

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΔΙΟΡΟΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΤΡΙΝΤΑΦΥΛΛΑΚΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΑΚΗΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΝΔΡΕΑΣ ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική αναδρομή.....	8
1.2 Σημερινές απαιτήσεις.....	9
1.3 Ο παράγοντας "άνεση".....	9
1.4 Βασικές αρχές επιλογής του συστήματος θέρμανσης	11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

2.1 Γενικές αρχές.....	13
2.2 Τρόποι μετάδοσης θερμότητας.....	15
2.3 Διάκριση και κριτήρια επιλογής συστημάτων θερμάνσεως.....	15
2.4 Κεντρικά συστήματα θερμάνσεως.....	17
2.5 Βασικά μέρη κεντρικής θέρμανσης.....	19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

3.1 Στόχος της θερμομόνωσης.....	21
3.2 Κριτήρια θερμομόνωσης.....	22
3.3 Διαχωρισμός της χώρας σε ζώνες.....	23
3.4 Κλίμα και θερμομόνωση.....	24

3.5 Υγρασία και θερμομόνωση.....	25
3.6 Λύσεις αποφυγής υγρασίας.....	26
3.7 Βασικές έννοιες από την οικοδομική.....	28
3.8 Θερμομονωτικά υλικά.....	29
3.9 Παραδείγματα θερμικών μονώσεων εξωτερικού τοίχου.....	32
3.10 Παραδείγματα θερμικών μονώσεων δαπέδων.....	33
3.11 Παραδείγματα θερμικών μονώσεων στέγης, οροφής.....	34
3.12 Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ.....	35
3.13 Συντελεστής θερμοπερατότητας K (επίπεδου τοιχώματος).....	38
3.14 Συντελεστής θερμοπερατότητας K (ανοίγματα, δάπεδα, στέγες).....	40
3.15 Υπολογισμός K για την μελέτη μας.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΙΟ

4.1 Γενική περιγραφή.....	51
4.2 πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα μονοσωληνίου συστήματος.....	54
4.3 Αυτόνομο μονοσωλήνιο σύστημα.....	55
4.4 Περιγραφή εξαρτημάτων εγκατάστασης μονοσωληνίου συστήματος.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

5.1 Εισαγωγή.....	68
5.2 Προσαυξήσεις.....	69
5.3 Υπολογισμοί.....	71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

6.1 Εισαγωγή.....	85
6.2 Επιλογή θερμαντικών σωμάτων.....	87
6.3 Υπολογισμοί για την επιλογή θερμαντικών σωμάτων.....	88
6.4 Μέθοδος υπολογισμού συντελεστή διορθώσεως.....	92
6.5 Υπολογισμοί για την μελέτη μας.....	92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΔΙΚΤΥΟ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

7.1 Εισαγωγή.....	107
7.2 Σωληνώσεις δικτύων.....	107
7.3 Σωληνώσεις μονοσωληνίου συστήματος.....	112
7.4 Δικτυο σωληνώσεων για την μελέτη μας.....	114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

8.1 Γενικές αρχές.....	118
8.2 Μέγεθος λεβητοστασίου.....	119
8.3 Τοίχοι, οροφές, δάπεδα.....	121
8.4 Έξοδοι, πόρτες, παράθυρα.....	122
8.5 Αερισμός λεβητοστασίου.....	122
8.6 Πυροπροστασία λεβητοστασίου.....	123
8.7 Περιεχόμενα λεβητοστασίου.....	123
8.8 Λέβητας.....	124
8.9 Διάκριση των λεβήτων.....	125
8.10 Ο σύγχρονος λέβητας.....	127
8.11 Επιλογή λέβητα.....	129
8.12 Καυστήρας.....	130
8.13 Κυκλοφορητής.....	133
8.14 Δεξαμενή πετρελαίου.....	136
8.15 Επιλογή δοχείου διαστολής.....	137
8.16 Βαλβίδα ασφαλείας.....	138
8.17 Αυτόματος πληρώσεως.....	138

8.18 Συνοπτικό σχέδιο λεβητοστασίου.....	139
8.19 Συνοπτικά σχέδια οικίας.....	140

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	142
---	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

10.1 Εισαγωγή.....	143
10.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.....	146
10.3 Εξέλιξη και μέλλον της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.....	147
10.4 Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.....	149
10.5 Αρχή λειτουργίας.....	150
10.6 Φωτοβολταϊκά στοιχεία.....	152
10.7 Συστατικά μέρη ενός φ/β στοιχείου.....	153
10.8 Φωτοβολταϊκά πλαίσια.....	155
10.9 Βοηθητικά στοιχεία φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.....	158
10.10 Φωτοβολταϊκά συστήματα-διαγράμματα.....	163
10.11 Χαρακτηριστικά μεγέθη των φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	165

10.12 Γενικές ερωτήσεις για τα φωτοβολταϊκά.....	167
--	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΜΕΛΕΤΗ (ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ) ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

11.1 Εισαγωγή.....	180
11.2 Ενεργειακή μέθοδος.....	182
11.3 Διαστασιολόγηση συσσωρευτών.....	203
11.4 Επιλογή καλωδίων.....	210
11.5 Επιλογή βάσης στήριξης.....	210
11.6 Επιλογή ρυθμιστή ή ελεγκτής φόρτισης.....	211
11.7 καταγραφέας δεδομένων Data logger.....	213
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	215
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	216

Πρόλογος

Η πτυχιακή αυτή γράφτηκε με σκοπό την παρουσίαση της μελέτης εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης και χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Στα κεφάλαια 1 έως 9 της πτυχιακής εργασίας παρουσιάζουμε αναλυτικά τα εξής: την περιγραφή, τα τεχνικά χαρακτηριστικά, τους τρόπους λειτουργίας των συστημάτων που έχουμε εγκαταστήσει με την βοήθεια σχημάτων και πινάκων για την μελέτη κεντρικής θέρμανσης και στα κεφάλαια 10 έως 12 για την μελέτη φωτοβολταϊκών στοιχείων ώστε να κατανοηθεί σε βάθος η κάθε μελέτη.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι μια εγκατάσταση φωτοβολταϊκών απαιτεί αρχική δαπάνη υψηλού χρηματικού ποσού το οποίο όμως είναι μακροπρόθεσμα αποσβέσιμο με μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τον επίκουρο καθηγητή Κ.Αντρέα Γιαννόπουλο που μας ανέθεσε την πτυχιακή αυτή εργασία και τις χρήσιμες συμβουλές που μας παρείχε κατά την διάρκεια της συγγραφής της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η προσπάθεια να προστατευθεί κάθε ζωντανός οργανισμός από ακραίες, επικίνδυνες, και ενοχλητικές θερμοκρασιακές μεταβολές, είναι αναπόσπαστα συνδεδεμένη με την φυσική-βιολογική προσπάθεια για την επιβίωση. Γι' αυτό ο άνθρωπος, από τα πανάρχαια χρόνια προσπαθούσε να εξασφαλίσει μια ευχάριστη, η έστω ανεκτή κατάσταση περιβάλλοντος, στους χώρους και τις περιοχές παραμονής, διαμονής και απασχολήσεως του. Η φωτιά, η κατοικία και η θέρμανση που με τα χρόνια προστέθηκαν ευφυείς τρόποι δροσισμού, αποτέλεσαν βασικά στοιχεία πολιτισμού και συνετέλεσαν σημαντικά στην διαφοροποίηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς από αυτή των άλλων έμβιων όντων. Η ικανότητα του ανθρώπου να αντιμετωπίζει την περιστασιακά εχθρική φύση και μερικές φορές να την προσαρμόζει στις ανάγκες του, βασίστηκε στην νοημοσύνη και εφευρετικότητα του, καλλιέργησε την γνώση και δημιούργησε τον πολιτισμό.

Οι πρώτες προσπάθειες για θέρμανση με στόχο την άνεση, έγιναν αρκετά αργότερα και βαθμιαία, όταν και όπου το πρόβλημα της επιβιώσεως στο ψυχρό περιβάλλον είχε πια ξεπεραστεί. Κάθε τόσο ο άνθρωπος είχε νέες απαιτήσεις και αυτό βέβαια είχε ως αποτέλεσμα αναζητήσεις και νέες βελτιώσεις, που οδήγησαν στα τζάκια, αλλά και εντυπωσιακά, πρωτοποριακής κατασκευής, πρωτόγονα συστήματα κεντρικής θερμάνσεως.

φωτιά → τζάκι → συστήματα κεντρικής θερμάνσεως

1.2 ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Σήμερα στην κεντρική θέρμανση των κτιρίων, επιδιώκεται να επιτευχθούν και να διατηρηθούν συνθήκες, που να ανταποκρίνονται με πληρότητα, ασφάλεια, αξιοπιστία και προσιτό κόστος, στις απαιτήσεις του ανθρώπου για άνετη και υγιεινή διαβίωση στους κλειστούς χώρους παραμονής, διαμονής και εργασίας, έστω και αν στο εξωτερικό περιβάλλον επικρατούν χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες. Σύμφωνα με την θερμοδυναμική ισορροπία μπορούμε να πούμε ότι με την θέρμανση, επιδιώκεται να επιτευχθεί μια λεπτή ισορροπία μεταξύ της φυσιολογικά αποβαλλόμενης θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα και της θερμότητας που το περιβάλλον δίνει στο σώμα, ακριβώς στα θερμοκρασιακά επίπεδα που χρειάζεται η επιθυμεί ο άνθρωπος.

Άρα λοιπόν σε κάθε συγκεκριμένη κατασκευή, κτίρια, εγκαταστάσεις, χώροι θα πρέπει οι επιλογές των μηχανικών να συνδυάσουν τις επιθυμίες και τους στόχους των χρηστών, με τις εφικτές τεχνολογικές λύσεις, τα οικονομικά περιθώρια, την λειτουργικότητα και την ασφάλεια των ατόμων που χρησιμοποιούν τα κτίρια και χειρίζονται τον εξοπλισμό των εγκαταστάσεων.

1.3 Ο ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ "ΑΝΕΣΗ"

Με την ευρύτερη έννοια της άνεσης μπορούμε να πούμε ότι εκτός από την καλύτερη θέρμανση του χώρου, σημαντικό ρόλο έχει η αισθητική του χώρου, το επίπεδο φωτισμού μέχρι και η προστασία από τους εξωτερικούς θορύβους.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την "άνεση" είναι:

-η θερμοκρασία του αέρα

-η σχετική υγρασία

-η καθαρότητα και η κίνηση του αέρα.

Επίσης οι συνθήκες ανέσεως εξαρτώνται από το είδος και το μέγεθος διάφορων θερμικών ερεθισμών.

Άρα με τις εγκαταστάσεις θερμάνσεως επιδιώκουμε την προσέγγιση των συνθηκών της κλιματιστικής ανέσεως. Στον πίνακα 1 βλέπουμε την επιθυμητή θερμοκρασία χώρων.

ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΘΕΡΜ/ΣΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ, ΑΠΟ ΤΗΝ Τ.Ο ΤΕΕ 2425, ΣΕ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ "Κ.Θ.Κ."

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ		ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	
	Κ.Θ.Κ.	Τ.Ο.		Κ.Θ.Κ.	Τ.Ο.
1. ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ Καθημερινά Υπνοδωμάτια Προθάλαμοι Διάδρομοι, W.C. Λουτρά	20 20 15 15 22	20 20 15 15 22 - 24	6. ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ Υπνοδωμάτια Υπνοδωμάτια πολυτελείας Διάδρομοι	20 - 15	20 22 18
2. ΓΡΑΦΕΙΑ Δημ. Υπηρεσιών Ιδιωτικά Βοηθ. χώροι		20 20 15	7. ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑ Γραφεία Αίθουσες - ασθενών - αναμονής - εξετάσεων		20 20 18 18 - 21
3. ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ Μικρά Πολυκαταστήματα Δοκιμαστήρια Βοηθ. χώροι	20	18 18 21 15	Χειρουργεία Διάδρομοι Βοηθητικοί χώροι		18 - 21 16 15
4. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ Αίθουσες - διδασκαλίας - σεμιναρίων Αμφιθέατρα Κλειστά γυμναστήρια Εργαστήρια Βιβλιοθήκες Αναγνωστήρια Αποθήκες	20 18 18 15	20 18 16 20	8. ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ Εργασία - καθιστική - ελαφρά - βαρεία		19 17 15
5. ΔΙΚΑΣΤΗΡΙΑ		20	9. Μουσεία Αίθ. εκθέσεων Τράπεζες Αίθ. διαλέξεων Εκκλησίες		20 18 20 18 18

Πίνακας 1

1.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η επιλογή του κατάλληλου και σωστού συστήματος θερμάνσεως για ένα συγκεκριμένο χώρο ή κτίριο, είναι μια πολύ κρίσιμη απόφαση, την οποία πρέπει να παίρνει ο μελετητής μηχανικός. Από αυτήν την απόφαση εξαρτάται η κατασκευαστική υλοποίηση της μελέτης και η ικανοποίηση του πελάτη και του τελικού χρήστη. Σε αρκετές φάσεις του σχεδιασμού πρέπει να εκτιμηθούν πολλοί παράγοντες, και μετά από προσεκτική μελέτη των δεδομένων να γίνει η σύνθεση που θα οδηγήσει στις επιλογές. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται να υποβαθμίζεται κανένας από τους παράγοντες-στόχους:

-Η αρτιότητα της μελέτης και των επιλογών του μελετητή συνδέεται άμεσα με την επαγγελματική του φήμη και σταδιοδρομία. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου μπορούν να εμφανιστούν σοβαρά προβλήματα ή και ασφάλειας της εγκατάστασης. Άρα θα πρέπει να είναι αξιόπιστη η εγκατάσταση. Δηλαδή να είναι πάντα έτοιμη να λειτουργήσει και να επιτύχει τους στόχους για τους οποίους κατασκευάστηκε. Θα πρέπει να παρουσιάζει ελάχιστες βλάβες και να συντηρείται προγραμματισμένα. Η επίτευξη της αξιοπιστίας συνδέεται άμεσα με την ποιότητα του εξοπλισμού. Επομένως σωστή αξιοπιστία επιτυγχάνουμε με την σωστή επιλογή εξοπλισμού ,την επιμελημένη μελέτη και την καλή συντήρηση. Μπορεί να υπάρξουν οικονομικές ευθύνες ή και ποινικές του μελετητή.

-Δεν επιτρέπονται μικροί οικονομικοί στόχοι διότι μπορεί να υπάρξουν κίνδυνοι. Υπάρχει μια λεπτή ισορροπία στο θέμα των δαπανών κατασκευής και των δαπανών λειτουργίας μιας εγκατάστασης. Με την επιλογή του συστήματος αλλά και του εξοπλισμού ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να ικανοποιούν τον κατασκευαστή και τον χρήστη ο οποίος θα πληρώσει το τελικό

κόστος. Άρα η οικονομικότητα μιας εγκατάστασης θα πρέπει να γίνει με σωστούς οικονομοτεχνικούς υπολογισμούς.

-Ο μελετητής θα πρέπει να δώσει μεγάλη σημασία στην τήρηση των κανονισμών.

Επομένως θα πρέπει σύμφωνα με την μελέτη η εγκατάσταση να είναι αποτελεσματική και λειτουργική.

Αποτελεσματική : να επιτυγχάνεται γρήγορα η πλήρης προσέγγιση των κλιματικών προδιαγραφών του εσωκλίματος για το οποίο έχει σχεδιαστεί.

Λειτουργική : να δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να τροποποιούν , με απλό τρόπο τα συνήθη χαρακτηριστικά λειτουργίας της και να μπορούν να την ελέγχουν με απλούς χειρισμούς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

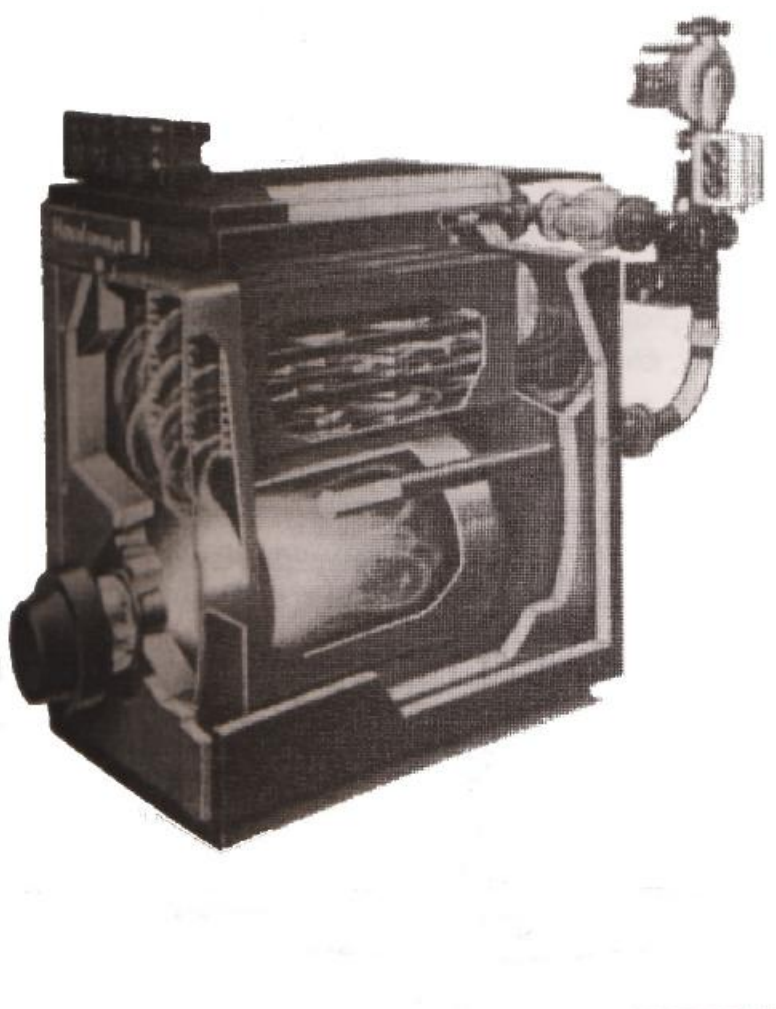
Είναι αναγκαίο ένα σύστημα παραγωγής, προσαγωγής θερμικής ενέργειας ότι είναι βασισμένο σε κάποια καύση. Η χρήση της παραγόμενης θερμότητας είναι δυνατόν να γίνει άμεσα ή έμμεσα με την βοήθεια ενός υλικού μέσου (νερό ή αέρας) που μεταφέρει την θερμότητα σε κάποια απόσταση από την εστία καύσεως ή το σημείο όπου υπάρχει διαθέσιμη θερμότητα. Έτσι λοιπόν έχουμε άμεση και έμμεση θέρμανση.

Στην άμεση θέρμανση έχουμε τις ανοιχτές εστίες, τζάκια και τις θερμάστρες κ.α. Σε αυτές τις μονάδες το σύστημα παραγωγής της θερμότητας, βρίσκεται μέσα στο χώρο που θερμαίνει. Σχήμα 2.1



Σχήμα 2.1

Οι έμμεσες θερμάνσεις μπορούν ποσοτικά και ποιοτικά να ανταποκριθούν σε αυξημένες απαιτήσεις. Ένα καύσιμο ή άλλη πηγή ενέργειας θερμαίνουν ένα ρευστό, τον φορέα της θερμότητας (νερό, αέρας) ο οποίος οδηγείται στον ή στους χώρους που επιθυμούμαι και με την βοήθεια κατάλληλων εναλλακτών, προσφέρει θερμότητα με αγωγή, μεταφορά και ακτινοβολία. Στα συστήματα αυτά η μονάδα παραγωγής της θερμότητας βρίσκεται έξω από τους θερμαινόμενους χώρους, συνήθως σε κατάλληλα διαμορφωμένους χώρους (λεβητοστάσια). Σχήμα 2.2



Σχήμα 2.2

2.2 ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Συνήθως συνυπάρχουν οι διαδικασίες θερμάνσεως με αγωγή, μεταφορά και ακτινοβολία αλλά η διαμόρφωση του τελικού αποτελέσματος διαφέρει, ανάλογα με την μορφή και το μέγεθος των θερμαντικών σωμάτων. Υπάρχουν τρεις τρόποι μεταδόσεως της θερμότητας και είναι οι εξής:

-Με ακτινοβολία: κάθε σώμα που βρίσκεται σε απόλυτη θερμοκρασία $T(K)$ ακτινοβολεί στο περιβάλλον του ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ορισμένης ισχύος και μήκους κύματος. Η ακτινοβολία αυτή είναι ο φορέας της μεταφερόμενης ενέργειας.

-Με αγωγιμότητα: η απόλυτη θερμοκρασία $T(K)$ ενός σώματος είναι μέτρο της μέσης ενέργειας ανά βαθμό ελευθερίας των μορίων του. Άρα, δύο σώματα με θερμοκρασίες $T_1(K)$ και $T_2(K)$ ($T_1 \neq T_2$) όταν βρεθούν σε επαφή, θα ανταλλάσουν θερμική ενέργεια, λόγω των κρούσεων των διαφορετικής ενέργειας μορίων, μεταξύ τους.

-Με μεταφορά: ο φορέας εδώ είναι η ίδια η μετακινούμενη ύλη, λόγω της εσωτερικής της ενέργειας.

2.3 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

Διάκριση: τα συστήματα θερμάνσεως διακρίνονται σε μεμονωμένα ή αυτόνομα ή τοπικά και σε κεντρικές θερμάνσεις, με κριτήριο των αριθμό των θερμαινόμενων χώρων από μια κεντρική πηγή (π.χ. λέβητας) θερμάνσεως.

Με κριτήριο το καύσιμο, οι θερμάνσεις διακρίνονται σε θερμάνσεις πετρελαίου, μαζούτ, κοκ, ανθρακίτη, καυσίμου αερίου, ηλεκτρικές κλπ.

Τέλος με κριτήριο το είδος των θερμαντικών σωμάτων και τον τρόπο μεταφοράς της θερμότητας στους χώρους, διακρίνονται σε θερμάνσεις ζεστού νερού, υπέρθερμου νερού, ατμού και αέρα κ.α.

Κριτήρια επιλογής:

-Να εξασφαλίζει ικανοποιητική και κατά το δυνατόν ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας μέσα σε ένα χώρο.

-Να μην επηρεάζει δυσμενώς την καθαρότητα του αέρα και την περιεκτικότητα του σε οξυγόνο. Δηλαδή δεν πρέπει να παράγει ή να προκαλεί την μετακίνηση ποσοστών σκόνης, βλαβερών αερίων και ατμών.

-Να είναι απλή στην χρήση της, να επιδέχεται ρύθμιση και να μην παρουσιάζει δυσκολίες για την συντήρησή της.

-Να επιτυγχάνετε με χαμηλό κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος, οι επιδιωκόμενες συνθήκες.

-Ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής.

-Να απαιτεί μικρό χώρο. Ειδικά στην περίπτωση κεντρικών και περιφερειακών μονάδων, τόσο στις κύριες εγκαταστάσεις της, όσο και στα τοπικά θερμαντικά σώματα.

-Να έχουμε μεγάλη ασφάλεια από την κατασκευή της εγκατάστασης, να μην έχουμε κινδύνους για την ανθρώπινη ζωή, την ακεραιότητα και την υγεία των ανθρώπων έστω και αν δεν λειτουργεί κάτω από κατάλληλες συνθήκες.

2.4 ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

Τα συστήματα που θερμαίνουν ομάδες χώρων, ολόκληρα κτίρια ή και ομάδα κτιρίων, ονομάζονται κεντρικές θερμάνσεις και αποτελούν αντικείμενο μελέτης για τον μηχανικό. Χρειάζεται όμως προσοχή, γιατί η συνεχής, απρόσκοπτη, περιβαλλοντολογικά αποδεκτή, οικονομική και ασφαλής λειτουργία τους, προϋποθέτει εμπειρία και καλή αξιοποίηση πληροφοριών για την δομική κατασκευή και την χρήση της οικοδομής και των χώρων, πολλές οικονομοτεχνικές επιλογές, άρτια τεχνική μελέτη, καλή κατασκευή, κατάλληλο εξοπλισμό, σωστή ρύθμιση και καλή συντήρηση. Εκείνο που χαρακτηρίζει μια εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως είναι η ύπαρξη μιας μόνο πηγής παραγωγής θερμότητας και η μεταφορά της θερμότητας προς τους θερμαινόμενους χώρους. Η κεντρική πηγή παραγωγής θερμότητας είναι δυνατό να εξυπηρετεί συνολικά ένα κτίριο, ένα συγκρότημα κτιρίων. Η πηγή αυτή, όταν εξυπηρετεί ένα κτίριο, είναι εγκαταστημένη συνήθως σε κατάλληλο υπόγειο χώρο τελείως ανεξάρτητη από τους άλλους ωφέλιμους χώρους του κτιρίου, για λόγους ασφάλειας και ανέσεως. Έτσι αποφεύγονται οι θόρυβοι, οι αναθυμιάσεις και οι κίνδυνοι από μια έκρηξη ή από μια πυρκαγιά στο χώρο του λεβητοστασίου. Η παραγόμενη θερμική ενέργεια μεταφέρεται στους χώρους που πρέπει να θερμανθούν, από ένα ενδιάμεσο φορέα θερμότητας, ένα εργαζόμενο ρευστό μέσο με ένα ειδικά υπολογισμένο σύστημα διανομής. Ο ενδιάμεσος φορέας θερμότητας μπορεί να είναι 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 την θερμική ενέργεια που μεταφέρει, με ειδικούς συνήθως εναλλάκτες θερμότητας, οι οποίοι είναι τα θερμαντικά σώματα. Βέβαια υπάρχει και η περίπτωση που ο αέρας ως ενδιάμεσος φορέας, κυκλοφορεί και θερμαίνει

κάποιο χώρο απευθείας, χωρίς την παρουσία θερμαντικών σωμάτων. Μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν αναρίθμητα, συστήματα κεντρικής θερμάνσεως αν λάβουμε υπόψη την δυνατότητα των συνδυασμών ανάμεσα στο είδος του χρησιμοποιούμενου καυσίμου, στις μεθόδους παραγωγής της θερμικής ενέργειας, στο είδος του ενδιάμεσου θερμοφορέα. Με βασική ταξινόμηση των συστημάτων κεντρικής θερμάνσεως, με βάση τους παραπάνω αναφερόμενους συνδυασμούς, στον πίνακα 2.1 βλέπουμε μια συστηματική περιγραφή.

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

Πίνακας 2.1 Ταξινόμηση συστημάτων κεντρικής θερμάνσεως

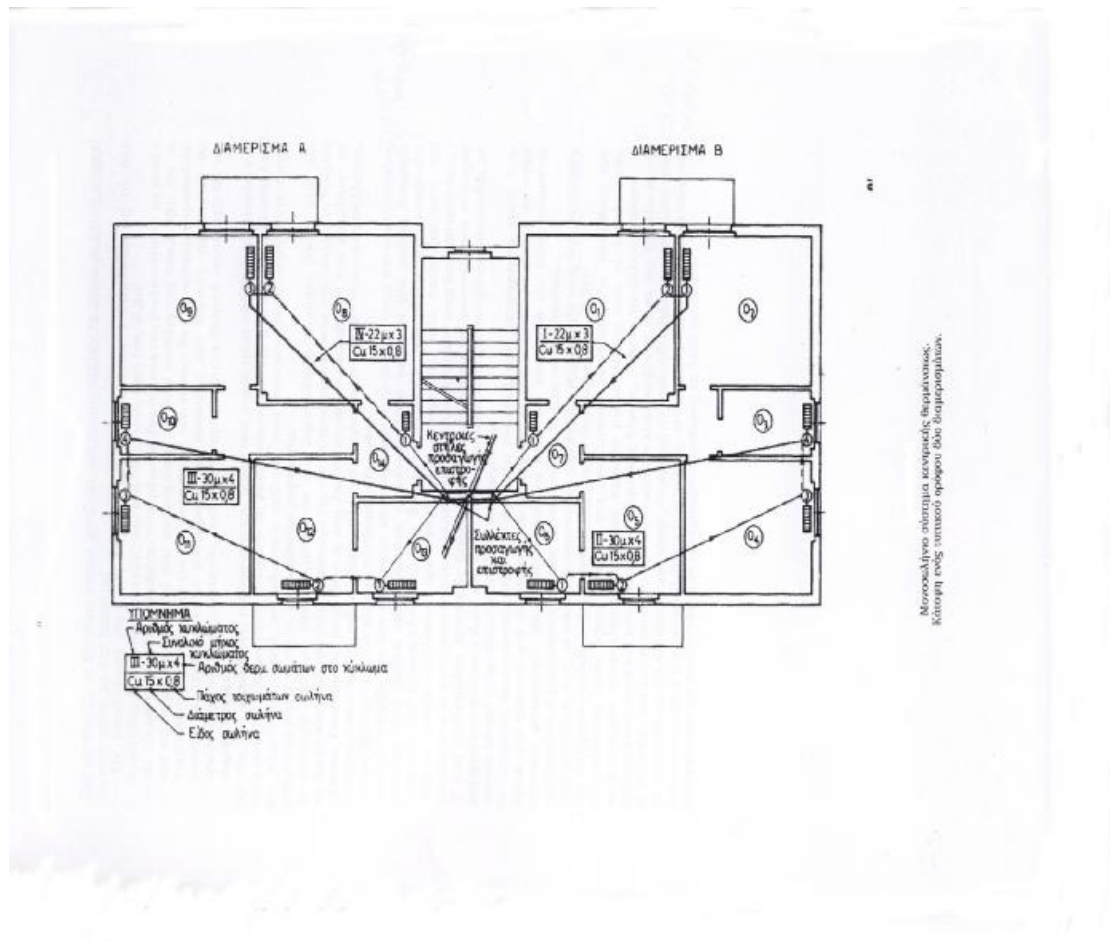
Όπως φαίνεται και στον πίνακα 2.1, ο κύριος διαχωρισμός των συστημάτων κεντρικής θερμάνσεως γίνεται με βάση το είδος του ενδιάμεσου φορέα θερμότητας πού όπως αναφέραμε είναι το νερό, ο ατμός ή ο αέρας.

-Κεντρική θέρμανση με θερμό νερό.

-Κεντρική θέρμανση με ατμό.

-Κεντρική θέρμανση με αέρα.

Από τις βασικές αυτές κατηγορίες, θα εξετάσουμε μόνο την κεντρική θέρμανση με θερμό νερό σε μονοσωλήνιο σύστημα (σχήμα 2.3) καθώς αυτό είναι το αντικείμενο που πραγματευόμαστε στο Κεφάλαιο 4.



Σχήμα 2.3

2.5 ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

-Λέβητας

-Καυστήρας

-Καπνοδόχος

-Κυκλοφορητής

-Συλλέκτες

-Δοχείο διαστολής

-Μανόμετρα, θερμομέτρα και θερμοστάτες

-Σωληνώσεις

-Θερμαντικά σώματα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

3.1 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Ως γνωστόν η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγιμότητα, μεταφορά και ακτινοβολία. Με την θερμομόνωση επιδιώκουμε κατ' αρχήν να μειώσουμε την ταχύτητα ροής της θερμότητας από ή προς ένα χώρο. Στις κεντρικές θερμάνσεις βασικός σκοπός είναι να διατηρείται κατά τους χειμερινούς μήνες στους χώρους που μένουν ή εργάζονται άνθρωποι , μια επιθυμητή σταθερή θερμοκρασία, ανεξάρτητα από την εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Είναι φανερό ότι λόγω διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου-περιβάλλοντος να φεύγει συνεχώς θερμότητα μέσω των τοίχων, παραθύρων κ.λπ. προς το περιβάλλον με αποτέλεσμα να είμαστε αναγκασμένοι να πληρώνουμε για να αντικαταστήσουμε την θερμότητα που χάνεται προς το περιβάλλον. Το σύνολο της θερμότητας που χάνεται από το θερμαινόμενο χώρο λέγεται θερμική απώλεια. Αντίστοιχα κατά την θερινή περίοδο η θερμομόνωση επιβραδύνει την εισροή εξωτερικής θερμότητας και επιτρέπει στα μηχανήματα κλιματισμού να λειτουργούν με πολύ μικρότερο κόστος. Στις κεντρικές θερμάνσεις για να περιορίσουμε τις θερμικές απώλειες χρησιμοποιούμε ειδικά υλικά τα οποία περιορίζουν αισθητά την μετάδοση της θερμότητας, δηλαδή τις θερμικές απώλειες και τα οποία λέγονται θερμομονωτικά υλικά.

Θεωρητικά αυξάνοντας το πάχος του θερμομονωτικού υλικού μπορούμε να μηδενίσουμε πρακτικά την ροή της θερμότητας. Είναι όμως φανερό ότι αύξηση του πάχους του μονωτικού αυξάνει το πάχος των τοιχωμάτων (κόστος χώρου) και απαιτεί μεγαλύτερη ποσότητα (κόστος υλικού μόνωσης). Σε κεντρικές κτιριακές εγκαταστάσεις το συνολικό πάχος των τοιχωμάτων αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα γιατί είναι πολύ υψηλό το κόστος του διατιθέμενου

ωφέλιμου εμβαδού. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι δικαιολογημένη η χρησιμοποίηση ισχυρών μονωτικών έστω και υψηλού κόστους αγοράς, γιατί προέχει η εξοικονόμηση χώρου. Όταν το πρόβλημα του χώρου δεν είναι βασικό αναζητείται ο αποδεκτός συσχετισμός κόστους κατασκευής (μονωτικό υλικό, τοποθέτηση) και εξοικονόμηση ενέργειας. Οι προδιαγραφές θερμομόνωσης μιας κτιριακής κατασκευής είναι τόσο αυστηρότερες όσο περισσότερο ακραίες θερμοκρασιακές καταστάσεις θα έχει να αντιμετωπίσει το κτίριο και όσο περισσότερο απαιτητικοί είναι οι χρήστες των χώρων.

Πρακτικά με την θερμομόνωση μπορούμε να μειώσουμε τις δαπάνες (σε ενέργεια και χρήματα) θέρμανσης των κατοικιών από 30% (με βελτιώσεις σε υπάρχουσες κατασκευές) μέχρι 60% σε νέες κατασκευές.

3.2 ΚΡΗΤΗΡΙΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Για να αποφασισθεί η αναγκαία θερμομόνωση ενός χώρου παραμονής , διαμονής ή εργασίας ανθρώπων, πρέπει:

-Να καθορισθούν με ακρίβεια και ρεαλισμό οι κατάλληλες και αναγκαίες συνθήκες εσωκλίματος (θερμοκρασία, υγρασία, καθαρότητα). Ο ρεαλισμός σημαίνει πως πρέπει να βρεθεί μια ισορροπία μεταξύ επιθυμητών συνθηκών και οικονομικών λογικά και τεχνικά δυνατών λύσεων.

-Να εκτιμηθούν με λογική πιθανότητα οι δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος, για τις οποίες πρέπει να γίνουν υπολογισμοί.

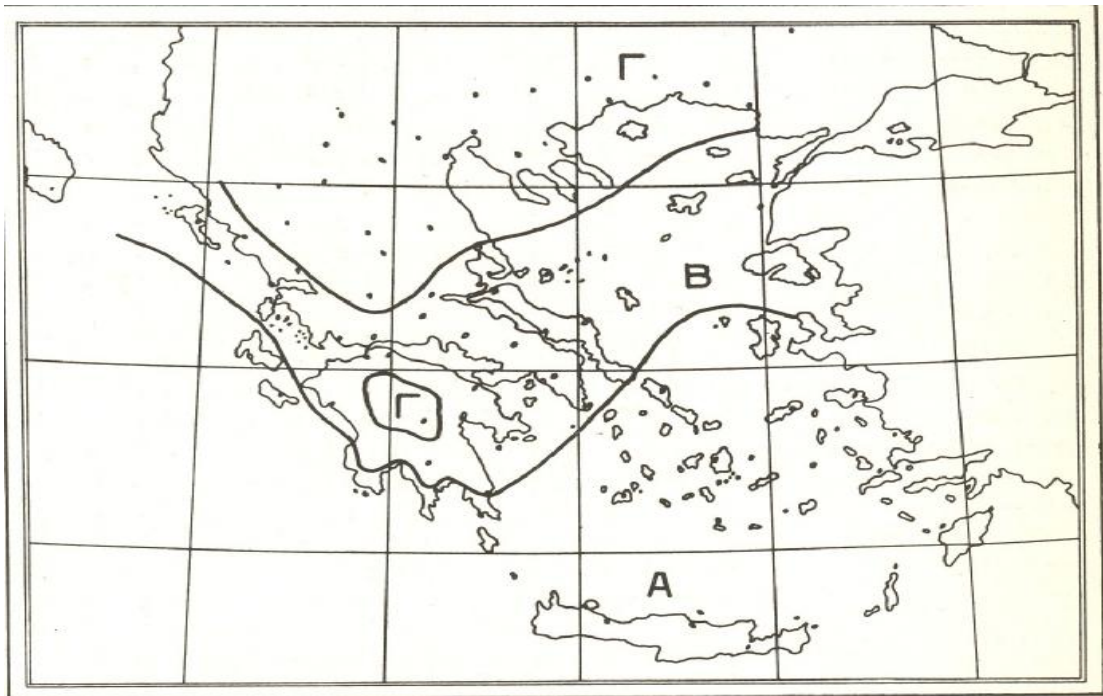
-Να αποφασισθεί το είδος και η ποιότητα των δομικών κατασκευών και κύρια θερμομονωτική ικανότητα των τοιχωμάτων.

-Να αποφασιστεί το είδος και μέγεθος των εξυπηρετικών εγκαταστάσεων του κτιρίου που θα επιτύχουν και θα συντηρήσουν το κατάλληλο εσωκλίμα.

Σε όλες τις φάσεις πρέπει να γίνεται προσεκτική σύζευξη ανάμεσα στο επιθυμητό-αναγκαίο και οικονομικά δυνατό ή ενδεδειγμένο.

3.3 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ ΣΕ ΖΩΝΕΣ

Ο κ.θ.κ χωρίζει την Ελλάδα σε τρεις κλιματικές ζώνες (Α, Β και Γ) ανάλογα με τα κύρια κλιματικά χαρακτηριστικά τους, και καθορίζει για κάθε περιοχή ειδικές θερμομονωτικές απαιτήσεις. Οι περιοχές αυτές φαίνονται στο χάρτη (σχήμα 3.1)



Χάρτης διαχωρισμού της Ελλάδας σε ζώνες ανάλογα με τις θερμομονωτικές απαιτήσεις που ισχύουν για κάθε περιοχή σύμφωνα με τον Κ.θ.Κ.

ΣΧΗΜΑ 3.1

3.4 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Η ανθρώπινη κατοικία πρέπει να βρίσκεται σε αρμονική σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο και να προσαρμόζεται λειτουργικά στις καιρικές μεταβολές του. Ο αρχιτέκτονας, ο δομικός μηχανικός και ο μηχανικός της εγκατάστασης πρέπει να μελετούν και να υλοποιούν τις αντίστοιχες κατασκευές με πλήρη επίγνωση των χαρακτηριστικών και πιθανών ακραίων εκδηλώσεων του κλίματος του τόπου και της συγκεκριμένης θέσης της κατασκευής. Οι ακραίες θερμοκρασιακές συνθήκες της θερινής και χειμερινής περιόδου, η υγρασία, η ένταση των ανέμων, η ηλιοφάνεια της περιοχής, η πιθανή εμφάνιση περιόδων καύσωνα και παγετού είναι απαραίτητα στοιχεία που πρέπει να λάβουν υπόψη τους οι μελετητές. Μπορούμε να δούμε τα κλιματιστικά χαρακτηριστικά των κυριότερων πόλεων στον πίνακα 3.1

ΟΝΟΜΑ ΠΟΛΕΩΣ	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΣΙΑ (σε °C)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ (σε m)	ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΝΤΕΣ ΑΝΕΜΟΙ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ & ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ	ΖΩΝΗ	ΟΝΟΜΑ ΠΟΛΕΩΣ	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΣΙΑ (σε °C)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ (σε m)	ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΝΤΕΣ ΑΝΕΜΟΙ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ & ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ	ΖΩΝΗ
Αγρίνιο	-3	45,8	A.	B	Λευκάδα	0	2,4	N.A.	A
Αθήνα - Αστερ/πειό	+1	107,0	B. & N.	B	Λήμνος	0	12,3	B.A.	B
Αίμα	0	64,0	B.Δ.	B	Μέγαρα	0	36,0	B.Δ.	B
Αλεξανδρούπολη	-7	2,5	B.A.	Γ	Μεθώνη	+1	33,0	B.A. & Δ.	A
Αλιανός	-2	110,0	B.Δ.	B	Μεσολόγγι	-2	1,0	Δ. & Δ.Β.	A
Ανδρούσα	-2	290,0	B. & N.Δ.	B	Μήλος	+3	182,0	N.Δ.	A
Αργασόλι	+1	1,7	B.A. & N.Δ.	A	Μυτιλήνη	+2	3,2	N.	B
Αρτα	-2	42,0	B.A. & N.	B	Νάξος	+4	9,0	B.	A
Βόλος	-3	2,7	B.	B	Ναύπλιο	0	1,5	B.	B
Βόρεια	-8	74,0	N.Δ.	Γ	N. Φιλαδέλφεια Αττ.	0	136,0	B.A.	B
Βόρεια	-7	237,0	B.	B	Ξάνθη	-8	82,0	B.	Γ
Βόρεια	0	29,5	B.	Γ	Ορεστιάδα	-9	43,0	B.Δ.	Γ
Βόρεια Αττικής	+2	10,2	B.	B	Παλαιχώρα Κρήτης	+5	8,0	B.	A
Βόρεια Κρήτης	+2	6,6	B.A.	A	Πάτρα	-1	1,0	N.Δ.	B
Βόρεια Κρήτης	+3	38,5	N.	A	Πειραιάς	+2	2,0	B.A.	B
Βόρεια	-6	2,0	B.A.	Γ	Πολύγυρος	-8	550,0	B.A. & B.	Γ
Βοσνική (Μικρά)	-5	2,8	B.Δ.	Γ	Πρέβεζα	0	11,8	B.A.	B
Θάρα	+3	208,0	B.	A	Πτολεμαίδα	-12	601,0	B.Δ.	Γ
Ιεράπετρα	+4	13,0	B.	A	Πύργος	-1	132,0	B.Δ.	B
Ιωάννινα	-6	483,0	N.A.	Γ	Ρέθυμνο	+3	16,0	N. & B.	A
Καβάλα	-8	62,8	N.A.	Γ	Ρόδος	+3	34,7	N. & Δ.	A
Καλάβρυτα	-6	731,0	B. & N.	Γ	Σάμος	+3	48,4	N.A. & B.Δ.	A
Καλαμάτα	+1	4,6	B.	A	Σέρρες	-9	32,5	A.	Γ
Καλαμπόκα	-6	226,5	Δ.	Γ	Σητεία	+4	25,2	B.Δ.	A
Κάρπαθος	+5	9,0	Δ.	A	Σκύρος	+2	4,0	B.A.	A
Κάρυστος	+1	10,0	B.	B	Σουφλί	-10	15,0	B.	Γ
Κατερίνη	-5	31,5	B.	Γ	Σπάρτη	0	212,0	B.	B
Κέρκυρα	0	1,0	N.A.	B	Σταυρός Χαλκιδικής	-7	10,0	Δ.	Γ
Κοζάνη	-10	625,0	B.	Γ	Σύρος	+3	25,0	B.	A
Κομοτηνή	-7	30,0	B.A.	Γ	Τανάγρα	-2	138,8	Δ.	B
Κόνιτσα	-6	542,0	B.	Γ	Τρίκαλα	-6	116,0	B.Δ.	Γ
Κορινθός	+1	14,4	N.	B	Τρίπολη	-5	661,4	B. & N.Δ.	Γ
Κύθηρα	+4	166,0	B.A.	A	Φλώρινα	-11	661,0	Δ.	Γ
Κύπρος	0	221,1	B.	B	Χαλκίδα	+2	4,0	B.	B
Κως	+3	10,0	N.	A	Χανιά	+3	62,5	N.Δ.	A
Λαμία	-4	143,0	Δ.	B	Χίος	+3	60,0	B.	A
Λάρισα	-7	72,7	B. & A.	Γ					

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

Η αβεβαιότητα που παρουσιάζουν οι κλιματικές συνθήκες επιβάλλει στους μελετητές να βασίζονται σε στατιστικά στοιχεία που συγκεντρώνονται και αξιολογούνται κατάλληλα για κάθε περιοχή. Έτσι λοιπόν είναι φανερό πως η αναγκαιότητα προστασίας του εσωκλίματος των κτιρίων (θερμομόνωση) είναι τόσο περισσότερο έντονη όσο περισσότερο αντίξοες είναι οι περιβαλλοντολογικές και κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Όσο χαμηλότερες είναι οι πιθανές ελάχιστες χειμερινές θερμοκρασίες μιας περιοχής και όσο περισσότερες είναι οι ημέρες που απαιτείται η θέρμανση τόσο περισσότερο αναγκαία είναι η θερμομόνωση και τόσο περισσότερες δαπάνες γι' αυτήν είναι δικαιολογημένες. Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η θερμομόνωση εξαρτάται πάρα πολύ από το κλίμα.

3.5 ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Στον ατμοσφαιρικό αέρα περιέχεται πάντοτε και ποσότητα υδρατμών. Η περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς εξαρτάται από την θερμοκρασία, την πίεση κ.λπ. Ο πίνακας 3.2 μας δίνει την μέγιστη ποσότητα υδρατμών σε (kg/m^3) που μπορεί να περιέχεται σε ένα κυβικό μέτρο αέρα.

Μια από τις σοβαρότερες καταπονήσεις των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου προέρχεται από την υγρασία. Εξωτερικά υγραίνονται τα δομικά στοιχεία από την βροχή κ.λπ. ενώ στο εσωτερικό επενεργεί η επιφανειακή συμπύκνωση και η διείσδυση των υδρατμών. Η συμπύκνωση των υδρατμών μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα διείσδυσης υδρατμών στα πορώδη τμήματα των δομικών στοιχείων. Το φαινόμενο της ορατής συμπύκνωσης είναι αρκετά συχνό σε τοιχώματα χωρίς θερμομόνωση αλλά αρκετά σπάνιο σε τοιχώματα με θερμομονωτικές ιδιότητες.

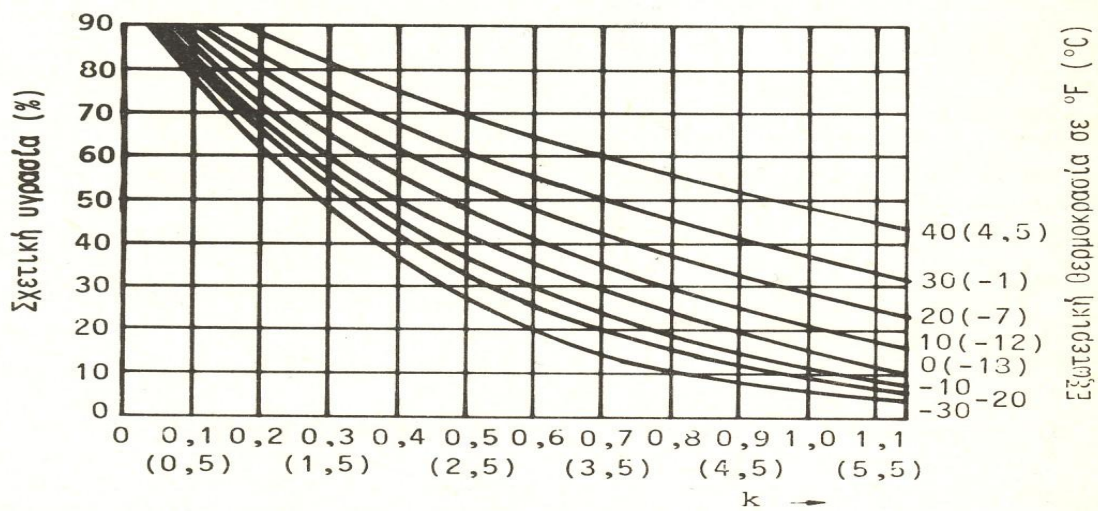
ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΧΡΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ "ΔΡΟΣΟΥ"

ΘΕΡ/ΣΙΑ ΑΕΡΑ (°C)	ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΟΡΕΣΜΟΥ (g/m ³)	Σχετική υγρασία φ%													
		30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
-20	0,90	-	10,7	9,1	8,1	7,0	5,9	5,2	4,4	3,7	2,9	2,3	2,7	1,1	0,5
-15	1,40	12,3	10,8	9,6	8,2	7,3	6,3	5,4	4,6	3,8	3,1	2,5	1,7	1,2	0,6
-10	2,14	12,9	11,3	9,9	8,7	7,6	6,5	5,7	4,8	4,0	3,2	2,5	1,7	1,2	0,6
- 8	2,54	13,0	11,5	10,1	8,8	7,7	6,6	5,7	4,8	4,0	3,2	2,5	1,8	1,2	0,6
- 6	2,99	13,4	11,7	10,3	8,9	7,8	6,8	5,8	4,9	4,1	3,3	2,5	1,8	1,3	0,6
- 4	3,51	13,5	11,8	10,4	9,1	7,9	6,8	5,9	5,0	4,1	3,3	2,6	1,9	1,3	0,6
- 2	4,13	13,7	11,9	10,6	9,2	8,1	6,9	6,0	5,1	4,2	3,4	2,6	1,9	1,3	0,6
0	4,8	13,9	12,1	10,7	9,3	8,1	7,0	6,0	5,1	4,2	3,4	2,7	1,9	1,3	0,6
2	5,6	14,3	12,5	11,0	9,7	8,5	7,4	6,4	5,4	4,6	3,7	3,0	2,2	1,5	0,7
4	6,4	14,7	12,9	11,4	10,0	8,9	7,7	6,7	5,7	4,9	4,0	3,1	2,2	1,5	0,7
6	7,3	15,1	13,3	11,8	10,4	9,2	8,4	7,0	6,0	5,1	4,0	3,2	2,3	1,5	0,7
8	8,3	15,6	13,7	12,2	10,8	9,6	8,4	7,3	6,1	5,1	4,1	3,2	2,3	1,5	0,7
10	9,4	16,0	14,2	12,6	12,0	10,0	8,6	7,4	6,3	5,2	4,2	3,3	2,4	1,6	0,8
12	10,7	16,5	14,6	13,0	11,6	10,1	8,8	7,5	6,3	5,3	4,3	3,3	2,4	1,6	0,8
14	12,1	16,9	15,0	13,4	11,8	10,3	8,9	7,6	6,5	5,4	4,3	3,4	2,3	1,6	0,8
16	13,9	17,4	15,5	13,6	12,0	10,4	9,0	7,8	6,6	5,5	4,4	3,5	2,3	1,7	0,8
18	15,4	17,8	15,7	13,8	12,1	10,6	9,2	7,9	6,7	5,6	4,5	3,5	2,5	1,7	0,8
20	17,3	18,1	15,9	14,0	12,3	10,7	9,3	8,0	6,8	5,6	4,6	3,6	2,6	1,7	0,8
22	19,4	18,4	16,1	14,2	12,5	10,9	9,5	8,1	6,9	5,7	4,6	3,6	2,6	1,7	0,8
24	21,8	18,6	16,4	14,4	12,7	11,1	9,7	8,3	7,0	5,8	4,7	3,7	2,7	1,8	0,9
26	24,4	18,9	16,7	14,7	12,9	11,2	9,3	8,4	7,1	5,9	4,8	3,7	2,7	1,8	0,9
28	27,2	19,2	16,9	14,9	13,1	11,4	9,9	8,5	7,2	6,0	4,9	3,8	2,7	1,8	0,9
30	30,3	19,5	17,2	15,1	13,3	11,6	10,1	8,6	7,3	6,1	4,9	3,8	2,8	1,8	0,9
35	39,4	20,2	18,0	15,7	13,9	12,0	10,5	9,0	7,6	6,3	5,1	4,0	2,9	1,9	0,9
40	50,7	20,9	18,5	16,1	14,3	12,4	10,9	9,3	7,8	6,5	5,3	4,1	3,0	2,0	1,0
45	64,5	21,6	19,2	16,7	14,6	12,9	11,2	9,8	8,1	6,8	5,7	4,3	3,0	2,1	1,0
50	82,3	22,3	19,8	17,3	15,3	13,4	11,6	9,9	8,4	7,0	5,7	4,9	3,2	2,1	1,0

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2

3.6 ΛΥΣΕΙΣ ΑΠΟΦΥΓΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Πρακτικά το πρόβλημα της υγρασίας επιλύεται με την εκλογή της κατάλληλης θερμομόνωσης. Η μικρή θερμική μόνωση σε κάποια περιοχή δομικού στοιχείου κατεβάζει την θερμοκρασία της εσωτερικής του επιφάνειας τόσο ώστε να παρουσιάζεται συμπύκνωση υδρατμών. Στο σχήμα 3.2 μπορούμε να επιλέξουμε άμεσα το k σε σχέση με την υγρασία.



Διάγραμμα άμεσου προσδιορισμού k της μέγιστης σχετικής υγρασίας χώρου χωρίς την εμφάνιση συμπύκνωσης σε διαχωριστική επιφάνεια συντελεστή θερμοπερατότητας k (σε B.T.U./h.ft².°F) και δοσμένη εξωτερική θερμοκρασία, για θερμοκρασία χώρου 70°F (~21°C).

ΣΧΗΜΑ 3.2

Αρχές προστασίας από την υγρασία:

-Η υγροποίηση των υδρατμών και η ύγρανση δομικού στοιχείου μπορεί να αποφευχθεί αν στην εσωτερική του επιφάνεια τοποθετηθεί ειδική στρώση μεγάλης αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών.

-Τα μονωτικά υλικά που παρουσιάζουν μικρή αντίσταση στην διάχυση των υδρατμών πρέπει να τοποθετούνται κοντά στην εξωτερική πλευρά των τοιχωμάτων. Αντίθετα μονωτικά στρώματα μεγάλης αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών πρέπει να τοποθετούνται κοντά στην εσωτερική πλευρά του τοιχώματος.

-Κάποια κτίρια χρειάζονται απαραίτητα εσωτερικά φράγματα υδρατμών

-Αν χρειάζεται εξωτερική προστασία τοιχώματος και δημιουργηθεί φράγμα υδρατμών πρέπει απαραίτητα να τοποθετηθεί και από την εσωτερική πλευρά δεύτερο φράγμα υδρατμών τουλάχιστον ίσης ικανότητας.

3.7 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ

Αδρανή σκυροδέματος: αδρανή ονομάζονται όλα τα κοκκώδη υλικά που προέρχονται από θραύση φυσικών πετρωμάτων και χρησιμοποιούνται με κάποιο συγκολλητικό μέσο. Διακρίνονται σε χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα. Τα αδρανή του σκυροδέματος πρέπει να παρουσιάζουν αρκετή αντοχή στη μεταβίβαση δυνάμεων.

Αρμός: οι αρμοί των δομικών κατασκευών διακρίνονται σε αρμούς εργασίας και αρμούς διαστολής. Οι αρμοί χρειάζονται για να μπορεί η κατασκευή να συστέλλεται και να διαστέλλεται ανάλογα με τις αλλαγές της θερμοκρασίας.

Γύψος οικοδομική: είναι κονία που παρασκευάζεται με μερική ή ολική αφυδάτωση της φυσικής γύψου. Στο εμπόριο φέρεται σε μορφή λεπτότατης σκόνης. Έχουμε δύο διαφορετικές κονίες, την πλαστική γύψο και την τραχεία γύψο.

Επίχρισμα οικοδομών: ονομάζονται τα κονιάματα που χρησιμοποιούνται για τις επενδύσεις των στοιχείων μιας κατασκευής. Οι επενδύσεις είναι απαραίτητες για την εξομάλυνση των επιφανειών, γενικά για αισθητικούς λόγους και λόγους προστασίας και μόνωσης. Τα κυριότερα κονιάματα που χρησιμοποιούνται σαν επίχρισμα είναι: τσιμεντοκονίαμα υψηλής αντοχής των $450-650 \text{ kg/m}^3$ και ασβεστοκονίαμα χαμηλής αντοχής.

