεντοκονία ομαλοποίησης 2cm.



### **ΦΑΣΗ 10η**

Η σύνδεση του λέβητα, που έχει ήδη γίνει, ολοκληρώνεται με την ρύθμιση αυτού, του εξωτερικού θερμοστάτη, των θερμοστατών χώρων και των συλλεκτών. Τήρηση των οδηγιών λειτουργίας και συντήρησης της όλης εγκατάστασης για μέγιστη ασφάλεια και οικονομία.

## **2.8.2 ΔΟΚΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΩΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

- ✓ Η πρώτη δοκιμή της εγκαταστάσεως γίνεται μετά την στρώση των θερμοσωλήνων και την σύνδεση τους με τους συλλέκτες. Στη φάση αυτή ελέγχεται η στεγανότητα της εγκαταστάσεως και κυρίως η πιθανότητα να υπάρχει κάποιο κρυμμένο ελάττωμα στις σωληνώσεις ή να συνέβη κάποιος τραυματισμός κατά τη διαδικασία μεταφοράς και τοποθέτησεως.
- ✓ Κατά το κατασκευαστικό επίσης στάδιο είναι πριν από την τοποθέτηση της τελικής επικάλυψης του δαπέδου ( πλακίδια, παρκέ, μάρμαρο, κ.λ.π. ) επί δέκα περίπου ημέρες να λειτουργήσει η θέρμανση ώστε να 'στεγνώσει' πλήρως το κολυμβητικό δάπεδο και να μη δημιουργηθούν φυσαλίδες αέρα κάτω από την επικάλυψη.
- ✓ Μετά την ολοκλήρωση και κατά το 'γέμισμα' της εγκαταστάσεως πρέπει να αφαιρείται ο αέρας που βρίσκεται στις σωληνώσεις με την βοήθεια των εξαεριστικών που έχουν τοποθετηθεί στους συλλέκτες. Στη συνέχεια γίνεται νέα δοκιμή στεγανότητας για να διαπιστωθεί ότι το σύστημα δεν παρουσιάζει διαρροές και διαφυγές.

- ✓ Στη συνέχεια αρχίζει δοκιμαστική θέρμανση της εγκατάστασεως για τον τελικό έλεγχο στεγανότητας και μια πρώτη καταμέτρηση και σύγκριση θερμοκρασιών. Με την χρήση θερμοστατών και ίσως θερμοστατικών δικλείδων επιχειρούνται στη συνέχεια ρυθμιστικές παρεμβάσεις με στόχο την κατανομή των θερμοκρασιών , σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες και επιθυμίες των χρηστών όπως έχουν προδιαγραφεί από την μελέτη.
- ✓ Στους αυτοματισμούς και τις ρυθμίσεις των υποδαπέδιων συστημάτων γίνεται προσπάθεια να συσχετιστεί η θερμοκρασία του νερού των θερμοσωλήνων με την εξωτερική θερμοκρασία. Ο συσχετισμός αυτός (προσαρμογή της θερμοκρασίας του νερού στις ανάγκες για θέρμανση ) δεν είναι καθόλου απλή υπόθεση κυρίως λόγω της μεγάλης θερμικής αδράνειας του δαπέδου.

## 2.9 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ

Οι συγκρίσεις που αναφέρονται στη δαπεδοθέρμανση παρουσιάζουν σημαντικές αποκλίσεις κυρίως ανάλογα με τις παραδοχές που λαμβάνονται ως αφετηρία.

Κατ' αρχάς πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ του κόστους κατασκευής και κόστος λειτουργίας.

Το κόστος κατασκευής της δαπεδοθέρμανσης είναι αισθητά αυξημένο σχετικά με το κλασικό σύστημα. Οι κατασκευαστές δαπεδοθερμάνσεων αναφέρουν πρόσθετο κόστος 20%-50%. Στους υπολογισμούς τους όμως αφαιρούν διάφορες εργασίες και υλικά (όπως π.χ. τη θερμομόνωση ) θεωρώντας ότι εντάσσεται στο κόστος της δομικής κατασκευής.

Επίσης για το κόστος λειτουργίας θεωρούν την δαπεδοθέρμανση φθηνότερη , συγκρίνοντας την όμως με συστήματα συνεχούς λειτουργίας , πράγμα ασύνηθες στην ελληνική πραγματικότητα.

Εκείνο όμως που δεν πρέπει να λησμονείται, είναι ότι το υποδαπέδιου σύστημα δεν προσφέρεται ως φθηνό σύστημα αλλά ως σύστημα **αυξημένης ανέσεως**.

Επομένως σε κάθε περίπτωση πρέπει να συνεκτιμηθούν η δαπάνη κατασκευής, η δαπάνη λειτουργίας και συντηρήσεως σε συναρτήσε με την διάρκεια χρήσεως (σε βάση 24ωρου αλλά και χειμερινής περιόδου), η εξοικονομήσει χώρων (απουσία θερμαντικών σωμάτων ) και αλλά πλεονεκτήματα που ήδη έχουν αναφερθεί. Η τελική επιλογή είναι συνήθως προϊών σειράς υπολογισμών αλλά και υποκειμενικών κριτηρίων και επιλογών του μελετητή και σε τελευταία ανάλυση του χρήστη.

## 2.10 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### 2.10.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΠΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

- 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 θερμική ενέργεια για τη θέρμανση των δαπέδων μπορεί να αντληθεί από λεβητοστάσια καύσεως στερεών, υγρών ή αερίων καυσίμων, από αντλία θερμότητας (κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας), ηλιακά συστήματα, γεωθερμία ή την αξιοποίηση θερμών βιομηχανικών αποβλήτων. Επειδή ακριβώς η θερμοκρασία του νερού που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των δαπέδων είναι αρκετά χαμηλή (συνήθως 40-45°C), τα υποδαπέδια συστήματα προσφέρονται για συνδυασμούς συμβατικών πηγών ενέργειας και πηγών ανανεώσιμων μορφών ή συστήματα ανακτήσεως ενέργειας από θερμά απόβλητα.
- Σε πολλές περιπτώσεις, όπως ύπαρξη πέτρινου πατώματος, χρήση μεγάλων γυάλινων επιφανειών, χώροι όπου λόγοι διαμόρφωσης δεν επιτρέπουν τοποθέτηση θερμαντικών σωμάτων, ή ακόμα και σε ψηλοτάβανα κτίρια (όπως εκκλησίες), η ενδοδαπέδια θέρμανση αποτελεί την ιδανική λύση.
- 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.
- Η επιδαπέδια θέρμανση είναι το ιδανικότερο σύγχρονο σύστημα θέρμανσης διότι συνδυάζει την οικονομικότερη λειτουργία με την απόλυτη υγιεινότητα προσφέροντας την ευχάριστη θέρμανση των χώρων. Ένα σύστημα με την υψηλή ποιότητα των πρωτοποριακών υλικών του εξασφαλίζει την άριστη λειτουργικότητα και την μέγιστη ασφάλεια λειτουργίας.

Συνοψίζοντας έχουμε τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

1. Ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας στο χώρο.
2. Αποφυγή ρευμάτων αέρα , τα οποία δημιουργούν ξηρότητα της ατμόσφαιρας και ανθυγιεινό περιβάλλον.
3. Καλύτερη αισθητική χώρου, διότι απουσιάζουν τα θερμαντικά σώματα .
4. Ελευθερία στην αρχιτεκτονική διαρρύθμιση των χώρων.
5. Αθόρυβη λειτουργία.
6. Επιπρόσθετη θερμομόνωση και ηχομόνωση των χωρών.

7. Πλήρως αυτοματοποιημένη και εύχρηστη λειτουργία.
8. Χαμηλότερη θερμοκρασία του αέρα (θέρμανση κυρίως με ακτινοβολία) κατά συνέπεια ευχάριστη και υγιεινή ατμόσφαιρα.
9. Οικονομικότερη λειτουργία σε συνδυασμό με ηλιακούς συλλέκτες και μπόιλερ σε μικτό σύστημα επιδαπέδιου και σωμάτων (σχήμα 22). Μέχρι και 65% λιγότερη κατανάλωση καύσιμων.
10. Με τη παροχή ψυχρού νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ψύξη /δροσισμό το καλοκαίρι. Με τη χρήση ψύκτη νερού και ενισχυτικά με fan coils για τη αποφυγή υγραποιήσεων στο έδαφος (αφύγρανση του χώρου) .

### **2.10.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΠΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

- Το κόστος κατασκευής της υποδαπέδιας θέρμανσης είναι αισθητά αυξημένο , σχετικά με το κλασικό σύστημα. Οι κατασκευαστές δαπεδοθερμάνσεων αναφέρουν πρόσθετο κόστος κατασκευής 20-50%. Στους υπολογισμούς τους όμως αφαιρούν διάφορες εργασίες και υλικά (όπως π.χ. τη θερμομόνωση ) θεωρώντας ότι εντάσσεται στο κόστος της δομικής κατασκευής.
- Το κόστος λειτουργία της δαπεδοθέρμανση, σε πρώτο επίπεδο, θεωρείται χαμηλό. Συγκρίνοντας το όμως με άλλα συστήματα συνεχούς λειτουργίας, πράγμα ασύνηθες στην ελληνική πραγματικότητα, είναι αρκετά υψηλότερο. Άρα δαπάνη λειτουργίας και συντηρήσεως σε συνάρτηση με τη διάρκεια χρήσεως (σε βάση 24ώρου)
- Χαμηλό βαθμό απόδοσης του λέβητα / καυστήρα. Ο λέβητας ρυθμίζεται να λειτουργεί σε χαμηλές θερμοκρασίες νερού προσαγωγής με αποτέλεσμα να έχουμε αυξημένες υγραποιήσεις των καυσαερίων που σημαίνει αυξημένες διαβρώσεις. Για την μερική αποφυγή αυτού του φαινομένου χρησιμοποιούμε τετράοδης ή τρίοδης βάνας ανάμειξης.

Συνοψίζοντας έχουμε τα παρακάτω μειονεκτήματα:

1. Υψηλό κόστος κατασκευής
2. Υψηλό κόστος λειτουργίας
3. Αυξημένο κόστος συντήρησης
4. Δυσκολία και αυξημένο κόστος επισκευής του οριζόντιου δικτύου σε περίπτωση βλάβης (π.χ τρυπήματος σωλήνα)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### 3.1 ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΣΤΟ ΔΑΠΕΔΟ, ΤΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ ή ΤΗΝ ΟΡΟΦΗ.

Τα τελευταία χρόνια για την θέρμανση χώρων χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά θερμικά καλώδια.

Τα θερμικά καλώδια είναι ειδικής κατασκευής ηλεκτρικές αντιστάσεις. Χρησιμοποιούνται σε ευθύγραμμη μορφή ( εύκαμπτα ) ή διαμορφωμένα σε πλέγματα για την ενσωμάτωση τους στο δάπεδο τους τοίχους ή την οροφή. Είναι αυτονόητο ότι τα τοιχώματα των χώρων οι οποίοι πρόκειται να θερμανθούν με θερμικά καλώδια χρειάζονται ειδική προστασία και η τοποθέτηση των θερμικών καλωδίων υπόκειται σε αυστηρές προδιαγραφές προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή αποτελεσματικότητα με λογικό κόστος και υψηλή ασφάλεια.

Περισσότερο συνήθεις είναι η θέρμανση δαπέδων και οροφών. Οι θερμάνσεις με θερμικά καλώδια μπορεί να είναι τοπικές ή κεντρικές. Ακόμη όμως και οι κεντρικές θερμάνσεις διατηρούν πολύ εύκολα πλήρη αυτονομία ανά χώρο. Βέβαια τα κεντρικά συστήματα λειτουργούν με περισσότερους αυτοματισμούς που επιτρέπουν τη λειτουργία διαφόρων τμημάτων ανάλογα με την ανάγκη του χρήστη.

**Πλεονεκτήματα** των εγκαταστάσεων θέρμανσης με θερμικά καλώδια θεωρούνται :

- 1 Η καθαρότητα της εγκατάστασής αφού δεν χρειάζονται εγκαταστάσεις καύσεως για την παραγωγή της αναγκαίας θερμικής ενέργειας.
- 2 Η εξοικονόμηση χώρου, γιατί δεν χρειάζονται θερμαντικά σώματα και σωληνώσεις.
- 3 Η δυνατότητα άριστης κατανομής των πηγών θέρμανσης με πλήρη απουσία αερίων και ρευμάτων.
- 4 Η πλήρης αυτονομία των διαφόρων χώρων και επιλογή της θερμοκρασίας αυτής στα επιθυμητά επίπεδα.
- 5 Η οικονομία στις δαπάνες λειτουργίας γιατί θερμαίνονται χώροι μόνο όταν χρειάζεται και όσο χρειάζεται.
- 6 Η απουσία μαυρισμάτων (καπνός) αφού δεν υπάρχουν αισθητές μετακινήσεις αερίων ρευμάτων.

**Μειονεκτήματα** των εγκαταστάσεων θέρμανσης με θερμικά καλώδια θεωρούνται :

- Το σχετικά υψηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας.
- Οι δυσκολίες επισκευών και τροποποιήσεων

Το κόστος λειτουργίας μειώνεται σημαντικά με την χρησιμοποίηση κατάλληλων χρονικών και θερμοκρασιακών αυτοματισμών, όπως και των ειδικών τιμολογίων της ΔΕΗ.

Η μελέτη και η κατασκευή εγκαταστάσεων με θερμικά καλώδια φαίνεται εκ πρώτης όψεως εξαιρετικά απλή. Στην πραγματικότητα πρέπει πάντοτε να γίνεται από πεπειραμένους οι οποίοι μπορούν να συνεκτιμήσουν πληθώρα παραγόντων που πρέπει να συνυπάρχουν ώστε να προκύψει μια λειτουργική, ασφαλής και οικονομική εγκατάσταση, που θα προσφέρει άνεση στους χρήστες.

### **3.2 ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

Για τις εγκαταστάσεις δαπεδοθερμάνσεων με θερμικά καλώδια υπάρχουν μερικές βασικές γενικές αρχές :

**α.** Κάτω από το σύστημα δαπεδοθέρμανσης πρέπει να τοποθετείται ισχυρή θερμική μόνωση ώστε να μην παρατηρούνται απώλειες θερμότητας προς τον από κάτω χώρο ( η το έδαφος όταν πρόκειται για ισόγειο). Η μόνωση αυτή πρέπει να είναι τόσο ισχυρή όσο αυξάνει η πιθανότητα να εμφανίζονται μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ των δύο επιφανειών του δαπέδου.

**β.** Το υλικό στο οποίο θα ενσωματωθούν τα καλώδια πρέπει να παρουσιάζει ικανοποιητική θερμική ώστε να εξασφαλίζεται κατά το δυνατόν ομοιόμορφη θέρμανση του δαπέδου.

**γ.** Στις στρώσεις που θα υπάρχουν πάνω από τα θερμικά καλώδια δε θα πρέπει να περιλαμβάνονται θερμομονωτικά μέσα. Οι μοκέτες και τα χαλιά π.χ. δημιουργούν σοβαρά προβλήματα τόσο ως προς τον χρόνο που χρειάζεται για να αρχίσουν να γίνονται ικανοποιητικά τα αποτελέσματα θέρμανσης όσο και για την εν γένει απόδοση του συστήματος.

**δ.** Η θερμοκρασία του δαπέδου δεν πρέπει ( για λόγους ανέσεως και αισθητικής ) να υπερβαίνει τους 28 °C .

Συνήθως απάνω στο μπετόν του δαπέδου τοποθετείται μονωτικό υλικό ( τουλάχιστον 3cm). Έπειτα μια στρώση μεταλλικό πλέγμα (π.χ. κατετσοσυρμα) επάνω στο οποίο τοποθετούνται και στηρίζονται τα θερμικά καλώδια. Ακολουθεί μια στρώση ειδικής ποιότητας μπετόν ( πάχους περίπου 5 cm) με δομικό πλέγμα και επάνω του

γίνεται η τοποθέτηση της τελικής επενδύσεως του δαπέδου( ξύλο, πλακάκια, μωσαϊκό, μάρμαρο κ.λ.π.).

Τα συνήθη θερμικά καλώδια αποτελούνται από τον ηλεκτρικό αγωγό την ηλεκτρική μόνωση από ένα μολύβδινο περίβλημα προστασίας συνδεδεμένο με αγωγό γειώσεως και τέλος από εξωτερικό πλαστικό περίβλημα.

### 3.3 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΡΟΦΗ

Μια θερμή οροφή θα μπορούσε να θερμαίνει ένα χώρο με θερμική ακτινοβολία η οποία διερχόμενη από τον αέρα ( χωρίς να τον θερμαίνει υπερβολικά ) απορροφάται από τους τοίχους , το δάπεδο, τα αντικείμενα που βρίσκονται στο χώρο. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργούνται δευτερογενείς εστίες θερμάνσεως.

Με την ηλεκτρική θέρμανση από την οροφή επιτυγχάνεται κατ' εξοχήν ομοιόμορφη θέρμανση του χώρου. Όπως αναφέρεται στα ειδικά ενημερωτικά έντυπα όταν ρυθμιστεί ο θερμοστάτης χώρου π.χ. στους 22 °C επιτυγχάνεται η ίδια περίπου θερμοκρασία με απόκλιση  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  σε ολόκληρο το χώρο.

Με την ηλεκτρική θέρμανση οροφής η θερμοκρασία στην οροφή φτάνει στους 38-40 °C χωρίς αυτό να είναι ενοχλητικό. Ακόμη δεν υπάρχουν πλέον περιορισμοί ως προς την τοποθέτηση μοκετών ή χαλιών τα οποία στη συγκεκριμένη περίπτωση συμβάλουν στον περιορισμό των θερμικών απωλειών.

Σε κάθε εγκατάσταση ηλεκτρικής θέρμανσης στην οροφή είναι απαραίτητη η θερμομόνωση και η άριστη υγραμόνωση της οροφής. Ακόμη πρέπει να αποφεύγεται το σοβάτισμα της οροφής πράγμα άλλωστε άχρηστο και δαπανηρό αφού κάτω από τα καλώδια τοποθετείται ψευδοροφή από γυψοσανίδα.

Στις συνήθεις κατασκευές γίνεται καθρονάρισμα της οροφής τοποθετείται μονωτικό και στη συνέχεια τα θερμαντικά στοιχεία τα οποία οι κατασκευαστές προσφέρουν σε έτοιμες ομαδοποιημένες ενότητες με ακροδέκτες για την ηλεκτρική σύνδεση.

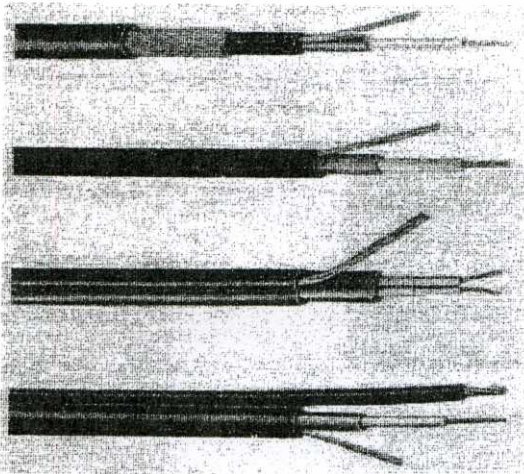
**Υποσημείωση :** οτιδήποτε αναφέρεται για την θέρμανση με ηλεκτρικά καλώδια από άποψη κατανομής θερμοκρασιών στους χώρους και από άποψη θερμομόνωσης ισχύουν και για την δαπεδοθέρμανση με νερό.

**Θερμικά καλώδια (alcatel s.t.k.) :** Στην Ελλάδα είναι πολύ γνωστά τα ηλεκτρικά θερμικά καλώδια της νορβηγικής εταιρείας 'alcatel', τα οποία χρησιμοποιούνται για θέρμανση δαπέδων ,λουτρών ,σωληνώσεων ( που κινδυνεύουν να υποστούν ζημιές από παγετό ή πρέπει να διατηρούν θερμό το περιεχόμενο ρευστό.) Τα ηλεκτρικά θερμικά καλώδια της 'alcatel' είναι μονά ή διπλά, είναι κατάλληλα για σύνδεση σε ρεύμα 220v και διατομή ηλεκτροφόρων αγωγών 1,5mm<sup>2</sup>. Η θερμαντική ικανότητα τους είναι περίπου 20w/m και τα τυποποιημένα μήκη τους είναι 6m(100w) έως και 2kw(121m). Η οριακή θερμοκρασία λειτουργίας τους είναι 90 °C.





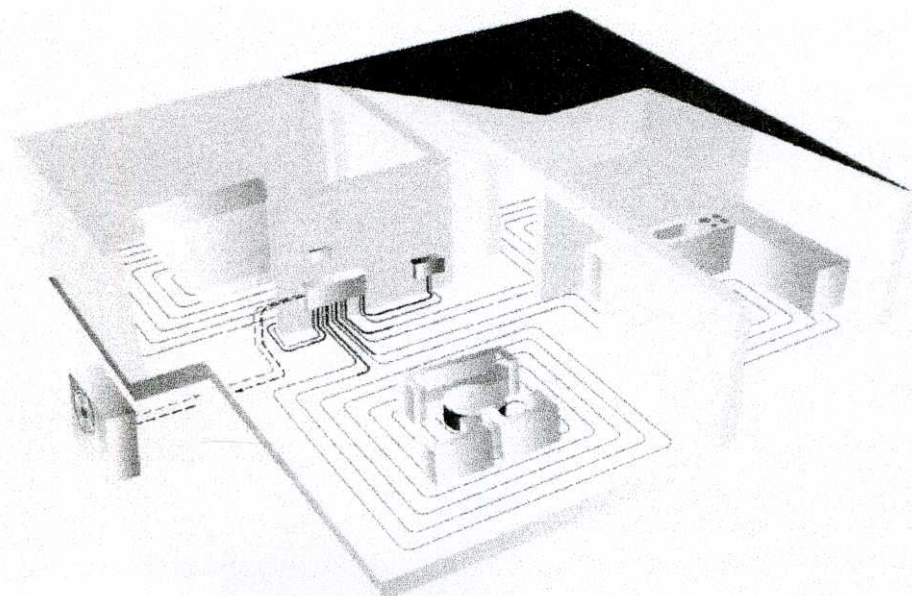
σχήμα 25: Θέρμανση οδού προσπελάσεως σε κτίριο με θερμαντικά καλώδια τοποθετημένα μέσα στο οδόστρωμα.(μία καλή λύση για τα παρκινγκ των σπιτιών της Κοζάνης.)



σχήμα 26. : διάφοροι τύποι θερμικών ηλεκτρικών καλωδίων από την εταιρεία alcatel.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ - ΨΥΞΗΣ

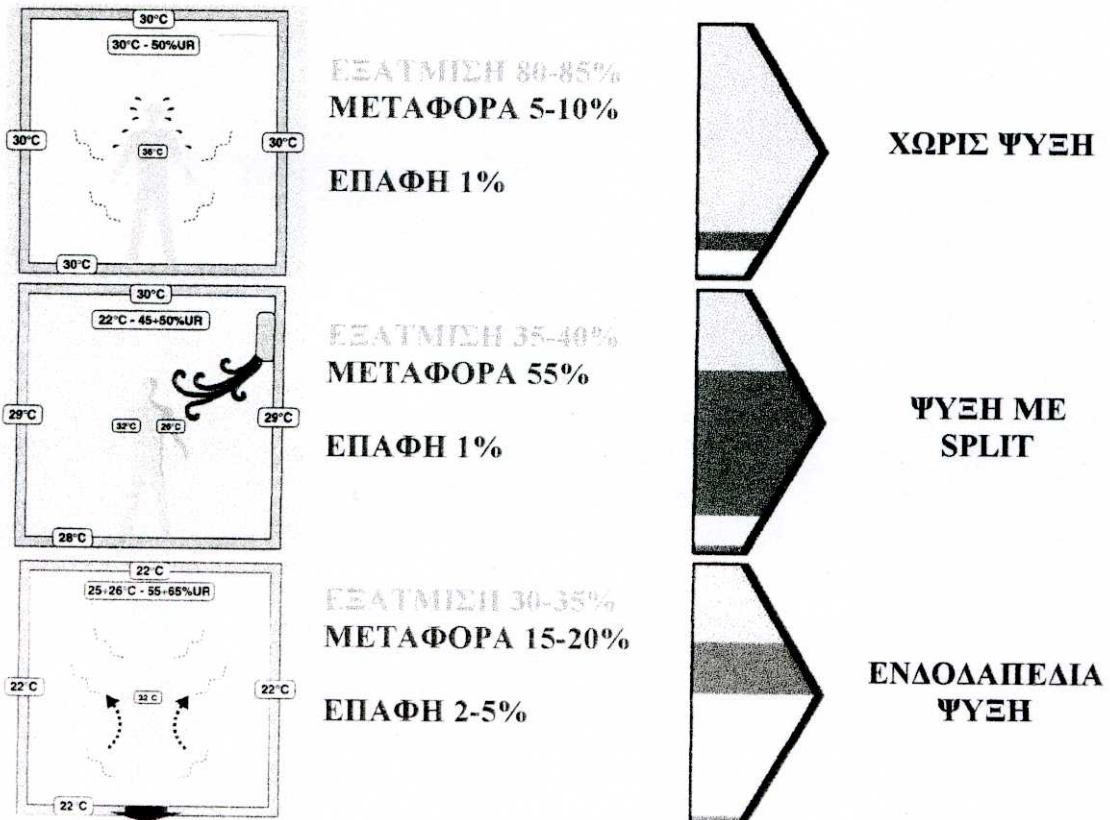


σχήμα 27 απεικόνιση ενδοδαπέδιας ψύξης

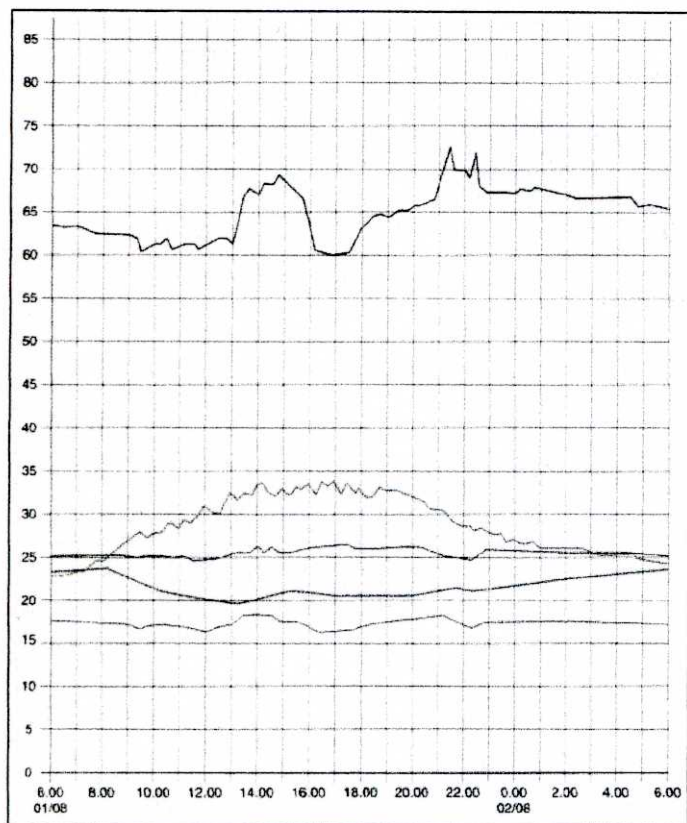
Η αρχή λειτουργίας του συστήματος βασίζεται στην ικανότητα που έχει το δάπεδο να ακτινοβολεί ενέργεια προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου. Αυτό επιτυγχάνεται με την ροή κρύου νερού κάτω από το τελικό δάπεδο. Στην κάλυψη του ψυκτικού φορτίου του χώρου συντελεί η συνολική αδράνεια του συστήματος κατά τη διάρκεια ενός 24ωρου. Κατ' αυτό τον τρόπο οι μεταβολές στην εσωτερική θερμοκρασία του χώρου είναι πολύ μικρές ( $\Delta t = \pm 4\text{o C}$ ). Η ενδοδαπέδια ψύξη εκμεταλλεύεται την θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων (εσωτερική και εξωτερική τοιχοποιία, κολόνες και τοιχία) για να καλύψει το απαιτούμενο ψυκτικό φορτίο του χώρου. Το σύστημα ψύξης δαπέδου λειτουργεί με θερμοκρασία προσαγωγής νερού 14ο C (σε συνθήκες περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης), ενώ η θερμοκρασία επιστροφής είναι 5 βαθμούς υψηλότερη. Στην ενδοδαπέδια ψύξη υπάρχει ο περιορισμός στην τελική θερμοκρασία δαπέδου, η οποία σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να είναι χαμηλότερη από 19ο C. Επιπλέον, παράγοντες που επηρεάζουν την κάλυψη των ψυκτικών αναγκών του κτιρίου είναι το είδος της τελικής επίστρωσης του δαπέδου, η απόδοση του ψυκτικού μηχανήματος, αλλά και το πάχος της τσιμεντοκονίας. Όσον αφορά το είδος της επίστρωσης θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το πλακάκι και το μάρμαρο έχουν τους καλύτερους συντελεστές αντίστασης θερμικής αγωγιμότητας, ενώ χρησιμοποιώντας ξύλο θα έχουμε μείωση της απόδοσης της ψύξης περίπου 5%, ενώ η μοκέτα αντενδείκνυται αφού επιφέρει

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.

μείωση της απόδοσης κατά 40% περίπου. Σημαντικότερη διαφορά στη λειτουργία του συστήματος είναι πως στο σύστημα ενδοδαπέδιας ψύξης ελέγχουμε στον χώρο, πέρα από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία και τελικά δημιουργούμε συνθήκες πολύ κοντά στο ιδανικό. Για παράδειγμα, σε ένα χώρο με εσωτερική θερμοκρασία 20ο C και σχετική υγρασία 70% ο ανθρώπινος οργανισμός δυσφορεί, ενώ αντίθετα με θερμοκρασία χώρου 24 ο C και σχετική υγρασία 50-55% λαμβάνουμε την αίσθηση του ιδανικού. Το ως άνω παράδειγμα αναφέρεται σε εξωτερική θερμοκρασία. Στο σχήμα 28 φαίνονται διάφοροι τρόποι ψύξης και ποιο συγκεκριμένα φαίνεται με ενδοδαπέδια ψύξη με το κλασικό σύστημα με split και χωρίς ψύξη και διαπιστώνουμε ότι η καλύτερη κατανομή αέρα είναι στο ενδοδαπέδιο γιατί ο ψυχρός αέρας κατανέμεται σε όλη την επιφάνεια του σώματος ενώ με σύστημα split ο αέρας χτυπάει στην μια πλευρά του σώματος



σχημα 28 διάφοροι τρόποι ψύξης



### ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ 24ΩΡΟΥ ΣΕ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΨΥΞΗ

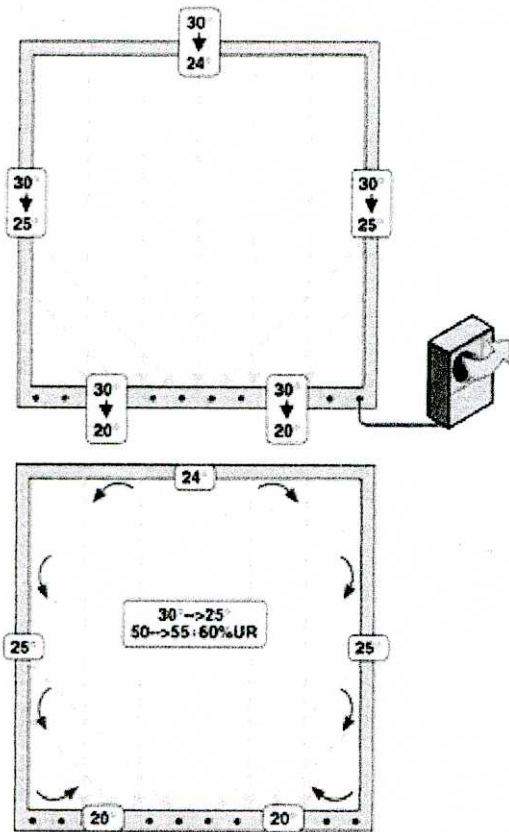


- Σχετική υγρασία %
- Εξωτερική θερμοκρασία
- Εσωτερική θερμοκρασία
- Θερμοκρασία δαπέδου
- Θερμοκρασία νερού

**σχήμα 29 κατανομή θερμοκρασιών στην ενδοδαπέδια ψύξη**

Στο σχήμα 29 παρατηρούμε ότι η ενδοδαπέδια ψύξη δημιουργεί την αίσθηση του ιδανικού και αυτό φαίνεται σύμφωνα με το διάγραμμα του kolmar και το διάγραμμα αυτό λέει ότι οι ιδανικές συνθήκες για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι η θερμοκρασία 25 °c και σχετική υγρασία γύρω στο 70% .

Στο σχήμα 30 βλέπουμε το πώς κινούνται τα ψυχρά ρεύματα μέσα σε έναν χώρο και το πώς κατανέμεται η θερμοκρασία κατά την ενδοδαπέδια ψύξη.



σχήμα 30

#### 4.2 ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΨΥΞΗ

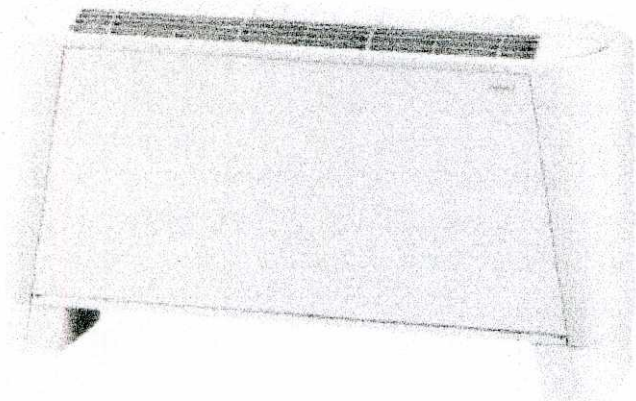
Στην υπάρχουσα εγκατάσταση ενδοδαπέδιας θέρμανσης, προστίθενται τα εξής:

- Ψύκτης νερού (chiller) σύμφωνα βέβαια με την μελέτη των ψυκτικών φορτίων που θα ακολουθήσουν σε παρακάτω ενότητα επιλέγουμε ψύκτη νερού 47,9 KW, με προδιαγραφές χαμηλής στάθμης θορύβου
- Ψυχοστάσιο HYDROKIT 300 2HP
- FAN-COIL για αφύγρανση και ενίσχυση της ψυκτικής ικανότητας του συστήματος στους δυσμενείς από απόψεως ψυκτικών φορτίων χώρους (καθιστικό - κουζίνα υπογείου, καθιστικό 1, καθιστικό, και δωματίου ισογείου, ορόφου δωματίου ) (6 τεμ) στους τύπους δαπέδου ή οροφής, κρυφά ή εμφανή Τρίοδη ηλεκτροκίνητη βάνα
- Πίνακας ελέγχου( 6 τεμ), θερμοστάτης χώρου(6 τεμ), αισθητήριο υγρασίας(τεμ.6)
- Όλα τα απαιτούμενα μικρουλικά ,σωληνώσεις με ισχυρή μόνωση, χαλκοεξαρτήματα κ.λ.π.

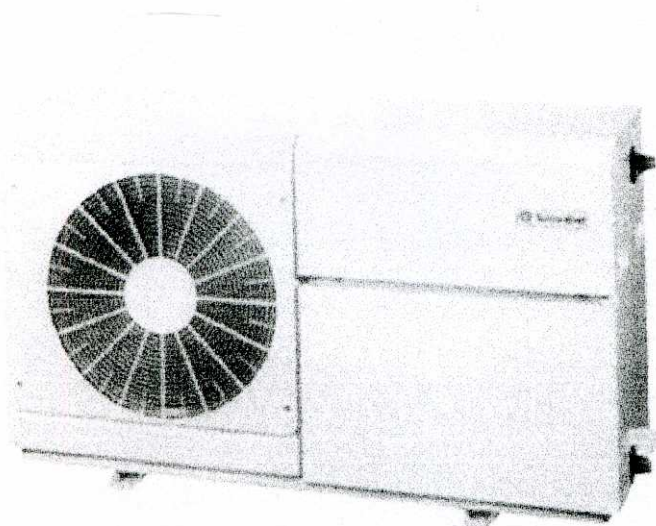
Είναι σκόπιμο να αναφέρουμε λίγα λόγια για την αφύγρανση επειδή έχουμε δυο επιφάνειες με διαφορετικές θερμοκρασίες έχουμε αύξηση του ποσοστού υγρασίας το οποίο προκαλεί υδρατμούς στο δάπεδο και έτσι τοποθετούμε τα FAN-

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.

COIL τα οποία περιέχουν και αφυγραντήρα και έτσι ρουφάει τον αέρα με μεγάλη σχετικά υγρασία στεγνώνει τον αέρα και τον ξαναστέλνει στο χώρο και έτσι περιορίζουμε το φαινόμενο της αφύγρανσης



**σχήμα 31 fan- coil**



**σχημα 32 ψυκτης chiller**

#### **4.3 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

Η ύπαρξη των απαιτούμενων καλωδιώσεων στις θέσεις που θα υποδειχθούν και αφορούν στην σύνδεση των οργάνων ελέγχου, των αισθητηρίων και των μηχανημάτων της ψύξης. Συγκεκριμένα:

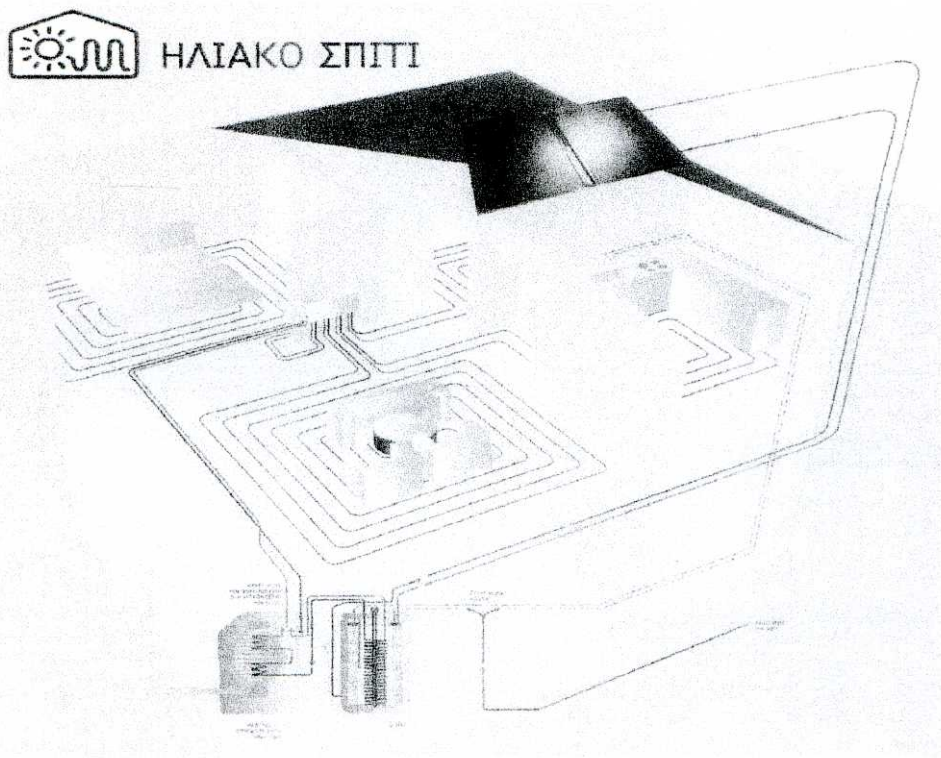
- Θερμοστάτη χώρου σε κάθε δωμάτιο(εκτός από τα λουτρά)  $\Rightarrow 3\chi 1,5 \Rightarrow$ κολλεκτέρ
- Αισθητήριο υγρασίας στο σαλόνι και στο καθιστικό  $\Rightarrow 3\chi 1,5 \Rightarrow$ λεβητοστάσιο
- Fan coil (όπου υπάρχει) $\Rightarrow 3\chi 1,5 \Rightarrow$ λεβητοστάσιο
- Chiller $\Rightarrow 5\chi 2,5$  και  $5\chi 1,5 \Rightarrow$ λεβητοστάσιο
- Εξωτερικό αισθητήριο $\Rightarrow 3\chi 1,5 \Rightarrow$ λεβητοστάσιο
- Control panel στο σαλόνι $\Rightarrow 12\chi 1,5 \Rightarrow$ λεβητοστάσιο
- Ταράτσα(αφορά το ηλιακό σπίτι) $\Rightarrow 3\chi 1,5 \Rightarrow$ λεβητοστάσιο
- Παροχή στο λεβητοστάσιο $\Rightarrow 5\chi 6$
- Κολλεκτέρ $\Rightarrow 12\chi 1,5 \Rightarrow$ λεβητοστάσιο

#### **4.4 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΙΜΑΤΑ, ΕΝΑΝΤΙ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΤΡΟΠΩΝ ΨΥΞΗΣ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΕΞΗΣ**