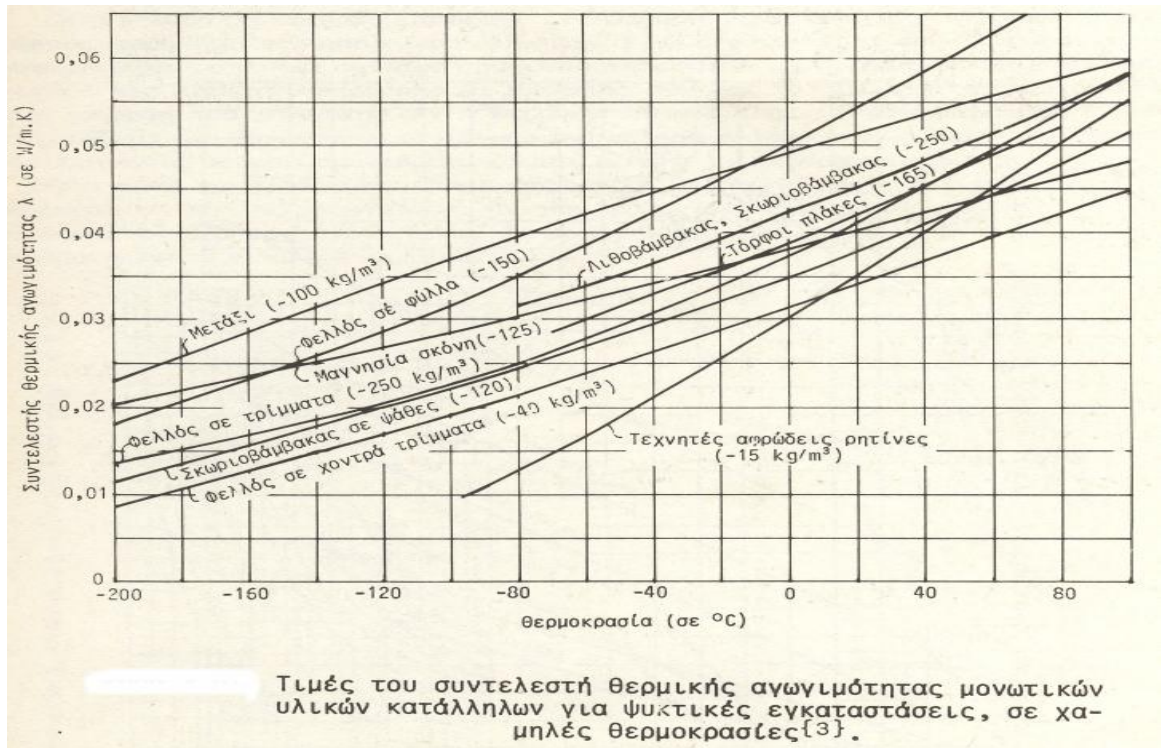
Κονιάματα: είναι μίγματα συνδετικής ύλης, λεπτών αδρανών και νερού. Τα χρησιμοποιούμε για να συνδέσουμε τα στοιχεία των τοιχοδομών και για να επενδύσουμε τα στοιχεία των κατασκευών. Υπάρχουν και κονιάματα με θερμομονωτικές ιδιότητες. Έχουμε και τα πυρίμαχα κονιάματα τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις θερμομονώσεις διότι χρησιμοποιούνται για την στερέωση και συγκράτηση ινωδών μονωτικών υλικών πάνω σε πολύ θερμές επιφάνειες.

Σκυρόδεμα: είναι συμπαγής τεχνητός λίθος προκαθορισμένης μορφής. Παρασκευάζεται από μίγμα τσιμέντου, νερού, αδρανών και πρόσθετων υλικών.

Τοίχοι: διακρίνονται σε ξηρολιθοδομές, λιθοδομές, τεχνητών λίθων, χυτά τοιχώματα, μικτά τοιχώματα.

3.8 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία ως προς την μορφή, την προέλευση και τις μονωτικές τους δυνατότητες. Κοινό χαρακτηριστικό τους αποτελεί η μικρή τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ . Κάθε μονωτικό υλικό έχει ειδικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν την μονωτική τους ιδιότητα κατά κύριο λόγο σε μεγάλο αριθμό πολύ μικρών πόρων που περιέχουν παγιδευμένο αέρα. Οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός υλικού επηρεάζονται από την θερμοκρασία (σχήμα 3.3) και την υγρασία. Ιδιαίτερα από την υγρασία διότι εκτοπίζοντας τον αέρα μπορεί να γεμίσει τους πόρους του μονωτικού υλικού, καταστρέφοντας προσωρινά ή μόνιμα τις μονωτικές του ιδιότητες. Ακόμα θα πρέπει να τονίσουμε ότι η εκλογή ενός θερμομονωτικού υλικού εξαρτάται άμεσα από το κόστος αγοράς, την επάρκεια του στην αγορά, τις δυνατότητες μεταφοράς και σωστής τοποθέτησης.



ΣΧΗΜΑ3.3

Τα μονωτικά υλικά διακρίνονται σε:

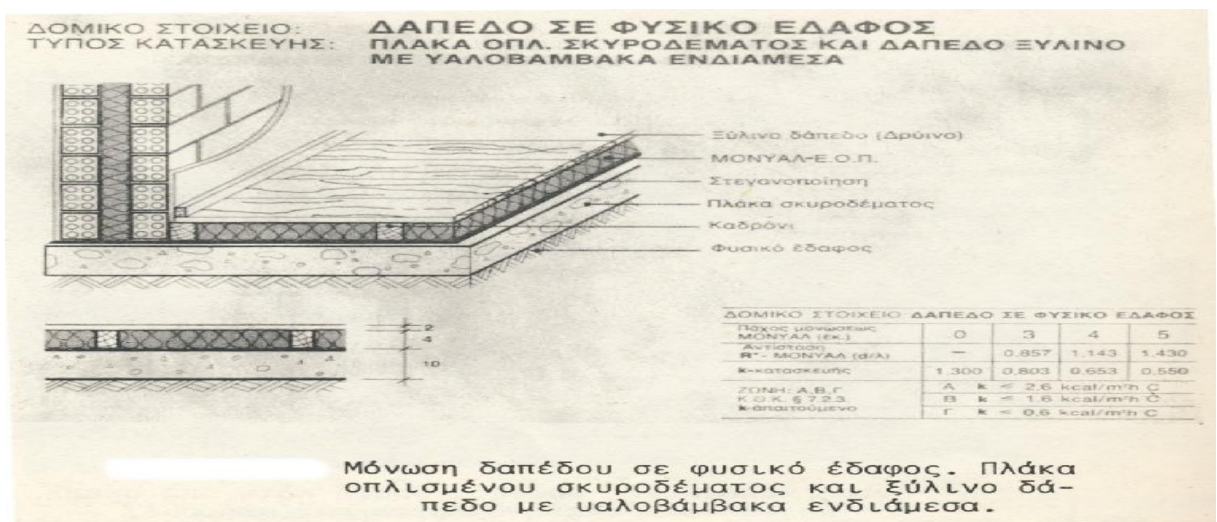
- ανόργανα-οργανικά.
- φυσικής προέλευσης-τεχνητά.
- ανοικτών ή κλειστών κυψελών.
- σε βαριά και ελαφρά.

Διάφορα μονωτικά υλικά είναι τα εξής:

- Διογκωμένος περλίτης



-υαλοβάμβακας



-Σκωριόμαλλο

-μονωτικά τούβλα

-ξύλο

-φελλός

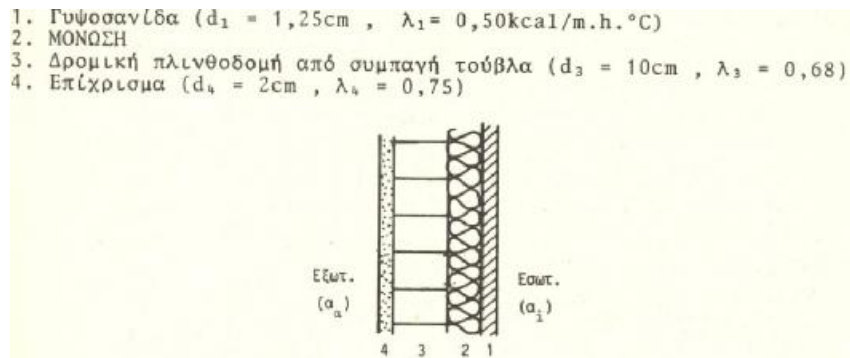
-πολυστερίνη

-διογκωμένοι αφροί

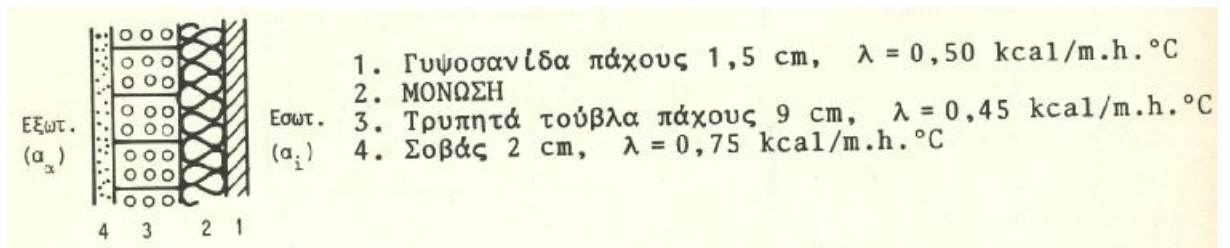
-μονωτικά σκυροδέματα

3.9 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΩΣΕΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΟΙΧΟΥ

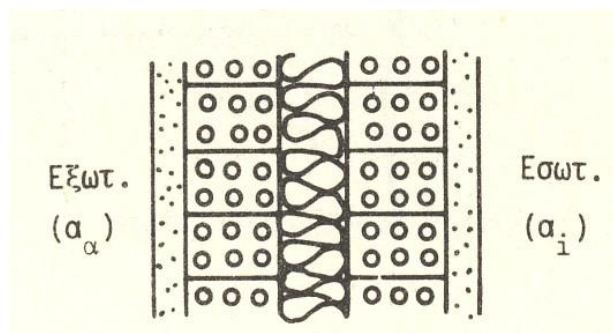
-δρομική πλινθοδομή από συμπαγή τούβλα



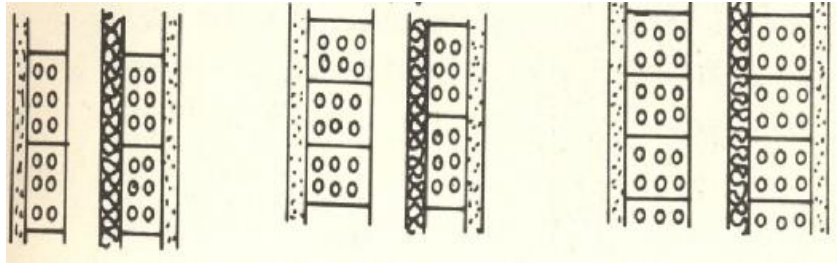
-πλινθοδομή από τρυπητά τούβλα



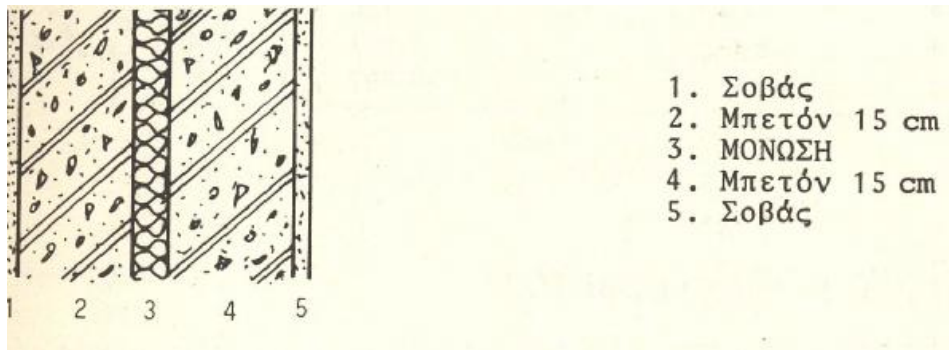
-διπλή πλινθοδομή από τρυπητά τούβλα



-πλινθοδομή με μόνωση και χώρο για συρόμενο

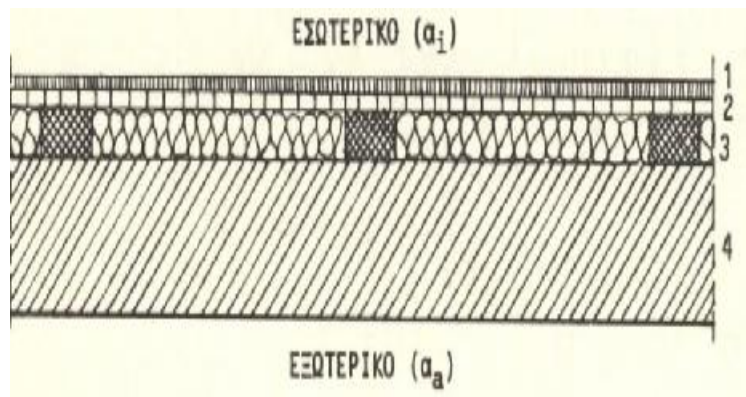


-διπλό τοίχωμα από μπετόν

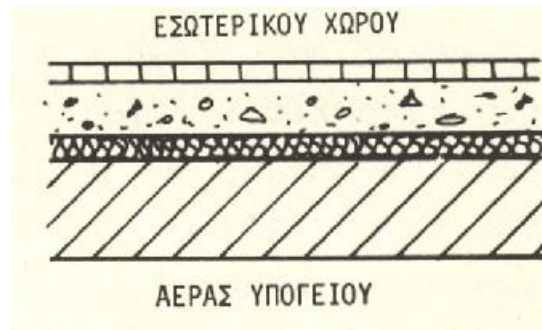


3.10 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΩΣΕΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ

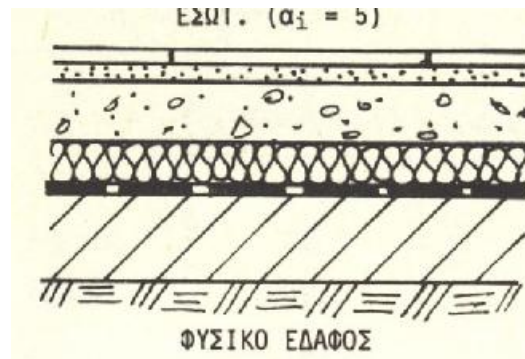
-δάπεδο πάνω από pilotis με ορατό σκυρόδεμα



-δάπεδο ξύλινο, κολλητό

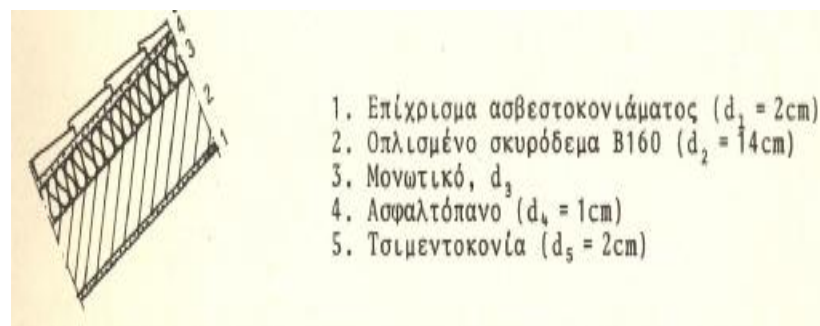


-δάπεδο σε φυσικό έδαφος

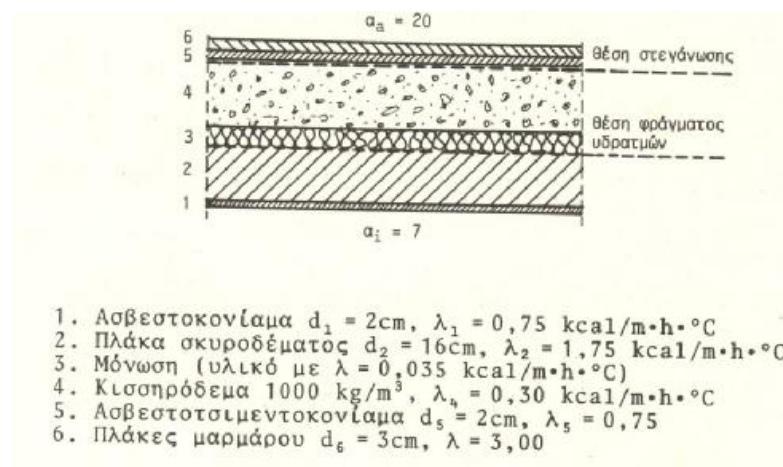


3.11 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΩΣΕΩΝ ΣΤΕΓΗΣ, ΟΡΟΦΗΣ

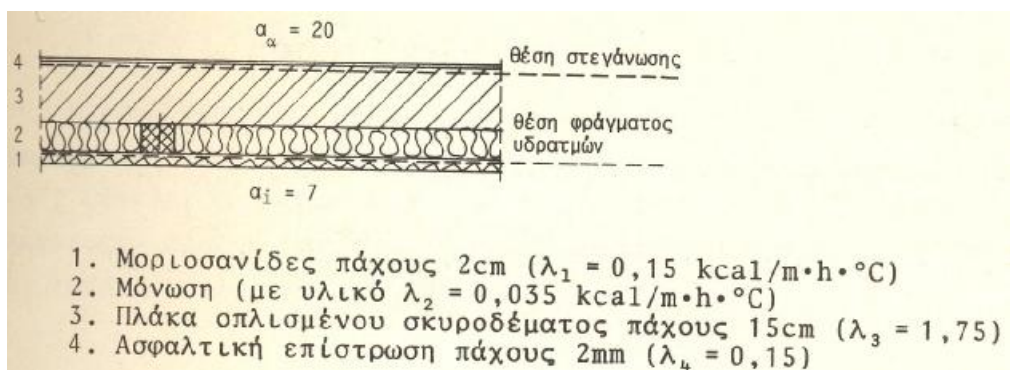
-κεκλιμένη στέγη από σκυρόδεμα



-οροφή οπλισμένου σκυροδέματος



-οροφή οπλισμένου σκυροδέματος με εσωτερική μόνωση



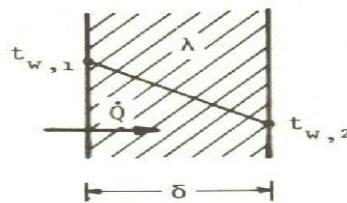
3.12 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ λ

Είναι η ποσότητα θερμότητας που σε μια ώρα διαπερνά κάθετα ομοιογενές υλικό πάχους ίσου με την μονάδα, από επιφάνεια ίση με την μονάδα της επιφάνειας, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο παράλληλων επιφανειών του υλικού είναι 1K . Χαρακτηριστικό των θερμομονωτικών υλικών είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ . Όσο πιο μικρό λ έχει ένα υλικό

τόσο πιο καλά μονώνει. Ένα υλικό για να θεωρείτε πρέπει να έχει λ της τάξεως 0,035 (τιμές του λ στον πίνακα 3.3). Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας συμβολίζεται συνήθως με λ και μετράται σε $\text{kcal/m k } ^\circ\text{C}$ ενώ η μονάδα μετρήσεως του στο s.i είναι W/mK .

$1 \text{ Kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} = 1.163 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

Μετρήσεις απέδειξαν ότι το λ ενός υλικού εξαρτάται και από την θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται το υλικό. Για σημαντικά διαφορές θερμοκρασίας πρέπει να χρησιμοποιηθούν συντελεστές διόρθωσης ή να χρησιμοποιηθούν κατάλληλοι πίνακες. Ο λ καθορίζει την θερμομονωτική ικανότητα του υλικού και δίνει την ποσότητα θερμότητας που ρέει ανά ώρα σε σταθερή θερμοκρασιακή κατάσταση (σχήμα 3.4).



Στα μονωτικά υλικά κυρίαρχο στοιχείο όπως βλέπουμε και από τον πίνακα 3.3 είναι ο αέρας, δεδομένου ότι ο ακίνητος στεγνός αέρας είναι το ισχυρότερο θερμομονωτικό υλικό με $\lambda=0,02 \text{ kcal/m k } ^\circ\text{C}$.

Διαχωρισμός συντελεστή λ :

-Φυσικοί λίθοι $\lambda= 2-3 \text{ kcal/m k } ^\circ\text{C}$

-Δομικά υλικά $\lambda=0,1-2 \text{ kcal/m k } ^\circ\text{C}$

-Θερμομονωτικά υλικά $\lambda=0,02-0,10 \text{ kcal/m k } ^\circ\text{C}$

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ, ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ, ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.

ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ		ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ
	ρ	t	λ		c		$a \times 10^3$
	kg/m ³	°C	kcal/m.h.°C	W/m.K	kcal/kg.°C	kJ/kg.K	m ² /h
Αέρας (Ξερός)	1,293	0	0,021	0,0244		1,005	
Άζωτο	1,25	0	0,021	0,0243		1,03	
Αιθάλη	190	40	0,127	0,148			
Αλουμίνιο	2670	0	175	204	0,22	0,921	328
Αμιάντος	470	50	0,095	0,11	0,195	0,816	1,04
Αμιάντος (φύλλο)	770	30	0,10	0,1163	0,195	0,816	0,712
Άμμος (Ξερή)	1500	20	0,28	0,326	0,19	0,795	9,85
(υγρή)	1650	20	0,97	1,128	0,50	2,1	1,77
Άνθρακας	1400	20	0,16	0,312			0,37
Άνθρακίτης (κονιοποιημένος)	449	100	0,164	0,191	0,29	1,21	0,126
Άργιλλος (πυρίμαχη)	1850	450	0,89	1,035	0,26	1,089	
Άργυρος	10500	0	394	458	0,056	0,234	670
Ασβεστοκονίαμα	1680	20	0,67	0,78			
Άσφαλτος	2110	20	0,60	0,70	0,50	2,1	0,57
Γυαλί	2500	20	0,64	0,74	0,16	0,67	1,6
Γύψος	1650		0,25	0,29			
Δέρμα (σκληρό)	1000	30	0,137	0,160			
Διοξειδίο του άνθρακα	1,25	0	0,02	0,0233	0,248	1,039	
Ζάχαρι (σε κόκκους)	1600	0	0,50	0,582	0,30	1,256	1
Ζονολίτης	200	100	0,085	1,0			
Καουτσούκ	1200	0	0,14	0,163	0,33	1,383	0,353
Κασσίτερος	7230	0	55	64	0,054	0,221	141
Κελλουλοΐτης	1400	30	0,18	0,21			
Κιμωλία	2000	50	0,80	0,93	0,21	0,88	1,91
Λεβητόλιθος	-	65	1,13 - 2,70	1,3 - 3,1			
Μαγνησία (85% κονιοποιημένη)	216	100	0,058	0,067			
Μαλλί (τσόχα)	330	30	0,045	0,052			
Μάρμαρο	2700	90	1,12	1,30	0,10	0,42	4,15
Μαρμαρυγίας	290	20	0,50	0,58	0,21	0,88	8,2
Μόλυβδος	11400	0	30	35	0,031	0,13	85
Μουσαμάς (πατάματος)	1180	20	0,16	0,19			
Μπρούτζος	8000	20	55	64	0,091	0,381	75
Νερό	1000	0	0,474	0,5513	1,00	4,212	
Νικέλιο	9000	20	50	58	0,11	0,461	50,5
Ξύλο βαλανιδιάς (κάθετα στα νερά)	800	20	0,178	0,207	0,42	1,76	0,53
(παράλληλα στα νερά)	800	20	0,312	0,363			
Ξύλο Μπάλας (Περουβιανό)	128	30	0,045	0,052			
Ξύλο πεύκου (κάθετα στα νερά)	448	20	0,092	0,107			
(παράλληλα στα νερά)	448	20	0,22	0,256			
Ορείχαλκος	8600	0	73,5	85	0,090	0,377	95
Οξυγόνο	1,429	0	0,212	0,0247	0,047	0,915	
Πάγος	920	0	1,935	2,25	0,54	2,26	3,89
	-	-95	3,40	3,95	0,28	1,17	
Παραφίνη	920	20	0,23	0,27			
Πετροβάμβακας	200	50	0,04	0,047	0,22	0,92	0,91
Πηλός	1,845	450	0,89	1,035	0,26	1,09	1,855
Πλακάκι	1400	30	0,14	0,163	0,34	1,42	0,41
Πορσελάνη	2400	95	0,89	1,035	0,26	1,09	1,43
Πριονίδι	200	20	0,060	0,07			
Σελιτέξ	215	20	0,04	0,047			
Σίδηρος	7220	20	54	63	0,12	0,502	62,5
Σκυρόδεμα	2300	20	1,10	1,28	0,27	1,13	1,77
Σκωριοβάμβακας	250	100	0,06	0,07			
Σκωριοκονίαμα (σβώλοι)	2150	-	0,80	0,93	0,21	0,88	1,78
Σοβελίτης	450	100	0,084	0,098			
Σχιστόλιθος (πλάκα)	2800	100	1,28	1,49			
Τούβλο (Carborundum)	1000		9,7	11,3	0,162	0,679	6
Τούβλο οικοδομικό	800~1500	20	0,20~0,25	0,23~0,29			
Τούβλο πυρίμαχο	1900	0	0,70	0,814	0,200	0,837	
Τούβλο (πυρότουβλο)	550	100	0,12	0,14			
Τσιμέντο Portland	1900	30	0,26	0,30	0,27	1,13	0,506
Υαλοβάμβακας	200	20	0,032	0,037	0,16	0,67	1

Ο πίνακας συνεχίζεται →

**ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ, ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ, ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

	ρ	t	λ		c		$a \times 10^3$
	(kg/m ³)	°C	($\frac{\text{kcal}}{\text{m.h.}^\circ\text{C}}$)	($\frac{\text{W}}{\text{m.K}}$)	($\frac{\text{kcal}}{\text{kg.}^\circ\text{C}}$)	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$	(m ² /h)
Υδρογόριος	13600	0	6,8	7,9	0,033	0,138	15,3
Υδρογόνο	0,0899	0	0,148	0,1721	3,4	14,1	
Φελλός (κόκκοι)	45	20	0,033	0,038			
Φελλός (πλάκα)	190	30	0,036	0,042	0,45	1,89	0,42
Φίμπρα (πλάκα)	240	20	0,042	0,049			
Καλαζίκας (κάθετα στους κρυστάλλους)	2500~2800	20	6,2	7,2			
(παράλληλα στους κρυστάλλους)			11,7	13,6			
Καλίκι	1840	20	0,31	0,36			
Καλκός	8800	0	330	384	0,091	0,381	412
Χαρτόνι (hardboard)	-	-	0,055	0,064			
Κάλυβας	7900	20	39	45	0,11	0,461	45
Κιόνι	550	-	0,40	0,465	0,50	2,09	
Χώμα (Ξερό)	1500	-	0,119	0,138			
Χώμα (υγρό)	1700	-	0,565	0,657	0,48	2,0	0,693
Ψευδάργυρος	7000	20	100	116,3	0,094	0,40	152

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3

3.13 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Κ (ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ)

Όταν ένα τοίχωμα ειδικής αγωγιμότητας λ και πάχους δ , χωρίζει ένα θερμό ρευστό θερμοκρασίας t_i από ένα ψυχρότερο ρευστό θερμοκρασίας t_a , η μετάδοση της θερμότητας εξαρτάται βασικά από το τοίχωμα, αλλά και από την κατάσταση του ρευστού (υγρός ατμός, αέριο κ.λπ.) την ταχύτητα ροής και το είδος του ρευστού (φυσικές ιδιότητες). Αν a_i και a_a είναι οι αντίστοιχοι συντελεστές θερμικής μεταβίβασης (σχήμα 3.5), για την ροή της θερμότητας προκύπτουν οι σχέσεις: $\mathcal{Q}_1 = a_i(t_i - t_{w,1})$ $\mathcal{Q}_2 = I/d(t_{w,1} - t_{w,2})$ $\mathcal{Q}_3 = a_a(t_{w,2} - t_a)$

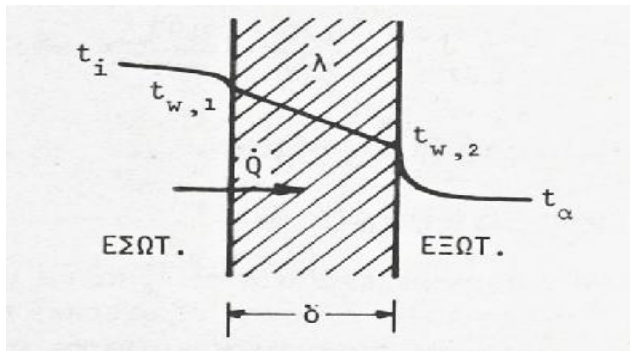
$\mathcal{Q}_1 = [1/(1/a_i) + (d/I) + (1/a_a)] - (t_i - t_a)$ Αν το τοίχωμα είχε περισσότερα στρώματα θα καταλήγαμε στην σχέση:

$$\dot{Q} = [1/[(1/a_i) + (d_1/L_1) + (d_2/L_2) + \dots + (d_n/L_n) + (1/a_a)]] \cdot (t_i - t_a) =$$

$$= [1/[(1/a_i) + (1/L) + (1/a_a)]] \cdot (t_i - t_a) = K(t_i - t_a)$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{d}{l} + \frac{1}{a_a}} \quad \text{όπου } K \text{ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχώματος.}$$

Το K μετράται συνήθως σε $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ και στο s.i είναι $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$



ΣΧΗΜΑ 3.5

Τιμές του K βλέπουμε στους παρακάτω πίνακες (3.4, 3.5, 3.6):

**ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΟΣ ΤΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	K_{\max} επιτρεπόμενο	
	$\text{kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$	$\text{W/m}^2 \text{ K}$
1. Εξωτερικοί τοίχοι συμπεριλαμβανομένων και των στοιχείων εκ σκυροδέματος σε όλες τις Ζώνες	0,6	0,7
2. Οριζόντιες επιφάνειες και οροφές που χωρίζουν θερμαινόμενο χώρο από τον ελεύθερο αέρα, είτε προς τα άνω είτε προς τα κάτω σε όλες τις Ζώνες	0,4	0,5
3. Δάπεδα κείμενα επί του εδάφους ή δάπεδα υπερκείμενα κλειστού μη θερμαινόμενου υπογείου ή ημιυπογείου χώρου		
για την Ζώνη Α	2,6	3,0
για την Ζώνη Β	1,6	1,9
για την Ζώνη Γ	0,6	0,7
4. Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους		
για την Ζώνη Α	2,6	3,0
για την Ζώνη Β	1,6	1,9
για την Ζώνη Γ	0,6	0,7

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4

Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) τοίχων από τούβλα.

α/α	Είδος τοίχου	Πάχος τοίχου χωρίς επιχρίσματα cm.			
		6,5	9	19	29
1.	<u>Εσωτερικός</u> Με σοβάντισμα από τις δύο πλευρές.	2,0	1,8	1,3	—
1.	<u>Εξωτερικός</u> Με σοβάντισμα από τις δύο πλευρές.	—	2,2	1,6	1,2
2.	Με σοβάντισμα εσωτερικά αρτιφισιέλ εξωτερικά.	—	2,3	1,7	1,2

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5

	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ						ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ					
	Πάχος χωρίς το επίχρισμα (σε mm)											
	45	90	190	290	360	490	90	190	290	360	490	600
ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΕΣ												
Με τριπτό επίχρισμα και από τις δύο πλευρές	2	1,8	1,3	1	0,88	0,71	2,2	1,6	1,2	1,06	0,85	0,70
Ψαθωτή δομή με τριπτό επίχρισμα και από τις δύο πλευρές			1,2	0,95	0,80	0,70		1,3	1,0	0,9	0,85	0,70
Εσωτερικό επίχρισμα τριπτό και εξωτερικό "αρτιφισιέλ"								1,4	1,1	1,0		
ΛΙΘΟΔΟΜΕΣ	170	250	290	360	490	600	120	250	300	360	490	600
Με εσωτερικό επίχρισμα	2,7	2,4	2,1	1,8	1,5	1,3	3,2	2,7	2,4	2,2	1,9	1,6
Με επίχρισμα και από τις δύο πλευρές			1,8	1,7	1,5	1,3			2,2	2,0	1,7	1,5
ΤΟΙΧΟΙ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	50	100	125	150	200	250	50	100	150	200	250	300
Από συμπαγές μπετόν γυμνό εκατέρωθεν	3,1	2,8	2,7	2,5	2,3	1	4,8	4,1	3,5	3	2,5	2,0
Από συμπαγές μπετόν με εσωτ. επίχρισμα	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1	1,8	4	3,5	3,1	2,7	2,3	1,9
Από συμπαγές μπετόν με επίχρισμα μέσα και έξω	2,5	2,3	2,2	2,1	1,9	1,7	3,3	2,9	2,6	2,3	2	1,7
Από πορώδεις πλίνθους μπετόν			1,63	1,31	1,08	0,93					1,19	1,01
Από διάτρητους πλίνθους μπετόν				1,55	1,35	1,21					1,35	1,16

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6

3.14 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ K (ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ, ΔΑΠΕΔΑ, ΣΤΕΓΕΣ)

Τιμές του K για ανοίγματα, δάπεδα και στέγες παίρνουμε από τους παρακάτω πίνακες (3.7,3.8,3.9,3.10,3.11)

Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) ανοιγμάτων.

α/α	Είδος ανοίγματος	K	α/α	Είδος ανοίγματος	K
	<u>Θύρες</u>		8	Εξωτερικό μεταλλικό απλό	6,0
1	Εξωτερική από ξύλο	3,5	9	Εξωτερικό μεταλλικό διπλό	3,3
2	Εξωτερική μεταλλική	6,0	10	Εσωτερικό	3,0
3	Μπαλκονόθυρα ξύλινη απλή	5,0	11	Από γυάλινα τούβλα πάχους ≥ 80 mm	2,5
4	Μπαλκονόθυρα ξύλινη διπλή	2,5			
5	Εσωτερική	2,5			
	<u>Παράθυρα</u>			<u>Βιτρίνες</u>	
6	Εξωτερικό ξύλινο απλό	5,0	12	Μεγάλες εξωτερικές	6,5
7	Εξωτερικό ξύλινο διπλό	2,8	13	Ιδιαίτερα ανεμόδαρτες	7,5

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7

Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) ανοιγμάτων.

Τύπος ανοίγματος	Υλικό πλαισίου			
	Ξύλο, Συνθετικό υλικό		Χάλυβας, άλλα μέταλλα, σκυρόδεμα	
	Συντελεστής θερμοπερατότητας			
	kcal/m ² h°C	W/m ² K	kcal/m ² h°C	W/m ² K
Απλό τζάμι	4,5	5,23	5,0	5,81
Διπλό μονωτικό τζάμι με διάκενο 6mm	2,8	3,26	3,2	3,72
Διπλό μονωτικό τζάμι με διάκενο 12mm	2,6	3,02	3,0	3,49
Διπλό τζάμι με απόσταση 2cm < S < 4cm	2,2	2,56	2,6	3,02
Διπλό τζάμι με απόσταση 4cm < S < 7cm	2,0	2,33	2,4	2,79
Διπλό παράθυρο με απόσταση τζαμιών ≥ 7cm	2,2	2,56	—	—
Τοίχος από γυάλινα τούβλα πάχους 80mm	—	—	3,0	3,49
Άνευ τζαμιών ξύλινο άνοιγμα	3,0	3,49	5,0	5,81

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8

(σε kcal/m² h K)

ΕΙΔΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	ΞΥΛΙΝΑ k =	ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ k =
Θύρα εξωτερική (Θ _{εξ})	3	5
Θύρα εσωτερική (Θ _{εσ})	2	
Μπαλκονόθυρα (Μ)	4	
Απλό υαλόφρακτο παράθυρο ή υαλόφρακτη θύρα	4,5	5
Παράθυρο 2 υαλίνων πλακών σε απόσταση	6 mm 12 mm	3,1 3,4 2,8 3,1
Διπλό παράθυρο ⁹⁾	2	3
Εσωτερικό παράθυρο	απλό διπλό	3 2
Φεγγίτης, Βιτρίνα		6

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9

ΕΙΔΟΣ ΣΤΕΓΗΣ	Πάχος πλάκας	
	10 cm	15 cm
ΠΛΑΚΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: α) Με εσωτερικό επίχρισμα β) Με επικάλυψη από μαλτεζόπλακες γ) Με επικάλυψη από τσιμεντόπλακες δ) Με μόνωση κισήρεως και μαλτεζόπλακες.	k (σε $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grad}}$)	
	3	2,8
	2,3	2,1
	2,8	2,6
δ) Με μόνωση κισήρεως και μαλτεζόπλακες.	1,0	0,9
ΣΤΕΓΗ ΜΕ ΚΕΡΑΜΙΔΙΑ	1,6	
ΣΤΕΓΗ ΑΠΟ ΠΙΣΣΟΧΑΡΤΟ	2,1	
ΣΤΕΓΗ ΑΠΟ ΛΑΜΑΡΙΝΑ	10	

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.10

ΕΙΔΟΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	k (σε $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grad}}$)			
	Πάχος δαπέδου		Πάχος οροφής	
ΠΛΑΚΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΡΙΦΤΟ ΚΟΝΙΑΜΑ ΑΠΟ ΚΑΤΩ	10 cm	15 cm	10 cm	15 cm
α) με επικάλυψη ιχνών σκυροδέματος και μωσαϊκού πάχους 7 cm ή επικάλυψη πλακών πρεσσαριστών	2	1,9	2,6	2,3
β) με ραμποτέ επί σκελετού από καδρόνια	1,4	1,3	1,6	1,5
γ) με παρκέτο κολλητό σε τσιμέντο	1,7	1,6		
δ) με παρκέτο επί σανιδώματος και σκελετό από καδρόνια	1,2	1,0		
Όταν το δάπεδο εδράζεται απ' ευθείας επί του εδάφους λαμβάνονται (για τις Ελληνικές συνθήκες) απώλειες 20 kcal/h ανά m ² του δαπέδου.				

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.11

Τους λόγους $\frac{1}{a_i}$ και $\frac{1}{a_a}$ τους παίρνουμε από τον παρακάτω πίνακα 3.12

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΕΩΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	
	1/α1	1/αα
	$\frac{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}{Kcal}$	$\frac{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}{Kcal}$
- Έξωτερικοί τοίχοι		
- Όροφες	0,14	0,05
- Pilotis	0,20	
- Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές	0,14	0,05
- Κεκλιμένες στέγες		
- Όροφες κάτω από στέγες όταν στον χώρο μεταξύ της οροφής και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0,14	0,14
- Όροφες υπογείων		
- Όροφες μη θερμαινόμενων χώρων	0,20	0,20
- Εσωτερικές σιόες άνοιχτές	0,20	0,05
- Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0,20	0
- Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0,14	0

πίνακας 3.12

3.15 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Κ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΜΑΣ

Τα Κ και τα λ θα τα πάρουμε από τους πίνακες 3.3 έως 3.11 ενώ παρακάτω έχουμε υπολογίσει τα Κ που χρειαζόμαστε:

Ισόγειο:

ΔΑΠΕΔΟ					
Δομικό στοιχείο: ΔΑΠΕΔΟ ΜΑΡΜΑΡΙΝΟ (σε φυσικό έδαφος)					
Τύπος κατασκευής: οπλισμένο σκυρόδεμα					
Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας k					
Επιτρεπόμενο όριο για ζώνη..... $k \leq \dots \dots \dots kcal/m^2 \cdot hc$					
A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα	Πάχος (d)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Λόγος $\frac{d}{l}$
		kg/m^3	m	$Kcal/mh^0 \cdot c$	$m^2 \cdot h^0 \cdot c/kcal$
1	Μάρμαρο	—	0.02	3.000	0.007
2	Ασβεστοκονίαμα	—	0.02	0.75	0.027
3	Γαρμπιλοσκυρόδεμα	1900	0.04	0.95	0.042
4	Μονωτικό υλικό	20	0.05	0.035	1.43
5	πλάκα	2400	0.10	1.300	0.077
					Σ 1.583

Συνεπώς η αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) θα είναι:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\sum d}{l} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{0.2 + 1.583 + 0} = \frac{1}{1.783} = 0.561 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{c}$$

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ					
Δομικό στοιχείο: ΔΟΚΟΙ – ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ					
Τύπος κατασκευής: οπλισμένο σκυρόδεμα					
Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας k					
A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα	Πάχος (d)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Λόγος $\frac{d}{l}$
		Kg/ m ³	m	Kcal/mh ⁰ c	m ² h ⁰ c/kcal
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.750	0.027
2	Μονωτικό	20	0.05	0.035	1.428
3	Δοκός	2400	0.20	1.750	0.114
4	Επίχρισμα	1900	0.02	0.750	0.027
5					
					Σ 1.596

Συνεπώς η αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) θα είναι:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\sum d}{l} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{0.14 + 1.596 + 0.05} = \frac{1}{1.786} = 0.56 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{c}$$

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ					
Δομικό στοιχείο: Τοίχοι συρόμενων					
Τύπος κατασκευής: διπλή ορθοδρομική οπτοπλινθοδομή					
Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας k					
A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα	Πάχος (d)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Λόγος $\frac{d}{l}$
		Kg/m ³	m	Kcal/mh ⁰ c	m ² h ⁰ c/kcal
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.750	0.027
2	Τοίχος ορθοδρομικός	1200	0.09	0.450	0.200
3	Μονωτικό	20	0.03	0.035	0.857
4	Κενό συρομένων	—	0.07	—	—
5	Τοίχος ορθοδρομικός	1200	0.06	0.450	—
6	επίχρισμα	1900	0,02	0,750	—
					Σ 1,084

Συνεπώς η αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) θα είναι:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\sum d}{l} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{0.14 + 1.084 + 0.05} = \frac{1}{1.274} = 0.785 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{c}$$

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ					
Δομικό στοιχείο: ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ					
Τύπος κατασκευής: οπτοπλινθοδομή					
Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας k					
A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα	Πάχος (d)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Λόγος $\frac{d}{l}$
		Kg/m ³	m	Kcal/mh ⁰ c	m ² h ⁰ c/kcal
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.750	0.027
2	Τοίχος	1200	0.09	0.450	0.2
3	Μονωτικό υλικό	20	0.06	0.035	1.714
4	Τοίχος	1200	0.06	0.450	0.133
5	Επίχρισμα	1900	0.02	0.750	0.027
					Σ 2.101

Συνεπώς η αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) θα είναι:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\Sigma d}{l} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{0.14 + 2.101 + 0.05} = \frac{1}{2.291} = 0.437 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{c}$$

Α όροφος:

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ					
Δομικό στοιχείο: ΔΑΠΕΔΟ ΟΡΟΦΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ					
Τύπος κατασκευής: σπλισμένο σκυρόδεμα					
Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας k					
	1	2	3	4	5
A/A	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα	Πάχος (d)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Λόγος $\frac{d}{l}$
		kg/m ³	M	Kcal/mh ⁰ c	m ² h ⁰ c/kcal
1	Μάρμαρο	—	0.02	3000	0,007
2	Ασβεστοτσιμεντοκον.	—	0,02	0,750	0,027
3	Πλάκα	2400	0,15	1,750	0,086
4	Μονωτικό	20	0,05	0,035	1,428
5	Επίχρισμα	1900	0,02	0,750	0,027
					Σ 1,575

Συνεπώς η αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) θα είναι:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\Sigma d}{l} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{0.2 + 1.575 + 0.2} = \frac{1}{1.975} = 0.506 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{c}$$

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ					
Δομικό στοιχείο: ΔΟΚΟΙ – ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ					
Τύπος κατασκευής: οπλισμένο σκυρόδεμα					
Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας k					
A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα	Πάχος (d)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Λόγος $\frac{d}{l}$
		Kg/ m ³	M	Kcal/mh ⁰ c	m ² h ⁰ c/kcal
1	Επίχρισμα	1900	0,02	0,750	0,027
2	Μονωτικό	10	0,05	0,035	1,428
3	Δοκός	2400	0,20	1,750	0,114
4	Επίχρισμα	1900	0,02	0,750	0,027
5					
6					
7					
					Σ 1,596

Συνεπώς η αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) θα είναι:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\sum d}{l} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{0.14 + 1.596 + 0.05} = \frac{1}{1.786} = 0.56 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{c}$$

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ					
Δομικό στοιχείο: ΤΟΙΧΟΙ ΣΥΡΟΜΕΝΩΝ					
Τύπος κατασκευής: διπλή ορθοδρομική οπτοπλινθοδομή					
Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας k					
A/A	1	2	3	4	5
	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα	Πάχος (d)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Λόγος $\frac{d}{l}$
		Kg/ m ³	M	Kcal/mh ⁰ c	m ² h ⁰ c/kcal
1	Επίχρισμα	1900	0,02	0,750	0,027
2	Τοίχος ορθοδρομικός	1200	0,09	0,450	0,2
3	Μονωτικό	20	0,03	0,035	0,257
4	Κενό συρομένων	—	0,07	—	—
5	Τοίχος ορθοδρομικός	1200	0,06	0,450	—
6	Επίχρισμα	1900	0,02	0,750	—
					Σ 1,84

Συνεπώς η αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) θα είναι:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\sum d}{l} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{0.14 + 1.84 + 0.05} = \frac{1}{1.274} = 0.785 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{c}$$

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ					
Δομικό στοιχείο: ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ					
Τύπος κατασκευής: οπτοπλινθοδομή					
Υπολογισμός του συντελεστού θερμοπερατότητας k					
	1	2	3	4	5
A/A	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Φαινόμενη πυκνότητα	Πάχος (d)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Λόγος $\frac{d}{l}$
		kg/m ³	M	Kcal/mh ⁰ c	m ² h ⁰ c/kcal
1	Επίχρισμα	1900	0,02	0,750	0,027
2	Τοίχος	1200	0,09	0,450	0,2
3	Μονωτικό υλικό	20	0,05	0,035	1,429
4	Τοίχος	1200	0,09	0,450	0,2
5	Επίχρισμα	1900	0,02	0,750	0,027
					Σ 1,883

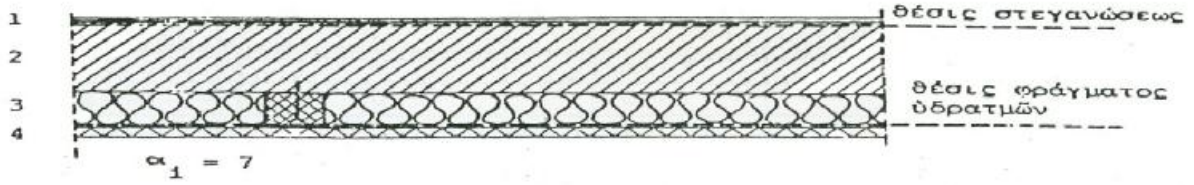
Συνεπώς η αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) θα είναι:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\sum d}{l} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{0.14 + 1.883 + 0.05} = \frac{1}{2.073} = 0.482 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{c}$$

Οροφή (σκαρίφημα):

* Οροφή όπλισμένου σκυροδέματος
Μόνωση κάτωθεν της έκ σκυροδέματος πλακός

$$\alpha_a = 20$$



Στρώσεις του στοιχείου	d m	λ kcal/mh°C
1. άσφαλτική επίστρωση	0,002	0,15
2. πλάξε όπλισμένου σκυρο- δέματος	0,15	1,75
3. μονωτικών όλικόν	0,075	0,035
4. μοριοσανίδες	0,02	0,15

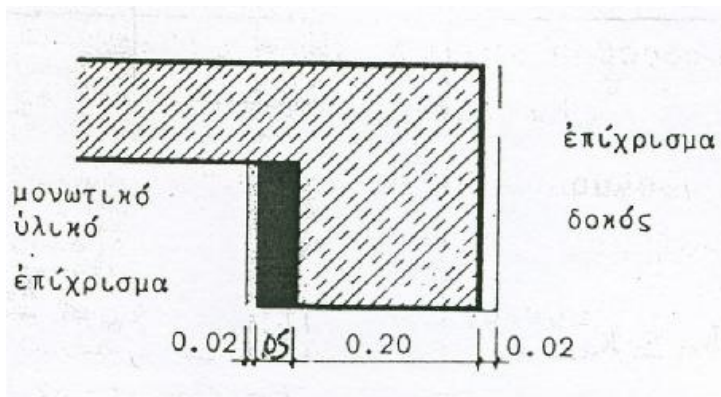
$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_a} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_1}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{20} + \frac{0,002}{0,15} + \frac{0,15}{1,75} + \frac{0,075}{0,035} + \frac{0,02}{0,15} + \frac{1}{7}$$

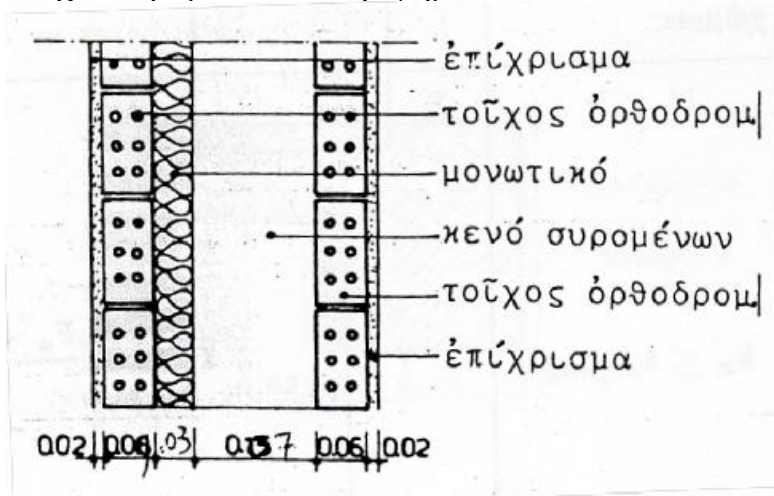
$$\frac{1}{k} = 2,568$$

$$k = 0,389 < 0,4$$

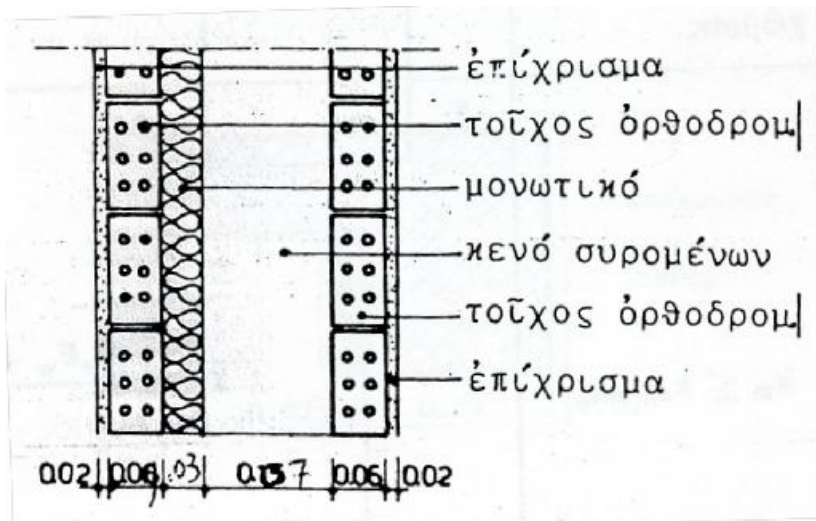
Δοκοί-υποστυλώματα (σκαρίφημα):



Τοίχοι συρόμενων (σκαρίφημα):



Εξωτερικός τοίχος (σκαρίφημα):



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

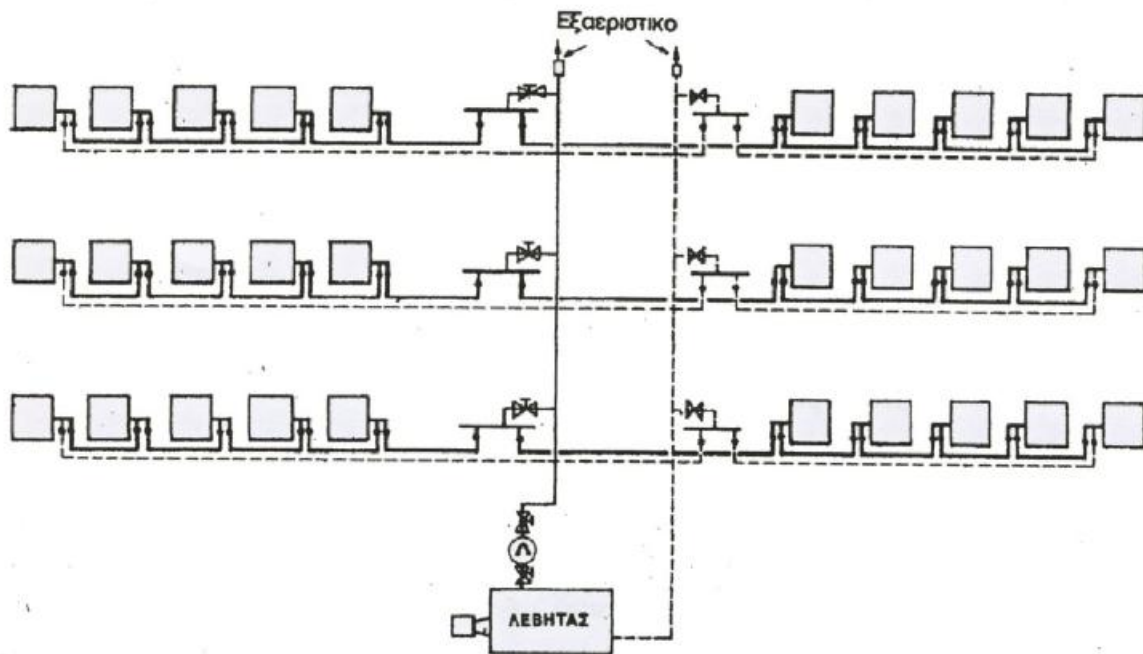
ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΙΟ

4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το μονοσωλήνιο σύστημα κεντρικής θέρμανσης αποτελεί την τελευταία εξέλιξη των συστημάτων παροχής κεντρικής θέρμανσης με ζεστό νερό στα κτίρια. Στο μονοσωλήνιο σύστημα κεντρικής θέρμανσης από τον λέβητα ξεκινάει συνήθως μια κατακόρυφη στήλη, δισωλήνιος και σε ορισμένες περιπτώσεις (ορόφους μεγάλης επιφάνειας). Δύο στήλες σε κάθε όροφο, κατακόρυφη στήλη τροφοδοτεί τους ειδικούς συλλέκτες προσαγωγείς και επιστροφής του μονοσωληνίου συστήματος, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1. Από τον συλλέκτη προσαγωγείς αναχωρούν επί του δαπέδου το αντίστοιχου ορόφου διάφορα οριζόντιοι κλάδοι οι οποίοι τροφοδοτούν σε σειρά τα διάφορα θερμαντικά σώματα (συνήθως μέχρι 5 ανά κλάδο) επί μονής σωλήνας και καταλήγουν στο συλλέκτη επιστροφής. Ο κάθε οριζόντιος κλάδος ο οποίος καλείται και κύκλωμα κατασκευάζεται συνήθως από ειδικό εύκαμπτο χαλυβδοσωλήνα ή χαλκοσωλήνα ή ακόμη και από ειδικό πλαστικό σωλήνα ο οποίος τοποθετείται επί του δαπέδου από σώμα σε σώμα (χωρίς ενδιάμεση συνδέσει) το τελευταίο σώμα οδεύει προς τον συλλέκτη επιστροφής.

Η σύνδεση κάθε θερμαντικού σώματος προς την σωλήνωση του μονοσωληνίου συστήματος πραγματοποιείται στο κάτω μέρος μέσου ενός ειδικού διακόπτη ο οποίος ρυθμίζεται (σε οκτώ θέσεις) και καθορίζει την ποσότητα του νερού η οποία θα περάσει από το θερμαντικό σώμα ενώ η υπόλοιπη ποσότητα διέρχεται κατευθείαν παρακάμπτοντας το σώμα αυτό. Σε κάθε κύκλωμα στο συλλέκτη προσαγωγής και επιστροφής τοποθετείται ειδική ρυθμιστική βαλβίδα (αντί της συνήθους βάνας) η οποία ρυθμίζει συνολικά την ποσότητα του διερχόμενου

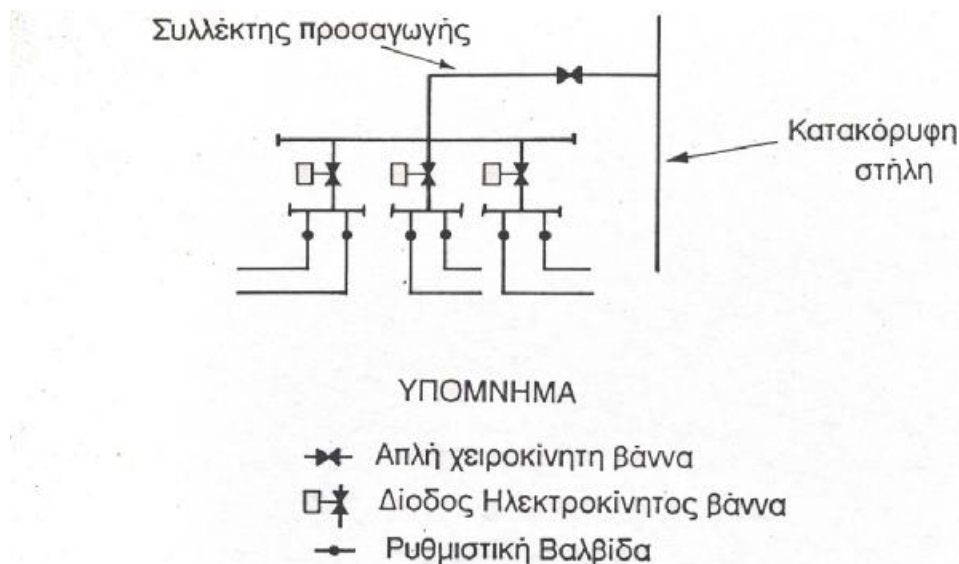
νερού στο κύκλωμα και συγχρόνως εξισορροπεί τα διάφορα κυκλώματα ώστε να δημιουργούνται κατά το δυνατόν οι ίδιες περίπου αντιστάσεις.



μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης.

ΣΧΗΜΑ 4.1

Επίσης στο μονοσωλήνιο σύστημα κεντρικής θέρμανσης, εν αντιθέσει με το κλασσικό σύστημα είναι δυνατόν να δημιουργηθεί αυτονομία θέρμανσης με την τοποθέτηση διόδου (ή και τριόδου) ηλεκτροκίνητης βάνας στην αναχώρηση εκείνη από τον συλλέκτη προσαγωγής. Η οποία τροφοδοτεί τα κυκλώματα του κάθε διαμερίσματος όπως φαίνεται από το παρακάτω σχήμα 4.2 όπου ο συλλέκτης προσαγωγής του αντίστοιχου ορόφου τροφοδοτεί π.χ. τρία διαμερίσματα με δύο κυκλώματα σε καθένα από αυτά.



ΣΧΗΜΑ 4.2

Η δίοδος βάννα του κάθε διαμερίσματος ενεργοποιείται από τον θερμοστάτη χώρου του αντίστοιχου διαμερίσματος με τον οποίο επιλέγουμε την επιθυμητή θερμοκρασία του διαμερίσματος, όποτε ανοίγει η δίοδος βάννα και επιτρέπει την ροή θερμού νερού προς το διαμέρισμα για όσο χρόνο απαιτείτε ώστε να επιτευχθεί η θερμοκρασία που έχουμε επιλέξει. Όταν επιτευχθεί αυτή η θερμοκρασία, η βάννα διακόπτει την ροή του νερού και πάλι όταν η θερμοκρασία κατέλθει κάτω από την διαφορετική τιμή του θερμοστάτη (π.χ. κατά 2^οC) ανοίγει εκ νέου η βάννα κ.ο.κ.

Η μέτρηση της ποσότητας θερμότητας πραγματοποιείται συνήθως μέσω ωρομετρητών οι οποίοι τοποθετούνται συνήθως εντός του λεβητοστασίου (ή σε κάποιο άλλο κοινόχρηστο χώρο) διασυνδέονται ηλεκτρικός προς την αντίστοιχη βάννα και καταγράφουν τις ώρες λειτουργίας αυτής. Η ποσότητα θερμότητας η οποία καταναλώνεται σε ένα διαμέρισμα για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα υπολογίζεται ως γινόμενο του εγκαταστημένου θερμικού φορτίου του

διαμερίσματος επί τις αντίστοιχες ώρες λειτουργίας οι οποίες καταγράφηκαν από των ωρομετρητή. Αντί ωρομετρητών στην περίπτωση αυτονομίας είναι δυνατόν να τοποθετηθούν θερμοδομετρητές (μετρητές θερμότητας) οι οποίοι καταγράφουν απευθείας το ποσόν θερμότητας δια πολλαπλασιασμού της παροχής του θερμού νερού επί την διαφορά θερμοκρασίας εισόδου και εξόδου. Πρέπει να προσθέσουμε και τα εξής: ο κυκλοφορητής πρέπει να τοποθετείτε πάντοτε στο κύκλωμα της προσαγωγής και όχι στην επιστροφή. Το δοχείο διαστολής πρέπει να είναι κλειστού τύπου και όχι ανοικτού, ώστε να μην εισέρχεται αέρας στην εγκατάσταση. Στο τέλος των κατακόρυφων στηλών πρέπει να τοποθετούνται, στο πάνω μέρος αυτόματες βαλβίδες εξαερισμού για την έξοδο του αέρα που παγιδεύτηκε στο δίκτυο.

4.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Πλεονεκτήματα:

-Η χρησιμοποίηση μιας κατακόρυφου στήλης στο κτίριο ή το πολύ δύο, η οποία τοποθετείται στον κεντρικό κοινόχρηστο διάδρομο της πολυκατοικίας και έτσι αποφεύγεται η κατασκευή πλήρους δικτύου κατακόρυφων στηλών

-Η εύκολη τοποθέτηση του οριζόντιου επιδαπέδιου μονοσωληνίου δικτύου από τον συλλέκτη του μονοσωληνίου συστήματος προς τα θερμαντικά σώματα σε σειρά χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερος τρόπος κατασκευής.

-Η ρύθμιση της ποσότητας του νερού που διέρχεται από το κάθε ένα θερμαντικό σώμα μέσω του ειδικού διακόπτη των σωμάτων του μονοσωληνίου συστήματος.

-Η ρύθμιση συνολικά της ποσότητας του θερμού νερού που διέρχεται από το κάθε κύκλωμα μέσω της ειδικής βαλβίδας που τοποθετείται στο συλλέκτη.

-Η δυνατότητα δημιουργίας αυτόνομης θέρμανσης (που είναι το κυριότερο πλεονέκτημα του συστήματος) με την τοποθέτηση διόδου (ή τριόδου) βάνας προς τα κυκλώματα του κάθε διαμερίσματος με θερμοστάτη χώρου σε κάθε διαμέρισμα και πίνακα ωρομετρητών ή θερμοδομετρητών στο λεβητοστάσιο ή σε άλλο κοινόχρηστο χώρο.

Μειονεκτήματα:

-Η χρησιμοποίηση κυκλοφορητή μεγαλύτερου σχετικά μεγέθους έναντι του κλασσικού συστήματος λόγω των μεγαλύτερων αντιστάσεων του μονοσωληνίου συστήματος οφειλόμενων κυρίως στη μικρή διατομή των επιδαπέδιων σωληνώσεων και στις απώλειες στους διακόπτες των σωμάτων και στις ρυθμιστικές βαλβίδες.

-Η χρησιμοποίηση του επιδαπέδιου μονοσωληνίου δικτύου το οποίο δεν έχει δυνατότητα επισκέψεως, συντηρήσεως ή αντικαταστάσεως.

-Η χρησιμοποίηση θερμαντικών σωμάτων μεγαλύτερης θερμαντικής επιφάνειας (έναντι του κλασσικού συστήματος) στις ακραίες θέσεις μονοσωληνίου κυκλώματος λόγω της μειωμένης θερμοκρασίας τροφοδότησης των σωμάτων αυτών.

4.3 ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το πλήρες σύστημα αυτονομίας πρέπει να παρέχει τις εξής δυνατότητες σε κάθε διαμέρισμα:

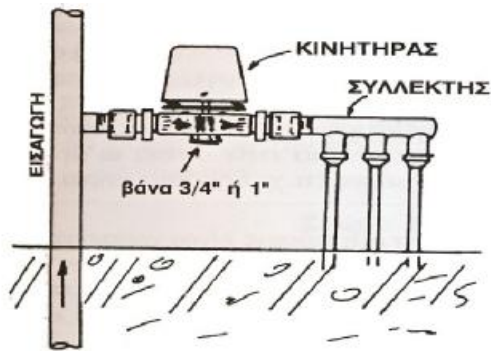
-κατά βούληση θέση σε λειτουργία της εγκατάστασης θέρμανσης από κάθε διαμέρισμα.

-ρύθμιση κατ'επιλογή της επιθυμητής θερμοκρασίας του διαμερίσματος μετά την επίτευξη της οποίας θα διακόπτεται η παροχή θερμού νερού προς το διαμέρισμα.

-καταγραφή των ωρών λειτουργίας κάθε διαμερίσματος κατά το διάστημα που τροφοδοτείτε με θερμό νερό

-να είναι δυνατόν σε κάθε διαμέρισμα να τοποθετηθεί θερμοδομετρητής

Η ανεξάρτητη θέρμανση (αυτονομία του χρήστη), αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική και δημοφιλή εξέλιξη στον χώρο των κεντρικών θερμάνσεων. Επιτρέπει σε κάθε χρήστη διαμερίσματος να προσαρμόσει την θέρμανση στις πραγματικές του ανάγκες, τις προτιμήσεις και τις οικονομικές του δυνατότητες. Με την αυτονομία η εγκατάσταση κάθε διαμερίσματος λειτουργεί μόνο όταν είναι επιθυμητό και οι ένοικοι έχουν την δυνατότητα να καθορίσουν το επίπεδο θερμοκρασίας που επιθυμούν και την χρονική διάρκεια λειτουργίας της εγκαταστάσεως. Η ανεξάρτητη θέρμανση επιτρέπει στους ενοίκους κάθε διαμερίσματος με την βοήθεια ενός θερμοστάτη-χρονοδιακόπτη και μιας ηλεκτροκίνητης βάνας (σχήμα 4.3) να μπορούν να καθορίσουν σε κάποια λογικά όρια την θερμοκρασία των χώρων από την οποία θα αρχίζει να λειτουργεί η θέρμανση και την μέγιστη θερμοκρασία που επιθυμούν.

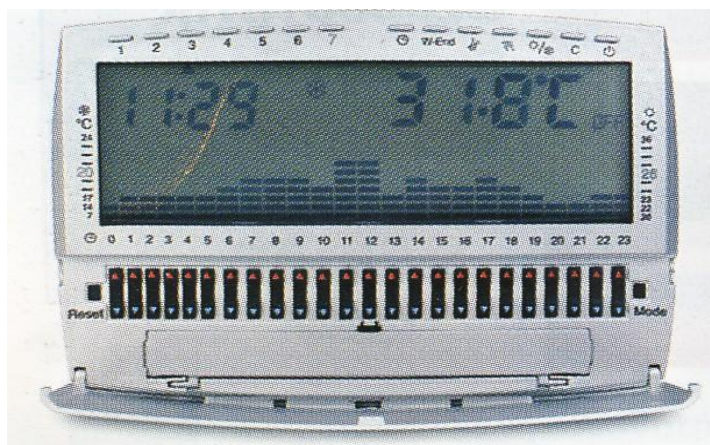


Με την τοποθέτηση ενός διακόπτη (συνήθως δίοδος ηλεκτροκίνητης βάννας) ανάμεσα στην κατακόρυφη στήλη και τον συλλέκτη αναχωρίσεως, το δίκτυο αγωγών και σωμάτων του διαμερίσματος μπορεί να απορροωθεί ή να τροφοδοτηθεί με ελεγχόμενη ποσότητα νερού. Εάν ηλεκτροκίνητη βάννα συνδεθεί με χρονοδιακόπτη ή άλλο σύστημα εντολών, μπορεί να γίνει επιλογή του χρόνου ή των συνθηκών υπό τις οποίες λειτουργεί το σύστημα θερμάνσεως.

ΣΧΗΜΑ 4.3

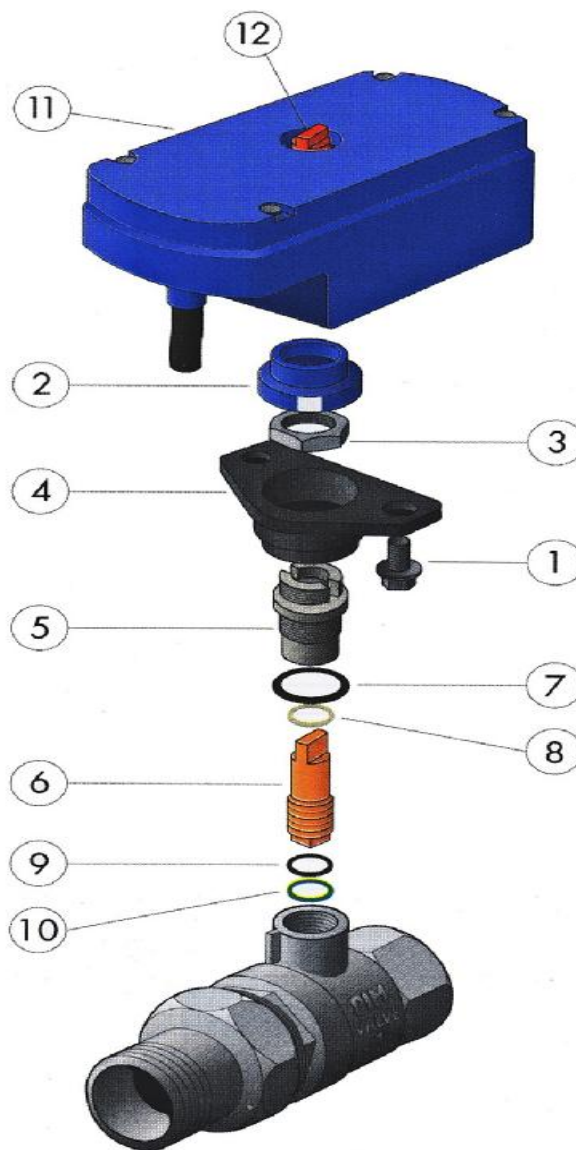
Τα συστήματα αυτονομίας αποτελούνται από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

-Θερμοστάτης χώρου για κάθε διαμέρισμα. Όταν η θερμοκρασία του χώρου πέσει κάτω από την θερμοκρασία στην οποία έχει ρυθμιστεί ο θερμοστάτης, τότε ενεργοποιείται η δίοδη ηλεκτροκίνητη βάνα αυτονομίας που ελέγχει την παροχή του ζεστού νερού στα κυκλώματα θερμάνσεως του διαμερίσματος. Ο θερμοστάτης χώρου μπορεί να συνδυασθεί με χρονοδιακόπτη, ενσωματωμένο στο ίδιο κουτί με αυτόν (σχήμα 4.4).



ΣΧΗΜΑ 4.4 (χρονοθερμοστάτης LCD)

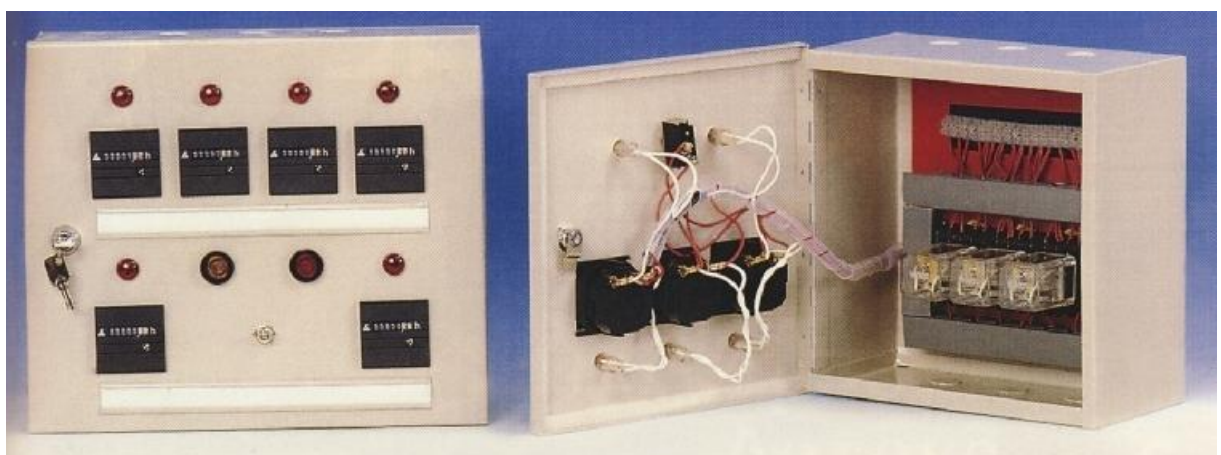
-Δίοδη ηλεκτροκίνητη βάνα αυτονομίας που εγκαθιστάτε πριν από τον συλλέκτη προσαγωγής (σχήμα 4.5). Η βάνα αυτή αποτελεί το σημαντικότερο εξάρτημα του συστήματος αυτονομίας. Από την καλά λειτουργία της εξαρτάται η λειτουργία όλης της εγκατάστασης. Κατά την έναρξη λειτουργίας, όταν ο ηλεκτροκινητήρας της βάνας δεχθεί εντολή, αρχίζει να λειτουργεί ο μηχανισμός ανοίγματος που φέρει την βάνα στην θέση τελείως ανοικτή. Στη θέση αυτή ενεργοποιείται μια επαφή η οποία μεταβιβάζει εντολή στον κεντρικό πίνακα ελέγχου, που βρίσκεται συνήθως στο χώρο του λεβητοστασίου.



ΣΧΗΜΑ 4.5 (Ηλεκτροβάνα)

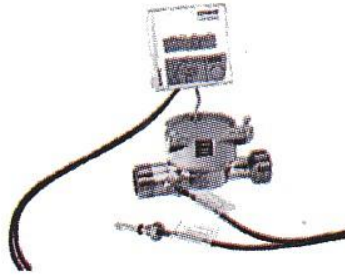
1. Παξιμάδια 6 MA
2. Δείκτης θέσης
3. Εξάγωνο παξιμάδι μπλοκαρίσματος H21
4. Στήριγμα του κουτιού του μοτέρ
5. Κάψα στυπιοθλήπτη
6. Αδράχτι
- 7., 8., 9., 10. O'Rings
11. Κουτί του μοτέρ
12. Ρυθμιστής ηλεκτροβάνας

-Κεντρικός πίνακας ελέγχου (πίνακας αυτονομίας σχήμα 4.6), τοποθετείται συνήθως στο λεβητοστάσιο. Δέχεται εντολές από τις ηλεκτροβάνες και ρυθμίζει ανάλογα την λειτουργία του καυστήρα και των ωρομετρητών. Όταν κανένας χρήστης δεν ζητά πλέον θέρμανση δίνει εντολή στον καυστήρα να κλείσει και σταματά την λειτουργία του κυκλοφορητή.



ΣΧΗΜΑ 4.6 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ

-Θερμιδομετρητές (σχήμα 4.7), διαθέτουν μέτρηση παροχής νερού και δύο ανιχνευτές θερμοκρασίας, προσαγωγής και επιστροφής νερού. Οι περισσότεροι θερμιδομετρητές διαθέτουν και ωρομετρητή για την περίπτωση βλάβης του κυκλώματος μετρήσεως.



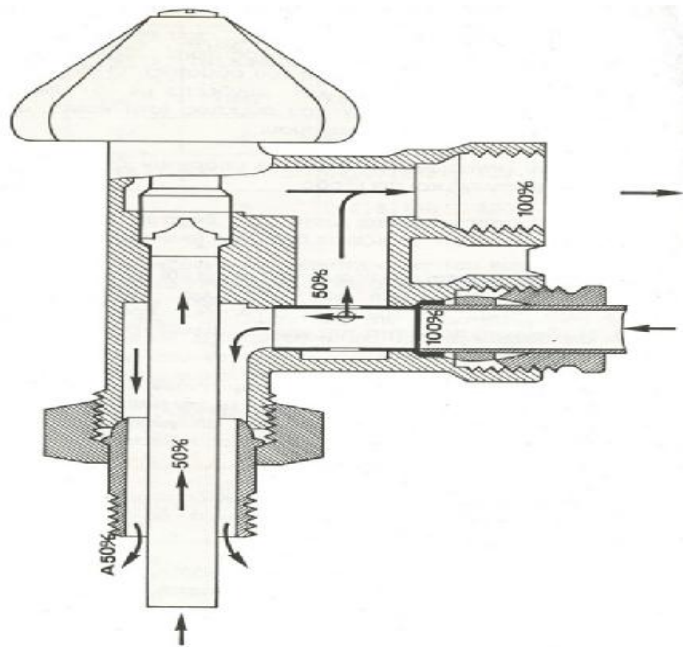
ΣΧΗΜΑ 4.7 Ηλεκτρονικός αυτόνομος θερμιδομετρητής.

4.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

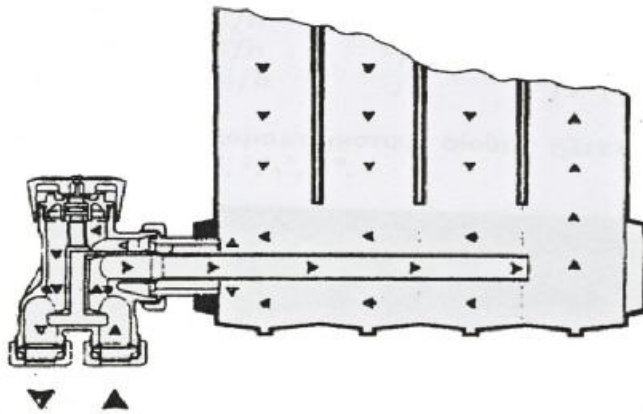
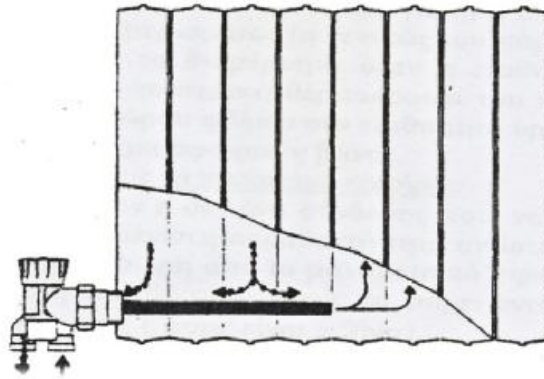
A) Σωληνώσεις: διακρίνουμε τις σωληνώσεις του κατακόρυφου δικτύου. Από τον λέβητα μέχρι τους συλλέκτες των διαφόρων ορόφων και τις επιδαπέδιες σωληνώσεις του μονοσωληνίου δικτύου από τους συλλέκτες μέχρι τα θερμαντικά σώματα. Οι σωληνώσεις αυτές κατασκευάζονται από σιδηροσωλήνες ή χαλυβδοσωλήνες ή από χαλκοσωλήνες ή πλαστικές σωλήνες.

Οι επιδαπέδιες σωληνώσεις αρχίζουν από τον αντίστοιχο συλλέκτη προσαγωγής του θερμού νερού και τοποθετούνται συνδέοντας σε σειρά τα διάφορα θερμαντικά σώματα και μετά το τελευταίο οδηγούνται στον αντίστοιχο συλλέκτη επιστροφής. Οι σωληνώσεις αυτές μπορεί να είναι χαλύβδινες ή χάλκινες με πλαστική επένδυση και πλαστικές σωληνώσεις από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο κατάλληλο για υψηλές θερμοκρασίες νερού.

B) Διακόπτες θερμαντικών σωμάτων: κυκλοφορεί μεγάλος αριθμός τετράοδων διακοπών με την συνήθη ονομασία διακόπτες μονοσωληνίου. Έχουμε την δυνατότητα πλήρους απομόνωσης του θερμαντικού σώματος χωρίς να επηρεάζει την λειτουργία των υπόλοιπων σωμάτων του κυκλώματος. Τοποθετείται στο κάτω μέρος του σώματος. Ο διακόπτης κατασκευάζεται ώστε να δέχεται στην εισαγωγή μια ποσότητα νερού και να την χωρίζει σε δύο συνήθως ίσα μέρη. Το βασικό του πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα προρύθμισης του από 0 έως 100% ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση των θερμαντικών σωμάτων (σχήμα 4.8,4.9). Μια συνήθης προρρύθμιση είναι 50% που σημαίνει ότι το 50% της ποσότητας του νερού που φθάνει στον διακόπτη οδηγείται μέσα στο θερμαντικό σώμα και το υπόλοιπο 50% το παρακάμπτει και αναμιγνυόμενο με το νερό επιστροφής, οδεύει προς το επόμενο θερμαντικό σώμα.

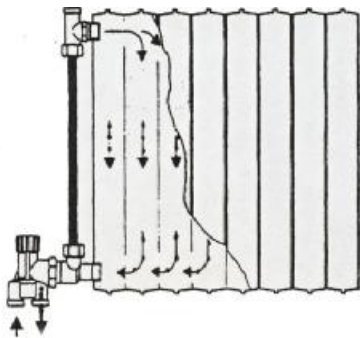


ΣΧΗΜΑ 4.8 Διακόπτης μονοσωληνίου



ΣΧΗΜΑ 4.9 (απλοί διακόπτες)

Διακόπτες εξωτερικού βρόγχου (σχήμα 4.10,4.11):



ΣΧΗΜΑ 4.10



ΣΧΗΜΑ 4.11

Γ) βαλβίδα ασφαλείας (σχήμα 4.12): για να αποφευχθεί ο κίνδυνος ανυψώσεως της πίεσεως στο λέβητα, πάνω από μια επιτρεπόμενη τιμή, τοποθετείται στο δίκτυο κοντά στο λέβητα. Στο δίκτυο ανάμεσα στην βαλβίδα ασφαλείας και του λέβητα δεν πρέπει να παρεμβάλλεται αποφρακτικό όργανο.



ΣΧΗΜΑ 4.12 Βαλβίδα ασφαλείας

Δ) αυτόματα εξαεριστικά δικτύου (σχήμα 4.13): τοποθετούνται στην κορυφή των κατακόρυφων στηλών, για ασφάλεια σε περίπτωση που η πίεση του δικτύου υπερβεί την προκαθορισμένη τιμή. Λειτουργούν ικανοποιητικά έως και πιέσεις τάξεως 6 bar και θερμοκρασία 110°C .



ΣΧΗΜΑ 4.13 Αυτόματο εξαεριστικό

Ε) Αυτόματος πλήρωσης (σχήμα 4.14): ο αυτόματος πληρώσεως χρησιμεύει για την απλοποίηση της πλήρωσης εγκαταστάσεων, και ειδικότερα εγκαταστάσεων με κλειστό δοχείο διαστολής. Η πίεση του αυτόματου πληρώσεως ρυθμίζεται περίπου 0.2-0.5bar πάνω από την στατική πίεση της εγκατάστασης. Η βαλβίδα αντεπιστροφής που είναι ενσωματωμένη παρεμποδίζει την επιστροφή του νερού της εγκατάστασης προς το δίκτυο της πόλης στην περίπτωση που η πίεση του δικτύου πόλης γίνει μικρότερη από την πίεση της εγκατάστασης θέρμανσης.



ΣΧΗΜΑ 4.14 Αυτόματος πληρώσεως

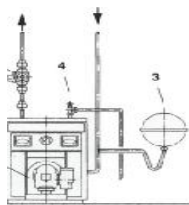
ΣΤ) Συλλέκτες: οι συλλέκτες στην εγκατάσταση χρησιμοποιούνται για την διανομή των κυκλωμάτων του κάθε ορόφου και κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με τον αριθμό αφίξεων και επιστροφών που έχουν (δύο, τριών ή τεσσάρων παροχών). Η σύνδεση παροχών γίνεται με μηχανική σύσφιξη, με ρακόρ πλαστικής, χαλκού ή πολυστρωματικής όλων των διαμετρημάτων. Στον συλλέκτη επίσης προσαρμόζεται η βάνα αυτονομίας σε περίπτωση που θέλουμε να υπάρχει αυτονομία στην εγκατάσταση. Οι συλλέκτες που θα τοποθετήσουμε είναι με ενσωματωμένους διακόπτες (σχήμα 4.15).



ΣΧΗΜΑ 4.15 Συλλέκτες

Z) Δοχείο διαστολής (κλειστού τύπου σχήμα 4.16): έχει σκοπό να παραλάβει την διαστολή του νερού της εγκατάστασης κατά την θέρμανση αυτού μέχρι τελικής θερμοκρασίας, και η διαστολή αυτή πιέζει στρώμα αέρος ή αζώτου το οποίο βρίσκεται μέσα στο δοχείο και διαχωρίζεται από το νερό μέσω μεμβράνης. Το κλειστό δοχείο διαστολής αντικαθιστά το ανοιχτό δοχείο διαστολής που χρησιμοποιείται παλιότερα στις εγκαταστάσεις με το δισωλήνιο σύστημα και τοποθετείται στο λεβητοστάσιο.

1. Λέβητας
2. Κυκλοφορητής
3. Κλειστό δοχείο διαστολής
4. Βαλβίδα ασφαλείας

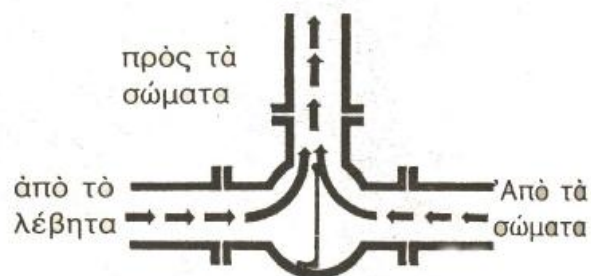


Συνήθης εγκατάσταση με κλειστό δοχείο διαστολής



ΣΧΗΜΑ 4.16 Κλειστό δοχείο διαστολής

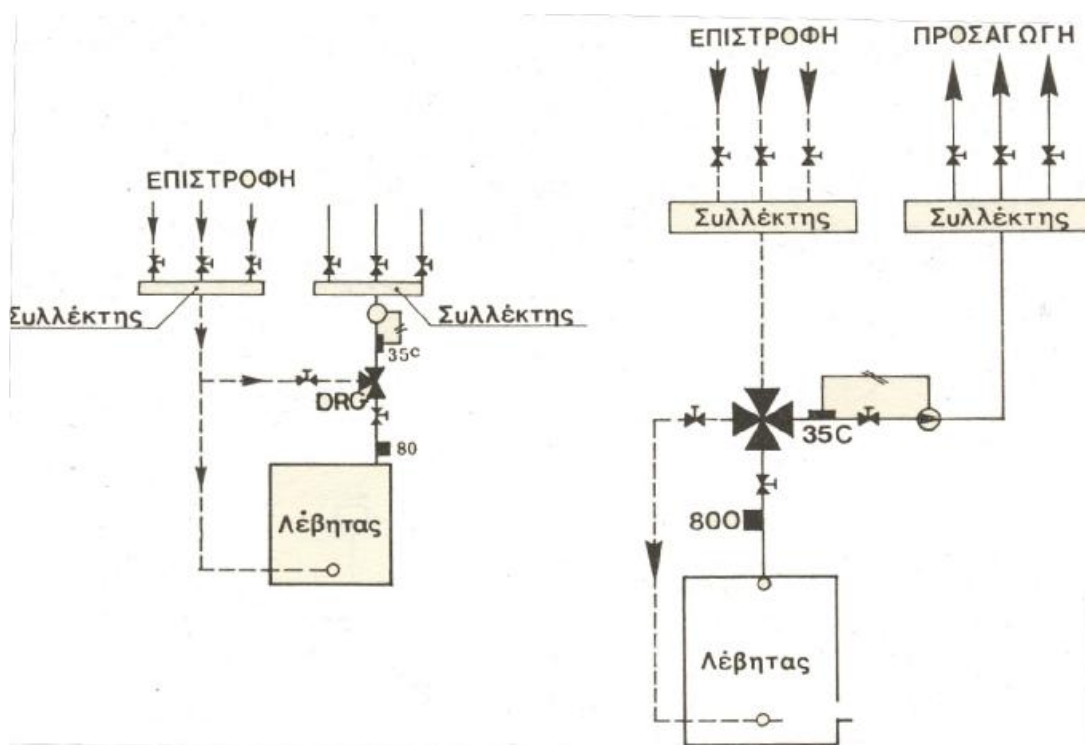
Η) Βάνα αναμίξεως (σχήμα 4.16, 4.17): Η κάθε εγκατάσταση θέρμανσης υπολογίζεται για τις δυσμενέστερες εξωτερικές συνθήκες, με αποτέλεσμα σε ευνοϊκότερες καιρικές συνθήκες να υπάρχει άσκοπη κατανάλωση ενέργειας. Η χρήση της βάνας προσαρμόζει την λειτουργία της εγκατάστασης ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Στην βάνα γίνεται η ανάμειξη του νερού επιστροφής που έχει κρυώσει στα θερμαντικά σώματα με το ζεστό νερό του λέβητα. Η αναλογία ανάμειξης ζεστού νερού με νερό επιστροφής που θα ξανακυκλοφορήσει στα σώματα καθορίζεται με την μετατόπιση της χειρολαβής της βάνας με το χέρι ή με αυτοματισμό. Έτσι με την συνεχή ρύθμιση της βάνας πετυχαίνουμε την διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στον χώρο. Η χρησιμοποίηση της βάνας έχει επίσης το πλεονέκτημα ότι ένα μέρος του ζεστού νερού του λέβητα οδηγείται πάλι στην επιστροφή προς τον λέβητα (σχήμα 4.18). Έτσι αποφεύγεται η δημιουργία συμπυκνωμάτων εφίδρωσης και οι πρόωρη καταστροφή του λέβητα.



ΣΧΗΜΑ 4.16



ΣΧΗΜΑ 4.17



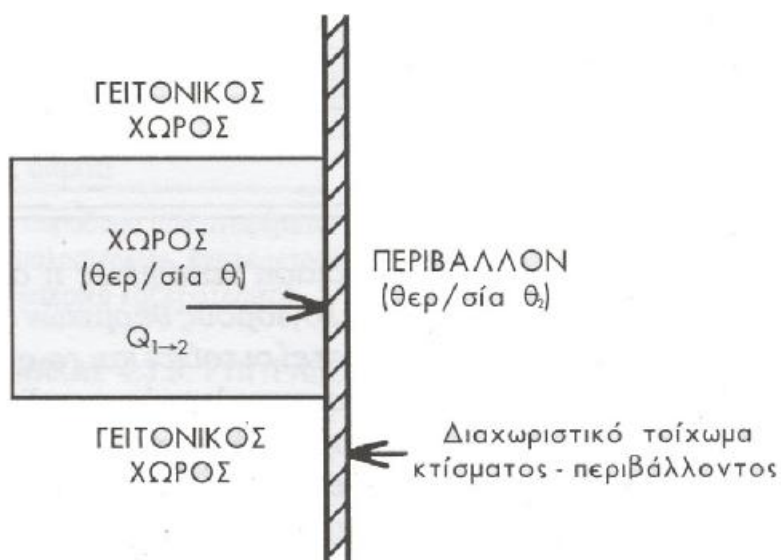
ΣΧΗΜΑ 4.18 Συνδεσμολογία τρίοδης, τετράοδης βάνας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένας τυπικός κλειστός χώρος κτιρίου, παρουσιάζει κατά την χειμερινή περίοδο θερμοκρασία υψηλότερη από εκείνη του περιβάλλοντος. Επομένως, θα παρατηρείται ροή θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το περιβάλλον. Το σύνολο θερμότητας που χάνεται από τον θερμαινόμενο χώρο λέγεται θερμική απώλεια που θα προκαλέσει βαθμιαία μείωση της θερμοκρασίας του χώρου. Εάν επιθυμούμε να μην μειωθεί η θερμοκρασία θ_1 του χώρου (σχήμα 5.1), θα πρέπει από κάποια θερμική πηγή να μεταφέρουμε με ποσά θερμότητας (θερμικά φορτία), τα οποία θα αντισταθμίζουν τις θερμικές απώλειες. Για να διατηρηθεί σταθερή η θερμοκρασία του χώρου, πρέπει τα προσαγόμενα ποσά θερμότητας να είναι ίσα με τις θερμικές απώλειες.



ΣΧΗΜΑ 5.1

Εάν λοιπόν σε ένα χώρο είχαμε προς στιγμήν επιτύχει ικανοποιητική θερμοκρασία, για να εξασφαλίσουμε την διατήρηση της, αρκεί να επιτύχουμε μια συνεχή ροή θερμικού φορτίου το οποίο θα αντισταθμίζει τις θερμικές απώλειες χώρου. Θα πρέπει καταρχάς να προσαχθούν στο χώρο ποσά θερμότητας τα οποία θα προκαλέσουν άνοδο της θερμοκρασίας μέχρι την επιθυμητή και στην συνέχεια θα πρέπει να εξασφαλιστεί παροχή θερμότητας η οποία θα αντισταθμίζει τις απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον. Ο προσεκτικός και ακριβής υπολογισμός κάθε χώρου και συνολικά του κτιρίου, αποτελούν την αφετηρία του σχεδιασμού κάθε εγκατάστασης θερμάνσεως. Οι θερμικές απώλειες υπολογίζονται από τον τύπο:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta T \text{ (kcal/h)} \quad Q: \text{θερμικές απώλειες}$$

$F(m^2)$:εμβαδόν διαχωριστικής επιφάνειας εσωτερικού χώρου περιβάλλοντος.

$\Delta T(^{\circ}C)$: διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου και εξωτερικού χώρου. $\Delta T = t_{es} - t_{εξ}$

K: συντελεστής θερμοπερατότητας(κεφάλαιο 3.15)

5.2 ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ

Οι τιμές που θα προκύψουν από τον τύπο: $Q = K \cdot F \cdot \Delta T$ (kcal/h) αναφέρονται σε καλής ποιότητας κατασκευές και όψεις κτιρίων που βρίσκονται σε προφυλαγμένη θέση ή δεν υφίστανται την επίδραση κάποιου ειδικού παράγοντα. Υπάρχουν όμως κάποιοι παράγοντες που επιβάλουν την διορθωτική αύξηση ή μείωση της τιμής των θερμικών απωλειών. Αυτές οι προσαυξήσεις που πρέπει να γίνουν στις θερμικές απώλειες ώστε να έχουμε πιο σωστά αποτελέσματα είναι οι εξής:

-Προσαυξήσεις προσανατολισμού (Z_H). Ο προσανατολισμός ενός χώρου σχετίζεται άμεσα με την επίδραση των ψυχρών βορείων ανέμων στην τελική θερμοκρασία του χώρου. Οι γερμανικοί κανονισμοί τους οποίους ακολουθούμε στην χώρα μας δίνουν προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού σαν ποσοστά % (πίνακας 5.1).

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΡΟΣΘΗΚΗ (%)
B, BA, ΒΔ	5
A, Δ	0
N, NA, ΝΔ	-5

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 Προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού

Άρα θα πρέπει να είναι οπωσδήποτε γνωστός ο προσανατολισμός ο οποίος σημειώνεται στα σχέδια κατόψεως με ένα βέλος που δείχνει τον βορρά. Τον προσανατολισμό συνήθως καθορίζει η ακμή. Για τους εσωτερικούς χώρους δεν λαμβάνονται προσαυξήσεις ή μειώσεις προσανατολισμού.

-Προσαυξήσεις λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας (Z_D). Σε όλες σχεδόν τις εγκαταστάσεις η λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης δεν είναι συνεχής αλλά διακοπτόμενη (πίνακας 5.2). Οι διακοπές αυτές μπορεί να είναι ολιγόωρες και προγραμματισμένες. $D = \sum Q / E \sigma (t_{es} - t_{εξ})$

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ανά 24ωρο	ΤΙΜΕΣ του D			
	0,1 έως 0,3	0,3 έως 0,7	0,7 έως 1,5	άνω του 1,5
I	7	7	7	7
II	20	15	15	15
III	30	25	20	15

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2

I: όταν έχουμε μόνο μικρής διάρκειας διακοπές.

II: όταν η εγκατάσταση θα λειτουργεί 12-15 ώρες ημερησίως.

III: όταν η εγκατάσταση θα λειτουργεί 8-12 ώρες ημερησίως.

-Απώλειες αερισμού Q_a : Ως γνωστών δημιουργείται από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων του χώρου ροή αέρα από το εσωτερικό του χώρου προς τα έξω και αντίστροφα. Λόγω διαφυγής του αέρα δημιουργούνται θερμικές απώλειες οι οποίες εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες: από την διαπερατότητα των χαραμάδων των ανοιγμάτων του χώρου, από την θερμοκρασιακή διαφορά $\Delta T = t_{es} - t_{εξ}$, από τους ανέμους που επικρατούν στην περιοχή της οικοδομής και από τον λόγο των εμβαδών των επιφανειών των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου προς τα εξωτερικά ανοίγματα. Γενικά οι απώλειες αερισμού υπολογίζονται από τον τύπο: $Q_a = 10 \div 30 \cdot I_{ολ}$ $I_{ολ}$ (m):ολικό μήκος χαραμάδων εξωτερικών ανοιγμάτων.

Άρα οι ολικές απώλειες θα είναι: $Q = (\Sigma Q) \left(1 + \frac{Z_H}{100} + \frac{Z_D}{100}\right) + Q_a$

5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών θα πρέπει να συμπληρώσουμε το έντυπο των θερμικών απωλειών.

-Στην στήλη 1 γράφουμε συντομογραφικά το είδος του τοιχώματος ή του ανοίγματος ως εξής: Π =Παράθυρο, T_{Ex} ή T_{es} =Τοίχος εξωτερικός ή εσωτερικός, Θ_{es} ή Θ_{ex} =Θύρα εσωτερική ή εξωτερική, Μ =Μπαλκονόθυρα, Δ =δάπεδο, Σ =Στέγη, Ο =Οροφή.

- Στην στήλη 2 γράφεται ο προσανατολισμός του τοιχώματος ή του ανοίγματος.
- Στην στήλη 3 γράφεται το πάχος της επιφάνειας σε cm.
- Στην στήλη 4 γράφεται το μήκος της επιφάνειας σε m.
- Στην στήλη 5 γράφεται το ύψος ή το πλάτος της επιφάνειας σε m.
- Στην στήλη 6 γράφεται το εμβαδόν του της επιφάνειας σε m^2 , δηλαδή το γινόμενο των στηλών 4x5.
- Στην στήλη 7 γράφεται ο αριθμός των ιδίων επιφανειών που το εμβαδόν τους αναφέρεται στην στήλη 6.
- Στην στήλη 8 γράφεται η επιφάνεια σε m^2 που πρέπει να αφαιρεθεί από την επιφάνεια της στήλης 6 (πχ. Η επιφάνεια θυρών ή παραθύρων που πρέπει να αφαιρεθεί για να βρεθεί η καθαρή επιφάνεια του τοιχώματος).
- Στην στήλη 9 γράφεται η καθαρή επιφάνεια υπολογισμού του τοιχώματος σε m^2 . Η επιφάνεια αυτή βρίσκεται από την αφαίρεση των στηλών 6-8.
- Στην στήλη 10 γράφεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας K της επιφάνειας.
- Στην στήλη 11 γράφεται η διαφορά μεταξύ της εσωτερικής και της εξωτερικής θερμοκρασίας του χώρου $\Delta T = t_{es} - t_{εξ}$.
- Στην στήλη 12 γράφονται οι απώλειες θερμότητας λόγω θερμικής αγωγιμότητας, δηλαδή το γινόμενο των στηλών 9x10x11.
- Στην στήλη 13 γράφεται η προσαύξηση (Z_D) λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας.
- Στην στήλη 14 γράφεται η προσαύξηση λόγω προσανατολισμού (Z_H).

-Στην στήλη 15 γράφεται ο ολικός συντελεστής προσαυξήσεων Z που προκύπτει από την σχέση $Z=1+\frac{Z_D + Z_H}{100}$

-Στην στήλη 16 γράφεται η συνολική θερμική απώλεια λόγω αγωγιμότητας του χώρου που προκύπτει μετά την προσαύξηση. Αυτό προκύπτει από τον το γινόμενο των στηλών 12x15.

-Στην τελική στήλη 16 θα πρέπει να προσθέσουμε τις απώλειες αερισμού Q_a

Αρα μελετώντας προσεκτικά το σχέδιο μας για την διώροφη κατοικία συμπληρώνουμε τις στήλες των εντύπων.

Στους παρακάτω πίνακες (5.3,5.4) παρουσιάζεται ο συντελεστής K που χρησιμοποιούμαι στους υπολογισμούς μας :

ΙΣΟΓΕΙΟ

Οροφή	$K=0,506 \text{ kcal}/m^2 \cdot h^{\circ}C$
Δάπεδο	$K=0,561 \text{ kcal}/m^2 \cdot h^{\circ}C$
Τοίχος συρόμενος	$K=0,785 \text{ kcal}/m^2 \cdot h^{\circ}C$
Τοίχος εξωτερικός	$K=0,482 \text{ kcal}/m^2 \cdot h^{\circ}C$
Παράθυρα εξωτερικά και μπαλκονόπορτες	$K=5 \text{ kcal}/m^2 \cdot h^{\circ}C$
Εσωτερικός τοίχος	$K=1,8 \text{ kcal}/m^2 \cdot h^{\circ}C$
Πόρτα εξωτερική	$K=6 \text{ kcal}/m^2 \cdot h^{\circ}C$
Πόρτα εσωτερική	$K=2,5 \text{ kcal}/m^2 \cdot h^{\circ}C$

Πίνακας 5.3

Α ΟΡΟΦΟΣ

Οροφή	$K=0,389 \text{ kcal}/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$
Δάπεδο	$K=0,506 \text{ kcal}/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$
Εξωτερικός τοίχος συρόμενος	$K=0,785 \text{ kcal}/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$
Εξωτερικός τοίχος	$K=0,482 \text{ kcal}/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$
Εσωτερικός τοίχος	$K=1,8 \text{ kcal}/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$
Πόρτα εξωτερική	$K=6 \text{ kcal}/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$
Πόρτα εσωτερική	$K=2,5 \text{ kcal}/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$
Παράθυρα εξωτερικά και μπαλκονόπορτες	$K=5 \text{ kcal}/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$

Πίνακας 5.4

Τα εξωτερικά παράθυρα είναι μεταλλικά απλά.

Οι εσωτερικές πόρτες είναι ξύλινες.

Οι εξωτερικές πόρτες είναι απλές μεταλλικές.

Οι μπαλκονόθυρες είναι μεταλλικές απλές.

Ο εσωτερικός τοίχος είναι απλός με διπλό επίχρισμα.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Φύλλο... 1

Οροφος... Α

Μελέτη ΔΙΟΡΟΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ
ΣΤΗΝ ΚΟΡΙΝΘΟ

1	2	3	Υπολογισμός επιφανειών					Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις			16
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Μήκος	Ύψος ή πλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής K	Διαφορά θερμοκρασίας	Απόλυτες θερμότητες χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού z	Διακοπών κ.λ.π. z	Συντελεστής προσαύξησης	Απόλυτες θερμότητες χώρου
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	$\frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$	°C	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	%	%	1+%	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$
Κουζίνα															
Τεξ	Ν	38	3,61	3	10,83	-	1,88	8,95	0,885	19	146				
Πεξ	Ν	-	1,45	1,30	1,88	-	-	1,88	5,0	19	169				
Τεξ	Δ	3	3,46	3	10,38	-	1,28	8	0,482	19	84				
Θεξ	Δ	-	0,8	2,1	1,68	-	-	1,68	6,0	19	181				
Πεξ	Δ	-	0,8	1	0,8	-	-	0,8	5,0	19	66				
Τεσ	Β	10	1	3	3	-	1,68	1,32	1,8	5	12				
Θεσ	Β	-	0,8	2,1	1,68	-	-	1,68	2,5	5	21				
Ορ	-	25	3,46	3,61	12,5	-	-	12,5	0,388	19	92				
											892	-5	25	1,9	950
											Qa =	20 x 14,6 =			294
															1245
Υπνοδωμάτιο ①															
Τεξ	Δ	30	3,11	3	9,3	-	1,8	6,5	0,482	19	69				
Μ	Δ	-	0,9	2	1,8	-	-	1,8	5,0	19	161				
Τεσ	Β	10	2,51	3	7,53	-	-	6,53	1,8	5	68				
Τεσ	Α	10	3,11	3	9,3	-	1,68	6,6	1,8	5	68				
Θεσ	Α	-	0,8	2,1	1,68	-	-	1,68	2,5	5	21				
Ορ	-	25	3,11	2,51	6,8	-	-	6,8	0,388	19	58				
											455	0	25	1,25	569
											Qa =	20 x 5,8			116
															685

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Φύλλο... 3

Μελέτη ΔΙΟΡΟΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΙΝΘΟ

Όροφος... Ρ

1	2	3	Υπολογισμός επιφανειών					Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις			16
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Μήκος	Ύψος ή πλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Κ	Διαφορά θερμοκρασίας	Απόκλιση θερμότητας χωρίς χροιά προσαυξήσεις	Προσανατολισμού z	Διακοπών κ.λ.π. z	Συντελεστής προσαύξησης	Απόκλιση θερμότητας χώρου
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	$\frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	°C	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	%	%	1+%	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$
ΥΠΟΔΩΜΑΤΙΟ ②															
Τεσ	Ν	10	2,51	3	7,53	-	-	7,53	1,8	-2	-28				
Τεξ	Δ	30	3,50	3	10,5	-	3,3	7,2	0,885	19	108				
Μ	Δ	-	1,5	2,2	3,3	-	-	3,3	5,0	19	313				
Τεξ	Β	38	2,68	3	8,04	-	1,88	6,16	0,885	19	92				
Πεξ	Β	-	1,45	1,3	1,88	-	-	1,88	5,0	19	189				
Τεξ	Β	38	1,23	3	3,69	-	-	3,69	0,482	19	34				
Τεσ	Ν	10	1,30	3	3,9	-	-	3,9	1,8	5	35				
Θεσ	Α	-	0,8	2,1	1,68	-	-	1,68	2,5	5	21				
Ορ	-	25	3,5	3,92	13,64	-	-	13,64	0,389	19	101				
Τεσ	Α	1	1,00	3	3	-	1,68	1,32	1,8	5	12				
											868	5	25	1,3	1128
											Qa = 20 x 12,9 =				258
															1385
ΥΠΟΔΩΜΑΤΙΟ ③															
Τεξ	Β	38	3,98	3	11,94	-	1,88	10,06	0,885	19	150				
Πεξ	Β	-	1,45	1,3	1,88	-	-	1,88	5,0	19	189				
Τεξ	Α	38	3,31	3	9,93	-	3,3	6,63	0,885	19	99				
Μ	Α	-	1,5	2,2	3,3	-	-	3,3	5,0	19	313				
Θεσ	Δ	-	0,8	2,1	1,68	-	-	1,68	2,5	5	21				
Τεσ	Δ	10	1,00	3	3	-	1,68	1,32	1,8	5	12				
Ορ	-	25	3,31	3,30	10,92	-	-	10,92	0,389	19	81				
											855	5	20	1,25	1069
											Qa = 20 x 12,9 =				258
															1327

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Φύλλο..... 4

Μελέτη ΔΙΟΡΟΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ
ΣΤΗΝ ΚΟΦΙΝΟΥ

Όροφος..... Α

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου ↓ cm	Υπολογισμός επιφανειών					Υπολογισμός απωλειών					Προσαυξήσεις			Απώλειες θερμότητας χώρου Kcal/h
			Μήκος m	Ύψος ή πλάτος m	Επιφάνεια m ²	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια m ²	Τελική επιφάνεια m ²	Συντελεστής K $\frac{Kcal}{hm^2 \cdot ^\circ C}$	Διαφορά θερμοκρασίας °C	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις $\frac{Kcal}{h}$	Προσανατολισμού z %	Διακοπών κ.λ.π. z %	Συντελεστής προσαύξησης I+%		
Υποδωματίο ④																
Τεξ	Α	38	3,21	3	9,63	-	3,3	6,33	0,485	19	94					
Μ	Α	-	1,5	2,2	3,3	-	-	3,3	5,0	19	313					
Τεσ	Δ	10	3,21	3	9,63	-	1,68	7,95	1,8	5	72					
Οεσ	Δ	-	0,8	2,1	1,68	-	-	1,68	2,5	5	21					
Ορ	-	25	3,21	3,61	11,58	-	-	11,58	0,389	19	87					
											587	0	25	1,25	734	
											Qa=	20 x 7,4=			148	
															882	
"Living room"																
Τεξ	Α	38	3,75	3	11,25	-	3,3	7,95	0,485	19	119					
Μ	Α	-	1,5	2,2	3,3	-	-	3,3	5,0	19	314					
Τεξ	Α	38	2,9	3	8,7	-	1,98	6,72	0,482	19	62					
Οεξ	Α	-	0,9	2,2	1,98	-	-	1,98	6,0	19	226					
Τεξ	Ν	38	4,23	3	12,69	-	-	12,69	0,482	19	116					
Τεσ	Δ	10	3,11	3	9,33	-	-	9,33	1,8	5	84					
Ορ	-	25	6,15	4,23	25,13	-	-	25,13	0,389	19	208					
											1129	-5	25	1,2	1355	
											Qa=	20 x 13,6=			272	
															1627	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Φύλλο..... 5

Μελέτη ΔΙΟΡΟΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ
ΣΤΗΝ ΚΟΡΙΝΘΟ

Όροφος..... 2

1	2	3	Υπολογισμός επιφανειών					Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις			16
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πέχος τείχους	Μήκος	Ύψος ή πλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής K	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού	Διακοπών κ.λ.π.	Συντελεστής προσαύξησης	Απώλειες θερμότητας χώρου
		↘	m	m	m ²		m ²	m ²	$\frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$	°C	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	%	%	1+%	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$
Κεντρικός διάδρομος															
Τεσ	Ν	10	1,00	3	3	-	1,68	1,32	1,8	-5	-12				
Θεσ	Ν	-	0,8	2,10	1,68	-	-	1,68	2,5	-5	-21				
Τεσ	Δ	10	3,11	3	9,33	-	1,68	7,65	1,8	-5	-69				
Θεσ	Δ	-	0,8	2,10	1,68	-	-	1,68	2,5	-5	-21				
Τεσ	Δ	10	1,84	3	5,52	-	1,68	3,84	1,8	-5	-48				
Θεσ	Δ	-	0,8	2,10	1,68	-	-	1,68	2,5	-5	-29				
Τεσ	Δ	10	1,00	3	3	-	1,68	1,32	1,8	-5	-12				
Θεσ	Δ	-	0,8	2,10	1,68	-	-	1,68	2,5	-5	-21				
Τεσ	Β	10	1,30	3	3,9	-	-	3,9	1,8	-5	-35				
Τεσ	Α	10	1,00	3	3	-	1,68	1,32	1,8	-5	-12				
Θεσ	Α	-	0,8	2,10	1,68	-	-	1,68	2,5	-5	-21				
Τεσ	Α	10	3,21	3	9,63	-	1,68	7,95	1,8	-5	-71				
Θεσ	Α	-	0,8	2,10	1,68	-	-	1,68	2,5	-5	-21				
Τεσ	Α	10	3,11	3	9,33	-	-	9,33	1,8	-5	-84				
Ορ	-	25	0,1	3	21	-	-	21	0,389	14	114				
											-363	-	15	1,15	-41€

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Φύλλο 1

Μελέτη ΔΙΟΡΟΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ
ΣΤΗΝ ΚΟΡΙΝΘΟ

Όροφος ΙΣΟΓΕΙΟ

ΒΟΡΕΙΟ
ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ

1	2	3	Υπολογισμός επιφανειών					Υπολογισμός απωλειών					Προσαυξήσεις			16
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Μήκος	Ύψος ή πλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής K	Διαφορά θερμοκρασίας	Απόλες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού	Διακοπών κ.λ.π.	Συντελεστής προσαυξήσης	Απόλες θερμότητας χώρου	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	$\frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	°C	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	%	%	1+%	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	
Δωμάτιο																
Τεξ	Ν	25	4,80	3	5,1	-	2,1	3	0,452	19	28					
Θεξ	Ν	-	1,00	2,10	2,10	-	-	2,10	6	19	239					
Τεξ	Α	25	3,50	3	10,5	-	4,2	6,3	0,489	19	58					
Μ	Α	-	2	2,2	4,2	-	-	4,2	5	19	399					
Τεξ	Β	25	0,90	3	2,7	-	-	2,7	0,482	19	25					
Τεξ	Β	25	1,5	3	4,5	-	-	4,5	0,485	19	68					
Τεξ	Β	25	1,5	3	4,5	-	1,8	2,7	0,489	19	95					
Μεξ	Β	-	1,5	1,2	1,8	-	-	1,8	5	19	181					
Τεξ	Β	-	0,9	3	2,7	2	-	5,4	0,485	19	80					
Τεξ	Β	25	1,5	3	4,5	-	1,8	2,7	0,489	19	25					
Μεξ	Β	-	1,5	1,2	1,8	-	-	1,8	5	19	181					
Τεξ	Δ	25	2,6	3	7,8	-	2,4	5,4	0,489	19	49					
Θεξ	Δ	-	0,8	2,1	1,68	-	-	1,68	6	19	199					
Μεξ	Δ	-	0,8	0,9	0,72	-	-	0,72	5	19	68					
Τεσ	Ν	10	2,5	3	7,5	-	-	7,5	1,8	-2	-28					
Θεσ	Α	-	0,85	2,1	1,57	-	-	1,57	2,5	-2	-8					
Τεσ	Α	10	0,85	3	2,25	-	1,57	0,68	1,8	-2	-24					
Δαη,λ	-	23	5,4	3,3	18,9	-	-	18,9	0,561	9,5	101					
Δαη,ρ	-	23	2,9	2,6	7,54	-	-	7,54	0,561	9,5	40					
											1800	+5	20	1,25	2125	
											Qa =	20	34,4 =	688		
															2813	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Φύλλο 2

Μελέτη ΔΙΟΡΟΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ
ΣΤΗΝ ΚΟΡΙΝΘΟ

Όροφος ΙΣΟΓΕΙΟ
ΒΟΡΕΙΟ
ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ

1	2	3	Υπολογισμός επιφανειών					Υπολογισμός αποβλήτων				Προσαυξήσεις			16	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Μήκος	Ύψος ή κλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής K	Διαφορά θερμοκρασίας	Απόλυτες θερμικές χερές προσυξήσεως	Προσανατολισμός	Διακόπων κ.λ.π.	Συντελεστής προσυξήσεως	Απόλυτες θερμότητες χέρου	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	Kcal / m ² ·°C	°C	Kcal / h	%	%	1+%	Kcal / h	
Δωμάτιο ②																
Τεξ	A	-	2,6	3	4,8	-	-	4,8	0,485	19	22					
Τεξ	A	25	2,3	3	3,9	-	2,3	1,28	0,482	19	11					
Μ	A	-	2,3	2,2	2,43	-	-	2,43	5	19	259					
Τεσ	Δ	10	0,85	3	2,55	-	-	2,55	1,8	-2	-9					
Τεξ	Δ	25	2	3	6	-	-	6	0,482	19	55					
Δαν	-	23	2,9	3,4	9,86	-	-	9,86	0,561	19,5	53					
												441	0	25	225	551
												Qa=		20 x 6,8=	136	
																68€
Λουτρό																
Τεσ	B	10	2,5	3	7,5	-	-	7,5	1,8	2	2€					
Τεξ	Δ	25	1,8	3	5,4	-	0,64	4,76	0,482	21	48					
Πεξ	Δ	-	0,8	0,8	0,64	-	-	0,64	5	21	6€					
Τεξ	Ν	25	2	3	6	-	-	6	0,482	21	61					
Τεσ	Ν	10	0,6	3	1,8	-	-	1,8	1,8	2	6,5					
Τεσ	A	10	0,85	3	2,55	-	-	2,55	1,8	2	9					
Τεσ	A	10	0,85	3	2,55	-	4,5€	0,68	1,8	2	2,4					
Θεσ	A	-	0,85	2,1	1,5€	-	-	1,5€	2,5	2	8					
Δαν	-	23	1,8	2,5	4,5	-	-	4,5	0,561	19,5	2€					
												256	0	25	225	320
												Qa=		20 x 3,2=	64	
																384

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Φύλλο.....1

Μελέτη ΔΙΟΡΟΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ
ΣΤΗΝ ΚΟΡΙΝΘΟ

Όροφος ΙΣΟΓΕΙΟ
ΝΟΤΙΟ
ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ

1	2	3	Υπολογισμός επιφανειών					Υπολογισμός απωλειών					Προσαρτήσεις			16
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Μήκος	Ύψος ή πλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τέλη επιφάνεια	Συντελεστής K	Διαφορά θερμοκρασίας	Απόλλειες θερμότητας χείρας προσαρτήσεις	Προσανατολισμός	Διακοπών κ.λ.π.	Συντελεστής προσαρτήσεις	Απόλλειες θερμότητας χείρας	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	$\frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	°C	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	%	%	1+%	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	
						Δωμάτιο			Ⓛ							
Τεξ	Β	25	4,70	3	5,2	-	2,1	3	0,489	19	2€					
Θεξ	Β	-	1,00	2,10	2,10	-	-	2,10	6	19	239					
Τεξ	Α	25	3,50	3	4,05	-	4,2	6,3	0,489	19	58					
Μ	Α	-	2	2,2	4,2	-	-	4,2	5	19	399					
Τεξ	Ν	25	0,90	3	2,€	-	-	2,€	0,489	19	25					
Τεξ	Ν	25	4,5	3	4,5	-	-	4,5	0,885	19	6€					
Τεξ	Ν	25	1,5	3	4,5	-	1,8	2,€	0,489	19	25					
Μεξ	Ν	-	1,5	1,20	1,8	-	-	1,8	5	19	1€1					
Τεξ	Ν	-	0,9	3	2,€	2	-	5,4	0,885	19	80					
Τεξ	Ν	25	4,5	3	4,5	-	1,8	2,€	0,489	19	25					
Μεξ	Ν	-	1,5	1,2	1,8	-	-	1,8	5	19	1€1					
Τεξ	Δ	25	2,6	3	€8	-	2,4	5,4	0,489	19	49					
Θεξ	Δ	-	0,8	2,1	1,68	-	-	1,68	6	19	192					
Μεξ	Δ	-	0,8	0,9	0,72	-	-	0,72	5	19	68					
Τεξ	Β	10	2,5	3	€5	-	-	€5	1,8	-2	-2€					
Θεξ	Α	-	0,85	2,1	1,5€	-	-	1,5€	2,5	-2	-8					
Τεξ	Α	10	0,€5	3	2,25	-	1,5€	0,€8	1,68	-2	-2,4					
Διαπ.1	-	23	5,4	3,5	18,9	-	-	18,9	0,561	0,5	101					
Διαπ.2	-	23	2,9	2,6	€5,4	-	-	€5,4	0,561	0,5	40					
											1€00	-5	20	1,5	1955	
											Φα=	20	34,4=		688	
															2643	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Φύλλο 2

Μελέτη ΔΙΟΡΟΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ
ΣΤΗΝ ΚΟΡΙΝΘΟ

Όροφος ΓΣΟΓΕΙΟ
ΡΟΤΙΟ
ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ

1	2	3	Υπολογισμός επιφανειών						Υπολογισμός αποκλειών				Προσαυξήσεις			16
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Μήκος	Ύψος ή πλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής K	Διαφορά θερμοκρασίας	Απόκλιση θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμός	Διακόνων κ.λ.π.	Συντελεστής προσαύξησης	Απόκλιση θερμοκρασίας χώρου	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	$\frac{\text{Kcal}}{\text{hm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	°C	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	%	%	1+%	$\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	
Δωμάτιο ②																
ΤεΣ	Α	-	4,6	3	4,8	-	-	4,8	0,885	19	82					
ΤεΣ	Α	25	4,3	3	3,9	-	2,83	4,26	0,482	19	11					
Μ	Α	-	4,3	2,1	2,83	-	-	2,83	5	19	259					
Τεσ	Δ	10	0,85	3	2,55	-	-	2,55	1,8	-2	-9					
ΤεΣ	Δ	25	2,00	3	6	-	-	6	0,482	19	55					
Δαν	-	23	2,9	3,4	9,86	-	-	9,86	0,561	95	53					
											441	0	25	4,25	551	
											Qa=	20	6,8		136	
																688
Λουτρό																
Τεσ	Ν	10	2,5	3	6,5	-	-	6,5	1,8	2	28					
ΤεΣ	Δ	25	1,8	3	5,4	-	0,64	4,66	0,482	21	48					
ΠεΣ	Δ	-	0,8	0,8	0,64	-	-	0,64	5	21	68					
ΤεΣ	Β	25	2	3	6	-	-	6	0,482	21	61					
Τεσ	Β	10	0,6	3	1,8	-	-	1,8	1,8	2	6,5					
Τεσ	Α	10	0,85	3	2,55	-	-	2,55	1,8	2	9					
Τεσ	Α	10	0,85	3	2,25	-	1,58	0,68	1,8	2	2,4					
Θεσ	Α	-	0,85	2,1	1,58	-	-	1,58	2,5	2	8					
Δαν	-	23	4,8	2,5	4,5	-	-	4,5	0,561	195	28					
											256	0	25	4,25	320	
											Qa=	20	3,2		64	
																384

Συγκεντρωτικός πίνακας θερμικών απωλειών

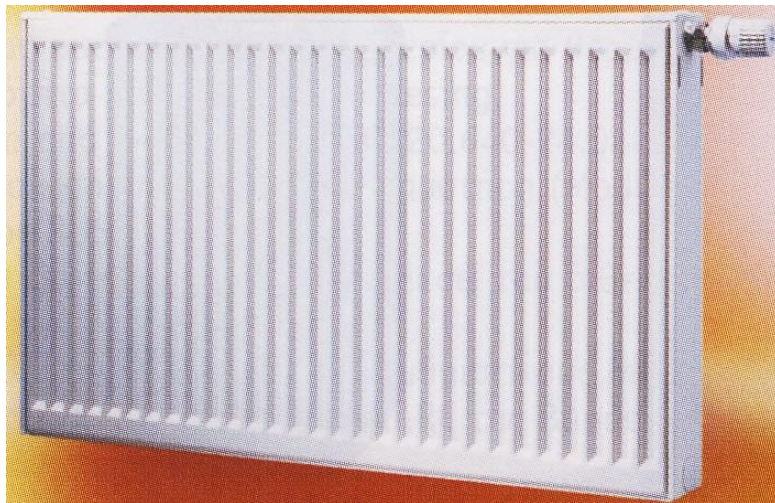
Χώρος	Θερμικές απώλειες (Kcal/h)
ΙΣΟΓΕΙΟ(νότιο διαμέρισμα)	
-Δωμάτιο 1	2643
-Δωμάτιο 2	687
-Λουτρό	384
ΙΣΟΓΕΙΟ(βόρειο διαμέρισμα)	
-Δωμάτιο 1	2813
-Δωμάτιο 2	687
-Λουτρό	384
Α όροφος	
-Κουζίνα	1245
-Υπνοδωμάτιο 1	685
-WC	-95
-Λουτρό	491
-Υπνοδωμάτιο 2	1385
-Υπνοδωμάτιο 3	1327
-Υπνοδωμάτιο 4	882
-Living room	1627
-Κεντρικός διάδρομος	-417
Συνολικές απώλειες	14.728

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε κάθε χώρο ο οποίος πρόκειται να θερμανθεί πρέπει να τοποθετηθούν (να εγκατασταθούν) ένα ή περισσότερα θερμαντικά σώματα (σχήμα 6,1) δηλαδή τοπικές συσκευές που τροφοδοτούνται με ζεστό νερό, ατμό, αέρα, ηλεκτρισμό, καύσιμο αέριο κ.λπ. και αποδίδουν θερμότητα στον χώρο. Για την προσαγωγή θερμικής ενέργειας στα θερμαντικά σώματα πρέπει να χρησιμοποιηθούν και οι κατάλληλες σωληνώσεις (με ζεστό νερό, ατμό ή καύσιμο).



ΣΧΗΜΑ 6.1 Θερμαντικό σώμα

Όλοι οι τρόποι μεταφοράς θερμότητας λειτουργούν σε όλα τα θερμαντικά σώματα αλλά η κατασκευή κάθε τύπου και ειδικής μορφής σώματος αποβλέπει κυρίως σε κάποιες από αυτές:

-Θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, τα οποία αποδίδουν θερμότητα κυρίως με ακτινοβολία.

-Θερμαντικά σώματα επαφής και μεταφοράς, τα οποία αποδίδουν θερμότητα σχεδόν αποκλειστικά με μεταφορά και επαφή.

Οι κατασκευαστές των θερμαντικών σωμάτων προσπαθούν να συνδυάσουν πολλά κριτήρια όπως:

-Μικρό μέγεθος όσον αφορά τον συνολικό όγκο, δηλαδή υψηλές τιμές θερμαντικής ικανότητας για μικρό όγκο και μικρό βάρος θερμαντικού σώματος.

-Ευελιξία γεωμετρικών διαστάσεων και δυνατότητα προσαρμογής της στους πιθανώς διαθέσιμους χώρους.

-Πλαστικότητα της μορφής τους ώστε κατά το δυνατόν να μπορούν να προσαρμοστούν σε κόγχες, γωνίες, καμπύλες, κ.λπ.

-Αισθητική ποιότητα και μάλιστα για μεγάλη ποικιλία υποκειμενικών προτιμήσεων. Η έμφαση στην αισθητική των θερμαντικών σωμάτων είναι απόλυτα δικαιολογημένη γιατί είναι τα μόνα στοιχεία μιας κεντρικής θέρμανσης που είναι αναγκαστικά ορατά στους χώρους παραμονής ανθρώπων.

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμαντικών σωμάτων με σημαντικές διαφορές στην μορφή, την κατασκευή, την λειτουργία και τις θερμικές αποδόσεις (σχήμα 6.2).

ΜΟΝΤΕΛΟ Linea	ΜΟΝΤΕΛΟ Parentesi	ΥΨΟΣ (H)mm	ΜΗΚΟΣ (L)mm	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΝΑΜΟΝΩΝ (I)mm	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ	EN442 90/70/20 °C		ΒΑΡΟΣ Kg	ΧΩΡΗΤΙΚ. ΝΕΡΟΥ (lt)
						Watt	Kcal		
640		691	400	350	13	280	326	3.8	2.7
645	645	691	450	400	13	307	357	4.1	2.9
650	650	691	500	450	13	334	388	4.4	3.1
655	655	691	550	500	13	362	421	4.7	3.3
660	660	691	600	550	13	389	452	5.0	3.5
675	675	691	750	700	13	470	546	5.9	4.1

ΣΧΗΜΑ 6.2 Διάφορα σώματα

Η σημερινή διάκριση περιλαμβάνει τις κατηγορίες:

- Συνήθη ή κοινά ή κλασικά θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας.
- Σωληνωτά θερμαντικά σώματα, επαφής-μεταφοράς θερμότητας.
- Θερμαντικά σώματα πτερυγιοφόρων σωλήνων.
- Επίπεδα θερμαντικά σώματα.

Τα περισσότερα θερμαντικά σώματα της ελληνικής αγοράς είναι χυτοσίδηρα, χαλύβδινα και από κράματα χαλκού ή αλουμίνιου.

6.2 ΕΚΛΟΓΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

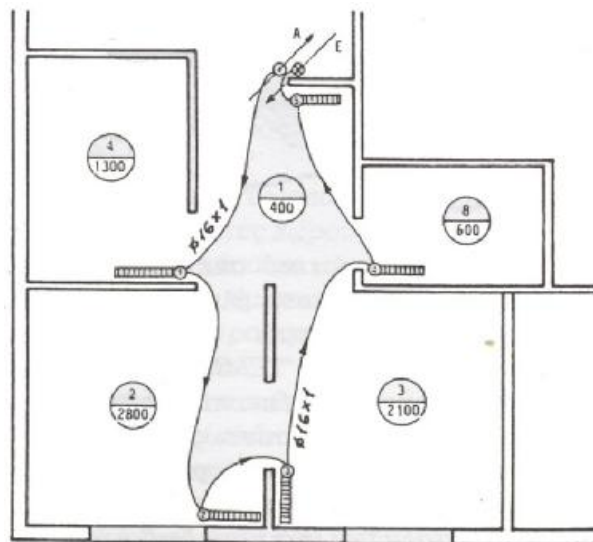
Βασικό τμήμα της μελέτης ενός μονοσωληνίου συστήματος, αποτελεί η εκλογή του είδους και του μεγέθους των θερμαντικών σωμάτων. Η εκλογή της θέσεως είναι αντικείμενο συνεννοήσεως μεταξύ μηχανικού θέρμανσης, αρχιτέκτονα και ιδιοκτήτη της οικοδομής. Αυτό συμβαίνει γιατί τα θερμαντικά σώματα αλλοιώνουν σημαντικά την λειτουργικότητα και την αισθητική των χώρων. Από τεχνικής πλευράς θα πρέπει να τοποθετηθούν στην ψυχρότερη πλευρά κάθε χώρου και να δημιουργούν ευνοϊκή για την θέρμανση, διαδρομή ζεστού νερού. Συχνά τοποθετούνται κάτω από παράθυρα όπου εξυπηρετούνται ταυτόχρονα τεχνικές και αρχιτεκτονικές απαιτήσεις. Αυτό συμβαίνει διότι τα παράθυρα είναι ασθενή τμήματα του περιβλήματος του κτιρίου και αποτελούν σημεία εισροής ψυχρού αέρα. Επίσης τα τοποθετούμαι πάντα σε εξωτερικούς τοίχους.

Χρειάζεται προσοχή διότι οι θερμαντικές αποδόσεις των θερμαντικών σωμάτων αναφέρονται σε απόλυτα ευνοϊκές συνθήκες για την λειτουργία τους. Αναφέρονται δηλαδή σε περιπτώσεις τοποθέτησεως τους κοντά σε λείους τοίχους, βλέπουν ολόκληρο τον θερμαινόμενο χώρο και βρίσκονται στην

απόσταση από τον τοίχο και το δάπεδο που προτείνει ο κατασκευαστής. Η τοποθέτηση σε κόγχες, σε κλειστές γωνίες ή σε μικρότερες από τις προβλεπόμενες αποστάσεις μειώνει την απόδοσή τους.

6.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.

Η θέση των θερμαντικών σωμάτων υποτίθεται ότι έχει επιλεγεί στην αρχική φάση της μελέτης σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα και τον ιδιοκτήτη του κτιρίου. Ο μελετητής πρέπει να καθορίσει διαδρομές και διατομές των σωληνώσεων κατά τέτοιο τρόπο ώστε να προκύπτουν ισομεγέθη κυκλώματα όπως και παρεμφερής πτώση πίεσεως. Καταρχήν σημειώνονται στις κατόψεις οι επιθυμητές θέσεις θερμαντικών σωμάτων και σε κάθε χώρο σημειώνονται οι απώλειες (σχήμα 6.3).



ΣΧΗΜΑ 6.3 Βρόγχος μονοσωληνίου κυκλώματος

Στην συνέχεια αποφασίζεται η διαδρομή των σωλήνων και η διαδοχική τροφοδότηση των οριζοντίων κυκλωμάτων που χρειάζονται σε κάθε όροφο, με στόχους:

-Να αποκτήσουν τα διαμερίσματα ανεξαρτησία θερμάνσεως, ακόμα και αν δεν πρόκειται να λειτουργήσει αμέσως αυτονομία στην θέρμανση.

-Κάθε κύκλωμα πρέπει να περιλαμβάνει κατά προτίμηση από 2 έως 5 θερμαντικά σώματα.

-Κάθε κύκλωμα αναχωρεί από τον συλλέκτη προσαγωγής ζεστού νερού, διατρέχοντας τα θερμαντικά σώματα, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να χρειάζεται το ελάχιστο μήκος σωλήνων και να μην δημιουργούνται απότομες καμπύλες. Επιδιώκουμε κάθε κύκλωμα να έχει περίπου το ίδιο φορτίο και ίδιο μήκος σωληνώσεων με τα άλλα. Αν τα φορτία είναι κ.λπ. είναι διαφορετικά η ομοιομορφία στις αντιστάσεις επιδιώκεται με αυξομείωση της διατομής των σωληνώσεων και τοπικές αυξήσεις των αντιστάσεων (στραγγαλισμός).

Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούμε το ειδικό έντυπο.

-Στην στήλη 1 γράφουμε τον αριθμό χώρου που έχουμε τοποθετήσει στο σχέδιο μας.

-Στην στήλη 2 αφού έχουμε αριθμήσει τα θερμαντικά σώματα γράφουμε τον αριθμό κάθε σώματος.

-Στην στήλη 3 γράφουμε τις θερμικές απώλειες κάθε χώρου.

-Στην στήλη 4 προσθέτουμε διαδοχικά τις θερμικές απώλειες.

-Στην στήλη 5 γράφουμε την επιθυμητή θερμοκρασία χώρου.

-Στην στήλη 6 γράφουμε την θερμοκρασία νερού στην έξοδο κάθε σώματος.

-Στην στήλη 7 γράφουμε τον συντελεστή διορθώσεως.

-Στην στήλη 8 γράφουμε το ισοδύναμο θερμικό φορτίο με το οποίο θα επιλέξουμε σώματα.

-Στην στήλη 9 το θερμαντικό σώμα που επιλέξαμε.

-Στις στήλες 10,11 γράφουμε την επιφάνεια και το μήκος του θερμαντικού σώματος.

-Θερμικό φορτίο $Q=\Sigma Q$ κάθε συστήματος.

-Παροχή $V=\Sigma Q/20$

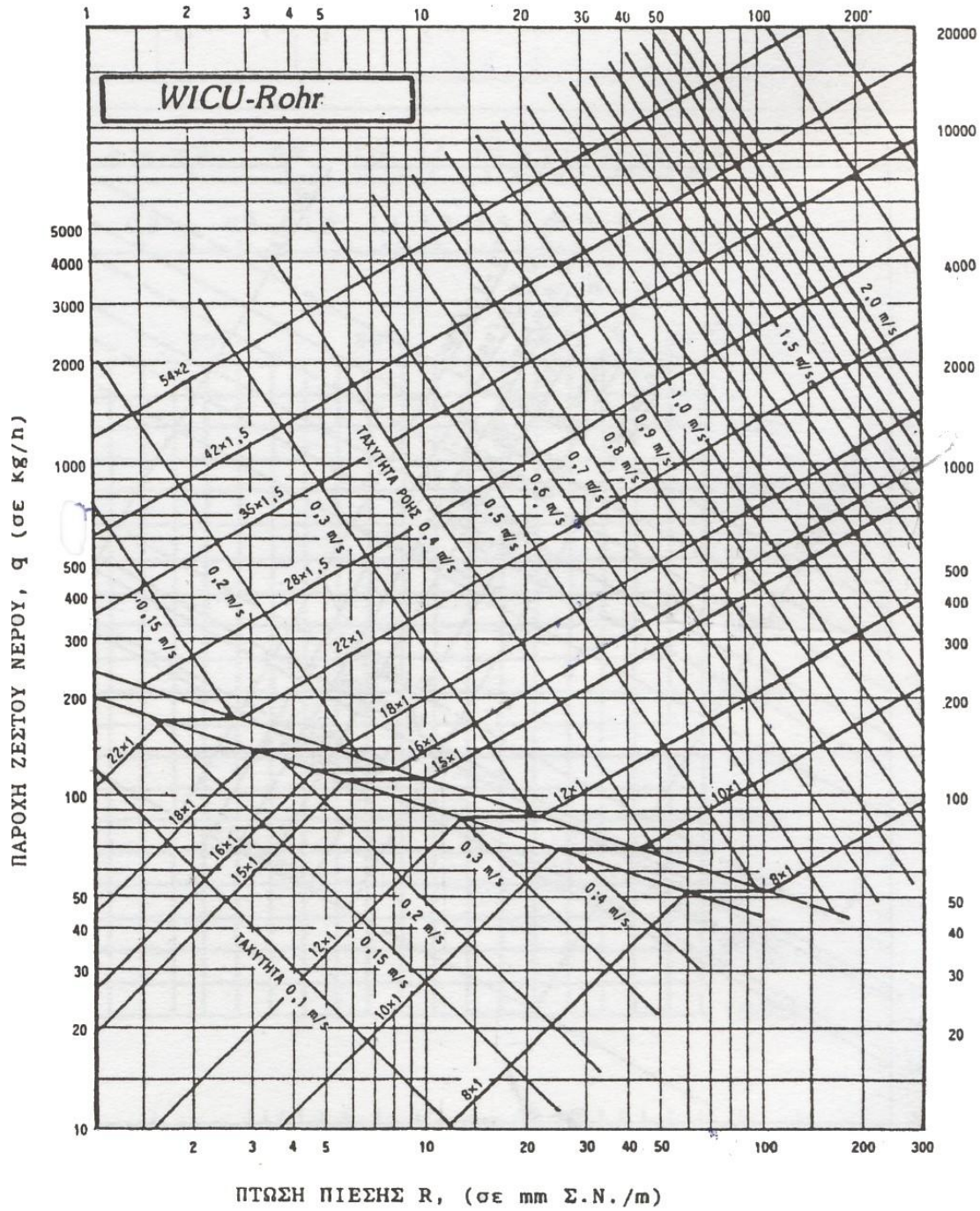
-Θερμοκρασιακή πτώση νερού= $20^{\circ}C$

-Διάμετρο σωλήνα, αντίσταση R και ταχύτητα ροής επιλέγουμε από το σχήμα 6.5

-Ισοδύναμα μήκη= συντελεστής αντιστάσεως x ποσότητα.

Συντελεστές αντιστάσεως:

Διακόπτες θερμαντικών σωμάτων	3
Βαλβίδες	9
Καμπύλες	0.15
Συλλέκτες	2,5



ΣΧΗΜΑ 6.5 Νομογράφημα εύκαμπτου χαλκοσωλήνα Wicu-Rohr.

6.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΣ

Ο υπολογισμός του συντελεστή διορθώσεως γίνεται ως εξής:

$$A) V = \frac{\Sigma Q}{20}$$

$$B) V = \frac{Q}{t_{\text{εισ}} - t_{\text{εξ}}} \Rightarrow t_{\text{εξ}} = t_{\text{εισ}} - \frac{Q}{V} \quad (t_{\text{ex}} : \text{θερμοκρασία εξόδου σώματος})$$

$$Γ) \text{ Μέση θερμοκρασία σώματος: } t_m = \frac{t_{\text{εισ}} + t_{\text{εξ}}}{2}$$

Δ) Συντελεστής διορθώσεως ε:

$$q_0 = a \times F_0 \times \Delta q_0 = a \times F \times (80 - 20) = a \times 60 \times F_0$$

$$q = a \times F \times \Delta q = a \times F \times (t_m - 20)$$

$$F = e \times F_0$$

kai

$$a \times F_0 \times 60 = a \times F \times (t_m - 20)$$

$$\text{Άρα } e = 60 / (t_m - 20)$$

*Ανάλογα με τον αριθμό του σώματος βάζουμε και τον κατάλληλο δείκτη.

6.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΜΑΣ

Αφού έχουμε τοποθετήσει στην κάτοψη του κτιρίου μας τα θερμαντικά σώματα, έχουμε σημειώσει τις απώλειες κάθε χώρου και έχουμε σχεδιάσει τα κυκλώματα (σχήμα 6.6) είμαστε έτοιμοι να επιλέξουμε τα θερμαντικά σώματα. Η επιλογή θα γίνει με βάση τις θερμικές απώλειες κάθε χώρου που έχουμε υπολογίσει. Οι θερμίδες με τις οποίες θα επιλέξουμε θερμαντικά σώματα είναι: θερμίδες (kcal) = θερμικές απώλειες χώρου x συντελεστής προσαύξησης.

Βασικοί υπολογισμοί:

Φύλλο 1: $V = \Sigma Q / 20 = 2421 / 20 = 121 \text{ (lt/h)}$ Με βάση το V επιλέγω ταχύτητα ροής $< 0.6 \text{ (m/s)}$, διάμετρο σωλήνων και αντίσταση R .

Συντελεστής ε :

$$\bullet \text{Tex}_1 = \text{teis}_1 - \frac{Q_1}{V} = 90 - \frac{1245 \text{ (Kcal/h)}}{121 \text{ (lt/h)}} = 90 - 10.3 = 79.7^\circ \text{C}$$

$$tm_1 = \frac{\text{teis}_1 + \text{tex}_1}{2} = \frac{90 + 79.7}{2} = \frac{169.7}{2} = 84.8^\circ \text{C}$$

$$\bullet \text{Tex}_2 = \text{teis}_2 - \frac{Q_2}{V} = 79.7 - \frac{685 \text{ (Kcal/h)}}{121 \text{ (lt/h)}} = 79.7 - 5.6 = 74.1^\circ \text{C}$$

$$tm_2 = \frac{\text{teis}_2 + \text{tex}_2}{2} = \frac{79.7 + 74.1}{2} = \frac{153.8}{2} = 76.9^\circ \text{C}$$

$$\bullet \text{Tex}_3 = \text{teis}_3 - \frac{Q_3}{V} = 74.1 - \frac{491 \text{ (Kcal/h)}}{121 \text{ (lt/h)}} = 74.1 - 4 = 70.1^\circ \text{C}$$

$$tm_3 = \frac{\text{teis}_3 + \text{tex}_3}{2} = \frac{74.1 + 70.1}{2} = \frac{144.2}{2} = 72.1^\circ \text{C}$$

$$\bullet e_1 = \frac{60}{tm_1 - 20} = \frac{60}{84.8 - 20} = \frac{60}{64.8} = 0.92$$

$$\bullet e_2 = \frac{60}{tm_2 - 20} = \frac{60}{76.9 - 20} = \frac{60}{56.9} = 1.05$$

$$\bullet e_3 = \frac{60}{tm_3 - 20} = \frac{60}{72.1 - 20} = \frac{60}{52.1} = 1.15$$

Διόρθωση θερμικής ισχύς (τελικές θερμίδες για επιλογή σωμάτων):

$$Q_1 = 1245(Kcal/h) \cdot 0.92 = 1.146Kcal/h$$

$$Q_2 = 685(Kcal/h) \cdot 1.05 = 720Kcal/h$$

$$Q_3 = 491(Kcal/h) \cdot 1.15 = 565Kcal/h$$

Φύλλο 2: $V = \Sigma Q / 20 = 2712 / 20 = 136(lt/h)$ Με βάση το V επιλέγω ταχύτητα ροής $< 0.6(m/s)$, διάμετρο σωλήνων και αντίσταση R .

Συντελεστής ϵ :

$$\bullet Tex_1 = teis_1 - \frac{Q_1}{V} = 90 - \frac{1385(Kcal/h)}{136(lt/h)} = 90 - 10.1 = 79.9^\circ C$$

$$tm_1 = \frac{teis_1 + tex_1}{2} = \frac{90 + 79.9}{2} = \frac{169.9}{2} = 84.95^\circ C$$

$$\bullet Tex_2 = teis_1 - \frac{Q_2}{V} = 90 - \frac{1327(Kcal/h)}{136(lt/h)} = 79.9 - 9.7 = 70.2^\circ C$$

$$tm_2 = \frac{teis_2 + tex_2}{2} = \frac{79.9 + 70.2}{2} = \frac{150.1}{2} = 75^\circ C$$

$$\bullet e_1 = \frac{60}{tm_1 - 20} = \frac{60}{84.95 - 20} = \frac{60}{64.95} = 0.92$$

$$\bullet e_2 = \frac{60}{tm_1 - 20} = \frac{60}{75 - 20} = \frac{60}{55} = 1.09$$

Διόρθωση θερμικής ισχύος (τελικές θερμίδες για επιλογή σωμάτων):

$$Q_1 = 1385(Kcal/h) \cdot 0.92 = 1.275Kcal/h$$

$$Q_2 = 1327(Kcal/h) \cdot 1.09 = 1.447Kcal/h$$

Φύλλο 3: $V = \Sigma Q / 20 = 2509 / 20 = 125 \text{ (lt/h)}$ Με βάση το V επιλέγω ταχύτητα ροής $< 0.6 \text{ (m/s)}$, διάμετρο σωλήνων και αντίσταση R .

Συντελεστής ε :

$$\bullet \text{Tex}_1 = \text{teis}_1 - \frac{Q_1}{V} = 90 - \frac{882 \text{ (Kcal/h)}}{125 \text{ (lt/h)}} = 90 - 7 = 83^\circ \text{C}$$

$$tm_1 = \frac{\text{teis}_1 + \text{tex}_1}{2} = \frac{90 + 83}{2} = \frac{173}{2} = 86.5^\circ \text{C}$$

$$\bullet \text{Tex}_2 = \text{teis}_2 - \frac{Q_2}{V} = 83 - \frac{1627 \text{ (Kcal/h)}}{125 \text{ (lt/h)}} = 83 - 13 = 70^\circ \text{C}$$

$$tm_2 = \frac{\text{teis}_2 + \text{tex}_2}{2} = \frac{83 + 70}{2} = \frac{153}{2} = 76.5^\circ \text{C}$$

$$\bullet e_1 = \frac{60}{tm_1 - 20} = \frac{60}{86.5 - 20} = \frac{60}{66.5} = 0.9$$

$$\bullet e_2 = \frac{60}{tm_2 - 20} = \frac{60}{76.5 - 20} = \frac{60}{56.5} = 1.06$$

Διόρθωση θερμικής ισχύς (τελικές θερμίδες για επιλογή σωμάτων):

$$Q_1 = 882 \text{ (Kcal/h)} \cdot 0.9 = 794 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_2 = 1627 \text{ (Kcal/h)} \cdot 1.06 = 1.725 \text{ Kcal/h}$$

Φύλλο 4: $V = \Sigma Q / 20 = 3714 / 20 = 186 \text{ (let/h)}$ Με βάση το V επιλέγω ταχύτητα ροής $< 0.6 \text{ (m/s)}$, διάμετρο σωλήνων και αντίσταση R .

$$\bullet Tex_1 = teis_1 - \frac{Q_1}{V} = 90 - \frac{384(Kcal/h)}{186(lt/h)} = 90 - 2 = 88^{\circ}C$$

$$tm_1 = \frac{teis_1 + tex_1}{2} = \frac{90 + 88}{2} = \frac{178}{2} = 89^{\circ}C$$

$$\bullet Tex_2 = teis_2 - \frac{Q_2}{V} = 88 - \frac{2643(Kcal/h)}{186(lt/h)} = 88 - 14.2 = 73.8^{\circ}C$$

$$tm_2 = \frac{teis_2 + tex_2}{2} = \frac{88 + 73.8}{2} = \frac{161.8}{2} = 80.9^{\circ}C$$

$$\bullet Tex_3 = teis_3 - \frac{Q_3}{V} = 73.8 - \frac{687(Kcal/h)}{186(lt/h)} = 73.8 - 3.7 = 70.1^{\circ}C$$

$$tm_3 = \frac{teis_3 + tex_3}{2} = \frac{73.8 + 70.1}{2} = \frac{143.9}{2} = 71.9^{\circ}C$$

$$\bullet e_1 = \frac{60}{tm_1 - 20} = \frac{60}{89 - 20} = \frac{60}{69} = 0.86$$

$$\bullet e_2 = \frac{60}{tm_2 - 20} = \frac{60}{80.9 - 20} = \frac{60}{60.9} = 0.98$$

$$\bullet e_3 = \frac{60}{tm_3 - 20} = \frac{60}{71.9 - 20} = \frac{60}{51.9} = 1.15$$

Διόρθωση θερμικής ισχύς (τελικές θερμίδες για επιλογή σωμάτων):

$$Q_1 = 384(Kcal/h) \cdot 0.86 = 330Kcal/h$$

$$Q_2 = 2643(Kcal/h) \cdot 0.98 = 2590Kcal/h$$

$$Q_3 = 687(Kcal/h) \cdot 1.15 = 790Kcal/h$$

Φύλλο 5: $V = \Sigma Q / 20 = 3884 / 20 = 194 \text{ (lt/h)}$ Με βάση το V επιλέγω ταχύτητα ροής $< 0.6 \text{ (m/s)}$, διάμετρο σωλήνων και αντίσταση R .

$$\bullet \text{Tex}_1 = \text{teis}_1 - \frac{Q_1}{V} = 90 - \frac{3884 \text{ (Kcal/h)}}{194 \text{ (lt/h)}} = 90 - 1.97 = 88^\circ \text{C}$$

$$tm_1 = \frac{\text{teis}_1 + \text{tex}_1}{2} = \frac{90 + 88}{2} = \frac{178}{2} = 89^\circ \text{C}$$

$$\bullet \text{Tex}_2 = \text{teis}_2 - \frac{Q_2}{V} = 88 - \frac{2813 \text{ (Kcal/h)}}{194 \text{ (lt/h)}} = 88 - 14.5 = 73.5^\circ \text{C}$$

$$tm_2 = \frac{\text{teis}_2 + \text{tex}_2}{2} = \frac{88 + 73.5}{2} = \frac{161.5}{2} = 80.75^\circ \text{C}$$

$$\bullet \text{Tex}_3 = \text{teis}_3 - \frac{Q_3}{V} = 73.5 - \frac{687 \text{ (Kcal/h)}}{194 \text{ (lt/h)}} = 73.5 - 3.5 = 70^\circ \text{C}$$

$$tm_3 = \frac{\text{teis}_3 + \text{tex}_3}{2} = \frac{73.5 + 70}{2} = \frac{143.5}{2} = 71.75^\circ \text{C}$$

$$\bullet e_1 = \frac{60}{tm_1 - 20} = \frac{60}{89 - 20} = \frac{60}{69} = 0.86$$

$$\bullet e_2 = \frac{60}{tm_2 - 20} = \frac{60}{80.75 - 20} = \frac{60}{60.75} = 0.98$$

$$\bullet e_3 = \frac{60}{tm_3 - 20} = \frac{60}{71.75 - 20} = \frac{60}{51.75} = 1.15$$

Διόρθωση θερμικής ισχύς (τελικές θερμίδες για επιλογή σωμάτων):

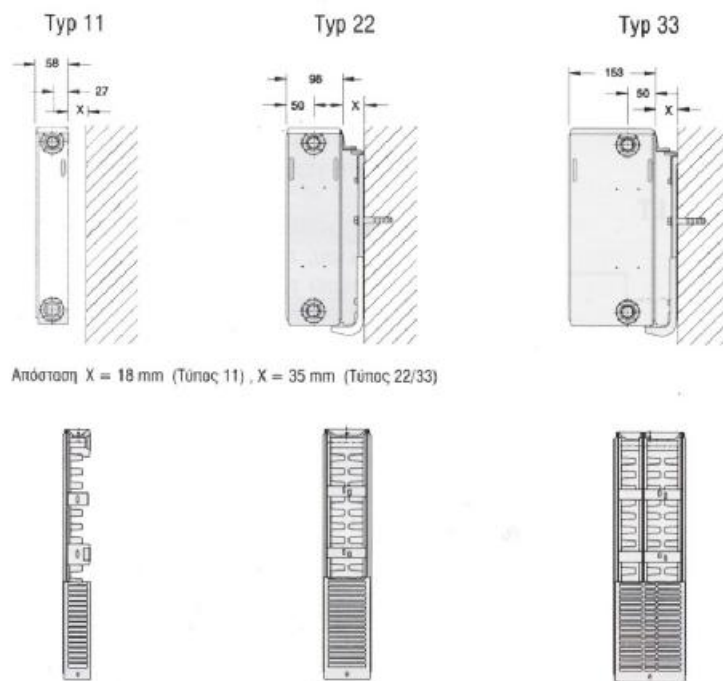
$$Q_1 = 384 \text{ (Kcal/h)} \cdot 0.86 = 330 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_2 = 2813 \text{ (Kcal/h)} \cdot 0.98 = 2757 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_3 = 687 \text{ (Kcal/h)} \cdot 1.15 = 790 \text{ Kcal/h}$$

Σε αυτό το σημείο σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς μας μπορούμε να επιλέξουμε τα κατάλληλα θερμαντικά σώματα:

Επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε σώματα panel εσωτερικού βρόγχου (σχήμα 6.5) τα οποία υπάρχουν σε τρεις τύπους (11,22,33). Επίσης μπορούμε αν θέλουμε να επιλέξουμε τα θερμαντικά σώματα και με ενσωματωμένη θερμοστατική κεφαλή (σχήμα 6.6)



ΣΧΗΜΑ 6.5 Σώματα panel.



ΣΧΗΜΑ 6.6 Σώμα με ενσωματωμένη θερμοστατική κεφαλή.

Από τους παρακάτω πίνακες 6.10, 6.11, 6.12 επιλέγουμε τα θερμαντικά σώματα και συμπληρώνουμε τα έντυπα.

	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2300	2600	3000
Kcal/h	232	290	348	407	465	523	581	697	813	929	1045	1162	1336	1510	1742
Τιμή€	112,00	119,00	126,00	132,00	140,00	147,00	155,00	168,00	183,00	197,00	212,00	234,00	249,00	271,00	300,00
Kcal/h	297	372	446	520	595	669	743	892	1040	1189	1338	1486	1709	1932	2229
Τιμή€	115,00	122,00	130,00	137,00	145,00	152,00	160,00	174,00	189,00	204,00	220,00	235,00	258,00	280,00	311,00
Kcal/h	358	447	536	626	715	805	894	1073	1252	1430	1609	1788	2056	2324	2682
Τιμή€	122,00	130,00	138,00	146,00	155,00	163,00	171,00	188,00	204,00	222,00	238,00	254,00	279,00	306,00	338,00
Kcal/h	415	519	623	726	830	934	1038	1245	1453	1660	1868	2075	2386	2698	3113
Τιμή€	128,00	137,00	148,00	157,00	166,00	179,00	188,00	208,00	227,00	246,00	267,00	287,00	316,00	345,00	383,00
Kcal/h	568	709	851	993	1135	1277	1419	1703	1986	2270	2554	2838	3263	3689	4257
Τιμή€	148,00	161,00	174,00	190,00	203,00	216,00	229,00	255,00	282,00	308,00	337,00	363,00	403,00	446,00	499,00

ΣΧΗΜΑ 6.10 Σώματα τύπου 11

	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2300	2600	3000
Kcal/h	432	540	648	756	864	972	1080	1295	1511	1727	1943	2159	2483	2807	3239
Τιμή€	152,00	163,00	175,00	186,00	198,00	209,00	221,00	244,00	267,00	294,00	317,00	340,00	374,00	409,00	454,00
Kcal/h	545	682	818	954	1091	1227	1363	1636	1909	2181	2454	2727	3136	3545	4090
Τιμή€	162,00	175,00	189,00	202,00	215,00	228,00	242,00	268,00	295,00	326,00	353,00	379,00	419,00	459,00	512,00
Kcal/h	653	817	980	1143	1307	1470	1633	1960	2286	2613	2940	3266	3756	4246	4899
Τιμή€	171,00	185,00	199,00	213,00	226,00	240,00	259,00	287,00	315,00	348,00	380,00	409,00	455,00	494,00	555,00
Kcal/h	757	946	1135	1325	1514	1703	1892	2271	2649	3028	3406	3784	4352	4920	5677
Τιμή€	178,00	193,00	209,00	224,00	240,00	257,00	273,00	304,00	336,00	372,00	407,00	438,00	490,00	537,00	601,00
Kcal/h	1046	1307	1569	1830	2091	2353	2614	3137	3660	4183	4706	5229	6013	6797	7843
Τιμή€	225,00	248,00	271,00	294,00	320,00	343,00	369,00	419,00	467,00	520,00	567,00	615,00	691,00	763,00	858,00

ΣΧΗΜΑ 6.11 Σώματα τύπου 22

	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2300	2600	3000
Kcal/h	624	780	936	1092	1248	1404	1560	1872	2184	2496	2808	3120	3588	4056	4680
Τιμή€	197,00	214,00	231,00	248,00	265,00	282,00	299,00	333,00	367,00	406,00	440,00	474,00	526,00	577,00	645,00
Kcal/h	779	974	1168	1363	1558	1752	1947	2337	2726	3115	3505	3894	4479	5063	5842
Τιμή€	209,00	228,00	248,00	267,00	286,00	306,00	325,00	364,00	403,00	446,00	485,00	524,00	582,00	640,00	718,00
Kcal/h	925	1156	1388	1619	1850	2081	2313	2775	3238	3700	4163	4625	5319	6013	6938
Τιμή€	226,00	248,00	270,00	294,00	316,00	338,00	362,00	407,00	451,00	500,00	548,00	593,00	660,00	726,00	822,00
Kcal/h	1066	1332	1598	1868	2131	2398	2664	3197	3730	4262	4795	5328	6127	6926	7992
Τιμή€	238,00	262,00	286,00	312,00	336,00	369,00	387,00	436,00	488,00	538,00	587,00	635,00	714,00	787,00	892,00
Kcal/h	1455	1818	2182	2546	2909	3273	3637	4364	5091	5819	6546	7273	8364	9455	10910
Τιμή€	297,00	333,00	369,00	405,00	441,00	481,00	521,00	595,00	668,00	747,00	820,00	894,00	1.011,00	1.122,00	1.270,00

ΣΧΗΜΑ 6.12 Σώματα τύπου 33

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ Κ.Θ.

ΟΡΟΦΟΣ Α' ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ 1
 ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ Q = 2421 (kcal/h) ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΠΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ 20 (°C)
 ΠΑΡΟΧΗ V = 221 (l/h) ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ d = 16 x 1 (mm)
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ v = 0,22 (m/s) ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΟΗ R = 8 (mm Σ.Ν./m)

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΝΔ. ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜ. ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ (kcal/h)	ΔΙΑΚΟΝΙΑ ΑΒΡΟΙΣΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡ/ΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Θ. ΣΩΜΑΤΟΣ (°C)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ (kcal/h)	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ (m ²)	ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ (m)
1	1	1245	1245	20	ε9,ε	0,92	1146	11/600	0,ε2	1,20
2	2	685	1930	20	ε4,1	1,05	ε20	11/600	0,42	0,ε0
4	3	491	2421	22	ε9,1	1,15	565	11/400	0,32	0,80

ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ (m)
Διακόπτες Θ.Σ.	3	3	9
Βαλβίδες	1	9	9
Καρπούλες	6	0,15	0,9
Συλλέκτες	1	2,5	2,5
		ΣΥΝΟΛΟ	21,4

Πραγματικό μήκος σωληνώσεων: L₁ = 1ε (m)
 Ισοδύναμο μήκος σωληνώσεων: L₂ = 21,4 (m)
 Ολικό μήκος: L = L₁ + L₂ = 38,4 (m)

ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

$$R_{ολ} = L \times R = 38,4 \times 8 = 30,ε \text{ (mm Σ.Ν.)}$$

(m) (mm Σ.Ν./m)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ Κ.Θ.

ΟΡΟΦΟΣ Α' ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ 9
 ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ $Q = 2.212$ (kcal/h) ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΠΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ 20 (°C)
 ΠΑΡΟΧΗ $V = 1.36$ (l/h) ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ $d = 16 \times 1$ (mm)
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ $v = 0.25$ (m/s) ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΟΗ $R = 9,1$ (mm E.N./m)

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΟΥ	ΕΝΔ. ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜ. ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΟΛΕΙΨΕΙΣ ΧΑΡΟΥ (kcal/h)	ΔΙΑΧΥΣΙΑ ΑΣΦΟΔΛΙΑ ΘΕΡΜΙΚΗΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡΜΙΑ ΧΑΡΟΥ (°C)	ΘΕΡΜΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Θ. ΣΩΜΑΤΟΣ (°C)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΦΘΕΡΕΣ (kcal/h)	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ (m ²)	ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ (m)
5	4	1385	1385	20	69,9	0,99	1265	11/900	0,81	0,90
6	5	1327	2212	20	60,9	1,09	1448	11/600	0,84	1,40

ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ (m)
Διακόπτες Θ.Σ.	2	3	6
Βαλβίδες	1	9	9
Καρμπόλες	4	0,15	0,6
Συνδέσεις	1	2,5	2,5
ΣΥΝΟΛΟ			18,1

Πραγματικό μήκος σωληνώσεων: $L_1 = 23$ (m)
 Ισοδύναμο μήκος σωληνώσεων: $L_2 = 18,1$ (m)
 Ολικό μήκος: $L = L_1 + L_2 = 41,1$ (m)

ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

$$R_{ολ} = L \times R = 41,1 \times 9,1 = 374 \text{ (mm E.N.)}$$

(m) (mm E.N./m)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ Κ.Θ.

ΟΡΟΦΟΣ A' ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ 3
 ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ $Q = 2509$ (kcal/h) ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΠΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ 20 (°C)
 ΠΑΡΟΧΗ $v = 125$ (l/h) ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ $d = 16 \times 1$ (mm)
 ΤΑΧΥΗΤΗΤΑ ΡΟΗΣ $w = 0,21$ (m/s) ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΟΗ $R = 8,2$ (mm Σ.Ν./m)

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΕΝΔ. ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜ. ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ (kcal/h)	ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΑΣΦΟΔΛΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)	ΕΠΙΣΤΡΑΦΗ ΘΕΡΜΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)	ΘΕΡΜΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Θ. ΣΩΜΑΤΟΣ (°C)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΕΞΕΩΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ (kcal/h)	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ (m ²)	ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ (m)
Ε	6	882	882	20	83	0,9	894	11/600	0,48	0,80
8	Ε,8	1628	2509	20	80	1,06	1625	11/600	0,60	1,00
								11/600	0,42	0,80

ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ (m)
Διακόπτες Θ.Σ.	2	3	6
Βαλβίδες	1	9	9
Καρπίλες	4	0,15	0,6
Ισολάκτιο	1	2,5	2,5
		ΣΥΝΟΛΟ	18,1

Πραγματικό μήκος σωληνώσεων: $L_1 = 30$ (m)
 Ισοδύναμο μήκος σωληνώσεων: $L_2 = 18,1$ (m)
 Ολικό μήκος: $L = L_1 + L_2 = 48,1$ (m)

ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

$$R_{ολ} = L \times R = 48,1 \times 8,2 = 394,4 \text{ (mm Σ.Ν.)}$$

(m) (mm Σ.Ν./m)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ Κ.Θ.

ΟΡΟΦΟΣ **ΙΣΟΓΕΙΟ (Ρ.Ο.Τ.Ι.Ο)** ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ... **4** ...
 ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ **Q = 3814** ... (kcal/h) ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΠΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ... **20** (°C)
 ΠΑΡΟΣΗ **V = 186** ... (l/h) ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ **d = 16 x 1** ... (mm)
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ **w = 0,32** ... (m/s) ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΡΟΗ **R = 16,5** (mm Ε.Ν./m)

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΡΦΥ	ΕΜΒ. ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜ. ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΕΣ ΚΑΡΦΟΥ (kcal/h)	ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΑΣΦΟΔΛΕΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡΜΙΑ ΚΑΡΦΟΥ (°C)	ΘΕΡΜΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Θ. ΣΩΜΑΤΟΣ (°C)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΥΣΦΟΡΕΣΙΑΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ (kcal/h)	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ (m ²)	ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ (m)
1	1	384	384	22	88	0,86	330	11/400	0,20	0,50
2	2,3	2643	3028	20	83,8	0,98	2590	11/600	0,96	1,60
3	4	688	3824	20	89,1	1,15	890	11/600	0,48	0,80

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ			
ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ (m)
Διακόπτες Θ.Σ.	4	3	12
Βολβίδες	1	9	9
Καρμύλες	8	0,15	1,2
Συνολικά	1	2,5	2,5
ΣΥΝΟΛΟ			24,6

Πραγματικό μήκος σωληνώσεων: $L_1 = 18$ (m)

Ισοδύναμο μήκος σωληνώσεων: $L_2 = 24,6$ (m)

Ολικό μήκος: $L = L_1 + L_2 = 42,6$ (m)

ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

$$R_{ολ} = L \times R = 42,6 \times 16,5 = 702,9 \text{ (mm Ε.Ν./m)}$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ Κ.Θ.

ΟΡΟΦΟΣ 12οροφιο (Βο.Ρε.1ο) ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ 5
 ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ $Q = 388.4$ (kcal/h) ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΠΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ 20 (°C)
 ΠΑΡΟΧΗ $V = 19.4$ (l/h) ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ $d = 16 \times 1$ (mm)
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ $w = 0.34$ (m/s) ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΡΟΗ $R = 19$ (mm Σ.Ν./m)

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΡΟΥ	ΕΝΔ. ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜ. ΣΩΜΑΤΟΣ	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΟΡΟΥ (kcal/h)	ΜΑΛΑΚΩΚΑ ΑΣΦΡΑΓΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)	ΕΠΙΣΤΡΩΜΗ ΘΕΡΜΙΑ ΚΟΡΟΥ (°C)	ΘΕΡΜΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΣΟΔΟΥΣ Θ. ΣΩΜΑΤΟΣ (°C)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΛΟΦΩΣΗΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ (kcal/h)	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΕΣΩΜΑ	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ (m ²)	ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ (m)
4	4	384	384	22	88	0,86	330	11/400	0,20	0,50
5	5,6	2813	3198	20	83,5	0,98	2858	11/600	1,08	1,80
6	6	688	3884	20	80	1,15	890	11/600	0,48	0,80

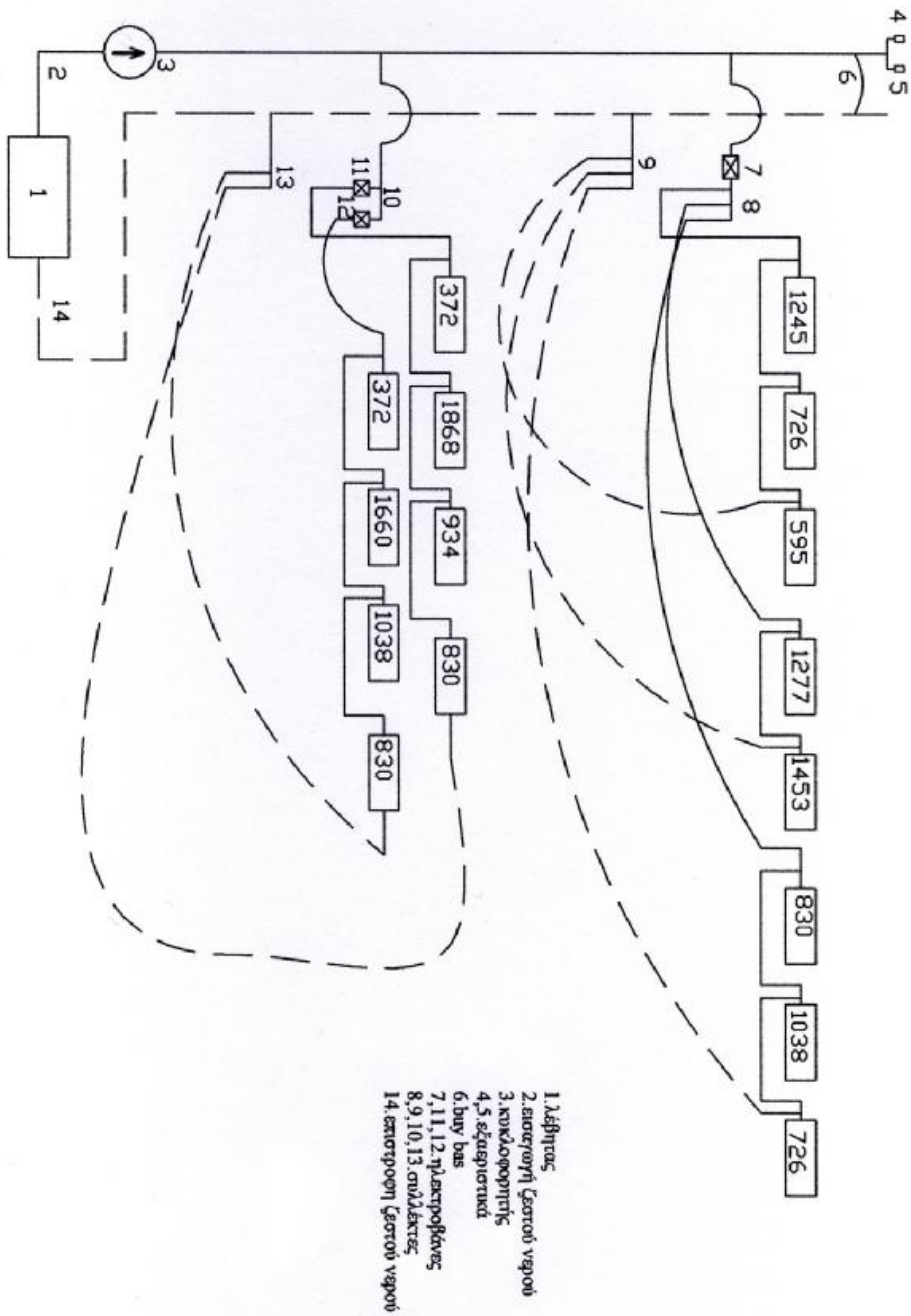
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ			
ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΩΝ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ (m)
Διακόπτες Θ.Σ.	4	3	12
Βολβίδες	1	9	9
Καρπίλες	8	0,15	1,2
Συνολικά	1	2,5	2,5
ΣΥΝΟΛΟ			24,8

Πραγματικό μήκος σωληνώσεων: $L_1 = 18,8$ (m)
 Ισοδύναμο μήκος σωληνώσεων: $L_2 = 24,8$ (m)
 Ολικό μήκος: $L = L_1 + L_2 = 43,5$ (m)

ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

$$R_{ολ} = L \times R = 43,5 \times 19 = 826,5 \text{ (mm Σ.Ν.)}$$

Στο σχήμα 6.13 μπορούμε να δούμε τις κατακόρυφες στήλες και τα σώματα που επιλέξαμε για κάθε όροφο:



Σχήμα 6.13 Κατακόρυφο δίκτυο σωληνώσεων και σώματα με συλλέκτες.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

	Θερμαντικό σώμα	Θερμίδες θερμαντικού σώματος (kcal/h)	Διαστάσεις θερμαντικού σώματος HxL (m)
<u>Ά όροφος</u>	-	-	-
Χώρος 1(κουζίνα)	1	1245	0.6x1.2
Χώρος 2 (υπνοδωμάτιο)	2	726	0,6x0.7
Χώρος 3 (WC)	-	-	-
Χώρος 4 (λουτρό)	3	595	0.4x0.8
Χώρος 5 (υπνοδωμάτιο)	4	1277	0.9x0.9
Χώρος 6 (υπνοδωμάτιο)	5	1453	0,6x1,4
Χώρος 7 (υπνοδωμάτιο)	6	830	0,6x0,8
Χώρος 8 (living room)	7	1038	0.6x1.0
	8	726	0.6x0.7
<u>Ισόγειο (Νότιο)</u>	-	-	-
Χώρος 1 (κουζίνα,living room)	3	1038	0.6x1.0
	2	1660	0.6x1.6
Χώρος 2 (WC)	1	372	0.4x0.5
Χώρος 3 (υπνοδωμάτιο)	4	830	0.6x0.8
<u>Ισόγειο (Βόρειο)</u>	-	-	-
Χώρος 4 (WC)	5	372	0.4x0.5
Χώρος 5 (κουζίνα,living room)	6	1868	0.6x1.8
	7	934	0.6x0.9
Χώρος 6 (υπνοδωμάτιο)	8	830	0.6x0.8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΔΙΚΤΥΟ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε όλα τα συστήματα κεντρικής θερμάνσεως με νερό είναι αναγκαίο το ζεστό νερό που παράγεται στο λεβητοστάσιο να οδηγηθεί στα θερμαντικά σώματα. Τα δίκτυα μεταφοράς και διανομής ζεστού νερού όπως και τα δίκτυα επιστροφής αποτελούν εξαιρετικά σημαντικά τμήματα λάθε εγκαταστάσεως κεντρικής θερμάνσεως και επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την λειτουργικότητα, επάρκεια, αξιοπιστία, οικονομικότητα και ασφάλεια της. Ειδικά για τους σωλήνες που χρησιμοποιούνται σε δίκτυα κεντρικής θερμάνσεως πρέπει να τονιστεί ότι η προσεκτική επιλογή και εγκατάστασή τους είναι βασικός παράγοντας επιτυχίας της εγκατάστασης. Η χρησιμοποίηση επώνυμων σωλήνων και η τοποθέτησή τους στα όρια που προδιαγράφουν και με την διαδικασία που υποδεικνύουν οι κατασκευαστές πρέπει να θεωρούνται δεδομένα. Επίσης είναι αναγκαία η αυξημένη προσοχή κατά την τοποθέτησή τους και η επαρκής προστασία τους από τραυματισμούς, κακώσεις ή φθορές.