- Ευχάριστη απόδοση.
- Κλιματισμός χωρίς δημιουργία ρευμάτων αέρα, σε αντίθεση με άλλα συστήματα τα οποία δημιουργούν ξηρότητα της ατμόσφαιρας και ανθυγιεινό περιβάλλον (πονοκεφάλους, ψύξεις, νόσος λεγεωνάριων, κ.λ.π.).
- Εξοικονόμηση χώρου και αποφυγή αντιαισθητικών μηχανημάτων σε τοίχους, οροφές αφού απουσιάζουν οι εσωτερικές και οι εξωτερικές μονάδες των split .
- Χαμηλό κόστος λειτουργίας
- Δυνατότητα λειτουργίας χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα (π.χ. εκμετάλλευση υπογείων υδάτων χαμηλής θερμοκρασίας).
- Οικολογικό σύστημα, φιλικό στο περιβάλλον
- Ευχάριστη αίσθηση στον ανθρώπινο οργανισμό λόγω του ότι η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του ανθρώπινου οργανισμού και συστήματος ψύξης γίνεται με τον ίδιο τρόπο (δια ακτινοβολίας).
- Ανεξαρτησία στην επιλογή πηγής θερμότητας (αντλία θερμότητας, ψύκτης-εναλλάκτης, γεωθερμικός εναλλάκτης, υπόγεια ύδατα κλπ.)
- Αθόρυβη λειτουργία.
- Οικονομία στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος εως και 65%.
- Πλήρως αυτοματοποιημένη και εύχρηστη λειτουργία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ



**σχήμα 33 απεικόνιση ηλιακού σπιτιού συνδυνασμένο με ενδοδαπέδια θέρμανση**

Η εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ειδικά της ηλιακής, είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στη χώρα μας, για την θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης. Στατιστικά, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες που βρίσκονται εγκατεστημένοι στην Ελλάδα αποτελούν το 50% της Ευρωπαϊκής αγοράς. Επιπλέον, ποικίλες εφαρμογές εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας στη χώρα μας έχουν κάνει την εμφάνισή τους, τα τελευταία χρόνια, με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος, την εξοικονόμηση

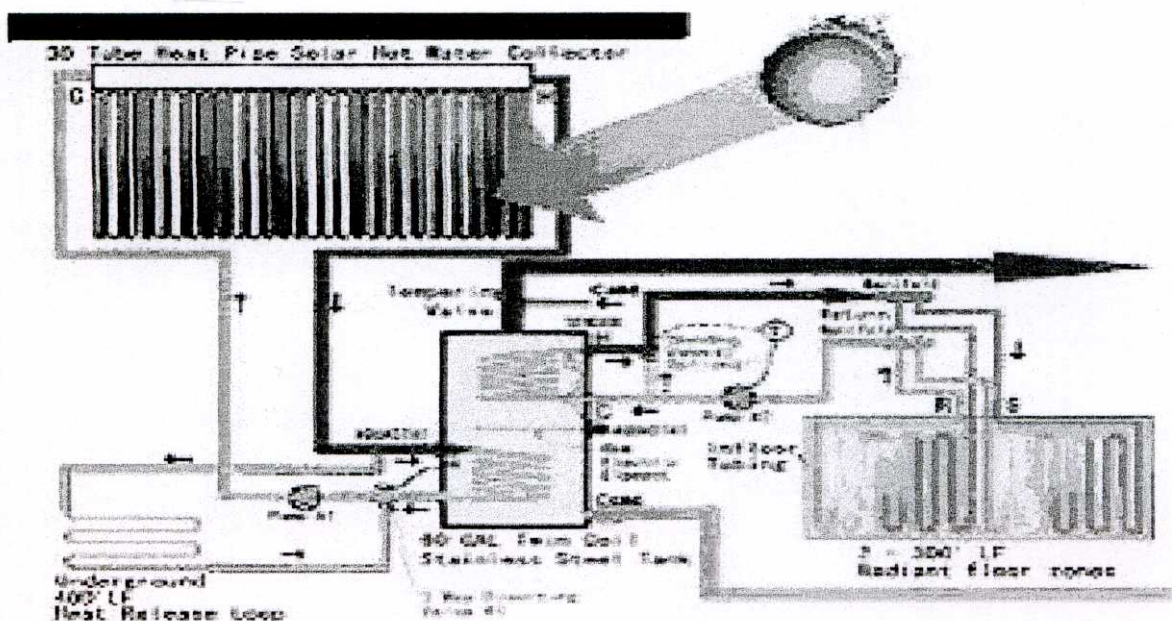


ενέργειας και χρημάτων. Με γνώμονα τα παραπάνω, προτείνουμε συγκεκριμένη διάταξη με την οποία 'εκμεταλλευόμαστε την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση του νερού που κυκλοφορεί μέσα στο οριζόντιο δίκτυο του ενδοδαπέδιου συστήματος. Σε συγκεκριμένες εφαρμογές έως τώρα (η πρώτη λειτουργεί ήδη εδώ και 2 χρόνια) έχει παρατηρηθεί μείωση της κατανάλωσης σε πετρέλαιο έως και 72%, συγκριτικά με ένα σύστημα θέρμανσης αποτελούμενο από συμβατικό λέβητα και σώματα πάνελ. Πρέπει να τονίσουμε ότι η διάταξη είναι ιδιαίτερα απλοποιημένη και το κοστολόγιο της συνολικής εγκατάστασης κυμαίνεται σε λογικά επίπεδα,

## 5.2 ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ

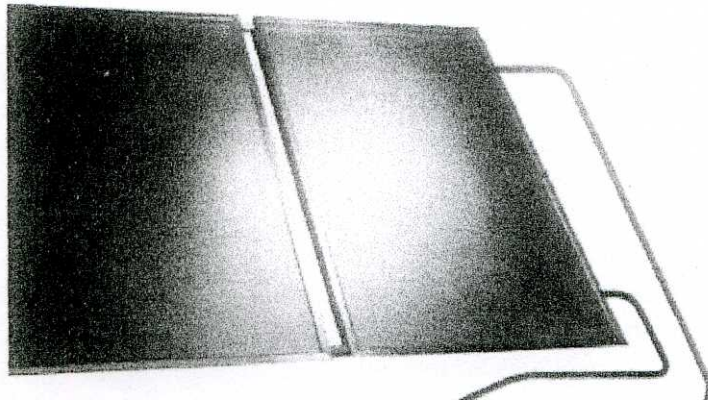
Η ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας συλλέγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες, που χρησιμοποιούνται στο σύστημα ηλιακό σπίτι, θερμαίνει το νερό που βρίσκεται στο boiler συνεχούς ροής.

Στο boiler θερμαίνονται δυο διαφορετικά συστήματα σωληνώσεων το ένα κατασκευασμένο από θερμοσωληνα δικτυωμένου πολυαιθυλένιο PE-x-C και ένα μεταλλικό τα οποία διακλαδίζονται και μεταφέρουν σε ολόκληρο το σπίτι το ζεστό νερό για οικιακή χρήση και το ζεστό νερό που χρησιμοποιείται στο δίκτυο της ενδοδαπέδιας θέρμανσης. Το boiler είναι εφοδιασμένο με ειδικό σύστημα αυτόνομης λειτουργίας, ώστε να δίνει αυτόματα εντολή ενεργοποίησης του λέβητα όποτε κάτι τέτοιο είναι απαραίτητο (π.χ τις ημέρες με συννεφιά).



σχήμα 34 απεικόνιση της συνδεσμολογίας των ηλιακών συλλεκτών με το κύκλωμα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης

### 5.3 ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ



σχήμα 35 ηλιακός συλλέκτης νερού

Η ενσωμάτωση ηλιακών συλλεκτών στο κέλυφος ενός κτιρίου βελτιώνει σημαντικά τα συστήματα θέρμανσης και παροχής ζεστού νερού με την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Η εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών στο κέλυφος του κτιρίου μπορεί να καλύψει ένα μέρος των ενεργειακών του αναγκών για θέρμανση των εσωτερικών χώρων και για παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης με την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Οι παραδοσιακοί ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του νερού οικιακής χρήσης και τοποθετούνται στη στέγη.

Μια άλλη εφαρμογή εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας αποτελούν οι ηλιακοί συλλέκτες στέγης ή όψεων που λειτουργούν με αέρα και οι οποίοι θερμαίνουν τους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου είτε άμεσα με την προθέρμανση του νέου αέρα που εισέρχεται στο κτίριο μέσα από το σύστημα αερισμού είτε έμμεσα με τη μεταβίβαση θερμού αέρα μέσα στο διπλό κέλυφος του κτιρίου. Τα ηλιακά πανό στέγης και όψεων αποτελούν ένα συνδυασμό ηλιακών συλλεκτών και πανό επικάλυψης στέγης ή επένδυσης όψεων.

Οι ηλιακοί συλλέκτες νερού ή αέρα ενσωματώνονται σε πανό τα οποία μπορεί να εφαρμοστούν άμεσα ως πανό επικάλυψης στέγης ή επένδυσης όψεων, δρώντας ταυτόχρονα ως ενεργητικά ηλιακά συστήματα και ως δομικά στοιχεία. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομείται χρόνος και κόπος σε σχέση με αυτόν που απαιτείται για την ξεχωριστή τοποθέτηση παραδοσιακών ηλιακών συλλεκτών και πανό επικάλυψης ενας συλλεκτής νερού εμφανίζεται στο σχήμα 35.

#### 5.3.1 Είδη ηλιακών συλλεκτών

Ο κύριος στόχος των ηλιακών συλλεκτών είναι η θέρμανση του νερού οικιακής χρήσης και/ή η θέρμανση των εσωτερικών χώρων άμεσα ή έμμεσα. Οι συλλέκτες ενσωματώνονται συνήθως στη στέγη ή σε μια νότια όψη του κτιρίου.

Αποτελούνται από ένα μονωμένο περίβλημα, το υλικό που απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία και το διαφανές κάλυμμα από γυαλί ή πλαστικό. Χαρακτηρίζονται από δυο κύριες παραμέτρους, το συντελεστή απόδοσης ( $n= 0,6-0,8$ )

και και το συντελεστή θερμοδιαφυγής ( $\lambda= 3-8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Υπάρχουν δυο κύριες κατηγορίες ηλιακών συλλεκτών:

### **5.3.2 Ηλιακοί συλλέκτες νερού.**

Αυτοί χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση νερού οικιακής χρήσης. Το σύστημα αποτελείται από πανό ηλιακών συλλεκτών που συνήθως τοποθετούνται στη στέγη του κτιρίου και από μια κοινή δεξαμενή αποθήκευσης που συνδέεται με ένα κεντρικό σύστημα παροχής ζεστού νερού. Οι ηλιακοί συλλέκτες νερού μπορεί επίσης να συνδεθούν με το κεντρικό σύστημα θέρμανσης εσωτερικού χώρου που λειτουργεί συνήθως με θερμαντικά σώματα νερού ή με ενδοδαπέδια θέρμανση. Σε πολυώροφα κτίρια οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης νερού είναι δυνατό να συνδεθούν μεμονωμένα με κλάδους του συστήματος παροχής οικιακού νερού που αντιστοιχούν σε διαφορετικά διαμερίσματα. Στο εξωτερικό μερικοί κατασκευαστές ηλιακών συλλεκτών νερού παράγουν μεγάλα προκατασκευασμένα πανό στέγης τα οποία περιλαμβάνουν ενσωματωμένους ηλιακούς συλλέκτες. Αυτά έχουν εμβαδό 8-12 τετ. μέτ., προορίζονται να αποτελέσουν την επιστέγαση πολυώροφων κτιρίων και προσφέρονται ιδιαίτερα για εφαρμογή σε κτίρια που ανακαινίζονται. Μια εναλλακτική λύση αποτελούν ηλιακοί συλλέκτες πλάτους περίπου 2,5 μέτ. που είναι σχεδιασμένοι για να τοποθετούνται άμεσα πάνω στις δοκούς ζευκτού στέγης και να δέχονται το υλικό επικάλυψης της στέγης περιμετρικά της επιφάνειάς τους.

### **5.3.3 Ηλιακοί συλλέκτες αέρα.**

Οι συλλέκτες αυτοί προορίζονται κυρίως για τη θέρμανση εσωτερικών χώρων άμεσα ή έμμεσα. Η άμεση θέρμανση των εσωτερικών χώρων γίνεται με την προθέρμανση του αέρα που εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου μέσα από το σύστημα αερισμού. Οι συλλέκτες αυτοί συνήθως τοποθετούνται σε μικρή απόσταση από την όψη, στην περιοχή των σημείων από τα οποία γίνεται είσοδος νέου αέρα στο κτίριο. Το σύστημα κάνει συνήθως χρήση του κελύφους του κτιρίου για την αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας, ενώ μπορεί να εφαρμοστούν και ξεχωριστά στοιχεία με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Η έμμεση θέρμανση των εσωτερικών χώρων γίνεται με τη θέρμανση του κελύφους του κτιρίου με τον αέρα που θερμαίνεται στους ηλιακούς συλλέκτες αέρα. Στην περίπτωση αυτή οι συλλέκτες μπορεί να τοποθετηθούν σε μικρή απόσταση από την όψη, όπως και στην περίπτωση της άμεσης θέρμανσης. Αν το σύστημα αερισμού περιλαμβάνει κεντρική ρύθμιση και κέλυφος με διπλά τοιχώματα, τότε οι ηλιακοί συλλέκτες αέρα μπορεί να τοποθετηθούν στη στέγη του κτιρίου. Οι ηλιακοί συλλέκτες αέρα που προορίζονται για τοποθέτηση στην όψη ή στη στέγη των κτιρίων αποτελούν προς το παρόν ιδιοκατασκευές για συγκεκριμένες εφαρμογές.

### **5.3.4 Η αποτελεσματικότητα των ηλιακών συλλεκτών**

Οι θερμικές ανάγκες των κτιρίων για τη θέρμανση νερού οικιακής χρήσης είναι περίπου ίδιες σε όλα τα κτίρια που έχουν ίδια χρήση, ενώ οι ανάγκες θέρμανσης του εσωτερικού χώρου ποικίλλουν σημαντικά ανάλογα με τη θέση, τον τύπο και την κατασκευή του κτιρίου. Οι διαδικασίες βελτίωσης της θερμικής άνεσης που μπορεί να ακολουθηθούν είναι:

\* Προσθήκη παραδοσιακής εξωτερικής θερμομόνωσης στις όψεις του κτιρίου και αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων με νέα θερμομονωτικά κουφώματα. Με τους τρόπους αυτούς οι θερμικές ανάγκες του κτιρίου μπορεί να μειωθούν ως 25%.

\* Εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών νερού στην οροφή για τη θέρμανση του νερού οικιακής χρήσης. Με τον τρόπο αυτό οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου για τη θέρμανση του νερού οικιακής χρήσης μειώνονται σημαντικά κατά τις περιόδους που υπάρχει ηλιοφάνεια. Το καλοκαίρι οι ανάγκες αυτές συνήθως καλύπτονται πλήρως, ενώ το χειμώνα μπορεί να καλύπτεται μόνο ένα μικρό ποσοστό τους.

Ένας πρακτικός κανόνας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος είναι: σε κάθε διαμέρισμα ενός πολυώροφου κτιρίου κατοικίας, 3-7 τετ. μέτ. επιφάνειας ηλιακού συλλέκτη και μια δεξαμενή χωρητικότητας 200 λίτρων μπορεί να καλύψουν 40-50% των ετήσιων ενεργειακών αναγκών του κτιρίου για τη θέρμανση νερού οικιακής χρήσης. Η απαιτούμενη επιφάνεια συλλέκτη εξαρτάται από το κλίμα της περιοχής και τον προσανατολισμό του συλλέκτη. Νότιος, νοτιοανατολικός ή νοτιοδυτικός προσανατολισμός συλλέκτη σε στέγη κλίσης 15-45 μοιρών επιφέρει ευνοϊκά αποτελέσματα. Ένα κεντρικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης απαιτεί επίσης χώρο εγκατάστασης (αντλίες, εναλλάκτες, δεξαμενές αποθήκευσης κτλ.) 6-10 τέτ. μέτ. για κάθε 100 τετ. μέτ. ηλιακών συλλεκτών.

\* Εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών για τη θέρμανση του νέου αέρα που εισέρχεται στο κτίριο. Τα σύγχρονα ή ανακαινισμένα κτίρια είναι στεγανά στον αέρα, για το λόγο αυτό χρειάζεται να είναι εξοπλισμένα με ένα μηχανικό σύστημα ρύθμισης της εισόδου του αέρα. Η προθέρμανση του νέου αυτού αέρα μπορεί να γίνει με τη βοήθεια ηλιακών πανό αέρα που εφαρμόζονται ως εξωτερικά πανό επένδυσης των όψεων με κατάλληλο προσανατολισμό. Ο θερμός αέρας που παράγεται από τα ηλιακά πανό κυκλοφορεί στο διάκενο μεταξύ της όψης και της επένδυσης και συλλέγεται από τους αγωγούς αερισμού του χώρου. Η θερμοχωρητικότητα του κελύφους του κτιρίου παίζει επίσης ρόλο στην περίπτωση αυτή, γιατί απορροφά μέρος της θερμικής ενέργειας του αέρα και την αποδίδει με ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο. Κατά τις περιόδους με ηλιοφάνεια και μέτριες θερμοκρασίες περιβάλλοντος, όπως στην αρχή και στο τέλος της περιόδου θέρμανσης, η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου μπορεί να καλυφτεί εξ ολοκλήρου με τη θέρμανση του νέου αέρα που εισέρχεται στο κτίριο. Ένας πρακτικός κανόνας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος είναι: σε ένα πολυώροφο κτίριο κατοικίας, χρειάζονται περίπου 10 τετ. μέτ. επιφάνειας ηλιακού συλλέκτη αέρα ανά διαμέρισμα για την κάλυψη του 10-20% των ετήσιων ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου για τη θέρμανση του νέου αέρα που εισέρχεται σ' αυτό.

\* Εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών για την άμεση θέρμανση του εσωτερικού χώρου. Για την πραγματοποίηση του στόχου αυτού, χρειάζεται το κτίριο να έχει διπλό κέλυφος και πρόσθετες μονώσεις. Στην περίπτωση αυτή οι ηλιακοί συλλέκτες αέρα εφαρμόζονται στη στέγη του κτιρίου, ο θερμός αέρας που παράγεται μεταβιβάζεται στο διάκενο του διπλού κελύφους και μέρος της θερμικής του ενέργειας απορροφάται από το εσωτερικό πέτασμα και ακτινοβολείται στο εσωτερικό του κτιρίου. Η διαστασιολόγηση και η συμβολή του συστήματος αυτού στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι παρόμοια με εκείνα της εφαρμογής ηλιακών συλλεκτών αέρα για την προθέρμανση του νεοεισερχόμενου αέρα. Το σύστημα αυτό μπορεί εξάλλου να συμβάλει στο σύστημα θέρμανσης νερού οικιακής χρήσης κατά τη θερινή περίοδο, με την παρεμβολή ενός εναλλάκτη αέρα-νερού. Από το στάδιο του σχεδιασμού του κτιρίου είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη οι περιορισμοί προσανατολισμού και κλίσεων των δομικών στοιχείων που θα αντικατασταθούν με ηλιακά πανό καθώς και το θέμα της σκιάσής τους. Τα πανό οροφής πρέπει να

παραμένουν ανεμπόδιστα από γειτονικά κτίρια και φυσικά εμπόδια στην περίπτωση που προορίζονται για τη θέρμανση του οικιακού νερού. Αντίθετα τα πανό οροφής ή όψεων που προορίζονται για τη θέρμανση του εσωτερικού χώρου είναι απαραίτητο να εξοπλίζονται με κινητά σκίαστρα για χρήση τους θερινούς μήνες. Η επιφάνεια των ηλιακών πανό είναι λεία και ανακλαστική, σκούρου ή ανοιχτού χρώματος. Η εμφάνισή τους ποικίλλει ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού του εξωτερικού περιβάλλοντος, τη θέση θέασης, τη γωνία κλίσης των πανό, τα υλικά και τα χρώματα του σκελετού και του καλύμματός τους. Οι στέγες με μεγάλη επιφάνεια μπορεί να περιλαμβάνουν πανό διαφορετικών μεγεθών και κλίσεων τα οποία με την κατάλληλη χωροθέτηση δημιουργούν πρωτότυπη αισθητική. Αν τα ηλιακά πανό καταλαμβάνουν μόνο ένα τμήμα της στέγης, η εναλλαγή τους με παραδοσιακά υλικά επικάλυψης στέγης μπορεί να ακολουθεί συγκεκριμένο κάρναβο. Σε κάθε περίπτωση, οι κορυφογραμμές, οι περίμετροι και άλλα χαρακτηριστικά σημεία της στέγης μπορεί να καλύπτονται από παραδοσιακά υλικά. Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να εξασφαλίζεται η καλή απορροή του νερού στην επιφάνεια των πανό και η ανεμπόδιστη λειτουργία στοιχείων της στέγης όπως καπνοδόχοι, σωλήνες εξαερισμού, παράθυρα στέγης, στεγανωτικά μέσα κτλ. Η τοποθέτηση πανό με ενσωματωμένους ηλιακούς συλλέκτες στις όψεις προϋποθέτει ορισμένους δυνατούς προσανατολισμούς καθώς και τον εξοπλισμό τους με κινητά σκίαστρα. Από αρχιτεκτονική άποψη, τα ηλιακά πανό πρέπει να ακολουθούν συγκεκριμένη χωροθέτηση σε συνδυασμό με τα ανοίγματα και γενικά με τη γεωμετρία της όψης. Αν η ανακαίνιση της όψης περιλαμβάνει εξωτερική τοποθέτηση παραδοσιακών πανό, τότε ο βοηθητικός σκελετός που θα εφαρμοστεί στην όψη πρέπει να περιλαμβάνει τόσο τα παραδοσιακά όσο και τα ηλιακά πανό. Το χρώμα των πανό πρέπει να συνδυάζεται με το χρώμα των υαλοστασίων. Ένα στοιχείο που πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη είναι η ανακλαστικότητα των ηλιακών πανό σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο

#### **5.4 ΗΛΙΑΚΟ BOILER**

Συγκεκριμένα η παραπάνω κατοικία αξιοποιώντας τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του ηλιακού μπόϊλερ 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, μικτής ή συνδυασμένης θέρμανσης. Τέλος όταν ο ήλιος δεν επαρκεί (συννεφιά, νυχτερινή λειτουργία) ως δευτερεύουσα πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται ο λέβητας. Για την 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.