7.2 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα δίκτυα χαρακτηρίζονται από το υλικό που είναι κατασκευασμένοι οι σωλήνες και διακρίνονται σε:

- Χαλύβδινα δίκτυα
- Δίκτυα χαλκού ή χαλκοσωλήνων
- Δίκτυα πλαστικών σωλήνων

Κάθε είδος δικτύου παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις, δυνατότητες και ευαισθησίες τις οποίες πρέπει να γνωρίζουν ο μελετητής και ο κατασκευαστής της εγκαταστάσεως κεντρικής θέρμανσης

-Δίκτυα χαλυβδοσωλήνων: Οι χαλυβδοσωλήνες κατασκευάζονται από χαλυβδοταινίες σε ρόλους και από χάλυβα Stal 37 και Stal 40. Οι χαλυβδοσωλήνες που προορίζονται για εγκαταστάσεις θερμάνσεως βάφονται με αντισκωριακή βαφή και διακρίνονται σε: σωλήνες με σπειρώματα ημιβαρέως τύπου, βαρέως τύπου, χωρίς ραφή, με κατά μήκος ραφή.

-Δίκτυα χαλκοσωλήνων: Παρουσιάζουν εντυπωσιακή διάδοση τα τελευταία χρόνια, κυρίως με την κατασκευή εύκαμτων χαλκοσωλήνων με πλαστική επένδυση. Αν και το υλικό κατασκευής τους είναι αρκετά δαπανηρό η ευκολία στην χρήση τους με συνδυασμό την αυξημένη αντοχή τους στην διάβρωση τους δίνουν έντονη ανταγωνιστικότητα στα δίκτυα κεντρικών θερμάνσεων, ιδίως σε μικρές διαμέτρους. Το υλικό των χαλκοσωλήνων πρέπει να είναι καθαρός χαλκός που έχει υποστεί αφαίρεση οξυγόνου ώστε να μην γίνεται ψαθυρό, όταν θερμαίνεται κατά την κόλληση σε ατμόσφαιρα που μπορεί να έχει και υδρογόνο. Οι μηχανικές ιδιότητες του υλικού των χαλκοσωλήνων ποικίλουν ανάλογα με την διάμετρο και την τελική τους μορφή (ράβδοι ή κουλούρες,πίνακας 7.1).

ΜΟΡΦΗ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑ DIN 1787	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ HB ≈	ΑΝΤΟΧΗ ΕΛΚΥΣΜΟΥ (N/mm ²)	ΜΗΚΥΝΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ σε %	
					A5	A10
Κουλούρες	6 - 12	SF - Cu F22	55	220 - 270	40	35
Ράβδοι	6 - 54	SF - Cu F37	110	≥ 360	3	2
	64 - 267	SF - Cu F30	95	≥ 290	4	3

Πίνακας 7.1 χαρακτηριστικά αντοχής χαλκοσωλήνων.

Ράβδοι:μήκους συνήθως 5m από υλικό SF-Cu F 35 και σκληρότητα HB 110 για διαμέτρους 6-54mm και από υλικό SF-Cu F30 και σκληρότητα HB 95 για διαμέτρους από 64-267mm.

Κουλούρες:για εξωτερικές διαμέτρους μέχρι και 22mm σε μήκη 25 ή 50m με εξωτερική διάμετρος κουλούρας 500-900mm, υλικό SF-Cu F 22 με σκληρότητα HB 55.

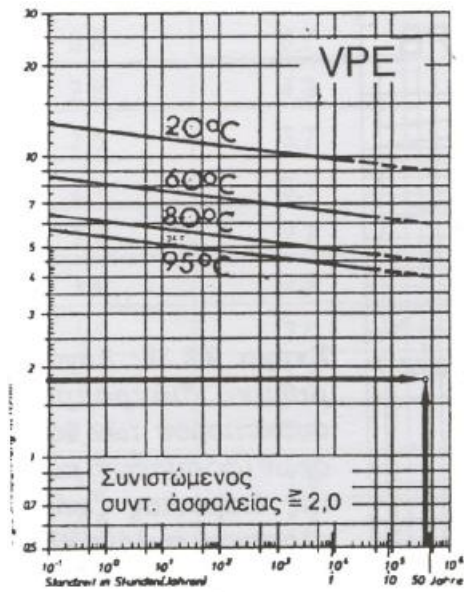
- Δίκτυα πλαστικών σωλήνων: Σήμερα οι πλαστικοί σωλήνες έχουν αρχίσει και αντικαθιστούν τους χαλκοσωλήνες και τους χαλυβδοσωλήνες. Έχουν μεγάλη ελαφρότητα, ευκαμψία, χαμηλή τιμή και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Διακρίνονται σε εύκαμπτους και σε σκληρούς. Συνήθως στις κεντρικές θερμάνσεις χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά οι εύκαμπτοι πλαστικοί σωλήνες. Για πλαστικούς σωλήνες που χρησιμοποιούνται σε εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως πρέπει να εξετάζεται η συμπεριφορά τους στις εκάστοτε συγκεκριμένες απαιτήσεις λειτουργίας και να συνδυάζεται με οικονομοτεχνική επιλογή του κατάλληλου τύπου σωλήνα. Ιδιαίτερα θα πρέπει να εξετάζονται τα εξής (πίνακας 7.2, σχήμα 7.3,πίνακας 7.3):

A) η αντοχή σε εσωτερική πίεση για μακρόχρονη καταπόνηση στην αναμενόμενη θερμοκρασιακή στάθμη.

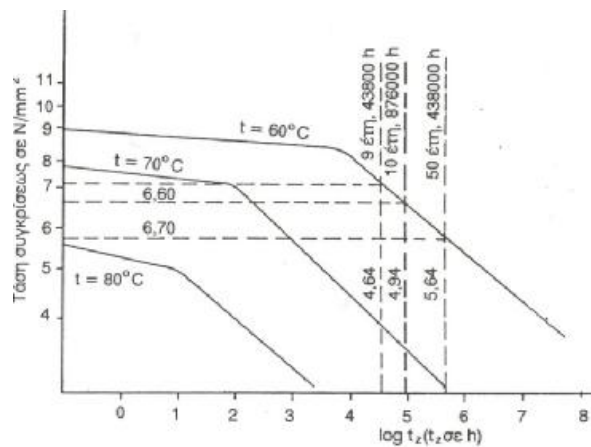
B) να μην μεταβάλλονται ή αλλοιώνονται ουσιαστικά οι διαστάσεις τους κατά τις θερμοκρασιακές μεταβολές.

Γ) να μην απορροφούν νερό ή οξυγόνο.

Δ) να προσφέρουν την δυνατότητα ασφαλών ενώσεων με κόλληση ή με κατάλληλους συνδέσμους.



Σχήμα 7.2 Λογαριθμικό διάγραμμα συσχετισμού των τάσεων και της διάρκειας ζωής πλαστικού σωλήνα.



Σχήμα 7.3 διάγραμμα συσχετισμού των τάσεων με τον χρόνο ζωής πλαστικής σωληνώσεως.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (σε °C)	ΛΟΥΤΡΟ	ΤΑΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑΣ σ_0 (σε N/mm^2)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ (σε h)
20	Αέρας ή νερό	12	1
95	Αέρας ή νερό	4,8	1
		4,4	1000
110	Αέρας	2,8	8000

Πίνακας 7.2 Επιτρεπόμενες πιέσεις σε δοκιμασία πλαστικού σωλήνα.

Πλεονεκτήματα πλαστικών σωλήνων:

A) εντελώς λεία εσωτερική επιφάνεια. Το λείο της εσωτερικής επιφάνειας σε συνδυασμό με την σημική αδράνεια του υλικού κατασκευής των σωλήνων εμποδίζει την επικάθιση αλάτων στα εσωτερικά τοιχώματα και κατά συνέπεια την συνεχή μείωση της εσωτερικής διαμέτρου τους.

B) μικρές απώλειες τριβών κατά την ροή του νερού.

Γ) υψηλή χημική αντοχή έναντι όλων των ουσιών με τις οποίες μπορεί να έρθουν σε επαφή κατά την χρήση τους.

Δ) δεν παρουσιάζουν ηλεκτροχημική διάβρωση με αποτέλεσμα να αποφεύγονται φαινόμενα ηλεκτρολυτικής διαβρώσεως, τα οποία παρουσιάζονται κατά την επαφή διαφορετικών μετάλλων.

Ε) άριστη αντοχή στην κρούση, δονήσεις και μηχανικές καταπονήσεις.

Στ) αμελητέα ηλεκτρική αγωγιμότητα, δηλαδή δεν επηρεάζονται από τα γαλβανικά ηλεκτρολυτικά ρεύματα του εδάφους και του περιβάλλοντος.

Z) χαμηλός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας.

Η) δεν μεταδίδουν τον θόρυβο κατά την ροή του νερού μέσα σε αυτούς.

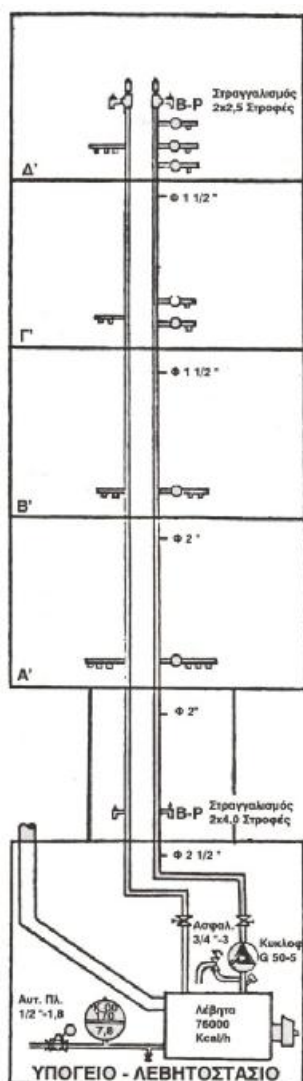
Θ) είναι απόλυτα ασφαλείς για διακίνηση πόσιμου νερού και τροφίμων.

Ι) χρησιμοποιούνται σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών από -100°C έως $+110^{\circ}\text{C}$ σε συνδυασμό με την κατάλληλη πίεση λειτουργίας.

7.3 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

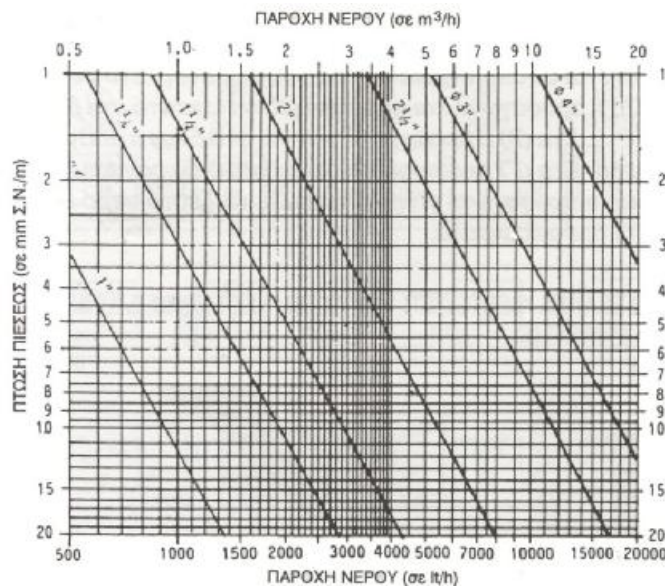
Έχουμε το σύστημα των κατακόρυφων στηλών και αυτό του δικτύου οριζόντιας διανομής:

-Κατακόρυφες στήλες: οι κατακόρυφοι σωλήνες είναι συνήθως βαρέου τύπου σιδηροσωλήνες ή χαλκοσωλήνες οι οποίοι αναχωρούν από τον συλλέκτη του λέβητα και οδεύουν κατά το δυνατόν κατακόρυφα με βαθμιαία μείωση της διατομής τους (σχήμα 7.4).



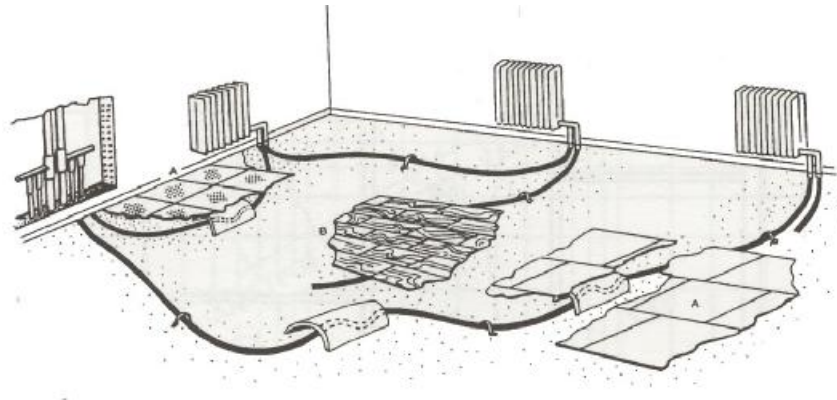
Σχήμα 7.4 Η αρχική διάμετρος βαθμιαία μειώνεται.

Η μείωση της διατομής οφείλεται στην ανα όροφο μείωση της ποσότητας θερμού νερού στην κεντρική στήλη. Η αλλαγή της διατομής των κεντρικών στηλών πρέπει να γίνεται αμέσως επάνω από το σημείο συνδέσεως των συλλεκτών του ορόφου. Για τον υπολογισμό της διατομής χρησιμοποιείται συνήθως το διάγραμμα στο σχήμα 7.5.



Σχήμα 7.5 Υπολογισμός διατομών για σιδηροσωλήνες.

-Το οριζόντιο δίκτυο (σχήμα 7.6): από την κατακόρυφη τροφοδοτική σωλήνωση αναχωρούν εύκαμπτοι μονωμένοι χαλκοσωλήνες, χαλυβδοσωλήνες ή πλαστικοί σωλήνες οι οποίοι μέσω των συλλεκτών και των οριζόντιων βρόγχων τροφοδοτούν τα θερμαντικά σώματα κάθε ορόφου ή διαμερίσματος και καταλήγουν στον κατακόρυφο σωλήνα επιστροφής. Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται στα οριζόντια δίκτυα των μονοσωληνίων συστημάτων είναι εύκαμπτοι χαλυβδοσωλήνες, χαλκοσωλήνες ή πλαστικοί σωλήνες.



Σχήμα 7.6 Οριζόντιο δίκτυο.

7.4 ΔΙΚΤΥΟ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΜΑΣ

Στο σχήμα 7.4 βλέπουμε ένα παράδειγμα για το οριζόντιο σύστημα και τις κατακόρυφες στήλες. Για το οριζόντιο σύστημα έχουμε επιλέξει τις διατομές στο κεφάλαιο 6 με διάμετρο σωλήνων 16x2. Την διάμετρο για τις κατακόρυφες στήλες θα την υπολογίσουμε με την βοήθεια των απωλειών πίεσης. Το υλικό που επιλέξαμε είναι χαλκός.

Υπολογισμός διατομών κατακόρυφης στήλης:

Καταρχήν θα πρέπει να υπολογίσουμε την παροχή V σε κάθε όροφο, πιο συγκεκριμένα για το ισόγειο και για τον Α όροφο. Η παροχή V δίνεται από τον

τύπο: $V = \frac{Q}{\Delta T}$ (lt/h). Το ΔT είναι $\Delta T = 90^{\circ}C - 70^{\circ}C$. Αυτό διότι στο μονοσωλήνιο

το νερό εισέρχεται με $90^{\circ}C$ εξέρχεται με $70^{\circ}C$. Το συνολικό Q για το ισόγειο σύμφωνα με το σχήμα 7.4 θα είναι:

$\Sigma Q = 372 \text{kcal/h} + 1868 \text{kcal/h} + 934 \text{kcal/h} + 830 \text{kcal/h} + 372 \text{kcal/h} + 1660 \text{kcal/h}$
 $+ 1038 \text{kcal/h} + 830 \text{kcal/h} = 7204 \text{kcal/h}$. Άρα η παροχή V για ισόγειο θα είναι:

$$V = \frac{\Sigma Q}{\Delta T} = \frac{7204 \text{kcal/h}}{20} = 395.2 \text{lt/h}$$

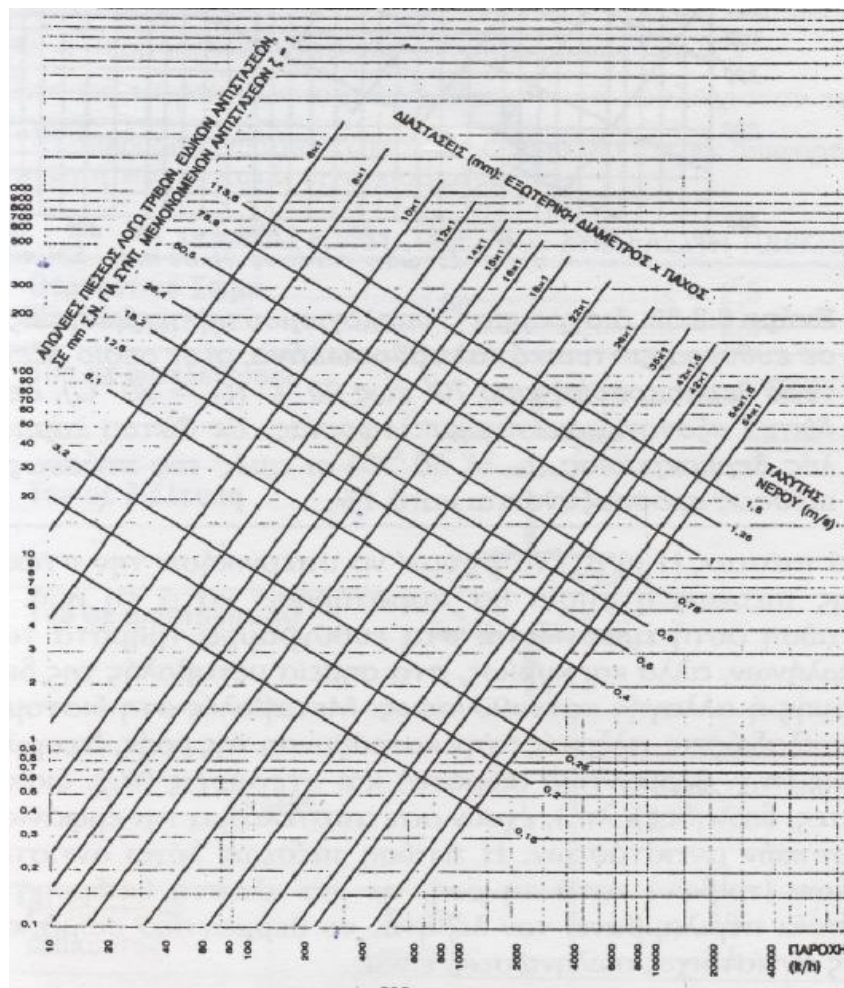
Το συνολικό Q για τον Α όροφο σύμφωνα με το σχήμα 7.4 θα είναι:

$\Sigma Q = 1245 \text{ kcal/h} + 726 \text{ kcal/h} + 595 \text{ kcal/h} + 1277 \text{ kcal/h} + 1453 \text{ kcal/h} + 830 \text{ kcal/h} + 1038 \text{ kcal/h} + 726 \text{ kcal/h} = 7890 \text{ kcal/h}$. Άρα η παροχή V για τον Α όροφο θα είναι:

$$V = \frac{\Sigma Q}{\Delta T} = \frac{7890}{20} = 394.5 \text{ lt/h}$$

Στο σχήμα 7.7 βλέπουμε το σχέδιο με τις κατακόρυφες στήλες και τις ανάλογες παροχές.

Με βάση τις παροχές και την ταχύτητα $u = 0.5 \text{ m/s}$ έως 1.2 m/s (για κατακόρυφες στήλες) μπορούμε να επιλέξουμε διάμετρο.



Σχήμα 7.7 Διάγραμμα χαλκοσωλήνα για κατακόρυφες στήλες(απωλειών πίεσης)

Για το τμήμα 1-Λ-1' $V=394.5+395.2=790$ lit/h και επιλέγουμε διάμετρο 28x1 με $R=13\text{mm}\Sigma\text{N/m}$ και $u=0.5\text{m/s}$.

Για το τμήμα 1-2 και 1'-2' $V_{12} = V_{1'2'} = 394.5\text{lt/h}$ και επιλέγουμε διάμετρο 15x1 με $R=41\text{mm}\Sigma\text{N/m}$ και $u=0.62\text{m/s}$.

Το ολικό R για το κατακόρυφο δίκτυο θα είναι $R=13\text{ mm}\Sigma\text{N/m} +41\text{ mm}\Sigma\text{N/m} =54\text{ mm}\Sigma\text{N/m}$.

Σε αυτό το σημείο μπορούμε να υπολογίσουμε τις συνολικές απώλειες πίεσης του μονοσωληνίου συστήματος οι οποίες υπολογίζονται πάντα στο πιο δυσμενέστερο τμήμα το οποίο είναι και το πιο απομακρυσμένο. Αυτό είναι το 2-2'. Το πιο δυσμενέστερο τμήμα στο οποίο θα υπολογίσουμε τις απώλειες είναι: Λ-1-2-2'-1'-Λ.

Άρα $\Delta P = R \cdot L$ ΔP :Απώλειες πίεσης

$$\Delta P_{1-\Lambda-1'} = 13 \times 5 = 65 \text{ mm } \Sigma\text{N/m}$$

$$\Delta P_{1-2-2'-1'} = (3 + 3) \cdot 41 = 246 \text{ mm } \Sigma\text{N/m}$$

$\Delta P=R(L+L_{\sigma})$ Για το L_{σ} δύναμο κάνουμε προσαύξηση 20%.

Έτσι το τελικό αποτέλεσμα απωλειών πίεσης είναι $\Delta P_{\text{sunol}} = 246 + 65 = 311\text{ mm}\Sigma\text{N/m}$. Αυτό έγινε με προϋπόθεση ότι το δυσμενέστερο τμήμα είναι το 2-2'.

Στο κεφάλαιο 6 έχουμε υπολογίσει το ΔP για το 2-2' το οποίο είναι: $\Delta P = 307 + 374 + 394.4 = 1075.4\text{ mm}\Sigma\text{N/m}$.

Επομένως η ολική πτώση πίεσης είναι: $\Delta P_{oi} = 1075.4 + 311 = 1386.4\text{ mm}\Sigma\text{N/m}$

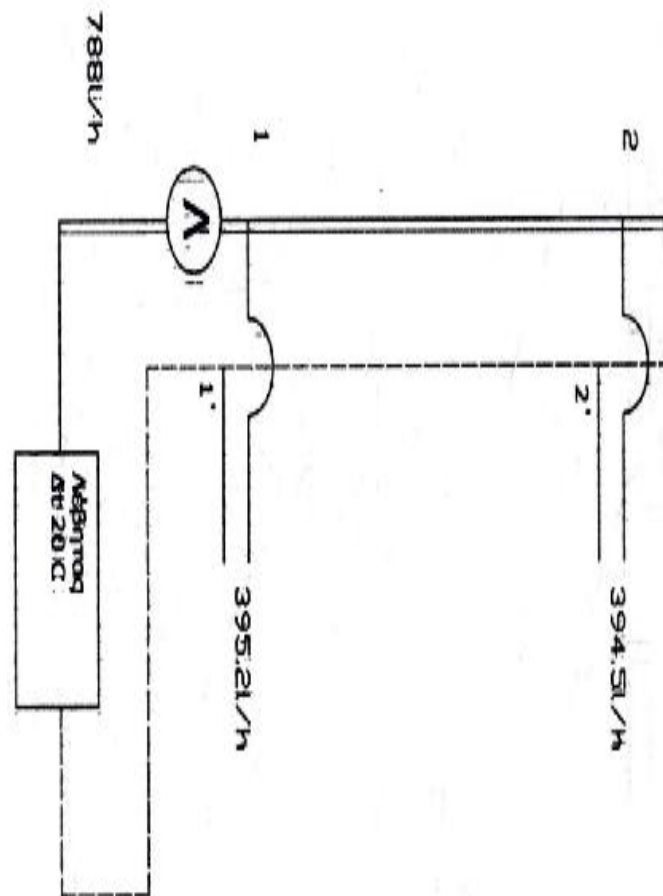
Θα κάνουμε και μια προσαύξηση 10% γιατί δεν υπολογίσαμε κάποιες εξτρά απώλειες στο λεβητοστάσιο:

$$\Delta P_{oi} = 1.10 \cdot 1386.4 = 1525 \text{ mm ΣN/m.}$$

Στον πίνακα 7.3 και σχήμα 7.8 μπορούμε να δούμε συγκεντρωτικά τις διατομές για την εγκατάσταση μας.

τμήμα	Διατομή(mm)	ΠαροχήV(lit/h)
1-Λ-1'	28x1	790
1-1' (ισόγειο)	16x1	395,2
1'-2'=1-2	15x1	394,5
2-2' (Α όροφ)	16x1	394,5

Πίνακας 7.3 Διατομές των σωληνώσεων.



Σχήμα 7.8 Κατακόρυφο δίκτυο με τις ανάλογες παροχές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

8.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Το λεβητοστάσιο εγκαθίσταται συνήθως στο υπόγειο της οικοδομής τόσο γιατί ο απαιτούμενος χώρος εμφανίζει μικρότερο κόστος όσο και γιατί διευκολύνεται η κυκλοφορία του ζεστού νερού (ροή από κάτω προς τα επάνω).

Η ακριβής θέση του εξαρτάται από την θέση της καπνοδόχου, τις δυνατότητες ανανεώσεως του αέρα και τα πιθανά πλεονεκτήματα στην διάταξη των σωληνώσεων διανομής και επιστροφής του θερμού νερού.

Άλλα στοιχεία που επηρεάζουν σημαντικά την θέση του λεβητοστασίου είναι η αρχιτεκτονική και η χρήση του κτιρίου, η προσπάθεια οικονομικής αξιοποιήσεως των διαθέσιμων χώρων κ.α.

Σε ειδικές περιπτώσεις και κτίρια ειδικών χρήσεων, το λεβητοστάσιο μπορεί να τοποθετηθεί στην στέγη ή στο δωμάτιο.

Χρειάζεται όμως να μελετηθεί προσεκτικά η επίδραση των ανέμων (ανεξέλεγκτα ρεύματα αέρος), τα πιθανά προβλήματα στον ελκυσμό της μικρού ύψους καπνοδόχου, οι αυξημένες απώλειες θερμότητας από τα τοιχώματα και ανοίγματα του λεβητοστασίου. Άλλα προβλήματα που πρέπει να μελετηθούν πριν αποφασιστεί η τοποθέτηση του λεβητοστασίου είναι η αυξημένη καταπόνηση της δομικής κατασκευής, τα προβλήματα από τους θορύβους λειτουργίας, και την μετάδοση ήχων όπως και τα προβλήματα μεταφοράς και του εξοπλισμού της εγκαταστάσεως κατά την φάση της κατασκευής (και συντήρησης ή πιθανής επισκευής). Ένα ακόμη πρόβλημα είναι η αποθήκευση και προσαγωγή καυσίμου.

Τελικά οι παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά την θέση του λεβητοστασίου είναι:

-η κατάλληλη θέση καπνοδόχου με δεδομένο ότι πρέπει να καταλήγει στο υψηλότερο τμήμα του κτιρίου ή το υψηλότερο τμήμα όλων των γειτονικών κτιρίων, τα οποία θα συνδεθούν στο λεβητοστάσιο. Η καπνοδόχος πρέπει να καταλήγει οπωσδήποτε στο ανώτατο τμήμα του κτιρίου ώστε με οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες και διευθύνσεις του ανέμου να εξασφαλίζει την απρόσκοπτη απομάκρυνση των καπναερίων.

-η δυνατότητα του δοχείου διαστολής στην υψηλότερη θέση της εγκαταστάσεως. Ο περιορισμός αυτός δεν ισχύει για μικρές εγκαταστάσεις όταν χρησιμοποιείται κλειστό δοχείο διαστολής.

-η κατάλληλη θέση για την τοποθέτηση της αποθήκης καυσίμων.

-η ευκολία προσαγωγής του καυσίμου.

-η ανάγκη προστασίας του κτιρίου από τους θορύβους του λεβητοστασίου. Θα πρέπει δηλαδή να εξασφαλίζεται επαρκής προστασία έναντι μεταδόσεως θορύβων. Εστίες θορύβων μπορεί να είναι οι καυστήρες, οι κυκλοφορητές κ.α.

-η κατά το δυνατόν κεντροβαρική θέση ως προς τους θερμαινόμενους χώρους.

8.2 ΜΕΓΕΘΟΣ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ

Το μέγεθος του λεβητοστασίου εξαρτάται κυρίως από τις διαστάσεις του λέβητα. Στην περίπτωση περισσοτέρων του ενός λεβήτων πρέπει να ληφθούν οι μεταξύ τους αναγκαίες αποστάσεις. Η μεγάλη ποικιλία των διαστάσεων των λεβήτων της αγοράς, επιβάλλει την έγκαιρη επιλογή του λέβητα που θα χρησιμοποιηθεί ώστε να καθορισθεί το απαραίτητο μέγεθος του λεβητοστασίου.

Στην χώρα μας χρησιμοποιείται από πολλούς μελετητές ο πίνακας 8.1 με ενδεικτικές τιμές (διαστάσεις) για το λεβητοστάσιο, με βάση τον όγκο του κτιρίου.

ΟΓΚΟΣ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ (σε m ³)	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ή ΕΜΒΑΔΟΝ ΔΑΠΕΔΟΥ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ (σε m ή m ² αντίστοιχα)
Ελάχιστο επιτρεπόμενο	2,2 x 1,5 m
2000 έως 5000	3 έως 5 m ² ανά 1000 m ³ όγκου του κτιρίου
6000 έως 12000	1,5 έως 2,5 m ² ανά 1000 m ³ όγκου του κτιρίου

Πίνακας 8.1 Ενδεικτικές διαστάσεις λεβητοστασίου.

Υπάρχει περίπτωση όμως με τα σημερινά δεδομένα να οι τιμές του πίνακα 8.1 να θεωρούνται κάπως υπερβολικές κυρίως για μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεις. Σαν σύνολο το λεβητοστάσιο θα πρέπει να επιτρέπει την άνετη μετακίνηση και εργασία του συντηρητή όπως και την αποσυναρμολόγηση και μεταφορά εντός του λεβητοστασίου κάθε μηχανήματος ή συσκευής που χρειάζεται επισκευή ή αντικατάσταση.

Αποστάσεις από τον λέβητα:

-Η απόσταση μεταξύ του ανοίγματος της εστίας και των απέναντι τοίχων πρέπει να είναι:

Α)για λέβητες μέχρι 300 kw δηλαδή περίπου 250.000 kcal/h τουλάχιστον 1,5m.

Β)για λέβητες άνω των 300 kw δηλαδή περίπου 250.000 kcal/h τουλάχιστον 2m.

Συνίσταται η παραπάνω απόσταση να είναι μεγαλύτερη κατά 10% από το μήκος του λέβητα.

-Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των πλευρών του λέβητα και των απέναντι τοίχων του λεβητοστασίου καθώς και σε περίπτωση πολλών λεβήτων, η μεταξύ τους απόσταση να είναι τουλάχιστον 0,60m

-Το ύψος του λεβητοστασίου:

A) για λέβητες μέχρι 70 kw δηλαδή περίπου 60.000 kcal/h πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,20m.

B) για λέβητες μέχρι 70-230 kw δηλαδή περίπου 60.000 kcal/h-200.000 kcal/h πρέπει να είναι τουλάχιστον 3m.

Γ) για λέβητες μεγαλύτερους των 230 kw δηλαδή περίπου 200.000 kcal/h πρέπει να είναι τουλάχιστον 3m.

8.3 ΤΟΙΧΟΙ, ΟΡΟΦΕΣ, ΔΑΠΕΔΑ

Το λεβητοστάσιο δεν πρέπει να έχει ανοικτή (άμεση) επικοινωνία με χώρους που συχνάζουν άνθρωποι. Είναι αυτονόητο ότι η τοποθέτηση διαμερισμάτων κατοικίας πολύ κοντά και στο ίδιο επίπεδο με λεβητοστάσιο, είναι κοινωνικά απαράδεκτη όσο και επικίνδυνη ενέργεια.

Οι τοίχοι, τα υποστυλώματα και οι δοκοί του λεβητοστασίου καθώς και η οροφή πρέπει να κατασκευάζονται από υλικά ανθεκτικά στην θερμότητα και την πυρκαγιά.

Το κονίαμα που θα χρησιμοποιηθεί στους τοίχους και την οροφή του λεβητοστασίου συνίσταται να στεγανωθεί ή με προσθήκη ασφαλιστικού των πόρων. Υλικά επενδύσεως που θα χρησιμοποιηθούν οπωσδήποτε για ηχητική

μόνωση πρέπει να μην είναι εύφλεκτα και να μην δίδουν δηλητηριώδη προϊόντα κατά την καύση.

Το δάπεδο του λεβητοστασίου πρέπει να κατασκευάζεται από πρακτικά άκαυστο υλικό.

8.4 ΕΞΟΔΟΙ, ΠΟΡΤΕΣ, ΠΑΡΑΘΥΡΑ

Λεβητοστάσια με λέβητες ολικής θερμικής ισχύος άνω των 300 kw δηλαδή 250.000 kcal/h σκόπιμο είναι να έχουν δύο εξόδους που να μπορούν να χρησιμοποιούνται με ασφάλεια. Οι δύο αυτές εξοδοι είναι σωστό να βρίσκονται η μία απέναντι της άλλης και η μια τουλάχιστον πρέπει να οδηγεί κατευθείαν στην ύπαιθρο. Η έξοδος αυτή μπορεί να είναι κατάλληλα διαμορφωμένο παράθυρο.

8.5 ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ

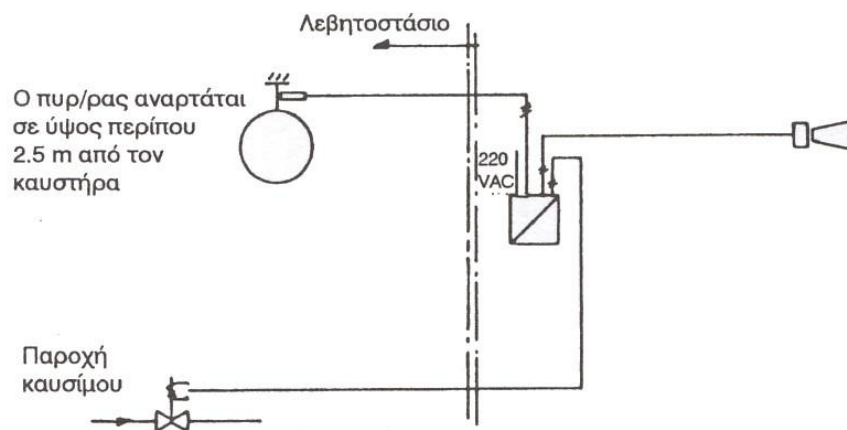
Τα λεβητοστάσια πρέπει κατά το δυνατόν να αερίζονται ομοιόμορφα. Απαγορεύεται η ύπαρξη έντονου τεχνητού εξαερισμού στο λεβητοστάσιο. Τα ανοίγματα προσαγωγής και απαγωγής πρέπει να διατηρούνται συνεχώς και πλήρως ανοικτά.

Για τον αερισμό του λεβητοστασίου πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένα άνοιγμα προσαγωγής του αέρα. Ο προσαγόμενος αέρας πρέπει κατά το δυνατόν να προέρχεται απευθείας από την ύπαιθρο, από θέση που να απέχει τουλάχιστον 50cm από ανοίγματα χώρων που διαμένουν άνθρωποι. Η λειτουργία των ανοιγμάτων δεν πρέπει να εμποδίζεται από σωληνώσεις ή άλλα εμπόδια. Τα ανοίγματα απαγωγής αέρα πρέπει να διατάσσονται όσο το δυνατόν κοντά στην οροφή και δεν πρέπει να καλύπτονται με πλέγματα. Τα ανοίγματα απαγωγής αέρα πρέπει όπως και οι καπνοδόχοι να οδηγούνται επάνω από την στέγη για να έχουν καλό ελκυσμό.

8.6 ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ

Η αποτελεσματική πυροπροστασία των λεβητοστασίων επιτυγχάνεται με την χρήση ενός αυτόματου συστήματος κατασβέσεως, σε συνδυασμό φυσικά με ένα αυτόματο σύστημα ανιχνεύσεως της πυρκαγιάς. Το είδος του συστήματος κατασβέσεως εξαρτάται από το μέγεθος του λεβητοστασίου.

Στα λεβητοστάσια όπου περιλαμβάνουν μόνο τον καυστήρα και τον λέβητα χρησιμοποιούνται οι αυτόνομοι πυροσβεστήρες οι οποίοι παρέχουν τοπική πυροπροστασία στην περιοχή του καυστήρα και αναρτώνται σε απόσταση 2 έως 2,5m επάνω από αυτόν. Οι πυροσβεστήρες αυτοί αποτελούνται συνήθως από ένα δοχείο που περιέχει ξηρή σκόνη ή Hallon 1211 υπό πίεση και ένα ενσωματωμένο ακροφύσιο με διάταξη τύπου Sprinkler, το οποίο λειτουργεί αυτομάτως όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος γίνει 70°C .



Σχήμα 8.2 Εγκατάσταση αυτόματου πυροσβεστήρα λεβητοστασίου.

8.7 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ

Ένα σύνηθες λεβητοστάσιο κεντρικής θέρμανσης περιλαμβάνει τα εξής βασικά:

- Τον ή τους λέβητες παραγωγής θερμού νερού ή ατμού, με τα απαραίτητα μηχανήματα και συσκευές, όπως καυστήρες, αντλίες κ.λπ.
- Το σύστημα προσαγωγής και πιθανώς και αποθήκευσης του καυσίμου.
- Το ηλεκτρολογικό δίκτυο και τα όργανα που απαιτούνται για την τροφοδότηση με ηλεκτρικό ρεύμα των καυστήρων, των αντλιών και γενικά των συστημάτων ελέγχου και ασφάλειας που χρειάζονται ηλεκτρική παροχή.
- Το σύστημα ασφαλούς λειτουργίας του λέβητα.
- Το σύστημα πυρανιχνεύσεως και πυροσβέσεως.
- Το δοχείο διαστολής.

8.8 ΛΕΒΗΤΑΣ

Για να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία στους χώρους ενός κτιρίου πρέπει να εξασφαλιστεί κατάλληλη πηγή θερμότητας και σύστημα μεταφοράς της στα κατάλληλα σημεία. Ο συνηθέστερος τρόπος παραγωγής θερμότητας είναι η καύση στερεών, υγρών ή αερίων καυσίμων στον λέβητα κάθε εγκατάστασης. Δηλαδή ο λέβητας μεταβιβάζει την θερμότητα, η οποία παράγεται από την καύση του πετρελαίου, στο νερό που αποτελεί τον φορέα παροχής θερμότητας στα θερμαντικά σώματα. Οι λέβητες (σχήμα 8.3) των κεντρικών θερμάνσεων που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις προσδιορίζονται για την θέρμανση νερού μέχρι θερμοκρασίας 110°C και πίεση 6 bar.



Σχήμα 8.3 Λέβητας πετρελαίου.

8.9 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία λεβήτων ανάλογα με το υλικό της κατασκευής τους, την μορφή του θαλάμου καύσεως και το χρησιμοποιούμενο καύσιμο, το μέγεθος τους, την διαδρομή των καυσαερίων, ειδικά κατασκευαστικά και λειτουργικά στοιχεία κ.α. Έτσι λοιπόν χωρίζονται σύμφωνα με τα εξής:

-ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους οι λέβητες διακρίνονται σε χυτοσιδήρους και χαλύβδινους.

-ανάλογα με το καύσιμο ή τα καύσιμα για τα οποία προορίζονται οι λέβητες.

-ανάλογα με την θερμική τους ισχύ:

A) μικρούς λέβητες όταν η θερμική ισχύς τους είναι κατώτερη των 60kw (52.000 kcal/h)

B) μεσαίου μεγέθους λέβητες όταν η θερμική ισχύς τους κυμαίνεται από 60kw έως 350kw (50.000 kcal/h-300.000kcal/h).

Γ) μεγάλους λέβητες όταν η θερμική τους ισχύ είναι μεγαλύτερη των 350kw (300.000 kcal/h).

Χυτοσιδηροί λέβητες (σχήμα8.3): κατασκευάζονται από συναρμολογημένα χυτά τεμάχια, τα οποία συναρμολογούνται με αυστηρές προδιαγραφές. Τα κύρια πλεονεκτήματά τους είναι:

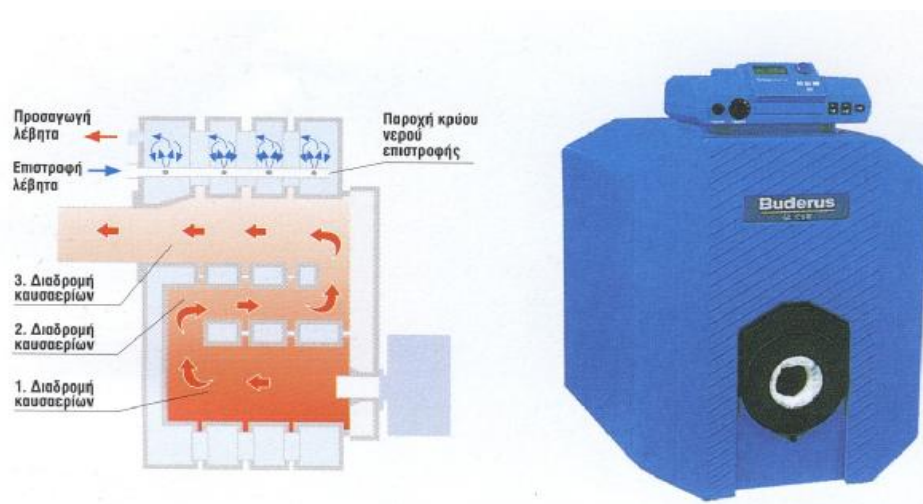
-υψηλή αντοχή στην διάβρωση.

-συναρμολογούνται από απλά στοιχεία των οποίων η συναρμολόγηση μπορεί να γίνει και μέσα στο λεβητοστάσιο. Έτσι επιτρέπουν την αντικατάσταση φθαρμένων ή κατεστραμμένων τμημάτων με εύκολο τρόπο.

-αθόρυβη λειτουργία εξαιτίας στα παχιά τοιχώματα και στην διαμόρφωση του εσωτερικού χώρου.

-έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Ένας κοινός μαντεμένιος λέβητας ζει συνήθως τριπλάσιο χρόνο από έναν καλό χαλύβδινο.

-είναι ανθεκτικότεροι στην θερμική καταπόνηση γιατί ο συντελεστής θερμικής διαστολής του είναι μικρότερος εκείνου του χάλυβα.



Σχήμα8.3 Χυτοσίδηρος λέβητας.

Χαλύβδινοι λέβητες (σχήμα 8.5): κατασκευάζονται με συγκόλληση προδιαμορφωμένων ελασμάτων και συνήθως παραδίδονται σε έτοιμα ενιαία τεμάχια. Οι χαλύβδινοι λέβητες πλεονεκτούν στα εξής:

-στην περίπτωση λειτουργίας με υψηλές πιέσεις και υψηλές θερμοκρασίας.

-ο χάλυβας επιτρέπει μεγαλύτερες καταπονήσεις από τον χυτοσίδηρο και αφήνει ευρύτερα περιθώρια για λειτουργικά σφάλματα.



Σχήμα 8.5 Χαλύβδινος λέβητας.

8.10 Ο ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ

Από άποψη σύγχρονης τεχνολογίας χρησιμοποιείται ο λέβητας του σχήματος 8.6 ο οποίος έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- υψηλός βαθμός απόδοσης.
- πιεστικός καυστήρας.
- κυκλοφορητής τριών ταχυτήτων.
- δοχείο διαστολής.
- αυτόματο εξαεριστικό.
- βαλβίδα ασφαλείας.
- πλήρης πίνακας οργάνων χειρισμού και ελέγχου.
- τέλεια θερμοηχητική μόνωση.
- κέλυφος από χαλύβδινα ελάσματα ηλεκτροστατικά βαμμένα, μονωμένα εσωτερικά με κυψελοειδές υλικό.
- ευκολία στην χρήση.



Σχήμα 8.6 Σύγχρονος λέβητας.

8.11 ΕΠΙΛΟΓΗ ΛΕΒΗΤΑ

Για να επιλέξουμε τον λέβητα θα πρέπει να υπολογίσουμε την θερμική ισχύ του λέβητα. Για να μπορεί η εγκατάσταση να αναλάβει τα αυξημένα φορτία στην έναρξη της λειτουργίας, ο λέβητας εκλέγεται με την θερμική ισχύ κατά 5 έως 30% ώστε να μπορεί να ανταποκριθεί σε αυξημένα φορτία. Το ποσοστό αύξησης εξαρτάται από τις ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης, το μέγεθος της και την περιοδικότητα λειτουργίας της.

Είναι φανερό ότι σε μια εγκατάσταση συνεχούς λειτουργίας είναι επαρκής μια προσαύξηση 5%. Αντίθετα σε μια εγκατάσταση περιοδικής λειτουργίας χρειάζεται προσαύξηση 10 έως 20%. Σε ειδικές περιπτώσεις στις οποίες η λειτουργία είναι περιοδική και παρουσιάζεται η ανάγκη γρήγορης θέρμανσης των χώρων, η προσαύξηση μπορεί να φτάσει το 30%.

Θερμική ισχύ λέβητα: $Q_L = n_L \cdot Q_{ol} \text{ (kcal / h)}$

Q_{ol} : άθροισμα των θερμικών απωλειών της εγκατάστασης(kcal/h)

n_L : συντελεστής προσαύξησης (1,05 έως 1.3)

Επιλογή λέβητα για την μελέτη μας:

Άθροισμα θερμικών απωλειών $Q_{ol} = 15282 \text{ kcal / h}$

Αν η λειτουργία της εγκατάστασης είναι 8ωρη διακοπτόμενη ανά 24ωρο,
 $n_L = 1,3$.

Θερμική ισχύ λέβητα: $Q_L = n_L \cdot Q_{ol} \text{ (kcal / h)} = 1,3 \cdot 15282 \text{ kcal/h} = 19866,6 \text{ kcal/h}$.

Από τον πίνακα 8.9 θα επιλέξουμε λέβητα.

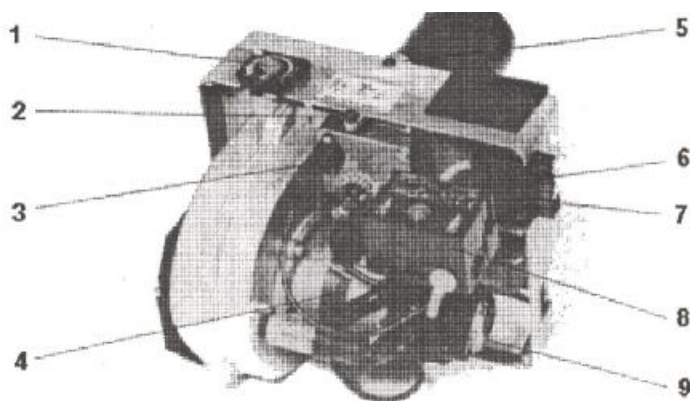
ΣΕΙΡΑ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΒΑΡΟΣ kgr	ΑΝΤΙΛΙΨΗ mbar	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ lt	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ kcal/h	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ kw	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ °C
Logano G115WS*	25	3	150	0,04-0,11	33	14.620-21.500	17-25	145-198
	32	4	183	0,06-0,11	41	18.920-27520	22-32	145-198
	40	5	216	0,04-0,16	49	24.940-34.400	29-40	145-198
Logano G215WS*	52	4	227	0,30-0,42	61	35.260-44.720	40-52	160-198
	64	5	272	0,16-0,35	73	41.280-55.040	48-64	160-198
	78	6	317	0,25-0,46	85	20.740-67.080	59-78	160-198
	95	7	362	0,35-0,71	97	61.060-81.700	71-95	160-198
Logano GE315**	105	5	543	0,28-0,41	143	73.960-90.300	86-105	162-185
	140	6	631	0,46-0,79	171	91.160-120.400	106-140	154-182
	170	7	719	0,71-1,30	199	121.260-146.200	141-170	161-180
	200	8	807	1,34-1,78	227	147.060-172.000	171-200	158-176
	230	9	895	1,32-1,77	255	172.860-197.800	201-230	168-190

Πίνακας 8.9 Χυτοσίδηροι λέβητες.

Ο λέβητας που θα επιλέξουμε είναι αυτός με θερμαντική ισχύς 18.920-27.520 kcal/h.

8.12 ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ

Ο καυστήρας σχήμα 8.10 είναι η συσκευή αυτόματης λειτουργίας που χρησιμεύει για την καύση του πετρελαίου μετά από διασκορπισμό του και ανάμειξη με τον αέρα καύσεως.



Σχήμα 8.10 Καυστήρας πετρελαίου.

1. Ρύθμιση αέρα.

2. Βίδα στερεώσεως πλαστικού καλύμματος.
3. Φωτοκύτταρο.
4. Ηλεκτροκινητήρας.
5. Αντλία πετρελαίου.
6. Αυτόματος διακόπτης λειτουργίας καύσεως.
7. Ειδική υποδοχή στηρίξεως του καυστήρα για την πραγματοποίηση εργασιών συντηρήσεως.
8. Επταπολική φίσα
9. Βίδα άλεν για την ασφάλιση του καυστήρα.

Ένας τυπικός καυστήρας αποτελείται από τα εξής:

- το κέλυφος του καυστήρα το οποίο περιβάλλει όλα τα εξαρτήματα του καυστήρα.
- το άνοιγμα προσαγωγής αέρα με ρυθμιζόμενο διάφραγμα το οποίο καθορίζει σε κάποια όρια την ποσότητα του προσαγόμενου αέρα.
- ηλεκτρικός κινητήρας ο οποίος συνδέει λειτουργικά τον άξονα του ανεμιστήρα με την αντλία καυσίμου.
- ο ανεμιστήρας ο οποίος εξασφαλίζει την αναγκαία ροή αέρα.
- ο μετασχηματιστής εναύσεως που εξασφαλίζει την αναγκαία τάση για την δημιουργία ηλεκτρικού σπινθήρα.
- η αντλία καυσίμου που απορροφά το καύσιμο από την δεξαμενή και μέσω του ακροφυσίου διασκορπισμού το εκτινάσσει σε πίεση 18-20bar.
- το φωτοκύτταρο εντοπισμού της φλόγας παρακολουθεί την εξέλιξη της καύσεως και όσο υπάρχει φλόγα επιτρέπει την ροή του καυσίμου. Εάν η φλόγα εκλείψει το φωτοκύτταρο επεμβαίνει στο ηλεκτρικό κύκλωμα το οποίο διακόπτει την λειτουργία του καυστήρα.
- η κεφαλή καύσεως η οποία πρέπει να εξασφαλίζει την πλήρη ανάμειξη του καυσίμου με τον αέρα και γενικότερα την ικανοποιητική λειτουργία της καύσεως.

Φάσεις λειτουργίας καυστήρα:

- Ξεκίνημα του καυστήρα: αρχίζει η λειτουργία του ανεμιστήρα και το καύσιμο αφού διέλθει από κάποιο φίλτρο οδηγείται απευθείας στο ακροφύσιο.
- Τελική ανάμιξη και εξαέρωση: το καύσιμο εκσφενδονίζεται με πίεση και με μορφή λεπτών σταγονιδίων στον χώρο καύσεως και αναμειγνύεται πλήρως με στροβιλίζοντα αέρα.
- Έναυση: ελάχιστα δευτερόλεπτα μετά την έναρξη της ροής καυσίμου, ρεύμα υψηλής τάσης που προέρχεται από μετασχηματιστή προκαλεί στα ηλεκτρόδια σπινθήρα δια του οποίου επιτυγχάνεται η έναυση.
- Διακοπή λειτουργίας: για την διακοπή λειτουργίας του καυστήρα πρέπει πρώτα να διακοπεί η ροή του καυσίμου και σχεδόν αμέσως μετά διακόπτεται η ροή του αέρα και κλείνει το σχετικό διάφραγμα.

Υπάρχουν 2 κατηγορίες καυστήρων:

-μονοβάθμιοι. Λειτουργούν με μία βαθμίδα για την κάλυψη των αναγκών όλης της θερμικής εγκατάστασης.

-διβάθμιων. Λειτουργούν ανάλογα με το φορτίο, για μικρό φορτίο με το μισό της απόδοσης τους, ενώ αν αυξάνει το φορτίο λειτουργούν και με τις δύο βαθμίδες τους για να καλύψουν τις ανάγκες της εγκατάστασης.

Επιλογή καυστήρα: ο καυστήρας εκλέγεται με βάση την ικανότητα του καυστήρα.

Ικανότητα του καυστήρα: $K = \frac{Q_L}{q \cdot n} (kg / h)$

Q_L : θερμική ισχύς του λέβητα(kcal/h)

q : θερμογόνο δύναμη του καυσίμου(kcal/kg)-για πετρέλαιο είναι 10.000 kcal/kg.

n : ο βαθμός αποδόσεως του λέβητα=0.80-0.90

Άρα ο καυστήρας για την μελέτη μας θα έχει ικανότητα:

$$K = \frac{20.000kcal / h}{10.000kcal / kg \cdot 0.8} = 2.5kg / h$$

Από τον πίνακα 8.10 επιλέγουμε καυστήρα.

ΤΥΠΟΣ	ΠΑΡΟΧΗ kg/h	ΑΝΤΙΘΛΙΨΗ mbar	ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	
			kw	kcal/h
DE 1.1 VH - 0761*	1,4-2,8	0,33	15,5-30	13330-25800
DE 1.1 H - 0762	1,7-2,9	0,33	19-30	16340-25800
DE 1.2 H - 0764	2,6-6,0	0,55	30-68	25800-58480
DE 1.3 H - 0766	5,5-7,8	0,9	64-84	55040-72240
DE 1.3 H - 0765	6,6-9,6	0,9	73-98	62780-84280
DE 2.1 - 2010	8,0-15,0	2,51	90-160	77400-137600

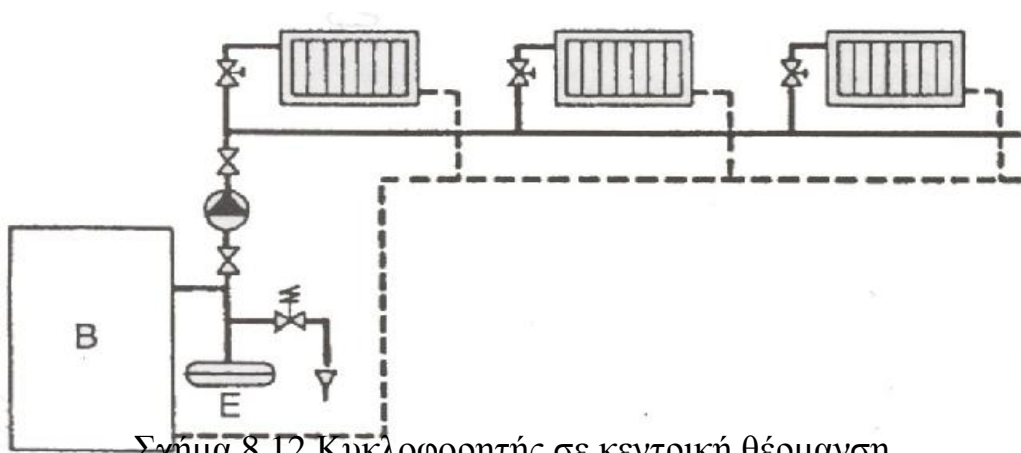
Πίνακας 8.10 Καυστήρες.

Ο καυστήρας που θα επιλέξουμε είναι ο DE 1.1 H-0762 με τα ανάλογα χαρακτηριστικά.

8.13 ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ

Στις σύγχρονες εγκαταστάσεις θέρμανσης με ζεστό νερό, η κυκλοφορία του νερού είναι εξαναγκασμένη (βεβιασμένη). Σήμερα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά αντλίες οι οποίες στις μικρές εγκαταστάσεις με μικρά μανομετρικά ύψη ονομάζονται κυκλοφορητές.