Το ολοκληρωμένο αυτό σύστημα είναι μελετημένο να επιτυγχάνει την μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας που φτάνει έως και 80% σε σχέση με το κλασσικό μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης με θερμαντικά σώματα, τυπικούς λέβητες, μπόϊλερ και ηλιακούς συλλέκτες. 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.

Ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος έχει ως εξής: 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. Δηλαδή έχουμε ένα μοναδικό σύστημα δωρεάν παραγωγής ενέργειας από τον ήλιο για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού.

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 βάννα 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. Τα επιμέρους συστατικά στοιχεία του συστήματος περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.



Το ηλιακό boiler αποτελεί την εξελιγμένη έκδοση της επί δεκαπενταετίας δοκιμασμένης σειράς των κοινών boiler. Η κατασκευή του στηρίχθηκε στις τελευταίες γνώσεις της τεχνικής θέρμανσης και της υγιεινής νερού. Έτσι το αυτό το boiler συνδυάζει τα πλεονεκτήματα ενός θερμαντήρα νερού συνεχούς ροής και ενός ηλιακού μπόϊλερ δίνοντας προτεραιότητα στο θέμα της υγιεινής του νερού. Συγκεκριμένα η πλήρωση του μπόϊλερ με νερό 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 απ 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 μπόιλερ. 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



Σε αυτό το συμπέρασμα κατέληξε και έρευνα του Ινστιτούτου υγιεινής του Πανεπιστημίου του Tubingen. Σε αυτή την έρευνα εξετάστηκε η συμπεριφορά έναντι των βακτηριδίων Legionella τα οποία προκαλούν την ασθένεια Legionar καθώς και πυρετό Pontiac. 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.



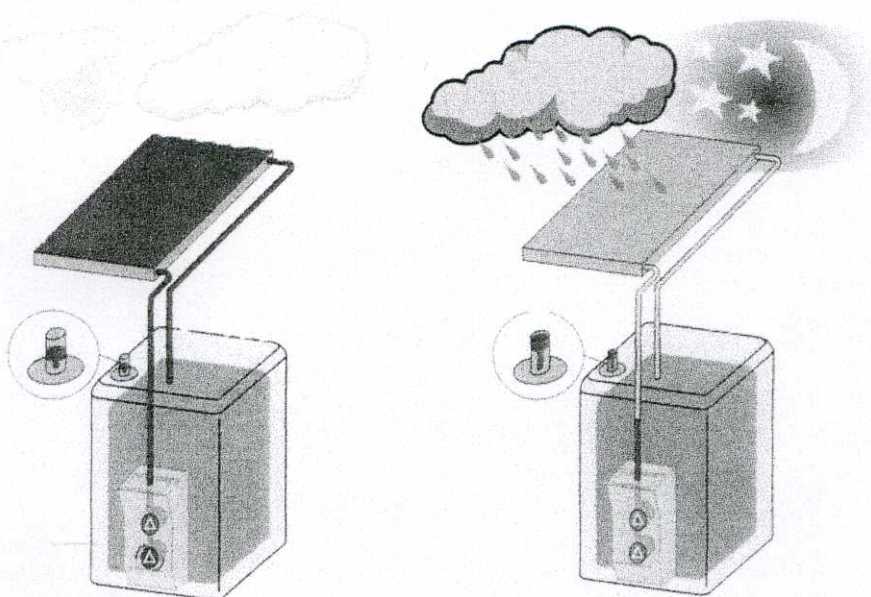
Επειδή το στατικό νερό δεν ανανεώνεται δεν μπορεί να σχηματιστεί ίζημα ασβεστίου πάνω στις επιφάνειες μετάδοσης θερμότητας (πλαστικός εναλλάκτης, μεταλλικός εναλλάκτης, αντίσταση). Επίσης στο εσωτερικό του πλαστικού σωλήνα του εναλλάκτη θερμότητας στο οποίο κυκλοφορεί νερό χρήσης, δεν επικάθεται ασβέστιο 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. Επίσης στο ηλιακό boiler δεν απαιτούνται εργασίες συντήρησης όπως αντικατάσταση της ανοδικής προστασίας ή καθαρισμός του boiler. Τέλος, η θερμομόνωση του boiler είναι υψηλών προδιαγραφών και καλύπτει πλήρως τις επιφάνειές του έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες.

Αυτό το boiler έχει όμως ένα ακόμα πρόσθετο πλεονέκτημα που το ξεχωρίζει από όλα τα κοινά boiler και τους ηλιακούς θερμοσίφωνες. Σε ένα κλασικό σύστημα ένα μπόιλερ τριπλής ενέργειας είναι συνδεδεμένο με ηλιακούς συλλέκτες και ένας κυκλοφορητής αναλαμβάνει την κυκλοφορία του νερού μεταξύ μπόιλερ – 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

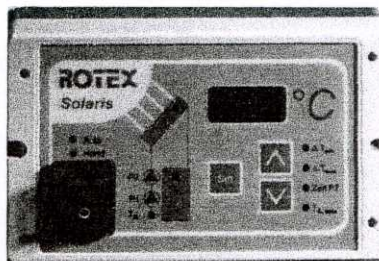
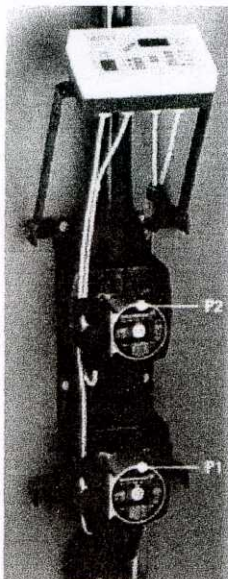
ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.

καταστραφούν από πιθανή υπερθέρμανση του νερού το καλοκαίρι ή από πιθανό παγετό τον χειμώνα. Αντίθετα όμως στο boiler αυτό το στατικό νερό του 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 36

Αυτό επιτυγχάνεται με την συνδεσμολογία του σχήματος 37 που περιλαμβάνει δύο κυκλοφορητές σε σειρά και ένα ηλεκτρονικό διαφορικό θερμοστάτη ειδικά διαμορφωμένο για το συγκεκριμένο σύστημα.

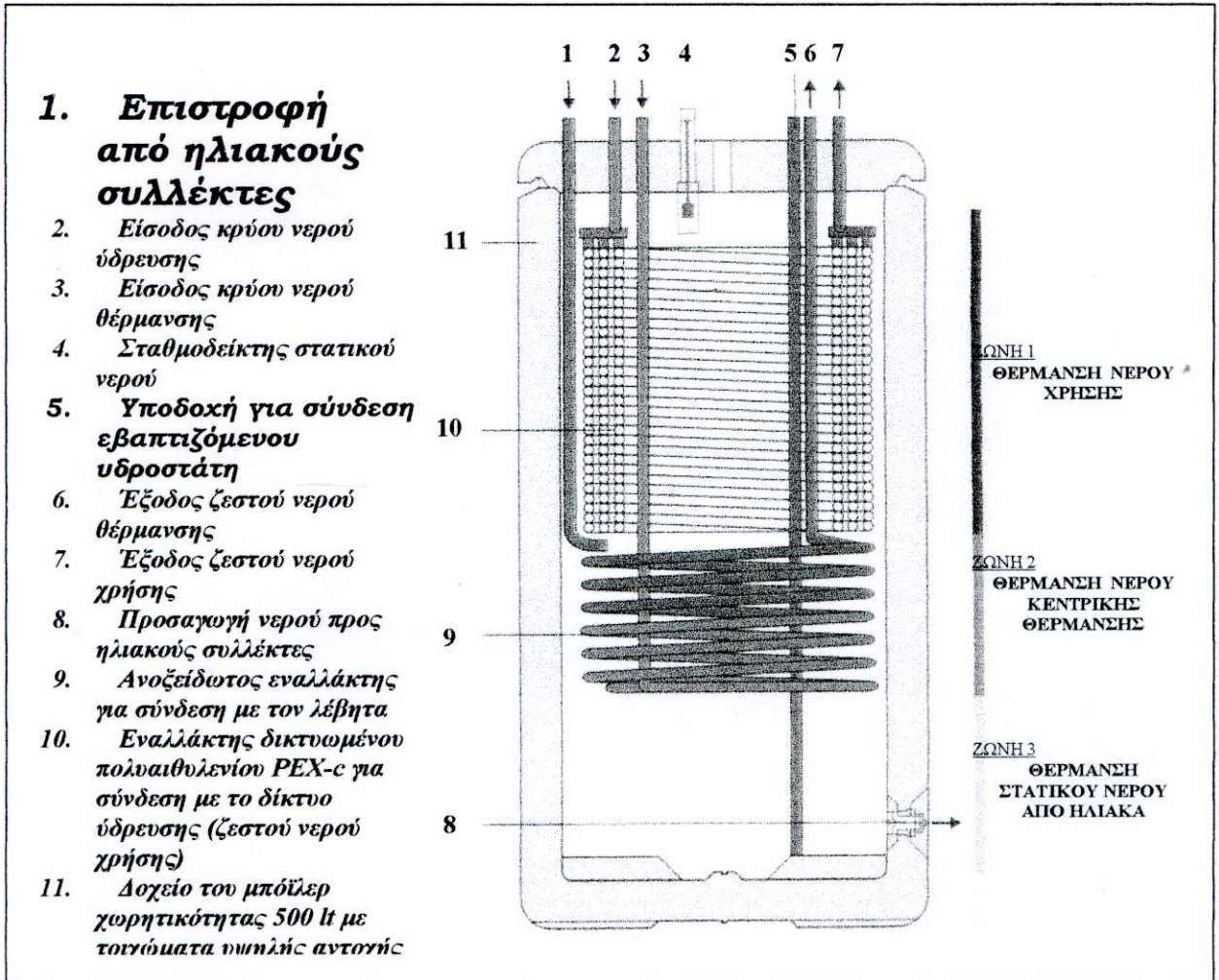


σχήμα 37



Όταν υπάρξει ανάγκη για ηλιακή θέρμανση οι κυκλοφορητές P<sub>1</sub> και P<sub>2</sub> θα ξεκινήσουν να δουλεύουν ταυτόχρονα προκειμένου να γεμίσουν τους συλλέκτες με νερό. Όταν οι συλλέκτες γεμίσουν τότε ο P<sub>1</sub> σταματά και παραμένει σε λειτουργία μόνο ο P<sub>2</sub> 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 μπόιλερ. Οι ρυθμίσεις αυτές είναι απλούστατες με την χρήση του control του μπόιλερ.

Ο τρόπος λειτουργίας του ηλιακού boiler απεικονίζεται στο σχήμα 38:



**σχήμα 38 τρόπος λειτουργίας του ηλιακού boiler**

Ο σχεδιασμός του βασίζεται `` περιλαμβάνει τον πλαστικό εναλλάκτη θέρμανσης του ζεστού νερού χρήσης. Αυτός είναι τοποθετημένος στο ψηλότερο σημείο του μπόιλερ 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<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> 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 μπόιλερ.

Το συγκεκριμένο boiler μπορεί να παράγει από 200lt έως 350lt ζεστό νερό 40°C, χωρίς αναθέρμανση, ανάλογα με τη θερμοκρασία του στατικού νερού (56°C έως 65°C). Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να καλύψει τις ημερήσιες ανάγκες σε ζεστό νερό μιας οικογένειας 4-7 ατόμων. Και φυσικά το νερό αυτό θα θερμαίνεται χειμώνα - καλοκαίρι δωρεάν από τον ήλιο!!!

## 5.5 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



σχήμα 39 χάρτης θερμικών ζωνών

Για αρχή πρέπει να ορίσουμε τις θερμοκρασιακές διαφορές και να αντιστοιχήσουμε τις θερμικές απώλειες για τις διαφορές αυτές σύμφωνα με την μελέτη των θερμικών απωλειών έχουμε :

$$\text{Για } T = -10^{\circ}\text{C} \quad Q = 28312 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Για } T = 0^{\circ}\text{C} \quad Q = 19537 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Για } T = 10^{\circ}\text{C} \quad Q = 10763 \text{ kcal/h}$$

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΚΛΙΣΗ	Ι	Φ	Μ	ΑΜ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο. ΕΤΟΥΣ	
ΡΟΔΟΣ	20	2.87	3.53	4.79	5.72	6.14	6.85	6.95	6.85	6.08	4.76	3.49	2.76	5.06
ΚΡΗΤΗ	45	3.49	3.99	4.98	5.36	5.34	5.72	5.90	6.21	6.09	5.31	4.22	3.33	5.00
	60	3.60	3.99	4.73	4.79	4.53	4.73	4.92	5.42	5.66	5.27	4.35	3.47	4.63
ΑΘΗΝΑ	20	2.60	3.52	4.40	5.57	6.08	6.51	6.70	6.37	5.41	4.19	3.10	2.42	4.79
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	45	3.13	3.90	4.53	5.22	5.28	5.45	5.69	5.78	5.41	4.63	3.72	2.97	4.81
	60	3.22	3.97	4.31	4.66	4.50	4.52	4.76	5.05	5.02	4.56	3.81	3.08	4.29
ΚΕΡΚΥΡΑ	20	2.23	3.01	4.15	5.14	5.66	6.52	6.77	6.37	5.10	3.88	2.58	1.95	4.47
	45	2.64	3.35	4.27	4.81	5.10	5.45	5.74	5.78	5.00	4.28	3.03	2.34	4.33
	60	2.70	3.33	4.05	4.30	4.35	4.53	4.80	5.05	4.72	4.21	3.08	2.41	3.97
ΘΕΣΣΑΛΙΚΗ	20	2.06	3.06	3.83	5.07	5.77	5.78	6.35	5.90	4.81	3.62	2.55	1.84	4.22
	45	2.41	3.41	3.92	4.77	5.01	4.86	5.41	5.35	4.78	3.95	2.99	2.17	4.08
	60	2.45	3.38	3.71	4.24	4.28	4.07	4.53	4.67	4.43	3.87	3.03	2.23	3.74

**πίνακας 3** απόδοση ηλιακού συλλέκτη σύμφωνα το γεωγραφικό πλάτος σε Watt

Στη συνέχεια υπολογίζουμε τα συνολικά τετραγωνικά της οικίας και από τα σχέδια βλέπουμε ότι τα συνολικά τετραγωνικά μέτρα είναι  $390 \text{ m}^2$ . και θα υπολογίσουμε το 1 τετραγωνικό τι απώλειες έχει άρα :

Για θερμοκρασία  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$  έχουμε  $28312 \text{ kcal/h} / 390\text{m}^2 = 76,6 \text{ kcal/h}$

Επόμενο βήμα είναι να βρούμε πόσες πλάκες συλλέκτη θα τοποθετήσουμε. Στο συγκεκριμένο γεωγραφικό σημείο και σύμφωνα με τον πίνακα η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι  $3500 \text{ kcal/h}$  ανά  $1 \text{ m}^2$  συλλέκτη με νότιο προσανατολισμό και γωνία κλίσης  $45^\circ$  στις 12:00 το μεσημέρι το γεωγραφικό πλάτος το βρίσκουμε από το σχήμα 39 ενώ την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία την περνούμε από το πίνακα 3.

Ο βαθμός απόδοσης του ηλιακού συλλέκτη σύμφωνα με την κατασκευαστική εταιρία είναι 93% άρα ο συλλέκτης θα μας δίνει  $3500 \text{ kcal/h} * 0,93 = 3255 \text{ kcal/h}$ .

Έχει διαπιστωθεί ότι για  $80 \text{ m}^2$  χρειαζόμαστε περίπου  $2,5 \text{ m}^2$  συλλέκτη εμείς έχουμε  $390 \text{ m}^2$  άρα χρειαζόμαστε 5 ηλιακές πλάκες επομένως  $5 * 2,5 \text{ m}^2 = 12,5 \text{ m}^2$

Τώρα πρέπει να υπολογίσουμε τελικά πόση ενέργεια μας δίνουν οι ηλιακοί συλλέκτες την ώρα δηλαδή :

$$Q = A * Q_{\text{SYL}} * \eta$$

Όπου A: η συνολική επιφάνεια του συλλέκτη

$Q_{\text{SYL}}$  : προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ανά  $\text{m}^2$

$\eta$  : ο βαθμός απόδοσης του συλλέκτη 0,93

αντικαθιστούμε και βρίσκουμε ότι  $Q = 12,5 * 3500 * 0,93 = 40688 \text{ kcal/h}$ .

Έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχουν κάποιες απώλειες λόγω μεταφοράς από τους ηλιακούς συλλέκτες στο boiler και έτσι είμαστε αναγκασμένοι να πολλαπλασιάζουμε με έναν συντελεστή ίσο με 0,85 για να λάβουμε υποψιν μας και τις απώλειες λόγω μεταφοράς άρα προκύπτει ότι η ενέργεια που τελικά παράγουν οι ηλιακοί συλλέκτες είναι  $40688 \text{ kcal/h} * 0,85 = 34585 \text{ kcal/h}$ .

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.

Σύμφωνα με το βιβλίο των ήπιων μορφών ενέργειας αυτήν την ενέργεια την παίρνουμε περίπου για 4 ώρες ημερησίως με ηλιοφάνεια άρα την μέρα εμείς κερδίζουμε  $34585 \text{ kcal/h} * 1,16 = 40,1 \text{ kw} * 4\text{h} = \mathbf{160,4 \text{ kwh}}$

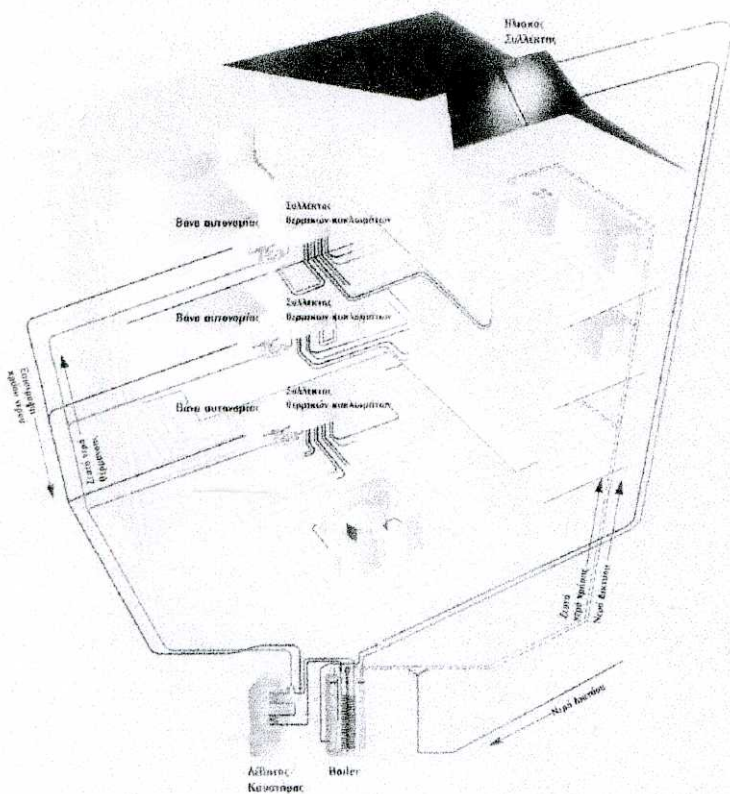
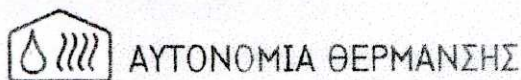
Παρατηρούμε ότι ο ήλιος δίνει ένα σημαντικό ποσοστό στην ενέργεια που απαιτεί να θερμάνουμε την οικία και επίσης μας δίνει και την δυνατότητα να έχουμε ζεστό νερό για χρήση και το ποσοστό αυτό της ενέργειας που μας δίνει ο ήλιος φαίνεται στον πίνακα 4.