Με τον όρο κυκλοφορητής (σχήμα 8.11), αναφερόμαστε στο σύνολο των αντλιών οι οποίες χρησιμοποιούνται στα δίκτυα κεντρικών θερμάνσεων (σχήμα 8.12).



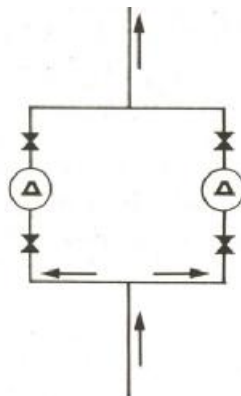
Σχήμα 8.12 Κυκλοφορητής σε κεντρική θέρμανση.



Σχήμα 8.13 Κυκλοφορητής με ρακόρ και με φλάντζα.

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 αφενός την αναγκαία παροχή και αφετέρου κάλυψη των αντιστάσεων του δικτύου στο πιο δυσμενέστερο κύκλωμα.

Στις εγκαταστάσεις με μονοσωλήνιο σύστημα συνίσταται η τοποθέτηση του κυκλοφορητή στον σωλήνα προσαγωγής του νερού προς τα σώματα, δηλαδή στην αναχώρηση του νερού από τον λέβητα. Σε πολλές εγκαταστάσεις τοποθετείται και ένας εφεδρικός κυκλοφορητής, σε παράλληλη σύνδεση με τον κύριο κυκλοφορητή ώστε να εξασφαλισθή η κυκλοφορία η κυκλοφορία του νερού και στην περίπτωση βλάβης του κύριου κυκλοφορητή (σχήμα 8.14).



Σχήμα 8.14 Παράλληλη λειτουργία κυκλοφορητών.

Για την επιλογή του σωστού κυκλοφορητή που θα εξυπηρετήσει ικανοποιητικά μια εγκατάσταση θερμάνσεως, απαιτούνται δύο χαρακτηριστικά, που προκύπτουν από την μελέτη της θέρμανσης:

- Η παροχή του νερού, δηλαδή πόσα m^3/h νερού πρέπει να κυκλοφορούν στην εγκατάσταση.

$$\text{Η παροχή του νερού: } Q = \frac{Q_L}{1000 \cdot \Delta T} (m^3/h)$$

Q_L : θερμική ισχύς του λέβητα σε kcal/h

ΔT : θερμοκρασιακή διαφορά του νερού

(Στον υπολογισμό της παροχής λαμβάνουμε και μια προσαύξηση 33%).

- Το μανομετρικό ύψος του κυκλοφορητή, δηλαδή οι τριβές και οι ειδικές αντιστάσεις που πρέπει συνολικά να υπερνικήσει ο κυκλοφορητής για να εξασφαλίσει την κυκλοφορία του νερού.

Για την μελέτη μας:-Το μανομετρικό ύψος είναι οι απώλειες πίεσης οι ολικές που έχουμε υπολογίσει, $\Delta P_{oi} = 1.10 \cdot 1386.4 = 1525 \text{ mm}\Sigma\text{N}/m$. Θα λάβουμε και μια ακόμη προσαύξηση 30% λόγω ασφάλειας και για τυχόν πρόσθετες αντιστάσεις οπότε το μανομετρικό προκύπτει: $\Delta P_{oi} = 1525 \text{ mm}\Sigma\text{N}/m \cdot 1.3 = 1982.5 \text{ mm}\Sigma\text{N}/m$.

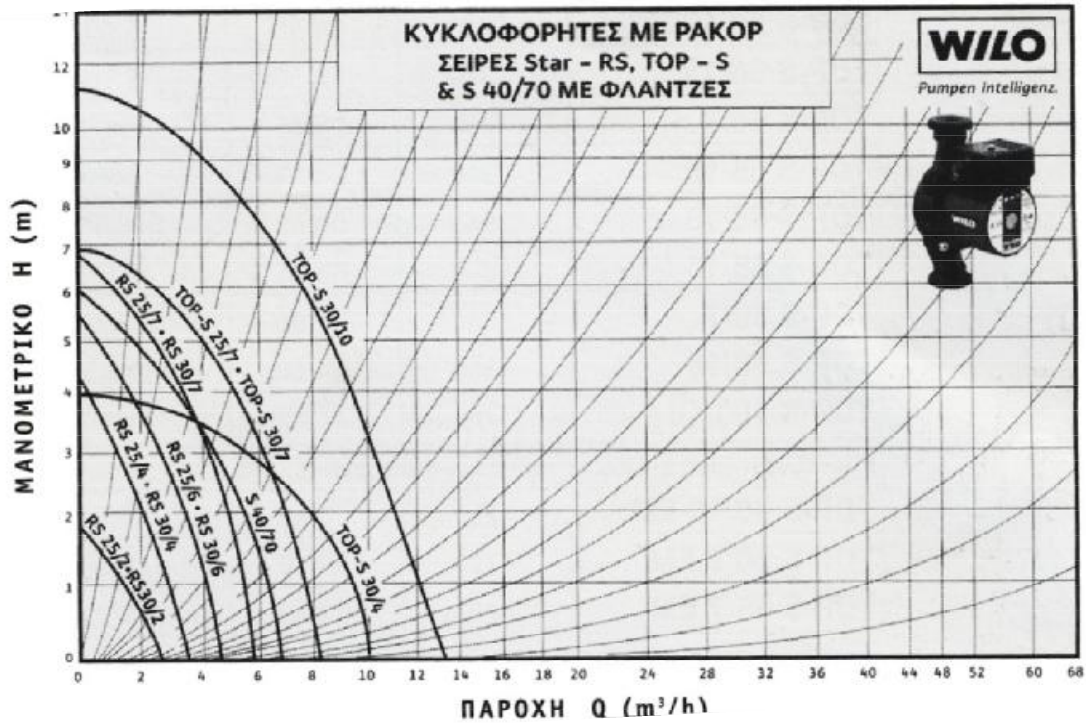
$$\text{- Η παροχή του νερού: } Q = \frac{Q_L}{1000 \cdot \Delta T} = \frac{20000 \text{ kcal}/h}{1000 \cdot 20^\circ\text{C}} = 1.33 \cdot 1 = 1.33 m^3/h.$$

Ο κυκλοφορητής που θα επιλέξουμε πρέπει να έχει τα εξής στοιχεία:

Μανομετρικό ύψος: $1982.5 \text{ mm}\Sigma\text{N}/m$

Παροχή νερού: $1.33 m^3/h$

Από το διάγραμμα 8.15 επιλέγουμε κυκλοφορητή.



Σχήμα 8.15 Διάγραμμα με κυκλοφορητές WILO.

Άρα ο κυκλοφορητής που θα επιλέξουμε είναι: RS 25/4.

8.14 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Το μέγεθος της δεξαμενής του καυσίμου είναι συνάρτηση του μεγέθους της εγκαταστάσεως (σχήμα 8.16) και της πιθανής ημερησίας καταναλώσεως.

ΟΓΚΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (σε m ³)	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ (σε m ³)	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ* (σε m)	ΠΕΡΙΧΟΜΕΝΟ ΣΕ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ (σε kg)
2.000	1	1,0 x 1,0 x 1,0	750
3.000	1,7	1,2 x 1,2 x 1,2	1150
4.000	2	1,0 x 1,0 x 2,0	1.600
7.000	3,3	1,2 x 1,2 x 2,4	2.700
10.000	5	Κυλινδρική	3.500

Σχήμα 8.16 Ενδεικτική χωρητικότητα δεξαμενής πετρελαίου.

Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου: $B = B_0 \cdot H_q \cdot Q(kg/έτοV)$

B_0 : ειδική κατανάλωση πετρελαίου σε kg/h.

H_q : πιθανός αριθμός ωρών λειτουργίας σε ετήσια βάση.

Q : σύνολο θερμικών απωλειών σε kcal/h.

Για την μελέτη μας: Αν λειτουργεί 10h ημερησίως (διακοπόμενη λειτουργία) έχουμε, $B = 1000 \cdot 10^{-4} \cdot 14728 = 1.473kg$

Επομένως η χωρητικότητα δεξαμενής θα είναι από $1.7-2m^3$ και διαστάσεις $1.0 \times 1.0 \times 1.5$

Η δεξαμενή πετρελαίου θα συνδεθεί με τον καυστήρα και τα εξαρτήματα που χρειάζονται είναι:

-διακόπτης πετρελαίου. Τοποθετείται μετά την δεξαμενή και πριν τον καυστήρα και διευκολύνει την συντήρηση της γραμμής σύνδεσης της δεξαμενής με τον καυστήρα.

-φίλτρο πετρελαίου. Αποτρέπει τα κάθε μορφής κατάλοιπα να εισέλθουν στον καυστήρα και να προξενήσουν σημαντικές φθορές και δυσλειτουργίες στην καύση.

-ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πετρελαίου. Χρησιμοποιείται για να διακόπτει την ροή πετρελαίου προς τον καυστήρα, όταν αυτός δεν λειτουργεί και αρχίζει την λειτουργία της ταυτόχρονα με τον καυστήρα.

8.15 ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΟΧΕΙΟΥ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

Συνδέεται με τον σωλήνα επιστροφής του νερού στον λέβητα.

Διαστολή νερού $W_A = W_g \cdot A_F$

W_g (ολική ποσότητα νερού)=1000 α

A_F (συντελεστής διαστολής)=0,0296

$$W_A = W_g \cdot A_F = 1000 \cdot 0.0296 = 29.6lt$$

Το δοχείο διαστολής θα πρέπει να έχει ωφέλιμο όγκο 29,6 lit.

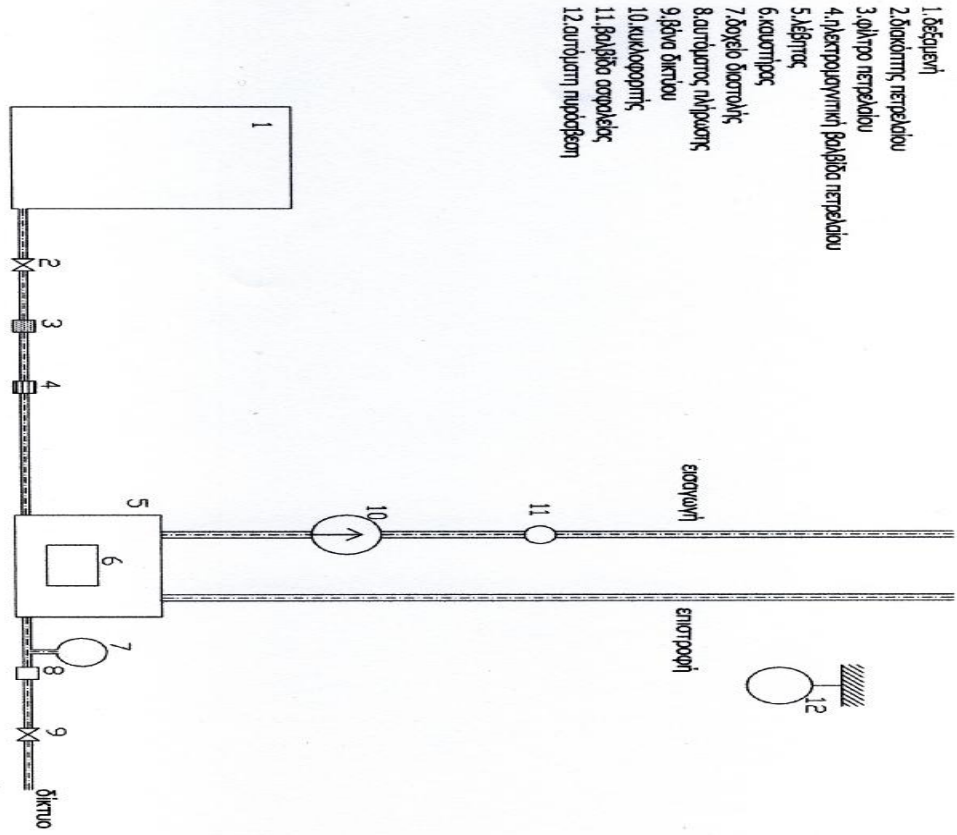
8.16 ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Τοποθετείται για την προστασία του λέβητα και της εγκατάστασης από ανεπιθύμητη αύξηση της πίεσης του νερού. Την τοποθετούμαι στη θέση αναχώρησης του δικτύου προσαγωγής και σε υψηλό σημείο.

8.17 ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΩΣΕΩΣ

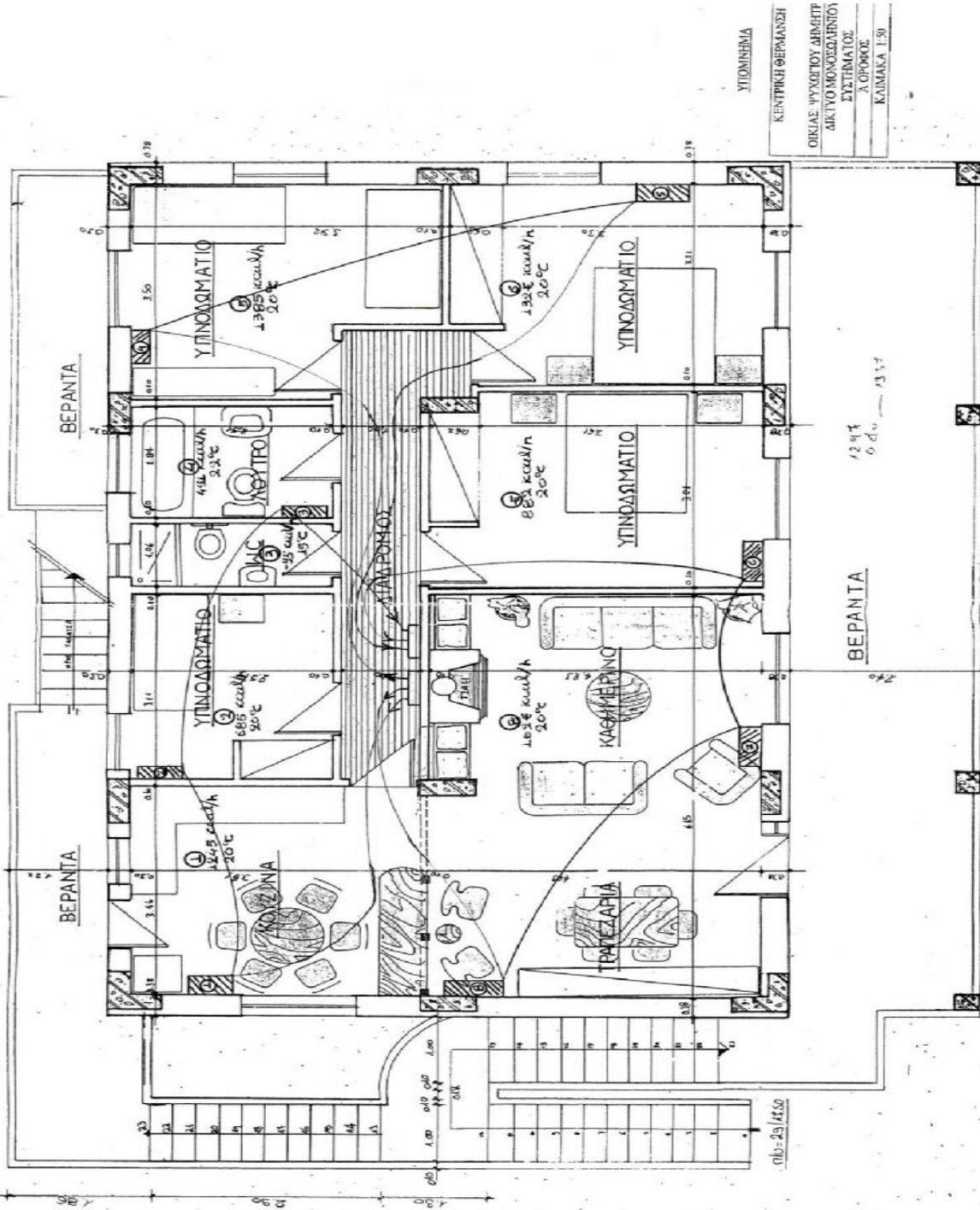
Τοποθετείται στον σωλήνα του δικτύου νερού και ρυθμίζουμε την πίεση(bar) του νερού περίπου στα 2 bar.

8.18 ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ



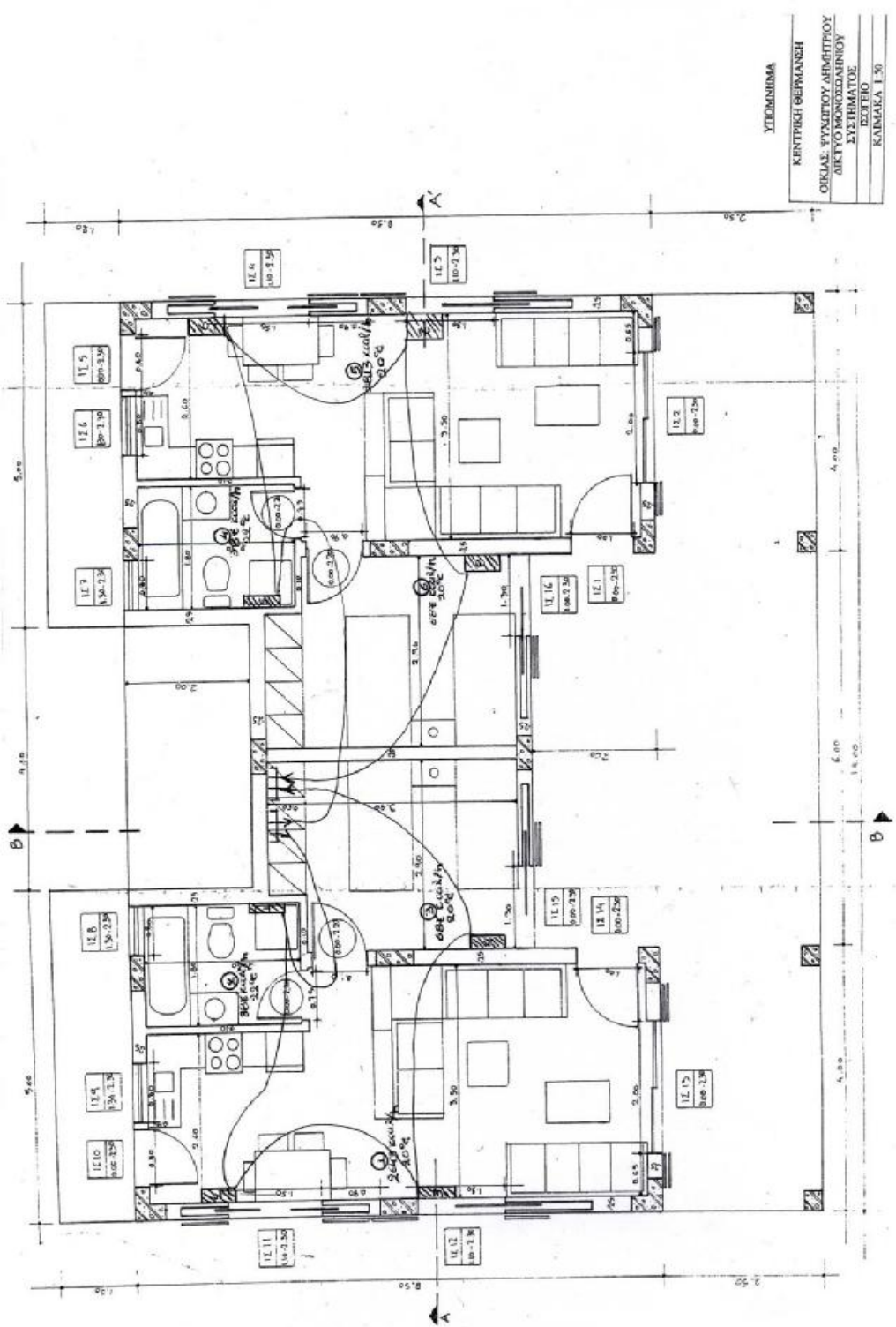
- 1. δεξαμενή
- 2. διακόπτης νερού
- 3. φλιτζάνι νερού
- 4. ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα νερού
- 5. λέβητας
- 6. κωστήρας
- 7. δοχείο διαστολής
- 8. αυτόματος πλήρωσης
- 9. βήμα δικτύου
- 10. κυκλοφορητής
- 11. βαλβίδα ασφαλείας
- 12. αυτόματη πυρόσβεση

8.19 ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΟΙΚΙΑΣ



ΥΠΟΜΟΝΗ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ
ΟΙΚΙΑΣ ΨΥΧΙΣΤΟΥ ΔΗΜΗΤΡ
ΑΚΥΤΟ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΟ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
Α ΟΡΟΦΟΣ
ΚΑΜΑΚΑ 1.50

Α ΟΡΟΦΟΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ
 ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ
 ΟΙΚΙΑΣ: ΠΥΛΩΤΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ
 ΔΙΚΤΥΟ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΥ
 ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
 ΕΡΓΗΦΟ
 ΚΑΜΑΚΑ 1/30

ΙΣΟΓΕΙΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Λέβητας	Θερμαντική ισχύς (18920-27520 kcal/h) Αντίθλιψη 0,06-0,11 mbar	1.510 €
Θερμαντικά σώματα		2.920€
Σωληνώσεις χαλκός επενδεδυμένος	16x1	610 €
Κυκλοφορητής	Μανομετρικό ύψος : 1982,5mmΣN/m Παροχή νερού : 1,33 m ³ /h	150 €
Ηλεκτροβάνες	1"	195 €
Δεξαμενή πετρελαίου	Χωρητικότητα : 1,7 - 2 m ³ Διαστάσεις : 1,0 x 1,0 x 1,5	250 €
Καυστήρας	Θερμική ισχύς : (16340 – 25800 kcal/h) Αντίθλιψη : 0,33 mbar	650 €
Δοχείο διαστολής	Όγκος : 30 lit	40 €
Αυτόματος πλήρωσης	Πίεση : 2 bar	30 €
Βαλβίδα ασφαλείας		10 €
Συλλέκτες	Ορειχάλκινοι 1" (2 και 3 οπές)	56 €
Εξαρτήματα σύνδεσης		145 €
Μόνωση σωληνώσεων		66€
Σύνολο		6.632€

Στο συνολικό κόστος δεν συμπεριλαμβάνεται το κόστος εγκατάστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

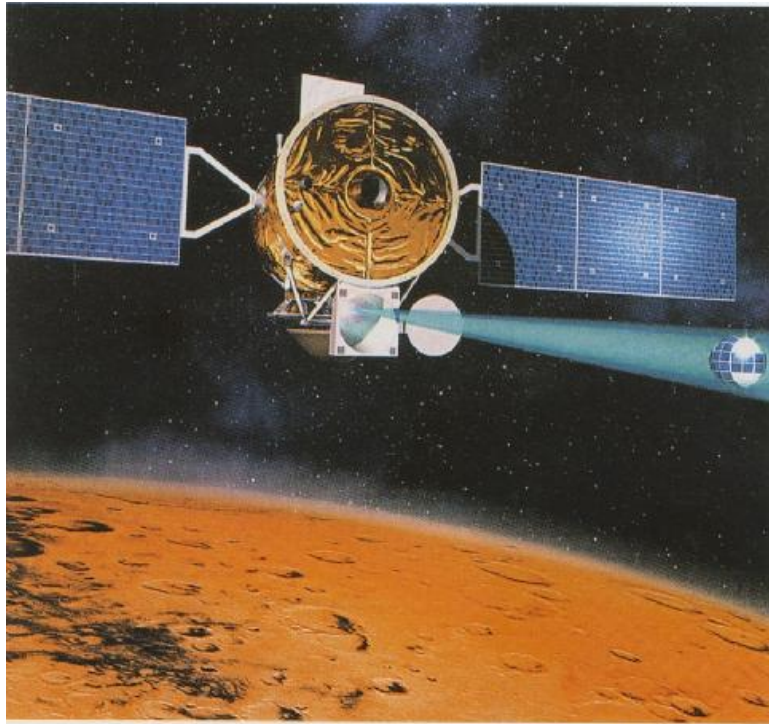
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

10.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φωτοβολταϊκά (φ/β ή pv) συστήματα είναι συστήματα τα οποία μετατρέπουν την ενέργεια του φωτός σε ηλεκτρισμό. Η λειτουργία τους βασίζεται στο λεγόμενο ως ‘φωτοηλεκτρικό φαινόμενο’. ‘Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο’ καλείται η ιδιότητα που έχουν ορισμένα στοιχεία της φύσης να απορροφούν φως (ή αλλιώς φωτόνια, σύμφωνα με την κβαντική φυσική) και να απελευθερώνουν ηλεκτρόνια. Όταν δημιουργηθεί ροή ηλεκτρονίων, θα έχουμε ηλεκτρικό ρεύμα.

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 από τον γάλλο φυσικό Henri Becquerel ο οποίος παρατήρησε ότι ορισμένα υλικά μπορούν να παράγουν μικρές ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος όταν εκτεθούν στο φως. Το 1905, ο Albert Einstein περιέγραψε το φως καθώς και το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο για τα οποία τιμήθηκε αργότερα με το βραβείο Νόμπελ φυσικής.

Το πρώτο φωτοβολταϊκό module (ή φωτοβολταϊκό πλαίσιο) κατασκευάστηκε από την Bell Laboratories το 1953. Είχε περιγραφεί ως ηλιακή μπαταρία και λόγω υψηλού κόστους δεν χρησιμοποιούταν ευρέως. Στην δεκαετία του ’60, η βιομηχανία του διαστήματος άρχισε να κάνει την πρώτη σοβαρή χρήση αυτής της τεχνολογίας (διαστημική τεχνολογία) σχήμα 10.1. Μέσω των ερευνητικών προγραμμάτων για το διάστημα, η τεχνολογία εξελίχθηκε, η αξιοπιστία της εδραιώθηκε και το κόστος άρχισε να μειώνεται. Κατά την διάρκεια της ενεργειακής κρίσης της δεκαετίας του ’70, η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών κέρδισε την αναγνώριση ως πηγή ενέργειας και για μη διαστημικές εφαρμογές.



Σχήμα 10.1 Δορυφόρος που καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες λειτουργίας των συσκευών του με φ/β πλαίσια.

Στις μέρες μας, τα φωτοβολταϊκά συστήματα παίζουν ήδη ένα σημαντικό ρόλο στη ζωή μας. Τα απλούστερα συστήματα παρέχουν ενέργεια στους περισσότερους υπολογιστές τσέπης μέχρι και στα ρολόγια χειρός τα οποία χρησιμοποιούμε καθημερινά. Πιο περίπλοκα (σχήμα 10.2,) συστήματα παρέχουν ηλεκτρισμό για άντληση νερού, σε εξοπλισμούς επικοινωνίας, ακόμα και για το φωτισμό οικιών και την λειτουργία των οικιακών συσκευών.



Σχήμα 10.2 Εφαρμογές pv πλαισίων σε νέα κτίρια.

Υπάρχουν περιπτώσεις εφαρμογής των pv στοιχείων σε:

-αυτοκίνητα ή φορτηγά ψυγεία (σχήμα 10.2) που σχεδιάστηκαν να χρησιμοποιούν ενέργεια από συστοιχία pv-πλασίων ενσωματωμένων στην επιφάνεια τους.

-εφαρμογές για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές απομακρυσμένες του δικτύου π.χ. νησιά.

Σε πάρα πολλές περιπτώσεις, η φωτοβολταϊκή ενέργεια είναι ο φθηνότερος τρόπος παραγωγής ηλεκτρισμού.



Σχήμα 10.2 Φορτηγό ψυγείο με pv πλαίσια στην οροφή για παραγωγή ενέργειας για κίνηση και ψύξη.

10.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Πλεονεκτήματα:

- ανανεώσιμη και ελεύθερα διαθέσιμη ενεργειακή πηγή.
- ικανοποιητική απόδοση μετατροπής.
- σχετικά εύκολη μέθοδος κατασκευής των ηλιακών στοιχείων από πρώτες ύλες που αφθονούν.
- πρακτικά απεριόριστη διάρκεια ζωής των ηλιακών στοιχείων (τουλάχιστον 20 ή 30 χρόνια).
- σε περίπτωση βλάβης η αποκατάσταση λειτουργίας τους γίνεται εύκολα.
- η φωτοβολταϊκή μετατροπή δεν προκαλεί ρύπανση στο περιβάλλον, ούτε θόρυβο ή άλλη ενόχληση και δεν δημιουργεί απόβλητα ή άχρηστα προϊόντα.
- δίνει την δυνατότητα ανεξαρτησίας από κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα διανομής.
- η αναλογία της παραγόμενης ισχύος προς το βάρος της διάταξης είναι αρκετά μεγάλη, περίπου 100W/kg, που είναι σημαντική ιδιότητα για τις διαστημικές εφαρμογές.

Μειονεκτήματα:

- υψηλό κόστος κατασκευής των ηλιακών στοιχείων.

-για τις περισσότερες εφαρμογές απαιτείται η δαπανηρή αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω της αστάθειας και της μεγάλης διακύμανσης της ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας.

-απαιτείται η χρησιμοποίηση μεγάλων σχετικά επιφανειών, λόγω της μικρής πυκνότητας της ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας.

10.3 ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Μέχρι σήμερα η χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ενέργειας έχει σημαντική εφαρμογή σε δεκάδες αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες. Ο ελλαδικός χώρος δέχεται αρκετά σημαντική ηλιακή ακτινοβολία, ιδιαίτερα στις νότιες περιοχές κάτι το οποίο δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την διάδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Στην Ελλάδα υπάρχουν δύο φωτοβολταϊκοί σταθμοί. Ο πρώτος ισχύος 50kw βρίσκεται στην Κρήτη και ο δεύτερος ισχύος 100kw στην Κύθνο.

Η κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων με την σημερινή τεχνολογία απαιτεί ιδιαίτερα ενεργοβόρες διαδικασίες όπως η μεταλλουργική παραγωγή του απαιτούμενου πυριτίου. Επιπλέον η τεχνολογική εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων απαιτεί ακριβά εξαρτήματα όπως συσσωρευτές, ρυθμιστές και μετατροπείς. Αυτό έχει ως συνέπεια το αρχικό κόστος κατασκευής των φωτοβολταϊκών να είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με την ενεργειακή απόδοση του συστήματος κάτι το οποίο τα κάνει μη ανταγωνιστικά των συμβατικών μορφών παραγωγής ενέργειας. Επίσης εκτιμάται ότι απαιτούνται τουλάχιστον 5 χρόνια συνεχούς λειτουργίας έτσι ώστε το φωτοβολταϊκό σύστημα να παράξει την ποσότητα ενέργειας που απαιτήθηκε για την κατασκευή των ηλιακών στοιχείων που το αποτελούν.

Παρά το υψηλό κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων τα περιθώρια διάδοσης των εφαρμογών τους είναι μεγάλα σε ειδικότερες εφαρμογές όπου η χρήση τους έχει πλεονεκτήματα. Ειδικότερα για τον ελλαδικό χώρο θα μπορούσαν να ηλεκτροδοτηθούν πολλοί από τους 1000 μικρούς οικισμούς που δεν έχουν συνδεθεί με το δίκτυο της ΔΕΗ καθώς και άλλες 50.000 διάσπαρτες κατοικίες που δεν έχουν ηλεκτρικό ρεύμα.

Η κατασκευή των περισσότερων από τους μεγάλους φωτοβολταϊκούς σταθμούς έχει γίνει με οικονομική ενίσχυση από τις κυβερνήσεις χωρών, διεθνής οργανισμούς κ.λπ. Είναι φανερό ότι για να γίνουν ανταγωνιστικά τα φωτοβολταϊκά συστήματα των συμβατικών μεθόδων παραγωγής ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα όπως η ηλεκτροδότηση αστικών περιοχών και βιομηχανιών θα πρέπει να γίνει σημαντική μείωση του κόστους των ηλιακών στοιχείων και των εξαρτημάτων. Η σημερινή εκτίμηση είναι ότι αυτό θα επιτευχθεί αν αλλάξει ριζικά η τεχνολογία κατασκευής των ηλιακών στοιχείων.

Η γενική εκτίμηση για το μέλλον της φωτοβολταϊκής ενέργειας είναι ότι σε 10 με 20 χρόνια τα φωτοβολταϊκά θα καλύπτουν για πολλές χώρες ένα σημαντικό ποσοστό της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της τάξεως του 10 με 20%. Επίσης εκτιμάται ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα θα κυριαρχήσουν σε εξειδικευμένους τομείς όπου η χρήση τους έχει σαφή πλεονεκτήματα σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας όπως για παράδειγμα η παραγωγή ενέργειας σε διαστημικές εγκαταστάσεις, η ηλεκτροδότηση νησιών και απομονωμένων περιοχών. Η εκτιμώμενη αυτή εξέλιξη μπορεί να επιβραδυνθεί ή να επιταχυνθεί από διάφορους τεχνολογικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες όπως η εξέλιξη της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών συστημάτων, η αύξηση του κόστους των μη-ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και ιδιαίτερα του πετρελαίου, και η περιβαλλοντική πολιτική των κυβερνήσεων.

10.4 ΦΩΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

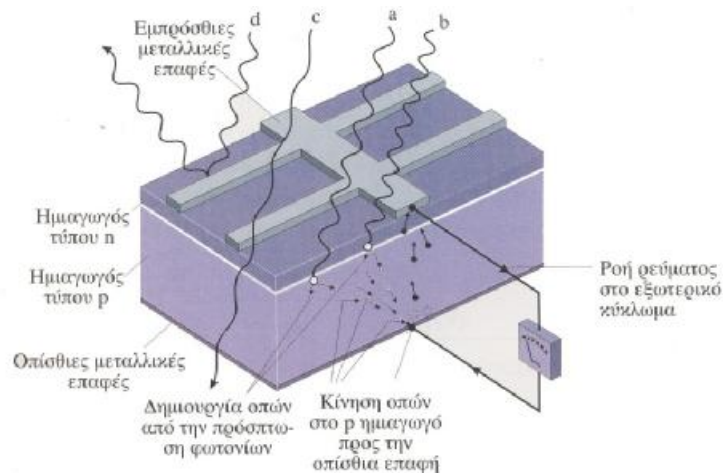
Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο βασίζεται σε βασικές ιδιότητες της ύλης που γνωρίζει ο άνθρωπος εδώ και πάρα πολλά χρόνια. Συνεπώς, για την κατανόηση του φαινομένου είναι απαραίτητο να έχουμε κατά νου τις ιδιότητες αυτές.

Όπως είναι γνωστό η ύλη αποτελείται από άτομα. Τα άτομα με την σειρά τους αποτελούνται από θετικά φορτισμένα σωματίδια τα πρωτόνια, τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια τα ηλεκτρόνια και τα ουδέτερα νετρόνια. Σύμφωνα με την κβαντική περιγραφή του ατόμου, τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα σε διαφορετικές αποστάσεις ανάλογα με το ενεργειακό τους επίπεδο. Ανήκουν σε επτά στοιβάδες. Αν για κάποιο λόγο δώσουμε σε ένα ηλεκτρόνιο επιπλέον ενέργεια από αυτήν που έχει ήδη, για παράδειγμα με ένα φωτόνιο, τότε αυτό θα μεταπηδήσει στην αμέσως προς τα έξω στοιβάδα. Αν τώρα το ηλεκτρόνιο αυτό ήταν στην εξωτερική στοιβάδα, η επιπλέον ενέργεια θα του έδινε την δυνατότητα να απομακρυνθεί από το άτομο το οποίο με αυτό τον τρόπο φορτίζεται.

Ενεργειακό κατώφλι: όταν φωτόνια ακτινοβολίας πέφτουν πάνω σε ένα φ/β στοιχείο, μόνο τα φωτόνια με ένα συγκεκριμένο επίπεδο ενέργειας είναι σε θέση να ελευθερώσουν ηλεκτρόνια από τους ατομικούς δεσμούς τους και να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτό το επίπεδο ενέργειας, γνωστό ως 'ενεργειακό κατώφλι', προσδιορίζεται ως η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για να αποσπαστεί ένα ηλεκτρόνιο από την τροχιά του και να γίνει μέρος ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Έτσι είναι απαραίτητο για ένα φ/β στοιχείο να προσαρμοστεί κατάλληλα ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη εκμετάλλευση της ενέργειας που έχουν τα φωτόνια. Με αυτόν τον τρόπο περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια και κατά συνέπεια έχουμε ένα αποδοτικό φ/β στοιχείο.

10.5 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

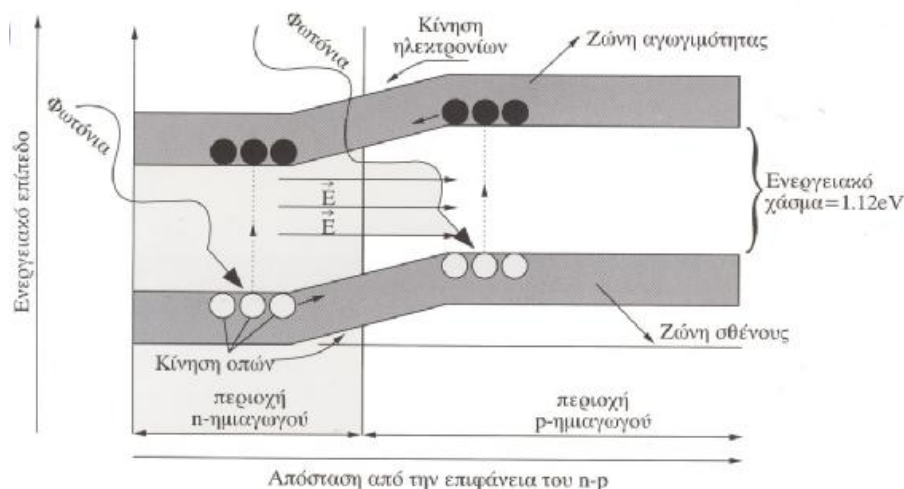
Κατά την κατασκευή ενός φ/β στοιχείου φέρονται σε επαφή δύο (σχήμα 10.3) στρώματα ημιαγωγών. Ο ένας ημιαγωγός είναι τύπου $-p$ από την αγγλική λέξη positive επειδή είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε να υπάρχει έλλειμμα ηλεκτρονίων και έτσι να εμφανίζονται κενές θέσεις ή οπές στην κρυσταλλική δομή του. Ο άλλος ημιαγωγός είναι τύπου $-n$ από την αγγλική λέξη negative επειδή είναι έτσι κατασκευασμένος ώστε να υπάρχει περίσσεια ηλεκτρονίων στην κρυσταλλική δομή του. Ωστόσο και οι δύο ημιαγωγοί δεν είναι φορτισμένοι.



Σχήμα 10.3 Δομικά στοιχεία pn κυψελίδας. Δημιουργία e^- και οπών.

Από τον ημιαγωγό n υπάρχει περίσσεια e^- τα οποία διαχέονται προς την περιοχή p , όπου εκεί αυτά είναι φορείς μειονότητας. Αντιστρόφως οπές διαχέονται από τον p προς τον όπου εκεί είναι φορείς μειονότητας. Έτσι σε ένα τμήμα του ημιαγωγού p κοντά στην διεπαφή $n-p$ να επικρατεί αρνητικό φορτίο. Όλη αυτή η δυναμική ισορροπία συγκέντρωσης φορτίων e^- και οπών περί την διεπαφή $n-p$ αναπτύσσεται χωρίς την επίδραση φωτός. Όμως λόγω των προσπιπτόντων φωτονίων (σχήμα 10.4), ηλεκτρόνια μεταπηδούν στη ζώνη αγωγιμότητας και τότε αυτά που βρίσκονται στον ημιαγωγό p , κινούνται προς την περιοχή n , ενώ

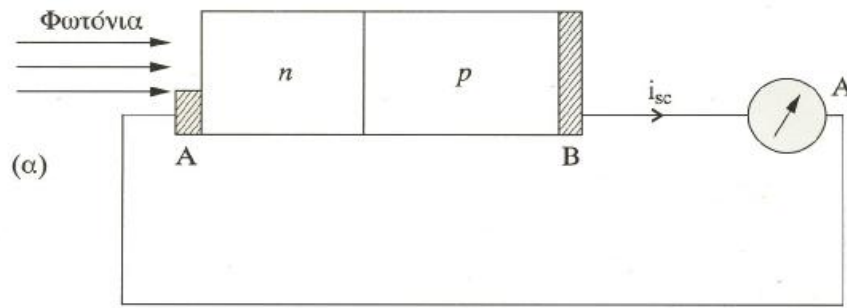
οι οπές από τον n κινούνται προς τον p. Έτσι λοιπόν, τα e⁻ δημιουργούνται συνεχώς καθώς φωτόνια πέφτουν συνεχώς και αλληλεπιδρούν με τα ηλεκτρόνια του ημιαγωγού. Όσο το φως διαρκεί, το φαινόμενο συνεχίζεται. Με την πρόσπτωση του φωτός στις δύο περιοχές, p και n, δημιουργούνται επιπλέον ηλεκτρόνια και οπές, τα οποία διαταράσσουν την δυναμική ισορροπία που είχε σχηματιστεί λόγω του φαινομένου της διάχυσης. Το φαινόμενο αυτό εξηγεί την δημιουργία του φωτορεύματος i_{ph} από τα φωτόνια που προσπίπτουν στο σύστημα p-n. Το σύστημα αυτό καλείται pn-στοιχείο και η συμπεριφορά αυτή, φωτοβολταϊκό φαινόμενο.



Σχήμα 10.4 Ενεργειακό διάγραμμα των ημιαγωγών p και n.

Έτσι, όταν το φ/β στοιχείο δεχτεί ηλιακή ακτινοβολία τα φωτόνια διαπερνώντας τον ημιαγωγό προσπίπτουν πάνω σε άτομα κυρίως πυριτίου, και ενεργοποιούν ορισμένο αριθμό ηλεκτρονίων (ενεργειακό κατώφλι).

Εάν ενώσουμε απλώς με ένα καλώδιο ή με ένα εξωτερικό φορτιστή τα δύο στρώματα, τα ηλεκτρόνια θα έχουν ένα πιο εύκολο δρόμο τον οποίο θα ακολουθήσουν και θα φτάσουν τις οπές από τις οποίες έλκονται. Έχουμε λοιπόν, την ροή ηλεκτρονίων ή ηλεκτρικό ρεύμα αλλιώς (σχήμα 10.5).



Σχήμα 10.5 Ρεύμα διαρρέει το κύκλωμα με διεύθυνση $p \rightarrow n$.

10.6 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Φ/β στοιχεία μονής επαφής:

Στην σημερινή εποχή, οι περισσότεροι κοινές φ/β συσκευές χρησιμοποιούν μια μονή επαφή για να δημιουργήσουν ένα ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ δύο ημιαγωγών. Σε ένα φ/β στοιχείο μονής επαφής, μόνο τα φωτόνια των οποίων η ενέργεια είναι ίση ή μεγαλύτερη από το ενεργειακό κατώφλι του υλικού του ημιαγωγού n μπορούν να ελευθερώσουν ένα ηλεκτρόνιο και να δημιουργηθεί ηλεκτρικό ρεύμα. Με άλλα λόγια, η φωτοβολταϊκή απόκριση ενός φ/β στοιχείου μονής επαφής περιορίζεται στο μέρος του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας του οποίου η ενέργεια είναι μεγαλύτερη από το ενεργειακό κατώφλι του ημιαγωγού απορρόφησης και τα φωτόνια μικρότερης ενέργειας δεν χρησιμοποιούνται.

Φ/β στοιχεία 'πολυεπαφής':

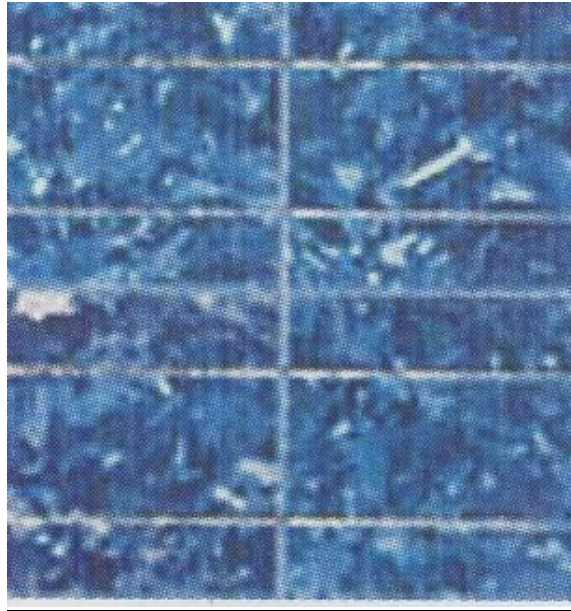
Ένας τρόπος να παρακάμψουμε αυτόν τον περιορισμό είναι να χρησιμοποιήσουμε δύο ή περισσότερα φ/β στοιχεία, έχοντας περισσότερα ενεργειακά κατώφλια και περισσότερες επιφάνειες επαφών για την δημιουργία τάσης. Αυτά τα φ/β στοιχεία ονομάζονται φ/β στοιχεία 'πολυεπαφής'. Όπως είναι προφανές οι συσκευές με φ/β στοιχεία πολυεπαφής έχουν υψηλότερο συνολικό βαθμό απόδοσης διότι μπορούν να μετασχηματίσουν περισσότερη από την ενέργεια του φωτός σε ηλεκτρισμό.

10.7 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ Φ/Β ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

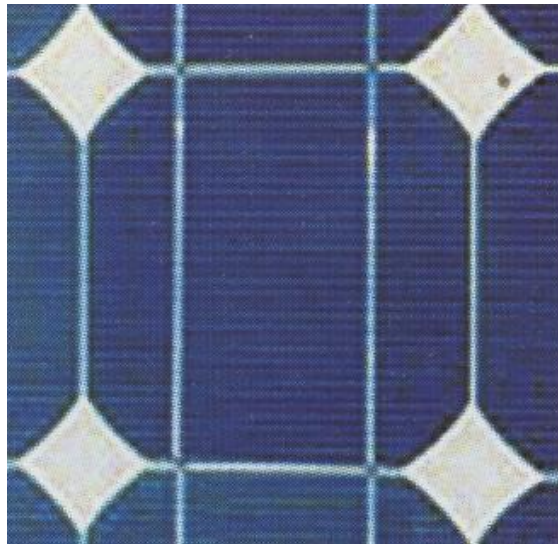
A) Το συνηθέστερο και φθηνότερο μέχρι σήμερα υλικό κατασκευής των φ/β στοιχείων είναι το πυρίτιο Si, σε μορφή μονοκρυσταλλική (σχήμα 10.7), πολυκρυσταλλική (σχήμα 10.8), ή άμορφη. Σήμερα τα φ/β στοιχεία από κρυσταλλικό Si κρατούν το 90% της αγοράς. Το άμορφο πυρίτιο (σχήμα 10.6) απορροφά περίπου 40 φορές περισσότερη ηλιακή ενέργεια από ότι το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο. Επειδή το άμορφο πυρίτιο δεν έχει την δομική ομοιομορφία που έχουν το μονοκρυσταλλικό και το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο, η μικρότερη παρέκκλιση θα οδηγούσε σε ελαττώματα.



Σχήμα 10.6 Άμορφο πυρίτιο.



Σχήμα 10.7 Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο.



Σχήμα 10.8 Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο.

Στον πίνακα 10.9 μπορούμε να δούμε τις αποδόσεις των φ/β στοιχείων για διάφορους αγωγούς.

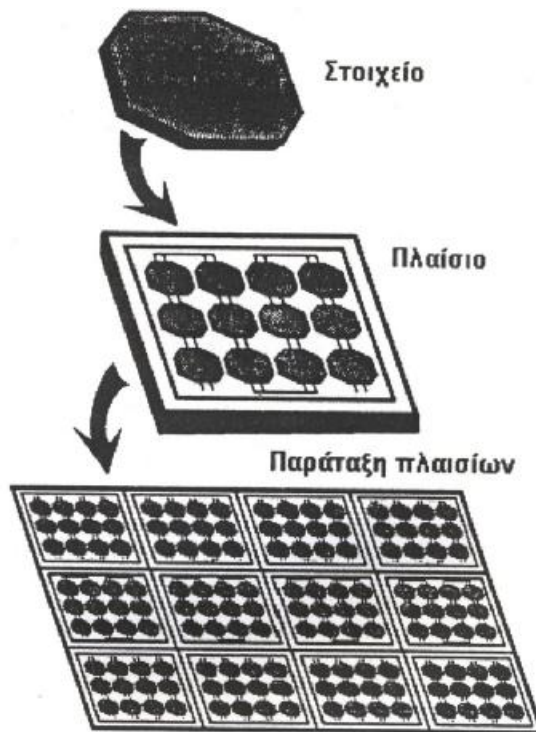
Υλικά PV στοιχείων	Θεωρητική βέλτιστη απόδοση (%)	Πραγματική απόδοση (%)
Μονοκρυσταλλικό Πυρίτιο	24	15
Πολυκρυσταλλικό Πυρίτιο	18	12
Άμορφο Πυρίτιο	12	5

Σχήμα 10.9 Χαρακτηριστικές τιμές αποδόσεων φ/β στοιχείων.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας πολυκρυσταλλικών φ/β στοιχείων προβλέπεται ότι θα διπλασιαστεί η απόδοση.

10.8 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ

Ένας αριθμός από στοιχεία τα οποία ενώνονται (ηλεκτρικά) μεταξύ τους και τοποθετούνται σε ένα πλαίσιο, καλείται φωτοβολταϊκό πλαίσιο (ή πάνελ ή module). Τα πλαίσια σχεδιάζονται για να παρέχουν ηλεκτρισμό σε συγκεκριμένη τάση (π.χ. τα συστήματα των 12 Volts). Το ρεύμα που παράγεται εξαρτάται άμεσα από το πόσο φώς προσπίπτει στο πλαίσιο. Πολλά πλαίσια μπορούν να ενωθούν και να σχηματίσουν παράταξη πλαισίων (σχήμα 10.10,10.11).



Σχήμα 10.10 Στοιχείο → πλαίσιο → παράταξη πλαισίων.

Ισχύει ότι όσο πιο μεγάλη είναι η επιφάνεια ενός πλαισίου ή μιας παράταξης πλαισίων, τόσο περισσότερο ρεύμα θα παραχθεί. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και οι παρατάξεις τους παράγουν συνεχές ρεύμα.



Σχήμα 10.11 Φ/β πλαίσια σε σειρά και παράλληλα.

Φ/β γεννήτρια: αποτελείται από τους φ/β συλλέκτες με τα φ/β στοιχεία.

Οι φ/β γεννήτριες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

A) αποτελούνται από ακίνητα πλαίσια

B) αποτελούνται από κινούμενα πλαίσια τα οποία είναι ικανά να παρακολουθούν συνεχώς την πορεία του ήλιου κατά την διάρκεια της ημέρας με αποτέλεσμα να έχουμε αύξηση της ενέργειας. Οι εγκαταστάσεις αυτές είναι δαπανηρές και σε συνδυασμό με την ανάγκη τακτικού ελέγχου τις καθιστούν απαγορευτικές για μικρές εγκαταστάσεις.

Γ) περιλαμβάνει διατάξεις με φακούς ή κάτοπτρα που συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία και την στέλνουν πολύ συγκεντρωμένη πάνω στα στοιχεία. Τα στοιχεία της κατηγορίας αυτής λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται απαιτούν την ψύξη τους με κάποιο ψυκτικό μέσο.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα φ/β πλαίσιο εξαρτάται από τα εξής:

-από την ονομαστική ή μέγιστη ισχύ P_{max} .

-από την γεωγραφική θέση που θα εγκατασταθεί η φ/β γεννήτρια.

-από την χρονική περίοδο λειτουργίας ή την εποχή.

-από την θερμοκρασία φ/β πλαισίου.

-από την καθαρότητα της επιφάνειας του φ/β πλαισίου.

-από την κλίση της επιφάνειας του.

10.9 ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Για την σωστή λειτουργία μιας φ/β εγκατάστασης απαιτείται η ύπαρξη διαφόρων διατάξεων για τις διάφορες μετατροπές του ρεύματος και για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και η ορθή λειτουργία τους.

1.Ρυθμιστής συνεχούς τάσης (VOLTAGE CONTROLER).

Η συσκευή αυτή (σχήμα 10.12) έχει σκοπό να ρυθμίζει την ροή του ρεύματος προς τις μπαταρίες σε κατάλληλες τιμές ανάλογα με την κατάσταση της. Συγκεκριμένα ελαττώνει το ρεύμα όταν η μπαταρία πλησιάζει την πλήρη φόρτιση της για να εμποδίσει την υπερφόρτιση της ώστε να μην μειώνεται ο χρόνος ζωής της και αυξάνει το ρεύμα όταν η τάση της μπαταρίας πέσει κάτω από τα επιτρεπτά όρια.

Η τάση λειτουργίας του ρυθμιστή πρέπει να είναι περίπου ίση με την τάση που δίνουν τα πλαίσια και ο ρυθμιστής θα πρέπει να είναι ικανός να αντέξει 1.25 φορές μεγαλύτερο ρεύμα από το ρεύμα βραχυκύκλωσης των πλαισίων. Η ισχύς του ρυθμιστή καθορίζεται από την τάση των πλαισίων και το ρεύμα του καταναλωτή και θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη και από την ισχύ των πλαισίων και από την ισχύ του καταναλωτή. Χαμηλή τάση αποκοπής, ονομάζεται η τάση που όταν εφαρμοστεί στα άκρα του ρυθμιστή, αποσυνδέει την μπαταρία από το φορτίο για να ξεκινήσει η φόρτιση της. Σε μια μπαταρία των 12 V, η χαμηλή τάση αποκοπής κυμαίνεται μεταξύ των 11 και 12 V. Αντίστοιχα η υψηλή τάση αποκοπής, δηλαδή η τάση που θα έχει η μπαταρία όταν θα ανέβει πάνω από την τάση λειτουργίας της, οδηγεί τον ρυθμιστή στην διακοπή του ρεύματος για να εμποδιστεί η υπερφόρτιση της. Σε συσσωρευτή των 12V η υψηλή τάση αποκοπής κυμαίνεται μεταξύ των 14.5 και 15 V. Παράλληλα ο ρυθμιστής, εμποδίζει την ροή αντίθετου ρεύματος από την μπαταρία προς τα πλαίσια κατά την διάρκεια της νύχτας.



Σχήμα 10.12 Ρυθμιστές τάσης.

2.Συσσωρευτής-μπαταρία (BATTERY).

Στα φ/β συστήματα είναι απαραίτητη η πρόβλεψη αποθήκευσης μέρους της παραγόμενης από τη φ/β γεννήτρια, για την κάλυψη των φορτίων και για περιόδους χαμηλής ή ελάχιστης ηλιοφάνειας. Η αποθηκευμένη ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί από τα φορτία όταν η φ/β γεννήτρια δεν θα αποδίδει την αναγκαία ισχύ στο φορτίο. Η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται μέσω συσσωρευτών (σχήμα 10.13).



Σχήμα 10.13 Συσσωρευτές.

Τύποι συσσωρευτών:

- Μολύβδου Pb.
- Μολύβδου-αντιμονίου Pb/Sb.
- Μολύβδου-ασβεστίου Pb-Ca.
- Pb-Sb/Ca.

Χαρακτηριστικά συσσωρευτή:

A)Το κυριότερο στοιχείο που χαρακτηρίζει έναν συσσωρευτή είναι η τάση λειτουργίας του. Η τάση αυτή, εξαρτάται από το είδος του ηλεκτρολύτη και το είδος και τον αριθμό των πλακών του. Κάθε ζεύγος πλακών δίνει συνήθως τάση γύρω στα 2V. Οι συνηθισμένες μπαταρίες έχουν έξι πλάκες με συνολική τάση 12 V ενώ σε διάφορα συστήματα μπορούμε να συναντήσουμε και συσσωρευτές με 100 ή και 200 V.

B)Άλλο ένα χαρακτηριστικό είναι η χωρητικότητα C που εκφράζεται σε Ah (αμπερώρια), δείχνει το συνολικό φορτίο που είναι αποθηκευμένο στην μπαταρία αυτή.

$$C = i_{disc} \cdot t$$

i_{disc} :ένταση εκφόρτισης(A).

t :χρόνος εκφόρτισης(h).

Π.χ. ένας συσσωρευτής με χωρητικότητα 400 Ah αποδίδει ρεύμα:

- 200A σε t=2h συνεχούς λειτουργίας.
- 100A σε t=4h συνεχούς λειτουργίας.

·80A σε $t=5h$ συνεχούς λειτουργίας.

·2A σε $t=200h$ συνεχούς λειτουργίας.

Γ)Ρυθμός φόρτισης-εκφόρτισης: ορίζεται ως ο χρόνος σε ώρες h για να φορτισθεί ή να εκφορτιστεί ο συσσωρευτής στη ονομαστική τιμή της χωρητικότητας του. Συνήθεις τιμές είναι $t=10-20h$. Όσο πιο μικρός είναι ρυθμός εκφόρτισης τόσο μεγαλύτερη είναι η διαθέσιμη χωρητικότητα C και το αντίθετο.

Δ)Βάθος εκφόρτισης: μετράται επί τοις εκατό και εκφράζει το ποσοστό εκφόρτισης που μπορεί να φτάσει μια μπαταρία καθημερινά για να συνεχίζει να λειτουργεί κανονικά.

Συμπερασματικά:

-Η προσφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια δεν αποθηκεύεται εξολοκλήρου στον συσσωρευτή. Συσσωρευτές σε καλή κατάσταση έχουν βαθμό απόδοσης $\eta=80-85\%$.

-Οι συσσωρευτές χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας και παροχή αυτής στα φορτία όταν η φ/β γεννήτρια δεν αποδίδει επαρκή ισχύ στην έξοδο.

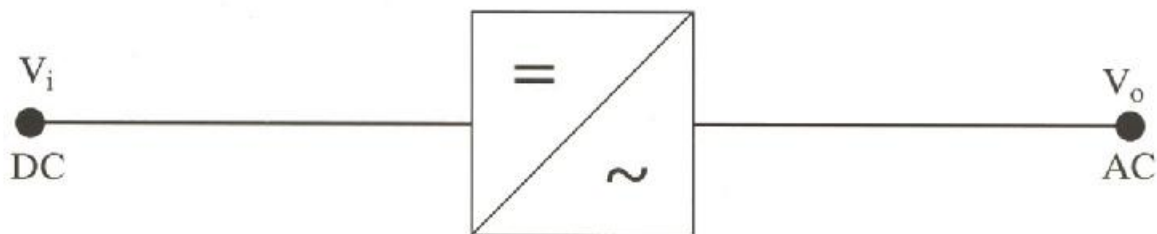
-Ο χρόνος ζωής μιας μπαταρίας εξαρτάται από τον ρυθμό φορτίσεων και εκφορτίσεων και τις ακραίες θερμοκρασίες λειτουργίας.

3.Μετατροπέας συνεχούς-εναλλασσόμενου (INVERTER).

Η συσκευή αυτή (σχήμα 10.14, 10.15) αποσκοπεί στην μετατροπή του συνεχούς ρεύματος που μας δίνουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενο τάσης 220 V για την τροφοδότηση των διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών. Η διάταξη αυτή είναι απαραίτητη λόγω της επικράτησης του εναλλασσομένου ρεύματος. Συσκευές που λειτουργούν με συνεχές ρεύμα υπάρχουν στο εμπόριο αλλά η περιορισμένη χρήση τους καθιστά την τιμή τους απρόσιτη για συνηθισμένες κατοικίες.



10.14 Inverter.

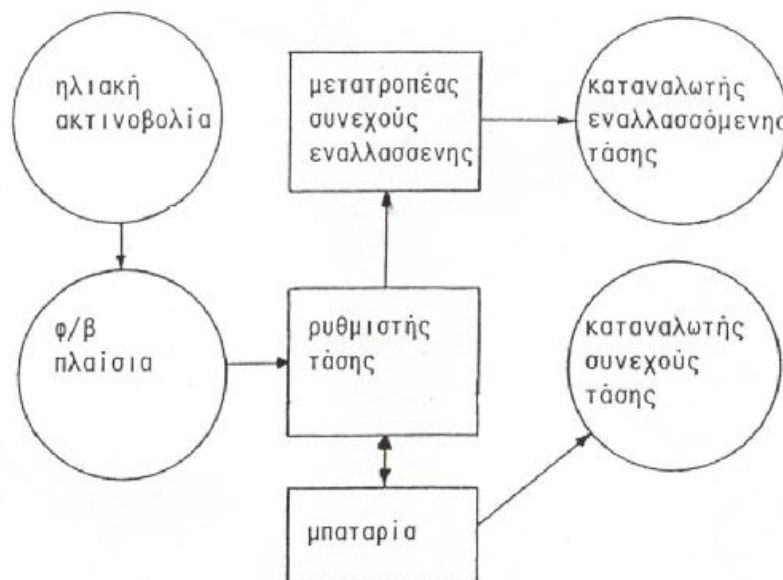


Σχήμα 10.15 Συμβολική παράσταση ενός μετατροπέα DC/AC και η πιο συνηθισμένη περίπτωση στα φ/β συστήματα.

Τα σύγχρονα inverter κάνουν εφικτή την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο με την βοήθεια ημιαγωγών με αποτέλεσμα να μην έχουμε κινητά μέρη, να επιτυγχάνουμε μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης και να μην υπάρχει ανάγκη για επιδιόρθωση και συντήρηση.

10.10 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

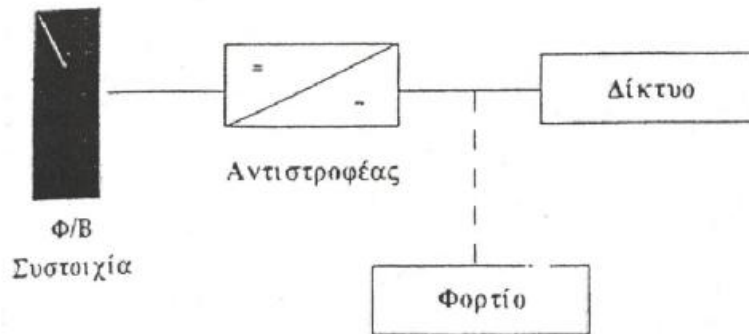
Υπάρχουν πολλές μορφές φ/β συστημάτων ανάλογα με το αν υποβοηθούνται τα φ/β πλαίσια από άλλη μορφή ενέργειας ή όχι. Στο σχήμα 10.16 παρουσιάζεται ένα διάγραμμα ενός αυτόνομου φ/β συστήματος.



Σχήμα 10.16 Διάγραμμα φ/β αυτόνομου συστήματος.

Στο σύστημα αυτό ένα μέρος της κατανάλωσης εξυπηρετείται με συνεχές ρεύμα το οποίο δίνεται κατευθείαν από την μπαταρία χωρίς να χρειάζεται η μετατροπή του. Η κατανάλωση με συνεχές ρεύμα θα μπορούσε να παραληφθεί.

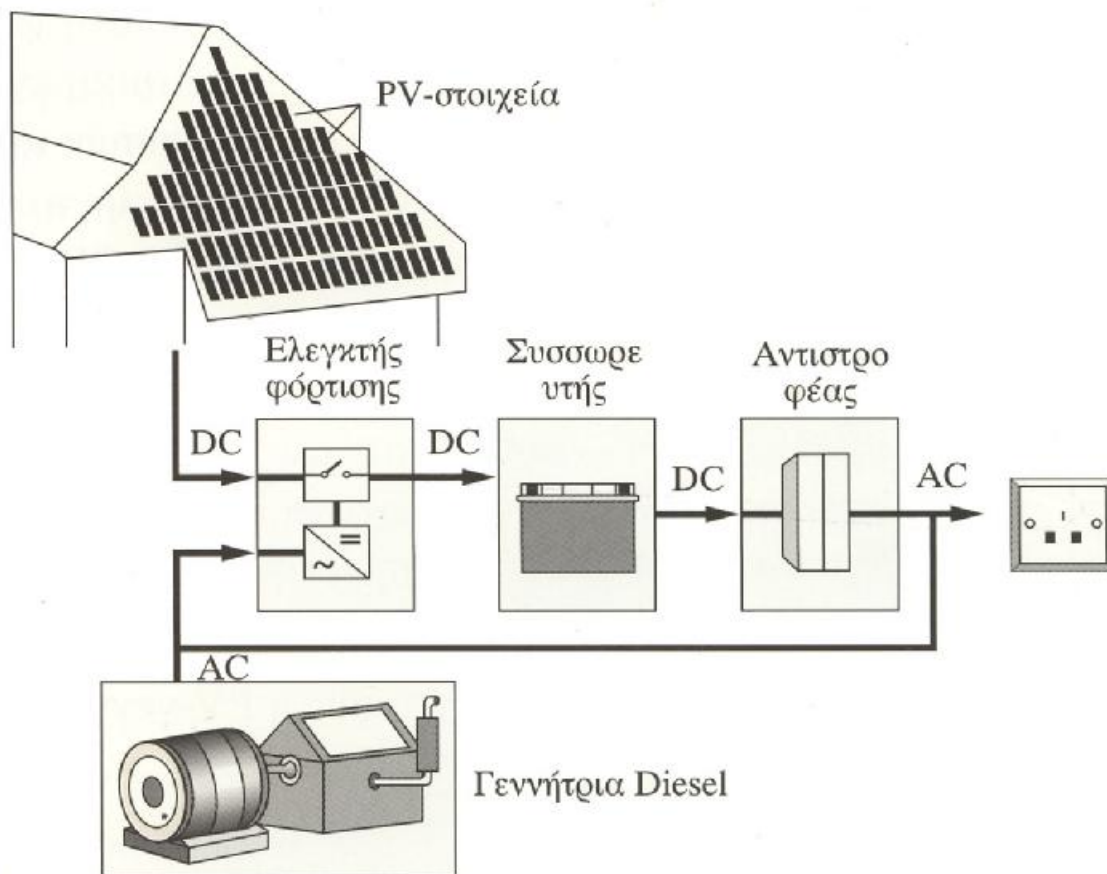
Στο σχήμα 10.17 παρουσιάζεται ένα φ/β σύστημα το οποίο είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο. Στην περίπτωση που δεν τοποθετούνται συσσωρευτές, μιας τότε όταν έχουμε αυξημένη ζήτηση την καλύπτουμε απευθείας από το δίκτυο. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν έχουμε πλεόνασμα ενέργειας, έχουμε την δυνατότητα να την διοχετεύσουμε πίσω στο δίκτυο.



Σχήμα 10.17 Διάγραμμα φ/β συστήματος συνδεδεμένο με το δίκτυο.

Μια άλλη παραλλαγή φ/β συστήματος είναι αυτό του υβριδικού το οποίο υποβοηθείται από κάποια άλλη μορφή ενέργειας, δηλαδή από γεννήτρια πετρελαίου. Στο σχήμα 10.18 βλέπουμε το διάγραμμα ενός τέτοιου συστήματος.

Στα συστήματα αυτού του τύπου μια γεννήτρια diesel χρησιμοποιείται για την φόρτιση του συσσωρευτή, όταν κρίνεται αναγκαίο. Ο βασικός ρόλος των ελεγκτών τάσεως είναι να ρυθμίζουν την ροή ρεύματος από την φ/β συστοιχία προς τους συσσωρευτές, να διατηρούν την κατάσταση φόρτισης και να αποτρέπουν υπερφορτίσεις. (ρυθμιστής φόρτισης ή ρυθμιστής τάσεως ή ελεγκτής φόρτισης).

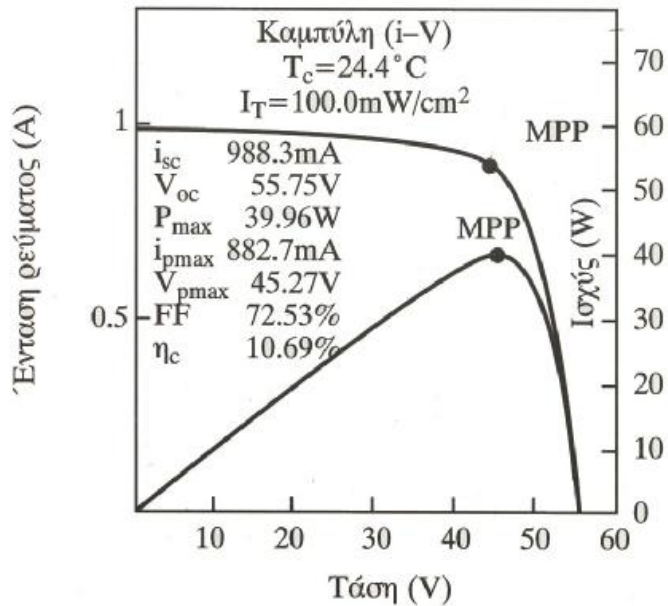


Σχήμα 10.18 Υβριδικό σύστημα.

10.11 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

-Αν επάνω στο φ/β πλαίσιο προσπέσει ηλιακή ακτινοβολία, θα δημιουργηθεί διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο στρωμάτων. Η τάση αυτή που δημιουργείται ονομάζεται τάση ανοιχτού κυκλώματος U_{oc} . Καθώς αυξάνεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας η U_{oc} αυξάνεται απότομα και το αντίθετο. Το I_{sc} είναι το ρεύμα βραχυκύκλωσης του φ/β στοιχείου.

-MPP (Max Power Point), στο σημείο αυτό (σχήμα 10.19) το φ/β στοιχείο αποδίδει στο φορτίο την μέγιστη δυνατή ισχύ.



Σχήμα 10.19 Εξαιρετική καμπύλη (i-v) φ/β στοιχείου και παράλληλα βλέπουμε την ισχύ συναρτήσει της τάσης.

Η παραπάνω καμπύλη είναι χαρακτηριστική καμπύλη ενός φ/β στοιχείου, παριστά την ένταση i που δίνει το φ/β στοιχείο συναρτήσει της τάσης στα άκρα του φορτίου με το οποίο αυτό είναι συνδεδεμένο. Η χαρακτηριστική καμπύλη είναι αρκετά σημαντική και μας βοηθάει να διαλέξουμε το σωστό φ/β στοιχείο. Όσο πιο καλό MPP έχει μια καμπύλη τόσο πιο καλό είναι το φ/β στοιχείο.

-απόδοση φ/β στοιχείου, ορίζουμε το πηλίκο της μέγιστης ισχύος P_{MAX} που αποδίδει, προς την προσπίπτουσα ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας I_T επί την επιφάνεια A_c του φ/β στοιχείου:

$$n = \frac{P_{max}}{A_c \cdot I_T}$$

-ένας σημαντικός συντελεστής για την εκτίμηση της λειτουργίας ενός φ/β στοιχείου είναι ο συντελεστής πλήρωσης FF:

$$FF = \frac{P_{max}}{U_{oc} \cdot I_{sc}}$$

Οι τιμές του FF θα πρέπει να κυμαίνονται συνήθως στην περιοχή 0.5-0.8

10.12 ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ

1) Γιατί να στραφώ στην ηλιακή ενέργεια;

Απάντηση

Για να καλύψουμε δύο τουλάχιστον ανάγκες. Την **ανάγκη σε ενέργεια και την ανάγκη να προστατευτεί το περιβάλλον**. Κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρισμού που προμηθευόμαστε από το δίκτυο της ΔΕΗ και παράγεται από ορυκτά καύσιμα, επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ένα τουλάχιστον κιλό διοξειδίου του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι, ως γνωστόν, το σημαντικότερο "αέριο του θερμοκηπίου" που συμβάλλει στις επικίνδυνες κλιματικές αλλαγές. Η στροφή στις καθαρές πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, αποτελεί τη μόνη διέξοδο για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών που απειλούν σήμερα τον πλανήτη. Επιπλέον, η χρήση της ηλιακής ενέργειας συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα καρκινογόνα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ.). Οι ρύποι αυτοί επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία και το περιβάλλον.

2) Συμφέρει η ηλιακή ενέργεια;

Απάντηση

Ναι, στις περιπτώσεις εκείνες όπου παρέχονται κίνητρα και υπάρχει ξεκάθαρη πολιτική στήριξης της ηλιακής τεχνολογίας. Όταν, για παράδειγμα, παρέχεται ενισχυμένη τιμή της πωλούμενης ηλιακής κιλοβατώρας (όπως ισχύει πλέον και στη χώρα μας), τότε, ο καταναλωτής όχι μόνο κάνει απόσβεση της επένδυσης αλλά έχει και ένα λογικό κέρδος από την παραγωγή και τροφοδοσία πράσινης ενέργειας στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις πάλι των αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων σε εφαρμογές εκτός δικτύου, η ανταγωνιστική τεχνολογία είναι οι

πανάκριβες στη λειτουργία τους, θορυβώδεις και ρυπογόνες ηλεκτρογεννήτριες, οπότε τα φωτοβολταϊκά είναι μια συμφέρουσα εναλλακτική λύση.

3) Γιατί να διαλέξω τα φωτοβολταϊκά;

Απάντηση

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία. Οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Τα φωτοβολταϊκά εγγυώνται:

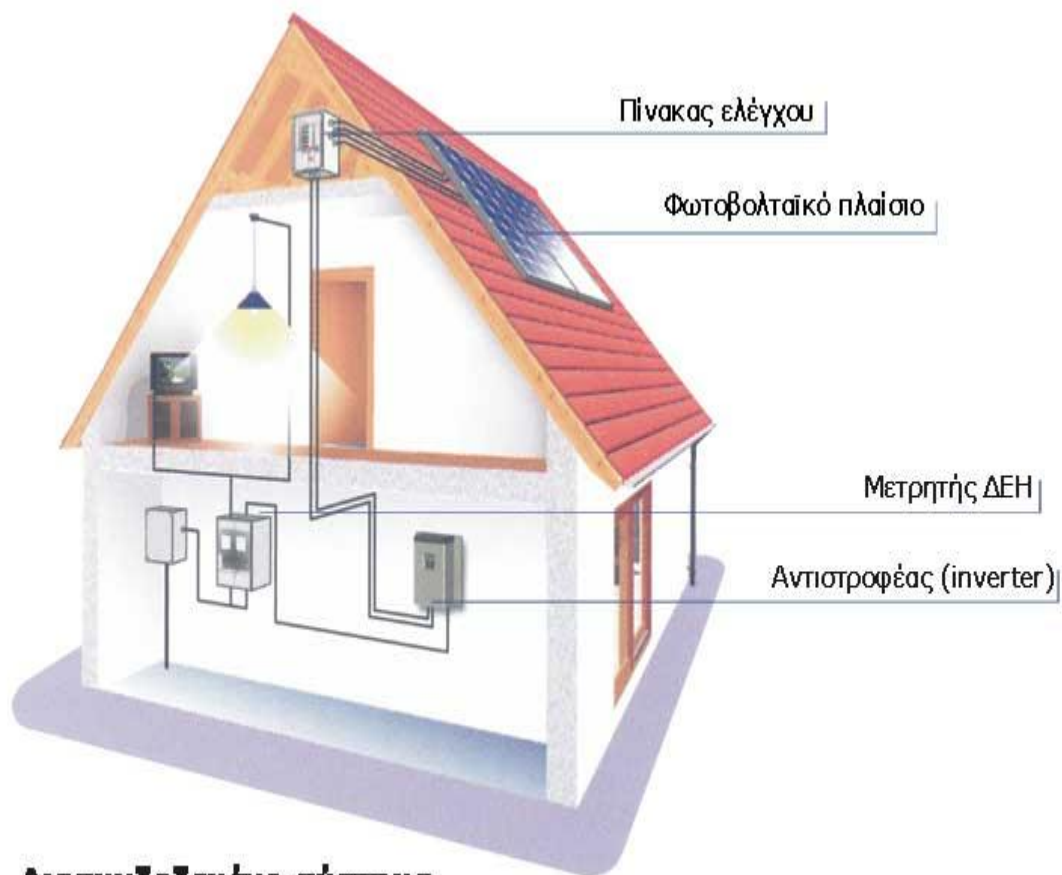
- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)
- απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- ελάχιστη συντήρηση

Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή, ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

4) Μπορώ να απαλλαγώ από τη ΔΕΗ αν στραφώ στην ηλιακή ενέργεια;

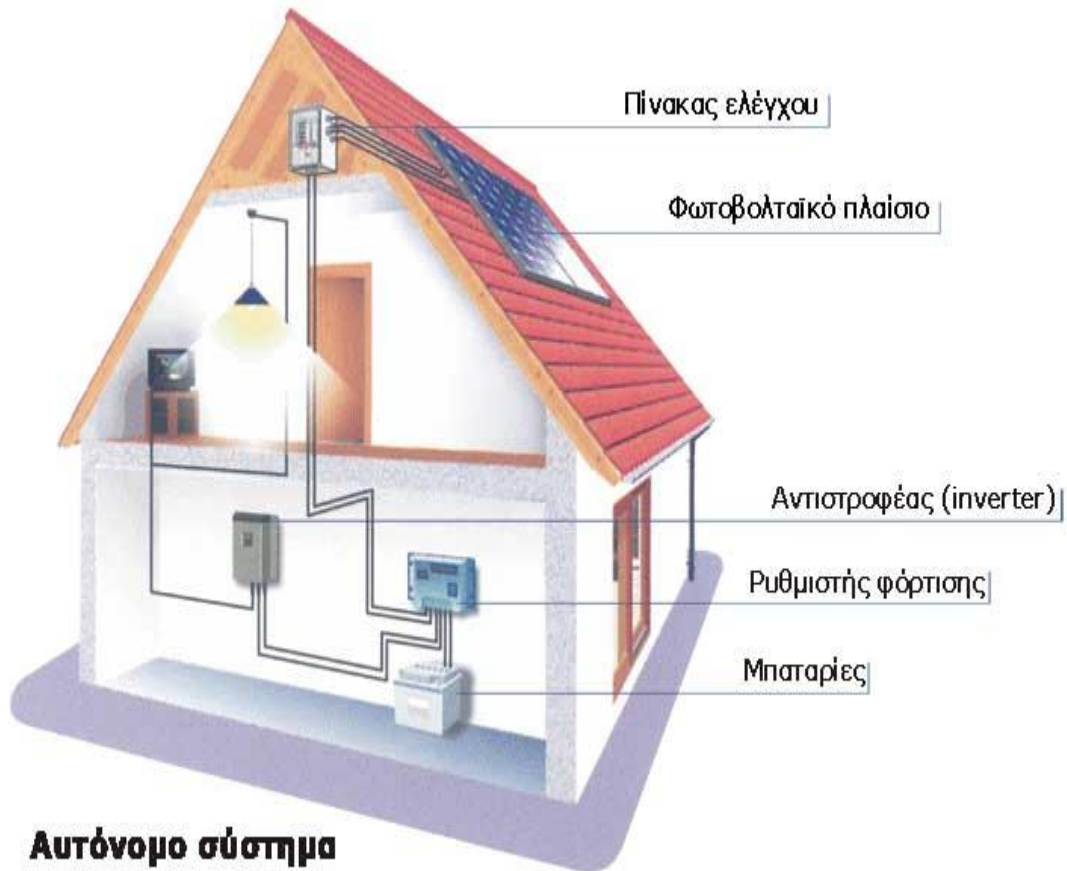
Απάντηση

Ναι, αλλά δεν είναι απαραίτητο, ούτε σκόπιμο τις περισσότερες φορές:



Διασυνδεδεμένο σύστημα (ανταλλάσσει ενέργεια με το δίκτυο της ΔΕΗ)

1. Ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ (**διασυνδεδεμένο σύστημα**). Στην περίπτωση αυτή, πουλάει κανείς το ηλιακό ρεύμα στη ΔΕΗ έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής και συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ όπως και σήμερα. Έχει δηλαδή ένα διπλό μετρητή για την καταμέτρηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας.
2. Εναλλακτικά, μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί ένα **αυτόνομο σύστημα** που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου ή μιας επαγγελματικής χρήσης. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (συσσωρευτές) και διαχείρισης της ενέργειας.



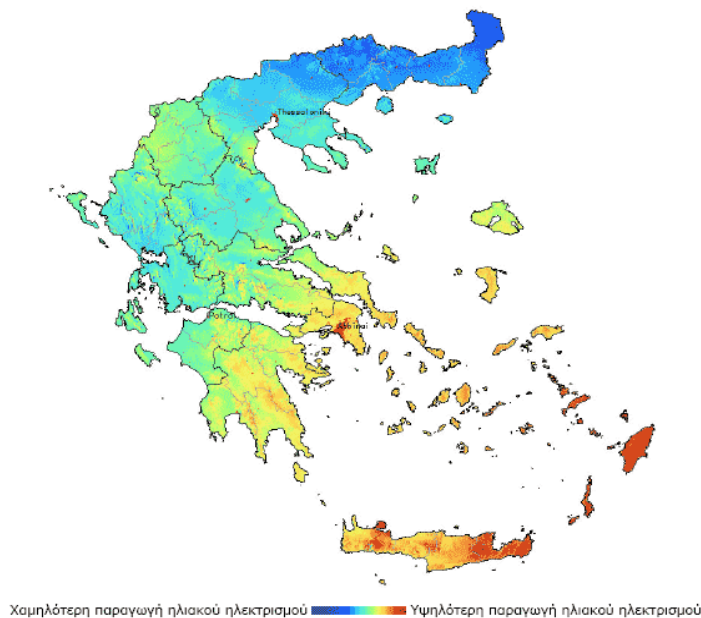
5) Τα φωτοβολταϊκά μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια απευθείας σε ηλεκτρική. Τις ημέρες που δεν έχει ήλιο ή τη νύχτα, τι γίνεται;

Απάντηση

Ότι σύστημα και να επιλέξουμε, θα συνοδεύεται από κάποιο σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας. Στην περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων, το "σύστημα αποθήκευσης" είναι το δίκτυο της ΔΕΗ, ενώ τα αυτόνομα συστήματα συνοδεύονται από μπαταρίες.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι εξαιρετικά προβλέψιμη. Αυτό που ενδιαφέρει, είναι πόσες κιλοβατώρες θα μας δώσει το σύστημά μας σε ετήσια βάση. Σε γενικές γραμμές, **ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.300 κιλοβατώρες ανά**

εγκατεστημένο κιλοβάτ (KWh/έτος/KW). Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ότι στις βόρειες. Ενδεικτικά αναφέρουμε πως ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Αθήνα αποδίδει 1.250-1.450 KWh/έτος/KW, στη Θεσσαλονίκη 1.150-1.275 KWh/έτος/KW και στην Κρήτη ή στη Ρόδο 1.400-1.500 KWh/έτος/KW.



6) Πόσο ισχυρό πρέπει να είναι ένα φωτοβολταϊκό σύστημα για να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες του σπιτιού μου;

Απάντηση

Το πόσης ισχύος θα είναι το φωτοβολταϊκό σύστημα εξαρτάται μόνο από δύο παραμέτρους. Τη διαθέσιμη επιφάνεια στο κτίριο ή το οικόπεδό μας για να εγκατασταθούν τα φωτοβολταϊκά και τα χρήματα που είμαστε διατεθειμένοι να επενδύσουμε.

Θα μπορούσαμε π.χ. να βάλουμε ένα σύστημα που καλύπτει μόλις το 10% των αναγκών μας (αν έχουμε λίγο χώρο και χρήματα) ή και να υπερκαλύψουμε

πολλές φορές τις ανάγκες μας (πουλώντας την περίσσεια πράσινης ενέργειας στο δίκτυο).

7) Τι ενεργειακές ανάγκες μπορώ να καλύψω με ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα;

Απάντηση

Τα πάντα. Ότι θα καλύπταμε και με το ρεύμα της ΔΕΗ. Δεν υπάρχει καμία απολύτως διαφορά.

8) Ποιά είναι η καλύτερη στιγμή για να σκεφτώ την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών;

Απάντηση

Όσο νωρίτερα, τόσο καλύτερα. Καλό είναι το φωτοβολταϊκό σύστημα που θα εγκαταστήσουμε να έχει ενταχθεί από την αρχή στο σχεδιασμό του σπιτιού.

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες και κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτιρίων. Παρέχονται σε διάφορα μεγέθη

Τέλος, παρέχονται και σε διάφορα χρώματα και διαφάνειες (κατόπιν παραγγελίας) για ειδικές αρχιτεκτονικές εφαρμογές.

9) Είναι το κτίριο που διαθέτω κατάλληλο να δεχθεί φωτοβολταϊκά;

Απάντηση

Τα περισσότερα κτίρια είναι κατάλληλα. Αρκεί να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

1. Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος. Ως ένα πρόχειρο κανόνα υπολογίστε πως χρειάζεστε περίπου 1 τετραγωνικό μέτρο για κάθε 100 Watt (αν χρησιμοποιήσουμε τα συνηθισμένα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά του εμπορίου). Να προσέξουμε ιδιαίτερα ο χώρος να είναι κατά το δυνατόν 100% ασκίαστος καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Διαφορετικά, το σύστημά μας θα λειτουργεί με μικρότερη απόδοση.
2. **Τα φωτοβολταϊκά έχουν την μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό.**

10) Τι ισχύει για τις επιδοτήσεις στα φωτοβολταϊκά;

Απάντηση

-Αν είστε οικιακός καταναλωτής, πέραν της παραπάνω ενίσχυσης της ηλιακής κιλοβατώρας δικαιούστε και μια φοροελάφρυνση σε ποσοστό είκοσι τοις εκατό (20%) της δαπάνης για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών. Αυτό μεταφράζεται σε έκπτωση 3-8% επί της πραγματικής αξίας του συστήματος. Το ποσό της μείωσης δεν μπορεί να υπερβεί τα πεντακόσια (500) ευρώ. Από το 2008, το ανώτατο όριο της φοροελάφρυνσης εκτιμάται ότι θα ανέβει στα 700 ευρώ.

-Αν έχετε εμπορική επιχείρηση δικαιούστε επιδότηση της αρχικής εγκατάστασης σε ποσοστό 30-55% της αξίας του συστήματος μέσω του αναπτυξιακού νόμου. Κατά καιρούς προκηρύσσονται επίσης διάφορα εξειδικευμένα προγράμματα που ενισχύουν και τα φωτοβολταϊκά.

11) Μπορώ να διοχετεύσω ρεύμα στην ΔΕΗ;

Απάντηση

Ναι και μάλιστα σύμφωνα με το νέο νόμο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ο οποίος ψηφίστηκε στις 6-6-2006), η παρεχόμενη τιμή πώλησης της ηλιακής

κιλοβατώρας ανέρχεται σε **0,40-0,50 €kWh** και είναι **εγγυημένη για μια εικοσαετία**. Ισχύει ο παρακάτω αναπτυξιακός νόμος:

Αναπτυξιακός Νόμος (3299/2004)

Άρθρο 2

Διαίρεση της Επικράτειας - Περιοχές εφαρμογής των ενισχύσεων

1. Για την εφαρμογή των διατάξεων του παρόντος νόμου, η Επικράτεια κατανέμεται σε τέσσερις (4) περιοχές ως εξής:
 - **ΠΕΡΙΟΧΗ Δ'**: Περιλαμβάνει τους Νομούς Ξάνθης, Ροδόπης και Έβρου, τις Βιομηχανικές Επιχειρηματικές Περιοχές (Β.Ε.ΠΕ) όπως καθορίζονται στο άρθρο 1 του Ν.2545/1997 (ΦΕΚ 254/Α/1997), της Διοικητικής Περιφέρειας Ηπείρου, τα νησιά της Ελληνικής Επικράτειας με πληθυσμό μέχρι 3.100 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 1991, τα νησιά της Διοικητικής Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου, τη νήσο Θάσο, το Νομό Δωδεκανήσου, πλην της περιοχής που καθορίζεται από την υπουργική απόφαση του γενικού πολεοδομικού σχεδίου της πόλης της Ρόδου, και την παραμεθόρια ζώνη του ηπειρωτικού τμήματος της Επικράτειας σε απόσταση 20 χλμ. από τα σύνορα, στην οποία εντάσσονται και οι δήμοι ή οι κοινότητες των οποίων τα διοικητικά όρια τέμνονται από τη ζώνη αυτή.

Η περιοχή Δ' διαιρείται στις υποπεριοχές Δ1, Δ2 και Δ3 ως εξής:

Δ1: Περιλαμβάνει την παραμεθόριο ζώνη του ηπειρωτικού τμήματος της Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας σε απόσταση 20 χλμ από τα σύνορα, στην οποία εντάσσονται και οι δήμοι ή οι κοινότητες των οποίων τα διοικητικά όρια τέμνονται από την ζώνη αυτή, το Νομό Δωδεκανήσου

πλην της περιοχής που καθορίζεται από την Υπουργική απόφαση του γενικού πολεοδομικού σχεδίου της πόλης Ρόδου, τα νησιά της Διοικητικής Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλίας, Ιονίων Νήσων, Στερεάς Ελλάδος, Αττικής, Νοτίου Αιγαίου και Κρήτης με πληθυσμό μέχρι 3.100 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 1991.

Δ2: Περιλαμβάνει την παραμεθόριο ζώνη του ηπειρωτικού τμήματος της Ανατολικής Μακεδονίας και Ηπείρου σε απόσταση 20 χλμ από τα σύνορα στην οποία εντάσσονται και οι δήμοι και οι Κοινότητες των οποίων τα διοικητικά όρια τέμνονται από τη ζώνη αυτή, τις Β.Ε.ΠΕ της Διοικητικής Περιφέρειας Ηπείρου, τα νησιά της Διοικητικής Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου, τη νήσο Θάσο, και τα νησιά της Ανατολικής Μακεδονίας, Ηπείρου, Δυτικής Ελλάδας, και Πελοποννήσου με πληθυσμό μέχρι 3.100 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 1991

Δ3: Περιλαμβάνει τους Νομούς Ξάνθης, Ροδόπης και Έβρου.

- **ΠΕΡΙΟΧΗ Γ'**: Περιλαμβάνει τη Ζώνη Λαυρεωτικής του Νομού Αττικής, όπως αυτή καθορίστηκε με την 37349/5.11.1991 (ΦΕΚ Β'950) κοινή απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Εθνικής Οικονομίας και Εσωτερικών καθώς και τις περιφέρειες, τους νομούς ή τα τμήματα νομών της Επικράτειας που δεν εντάσσονται στις περιοχές Δ', Β' και Α'.
- **ΠΕΡΙΟΧΗ Β'**: Περιλαμβάνει τις Βιομηχανικές Επιχειρηματικές Περιοχές (Β.Ε.ΠΕ)., την Επαρχία Λαγκαδά και το τμήμα δυτικά του ποταμού Αξιού του Νομού Θεσσαλονίκης και την επαρχία Τροιζηνίας του Νομού Αττικής.
- **ΠΕΡΙΟΧΗ Α'**: Περιλαμβάνει τους Νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης, πλην των τμημάτων τους που εντάσσονται στις λοιπές περιοχές.

Άρθρο 4

Παρεχόμενες ενισχύσεις

1. Για τα επενδυτικά σχέδια των κατηγοριών της παραγράφου 1 του άρθρου 3 παρέχονται κατά περιοχή οι ακόλουθες ενισχύσεις:

a. Επιχορήγηση ή και επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης κατά τα ποσοστά του πίνακα:

Κατηγορία επένδυσης	Περιοχή Α	Περιοχή Β	Περιοχή Γ	Περιοχή Δ1	Περιοχή Δ2	Περιοχή Δ3
Κατηγορία 4	30%	30%	35%	35%	40%	40%

b.

Στα παραπάνω ποσοστά, εκτός των επενδύσεων των περιοχών όπου εξαντλείται το όριο του Χάρτη Περιφερειακών Ενισχύσεων, προστίθεται επιπλέον ποσοστό 5% συνολικά, εφόσον συντρέχει μία ή και περισσότερες από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- § Εγκατάσταση των επιχειρήσεων εντός Βιομηχανικών Επιχειρηματικών Περιοχών (Β.Ε.ΠΕ)
- § Φορέας νεοϊδρυόμενος θεωρείται η επιχείρηση όταν δεν έχει παρέλθει έτος από την σύστασή της ή την έναρξη επιτηδεύματος μέχρι το χρόνο υποβολής αίτησης υπαγωγής της. Δεν θεωρούνται νεοϊδρυόμενοι φορείς εταιρίες που προήλθαν από μετατροπή άλλης εταιρίας ή ατομικής επιχείρησης ή από συγχώνευση εταιρειών ή και ατομικών επιχειρήσεων ή εκείνες που απορρόφησαν άλλη εταιρία ή ατομική επιχείρηση ή κλάδο άλλης, καθώς και εκείνες που απορροφήθηκαν από άλλη εταιρία.

c. Φορολογική απαλλαγή κατά τα ποσοστά του πίνακα:

Κατηγορία επένδυσης	Περιοχή Α	Περιοχή Β	Περιοχή Γ	Περιοχή Δ1	Περιοχή Δ2	Περιοχή Δ3
Κατηγορία 4	100%	100%	100%	100%	100%	100%

d.

e. **Ή εναλλακτικά:**

f.

g. Επιχορήγηση του κόστους της δημιουργούμενης απασχόλησης κατά τα ποσοστά του πίνακα:

Κατηγορία επένδυσης	Περιοχή Α	Περιοχή Β	Περιοχή Γ	Περιοχή Δ1	Περιοχή Δ2	Περιοχή Δ3
Κατηγορία 4	35,0%	35,0%	40,0%	40,0%	45,5%	48,1%

h.

2. Δεν επιτρέπεται οι παρεχόμενες ενισχύσεις επί του κόστους του επενδυτικού σχεδίου, αναγόμενες σε Καθαρό Ισοδύναμο Επιχορήγησης, να υπερβούν τα ποσοστά του εγκεκριμένου από την Ε.Ε. Χάρτη Περιφερειακών Ενισχύσεων.
3. Στις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις όπως αυτές ορίζονται εκάστοτε από την Κοινοτική νομοθεσία **παρέχεται επιπλέον ποσοστό ενίσχυσης έως 15%**, εκτός των επιχειρήσεων του τομέα των μεταφορών. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης

καθορίζεται το συγκεκριμένο ποσοστό ανά νομό, βάσει του κριτηρίου του κατά κεφαλή Ακαθαρίστου Εγχωρίου Προϊόντος (ΑΕΠ) σε Μονάδες Ισοδύναμης Αγοραστικής Δύναμης με βάση τα τελευταία διαθέσιμα, έτους 2001, στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος ως εξής:

- ο Για τους παραμεθόριους νομούς Δράμας, Δωδεκανήσου, Έβρου, Θεσπρωτίας, Ιωαννίνων, Καστοριάς, Κιλκίς, Λέσβου, Ξάνθης, Πέλλας, Ροδόπης, Σάμου, Σερρών, Φλώρινας, Χίου, καθώς και για τους νομούς με κατά κεφαλή ΑΕΠ μικρότερο ή ίσο του εξήντα πέντε τοις εκατό (65%) του μέσου όρου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, του ιδίου έτους 2001, παρέχεται επιπλέον επιχορήγηση ή και επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης ή επιδότηση του κόστους της δημιουργούμενης απασχόλησης, ίση με το δεκαπέντε τοις εκατό (15%) επί του κόστους της ενισχυόμενης επένδυσης.
- ο Για νομούς με κατά κεφαλή ΑΕΠ μεγαλύτερο του εξήντα πέντε τοις εκατό (65%) του μέσου όρου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, του ιδίου έτους 2001, παρέχεται επιπλέον επιχορήγηση ή και επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης ή επιδότηση του κόστους της δημιουργούμενης απασχόλησης, ίση με το πέντε τοις εκατό (5%) επί του κόστους της ενισχυόμενης επένδυσης.

Σε κάθε περίπτωση τα παρεχόμενα ποσοστά επιχορήγησης και επιδότησης χρηματοδοτικής μίσθωσης καθώς και της επιδότησης του κόστους της δημιουργούμενης από το επενδυτικό σχέδιο απασχόλησης δεν δύναται να υπερβούν το **55%**.

Τα παρεχόμενα ποσοστά επιχορήγησης για αμοιβές μελετών συμβούλων δεν μπορούν να υπερβούν κατ' ανώτατο το 50% αυτών.

Για επενδυτικά σχέδια που υπερβαίνουν τα πενήντα εκατομμύρια (50.000.000) ευρώ το ανώτατο χορηγούμενο ποσό ενίσχυσης προσδιορίζεται ως εξής:

- . για το τμήμα μέχρι πενήντα εκατομμύρια (50.000.000) ευρώ παρέχεται το 100% του κατά περίπτωση ανώτατου ορίου περιφερειακής ενίσχυσης,
- a. για το τμήμα από πενήντα εκατομμύρια (50.000.000) ευρώ έως εκατό εκατομμύρια (100.000.000) ευρώ παρέχεται το 50% του κατά περίπτωση ανώτατου ορίου περιφερειακής ενίσχυσης,
- b. για το τμήμα που υπερβαίνει τα εκατό εκατομμύρια (100.000.000) ευρώ παρέχεται το 34% του κατά περίπτωση ανώτατου ορίου περιφερειακής ενίσχυσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΜΕΛΕΤΗ (ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ) ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κεφάλαιο αυτό αποσκοπεί στην μελέτη της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών της οικίας (στην οποία κάναμε την μελέτη θέρμανσης), με ηλιακή ενέργεια και με την βοήθεια από το δίκτυο ΔΕΗ. Το σύστημα που επιλέξαμε για

την μελέτη μας θα είναι αυτόνομο και θα εγκατασταθεί στη οροφή, μέσω του οποίου θα τροφοδοτούνται οι ηλεκτρικές συσκευές/καταναλωτές.

Ένα τυπικό αυτόνομο φ/β σύστημα περιλαμβάνει τα εξής:

-την φ/β συστοιχία, δηλαδή τον αριθμό φ/β πλαισίων συνδεδεμένων μεταξύ τους εν σειρά και εν παραλλήλω, κατά μεικτή γενικά σύνδεση.

-το ηλεκτρικό σύστημα, προστασίας από φ/β γεννήτριας από αντίστροφο ρεύμα λόγω υπερφόρτισης.

-το σύστημα αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, συσσωρευτές.

-το ηλεκτρικό σύστημα μετατροπής της ηλεκτρικής ισχύος που αποδίδει το φ/β σύστημα από σταθερή τάση DC, σε εναλλασσόμενη τάση AC, και από εκεί πιθανόν στην κατανάλωση δικτύου, εφόσον αυτή η λύση έχει σχεδιασθεί.

Στοιχεία ενός ηλεκτρικά τροφοδοτούμενου ηλιακού συστήματος	
Ηλιοφάνεια	Η ηλιοφάνεια είναι ενέργεια υπό μορφή φωτός. Είναι το "καύσιμο" για ένα ηλιακό φ/β σύστημα.
Φ/β γεννήτρια	Η φ/β γεννήτρια παράγει συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα άμεσα από το φως του ήλιου. Χρησιμοποιούνται μια ή περισσότερες συστοιχίες ανάλογα με τις ενεργειακές ανάγκες και το ποσό της ηλιοφάνειας που είναι διαθέσιμο.
Ρυθμιστής φόρτισης	Ο ρυθμιστής φόρτισης είναι ο σύνδεσμος μεταξύ της φ/β γεννήτριας, της μπαταρίας και του φορτίου. Αυτός

	προστατεύει την μπαταρία από υπερφόρτιση ή υπερβολική εκφόρτιση.
Συσσωρευτής	Οι μπαταρίες αποθηκεύουν την ενέργεια που παράγεται από τις ηλιακές συστοιχίες.
Μετατροπέας ισχύος	Οι μετατροπείς ισχύος μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο για την λειτουργία των περισσότερων κοινών συσκευών και εξοπλισμό.
Βάσεις στήριξης	Οι βάσεις στήριξης κρατούν τις φωτοβολταϊκές γεννήτριες ασφαλώς στο έδαφος.
Φορτίο	Οι συσκευές, τα φώτα και ο εξοπλισμός που τροφοδοτούνται ονομάζονται ηλεκτρικά <<φορτία>>.
Καλωδιώσεις/συνδέσεις	Οι κατάλληλες καλωδιώσεις και συνδέσεις πρέπει να διευκρινιστούν για κάθε τμήμα του συστήματος για να εξασφαλίσουν την καλύτερη απόδοση.
Έκταση	Οι ηλιακές συστοιχίες θα πρέπει να εγκατασταθούν σε μια περιοχή που είναι γενικώς απαλλαγμένη από σκιά και λαμβάνουν όσο το δυνατόν περισσότερη άμεση ηλιακή ακτινοβολία.
Συντήρηση	Κανονική συντήρηση για τον έλεγχο των καλωδιώσεων, συνδέσεων, μπαταριών και γενικά του όλου

	συστήματος θα βοηθήσει στο να εξασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη χωρίς προβλήματα λειτουργία.
--	---

Η μελέτη θα γίνει με την βοήθεια μιας διαστασιολόγησης της φ/β διάταξης που θα εγκατασταθεί, με βάση την ενεργειακή μέθοδο και την μέθοδο των Ah.

11.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Βήμα 1: Φορτία κατοικίας.

Για την αντιμετώπιση του έργου αυτού θα πρέπει να γνωρίζουμε τα φορτία (πίνακας 10.22,10.23) που θα καλύπτει το φ/β σύστημα.

Κατανάλωση	Εγκατεστημένη ισχύς (W)	Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας	Μέση ημερήσια κατανάλωση (Wh/mo)
1 ψυγείο	150W	7.5h	1.125Wh
1 tv 24''	100W	10h	1.000Wh
1 ηλεκτρικό σίδερο	1.100W	0.1h	110Wh
1 πλυντήριο	500W	0.5h	250Wh
1 Η/Υ	180W	8h	1.440Wh
1 απορροφητήρας	70W	0.3h	21Wh

κουζίνας			
1 σκούπα	800W	0.2h	160Wh
1 ηλεκτρική κουζίνα	3.700W	0.4h	1.480Wh
Φωτισμός 10 λάμπες	15Wx10=150W	2.5h	375Wh
1 παιχνιδιομηχανή	150W	7h	1050Wh
Σύνολο			7.011 Wh

Πίνακας 10.22 Φορτία Ά ορόφου.

Κατανάλωση	Εγκατεστημένη ισχύς (W)	Μέσος ημερήσιος χρόνος λειτουργίας	Μέση ημερήσια κατανάλωση (Wh/mo)
2 ψυγεία	300W	7h	2.100Wh
2 tv 24''	200W	10h	2000Wh
2 ηλεκτρικά σίδερα	2200W	0.2h	440Wh
2 πλυντήρια	1000W	0.6h	600Wh
2 απορροφητήρες κουζίνας	140W	0.2h	28Wh
2 σκούπες	1600W	0.2h	320Wh
2 ηλεκτρικές κουζίνες	7400W	0.4h	2.960Wh
Φωτισμός 10 λάμπες	150W	4h	600Wh

Πίνακας 10.23 Φορτία για ισόγειο.

Συνολικό ημερήσιο φορτίο οικίας: $9.048\text{Wh} + 7.011\text{Wh} = 16.059\text{Wh} = 16,05 \text{ kWh/day}$. Θα προσθέσουμε και το φορτίο του συσσωρευτή που είναι 1500Wh/day το οποίο επιβαρύνει το συνολικό φορτίο της εγκατάστασης. Στην οικία μας όλα τα φορτία είναι συνεχούς τάσης, μόνο το φορτίο της μπαταρίας είναι εναλλασσόμενο. Άρα το συνολικό ημερήσιο φορτίο κατοικίας είναι $17.559\text{Wh} = 17,55\text{kWh/day}$.

Το φορτίο αυτό υπό μορφή AC και DC:

-Φορτία DC=1500Wh/day

-Φορτία AC=16.059Wh/day.

Βήμα 2 : Επιλογή κλίσης πλαισίων.

Σε μια μελέτη κυρίαρχο ρόλο στην απόδοση του φ/β πλαισίου, είναι η κλίση των πλαισίων. Όταν το φ/β σύστημα είναι ακίνητο, τότε η τιμή της κλίσης β θα πρέπει να είναι περίπου ίση με φ , όπου φ είναι το γεωγραφικό πλάτος τόπου εγκατάστασης, δηλαδή $\beta=\varphi$ ώστε η γεννήτρια να αποδίδει την μέγιστη τιμή της ισχύος σε ετήσια βάση. Στον πίνακα 10.24 βλέπουμε τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη των κυριότερων πόλεων στην Ελλάδα.

Άρα στην Κόρινθο όπου βρίσκεται η οικία μας, έχει γεωγραφικό πλάτος $\varphi=37,56$ και επομένως η κλίση θα είναι $\beta=\varphi=37.56^\circ$. Την κλίση θα την λάβουμε στους υπολογισμούς μας 40° . Επίσης η φ/β συστοιχία θα βλέπει το Νοτιά.

Αργος Νικόλαος	35,9	25,43	Κόρινθος	37,56	22,57
Αργείο	38,38	21,24	Λαμία	38,54	22,26
Αθήνα	37,59	23,43	Λάρισα	39,38	22,25
Αιγιάλαος	40,52	25,53	Λειβωδία	38,26	22,53
Αργος	37,38	22,44	Λευκάδα	38,50	20,42
Αργολίδα	38,11	20,29	Μυτιλήνη	39,6	26,33
Άρτα	39,9	20,59	Ναύπλιο	37,35	22,48
Βέροια	40,32	22,13	Ξάνθη	41,9	24,54
Βόλος	39,22	22,56	Ορεστιάδα	41,31	26,32
Δράμα	41,9	24,1	Πάτρα	38,15	21,44
Ζέφυρος	37,47	20,54	Πειραιάς	37,57	23,39
Ηράκλειο	35,20	25,8	Πορτολάνα	38,57	20,45
Θεσσαλονίκη	40,38	22,58	Πύργος	37,41	21,26
Ιωάννινα	39,40	20,51	Ρέθυμνο	35,23	24,29
Καβάλα	40,57	24,25	Ρόδος	36,27	28,13
Καλαμάτα	37,3	22,7	Σέριες	41,6	23,33
Καδίτσα	39,22	21,55	Σιάτση	37,5	22,26
Κασοριά	40,52	21,16	Τρίκαλα	39,33	21,46
Κατερίνη	40,17	22,31	Τραπεζούδι	37,31	22,22
Κέρκυρα	39,37	19,55	Φλώρινα	40,47	21,25
Κιάτις	41,0	22,53	Χαλκίδα	35,28	23,36
Κόζινη	40,19	21,48	Χανιά	35,31	24,1
Κομοτηνή	41,7	25,25	Χίος	38,22	26,8

Σχήμα 10.24 Γεωγραφικά μήκη και πλάτη των κυριότερων πόλεων.

Βήμα 3: Υπολογισμός I_T και PSH.

Αρχικά θα πρέπει να βρούμε σε ποια ζώνη βρίσκετε η Κόρινθος (ζώνη 3) από τον πίνακα 10.25 όπου έχουμε την κατάταξη των κυριότερων πόλεων σε ζώνες με βάση την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Έχοντας επιλέξει την ζώνη το επόμενο βήμα είναι το \bar{R} : μέσες μηνιαίες τιμές του R (πίνακας 10.26) όπου R: συντελεστής που μας δίνει τον λόγο της ολικής έντασης.

1	2	3	4	5	6
Ηράκλειο	Αθήνα	Αργολίδα	Άρτα	Θεσσαλονίκη	Ιωάννινα
Ιεράπετρα	Καλαμάτα	Κόρινθος	Κέρκυρα	Καβάλα	Κομοτηνή
Ρόδος Σητεία	Νάξος Σάμος	Μυτιλήνη	Λαμία	Κατερίνη	Κόνιτσα
Χανιά	Σύρος	Πάτρα Χίος	Λήμνος	Λάρισα	Σέριες

Πίνακας 10.25 Κατάταξη κυριότερων πόλεων σε ζώνες.

(γ) ΖΩΝΗ 3										
Κλίση β	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Μήνας										
Ι	1.00	1.20	1.37	1.51	1.62	1.69	1.71	1.69	1.63	1.53
Φ	1.00	1.13	1.24	1.32	1.37	1.39	1.38	1.33	1.25	1.15
Μ	1.00	1.08	1.13	1.17	1.17	1.15	1.11	1.03	0.94	0.83
Α	1.00	1.03	1.04	1.03	0.99	0.94	0.87	0.78	0.68	0.56
Μ	1.00	1.00	0.98	0.94	0.88	0.81	0.72	0.62	0.52	0.41
Ι	1.00	0.98	0.95	0.90	0.83	0.75	0.66	0.55	0.45	0.34
Ι	1.00	0.99	0.96	0.92	0.85	0.77	0.68	0.58	0.47	0.36
Α	1.00	1.02	1.02	1.00	0.95	0.89	0.81	0.71	0.60	0.48
Σ	1.00	1.07	1.11	1.13	1.12	1.09	1.03	0.95	0.85	0.72
Ο	1.00	1.12	1.23	1.30	1.35	1.36	1.33	1.28	1.20	1.08
Ν	1.00	1.19	1.35	1.48	1.58	1.63	1.65	1.62	1.56	1.45
Δ	1.00	1.21	1.39	1.55	1.66	1.74	1.77	1.76	1.70	1.60

Πίνακας 10.26 Μέσος συντελεστής \bar{R} για την ζώνη 3.

Στην συνέχεια από τον πίνακα 10.27 θα επιλέξουμε την I :ολική μηνιαία ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο ανάλογα με την ζώνη της πόλης μας.

ΖΩΝΗ	I	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Μ.Ο.	ΣΥΝΟΛΟ
1	230	277	439	558	706	770	817	760	598	421	284	220	507	6080
2	230	274	418	493	691	752	781	713	536	382	270	198	478	5738
3	220	259	400	493	684	745	781	713	526	367	241	187	468	5616
4	194	234	371	493	644	724	781	695	504	349	220	173	449	5384
5	169	223	360	493	644	680	727	670	486	328	220	162	430	5162
6	169	216	349	468	612	666	706	641	464	313	202	162	414	4968

Σχήμα 10.27 Ολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (Mj/m^2).

Υπολογισμός I_T (1kWh=1Mj/3.6):

I_T : ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο.

$$I_T = \bar{R} \cdot I \text{ (kWh)}$$

Άρα για κάθε μήνα του έτους θα πολλαπλασιάσουμε το \bar{R} (πίνακας 10.26) με το I (πίνακας 10.27)

$$I: I_T = \bar{R} \cdot I = 1.62 \cdot 220 = 356.4 \text{Mj} / \text{m}^2 = 356.4 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 99 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$\Phi: I_T = \bar{R} \cdot I = 1.37 \cdot 259 = 354.83 \text{Mj} / \text{m}^2 = 354.83 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 98.5 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$M: I_T = \bar{R} \cdot I = 1.17 \cdot 400 = 468 \text{Mj} / \text{m}^2 = 468 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 130 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$A: I_T = \bar{R} \cdot I = 0.99 \cdot 493 = 488 \text{Mj} / \text{m}^2 = 488 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 135 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$M: I_T = \bar{R} \cdot I = 0.88 \cdot 684 = 601.9 \text{Mj} / \text{m}^2 = 601.9 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 167 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$I: I_T = \bar{R} \cdot I = 0.83 \cdot 745 = 618.3 \text{Mj} / \text{m}^2 = 618.3 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 172 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$I: I_T = \bar{R} \cdot I = 0.85 \cdot 781 = 663.85 \text{Mj} / \text{m}^2 = 663.85 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 185 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$A: I_T = \bar{R} \cdot I = 0.95 \cdot 713 = 677.35 \text{Mj} / \text{m}^2 = 677.35 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 188 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$\Sigma: I_T = \bar{R} \cdot I = 1.12 \cdot 526 = 589.12 \text{Mj} / \text{m}^2 = 589.12 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 164 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$O: I_T = \bar{R} \cdot I = 1.35 \cdot 367 = 495.45 \text{Mj} / \text{m}^2 = 495.45 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 138 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$N: I_T = \bar{R} \cdot I = 1.58 \cdot 241 = 380.78 \text{Mj} / \text{m}^2 = 380.78 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 106 \text{kWh} / \text{m}^2$$

$$\Delta: I_T = \bar{R} \cdot I = 1.66 \cdot 187 = 310.42 \text{Mj} / \text{m}^2 = 310.42 \text{kWh} / 3.6 \text{Mj} / \text{m}^2 = 86 \text{kWh} / \text{m}^2$$

Υπολογισμός μέσης ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας H_T :

$$H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600}$$

\bar{R} :πίνακας 10.26

I :πίνακας 10.27

N_d :ο αριθμός ημερών του μήνα.

$$\text{I: } H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 1.62 \frac{220 \cdot 10^3 kWh}{31 \cdot 3600} = 3.19 kWh / m^2$$

$$\Phi: H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 1.37 \frac{259 \cdot 10^3 kWh}{28 \cdot 3600} = 3.51 kWh / m^2$$

$$\text{M: } H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 1.17 \frac{400 \cdot 10^3 kWh}{31 \cdot 3600} = 4.19 kWh / m^2$$

$$\text{A: } H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 0.99 \frac{2493 \cdot 10^3 kWh}{30 \cdot 3600} = 4.5 kWh / m^2$$

$$\text{M: } H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 0.88 \frac{684 \cdot 10^3 kWh}{31 \cdot 3600} = 5.38 kWh / m^2$$

$$\text{I: } H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 0.83 \frac{745 \cdot 10^3 kWh}{30 \cdot 3600} = 5.73 kWh / m^2$$

$$\text{I: } H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 0.85 \frac{781 \cdot 10^3 kWh}{31 \cdot 3600} = 5.96 kWh / m^2$$

$$\text{A: } H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 0.95 \frac{713 \cdot 10^3 kWh}{31 \cdot 3600} = 6.06 kWh / m^2$$

$$\Sigma: H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 1.12 \frac{526 \cdot 10^3 kWh}{30 \cdot 3600} = 5.46 kWh / m^2$$

$$O: H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 1.35 \frac{367 \cdot 10^3 kWh}{31 \cdot 3600} = 4.45 kWh / m^2$$

$$N: H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 1.58 \frac{241 \cdot 10^3 kWh}{30 \cdot 3600} = 3.53 kWh / m^2$$

$$\Delta: H_T = \bar{R} \cdot \frac{I \cdot 10^3 kWh}{N_d \cdot 3600} = 1.66 \frac{187 \cdot 10^3 kWh}{31 \cdot 3600} = 2.77 kWh / m^2$$

Υπολογισμός PSH:

PSH (peak solar hours) είναι ο ισοδύναμος αριθμός ορών, δηλαδή είναι μια χρονική περίοδος σε ώρες h κατά την οποία υποθέτουμε ότι η ηλιακή ακτινοβολία είναι σταθερή και ίση με $1000W / m^2$.

$$PSH = \text{μέση ετήσια ολική ενέργεια} / kW / m^2$$

Η ετήσια ολική ενέργεια είναι το άθροισμα όλων των H_T που έχουμε υπολογίσει:

$$\begin{aligned} \text{Ετήσια ολική ενέργεια} &= 3,19 kWh / m^2 + 3,51 kWh / m^2 + 4,19 kWh / m^2 + \\ &4,5 kWh / m^2 + 5,38 kWh / m^2 + 5,73 kWh / m^2 + 5,96 kWh / m^2 + 6,06 kWh / m^2 + 5,46 \\ &kWh / m^2 + 4,45 kWh / m^2 + 3,53 kWh / m^2 + 2,77 kWh / m^2 = 54,73 kWh / m^2 \end{aligned}$$

$$PSH = \frac{54.73 kWh / m^2}{12} = 4.56 kWh / m^2$$

$$PSH = \frac{4.56 kWh / m^2}{1 kW / m^2} = 4.56 h$$

Συνοπτικά έχουμε τα αποτελέσματα στον παρακάτω πίνακα 10.28:

Μήνας	\bar{R}	Αριθμός ημερών	I_T	PSH(h)	Μέση Θερμοκρασία περιβάλλοντος
I	1,62	31	99	3.19	11
Φ	1,37	28	98.5	3.51	12
M	1,17	31	130	4.19	13
A	0,99	30	135	4.5	16
M	0,88	31	167	5.38	20
I	0,83	30	172	5.73	25
I	0,85	31	185	5.96	27
A	0,95	31	188	6.06	27
Σ	1,12	30	164	5.46	24
O	1,35	31	138	4.45	20
N	1,58	30	106	3.53	16
Δ	1,66	31	86	2.77	13
Ετήσιος Μ.Ο.				4,56h	19

Πίνακας 10.28 Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων.