T °C	Q kcal/h	Q w	Q kwh	ποσοστό ηλιακής ενέργειας %
-10	28312	32841,92	788,20608	20,35000796
0	19537	22662,92	543,91008	29,49016867
10	10763	12485,08	299,64192	53,53056074

**Πίνακας 4 ποσοστό ηλιακής ενέργειας σε σχέση με την θερμοκρασία και το φορτίο που χρειαζόμαστε**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΜΙΞΕΩΣ ΜΕ ΤΡΙΟΔΗ ΚΑΙ ΤΕΤΡΑΟΔΗ ΒΑΝΝΑ ΣΕ ΕΠΙΔΑΠΕΔΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.



Οι κατασκευαστές επιδαπέδιων συστημάτων θερμάνσεως ,έχουν την τάση να προσεγγίζουν κάποιες μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές της θερμοκρασίας του νερού που κυκλοφορεί στα κυκλώματα. Οι υψηλότερες όμως θερμοκρασίες , όχι μόνο χαμηλώνουν το επίπεδο ανέσεως, αλλά υπάρχει κίνδυνος να δημιουργήσουν προβλήματα στο ίδιο το δάπεδο.

Για τον έλεγχο της θερμοκρασίας προσαγωγής στο υποδαπέδιο σύστημα χρησιμοποιείτε τρίοδη ή τετράοδη βάννα αναμίξεως . Όταν χρησιμοποιείτε τρίοδη βάννα αναμίξεως του νερού προσαγωγής και επιστροφής, θα πρέπει και η πηγή θερμότητας (λέβητας) να δίδει ζεστό νερό το πολύ 60°C .Γιατί αν το νερό του λέβητα π.χ είναι 90°C , θα αναμειγνύεται με πολύ μεγάλη ποσότητα νερού επιστροφής 40°C για να δώσει νερό 50°C στο κύκλωμα εισόδου. Αυτό περιορίζει σημαντικά τη δυνατότητα ρυθμίσεως της βαλβίδας και το δεύτερο κύκλωμα εμφανίζεται κάπως σαν κλειστός κύκλος.

Η καλύτερη λύση για τη χρησιμοποίηση ενός συνηθισμένου λέβητα 90/70°C σε επιδαπέδιο σύστημα , επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση αναμείξεως , με μια συγκεκριμένη λειτουργία προ- μείξεως όπως φαίνεται στο σχήμα . αυτό επιτυγχάνεται με βοηθητικά συστήματα μεταξύ αναχωρήσεως και επιστροφής, που ανακουφίζουν τη βαλβίδα αναμίξεως. Ένα μεγάλο μέρος του όγκου του νερού που

κυκλοφορεί, παραλαμβάνεται από τη σύνδεση by pass (KS) αφήνοντας έτσι τη βαλβίδα αναμίξεως να ασχοληθεί μόνο με το υπόλοιπο.

Το αποτέλεσμα μιας τέτοιας σύνδεσης είναι ότι μπορεί να ρυθμιστεί το σύστημα ώστε να επαρκεί η ροή μέσα από τη τριοδη βάννα μόνο του 20% του ολικού όγκου ροής. Το υδραυλικό αυτό κύκλωμα, με κατάλληλου μεγέθους τριοδη βαννα, μπορεί να εξασφαλίσει τη καλή λειτουργία ενός υποδαπέδιου συστήματος θέρμανσης.

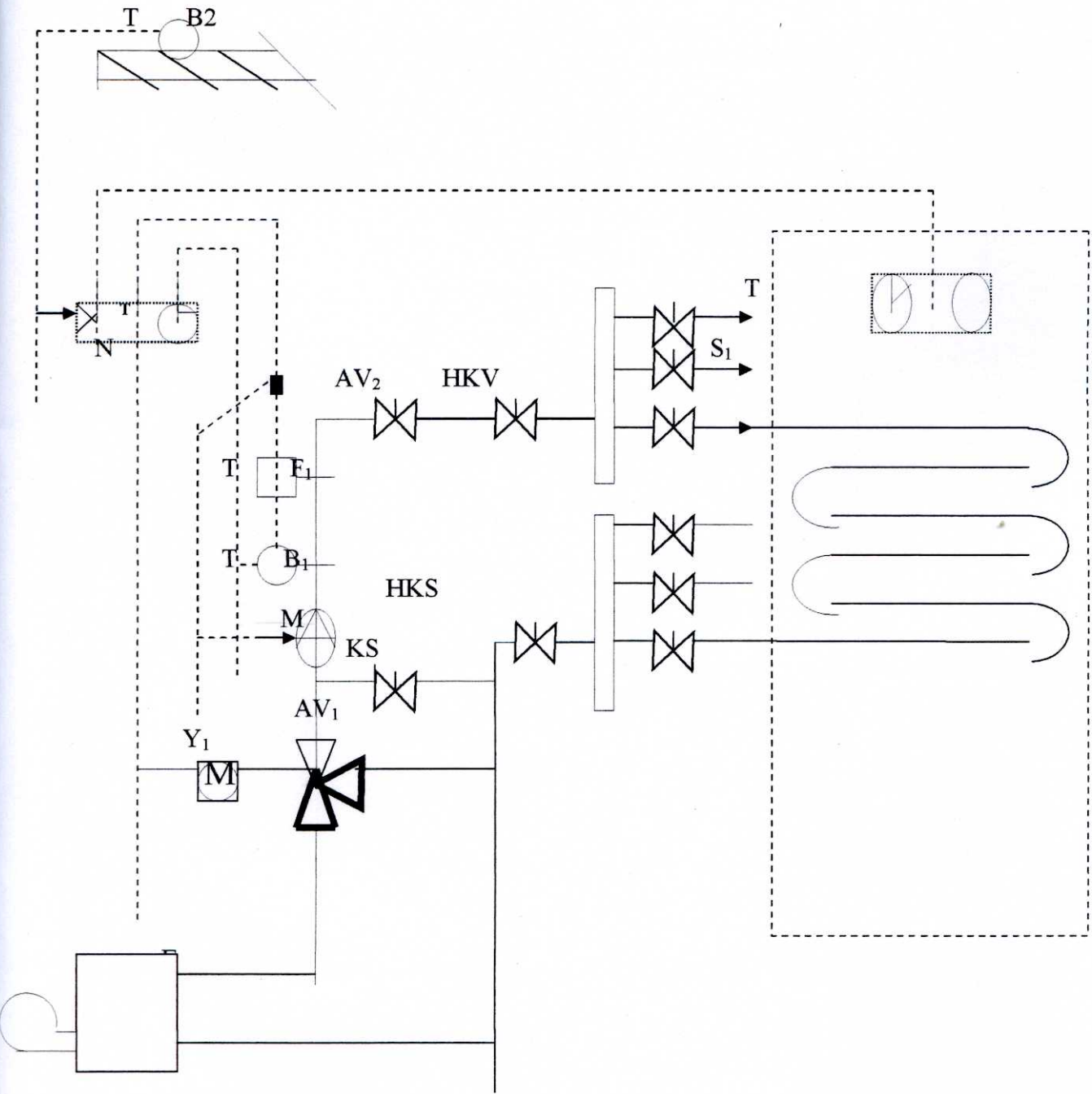
Στη πράξη έχει διαπιστωθεί ότι η αναγκαία παροχή στους διάφορους κλάδους, διαφέρει συνήθως από εκείνη που έχει προϋπολογιστεί. Οι τελικές αναγκαίες προσαρμογές μπορούν να απλοποιηθούν με τη τοποθέτηση μιας βάννας ισορροπίας AV<sub>2</sub> στο κλάδο by pass. Αυτή η βάννα επιτρέπει τη ρύθμιση της παροχής VKS.

Η εξισορροπητική αυτή βάννα διαλέγεται κατά τρόπο ώστε όταν ο λέβητας δίνει νερό με τη μέγιστη θερμοκρασία και βάννα αναμίξεως είναι τελειώς ανοιχτή, η θερμοκρασία του νερού να είναι χαμηλότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή.

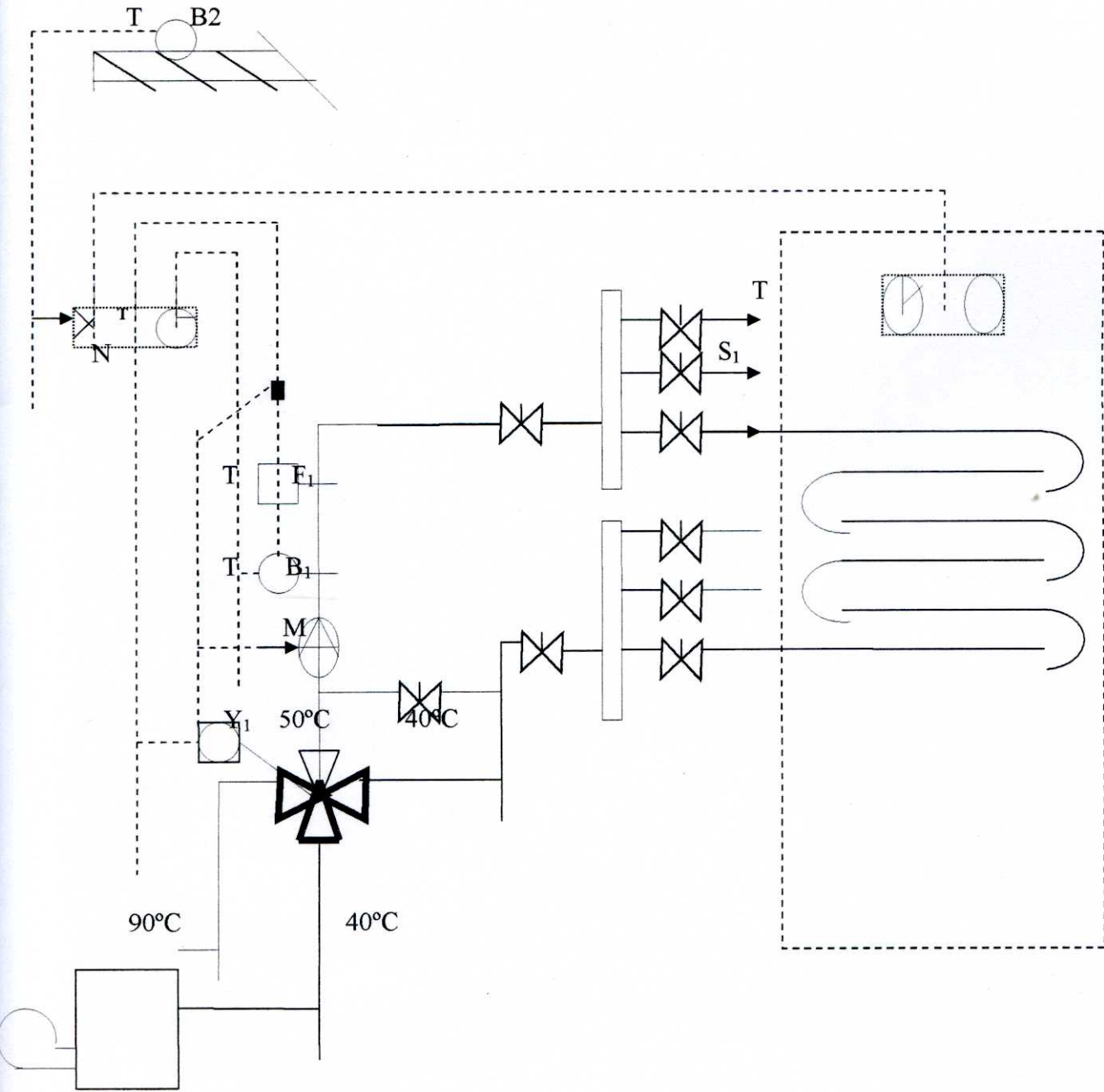
Συνήθως τοποθετείται για αυτό το έλεγχο, ένα θερμόμετρο σε απόσταση 50cm περίπου μετά το κυκλοφορητή. Στην περίπτωση που ο κυκλοφορητής συνδέεται στην επιστροφή, το θερμόμετρο τοποθετείται 50cm μετά το σημείο αναμίξεως.

Όταν η θερμοκρασία του νερού υπερβεί κάποιο προκαθορισμένο όριο, ο θερμοστάτης τροποποιεί τη θέση λειτουργίας της βάννας αναμίξεως και διακόπτει τη ροή σε χρόνο μικρότερο από 2min. Επειδή υπάρχει πιθανότητα να "μπλοκάρει" η βαλβίδα αναμίξεως θεωρείται συνήθως αναγκαία και η επέμβαση στο κυκλοφορητή μέσω του ηλεκτρικού κυκλώματος του θερμοστάτη.

Σε ένα πλήρες επιδαπέδιο σύστημα θέρμανσης μπορεί να γίνει έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής, με τη διαδικασία αναμίξεως, με βάση τις εξωτερικές συνθήκες που επικρατούν, δηλαδή τις μεταβολές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Ο τρόπος λειτουργίας έχει ως εξής: Η μονάδα έλεγχου N συγκρίνει τη θερμοκρασία του νερού με την εξωτερική θερμοκρασία, επιδρά στη βάννα αναμίξεως Y<sub>1</sub> και εξασφαλίζει μια προκαθορισμένη ισορροπία (κατάλληλη αναλογία αναμίξεως)



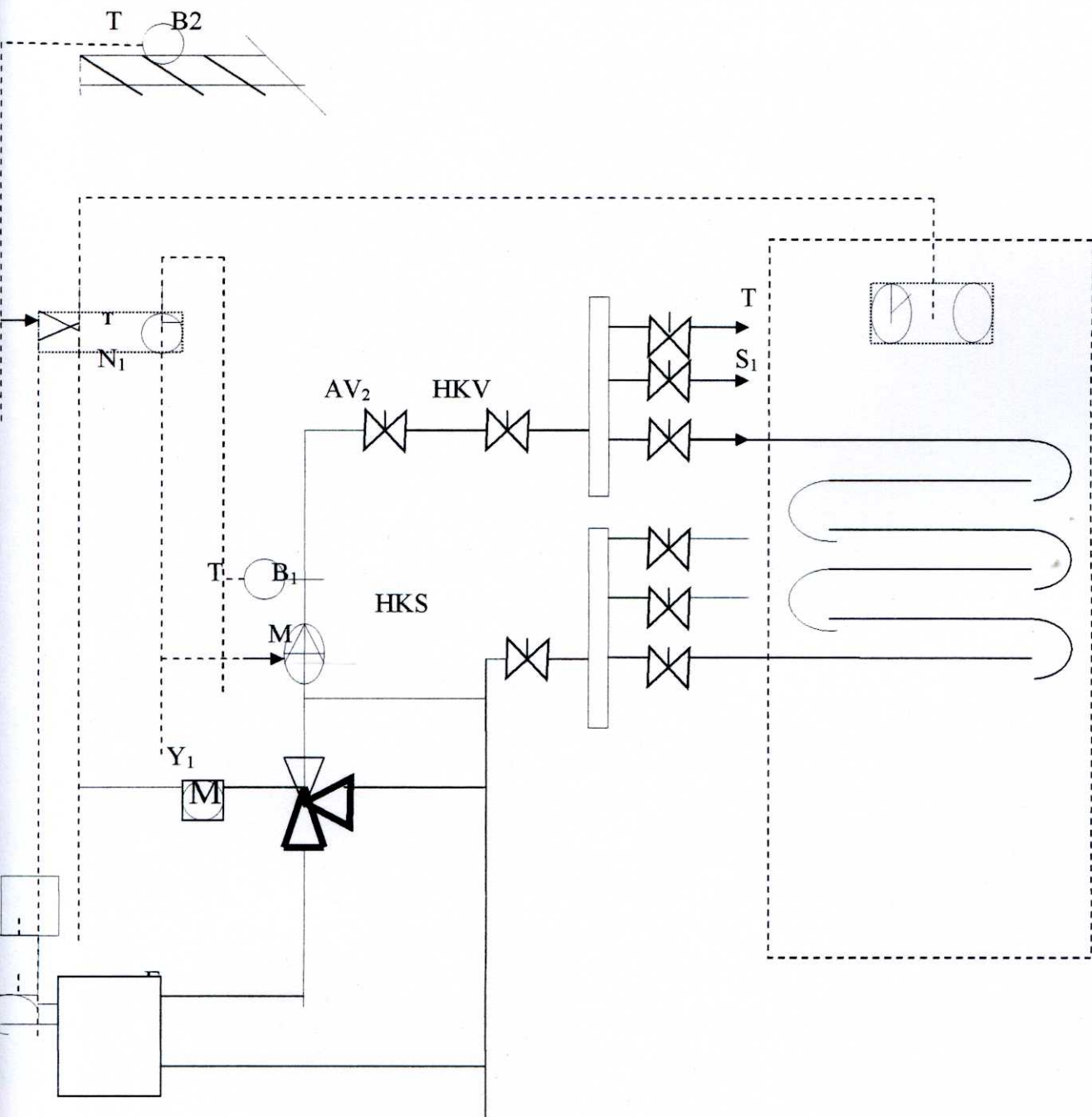
Σχήμα : Σύστημα έλεγχου της θερμοκρασίας ροής με τριοδη βάννα και σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.



Σχήμα : Σύστημα έλεγχου της θερμοκρασίας ροής με τετράοδη βάννα και σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος



ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.



Σχήμα β) Ρύθμιση στο καυστήρα και τη βάννα

Στο σχήμα α) και β) περιγράψετε ένα σύστημα έλεγχου με βάση την εξωτερική θερμοκρασία με ρύθμιση στη βάννα και ρύθμιση στη βάννα και στο καυστήρα.

- Μέγιστη θερμοκρασία νερού από το λέβητα 60°C
- Σύστημα αναμίξεως με τρίοδη βάννα

Στα παραπάνω σχήματα έχουμε:

B<sub>1</sub>: Αισθητήριο θερμοκρασίας νερού προσαγωγής

B<sub>2</sub>: Αισθητήριο εξωτερικής θερμοκρασίας

F<sub>1</sub>: Θερμοστάτης

N : Συσκευή έλεγχου

S<sub>1</sub>: Θερμοστάτης και χρονοδιακόπτης χώρου

Y<sub>1</sub>: Ηλεκτροκίνητη τριόδη ή τετράοδη βάννα αναμίξεως

M: Κυκλοφορητής

AV<sub>1</sub>: Βαλβίδα ισοροπίας θερμοκρασίας

AV<sub>2</sub>: Ρυθμιστική βαλβίδα θερμοκρασιακών διαφορών (διακυμάνσεως θερμοκρασίας)

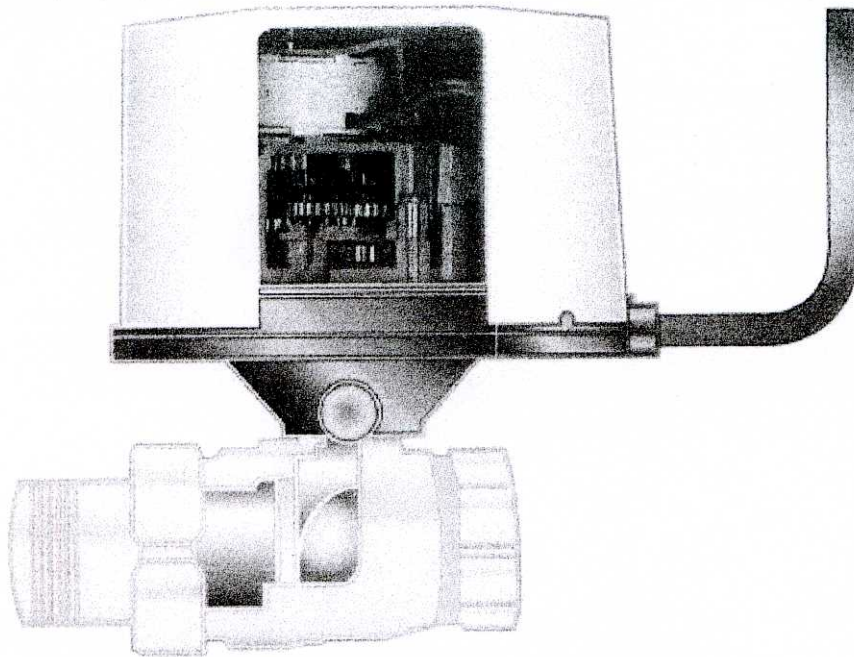
E: Λέβητας

HKV: Βαλβίδα κυκλώματος προσαγωγής

HKS: Βαλβίδα κυκλώματος επιστροφής

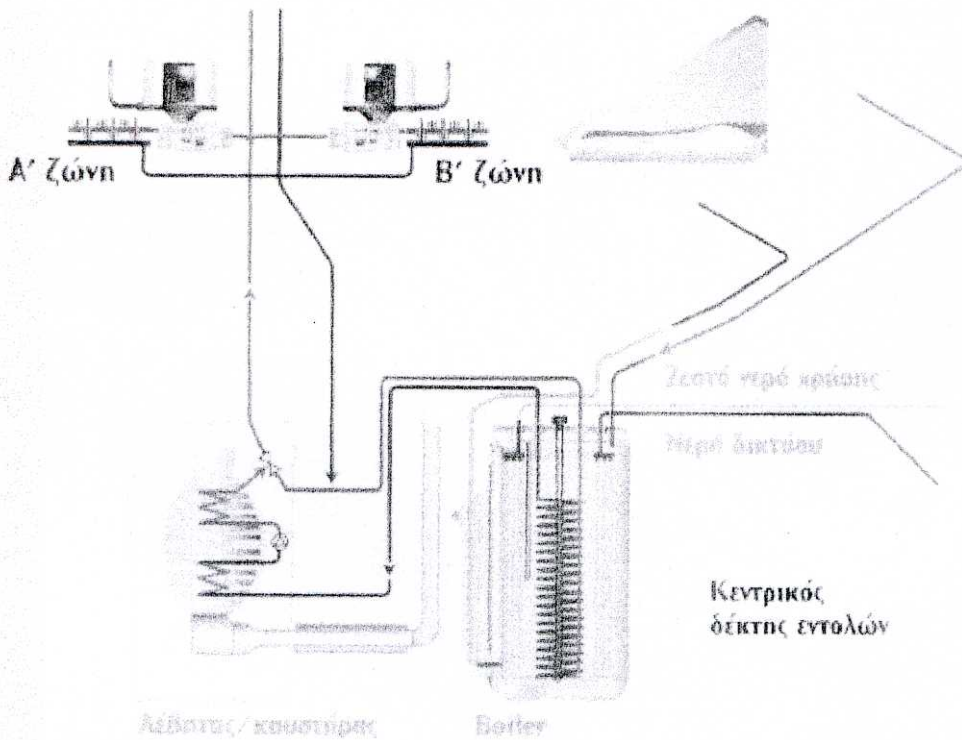
KS: Σύνδεση by pass

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε μια ηλεκτροκίνητη βάννα σε τομή η οποία τοποθετείται στη προσαγωγή του Θέρμου νερού του συλλέκτη και έτσι εξασφαλίζει αυτόνομη και ανεξάρτητη λειτουργία των συστημάτων ενδοδαπεδιας και συνδυασμένης θέρμανσης μεταξύ διαφορετικών ορόφων η διαμερισμάτων. Η λειτουργία της ελέγχεται από τον ηλεκτρονικό θερμοστάτη χώρου. Έχει μεγάλη αντοχή μεγάλη ροπή στρέψης και είναι στεγανή σχήμα 41.