Βήμα 4 : Ημερήσια κατανομή των φορτίων.

Στους παρακάτω πίνακες βλέπουμε τα φορτία της οικίας μας, τις ώρες που λειτουργούν και τις Wh που καταναλώνονται.

α/α	0-4πμ	4-8πμ	8-10πμ	10-12πμ	12-14μμ	14-16μμ	16-18μμ	18-20μμ	20-22μμ	22-24μμ
1 ψυγείο			1.5h 225Wh	1h 150 Wh	1h 150 Wh	1.5h 225 Wh	1h 150 Wh	0.5h 75 Wh	0.5h 75 Wh	0.5h 75 Wh
1 tv			1h 100 Wh	1h 100 Wh	2h 200 Wh	2h 200 Wh	2h 200 Wh	1h 100 Wh	1h 100 Wh	
1σίδερο			0.1h 110 Wh							
1πλ/ριο			0.5h 250 Wh							
1 Η/Υ				2h 360 Wh	2h 360 Wh		2h 360 Wh	2h 360 Wh		
1απο/ρας					0.3h 21 Wh					
1σκούπα							0.2h 160 Wh			
1κουζίνα					0.4h 1480 Wh					
10λάμπες							1h 150 Wh	1h 150 Wh	0.5h 75 Wh	
1παιχ/μή				2h 300 Wh	2h 300 Wh	2h 300 Wh	1h 150 Wh			
ΣΥΝΟΛΟ			325 Wh	610 Wh	1010 Wh	2586 Wh	650 Wh	995 Wh	685 Wh	150 Wh

Πίνακας 10.29 Κατανομή φορτίων για τον Ά όροφο.

α/α	0-4πμ	4-8πμ	8-10πμ	10-12πμ	12-14μμ	14-16μμ	16-18μμ	18-20μμ	20-22μμ	22-24μμ
1 ψυγείο			1h 150Wh	1h 150 Wh	1h 150 Wh		1h 150 Wh	1h 150 Wh	1h 150 Wh	1h 150 Wh
1 tv			2h 200 Wh		2h 200 Wh			2h 200 Wh	2h 200 Wh	2h 200 Wh
1σίδερο								0.2h 220Wh		
1πλυ/ριο								0.6h 300Wh		
1απο/ρας							0.2h 14Wh			
1σκούπα								0.2h 160 Wh		
1κουζίνα							0.4h 1480 Wh			
5λάμπες									2h 150 Wh	2h 150Wh
ΣΥΝΟΛΟ			350 Wh	150 Wh	350 Wh		1644 Wh	1030 Wh	500 Wh	500 Wh

Πίνακας 10.30 Κατανομή φορτίων για το Α διαμέρισμα.

α/α	0-4πμ	4-8πμ	8-10πμ	10-12πμ	12-14μμ	14-16μμ	16-18μμ	18-20μμ	20-22μμ	22-24μμ
1 ψυγείο			1h 150Wh	1h 150 Wh		2h 300Wh	1h 150 Wh	1h 150 Wh	0.5h 75 Wh	0.5h 75 Wh
1 tv			1h 100 Wh	1h 100Wh		1h 100Wh	1h 100Wh	2h 200 Wh	2h 200 Wh	2h 200 Wh
1σίδερο			0.2h 220Wh							
1πλυ/ριο				0.6h 300Wh						
1απο/ρας						0.2h 14Wh				
1σκούπα				0.2h 160 Wh						
1κουζίνα						0.4h 1480 Wh				
5λάμπες									2h 150 Wh	2h 150Wh
ΣΥΝΟΛΟ			470 Wh	710 Wh		1824 Wh	250 Wh	350 Wh	425 Wh	425 Wh

Πίνακας 10.30 Κατανομή φορτίων για το Β διαμέρισμα.

α/α	0-4πμ	4-8πμ	8-10πμ	10-12πμ	12-14μμ	14-16μμ	16-18μμ	18-20μμ	20-22μμ	22-24μμ
Α όροφος			325 Wh	610 Wh	1010 Wh	2586 Wh	650 Wh	995 Wh	685 Wh	150 Wh
Β διαμέρ.			350 Wh	150 Wh	350 Wh		1644 Wh	1030 Wh	500 Wh	500 Wh
Γ διαμέρ.			470 Wh	710 Wh		1894 Wh	250 Wh	350 Wh	425 Wh	425 Wh
ΣΥΝΟΛΟ			1145 Wh	1470 Wh	1360 Wh	4480 Wh	2544 Wh	2375 Wh	1610 Wh	1075 Wh

Πίνακας 10.31 Συνολική ενέργεια κατανάλωσης (Wh).

Όπως αναφέραμε πιο πριν, το σύστημα μας δεν θα στηρίζεται μόνο στα φ/β και στους συσσωρευτές αλλά θα είναι συνδεδεμένο και με το δίκτυο. Συγκεκριμένα θα ισχύουν τα εξής:

-Μετά της 18:00 το σύστημα μας θα λειτουργεί μόνο από τις μπαταρίες. Οι συνολικές Wh μετά της 18:00 θα είναι: $2375 \text{ Wh} + 1610 \text{ Wh} + 1075 \text{ Wh} = 5060 \text{ Wh}$ ή 31,5%.

-Από της 8:00πμ έως 16:00 το σύστημα μας θα τροφοδοτείται από το δίκτυο. Οι συνολικές Wh για το διάστημα αυτό θα είναι: $1145 \text{ Wh} + 1470 \text{ Wh} + 1360 \text{ Wh} + 4480 \text{ Wh} = 8455 \text{ Wh}$ ή 52,7%.

-Από της 16:00 έως 18:00 το σύστημα μας θα έχει άμεση κάλυψη από την φ/β γεννήτρια. Οι συνολικές Wh για το διάστημα αυτό θα είναι: 2544 Wh ή 15,8%.

Άρα το φ/β σύστημα θα καλύπτει: $15,8\% + 31,5\% = 47,3\%$.

Συμπεραίνοντας έχουμε:

-Φορτία DC: άμεση κάλυψη από φ/β γεννήτρια: 1500 Wh/day

-Φορτία AC: 1) άμεση κάλυψη των φορτίων από φ/β γεννήτρια μέσω του αντιστροφέα DC/AC : 2544 Wh/day ή 15,8%

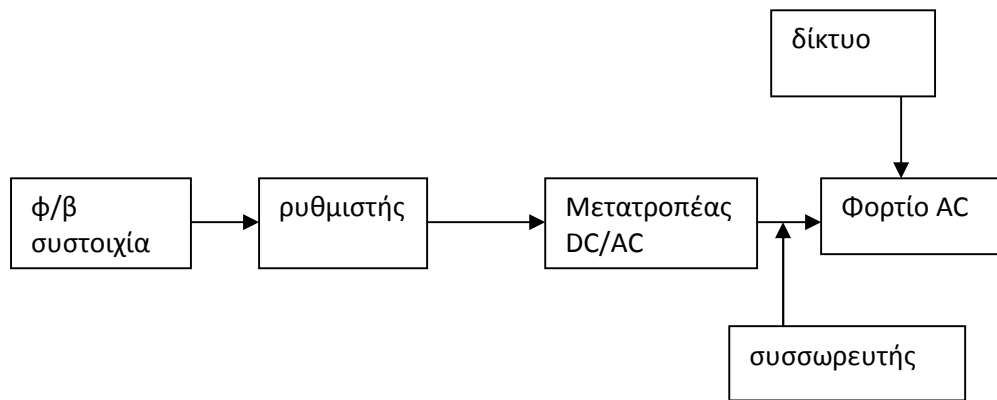
2) Έμμεση κάλυψη μέσω συσσωρευτών και του αντιστροφέα DC/AC: 5060 Wh/day ή 31,5%

3) Άμεση κάλυψη από το δίκτυο: 8455 Wh/day ή 52,7%

Επομένως, το σύνολο θα είναι: 17559 Wh/day .

Βήμα 5 : διάγραμμα PV-συστήματος.

Τα παραπάνω βήματα της μελέτης μας οδηγούν στη διαμόρφωση του συστήματος όπως φαίνεται στο σχήμα 10.32:



Σχήμα 10.32 Σχηματικό διάγραμμα του φ/β συστήματος μας.

Βήμα 6 : Αυτοδυναμία συστήματος.

Με βάση το δεδομένο ότι η μέση ετήσια τιμή του PSH=4,56h και ότι τα φορτία δεν είναι κρίσιμα, η περίοδος αυτοδυναμίας προσδιορίζεται από την σχέση:

$$d_{n-cr} = -0.48 \cdot (PSH)_{\min} + 4.58 = -0.48 \cdot 2.77 + 4.58 = 3.2 = 3days$$

$(PSH)_{\min}$: είναι η μικρότερη τιμή του psh από τον πίνακα 10.28

Μη κρίσιμο σύστημα: Είναι εκείνο του οποίου τα φορτία απαιτούν ενέργεια τουλάχιστον κατά 95% του χρόνου.

Βήμα 7 : διόρθωση των τιμών φορτίων λόγω απωλειών.

Τα φορτία που προσδιορίσαμε προηγουμένως πρέπει να διορθωθούν λόγω των απωλειών, ώστε να χρησιμοποιηθούν οι διορθωμένες τιμές στην ενεργειακή μέθοδο διαστασιολόγησης της φ/β γεννήτριας.

-Φορτία AC: εξυπηρετούνται απευθείας από την φ/β γεννήτρια μέσω του αντιστροφέα DC/AC, υφίστανται απώλεια 5% στις καλωδιώσεις και 15% στον αντιστροφέα. Σύνολο απωλειών:20%

-Φορτία AC: που εξυπηρετούνται μέσω του συσσωρευτή και του αντιστροφέα υφίστανται απώλειες: 5% λόγω ελεγκτή φόρτισης, 20% λόγω των κύκλων φορτίσεων-εκφορτίσεων και 15% απώλειες στον αντιστροφέα. Σύνολο απωλειών:40%

Τα ενεργειακά φορτία που πραγματικά πρέπει να αποδώσει η φ/β γεννήτρια για να φθάσουν στους καταναλωτές όπως απαιτείται και προβλέπεται είναι:

Φορτία AC απευθείας από φ/β γεννήτρια.	2544 Wh x 1.2=3052.8 Wh
Φορτία AC μέσω συσσωρευτών.	5060 Wh x 1.4=7084 Wh

Η αρχική προσέγγιση ήταν:2544+5060=7604 Wh όμως αν προσθέσουμε και τις απώλειες γίνεται: 3052.8 Wh+7084 Wh=10136,8 Wh.

Βήμα 8 : Προσδιορισμός της Pm ισχύος αιχμής της φ/β γεννήτριας.

Η μέγιστη ισχύς P_{max} που αποδίδει η φ/β γεννήτρια προσδιορίζεται άμεσα από την σχέση: $P_{max} = 10136.8Wh / (PSH)_m$

10136.8Wh :το διορθωμένο σύνολο των φορτίων

$(PSH)_m$:μέση ετήσια τιμή του PSH.

$$P_{max} = 10136.8Wh / (PSH)_m = 10136.8Wh / 4.56h \approx 2223W_p$$

$P_{max} = 2223W_p$ θα είναι η μέση ετήσια ισχύς αιχμής.

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι κατά την επιλογή του φ/β ως μέγιστη ισχύς P_{\max} θεωρούμε αυτήν που λαμβάνουμε όταν έχουμε τις εξής ιδανικές συνθήκες STC (standard test conditions):

-η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας I_T είναι: $100 \frac{mW}{cm^2} = 1000 \frac{W}{m^2}$

-θερμοκρασία φ/β στοιχείου, $T_c = 25^\circ C$

Βήμα 9 : Επιλογή φ/β-πλαισίων

Τα φ/β πλαίσια (σχήμα 10.33, πίνακας 10.34, τα οποία θα τοποθετηθούν στην πλάκα της οικίας η οποία δεν σκιάζεται από άλλο κτίριο) που μετά από έρευνα της αγοράς επελέγησαν βάσει του κόστους, των λειτουργικών στοιχείων τους, της άμεσης παράδοσης, της εγγύησης κ.λπ. έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

$$i_{sc} = 8.08 \text{ A} \quad V_{oc} = 32.5 \text{ V} \quad i_m = 7.3 \text{ A} \quad V_m = 26.1 \text{ V}$$
$$P_m = 190 \text{ Watt}$$

Σε συνθήκες STC. Θα πρέπει όμως να γίνει διόρθωση στην ισχύ που αποδίδουν τα φ/β πλαίσια, επειδή θα λειτουργούν υπό υψηλότερη θερμοκρασία.



Σχήμα 10.33 φ/β πλαίσιο.

Φωτοβολταϊκό στοιχείο Kyocera KC-190 GHT-2

Κατασκευαστής	Kyocera
Όνομασία	KC-190 GHT-2

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Όνομαστική ισχύς	190 Watt
Μέγιστη τάση	1000 V
Μήκος σε μέτρα	1425 mm
Φάρδος	990 mm
Πάχος συλλέκτη	36 mm
Ρεύμα βραχυκυκλώσεως	8.08 A
Τάση ανοιχτού κυκλώματος	32.5 V
Τάση στο σημείο μέγιστης ισχύος (MPP)	26.1 V
Ένταση στο σημείο μέγιστης ισχύος (MPP)	7.28 A
Θερμοκρασιακή απόκλιση τάσεως ανοιχτού κυκλώματος	-123 mV / °C
Θερμοκρασιακή απόκλιση τάσης MPP	-123 mV / °C

Ποιότητα στοιχείων ★★☆☆

Περιγραφή

Φωτοβολταϊκό στοιχείο 190Wp +10%/-5%, πολυκρυσταλλικά, Διαστάσεις: 1425 x 990 x 36 mm. Στοιχείο Kyocera KC190 GHT-2 (190 Wp) από κυψέλες πολυκρυσταλλικών πυριτίου. Αλουμινένιο πλαίσιο. Γυαλί ασφαλείας υψηλή διαφανής. Το κουτί σύνδεσης περιλαμβάνει διόδους bypass προστασίας και βύσματα τύπου Multi Contact (MC). Εγγύηση του κατασκευαστή: Εγγύηση προϊόντος: 2 χρόνια Εγγύηση ισχύος: 20 χρόνια για 80 % της ισχύος. Απόκλιση ισχύος: +10%/- 5%.

Πίνακας 10.34 Χαρακτηριστικά φ/β πλαισίου.

Βήμα 10 : Διόρθωση λόγω θερμοκρασίας λειτουργίας, T_c, των φ/β πλαισίων.

Όνομαστικές τιμές θερμοκρασίας λειτουργίας ενός φ/β πλαισίου NOCT (Nominal Operation Cell Temperature) είναι η θερμοκρασία που αποκτά ένα φ/β πλαίσιο όταν λειτουργεί υπό συνθήκες SOC (state of charge). Συνήθως η

NOCT είναι $20 - 40^{\circ}C$ πάνω από την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Όμως για τους υπολογισμούς μας κυμαίνεται μεταξύ $42^{\circ}C$ και $46^{\circ}C$.

Συνθήκες SOC είναι οι τυπικές συνθήκες λειτουργίας φ/β πλαισίων:

-ένταση προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας $I_T = 800W / m^2$

-θερμοκρασία περιβάλλοντος $T_a = 20^{\circ}C$

-ταχύτητα ανέμου $1 m/sec$

Οι συνθήκες SOC έχουν προταθεί για τον προσδιορισμό της ισχύος αιχμής, ώστε αυτές να προσεγγίζουν περισσότερο μια πραγματική κατάσταση λειτουργίας.

Η θερμοκρασία λειτουργίας, T_c , των πλαισίων θα προσδιοριστεί ως εξής:

$$T_c = T_a + \frac{NOCT - 20^{\circ}C}{0.8KW / m^2} \times I_T (KW / m^2) = T_a + \frac{46 - 20^{\circ}C}{0.8kw / m^2} \times I_T = T_a + \frac{26^{\circ}C}{0.8kw / m^2} \times 1.0kw / m^2 = T_a + 32.5^{\circ}C$$

Άρα λοιπόν η θερμοκρασία πν-πλασίων είναι: $T_c = T_a + 27.5^{\circ}C$

Η θερμοκρασία T_a θα ληφθεί ως η μέση θερμοκρασία της ημέρας που για κάθε μέρα δίνεται από τον πίνακα 10.35

ΖΩΝΗ	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	0	N	Δ	M.O.
1	13	13	15	17	21	26	28	28	25	22	18	15	20
2	11	12	13	16	20	25	27	27	24	20	16	13	9
3	11	12	13	16	20	25	27	27	24	20	16	13	19
4	8	9	11	16	20	25	27	27	23	18	14	9	17
5	5	7	10	14	20	24	27	27	23	17	12	7	16
6	4	6	9	15	20	24	27	24	22	16	11	6	15

Πίνακας 10.35 Μέση θερμοκρασία ($^{\circ}C$) ανάλογα με την ζώνη.

Θα συνεχίσουμε την διόρθωση της θερμοκρασίας επιλέγοντας για την ζώνη 3.

Επιλέγουμε για τον Αύγουστο όπου είναι και η δυσμενέστερη περίπτωση από πλευρά θερμοκρασίας, μέση θερμοκρασία τον Αύγουστο είναι $27^{\circ}C$ η θερμοκρασία T_a θα είναι: $\bar{T}_{a,Au} = 32.5 + 27 \approx 59.5^{\circ}C$

Επιλέξαμε τον Αύγουστο διότι αυτόν τον μήνα έχουμε την μεγαλύτερη θερμοκρασία και είναι ο δυσμενέστερος μήνας επειδή όσο υψηλή θερμοκρασία και ένταση ηλιακής ακτινοβολίας έχουμε τόσο πιο μικρή απόδοση έχει το φ/β πλαίσιο, έτσι είμαστε καλυμμένοι και για τους άλλους τους μήνες.

Για την θερμοκρασία $T_c = 59.5^{\circ}C$ θα υπολογίσουμε τα μεγέθη i_{sc}, V_{oc}, FF και τελικά την ισχύ P_m που αποδίδουν τα φ/β πλαίσια υπό τις νέες συνθήκες.

Εξέταση του φ/β πλαισίου των $190W_p$ το οποίο έχει 54 φ/β κυψελίδες εν σειρά:

- $i_{sc} = 8.08 A$. Δεν επηρεάζεται από την θερμοκρασία.

- $V_{oc} = 32.5 V$ επηρεάζεται από την θερμοκρασία και η νέα της τιμή

υπολογίζεται ως εξής: $V_{oc} = V_{oc}(S.T.C.) + \frac{dV_{oc}}{dT} \cdot n_s \cdot (T_c - 25^{\circ}C)$

n_s : τα φ/β στοιχεία εν σειρά που απαρτίζουν το φ/β πλαίσιο.

$$\frac{dV_{oc}}{dT} = -2.3 \cdot 10^{-3} \text{Volts}/^{\circ}C$$

$$T_c = 59.5^{\circ}C$$

$$V_{oc} = 32.5 \text{Volts} - 54 \cdot 0.0023 \frac{\text{Volts}}{^{\circ}C} \cdot (59.5 - 25)^{\circ}C = 32.5 \text{Volts} - 0.1242 \frac{\text{Volts}}{^{\circ}C} \cdot 34.5^{\circ}C = 28.2 \text{Volts}$$

-συντελεστής FF: $FF = \frac{P_m}{i_{sc} \cdot V_{oc}} = \frac{190W}{8.08A \cdot 32.5Volts} = 0.7235$

Ο FF δεν επηρεάζεται σημαντικά από την θερμοκρασία.

-βάση των ανωτέρω τιμών (i_{sc}, V_{oc}, FF) και για συνθήκες $I_T = 10^3 W/m^2$, $T_C = 59,5^{\circ}C$ θα υπολογίσουμε την ισχύ P_m :

$$P_m = i_{sc} \cdot V_{oc} \cdot FF = 8,08A \cdot 28,2Volts \cdot 0,7235 = 164,8W$$

Βήμα 11 : αριθμός πλαισίων

Ο αριθμός των φ/β πλαισίων του τύπου που επελέγησαν, μετά την διόρθωση της αποδιδόμενης ισχύς λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας από την NOCT προσδιορίζεται ως εξής:

$$N_{pv} = \frac{P_m}{P_{m,pv}} = \frac{2223W_p}{164,8W_p} = 13,48 \text{ φ/β πλαίσια}$$

Όμως αν δεν λάβουμε υπόψη την επίδραση της θερμοκρασίας το αποτέλεσμα

θα ήταν: $\frac{2223W_p}{190W_p} = 11,7 \text{ φ/β πλαίσια}$

Βλέπουμε ότι η θερμοκρασία επηρεάζει τον αριθμό των πλαισίων.

Ο αριθμός των φ/β-πλασίων θα πρέπει να είναι ακέραιος, ο πλησιέστερος προς τα άνω ακέραιος αριθμός είναι $N_{pv} = 14$ φ/β-πλαίσια. (Θα πρέπει να προσέξουμε στο πώς θα κάνουμε την συνδεσμολογία ώστε να ικανοποιούν και άλλες προϋποθέσεις που θα εξετασθούν στην συνέχεια).

Βήμα 12 : συνδεσμολογία φ/β πλαισίων

Επειδή οι απώλειες λόγω μεταφοράς θα πρέπει να παραμείνουν μικρές, εξετάζεται η περίπτωση να μεταφέρεται η ισχύς της φ/β γεννήτριας στον μετατροπέα DC/AC υπό τάση 120Volts η οποία συνίσταται για εγκαταστάσεις άνω των 5,0kW_p, όπως φαίνεται από τον πίνακα 10.36 (μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και inverter με V_s = 48Volts αλλά προτιμούμε με 120Volts λόγω της υψηλότερης απόδοσης στο σύστημα αφού οι απώλειες μειώνονται με το ύψος της τάσεως μεταφοράς).

Ισχύς Αιχμής PV-γεννήτριας	Φορτίο Μετατροπέα DC/AC (kW)	Συνολικό φορτίο (kWh/day)	Τάση εισόδου στον DC/AC μετατροπέα (Volts)
< από 0.4 kW _p	Μικρότερο από 1	Μικρότερο από 1.5	12 Volts
0.4-1.0 kW _p	2.5 ή μικρότερο	Μικρότερο από 5.0	24 Volts
1.0-2.5 kW _p	5.0 ή μικρότερο	5.0-12.0	48 Volts
> από 5.0 kW _p	Μεγαλύτερο από 5.0	12.0-25.0	120 Volts

Πίνακας 10.36 Οδηγίες για αυτόνομους μετατροπείς συνεχούς-εναλλασσόμενου (DC/AC) ρεύματος.

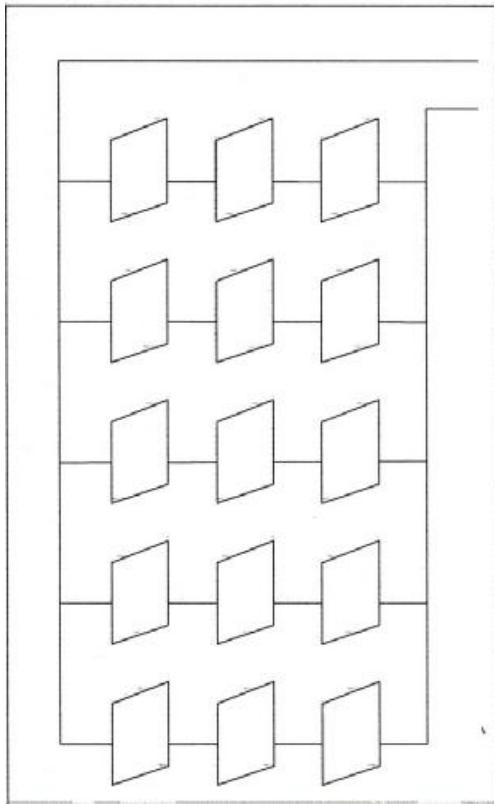
Αν V_s = 120Volts, ο αριθμός των φ/β πλαισίων εν σειρά θα είναι:

$$(N_{p,s})_{120V} = \frac{V_s}{V_m} = \frac{120Volts}{26,1Volts} = 4,59 \text{ φ/β πλαίσια ή τελικά } 5 \text{ φ/β πλαίσια εν σειρά.}$$

Ο ολικός αριθμός των παράλληλων σειρών, (N_p)_p, θα είναι:

$$(N_p)_p = \frac{N_{PV}}{(N_{p,S})} = \frac{14}{5} = 2,8 \text{ ή } (N_p)_p = 3 \text{ σειρές φ/β πλαισίων, εν παραλλήλω με την}$$

κάθε σειρά να έχει 5 φ/β πλαίσια. Τότε ο ολικός αριθμός πλαισίων θα είναι:
 $N_{PV} = 15$ φ/β πλαίσια (σχήμα 10.37).



Σχήμα 10.37 Διάταξη φ/β πλαισίων.

Από τον πίνακα 10.36 μπορούμε να επιλέξουμε και inverter.

Ο inverter (πίνακας 10.38) που θα επιλέξουμε είναι:

Sunways Αντιστροφέας NT 6000

Κατασκευαστής	Sunways
Όνομασία	NT 6000
Τεχνικά χαρακτηριστικά	
Όνομαστική ισχύς	6000 Watt

Μέγιστη ισχύς	6000 Watt
Μέγιστη ισχύς DC	6800 W
Τάση εισόδου	120 V

Πίνακας 10.38 Χαρακτηριστικά του Inverter

Σχεδιασμένος για υψηλή απόδοση με μικρό κόστος επένδυσης. Εξασφαλίζει αξιοσημείωτη απόδοση 96% μέγιστη με δυνατότητα επέκτασης εγγύησης και χαμηλού βάρους. Πιστοποιημένος σύμφωνα με τα πρότυπα της TÜV εξασφαλίζει μεγάλο χρόνο ζωής και απρόσκοπτης λειτουργίας για όλα τα εξαρτήματα κατασκευής του. Απλοί σε λειτουργία και εύκολοι στην εκκίνηση.

-Μεγιστοποιεί την απόδοση της φ/β εγκατάστασης.

-Βελτιστοποιεί το εύρος τάσης εισόδου

-Ανιχνευτές μέγιστου σημείου ισχύος MPP

-Εγγύηση 5 ετών με δυνατότητα επέκτασης σε 10 έτη.

Ωστόσο, κατά την μελέτη της αποθήκευσης ενέργειας μέσω συσσωρευτών, διαπιστώνεται ότι ο αριθμός των συσσωρευτών εξαρτάται από το V_s όπως θα αναλυθεί και στην συνέχεια.

Βήμα 13 : επιβεβαίωση

Στο βήμα 10 προσδιορίστηκε ο αριθμός $N_{pv} = 14$ φ/β-πλαίσια. Δηλαδή, 14 φ/β πλαίσια x $164,8 W_p = 2.307,2 W_p$ σε σύγκριση με τα $2223 W_p$ μέση ετήσια ισχύ αιχμής που υπολογίσθηκε σε προηγούμενο βήμα. Η διαφορά αυτή είναι ικανή να καλύψει και μια επιπλέον πτώση ισχύος λόγο αυξημένης θερμοκρασίας ή την επιπλέον απαιτούμενη ισχύ στα φορτία κατά τον χειμώνα σε ημέρα με σχετική συννεφιά, χωρίς την ανάγκη βαθιάς εκφόρτισης των συσσωρευτών.

11.3 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ

Βήμα 1 : Χρόνος αυτοδυναμίας

Καταλήξαμε στο συμπέρασμα σε προηγούμενο βήμα ότι επειδή τα φορτία μας τα θεωρούμε μη κρίσιμα, το σύστημα των συσσωρευτών που θα χρησιμοποιηθεί έχει τόση χωρητικότητα ώστε να δίνει ενεργειακή αυτοδυναμία 3 ημερών, δηλαδή $d=3$ ημέρες.

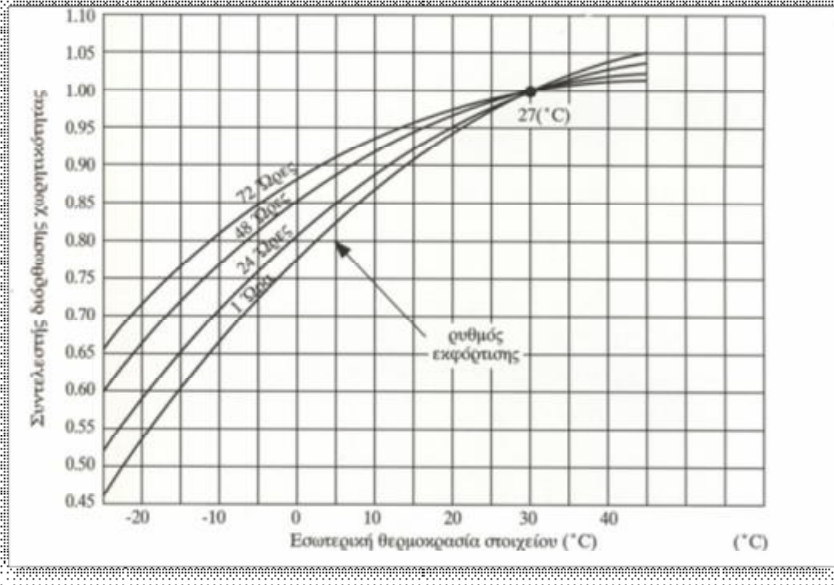
Βήμα 2 : Προσδιορισμός του φορτίου αποθήκευσης για $d=3$ ημέρες

Σε προηγούμενο βήμα υπολογίσαμε το $V_s = 120Volts$ και ημερήσιο φορτίο ενέργειας 10136,8 Wh ή 10,13kWh. Το φορτίο αποθήκευσης για 3 ημέρες θα

είναι:
$$\frac{10.136,8Wh / day \cdot 3days}{120Volts} = 253,42Ah$$

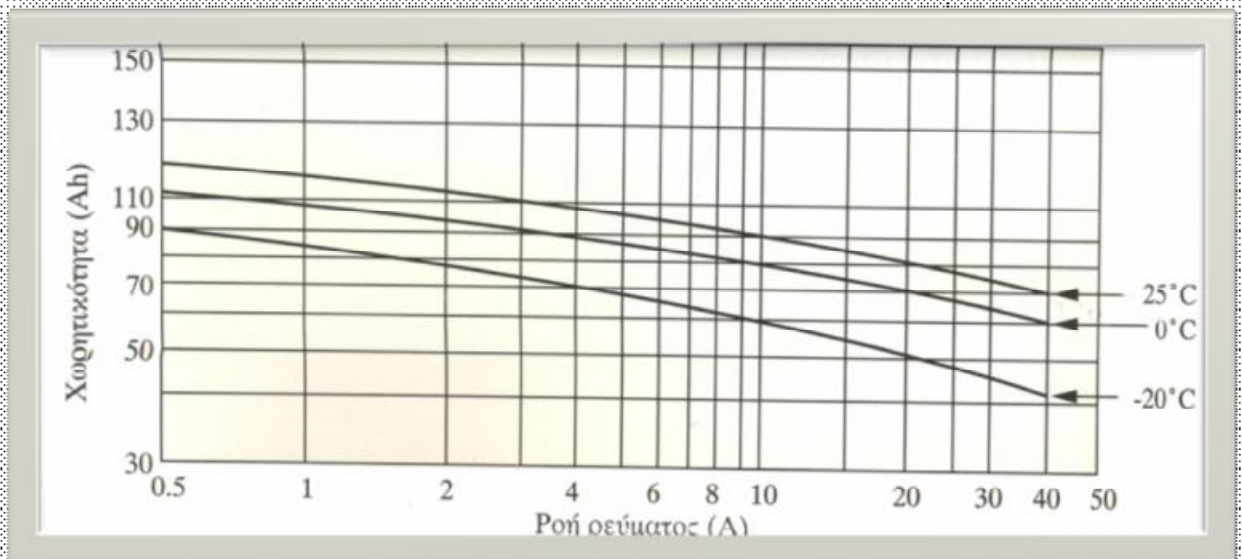
Βήμα 3: Διορθώσεις στην τιμή των Ah των συσσωρευτών

Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία των συσσωρευτών επηρεάζει την απόδοση τους. Η χαμηλότερη θερμοκρασία έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση της χωρητικότητας (Ah), ενώ αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την ελαφρά αύξηση της χωρητικότητας (Ah). Ωστόσο στην περίπτωση αυτήν αυξάνει η απώλεια νερού και μειώνονται οι κύκλοι ζωής του συσσωρευτή (σχήμα 10.39). Γενικότερα, η ονομαστική χωρητικότητα ενός συσσωρευτή αναφέρεται για θερμοκρασία περιβάλλοντος $27^{\circ}C$.



Σχήμα 10.39 Συντελεστής διόρθωσης της χωρητικότητας ενός συσσωρευτή μολύβδου συναρτήσει της θερμοκρασίας για διάφορους ρυθμούς εκφόρτισης.

Επίσης και η ταχύτητα φόρτισης-εκφόρτισης επηρεάζει την απόδοση του συσσωρευτή, για μεγάλους ρυθμούς φόρτισης-εκφόρτισης η χωρητικότητα ελαττώνεται (σχήμα 10.40)



Σχήμα 10.40 Διάγραμμα που δείχνει την μεταβολή της χωρητικότητας ως συνάρτηση της θερμοκρασίας και του ρυθμού εκφόρτισης ενός συσσωρευτή Delco.

-Η τιμή του συντελεστή διόρθωσης λόγω θερμοκρασίας είναι $f_{b,T} = 1$ διότι θα τοποθετήσουμε τις μπαταρίες στο υπόγειο όπου δεν θα επηρεάζονται από την θερμοκρασία.

-DOD: αδιάστατος αριθμός, που δίνει το ποσοστό της ολικής χωρητικότητας του συσσωρευτή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των φορτίων. Π.χ. Εάν $DOD=0,8$ για ένα συσσωρευτή με $C=600Ah$, συνεπάγεται ότι $0,8 \times 600Ah=480Ah$ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των φορτίων. Την τιμή του μας την δίνουν τα χαρακτηριστικά της μπαταρίας.

-Συντελεστής $f_{b,cd}$: συντελεστής διόρθωσης λόγω ταχύτητας φόρτισης-εκφόρτισης. Θα τον λάβουμε $f_{b,cd} = 1$, δηλαδή ότι ο ρυθμός φόρτισης δεν θα υπερβαίνει αυτόν που συνιστά ο κατασκευαστής για τον τύπο που θα επιλέξουμε.

Η διορθωμένη χωρητικότητα C_{cr} του συσσωρευτή υπολογίζεται από τον τύπο:

$$C_{cr} = \frac{C(Ah/day) \cdot d(days)}{f_{b,T} \cdot f_{b,cd} \cdot DOD}$$

- $C(Ah/day)$: τα Ah ανά ημέρα που θα αποδοθούν στους καταναλωτές/φορτία

$$C = \frac{253,42Ah}{3days} = 84,47Ah/day$$

- $d(days)$: ημέρες αυτοδυναμίας συστήματος.

$$\text{Άρα λοιπόν έχουμε: } C_{cr} = \frac{C(Ah/day) \cdot d(days)}{f_{b,T} \cdot f_{b,cd} \cdot DOD} = \frac{84,47(Ah/day) \cdot 3days}{1 \cdot 1 \cdot 0,8} = \frac{253,41Ah}{0,8}$$

$$= 316,7625Ah$$

Βήμα 4: Προσδιορισμός τύπου συσσωρευτή

1) Τελικά $C_{cr} = 316,7625Ah$ ή $C_{cr} = 320Ah$ θα είναι η συνολική χωρητικότητα για να επιλέξουμε τον συσσωρευτή μας.

2) Επίσης επειδή για την διόρθωση της χωρητικότητας του συσσωρευτή επιλέξαμε το $DOD=0.8$ θα πρέπει ο συσσωρευτής που θα επιλέξουμε να έχει στα χαρακτηριστικά του $DOD=0.8$

3) Η απόφαση να χρησιμοποιήσουμε περισσότερους συσσωρευτές, μικρούς σε όγκο, βάρος αλλά και χωρητικότητα, αντί ενός ή δύο μεγάλων συσσωρευτών, έστω και αν το κόστος στην δεύτερη περίπτωση είναι μικρότερο, δεν έχει μεγάλο ρόλο. Η απόφαση θα εξαρτηθεί από την ευκολία συντήρησης των συσσωρευτών και την διάθεση τους ανά πάσα στιγμή στην αγορά. Θα πρέπει επίσης να λάβουμε υπόψη ότι ένας συσσωρευτής "βγει εκτός", τότε εάν το σύστημα αποτελείται από πολλούς μικρούς συσσωρευτές, το φ/β σύστημα δεν θα έχει πρόβλημα, αλλά θα λειτουργεί με μικρότερη χωρητικότητα αποθήκευσης, έναντι της περίπτωσης 1 ή 2 μεγάλων συσσωρευτών.

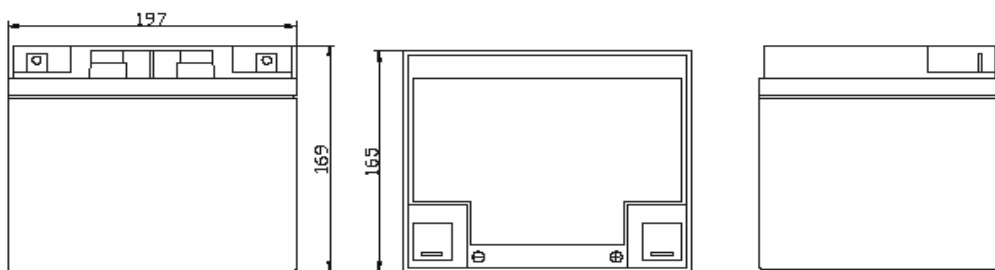
4) Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας και τον αριθμό κύκλων ζωής, του χρόνου ζωής κ.λπ.

5) Η τάση υπό την οποία το φορτίο αποδίδεται στους καταναλωτές μέσω του inverter DC/AC ή απευθείας είναι 120Volts.

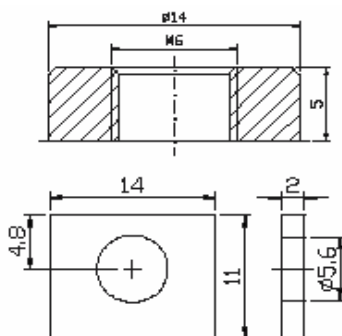
Εξετάζοντας τα παραπάνω μπορούμε να επιλέξουμε συσσωρευτή:



Σχήμα 10.41 Συσσωρευτής RA12-40DG (12V 40Ah)



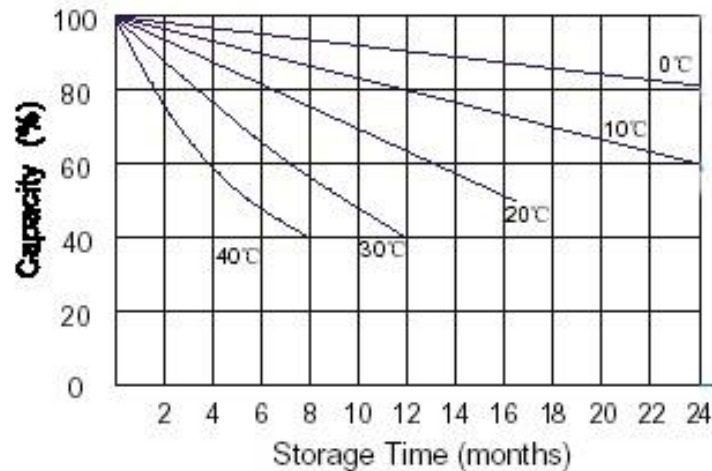
Σχήμα 10.42 α) Διαστάσεις συσσωρευτή.



Σχήμα 10.42 β) Διαστάσεις συσσωρευτή.

Συσσωρευτής RA12-40DG	
Κατασκευαστής	RITAR
Όνομασία	RA12-40DG
Τεχνικά χαρακτηριστικά	
VOLTS ανά μπαταρία	12V
Χωρητικότητα	40Ah
Βάρος	13,7kg
DOD	0.8
Κύκλος φόρτισης/εκφόρτισης	2400
Χρόνος ζωής	2,5 έτη

Πίνακας 10.43 Χαρακτηριστικά συσσωρευτή.



Σχήμα 10.44 Διάγραμμα συσσωρευτή, χωρητικότητας-χρόνου αποθήκευσης.

Η μπαταρία που επιλέξαμε ικανοποιεί τις προϋποθέσεις που αναφέραμε προηγουμένως, αφού απαιτούνται 10 συσσωρευτές αυτού του τύπου εν σειρά: $12\text{Volts} \times 10 = 120\text{Volts}$ για φόρτιση/εκφόρτιση μέσω του αντιστροφέα.

Επίσης με 9 συσσωρευτές εν παραλλήλω επιτυγχάνουμε συνολική χωρητικότητα: $9 \times 40\text{Ah} = 360\text{Ah}$ που θα υπερκαλύψει την διορθωμένη χωρητικότητα που υπολογίσαμε $C_{cr} = 320\text{Ah}$. Αντίθετα θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε 3 ή 4 συσσωρευτές μεγάλης χωρητικότητας αλλά έχουν χαμηλό DOD.

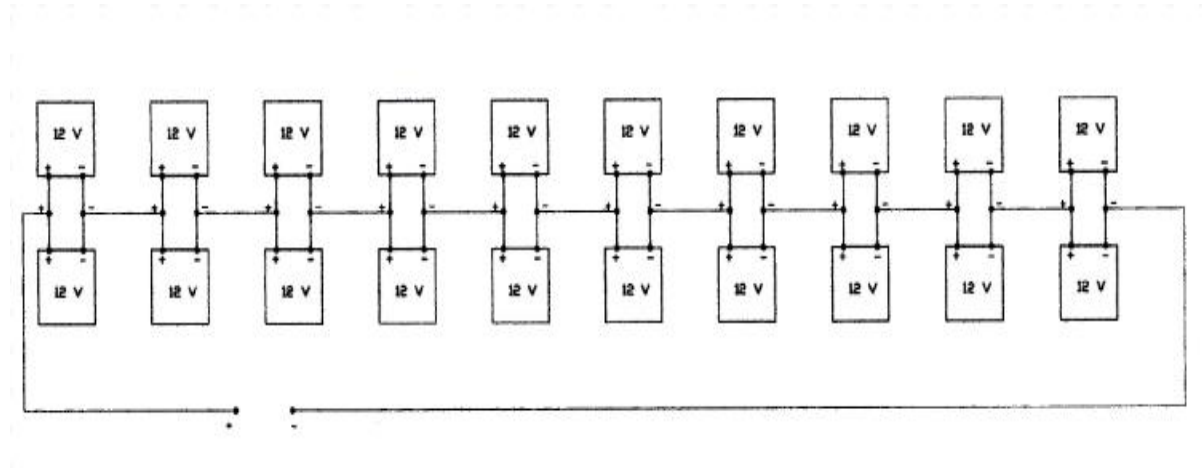
Βήμα 5 : Συνδεσμολογία συσσωρευτών

A) εν σειρά απαιτούνται : $N_{b,s} = \frac{V_s}{V_b} = \frac{120\text{Volts}}{12\text{Volts}} = 10$ συσσωρευτές

V_b :ονομαστικά Volt μπαταρίας.

B) εν παραλλήλω απαιτούνται : $N_{b,p} = \frac{Q_L \times d}{DOD \times C} = \frac{10136.8\text{Wh/day} \times 3\text{days}}{0.8 \times 40\text{Ah}} = \frac{30410.4}{32} = 950.325$

= 7,91 συσσωρευτές. Λαμβάνοντας τον πλησιέστερο προς τα άνω ακέραιο προκύπτει: $N_{b,p} = 8$. Άρα θα έχουμε 10 συσσωρευτές εν σειρά και 8 εν παραλλήλω. Θα χρησιμοποιήσουμε δύο ακόμα συσσωρευτές διότι με τους 8 καλύπτουμε ακριβώς τα φορτία, 10 συσσωρευτές θα τοποθετήσουμε (σχήμα 10.45).



Σχήμα 10.45 Συνδεσμολογία συσσωρευτών.

11.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Οι καλωδιώσεις που επιλέξαμε είναι οι καλύτερες στην αγορά και οι πιο ακριβές (σχήμα 10.46). Επειδή έχουμε απώλειες από τα καλώδια πρέπει να επιλέξουμε καλής ποιότητας.

HIKRA 115 black solar cable 16 mm² reel 100m



Σχήμα 10.46 Καλώδιο (100m)

11.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΑΣΗΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

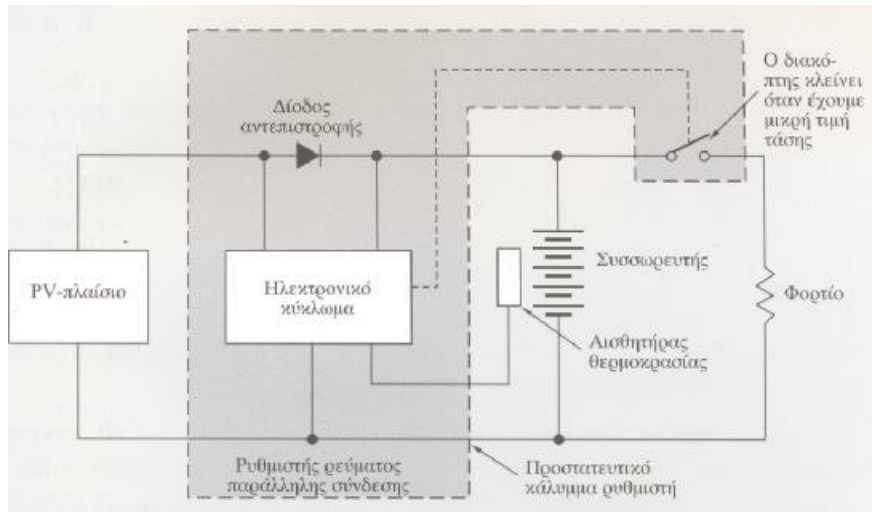
Η βάση στήριξης πάνω στην οποία θα τοποθετήσουμε το φ/β πλαίσιο (σχήμα 10.47) είναι από τις καλύτερες που κυκλοφορούν και έχει την δυνατότητα να ρυθμίζουμε τις μοίρες που την θέλουμε.



Σχήμα 10.47 Ρυθμιζόμενη βάση στήριξης.

11.6 ΕΠΙΛΟΓΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ Η ΕΛΕΓΚΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Τα ηλεκτρικά αυτά συστήματα τοποθετούνται στο κύκλωμα μεταξύ του φ/β πλαισίου και του συσσωρευτή (σχήμα 10.48), ώστε να επιτυγχάνεται η κανονική κατάσταση φόρτισης, αλλά ακόμα και να προστατεύονται τα φ/β πλαίσια από ρεύμα αντίθετης φοράς (από τον συσσωρευτή προς το φ/β πλαίσιο, στην περίπτωση που το φ/β πλαίσιο δεν παρέχει ισχύ. Όσο οι συσσωρευτές πλησιάζουν στην πλήρη φόρτιση, ο ρυθμιστής ελαττώνει την ένταση του ρεύματος, από τα φ/β πλαίσια προς τους συσσωρευτές και εμποδίζει την υπερφόρτιση τους. Από τις πρωινές ώρες όταν ο ήλιος βλέπει το φ/β σύστημα, όλο και περισσότερο, ο ελεγκτής φόρτισης ανιχνεύει το γεγονός της αύξησης της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω της αύξησης της τάσεως στην φ/β συστοιχία και ξεκινάει η φόρτιση, συνδέοντας την φ/β συστοιχία απευθείας με τους συσσωρευτές. Στην συνέχεια ο ελεγκτής φόρτισης ανιχνεύει την τάση στους συσσωρευτές και όταν αυτή φθάσει σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο ή τιμή, το σημείο τερματισμού λόγω υψηλής τάσης τότε δεν φορτίζονται άλλο οι μπαταρίες. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η υπερφόρτιση των συσσωρευτών. Ο ρυθμιστής έχει έναν χρονοδιακόπτη που ενεργεί 10 ώρες μετά την ανατολή του ηλίου. Υπάρχει όμως περίπτωση η φ/β γεννήτρια να δίνει ακόμα ρεύμα π.χ. το καλοκαίρι όπου η ημέρα διαρκεί πολύ περισσότερο τότε ξανακλείνει και ανοίγει 2 ώρες αργότερα και παραμένει ανοικτός μέχρι την ανατολή το επόμενο πρωί.



Σχήμα 10.48 Διάταξη ρυθμιστή.

Ο ελεγκτής φόρτισης με αντισταθμιστή θερμοκρασίας συσσωρευτή, προσαρμόζει αυτόματα το σημείο της υψηλής τάσεως που μεταβάλλεται με την θερμοκρασία του συσσωρευτή.

Για την επιλογή του κατάλληλου ρυθμιστή τάσης για ένα φ/β σύστημα θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τα εξής:

-την ισχύ του.

-την χαμηλή τάση αποκοπής π.χ. για έναν συσσωρευτή 12V, η χαμηλή τάση αποκοπής του ρυθμιστή που θα συνδεθεί είναι μεταξύ 11Volts-12Volts.

Ο ρυθμιστής που επιλέξαμε είναι (σχήμα 10.49):



Σχήμα 10.49 Ρυθμιστής για την μελέτη μας.

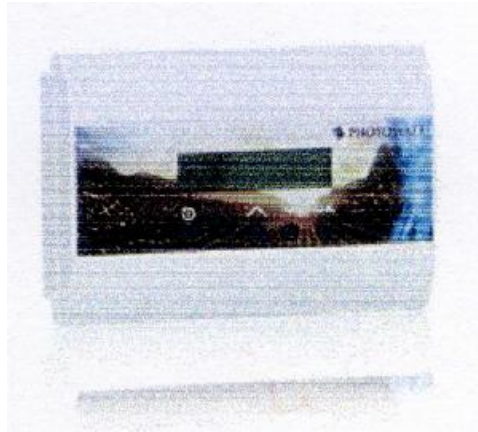
11.7 ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ Data logger

Ο καταγραφέας δεδομένων DL-WL plus (σχήμα 10.50) συστήνεται για την καταγραφή των δεδομένων φ/β εγκαταστάσεων μικρής ή μεσαίας κλίμακας. Συλλέγει και μεταδίδει τα δεδομένα σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, με τον οποίο είναι συνδεδεμένος απευθείας με λογισμικό πρόγραμμα προσφέροντας την δυνατότητα παρακολούθησης και καταγραφής της παραγόμενης ενέργειας της εγκατάστασης και την απεικόνιση των δεδομένων. Μπορούμε ακόμα να πάρουμε μετρήσεις για τη θερμοκρασία του αέρα, θερμοκρασία του συλλέκτη και της ακτινοβολίας.



Σχήμα 10.50 Data logger DL-WL

Επίσης αν θέλουμε μπορούμε να τοποθετήσουμε μια ασύρματη οθόνη (σχήμα 10.51), η οποία αποτελεί την καλύτερη επιλογή για τον έλεγχο της ενέργειας στις φ/β εγκαταστάσεις (επιτρέπει μέχρι και την απεικόνιση δεδομένων της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο Data logger και η οθόνη είναι προαιρετικά σε μια φ/β εγκατάσταση.



Σχήμα 10.51 Οθόνη WL

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ

15 Πλαίσια ($i_{sc} = 8.08 \text{ A}$ $V_{oc} = 32.5 \text{ V}$ $i_m = 7.3 \text{ A}$ $V_m = 26.1 \text{ V}$ $P_m = 190 \text{ Watt}$)	15 · 850 € = 12.750 €
1 inverter (ισχύς: 6000 Watt)	2.900 €
19 Συσσωρευτές (12V , χωρητικότητα 40 Ah , χρόνος ζωής : 2,5 έτη)	19 · 124 € = 2.356 €
Καλωδιώσεις	510 €
15 Βάσεις στήριξης	15 · 100 € = 1500 €
1 Ρυθμιστής	95 €
1 Data logger	200 €

Συνολικό κόστος (δεν συμπεριλαμβάνονται το κόστος τοποθέτησης)
= 12.750 € + 2.900 € + 2.356 € + 510 € + 1500 € + 95 € + 200 € = 20.311 €

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Μαλαχίας Ιωάννης "Κατανομή ποσοστών κεντρικής θέρμανσης" εκδόσεις "ΙΩΝ" Αθήνα 1992.
- 2) Μιχάλης Πέτρος, Μαλαχίας Ιωάννης "Κατανομή των δαπανών κεντρικής θέρμανσης κτιρίων" εκδόσεις "ΙΩΝ" Αθήνα 1993.
- 3) Βασίλης Σελλούντος, Βάιος Ηλίας "Θέρμανση και κλιματισμός" εκδόσεις "ΙΩΝ" Αθήνα 1991.
- 4) ICAP ΑΕ "Είδη κεντρικής θέρμανσης" εκδόσεις "Επιστήμη" Αθήνα 2002.
- 5) Κώστας Χαραλαμπίδης "Κεντρικές θερμάνσεις" εκδόσεις "ΗΒΟΣ" Αθήνα 1992.
- 6) S. Don Swenson επιμέλεια Πολύδωρας Σταυρόπουλος "Κεντρικές Θερμάνσεις Β έκδοση" εκδόσεις "ΙΩΝ" Αθήνα 1999.
- 7) Αλέξανδρος Χονδρογιάννης "Υδραυλικά και Θέρμανση" εκδόσεις "Επιστήμη" Αθήνα 1991.
- 8) Καλδέλης Ιωάννης, Κοσμάς Αντώνιος, Σταμούλης Αντρέας "Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας" εκδόσεις "Σταμούλη" Αθήνα 2001.
- 9) Σωκράτης Καπλάνης "Ήπιες Μορφές Ενέργειας ΙΙΙ" εκδόσεις "ΙΩΝ" Αθήνα 2003.
- 10) Σωκράτης Καπλάνης "Εφαρμογές Ηλιακής Ενέργειας" εκδόσεις "ΙΩΝ" Αθήνα 1987.
- 11) Νεωκλέους Αντρέας, Κωνσταντινίδης Σεραφείμ, "Μετατροπή Ηλιακής Ενέργειας σε Ηλεκτρική με Φ/Β" εκδόσεις "ΙΩΝ" Αθήνα 1991.

- 12) www.photovoltaic.gr
- 13) www.cres.gr/kape/energeia_politis/enrgeia_politis_photovol_uk.htm
- 14) www.abcsolar.com/edf/2001-09-04_500-01-020.edf
- 15) www.fvenergy.com
- 16) www.photovoltaic-grosshaehdler.de
- 17) www.photovoltaikshop.de
- 18) www.solartechnik-shop.de
- 19) www.photovoltaic-profit.de
- 20) www.photovoltaik-energy.gr