σχήμα 41 δίοδος ηλεκτροκίνητη βάννα

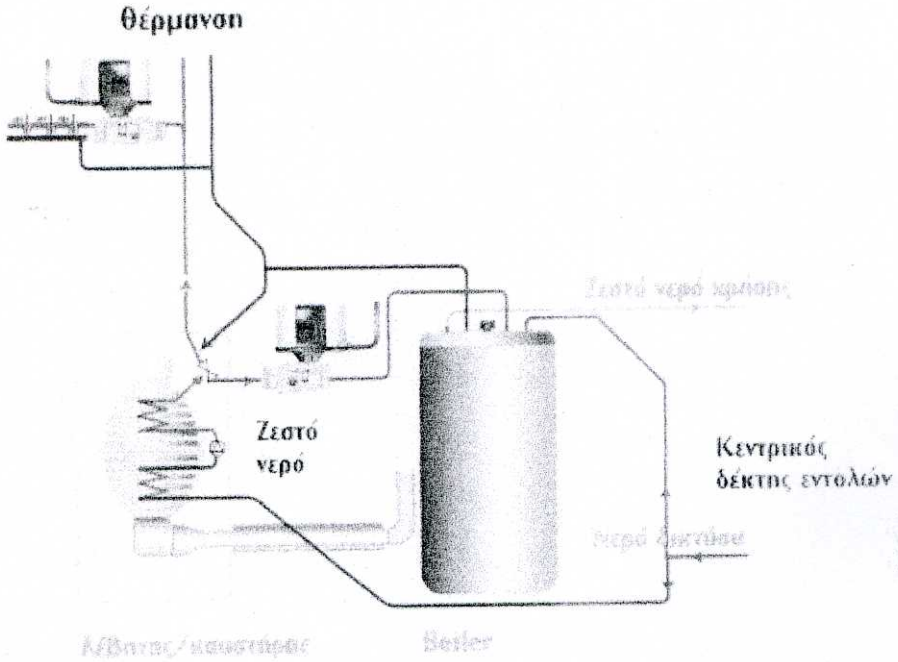
Στο σχήμα 42 αποτυπώνεται το πώς πρέπει να γίνει η συνδεσμολογία της ηλεκτροκίνητης βάνας για να πετύχουμε αυτονομία θέρμανσης σε 2 διαμερίσματα του ίδιου ορόφου και έτσι πετυχαίνουμε αυτόνομη λειτουργία σε κάθε διαμέρισμα και ταυτόχρονη αυτονομία ζεστού νερού χρήσης ανά ζώνη με συνδυασμένη λειτουργία του λέβητα του ηλιακού boiler και της βάνες αυτονομίας



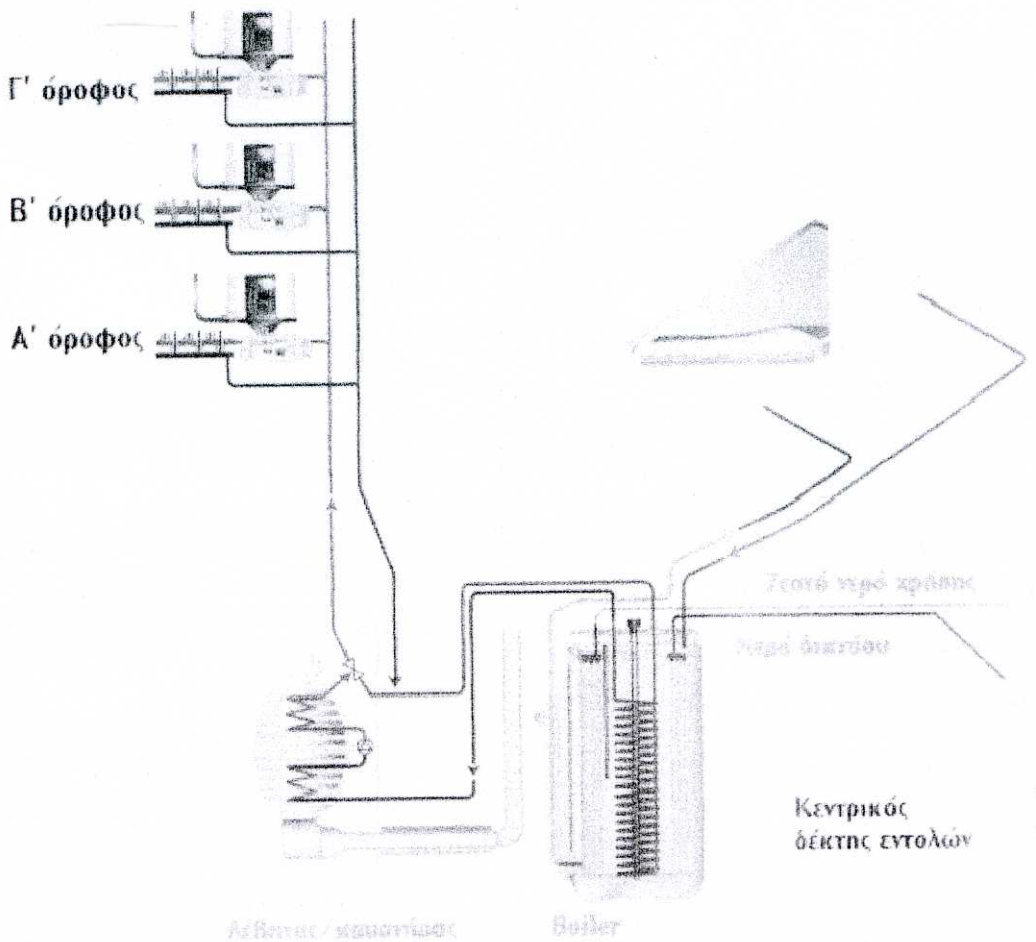
**σχήμα 42 αυτονομία θέρμανσης σε δυο διαμερίσματα του ίδιου ορόφου**

Στο σχήμα 43 βλέπουμε την συνδεσμολογία της ηλεκτροβάνας του λέβητα και του ηλιακού boiler για να εξασφαλίσουμε αυτονομία θέρμανσης και χρήση ζεστού νερού.

Στο σχήμα 44 παρατηρούμε ότι για να πετύχουμε αυτονομία σε κάθε όροφο πρέπει να συνδέσουμε μια ηλεκτροβάνα σε κάθε όροφο και έτσι πετυχαίνουμε αυτόνομη λειτουργία σε κάθε όροφο και ταυτόχρονη αυτονομία ζεστού νερού χρήσης ανά ζώνη με συνδυασμένη λειτουργία του λέβητα του ηλιακού boiler και της βάνες αυτονομίας



σχήμα 43 αυτονομία θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης



σχήμα 44 αυτονομία θέρμανσης σε 3 ορόφους

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ7

### 7.1 ΛΕΒΗΤΑΣ

Ο λέβητας μεταβιβάζει τη θερμότητα, η οποία παράγεται από την καύση του πετρελαίου, στο νερό που αποτελεί τον φορέα παροχής θερμότητας στα θερμαντικά σώματα. Οι ως άνω λέβητες παροχής θερμού νερού διακρίνονται:

- i. Στους Χυτοσιδηρούς Λέβητες και
- ii. Στους Χαλύβδινους Λέβητες.

Τελευταία, όλοι οι λέβητες κατασκευάζονται “πιεστικής καύσης” δηλαδή διαθέτουν και τρίτη διαδρομή των καυσαερίων, μέσα από φλογοσωλήνες που είτε κατασκευάζονται κυματοειδείς είτε περιέχουν σπείρες από ανοξείδωτο πυρίμαχο χάλυβα, οι οποίες στροβιλίζουν την ροή των καυσαερίων ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης απομάστευση του θερμικού τους φορτίου

Με την παραπάνω μέθοδο, δηλαδή με την ισχυρή ακτινοβολία στο θάλαμο καύσης και την στροβιλώδη ροή στους φλογοσωλήνες, επιτυγχάνεται απόδοση μέχρι 50.000 Kcal/hm<sup>2</sup> αντί των 10.000 Kcal/hm<sup>2</sup> των παλαιών λεβήτων (χαμηλής πίεσης). Ταυτόχρονα όμως επειδή οι τριβές των καυσαερίων είναι σχετικά μεγάλες, ο θάλαμος καύσεως βρίσκεται σε υπερπίεση που μπορεί να φθάσει και τα 60mm Σ.Υ. Για το λόγο αυτό απαιτούνται καυστήρες πίεσεως. Η υπερπίεση αυτή στο χώρο καύσης είναι ο λόγος που οι λέβητες αυτοί ονομάζονται « λέβητες πιεστικής καύσης» ή απλά «πιεστικοί λέβητες». Οι λέβητες αυτοί έχουν σχετικά μικρές διαστάσεις σε σχέση προς τους παλαιούς λέβητες χαμηλής πίεσεως λόγω της υψηλής απόδοσης και μεγάλο βαθμό απόδοσης και δεν παρουσιάζει προβλήματα ελκυσμού.

Οι **Χαλύβδινοι** Λέβητες είναι ολόσωμοι και μπορούν να καλύψουν μεγάλη θερμική ισχύ.

**Τα πλεονεκτήματα των χαλύβδινων Λεβήτων έναντι των χυτοσιδήρων είναι:**

- Μεγάλη αντοχή στην έλλειψη νερού
- Μικρότερο Βάρος
- Δυνατότητα επισκευής με συγκόλληση
- Καταλληλότητα για υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες
- Μεγάλη ειδική φόρτιση
- Περισσότερες δυνατότητες διαμόρφωση στην κατασκευή.
- Μεγαλύτερες ισχύεις.

**Τα μειονεκτήματά τους είναι:**

- Μεγαλύτερος κίνδυνος διάβρωσης από τους χυτοσιδηρούς
- Έλλειψη δυνατότητας επέκτασης με προσθήκη στοιχείων.

Οι Χυτοσιδηροί Λέβητες αποτελούνται συνήθως από στοιχεία (φέτες) τα οποία ενώνονται μεταξύ τους για να αποτελέσουν το επιθυμητό σύνολο από πλευράς θερμικής απόδοσης.

Απαιτούν επίσης μεγαλύτερο χρόνο για απόψυξη του νερού από ότι χαλύβδινοι Λέβητες.

Τα σπουδαιότερα Χαρακτηριστικά στοιχεία των λεβήτων είναι η θερμαινόμενη επιφάνεια και η ειδική φόρτιση:

**Θερμαινόμενη Επιφάνεια** ενός λέβητα είναι το σύνολο των μεταλλικών μερών αυτού που έρχεται σε επαφή με την φλόγα και μετρείται σε  $m^2$ .

**Ειδική Φόρτιση** ενός λέβητα είναι το ποσόν θερμότητας που αποδίδει κάθε  $m^2$  θερμαινόμενης επιφάνειας του Λέβητα ανά ώρα (σε καθορισμένες συνθήκες λειτουργίας).

Η ειδική φόρτιση, όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα, μετρείται σε  $Kcal/hm^2$  και για τις συνηθισμένες περιπτώσεις των πιεστικών λεβήτων λαμβάνεται  $40000 Kcal/h m^2$ .

### **7.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ**

Για να υπολογίσουμε την θερμική ισχύ του λέβητα  $Q_L$  ( $kcal/h$ ) βρίσκουμε αρχικά την ολική θερμική απαίτηση του κτιρίου  $Q_{OL}$  η οποία προκύπτει σαν άθροισμα των θερμικών απωλειών των διαφόρων χώρων και του boiler. Την θερμότητα αυτή προσ αυξάνουμε στο ενδοδαπέδιο σύστημα κατά 25 εως 30% και αυτό αποτελεί την

θερμική ισχύ του λέβητα.

Δηλαδή έχουμε:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ολ}} &= Q_{\text{λ}} + Q_{\text{β}} = 24600 + 7000 = 31600 \\ Q_{\text{λ}} &= (1 + q) Q_{\text{ολ}} \text{ όπου } q = 0,25 \sim 0,30. \\ Q_{\text{λ}} &= (1 + 0,30) 31600 = 38830 \text{ Kcal/h} \end{aligned}$$

Κατά τον υπολογισμό της θερμικής ισχύος η θερμαινόμενη επιφάνεια F του λέβητα για μέση ειδική φόρτιση 40000 kcal/hm<sup>2</sup> θα είναι:

$$\begin{aligned} F &= Q_{\text{λ}} / 40000 \text{ m}^2 \Leftrightarrow \\ F &= 0,97 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

## 7.2 ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Ο καυστήρας είναι συσκευή συνήθως αυτόματης λειτουργίας που χρησιμεύει για την καύση του πετρελαίου μετά από διασκορπισμό του και ανάμειξη με τον αέρα καύσεως.

Οι συνηθέστεροι καυστήρες πετρελαίου για τους λέβητες θερμού ύδατος είναι οι καυστήρες διασκορπισμού.

Στους καυστήρες διασκορπισμού έχουμε συμπίεση του πετρελαίου με μία ηλεκτροκίνητη αντλία σε υψηλής πίεσης (7 ως 20 at). Στην συνέχεια το πετρέλαιο οδηγείται σε ακροφύσιο διασκορπισμού (μπεκ), όπου διασκορπίζεται σε λεπτότατα σταγονίδια και λόγω της υψηλής θερμοκρασίας εξατμίζεται. Ταυτόχρονα προσάγεται ο αέρας καύσεως μέσω ανεμιστήρα χαμηλής πίεσης στο ακροφύσιο διασκορπισμού, όπου γίνεται η ανάμειξη με το νέφος του πετρελαίου. Η ανάφλεξη του μείγματος επιτυγχάνεται με σπινθήρα υψηλής τάσεως και έχουμε καύση όσο χρόνο τροφοδοτείται με πετρέλαιο και αέρα.

Από τους καυστήρες διασκορπισμού οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι σήμερα στις εγκαταστάσεις θέρμανσης είναι εκείνοι του διασκορπισμού πετρελαίου υψηλής πίεσης.

Στους καυστήρες διασκορπισμού υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης της ποσότητας του πετρελαίου και του αέρα καύσης. Προκειμένου να επιτύχουμε τέλειο διασκορπισμό και ανάμειξη.

Για να εξασφαλισθεί αυτόματη και ασφαλής λειτουργία, οι καυστήρες διασκορπισμού πρέπει να έχουν τα ακόλουθα εξαρτήματα:

1. Αντλία πετρελαίου για την αναρρόφηση από την δεξαμενή καυσίμου.
2. Φίλτρο πετρελαίου με δυνατότητα εύκολου καθαρισμού
3. Ανεμιστήρα

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.

4. Τους απαραίτητους ηλεκτροκινητήρες
5. Τους εκκινητές-αυτόματους διακόπτες προστασίας των ηλεκτροκινητήρων
6. Το σύστημα αυτόματης ανάφλεξης με σπινθηριστή
7. Τον πυροστάτη με φωτοκύτταρο η φωτοαντίσταση

### 7.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΑΥΣΤΗΡΑ

Η ικανότητα του καυστήρα σε Kg/h δίδεται από τον τύπο:

$$G = Q_{\Lambda} / H_u \cdot \eta \text{ (kg/h)} \Leftrightarrow$$
$$G = 38830 / 10000 \cdot 0,85 = 4,56 \text{ kg/h}$$

όπου:

$Q_{\Lambda}$ : η θερμική ισχύς του λέβητα σε KcaI/h

$H_u$ : η κατώτερη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου (KcaI/kg)

Για πετρέλαιο DIESEL λαμβάνεται  $H_u = 10000$  KcaI/kg.

$\eta$ : ο βαθμός αποδόσεως του λέβητα από 0,80 ως 0,90 (μέση τιμή 085)

### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΚΑΥΣΤΗΡΩΝ ΟΕΡΤΛΙ

ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΕΛΑΦΡΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (DIESEL OIL)				
ΤΥΠΟΣ ΚΑΥΣΤΗΡΑ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΥΣΤΗΡΑ KW	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ KG/H	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ENERJET 0-VS	16 - 25	1.35 - 2.15	110 W 220 V	1 ΜΠΕΚ
ENERJET 1	22 - 35	1.85 - 3.00	110 W 220 V	
ENERJET 2	33 - 48	2.75 - 4.10	110 W 220 V	
ENERJET 3	46 - 65	3.85 - 5.50	110 W 220 V	
OE 2-0	40 - 148	3.4 - 12.5	150 W 220 V	
OE 2-2	100 - 200	8.4 - 16.9	150 W 220 V	2 ΜΠΕΚ
OE 3-1 Z	125 - 356	10.5 - 30	450 W 220 V	
OE 3-2 Z	185 - 510	15.6 - 43	450 W 220 V	
OE 4-2 Z	305 - 759	25.7 - 64	750 W 220 V	
OE 5-1 Z	356 - 1127	30 - 95	1100 W 380 V	
OE 5-2 Z	533 - 1720	44.9 - 145	2200 W 380 V	

Ο ENERJET 0-VS έχει ενσωματωμένο προθερμαντήρα VS (130 W, 220 V).

ΟΙ ENERJET 1, 2, 3 μπορούν να εξοπλιστούν με προθερμαντήρα VS (βλέπε ειδικό έντυπο).

ΟΙ ΔΙΒΑΘΜΙΟΙ καυστήρες διακρίνονται με το γράμμα «Ζ».



Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα για κατανάλωση καυσίμων 4,31 kg/h επιλέξαμε καυστήρα **Energet 3** με ισχύ 46 KW.

### 7.3 ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ

Ο κυκλοφορητής είναι ο ιδιαίτερος τύπος μικρής αντλίας ο οποίος χρησιμεύει για την κυκλοφορία του νερού των εγκαταστάσεων θέρμανσης στο κλειστό κύκλωμα της διαδρομής εξασφαλίζοντας αφ' ενός την αναγκαία παροχή και αφ' ετέρου κάλυψη των αντιστάσεων του δικτύου στο δυσμενέστερο κύκλωμα. Οι κυκλοφορητές έχουν πάντοτε ενσωματωμένο σε ενιαίο κέλυφος (περίβλημα) τον ηλεκτροκινητήρα και την αντλία. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του κυκλοφορητή όπως και των αντλιών είναι:

- α. Η παροχή του ύδατος σε  $m^3 / h$
- β. Το μανομετρικό ύψος H σε mm Σ. Υ.
- γ. Η ισχύς του κινητήρα σε HP ή KW
- δ. Η διάμετρος των άκρων συνδέσεως του κυκλοφορητή με το δίκτυο (σε mm ή in).

Οι κυκλοφορητές μπορούν να τοποθετούνται στον σωλήνα προσαγωγής ή επιστροφής του δικτύου θέρμανσης και πλησίον του λέβητα.

Στις εγκαταστάσεις θέρμανσης με μονοσωλήνιο σύστημα συνίσταται η τοποθέτηση του κυκλοφορητή στο σωλήνα προσαγωγής του νερού προς τα σώματα, δηλ στην αναχώρηση του νερού από τον λέβητα, διότι οι σύγχρονοι κυκλοφορητές αντέχουν σε θερμοκρασίες 110°C έως 130°C και επομένως δεν υπάρχει πρόβλημα θερμοκρασίας από την τοποθέτηση αυτών στην έξοδο του θερμού νερού από τον λέβητα. Επίσης η τοποθέτηση στην προσαγωγή έχει το πλεονέκτημα ότι η εγκατάσταση βρίσκεται σε υπερπίεση και αποκλείεται η αναρρόφηση αέρα από ενδεχόμενα σημεία μη στεγανά, όπως συνδέσεις, όργανα κλπ.

Στην είσοδο και έξοδο του κυκλοφορητή τοποθετούνται συνήθως βάνες για την απομόνωση του δικτύου σε περίπτωση αποτοποθέτησης του κυκλοφορητή λόγω βλάβης και επίσης για ρύθμιση του επιθυμητού σημείου λειτουργίας του κυκλοφορητή με την προσθήκη πρόσθετης αντίστασης αν απαιτηθεί με μερικό κλείσιμο της βάνας.

Επίσης για την ελεύθερη κυκλοφορία του νερού όταν αφαιρέσουμε τον κυκλοφορητή κατασκευάζουμε σε ορισμένες περιπτώσεις παράλληλο προς τον κυκλοφορητή κλάδο παράκαμψης (by pass) στον οποίο τοποθετείται και βαλβίδα αντεπιστροφής.

Σε πολλές εγκαταστάσεις τοποθετείται και ένας εφεδρικό κυκλοφορητής σε παράλληλη σύνδεση με τον κύριο κυκλοφορητή, ώστε να εξασφαλισθεί η κυκλοφορία του νερού και στην περίπτωση βλάβης του κύριου κυκλοφορητή.

### 7.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ

Ο υπολογισμός του κυκλοφορητή συνίσταται βασικά στον προσδιορισμό της παροχής **G (m<sup>3</sup>/h)** και το μανομετρικό ύψος **H (m)**.

Η παροχή του κυκλοφορητή υπολογίζεται από τον τύπο:

$$G = Q_{\Lambda} / 1000 \cdot \Delta t \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Όπου

$\Delta t$ : η θερμοκρασιακή διαφορά του νερού (εξόδου-επιστροφής στον λέβητα) σε <sup>0</sup>C.

$Q_{\Lambda}$ : η θερμική ισχύς του λέβητα σε Kcal/h

Για θερμοκρασία εξόδου του νερού από τον λέβητα 50°C και θερμοκρασία επιστροφής 35°C δηλαδή  $\Delta t = 50 - 35 = 15^{\circ}\text{C}$ , ο παραπάνω τύπος λαμβάνει τη μορφή:

$$G = Q_{\Lambda} / 20000 \cdot \Delta t \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Συνήθως λαμβάνουμε προσαύξηση 33% για να είναι δυνατή η λειτουργία του κυκλοφορητή και για  $\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$ , οπότε ο τύπος παίρνει τελικά τη μορφή:

$$G = 1,33 \cdot Q_{\Lambda} / 20000 \cdot \Delta t \text{ (m}^3/\text{h)} \Leftrightarrow$$

$$G = 1,33 \cdot 38830 / 20000 \cdot 15 \Leftrightarrow$$

$$G = 2,45 \text{ m}^3/\text{h}$$

Για τον υπολογισμό του μανομετρικού ύψους του κυκλοφορητή υπολογίζονται:

- Η πτώση πίεσης ( $H_1$ ) στον δυσμενέστερο κλάδο του οριζόντιου επιδαπέδιου κυκλώματος που είναι ο κλάδος προς το χώρο κουζίνα καθ. και υπολογίζεται από πίνακες με βάση το υλικό και το μήκος του πλαστικού σωλήνα.
- Η πτώση πίεσης ( $H_2$ ) στον κατακόρυφο κλάδο μέχρι τον συλλέκτη του δυσμενέστερου επιδαπέδιου κυκλώματος η οποία μπορεί να εκτιμηθεί κατά προσέγγιση στις συνήθεις περιπτώσεις 1,0 ως 1,50 m.
- Η πτώση πίεσης ( $H_3$ ) στο λέβητα η οποία λαμβάνεται από 150 ως 500mm ανάλογα με τον τύπο του λέβητα.
- Η πτώση πίεσης ( $H_4$ ) στην τριόδο η τετράοδο βάνα (αν υπάρχει).

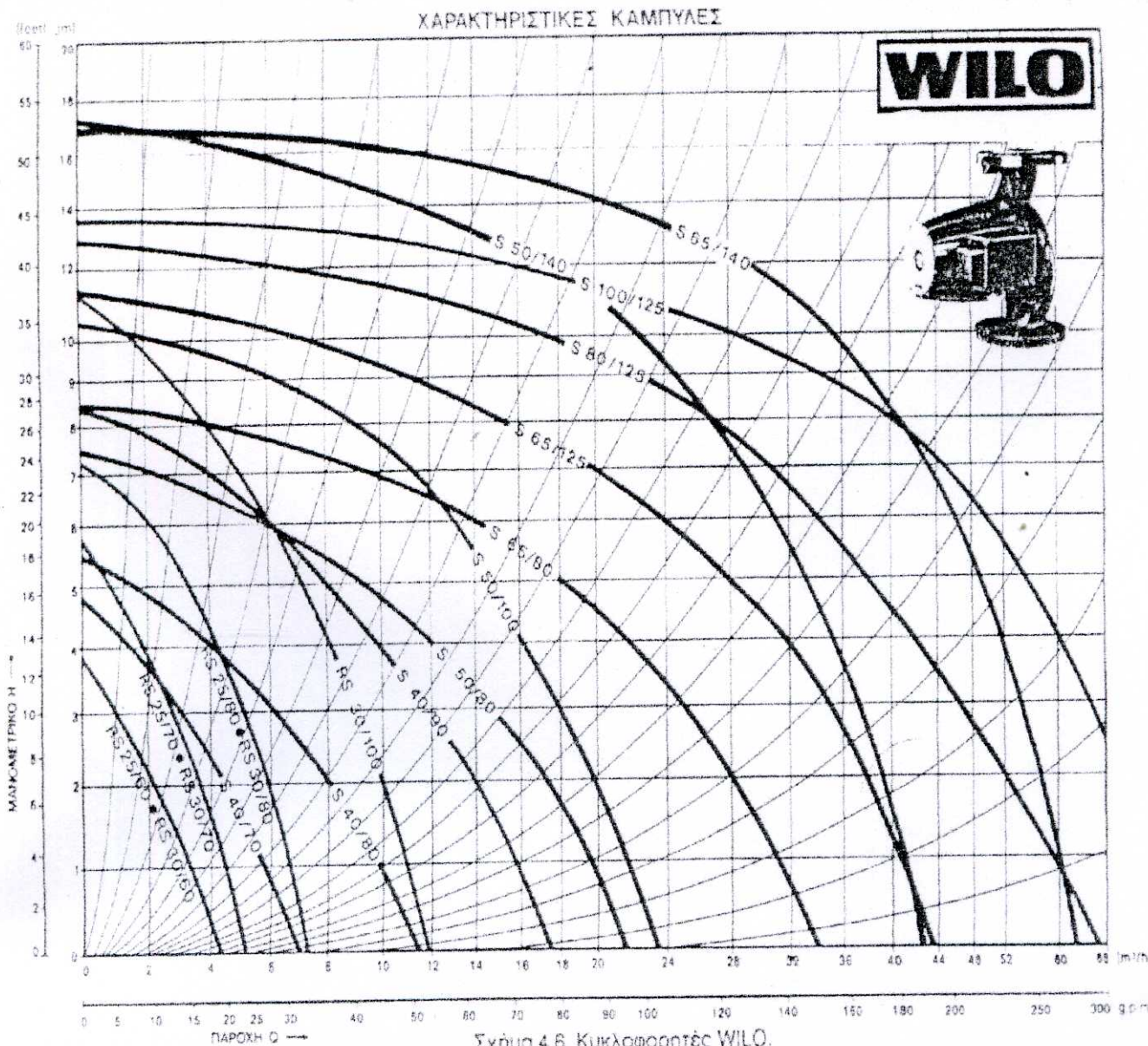
Το μανομετρικό ύψος **H** του κυκλοφορητή λαμβάνεται ίσο προς το άθροισμα των παραπάνω πτώσεων πίεσεως προσαυξημένο κατά ένα συντελεστή ο οποίος συνήθως λαμβάνεται ίσος προς 50% δηλαδή είναι:

$$H = 1,50 (H_1 + H_2 + H_3 + H_4)$$

Σύμφωνα με την μελέτη στο ενδοδαπέδιο έχουμε μανομετρικό  $H=3,62\text{m}\Sigma\text{Y}$  και σε αυτήν προσθέτουμε άλλα 3  $\text{m}\Sigma\text{Y}$  για το απομακρυσμένο F.C άρα το συνολικό  $H = 6.62 \text{ m}\Sigma\text{Y}$  και έτσι επιλέγω κυκλοφορητή με μανομετρικό 6,62  $\text{m}\Sigma\text{Y}$  και παροχή 2,45  $\text{m}^3/\text{h}$  άρα ο κυκλοφορητής είναι ο WILO RS25/80

## ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.

Η επιλογή του κυκλοφορητή γίνεται από τις καμπύλες παροχής -μανομετρικού ύψους (G - H) των διαφόρων εργοστασίων.



Οι κυκλοφορητές Wilo κατασκευάζονται με 4 ταχύτητες για να μπορούν να ανταποκριθούν και σε συνθήκες μικρότερου μανομετρικού ύψους υπό την αυτή παροχή.

Η επιλογή του κυκλοφορητή έγινε με βάση το παραπάνω διάγραμμα στο οποίο φαίνονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες κάθε τύπου.

Στη συγκεκριμένη κατοικία όπως υπολογίστηκε χοντρικά το μανομετρικό ύψος σε καμία περίπτωση δεν ξεπερνά τα 10 m. Όπως φαίνεται από τις χαρακτηριστικές καμπύλες για παροχή

$G = 0.16 \text{ m}^3/\text{h}$  κυκλοφορητής έχει μανομετρικό 10m οπότε μας υπερκαλύπτει.

Επιλέξαμε λοιπόν τον τύπο: **S50/100** του οποίου ο κινητήρας λειτουργεί σε 50Hz με 1-220V.

### **Κυκλοφορητές Σταθερού μανομετρικού ύψους (STAR- WILO)**

Η τελευταία εξέλιξη μετά τους κυκλοφορητές των 4 ταχυτήτων είναι οι ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι κυκλοφορητές της σειράς STAR Wilo. Έχουν ενσωματωμένο ηλεκτρονικό διαφορικό πιεζοστάτη ο οποίος ελέγχει με συνεχή τρόπο τις στροφές του κυκλοφορητή (με μεταβολή της συχνότητας του ρεύματος) ώστε να διατηρείται το μανομετρικό ύψος του κυκλοφορητή σταθερό.

Δηλαδή στην πλακέτα του κυκλοφορητή μέσω ενός ποτενσιόμετρου ρυθμίζεται εφ' άπαξ το απαιτούμενο μανομετρικό ύψος το οποίο και παραμένει σταθερό, ασχέτως μεταβολών της ζήτησεως του δικτύου (π.χ. αυτονομίες, διακόπτες σωμάτων κ.λ.π.).

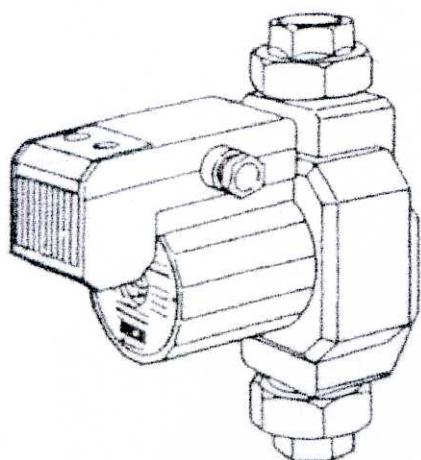
Με τους κυκλοφορητές αυτούς δεν απαιτούνται by-pass, βαλβίδες διαφορικής πίεσης και λοιπές μέθοδοι για την διατήρηση σταθερής διαφορικής πίεσης στο δίκτυο.

Οι κυκλοφορητές STAR-WILO αποτελούν την τελευταία λέξη στην κυκλοφορία νερού στα δίκτυα κεντρικών θερμάνσεων με αυτονομία ή γενικά με μεταβαλλόμενη ζήτηση και για θερμική ισχύ μέχρι 200 ως 250 MCAL,/H.

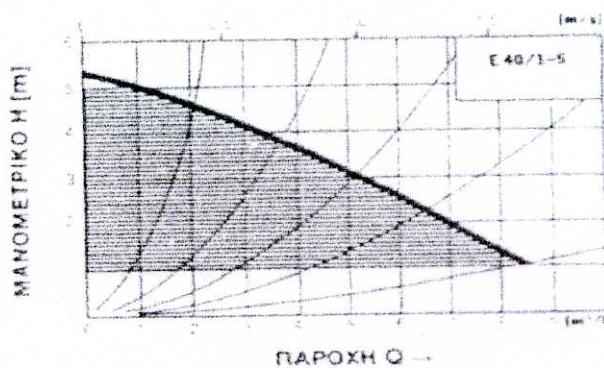
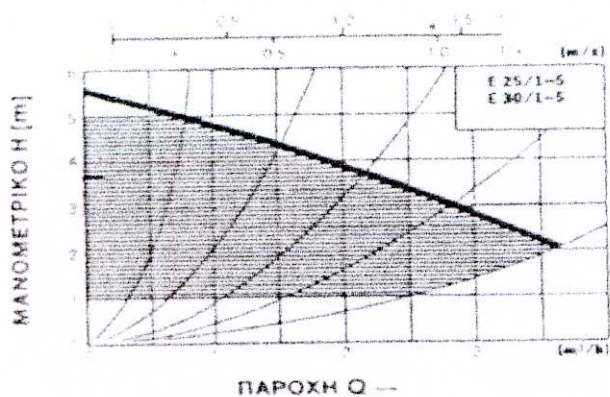
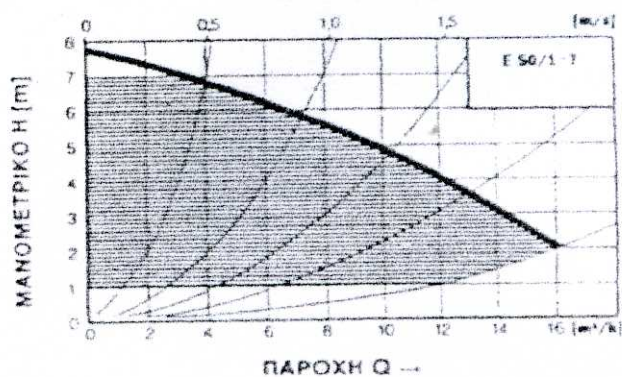
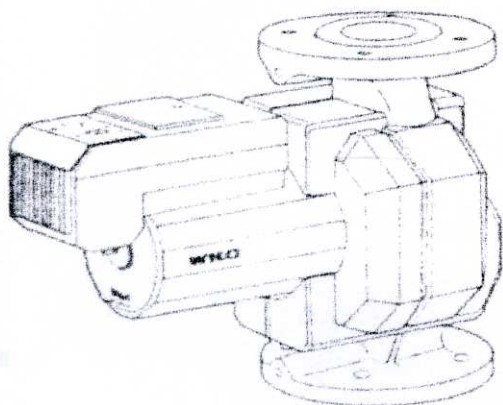
Η επιλογή των κυκλοφορητών STAR-WILO γίνεται κανονικά όπως σε όλους τους κυκλοφορητές με καθορισμό του σημείου παροχής-πίεσης αιχμής λειτουργίας πάνω στην χαρακτηριστική καμπύλη του κυκλοφορητή. Η παραπάνω πίεση (μανομετρικό ύψος) με την αλλαγή στροφών διατηρείται σταθερή για μεταβαλλόμενη παροχή νερού ανάλογα με την μείωση του θερμαντικού φορτίου της εγκατάστασης

Στο επόμενο σχήμα φαίνονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες των ηλεκτρονικών κυκλοφορητών STAR-WILO.

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.



STAR-WILO (ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ)		
ΤΥΠΟΣ	ΣΤΟΜΙΑ	
E 25/1-5	1"	
E 30/1-5	1 1/4"	
E 40/1-5	1 1/2"	
E 50/1-7	2"	



#### 7.4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η δεξαμενή του πετρελαίου, συνήθως ορθογωνική, κατασκευάζεται από φύλλα από μαύρη λαμαρίνα πάχους τουλάχιστον 3mm τα οποία συγκολλούνται μεταξύ τους. Η δεξαμενή πρέπει να φέρει εσωτερικές ενισχύσεις από γωνιακά ελάσματα για να παρουσιάζει την πλήρωση με καύσιμο. Η δεξαμενή πρέπει να τοποθετείται σε ιδιαίτερο χώρο κοντά στο λεβητοστάσιο ο οποίος πρέπει να αερίζεται και να διαθέτει αποχέτευση.

Η δεξαμενή πρέπει να διαθέτει τα ακόλουθα:

- 1 Σωλήνα πλήρωσης με διάμετρο τουλάχιστον 1 1/4"
- Σωλήνα εξαερισμού διαμέτρου τουλάχιστον 1 1/2"
- Δείκτη στάθμης πετρελαίου
- Κρουνοί κενώσεως
- Ανθρωποθυρίδα διαστάσεων τουλάχιστον 50cm χ 50cm με κάλυμμα που κλείνει στεγανά.

Η χωρητικότητα της δεξαμενής του πετρελαίου πρέπει να επαρκεί για μηνιαία χρήση και βασικά εξαρτάται από τους κάτωθι παράγοντες:

- α. Από την ισχύ της εγκατάστασης (σε Kcal/h)
- β. Από την θερμογόνο δύναμη του χρησιμοποιούμενου καυσίμου (σε kcal/kg)
- γ. Από τον συντελεστή ημερήσιας χρησιμοποίησης
- δ. Από τον ολικό βαθμό αποδόσεως της εγκατάστασης.

ΕΙΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΖΩΝΗ Α	ΖΩΝΗ Β	ΖΩΝΗ Γ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΝΕΧΗΣ	7 - 8	8 - 9	10 - 12
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ 12 ΩΣ 16 ΩΡΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΣ	5 - 6	6 - 8	8 - 10
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ 8 ΩΣ 12 ΩΡΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΣ	4 - 5	5 - 6	6 - 8

Οι ώρες πραγματικής λειτουργίας του καυστήρα ανά 24ωρο για τις δυσμενείς ημέρες της χειμερινής περιόδου λαμβάνονται από τον παραπάνω πίνακα, σε συνάρτηση με τον ολικό χρόνο λειτουργίας της εγκατάστασης και τη ζώνη που εντάσσεται η περιοχή.

Με βάση τα παραπάνω ο υπολογισμός του απαραίτητου όγκου  $V$  ( $m^3$ ) της δεξαμενής του πετρελαίου DIESEL για ειδικό βάρος πετρελαίου  $0,85 \text{ tn}/m^3$  για ικανότητα του καυστήρα  $G$  ( $Kg/h$ ) και για μηνιαία αποθήκευση πετρελαίου γίνεται ως εξής:

Η μέση ημερήσια κατανάλωση για πραγματικές ώρες λειτουργίας του καυστήρα  $h$  ανά ημέρα θα είναι:  $G \cdot h$

Η μέση μηνιαία κατανάλωση:  $G \cdot h \cdot 30$  ( $Kg$ ) =  $G \cdot h \cdot 30/1000$  ( $tn$ ) και επομένως ο όγκος της δεξαμενής  $V$  θα είναι:

$$V = G \cdot h \cdot 30 / 0,85 \cdot 1000 = 0,035 \cdot G \cdot h \quad (1)$$

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι απαιτούμενες κατά προσέγγιση διαστάσεις δεξαμενών πετρελαίου συναρτήσει της ισχύος του λέβητα για ζώνη B και για λειτουργία 8~12 ωρών ημερησίως.

#### ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.

ΙΣΧΥΣ ΛΕΒΗΤΑ ( $Kcal/h$ )	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ
<u>Μέχρι 40000</u>	$1 \text{ m}^3$ ( $1 \times 1 \times 1$ )
40000 ως 120000	$2 \text{ m}^3$ ( $1 \times 1 \times 2$ )
120000 ως 170000	$3,5 \text{ m}^3$ ( $1,2 \times 1,2 \times 2,4$ )

Από τον τύπο (1) υπολογίζουμε τον όγκο της δεξαμενής πετρελαίου.

$$V = 0,035 \cdot G \cdot h \quad (m^3)$$

με ικανότητα καυστήρα  $G = 4.56 \text{ Kg/h}$

και μέση ημερήσια κατανάλωση  $h = 10$  ώρες

προκύπτει  $V = 0.19 \text{ m}^3$  οπότε οδηγούμαστε στην τυποποιημένη δεξαμενή με διαστάσεις  $1.25 \times 1.25 \times 1.25$  όγκου  $1 \text{ m}^3$  ( $1900 \text{ lt}$ ).

Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουμε και από την ισχύ του λέβητα σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα γνωρίζοντας ότι η τιμή του είναι  $38830 \text{ Kcal/h}$ .

#### 7.5 ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΣ

Σκοπός της καπνοδόχου είναι αφ' ενός η δημιουργία φυσικού ελκυσμού και αφ' ετέρου η τέλεια απαγωγή των καυσαερίων που δημιουργούνται από την καύση του πετρελαίου στον λέβητα.

Η διατομή που πρέπει να έχει η καπνοδόχος μιας εγκατάστασης εξαρτάται αφ' ενός από το βάρος των παραγομένων καυσαερίων σε  $Kg/h$  που είναι ανάλογο προς την ισχύ του λέβητα και αφετέρου από το ύψος της καπνοδόχου.

Η διατομή της καπνοδόχου  $F$  ( $m^2$ ) υπολογίζεται από την σχέση:

$$F = R_h/n \cdot h^{1/2} \text{ (m}^2\text{)} \text{ (1)}$$

Όπου:

$R_h$ : Το βάρος των καυσαερίων σε Kg/h.

$n$ : Συντελεστής μορφής της καπνοδόχου που κυμαίνεται από 1100 ως 1700.

$h$ : Το ύψος της καπνοδόχου σε m.

Το βάρος των καυσαερίων υπολογίζεται από την σχέση:

$$R_h = 3,2 \cdot Q_A / 1000 \text{ (kg/h)} \Leftrightarrow$$

$$R_h = 3,2 \cdot 38830 / 1000 \text{ (kg/h)} \Leftrightarrow$$

$$R_h = 124,2 \text{ (kg/h)}$$

όπου  $Q_A$ : η θερμική ισχύς του λέβητα (σε Kcal/h).

Ο συντελεστής μορφής της καπνοδόχου λαμβάνεται από τον πιο κάτω πίνακα συναρτήσει της ισχύος του λέβητα (σε Kcal/h) και του ύψους της καπνοδόχου σε m.

#### ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΥ

	ΥΨΟΣ m					
	10	12	15	20	25	30
Q	50000	50000	55000			
n	1300	1200	1100			
Q	70000	75000	80000	90000	95000	
n	1400	1300	1250	1200	1100	
Q	110000	115000	125000	140000	150000	180000
n	1500	1450	1400	1350	1300	1250
Q	165000	180000	190000	210000	240000	250000
n	1550	1500	1450	1400	1450	1350
Q	250000	280000	300000	320000	360000	380000
n	1600	1600	1550	1500	1450	1400
Q		400000	420000	470000	500000	550000
n		1700	1650	1600	1550	1500



Για  $Q = 38830 < 50000 \text{Kcal}$  και ύψος καπνοδόχου  $12\text{m}$  έχουμε  
 $n = 1200$ .

Οπότε αντικαθιστούμε στον τύπο (1) και βρίσκουμε

$$\begin{aligned} F &= R_h/n \cdot h^{1/2} \text{ (m}^2\text{)} \Leftrightarrow \\ F &= 124,2/1200 \cdot 12^{1/2} \text{ (m}^2\text{)} \Leftrightarrow \\ F &= 0,02 \text{ (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

Γενικά κατά την κατασκευή της καπνοδόχου πρέπει να ληφθούν υπ' όψη τα παρακάτω:

1. Η διατομή της καπνοδόχου πρέπει να είναι σταθερή καθ' όλο το ύψος της
2. Το οριζόντιο τμήμα της καπνοδόχου δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1/4 του ύψους της καπνοδόχου.
3. Θα πρέπει να αποφεύγεται κατά το δυνατόν η αλλαγή διεύθυνσης της καπνοδόχου. Σε περίπτωση αλλαγής Θα πρέπει να υπάρχει κλίση τουλάχιστο  $30^\circ$ .
4. Ελάχιστη διατομή καπνοδόχου  $20 \times 20 \text{ cm}$ .
5. Ελάχιστο ύψος  $12 \text{ m}$ .
6. Καπνοδόχος σε εκτεθειμένους εξωτερικούς τοίχους με μεγάλη ανεμόπτωση πρέπει να αποφεύγεται και σε ενάντια περίπτωση πρέπει να προβλέπεται πολύ καλή μόνωση.

Με βάση τους υπολογισμούς μας και τις παραπάνω παραδοχές η διατομή της καπνοδόχου θα είναι  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  και θα έχει ύψος  $12\text{m}$ .

## 7.6 ΚΛΕΙΣΤΟ ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

Το δοχείο διαστολής έχει σκοπό να παραλάβει τη διαστολή του νερού της εγκατάστασης κατά την θέρμανση αυτού μέχρι τελικής θερμοκρασίας, και η διαστολή αυτή πιέζει στρώμα αέρος η αζώτου το οποίο βρίσκεται μέσα στο δοχείο και διαχωρίζεται από το νερό μέσω μεμβράνης. Το κλειστό δοχείο διαστολής αντικαθιστά το ανοικτό δοχείο διαστολής που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα στις εγκαταστάσεις με το δισωλήνιο σύστημα και τοποθετούνταν στο δώμα του κτιρίου μέσω σωληνώσεων ασφάλειας.

Στις εγκαταστάσεις με μονοσωλήνιο σύστημα χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά το κλειστό δοχείο διαστολής με μεμβράνη και αυτοτοποθετείται συνήθως στο λεβητοστάσιο εφ' όσον δεν υπάρχει πρόβλημα στατικού ύψους. Η σύνδεσή του γίνεται στο σωλήνα επιστροφής προς τον λέβητα χωρίς ενδιάμεση βάνα. Τα πλεονεκτήματα του κλειστού δοχείου διαστολής έναντι του ανοικτού είναι τα εξής.

- Δεν απαιτούνται σωλήνες ασφάλειας.
- Δεν υπάρχει απώλεια νερού γιατί το σύστημα είναι κλειστό
- Αποκλείεται η είσοδος αέρα από την ασφάλεια της εγκατάστασης

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.

- Αποκλείεται η έξοδος νερού από την εγκατάσταση για κάπως ισχυρότερο κυκλοφορητή
- Δεν υπάρχει κίνδυνος πήξεως του νερού, όπως συμβαίνει στα ανοικτά δοχεία διαστολής σε περίπτωση μεγάλου ψύχους.

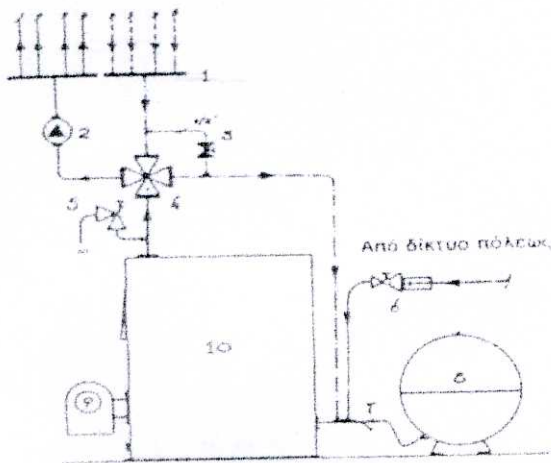
Το κλειστό δοχείο διαστολής μπορεί να λειτουργήσει σε εγκατάσταση με θερμοκρασία νερού τροφοδοσίας μέχρι 110 °C.

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνεται η σύνδεση του δοχείου διαστολής με μεμβράνη (στο Λεβητοστάσιο) σε τρεις περιπτώσεις.

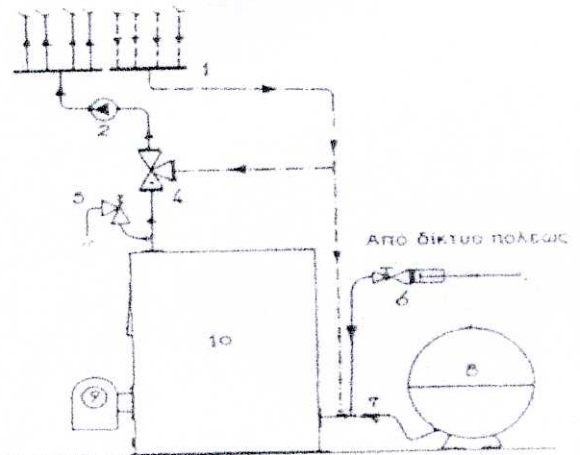
1. με τετράοδη βάννα
2. με τριόδη βάννα
3. χωρίς βάννα

Το κλειστό δοχείο διαστολής συνοδεύεται πάντοτε με αυτόματο πληρώσεως από το δίκτυο πόλεως ώστε σε περίπτωση απώλειας ύδατος στην εγκατάσταση λόγω της δημιουργούμενης πτώσεως πιέσεως στο κύκλωμα θα έχουμε αυτόματη τροφοδότηση αυτού από το δίκτυο πόλεως.

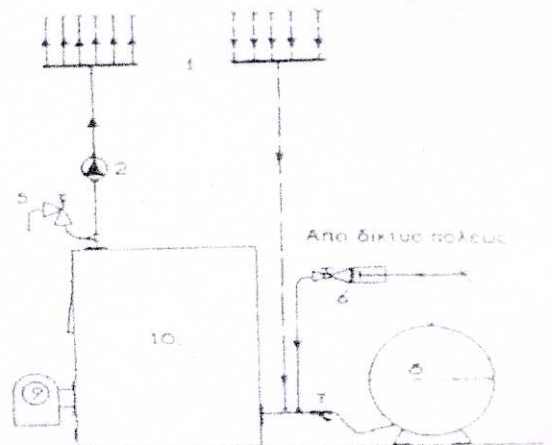
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕ ΤΕΤΡΑΟΔΗ ΒΑΝΝΑ



ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕ ΤΡΙΟΔΗ ΒΑΝΝΑ



ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΙΣ ΒΑΝΝΑ



- 1 Συλλεκτες
- 2 Κυκλοφορητης Wilo
- 3 Ρυθμιστικη βαννα παρακαμπτηριου
- 4 Τετράοδη ή τριόδη βάννα αναμειξεως CENTRA (Αρ. Υπουργικης Αποφασεως 20840/1296/5-4-79 Αρ. Φ.Ε.Κ. 366/2/13-4-79)
- 5 Βαλβιδα ασφαλειας SYR
- 6 Αυτόματος πληρώσεως SYR 1/2 (με μονόμετρο)
- 7 Φιλτρο νερου SYR
- 8 ΚΛΕΙΣΤΟ ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ REFLEX
- 9 Καυστηρας
- 10 Λεβητας

Επίσης Πρέπει να τοποθετείται και βαλβίδα ασφαλείας έναντι υπερπίεσης ώστε να ανοίγει συνήθως σε πίεση 1,0 έως 1,5 bar περισσότερο από το εκάστοτε στατικό ύψος της εγκατάστασης.

### 7.6.1 ΑΚΡΙΒΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΟΧΕΙΟΥ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

Για τον ακριβή υπολογισμό του κατάλληλου δοχείου διαστολής απαιτούνται τα εξής στοιχεία;

1. Περιεκτικότητα σε νερό της όλης εγκατάστασης (λέβητας, σώματα, σωληνώσεις κλπ)
2. Θερμοκρασία νερού προσαγωγής
3. Θερμοκρασία νερού επιστροφής
4. Αρχική πίεση (Στατικό ύψος)
5. Τελική πίεση (μέγιστη πίεση λειτουργίας)

Η ποσότητα του νερού στην εγκατάσταση είναι δυνατόν να υπολογισθεί προσεγγιστικά από την απόδοση του λέβητα. Για τον υπολογισμό αυτό ισχύουν οι ακόλουθες τιμές:

Σε 1000 Kcal/h ισχύ λέβητα αντιστοιχούν:

- 6 λίτρα σε θέρμανση με κονβέκτορες
- 8 λίτρα σε θέρμανση με FAN-COILS ή αερόθερμα
- 11 λίτρα σε θέρμανση με άβακες
- 14 λίτρα σε θέρμανση με κοινά σώματα ή ενδοδαπέδια θέρμανση.

Ο συνολικός όγκος του δοχείου διαστολής δίνεται από τη σχέση:

$$V_N = W_A/D_f \quad (1)$$

Όπου  $D_f$  ο συντελεστής πίεσης ο οποίος δίνεται από τον τύπο:

$$D_f = [(P_E + 1) - (P_A + 1)] / (P_E + 1) = (P_E - P_A) / (P_E + 1) \quad (2)$$

Όπου  $P_A$  : αρχική πίεση (υπερπίεση) (στατικό ύψος)

Όπου  $P_E$  : τελική πίεση (υπερπίεση) της εγκατάστασης  $P_E = P_A + 0,7 \text{ bar}$

Όπου  $W_A$  είναι η διαστολή του νερού και δίνεται από τον τύπο:

$$W_A = W_g \cdot A_f (3)$$

Όπου  $A_f$  ο συντελεστής διαστολής που δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας Συντελεστή διαστολής.**

Μέση θερ/σία νερού °K tm °C	Συντελεστής Διαστολής $A_f$	Μέση θερ/σία νερού °K tm °C	Συντελεστής Διαστολής $A_f$
283 10	0,0004	353 80	0,0296
293 20	0,0018	358 85	0,0321
303 30	0,0044	363 90	0,0359
313 40	0,0079	368 95	0,0394
323 50	0,0121	373 100	0,0435
333 60	0,0171	383 110	0,0515
343 70	0,0228	393 120	0,0603

και  $W_g$  η ολική ποσότητα του νερού.

Η ολική ποσότητα του νερού μπορεί να ληφθεί από τη σχέση:

$$W_g = 19 \cdot Q / 1000 (4)$$

Όπου  $Q$  η θερμική ισχύς της εγκατάστασης σε Kcal/h.

Ο απαιτούμενος ωφέλιμος όγκος του δοχείου διαστολής υπολογίζεται από τη συνολική ποσότητα του νερού της εγκατάστασης και από τη μέση θερμοκρασία  $t_m$  η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$t_m = (t_v + t_r) / 2$$

όπου  $t_v$  η θερμοκρασία προσαγωγής που συνήθως παίρνεται  $50^\circ\text{C}$  και  $t_r$  η θερμοκρασία επιστροφής που συνήθως παίρνεται  $35^\circ\text{C}$  οπότε  $t_m = 42,5^\circ\text{C}$ .

Από τη σχέση (4) προκύπτει ότι η ολική ποσότητα του νερού είναι:

$$W_g = 19.38830/1000 = 737 \text{ Kcal/h}$$

Από τη σχέση (3) προκύπτει ότι η διαστολή του νερού είναι:

$$W_A = 737.0,0296 = 21,83 \text{ lt}$$

Από τη σχέση (2) προκύπτει ο συντελεστής πίεσης:

όπου  $P_A = 1,05 \text{ bar}$

και  $P_E = 1,05 + 0,7 = 1,75 \text{ bar}$

οπότε

$$D_r = (1,75 - 1,05)/(1,75 + 1) \Leftrightarrow$$
$$D_r = 0,25$$

Από τη σχέση (1) προκύπτει ο συνολικός όγκος του δοχείου:

$$V_N = 21,83/0,25 \Leftrightarrow$$
$$V_N = 33 \text{ lit}$$

Ο επόμενος πίνακας παρέχει ένα προσεγγιστικό τρόπο για την επιλογή του κλειστού δοχείου διαστολής με βάση την αρχική πίεση και τη μέγιστη ποσότητα του νερού στην εγκατάσταση ή τη μέγιστη απόδοση του λέβητα.

ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΨΥΞΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΧΩΡΟΥ.

ΤΥΠΟΣ ΜΕΓΕΘΟΣ (λίτρα)	Αρχική πίεση (στατικό υψος)		Για μέση θερμοκρασία 80°C Μέγιστη ποσότητα νερού στην εγκατάσταση (λίτρα)		Μέγιστη απόδοση λέβητα (Kcal/h)		ΤΥΠΟΣ ΜΕΓΕΘΟΣ (λίτρα)	Αρχική πίεση (στατικό υψος)		Για μέση θερμοκρασία 80°C Μέγιστη ποσότητα νερού στην εγκατάσταση (λίτρα)		Μέγιστη απόδοση λέβητα (Kcal/h)			
	bar	ΜΥΣ						bar	ΜΥΣ						
1	0,5	5	20	1.400	140	1.100	0,5	5	2.797	199.800	140	0,5	5	2.098	149.900
	1,0	10	15	700			1,0	10	1.399	99.900					
	1,5	15	10				1,5	15							
8	0,5	5	160	11.500	200	8.600	0,5	5	3.996	285.400	200	0,5	5	2.997	214.100
	1,0	10	120	5.700			1,0	10	1.998	142.700					
	1,5	15	80				1,5	15							
12	0,5	5	240	17.100	250	12.900	0,5	5	4.995	356.800	250	0,5	5	3.746	267.600
	1,0	10	180	8.600			1,0	10	2.498	178.400					
	1,5	15	120				1,5	15							
18	0,5	5	360	25.700	320	19.300	0,5	5	6.394	456.700	320	0,5	5	4.795	342.500
	1,0	10	270	12.900			1,0	10	3.197	288.400					
	1,5	15	180				1,5	15							
25	0,5	5	500	35.700	400	26.800	0,5	5	7.722	551.600	400	0,5	5	5.791	413.600
	1,0	10	375	17.900			1,0	10	3.861	275.800					
	1,5	15	250				1,5	15							
35	0,5	5	699	49.900	420	37.400	0,5	5	8.392	599.400	420	0,5	5	6.294	449.600
	1,0	10	524	25.000			1,0	10	4.196	299.700					
	1,5	15	350				1,5	15							
50	0,5	5	999	71.400	525	53.500	0,5	5	10.490	749.300	525	0,5	5	7.867	561.900
	1,0	10	749	35.700			1,0	10	5.245	374.600					
	1,5	15	500				1,5	15							
80	0,5	5	1.598	114.100	640	85.600	0,5	5	12.787	913.400	640	0,5	5	9.590	685.000
	1,0	10	1.199	57.100			1,0	10	6.394	456.700					
	1,5	15	799				1,5	15							
110	0,5	5	2.198	157.000	1000	117.700	0,5	5	13.986	999.000	1000	0,5	5	13.986	999.000
	1,0	10	1.648	78.500			1,0	10	9.990	713.600					
	1,5	15	1.099				1,5	15							

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ :**

1. Β.Η. ΣΕΛΟΥΝΤΟΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ)
2. ΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΚΩΣΤΑΣ (ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ)
3. RECKNAGEL SPRENGER (ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ)
4. ΚΑΡΥΠΙΔΗΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ)
5. (ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ) ΒΙΒΛΙΟΥ ΤΟΥ Υ.ΠΕ.Π.Θ.
6. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΑΚΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΕΙΣ
7. ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΨΥΞΗΣ

## **ΠΗΓΕΣ :**

1. [WWW.ROTEX.COM](http://WWW.ROTEX.COM)
2. [WWW.BUDERUS.COM](http://WWW.BUDERUS.COM)
3. [WWW.TEMPA.GR](http://WWW.TEMPA.GR)
4. [WWW.MULTIBETON.COM](http://WWW.MULTIBETON.COM)
5. [WWW.KTIRIO.GR](http://WWW.KTIRIO.GR)
6. [WWW.LEVITOSTASIO.COM](http://WWW.LEVITOSTASIO.COM)
7. [WWW.INFLOOR.GR](http://WWW.INFLOOR.GR)
8. [WWW.GALDA.GR](http://WWW.GALDA.GR)
9. [WWW.GEORGEIOY.GR](http://WWW.GEORGEIOY.GR)
10. [WWW.XANIA.COM](http://WWW.XANIA.COM)
11. [WWW.ENERGY.GR](http://WWW.ENERGY.GR)
12. [WWW.TGI.COM](http://WWW.TGI.COM)